



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Social Europeo

PROGRAMA INTERUNIVERSITARIO DE DOCTORADO EN  
EVOLUCIÓN HUMANA, PALEOECOLOGÍA DEL  
CUATERNARIO Y TÉCNICAS GEOFÍSICAS  
APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN

ARQUEOMETRÍA,  
ARQUEOMAGNETISMO,  
Y ANÁLISIS DE RESIDUOS  
DE LAS CERÁMICAS DEL  
YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO  
DE EL PORTALÓN DE CUEVA  
MAYOR (SIERRA DE  
ATAPUERCA, BURGOS)

MARTA FRANCÉS NEGRO  
2019

ARQUEOMETRÍA, ARQUEOMAGNETISMO Y ANÁLISIS DE RESIDUOS DE LAS CERÁMICAS  
DEL YACIMIENTO DE EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS).

MARTA FRANCÉS NEGRO



Universidad  
de Alcalá



Universidad de  
Oviedo



**UNIVERSIDAD  
DE BURGOS**

PROGRAMA INTERUNIVERSITARIO DE DOCTORADO EN EVOLUCIÓN  
HUMANA, PALEOECOLOGÍA DEL CUATERNARIO Y TÉCNICAS GEOFÍSICAS  
APLICADAS A LA INVESTIGACIÓN

**ARQUEOMETRÍA, ARQUEOMAGNETISMO  
Y ANÁLISIS DE RESIDUOS DE LAS  
CERÁMICAS DEL YACIMIENTO  
ARQUEOLÓGICO DE EL PORTALÓN DE  
CUEVA MAYOR (SIERRA DE  
ATAPUERCA, BURGOS).**

TESIS DOCTORAL POR:

**MARTA FRANCÉS NEGRO**

DIRECTORES:

**DR. ENKO IRIARTE AVILÉS**

**DR. ÁNGEL CARRANCHO ALONSO**





ÁREA DE PREHISTORIA. EDIFICIO I+D+I  
PLAZA MISAEL BAÑUELOS S/N. 09001 BURGOS  
TELÉFONO 947259325  
EMAIL: [acarrancho@ubu.es](mailto:acarrancho@ubu.es)

**ÁNGEL CARRANCHO ALONSO**, codirector de la Tesis doctoral de **Dña. Marta Francés-Negro**, que tiene por título: “*Arqueometría, Arqueomagnetismo y Análisis de Residuos en las cerámicas del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos)*”, emite el siguiente **informe** sobre la misma.

El trabajo de la Tesis Doctoral que presenta Dña. Marta Francés-Negro representa una aportación altamente novedosa al estudio de cerámicas prehistóricas. El contenido de este estudio es relevante, tanto por la diversidad de metodologías empleadas como por los resultados obtenidos.

Esta Tesis Doctoral aborda la aplicación de tres líneas de investigación punteras como son: (i) los análisis de pastas y la caracterización mineralógica de restos cerámicos, (ii) el estudio de residuos (lípidos) y (iii) la aplicación de análisis arqueomagnéticos. El principal mérito del trabajo es esta aplicación multidisciplinar y metodológicamente novedosa al estudio de cerámicas prehistóricas. Se ha analizado la colección cerámica prehistórica de El Portalón de Cueva Mayor (Burgos), complementándolo con recreaciones experimentales de material cerámico. La doctoranda se ha familiarizado con técnicas muy complejas, invirtiendo mucho tiempo y esfuerzo en la preparación y análisis de las muestras, en el aprendizaje en el manejo de equipos y software especializado, así como en la interpretación de resultados.

A nivel de resultados, la caracterización mineralógica ha permitido identificar diversos grupos de manufactura de las cerámicas, caracterizar con detalle su composición y aportar datos sobre su elaboración y uso. El estudio de lípidos arroja valiosos datos sobre los productos alimenticios usados por estos grupos agro-ganaderos de la prehistoria reciente, confirmándolos además con los datos faunísticos. El estudio arqueomagnético ha permitido distinguir la funcionalidad de las cerámicas (almacenaje vs. cocina) a partir de la determinación de las temperaturas de recalentamiento.

El manuscrito cumple con los estándares de formato requerido en este tipo de trabajos académicos. Dada la naturaleza del trabajo, al inicio de cada bloque temático se ha incorporado una breve descripción de fundamentos. El texto está bien estructurado, la redacción es clara, la exposición de resultados es correcta, con un amplio uso de bibliografía actualizada y un cuidado aparato gráfico.

La doctoranda ha completado una estancia de al menos 3 meses en la Universidad de Bristol (UK), requisito obligatorio para optar a la mención de doctora internacional. Destacar también su extraordinaria dedicación durante los años de desarrollo del trabajo. Este intenso trabajo de formación augura a la doctoranda un futuro prometedor como investigadora.

Por todo lo expuesto, emito **INFORME POSITIVO** para la lectura de la tesis que presenta Dña. Marta Francés-Negro.

En Burgos, 20 de agosto de 2020

Fdo.: Ángel Carrancho Alonso





## INFORME DEL DIRECTOR

Tesis doctoral: *“Arqueometría, Arqueomagnetismo y Análisis de Residuos en las cerámicas del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor de la Sierra de Atapuerca (Sierra de Atapuerca, Burgos)”*

Doctoranda: Marta Francés Negro

La tesis doctoral presentada por Dña. Marta Francés Negro es un trabajo de investigación original, sistemático e innovador. La investigación se plantea desde un punto de vista metodológico mayoritariamente inédito, y aporta nueva información que amplía el conocimiento sobre los procesos de elaboración y uso de las cerámicas protohistóricas.

Destaca el meticuloso y multidisciplinar análisis de los restos cerámicos realizado, englobando técnicas de análisis variadas y de gran dificultad en su desarrollo. Esto ha supuesto un gran trabajo de muestreo, preparación y análisis de las muestras, con lo que el desarrollo de la parte analítica ha permitido al doctorando adquirir una sólida formación en distintas técnicas analíticas.

La interpretación de los datos es correcta y contribuye de forma notable al progreso del conocimiento de la elaboración y usos de la cerámica en el pasado, y a completar nuestro conocimiento sobre las primeras sociedades agrícolas y ganaderas que habitaron la meseta norte ibérica.

Desde el punto de vista formal, la tesis está muy bien estructurada y la redacción es clara y correcta, por lo que la presentación de los resultados es adecuada.

Además, la doctoranda ha realizado una estancia superior a los 3 meses en el extranjero y redactado gran parte de la tesis doctoral en inglés, por lo que cumple con todos los criterios para optar a la mención internacional.

Por todo lo anterior, considero que el trabajo presentado es apto para obtener el grado de doctor, y consecuentemente autorizo su presentación.

Fdo.: Eneko Iriarte Avilés



Marta Francés Negro ha tenido una beca predoctoral de la Junta de Castilla y León (ORDEN/EDU1083/2013-European Social Funding program 2014–2020).

FOTOGRAFÍAS PORTADAS: Raquel Asiaín  
ILUSTRACIONES PORTADAS: Ignacio Francés





A mis abuelos

“Los dioses en su origen eran inmóviles. Inquietud fue la primera que se puso a caminar. Llegó a un río de aguas tranquilas. Se llenó las manos de un barro espeso, fácilmente moldeable. Jugando a darle formas, sin detenerse a pensar, comenzó a modelar una extraña figura. En la parte alta de la cara de la estatua de arcilla puso dos ojos que miraban al cielo. No era capaz de dar nombre a lo que tenía en sus manos, pero, estaba condenada a ser hija de un día. El fuerte sol y el viento de la tarde la irían poco a poco erosionando y las próximas lluvias acabarían restituyendo el barro modelado al lecho fangoso del que había salido. Entonces apareció Zeus. Se acercó lentamente a la figura. Inquietud lo miró por el interés que manifestaba el dios supremo.

- Es sorprendente, dijo el dios. Es como si este barro amasado no pesara, como si tuviera alguna luz escondida. Es sólo fango, sin embargo, parece pedir un espíritu.

- Yo sólo puedo hacer lo que me permiten mis limitadas habilidades, le contestó Inquietud. Soy incapaz de poner el fango en movimiento.

Zeus sonrió. Puso sus manos sobre la cabeza de la estatua y la animó con su calor. Fijó sus ojos en los del barro y los iluminó con su fulgor. La figura de pronto comenzó a respirar.”

# AGRADECIMIENTOS

*“Si quieres ir rápido, ve solo. Si quieres llegar lejos, ve acompañado”*

Anónimo.

Este trabajo hay que agradecerlo a un gran número de personas que han participado de una u otra forma en su finalización, y como no sé cuántas veces tendré esta oportunidad prometo no ser breve. Espero acordarme de tantas y tantas personas, perdonadme si sentís que faltáis.

Lo primero, quiero agradecer a las diferentes entidades que han hecho posible este trabajo: a la Junta de Castilla y León por la concesión de la beca predoctoral de tres años que me ha permitido el desarrollo de este trabajo (ORDEN/EDU1083/2013-European Social Funding program 2014–2020). A los proyectos del Ministerio de Educación y Ciencia por la concesión de los proyecto de investigación al Proyecto Atapuerca, en donde se encuentra también este trabajo (CGL2012-38434-C03-01/02/03 and CGL2015-65387-C3-2-P (MINECOFEDER) y a la Junta de Castilla y León por la concesión de BU235P18 y fondos FEDER. Además, a la Fundación Atapuerca, que gestiona los yacimientos de Atapuerca y posibilita la vuelta cada año.

Gracias a mis directores. Eneko Iriarte quien inició este viaje conmigo y Ángel Carrancho que se subió lleno de ilusión. Gracias por vuestra paciencia, por las explicaciones, dudas y preguntas, por la confianza depositada en mí. Sin vosotros este proyecto no habría visto la luz.

Gracias a J.M. Carretero que me acogió en el Laboratorio de Evolución Humana. Junto con J.L. Arsuaga, han creído en mí para el estudio de los materiales que aquí se estudian.

El trabajo y análisis desarrollados han sido posible a las instalaciones del PCT de la Universidad de Burgos. En especial a Jacinto, Marta, Pilar y Roberto, agradeceros vuestro tiempo y ayuda en estos años.

I must thank all Organic geochemistry Unit from Bristol University and R.P. Evershed to allow me to learn and develop an essential part of my work in their department. Specially, I would like to thank to Melanie Roffet-Salque for teaching me and be patient with my asks. Thank you for the corrections to this manuscript. Thanks to all research team and staff: Emmanuelle, Helen, Simmon, Ian, Catherine, John, Leo,

Micaela, Sophie, Julie, Felipe, Vittoria, JP, Jérôme, Gordon, Caitlin, Borys, Toby, and Jens and that fun Fridays pub.

El Laboratorio de Física de la Universidad de Burgos, que me han ayudado y guiado en el desarrollo y aprendizaje de las técnicas paleomagnéticas. Gracias a Manolo y Juanjo, que siempre han estado dispuesto a ayudarme en mis dudas. A todas las personas con las que he podido trabajar y aprender: Ángela, Elisa, Pablo, Sara, Natalia, Marifé, Arantxa e Irene.

“Dios los cría y ellos se juntan”. Y, efectivamente, hemos acabado todos en el Laboratorio de Evolución Humana. He tenido la suerte de trabajar con algunas de las mejores personas que he conocido. Quiero agradecer todos estos años de trabajo y amistad y el aguantarme, sobre todo en la recta final de este manuscrito. Azahara, nuestra *prospect* y espía eficaz, que se ha convertido en una más en el tiempo que lleva aquí. Yuli, quien, pese a la distancia, siempre está con nosotras. Mi compañera *holocenista*, Amalia: las cerámicas siempre nos unirán. Rebeca, quien siempre me ha aconsejado y ayudado, frenando todas mis iniciativas emprendedoras. A mi mamá pato Laura, mi compañera incansable de las ocho de la mañana. Y por último y más importante, mi sufridora compañera de mesa, Zuri: gracias por toda tu ayuda con la informática, por todas las risas, por nuestros C&Cs; lo siento, seguiré hablando sola.

A todo el equipo de excavación de El Portalón: sin vuestro trabajo y dedicación nada de lo que se hace aquí sería posible ¡Gracias! A Raquel (por las fotos), Carrie (por tus correcciones de inglés), Ana Delia, Eva, María, Olga, Cris, Elena y particularmente a Laura (quien me enseñó por primera vez la diferencia entre bruñido y alisado). Maicu, mi rubia preferida y que tanto me ha cuidado con su gen abuela. Marian, el tercio de Plantagenet, nuestras cribas al sol y días de la patata me hicieron conocer a una amiga para siempre. Por vosotras los meses de Julio eran tan divertidos que el cansancio y trabajo no importaba...¡había que volver todos los años!

Al equipo de excavación de Pinilla del Valle: Enrique, César, Rosa, Juan, Crispi, Anabel, Teo, Marga, Cris, Laura, Abel y Belén. Aunque el Pleistoceno no es lo mío con vosotros ha sido mejor.

Ana Isabel Ortega, quien me dio mi primera oportunidad en la arqueología.

Esto no sería posible sin El Portalón, que tiene casi personalidad propia. Siempre lleno de sorpresas, de risas y de cuestas.

A una gran cantidad de gente que ha estado a mi lado apoyándome y dándome ánimos: Juanma, Marina, Juan y Guille, que han sido y son como una segunda familia. A todos los chusianos: Elvira, Mireia, Ana, Nacho, Sebas y Jacobo, después de 10 años seguimos siendo amigos en la distancia, siempre me acordaré de vosotros al beber una cerveza. A la reunión semanal del vermú, Mar y Merche, gracias a esas risas que me quitaban las preocupaciones. A LVM por amenizar la elaboración de imágenes y tablas.

A todos los compañeros del MEH con los que compartí visitas, talleres y demás fiesta de guardar. A Epi, Olalla, Carlos, Richi y David, siempre habéis creído en mí.

Marivi, que ha sido como una segunda madre. Todas las tareas que hicimos en el cole parece que han servido para algo. Gracias por seguir siendo mi amiga.

A mis amigos de siempre, que estaban conmigo mucho antes de empezar en esta andadura y seguirán cuando termine: Eva, Azahara, Pilar, Marina, Tatiana, Adán, Aarón y Roberto. Nuestras cañitas y cenas temáticas.... Aunque se han vuelto más infrecuentes ¡Volverán!

No, no me he olvidado de mi kiwi. Quien tiene un amigo, tiene un tesoro y el mío es Ana. Estos años de vidas paralelas (¡desde los 16 juntas!) han sido insuperables. Me cuesta recordar un examen, un cumpleaños, una excavación, una fiesta, un día de laboratorio o *submission* en el que tu no hayas estado. Espero que sigamos mesa con mesa, que nos miremos y nos riamos, y que si nos separamos sea siempre para volver.

Gracias a todos los miembros de las familias Francés y Negro. Individualmente hay tantas cosas que reconocer que no terminaría. Con ellos he podido crecer y llegar a donde quiera que sea: Eduardo, Loli, Tomás, Carmen, José, Belén y Belén, Susana, María, Juan, Santi, Mireia, Gonzalo; Roberto, Arantza, Néstor, Estela, Óscar, Araceli, Irene, Aitor, Lya y Paolo. Gracias a tantos y tantos años de buenos momentos.

A mis padres, Jesús y Marta, mi hermano Ignacio (gracias por tus ilustraciones). Durante estos años de locura y jornadas incomprensibles, siempre me han animado a hacer lo que he querido, sin importar el esfuerzo.

A Iñaki: aguantas mis locuras y pese a todo te sigues riendo.



# ÍNDICE





# ÍNDICE

<b><u>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</u></b>	1
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	5
OBJETIVOS	9
ESTRUCTURA DE LA TESIS	10
ABSTRACT	12
INTRODUCTION	14
OBJECTIVES	17
OVERVIEW OF THE THESIS STRUCTURE	18
<b><u>CAPÍTULO II: SECUENCIA CRONOCULTURAL</u></b>	
<b><u>EN LA MESETA NORTE</u></b>	20
1 CONTEXTO CRONOCULTURAL	21
1.1 Neolítico	22
1.1.1 Modelos de neolitización de la península ibérica	22
1.1.1.1 Modelos difusionistas	23
1.1.1.1.1 Modelos de la Colonización Marítima Pionera	23
1.1.1.1.2 Modelo Dual	24
1.1.1.1.3 Modelo regional global	25
1.1.1.2 Modelos indigenistas	25
1.1.1.2.1 Modelo de la difusión capilar	25
1.1.1.2.2 Otros modelos indigenistas en la interpretación del territorio peninsular	25
1.1.1.3 Modelos eclécticos	25
1.1.1.3.1 Modelo de Rojo, Kunst, Garrido, García y Morán	26
1.1.2 El Neolítico en la Meseta Norte: el Valle del Duero	27
1.1.2.1 Cronologías	29
1.1.2.1.1 Tipologías cerámicas y decoraciones	29
1.2 Calcolítico	30
1.2.1 Calcolítico Precampaniforme	32
Calcolítico Campaniforme	34
1.2.1.1 Teorías sobre el origen del Campaniforme	36
1.2.1.2 Significado del Campaniforme	38
1.2.3 El Calcolítico en la Meseta Norte: el Valle del Duero	41
1.2.3.1 Cronología	41
1.2.3.2 Tipologías cerámicas y decoraciones	41
1.3 Edad del Bronce	43
1.3.1 Cogotas	46

1.3.2	Cerámica tipo cogotas en la Meseta Norte: el Valle del Duero	48
1.3.2.1	Cronología y tipologías cerámicas	48

## **CAPÍTULO III: MATERIALES DE ESTUDIO** **50**

<b>1</b>	<b>EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA</b>	<b>51</b>
1	LA SIERRA DE ATAPUERCA	52
1.1	Historia de los descubrimientos arqueopaleontológicos	53
1.2	Yacimientos arqueopaleontológicos	54
<b>2</b>	<b>EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR</b>	<b>57</b>
2.1	Primeras noticias	57
2.2	Excavaciones arqueológicas en el siglo XX	57
2.2.1	Excavación de Francisco Jordá	57
2.2.2	Excavación de Geoffrey A. Clark, Lawrence Strauss y José I. Uribarri	58
2.2.3	Excavación de José M <sup>a</sup> Apellániz	59
2.2.4	Excavación Equipo Investigación Atapuerca	59
2.3	Secuencia estratigráfica y cronología	60
2.3.1	Contemporáneo-Medieval	60
2.3.2	Época romana	63
2.3.3	Edad del Hierro	63
2.3.4	Edad del Bronce	66
2.3.5	Calcolítico Campaniforme	70
2.3.6	Calcolítico Pre-Campaniforme	70
2.3.6.1	Fase de estabulación	70
2.3.6.2	Fase funeraria	71
2.3.7	Neolítico	71
2.3.8	Pleistoceno	71
<b>2</b>	<b>MATERIALES ARQUEOLÓGICOS Y EXPERIMENTALES</b>	<b>76</b>
1	MATERIALES ARQUEOLÓGICOS	77
1.1	Metodología de excavación	77
1.2	Cerámicas arqueológicas	79
1.2.1	Partes de los recipientes cerámicos	81
1.2.1.1	Parte superior	81
1.2.1.2	Parte media	82
1.2.1.3	Parte inferior	83
1.2.1.4	Otros	83
1.2.2	Técnicas decorativas	83
1.2.3	Colores superficiales y de núcleo	87
1.2.4	Tratamientos superficiales	90

1.2.5	Desgrasantes ( <i>de visu</i> )	90
1.2.6	Análisis tipológicos de los restos analizados	91
2	MATERIALES EXPERIMENTALES	98
2.1	Búsqueda de materias primas	98
2.2	Preparación recipientes cerámicos	99
2.3	Preparación del horno de cocción	101
2.4	Primer calentamiento: manufactura	101
2.5	Segundo calentamiento: uso sobre hoguera	102

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PASTAS CERÁMICAS** **105**

1	LA COMPOSICIÓN CERÁMICA	106
1.1	Los ingredientes de la cerámica	106
1.1.1	Aspectos relacionados con la composición	106
1.1.1.1	Arcilla	106
1.1.1.2	Inclusiones y Desgrasantes	107
1.1.1.3	Cocción	108
1.1.1.3.1	Atmósfera	109
1.1.1.3.2	Temperatura	109
1.1.1.3.3	Duración	110
2	MATERIALES Y MÉTODOS	113
2.1	Muestras de estudio	113
2.1.1	Cerámicas arqueológicas	113
2.1.2	Cerámicas experimentales	114
2.2	Metodología de análisis	115
2.2.1	Análisis petrológico: Lámina delgada	115
2.2.2	Difracción de Rayos X (DRX)	118
2.2.3	Fluorescencia de Rayos X (FRX)	119
2.2.4	Carbono orgánico: Lost on ignition (LOI)	120
2.2.5	Análisis estadísticos	121
2.2.5.1	Análisis descriptivos	121
2.2.5.2	Estudio multivariante: análisis de componentes principales (PCA) y análisis jerárquicos	122
3	RESULTADOS	123
3.1	Análisis petrológico de láminas delgadas	123
3.1.1	Análisis mineralógicos: muestras arqueológicas	123
3.1.1.1	Grupos petrológicos de manufactura	123
3.1.1.1.1	Grupo de manufactura 1 (GM1)	123
3.1.1.1.2	Grupo de manufactura 2 (GM2)	125

3.1.1.1.3	Grupo de manufactura 3 (GM3)	129
3.1.1.1.4	Grupo de manufactura 4 (GM4)	129
3.1.1.1.5	Grupo de manufactura 5 (GM5)	135
3.1.1.1.6	Grupo de manufactura 6 (GM6)	135
3.1.2	Análisis petrológicos: muestras experimentales	141
3.1.2.1	Grupos petrológicos de manufactura	141
3.1.2.1.1	Grupo de manufactura experimental 4 (GM4Ex)	141
3.1.2.1.2	Grupo de manufactura experimental 5 (GM5Ex)	142
3.1.2.1.3	Grupo de manufactura experimental 6 (GM6Ex)	142
3.2	Análisis mineralógico mediante DRX	145
3.2.1	Muestras arqueológicas	145
3.2.2	Muestras experimentales	153
3.3	Análisis geoquímicos elementales (FRX)	156
3.3.1	Muestras arqueológicas	156
3.3.2	Muestras experimentales	169
3.4	Presencia de materia orgánica: C <sub>orgánico</sub> (LOI)	171
3.4.1	Muestras arqueológicas	171
3.4.2	Muestras experimentales	171
3.5	Análisis de Componentes Principales (ACP)	173
3.5.1	Muestras arqueológicas	173
3.5.2	Muestras experimentales	178
3.6	Análisis Jerárquico Clúster	180
4	DISCUSIÓN	182
4.1	Análisis petrológico	182
4.1.1	Materias primas y área de captación	182
4.1.2	¿Diferencias composicionales a lo largo del tiempo?	184
4.2	Aspectos tecnológicos en la elaboración de la cerámica	185
4.2.1	Temperaturas de cocción	185
4.2.2	Variedad composicional de la cerámica y su caracterización	187
4.3	Materiales experimentales: implicaciones composicionales y la captación de materias primas	189

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES** **192**

1	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	194
1.1	Campo Magnético Terrestre (CMT)	194
1.2	Propiedades magnéticas de la materia	196
1.2.1	Dominios magnéticos y sus características	200
1.2.1.1	Histéresis magnética	201

1.2.1.2	Tiempo de relajación ( $\tau$ )	203
1.3	Principales minerales ferromagnéticos	204
1.4	Mecanismos de registro de la magnetización	205
1.4.1	Mecanismos de adquisición de la NRM principal	206
1.4.1.1	Magnetización Remanente Térmica o Termorremanencia (TRM)	206
1.4.1.2	Magnetización Remanente Química (CRM)	207
1.4.1.3	Magnetización Remanente Termo-Química (TCRM)	208
1.4.2	Mecanismos de adquisición de la NRM secundaria	208
1.4.2.1	Magnetización Remanente Viscosa (VRM)	208
1.4.2.2	Otros mecanismos de magnetización	209
1.5	Métodos de magnetización de las rocas	210
1.5.1	Medidas de la magnetización remanente natural (NRM)	210
1.5.1.1	Desmagnetización térmica de la NRM	210
1.5.1.2	Representación gráfica de los datos paleomagnéticos	211
1.5.2	Magnetismo de las rocas	212
1.5.2.1	Susceptibilidad magnética	213
1.5.2.2	Índice de Koënigsberger ( $Q_n$ )	214
1.5.2.3	Curvas de IRM	215
1.5.2.4	Curvas termomagnéticas	215
1.5.2.5	Diagrama de Day	216
2	INTRODUCTION AND PARTICULAR OBJECTIVES	218
3	MATERIALS AND METHODS	220
3.1	Materials	220
3.1.1	Archaeological pottery from El Portalón de Cueva Mayor	220
3.1.2	Experimental pottery production	220
3.2	Methods: archaeomagnetic and rock-magnetic analyses	223
4	RESULTS	226
4.1	Magnetic properties of pottery	226
4.1.1	Experimental samples	226
4.1.2	Archaeological samples	227
4.2	Directional stability of NRM	232
4.2.1	Experimental samples	232
4.2.2	Archaeological samples	235
4.3	Archaeomagnetic profile of an experimental pottery vessel	237
5	DISCUSSION	240
5.1	NRM directional stability	240
5.2	Magnetic record and inferred functionality	242

<b><u>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS</u></b>		<b>245</b>
1	ESTUDIO DE LOS RESIDUOS	246
1.1	Los lípidos	247
1.2	Los ácidos grasos	247
1.2.1	Ácidos grasos saturados	248
1.2.2	Ácidos grasos insaturados	248
1.3	Presencia de ácidos grasos en la dieta	249
1.4	Degradación y preservación de los compuestos orgánicos	250
1.4.1.1	Preservación de los compuestos orgánicos	250
1.4.1.2	Degradación de los compuestos orgánicos	251
1.5	Localización e identificación de los residuos	253
1.5.1.1	Localización	253
1.5.1.2	Caracterización isotópica de los compuesto	254
2	MATERIAL AND METHODS	257
2.1	Archaeological materials	257
2.2	Methods	258
2.2.1	External cleaning	258
2.2.2	Direct extraction	258
2.2.2.1	Acid extraction	259
2.2.2.2	Derivatization	260
2.2.3	Analytical phase	261
2.2.3.1	Gas chromatography (GC)	261
2.2.3.2	Gras chromatography-Mass spectrometer (GC/MS)	261
2.2.3.3	Gas chromatography-Combustion-Isotopic ratio mass spectrometer (GC/C/IRMS)	262
2.3	Contamination	262
2.4	Zooarchaeological samples	263
3	RESULTS	266
3.1	Survival of absorbed lipids	266
3.2	Carbon isotopic composition of the lipid extracts	267
3.3	Sample contamination	274
3.4	Faunal remains and secondary products	276
4	DISCUSSION	281
4.1	Controls on organic residue preservation	281
4.2	Changes on organic residues through time and different archaeological contexts	281
4.2.1	Dairy and meat exploitation during the Neolithic	282
4.2.2	Chalcolithic: dairy products and meat for the alive and the dead	283

4.2.3	Bronze age: dairy, meat and fleece	286
4.3	Contamination ratios	287

**CAPÍTULO VII: RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES** **291**

1	RESULTADOS DEL ESTUDIO MULTIANALÍTICO DE LOS RESTOS CERÁMICOS	292
1.1.	Estudio multianalítico de los restos cerámicos	292
2	DISCUSIÓN GENERAL	296
2.1	A propósito de la cerámica del Neolítico	296
2.2	A propósito de la cerámica del Calcolítico	298
2.3	A propósito de la cerámica de la Edad del Bronce	301
3	CONCLUSIONES GENERALES	304
3.1	Análisis composicional de pastas cerámicas	304
3.2	Conclusiones sobre análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas de las cerámicas	306
3.3	Conclusiones sobre los análisis de residuos orgánicos	309
4	CONCLUSIONS	311
4.1	Composition paste conclusiones	311
4.2	Paleomagnetic conclusions	313
4.3	Organic residue analysis conclusions	315

**CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA** **317**

**ANEXO A** **353**

**ANEXO B** **439**

**ANEXO C** **443**

**ANEXO D** **446**

**ANEXO E** **448**



## ABREVIATURAS/ ABBREVIATIONS

- AC-Antes de Cristo  
AP-Antes del presente  
BA-Bronze Age  
BC-Before Christ  
BP-Before present  
CC-Calcolítico Campaniforme/Chalcolithic Bell Beaker  
CE-Calcolítico de estabulación  
CF-Calcolítico funerario  
D-Dairy products  
EB-Edad del Bronce  
Exp-Experimental  
FC-Funerary Chalcolithic  
SC-Stabling Chalcolithic  
L-Productos lácteos  
msnm-Metros sobre el nivel del mar/Meters above sea level  
N-Neolítico/Neolithic  
NISP-Number of identified specimens  
NMI-Número mínimo de individuos  
NR-No rumiantes/Non ruminants  
R-Rumiantes/Ruminants



# 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



## RESUMEN

En este trabajo se presenta una aproximación arqueométrica multianalítica al estudio de los restos cerámicos arqueológicos. La arqueometría es un acercamiento a los materiales arqueológicos que se sirve de metodologías analíticas procedentes de distintas disciplinas: química, geología, biología, etc. para ahondar en el conocimiento de los materiales objeto de estudio. En este caso, y dado lo experimental (y por tanto incierto) de algunas de las técnicas analíticas, se ha centrado en la utilización de fragmentos cerámicos, galbos, que no presentan tipologías ni decoraciones reconocibles. Aun siendo los restos más abundantes de muchos yacimientos suelen tenerse en cuenta, en la mayoría de los casos, tan solo para el conteo de material y descripción preliminar en una excavación arqueológica. Se han realizado tres tipos de análisis sobre estos fragmentos con el fin de ver qué información pueden aportar sobre distintos aspectos arqueológicos: análisis composicional de pastas, análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas y análisis de residuos orgánicos. Estos tres aspectos pueden aportar potencialmente distintos tipos de información sobre estos materiales, lo que podría permitir reconstruir procesos como la fabricación y utilización de los recipientes en el pasado. Los galbos cerámicos analizados proceden del yacimiento holoceno de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos), más concretamente de horizontes cronológicos y culturales del Neolítico, Calcolítico y la Edad de Bronce.

Con relación al estudio composicional de pastas se ha realizado en base a la identificación de grupos de manufactura. Éstos se han distinguido según criterios petrológicos como la textura de la pasta y la naturaleza de los desgrasantes utilizados, entre los que destacan minerales silíceos (cuarzo, cuarcita o pizarra) y de naturaleza carbonatada (calcita y caliza). Se han reconocido y definido 6 grupos de manufactura (GM) diferentes, que incluso han podido dividirse en subgrupos en función de su variabilidad interna. Se ha observado un uso preferencial de desgrasantes de calcita en el Neolítico, mientras que para el resto de los contextos cronoculturales predominan los desgrasantes siliciclásticos. Por otra parte, la elaboración de piezas experimentales basadas en las observaciones petrológicas ha permitido identificar varios puntos cercanos de abastecimiento de materias primas que permitirían la elaboración de las cerámicas arqueológicas estudiadas. Esto indica que la producción cerámica pudo ser local.

## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Mediante los análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas, se ha realizado una aplicación original y novedosa, identificándose dos tipos de comportamiento paleomagnético de los restos cerámicos. Uno de ellos, comportamiento Tipo 1, presenta una magnetización estable y diagramas de desmagnetización térmica de la magnetización remanente natural (NRM) univectoriales. El otro, comportamiento de Tipo 2, presenta diagramas de desmagnetización térmica multivectoriales con una componente intermedia interpretada como una termoremanencia parcial (p-TRM) adquirida durante un recalentamiento de la cerámica durante su uso (exposición al fuego). Para estudiar el por qué de estos dos tipos de comportamiento y los procesos involucrados, se ha realizado un conjunto de cerámicas experimentales y un segundo programa experimental consistente en la exposición al fuego (p. ej. uso de cocina). Los diagramas de desmagnetización obtenidos en las muestras experimentales son similares a los observados en las muestras arqueológicas. Las muestras Tipo 1 (univectorial) solo registran un calentamiento de alta temperatura ( $>600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) durante su manufactura y fueron probablemente usadas como recipientes de almacenamiento, no siendo expuestas al fuego durante su uso. Por contra, las muestras Tipo 2 (multivectorial) registraron una p-TRM adquirida durante su último uso (recalentamiento  $<450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) relacionado probablemente con actividades de cocina (exposición al fuego). La metodología analítica desarrollada y los resultados obtenidos indican que el registro magnético puede ser utilizado para inferir distintas temperaturas de calentamiento en cerámicas prehistóricas y relacionarlas con el uso de los recipientes en el pasado.

Finalmente, se han realizado análisis de residuos orgánicos en fragmentos cerámicos procedentes del Neolítico, el Calcolítico y la Edad del Bronce. Los resultados obtenidos se han comparado con los patrones de explotación animal obtenidos a partir de la definición de los patrones de mortalidad de los distintos taxones animales del yacimiento para las mismas cronologías. Los análisis moleculares e isotópicos de los extractos cerámicos aportan evidencias del uso de productos cárnicos y lácteos en el yacimiento. La construcción de los perfiles de mortandad de los ovicápridos y los bóvidos complementa el conocimiento inferido sobre la gestión de la fauna del yacimiento, y sugiere que tanto bovinos como ovicaprinos fueron explotados para la obtención de leche o carne. El estudio de la evolución diacrónica de los residuos orgánicos y evidencias zooarqueológicas no muestra grandes variaciones en la gestión ganadera o en la dieta como resultado de cambios culturales o medioambientales. Los resultados indican una continuidad en la gestión de las cabañas con una tendencia a un uso más intensivo de los productos secundarios en el tiempo. Los cambios en los usos y actividades de la

## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

cueva a lo largo del tiempo (ej. doméstico, funerario, etc.) podrían ser los responsables de las pequeñas diferencias vistas en los resultados.

## INTRODUCCIÓN

¿Por qué y para qué empezó el ser humano a fabricar la cerámica? Esta pregunta ha sido objeto de numerosas investigaciones. El hecho de que algunos de los primeros restos cerámicos encontrados hayan sido figurillas, hace suponer que su uso inicial no fue el de contenedor de productos, o al menos, no inmediatamente. Childe (1947) definió la “Revolución neolítica” como un conjunto de transformaciones socioeconómicas que supusieron el cambio de una economía basada en la recolección y la caza a otra basada en la agricultura y la ganadería. Junto con los cambios producidos en dicha “revolución”, la aparición de la cerámica siempre se entendió como elemento indispensable en las transformaciones socioeconómicas precisas para el surgimiento de la agricultura y la ganadería, es decir, el Neolítico. La cerámica se considera necesaria en el procesado y almacenaje de alimentos generados en este nuevo periodo, además de un elemento de transporte de productos. Por ello, desde el inicio de la disciplina arqueológica, la cerámica estuvo ligada al fenómeno Neolítico.

Los hallazgos de restos cerámicos más antiguos se remontan a cronologías anteriores al Neolítico. Se han hallado contenedores cerámicos en el este de China hace 20 000 AP (Wu *et al.*, 2012) o las todavía más tempranas figurillas en Dolní Věstonice hace 27 000-25 000 AP (Bougard, 2011; Farbstein *et al.*, 2012; Farbstein y Davies 2017), donde también se documentó un horno con paredes de arcilla cocida. Estos hallazgos puntuales demostraron que la elaboración de la pasta cerámica y su utilización para fabricar elementos cerámicos fueron un fenómeno anterior al Neolítico, al menos en la transición entre el Pleistoceno y el Holoceno (Soffer *et al.*, 1993). Además, este proceso se produjo en un intervalo de tiempo similar en diversos lugares. El descubrimiento de la transformación de la arcilla en un material duro al calentarla en condiciones controladas tuvo lugar de forma independiente en diferentes áreas geográficas del mundo (Mills, 2008): el sur de China (17 000 AP; Zhao y Wu, 2000), en Japón ligados a la cultura Jōmon (ca. 15 000-12 000 AP; Mills, 2008; Lu, 2010), el este de Rusia (13 000 AP; Zhushchikhovskaya, 1997), y el norte de África (ca. 6000 AC, Wengrow *et al.*, 2014; ca. VIII milenio AP, Mulazzani *et al.*, 2016).

Para entender la amplitud de fechas y lugares en los que tiene origen la manufactura cerámica, es necesario distinguir entre barro cocido y cerámica (Cubas, 2013). Por ello cabe separar el barro cocido con una función puramente simbólica, que carece de un carácter de almacenaje, de la cerámica como recipiente contenedor de alimentos. Si bien

## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

ambos productos requieren calentamiento, esta distinción se basa en su diferente funcionalidad.

Son varios los factores que pudieron justificar la introducción de la cerámica en las costumbres cotidianas (Rice, 1999). Su inicio a finales del periodo glacial en Asia (ca. 16 000 AP, Kuzim, 2017) quizá estuvo propiciado por la necesidad de transportar y almacenar los alimentos (Kuzim 2015, 2017; Gibbs y Jordan, 2016), que sin recipientes cerámicos serían difíciles de cocinar. La arcilla cocida (cerámica), tiene la capacidad de resistir continuos ciclos de calentamiento, permitiendo el procesamiento del alimento de muchas más formas, aumentando la facilidad de prepararlo (ahorrando tiempo) y el número de alimentos que pueden ser procesados térmicamente (Arnold, 1985). Esto pudo originar un cambio desde contenedores de fibras vegetales (mimbres, corteza de madera, hierbas), de frutos huecos (por ejemplo, calabazas) e incluso de materiales pétreos (Tzori, 1958; Jibladze *et al.*, 2014), muchos de los cuales no han dejado huella en el registro fósil. Sin embargo, teniendo en cuenta que sus primeros usuarios serían grupos nómadas, el desarrollo de estos materiales tendría también inconvenientes ya que su peso y fácil ruptura harían de estos objetos cerámicos poco propicios para el desplazamiento; además, estos grupos nómadas no estarían el tiempo suficiente en un lugar como para poder desarrollar un proceso de fabricación eficaz (Gibbs y Jordan, 2016).

Se ha apuntado también su origen como un elemento simbólico-ritual, a partir de lo observado en los yacimientos centroeuropeos de Dolní Věstonice, Pavlov o Předmostí, donde aparecen junto con elementos figurativos. Asimismo, se han encontrado en el este asiático varias cerámicas que contienen adheridos restos de alimentos, lo que puede indicar que desde muy pronto fueron usados como recipientes (Kuzim, 2015).

El estudio de restos cerámicos ha sido una de las líneas de investigación que más impacto ha tenido en el estudio de sociedades del pasado, ya que, debido a su durabilidad, es uno de los restos más abundantes y mejor conservados en los yacimientos arqueológicos. Por todo ello, los restos cerámicos han sido empleados como criterio diferenciador cultural y cronológico de los grupos que los crearon, ya que su aparición y evolución está ligada a cambios que, a veces, constituyen transformaciones significativas en las poblaciones. Sin embargo, se debe tener cuidado a la hora de asociar unos modos cerámicos con grupos determinados, ya que las formas cerámicas pueden viajar o difundirse sin que exista, necesariamente, movimientos de grupos humanos (Abarquero Moras, 1997).



## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El estudio de recipientes y fragmentos cerámicos prehistóricos se ha fundamentado tradicionalmente en la descripción tipológica de los restos. Estos restos generalmente son bordes, carenas, fondos, etc., que por su tipología o decoración han servido como criterio comparativo entre colecciones de distintos yacimientos y ámbitos geográficos. Sin embargo, los galbos (fragmentos no atribuibles a ninguna parte del recipiente cerámico y mayoritariamente sin decoración), llenan estanterías de laboratorios arqueológicos y museos siendo relativamente despreciados por la escasa información que de ellos se puede extraer (tipológicamente hablando). Su estudio, generalmente, se limita a su medición y a una descripción del color (externo y del núcleo) para inferir el tipo de atmósfera dominante en su cocción. Por ello, una pregunta que se planteó y se quiso explorar desde el inicio de esta investigación fue: ¿es la descripción tipológica la única información que se puede extraer de galbos cerámicos prehistóricos o se puede aportar algo nuevo al respecto?

Esta Tesis no pretende abordar un estudio tipológico de la cerámica del yacimiento, ya que éste forma parte de una Tesis doctoral en curso (A. Pérez Romero, Universidad de Burgos). Además, ya hay publicaciones previas al respecto para la cerámica de la Edad del Bronce (Mínguez, 2005; Pérez Romero *et al.*, 2016) y del Calcolítico precampaniforme funerario (Pérez Romero *et al.*, 2017). Somos conscientes que, al prescindir de fragmentos tipológicamente diagnósticos dentro de la muestra, se limitaban ciertos apartados del discurso tradicional. Es decir, no es posible establecer comparativas formales o decorativas que son importantes a la hora de discutir sobre cronologías, ni se pueden relacionar directamente con los tradicionales usos descritos para tipologías reconocidas (mesa, cocina, almacenaje, ritual, etc.). Sin embargo, las cerámicas con decoraciones y fragmentos diagnósticos son escasos en el yacimiento, por lo que su análisis supondría en muchos casos, su desaparición.

El desarrollo técnico ha ido añadiendo elementos y metodologías de análisis nuevas como el análisis petrológico de láminas delgadas (que permite estudiar su fábrica y composición), el análisis mineralógico mediante difracción de rayos X que permite la identificación de fases minerales o la microscopía electrónica de barrido con microsonda (SEM-EDX) que analiza la composición elemental y características microscópicas de las cerámicas, entre otras. En las últimas décadas, la incorporación de varias de estas técnicas al análisis de restos cerámicos ha conseguido un estudio más profundo de los objetos cerámicos, lo que ha permitido la reformulación de paradigmas sobre las sociedades que los crearon (Orton, 1997; Rice, 1987; Quinn, 2013).

## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el trabajo que aquí se presenta se utilizan varias de estas técnicas y métodos en el estudio de los restos cerámicos presentes en distintos niveles cronoestratigráficos del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos): Neolítico, Calcolítico y Edad del Bronce. Concretamente son el análisis composicional de pastas, los análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas y los análisis de residuos orgánicos. Se pone de manifiesto la importancia de los estudios multianalíticos, abordándose varios aspectos como el tipo y origen de materias primas, evolución cronológica, temperaturas de cocción, la funcionalidad de los recipientes y sus contenidos. Por una parte, conocer todos estos aspectos aplicando diversas técnicas sobre cerámicas prehistóricas tiene un interés indiscutible en relación con los modos de vida de las sociedades que las crearon. Por otra parte, se demostraría además el enorme potencial de los galbos de cerámicas prehistóricas como fuente de información de la prehistoria reciente.

## OBJETIVOS

Este trabajo pretende abordar desde un enfoque arqueométrico y de manera multianalítica el estudio de cerámicas prehistóricas procedentes del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Burgos). Como se ha indicado anteriormente, esta investigación no pretende centrarse en los estudios tipológicos, sino explorar la aplicación de diversas técnicas analíticas al estudio de los fragmentos (galbos) cerámicos prehistóricos. Concretamente se han estudiado fragmentos cerámicos procedentes de diferentes horizontes cronoestratigráficos del Neolítico, Calcolítico y la Edad del Bronce.

Se han utilizado diversas técnicas que pretenden caracterizar distintas propiedades físico-químicas de los fragmentos cerámicos: análisis de pastas, análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas y análisis de residuos orgánicos. Los objetivos particulares de esta Tesis Doctoral son:

1. Identificar y caracterizar composicionalmente los fragmentos cerámicos procedentes de diferentes niveles prehistóricos holocenos del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor.
2. Analizar los materiales y reconstruir los procesos tecnológicos necesarios para la elaboración de los recipientes cerámicos a través del estudio de las pastas cerámicas.
  - a. Caracterización de las materias primas utilizadas en la manufactura de los recipientes.
  - b. Establecimiento de las estrategias de captación de las materias primas y de los procesos tecnológicos necesarios para la obtención y procesamiento de los recipientes cerámicos.
  - c. Reconocer la variabilidad de materiales utilizados, indagando en la posible relación entre éstos y los diferentes horizontes crono-culturales presentes en el yacimiento.
  - d. Reconstrucción diacrónica de los procesos tecnológicos (p. ej. paleotemperaturas) necesarios para la elaboración de las cerámicas y determinar la funcionalidad que estos recipientes pudieron tener en el pasado mediante análisis arqueomagnéticos.
3. Caracterización de los residuos de lípidos contenidos en los recipientes cerámicos con el fin de detectar el uso de distintos productos de origen animal a lo largo de los periodos estudiados.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

Al haberse utilizado varios métodos y técnicas de muy distinto carácter, esta Tesis Doctoral no sigue el orden clásico, cada capítulo se refiere a una técnica analítica y contiene un apartado de introducción, materiales y métodos, resultados y discusión para cada una de las diferentes temáticas. Esta estructura deriva, además, del carácter de publicación científica otorgado a los capítulos principales, dado que éstos se redactaron para ser publicados. De la misma manera, y para obtener la Mención Internacional parte de ella ha sido escrita en inglés. Adicionalmente, se ha introducido un capítulo específico sobre las características generales del yacimiento muestreado, El Portalón de Cueva Mayor (Cap. 3.1), las características generales de las muestras cerámicas estudiadas (Cap. 3.2) y un capítulo final de discusión general (Cap. 7).

En el presente **Capítulo 1** se incluyen el Resumen, Introducción y Objetivos perseguidos en el desarrollo de esta investigación.

El **Capítulo 2** incluye una somera introducción cronocultural a los diferentes periodos arqueológicos abarcados en este trabajo, haciendo hincapié en el área de la Meseta Norte y la Cuenca del Duero, dado que las muestras arqueológicas analizadas proceden de niveles del Neolítico, Calcolítico (precampaniforme y Campaniforme) y la Edad del Bronce.

El **Capítulo 3** hace referencia a los materiales de estudio y está dividido en dos secciones. En la primera de ellas se hace una descripción general de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca (Burgos), y particularmente de El Portalón de Cueva Mayor, de donde procede el conjunto cerámico estudiado. En la segunda sección se explica con mayor detalle las características del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor y el proceso de selección de materiales. Todas las muestras cerámicas analizadas proceden de este yacimiento, por lo que se indican aspectos generales a tener en cuenta sobre ellos. El capítulo se completa con una descripción de los materiales utilizados y pasos seguidos en el programa de arqueología experimental.

El **Capítulo 4** está centrado en el análisis composicional de los restos cerámicos mediante su estudio petrológico, análisis mineralógico y análisis geoquímico. Se realiza una introducción al estudio de las cerámicas, centrándonos en el análisis de las materias primas y los cambios que éstas sufren en el proceso de fabricación de la cerámica; a

## RESUMEN, INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

continuación, un apartado de materiales y métodos donde se realiza una descripción de las muestras que van a ser analizadas y los métodos y técnicas utilizadas para su caracterización composicional. Finalmente, se presentan los resultados de los análisis y su discusión de este apartado.

El **Capítulo 5** está dedicado a los análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas de las muestras cerámicas y su aplicación a la determinación de paleotemperaturas. El esquema es similar al del capítulo anterior: una introducción en la que se describen los fundamentos teóricos en los que se basan este tipo de estudios, seguido de un apartado de material y métodos donde se presentan las muestras y su preparación y análisis. A continuación, los resultados y discusión derivados de los análisis realizados tanto en las cerámicas arqueológicas como en las experimentales.

El **Capítulo 6** aborda el análisis de residuos orgánicos contenidos en las pastas cerámicas. La estructura de este capítulo es la misma que en los anteriores, iniciándose con una introducción donde se explican generalidades sobre los ácidos grasos. A continuación, un apartado de materiales y métodos donde se describen las muestras analizadas y las técnicas necesarias para su análisis. Finalmente los resultados y su discusión.

En el **Capítulo 7** se presenta una discusión general y las conclusiones finales, en las que se realiza una puesta en común de todos los resultados obtenidos en los capítulos 4, 5 y 6 y se discuten las posibles implicaciones en relación con las formas de vida de los grupos humanos que habitaron en El Portalón de Cueva Mayor. Se incluyen también las principales conclusiones derivadas de esta Tesis Doctoral.

## ABSTRACT

This is a multidisciplinary archaeometry approach to study pottery shards. Archaeometry techniques uses analysis from several disciplines (chemistry, geology, biology, etc.) to provide information about the material under study. In this case, it has focused on the shapeless ceramic fragments. It is due they have not recognizable typologies or decorations, and this is way they are only use in preliminary research about archaeological site. Three methodological approach have been carried out in order to study the fragments and develop information about ancient chronologies: paste analysis, archaeomagnetism and organic residue analysis. These aspects provide a rich information about the material, which allow us to draw near the manufacturing and use process. These analyses have been developed on ceramic shards from Holocene site of El Portalón de Cueva Mayor (Atapuerca, Burgos). The samples come from different chronological and cultural context: Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age.

The identification of manufacturing groups for the study of ceramic paste have been carried on. The identification is based on the several tempers used, mainly siliceous mineral (quartz, quartzite or slate) and carbonated (calcite and limestone). The differences between them have allowed distinguish up to 6 different groups, divided in sub-groups based on internal variations. Calcite was used preferentially in Neolithic, and for other chronocultural periods siliciclastics tempers were more common. Experimental vessels have allowed identify raw material sources near to the site. Local production seems to be usual through the chronologies.

About paleomagnetism research two types of palaeomagnetic behaviour have been observed. One yields stable and univectorial thermal desmagnetization diagrams of the natural remanent magnetization (NRM) (*Type 1*) while the other yields multivectorial diagrams with an intermedium component interpreted as a partial thermoremanence (p-TRM) (*Type 2*), acquired during a partial reheating of the pottery during their use. To investigate the connection of these two types with the ancient function of the potsherds, a set of modern pots was experimentally fired and then partially reheated at known temperatures. The results obtained reproduced patterns similar to those observed in the archaeological samples. *Type 1* (univectorial) samples that reached only a high heating temperature (>600 °C) during their manufacture were most probably used as storage vessels. By contrast, *Type 2* (multivectorial) samples probably recorded a p-TRM acquired during their last use (reheating) related to cooking activities (<450 °C). Additionally, a

## ABSTRACT, INTRODUCTION AND OBJECTIVES

detailed microprofile performed on an experimental pot heated twice at different temperatures allows interesting inferences to be drawn on the magnetic record in archaeological pottery and its implications. This study shows that the magnetic measurements can be a useful tool to infer the last re-heating temperatures in prehistoric ceramics and to relate them to the use of those pieces in the past.

The study of lipid residue analyses has been developed from 108 sherds coupled with faunal kill-off patterns from the Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age periods to get insight into natural product exploitation and animal management. The molecular and isotopic analyses of the extracts provide evidence for the use of carcass and dairy products at the site. The construction of kill-off profiles for the ovicaprids (sheep/goat) and bovines (cattle) provide a complementary insight into animal management at the site, suggesting that both bovines and ovicaprids were exploited for their milk and meat. The diachronic evolution of identified products does not show major variations in livestock husbandry or diet as a result of cultural or environmental changes. The results indicate a highly resilient character of the animal management with a trend to more intensive production of secondary products through time. Changing uses and different activities performed at the cave over time (e.g. domestic, funerary, etc.) could be responsible for the subtle differences identified in the results. This study shed light for the first time onto subsistence strategies through time at El Portalón de Cueva Mayor.

## INTRODUCTION

Why and for what purpose have human beings been manufacturing pottery are two of the most important questions in archaeological researches. The fact that some of the first ceramic remains found were figurines, suggests that its initial use was not that of a container, or at least, not immediately. Understood as an indispensable socio-economic transformation necessary for the development of agriculture and livestock during the emergence of the Neolithic. It was understood that ceramic was an important element for the processing and storage of food generated in this new period. Therefore, from the beginning of the archaeological discipline, ceramic was linked to the Neolithic phenomenon. Childe defined the “Neolithic revolution” as a set of socio-economic transformations from a hunter-gatherer economy to livestock and agriculture. The emergence of ceramics is understood as an indispensable object to the emergence of agriculture and livestock, that is, the Neolithic life way. Pottery is seen as necessary feature for processing and storage the new food produced at this moment. For this reason, it had been linked to the Neolithic phenomenon from the beginning of the archaeological discipline.

The oldest finds date back to earlier chronologies before the Neolithic revolution: ceramic containers in East China (20,000 BP, Wu *et al.*, 2012) or the even earlier figurines in Dolní Věstonice (27,000-25,000 BP, Bougard, 2011; Farbstein, 2012, 2017). These findings showed that manipulation of mud and the manufacture of vessels was a much earlier phenomenon (Soffer *et al.*, 1993) than the transition between the Pleistocene to the Holocene. In addition, this process occurred simultaneously in various places, such as southern China (17,000 BP; Zhao and Wu, 2000), Japan linked to the Jōmon culture (ca. 15,000-12,000 BP; Mills, 2008; Lu, 2010), East Russia (13,000 BP; Zhushchikhovskaya, 1997), West Asia (Moore, 1995) and North Africa (Angela, 1995).

To understand the breadth of dates and places where ceramic originates, it is necessary to distinguish between baked clay and ceramics (Cubas, 2013). By doing this, it is possible to separate the cooked clay, understood to have a purely symbolic function, from ceramics used as storage containers.

Several factors could answer why the introduction of ceramics into daily customs occurred (Rice, 1999). Its emergence on Late Glacial period (ca. 16,000 BP, Kuzim, 2017) in Asia was perhaps, prompted by the need to transport and store their food (Kuzim, 2015,



## ABSTRACT, INTRODUCTION AND OBJECTIVES

2017; Gibbs and Jordan, 2016), that could be difficult to cook without an appropriate container. Baked clay (ceramic) has the ability to withstand multiple heating cycles, allowing food to be processed in many more ways, increasing the ease of preparing it (saving time) and the number of foods that can be thermally processed (Arnold, 1985). This could cause a change from vegetable fiber containers (wicker, wood bark or herbs), hollow fruits (pumpkins) or stone (Tzori, 1958; Jibladze *et al.*, 2014), many of which have not left trace in archaeological record. But, taking into account that the first users of ceramics were nomadic groups, their development would also have drawbacks. Ceramics are heavy and they are easily broken. Furthermore, nomadic groups would not be in one place long enough to be able to develop an effective manufacturing process. (Gibbs and Jordan, 2016).

The origin of ceramic has also been pointed out as symbolic element (noted before as figurines). In East Asia several ceramics have been found with food residues attached, which may point that their use as containers very early on (Kuzim, 2015).

The study of ceramic remains has been one of the line of research that has had the most impact on the study of past societies. Due to its durability, pottery is one of the best-preserved remains found in archaeological sites. For these reasons, ceramic remains have been used as a cultural and chronological criterion to distinguish the groups that created them, since their appearance and evolution is linked to changes and important transformations in populations. However, care must be taken when identifying ceramic typologies with certain human groups, as the ceramics forms can travel or spread through network exchange, without necessarily having human group movements. (Abarquero Moras, 1997).

Traditionally the study of prehistoric ceramic vessels and shards has been based on typological description. The remains are generally rims, walls, bases, etc., which, due to their typology and/or decoration, served as a comparative criterion between collections from different sites and areas. However, general shards (fragments which not belong to any recognizable part of the container and, mostly, without decoration), fill archaeological laboratories and museums storages, being scarce the information that could be extracted (typologically speaking). Generally, its study is limited to their measurement and color description (external and core) to infer the dominant type of atmosphere in its manufacture. For this reason, a question that was wanted from the beginning of this research was: is the typological description the only information could be extracted from these sherds? Maybe could report new information?

## ABSTRACT, INTRODUCTION AND OBJECTIVES

It is not the objective here to develop a typological study about El Portalón de Cueva Mayor pottery, as this area of study is part of an ongoing PhD Dissertation (A. Pérez Romero, Universidad de Burgos). In addition, there are already previous publications in this area for Bronze Age ceramics (Mínguez, 2005; Pérez Romero *et al.*, 2016) and Pre Bell Beaker funerary Chalcolithic (Pérez Romero *et al.*, 2017). We are aware that by not including typologically diagnostic shards within the sample, we could be restricted from a traditional point of view. It is not possible to establish formal or decorative comparatives that are important when it comes to discussing chronologies, nor can they be directly related to the traditional uses described for known typologies (table, kitchen, storage, ritual, etc.). These “diagnostic” fragments are scarce at the site, and their analysis would in many cases lead to their disappearance.

Nowadays, technical development has been adding new elements and analysis methodologies such as the petrological analysis of thin section (which allows studying their manufacture and composition), mineralogical analysis by X-ray diffraction that allows the identification of mineral phases or scanning electron microscopy with a microprobe (SEM-EDX) that analyses the elemental composition and microscopic characteristics of ceramics. In recent decades, the use of several of these techniques on pottery analysis has led a deeply knowledge of ceramic vessels, which has allowed the reformulation of paradigms about the societies (Orton, 1997; Rice, 1987; Quinn, 2013).

In the present work some of these techniques and methods are used in the study of the ceramic remains from different chronostratigraphic levels from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos): Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age. Specifically, compositional analysis of pastes, archeomagnetic and magnetic properties analysis, and organic residue analysis. The importance of multi-analytical studies is highlighted, addressing different views such as the type and origin of raw materials, chronological evolution, cooking temperatures, functionality of the containers and contents. On the one hand, knowing these aspects applying various techniques on prehistoric ceramics has high interest in relation to ancient societies. On the other hand, it would also demonstrate the great potential of prehistoric ceramic sherds as source of information on recent prehistory.

## OBJECTIVES

The present work uses some of these techniques and methods in a multianalytic approach for the study of the pottery from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos) from different chronologies: Neolithic, Calcolithic and Bronze Age. In this work several sections will be addressed: raw materials, chronological variations, cooking temperatures, use of the containers, organic residue content, etc. The purpose is to use the study of ceramic containers to make inferences about the ways of life of the societies that created them.

All archaeological disciplines follow the reconstruction of past societies. In this case, our material is pottery shards found in the different sequences from the Holocenes site of El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca). A multianalytical approach has been developed in this study.

Therefore, the particular objectives of this Doctoral Thesis are:

1. Identification and characterization of ceramic fragments from different prehistoric Holocene levels of the El Portalón site.
2. Identification and study of the elements necessary for the preparation of the containers through the study of ceramic pastes.
  - a. Characterization of the raw materials used in the manufacture of the containers.
  - b. Recognition of the variability of materials used, establishment of a relationship between them and the different chronological and cultural horizons present in the site.
  - c. Establishment of strategies for capturing raw materials and technological processes for obtaining and processing ceramic products.
  - d. Reconstruction of the technological (paleotemperature) and environmental conditions that existed during the firing of the ceramic remains by means of the archaeomagnetic and magnetic properties analysis of the rocks.
3. Characterization of the lipid residues contained in the ceramic vessels. Destined to the study of changes of consumption of animal products throughout the different studied periods.

## OVERVIEW OF THE THESIS STRUCTURE

Due to the different methods and techniques performed in this research work each chapter contains an introduction, material and methods, results and discussion. This dissertation intends to obtain the International Mention, part of it has been written in English. Additionally, a specific chapter about the archaeological site, El Portalón de Cueva Mayor (Ch. 3.1) has been added, as well as the potsherds characteristics (Ch. 3.2) and an ending chapter with the general discussion (Ch. 7):

In this **Chapter 1** the Abstract and Objectives of the research are presented.

**Chapter 2** an archaeological Introduction on the different chronological periods is described. It is due to the provenance of the samples come from various cultural and chronological periods: Neolithic, Chalcolithic (pre-Bell Beaker and Bell Beaker) and Bronze Age.

In the **Chapter 3** is divided in two different sections. The first there is a general description of the different sites of Sierra de Atapuerca (Burgos). The second section is a detailed explanation about El Portalón de Cueva Mayor site and the material selection process. All analysed ceramic samples come from this site. A previous definition of the typological aspects will be considered. In addition, an experimental program has been carried out to reproduce the necessary materials and processes in the manufacture of the containers, the steps of which are explained as follows.

**Chapter 4** is focused on the petrological, mineralogical and geochemical characterization of the samples. An introduction is made to the study of ceramics focusing on raw materials and in the changes, they suffer during the manufacturing process; a description of material and methods is provided. The results of the analysis and discussion of this section are presented below.

**Chapter 5** is dedicated to the palaeomagnetic study, the determination of paleotemperatures and the magnetic properties of the samples. The scheme is similar to the previous chapter: an introduction describing the theoretical foundations on which palaeomagnetism studies and techniques are founded; followed by a section of material and methods where the concrete samples and the necessary manipulation are presented,

## ABSTRACT, INTRODUCTION AND OBJECTIVES

with detailed explanations of the processes. Finally, results and discussion of each analysis performed.

**Chapter 6** discusses the analysis of organic residue potentially saved in pottery. The organization is the same as the previous chapters, starting with an introduction to the structure of fatty acids, their types and where they are found. Following is a materials and methods section. Finally, the results and discussion sections.

In **Chapter 7** general conclusions are presented. A compilation of the data obtained in Chapters 3, 4 and 5 is presented, and its implications on the ways of life of the groups that inhabited El Portalón throughout the different chronologies. Conclusions from each chapter are presented.



## **2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE**



## I. CONTEXTO CRONOCULTURAL

### 1.1. NEOLÍTICO

En 1865 Lubbock (Pettitt y White, 2014) definió el término Neolítico dentro de su sistema cronológico (Paleolítico y Neolítico) para referirse a un cambio en la cultura material caracterizado por la presencia de piedra pulimentada. Más tarde Childe (Childe, 1951; Verhoeven, 2004) lo definió en términos de cambios económicos radicales y profundos en las estructuras sociales y, por ello, este autor lo designó como “revolución”. Dentro de este concepto incorporó una serie de elementos como la domesticación de los animales, el crecimiento de la población, el almacenamiento del excedente, sedentarismo, la formación de redes de intercambio centradas en elementos no esenciales, tradiciones simbólico-religiosas centradas en la fertilidad, aperos de labranza en piedra, útiles para tejer y la cerámica (Gibbs y Jordan, 2016).

Hoy estos aspectos son ampliamente aceptados, pero se sabe que los cambios entre ambas sociedades fueron graduales en el tiempo y en el espacio, y que la desaparición de la economía de supervivencia no fue tan radical. Estos trabajos pioneros sentaron las bases para entender un cambio crucial en el estudio de la Prehistoria.

El término de “revolución neolítica” propuesto por Childe sufrió considerables cambios al ir encontrándose nuevos yacimientos y tratar de adaptar la definición original a las realidades arqueológicas. Braidwood (1953) propuso una nueva nomenclatura basada en cuestiones socioeconómicas. Debido a la ausencia de cerámica en algunas secuencias antiguas de Jericó se sugirió el término Neolítico Pre-Cerámico (*Pre-Pottery Neolithic*, PPN), que fue dividido posteriormente en PPNA y PPNB (Kenyon, 1957). Se presentaron, sin embargo, otros sistemas de clasificación:

- (1) Moore (1985) propuso dividirlo en Neolítico Arcaico 1 y 2 (= PPNA, PPNB) y Neolítico Desarrollado 1 y 2 (= Neolítico Cerámico A y B).
- (2) al tiempo la escuela de Lyon (Aurenche *et al.*, 1981) (siguiendo a Braidwood) consideraron el Epi-Neolítico y el Neolítico como un continuo, ofreciendo una periodización para el Neolítico temprano (ca. 10 300-8 000 AP) (Bar-Yosef y Belfer-Cohen, 1989).

El Neolítico o la neolitización es un proceso que supone la transformación de las estrategias humanas para la obtención de recursos y producción de alimentos (agricultura y ganadería). Este cambio modificó la relación del ser humano con el medio, las relaciones



## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

sociales, los sistemas simbólicos, la cultura material, los asentamientos, etc. (García Martínez de Lagrán, 2012). Se inició en lo que tradicionalmente se llamó el Creciente fértil, área del Levante mediterráneo y los montes Zagros, donde algunos de los restos cerámicos nos retrotraen al X milenio AP para el inicio del PPNA (Biton *et al.*, 2014; Gibbs y Jordan, 2016; Birch-Chapman y Jenkins, 2019). Si se atiende exclusivamente a la cerámica, podemos encontrar restos anteriores en otras regiones asiáticas como China o Japón (cueva de Xiarendong, Wu *et al.*, 2012; Kizum, 2015), no siendo estos estrictamente neolíticos.

Se va a considerar como neolíticas a aquellas sociedades productoras que siguen un modelo económico basado principalmente en las prácticas agrícolas y ganaderas. Este término tiene matices, ya que estas nuevas sociedades productoras no abandonarán del todo las prácticas de las formas de vida no productoras o predatoras (cazadoras y recolectoras). En general, se suele asociar las formas de vida neolíticas con la presencia de una serie de cambios en la cultura material: industria lítica pulimentada, molinos, aparición extensiva de cerámica, y especies domésticas vegetales (trigo y cebada) y animales (ovicápridos, vaca y cerdo).

### 1.1.1 MODELOS DE NEOLITIZACIÓN DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

El Neolítico es un proceso que se inicia en Oriente Próximo, y que va a extenderse por diversas vías a lo largo del continente europeo, llegando hasta las tierras peninsulares en su extremo occidental. Cómo sucedió esta expansión es una cuestión clave en el estudio de este periodo (Zilhão, 2011; Martí Oliver, 2012; Martí Oliver y Juan Cabanilles, 2014; Bernabeu Aubán *et al.*, 2018; García Martínez de Lagrán, 2018). Se han desarrollado diversas teorías que tratan de explicar el proceso de neolitización, por el que las sociedades depredadoras (cazadoras-recolectoras) abandonan sus formas tradicionales para adoptar las novedades proporcionadas por la neolitización. La realidad es, sin embargo, mucho más compleja que la mera adopción o abandono de unas formas de vida. Esta complejidad es evidente a la hora de analizar los modelos más significativos propuestos para explicar la neolitización de la península ibérica y, más concretamente, de cómo llegó al interior peninsular y meseta Norte, área que nos ocupa en este estudio.

La investigación arqueológica del periodo Neolítico en la península comenzó a inicios del s. XX, destacando el modelo propuesto por Bosch Gimpera para el Neolítico avanzado, en el que define un periodo denominado *Capsiense*. A partir de él se formarían dos poblaciones: el de la cultura central o de las cuevas y el de la cultura occidental o

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

portuguesa. El sureste de Almería sería ocupado por un nuevo elemento procedente del norte africano, la cultura de Almería. Esta visión se abandonaría en favor del levante, donde se iban concentrando un gran número de yacimientos neolíticos donde, a partir de las dataciones, se encontraban las fechas más antiguas.

Actualmente, sin embargo, existen varios modelos que tratan de explicar la expansión de las características del Neolítico, la neolitización, a partir de la dispersión de yacimientos y de las fechas radiocarbónicas obtenidas. En general, se distinguen dos modelos. El primero da mayor importancia al movimiento de población, “modelos difusionistas” o colonizadores (Zilhão, 2001, 2003; Gamba *et al.*, 2012; Rojo Guerra *et al.*, 2008d, 2012; Bernabeu Aubán *et al.*, 2018; García Martínez de Lagrán, 2018); mientras que en el segundo se da mayor importancia a las poblaciones autóctonas y al movimiento de las ideas neolitizadoras, “modelos indigenistas” (Rojo Guerra *et al.*, 2008d, 2012; Alday Ruiz, 2012; Gamba *et al.*, 2012; García Martínez de Lagrán, 2012). Puede distinguirse un tercer grupo, el de los “modelos eclécticos”, en los que se sugiere la intervención de ambas poblaciones, colonizadores e indígenas, en el proceso de expansión del Neolítico. Se presentan los enunciados por García Martínez de Lagrán en su Tesis doctoral (2012) (García Martínez de Lagrán *et al.*, 2012 y referencias incluidas):

### 1.1.1.1 Modelos difusionistas

#### 1.1.1.1.1 *Modelo de Colonización Marítima Pionera*

Este modelo definido por Zilhão (2001, 2003) es sin duda uno de los más utilizados para explicar la expansión de las primeras comunidades agrícolas y ganaderas en el Mediterráneo occidental y el proceso neolitizador en la fachada atlántica portuguesa. En este modelo los grupos neolíticos proceden del grupo cardial (grupo de las cerámicas impresas del Mediterráneo occidental) y al llegar a la península ibérica van a provocar una ruptura con el contexto cultural anterior. Los colonizadores traerían consigo el modo de vida e innovaciones tecnológicas propias del Neolítico (Zilhão, 2001). Este proceso se establece ca. 5500 cal. AC para la fachada atlántica portuguesa. Teniendo en cuenta las dataciones radiocarbónicas obtenidas en muestras de vida corta, Zilhão (2001) plantea que fue un proceso rápido (no más de 6 generaciones) y que como mejor se explica es mediante un modelo de colonización marítima.

Este modelo está relacionado con el modelo de colonización de Pídola o *leapfrog colonization* (salto de rana). En él se defiende la expansión neolítica por fenómenos

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

colonizadores pioneros (como el que se acaba de explicar) a pequeña escala, con discontinuidades en el espacio (García Martínez de Lagrán *et al.*, 2012).

### 1.1.1.1.2 Modelo Dual

En este modelo, se distinguen dos grupos poblacionales para la península: los neolíticos que habrían migrado hasta el territorio peninsular, y los grupos mesolíticos previos que poco a poco irán adoptando los modos neolíticos. Por ello se considera la existencia de dos culturas, una *dualidad cultural*. Los primeros grupos que llegaron tenían una vida basada en asentamientos estables, una economía mixta (recursos agrícolas -cereales y legumbres- y ganaderos -ovicápridos, suidos y bóvidos-) (p.ej. Mas d'Is, Alicante, Fig. 2.1). Este modelo va a diferenciar tipos de relaciones entre grupos mesolíticos y neolíticos, produciendo diferentes niveles de interacción: movimientos de grupos a determinadas regiones, imposición de grupos dominantes sobre la población indígena, traspasos poblacionales en regiones fronterizas entre ambos mundos, etc. En cualquier caso, las

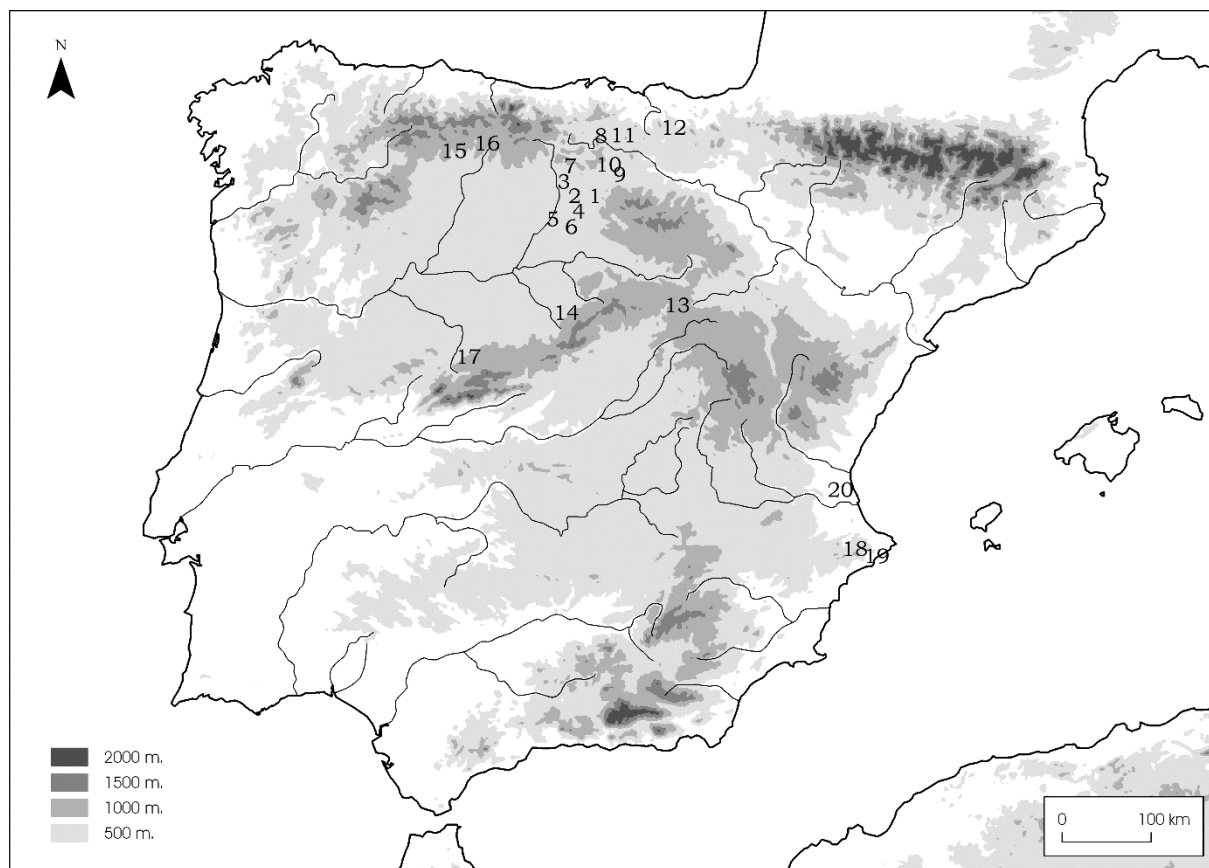


Figura 2.1: Yacimientos del Neolítico mencionados en el texto. 1-Sierra de Atapuerca: El Portalón de Cueva Mayor-El Mirador (Burgos). 2-Villafría III (Burgos). 3-Cueva de Valdegoba (Burgos). 4-Altotero (Burgos). 5-Los Cascajos-El Banquillo (Burgos). 6-Fuente Celada (Burgos). 7-Cuevas del Níspero Alto (Burgos). 8-Montico de Charratu (Burgos). 9-Alto de Rodilla (Burgos). 10-La Peña (Navarra). 11-Socuevas (Álava). 12-Arenaza (Vizcaya). 13-Valle de Ambrona: La Lámpara, La Revilla del Campo (Soria). 14-La Vaquera (Segovia). 15-La Braña-Arintero (León). 16-El Espertín (León). 17-Peña del Bardal (Ávila). 18-Mas d'Is (Alicante). 19-Cova de les Cendres (Alicante). 20-El Barranquet (Alicante).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

comunidades neolíticas se acabarían imponiendo, ya que una de las características de los sistemas agrícolas es la capacidad de aumentar su población.

### 1.1.1.1.3 *Modelo regional global*

Este modelo fue descrito por Jiménez Guijarro (1998) y plantea un marco teórico “teoría de la relatividad histórica” (García Martínez de Lagrán, 2012). Se fundamenta en (a) el origen alóctono del Neolítico peninsular, (b) los grupos cardiales como primeras comunidades neolíticas de este territorio, (c) la dualidad cultural, (d) existencia de desarrollos regionales diferenciados, y (d) la presencia de tres soluciones culturales: comunidades indígenas, colonos y grupos aculturados.

### 1.1.1.2 Modelos indigenistas

#### 1.1.1.2.1 *Modelo de difusión capilar*

Propone la difusión de las formas de vida neolíticas y sus características a través de las redes sociales desarrolladas dentro de los propios grupos mesolíticos, sin recurrir a movimientos de población. En este modelo se favorece el movimiento de ideas, siendo las poblaciones relativamente estáticas (sin negar ciertos movimientos poblacionales entre los grupos, p.ej. matrimonio). El modelo sugiere una desigual relación entre las comunidades por factores etnoculturales o geográficos, produciéndose un avance heterogéneo de, por ejemplo, los taxones domésticos y la cerámica cardial.

#### 1.1.1.2.2 *Otros modelos indigenistas en la interpretación del territorio peninsular*

Como recoge García Martínez de Lagrán (2012) varios autores (p. ej. Utrilla, Rodanés o Picazo) propusieron diferentes modelos de corte indigenista para el valle del Ebro. Por su parte, Alday divide el proceso neolitizador en dos ciclos, el primero de los cuales agrupa el Mesolítico Final y el Neolítico Antiguo e indica que serán los pobladores de la región quienes, influidos por ideas, bienes y personas, producirán el cambio; es en el segundo ciclo cuando se produce las arquitecturas megalíticas y el hábitat al aire libre (Alday 1996, 1999).

### 1.1.1.3 Modelos eclécticos

Estos modelos admiten, en diversos grados, la llegada de comunidades neolíticas que serían las precursoras de la neolitización y el papel significativo de las sociedades receptoras de dichas ideas y técnicas (García Martínez de Lagrán, 2012, 2018). Los modelos habituales son el de Schuhmacher y Weniger (1995) en el que hablan de hasta

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

tres formas de relación entre las comunidades neolíticas y mesolíticas. El llamado “modelo de disponibilidad”, definido originalmente por Zvelebil y Rowley-Conwy (1984) (Gamba *et al.*, 2012), para explicar la neolitización de la alta cuenca del Ebro; en este caso se plantean distintas fases de adopción del *package* neolítico por parte de grupos de cazadores-recolectores hasta ser plenamente neolíticos.

### 1.1.1.3.1 Modelo de Rojo, Kunst, Garrido, García y Morán

Esta propuesta fue publicada en 2008 (Rojo Guerra *et al.*, 2008d) y desarrollada por García Martínez de Lagrán en su tesis (2012). Se basa en el planteamiento de diversos escenarios para la neolitización (García Martínez de Lagrán, 2012; 2018):

- a. Escenario 1: Llegada de comunidades neolíticas por desplazamiento de población a un territorio donde el poblamiento cazador-recolector es inexistente o muy poco importante:
- b. Escenario 2: Llegada de comunidades neolíticas por desplazamiento de población a un territorio donde el poblamiento cazador-recolector es muy denso.
- c. Escenario 3: Interacción entre grupos “neolitizados” y otros de cazadores-recolectores vecinos.

Hoy en día los modelos se han visto mejorados y matizados, además de por el contexto arqueológico y las dataciones radiocarbónicas, por métodos informáticos (*Agent Based Modelling ABM*, Bernabeu Aubán *et al.*, 2018; Fort, 2015; Isern *et al.*, 2014) y análisis de ADN que ayudan a entender el proceso de neolitización.

Los modelos informáticos testan las diferentes hipótesis para caracterizar la dispersión de la agricultura a partir de los datos arqueológicos, cronológicos, condicionamientos geográficos o culturales y reconstruyen la dispersión de las sociedades neolíticas. A partir de este proceso, se habla de un proceso mixto entre colonización y aculturación con cierto grado de variabilidad regional (Bernabeu Aubán *et al.*, 2015, 2018; Fort, 2015; Isern *et al.*, 2014, 2017). El modelo recreado por ABM confirma la implantación inicial en el mediterráneo peninsular sin poblamientos mesolíticos hace ca. 5650-5600 cal. AC (Bernabeu Aubán *et al.*, 2018) ya que, aun existiendo yacimientos antiguos en Portugal o los Pirineos, indica que el proceso en la costa levantina. Los modelos aportan también datos sobre la ruta de dispersión del Neolítico en la península ibérica (Bernabeu Aubán *et al.*, 2015). Por ello, la interpretación del origen del Neolítico en la península ibérica en diferentes escenarios es el que mejor se adecua para el Este y Sur peninsular, sugiriendo que los grupos neolíticos llegaron por colonización marítima (Zilhão *et al.*, 2001). Un

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

escenario con múltiples orígenes parece tener una mejor correspondencia con las evidencias arqueológicas, y se adecua mejor para el inicio simultáneo de la dispersión de las sociedades productoras en el Noreste, Este y costa suroriental ibérica (Isern *et al.*, 2014; Bernabeu Aubán *et al.*, 2015). Finalmente, este modelo aporta propuestas de decisión que podrían haber tomado los grupos para movimientos a larga distancia desde un área original (más 100 km), prefiriendo tierras de alta calidad (Fort *et al.*, 2012; Zilhão, 2003). Esta modelización sirve, por tanto, para complementar las diferentes hipótesis sobre las dinámicas poblacionales.

Paralelamente, en la última década se han realizado numerosos análisis genéticos sobre las comunidades neolíticas peninsulares (Chandler *et al.*, 2005; Sampietro *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2011; Gamba *et al.*, 2012; Sverrisdóttir *et al.*, 2014; Valdiosera *et al.*, 2018; Olalde *et al.*, 2018, 2019). Estos análisis, en su mayoría sobre ADN mitocondrial, se basan en la existencia de marcadores exógenos en individuos de una misma comunidad, o respecto a las comunidades que tradicionalmente han poblado esa región, que indicarían su carácter foráneo. Aplicado a este caso, supondría la llegada de grupos neolíticos al territorio peninsular. En el litoral mediterráneo peninsular los resultados indican que las neolíticas son nuevas poblaciones inmigrantes. Estos estudios parecen adoptar el modelo Dual para el levante, pero de difusión para el interior peninsular (Haak *et al.*, 2008; Sampietro *et al.*, 2007; Gamba *et al.*, 2012). La presencia genética de grupos de granjeros extranjeros en el levante, pero no directamente relacionados con los grupos originales de próximo oriente, hace suponer un viaje a través del Mediterráneo hasta su llegada a la península ibérica (Chandler *et al.*, 2005; Valdiosera *et al.*, 2018; Brace *et al.*, 2019). Esta expansión de los grupos orientales parece que fue más rápida en Centroeuropa, donde las variaciones entre las poblaciones mesolíticas y neolíticas son más evidentes (Brandt *et al.*, 2013).

### 1.1.2 EL NEOLÍTICO EN LA MESETA NORTE: EL VALLE DEL DUERO

El Neolítico peninsular se dividió tradicionalmente en tres fases, de acuerdo con la periodización del área levantina que se estableció en función de la cerámica cardial (Bernabeu Aubán *et al.*, 2018). Según esto se establecía el Neolítico inicial, caracterizado por la presencia de cerámica cardial; el Neolítico medio, también llamado Epicardial y caracterizado por la decoración inciso-impresa; y finalizaría en el Neolítico final, con cerámicas lisas o esgrafiadas (Estremera Portela, 2003).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

La meseta Norte ha sido vista desde el inicio de la disciplina arqueológica peninsular como una área marginal y tardía que bebía de las influencias andaluzas y levantinas para su desarrollo, siendo los primeros testimonios de este periodo los megalitos meseteños (Bosch Gimpera, Neolítico de interior) (Delibes de Castro, 1977; Estremera Portela, 2003; Bellido Blanco, 2005). Sin embargo, se ha visto que es un fenómeno anterior a lo que tradicionalmente se había descrito, con fechas, sino solapadas, próximas a las de los yacimientos levantinos (ca. 5500-5300 cal. AC): p.ej. La Lámpara (Hoyo 18, 5470-5320 cal. AC, Soria; Rojo Guerra *et al.*, 2005, 2018b; Garrido Pena *et al.*, 2012; Fig. 2.1). Sin embargo, estas fechas son más la excepción que la regla, situándose la mayoría en un rango de entre 5300-5000 cal. AC.

Las investigaciones, hasta ahora, no demuestran un poblamiento intensivo de este espacio durante el Mesolítico: p.ej. Cuevas del Nispero (Burgos); La Braña/Arintero; El Espertín (León) (Fig. 2.1). Quizá se produjera un vacío poblacional en el interior peninsular (ligado al fenómeno 8.2 ka, Berrocal, 2012) que produjo la fundación de poblados *ex novo* durante el Neolítico. Esto tendría sentido en un contexto de difusión démica, ya que en los yacimientos no se observa continuidad entre ambos periodos (Rojo Guerra *et al.*, 2008a, 2008d; Garrido Pena *et al.*, 2012; Berrocal, 2012; García Martínez de Lagrán, 2018). Estas poblaciones ocuparían el interior peninsular, siguiendo las vías de comunicación ya establecidas anteriormente por el valle del Ebro, en una ocupación ligada a la explotación agrícola.

En la meseta Norte, parece que existe una cierta concentración de los yacimientos en dos focos. Primero, al Sur de la cuenca del Duero (estribaciones montañosas, Sureste de Salamanca y Suroeste de Ávila, p.ej. Peña del Bardal, Ávila; Fig. 2.1), que pudo servir como conexión con la cuenca del Tajo. Un segundo foco al Noreste de la cuenca del Duero con yacimientos en la Sierra de Atapuerca (Burgos, p.ej. Galería del Sílex, El Portalón de Cueva Mayor, El Mirador; Ortega *et al.*, 2008a, Carretero *et al.*, 2008; Vergés *et al.*, 2008, 2016), así como Fuente Celada, Valdegoba, Villafría III, el Altotero o los Cascajos-el Banquillo (Garrido Pena *et al.*, 2013). Son los yacimientos del valle del Duero, La Vaquera (Segovia, Estremera, 2003; Fig. 2.1) y del valle de Ambrona (Rojo Guerra *et al.*, 2005; 2008a; 2008c. Fig. 2.1), los que han supuesto el punto de partida para el estudio de este periodo en esta área. Otra área geográfica en la que también se localizan yacimientos del Neolítico inicial y que pueden tener relación por la cercanía con el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor, son los de la cuenca alta del Ebro. Ejemplos de estos son Socuevas (Álava), La Peña (Soria), Arenaza (Vizcaya), Montico de Charratu, Alto de Rodilla, El Prado o El Reinoso (Burgos) (Fig. 2.1) que permitieron ir rellenando el supuesto vacío de esta zona

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

geográfica (García Martínez de Lagrán, 2012; Alonso Fernández y Jiménez Echevarría, 2014; Kurt *et al.*, 2016).

### 1.1.3.1 Cronologías

Se suelen tomar las fechas del inicio del PPNA en Próximo Oriente, en el X milenio AP, y desde ahí se pueden considerar su expansión mediterránea a zonas italianas (ca. 6000 cal. AC), del golfo de Génova (ca. 5800-5700 cal. AC) y de la península ibérica, en su vertiente mediterránea (ca. 5600 cal AC) y atlántica (ca. 5400-5300 cal. AC, llegada de la cerámica cardial a Portugal) (Zilhão, 2000,2001).

Algunas dataciones de la península ibérica retrasan estos datos, como los depósitos cardiales de Cova de les Cendres (Alicante) con 5546-5374 cal. AC (Bernabeu Aubán *et al.*, 2018), siendo fechas generalmente aceptadas para el proceso de neolitización en la península ca. 5700-5600 cal. AC y 5400-5300 cal. AC (García Martínez de Lagrán, 2018). Fechas para la meseta Norte se han situado entre 7000-6800 cal. AP (ca. 5000 AC, Garrido *et al.*, 2012; Alday *et al.*, 2018) (p. ej. La Lámpara 5470-5320 cal AC, La Revilla 5470-5290 cal. AC, Garrido *et al.*, 2012; La Vaquera, 5482-5321 cal. AC, Estremera Portela, 2003). Si bien, en El Portalón de Cueva Mayor se tienen dataciones que apuntan a cronologías similares, alrededor de los 5400 cal. AC.

### 1.1.3.2 Tipologías cerámicas y decoraciones

Tradicionalmente se ha relacionado la cerámica de tipo cardial con el inicio del fenómeno neolítico, ya que el modelo de colonización marítima pionera (Zilhão, 2000, 2001) explicaba su dispersión desde Italia hasta Portugal. Sin embargo, se ha observado cada vez una mayor variabilidad en las tipologías en las diferentes áreas: costas mediterráneas y atlánticas peninsulares con el Sur francés o con zonas del Norte italiano. Así, la llamada *impressa* estaría considerada como el primer paso dentro del proceso de neolitización, que pertenecería a un momento inicial de la expansión (p.ej. El Barranquet, 6510±50 cal. AP; Martí Oliver y Juan Cabanilles, 2014), junto con otras técnicas como el boquique neolítico (*sillon d'impression*) (p. ej. Fuente Celada, Alameda Cuenca-Romero *et al.*, 2011) o los bordes *en flammes*; y la cardial a una segunda fase de consolidación del proceso (Berrocal, 2012; Martí Oliver y Juan Cabanilles, 2014). A partir de la primera mitad del V milenio AC podría haber unas facies postcardiales caracterizadas por el peine, los cordones (generalmente de sección triangular) en muchas ocasiones a modo de bigotes (parten del asa vertical formando motivo circular) (Martí Oliver y Juan Cabanilles, 2014).



## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Destacan las formas semiesféricas y de paredes rectas, además del aplique de asas tuneliformes y mamelones en las paredes. En las técnicas decorativas, ya hemos señalado la característica *cardial* (Fig. 2.2a-f). Además, se observan técnicas incisas como acanaladuras (formando frisos o rodeando las asas), y motivos triangulares rellenos de líneas horizontales de los que se descuelgan líneas incisas más cortas a modo de flecos (Fig. 2.2b y e). Uno de los motivos más llamativos de este periodo es el *boquique* neolítico o *sillon d'impression* (Fig. 2.2g-i). Es característico también la aplicación de elementos adicionales como cordones o verdugones con decoraciones sobre ellos de digitaciones u otras impresiones (Garrido Pena *et al.*, 2012). Otra técnica singular es la aplicación de *almagra*, engobe blanquecino que recubre los motivos decorativos, p. ej. La Vaquera, Estremera (2003) (Fig. 2.1).

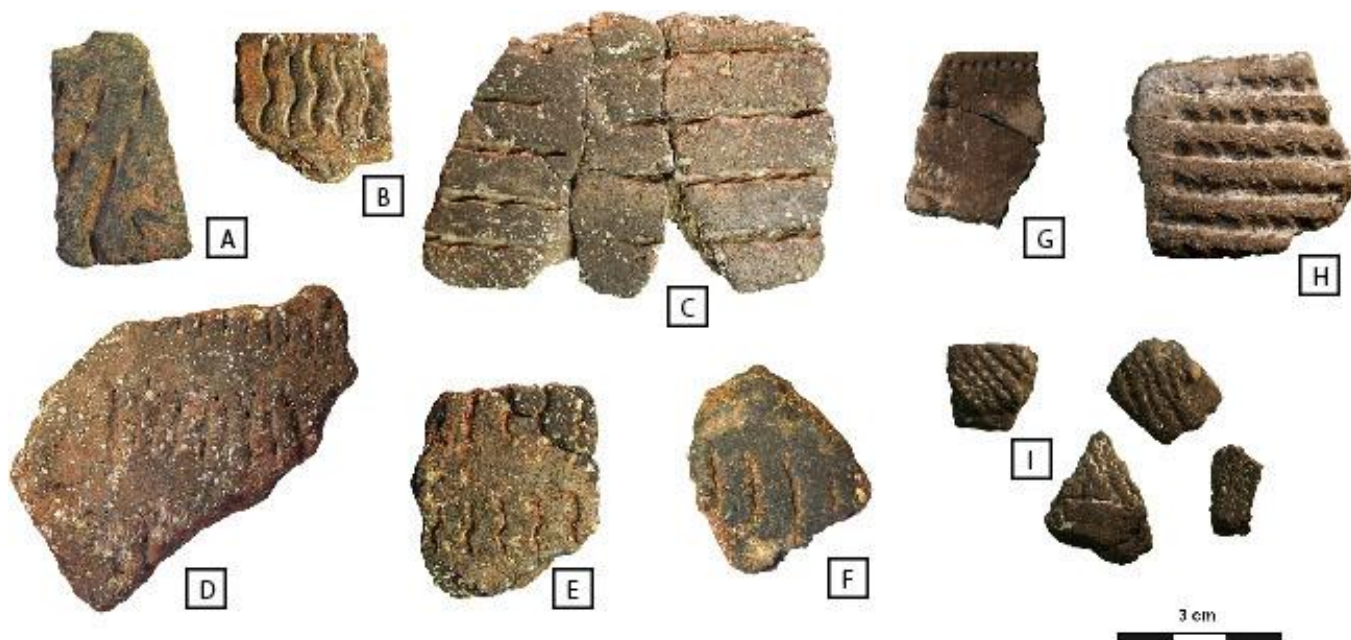


Figura 2.2: Decoraciones cerámicas neolíticas (ca. 5650-5450 cal. AC) procedentes de los llamados yacimientos levantinos. A-F: yacimiento de El Barranquet; G-I: yacimiento de Mas d'Is. Técnica *cardial*. Modificado de Bernabeu Aubán *et al.*, 2018 (Fig. 5).

### 1.2. CALCOLÍTICO

Se entiende por Calcolítico la fase cultural donde, entre otros aspectos, destaca el desarrollo metalúrgico del cobre y que en la península ibérica coincide fundamentalmente con el III milenio AC. La división cultural establecida a partir de la utilización de los metales es ampliamente aceptada, aunque hoy en día se entiende que no sólo la metalurgia juega un papel determinante en las sociedades de este momento, sino que otros elementos

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

también cobran importancia. Para la Edad de Cobre se utiliza habitualmente el término Calcolítico, aunque en la literatura se alude también al término Eneolítico en referencia a una fase en la que perviven todavía estilos y modelos neolíticos.

Para la meseta Norte, de acuerdo con la división tradicional tripartita se ha temporalizado este periodo según la siguiente división (Carmona Ballester, 2011):

- Calcolítico Inicial (Precampaniforme): 3600/3300-3000 cal. AC.
- Calcolítico Pleno (Precampaniforme): 3000-2450 cal. AC.
- Calcolítico Final (Campaniforme): 2450-1900 cal. AC.

Dentro del Calcolítico, especialmente en su etapa final, tiene lugar el desarrollo del Campaniforme. Ésta es una manifestación arqueológica que actualmente está reconocida en buena parte de Europa occidental y que ocupa un intervalo cronológico relativamente restringido, entre el 2700-2600 y el 2000 AC, aproximadamente. Los ajuares campaniformes (p. ej. cerámicas con forma de campana ricamente decoradas), responden a la demanda de líderes, en pleno desarrollo de las sociedades de jefatura. Probablemente, fueron distribuidos a través de redes comerciales por las que circulaban objetos de prestigio y signos de poder y riqueza.

Durante la primera mitad del siglo XX, Castillo (1920) y Bosch Gimpera (1945) indicaron que el origen del fenómeno Campaniforme era la cerámica incisa de la “culturas de las cuevas” en la región del Guadalquivir y desde la península ibérica llegaría también a otros puntos de Europa. En los años 50, Martín Almagro Basch lo relaciona con el origen de la fortificación de Vila Nova de São Pedro (Portugal) y Los Millares (Almería) (Fig. 2.3). En este momento, se va a definir el periodo en función de paralelos con el Mediterráneo central y oriental, utilizando las periodizaciones de Déchelette, Luis Siret, Hubert Schmidt, Gordon Childe o los hermanos Leisner. Estas periodizaciones atribuyeron el paso del Calcolítico a la Edad del Bronce ca. 2000 AC (fecha con la que fecharían Los Millares), para el vaso campaniforme ca. 1800 AC, y, finalmente, para la cultura de El Argar (ya en la Edad del Bronce) dieron ca. 1500-1400 AC. A nivel internacional, a partir de la década de los años 60 se suscribió la teoría del *Ruckström* (Salanova, 2005). Este modelo considera tanto Europa central como la península ibérica como una unidad cultural para explicar la heterogeneidad del Campaniforme. Este postulado presenta dos movimientos de sentido inversos y diacrónico: uno desde la península ibérica hacia Europa central con la cerámica y otro movimiento desde Europa central hacia el Oeste con elementos como la sepultura individual (Salanova, 2008).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

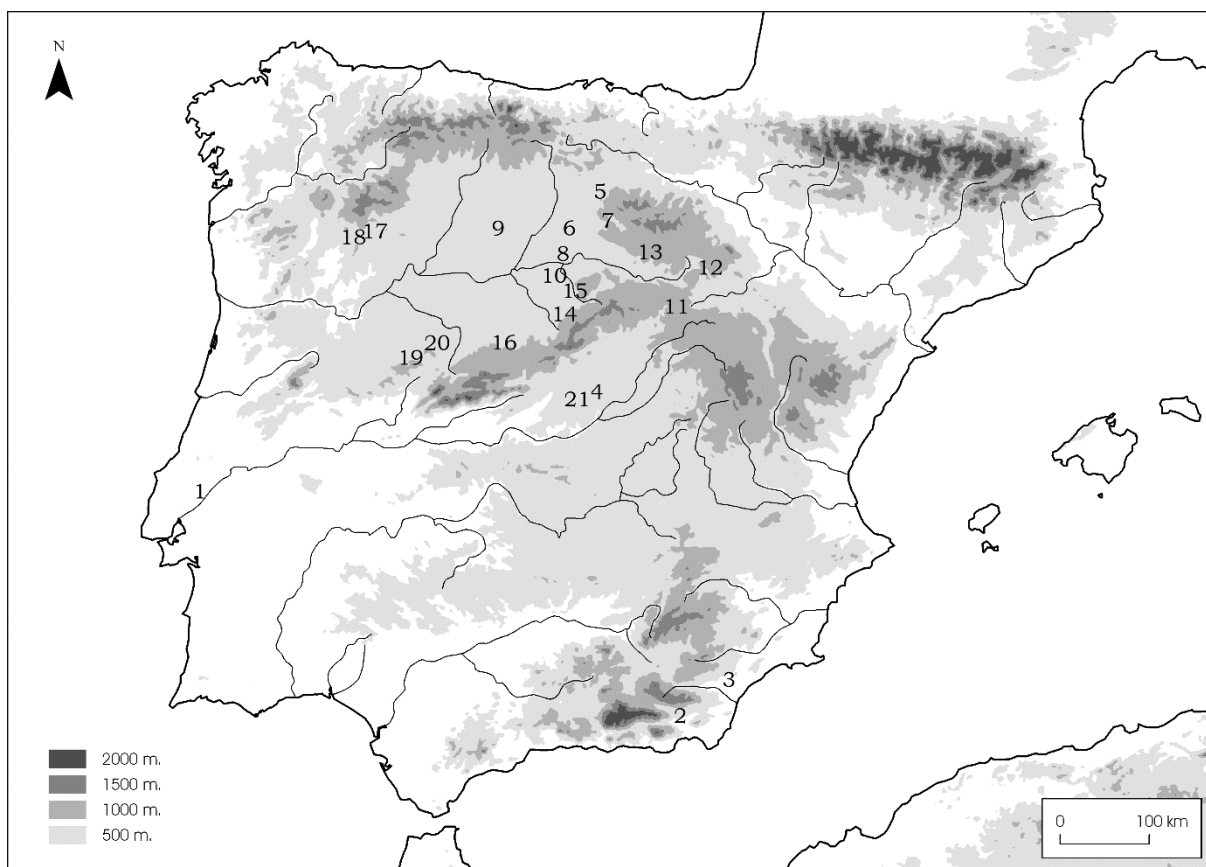


Figura 2.3: Yacimientos calcolíticos mencionados en el texto. 1-Villa Nova de São Pedro (Portugal). 2-Los Millares (Almería). 3-El Argar (Almería) (Edad del Bronce). 4-Camino de la Yesera (Madrid). 5-Sierra de Atapuerca: El Portalón de Cueva Mayor (Burgos). 6-Fuente Celada (Burgos). 7-Alto del Picacho (Burgos). 8-Pico de la Mora (Valladolid). 9-Casetón de la Era (Valladolid). 10-Cueva de Valdelaperra (Valladolid). 11-La Sima (Soria). 12-Villar del Campo (Soria). 13-Cueva Maja (Soria). 14-La Vaquera (Segovia). 15-Cueva de Arevalillo de Cega (Segovia). 16-La Tarascona (Segovia). 17-Cerro del Ahorcado (Zamora). 18-Las Pozas (Zamora). 19-Aldeavieja (Salamanca). 20-Salvatierra de Tormes (Salamanca). 21-Ciempozuelos (Madrid).

### 1.2.1. CALCOLÍTICO PRECAMPANIFORME

Esta fase comprendería el periodo entre el Neolítico final y el Campaniforme. Este periodo intermedio queda a veces desdibujado entre la pujanza del Neolítico y la riqueza cultural Campaniforme. El elemento que marca el paso de un periodo a otro es la aparición de la metalurgia. Este proceso fue vinculado a la llegada del Campaniforme y se defendía que la llegada de la metalurgia era consecuencia de los cambios cerámicos. Sin embargo, las dataciones de los primeros restos metálicos han demostrado que la llegada del Campaniforme es posterior a la metalurgia y por ello se definió este periodo como “Pre-Campaniforme”.

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Entre el Neolítico y el periodo Precampaniforme, no se suceden variaciones significativas en el *modus vivendi* de las sociedades, por lo que la diferenciación cultural de este periodo se realiza principalmente por la presencia de metal en los yacimientos, los cambios en ciertas formas de industria lítica y, para fechas más avanzadas, los elementos cerámicos decorados característicos (p.ej. vasos campaniformes, cuencos, etc.), que indican ya claramente una fase Campaniforme.

Un elemento definitorio del Calcolítico Precampaniforme es un cambio en la estructura económica de las sociedades, que tendrá un importante impacto en la etapa posterior (Campaniforme). La “revolución de los productos secundarios” (Sherratt, 1981), consistente en la utilización intensiva de los animales a diferentes niveles, como elementos de tracción, el uso extensivo de los productos lácteos, además de la expansión de la artesanía textil (reflejada en el registro arqueológico por la presencia de fusayolas y pesas de telar), se desarrolla en este momento. Estos cambios se producirían en un contexto de transformaciones sociales y económicas, que conllevará una progresiva jerarquización (sociedades de jefaturas) respecto a las sociedades neolíticas anteriores.

Son distintivos de este periodo los yacimientos que presentan círculos concéntricos: estructuras negativas circulares centradas con entradas a los diversos niveles (Fig. 2.4). Este tipo de complejos se han encontrado en varios lugares peninsulares y europeos (*ditched enclosure*, *erdwerke*, *enceintes fossés*, *indelukke*, *viñaggi trincerati*; Carbajo Arana, 2020). Su interpretación tradicional los identificaba con monumentos, aunque hoy en día es más compleja, ya que aparecen elementos que indican el uso habitacional. Se relacionan con un proceso de mayor sedentarización y consolidación de la vida campesina (García García, 2013; Delibes de Castro, 2014). En el interior de la meseta Norte están rodeados de fosos, que se diferencian de otros del área portuguesa que están perimetrados por murallas (Delibes de Castro, 2014) (p. ej. Pico de la Mora, Valladolid, Villalobos García y Rodríguez Marcos, 2018; Fig. 2.3). Los recintos aparecen relacionados con los conocidos campos de hoyos, que fueron los primeros restos encontrados de esta época, y se les atribuye un uso habitacional, de almacenamiento e incluso funerario (p.ej. en Madrid, Camino de las Yeseras, Blasco et al., 2007; en Burgos, Fuente Celada, Alameda Cuenca-Romero et al., 2011). A partir del hallazgo de este tipo de recintos concéntricos desde la década de los 90 del siglo pasado, se han podido relacionar estos campos de hoyos con las estructuras circulares (Carbajo Arana, 2020). Significativos para este periodo en la meseta Norte son Las Pozas (Zamora) (del Val Recio, 1992; García García, 2013) y Casetón de la Era (Valladolid) (Delibes de Castro et al., 2010; Carbajo Arana, 2020) (Fig. 2.3). También se han identificado yacimientos en el interior de cuevas, algunas con uso

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

funerario, habitacional y de estabulación, como El Portalón de Cueva Mayor (Burgos) (Pérez Romero *et al.*, 2017). Estas cavidades también tuvieron un uso funerario, tras el abandono de las estructuras megalíticas neolíticas, aunque sus estructuras funerarias son similares a las anteriores y donde los ajuares son pobres, compuestos por cerámicas. En ellos los restos humanos se encuentran en inhumaciones, por lo que se aprecia una selección en los restos depositados (p. ej. El Portalón de Cueva Mayor, Burgos, Pérez Romero *et al.*, 2017; cueva de Valdelaperra, Valladolid, Rodríguez Marcos y Moral del Hoyo, 2007; cueva de La Vaquera, Segovia, Estremera Portela, 2003).



Fig. 2.4: Fotografía aérea de estructuras de círculos concéntricos. Casetón de la Era (Valladolid). Tomada de Delibes de Castro *et al.* (2010, fig: 2).

### 1.2.2. EL CALCOLÍTICO CAMPANIFORME

Las hipótesis sobre el origen del Campaniforme también son varias, aquí vamos a señalar las principales. De manera distinta a otros horizontes crono-culturales, en este caso su origen se relaciona al del estándar cerámico entendido como Campaniforme. De acuerdo con Salanova (2000, 2004, 2005), la definición del Campaniforme clásico describe a cerámicas de color rojo ladrillo, forma regular de campana, decoraciones geométricas simples (líneas horizontales y bandas rellenas de líneas) y decoraciones con técnica impresa (generalmente por conchas o peines) (Fig. 2.5). La estandarización tipológica procede inicialmente de los restos encontrados en contextos funerarios y la bibliografía las relaciona, por ello, con una funcionalidad funeraria (Salanova, 2004, 2005). En las zonas

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

de hábitat, generalmente fortificaciones, también se pueden apreciar vasos campaniformes, pero son menos numerosos.



Figura 2.5: Vaso campaniforme marítimo del Túmulo de La Sima (Soria). Rojo Guerra *et al.*, 2006a; Garrido Pena., 2014.

Dentro de lo que se entiende como complejo campaniforme no se incluye exclusivamente la cerámica, ya que también es habitual encontrar otro *package* (Fig. 2.6) en el interior de tumbas: la llamada tríada formada por puñal de lengüeta, brazal de arquero y punta de lanza (sus formas tendrán variantes dependiendo la zona). Estos conjuntos se documentaban principalmente dentro de tumbas masculinas. Esto se explica dentro de una serie de teorías que vinculan el origen del campaniforme con la aparición de élites sociales jerarquizadas predominantemente guerreras y masculinas que habrían requerido de una mayor cantidad de elementos de prestigio (Garrido Pena, 2005). Estos cambios sociales se habrían generado en un clima de transformaciones económicas producidas por la llamada “revolución de los productos secundarios” (Sherratt, 1981) y que facilitó el ascenso de una élite masculina definida por ese conjunto. Además, otros autores vincularon este tipo de cerámicas al consumo alcohólico dentro del ritual funerario (Childe, 1947; Sherratt, 1987; Garrido Pena, 2005; Guerra Doce, 2006b; Rojo Guerra *et al.*, 2006b). Esta cerámica ha sido ocasionalmente documentada en contextos asociados a actividades productivas como la extracción de sal o la minería del cobre (de Blas Cortina, 2019; Guerra Doce *et al.*, 2019), probablemente para “sacralizar” dichas actividades, aunque su presencia dominante como elemento de distinción social en contextos funerarios es indiscutible (Guerra Doce *et al.*, 2019).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

### 1.2.2.1. Teorías sobre el origen del campaniforme

En el inicio de la investigación arqueológica se recurrió al viejo paradigma de *ex orientis lux*. Es decir, que al igual que había llegado el Neolítico, todas las innovaciones proceden de Oriente próximo. Sin embargo, pronto investigadores como Bosch Gimpera, Castillo o Schmidt se dieron cuenta de la posibilidad de un origen europeo, y particularmente del área peninsular. Esta visión fue aceptada hasta los años 60 cuando se aceptó la continuidad entre la cerámica cordada centroeuropea (neolítica) y la cerámica campaniforme y, a partir de esta área (valle del Rin), una transmisión al resto de Europa. Fue una transmisión rápida y se planteó que fuera mediante movimiento de población (difusión démica), por medio del llamado “pueblo Campaniforme”, que algunos autores estudiaron y trataron de diferenciar antropológicamente de las poblaciones neolíticas (Brodie, 1992).

Una de las propuestas (“teoría del reflujo” de Sangmeister; Garrido Pena, 2007, 2014) sitúa el origen del Campaniforme en la desembocadura del Tajo (Estremadura portuguesa) por el gran número de restos encontrados (aunque en otras zonas, como la Bretaña francesa también se encuentran). Sin embargo, Salanova (2004, 2005) se inclina por el origen ibérico de estas cerámicas debido a su antigüedad, que parecen surgir en Portugal a partir del 2800 AC. Hay en esta región una continuidad ocupacional de los yacimientos desde el Calcolítico Precampaniforme hasta el Campaniforme. Aquí habría surgido el primer estilo decorativo campaniforme, denominado “Marítimo o Internacional” por su distribución y homogeneidad, y se extendería en un movimiento de “flujo” por buena parte de Europa occidental. En Centroeuropa se mezclaría con las culturas locales, tomando elementos locales (brazales de arquero, botones de perforación en V, etc., Garrido Pena, 2014). En un posterior “reflujo” estas incorporaciones se dispersarían en una fase más avanzada, produciendo así los estilos locales (Garrido Pena, 2007, 2014).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE



Figura 2.6: Elementos materiales del complejo Campaniforme. Dibujo: Luis Pascual, Aratikos, S.L. Tomado de Garrido Pena, 2007.

Por otro lado, el *Dutch Model* o modelo holandés (Salanova, 2005; Garrido Pena, 2014) de Lanting y van der Waals en los años 1970 fue durante mucho tiempo el modelo más aceptado sobre el origen del campaniforme (Fig. 2.7). Éste sitúa el origen del Campaniforme en la desembocadura del Rin por evolución de la “cultura de la cerámica cordada” del Neolítico en el Norte y centro de Europa. El modelo holandés se basa en una secuencia de evolución cultural ininterrumpida a partir de la datación por  $^{14}\text{C}$  de contextos



## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

funerarios. La teoría de la sucesión entre cordado y campaniforme (Shennan, 1992) está hoy en día obsoleta, y se consideran como dos culturas paralelas (Salanova, 2004, 2005).

A partir de recientes estudios paleogenéticos (Sampietro *et al.*, 2007; Haak *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2011; Gamba *et al.*, 2012; Brandt *et al.*, 2013; Olalde *et al.*, 2015, 2018, 2019; Valdiosera *et al.*, 2018; Brace *et al.*, 2019), se ve en este periodo una sustitución de los grupos neolíticos en Centroeuropa por otros grupos pastores que expandieron el complejo de la cultura cordada (Yamnaya). Este acervo genético ha sido también identificado en las poblaciones calcolíticas de la península ibérica. Recientemente, Olalde *et al.* (2019) han determinado que la población autóctona peninsular experimentó un drástico reemplazo que duró unos 400 años (entre el ca. 2400-2000 AC), donde los genes estépicos (yamnayas) reemplazaron casi totalmente los genes masculinos previos. Estos autores también identifican aporte genético del Norte de África en un individuo masculino del yacimiento calcolítico del Camino de las Yeseras, (Madrid) (2473-2030 AC). No obstante, este caso es algo esporádico en comparación con el reemplazo masivo de genes estépicos antes mencionado. En contraposición a este relevo de poblaciones, desde el punto de vista material, se muestra la expansión desde la península del complejo Campaniforme hacia Europa, donde se encontraría con la expansión del complejo cordado, siendo la Francia atlántica, Italia y el centro de Europa áreas de solapamiento (Brandt *et al.*, 2013; Olalde *et al.*, 2018; Valdiosera *et al.*, 2018; Cardoso, 2019; Delibes *et al.*, 2019).

### 1.2.2.2. Significado del campaniforme

Clarke (1976) indica entre las causas de extensión del Campaniforme, la circulación de elementos (como las cerámicas y otros elementos materiales) entre grupos dentro de las redes de intercambio bien asentadas durante el Neolítico. Los elementos sujetos a esta movilidad serían, además de las cerámicas, el llamado *package* Campaniforme ilustrado en la figura 2.6. Estos elementos son el producto de una progresiva jerarquización desde una sociedad neolítica mucho menos estratificada. En ella la nueva clase social, los líderes, tratan de demostrar su poder exhibiendo estos objetos (Shennan, 1981; Salanova, 2005; Garrido Pena, 1999, 2005, 2014; Salanova *et al.*, 2016). En el caso de la cerámica, su importancia se debe a la inversión de tiempo necesario para crear el complicado entramado decorativo: mayor decoración más tiempo invertido (Clarke, a partir de estudios etnográficos, estima 5.3 horas para la producción de un recipiente medio, elevando hasta 6 horas la producción de una cerámica campaniforme estilo *Veluwe*) (Clarke, 1976; Brodie, 1992; Garrido Pena, 2005). Al tratarse de un producto especializado, con una fuerte connotación social, sería un producto susceptible de ser imitado por otras comunidades,

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

por lo que la producción de estas cerámicas sería local. Por todo ello, Clarke, pasa a referirse a este periodo como “red de intercambios del campaniforme”. Le otorga a esta red un significado marcadamente femenino, vinculando la producción cerámica a la mujer (mediante paralelos etnográficos, Clarke, 1976). Compara su aspecto decorativo a los tejidos, también realizados por mujeres. Así, explica parte de la difusión de los modelos campaniformes por medio de intercambios matrimoniales.

Otros autores (Shennan, 1981; Garrido Pena, 2005; Salanova *et al.*, 2016) valoran los objetos en sí, y les otorgan un marcado sentido ritual y social, que justificaría su difusión entre los diferentes grupos a larga distancia, sin necesidad de la existencia de un movimiento poblacional. Sherratt introduce dos elementos importantes a esta hipótesis. Por un lado, en 1981, habla de la “revolución de los productos secundarios”, donde en un contexto de mayor complejidad social y económica los recipientes campaniformes son vistos como elementos de prestigio que distinguen a sus poseedores. Además, se produce también en las tumbas de este periodo un cambio, pasando de las sepulturas colectivas neolíticas hacia los enterramientos individuales de la Edad del Bronce, que presentarían ciertos elementos comunes a todas ellas (armas y cerámicas). Sherratt (1987), además, asocia a las cerámicas campaniformes el consumo de bebidas alcohólicas dentro de los rituales funerarios asociados a las prácticas funerarias. Este consumo está generalmente asociado a la tradicional tríada funeraria de Ciempozuelos (Delibes, 1977), compuesta por un cuenco, un vaso y una cazuela. Los estudios de la volumetría de los recipientes sugieren que podían estar, efectivamente, vinculados al consumo de bebidas (similar a las tríadas griegas de los *symposio*: *krátera*, *oinochoe* y *kylix*. Delibes *et al.*, 2009) (Fig. 2.7). Lógicamente estos recipientes podrían contener otros productos no alcohólicos, dentro de una práctica de comensalidad (Garrido Pena *et al.*, 2005; Garrido Pena, 2014; Guerra Doce, 2006a, 2006b, 2019). En la actualidad, los estudios realizados mediante análisis de residuos orgánicos han podido mostrar, efectivamente, restos alcohólicos en algunos recipientes cerámicos, así como otros tipos de alimentos, lo que ayuda a asentar la hipótesis de un gran banquete (p.ej. Bueno Ramírez *et al.*, 2005; Prieto Martínez *et al.*, 2005; Guerra Doce, 2006a, 2006b; Rojo Guerra *et al.*, 2008b; Garrido Pena *et al.*, 2011; Rojo Guerra, 2019).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

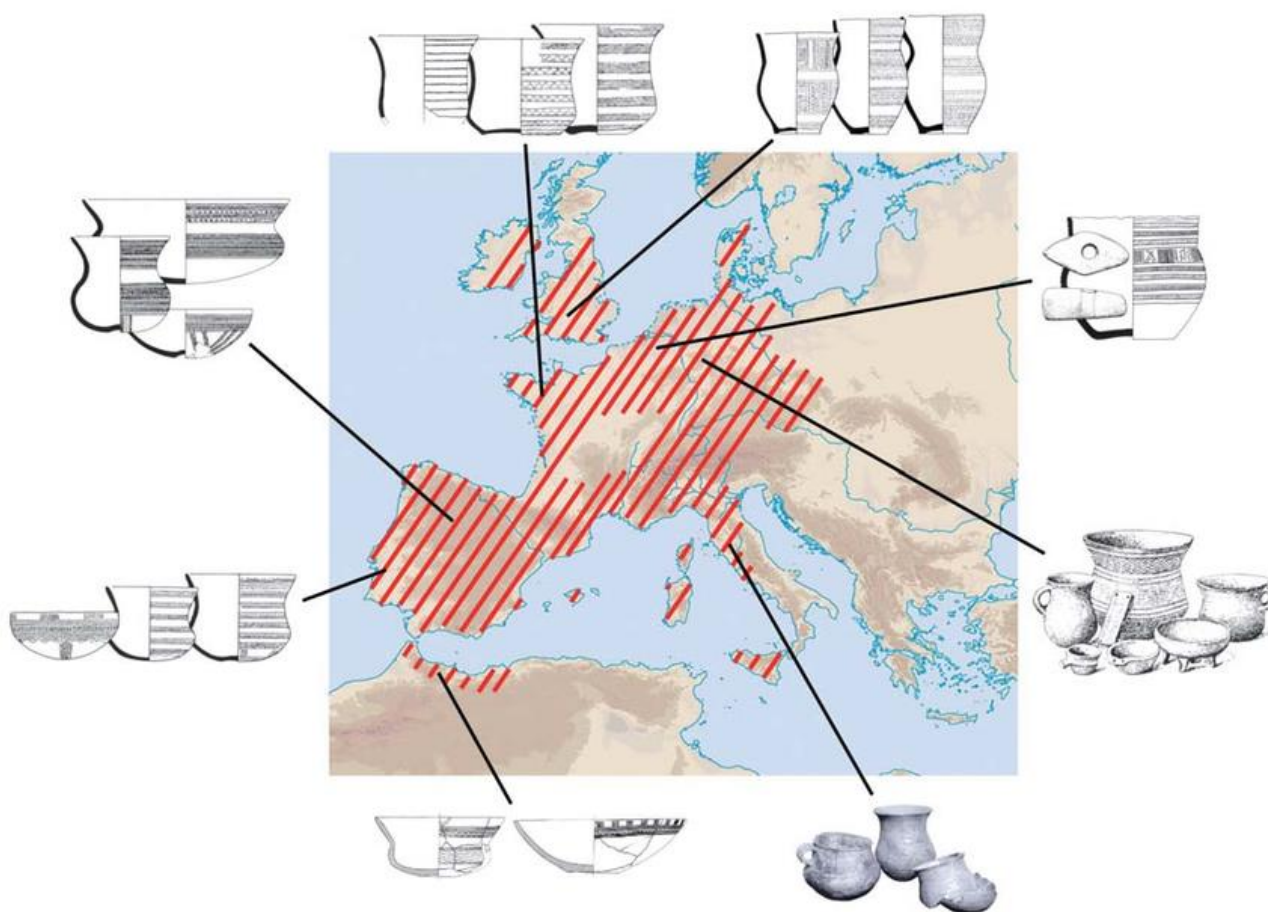


Figura 2.7: Mapa de distribución del fenómeno Campaniforme a partir de Garrido Pena, 2007, fig. 4.

Otro significado del Campaniforme fue propuesto por Brodie (1992), quien indicó que no se trataba de objetos singulares sino de recipientes de uso diario y que los grandes contenedores encontrados funcionan como recipientes de almacenaje de alimentos. Esta hipótesis justificaba el hecho de que las producciones fueran de origen local. En esta visión, las redes de intercambio tendrían también una gran importancia para la movilidad de ideas y objetos. Añade la perspectiva de género al enfoque, indicando que efectivamente la creación cerámica es un elemento femenino y que por ello son las mujeres las que se mueven y transmiten las ideas decorativas por medio de enlaces matrimoniales.

El Calcolítico se presenta como un periodo “bisagra” entre la sociedad, la economía y la cultura neolítica en una progresiva sedentarización y jerarquización social que finalizará en la Edad del Bronce (Garrido Pena, 2005; Delibes de Castro, 2014; Lemerrier, 2019). En este momento se produce una serie de cambios económicos (p.ej. revolución productos secundarios) que, al aumentar el excedente, fomenta su desigual reparto, lo que provoca la lucha por ellos por parte de grupos (individuos-familias), pero, aún, sin un poder

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

preeminente. Estas nuevas dinámicas socio-económicas serán el caldo de cultivo para una progresiva estratificación social que en el Calcolítico se manifiesta claramente con las llamadas “sociedades de jefaturas”. En el caso de la península ibérica, un buen ejemplo de ello es la cultura de Los Millares (p. ej. Esquivel y Navas, 2005). Este proceso de cambio social tendrá su máximo exponente en la Edad del Bronce con una sociedad claramente jerarquizada de carácter hereditario, culminando lo que algunos autores denominan sociedades proto o paraestatales, como las sociedades argáricas (Lull *et al.*, 2014a). Ese carácter “transicional” del Calcolítico al que antes se aludía también se aprecia en el ámbito funerario. Se observa una transición desde las tumbas colectivas megalíticas neolíticas a otras individuales en las que se reaprovechan los megalitos anteriores como forma de remarcar la preeminencia social (p. ej. Delibes de Castro, 2014; Garrido Pena, 2014).

### 1.2.3. EI CALCOLÍTICO EN LA MESETA NORTE: VALLE DEL DUERO

#### 1.2.3.1. Cronología

Los estudios realizados para el Calcolítico en la submeseta norte presentan algunos yacimientos significativos para el periodo Precampaniforme. Las fechas radiocarbónicas que se dan para todo el calcolítico se sitúan entre 3600/3300-1900 cal. AC (Garrido Pena *et al.*, 2005; Alameda Cuenca-Romero *et al.*, 2011; Carmona Ballesteros, 2011; Carbajo Arana, 2020). Para el Calcolítico Precampaniforme se sitúa entre 3600/3300-2450 cal. AC, ligado al horizonte de Las Pozas; mientras que para el Calcolítico Campaniforme en el Valle del Duero entre 2450-1900 cal. AC (Alameda Cuenca-Romero *et al.*, 2011; Carmona Ballesteros, 2011; Garrido Pena *et al.*, 2014; Carbajo Arana, 2020), correspondiente al horizonte Ciempozuelos (Fig. 2.3).

#### 1.2.3.2. Tipologías cerámicas y decoraciones

En el Calcolítico Precampaniforme se aprecia una continuidad formal: cuencos hondos de borde ligeramente entrante, cuencos semiesféricos y cuencos esféricos, junto a vasos globulares, con nuevas formas como cazuelas de carena media y baja y de borde abierto, vasos con perfil en “S” y fuentes. Se siguen utilizando pastillas repujadas (ya observadas en el Neolítico), y aplique de mamelones o cordones decorados (en ocasiones con incisiones). Las decoraciones se distinguen por paredes perforadas, coladores, y cucharas. Además de otros elementos como las pesas de telar (rectangulares u ovaladas) (Bellido Blanco, 2005) y que son reflejo de la intensificación de los productos secundarios.

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Caben destacar las composiciones decorativas geométricas y figurativas (zoomorfos, soliformes, etc.) (Villalobos García, 2013; Garrido Pena, 2014). Las tipologías Campaniformes se identifican por la variabilidad estilística: impresión de cuerdas (Cordado) o impresión a peine o conchas (estilo Marítimo, Fig. 2.5 y 2.8) y bandas rellenas de trazos oblicuos alternando con bandas lisas (aparece en toda la península). A este diseño se añaden motivos geométricos, que acaban configurando el puntillado geométrico (Garrido Pena, 2014). Los estilos regionales son más tardíos y se denominan de acuerdo con los nombres regionales: Veluwe Cordada, Palmela, Salamó, Carmona, Ciempozuelos, etc. (Fig. 2. 8).

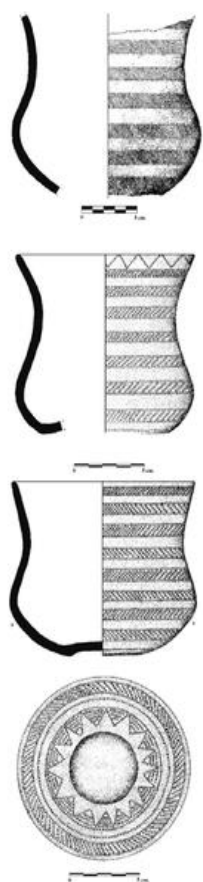
Desde finales del III milenio y el principio del II milenio AC se produce en la meseta Norte una extensión del estilo campaniforme Ciempozuelos (Fig. 2.8). Éste se caracteriza por cuencos, cazuelas, vasos globulares, vasos de perfil en "S" y grandes vasijas globulares, con técnica mixta (incisa e impresa), creando temas geométricos en franjas divididas en frisos. Estas decoraciones se distribuyen en tres áreas lisas: bajo el borde, bajo el estrechamiento del cuello y cerca del umbo. En los cuencos también se presentan decoraciones verticales que parten de la banda del fondo hacia el umbo central. Se decora también el interior del borde, usando zig-zags en series paralelas (Bellido Blanco, 2005).

En el interior del valle del Duero se encuentran diversos ejemplos. Algunas zonas presentan influencias portuguesas a partir del estuario del Tajo al Suroeste de la meseta Norte como en el Cerro del Ahorcado (Zamora) (Fig. 2.3). En los dólmenes salmantinos presentan restos del llamado estilo marítimo, como en Aldeavieja y Salvatierra de Tormes o la cueva segoviana de La Tarascona. Dentro del Puntillado geométrico se encuentran ejemplos en Villar del Campo (Soria). En muchos casos aparecen fragmentos de los diferentes estilos en los mismos yacimientos (Garrido Pena *et al.*, 2005).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Las formas campaniformes, aunque perduran brevemente, se van diluyendo en el Bronce Antiguo y de hecho algunas decoraciones de este periodo aún recuerdan los modos de la etapa anterior, aunque con motivos cercanos a protocogotas (ej. Cueva Maja, Soria). Así existen algunos yacimientos con cerámicas Campaniformes, pero con dataciones del Bronce Antiguo como por ejemplo, Cueva de Arevalillo de Cega (Segovia) (Fernández Posee, 1981), el Alto del Picacho (Burgos) (Delibes *et al.*, 1988) o en La Mesta en la Atalaya (Soria) (Fig. 2.3).

### ESTILO MARÍTIMO



### ESTILO CIEMPOZUELOS

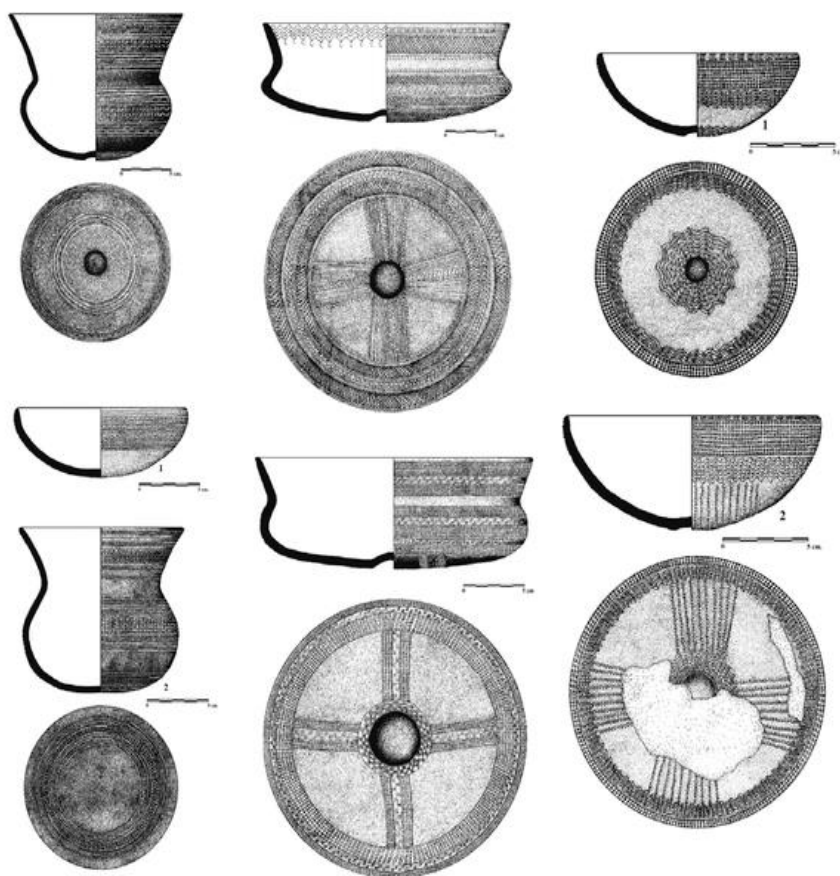


Figura 2.8: Decoraciones de estilo Marítimo y estilo Ciempozuelos. Tomado de Garrido Pena, 2014.

## 1.3 EDAD DEL BRONCE

La Edad del Bronce es un período de la prehistoria reciente que se desarrolló a lo largo del II y el primer tercio del I milenio AC en la península ibérica, aunque esta cronología varía dependiendo del área geográfica considerada. Su definición formal surgió por la aparición de elementos metalúrgicos elaborados en bronce en el registro arqueológico. El bronce, una aleación de cobre y estaño, se consideró que era suficiente para constituir un

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

cambio tecnológico en la escala cronocultural y su definición procede del s. XIX. En realidad, el concepto “Edad del Bronce” agrupa realidades tan dispares que carece de un significado sociológico preciso y ni siquiera es una referencia tecnológica exacta porque el bronce no fue empleado hasta entrado el II milenio AC (Lull *et al.* 2014b). No se produce en una ruptura clara de las formas de vida calcolíticas y, en la práctica, es poco más que una convención con sentido cronológico (Blanco González *et al.*, 2018).

Para la Edad del Bronce peninsular se acepta de modo general las fechas de ca. 4200–2900 cal. AP (2250-950 AC) (Schirrmacher *et al.*, 2020), que, de acuerdo con la secuencia tripartita clásica (Lull *et al.*, 2014b), se puede dividir en:

- i) Bronce Antiguo (ca. 2200-1550 AC) (Blanco González *et al.*, 2018): se inicia con el grupo arqueológico del El Argar en el entorno del sistema Bético.
- ii) Bronce Pleno (ca. 1550-1300 AC): progresiva disminución de los asentamientos permanentes. El surgimiento de varios horizontes decorativos tanto en la metalurgia del bronce como en las cerámicas marca este periodo.
- iii) Bronce Final (ca. 1300-900 AC): aparece una mayor cohesión social entre las comunidades peninsulares hasta la colonización fenicia, que marcará formalmente el final del Bronce en el sur peninsular.

Entre el final de la cultura campaniforme y el Bronce Antiguo se va a producir un solapamiento (al menos en las dataciones) en los yacimientos de la meseta Norte. Yacimientos del llamado grupo Parpantique (Bronce Antiguo postcampaniforme, Rodríguez Marcos y Moral del Hoyo, 2007) en Fuente Olmedo (ca. 2350-1950 cal. AC) y Aldeagordillo (ca. 2200-1950 cal. AC), van a coincidir en fechas con asentamientos del Bronce Antiguo, como Pico Romero (ca. 2350-1750 cal. AC), El Parpantique (ca. 2200-2000 cal. AC), Los Torojones (ca. 2200-1750 cal. AC) o Cueva Maja (ca. 2220-1940 cal. AC) (Rodríguez Marcos, 2012) (Fig. 2.9). Existe por tanto una problemática interpretativa sobre la meseta Norte, acerca del desarrollo paralelo del estilo Ciempozuelos (calcolítico) y del Parpantique (Edad del Bronce), o si se produce una pervivencia de ciertos elementos campaniformes asimilados en la cerámica lisa del Bronce Antiguo (Rodríguez Marcos, 2012).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

De la relativa homogeneidad que había en el periodo anterior, se va a pasar a un fenómeno de regionalismos desde el punto de vista formal de las cerámicas (Blanco González *et al.*, 2018 y citas internas).

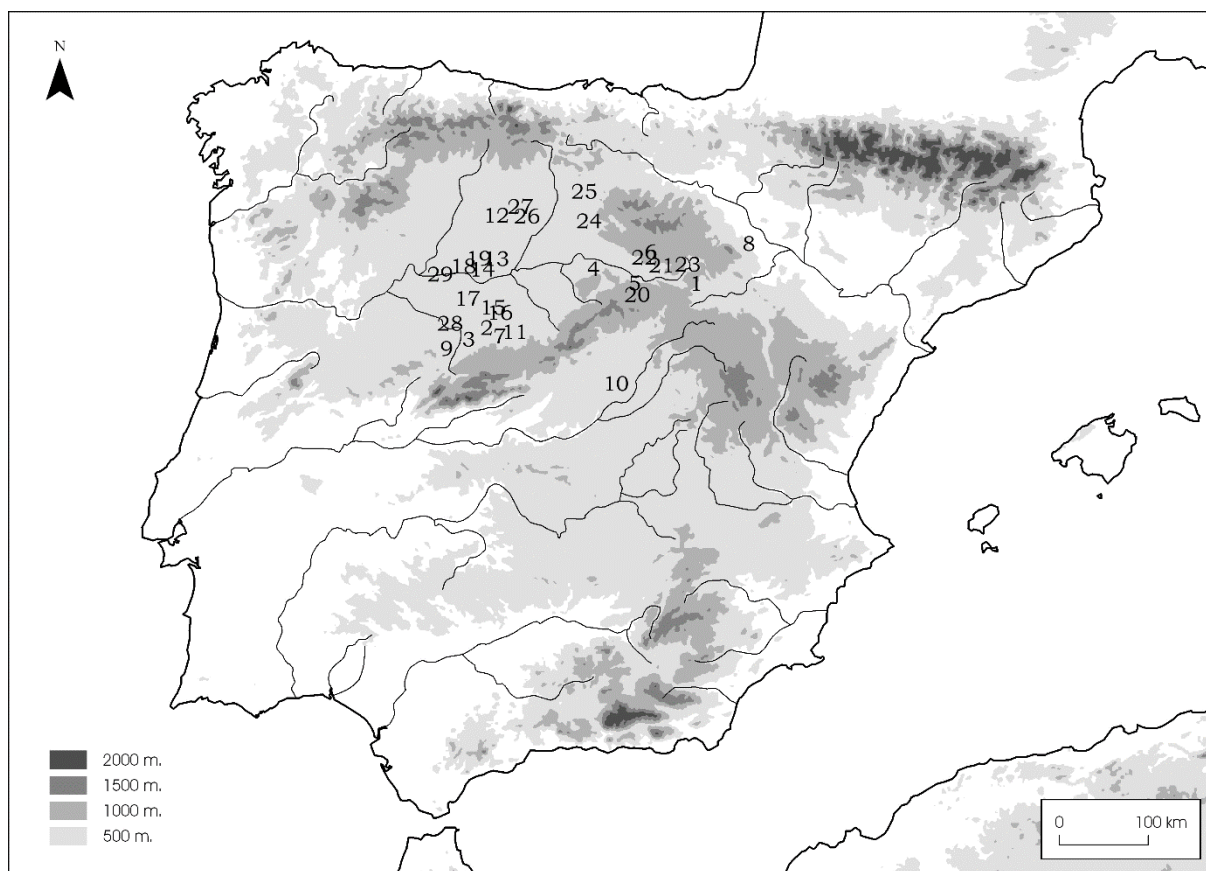


Figura 2.9: Yacimientos del Bronce mencionados en el texto. 1-Parpantique (Soria). 2-Fuente Olmedo (Valladolid). 3-Aldeagordillo (Ávila). 4-Pico Romero (Burgos). 5-Los Torojones (Soria). 6-Cueva Maja (Soria). 7-Cogotas (Ávila). 8-Moncín (Zaragoza). 9-El Berrueco (Salamanca). 10-Ecce Homo (Madrid). 11-Sanchorraja (Ávila). 12-Pórragos (Valladolid). 13-El Teso de la Macañorra (Valladolid). 14-La Requejada (Valladolid). 15-La Plaza (Valladolid). 16-El Carrizal (Valladolid). 17-Cementerio de Quintanilla de Onésimo (Valladolid). 18-San Román de Hornilla (Valladolid). 19-San Pedro Regalado (Valladolid). 20-Los Tolmos (Soria). 21-Castro de la Barbolla (Soria). 22-Balconcillo del Cañón de río Lobos (Soria). 23-Cueva del Asno (Soria). 24-Las Empedradas (Burgos). 25-Sierra de Atapuerca: El Portalón de Cueva Mayor, Cueva del Sílex y El Mirador. 26-La Huelga (Palencia). 27-Abarca de Campos (Palencia). 28-Las Carretas (Zamora). 29-La Aceña (Salamanca).

En este periodo predominan las ocupaciones abiertas, al aire libre sin estructuras, aunque existen buenos ejemplos en cuevas (p. ej. Cueva Maja en Soria o El Portalón de Cueva Mayor en Burgos; Fig. 2.9). Algunas de las ocupaciones calcolíticas fueron desocupadas en este periodo, como el área que nos ocupa de la ribera del Duero donde se pasó de 13 yacimientos en época Campaniforme a 5 en el Bronce Inicial (Rodríguez Marcos, 2008; Blanco González *et al.*, 2018), algo que no ocurrió en el Alto Duero donde se pasó de 178 yacimiento calcolíticos a 257 en el Bronce inicial (Fernández Moreno, 2013;



## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Blanco González et al., 2018). Se ocupan los altos y los páramos para el desarrollo de prácticas ganaderas, como el propio El Parpantique, (Soria) y Pico Romero (Burgos) (Fig. 2.9). Las prácticas funerarias consisten en inhumaciones en hoyos o en cuevas naturales (p. ej. El Mirador, Cáceres *et al.*, 2007; Galería del Sílex, Apellániz y Domingo Mena, 1987; Mínguez, 2005).

### 1.3.1 COGOTAS

El concepto de Cogotas se utiliza desde las décadas de los años 20 y 30 del siglo pasado, ubicándose inicialmente en el periodo de la Edad del Hierro. Maluquer en los años 50 reconoce la perspectiva global de este fenómeno y de la utilización del boquique, decoración cerámica que a nivel peninsular se documenta desde el Neolítico hasta el Bronce final (Alday, 2009).

Los elementos considerados Cogotas I surgirían desde varios ámbitos en la meseta Norte en el Bronce Medio: cerámicas campaniformes tipo Silos en el Este, grupos de ascendencia Precampaniforme con decoraciones incisas y punteadas en el occidente, grupos de ascendencia neolítica con el uso de boquique e impresiones en el Suroeste y grupos con Bronce Medio “auténtico” en la zona central. Estas formas se conjugarán para dar lugar a la llamada cultura Cogotas I (Fig. 2.10). Ésta va a formarse poco a poco, evolucionando y tomando elementos que van a desarrollarse a lo largo de varios siglos (Bellido Blanco, 2005). En sí, Cogotas I constituye un grupo arqueológico definido por una cultura material (cerámica principalmente) relativamente unificada. Su origen se centra en un área concreta del valle del Duero y parte de la submeseta Norte que tradicionalmente se ha llamado área nuclear (Fig. 2.9). Desde ella se ha visto cómo esta decoración llegó hasta otras regiones con variantes locales.

Los poblamientos cogoteños suelen identificarse no por sus poblados, donde en ocasiones es difícil apreciar el asentamiento de las viviendas, sino por la presencia de numerosos hoyos excavados en el área (Delibes de Castro, 2000-2001; Blanco González, 2011, Blanco González *et al.*, 2018). Éstos suelen estar rellenos de restos orgánicos e inorgánicos, lo que hace pensar en auténticos basureros y, mezclados con los materiales, aparecen las cerámicas tipo Cogotas. Su utilización pudo estar ligada a ciertos simposios familiares que, tras la recolección del grano y con un rebaño suficiente, se desarrollarían pequeños banquetes de celebración (Abarquero Moras, 1997; Blanco González, 2011; Rodríguez Marcos, 2012). La cerámica decorada Cogotas I podría ser esa vajilla especial que utilizarían para dichas celebraciones.

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

Tradicionalmente, debido al tipo de emplazamientos, se decía que tenían una economía esencialmente agrícola, aunque con nuevos datos faunísticos y carpológicos se ha reformulado hacia una economía mixta (Navarte Sanz, 2001; Fernández Moreno, 2013). Esto explicaría los diferentes tipos de poblamiento que se producen en este momento: aquellos que se localizan en altura enfocados a la explotación ganadera y los que se dan en las zonas de valles, enfocados a las tareas agrícolas. Sin embargo, esta identificación no ha de ser entendida como exclusiva, es decir, que la economía de cada poblado estará determinada por el medio que permitirá el desarrollo de una u otra forma mayoritariamente. En todo caso ambas formas de explotación económica no son incompatibles (Abarquero Moras, 2005). En yacimientos Cogotas se ve un predominio de la cabaña ovicaprina (propicio en el medio y que abastece de productos secundarios), bovinos, cerdo y caballo (p.ej. Moncín, Harrison *et al.*, 1987; Fig. 2.9).

La definición general formal de los recipientes sería la de vasos ricamente decorados que presentan motivos incisos, impresos, excisos y de boquique formando complejos elementos decorativos (Fig. 2.10). En muchas ocasiones aparecen con incrustaciones de pasta blanca que permite resaltar el motivo sobre el fondo más oscuro, que genera gran contraste respecto a la superficie de la cerámica (bruñida). En el inicio de la investigación sobre este tipo decorativo, se las incluyó en cronologías de la Edad del Hierro por el uso de motivos excisos en las superficies, ligado a las incursiones indoeuropeas. Hoy en día se relaciona con una cultura decorativa de carácter autóctona (con subestilos o facies locales) y con un desarrollo fundamental en la meseta Norte y parte superior de la meseta sur, desligada de otros fenómenos peninsulares.

La expansión de esta decoración se ha ligado de nuevo a los matrimonios exógenos. Además, en una sociedad como la meseteña conformada por pequeños grupos que se moverían estacionalmente, la posibilidad de encontrar pareja dentro del grupo es pequeña, por lo que mirarían a grupos externos. Es en este proceso en el que, las mujeres, viajarían con unas cerámicas y unos modos decorativos que perpetuarían ya que se conforman dentro del ámbito doméstico (Abarquero Moras, 1997).

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE

### 1.3.2 CERÁMICA TIPO COGOTAS EN LA MESETA NORTE: EL VALLE DEL DUERO

#### 1.3.2.1 Cronología y tipologías cerámicas

Su origen se sitúa en el Bronce Pleno en el interior de la meseta Norte. Se fijan tres fases tradicionales de evolución para este periodo a las que se han dado rangos temporales (Fernández Posse, 1986; Abarquero Moras, 2005; Rodríguez Marcos, 2012): Primera fase-Horizonte Protocogotas (1700-1550 AC), Segunda fase-Etapa de Plenitud (1550-1350 AC) y Fase final-Fase Avanzada (1350-1000 AC).

Las cerámicas tipo Cogotas tuvieron una larga duración, y es por eso que se produjeron evoluciones morfológicas y decorativas. Se utiliza la división tradicional tripartita establecida por Fernández Posse (1986) donde describe las relaciones de estas formas decorativas con otras observadas en periodos anteriores, como la utilización del boquique que se relaciona con el Neolítico interior o decoraciones de triángulos invertidos rellenos de impresiones que se describieron para el Precampaniforme. Su origen se sitúa en el Bronce Pleno en el interior de la meseta Norte. Se fijan tres fases tradicionales de evolución para este periodo a las que se han dado rangos temporales (Fernández Posse, 1986; Abarquero Moras, 2005; Rodríguez Marcos, 2012): Primera fase-Horizonte Protocogotas (1700-1550 AC), Segunda fase-Etapa de Plenitud (1550-1350 AC) y Fase final-Fase Avanzada (1350-1000 AC).

Ejemplos de Cogotas en la Cuenca del Duero son (Fig. 2.9): Cogotas y Sanchorreja en Ávila; en Valladolid, Pórragos, El Teso de la Macañorra, La Requejada, La plaza, El Carrizal, Cementerio en Quintanilla de Onésimo, San Román de Hornija y San Pedro Regalado; en Soria, El Berrueco, Los Tolmos, el Castro de la Barbolla, El Balconcillo del cañón del río Lobos y la cueva del Asno; en Burgos, Las Empedradas; en Palencia, La Huelga y Abarca de Campos; en Zamora, Las Carretas; y en Salamanca, La Aceña.

## 2. SECUENCIA CRONOCULTURAL EN LA MESETA NORTE



Figura 2.10: Cerámica con decoración tipo Cogotas. El Portalón de Cueva Mayor (Atapuerca, Burgos).





©RaquelAsiain

# **3. MATERIALES DE ESTUDIO**



**I. EL PORTALÓN  
DE CUEVA MAYOR EN LA  
SIERRA DE ATAPUERCA**





## I. LA SIERRA DE ATAPUERCA

La sierra de Atapuerca se sitúa en la meseta Norte, a 14 km al Este de la ciudad de Burgos, en el límite oriental de la cuenca del Duero. Se trata de una elevación de 25 km<sup>2</sup> y altitud máxima de 1082 m. Se localiza al noroeste de la cordillera ibérica, entre la sierra de la Demanda (2260 m) y las últimas estribaciones la cordillera Cantábrica (2600 m), en el denominado Corredor de la Bureba (Carbonell *et al.*, 1999a; Moral del Hoyo, 2002). Este corredor constituye un área de comunicación natural entre las cuencas hidrográficas del Ebro y del Duero (Pérez González *et al.*, 2001) (Fig. 3.1a).

Geológicamente la sierra de Atapuerca está compuesta por calizas mesozoicas, del Cretácico Superior, en las que se ha desarrollado un importante sistema kárstico, controlado por los niveles de base de los ríos Arlanzón, Vena y Pico, que a su vez formaron los valles fluviales en los materiales neógenos que la bordean. El sistema kárstico de Cueva Mayor-Cueva del Silo presenta diferentes galerías, salas y cuevas abiertas al exterior (Ortega *et al.*, 2005). Las cavidades han sido rellenadas por distintos tipos de sedimentos a lo largo del Pleistoceno (en el caso de Atapuerca desde hace ca. 1.4 M.a.), en muchas ocasiones hasta su colmatación (Aranburu *et al.*, 2012).

El karst de Atapuerca está dividido en dos subsistemas kársticos llamados Cueva Mayor y Cueva del Silo, que forman una red subterránea de 3700 m de desarrollo, dividido en tres niveles que albergan numerosos yacimientos arqueopaleontológicos de distintas cronologías (Arsuaga *et al.*, 1997; Ortega *et al.*, 2005; Ortega *et al.*, 2013. Fig. 3.1c-d):

- (i) Nivel Superior: conformado por la Galería del Sílex, El Portalón, el Salón del Coro, la Galería de las Estatuas y la Cueva Fantasma.
- (ii) Nivel Intermedio: compuesto por la Sala de los Cíclopes, la Galería del Silo, la Galería Baja y los depósitos de la Sima del Elefante en Cueva Mayor, además de los pasajes inferiores de Galería del Sílex y Galería de las Estatuas. También pertenecen a este nivel la Gran Dolina y el Complejo de Galería (situados en la Trinchera del Ferrocarril).
- (iii) Nivel Inferior: integrado por la Cueva del Silo, la Cueva Peluda, la Sima de los Huesos y la Cueva del Compresor.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

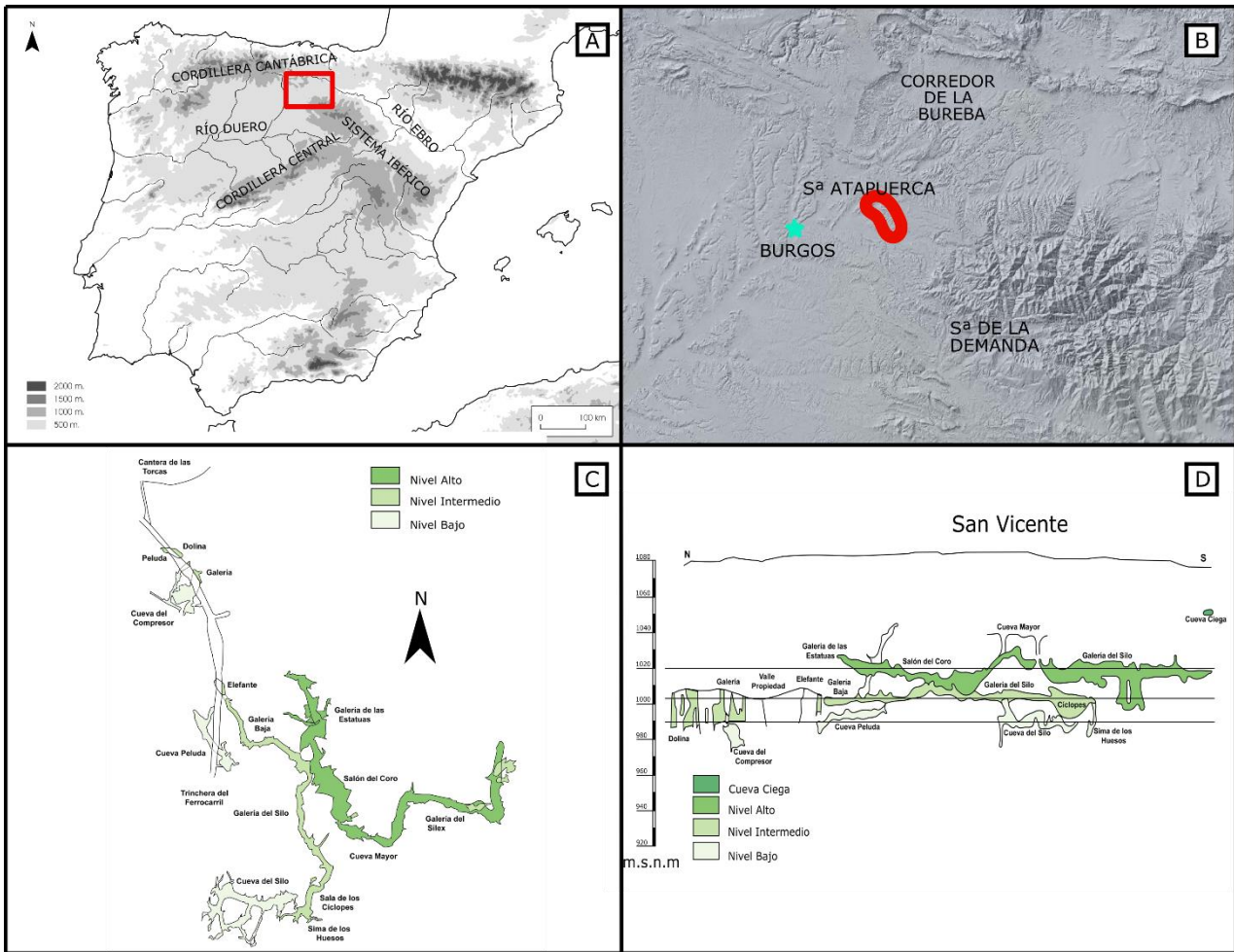


Figura 3.1: A-B localización de la Sierra de Atapuerca dentro de la geografía ibérica. C. Planta del sistema de kárstico en el que se encuentran los yacimientos (modificado de Ortega *et al.*, 2013). D. Perfil de los diferentes niveles kársticos del sistema de Cueva Mayor-Cueva del Silo (modificado de Ortega *et al.*, 2013).

## 1.1 HISTORIA DE LOS DESCUBRIMIENTOS ARQUEOPALEONTOLÓGICOS

En 1863 Felipe de Ariño y López y Ramón Inclán publicaron el descubrimiento de una mandíbula humana en la Cueva Ciega. Cinco años después los ingenieros de minas P. Sampayo y M. Zuaznívar publicaron el monográfico *Descripción con planos de la Cueva llamada de Atapuerca* donde incluyen datos referentes a la geología, morfología y arqueología de la zona (Maier Allende y Almagro Gorbea, 2003).

A finales del siglo XIX la empresa minera inglesa “The Sierra Company Limited” realizó una vía de tren (para unir Monterrubio de la Demanda y Villafría) que cruzó por el Suroeste

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

de la sierra, excavando una trinchera en la roca. Esta vía se abandonó rápidamente, pero dejó expuestas las paredes con fisuras y cavidades rellenas de sedimentos.

En la década de los 60 varios investigadores (J.I. Uribarri, Grupo Espeleológico Edelweiss, Palol, Sánchez y Crusafont, G.A. Clark y L.G. Strauss) visitaron el pasillo (que se llamaría Trinchera del ferrocarril) para estudiar los restos animales que aparecían en los rellenos kársticos.

En 1976 Trino Torres realizó varias incursiones con el objetivo de encontrar restos de oso, encontrando también restos humanos. Los restos fueron estudiados por Emiliano Aguirre y Hénry de Lumley, quienes clasificaron los hallazgos como pre-neandertales. Finalmente, en 1978, Aguirre decidió comenzar una excavación sistemática de los yacimientos más prometedores.

## 1.2 YACIMIENTOS ARQUEOPALENTOLÓGICOS

La sierra de Atapuerca contiene yacimientos desde el Pleistoceno Inferior (Arsuaga *et al.*, 1997, 2017; Carbonell *et al.*, 1999a, 1999b, 2001, 2008; Bermúdez de Castro *et al.*, 2017) hasta la Prehistoria reciente (Ortega *et al.*, 2008b; Carretero *et al.*, 2008; Pérez Romero *et al.*, 2010, 2013, 2015, 2017; Alday *et al.*, 2019). Los más antiguos se localizan en la Trinchera del ferrocarril y corresponden a antiguas entradas al karst (Arsuaga *et al.*, 1997). La Trinchera conforma un arco de 500 m de longitud y profundidades máximas de 20 m (Carbonell *et al.*, 1999a). A lo largo de este corte han quedado expuestas diversas cavidades colmatadas con sedimento que engloban un importante registro paleontológico: Sima del Elefante (TE) (Fig. 3.2a) (Rosas *et al.*, 2006; Huguet *et al.*, 2017); Galería (TG) (Fig. 3.2b) (Rosas *et al.*, 1998; Carbonell Roura *et al.*, 1999; García Medrano *et al.*, 2015); Gran Dolina (TD) (Parés y Pérez González, 1999; Bermúdez de Castro *et al.*, 2013, 2017).

Fuera del complejo de la Trinchera hay, al aire libre, varios yacimientos del Pleistoceno Medio en el que se han recuperado varias muestras de industria lítica musteriense: Hundidero, Fuente Mudarra y Hotel California (Navazo *et al.*, 2011; Santamaría Díez y Navazo Ruiz, 2017).

Cabe señalar la presencia de yacimientos con cronologías holocenas, p.ej. El Mirador (MIR). Este se localiza también en una entrada kárstica que en la actualidad está colmatada. En el año 1999 se inició el trabajo arqueológico con un sondeo (6m<sup>2</sup>) que dejó

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

al descubierto una secuencia desde el Pleistoceno Superior al Holoceno. La secuencia holocena (MIR1-MIR24) registra actividad antrópica desde el Neolítico a la Edad del Bronce (5,5 m de espesor) y se localizan numerosas capas de ceniza, producidas por las combustiones periódicas del estiércol producido por la estabulación ganadera (*fumiers*). (Fig. 3.2d) (Vergés *et al.*, 2002, 2008, 2016 ; Carrancho *et al.*, 2009; Martín *et al.*, 2009, 2016; Gómez Sánchez *et al.*, 2014).

La naturaleza de los materiales hallados es variable: (i) cerámica, con predominio de las formas simples (globulares y rectas), y en la decoraciones predominan las incisiones, junto con impresiones y aplicaciones; (ii) los restos faunísticos son los más numerosos, mayoritariamente especies domésticas (principalmente ovicápridos, además de bóvidos, suidos, équidos y canidos), aunque también hay presencia de especies salvajes (jabalí, ciervo, corzo o conejo); algunos restos presentan marcas de corte y fracturas de origen antrópico. (iii) industria lítica, realizada sobre varios materiales (sílex, arenisca, caliza, cuarcita, cuarzo, cristal de roca, yeso y pizarra), aunque el sílex es predominante (Moral del Hoyo, 2002; Vergès *et al.*, 2008). (iv) un importante registro de restos humanos, con la aparición de un enterramiento colectivo de carácter secundario, además de restos humanos en diversas partes de la cavidad (Vergés *et al.*, 2016).

Dentro del sistema kárstico de Cueva Mayor-Cueva del Silo se localizan también otros yacimientos, algunos pertenecientes al Pleistoceno Medio como la Sima de los Huesos (SH) (Arsuaga *et al.*, 1997, 2014; Sala *et al.*, 2016; Aranburu *et al.*, 2017) o la Galería de las Estatuas (GE) (Aranburu *et al.*, 2012; Arsuaga *et al.*, 2017; Pablos *et al.*, 2018; Demuro *et al.*, 2019) (Fig. 3.2c).

Además, en el interior del sistema kárstico se localiza otro de los yacimientos holocenos del conjunto de la sierra, la Cueva del Sílex. Ésta fue descubierta en 1972 por el grupo espeleológico Edelweiss. Se encuentra a la derecha de la actual entrada al sistema kárstico y consiste en una galería de 920 m de largo. La entrada original quedó sellada en la Edad del Bronce, por ello los restos fueron encontrados *in situ* e intactos en superficie. La galería contenía restos humanos, fauna doméstica, cerámica, útiles líticos, industria ósea, además de 53 paneles de grabados y pinturas en sus paredes (temas lineales y geométricos: retículas, columnas formando círculos, zigzags, cuadrículas). Este tramo de la galería fue utilizado en la Edad del Bronce como área funeraria. Las cronologías obtenidas para este espacio por  $^{14}\text{C}$  indican una edad de  $3530\pm 110$  y  $3670\pm 40$  cal. AP (García Diez *et al.*, 2003).

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA



Figura 3.2: Yacimientos de la Sierra de Atapuerca. a) vista general de la Sima del Elefante, Foto: R. Huguet. b) vista general del yacimiento de Galería. Foto: J. Mestre-www.atapuerca.org c) Área de excavación el yacimiento de Galería de las Estatuas. Foto: A. Gómez d) Yacimiento de El Mirador. Foto: J. Mestre-www.atapuerca.org

## II. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR

### 2.1 PRIMERAS NOTICIAS

La primera referencia a la cueva de Atapuerca aparece en la documentación del monasterio de San Pedro de Cardeña en el siglo X (Ortega Martínez y Martín Merino, 2005; Pérez Romero, 2009). En 1527 aparece otro registro en la *Crónica Burlesca del Emperador Carlos V* escrita por don Francés de Zúñiga. Además, en el interior de la cavidad aparecen diferentes grafitis en las paredes que desde el siglo XV fechan visitas a las distintas salas y galerías (Ortega Martínez y Martín Merino, 2005). Los primeros estudios datan de 1868 y fueron realizados por los ingenieros de minas P. Sampayo y M. Zuaznávar, donde se hace referencia a la existencia de cerámicas en El Portalón (Ortega *et al.*, 2008a, 2008b).

En el siglo XX la cueva recibió numerosas visitas: en 1910 el arqueólogo J. Carballo señala la presencia de arte rupestre en las paredes de la Cueva del Silo, Galería de la Estatuas y una cabeza de caballo roja pintada en El Portalón. A raíz de este estudio H. Breuil y H. Obermaier analizaron la pintura y la adscribieron a cronologías paleolíticas (Ortega *et al.*, 2008a, 2008b ; Galindo Pellicena, 2014). Estas conclusiones quedaron reflejadas en el trabajo de Martínez Santaolalla de 1926 sobre el Neolítico burgalés (Carbonell, 1999a; Juez, 2005; Carretero *et al.*, 2008; Pérez Romero, 2009). Desde 1954 el Grupo Espeleológico Edelweiss (G.E.E.) llevó a cabo diversos trabajos de exploración que supusieron el descubrimiento de varios enclaves arqueo-paleontológicos.

### 2.2 EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL SIGLO XX

#### 2.2.1 EXCAVACIONES DE FRANCISCO JORDÁ

Entre 1964 y 1966 F. Jordá (Universidad de Salamanca) realizó las primeras excavaciones en la Trinchera y en El Portalón. En el caso del yacimiento de El Portalón, su intervención la realizó en el norte de la cavidad, en el área próxima a la cabeza del caballo (Juez, 2005; Ortega *et al.*, 2008a, 2008b), representada en color verde claro en la figura 3.3. Desafortunadamente nada se sabe del paradero de los materiales arqueológicos recuperados ni de los diarios de excavación.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA



Figura 3.3: Plano del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor. Se indica la localización de las intervenciones arqueológicas realizadas por los diferentes equipos de trabajo. EIA-Equipo Investigación de Atapuerca.

#### 2.2.2 EXCAVACIÓN DE GEOFFREY A. CLARK, LAWRENCE STRAUSS Y JOSÉ I. URIBARRI

En 1963 G.A. Clark prospectó las cavidades del norte de la provincia burgalesa, tratando de identificar yacimientos del Paleolítico Superior. Debido a las noticias de Carballo sobre la pintura del caballo, estudió los yacimientos de la sierra de Atapuerca. En julio de 1972



### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

realizó un sondeo de 2 x 2 m, representado en azul en la figura 3.3. Este sondeo se dividió en 26 niveles arbitrarios de 10 cm cada uno, que fueron adscritos a varias cronologías: niveles del 1 al 3 a la Época Romana (s.l.), del 8 al 16 al Bronce Final, del 17 al 18 al Bronce Medio y del 19 al 20 al Bronce Antiguo. Los niveles del 21 al 26 los identificó como Eneolítico (Clark, 1979) (Carretero *et al.*, 2008; Juez, 2005; Ortega *et al.*, 2008a, 2008b) (Fig. 3.3).

#### 2.2.3 EXCAVACIONES DE JOSÉ M<sup>a</sup> APELLÁNIZ

En 1972 J.L. Urbarri descubrió la Galería del Sílex, lo que junto a las investigaciones anteriores, motivaron que el profesor J.M<sup>a</sup> Apellániz (Universidad de Deusto) iniciara una excavación sistemática en El Portalón de Cueva Mayor (Juez, 2005). Éstas se desarrollaron entre 1973 y 1983 en un área no afectada por las anteriores excavaciones (Fig. 3.3, áreas delimitadas en rojo). El área de excavación se localiza en el sector Este de la zona central, ocupando cerca de 17m<sup>2</sup>, y se excavó hasta una profundidad aproximada de 2 m. En los diez años de intervención, su actividad la dividió en dos sectores: Sector I localizado en la zona Sureste; y el Sector II, de mayor tamaño, al Noreste. La estratigrafía la realizó siguiendo el método de lechos<sup>1</sup> y, de acuerdo con Mínguez (2005), Apellániz diferenció tres niveles: Nivel I, superficial alterado; Nivel II, ocupaciones tardorromanas (s. IV d.C.); y Nivel III, correspondiente a una potente secuencia de la Edad del Bronce. En la última campaña realizó un sondeo en la zona Oeste, donde los materiales aparecieron revueltos (Juez, 2005; Ortega *et al.*, 2008a, 2008b).

#### 2.2.4 EXCAVACIONES DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN DE ATAPUERCA

Desde el año 2000 el Equipo de Investigación de Atapuerca (EIA) continuó las excavaciones en este yacimiento. Inicialmente se continuó la excavación de la misma área y a partir de los niveles que no excavó J.M<sup>a</sup> Apellániz. Sin embargo, en la parte central de la excavación se observó un área donde los materiales arqueológicos aparecían revueltos y por ello se excavó exclusivamente en esa área durante 6 años. Finalmente, se delimitó un pozo de más de 10 metros de profundidad que permitió conocer la secuencia estratigráfica del yacimiento, que además de diversas unidades holocenas se extendía de manera continua hasta niveles Pleistocenos (Juez, 2005; Carretero *et al.*, 2008; Ortega *et al.*, 2008a, 2008b; Pérez Romero *et al.*, 2010). En la campaña 2007 se pudo iniciar la

---

<sup>1</sup> “un lecho es la unidad de depósito de materiales en un lapso de tiempo que se establece tomando como referencia los criterios de depósito de los materiales: huesos grandes y largos, lascas de piedra, fragmentos grandes y manchas de ceniza” Apellániz *et al.*, 1983b según Mínguez, 2005: 49.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

excavación sistemática en extensión del Sector II y parte del Sector I (Fig. 3.3, áreas punteadas).

Todo el yacimiento tiene una inclinación natural hacia el noroeste, conformando un gran cono sedimentario que llega hasta el Salón del Coro. Por ello, muchos de los estratos presentan un marcado buzamiento dirección Norte-Noreste. A este proceso se le añade las sucesivas caídas de bloques del techo que hacen que algunas unidades estén, además, notablemente deformadas.

## 2.3 SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA Y CRONOLOGÍA

Los niveles estratigráficos del yacimiento de El Portalón fueron en un primer momento descritos por Clark y Apellániz y, posteriormente, el EIA ha correlacionado los niveles excavados previamente por los diversos autores a los definidos en la excavación actual. El yacimiento queda dividido en 10 niveles arqueostratigráficos atendiendo a los materiales y las cronologías que contienen (Carretero *et al.*, 2008; Ortega *et al.*, 2008a, 2008b; Pérez Romero *et al.*, 2015) (Fig. 3.4). En los siguientes apartados se realiza una breve descripción de cada uno de ellos por orden cronológico.

### 2.3.1 CONTEMPORANEO-MEDIEVAL

Corresponde al Nivel 0 superficial (Fig. 3.4), excavado en diversos lugares de la cueva por las distintas campañas realizadas en el yacimiento. Se ha recuperado mayoritariamente cerámica común micada. De una cata realizada en el Salón del Coro, en el perfil Sur de la cata GP3, continuación del relleno de El Portalón, se encontró una dobla almohade que está datada en torno 1248-1266 d.C. (Pérez Romero *et al.*, 2010) (Fig. 3.5h). Muchos de los materiales obtenidos de esta época se recuperaron también al excavar el pozo, así como de las excavaciones de Clark y Apellániz. En la campaña de 2014 se decidió abrir una nueva área de excavación en el Norte de la cueva, bajo la pintura de la cabeza del caballo (Sector III). Los restos medievales hallados en este sector: cerámicas, fauna e industria ósea indican un uso puntual de la cueva (Fig. 3.5a-g).

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

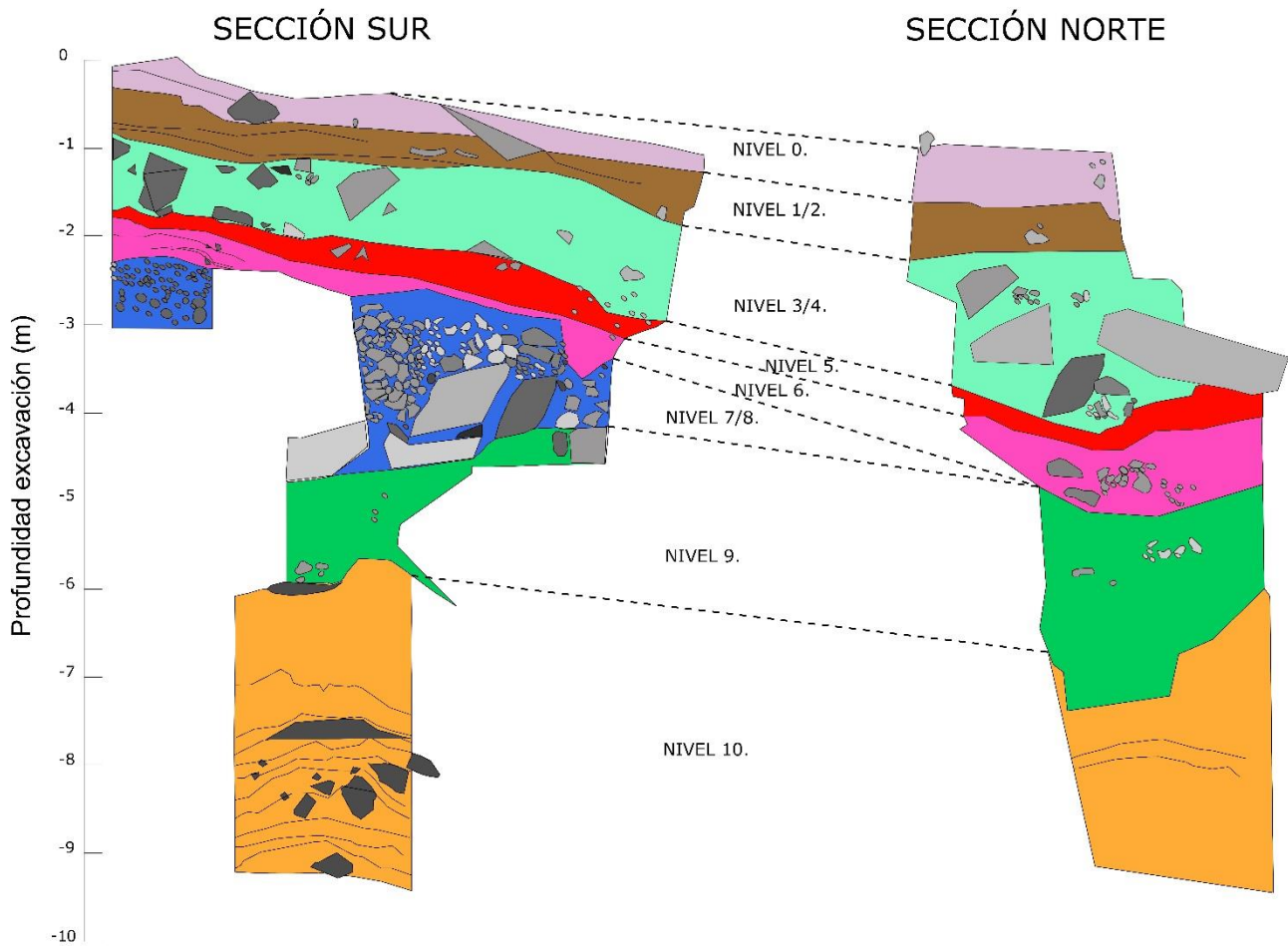


Figura 3.4: Estratigrafía de la secuencia arqueopaleontológica del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor. Correlación estratigráfica de los perfiles Norte y Sur. Nivel 0: Contemporáneo y Medieval. Nivel 1: Época Romana. Nivel 2: Edad Hierro. Nivel 3, 4, 5: Edad del Bronce. Nivel 6: Calcolítico Campaniforme. Nivel 7: Calcolítico precampaniforme de estabulación. Nivel 8: Calcolítico precampaniforme funerario. Nivel 9: Neolítico. Nivel 10: Pleistoceno. Modificado de Ortega *et al.*, 2008a, 2008b.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

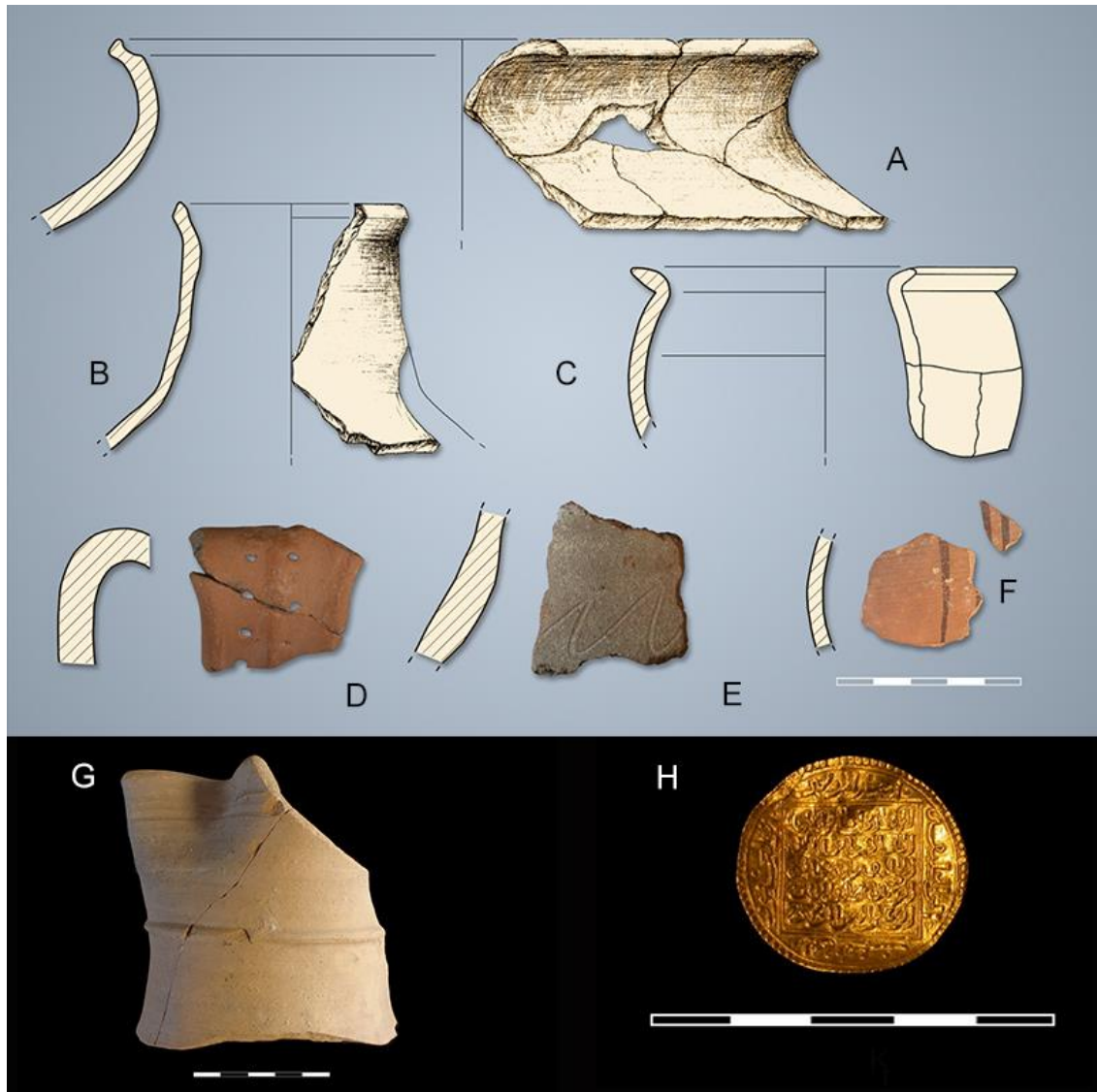


Figura 3.5: Materiales arqueológico de El Portalón de Cueva Mayor procedentes de la unidad medieval. A-G: conjunto cerámico adscrito a la época contemporáneo y medieval de los niveles 0 y 1, cerámica a torno, pintada esgrafiada y perforada. H: dobla almohade encontrada el Salón del Coro. Pérez Romero *et al.*, 2010.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

#### 2.3.2 ÉPOCA ROMANA

Corresponde al Nivel 1 de la secuencia estratigráfica (Fig. 3.4). Tanto Apellániz como Clark recuperaron materiales de esta época en sus excavaciones y en la excavación del pozo se recuperaron fragmentos de *terra sigillata*. En el año 2014 se excavó en el área norte, bajo el caballo, conocido como Testigo por Apellániz y que pasó a llamarse Sector III. Este nivel está compuesto por unidades conformadas por numerosos hogares, algunos de ellos han perdido la cubeta original y las cenizas aparecen en muchas ocasiones mezcladas con arcilla. Se encontraron varios restos que podrían atestiguar la utilización puntual del espacio por soldados romanos. Entre los restos hallados, los más significativos, regatones metálicos (Fig. 3.6a-d), cerámica de tipo *terra sigillata* y común micada (Fig. 3.6e-l), un dado en hueso (Fig. 3.6m), fichas de juego en piedra, además de agujas metálicas y restos faunísticos quemados de cerdos y ovicápridos. Durante las excavaciones de Apellániz se recuperaron también puntas de lanza y restos de bocados de caballo.

#### 2.3.3 EDAD DEL HIERRO

Corresponde al Nivel 2 (Fig. 3.4). Este nivel fue detectado por Clark, pero Apellániz no lo menciona en sus memorias de excavación. Sin embargo, ha sido identificado por las dataciones realizadas en los perfiles del Noroeste del yacimiento, y por las tipologías de varios fragmentos cerámicos encontrados en el pozo. Los restos más significativos son cerámicas con decoración incisa propia de este momento y cerámica común (Fig. 3.7), toda ella muy fragmentada. Los restos faunísticos son escasos y en ocasiones aparecen quemados. Se ha encontrado armamento en hierro como hachas (Fig. 3.7b).

3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

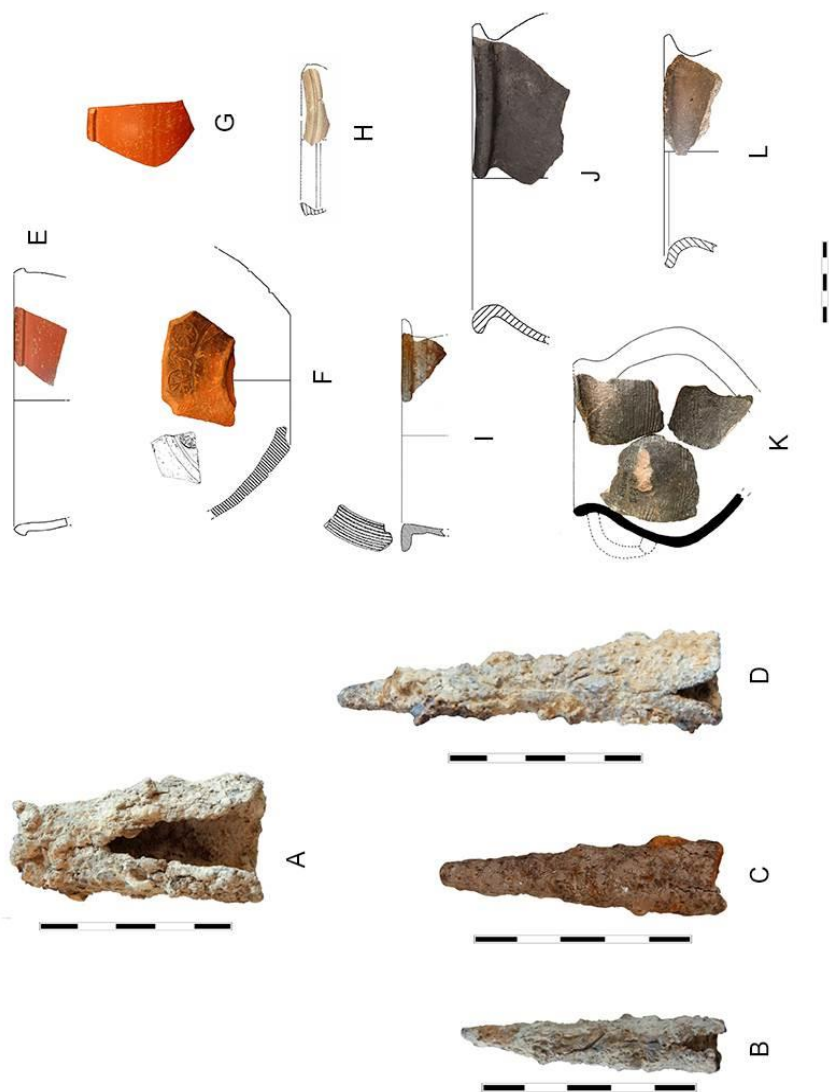


Figura 3.6: Materiales arqueológicos de El Portalón de Cueva Mayor procedentes de la unidad romana. A-D: restos metálicos correspondientes a regatones. E-L: fragmentos cerámicos de *terra sigillata* y común. M: dado de hueso. Fotos A. Pérez Romero. Fuentes: Pérez Romero *et al.*, 2013; Pérez Romero, 2009.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

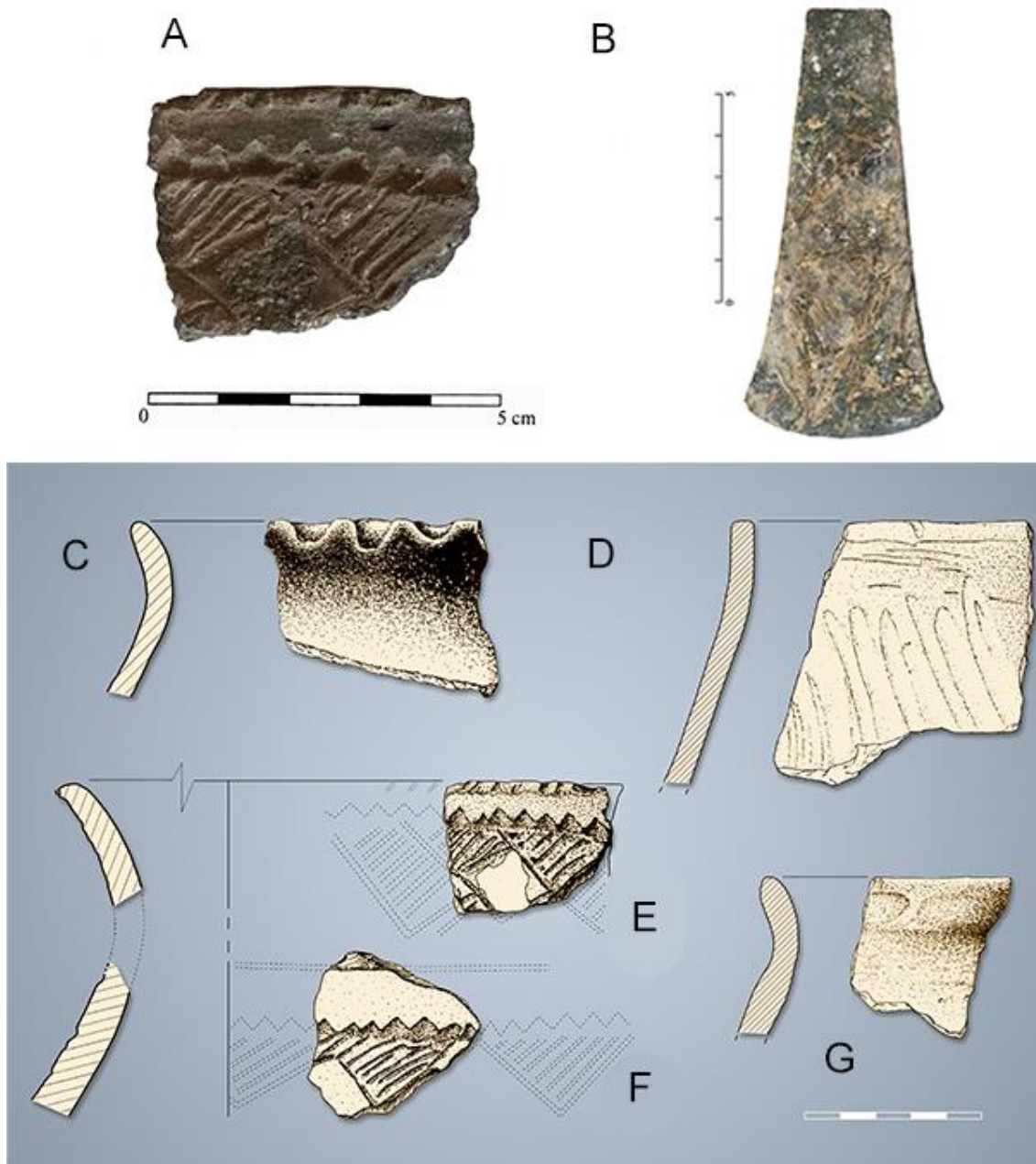


Figura 3.7: Materiales arqueológicos de El Portalón de Cueva Mayor procedentes de la Edad del Hierro. A: cerámica decorada. B: hacha en hierro. C-G: fragmentos cerámicos con diversas decoraciones. Pérez-Romero *et al.*, 2013; Pérez Romero, 2009.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

#### 2.3.4 EDAD DEL BRONCE

La Edad del Bronce está registrada en los niveles estratigráficos 3, 4 y 5 (Fig. 3.4). Tanto Clark como Apellániz excavaron materiales de esta cronología. A partir de las dataciones en muestras extraídas de los perfiles estratigráficos se ha podido distinguir la presencia del Bronce Inicial y Medio (Carretero *et al.*, 2008; Pérez Romero *et al.*, 2015). Dentro del Sector II Apellániz definió un nivel caracterizado por la acumulación de restos óseos de caballo (HSU-*Horse Stratigraphic Unit*, Unidad estratigráfica de caballos; Galindo Pellicena *et al.*, 2017b) (Fig. 3.8). En la nueva área de excavación del Sector III, el material arqueológico recuperado parece indicar la presencia también de materiales del Bronce Final (Cogotas I) en este sector (Fig. 3.9d), además de una aguja en oro (Fig. 3.9b) y en la Cueva del Silo un brazalete tipo Villena/Estremoz (Fig. 3.9c) (Pérez Romero *et al.*, 2018).

Las excavaciones llevadas a cabo por Apellániz se realizaron a partir de una división estratigráfica basada en lechos (Mínguez, 2005; Juez, 2005; Ortega *et al.*, 2008). Recientemente se ha realizado la correlación estratigráfica entre los lechos definidos por Apellániz, los niveles de Clark y las unidades y niveles descritos por el actual equipo de excavación del yacimiento (EIA) (Pérez Romero *et al.*, 2015) (Fig. 3.10) (Tabla 3.I).



### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

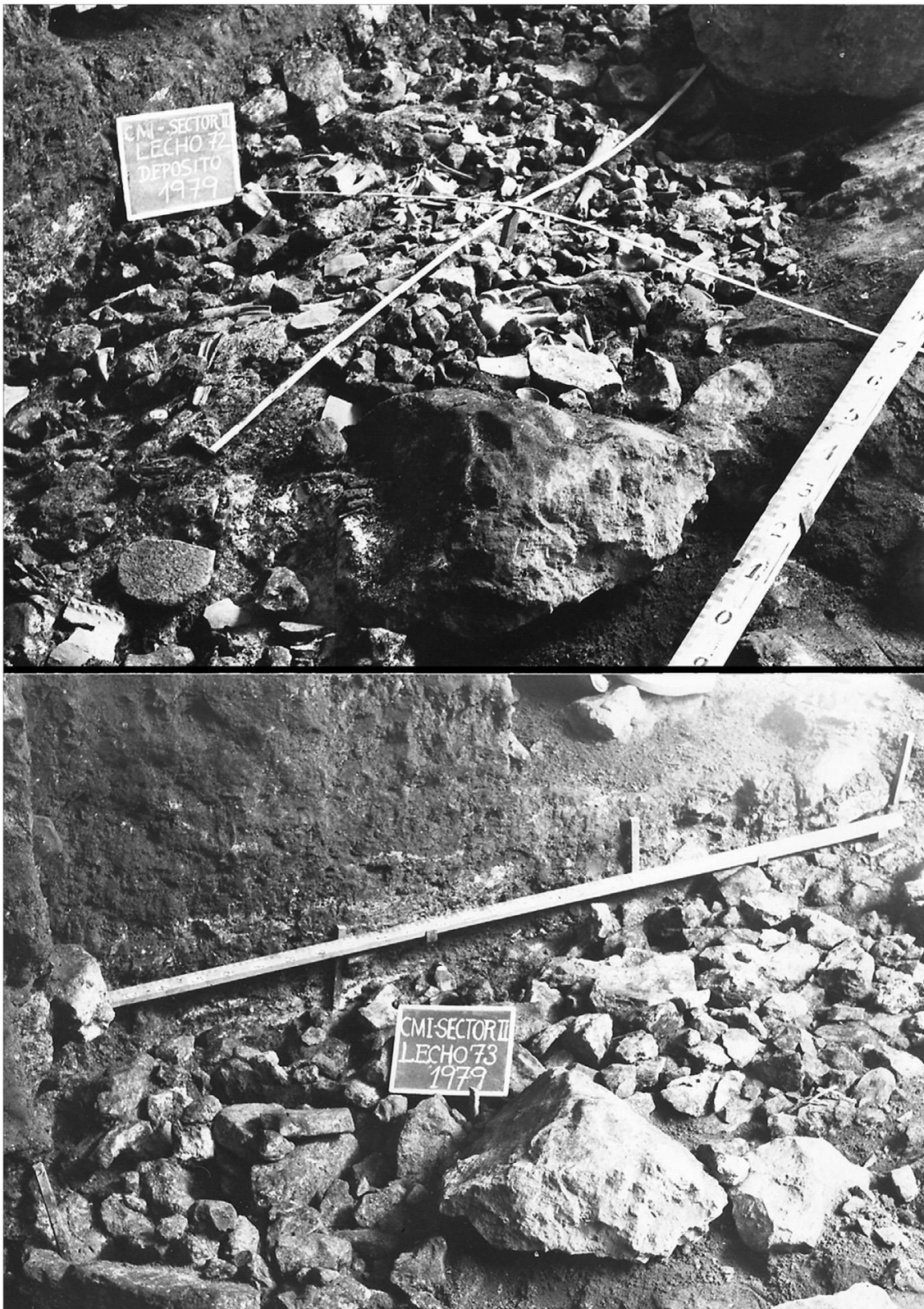


Figura 3.8: Fotografías del Nivel 5 (Edad del Bronce Inicial) en 1979. Fotografías del Museo de Burgos. Galindo Pellicena *et al.*, 2017.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

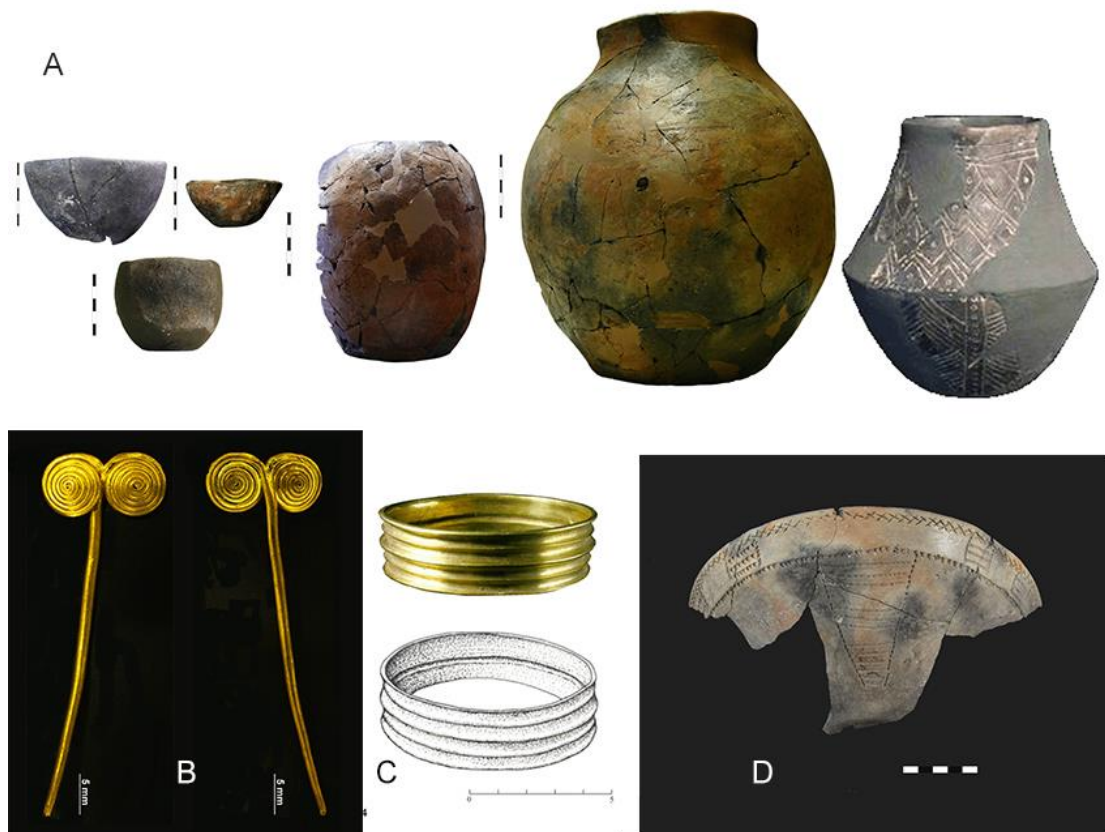


Figura 3.9: Materiales arqueológicos de la Edad del Bronce en El Portalón de Cueva Mayor. A: restos cerámicos de los que se han podido realizar reconstrucciones parciales. B: aguja de oro encontrada en la intervención actual del Sector III. C: brazalete de oro encontrado en la Cueva del Silo, Pérez-Romero *et al.*, 2018. D: fragmentos cerámicos decorados de tipo Cogotas. Fotos A. Pérez Romero. Fotos: Pérez Romero *et al.*, 2018.

3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

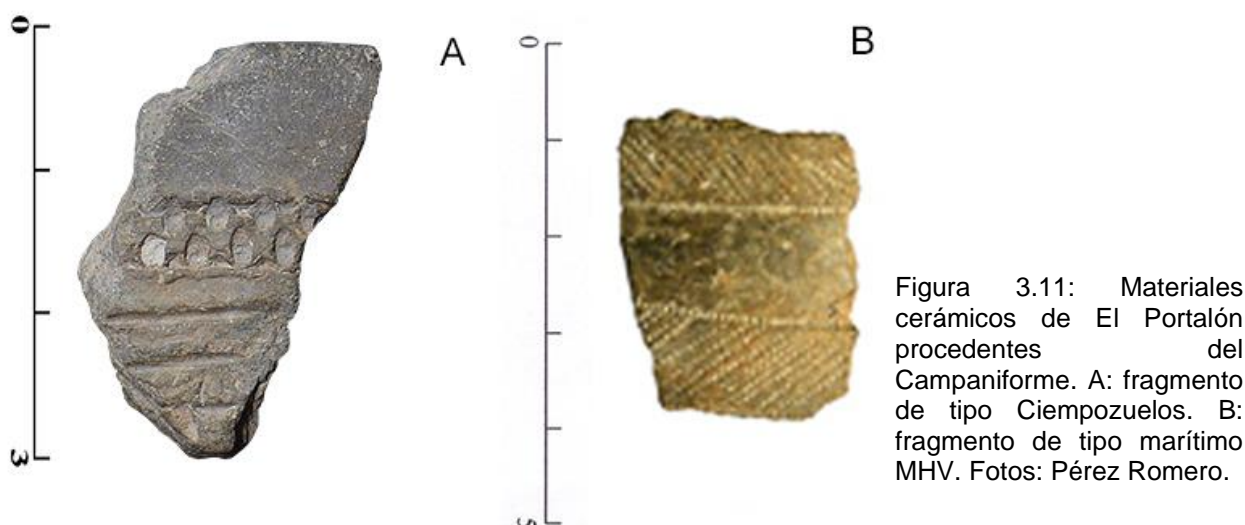
Excavación de Clark (1972)		Excavación de Apellániz (1973-1983)		Excavación EIA (2000- Actualidad)		
Secuencia arqueológica		Secuencia arqueológica		Correlación con los lechos de Apellániz	Secuencia arqueológica	
1	Superficial	N I		P r o t o h i s t ó r i c a y O c u p a c i o n	N 0 Medieval 1000±40 BP	
3					S.I.L. 1-38	N 1 Romano 2050±40 BP
4					S.II.L. 1-30	N 2 Edad del Hierro 2490±40 BP
5	In situ	N II L 1-9				
6						
7						
8		N III				
9		S.I.L. 1-38				
10		S.II.L. 1-30				
11						
12		S.I.L. 39-55				
13		S.II.L. 31-57		S.I.L. 39-74	N 3/4 Bronce Medio 3330±70 BP 3490±40 BP 3630±40 BP	
14				S.II.L. 31-69		
15		S.I.L. 56-110				
16		S.II.L. 58-82				
17						
18						
19		S.I.L. 111-115		S.I.L. 75-115	N 5 Bronce Inicial 3700±70 BP 3760±40 BP	
20				S.II.L. 70-81		
21						
22		S.II.L. 83				
23						
24						
25						
26				S.II.L. 82-83	N 6/7/8 Calcolítico 3910±70 BP 4440±50 BP 4350±40 BP	
					N 9 Neolítico 6100±50 BP 7790±50 BP	
					N 10 Pleistoceno Superior 16980±80 BP 30300±190 BP	

Figura 3.10: Tabla de correlación de los niveles estratigráficos definidos y excavados por Clark, Apellániz y el EIA. Pérez Romero *et al.*, 2015. S.I-Sector I, S.II-Sector II, L-Lechos.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

#### 2.3.5 CALCOLÍTICO CAMPANIFORME

Se corresponde con el Nivel 6 (Fig. 3.4). Apellániz excavó dos lechos de este nivel, los lechos 82 y 83 donde localizó cerámica campaniforme *in situ*. Dentro del pozo también aparecieron restos cerámicos con decoraciones típicas de este periodo de tipo marítima, Ciempozuelos y mixta (Fig. 3.11). El uso que se le dio al espacio en este periodo fue, al menos en el área excavada, de estabulación y doméstica, con numerosos y extensos niveles de *fumiers* y áreas destinadas a la habitación.



#### 2.3.6 CALCOLÍTICO PRECAMPANIFORME

Incluye las unidades 7 y 8 (Fig. 3.4). Clark excavó hasta este nivel, parando porque encontró una gran acumulación de piedras que consideró el fin de la secuencia del yacimiento. Este es el primer periodo que el equipo del EIA excava sin que hubiera intervenciones previas (Pérez Romero *et al.*, 2017). En el momento de elaborar la estratigrafía, esta cronología se definió como Nivel 7/8 (Fig. 3.4), pero después de su reciente excavación se han podido diferenciar dos unidades correspondientes a dos fases de ocupación bien diferenciadas:

##### 2.3.6.1 Fase de estabulación

Corresponde al nivel estratigráfico 7 (Fig. 3.4). La fase de estabulación de finales de la unidad precampaniforme se ha definido por medio de los materiales arqueológicos que son típicos de este periodo (p.ej. cerámicas con perforaciones y pastillas. Fig. 3.12a y b). Se distinguen varios niveles de *fumiers*, así como suelos preparados con hogares centrales. Esto indica la presencia fundamentalmente de estabulación en el área excavada, pero que

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

también incluía áreas habitacionales seguramente utilizadas por los pastores. En este nivel también se encontraron restos humanos, que proceden de la remoción de los niveles estratigráficos subyacentes correspondientes a una estructura funeraria (Fig. 3.12) (Tabla 3.I).

#### 2.3.6.2 Fase Funeraria

Constituye el Nivel 8 de la estratigrafía (Fig. 3.4). Se define por la aparición de una gran acumulación de clastos calizos, de hasta 2 m de espesor, al sur del área de excavación (Pérez Romero *et al.*, 2017). Se trata de un túmulo que ha sido cortado parcialmente por el pozo al Oeste y por la excavación al Norte. En el interior del túmulo se han encontrado restos de diferentes enterramientos humanos (NMI: 7) y en su base un enterramiento intacto de un individuo infantil en posición primaria (Castilla *et al.*, 2014; Pérez Romero *et al.*, 2017) (Fig. 3.13a). Aparecen, asociados a los enterramientos, numerosos restos cerámicos, así como restos faunísticos y líticos a modo de ajuar y ofrendas (Fig. 3.13b-e) (Tabla 2.I).

#### 2.3.7 NEOLÍTICO

Se corresponde con el Nivel 9 (Fig. 3.4). El límite entre la fase funeraria precampaniforme y los niveles neolíticos lo marca un estrato decimétrico arqueológicamente estéril que está caracterizado por un vacío ocupacional en el que la cueva fue abandonada por los grupos humanos y en el que aparecen, exclusivamente, restos faunísticos pequeños: roedores, murciélagos y pequeños depredadores. Las unidades neolíticas más modernas corresponden a una secuencia alternante de suelos preparados y niveles de ocupación. Esta secuencia está asociada a una función habitacional del espacio. Aparecen diversos restos, entre los que destaca la cerámica y la fauna (Alday *et al.*, 2019) (Fig. 3.14a y d), además de elementos de adorno realizados en hueso e industria ósea (Fig. 3.14b y c) y también un aumento de los útiles líticos (Fig. 3.14f) (Tabla 3.I).

#### 2.3.8 PLEISTOCENO

Se corresponde con el Nivel 10 (Fig. 3.4). Perteneció al Pleistoceno Superior y se encuentra dividido en doce subniveles en una profundidad de más de 360 cm. Aparecen abundantes restos de microfauna y, en menor cantidad de macrofauna (López García *et al.*, 2010). Aunque no ha sido excavado, se han registrado fechas radiocarbónicas para el subnivel 1 de  $16.980 \pm 80$  AP hasta  $30.300 \pm 190$  AP para el subnivel 11. Dichos niveles

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

engloban restos de microfauna y algunos restos de posibles útiles líticos (Carretero *et al.*, 2008).



Figura 3.12: Materiales arqueológicos de El Portalón de Cueva Mayor procedentes del nivel Calcolítico precampaniforme, fase establecimiento. A-B: restos cerámicos decorados y lisos. C: restos de industria lítica. D: restos humanos hallados con la fase de establecimiento. E: útiles de industria ósea. F: restos faunísticos. Fotos A. Pérez Romero.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

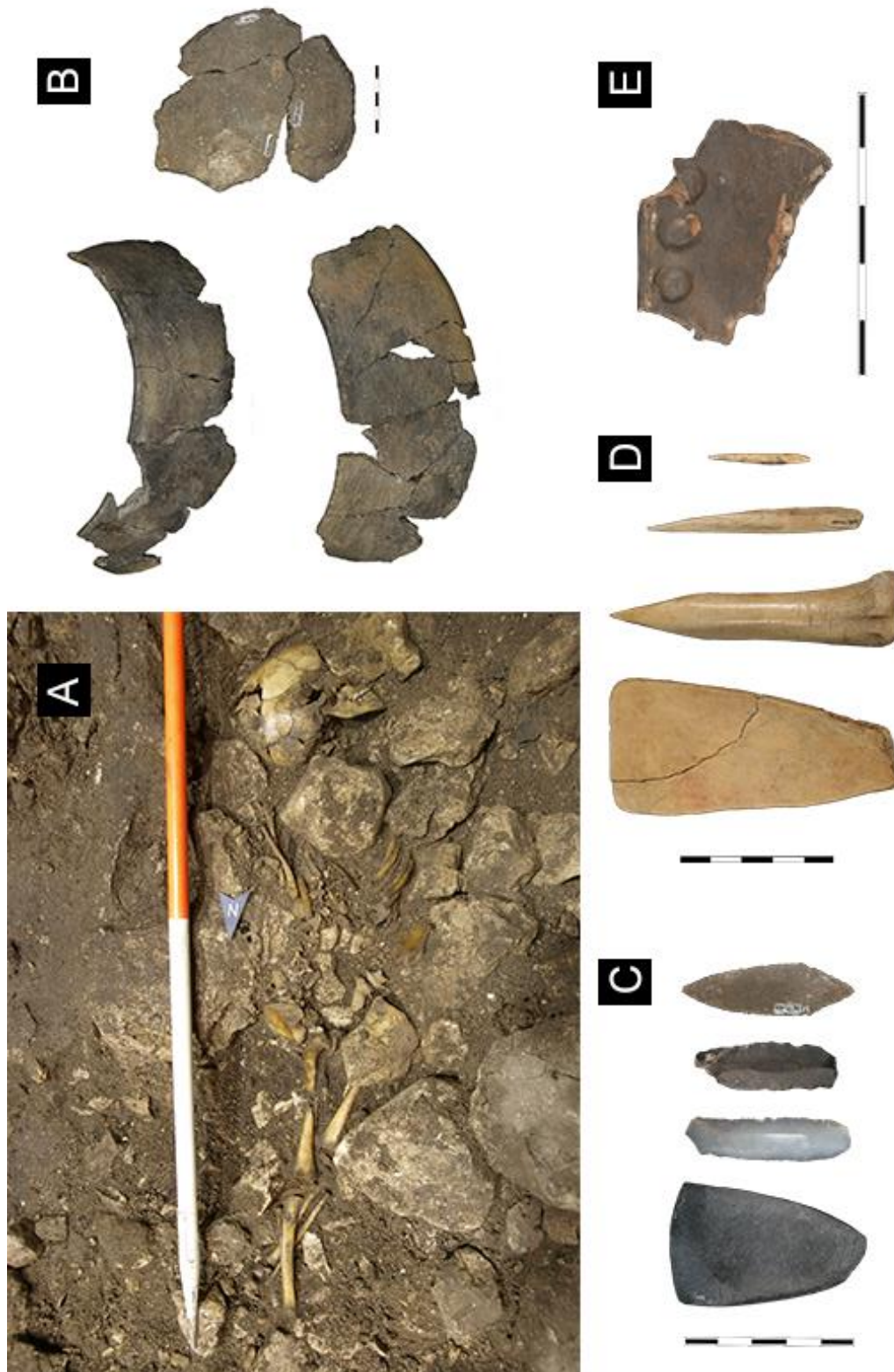


Figura 3.13: Materiales arqueológicos de El Portalón de Cueva Mayor procedentes del Calcolítico precampaniforme, fase funeraria. A: individuo infantil encontrado en la base del túmulo. B: restos cerámicos asociados con el individuo infantil. C: restos de industria lítica asociados al enterramiento infantil. D: restos de industria ósea. E: ejemplo de cerámica decorada. Fotos A. Pérez Romero; Pérez Romero *et al.*, 2017.

### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA



Figura 3.14: Materiales arqueológicos del nivel Neolítico de El Portalón de Cueva Mayor. A: fragmento cerámico decorado por impresión y pasta roja (Alday *et al.*, 2019). B-C: restos industria ósea, cuentas de collar. D: restos faunísticos de rumiantes. E: industria ósea, punzones. F: útiles líticos de derecha a izquierda y arriba abajo: lasca, lasca, segmento y trapecio. Fotos A. Pérez-Romero. Alday *et al.*, 2017.



### 3. EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR EN LA SIERRA DE ATAPUERCA

SIGLA	UE	NIVEL	Nº LAB.	BP (CONV.)	CAL. BP	CAL. BC	ADSCRIPCIÓN CULTURAL	DESCR.	REF.
IX. 6	Perfil. (S)	N9	Beta- 222340	6270 ± 40	7270- 7030	5320- 5080	Neolítico parte inferior	Sedimento	Carretero et al. 2008
IX.1ATP- 2003 PERFIL SUR 3.C.S	Perfil. (S)	N9 (S)	Beta- 184841	4990 ± 40	5880- 5620	3930- 3670	Neolítico parte superior	Carbón	Carretero et al. 2008
ATP Limp Exc 9-7-2000	Pozo (Cata W)	Cata W	Beta- 368281	4650 ± 30	5466- 5312		Calcolítico inicial (pre- Campaniforme) Funerario. Parte inferior	Diáfisis de húmero derecho (H)	Günther et al. 2015
ATP12-1420	UE 80	N8	Beta- 337300	4350 ± 30	5030- 4850	3080- 2900	Calcolítico inicial (pre- Campaniforme) Funerario. Parte superior	Diente y costilla (H)	Pérez- Romero et al. 2010
ATP12UE21 2a	Capa 212a	N7	Beta- 337580	4280 ± 30	4957- 4821	2920- 2880	Calcolítico inicial (pre- Campaniforme) Estabulación. Parte inferior	Cereal	Pérez- Romero et al. 2010
ATP08.8-10- 2	UE 4	N6	Beta- 269494	3900 ± 40	4430- 4190	2480 - 2240	Calcolítico estabulación inicial (pre- Campaniforme/ Campaniforme) parte superior	Radio (H)	Alday et al. 2015
ATP'06-9- (+40L.83)	L.83	N5	Beta- 224080	3760 ± 40	4240- 3990	2290- 2040	Edad del Bronce Inicial. Parte inferior	Hueso (F)	Pérez- Romero et al. 2016
L. 30			1.9879	3170 ± 50		1220± 130	Edad del Bronce Tardío. Parte superior		Apellániz y Domingo , 1987

Tabla 3.I: Dataciones radiocarbónicas holocenas efectuadas en el registro estratigráfico de El Portalón de Cueva Mayor. De izquierda a derecha, UE- Unidad estratigráfica; Nivel arqueológico; Nº lab- número de muestra de laboratorio radiocarbónico; BP (conv)- Fechas convencionales (antes del presente); cal. BP.- Fechas calibradas BP. (2sigma.); cal BC.- Fechas calibradas BC (antes de Cristo); Adscripción cultural; Descr.- Descripción; F- Fauna; H- Humano. REF- referencia bibliográfica. Las dataciones están ordenadas por orden cronológico de lo más antiguo a lo más joven para delimitar las distintas fases culturales. Para más detalle y dataciones ver Apellániz y Domingo (1987); Carretero *et al.* (2008), Pérez Romero *et al.* (2010 y 2016) y Alday *et al.* (2015).

## **II. MATERIALES ARQUEOLÓGICOS Y EXPERIMENTALES**



## I. MATERIALES ARQUEOLÓGICOS

### 1.1 METODOLOGÍA DE EXCAVACIÓN

Cuando el EIA comenzó la excavación en el año 2000 del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor, éste había sido objeto ya de varias intervenciones. Como se ha indicado anteriormente, durante las primeras campañas se delimitó y vació el pozo para delimitar su extensión (Cap. 3.1, apartado 2.2.4.). En la campaña de 2006 se dio por concluida dicha intervención tras haber excavado 9 metros de sedimento arcillosos-arenosos con grandes clastos y bloques calizos en su interior, se decidió pasar a excavar las áreas *in situ* a partir de la excavación de 2007.

El método de excavación empleado es el descrito por Harris (1991) basando la excavación en la identificación de Unidades Estratigráficas (UE), entendiendo como tal el estrato sedimentológico antrópico o natural excavado respetando su contorno y dimensiones, en orden inverso al que se depositaron.

Para llevar a cabo la excavación, inicialmente se estableció un sistema cartesiano de tres ejes ortogonales; x, y, z. Los ejes x e y para el plano horizontal y el eje z para la profundidad en el plano vertical, y se colocó una cuadrícula referenciada en la superficie de excavación (Fig. 3.15). Se utilizaron como unidad de excavación cuadrículas de 1x1 m, consignado cada uno con una identificación alfanumérica. Los materiales recogidos se registraron en una hoja de control. La conformación del yacimiento consiste en un cono sedimentario que se extiende hasta el Salón del Coro, buzando las unidades estratigráficas hacia el Norte. Por ello, el sistema de cuadrículas utilizado resultaba poco efectivo para la identificación y excavación de las distintas unidades estratigráficas. A partir de la campaña de 2011 se quitaron las cuadrículas del área de excavación y todos los elementos quedaron registrados mediante su geolocalización con una estación topográfica. A partir del registro de coordenadas de la estación, toda la información es volcada en una planimetría y un proyecto SIG (Sistema información geográfica) que permite la localización exacta de todos los materiales arqueológicos.

El material mayoritario recuperado en el yacimiento es la cerámica, siendo los restos faunísticos los segundos más abundantes (Galindo Pellicena, 2014; Galindo Pellicena *et al.*, 2014, 2017b). Además, aparecen otros restos como industria lítica (Alday *et al.*, 2011), metales o restos humanos (Castilla *et al.*, 2014). Todo ello permite realizar diferentes

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

estudios sobre las formas de vida de los grupos que habitaron en diferentes momentos la cueva. Las condiciones de la cueva han permitido una buena conservación de restos orgánicos, con los que también se han realizado varios estudios de ADN (Günther *et al.*, 2015; Valdiosera *et al.*, 2018) o el proteoma de huesos de fauna (Wadsworth *et al.*, 2017).



Figura 3.15: área de excavación al inicio de la intervención en 2006 con la planimetría en la superficie. Foto: EIA.

Para agilizar la excavación no se registran todos los materiales ya que son muy numerosos, sólo se coordinan aquellos que cumplen ciertas características. Por ejemplo, en cerámicos las mayores a 4 cm, o que están decoradas o son una parte tipológicamente reconocible del recipiente (borde, asa, fondo, etc.). Entre el resto de los materiales se registra todo: lítica, metal, conchas o restos humanos, a excepción de los restos faunísticos que sean esquirlas menores de 4 cm de partes irreconocibles. Los materiales no registrados se recuperan como bolsa de nivel, acompañada de su respectiva UE, z (profundidad en cm) y fecha. Todos los materiales son lavados con agua (excepto los elementos metálicos, humanos o materiales delicados), secados al aire y siglados.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

#### 1.2 CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Con anterioridad a esta investigación se han desarrollado estudios tipológicos de los restos cerámicos del yacimiento de diversas cronologías, conformando un *corpus* de referencia básico: Mínguez, 2005; Juez, 2005; Juez *et al.*, 2003; Pérez Romero *et al.*, 2016, 2017, 2018; Alday *et al.*, 2019. Estos trabajos nos permiten hablar de forma general de las tipologías cerámicas presentes, aunque debido a la alta fragmentación no es fácil la reconstrucción de formas completas y en aquellas en las que es posible, de forma limitada. Se ha conseguido una reconstrucción superior al 50% del volumen de recipiente en menos de diez recipientes pertenecientes a los diferentes contextos arqueológicos.

Los materiales arqueológicos estudiados en este trabajo proceden de la colección cerámica de El Portalón de Cueva Mayor. Previamente a las analíticas llevadas a cabo en este estudio, se realizaron descripciones tipológicas/formales y composicionales *de visu* de cada pieza. Se consideraron sólo los fragmentos cerámicos registrados con la estación topográfica (más de 4 cm o que mostraran alguna característica formal). En total se caracterizaron 2711 fragmentos procedentes de las campañas de excavación 2007, 2011-2017 (Tabla 3.II).

<i>Campañas</i>	<i>Piezas totales descritas</i>
2017	656
2016	100
2015	111
2014	122
2013	353
2012	614
2011	235
2007	520
<b>TOTAL</b>	<b>2711</b>

Tabla 3.II: Tabla que representa el número de piezas analizadas *de visu* en las distintas campañas de excavación.

En este trabajo se pretende obtener las características composicionales y explorar los usos cerámicos de manera diacrónica, por ello se tuvieron en cuenta solo los fragmentos que tuvieran una clara adscripción estratigráfica. En la tabla 3.III se desglosa también esta información para cada técnica de análisis aplicada.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

<i>Periodo cultural</i>	<i>Piezas descritas</i>	<i>Piezas analizadas</i>	<i>%</i>	<i>Análisis de pastas</i>	<i>Paleomagnetismo (*)</i>	<i>Análisis de residuos orgánicos</i>
<i>Edad del Bronce</i>	223	7 (30)	3	0	0	37
<i>Calcolítico Campaniforme</i>	520	3	1	3	0	0
<i>Calcolítico precampaniforme estabulación</i>	529	54	10	52	11	24
<i>Calcolítico precampaniforme funerario</i>	703	46	6.5	36	4	25
<i>Neolítico</i>	736	44	6	23	9	22
<i>TOTAL</i>	2711	184	6	114	24	108

Tabla 3.III: Tabla que representa el número de piezas arqueológicas analizadas *de visu* en cada unidad estratigráfica y el número de piezas seleccionadas para realizar las distintas analíticas. Piezas analizadas y entre paréntesis se refiere al número de muestras procedentes del Museo de Burgos, ver Capítulo 5. %-porcentaje que suponen las piezas analizadas respecto al total de las piezas descritas para cada periodo. (\*) Los análisis paleomagnéticos incluyeron no sólo el estudio de cerámicas arqueológicas, sino también un conjunto de cerámicas recreadas experimentalmente. Asimismo, a todas ellas se les realizó un detallado estudio de propiedades magnéticas (Cap. 5).

La información tecno-tipológica quedó registrada en una base de datos que comprende las siguientes variables (Anexo A):

1. Sigla y UE
2. Tipo de fragmento: galbo, base, fondo, asa u otros.
3. Tipo decoración:
  - a. Incisión, impresión, perforación...
  - b. Localización decoración.
  - c. Descripción.
4. Color Munsell: exterior, interior
5. Núcleo: tipo de atmósfera de cocción (oxidante-reductora).
6. Tratamientos superficiales
  - a. Exterior: alisa, bruñido, espatulado, sin tratamiento.
  - b. Interior: alisado, bruñido, espatulado, sin tratamiento.
  - c. Otros.
7. Desgrasantes (*de visu*): grupo de manufactura.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

Estas descripciones se realizan en base a los análisis tipológicos básicos. Entre los datos incluidos están la sigla (número de referencia) y, la UE (unidad estratigráfica en la que se encontró). Las consideraciones tipológicas se han realizado según las descripciones tipológicas propuestas de Caro (2002).

#### 1.2.1 PARTES DE LOS RECIPIENTES CERÁMICOS

Se diferencian varias zonas dentro del recipiente de acuerdo con su localización dentro del recipiente y la forma de éste. Se distinguen entre formas simples, en los que no hay cambio en el perfil del recipiente, o compuesta, donde hay cambio en el perfil del recipiente.

En la actualidad hay una Tesis doctoral en curso (A. Pérez Romero, UBU) que aborda el estudio tipológico de la colección. En algunos casos se ha podido calcular el diámetro a partir de algunos bordes. Estos datos, sin embargo, no permiten realizar una reconstrucción completa de las formas.

##### 1.2.1.1 Parte superior

**Borde:** Es la parte superior del recipiente y está formado por el labio (Fig. 3.16). Dependiendo de su inclinación con respecto a un ángulo recto, se distinguen entre vertical o recto (ángulo vertical), entrante o cerrado (ángulo agudo) y exvasado o abierto (ángulo obtuso) (Caro Bellido, 2002). Dependiendo como sea el borde en el remate final puede tener varias formas que se puede ver en la figura 3.17-III.

**Cuello:** Se localiza bajo el borde siempre que haya un cambio en el perfil del recipiente. Se diferencian dos tipos, simples o compuestos, dependiendo de si quedan definidos por una o varias rectas o curvas (Fig. 3.16 y 3.17-V).

- Cuellos simples:
  - a) Rectilíneo: si queda definido por una recta. Puede ser vertical, entrante o exvasado dependiendo de su inclinación con respecto al hombro (Fig. 3.17.V1a).
  - b) Convexo: definido por una línea convexa respecto al hombro, y de nuevo dividido en vertical, entrante o exvasado dependido de su inclinación (Fig. 3.17.V1b).
  - c) Cóncavo: definido por una línea cóncava con respecto al hombro. Dividido de tres formas atendiendo a los mismos criterios (Fig. 3.17.V1c).
- Cuellos compuestos: definido por una o varias rectas o curvas.



### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

#### 1.2.1.2 Parte media

**Hombro:** en las formas compuestas supone el tramo de inflexión entre el cuello y el resto de la vasija. Dependiendo como sea ese tramo se han distinguido:

- Rectilíneo: la inflexión se realiza mediante un ángulo recto.
- Curvilíneo convexo: la inflexión se realiza por medio de un ángulo recto y la pared continua en curva convexa.
- Curvilíneo cóncavo: la inflexión se realiza por medio de una curva cóncava.

**Cuerpo:** también llamado panza (aunque este término también hace referencia a la medida máxima del diámetro en el exterior de la pared). Es la parte medial del recipiente, que puede guardar equidistancia o no a los extremos superior o inferior. Dependiendo de si las cerámicas son simples o compuestas pueden estar definido por distintas formas: globular, casquete esférico, recto, etc. En nuestro caso como en la mayoría de las ocasiones no puede consignarse la parte de la que procede el fragmento, se denomina **galbo** al fragmento que no aporta información sobre su localización dentro del cuerpo (Fig. 3.16).

**Carena:** en las formas compuestas se designa a esta parte como un punto de inflexión dentro del cuerpo del recipiente, y en la que cambia la dirección de la pared (Fig. 3.16b). Dependiendo de donde se localice se designan como alta (en el tercio superior de la vasija), media (parte media de la vasija) o baja (en el tercio inferior de la vasija, cercano a la base) (Fig. 3.16).

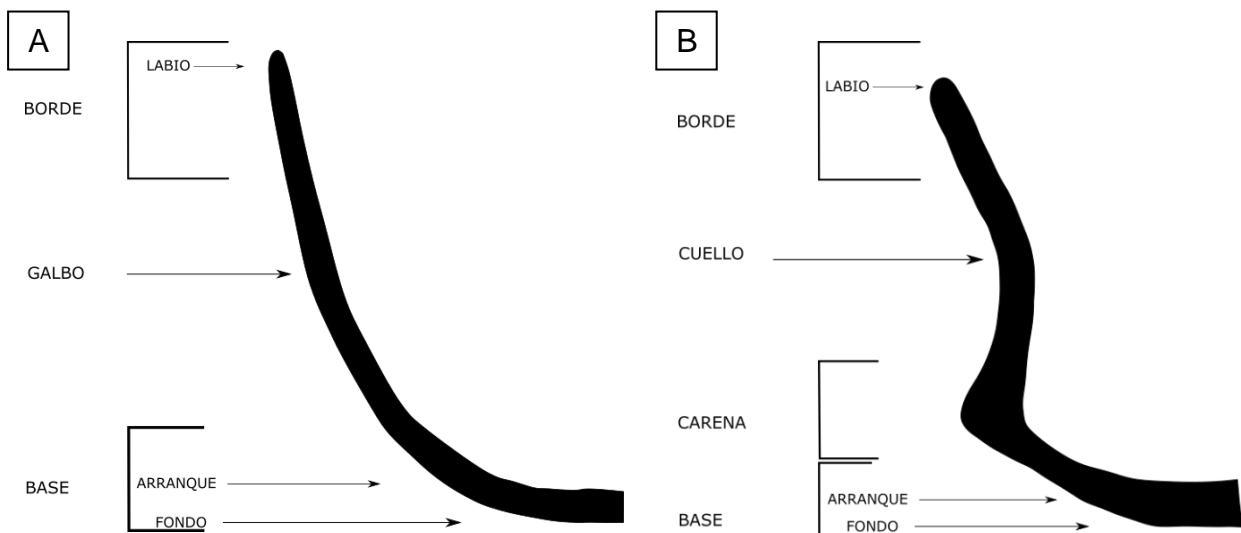


Figura 3.16: Esquema de la procedencia de los fragmentos dentro del perfil cerámico. A: Recipiente simple. B: Recipiente compuesto.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

#### 1.2.1.3 Parte inferior

**Base:** conjunto conformado por el arranque y el fondo (Fig. 3.16).

**Arranque:** punto de inflexión entre el cuerpo y el fondo (Fig. 3.16).

**Fondo:** superficie inferior de la vasija que supone la parte sustentante de la misma (Fig. 3.16). Aunque existen diferentes tipologías en este apartado, aquí se mencionan solamente las que han sido usadas en el estudio: Convexa, Plana de fondo plano y Plano de fondo umbilicado.

#### 1.2.1.4 Otros

En ocasiones se pueden observar elementos que no pertenecen a ninguna de las partes antes descritas. Algunos fragmentos pueden ser identificados fácilmente, como es el caso de **asa-asideros** desprendidos. Estos elementos decorativos son adheridos a la superficie del recipiente y a lo largo de su vida útil o de manera postdeposicional pueden separarse y encontrarse aislados. Otros elementos como **tapas**, que tenían la función de cubrir la boca de los recipientes. **Coladores o encellas**, estos tienen gran parte de la superficie cubierta por perforaciones de sección circular. En muchas ocasiones se les denomina queseras, por el paralelismo con queseras actuales. Sin embargo, su utilización como instrumento para la elaboración de queso o productos derivados de la leche es todavía discutido (Salque *et al.*, 2013; Cap. 6).

### 1.2.2 TÉCNICAS DECORATIVAS

Las técnicas decorativas tienen una función claramente estética, aunque, en algunas ocasiones, intencionalmente o no, pueden cumplir una función utilitaria. Estos elementos decorativos se realizan sobre la superficie aún húmeda del recipiente (Anexo A). A continuación, se describen las decoraciones más características identificadas en cerámicas prehistóricas.

**Incisión:** con un utensilio se arrastra parte de la arcilla aún húmeda (Fig. 3.18c, d y h).

**Impresión:** se realizan estampados con un utensilio sobre la superficie húmeda de la arcilla (fig. 3.18c, h, i, j). Dependiendo la dirección del útil con la que se realiza la decoración pueden diferenciarse (Mínguez, 2005): de punzón, de puntos y lanceoladas.

**Digitación-Ungulación:** con la yema del dedo o la uña (o combinadas) se imprimen sobre la superficie húmeda del recipiente (Fig. 3.18a y b).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

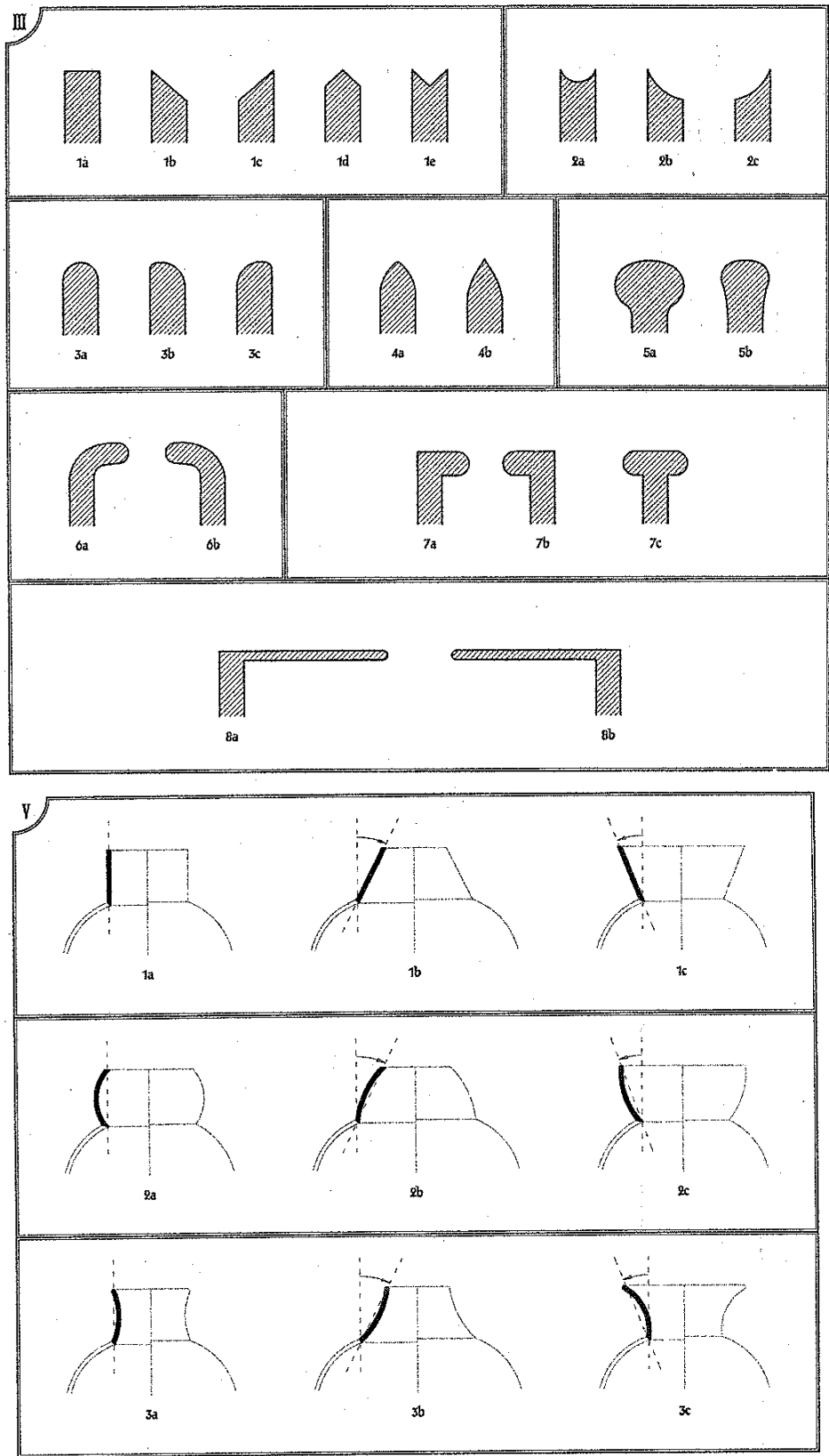


Figura 3.17: Tipologías de bordes (III) y cuellos (V) tomado de Caro (2002).

(III) Borde sencillos: 1a. Plano horizontal; 1b. Plano oblicuo al interior; 1c. Plano oblicuo al exterior; 1d. con doble bisel en "V" invertida; 1e. con doble bisel en "V"; 2a. Cóncavo simétrico; 2b. Cóncavo asimétrico al interior; 2c. Cóncavo asimétrico al exterior; 3a. Convexo simétrico; 3b. Convexo asimétrico al interior; 3c. Convexo asimétrico al exterior; 4a. Apuntado; 4b. Agudo. Bordes complejos: 5a. En bolo; 5b. Engrosado; 6a. Vuelto al interior; 6b. Vuelto al exterior; 7a. Rebordeado al interior; 7b. rebordeado al exterior; 7c. rebordeado al interior y al exterior; 8a. proyectado al interior; 8b. proyectado al exterior.

(V) Cuellos simples: 1a. rectilíneo y vertical; 1b. rectilíneo y entrante; 1c. rectilíneo y exvasado; 2a. Convexo y vertical; 2b. convexo y entrante; 2c. convexo y exvasado; 3a. Cóncavo y vertical; 3b. cóncavo y entrante; 3c. cóncavo y exvasado.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

**Aplique:** se añade un elemento arcilloso a la superficie de la pared. No todas las aplicaciones tienen un uso decorativo. Se han dividido dependiendo su tipología:

- a) **Cordón:** aplique alargado, similar a un churro y que se coloca en la cara externa del cuerpo. Dependiendo su sección pueden ser semicirculares, triangulares. Estos cordones pueden contener decoraciones en la superficie: Dígito-ungulación, incisión e impresión (Fig. 3.18a y b).
- **Asidero:** cumple una función definida para poder ser cogido, transportado o colgado (Fig. 3.18g). Dependiendo su morfología y sección se pueden describir también distintos tipos (Caro, 2002):
  - a) **Mamelón:** aplique de pequeño tamaño y que dependiendo su sección pueden diferenciarse diferentes motivos.
  - b) **Cinta:** de sección elíptica con dos puntos de apoyo en la superficie. Habitualmente con dirección vertical.
  - c) **Pastillas:** aplique de una protuberancia redondeada. Otra técnica con la que se puede realizar es por medio de perforación desde el interior de la vasija y dando esta forma desde el exterior (Fig. 3.18e). En ocasiones tapando de nuevo el hoyo de perforación interior.
- **Pasta blanca:** aplicación de una disolución blanquecina (generalmente caliza-calcita machacada y disuelta: almagra) a la superficie de la vasija. En la mayoría de las ocasiones es necesario la existencia de una técnica decorativa previa, incisa o impresa, que rellena; por este motivo puede ser considerada una técnica mixta.

**Excisión:** con un utensilio se extrae parte de la arcilla todavía húmeda.

**Perforación:** con un útil se atraviesa la pared del recipiente formando un agujero. Generalmente se realiza sobre la pared húmeda, pero también se pueden realizar una vez cocido el recipiente. Este tipo de decoración tiene en muchas ocasiones una motivación funcional, p.ej. para poder colgar el recipiente (Fig. 3.18f).

**Boquique:** técnica mixta de impresión con punzón y a continuación una pequeña incisión lineal, realizada sobre pasta fresca. Este gesto se repite directamente a continuación, conformando al final elementos decorativos lineales, horizontales, verticales o curvilíneos. Éstos pueden englobarse en conjuntos mayores y el motivo final puede llegar a ser de una gran complejidad. Este tipo decorativo tiene gran importancia histórica ya que se localiza en varios puntos geográficos y se asocia principalmente a la fase Cogotas I (Bronce final), aunque no exclusivamente. Su nombre lo debe al primer hallazgo en la cueva de Boquique (Plasencia, Cáceres) en 1920 por Bosch Gimpera, y más tarde en el castro de Cogotas (Cardeñosa, Ávila) en 1927 por el profesor Cabré (Maluquer, 1956; Fernández-Posse, 1982, Delibes, 1981).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

Las técnicas anteriormente descritas pueden disponerse formando **motivos o temas**, generalmente consistentes en la repetición de los elementos.

**Lineales:** constituido por trazos, rayas rectas o curvas, su disposición puede ser vertical, horizontal u oblicua.

**Circulares:** se conforman por la realización de circunferencias. La decoración puede constituir el perímetro de la forma o su interior.

**Zig-Zag:** “motivo decorativo geométrico formado por una o más líneas quebradas” (Caro, 2002).

**Espigas:** este motivo está compuesto, por dos líneas unidas por un ángulo agudo en el centro. Es repetitivo, por lo que recuerda a la espiga de trigo (Fig. 3.18j).

Finalmente, el conjunto de técnicas y motivos conforman **composiciones** decorativas, que pueden ser combinaciones de varios motivos (Mínguez, 2001). Como ejemplos representativos:

**Banda:** disposición horizontal o vertical y corrida.

**Guirnalda:** banda ondulada que generalmente pende de otra horizontal.

**Metopa:** tomado de los modos arquitectónicos. Los motivos dejan espacios entre ellos (generalmente en vertical) y el espacio libre puede quedarse vacío y ser ocupados por otras composiciones (Fig. 3.18d).

**Triangular:** los motivos conforman un triángulo. Las decoraciones generalmente ocupan el espacio interior (Fig. 3.18c).

Estos aspectos decorativos descritos están relacionados con el método de fabricación empleado. Otro factor como el tipo de cocción que sufrió el recipiente cerámico es descrito a continuación, ya que es determinante en el proceso de manufactura y puede tener importantes implicaciones en la composición.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

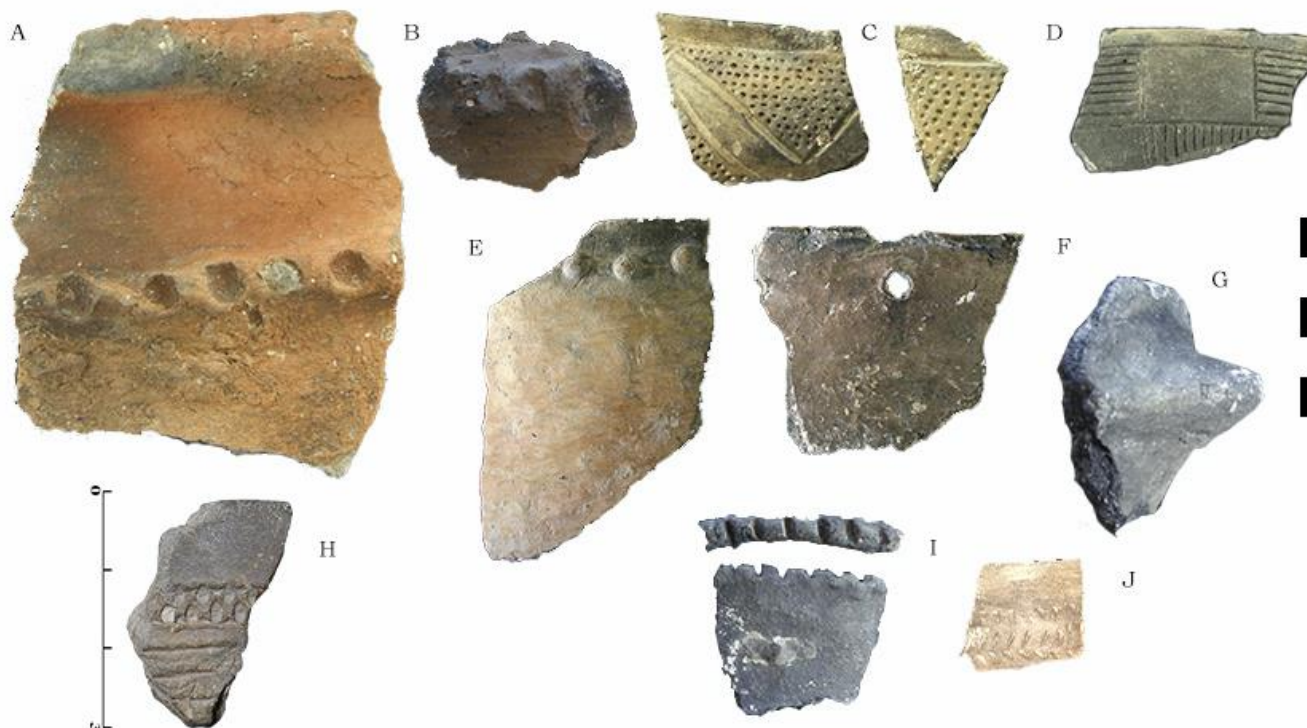


Figura 3.18: Fragmentos cerámicos del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor decoradas con diferentes técnicas decorativas. A: Borde decorado por aplicación de cordón y digitación, Edad del Bronce. B: Galbo decorado por aplicación de cordón con digitación, Neolítico. C: Borde y galbo decorado por impresiones circulares e incisiones lineales, Edad del Bronce. D: galbo decorado por incisiones lineales formando cenefas, Edad del Bronce. E: Borde decorado por impresión de pastillas repujadas, Calcolítico. F: Borde decorado por perforación de sección circular, Calcolítico. G: Borde con aplique de asa, Neolítico. H: borde decorado por aplicación e incisión, Campaniforme, Calcolítico. I: Borde decorado por incisión sobre el labio, Neolítico. J: Galbo decorado por impresiones formando motivo en espiga, Edad del Bronce.

#### 1.2.3 COLORES SUPERFICIALES Y DE NÚCLEO

Las asociaciones tradicionales entre colores y tipo de atmósfera (generalmente descritas como oxidantes o reductoras) presentan a veces problemas; si bien guardan relación, se deben tener en cuenta también otros factores a la hora de hacer este tipo de inferencias. Se han desarrollado estudios experimentales de cocción a diferentes temperaturas para establecer la relación existente entre coloración y temperatura (p. ej. Dumpe y Stivrins, 2015).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

En este trabajo se han estandarizado los datos cromáticos de los núcleos y márgenes de las cerámicas. Para ello se ha utilizado el sistema propuesto por Fernández Martín *et al.* (2015) para el núcleo y márgenes del fragmento cerámico, en el que se han modificado los valores F, G, H, I y J. La correlación entre tonalidades utilizadas para la descripción y la carta de colores Munsell (2000) ha sido: Amarillento (2Y7/6), Beige (10YR 4/3-4/5), Anaranjado (2.5Y 5/4), Rojizo (10R 4/8), Pardo oscuro (7.5YR 5/6), Negro (CLEY1 2.5N), Gris (Gley1 4/N). A continuación, se describen las características cromáticas que se han contemplado:

- A:** Color uniforme. Tonalidad clara. Desde beige y amarillento hasta anaranjado.
- B:** Color uniforme. Tonalidad media y oscura. Desde rojizo a pardo oscuro.
- C:** Color uniforme. Tonalidad media y oscura. Desde gris a negro.
- D:** Núcleo desde rojizo a pardo oscuro y filetes o bandas más claras.
- E:** Núcleo desde gris a negro y filetes o bandas más claros.
- F:** Núcleo rojizo a pardo y filetes o bandas de grises a negras.
- G:** Núcleo desde gris a negro y filetes o bandas de rojiza a pardo.
- H:** Dos bandas, una de ellas en la gama que va desde el rojizo al pardo oscuro y la otra desde el gris al negro.
- I:** Dos bandas, una de ellas en la gama de colores que va desde el rojizo al pardo oscuro.
- J:** Dos bandas, una de ellas en la gama de colores que va desde el gris al negro

Orton *et al.* (1997) (Fig. 3.19) establecieron diferentes tipos de atmósfera en función del color del núcleo y los colores de los márgenes (exterior e interior) (pág. 155, Fig 11.1, modificado de Rye, 1981, fig. 104). A partir de los colores establecidos por Fernández Martín *et al.* (2015) y de la secuencia de Orton, Tyers y Vince (1997), se ha establecido una relación entre los colores observados en el núcleo (Tabla 3.IV) y la atmósfera de cocción (ver Cap. 4, apartado 1.1.1.3.1).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

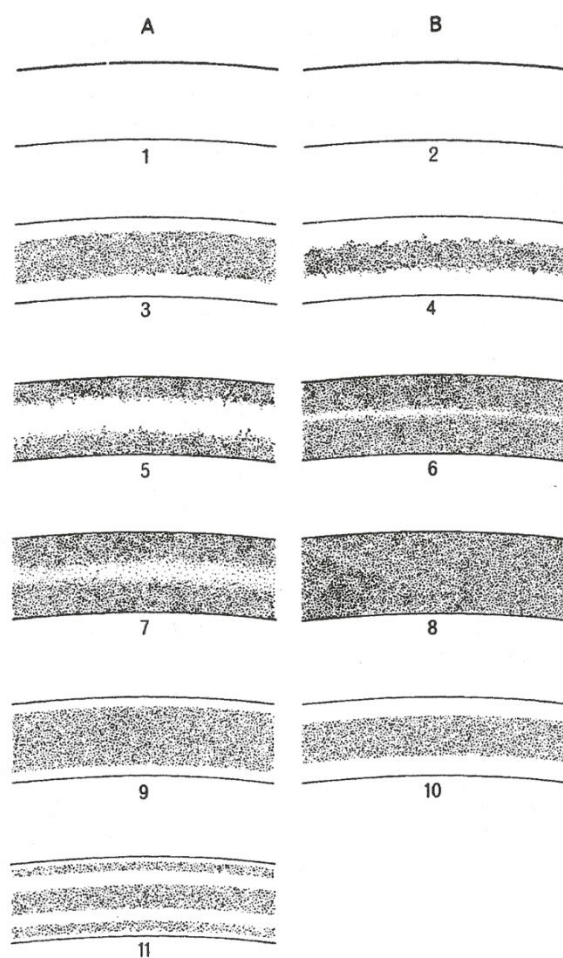


Figura 3.19: Secciones transversales esquematizadas del núcleo cocido a partir de Orton *et al.*,1997, Fig.11-1. Columna A textura fina, Columna B textura gruesa: 1-2 oxidantes; 3-4 oxidantes; 5, reductor, núcleo delimitado por márgenes difusos; 6 reductor, el gris negro se extiende de pared a pared sin dejar huella en el núcleo; 7 reductor, núcleo delimitado por límites difusos; 8 reductor, sin núcleo; 9-10 reductor, núcleo delimitado por márgenes claramente delimitados, enfriado rápidamente por contacto con aire; 11 reductor, núcleo marcado por márgenes, enfriada rápidamente con aire, atmósfera reductora de nuevo y enfriada de nuevo. Blanco: oxidante. Negro: Reductor.

Fernández-Martin <i>et al.</i> (2015) modificada.	Orton, Tyers y Vince (1997)
A	A1, B2
B	A1, B2
C	B6, A7, B8
D	A5
E	A3, A4, A9, B10
F	A7
G	A3,B4, A9, A10
H	Mixta-A11
I	Mixta-A11
J	Mixta-A11

Tabla 3.IV: Correlación entre los tipos de coloración del núcleo y el tipo de atmósfera requerido propuestos por distintos autores.



### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

#### 1.2.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

En las superficies de la pared, tanto exterior como interior, se han distinguido diferentes tratamientos que pueden ser realizados en diferentes momentos de la secuencia de manufactura (Rice, 1987; Juez, 2005; Cubas, 2013):

**Peine:** con un peine se raspa la arcilla, cuando está completamente seca. Deja improntas que indican la dirección del trabajo realizado.

**Alisado:** este tipo de tratamiento se realiza cuando la superficie aún está húmeda, con un instrumento (pañó-hoja) o con la mano. Pretende homogeneizar la superficie y proporciona superficies mates (aunque su calidad varía entre fragmentos).

**Bruñido:** realizado por el pulimento, sobre la superficie seca, con un instrumento (canto, cuero) dejando una superficie regular, uniforme y brillante.

**Espatulado:** realizado con un instrumento (espátula de hueso, canto, etc.) sobre la superficie seca que la regulariza, pero dejando un brillo irregular y huellas de esta acción.

**Barbotina:** también llamado rugoso. Se utiliza la descripción dada por Apellániz y Domingo (1987) “la aplicación con los dedos de una pasta líquida en toda la superficie exterior del vaso, resultando un acabado rugoso y áspero con improntas de dedos”.

**Sin tratar:** se observan superficies que o bien han perdido la capa exterior y no se aprecia el tratamiento, o bien aquellas que no han tenido un tratamiento superficial y presentan por tanto una superficie irregular.

#### 1.2.5 DESGRASANTES (*De Visu*)

Para hacer la descripción *de visu* de los fragmentos de los desgrasantes presentes en los restos cerámicos, se han observado las superficies de fractura de los fragmentos, donde queda expuesta la parte interna de la cerámica. Se entiende como inclusión los elementos no plásticos contenidos en la arcilla (ver Cap. 4, apartado 1.1.1.2). Se realiza una descripción somera de los elementos compositivos, su ordenación y su tamaño. De esta forma se establecieron unos grupos composicionales previos que posteriormente se submuestrearon, obteniendo una colección de fragmentos cerámicos que serán objeto de estudio.

Los desgrasantes e inclusiones se han determinado diferenciándose su naturaleza calcárea o silíceas. Además, se incluyen otros elementos que pueden ayudar a una mejor descripción: presencia de negativos producidos por materia vegetal quemada, presencia de posibles concentraciones de óxidos de hierro, presencia de micas, etc.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

El tamaño de los desgrasantes e inclusiones, ya que se realiza a simple vista o con la ayuda de una lupa binocular, ha de ser de un tamaño suficiente de alrededor de 1mm (arenas gruesas). Se han definido 3 tamaños de desgrasantes: fino (entre 1-2 mm, arenas gruesas); medio (entre 2-5 mm, grava fina); y grueso (mayor de 5 mm, grava gruesa).

Se han diferenciado las distintas composiciones de los desgrasantes y su porcentaje. La ordenación se ha realizado con unos estándares cualitativos (Orton *et al.*, 1997) que variaban entre muy pobre, pobre, moderado, bueno y muy bueno. Para asignarlos se tenía en cuenta el tamaño general de los desgrasantes e inclusiones y si había una alta homogeneidad en cuanto a los tamaños (muy bueno) o si, por el contrario, había diversos tamaños presentes en los desgrasantes (muy pobre).

#### 1.2.6. ANÁLISIS TIPOLOGICOS DE LOS RESTOS ANALIZADOS

De acuerdo con los parámetros descritos se ha realizado una descripción tipológica previa a la selección de los materiales para su análisis. Como se ha indicado anteriormente, no es objetivo de este trabajo realizar un estudio tipológico de los materiales cerámicos de El Portalón de Cueva Mayor, ya que esto está siendo objeto de otra tesis doctoral (A. Pérez Romero, UBU). Aquí se van a tener en cuenta sólo aspectos relacionados con tipos de fragmentos, tratamientos superficiales, técnicas decorativas y cocciones (Anexo A).

La descripción tipológica se realizó sobre un conjunto de 2711 fragmentos cerámicos arqueológicos. El conjunto cerámico está compuesto en su mayoría por galbos (70%), es decir, partes de pared indeterminables. La segunda forma con mayor representación en el conjunto son los bordes, que representan el 19% de las muestras descritas. El 10% restante se distribuye, en orden decreciente, entre bordes con cuello, arranque de fondo, fondos o bases, cuellos sueltos y carenas. Se ha identificado también restos de apliques desprendidos (2) o fragmentos de tapadera (2) (Fig. 3.20; Tabla 3.V. Anexo A).

Si se diferencia según el periodo cronocultural, las proporciones se repiten con valores similares. El Neolítico tiene proporciones mayores, algo normal si se tiene en cuenta que es la fase cultural con el mayor número de fragmentos. Los bordes son la segunda forma más abundante en todas las cronologías. En particular el que más ejemplares presenta es el borde abierto de labio convexo simétrico (EB  $n = 12$ ; CC  $n = 14$ ; CE  $n = 22$ ; CF  $n = 22$ ; N  $n = 24$ ).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

	Borde (%)	Borde y cuello (%)	Galbo (%)	Cuellos (%)	Hombro (%)	Carena (%)	Base (%)	Arranque (%)	Fondo (%)	Asa (%)	Aplique (%)	Tapa (%)
EB	13,06	5,41	68,92	1,35	0,45	2,70	3,60	2,70	1,35	0,45	0,00	0,00
CC	16,83	3,87	69,05	1,55	0,19	0,77	1,55	2,71	3,29	0,00	0,19	0,00
CE	20,99	5,73	63,74	0,95	0,38	0,00	2,48	2,10	3,05	0,38	0,19	0,00
CF	18,00	1,69	72,01	0,00	0,00	0,42	1,27	5,06	1,27	0,14	0,00	0,14
N	20,24	1,61	73,59	1,21	0,00	0,27	0,13	0,80	0,27	1,74	0,00	0,13
TOTAL (%)	19,06	2,96	70,14	0,88	0,12	0,36	1,24	2,68	0,06	0,64	0,08	0,08

Tabla 3.V: Tabla con las proporciones (%) de cada una de las partes tipológicas identificadas para cada periodo. EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de estabulación. CF-Calcolítico funerario. N-Neolítico.

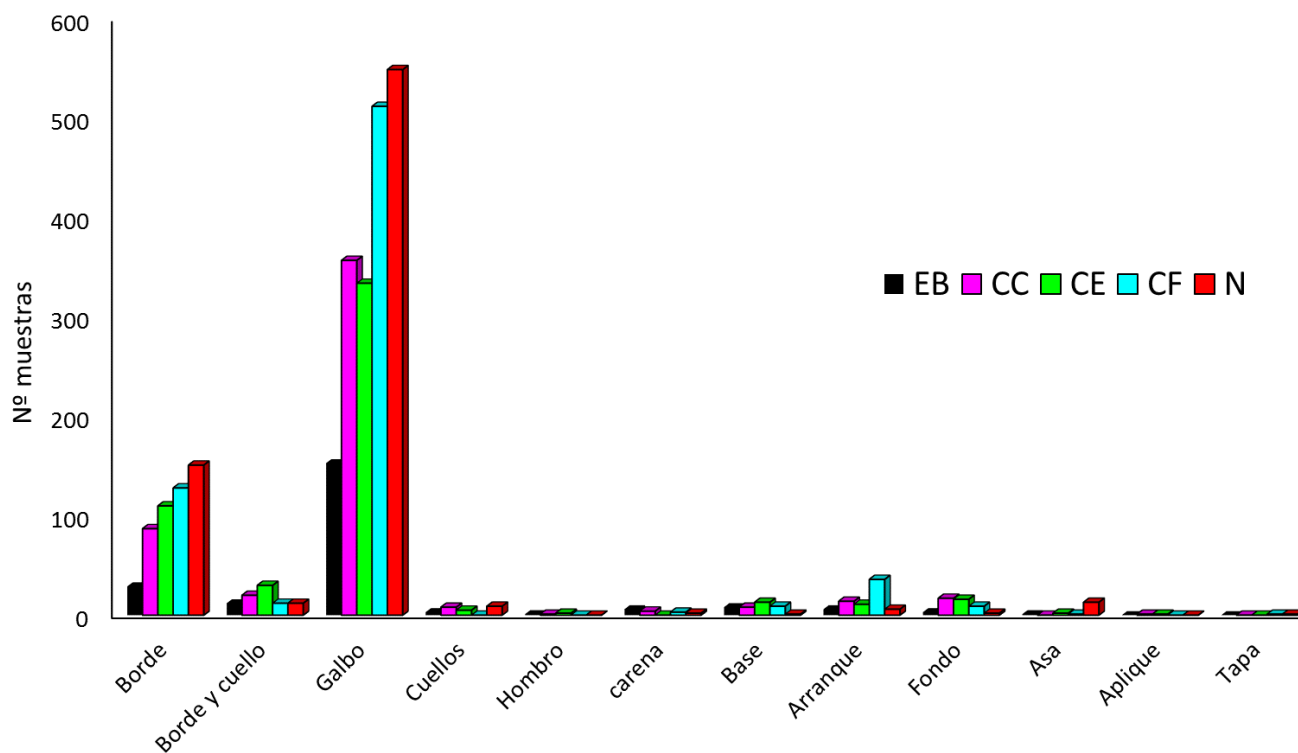


Figura 3.20: Diagrama de barras que representa el número y tipo de los fragmentos cerámicos recuperados en el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor para las diferentes cronologías estudiadas. EB-Edad del Bronce. CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

Las técnicas decorativas (Tabla 3.VI; Fig. 3.21) utilizadas muestran una gran variabilidad en la colección estudiada. Desde impresión por digitación o ungulación, apliques de cordones y mamelones o incisiones lineales. Del total de fragmentos analizados, 299 fragmentos (11%), presentan decoración. Atendiendo exclusivamente a la técnica, la más utilizada es la perforación ( $n = 107$ ) (Tabla 3.VI). A continuación, la más utilizada es la

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

aplicación, generalmente de cordones, mamelones y asideros. Estos se encuentran en la superficie externa. Las técnicas decorativas utilizadas tienen gran variabilidad dependiendo del periodo crono-cultural considerado (Fig. 3.21).

En la Edad del Bronce (Fig. 3.21; Tabla 3.VI) la técnica más utilizada es la incisión (32,4%), generalmente de elementos lineales que realizan composiciones complejas en triángulos rellenos de líneas oblicuas o metopas ralladas. Aparecen también sobre los bordes (en el labio a interior) elementos lineales que conforman motivos triangulares a modo de cenefa (Fig. 3.25b y c). Tras él, destaca la aplicación de cordones en la superficie externa del recipiente y en muchas ocasiones sobre este cordón hay digitaciones (impresión) (Fig. 3.25a).

En el Calcolítico Campaniforme (Fig. 3.21; Tabla 3.VI) la aplicación y la impresión son las dos técnicas más utilizadas ( $n = 8$ ), en ambas representando un 38%. En la aplicación encontramos elementos similares a los que acabamos de describir como cordones, asideros u otros elementos decorativos (p. ej. mamelones, pezones, etc.). La impresión en labios, a veces en forma de digitaciones o unguilaciones en los labios. Es destacable también el porcentaje de elementos con incisión (23,8%) identificados en el Calcolítico campaniforme (Tabla 3.VI) (Fig. 3.25h).

En el Calcolítico de estabulación (Fig. 3.21; Tabla 3.VI) la técnica más utilizada es la perforación siempre de sección circular ( $n = 30$ ), con un porcentaje de representación del 54,5%. Cuando se encuentra en un borde se localiza en la parte inferior del borde (Fig. 3.25f).

En el Calcolítico funerario (Fig. 3.21; Tabla 3.VI) la técnica más utilizada es la perforación ( $n=71$ ), con un porcentaje del 85%. La tipología y localización de esta decoración es igual a la que se ha descrito para el Calcolítico de estabulación (Fig. 3.25f). Además, aquí se observa el único ejemplo de boquique ( $n = 1$ ).

En el Neolítico (Fig. 3.21; Tabla 3.VI) se aprecia una mayor variabilidad de las diferentes técnicas decorativas. La que presenta mayor número de ejemplos es la aplicación (36.8%,  $n = 38$ ) (Fig. 3.25b y g), seguida por la impresión (33%,  $n = 34$ ) (Fig. 3.25i y j) y una técnica mixta de ambas sería en la tercera más representada (11,6%,  $n = 12$ ).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

	Aplicación (%)	Aplicación+ Impresión (%)	Aplicación+ Incisión (%)	Impresión (%)	Impresión+ Incisión (%)	Incisión (%)	Aplicación+ incisión+ impresión (%)	Perforación (%)	Boquique (%)
EB	21,62	13,51	0,00	27,03	5,41	32,43	0,00	0,00	0,00
CC	38,10	0,00	0,00	38,10	0,00	23,81	0,00	0,00	0,00
CE	18,18	1,82	1,82	18,18	0,00	5,45	0,00	54,55	0,00
CF	3,61	3,61	0,00	2,41	1,20	2,41	0,00	85,54	1,20
N	36,89	11,65	1,94	33,01	0,00	9,71	0,97	5,83	0,00
TOTAL (%)	22,41	7,02	1,00	21,40	1,00	10,70	0,33	35,79	0,33

Tabla 3.VI: Tabla con las proporciones (%) las distintas técnicas decorativas identificadas en cada periodo en el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor. EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de estabulación; CF-Calcolítico funerario; N-Neolítico.

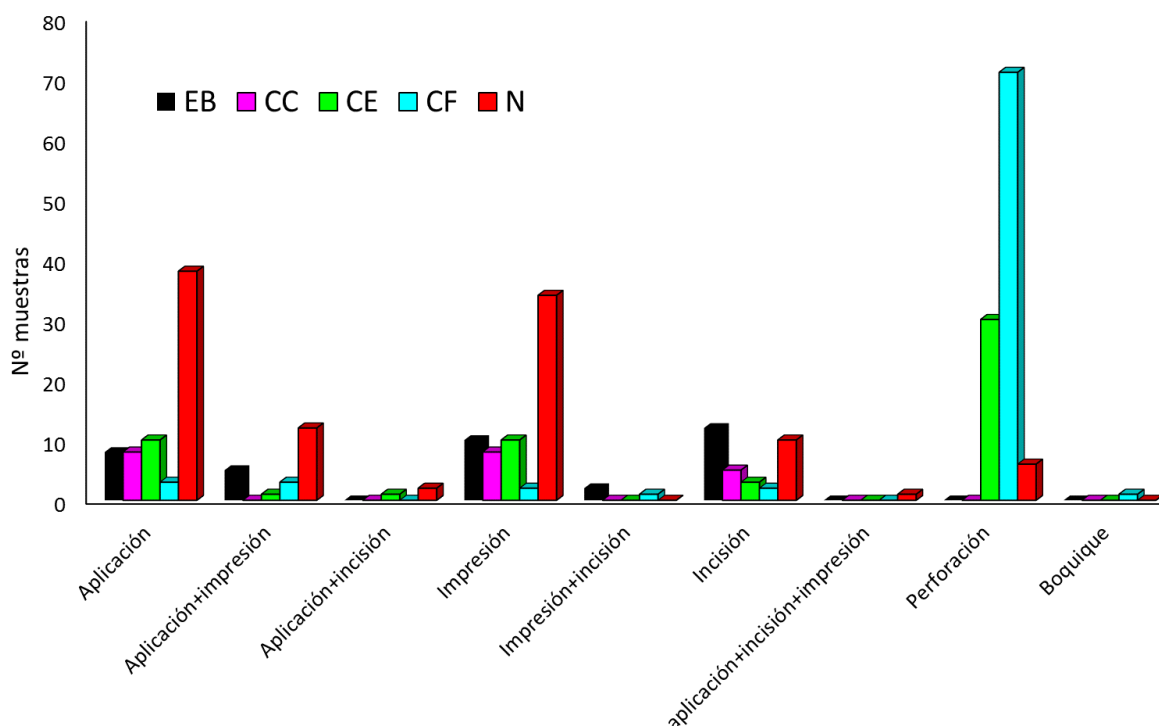


Figura 3.21: Diagrama de barras que representa el número de fragmentos cerámicos decorados según las diversas técnicas decorativas utilizadas en el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor para las diferentes cronologías estudiadas. EB-Edad del Bronce. CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

En cuanto a los tratamientos superficiales, tanto interiores como exteriores (Fig. 3.22-3.23; Tabla 3.VII-3.VIII) se observa que el tratamiento mayoritario para todas las cronologías es el alisado (50,59% en el exterior y 68,77% en el interior), seguido del bruñido (37,12% en el exterior y 20,80% en el interior). El tercero, con valores muy distantes, es justamente la ausencia de tratamiento superficial (5,57% en la superficie externa y 5,30% en la interna). El espatulado está documentado también con valores máximos para las cronologías que no exceden el 6-7% en el exterior (Tablas 3.VII y 3.VIII). Pese a

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

encontrarse en el interior de un sistema kárstico pocos fragmentos registran concreción superficial (0.07%), que sería un proceso postdeposicional habitual en este tipo de contextos (Calvo Trias *et al.*, 2004a; Vega Maeso, 2012). La erosión superficial por rodamiento es un fenómeno que se ha visto en casos puntuales.

	<i>Alisado</i> (%)	<i>Bruñido</i> (%)	<i>Barbotina</i> (%)	<i>Concreción</i> (%)	<i>Espatulado</i> (%)	<i>Peine</i> (%)	<i>Perdido</i> (%)	<i>ST (%)</i>
<i>EB</i>	53,15	27,93	2,25	0,00	1,35	0,45	1,35	13,51
<i>CC</i>	40,93	38,80	0,39	0,00	6,18	0,19	0,19	13,32
<i>CE</i>	48,86	43,18	0,38	0,00	4,92	0,00	0,95	1,70
<i>CF</i>	53,69	40,34	0,28	0,00	2,41	0,14	1,56	1,56
<i>N</i>	54,88	31,30	0,00	0,27	7,86	0,54	0,81	4,34
<i>TOTAL</i> (%)	50,59	37,12	0,41	0,07	5,02	0,26	0,96	5,57

Tabla 3.VII: Tabla de las proporciones (%) para los tratamientos superficiales exteriores en las cerámicas de El Portalón de Cueva Mayor según diferentes cronologías estudiadas. ST-Sin Tratamiento; EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

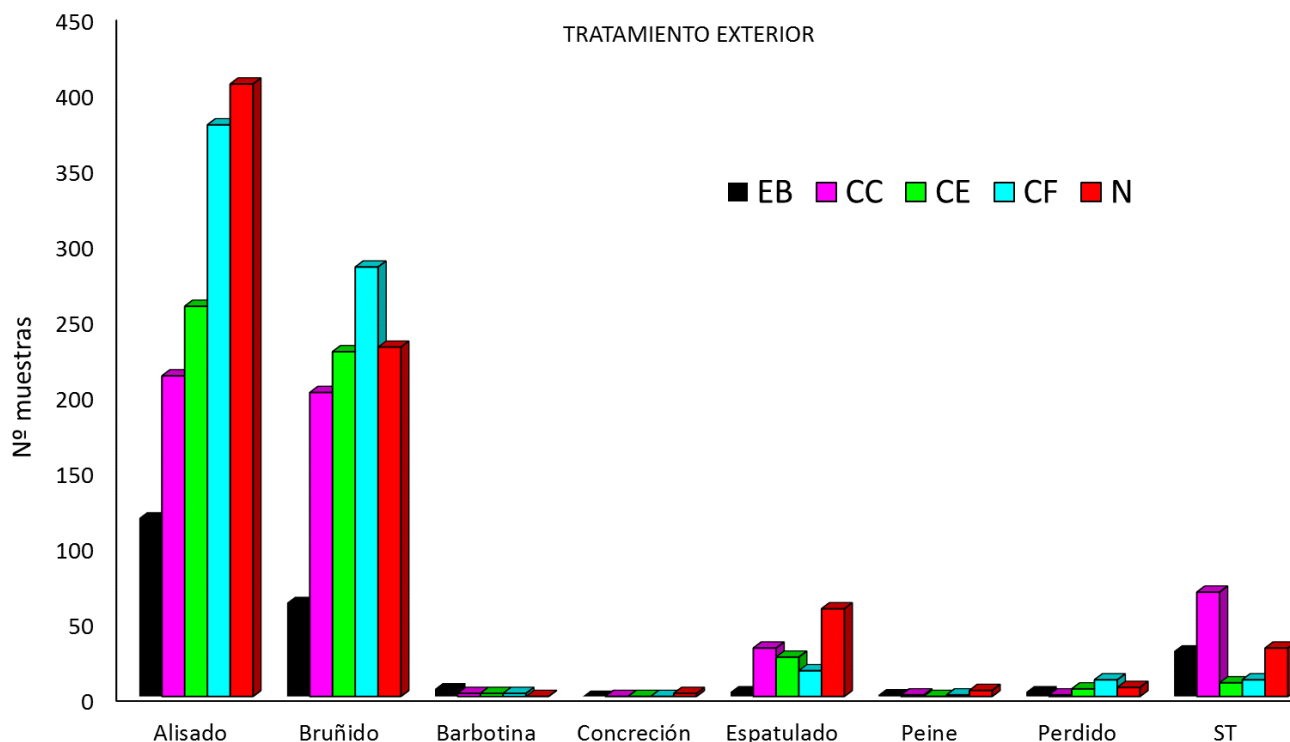


Figura 3.22: Diagrama de barras que representa el número de muestras cerámicas de El Portalón de Cueva Mayor en las que se han observado los tratamientos exteriores identificadas para las diferentes cronologías estudiadas. ST-Sin Tratamiento. EB-Edad del Bronce. CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

	<i>Alisado (%)</i>	<i>Bruñido (%)</i>	<i>Barbotina (%)</i>	<i>Concreción (%)</i>	<i>Espatulado (%)</i>	<i>Peine (%)</i>	<i>Perdido (%)</i>	<i>ST (%)</i>
<i>EB</i>	67,57	21,62	0,00	0,00	2,70	0,00	1,35	6,76
<i>CC</i>	55,19	26,73	0,38	0,19	5,38	0,00	0,19	11,92
<i>CE</i>	70,27	21,59	0,00	0,00	5,30	0,19	0,95	1,70
<i>CF</i>	77,98	14,35	0,00	0,00	4,83	0,00	0,85	1,99
<i>N</i>	68,83	19,31	0,00	0,00	4,28	1,10	0,55	5,93
<i>TOTAL (%)</i>	68,77	20,08	0,07	0,04	4,71	0,33	0,70	5,30

Tabla 3.VIII: Tabla de los porcentajes (%) para los tratamientos superficiales interiores en las diferentes cronologías. ST-Sin Tratamiento; EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

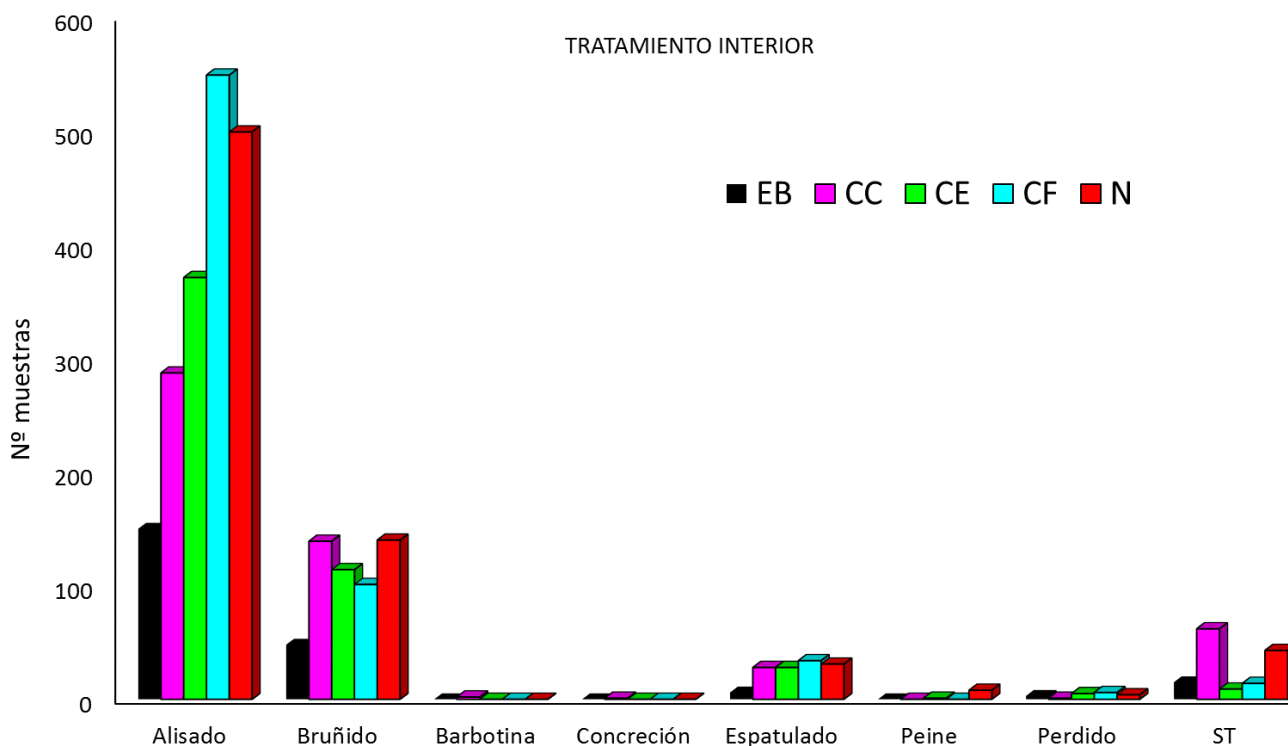


Figura 3.23: Diagrama de barras que representa los tratamientos interiores identificadas para las diferentes cronologías. ST-Sin Tratamiento; EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.

El tipo de coloración del núcleo observado principalmente para todos los periodos estudiados ha sido el C ( $n = 2025$ , 68%), que consiste en una superficie homogénea de tonalidades negras o grises oscuros (Fig. 3.24; Tabla 3.IX). Este tipo de coloración uniforme, se ha relacionado en este trabajo con cocciones de tipo reductor (Tabla 3.IV; Fig. 3.19). Este tipo de cocción es la más habitual de encontrar en las cerámicas prehistóricas. Muchas veces las cocciones son irregulares, y con entrada de aire no controlada, lo que puede provocar que los colores externos sean irregulares o mixtos. El color interno oscuro

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

es producido por la oxidación a temperaturas no muy elevada de la materia orgánica contenida en la arcilla ( $\approx 500$  °C; Tabla 4.II). El siguiente tipo de coloración de núcleo es el G (Fig. 3.24; Tabla 3.IX), que varía en tonalidades grisáceas y tiene bandas laterales rojizas o pardas irregulares. Esta coloración se relaciona con cocciones oxidantes o reductoras, pero que podemos llamar “mixtas” por los cambios internos en la coloración del núcleo (Tabla 3.IV; Fig. 3.19). Finalmente, el tercer tipo es el B (Fig. 3.24; Tabla 3.IX) definido por un color uniforme de tonalidades medias rojizas y pardo oscuras. Está relacionado con un tipo de cocción oxidante uniforme (Tabla 3.IV; Fig. 3.19).

	A (%)	B (%)	C (%)	D (%)	E (%)	F (%)	G (%)	H (%)	I (%)	J (%)
EB	0,45	1,80	68,02	0,00	4,05	0,00	22,97	2,70	0,00	0,00
CC	1,73	5,38	75,77	0,96	5,19	0,96	4,23	5,19	0,00	0,58
CE	0,57	3,79	79,17	0,38	5,11	0,57	4,73	3,79	1,14	0,76
CF	0,00	5,11	75,57	0,14	7,39	0,00	3,84	7,95	0,00	0,00
N	0,68	10,03	71,82	0,81	1,90	1,22	7,32	5,83	0,00	0,41
TOTAL (%)	0,66	5,97	74,67	0,52	4,76	0,63	6,60	5,60	0,22	0,37

Tabla 3.IX: Tabla de porcentajes con las coloraciones del núcleo en las cerámicas de El Portalón de Cueva Mayor según las diferentes cronologías estudiadas. A-J: Parámetros definidos y adaptados de Fernández-Martín *et al.* (2015) para describir las variaciones cromáticas del núcleo de cerámicas (ver Cap. 2., apartado 1.2.3. EB-Edad del Bronce; CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico).

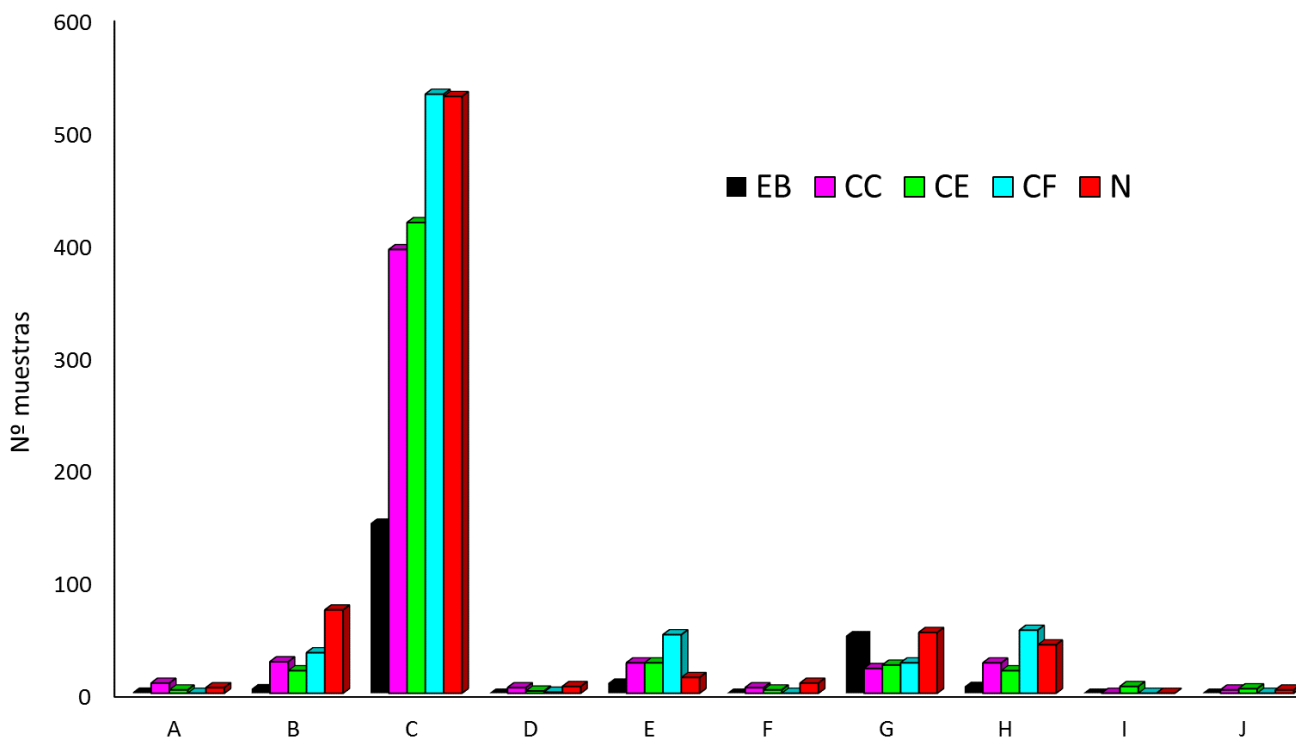


Figura 3.24: Diagrama de barras que representa los colores de núcleo observado en los fragmentos cerámicos de las diferentes cronologías. A-J: ver Cap. 2., apartado 1.2.3. EB-Edad del Bronce. CC-Calcolítico Campaniforme; CE-Calcolítico de Estabulación; CF-Calcolítico Funerario; N-Neolítico.



## II. MATERIALES EXPERIMENTALES

Con el fin de poder realizar análisis comparativos a partir de datos experimentales tanto en el análisis composicional de las pastas cerámicas como en los análisis arqueomagnéticos, se diseñó una experimentación en la que se recogieron materias primas (arcillas, areniscas y calizas locales), se elaboraron los recipientes cerámicos y se cocieron en base a la información tecnológica extraída de los fragmentos cerámicos estudiados. Esta tarea tenía como objetivo obtener muestras con arcillas y otros materiales de la zona que sirvieran como material de referencia para comparar con los fragmentos arqueológicos analizados (láminas delgadas, datos composicionales: mineralogía y geoquímica elemental, comportamiento térmico y magnético, etc.), y además controlar su historia térmica, de forma que se pudiera comparar con los resultados magnéticos.

La selección de la materia prima para esta actividad de arqueología experimental se llevó a cabo una vez se habían analizado las láminas delgadas, por lo que se seleccionaron tipos de arcillas y desgrasantes observados en ellas. No se pretende realizar aquí un estudio en profundidad sobre los procesos de fabricación de los recipientes (cadena operativa), por lo que sólo se van a describir las fases necesarias para su elaboración.

### 2.1 BÚSQUEDA DE MATERIAS PRIMAS

La localización de las materias primas se realizó mediante la consulta de los mapas geológicos cercanos del área del yacimiento, en los que se buscaron los afloramientos con litologías que pudieran coincidir con las características observadas en las láminas delgadas. Se debe tener en cuenta que, en este tipo de tarea, y debido a la gran cantidad de afloramientos para unos mismos materiales, es imposible establecer un punto concreto de extracción de un material para cronologías antiguas, a no ser que se encuentren indicios que lo atestigüen.

Las muestras de arcilla, arenisca y caliza se recogieron de afloramientos naturales, de forma manual, registrándose las coordenadas geográficas (Tabla 3.X; Fig. 3.25a y b).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

CÓDIGO	MATERIAL	COORDENADAS	msnm
(1)	Arcilla: arcilla roja triásica procedente de la facies tipo Keuper, con niveles de areniscas y yesos. Procedente de Salgüero de Juarros.	42° 17' 5'' N 3° 29' 36'' W	996
(2)	Arenisca: areniscas triásicas del Buntsandstein. Carretera de Salgüero de Juarros.	42° 17' 06'' N 3° 29' 24'' W	996
(3)	Arcilla: margas miocenas, procedente de la llamada "Piscina de Emiliano" (Sierra de Atapuerca).	42° 20' 49'' N 3° 31' 05'' W	1016
(4)	Caliza: lacustre miocena, extraída del Alto del caballo (Sierra de Atapuerca).	42° 20' 49'' N 3° 31' 06'' W	1013
(5)	Caliza: Cretácico Superior, camino de la Cueva del Silo (Sierra de Atapuerca).	42° 20' 51'' N 3° 31' 05'' W	1013

Tabla 3.X: Tabla con información sobre las materias primas utilizadas para la actividad de arqueología experimental. Se indica el código, tipo de materia prima recolectada, coordenadas del lugar dónde se cogieron los materiales y msnm (metros sobre el nivel del mar) para cada lugar.

## 2.2 PREPARACIÓN DE LOS RECIPIENTES CERÁMICOS

Tanto las arcillas como las rocas se machacaron. Después, en el caso de las arcillas se dejaron primero a remojo durante 12 horas y, posteriormente, secar al aire para que perdiera parte del agua y conseguir una masa plástica que permitiera ser moldeada (Fig. 3.25c-e). Se cortaron porciones de arcilla y añadieron los desgrasantes recogidos en los que se varió el tipo, el tamaño y la cantidad (Tabla 3.XI). Se moldearon 10 recipientes cerámicos con forma de cuenco de pequeñas dimensiones (altura entre 8 y 12 cm) y lisos (Fig. 3.25f). La manufactura de los recipientes se realizó siguiendo los procedimientos de varios autores (Rye, 1981; Rice, 1987). Basándonos, sobre todo, en la cadena operativa descrita por Cau *et al.* (2015). Los recipientes, una vez moldeados, se dejaron secar a temperatura ambiente, sin sol directo, durante 2 días. Al cabo de este tiempo se corrigieron las fisuras que aparecieron debidas a la pérdida de agua y se dejó secar al aire otra semana.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO



Figura 3.25: Diferentes fases del programa experimental. A-B: proceso de extracción de las materias primas. C: procesado de la arcilla, separación de la arcilla de inclusiones minerales y orgánicas naturales de gran tamaño. D: hidratación de la arcilla. E: machacado de los desgrasantes antes de incluirlos en la pasta. F: moldeado de los recipientes.

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

<i>Nº recipiente</i>	<i>Tipos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Tamaño</i>	<i>Termopar</i>
1	1+2	++	1	-
2	1+2	+	1	Si
3	1+4	+	2	-
4	1+4	+	2	Si
5	1+2+4	++	2	-
6	1+5	++	2	-
7	1+5	++	2	Si
8	1+2	+++	1	-
9	1+4	++	3	-
10	1+2	++	2	-

Tabla 3.XI: Descripción de las características de la colección cerámica experimental realizada. Se indica el número de recipientes moldeados; tipo de materias primas utilizadas en la fabricación como aparecen descritos en Tabla 3.IX; cantidad de inclusión utilizada (+ poco, ++ media, +++ mucho); tamaño aproximado de las inclusiones 1 fino (<1mm), 2 medio (2-4mm), 3 grueso (>5mm), y si se le adhirió o no un termopar en durante la cocción, aunque también se hizo uso de termopar móvil. Ver Figura 3.26 sobre la ubicación de los termopares.

## 2.3 PREPARACIÓN DEL HORNO DE COCCIÓN

Para el estudio de las propiedades magnéticas de las cerámicas, era necesario cocer el conjunto de cerámicas experimentales y utilizarlo en condiciones controladas. La cocción se realizó en un horno experimental en el CAREX de Atapuerca. Se excavó un hoyo circular en el suelo con un respiradero con forma de pasillo. Se recubrieron las paredes con arcilla (la misma utilizada para la fabricación de los recipientes) y se dejó secar al aire libre durante una semana. Se colocaron una serie de termopares en la base del horno para controlar las temperaturas alcanzadas (Fig. 3.26).

Este tipo de horno ha sido descrito por varios autores e identificado etnográficamente por Gosselain (1992) como de tipo 3 y Thèr (2014) como de tipo Ba1. Supone una de las estructuras más básicas pero funcionales para la manufactura de productos cerámicos.

## 2.4 PRIMER CALENTAMIENTO: COCCIÓN DE MANUFACTURA

Como paso inicial, se realizó un primer calentamiento durante unos 30 minutos a temperaturas máximas de 300 °C dejando que se creara un lecho de brasas (Fig. 3.26a). Para ello se utilizó como combustible madera de chopo, espino salvaje y encina. Sobre

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

esas brasas se colocaron directamente los recipientes, algunos de ellos conectados a termopares (1<sup>er</sup> calentamiento en Fig. 3.26). El motivo de ese primer calentamiento moderado (ca. 300 °C) es para favorecer la deshidratación de las cerámicas y no someterlas a un shock térmico muy alto que las hiciera estallar antes de calentarlas a temperaturas más elevadas. Posteriormente, se cubrió con el mismo combustible leñoso y se prendió fuego de nuevo (Fig. 3.27a). Se empleó una cocción de contacto, es decir, los recipientes se colocaron en contacto directo con el combustible (García Roselló y Calvo Trias, 2006) (Fig. 3.26 y 3.27a).

Los termopares del primer calentamiento registraron temperaturas, que excedieron los 700 °C, lo que permitió la cocción de la arcilla. Temperaturas similares han sido registradas en estudios etnográficos con hornos similares (Mangueira, 2013; Mangueira, *et al.*, 2016). El recipiente nº 8 explotó debido al shock térmico.

A este proceso lo hemos llamado calentamiento o cocción de manufactura. Se estuvo añadiendo combustible las dos primeras horas y posteriormente se dejó enfriar de forma natural monitorizando las temperaturas durante más de 4 horas (Fig. 3.27a).

## 2.5 SEGUNDO CALENTAMIENTO: USO SOBRE HOGUERA

De las 9 piezas obtenidas, se seleccionaron 5 (n<sup>os</sup> 4,5,6,7 y 10) y se desarrollaron dos calentamientos experimentales independientes:

- A. El recipiente nº 10 (unos 12 cm de alto), se colocó directamente sobre las ascuas de una hoguera en la que se controlaron las temperaturas de calentamiento (Fig. 3.27c). Si bien la temperatura del exterior de la cerámica es llamativamente baja (<200 °C), las brasas en las que estaba colocado directamente el recipiente registraron temperaturas de 400-450 °C (Fig. 3.27c). La particularidad de este experimento es que este recipiente contenía agua en su interior simulando un uso doméstico (p. ej. calentamiento de cocina), algo frecuente en la prehistoria pero no siempre fácil de identificar mediante análisis visuales de fragmentos cerámicos. El registro de temperaturas se realizó colocando termopares en el agua, en las ascuas y en la superficie exterior del recipiente. El experimento finalizó tras 90 minutos (Fig. 3.26a y 3.27c).

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

#### 1º CALENTAMIENTO MANUFACTURA: HORNO

#### 2º CALENTAMIENTO USO: HOGUERA

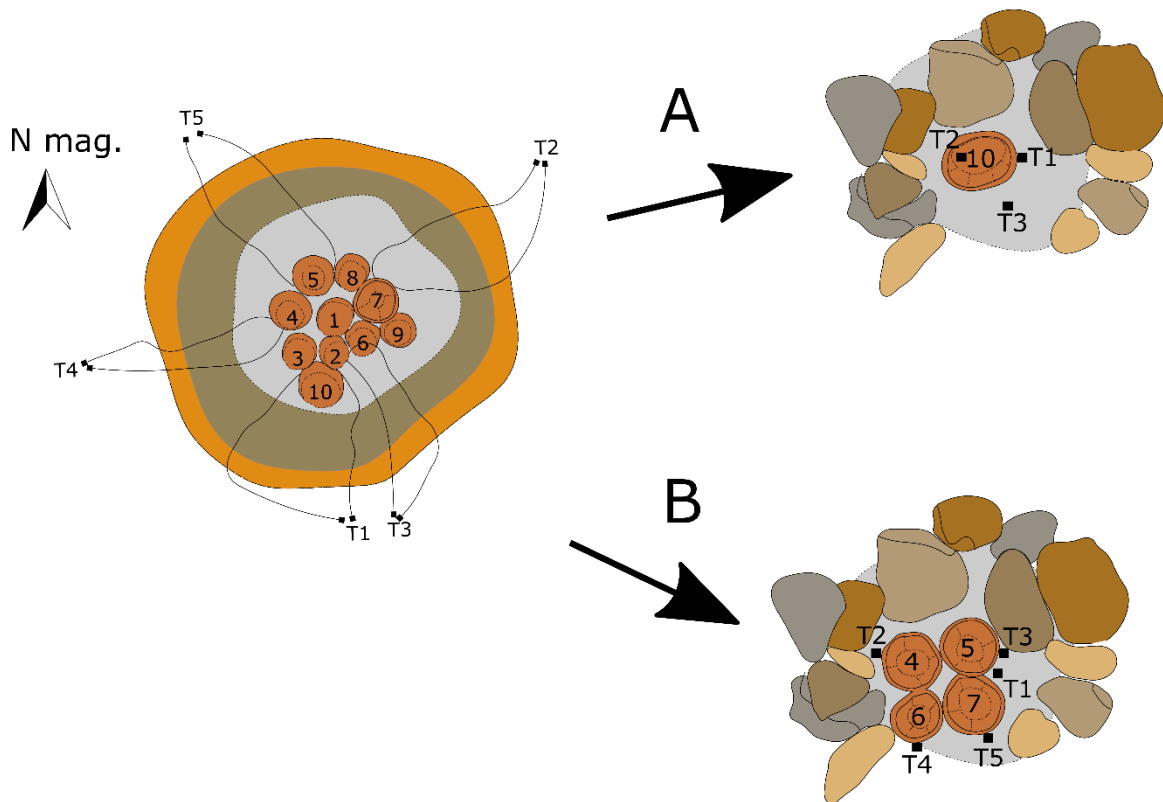


Figura 3.26: Representación del proceso de experimentación desarrollado con las cerámicas. 1º calentamiento de manufactura: cocción en el horno del set cerámico. 2º calentamiento de uso, representando dos momentos de esta fase de la experimentación, con el recipiente nº 10 (A) y con los recipientes 4, 5, 6 y 7 (B) sobre las ascuas en un hogar. T1-T5: ubicación de los distintos termopares. Los registros de temperaturas se muestran en la Fig. 2.27a-c.

- B. Otro experimento de esta segunda fase del calentamiento consistió en colocar los recipientes 4, 5, 6 y 7 sobre las ascuas para emular un uso similar al anterior, pero en este caso calentando a temperaturas inferiores a los 700 °C del calentamiento de manufactura original (Fig. 3.26b y 3.27b). Se registraron las temperaturas colocando termopares tanto sobre la superficie externa de las cerámicas como en las ascuas donde éstas estaban colocadas. Las temperaturas de las brasas oscilaron en torno a 400 - 450 °C durante los 140 minutos que duró el experimento (Fig. 3.26b y 3.27b).

En este tipo de experimentos conviene tener en cuenta que el aumento de la temperatura es progresivo y que parte del calor se pierde al pasar directamente a la atmósfera (García Roselló y Trias Calvo, 2006). Sin embargo, la litología del material

### 3. MATERIALES DE ESTUDIO

también es un factor a tener en cuenta en relación con las variaciones de temperatura registradas. Los recipientes arcillosos son malos conductores ya que acumulan mucho calor en las zonas en contacto directo con el combustible-fuego, pero a medida que se alejan de la fuente directa de calor se genera un gradiente de temperatura importante. Teniendo en cuenta que hablamos de recipientes de unos 10 centímetros de longitud aproximadamente, estas variaciones en el registro de temperaturas dentro de un mismo recipiente es algo que analiza este trabajo (Cap. 5), ya que pueden tener implicaciones de interés arqueológico.

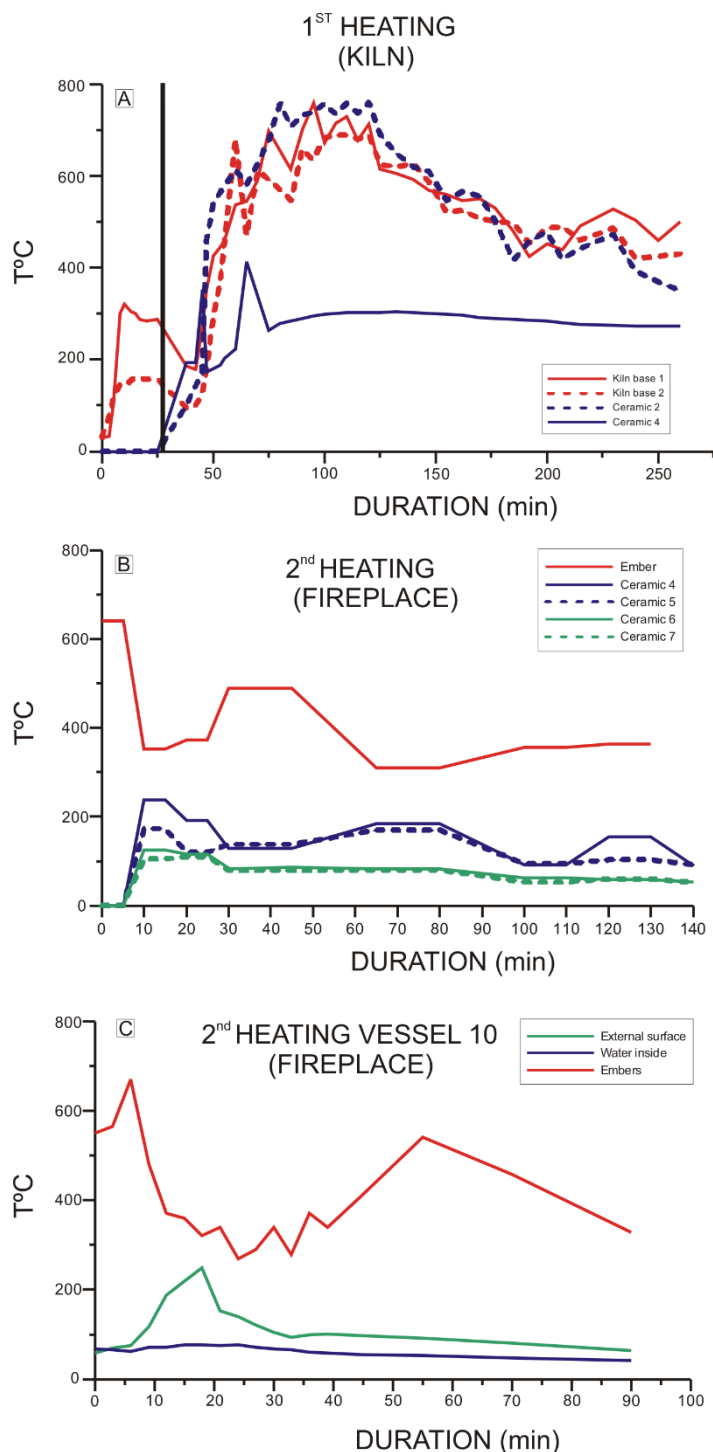


Figura 3.27: Gráficas que muestran el registro de temperaturas de las cerámicas y las brasas a lo largo del proceso de experimentación.



## **4. ANÁLISIS DE PASTAS CERÁMICAS**





## I. LA COMPOSICIÓN DE LA CERÁMICA

La cerámica es un material exclusivo del ser humano. Su uso y transformación ha estado estrechamente ligado al desarrollo cultural humano, además, su “fácil” elaboración y gran durabilidad le ha permitido ser un material empleado en diferentes sociedades y cronologías. Precisamente su gran difusión entre distintas comunidades permite utilizarlo como fósil conductor para distintas cronologías y culturas, pudiéndose establecer comparaciones sistemáticas entre ellas.

A la hora de analizar los restos cerámicos ha de tenerse en cuenta que además del material cerámico en sí mismo, también se pueden inferir a partir del estudio de las cerámicas factores culturales, tecnológicos, cronológicos, geográficos, etc. que han influido y condicionado el proceso de preparación de los recipientes (Arnold, 1991, 2015). El papel del artesano es clave en el análisis de un recipiente, ya que sus decisiones sobre las materias primas, la elección del lugar de extracción, las posibles implicaciones rituales-simbólicas y su conocimiento sobre los procesos tecnológicos afectan a todo el proceso de elaboración.

### 1.1 LOS INGREDIENTES DE LA CERÁMICA.

#### 1.1.1 ASPECTOS RELACIONADOS CON LA COMPOSICIÓN.

Atendiendo a la composición de las pastas cerámicas se deben diferenciar dos elementos fundamentales: las arcillas y las inclusiones (minerales u orgánicas). De la naturaleza de éstas dependerán las características físico-químicas macro y microscópicas del recipiente cerámico.

##### 1.1.1.1 Arcilla

Las arcillas son, a menudo, minerales secundarios derivados de la alteración de distintas rocas (mayoritariamente ígneas y metamórficas) que por acción de diversos procesos de alteración (físicos y químicos) sufren cambios mineralógicos de algunos de sus minerales primarios. Dependiendo de la naturaleza de las rocas alteradas (ígneas, metamórficas o sedimentarias) la composición de las arcillas varía.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

Químicamente se pueden definir como “*compuestos de silicato aluminico hidratado reconstituido y recristalizado que se producen por el desgaste, alteración o solución de materias petrógenas aplásticas*” (Arnold, 1989). Esencialmente, la composición más abundante entre las arcillas son los silicatos de aluminio, magnesio, hierro, calcio, sodio y potasio (Échallier, 1987; Rice, 1987).

Mineralógicamente las arcillas están compuestas esencialmente por filosilicatos (o minerales de la arcilla). Estos son silicatos de textura planar u “hojosa”, su estructura se dispone en capas regulares y ordenadas (tetraedros unidos conformando anillos hexagonales) y se distinguen por grupos dependiendo del número de capas: Grupo de la Caolinita (caolinita, halloysita, nacrita y dickita); Grupo de la Esmectita/Montmorillonita (esmeclitas, vermiculitas); Grupo de la Illita (illita, glauconita); Grupo de la Clorita (clorita, brucita) y los grupos de la Palygorskita, Atapulgita y Sepiolita.

Además de esta clasificación es necesario tener en cuenta otras características de las arcillas:

- Plasticidad: hace referencia a la capacidad de, con una cantidad limitada de agua, ser moldeada y mantener la forma. La plasticidad se pierde al perder agua (secado) manteniendo la forma dada. Factores como el tamaño de las partículas, su forma, el contenido orgánico e inclusiones afectan directamente a esta característica.
- Secado y contracción: en este proceso la arcilla pierde agua a temperatura ambiente sin ser sometida a ninguna fuente de calor artificial o proceso térmico (p.ej. horno). Es un momento delicado ya que diversas fuerzas pueden hacer que el recipiente se deforme o rompa.

##### 1.1.1.2 Inclusiones y Desgrasantes

Las arcillas utilizadas para la elaboración de cerámica pueden contener impurezas o inclusiones naturales dependiendo de los procesos de alteración y sedimentación que hayan sufrido durante su formación. Además, los alfareros añaden voluntariamente diversos elementos, también conocidos como desgrasantes, ya que ayudan a controlar distintos procesos y características de la cadena operativa: moldeado, secado y cocción.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

Estas inclusiones pueden ser:

- Fundentes o plásticos: materias plásticas, que ayudan a controlar el punto de fusión. Un ejemplo sería la adición de otros tipos de arcillas a la principal para controlar sus características.
- No fundentes o antiplástico: materia vegetal o mineral que disminuyen la contracción y la formación de grietas o craquelados:
  - (a) naturales: aquellas que se encuentran en la arcilla, algunos son pequeños granos de diversos minerales que incluyen las arcillas naturalmente (p.ej. granos de cuarzo). Su morfología suele ser redondeada. Normalmente se considera que forman parte de la arcilla los granos minerales con un tamaño menor de 0.02 mm de diámetro.
  - (b) antrópicas: añadidas intencionalmente por el ceramista, desgrasante. Pueden ser minerales, elementos vegetales, fragmentos de concha, hueso, etc. Sus tamaños suelen ser mayores y como no se han visto afectados por la erosión suelen ser angulosas.

Según su tamaño las inclusiones se distinguen en dos tipos de fracciones (Jacobs, 1983):

- Fracción gruesa: dependiendo de su tamaño y forma afectan al secado y la contracción de la arcilla.
- Fracción coloidal: (<0.001mm diámetro-1 $\mu$ m). Pueden ser orgánicos e inorgánicos y tienen efecto sobre la plasticidad y la contracción de las arcillas.

En la literatura existe una discusión recurrente sobre la nomenclatura a utilizar para diferenciar las inclusiones naturales de la arcilla de las añadidas por los artesanos (Arnold, 1972, 1989; Rice, 1987; Biton *et al.*, 2014; Shepard, 1956, etc): *temper*, temperante, aplástico, noplástico, inclusión, aditivo, agregado, rellenos, etc. son algunos de los nombres que se les dan. En este trabajo se va a emplear el término *inclusión* al elemento naturalmente presente en la arcilla (plástico o aplástico) y *desgrasante* al añadido intencionalmente.

##### 1.1.1.3 Cocción

Durante este proceso térmico se pretende modificar las características físico-químicas de la pasta cerámica alterando su dureza, permeabilidad y conductividad térmica. Se somete al material plástico (arcilla+inclusiones+desgrasantes) a una temperatura tal que permita la total fusión de los cristales de los minerales de la arcilla. Como consecuencia

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

del calentamiento, la arcilla sufre un aumento de volumen y pasa de ser un material plástico a otro rígido (Rye, 1981), que no se disuelve al introducirlo en un medio líquido ni se destruye al ser sometido a estrés térmico o mecánico.

En este proceso de cocción hay que tener en cuenta 3 variables, la atmósfera, la temperatura y la duración de la cocción (Shepard, 1956; Rye, 1981; Rice, 1987).

##### 1.1.1.3.1 *Atmósfera.*

Este factor está determinado por la presencia de diferentes gases como O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y vapor de agua durante la cocción. La presencia y circulación libre de estos gases y del oxígeno en particular, es uno de los elementos que más afecta a la atmósfera de cocción, ya que dependiendo de este hecho se pueden diferenciar distintos tipos de cocción (Rye, 1981):

- a. Oxidante: la presencia de oxígeno es constante y da un color rojizo-anaranjado-amarillento a la superficie del recipiente.
- b. Reductora: caracterizada por la ausencia de oxígeno y la presencia de CO<sub>2</sub>, produce colores negruzco-grisáceos.
- c. Mixta: cuando se produce una alternancia entre las condiciones reductoras y oxidantes, produciendo coloraciones rojizas y negruzcas en la misma pieza.

##### 1.1.1.3.2 *Temperatura.*

Para que la arcilla, las inclusiones y los desgrasantes formen una pasta compacta y rígida, se someten a un calor intenso en el que es necesario superar los 550-600 °C (Rice, 1987; Orton *et al.*, 1997). La temperatura va a depender del tipo de horno utilizado, ya que, de acuerdo con su estructura, se puede alcanzar un mejor control de la temperatura interna. Existen diferentes tipos de horno (Tite, 1999; Gosselain, 1992; Thèr, 2014), diferenciándose en general dos tipos (Rye 1981; Albero Santacreu, 2014):

- Horno de cocción abierta: se realiza sobre el suelo o en un hoyo excavado en la tierra y las vasijas son dispuestas sobre el combustible en una hoguera. En las cocciones abiertas se tiene escaso control de la temperatura y por ello sus valores máximos oscilan entre los 500-800 °C (García Roselló y Calvo Trías, 2006). A estas temperaturas se produce la fusión y sinterizado de los elementos fundentes que modifican las características de los materiales utilizados.
- Hornos de cocción cerrada: los recipientes se disponen en una cámara que es calentada por los gases generados por la quema del combustible. En este tipo de horno se tiene un mayor control de la entrada y salida del aire, así como de las temperaturas alcanzadas.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

##### 1.1.1.3.3 *Duración.*

El tiempo de cocción está relacionado con la temperatura obtenida en el horno. Para el estudio de la cerámica es interesante conocer el efecto que tienen, sobre el material cerámico, las distintas temperaturas en distintos tiempos de cocción. En fuegos producidos en hogueras, hornos no cerrados, el tiempo de cocción es generalmente corto y el rango de temperaturas obtenido es amplio y, normalmente, incontrolado donde las temperaturas máximas se mantienen en un periodo de tiempo breve; por otro lado, las cocciones en horno cerrado son más largas, con mayores temperaturas, éstas se logran más gradualmente y durante más tiempo (Rice, 1987).

A lo largo del proceso de cocción cerámica se diferencian tres intervalos de tiempo:

1. Periodo en el que la temperatura aumenta.
2. Periodo en el que la máxima temperatura se mantiene.
3. Periodo en el que no se añade más combustible, la temperatura decae y los recipientes se enfrían a temperatura ambiente.

Todos los elementos que intervienen en el proceso de cocción afectan a la estructura de los minerales y elementos que conforman la masa de arcilla moldeada, produciendo una serie de cambios físico-químicos a varios niveles (Maggetti, 1982; Freestone and Middleton, 1987; Rice, 1987; Tite, 1999; Cultrone *et al.*, 2001; Cubas, 2013; Albero Santacreu, 2014) (Tabla 4.II):

1. Pérdida de elementos volátiles: como material orgánico y agua. Al desaparecer el agua se produce una leve contracción de la masa arcillosa; los elementos orgánicos se carbonizan, dejando poros con halos carbonizados o incluso pequeños restos de carbón en el interior.
2. Cambios mineralógicos en la arcilla: se produce el sinterizado de los minerales de la arcilla que conlleva, a altísimas temperaturas, a la destrucción de su estructura cristalina. Por ejemplo, la illita a 950-1000 °C da lugar a diópsido y galenita y a la formación de óxidos de hierro (ej. Hematites).
3. Cambios mineralógicos en las inclusiones y desgrasantes:
  - a. Cuarzo: influyen en la contracción y porosidad de la arcilla. Es un mineral refractario que sufre 3 inversiones en su estructura:
    - i. A 573 °C el cuarzo- $\alpha$  se invierte en cuarzo- $\beta$  que produce una expansión del cristal.
    - ii. A  $\approx$ 870 °C se produce otra inversión a tridimita.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

- iii. Finaliza la transformación térmica formándose cristobita a 1250 °C, esta se mantiene estable hasta su temperatura de fusión 1710 °C (Rice, 1987).
- b. Calcita: Aunque se hable genéricamente de calcita, pueden estar presentes también otros carbonatos (conchas, hueso, etc.). Este mineral se disocia a temperaturas superiores a 600 °C (desde 600 °C hasta 900 °C dependiendo autores, Tabla 3-1 de Cubas, 2013), al llegar a esa temperatura se transforma en  $\text{CaO} + \text{CO}_2$ . El gas ( $\text{CO}_2$ ) se desprende y se forma  $\text{CaO}$  (cal) que después puede recristalizar otra vez en forma de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) microcristalina. En el transcurso de esta transformación se produce la destrucción de la estructura característica de la calcita. El  $\text{CaO}$  es higroscópico y, al enfriarse, toma  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$  atmosférico, formándose calcita (secundaria), lo que libera calor y supone un aumento de volumen del desgrasante que puede provocar fisuras en el recipiente cerámico.
- c. Mica (moscovita-biotita): mantiene su estructura estable hasta los 550°C. Si alcanzan temperaturas de 1050 °C sus propiedades ópticas desaparecen y se convierten en minerales prácticamente opacos (Cubas, 2013).
- d. Feldespatos: se caracterizan por su alta temperatura de fusión, los feldespatos alcalinos mantienen su estructura hasta los 1150 °C y las plagioclasas hasta 1118 °C (Rice, 1987).
- e. Chamota (*grog*): Su origen es antrópico, ya que son restos de cerámicas anteriores machacados e incluidos en la nueva pasta como desgrasantes, por ello, su comportamiento es similar al de la propia arcilla.

Debido a los cambios físico-químicos que se producen durante la cocción de la pasta, el objeto cerámico puede sufrir fisuras, que pueden producir incluso su rotura a causa del *shock* térmico.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<b>TEMPERATURA °C</b>	<b>TRANSFORMACIONES</b>
100°-200°	La arcilla pierde el agua superficial absorbida ("water-smoking period")
200°-225°	En el enfriamiento: $\alpha$ - $\beta$ conversión de la cristalobita.
470°	Temperatura en la que el brillo rojizo es visto en la oscuridad.
450°-550°	Kaolinita pierde hidroxilos; formación de metakaolinita.
500°	Oxidación de la materia orgánica.
550°-625°	Resplandor rojo reducido, visible a simple vista.
550°-650°	Montmorillonita pierde hidroxilos.
573°	Inversión $\alpha$ - $\beta$ del cuarzo.
600°-800°	Micas pierden hidroxilos.
800°	Se volatilizan $\text{FeCl}_3$ .
870°	Disociación $\text{CaCO}_3$ en $\text{CaO}+\text{H}_2\text{O}$ ; inversión beta de cuarzo en tridymita.
950°	$\text{CaO}$ reacciona formando silicatos de calcio (wollastonita).
960°	En el enfriamiento: comienza recristalización de la metakaolinita.
1000°	Formación de los ferrosilicatos de calcio. Arcillas calcáreas toman colores amarillo pálido-oliva.
1050°	En horno: colores amarillo claro
1100°	Formación de la mullita.
1100°-1200°	Rango de vitrificación de la arcilla.
1150°	En horno: color blanco
1160°	Comienza fusión de K-feldespatos.
1170°	Comienza fusión de Na-feldespatos (albita).
1200°	Disociación del yeso.
1250°-1290°	Cristalobita se transforma en tridimita.
1320°-1450°	Rango para la elaboración de porcelana.
1470°	Estabilización de la cristalobita.
1712°	Fusión $\text{SiO}_2$ .
2050°	Fusión $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Tabla 4.II: Tabla de las transformaciones sufridas por la arcilla durante el calentamiento para la elaboración de cerámica. Modificado de Rice, 1987: p. 101 Tabla 4.7.



## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 MUESTRAS DE ESTUDIO

#### 2.1.1 CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Los materiales estudiados proceden de la colección cerámica del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos). De manera previa a la selección de los fragmentos cerámicos para su estudio, se realizó un estudio *de visu* a cada pieza (Capítulo 3, apartado 1.2.6). Las piezas de estudio se seleccionaron en función de una descripción previa *de visu*, para diferenciar grupos composicionales, a partir de las unidades cronoestratigráficas del yacimiento. Se realizó un estudio piloto sobre 14 muestras de las campañas 2007 y 2011. Una vez realizado ese trabajo se seleccionaron muestras de las campañas 2012 a 2015, hasta un total de 114 fragmentos (Tabla 4.III). En este caso el número de piezas para algunas secuencias cronoculturales es inferior al dado en el Capítulo 3 (Tabla 3.III) ya que en esta selección sólo se tuvieron en cuenta los materiales hasta la campaña de 2015, en años posteriores se incluirían las demás muestras (descripción de las piezas Anexo A).

CONTEXTO	PIEZAS TOTALES	Nº PIEZAS	% respecto al total
Neolítico	736	23	11
Calcolítico Funerario	703	36	5
Calcolítico Estabulación	529	52	10
Calcolítico Campaniforme	520	3	1
TOTAL	1969	114	6

Tabla 4.III: Número y contexto arqueológico de las piezas seleccionadas para su estudio.

En función de las descripciones *de visu*, se agruparon los fragmentos cerámicos en grupos previos. Esto permitió hacer una selección de las muestras (Tabla 4. III) que tratara de abarcar las composiciones y variaciones descritas inicialmente. Esta agrupación se realizó en función del tipo de desgrasantes, su proporción y su tamaño. Según estos criterios se diferenciaron los siguientes grupos:

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

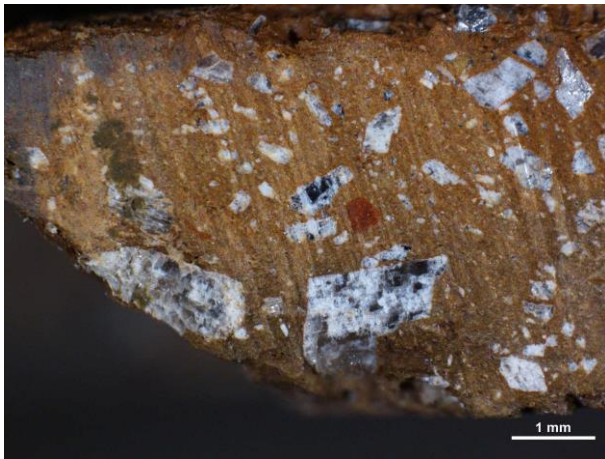
- (1) Grupo de calcita: se apreciaba calcita cristalina (Fig. 4.1a y b).
- (2) Grupo de caliza: se establecieron dos subgrupos uno con desgrasantes de gran tamaño y angulosos, y otro de tamaños medios y finos y tendentes a la esfericidad.
- (3) Grupo de cuarzo (Fig. 4.1c y d).
- (4) Grupo calcita cristalina brillante: calcitas cristalinas con un tono azulado y transparente.
- (5) Grupo mixto: en él se aprecian desgrasantes de ambas naturalezas: carbonatados y silíceos.
- (6) Grupo de arenas: caracterizado por la presencia de granos redondeados de gran tamaño de naturaleza cuarcítica.
- (7) Grupo negro: caracterizado por pastas muy finas, en las que no se apreciaba ningún tipo de desgrasante o inclusión, como mucho se aprecia el brillo de las micas.
- (8) Grupo con puntos negros: pastas finas en las que se observan poros de carbonización.
- (9) Grupo de pasta porosa: pastas gruesas en las que no se observan desgrasantes pero aparecen poros en toda la superficie dando apariencia quemada.
- (10) Grupo de pasta fina: pastas muy finas, similar al Grupo 7 pero en el que se pueden apreciar pequeños puntos, muchas veces rojizos.

##### 2.1.2 CERÁMICAS EXPERIMENTALES.

En el capítulo referente a los materiales se ha explicado el proceso seguido para la obtención de los recipientes experimentales (Cap. 3, apartado II). De los nueve recipientes experimentales se han seleccionado muestras análogas a los grupos composicionales observados en las muestras arqueológicas y también estudiadas para la lámina delgada: Exp.1, Exp. 3, Exp.5, Exp.6, Exp.7, Exp.9 y Exp.10. En el resto de las analíticas se han incluido todas las muestras experimentales.

## 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

A. ATP´14.1145



B. ATP´14.845



C. ATP´12.888



D. ATP´12.749

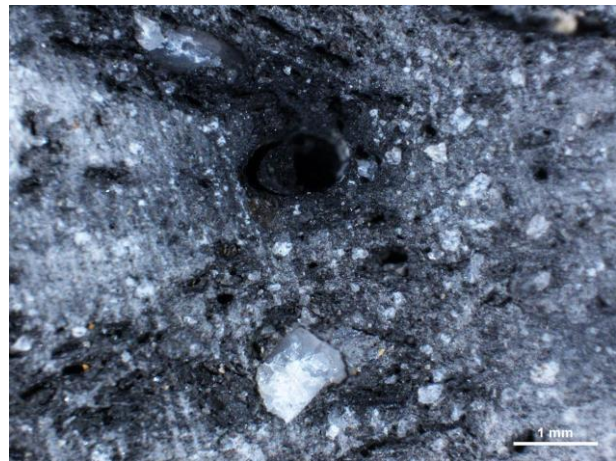


Figura 4.1: Ejemplos de cortes de piezas. A-B Grupos *de visu* 1. C-D Grupo *de visu* 3. Se indica escala.

## 2.2 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

### 2.2.1 ANÁLISIS PETROLÓGICO: LÁMINA DELGADA

Esta técnica se toma de la disciplina geológica, donde se aplicó desde el siglo XIX por H.C. Sorby. El primer estudio realizado sobre materiales cerámicos se realizó en 1879 en un monográfico sobre las cerámicas de Santorini por F. Fouqué y A. Michel-Lévy.

La aplicación del análisis petrográfico pretende obtener información de la fábrica y la composición de la pasta cerámica, clasificándolos a partir de láminas delgadas en conjuntos referenciales representativos. Éstos se clasifican en grupos petrológicos o de manufactura que, en ocasiones, incluso se pueden llegar a asociar con una funcionalidad tipológica (Cubas, 2013; Fragnoli y Palmieri, 2017). Este tipo de análisis permite el

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

análisis textural, mineralógico, de tamaño, forma o cantidad de las diferentes partículas que conforman la pasta (Mills, 2008) e identificar las características que pueden indicar el tipo de materia prima utilizada e incluso su posible proveniencia. Pese a que los análisis geoquímicos aportan información muy valiosa sobre la composición química de la cerámica, el análisis petrológico aporta una información mineralógica y textural, que permite hablar de aspectos que de otra forma se escaparían al estudio (Fagnoli y Palmieri, 2017).

Las descripciones realizadas sobre las láminas delgadas engloban las siguientes variables descriptivas (Freestone, 1995; Whitbread, 1986, 1995, 2008; Peterson, 2009; Quinn, 2013):

1. Naturaleza y características de las inclusiones no plásticas: composición mineralógica, cantidad-porcentaje, tamaño, forma, distribución y orientación de las partículas. Para hablar de la forma, la angulosidad y el tamaño, se han utilizado las tablas de comparación de Whitbread (1986) y para establecer el porcentaje las tablas comparativas de Matthew *et al.* (1991).
2. Caracterización textural y óptica de la matriz arcillosa: Se observa la birrefringencia y color de la arcilla de la matriz. Pueden aparecer partículas menos plásticas o áreas de arcillas que no se han integrado perfectamente en la matriz. Se definen dependiendo los límites y su relación con respecto a la matriz. (Fig. 4.2, Whitbread, 1986).
3. Poros: se describen en función de su forma, orientación, cantidad y tamaño: “micro” (<0.05mm), “meso” (0.05-0.5mm) y “macro” (0.5-2mm). Tipológicamente se pueden diferenciar distintos tipos de poros (Quinn, 2013):
  - Vesículas: poros equidimensionales, de tendencia esférica y con bordes suavizados.
  - Planares y elongados: ambos tipos de poros son similares ya que ambos son elongados con paredes paralelas. Se diferencian en que los primeros finalizan en punta y el segundo en bordes redondeados. Pueden ser agrupados genéricamente como “poros elongados”
  - Vughs: son poros irregulares que se definen por exclusión de los anteriores, no son esféricos ni con paredes paralelas.
4. La situación del fragmento analizado dentro del recipiente (galbo, borde, fondo).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

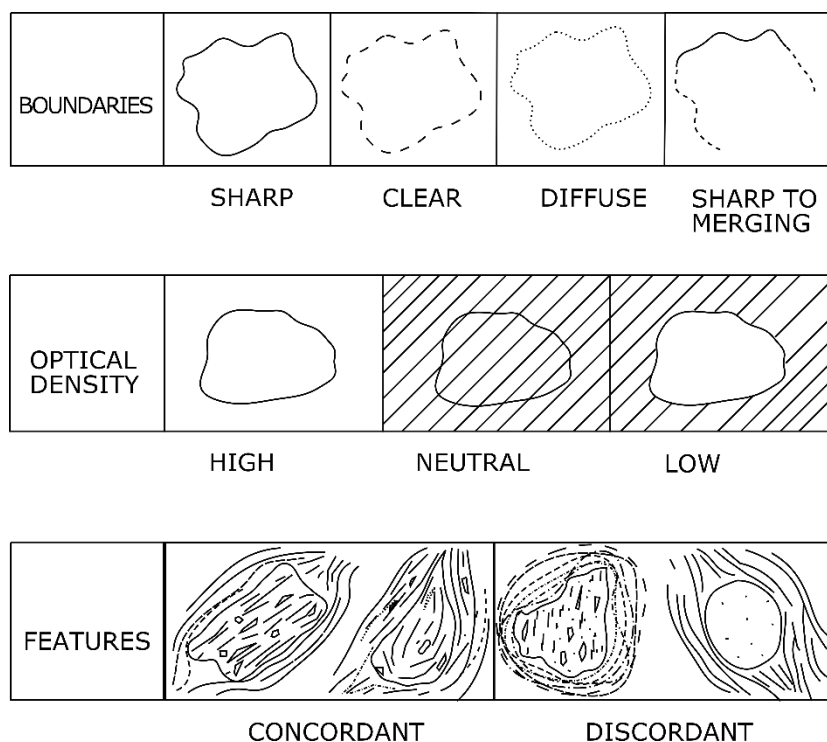


Figura 4.2: Terminología seleccionada para la caracterización de elementos plásticos en la matriz. Quinn (2013) a partir de Whitbread (1986).

Las láminas delgadas han sido realizadas en el laboratorio de geología del Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (CENIEH). El corte de la lámina, siempre que ha sido posible, se ha realizado de forma perpendicular respecto al borde (Cubas, 2013; Quinn, 2013; Biton *et al.*, 2014), y con un grosor estándar de 0.03 mm.

Para la observación de las láminas delgadas se han utilizado un microscopio petrográfico de luz polarizada NIKON ECLIPSE LV100POL con aumentos 4x, 10x, 20x y 40x con una cámara NIKON DS-Fi2 acoplada. Se han utilizado filtros de luz para la identificación mineralógica: luz polarizada plana y cruzada que permite la identificación de minerales. La cámara digital ha permitido la captura de imágenes, y la medida de longitudes, ángulos y diámetros.

Para la descripción de las láminas delgadas se ha desarrollado un formulario que agrupa la información obtenida en una base de datos *Microsoft Acces*. Incluyendo los siguientes campos:

1. Análisis Petroológico:
  - a. Inclusiones y Desgrasantes.
  - b. Tamaño de grano y mediciones.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

- c. Distribución de inclusiones y desgrasantes.
- d. Cantidad (%).
2. Matriz: color, % respecto a desgrasantes e inclusiones y porosidad.
3. Textura: Grano-soportada o Matriz-soportada. En las cerámicas todas son matriz-soportada.
4. Alteraciones: si se observan transformaciones.
5. Porosidad: morfología, esfericidad, tamaño, cantidad (%), orientación...
6. Clasificación: en un grupo de manufactura.
7. Interpretación: rasgos característicos de la lámina.

##### 2.2.2 DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

Esta técnica identifica los minerales presentes en la pasta cerámica según su estructura cristalina. Esta estructura se basa en la disposición regular de los átomos que pueden formar planos o capas de átomos. Cada mineral tiene su propia composición química y, por lo tanto, su propia estructura cristalina. La medida por difracción de rayos X se produce cuando los rayos X bombardean la muestra mineral y los diferentes planos cristalinos reflejan o difractan los rayos X. Esta difracción se da en ángulos característicos de la estructura de las distintas especies minerales, siendo captada y medida (ángulo e intensidad) por un detector.

El preparado de la muestra consiste en el pulverizado de pequeños fragmentos de muestra en un mortero de ágata hasta conseguir una masa  $\approx 1$  gr (Fig. 4.3). Esta técnica es destructiva, sin embargo, tras su medida por DRX la muestra pulverizada se recupera y puede ser utilizada en otros análisis.



Figura 4.3: Pulverizado de las muestras en un mortero de ágata.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

Los análisis de DRX se han llevado a cabo en el Parque Científico-Tecnológico (PCT) de la Universidad de Burgos. El difractómetro utilizado es un BRUKER D8 DISCOVER DAVINCI A25, con un tubo de Cu y un voltaje generador de 40 kV y una intensidad de 30 mA (Fig. 4.3). El *software* empleado para la interpretación de los difractogramas fue el paquete DIFRAC.EVA. El estudio se realiza a partir de una base de datos de minerales catalogados y con los que se compara el tipo de pico e intensidad de la muestra con respecto a los valores de un mineral de referencia.

##### 2.2.3 FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

Este método identifica la composición química elemental semicuantitativa de las muestras. Consiste en irradiar con rayos X la muestra y medir la fluorescencia desencadenada. Los rayos X (primarios) desplazan electrones de las órbitas interiores de los átomos que componen la estructura cristalina del mineral y esos vacíos son sustituidos por otros electrones de niveles energéticos superiores. La energía liberada en este proceso se emite como fotones, radiación fluorescente o secundaria, con una longitud de onda característica que depende del gradiente energético entre los orbitales electrónicos y una intensidad relacionada directamente con la concentración del elemento en la muestra. Estos rayos secundarios son analizados al atravesar un colimador o detector que identifica el elemento.

El equipo empleado para los análisis de FRX se encuentra en el Parque Científico Técnico de la Universidad de Burgos, es un Thermo Electron Corporation ARL ADVAT XP Sequential XRF (Fig. 4.4) y la medida se realiza por dispersión de longitudes de onda con una potencia de 1200 W, un goniómetro Universal F45 con 4 colimadores (0.15, 0.25, 0.6 y 2.6), 6 cristales (LiF200, PET, LiF220, Ge111, AX16 y TLAP) y 2 detectores (flujo proporcional y centelleo), filtros de haz primero (Al, Cu y Fe), y una máscara fija de 29 mm. La preparación de las muestras consta de la elaboración de perlas cristalinas mezclando una parte de la muestra (0.5-0.6 gr) y añadiendo como fundente Metaborato/tetraborato (50:50). Para evitar la adherencia del fundido a las paredes del crisol se añaden unas gotas de LiBr. Esto permite evitar tanto el efecto del tamaño de partícula como el efecto de densidad o matriz al prensar una muestra. Esta técnica es destructiva, pero se puede utilizar el polvo empleado anteriormente para el análisis de DRX. Las perlas se introducen en el equipo de FRX y los espectros obtenidos se interpretan utilizando el programa WinXRF.ADVANT 3.2.1. Por último, se analizan los resultados para determinar la concentración semicuantitativa de los elementos con el

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

programa UNIQANT versión 5.47 expresándose los resultados en porcentaje (%) en forma de óxidos, siendo el límite de detección de 10 ppm.



Figura 4.4: Difractómetro D8 DISCOVER DAVINCI A25 (Bruker), de la Universidad de Burgos.

#### 2.2.4 CARBONO ORGÁNICO: LOST ON IGNITION (LOI)

Para el cálculo del carbono orgánico presente en las muestras se utiliza el análisis LOI (Lost on Ignition), llamado también método de calcinación o pérdida por ignición (Schulte y Hopkins, 1996). Esta analítica permite cuantificar el contenido de materia orgánica (MO) por oxidación de una determinada muestra a partir de la pérdida de peso al ser sometida a altas temperaturas.

Para la preparación de la muestra se pesaron 0.5 g de muestra en crisoles de 15 mL. Las muestras se sometieron a 110 °C durante 14 horas dentro de la mufla, fueron enfriadas en un desecador y pesadas junto con los crisoles. El proceso se repite variando la temperatura y el tiempo en que permanecen en la mufla, en esta ocasión a 550° durante 5 horas. Se finaliza el proceso almacenando de nuevo las muestras a un



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

dsecador y, tras enfriarse, se pesan nuevamente. Este proceso se realizó utilizando una balanza analítica (con 250 gr capacidad y una resolución  $\pm 0.0001$  g), una mufla capaz de alcanzar 1200 °C (Horno HD-230 PAD, con un programador de rampas) y crisoles cerámicos.

Para el cálculo final del C orgánico (LOI 550 °C) se utilizan los siguiente valores: WS que es el peso de la muestra a temperatura ambiente; DW110 es el peso de la muestra tras permanecer a 110 °C durante 14 horas; DW550 es el peso de la muestra tras permanecer a 550 °C durante 5 horas. Los datos obtenidos de esta analítica se calcularon mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{LOI } 110 \text{ }^{\circ}\text{C} = 100 * (\text{WS} - \text{DW}110) / \text{WS}$$

$$\text{LOI } 550 \text{ }^{\circ}\text{C} = 100 * (\text{DW}110 - \text{DW}550) / \text{WS}$$

### 2.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

#### 2.2.5.1 Análisis descriptivos

Para el análisis de los datos generados mediante las distintas analíticas se han utilizado varios métodos estadísticos. Entre ellos se han utilizado análisis descriptivos, univariantes.

- Media aritmética (promedio,  $\bar{x}$ ): indica la tendencia central de las distribuciones de las variables. Permite conocer el valor medio de una variable, pero no permite conocer su variabilidad. Se calcula sumando todos los valores de la variable y dividiéndola por el número total de casos.
- Desviación típica ( $\sigma$ ): la desviación de los valores en la variable alrededor de la media aritmética. Esto permite conocer, por ejemplo, si la distribución de los datos sigue una distribución normal (el 95% de los valores se encuentran a una distancia inferiores a dos veces la desviación estándar respecto a la media).

Estos datos se presentan en forma de tabla, calculados para cada grupo de manufactura y elemento geoquímico, expresados en un diagrama de *Box-Whisker*, en donde para cada variable aparece una caja rectangular cuyos lados más largos presentan el recorrido intercuartílico, con una línea vertical que indica la posición de la mediana y su relación con los cuartiles. Esta caja presenta una escala con los valores mínimos y máximos (líneas horizontales, "bigotes"). Cualquier dato que no esté dentro del

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

rango es identificado individualmente como *outlayer*, representa que este dato está fuera del rango.

Se han utilizado también análisis bivariantes (*biplot*) de los datos. En este tipo de análisis se representan los datos como una nube de puntos sobre los ejes x-y que representan dos variables. A partir de la dispersión observada se puede ver la relación existente entre ambas variables.

##### 2.2.5.2 Estadística multivariante: Análisis de componentes principales (PCA) y Análisis Jerárquicos

Este tipo de análisis se realiza cuando se tiene una gran cantidad de variables medidas sobre conjuntos (poblaciones) también numerosos. El número total de variables es muy grande, por lo que este método permite reducirlas a nuevas variables definidas en base a la correlación de la variabilidad de la muestra. Estas nuevas variables buscan algún factor común subyacente, reduciendo la varianza del gran número de variables originales a unos pocos factores o componentes principales.

La representación de los componentes principales se realiza en un eje cartesiano de cuatro cuadrantes. En cada uno de los ejes se representa una componente y las muestras se distribuyen como una nube de puntos con valores positivos o negativos para cada una de las componentes.

Este tipo de análisis se ha complementado con un método jerárquico de análisis clúster, en este caso disociativo, en el que comienza con un conglomerado que contiene todos los casos considerados y por sucesivas subdivisiones se forman grupos más pequeños, teniendo como resultado tantas agrupaciones como muestras. Cada uno de los niveles se calcula a partir de las semejanzas entre los casos, agrupando en cada clúster del mismo nivel a los individuos con más similitudes entre sí. En este caso se ha utilizado la distancia euclídea entre los valores de las variables.

Los análisis estadísticos se han realizado utilizando el programa IBM-SPSS v.21.

### III. RESULTADOS

## 3.1 ANÁLISIS PETROLÓGICO DE LÁMINAS DELGADAS

### 3.1.1 ANÁLISIS PETROLÓGICO: MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

#### 3.1.1.1 Grupos petrológicos de manufactura

El establecimiento de grupos petrológicos de manufactura (GM) tiene como finalidad agrupar las piezas cerámicas con características petrológicas similares (textura, composición, etc.) en grupos de afinidad composicional. En nuestro caso se han establecido unos grupos principales (GMX), que engloban muestras con desgrasantes y/o matriz arcillosa de composiciones y texturas minerales similares (ej. desgrasantes de calizas); a su vez se han establecido subgrupos que incluyen muestras cerámicas con particularidades dentro de los grupos principales (GMX $n$ ) (p.ej. subgrupo con calizas lacustres y subgrupo de calizas marinas).

A continuación, se describirán los principales grupos y subgrupos de manufactura distinguidos a partir del estudio de las 113 láminas delgadas analizadas (el fragmento ATP'12.1193 no pudo ser utilizado para la descripción de lámina delgada, pero sí fue utilizado para los análisis de DRX, FRX y LOI). Se han definido 6 grupos de manufactura principales (Tabla 4.IV).

##### 3.1.1.1.1 *Grupo de Manufactura 1 (GM1)*

Petrológicamente este grupo está caracterizado por la presencia de calcita cristalina como desgrasante principal y de pequeños granos de cuarzo como inclusión en la matriz arcillosa (Tabla 3.IV). La matriz arcillosa presenta una alta birrefringencia, y puntualmente poros planares y elongados y *vughs*, con micro y mesoporos (entre 0,05-0,5 mm), distribuidos irregularmente (sin preferencias en la orientación). Las inclusiones están caracterizadas por granos de cuarzo de tamaño limo, con tendencia a la esfericidad y subredondeados. La calcita cristalina destaca como desgrasante principal, es de tamaño arena (tamaño medio de 0,56 mm y máximo de 3,42 mm) con muy baja esfericidad y alta angulosidad, presenta a menudo formas romboedrales. Este grupo de manufactura está formado por 34 muestras, la mayoría son de época neolítica (20) y las demás calcolíticas, tanto de la fase de estabulación (9) como funeraria (5) (Tabla 4.IV y 4.V). Adicionalmente, pueden distinguirse varios subgrupos que se caracterizan por distintas texturas observadas en los desgrasantes de calcita cristalina (Fig. 4.5 y Fig. 4.6).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

- **GM1A:** el desgrasante principal es la calcita cristalina, generalmente idio y subidiomorfa, romboédrica, con una presencia máxima de desgrasantes del 20% y 10% de porosidad, fundamentalmente elongada. La esfericidad de los fragmentos es baja y muestran una morfología de angular a muy angular. Este subgrupo está representado por dos muestras neolíticas (Fig. 4.5a).
- **GM1Ba:** este grupo es similar al GM1A, aunque se diferencia del subgrupo anterior en que el interior de los desgrasantes calcíticos se observan lineaciones curvadas que podrían corresponder a planos de exfoliación deformados. Presenta una cantidad máxima de desgrasante del 30% y porosidad del 15%. Está compuesto por tres muestras, dos neolíticas y una procedente del calcolítico funerario (Fig. 4.5b).
- **GM1Bb:** similar al GM1Ba pero en este caso vuelve a aumentar la proporción de desgrasante (40%) y porosidad (20%), siendo los poros en su mayoría elongados. En esta ocasión el subgrupo se caracteriza, de nuevo, por cambios en la textura cristalina de los cristales de calcita, donde se pueden apreciar abundantes poros intracristalinos triangulares en la conjunción de las dos familias de planos de exfoliación. Este subgrupo es el más numeroso dentro del GM1, se ha observado en 15 muestras: ocho neolíticas, dos del calcolítico funerario y cinco en los niveles del calcolítico de estabulación (Fig. 4.5c y Fig. 4.6f).
- **GM1Bc:** en este grupo la presencia de desgrasante desciende respecto a los anteriores, con un máximo del 25% y una porosidad del 15%. En este caso los fragmentos de calcita presentan rasgos de posible termoalteración, exhibiendo halos microcristalinos a lo largo de su perímetro (superficie exterior), mientras que el interior conserva su textura original. Este subgrupo incluye dos muestras neolíticas (Fig. 4.5d).
- **GM1Bd:** en este subgrupo la proporción máxima de desgrasante es del 35% y de porosidad del 20%. Se caracteriza por que los clastos calcíticos tienen un aspecto ahumado y superficies de exfoliación de tonalidades oscuras, que puede ser debido a la presencia de impurezas (inclusiones fluidas, etc.). Se presenta en ocho muestras, cuatro de las cuales son neolíticas, tres calcolíticas de estabulación y una funeraria (Fig. 4.6a).
- **GM1C:** este subgrupo se caracteriza por la presencia de organismos planctónicos fósiles (radiolarios y foraminíferos planctónicos) englobados en la matriz arcillosa, presentando como desgrasante calcita cristalina. La proporción de desgrasante es del 7% y 15% de porosidad. Se presenta en una muestra neolítica (Fig. 4.6c-d).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

- **GM1D:** este subgrupo se caracteriza por la presencia de algunos fragmentos calcíticos silicificados como desgrasantes. La proporción de desgrasantes es de 20% y 3% de porosidad. Este grupo comprende una muestra neolítica (Fig. 4.6b).
- **GM1E:** el elemento distintivo de este subgrupo es la presencia de fragmentos de calcita con abundantes planos de fractura. Presenta un 25% de desgrasantes calcíticos y un 15% de porosidad. Está representado por una muestra del Calcolítico funerario y por una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.6e).

##### 3.1.1.1.2 Grupo de Manufactura 2 (GM2)

Este grupo se caracteriza por la presencia como inclusiones en la arcilla de pseudomorfos de yeso y pequeños granos de cuarzo tamaño limo de alta esfericidad bien redondeados, presenta una matriz con un alto índice de birrefringencia. Aparecen muy pocos poros, en su mayoría elongados y mesoporos (entre 0,05 y 0,5 mm), algunos con halos de carbonización. Pertenecen a este subgrupo tres muestras, una del Calcolítico funerario, otra del Calcolítico de estabulación y una del Calcolítico Campaniforme (Tabla 4.IV). Los desgrasantes presentes son de naturaleza terrígena, tanto siliciclástica como carbonatada, y definen los dos subgrupos diferenciados dentro de este grupo (Tabla 4.IV y 4.V) (Fig. 4.7).

- **GM2Agp:** este grupo se caracteriza por contener como desgrasante granos de pizarras y granos silíceos de 2 mm (tamaño máximo 2,62 mm y mínimo inferior 0,2 mm), de esfericidad media y alto redondeamiento, en una proporción máxima del 30% y 10% de porosidad. Está presente en dos muestras calcolíticas, tanto del contexto funerario como del contexto de estabulación (Fig. 4.7a y c).
- **GM2Agc:** en este caso los desgrasantes son de caliza y calcita, en granos de esfericidad media y forma subangulosa (tamaño medio de 0,8 mm y máximo 2,3 mm) en una proporción del 30% y 1% de porosidad. Sólo se ha observado en una muestra del calcolítico campaniforme (Fig. 4.7b y d).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

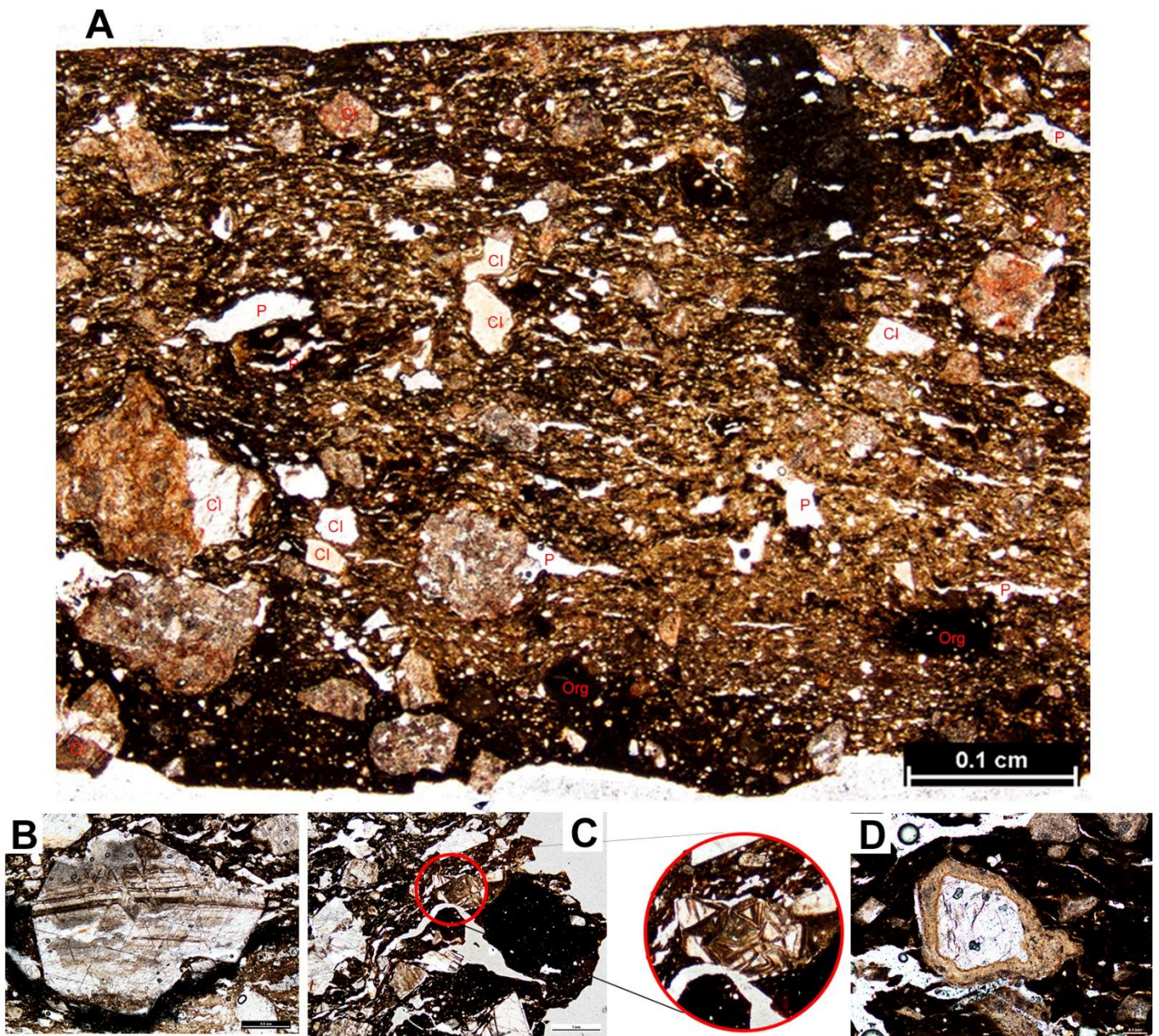


Figura 4.5: micrografías de láminas delgadas del GM1. (A) GM1A: ATP15.551, (B) subgrupo GM1Ba: ATP11.195, en el cristal de calcita se observan la exfoliación deformada. (C) subgrupo GM1Bb ATP11.798, granos de calcita con formaciones triangulares (D) subgrupo GM1Bc: ATP14.1195, zonaciones dentro del cristal producida por posible alteración térmica. Cl-Calcita; P-Poro, Org-Materia orgánica.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

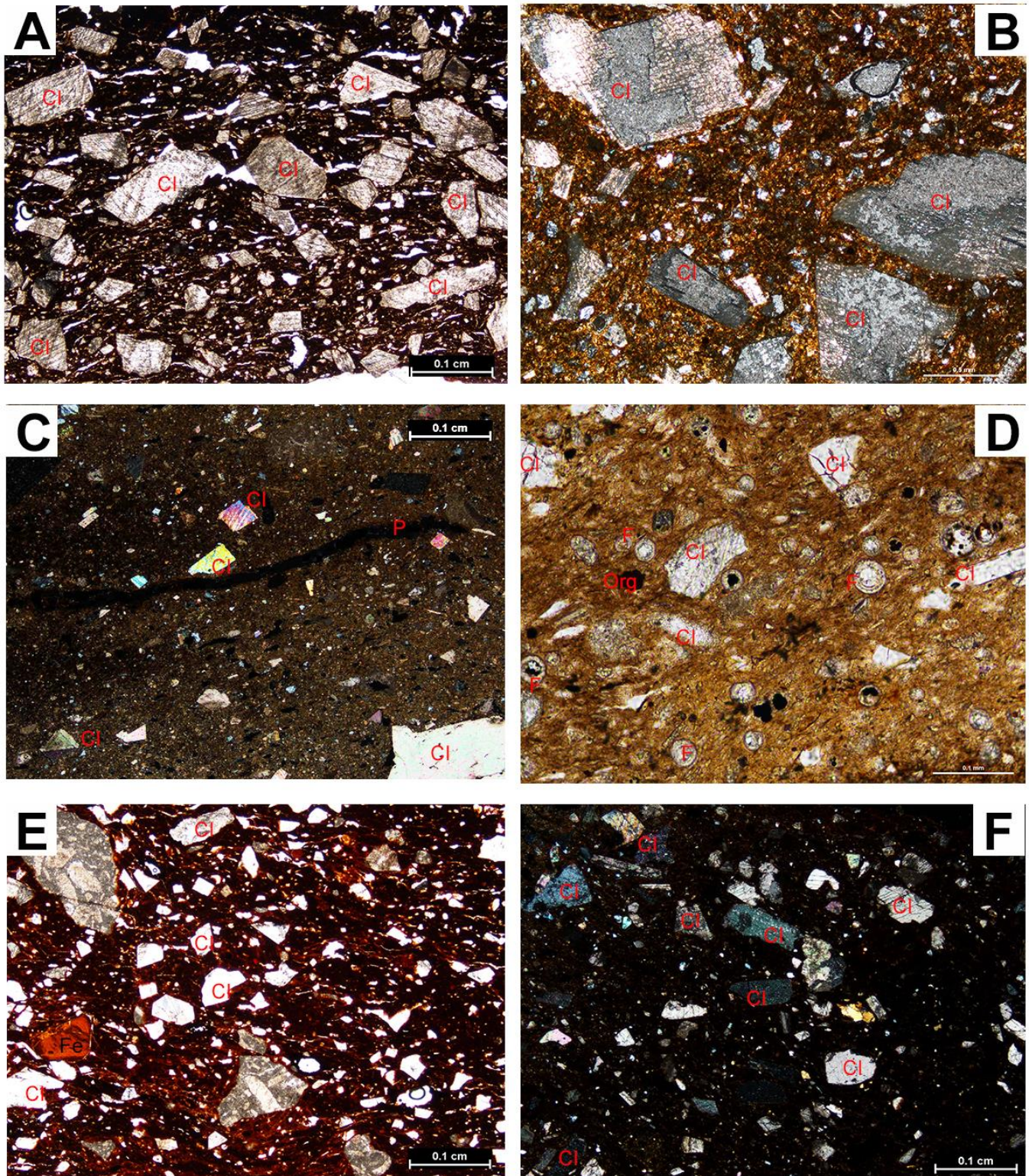


Figura 4.6: Figura 3.6: micrografías de láminas delgadas del GM1. (A) subgrupos GM1Bd ATP12.80 con planos de exfoliación marcados. (B) GM1D: ATP15.557, calcita ahumada (luz polarizada) (C) subgrupo GM1C: ATP15.975, características generales de la matriz (luz polarizada) (D) subgrupo GM1C: ATP15.975 con presencia de fósiles plactónicos/forminíferos (E) GM1E: ATP12.238 (F) subgrupos GM1Bb: ATP12.396, detalle de los desgrasantes de calcita cristalina (luz polarizada). Cl-Calcita; P-Poro, Org-Materia orgánica; F-Foraminíferos; Fe-Óxidos de hierro.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

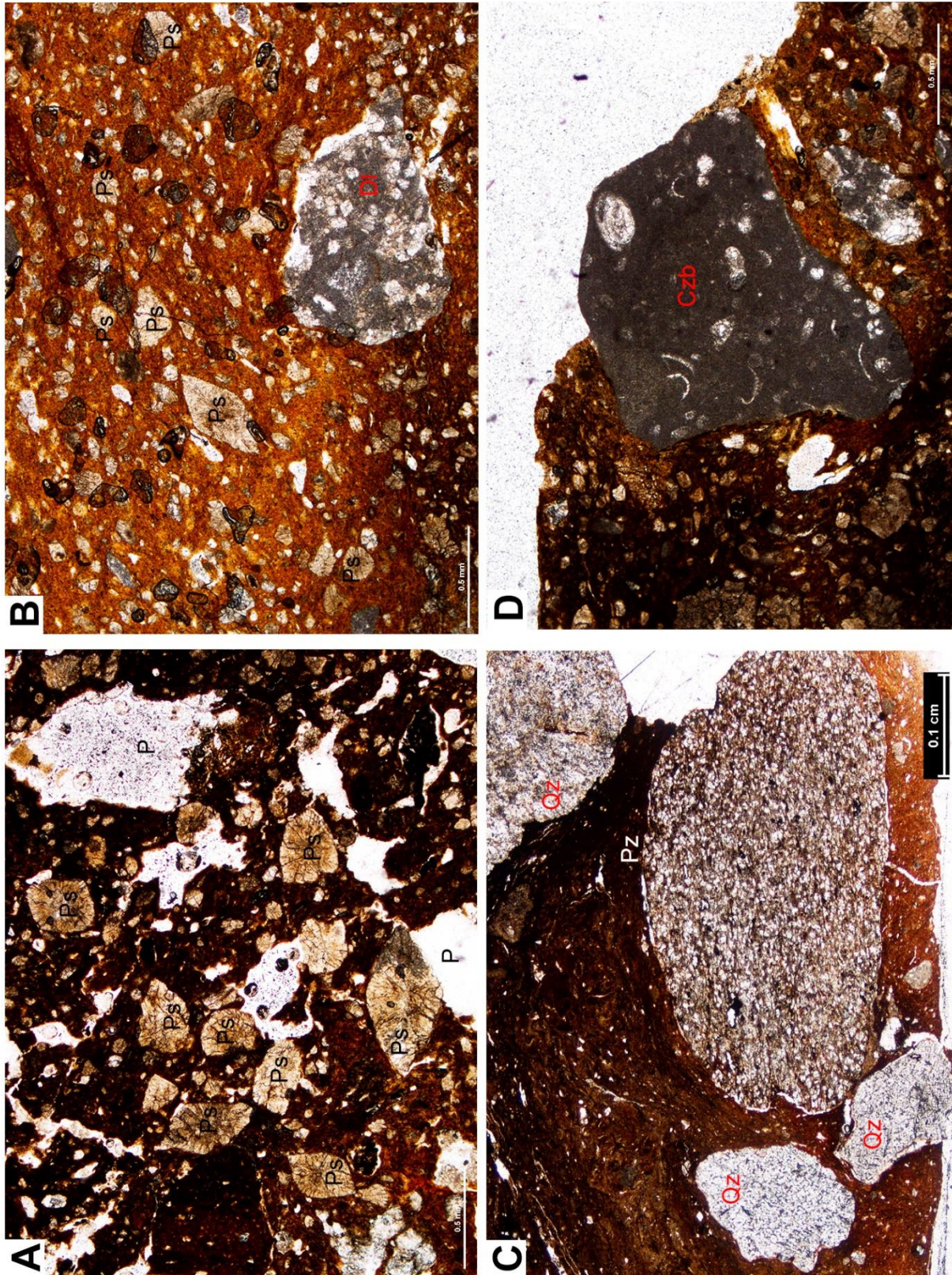


Figura 4.7: micrografías de láminas delgadas del GM2. (A) subgrupo GM2Agp: ATP11.434 con pseudomorfos de yeso rellenos de calcita autógena. (B) subgrupo GM2Agc: ATP07.38, pseudomorfos de yeso en la matriz y cristales de dolomita (rómbrica) en el desgrasante calizo. (C) subgrupo GM2Agp: ATP13.184, desgrasantes redondeados de cuarzo y pizarra. (D) subgrupo GM2Agc: ATP07.38, detalle de desgrasante de caliza bioclástica. Ps-Pseudomorfos de yeso; P-Poro, Qz-Cuarzo; Pz-Pizarra; DI- Cristales de dolomita; Czb-Caliza con bioclasto.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

##### 3.1.1.1.3 Grupo de Manufactura 3 (GM3)

Este grupo está caracterizado por presentar granos silíceos, normalmente litoclastos de pizarras y areniscas como desgrasantes (tamaño medio 0,42 mm y máximo de 2,24 mm) que permiten diferenciar dos subgrupos (Tabla 4.IV). La matriz arcillosa tiene un elevado índice de birrefringencia, con inclusiones silíceas (cuarzo) de tamaño limo, de alta esfericidad y redondeamiento. Aparecen meso y macroporos (hasta 0,5 mm) planares y *vughs* con una tendencia a alinearse paralelamente a los márgenes de la cerámica. A este grupo pertenecen cinco muestras, una de la fase del Calcolítico funerario, tres del Calcolítico de estabulación y una del Calcolítico Campaniforme (Tabla 4.V; Fig. 4.8).

- **GM3A:** presenta granos redondeados de pizarras como desgrasante (tamaño de 0,5 mm), con una proporción máxima del 45% y un 5% de porosidad. Se ha descrito en dos muestras calcolíticas del contexto de estabulación y en una muestra del Calcolítico Campaniforme (Fig. 4.8a y b).
- **GM3B:** presenta como desgrasantes granos cuarcíticos mono y policristalinos subredondeados y de baja esfericidad (0,4 mm y máxima de 2,2 mm), además de las pizarras. La proporción de desgrasantes es menor, entorno al 25%, y tiene una porosidad de un 3%. Está representado por dos muestras calcolíticas (Fig. 4.8c y d).

##### 3.1.1.1.4 Grupo de Manufactura 4 (GM4)

Este grupo presenta una matriz arcillosa con alta birrefringencia e inclusiones de granos de cuarzo tamaño limo de morfología redondeada y alta esfericidad. Los poros presentes son redondeados, elongados y de tipo *vughs*, con tamaños de meso y macroporos (entre 0,5 mm hasta 2 mm) que varían dependiendo muestras en cuanto su orientación, en algunos aparecen halos de carbonización. Los desgrasantes silíceos caracterizan este grupo, encontrándose granos mono- y policristalinos tanto cuarcíticos (mayoritarios) como de cuarzo cristalino (tamaño medio de 0,77 mm y máximo de 8,6 mm, mínimo inferior a 0,2 mm) (Tabla 4.IV). Pertenecen a este grupo 30 muestras: dos neolíticas, siete del calcolítico funerario y veintiuna de estabulación (Tabla 4.IV y 4.V).

Dependiendo de la distinta naturaleza del desgrasante o de diferentes aspectos texturales se han diferenciado diez subgrupos (Fig. 4.9 y 4.10).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

- **GM4Aa:** presenta las características típicas del grupo de manufactura, matriz con inclusiones de granos de cuarzo y desgrasantes procedentes de fragmentos de cuarcita y cuarzo, en una proporción máxima del 40% y 15% de porosidad. Este subgrupo es el más abundante para las muestras estudiadas, habiéndose observado doce muestras, provenientes tanto del contexto Calcolítico de estabulación (diez muestras) como del funerario (dos muestras) (Fig. 4.9a y 4.10f).
- **GM4Ab:** este subgrupo es similar al GM4Aa. Se diferencia del anterior en la mayor proporción de desgrasantes, siendo incluso superior al 45%. Se han clasificado como pertenecientes a este subgrupo dos muestras, una neolítica y otra calcolítica de la fase de estabulación (Fig. 4.9b).
- **GM4Ac:** de características muy similares a los dos anteriores. Se caracteriza por la presencia de inclusiones de cristales de cuarzo idiomorfos bipiramidales (*Jacintos de Compostela*) en la matriz arcillosa. La proporción de desgrasantes cuarcíticos es inferior respecto a los dos subgrupos anteriores, alrededor de un 10% y un 8% de porosidad. Representado por dos muestras del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.10a).
- **GM4B:** estas muestras son iguales al GM4A en cuanto al tipo de matriz y desgrasantes, predominando los de naturaleza cuarcítica (15%) y un 10% de porosidad. La característica diferenciadora de este subgrupo es la presencia en la matriz arcillosa de zonas con abundantes esferulitas carbonatadas y posibles fitolitos silíceos. Estas características se presentan en dos muestras del Calcolítico funerario y en una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.9d-e).
- **GM4C:** la característica de este subgrupo es que en los fragmentos de cuarzo utilizados como desgrasantes tienen inclusiones fluidas. La cantidad máxima de desgrasantes observados es del 15%, así como la porosidad. Estas características se han observado en tres muestras del Calcolítico de estabulación y una del Calcolítico funerario. Uno de ellos (ATP12.184) presenta también pseudomorfos de yeso como inclusiones (Fig. 4.9c).
- **GM4D:** este grupo es similar al GM4Aa en cuanto a sus características generales, sin embargo, se caracteriza por una matriz vitrificada muy oscura. Las cerámicas de este subgrupo tienen hasta un 30% de desgrasantes cuarcíticos y un 20% de porosidad. Se han identificado dos muestras: una neolítica y otra del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.10b).
- **GM4E:** este grupo es similar al GM4A, pero incluye litoclastos de arenisca como desgrasante. Este subgrupo presenta un 10% de desgrasantes y un 20% de

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

porosidad. Se ha observado en una sola muestra de Calcolítico de estabulación (Fig. 4.10c).

- **GM4F:** este subgrupo se caracteriza por una gran cantidad de matriz arcillosa en relación con las inclusiones y los desgrasantes, además de ser ésta de color muy oscuro debido a la carbonización de la abundante materia orgánica contenida (materia vegetal). La muestra de este subgrupo tiene hasta un 5% de desgrasantes y un 7% de porosidad. Este subgrupo está compuesto por una sola muestra del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.10d).
- **GM4G:** este subgrupo está caracterizado por la utilización de desgrasantes silíceos procedentes de arenas siliciclásticas, observándose la presencia de granos redondeados de cuarcita y pizarras. Tienen una proporción máxima de desgrasantes del 30% y un 10% de porosidad. Este subgrupo está constituido por tres muestras, dos del Calcolítico funerario y una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.10e).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

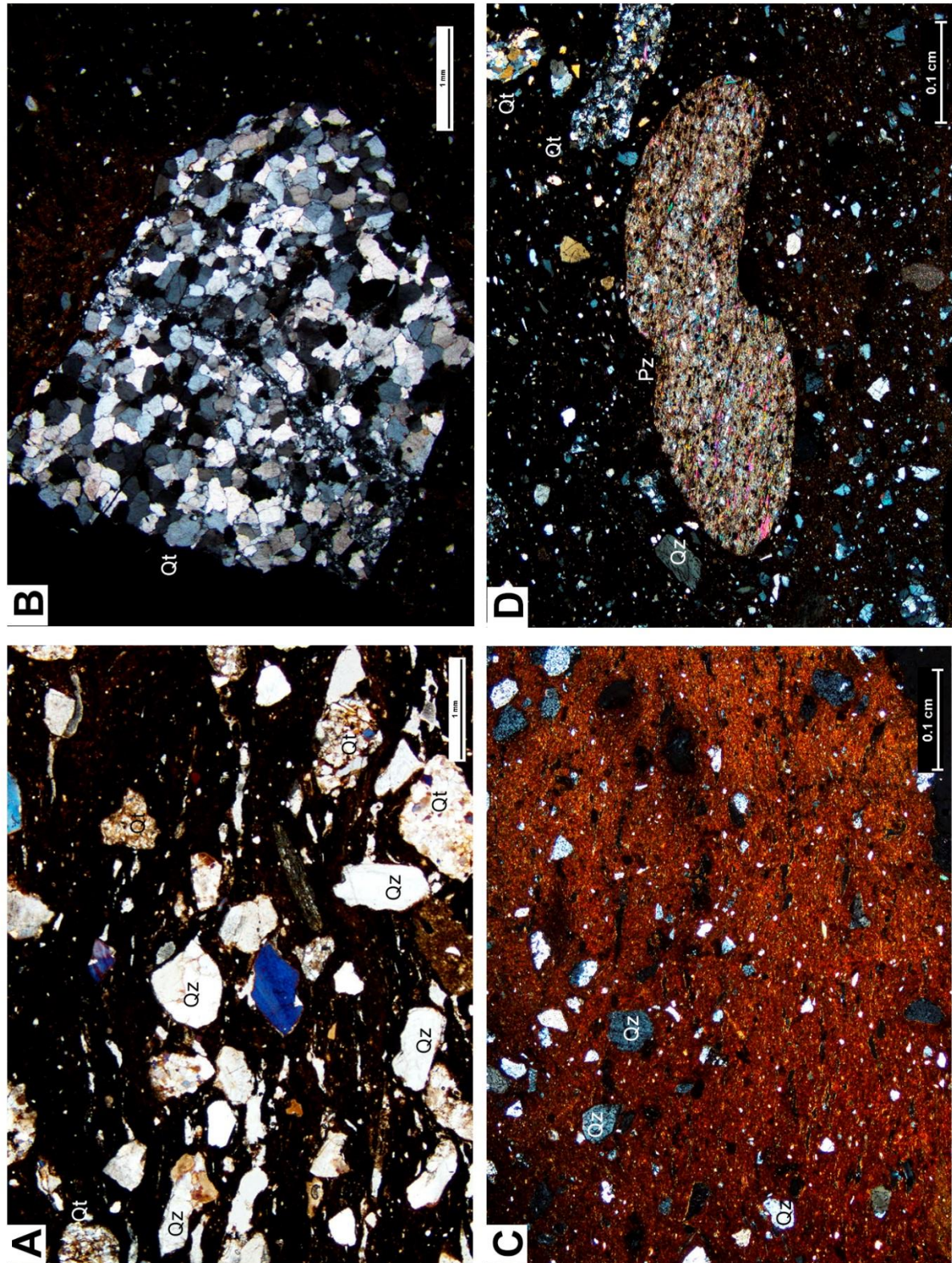


Figura 4.8: micrografías de láminas delgadas del GM3. (A) subgrupos GM3A: ATP11.311, ejemplo de matriz con desgrasantes de cuarzo. (B) GM3A: ATP11.792, grano de cuarcita. (C) subgrupo GM3B: ATP14.582, matriz con cuarzos como desgrasante e inclusión. (D) subgrupo GM3B: Grano de pizarra; luz polarizada. ATP12.1038, fragmentos de cuarzo, cuarcita y pizarra con luz polarizada. Qz-Cuarzo; Qt-Cuarcita; Pz-Pizarra.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

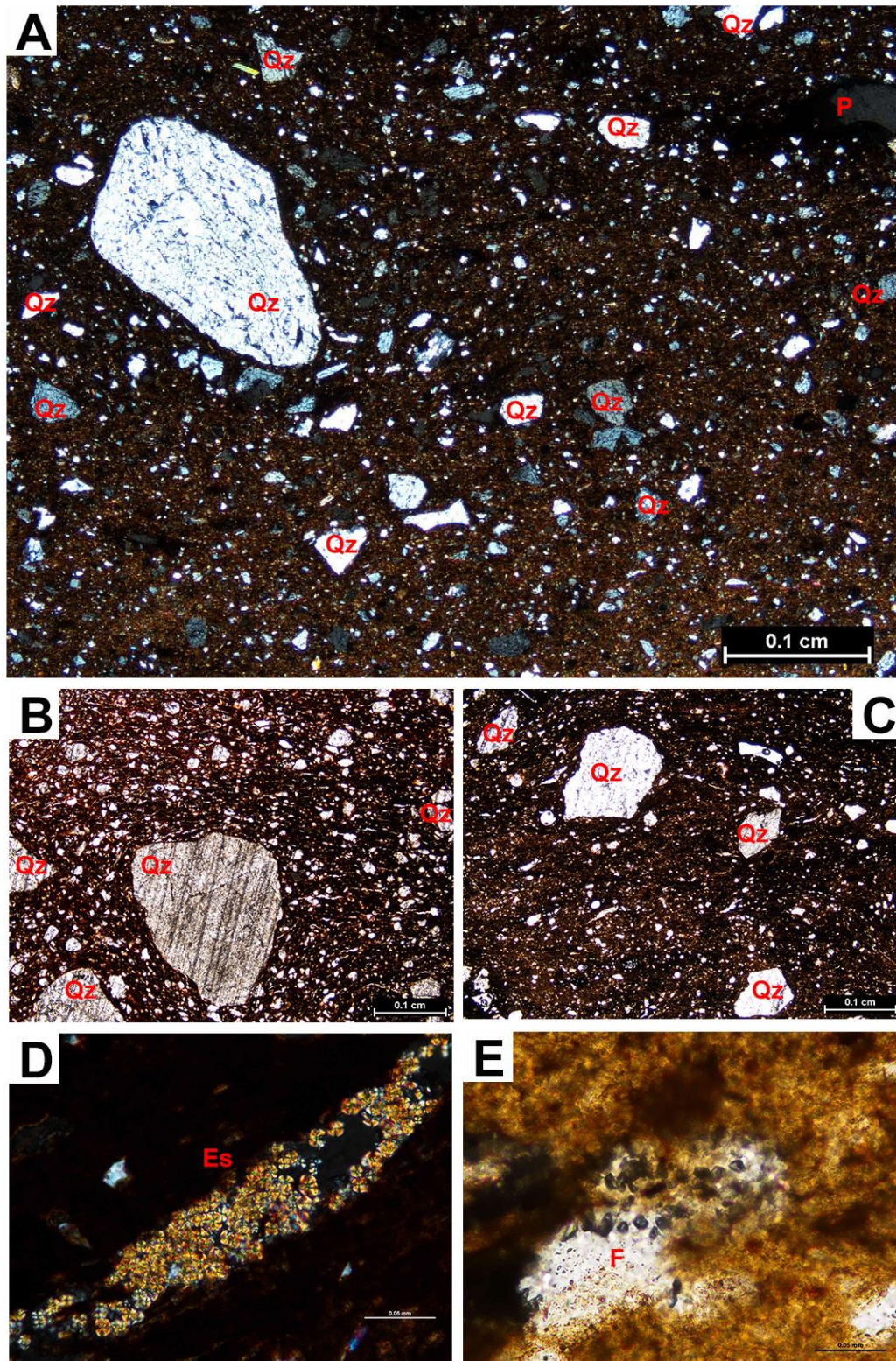


Figura 4.9: micrografías de láminas delgadas del GM4. (A) subgrupo GM4Aa: ATP12.182 ejemplo de matriz rica en inclusiones de cuarzo y desgrasantes con cuarzo. (B) GM4Ab: ATP11.469. (C) subgrupo GM4C: ATP12.386, abundantes inclusiones fluidas en los desgrasantes de cuarzo. (D) subgrupo GM4B: ATP12.1233, ejemplo de porosidad rellena de esferulitas. (E) subgrupo GM4B: ATP12.1254, restos orgánicos con posibles fitolitos relleno de la porosidad. Qz-Cuarzo; P-Poro; Es-Esferulitas; F-Fitolitos.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

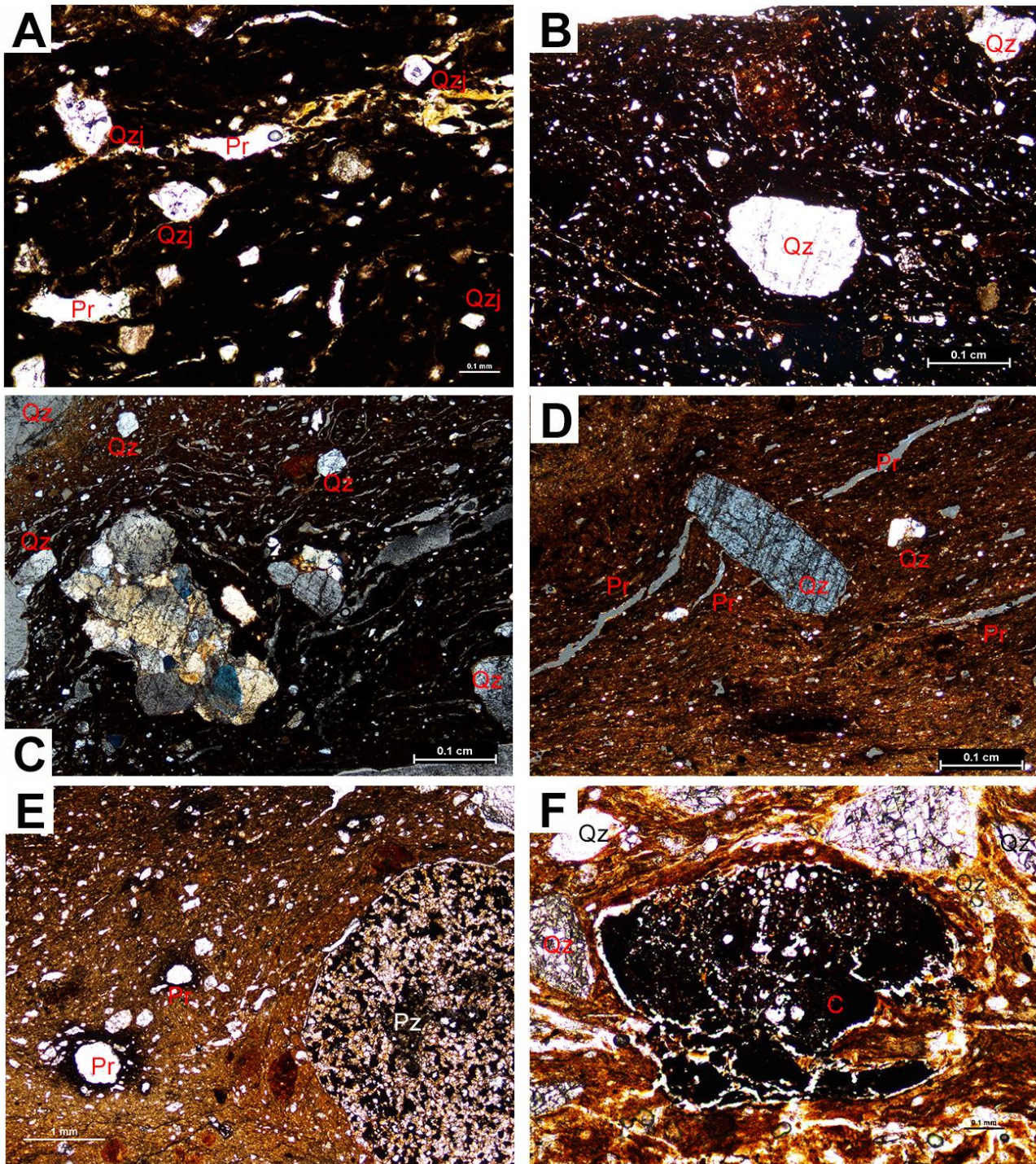


Figura 4.10: micrografías de láminas delgadas del GM4. (A) subgrupos GM4Ac: ATP13.212, cuarzoes bipiramidales como inclusión en la matriz arcillosa. (B) GM4AD: ATP12.964, desgrasantes de cuarzo monocristalino. (C) subgrupo GM4E: ATP13.338, desgrasante de litoclastos de areniscas con granos redondeados. (D) subgrupo GM4F: ATP13.1150, desgrasantes de cuarzo y mayor cantidad de matriz. (E) subgrupo GM4GB: ATP12.1294, desgrasante compuesto por grano redondeado de pizarra y poros con halos de carbonización. (F) subgrupo 4Aa: ATP12.888, desgrasantes de cuarzo y resto de materia orgánica carbonizada. Qz-Cuarzo; Qzj- Cuarzo Jacintos de Compostela; Pr-Poro; Pz-Pizarra; C-Carbón (materia orgánica)

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

##### 3.1.1.1.5 Grupo de Manufactura 5 (GM5)

Las muestras de este grupo se caracterizan por la utilización de desgrasantes carbonatados, más concretamente litoclastos calizos (tamaño medio de 1,1 mm y máximo de 4,7 mm) de los que, dependiendo el tipo, se diferencian dos subgrupos (Fig. 4.11). Este grupo presenta una matriz arcillosa con un elevado índice de birrefringencia, en la que aparecen como inclusión pequeños granos de cuarzo de tamaño limo de alta esfericidad y redondeamiento. Aparecen poros de todas las tipologías, principalmente macroporos (hasta 2 mm) (Tabla 4.IV). Pertenecen a este grupo 22 muestras, una de ellas del nivel Neolítico, ocho muestras del nivel Calcolítico funerario, doce del nivel Calcolítico de estabulación y una del nivel Calcolítico Campaniforme (Tabla 4.IV; Tabla 4.V).

- **GM5A:** este subgrupo contiene una matriz con finos granos de cuarzo monocristalinos como inclusiones, y como desgrasantes se presentan litoclastos de calizas bioclásticas de facies marinas (a menudo recristalizadas). La proporción máxima de desgrasantes es del 20% y un 15% de porosidad. En una de las muestras de este subgrupo se observan cristales de dolomita en los clastos de caliza (ATP13.221). Se aprecian también restos carbonosos (ATP07.69-ATP12.1093). Este grupo incluye dieciséis muestras: una muestra neolítica y otra más en el Calcolítico Campaniforme, cuatro en el Calcolítico funerario y nueve en el de estabulación (Fig. 4.11a-c).
- **GM5B:** la matriz arcillosa es similar al grupo anterior, pero en este caso los desgrasantes están compuestos por litoclastos de calizas micríticas de origen lacustre-palustre. También se observan eventuales fragmentos de conchas carbonatadas (ATP13.75). Las muestras de este subgrupo presentan hasta un 30% de desgrasantes y un 13% de porosidad. El conjunto de muestras de este subgrupo está constituido por cinco muestras, tres muestras calcolíticas funerarias y dos del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.11d-f).

##### 3.1.1.1.6 Grupo de Manufactura 6 (GM6)

Este grupo se caracteriza por el carácter mixto de sus desgrasantes, compuestos por fragmentos tanto silíceos (cuarcitas, etc.) como carbonatados (calcita y caliza). Los granos silíceos superan habitualmente tamaños de 1 mm de eje máximo, y presentan morfologías subangulosas; mientras que los desgrasantes carbonatados tienden a ser de menor tamaño y tendencia sudondeada o redondeada (Tabla 4.IV). Contienen una matriz muy birrefringente e inclusiones de granos silíceos de tamaño limo, de alta

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

esfericidad y redondeamiento. Se aprecian poros de todo tipo y tamaños (redondeado, elongado y *vughs*), pero predominan los macroporos con halos de carbonización en torno a algunos de ellos. Se adscriben a este grupo veinte muestras, doce del Calcolítico funerario y ocho de estabulación (Tabla 4.IV y 4.V), que, a su vez, pueden ser clasificadas en cinco subgrupos (Fig. 4.12).

- **GM6A:** este subgrupo está caracterizado por desgrasantes cuarcíticos y calcíticos con un tamaño medio de 1,1 mm y máximo de 4,76 mm. Con una proporción máxima de desgrasante y porosidad del 25%. Estas características se han observado en ocho muestras: cinco del Calcolítico de estabulación y tres del Calcolítico funerario (Fig. 4.12a y c).
- **GM6Aq:** este subgrupo puede considerarse una variante del subgrupo anterior, ya que se diferencia de aquel por la mayor cantidad de granos de cuarzo presentes como desgrasantes (tamaños medios similares al GM6A y máximo de 6,5 mm). Los desgrasantes constituyen hasta el 15% y la porosidad llega a ser del 10%. Estas características se han observado en dos muestras, una del Calcolítico funerario y una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.12b).
- **GM6B:** engloba desgrasantes mixtos, y entre los carbonatados incluye fragmentos de calcita cristalina y litoclastos calizos (tamaño medio de 1 mm y máximo de 6,8 mm). Presentan un 25% de desgrasantes y hasta un 10% de porosidad. Este subgrupo incluye tres muestras: dos del contexto Calcolítico funerario y una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.12d).
- **GM6C:** este subgrupo es similar al GM6A, aunque los desgrasantes silíceos corresponden a litoclastos de areniscas (tamaño medio de 2,5 mm, máximo de 5,41 y mínimo de 0,4 mm). Los desgrasantes se presentan en hasta un 10% y la porosidad ocupa un 15% del volumen. Se han incluido cuatro muestras en este subgrupo: tres procedentes del Calcolítico funerario y una del Calcolítico de estabulación (Fig. 4.12e).
- **GM6D:** este subgrupo presenta características similares al GM6C, aunque usando granos de arenas silíceas como desgrasantes (tamaño medio de 1 mm, con medida máxima de 3,12 mm y mínima por debajo de 0,2 mm). La proporción de porosidad es similar al subgrupo anterior, hasta un 15%, y de un 20% para los desgrasantes. Este subgrupo engloba tres muestras procedentes de las unidades del Calcolítico funerario (Fig. 4.12f).



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

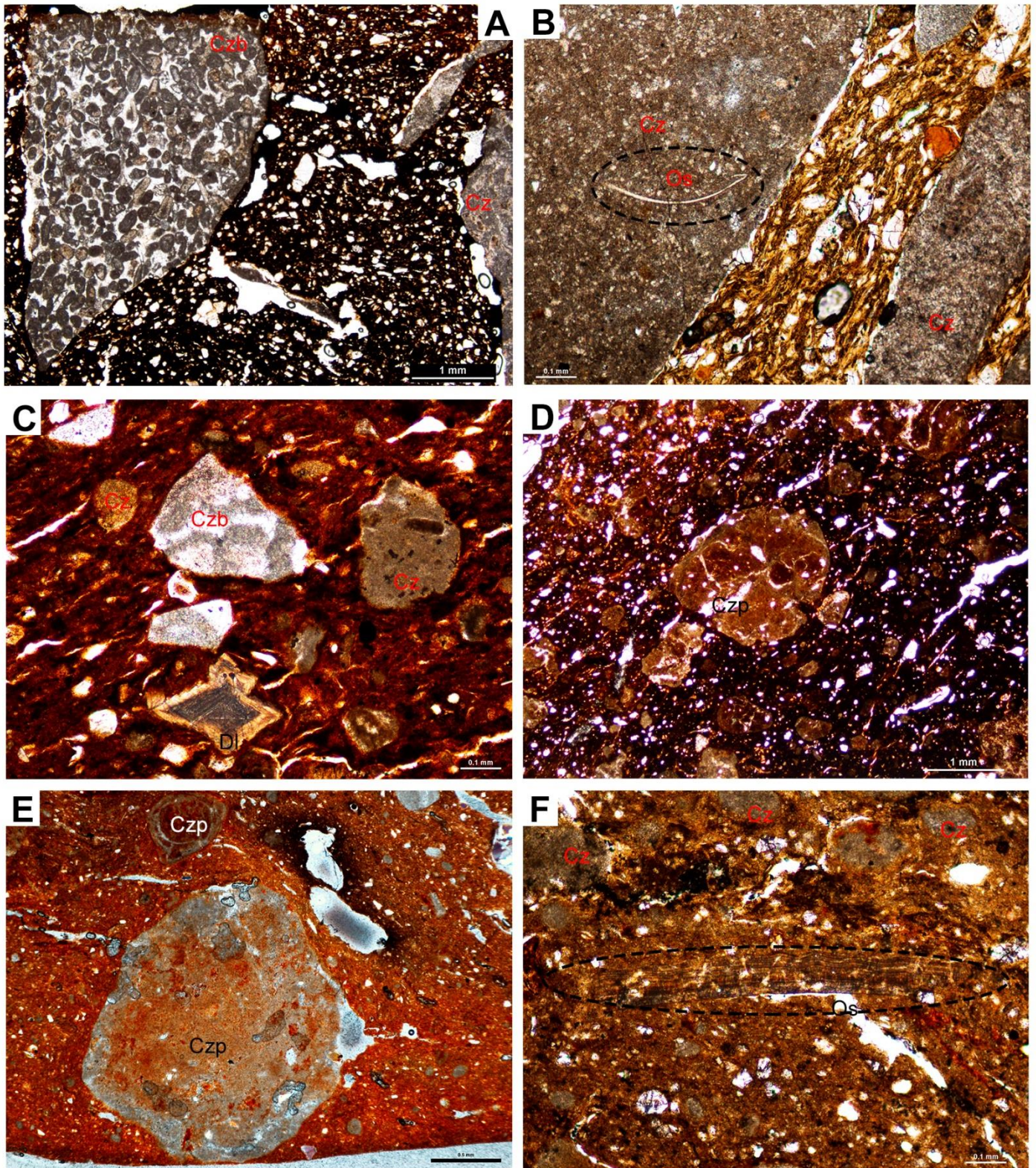


Figura 4.11: micrografías de láminas delgadas del GM5. (A) subgrupos GM5A: ATP13.17, desgrasantes de caliza bioclásticas. (B) subgrupo GM5A: ATP15.598, litoclasto calizo con calcita recristalizada y concha de ostrácodo. (C) subgrupo GM5A: ATP13.221, desgrasante de caliza bioclástica, dolomía y caliza micrítica. (D) subgrupo GM5B: ATP13.807, desgrasantes de calizas palustres. (E) subgrupo GM5B: ATP11.19, desgrasante de calizas palustres. (F) subgrupo 5B: ATP13.75, fragmento de concha de bivalvo. Cz-Caliza; Czb-Caliza bioclástica; Czp-Caliza palustre;

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

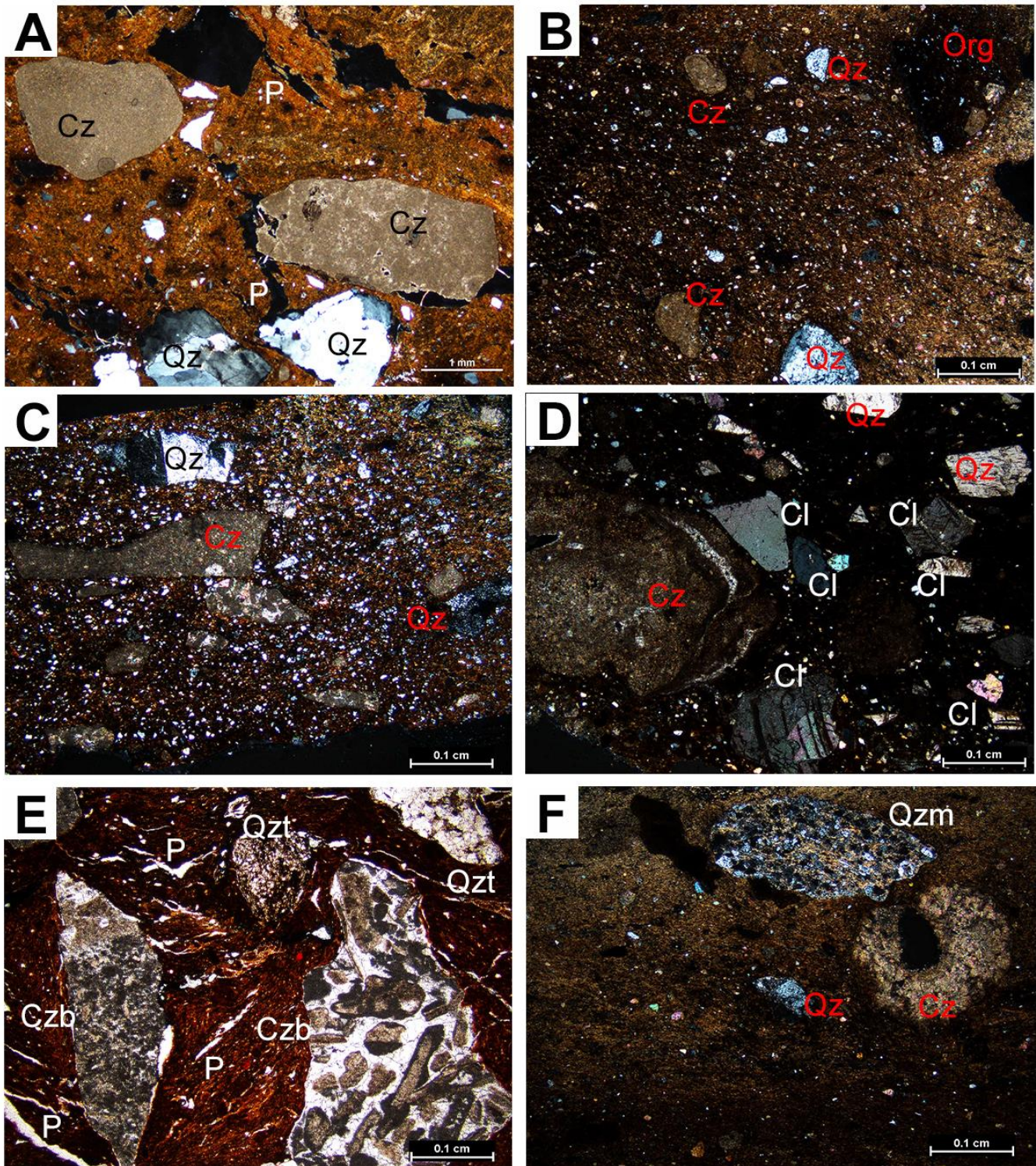


Figura 4.12: micrografías de láminas delgadas del GM6. (A) subgrupos GM6A: ATP11.724, desgrasantes de caliza micrítica y cuarzo cristalino. Luz polarizada. (B) subgrupo GM6Aq: ATP12.608, desgrasantes calizos micríticos y silíceos, cuarzo. Luz polarizada. (C) subgrupo GM6A: ATP13.431, desgrasante caliza recristalizadas y cuarzo policristalino. Luz polarizada. (D) subgrupo GM6B: ATP12.440, desgrasantes de caliza recristalizada, cuarzo y calcita. Luz polarizada. (E) subgrupo GM6C: ATP13.5, desgrasante de caliza bioclástica y cuarcita. (F) subgrupo GM6D: ATP12.1360, desgrasantes de cuarcita, cuarzo monocristalino y caliza micrítica. Cz-Caliza; Czb-Caliza bioclástica; Cl-Calcita; Qz-Cuarzo; Qzt-Cuarcita; Qzm-Cuarzo metamorfozizado; P-Poro

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>Rasgo característico</b>	<b>% Matriz</b>	<b>Desgrasante</b>	<b>% Desgrasante</b>	<b>% Porosidad</b>
1A	2	Calcita.	>60	Calcita.	<20	10
1Ba	3	Calcita deformada	>50	Igual 1A.	<30	15
1Bb	12	Calcita con poros triangulares.	>55	Igual 1A.	<40	<20
1Bc	2	Calcita termoalterada	>60	Igual 1A.	<25	<15
1Bd	11	Calcita con planos de exfoliación oscuros.	>55	Igual 1A.	<35	<20
1C	1	Foraminíferos en matriz.	78	Igual 1A.	7	15
1D	1	Calcita silificada.	77	Igual 1A.	20	3
1E	2	Calcita fracturada	>60	Igual 1A.	<25	<15
2Agp	2	Pseudomorfos de yeso	>50	Pizarra-silíceos	<30	10
2Agc	1	Igual 2Agp	69	Calcita	30	1
3A	3	Desgrasantes inclusiones silíceas.	>50	Pizarra.	<45	
3B	2	Pizarra y cuarzo desgrasante.	>72	Pizarra y cuarzo.	<25	<13
4Aa	12	Desgrasantes cuarcíticos.	>50	Cuarcita-cuarzo mono, policristalina.	<40	<15
4Ab	2	Igual 4Aa, mayor cantidad desgrasantes.	>50	Similar 4Aa.	<45	5
4Ac	2	Inclusiones de cuarzo bipiramidal.	85	Similar 4Aa.	8	8
4B	2	Esferulitas carbonatadas.	>65	Similar 4Aa.	<15	<20
4C	4	Inclusiones fluidas en cuarzo	>75	Similar 4Aa.	<15	<15
4D	2	Matriz compacta	>65	Similar 4Aa.	<30	<20

Tabla 4.IV: Tabla resumen de las características más representativas de los grupos de manufactura descritos a partir de los análisis petrológicos. n-número de muestras; Descripción-incluye las características más significativas de cada grupo. % Matriz-proporción máxima de la matriz. Desgrasante-indica el desgrasante principal del grupo/subgrupo. % Desgrasante- indica la proporción máxima de desgrasante dentro del subgrupo. % Porosidad-indica la proporción máxima de porosidad dentro del subgrupo. Las proporciones se han establecido de acuerdo con Matthew, Wood y Oliver, 1991. .

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>Rasgo característico</b>	<b>% Matriz</b>	<b>Desgrasante</b>	<b>% Desgrasante</b>	<b>% Porosidad</b>
4D	2	Matriz compacta	>65	Similar 4Aa.	<30	<20
4E	1	Litoclastos de arenisca como desgrasante.	70	Similar 4Aa.	10	20
4F	1	Proporción matriz muy alta.	88	Similar 4Aa.	5	7
4G	3	Arenas como desgrasante.	>62	Similar 4Aa.	<30	<10
5A	17	Calizas marinas	>65	Calcíticos.	<20	<15
5B	5	Caliza micirítica palustre.	>65	Calcíticos.	<30	<13
6A	8	Desgrasantes mixtos: silíceos+carbonatados.	>50	Mixta.	<25	<25
6Aq	2	Similar 6A, más cantidad cuarzo.	>75	Similar 6A.	15	<10
6B	3	Calcita.	>72	Similar 6A.	<25	<10
6C	3	Arenisca	>75	Similar 6A.	<10	<15
6D	3	Arena	>65	Similar 6A.	<20	<15

Tabla 4.IV (continuación): Tabla resumen de las características más representativas de los grupos de manufactura descritos a partir de los análisis petrológicos. n-número de muestras; Descripción-incluye las características más significativas de cada grupo. % Matriz-proporción máxima de la matriz. Desgrasante-indica el desgrasante principal del grupo/subgrupo. % Desgrasante- indica la proporción máxima de desgrasante dentro del subgrupo. % Porosidad-indica la proporción máxima de porosidad dentro del subgrupo. Las proporciones se han establecido de acuerdo con Whitbread, 1983.

<b>CRONOLOGÍA</b>					
<b>GM</b>	<b>N</b>	<b>CF</b>	<b>CE</b>	<b>CC</b>	<b>TOTAL</b>
1	20	5	9	-	34
2	-	1	1	1	3
3	-	1	3	1	5
4	2	8	20	-	30
5	1	9	11	1	22
6	-	12	8	-	20
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>36</b>	<b>52</b>	<b>3</b>	<b>114</b>

Tabla 3.V: Tabla que representa el número de muestras de cada GM (Grupo de Manufactura) para cada fase cronocultural del yacimiento. N-Neolítico, CF-Calcolítico funerario, CE-Calcolítico estabulación, CC-Calcolítico Campaniforme.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

En general, puede observarse que en el GM1 predominan las muestras pertenecientes al Neolítico, en el caso del Calcolítico funerario se observa que presenta el mayor número de muestras en el GM6 ( $n = 12$ ), mientras que el Calcolítico de estabulación el más representado es el GM4 ( $n = 20$ ). Finalmente, el Calcolítico Campaniforme presenta una muestra para GM2, GM3 y GM5 (Tabla 4.V).

#### 3.1.2 ANÁLISIS PETROLÓGICOS DE MUESTRAS EXPERIMENTALES

De manera paralela al estudio de las muestras cerámicas arqueológicas, y para comparar tanto las alteraciones térmicas propias del proceso de cocido y uso, así como las microfacies de las pastas cerámicas arqueológicas, se ha desarrollado un programa experimental en el que se recrearon recipientes cerámicos a partir de materias primas locales. Se estudiaron petrológicamente y analizaron composicionalmente de manera análoga a las cerámicas arqueológicas. Se utilizó únicamente un tipo de arcilla procedente de la unidad Keuper del Triásico y tres tipos de desgrasantes: arenisca del Triásico de Buntsandstein, caliza lacustre del Mioceno y caliza del Cretácico Superior (Sierra de Atapuerca) (Cap. 3; Tabla 3.III y 3.IV). Se elaboraron diez recipientes cerámicos, cuencos de tamaño medio y pequeño, con una altura mínima de 4 cm (Exp.1 y Exp.3) y máxima de 8 cm (Exp.10), y un diámetro medio de base de 12 cm.

Estos recipientes tienen un borde redondeado y fondo plano. No se realizaron tratamientos ni decoraciones superficiales. Durante la cocción uno de los recipientes (Exp.8) explotó debido al shock térmico. El color superficial observado en las paredes es marrón-rojo (7.5YR 5/4-10R 5/6) aunque irregular, con áreas grises y negras (GLE Y1 3/N-2.5/N).

##### 3.1.2.1 Grupos petrológicos de manufactura

Se estudiaron las láminas delgadas de un recipiente de cada tipo de mezcla de desgrasante realizado, diferenciándose tres grupos composicionales:

##### 3.1.2.1.1 *Grupo de Manufactura Experimental 4 (GM4Ex)*

Caracterizado por la adición de litoclastos de arenisca machacada en proporción variable como desgrasante (Cap. 3: Tablas 3.III y 3.IV; Tabla 4.VI). La matriz rojiza presenta un alto índice de birrefringencia. Las inclusiones minerales consisten en granos de cuarzo de tamaño limo, de alta esfericidad y alto redondeamiento. Se aprecian pocos

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

poros, de forma alargada y de tamaño microporos (tamaños inferiores a 0,2 mm). Los desgrasantes corresponden a litoclastos y granos de arenisca cuarcíticos, de baja esfericidad y angulosos. A este grupo pertenecen las muestras Exp.1 (Fig. 4.13a), Exp.2 y Exp.10 (Fig. 4.13b).

##### 3.1.2.1.2 Grupo de Manufactura Experimental 5 (GM5Ex)

Caracterizado por la adición de caliza de diversas procedencias (caliza lacustre y caliza cretácica), machacada en tamaño variables (Cap 3: Tablas 3.III y 3.IV; Tabla 4.VI). Según el tipo de desgrasante calizo utilizado se diferencian dos subgrupos:

- **5AEx:** matriz de color rojizo de alto índice de birrefringencia. La matriz arcillosa contiene como inclusión cuarzo de tamaño limo redondeado y con alta esfericidad. La porosidad es de forma alargada, redondeada y *vughs* de tamaño meso y macro, algunos con halos de carbonización alrededor. El desgrasante añadido ha sido caliza bioclástica marina cretácica de la Sierra de Atapuerca. Los recipientes Exp.6 y Exp.7 tienen esta composición (Fig. 4.13c y d).
- **5BEx:** matriz de color rojizo de alto índice de birrefringencia. La matriz arcillosa contiene como inclusión mineral grano de cuarzo de tamaño limo, redondeados y con una alta esfericidad. La porosidad es de forma alargada y *vughs* de tamaño superiores a 0,05 mm hasta 0,5 mm (micro y mesoporos). En este caso el desgrasante corresponde a caliza bioclástica micrítica lacustre machacada, de esfericidad media o baja y angulosas o muy angulosas. Pertenecen a este grupo Exp.3, Exp.4 y Exp.9 (Fig. 4.13e-g). El recipiente Exp.3 muestra además algún grano de cuarzo con inclusiones fluidas.

##### 3.1.2.1.3 Grupo de Manufactura Experimental 6 (GM6Ex)

Caracterizado por la adición de caliza lacustre del Mioceno y arenisca (Cap 3: Tablas 3.III y 3.IV; Tabla 4.VI). La matriz es de color rojizo de alto índice de birrefringencia. La matriz arcillosa contiene como inclusión mineral cuarzo de tamaño limo redondeado y alta esfericidad. La porosidad es escasa, de forma alargada y *vughs* de tamaño micro. Hay dos desgrasantes minerales: cuarzo de alta esfericidad y angulosos; y calizas micríticas de baja esfericidad y angulosas. Sólo hay una muestra de este grupo: Exp.5 (Fig. 4.13h).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Matriz</b>	<b>Desgrasante</b>	<b>% Desgrasante</b>	<b>% Porosidad</b>
GM4Ex	3	Silíceo	>70	Cuarcita.	<30	1
GM5AEx	2	Calizo peloidal	>60	Caliza.	<30	10
GM5BEx	3	Calizo micrítico	>80	Caliza lacustre	<8	<15
GM6Ex	1	Mixta	60-65	Cuarcita y caliza.	30	3

Tabla 4.VI: Grupos de manufactura de las muestras experimentales. n-número de muestras; Descripción-incluye los elementos significativos de cada grupo. % Matriz-proporción máxima de cada grupo o subgrupo de la matriz respecto a otros elementos. Desgrasante-indica el desgrasante principal. % Desgrasante- indica la proporción máxima de desgrasante dentro del subgrupo. % Porosidad-indica la proporción máxima de porosidad dentro del subgrupo. Las proporciones se han establecido de acuerdo con Whitbread, 1983

En todos los grupos se observan en la matriz arcillosa nódulos arcillosos rojizos y oscuros, muy esféricos y muy redondeados. Generalmente son de alta densidad óptica, de contorno limitado, en ocasiones difuso, y discordantes con respecto a la matriz. Este tipo de nódulos en ocasiones tienen pequeños crecimientos cristalinos en su interior. Se atribuyen a nódulos de óxidos de hierro, generalmente hematites (rojizos) y magnetita (oscuros-negros) incluidos en la arcilla.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

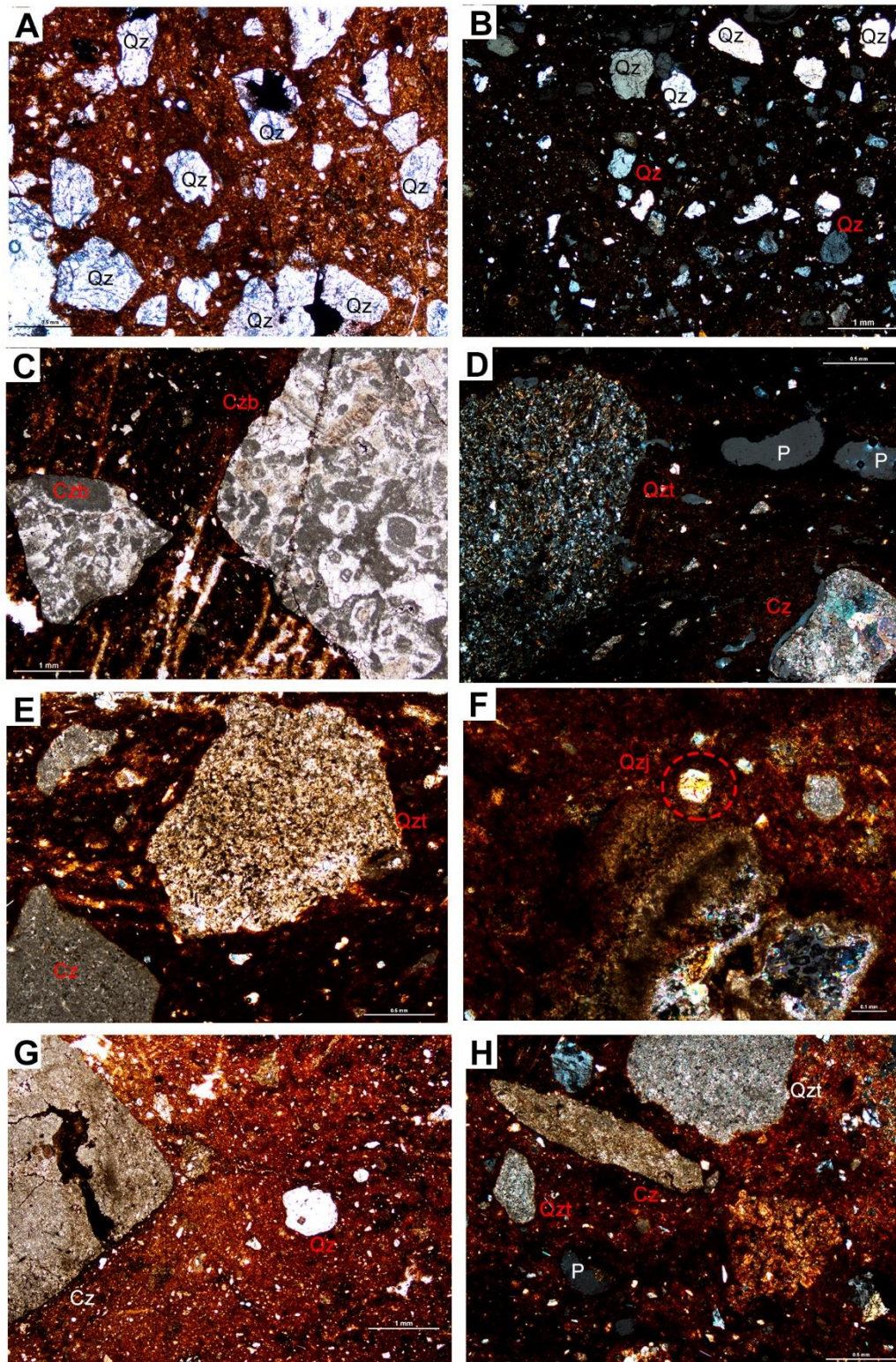


Figura 4.13: micrografías de láminas delgadas de los grupos experimentales. (A y B) subgrupos GM4Ex: Exp.1-Exp. 10, desgrasantes de litoclastos compuestos por cuarzo. Luz polarizada en B. (C) subgrupo GM5AEx: Exp. 6, desgrasantes de caliza bioclástica. (D y E) subgrupo GM5BExp: Exp. 7, Exp. 3 desgrasantes de caliza micritica y granos de cuarcita. Luz polarizada en D. (F) subgrupo GM6BExp: Exp.3, detalle de inclusión de cuarzo bipiramidal (Jacinto de Compostela). Luz polarizada. (G) subgrupo GM5BExp: Exp 9, desgrasantes de caliza micritica y granos de cuarcita. (H) subgrupo GM6Ex: Exp. 5, desgrasantes de caliza microcristalina, cuarcita y cuarzo. Luz polarizada. Cz-Caliza; Czb-Caliza bioclástica; Cl-Calcita; Qz-Cuarzo; Qzt-Cuarcita; P-Poro.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

### 3.2 ANÁLISIS MINERALÓGICO MEDIANTE DRX

#### 3.2.1 MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

Los datos mineralógicos obtenidos se han confrontado a los grupos de manufactura previamente definidos en el análisis petrológico. Se busca establecer, por tanto, la validez desde el punto de vista composicional de los GM y caracterizar la variabilidad mineralógica entre los diferentes grupos de manufactura. Todas las muestras cerámicas analizadas están dominadas por tres fases minerales: cuarzo (2,03-82,71 %), calcita (0-92,94 %) e illita (4,13-57,86 %), apareciendo como minerales accesorios los feldespatos (Tabla 4.VIII y Figs. 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12).

La calcita y/o el cuarzo son los minerales dominantes en todas las muestras estudiadas. En algunas muestras aparecen minerales accesorios como los feldespatos (hasta 17,47 %) u otros filosilicatos (caolinita, moscovita, etc.) (hasta 13,82 %) (Tabla 4.VII).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	Calcita	Cuarzo	Illita	Otros Filosilicatos	Feldespatos	Cn.	GM
ATP15.489	1	74,07	10,72	15,21			N	1ª
ATP15.551	2	31,49	39,56	22,91		6,04	N	1ª
ATP11.195	3	92,47	2,03	4,13	0,40	0,96	CF	1Ba
ATP14.845	4	77,79	7,83	14,38			N	1Ba
ATP15.997	5	80,89	7,84	11,28			N	1Ba
ATP11.798	6	70,38	11,62	18,00			CE	1Bb
ATP12.396	7	84,54	8,13	7,32			CE	1Bb
ATP12.561	8	16,27	45,83	15,52		22,39	CE	1Bb
ATP12.662	9	34,99	38,08	20,69		6,24	CE	1Bb
ATP12.965	10	90,3	3,21	6,5			CF	1Bb
ATP13.355	11	92,94	2,63	4,43			CF	1Bb
ATP13.1279	12	89,04	3,19	7,77			CE	1Bb
ATP14.456	13	87,59	3,2	9,21			N	1Bb
ATP14.889	14	85,28	4,56	10,16			N	1Bb
ATP14.891	15	87,77	3,09	9,15			N	1Bb
ATP15.8	16	81,08	5,58	10,43		2,92	N	1Bb
ATP15.126	17	78,34	7,27	14,39			N	1Bb
ATP15.588	18	89,07	5,73	5,21			N	1Bb
ATP15.697	19	76,44	9,44	14,11			N	1Bb
ATP15.1006	20	70,37	18,34	8,41		2,87	N	1Bb
ATP14.1145	21	77,1	14,78	8,11			N	1Bc
ATP14.1195	22	79,33	7,69	12,98			N	1Bc
ATP14.294	23	83,69	5,31	11			N	1Bd
ATP14.509	24	85,07	6,05	8,88			N	1Bd
ATP12.80	25	79,48	7,67	12,85			CE	1Bd
ATP12.103	26	63,28	21,34	11,8		3,58	CE	1Bd
ATP13.1205	27	70,72	20,2	9,08			CF	1Bd
ATP13.1255	28	57,19	25,1	17,7			CE	1Bd
ATP15.795	29	44,85	42,37	7,29		5,49	N	1Bd
ATP15.986	30	85,33	5,335	9,32			N	1Bd
ATP15.975	31	81,48	6,36	12,16			N	1C
ATP15.557	32	76,97	14,09	4,57		4,37	N	1D
ATP11.185	33	69,71	3,16	22,73		4,41	CF	1E
ATP12.238	34	82,52	6	11,49			CE	1E
ATP07.38	35	52,67	12,73	34,6			CC	2Agc
ATP11.434	36	34,75	21,02	39,44		4,79	CE	2Agp
ATP13.184	37	26,11	39,55	18,27		16,07	CF	2Agp
ATP07.134	38		42,14	57,86			CC	3ª
ATP11.792	39		40,44	56,20		3,35	CE	3ª
ATP11.311	40	1,66	43,91	52,58		1,85	CE	3ª
ATP12.1038	41	4,25	77,72	13,18		4,86	CE	3B
ATP14.582	42		72,82	19,91		7,27	CF	3B

Tabla 4.VII: Composición mineralógica de las muestras analizadas mediante DRX. Los resultados se expresan en porcentaje respecto al peso (%wt). N-Neolítico; CF-Calcolítico funerario; CE-Calcolítico estabulación; CC-Calcolítico Campaniforme; E-Experimental.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	Calcita	Cuarzo	Illita	Otros Filosilicatos	Feldespatos	Cn.	GM
ATP12.54	43	1,68	74,67	23,65			CF	4Aa
ATP12.111	44		82,71	12,64		4,65	CF	4Aa
ATP12.182	45	3,65	73,35	18,46		4,54	CE	4Aa
ATP12.406	46	0,96	63,71	26,21		9,13	CE	4Aa
ATP12.691	47	2,03	62,03	35,94			CE	4Aa
ATP12.728	48		72,78	27,22			CE	4Aa
ATP12.749	49	1,96	78,89	19,15			CE	4Aa
ATP12.755	50	3,76	67,32	28,91			CE	4Aa
ATP12.808	51	1,96	66,08	31,95			CE	4Aa
ATP12.820	52		66,98	23,26		9,76	CE	4Aa
ATP12.888	53		72,72	27,28			CE	4Aa
ATP12.996	54	2,22	73,48	19,39		4,91	CE	4Aa
ATP13.469	55		67,11	22,09		10,8	CE	4Ab
ATP15.481	56		69,71	16,47	13,82		N	4Ab
ATP11.60	57		45,17	47,97	6,86		CE	4Ac
ATP13.212	67	11,93	50,76	28		9,31	CF	4Ac
ATP12.1233	58	0,78	57,9	28,04		13,27	CF	4B
ATP12.1254	59	2,18	69,73	20,36		7,72	CF	4B
ATP11.489	60	0,00	38,61	57,74		3,65	CE	4B
ATP12.127	61	5,55	47,17	37,3		9,98	CE	4C
ATP12.184	62	3,4	56,52	33,13		6,95	CE	4C
ATP12.386	63	6,9	56,94	28,76		7,4	CE	4C
ATP13.963	64	4,52	62,6	20,79		12,09	CF	4C
ATP12.964	65	7,91	32,93	41,68		17,47	CE	4D
ATP15.934	66		65	24,9		10,1	N	4D
ATP13.338	68		61,63	30,67		7,7	CE	4E
ATP13.1150	69		52,42	37,25		10,33	CE	4F
ATP11.871	70	5,04	43,23	44,75		6,98	CF	4G
ATP12.1294	71	1,86	63,51	34,62			CE	4G
ATP13.881	72	9,62	52,63	29,79		8,96	CF	4G
ATP07.69	73	40,50	19,99	31,92		2,59	CC	5A
ATP12.1286	74	46,64	33,49	16,78		3,09	CF	5A
ATP12.208	75	7,46	65,09	27,45			CE	5A
ATP12.928	76	78,45	4,42	17,14			CE	5A
ATP12.933	77	77,15	6,79	12,53		3,52	CE	5A
ATP12.1017	78	81,35	5,94	12,7			CE	5A
ATP12.1093	79	76,38	6,73	12,78		4,11	CE	5A
ATP12.1096	80	11,2	60,58	21,01		7,21	CE	5A
ATP12.1300	81	61,51	15,52	19,54		3,43	CE	5A
ATP12.1396	82	15	61,81	16,83		6,36	CF	5A
ATP13.17	83	14,91	54,97	20,34		9,79	CF	5A
ATP13.123	84	57,65	24,89	13,65		3,81	CF	5A
ATP13.221	85	80,16	5,46	14,37			CF	5A
ATP13.345	86	51,75	28,14	16,57		3,54	CF	5A
ATP13.473	87	78,55	8,07	11,41		1,97	CE	5A
ATP13.986	88	36,47	38,31	18,19		7,03	CE	5A
ATP15.598	89	42,73	31,95	20,42		4,9	N	5A
ATP11.19	90	35,34	26,84	37,82			CE	5B
ATP12.1167	91	83,44	5,27	11,29			CF	5B
ATP13.75	92	61,59	20,24	14,99		3,18	CF	5B
ATP13.807	93	62,34	16,13	17,45		4,08	CE	5B
ATP13.979	94	68,17	14,77	12,18		4,87	CF	5B

Tabla 4.VII (continuación): Composición mineralógica de las muestras analizadas mediante DRX. Los resultados se expresan en porcentaje respecto al peso (%wt). N-Neolítico; CF-Calcolítico funerario; CE-Calcolítico estabulación; CC-Calcolítico Campaniforme; E-Experimental.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	Calcita	Cuarzo	Illita	Otros Filosilicatos	Feldespatos	Cn.	GM
ATP12.741	95	70,83	17,57	11,6			CE	6A
ATP12.1278	96	27,45	37,23	29,18		6,15	CE	6A
ATP13.142	97	26,08	38,92	20,16		14,84	CF	6A
ATP13.431	98	24,02	61,28	14,71			CF	6A
ATP13.819	99	18,6	57,56	17,55		6,29	CE	6A
ATP13.1151	100	20,46	46,12	28,14		5,28	CE	6A
ATP12.608	101	27,71	31,82	33,44		7,03	CE	6Aq
ATP11.121	102	1,51	42,97	52,84		2,68	CF	6Aq
ATP12.440	103	64,83	26,11	9,06			CE	6B
ATP13.683	104	7,25	50,64	29,98		12,12	CF	6B
ATP13.1268	405	8,09	63,74	23,24		4,93	CF	6B
ATP12.1295	106	39,98	33,59	20,49		5,95	CE	6C
ATP12.1371	107	22,8	39,56	28,3		9,34	CF	6C
ATP13.5	108	22,33	42,97	27,08		7,62	CF	6C
ATP12.1147	109	32,19	45,17	17,17		5,48	CF	6D
ATP12.1150	110	20,72	46,74	20,05		7,9	CF	6D
ATP12.1360	111	15,28	52,35	25,59		6,78	CF	6D
ATP12.1367	112	33,67	36,51	24,12		5,7	CF	6D
ATP11.724	113	13,77	42,51	43,72			CE	6
ATP14.215	114	4,95	72,33	22,73			CF	6
Exp.1	115	6,56	28,96	59,19	5,29		E	4Ex
Exp.2	116	3,49	27,47	63,02	6,02		E	4Ex
Exp.3	117	16,29	15,34	48,95		9,28	E	5BEx
Exp.4	118	20,31	17,22	53,5	8,96		E	5BEx
Exp.5	119	12,17	23,26	58,18	6,38		E	6Ex
Exp.6	120	51,87	7,76	24,47	15,89		E	5AEx
Exp.7	121	23,59	19,8	42,74			E	5AEx
Exp.9	122	15,21	19,95	53,8		11,05	E	5BEx
Exp.10	123	1,16	37,39	61,46			E	4Ex

Tabla 4.VII (continuación): Composición mineralógica de las muestras analizadas mediante DRX. Los resultados se expresan en porcentaje respecto al peso (%wt). N-Neolítico; CF-Calcolítico funerario; CE-Calcolítico estabulación; CC-Calcolítico Campaniforme; E-Experimental.

Se ha realizado un gráfico bivalente (Fig. 4.14) con los datos de los dos minerales mayoritarios, cuarzo y calcita, observándose una fuerte relación entre ellos, ya que al aumentar los valores de calcita disminuyen los del cuarzo y viceversa, diferenciándose los distintos grupos de manufactura definidos en el análisis petrológico de manera relativamente clara (Fig. 4.14).

A partir de los gráficos ternarios de los tres minerales principales se observa que los distintos GM diferenciados en lámina delgada se diferencian también según su composición mineralógica (Fig. 4.15). En estos diagramas los porcentajes de los tres minerales representados están recalculados al 100 %, por lo que los valores observados en ellos no se corresponden con los obtenidos en el análisis (Tabla 4.VII). Se observan tres agrupaciones principales en los datos, la primera conformada por las muestras de los

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

GM1, y GM5 (Fig. 4.15) caracterizada por valores elevados de calcita (>50 %) e illita (>60 %), otra con valores altos de cuarzo (>90 %) que incluye las muestras de los GM3 y GM4 (Fig. 4.15), y una última agrupación definida por cantidades similares de cuarzo (>40 %) y calcita (>40 %) e illita (>20 %). Cabe mencionar que en las dos últimas agrupaciones la concentración de illita es variable.

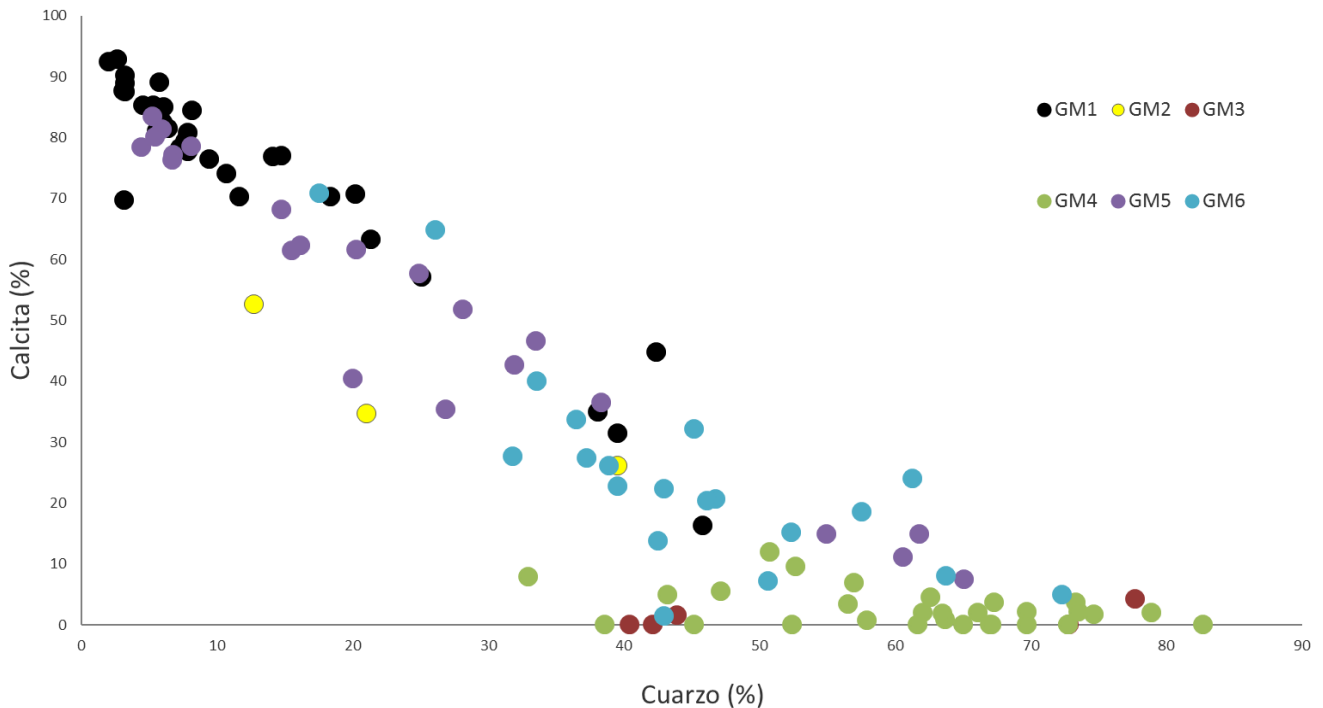


Figura 4.14: Diagrama bivalente del porcentaje de cuarzo y calcita presente en las muestras agrupadas según los diferentes GM definidos en el análisis petrológico

Se observa que en el GM1 (Fig. 4.15a) los valores de calcita se encuentran entre el 70 % y casi el 100 %, en el caso del cuarzo los valores son bastante variables de entre el 5 % y casi el 80 %. En el caso de la illita se ven valores de 40 % y el 100 %. En valores absolutos (Tabla 4.VIII) el valor medio de la calcita es de 74,35 %, valor máximo de 92,94 % y mínimo de 31,49 %. Mientras tanto el cuarzo presenta un valor medio de 12,45 %, 45,83 % como máximo y 2,03 % como mínimo. Finalmente, para la illita un 11,45 % de media, un máximo de 22,91 % y un valor mínimo de 4,14 %. Este GM está caracterizado por la presencia de calcita cristalina como desgrasante en la lámina delgada, la presencia de cuarzo corresponde a los granos silíceos que conforman las finas inclusiones de la matriz arcillosa, y su variación corresponde a la distinta proporción de matriz y desgrasante en las muestras.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

En el GM2 (Fig. 4.15b) los valores de calcita se sitúan entre el 55 % y el 80 %, los del cuarzo entre el 45 % y el 70 % y la illita entre el 10 % y 50 %. Este subgrupo tiene para la calcita un valor medio de 37,84 %, con un máximo de 52,67 % y mínimo de 26,11 %. En el caso del cuarzo presenta un valor medio de 24,43 %, y valores máximos y mínimos del 30,77 % y 12,73 %, respectivamente. En cuanto a la illita presenta una media de 30,77 %, 39,44 % de valor máximo y 18,27 % de mínimo. Las variaciones en este grupo se pueden entender debidas a la presencia variable en la matriz de pseudomorfo de yeso recristalizados en calcita, haciendo que varíe la composición carbonatada respecto a la silíceas según sean más o menos numerosos.

Por otro lado, en los GM3 y GM4 (Fig. 4.15c y d) se observa una tendencia a agruparse en valores elevados de cuarzo. El GM3 tiene valores para la calcita de entre el 40 % y el 85%, para el cuarzo entre 95 % y 100 % y para la illita de entre el 15 % al 60 %. La calcita presenta un valor medio de 1,18 %, 4,25 % máximo y un 0 % de mínimo (Tabla 4.VIII). Para el cuarzo presenta un valor medio de 55,41 %, un valor máximo de 77,72 % y un valor mínimo de 42,14 %. Finalmente, para la illita presenta una media de 39,95 %, con un valor máximo de 57,86 % y un mínimo de 13,18 %. El GM4 presenta valores similares al GM3 en los diagramas ternarios para todos los minerales, de entre el 40 % al 90 % para la calcita, de entre el 85 % al 100 % para el cuarzo y de entre 10 % al 60 % para la illita (Tabla 4.VIII). En cuanto al valor medio de la calcita en el GM4 es de 2,6 %, con un valor máximo de 11,93 % y mínimo del 0 %. El cuarzo presenta un valor medio y máximo superior respecto al GM3, del 61,61 % como valor medio y 82,71 % como máximo y 38,61 % de mínimo. La illita tiene un valor medio del 29,28%, y como valores máximos y mínimos de 57,74 % y 12,64 % respectivamente (Tabla 4.VIII). Los rangos tan altos para estos dos grupos se explican porque están caracterizados por diferentes fases minerales silíceas (cuarzo cristalino, cuarcitas y pizarras), además de las inclusiones minerales silíceas presentes en la matriz. Los porcentajes de calcita se deben a la presencia de eventuales fragmentos de desgrasantes calcáreos.

El GM5 (Fig. 4.15e) presenta una mayor cantidad de calcita, entre el 60 % y el 90 %, valores muy variables para el cuarzo de entre el 10 % y el 90 % y de entre el 30 % y el 95 % para la illita. El valor medio de la calcita es de 50,40 %, con 83,44 % y 7,46 % de valores máximo y mínimo respectivamente (Tabla 4.VIII). El cuarzo tiene una media de 25,25 %, 65,09 % de valor máximo y 4,42 % de valor mínimo. La illita tiene un valor medio de 18,06%, un valor máximo de 37,8 % y un valor mínimo de 11,29 % (Tabla 4.VIII). Este grupo se caracteriza en el análisis petrológico por presentar desgrasantes

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

calizos. La presencia de pequeños granos de cuarzo cristalino como inclusiones en la matriz o raramente como desgrasantes explican su porcentaje variable.

Por último, en el GM6 (Fig. 4.15e) se observan valores de calcita entre casi el 40 % y el 90 %, valores de cuarzo de entre el 30 % y el 100 % y de illita de entre el 25 % y casi el 85 %. En este caso el valor medio de la calcita (Tabla 4.VIII) es de 25,13 %, un valor máximo de 70,83 % y mínimo del 1,51%. Un valor medio del 44,28 %, 72,33 % de valor máximo y 17,57 % de valor mínimo para el cuarzo. Finalmente, la illita presenta un valor medio del 24,96 %, 52,84 % como valor máximo y 9,06 % de valor mínimo (Tabla 4.VIII). Estos rangos tan variables se explican porque este grupo se caracteriza en la lámina delgada por una mezcla de desgrasantes minerales tanto carbonatados como silíceos, por lo que su composición es la más heterogénea, con valores más dispersos.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

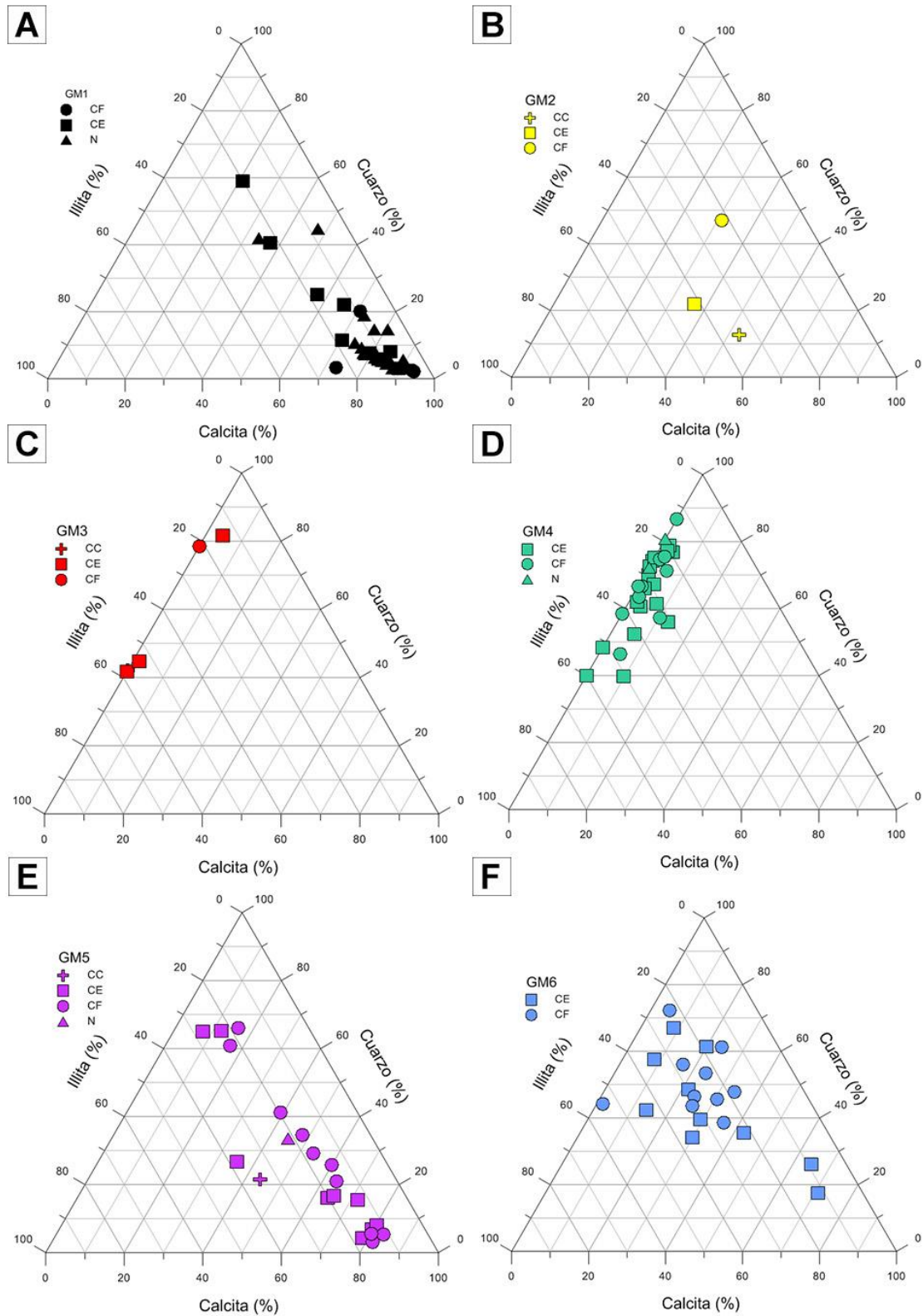


Figura 4.15: Diagramas ternarios de los porcentajes recalculados para las fases minerales mayoritarias en los diferentes grupos de manufactura petrológicos (GM). Las muestras de distintas cronologías están representadas por símbolos distintos. A: GM1. B: GM2. C: GM3. D: GM4. E: GM5. F: GM6. N: Neolítico; CF: Calcolítico funerario; CE: Calcolítico de estableción; CC: Calcolítico.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

		<b>N</b>	<b>Calcita</b>	<b>Cuarzo</b>	<b>Illita</b>	<b>Otros Filosilicatos</b>	<b>Feldespatos</b>
<b>GM1</b>	Media	34	74,35	12,45	11,45	0,40	4,50
	Desv.típica		17,99	12,19	4,92	-	1,44
	Valor máx.		92,94	45,83	22,91	0,40	6,24
	Valor mín.		31,49	2,03	4,13	-	2,87
<b>GM2</b>	Media	3	37,84	24,43	30,77	-	16,07
	Desv.típica		13,55	13,73	11,1	-	-
	Valor máx.		52,67	39,55	39,44	-	16,07
	Valor mín.		26,11	12,73	18,27	-	-
<b>GM3</b>	Media	5	1,18	55,41	39,95	-	6,07
	Desv.típica		1,86	18,26	21,58	-	1,7
	Valor máx.		4,25	77,72	57,86	-	7,27
	Valor mín.		0	42,14	13,18	-	4,86
<b>GM4</b>	Media	30	2,60	61,61	29,28	10,34	9,17
	Desv.típica		3,15	12,06	9,91	4,92	3,19
	Valor máx.		11,93	82,71	57,74	13,82	17,47
	Valor mín.		0	38,61	12,64	6,86	4,54
<b>GM5</b>	Media	22	53,12	25,25	18,06	-	4,73
	Desv.típica		24,87	19,84	6,74	-	2,05
	Valor máx.		83,44	65,09	37,82	-	9,79
	Valor mín.		7,46	4,42	11,29	-	1,97
<b>GM6</b>	Media	19	25,13	44,28	24,96	-	7,53
	Desv.típica		17,65	13,03	10,25	-	2,83
	Valor máx.		70,83	72,33	52,84	-	14,84
	Valor mín.		1,51	17,57	9,06	-	5,48

Tabla 4.VIII: Tabla de parámetros descriptivos de la composición mineralógica (DRX) para los distintos GM: media, desviación típica (Desv. típica), valor máximo (Valor máx.) y valor mínimo (Valor mín.), N-número. Valores expresados en % wt.

### 3.2.2 MUESTRAS EXPERIMENTALES

En el caso de las muestras experimentales se ha repetido el proceso realizado en las muestras arqueológicas. Se ha construido un diagrama ternario para representar los datos de DRX utilizando los mismos tres minerales principales (Fig. 4.16a). Se observa que en general las muestras experimentales presentan un comportamiento más homogéneo que las arqueológicas. Se puede ver una diferencia respecto a las

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

arqueológicas, ya que las muestras experimentales se agrupan en un rango del 60 % hasta el 80 % de illita y valores inferiores al 50 % de calcita; a excepción de una muestra del GM5AEx.

En general, presentan altos valores de cuarzo e illita, excepto el grupo GM5AEx, con valores distintos a los otros grupos en los tres minerales. En cuanto a la calcita se aprecian valores de entre el 30 % y el 40 %. Sin embargo, las muestras procedentes de GM5AEx tiene valores más dispersos, de entre un 50 % y un 70 %. En cuanto al cuarzo los GM4Ex, GM5BEx y GM6Ex presentan valores de entorno al 80 % hasta casi el 100 %, de nuevo el GM5AEx presenta valores distintos, desde cercanos al 70 % hasta el 40 %. Finalmente, para la illita, todos los grupos y una de las muestras de GM5AEx tienen valores de entre el 60 % y el 80 % y la otra muestra de este grupo del 90 %.

En cuanto a los valores absolutos de los minerales (Tabla 4.IX) el GM4Ex presenta un valor medio de 3,74 %, un valor máximo de 6,56 % y un mínimo de 1,16 %. Para el cuarzo un valor medio de 31,27 %, un valor máximo de 37,39 % y mínimo de 27,47 %. La illita presenta un valor medio del 61,22 %, 63,02 % como valor máximo y 59,19 % como valor mínimo. En el caso de GM5AEx la calcita tiene un valor medio de 37,73 %, máximo de 51,87 % y mínimo de 23,59 %. Para el cuarzo un valor medio de 13,78 %, un valor máximo del 19,8 % y un valor mínimo de 7,76%. En la illita un valor medio de 33,61 %, 42,74 % como valor máximo y 24,47 % como valor mínimo. En el caso de GM5BEx el valor medio de la calcita es de 17,27 %, 20,31 % como valor máximo y 15,2 1% como valor mínimo. En el caso del cuarzo el valor medio es de 17,5 %, los valores máximos y mínimos son del 19,95 % y 15,34 % respectivamente (Tabla 4.IX). En el caso de la illita tiene un valor medio de 52,1 %, un valor máximo de 53,8 % y un valor mínimo de 48,95 %. El GM6Ex sólo está representado por una muestra, presentando unos valores del 12,17 % para la calcita, 23,26 % para el cuarzo y 58,18 % para la illita. Como minerales secundarios se han observado en todos los grupos otros filosilicatos (caolinita, moscovita, etc.), para los que el GM5AEx presenta valores más elevados con un valor máximo de 15,89 % y, en todos los grupos, el valor mínimo es 0 %. El GM5BEx es también el único grupo que presenta feldespatos con un valor máximo del 11,05 % y un valor medio del 6,78 %. Por otro lado, las dos variantes de GM5Ex están caracterizados por diferentes litologías carbonatadas.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

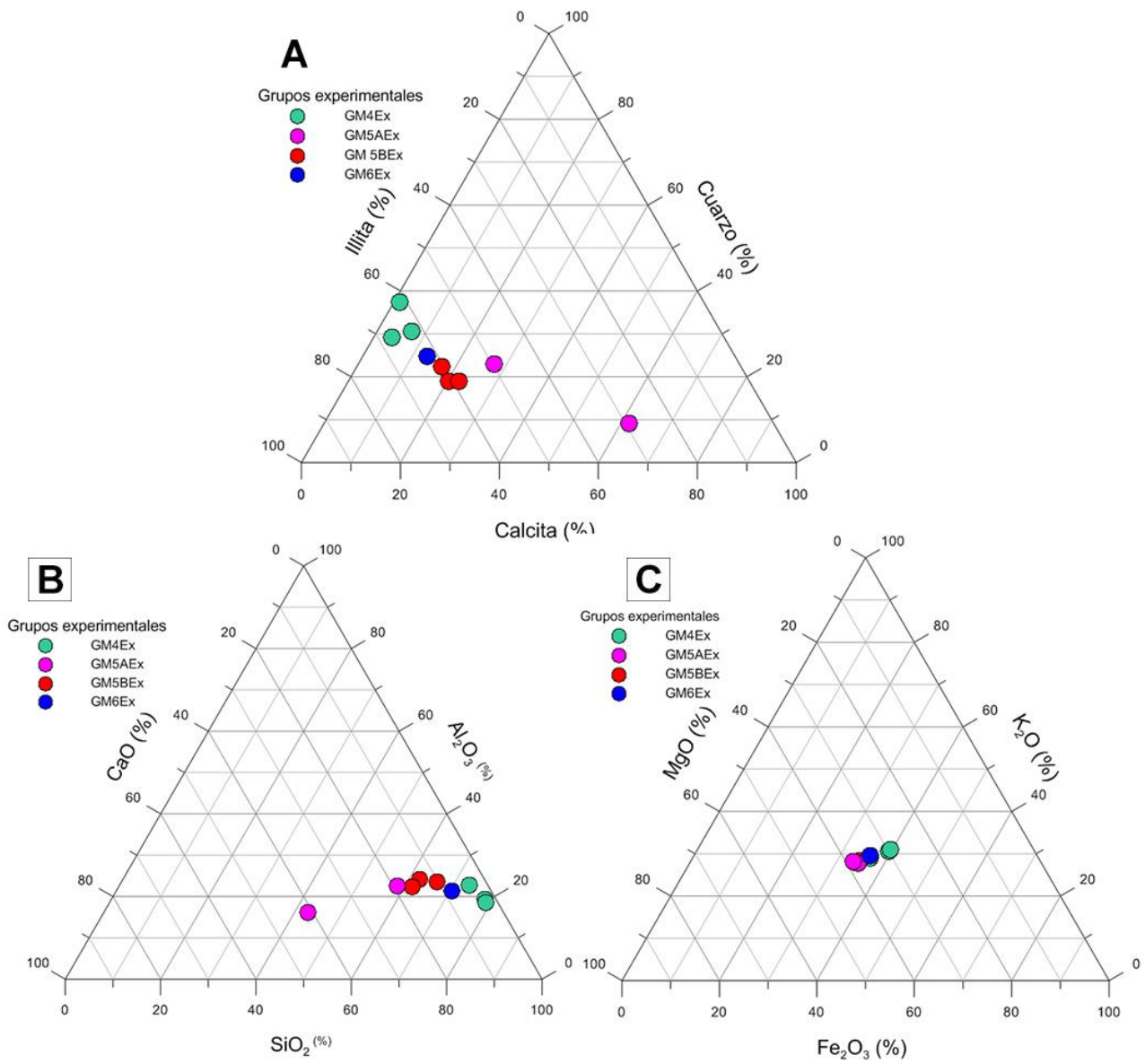


Figura 4.16: A: diagrama ternario de los análisis mineralógicos (DRX) para muestras experimentales; B-C: diagramas ternarios de los datos elementales (FRX) de las muestras cerámicas experimentales (ver sección 3.3).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

		<b>N</b>	<b>Calcita</b>	<b>Cuarzo</b>	<b>Illita</b>	<b>Otros Filosilicatos</b>	<b>Feldespatos</b>
<b>GM4Ex</b>	Media	3	3,74	31,27	61,22	3,77	-
	Desv.típica		2,71	5,35	1,93	3,29	-
	Valor máx.		6,56	37,39	63,02	6,02	-
	Valor mín.		1,16	27,47	59,19	0	-
<b>GM5AEx</b>	Media	2	37,73	13,78	33,61	7,95	-
	Desv.típica		20	8,51	12,92	11,24	-
	Valor máx.		51,87	19,8	42,74	15,89	-
	Valor mín.		23,59	7,76	24,47	0	-
<b>GM5BEx</b>	Media	3	17,27	17,50	52,1	3	6,78
	Desv.típica		2,69	2,32	2,72	5,17	5,94
	Valor máx.		20,31	19,95	53,8	8,96	11,05
	Valor mín.		15,21	15,34	48,95	0	0
<b>GM6Ex</b>	Media	1	-	-	-	-	-
	Desv.típica		-	-	-	-	-
	Valor máx.		12,17	23,26	58,18	6,38	
	Valor mín.		-	-	-	-	-

Tabla 4.IX: Tabla de parámetros descriptivos de la composición mineralógica (DRX) para los distintos GM experimentales: media, desviación típica (Desv. típica), valor máximo (Valor máx.) y valor mínimo (Valor mín.), N-número. Valores expresados en % wt.

### 3.3 ANÁLISIS GEOQUÍMICOS ELEMENTALES (FRX)

#### 3.3.1 MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

El análisis elemental de las muestras se ha realizado sobre la misma muestra donde se ha llevado a cabo el análisis mineralógico (DRX). Se han tenido en cuenta los elementos mayoritarios (>0,1 % wt), si bien también se han medido otros elementos minoritarios (Anexo B). Los elementos son expresados en porcentaje en peso (% wt) de sus óxidos: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO, Br, TiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabla 4.X).

A partir de los datos obtenidos (Tabla 4.X) se observa que el SiO<sub>2</sub> predomina en todas las muestras (valor máximo en el GM4 del 75,91 % y valor mínimo en el GM1 del 30,15 %). El SiO<sub>2</sub> forma parte de todos los minerales silicatados medidos mediante DRX, p. ej. minerales de la arcilla, cuarzo, feldespatos, etc.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

El CaO aparece como el segundo elemento mayoritario (valor máximo en el GM1 del 44,99 % y valor mínimo en el GM4 del 0,67 %). Este elemento está asociado mayoritariamente a los minerales carbonatados como la calcita, y en menor medida a silicatos como los minerales de la arcilla o los feldespatos.

Además de estos dos elementos se observan otros elementos mayoritarios que están mayormente relacionados con la presencia de minerales de la arcilla como MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO<sub>2</sub>, etc., si bien también pueden formar parte de otros minerales identificados, p. ej. feldespatos, e incluso formar parte de óxidos como el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO<sub>2</sub>.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Br	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cn.	GM
ATP15.489	1	45,56	19,06	5,71	3,82	2,75	18,17	3,35	0,506	0,218	0,428	N	1A
ATP15.551	2	50,35	16,04	5,1	3,55	1,73	18,59	3,18	0,644	0,306	0,128	N	1A
ATP11.195	3	37,99	16,2	5,12	2,94	1,99	34,45	0	0,441	0,233	0,337	CF	1Ba
ATP14.845	4	40,46	17,24	4,84	3,09	1,56	28,51	2,94	0,532	0,26	0,241	N	1Ba
ATP15.997	5	41,64	15,53	4,59	2,41	1,42	29,75	2,54	0,453	0,575	0,725	N	1Ba
ATP11.798	6	42,89	17,36	5,58	3,12	1,91	27,31	0	0,474	0,185	0,813	CE	1Bb
ATP12.396	7	48,25	18,85	6,39	3,1	2,1	19,14	0,898	0,524	0,208	0,301	CE	1Bb
ATP12.561	8	66,48	17,56	5,34	3,21	1,88	3,04	0,845	0,668	0,526	0,276	CE	1Bb
ATP12.662	9	53,47	20,03	6,65	3,31	2,32	11,34	1,16	0,59	0,528	0,179	CE	1Bb
ATP12.965	10	38,45	16,58	4,9	2,82	1,7	33	1,21	0,496	0,471	0,154	CF	1Bb
ATP13.355	11	34,86	13,24	4,27	2,18	1,45	41,61	1,39	0,395	0,149	0,207	CF	1Bb
ATP13.1279	12	40,36	18,63	6,02	2,51	2,04	27,63	0,0202	0,467	1,13	0,436	CE	1Bb
ATP14.456	13	30,15	14,21	4,21	2,49	1,07	44,99	1,89	0,431	0,21	0,0986	N	1Bb
ATP14.889	14	30,66	14,53	4,35	2,58	1,1	42,83	3,04	0,431	0,136	0,0954	N	1Bb
ATP14.891	15	34,55	16,87	3,81	2,8	0,992	37	2,87	0,438	0,252	0,126	N	1Bb
ATP15.8	16	42,85	18,51	5,29	3,27	2,19	22,98	3,49	0,478	0,401	0,172	N	1Bb
ATP15.126	17	40,35	17,54	4,88	3,32	1,43	28,23	3,03	0,57	0,19	0,179	N	1Bb
ATP15.588	18	39,84	15,12	5,04	2,36	1,95	33,13	1,14	0,457	0,154	0,551	N	1Bb
ATP15.697	19	46,04	17,63	5,35	3,31	2,26	21,11	2	0,508	0,404	0,94	N	1Bb
ATP15.1006	20	50,99	13,83	4,39	2,79	2,07	21,78	2,75	0,582	0,139	0,38	N	1Bb
ATP14.1145	21	46,85	18	5,89	3,51	1,19	21,91	1,25	0,542	0,142	0,548	N	1Bc
ATP14.1195	22	35,87	16,72	4,81	3,25	1,21	33,03	3,7	0,524	0,281	0,253	N	1Bc
ATP14.294	23	40,2	19,67	6,29	3,17	1,51	26,19	1,09	0,499	0,666	0,222	N	1Bd
ATP14.509	24	39,31	15,8	5,28	2,93	1,7	32,44	1,26	0,447	0,383	0,131	N	1Bd
ATP12.80	25	43,95	17,31	5,78	3,34	1,86	25,8	0,636	0,485	0,421	0,196	CE	1Bd
ATP12.103	26	48,59	19,34	5,39	2,91	1,47	19,29	1,06	0,601	0,779	0,307	CE	1Bd
ATP13.1205	27	50,51	18,56	6,3	2,46	1,09	18,48	1,24	0,49	0,369	0,215	CF	1Bd
ATP13.1255	28	54,94	16,66	7,49	3,12	2,69	11,94	1,04	0,619	0,326	0,816	CE	1Bd
ATP15.795	29	49,17	20,09	6,07	3,72	1,58	15,71	2,18	0,659	0,193	0,32	N	1Bd
ATP15.986	30	36,77	15,48	4,64	2,79	2,02	34,07	2,95	0,433	0,302	0,273	N	1Bd
ATP15.975	31	35,48	15,25	3,51	2,76	0,967	37,15	3,51	0,403	0,189	0,362	N	1C
ATP15.557	32	43,39	15,08	3,33	2,9	2,35	28,65	2,76	0,556	0,521	0,191	N	1D
ATP11.185	33	40,16	17,03	5,38	4,23	3,24	28,81	0,0006	0,508	0,186	0,128	CF	1E
ATP12.238	34	44,3	21,42	6,75	4,18	1,59	19,41	1,14	0,56	0,213	0,144	CE	1E
ATP07.38	35	39,18	17,84	5,23	5,28	2,08	24,79	0	0,475	0,357	0,431	CC	2Agc
ATP11.434	36	47,23	20,49	5,92	4,94	2,41	17,13	0	0,652	0,569	0,286	CE	2Agp
ATP13.184	37	58,37	21,64	6,11	3,54	1,53	6,34	0,656	0,652	0,678	0,227	CF	2Agp
ATP07.134	38	60,99	22,92	6,95	4,40	2,04	1,41	0	0,72	0,154	0,151	CC	3A
ATP11.792	39	60,81	23,08	7,04	4,4	2,07	1,23	0	0,711	0,206	0,185	CE	3A
ATP11.311	40	64,48	17,86	5,8	4,21	1,38	1,31	0	0,577	0,548	0,215	CE	3A
ATP12.1038	41	71,16	14,33	3,99	2,94	2,13	3,33	0,804	0,637	0,286	0,209	CE	3B
ATP14.582	42	64,7	20,53	6,14	3,67	1,47	1,91	0,368	0,561	0,189	0,309	CF	3B

Tabla 4.X: Tabla con la composición elemental de las muestras analizadas mediante FRX expresada en óxidos y porcentaje en peso (% wt). N<sup>o</sup>-Número de muestras. Cn-Cronología. GM-Grupo de manufactura. Tabla completa Anexo B.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Br	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cn.	GM
ATP12.54	43	69,23	18,46	5,17	3,18	1,49	0,669	0,699	0,561	0,244	0,111	CF	4Aa
ATP12.111	44	68,65	17,19	5,43	3,06	1,36	2,65	0,611	0,55	0,185	0,111	CF	4Aa
ATP12.182	45	68,89	15,26	4,12	3,17	2,06	4,08	0,742	0,668	0,252	0,487	CE	4Aa
ATP12.406	46	68,37	18,6	5,22	3,02	1,46	0,932	1,12	0,677	0,299	0,0746	CE	4Aa
ATP12.691	47	67,62	19,13	5,27	3,52	1,52	1,23	0,558	0,659	0,207	0,109	CE	4Aa
ATP12.728	48	74,27	14,44	4,06	3,13	1,68	0,761	0,671	0,503	0,176	0,101	CE	4Aa
ATP12.749	49	70,59	17,02	4,67	2,75	2,12	1	0,802	0,586	0,167	0,127	CE	4Aa
ATP12.755	50	69,94	16,84	4,62	3,36	1,8	1,88	0,427	0,556	0,197	0,233	CE	4Aa
ATP12.808	51	68,7	17,08	4,77	3,64	1,93	1,69	0,887	0,574	0,46	0	CE	4Aa
ATP12.820	52	71,31	16,22	4,44	3,44	1,89	1,05	0,672	0,577	0,143	0,0892	CE	4Aa
ATP12.888	53	70,37	16,78	4,74	3,2	2,38	0,765	0,722	0,579	0,16	0,103	CE	4Aa
ATP12.996	54	72,32	15,2	4,33	3,29	1,69	1,26	0,956	0,523	0,18	0,0765	CE	4Aa
ATP13.469	55	75,91	13,1	4,3	2,25	0,733	1,8	0,597	0,54	0,484	0,161	CE	4Ab
ATP15.481	56	74,24	13,62	4,33	2,54	0,725	1,41	2,1	0,376	0,238	0,21	N	4Ab
ATP11.60	57	71,43	16,49	5,65	2,96	1,44	0,911	0	0,539	0,172	0,0769	CE	4Ac
ATP13.212	67	57,71	21,71	6,27	3,13	2,97	5,39	0,757	0,787	0,206	0,753	CF	4Db
ATP12.1233	58	52	19,1	5,17	3,66	1,25	16,32	1,45	0,62	0,157	0,123	CF	4B
ATP12.1254	59	64,27	21,83	6,01	3,79	1,49	0,839	0,779	0,544	0,162	0,1	CF	4B
ATP11.489	60	59,76	24,62	6,46	4,04	2,08	1,76	0	0,599	0,288	0,192	CE	4B
ATP12.127	61	61,94	22,34	6,04	4,01	1,5	2,58	0,264	0,749	0,269	0,125	CE	4C
ATP12.184	62	68,08	18,61	5,28	3,37	1,36	1,92	0,286	0,5	0,212	0,199	CE	4C
ATP12.386	63	67,34	19,54	5,36	3,06	1,49	1,75	0,374	0,665	0,153	0,112	CE	4C
ATP13.963	64	62,16	21,58	5,6	4,07	1,77	2,65	0,358	0,681	0,708	0,129	CF	4C
ATP12.964	65	58,41	22,58	6,07	3,87	2,49	3,94	0,685	0,598	0,234	0,822	CE	4D
ATP15.934	66	56,95	18,14	6,85	3,01	0,709	5,63	2,26	0,947	0,515	4,47	N	4D
ATP13.338	68	67,78	18,96	5,55	3,34	1,52	1,09	0,488	0,609	0,324	0,113	CE	4E
ATP13.1150	69	60,51	23,2	6,31	4,41	1,67	1,57	0,776	0,602	0,546	0,147	CE	4F
ATP11.871	70	64,32	16,87	5,48	3,22	2,04	5,73	0	0,707	1,16	0,171	CF	4G
ATP12.1294	71	62,96	22,72	6,32	4	1,2	0,915	0,714	0,693	0,232	0,108	CE	4G
ATP13.881	72	60,48	23,97	6,84	4,02	1,24	1,63	0,619	0,639	0,292	0,0829	CF	4G
ATP07.69	73	48,01	19,14	5,51	4,66	1,81	19,05	0	0,643	0,564	0,326	CC	5A
ATP12.1286	74	59,19	16,87	4,96	2,82	1,4	12,35	0,916	0,64	0,551	0,0932	CF	5A
ATP12.208	75	68,34	16,33	4,83	2,97	1,5	3,53	0,91	0,804	0,461	0,0719	CE	5A
ATP12.928	76	33,21	17,39	5,42	2,81	1,74	36,98	1,35	0,456	0,254	0	CE	5A
ATP12.933	77	35,63	17,7	5,35	3,17	1,68	34,27	1,11	0,483	0,185	0,151	CE	5A
ATP12.1017	78	33,13	17,21	5,23	2,96	1,61	37,5	1,05	0,477	0,355	0,155	CE	5A
ATP12.1093	79	35,96	18,62	5,4	3,24	1,66	32,52	1,2	0,464	0,426	0,176	CE	5A
ATP12.1096	80	63,51	18,43	6,12	3,16	1,77	5,31	0,204	0,724	0,322	0,114	CE	5A
ATP12.1300	81	46,23	21,27	5,66	3,84	1,7	17,97	0,749	0,661	0,14	0,157	CE	5A
ATP12.1396	82	63,02	18,07	5,42	3,25	1,57	6,34	0,57	0,734	0,555	0,194	CF	5A
ATP13.17	83	63,65	18,43	5,41	3,23	1,55	5,5	0,625	0,74	0,307	0,348	CF	5A
ATP13.123	84	62,73	21,31	5,62	4,43	2,32	1,46	0,858	0,607	0,36	0,125	CF	5A
ATP13.221	85	35,27	17,73	5,88	3,29	1,64	33,66	0,974	0,456	0,392	0,178	CF	5A
ATP13.345	86	52,43	19,12	5,19	3,74	1,25	16,12	0,93	0,623	0,183	0,2	CF	5A
ATP13.473	87	34,05	17,51	5,36	2,73	1,7	35,23	0,553	0,47	0,211	0,147	CE	5A
ATP13.986	88	55,27	21,45	6,01	3,87	1,29	9,99	0,863	0,688	0,145	0,195	CE	5A
ATP15.598	89	51,93	18,25	5,38	4,06	1,62	15,31	2,08	0,594	0,191	0	N	5A
ATP11.19	90	49,98	17,81	5,99	4,04	1,53	19,5	0	0,595	0,151	0,144	CE	5B
ATP12.1167	91	36,24	18,18	5,28	3,12	1,57	33,15	1,39	0,471	0,153	0,148	CF	5B
ATP13.75	92	39,66	15,21	4,05	2,86	1,85	34,08	1,02	0,556	0,286	0,138	CF	5B
ATP13.807	93	41,01	15,1	5,31	3,27	1,56	31,99	0,005	0,555	0,618	0,203	CE	5B
ATP13.979	94	39,45	15,01	4,01	2,93	1,74	34,78	0,952	0,543	0,207	0,131	CF	5B

Tabla 4.X (continuación): Tabla con la composición elemental de las muestras analizadas mediante FRX expresada en óxidos y porcentaje en peso (% wt). N°-Número de muestras. Cn- Cronología. GM-Grupo de manufactura. Tabla completa Anexo B.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

MUESTRAS	Nº	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Br	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cn.	GM
ATP12.741	95	43,5	17,09	6,11	1,96	0,814	28,8	0,0967	0,685	0,199	0,204	CE	6A
ATP12.1278	96	55,69	23,86	7,18	4,21	1,32	5,74	0,749	0,649	0,253	0,173	CE	6A
ATP13.142	97	58,48	18,25	5,56	4,08	2,14	9,35	0,979	0,55	0,236	0,144	CF	6A
ATP13.431	98	65,35	15,21	4,66	3,08	1,5	7,83	0,985	0,782	0,203	0,129	CF	6A
ATP13.819	99	34,05	17,51	5,36	2,73	1,7	35,23	0,553	0,47	0,211	0,147	CE	6A
ATP13.1151	100	57,41	21,94	5,66	3,44	1,44	7,78	0,934	0,65	0,274	0,292	CE	6A
ATP12.608	101	55,06	21,13	5,33	3,95	1,86	10,7	0,375	0,621	0,338	0,291	CE	6Aq
ATP11.121	102	66,88	18	7,00	4,10	1,59	1,22	0	0,623	0,191	0,162	CF	6Aq
ATP12.440	103	52,33	20,13	5,82	2,86	0,901	15,52	1,05	0,818	0,169	0,174	CE	6B
ATP13.683	104	64,22	21,37	5,92	4,02	1,3	1,26	0,743	0,616	0,275	0,0997	CF	6B
ATP13.1268	405	64,92	21,44	5,96	3,8	1,14	1,15	0,335	0,538	0,41	0,0999	CF	6B
ATP12.1295	106	55,88	22,32	6,52	3,97	1,24	8,66	0,376	0,589	0,153	0,128	CE	6C
ATP12.1371	107	56,3	24,24	7,11	4,28	1,37	4,93	0,505	0,628	0,355	0,108	CF	6C
ATP13.5	108	57,02	22,59	6,8	4,01	1,28	5,67	0,887	0,595	0,239	0,114	CF	6C
ATP12.1147	109	61,84	18,14	4,39	3,14	1,23	9,31	0,836	0,61	0,135	0,159	CF	6D
ATP12.1150	110	58,02	22,09	5,9	3,7	1,57	6,6	0,928	0,644	0,25	0,124	CF	6D
ATP12.1360	111	58,02	22,3	5,93	3,71	1,46	6,39	0,805	0,685	0,349	0,142	CF	6D
ATP12.1367	112	54,95	22,01	6,45	3,95	1,18	9,35	0,911	0,601	0,262	0,131	CF	6D
ATP11.724	113	56,55	19,23	5,47	4	2,32	11,1	0,0006	0,622	0,149	0,304	CE	6
ATP14.215	114	66,59	18,82	5,15	3,61	1,56	2,36	0,778	0,589	0,175	0,114	CF	6
Exp.1	115	63,02	15,6	6,23	4,83	4,70	1,82	2,13	0,528	0,193	0,13	E	4Ex
Exp.2	116	57,21	17,78	6,58	5,24	6,25	3,06	2,05	0,665	0,34	0,157	E	4Ex
Exp.3	117	48,25	18,64	6,41	5,27	7,20	10,48	2,38	0,703	0,179	0,158	E	5BEx
Exp.4	118	48,111	17,49	6,02	5,00	6,68	12,49	2,81	0,679	0,201	0,144	E	5BEx
Exp.5	119	54,77	16,68	6,20	5,09	5,87	6,35	2,83	0,621	0,802	0,134	E	6Ex
Exp.6	120	35,12	13,32	4,83	3,86	5,23	33,67	2,99	0,532	0,127	0,0952	E	5AEx
Exp.7	121	45,74	17,6	5,99	5,03	6,86	14,88	2,41	0,652	0,368	0,146	E	5AEx
Exp.9	122	63,02	15,6	6,23	4,83	4,70	1,82	2,13	0,528	0,193	0,13	E	5BEx
Exp.10	123	57,21	17,78	6,58	5,24	6,25	3,06	2,05	0,665	0,34	0,157	E	4Ex

Tabla 4.X (continuación): Tabla con la composición elemental de las muestras analizadas mediante FRX expresada en óxidos y porcentaje en peso (% wt). Nº-Número de muestras. Cn-Cronología. GM-Grupo de manufactura. Tabla completa Anexo B.

En la Tabla 4.X se reflejan los valores obtenidos para cada uno de los grupos de manufactura definidos a partir del análisis de las láminas delgadas. Se han seleccionado aquellos elementos que presentan un contenido mayor a un 1 %.

Los datos obtenidos se han confrontado a los grupos de manufactura previamente definidos en el análisis petrológico. Se busca establecer, por tanto, la validez desde el punto de vista composicional de los GM y detectar qué elementos varían entre los diferentes grupos y determinar su variabilidad (Albero Santacreu, 2011). En un primer acercamiento a los datos, se analizan y comparan los distintos elementos químicos presentes en los distintos GM mediante parámetros estadísticos univariantes como la media y la desviación típica de cada elemento (Tabla 4.XI), así como mediante la realización de gráficos bivariantes (Fig. 4.17).



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

		<b>N</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>MgO</b>	<b>CaO</b>	<b>Br</b>	<b>TiO<sub>2</sub></b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>
<b>GM1</b>	Media	34	43	17,11	5,26	3,13	1,79	26,35	1,76	0,51	0,34	0,32
	Desv.típica		7,44	1,91	0,93	0,61	0,51	9,3	1,15	0,07	0,21	0,22
	Valor máx.		66,48	21,42	7,49	4,23	3,24	44,99	3,7	0,67	1,13	0,94
	Valor mín.		30,15	13,24	3,33	2,18	0,97	3,04	0	0,4	0,14	0,1
<b>GM2</b>	Media	3	48,26	19,99	5,75	4,59	2,01	16,09	0,22	0,59	0,53	0,31
	Desv.típica		9,64	1,95	0,46	0,92	0,44	9,27	0,38	0,10	0,16	0,10
	Valor máx.		58,37	21,64	6,11	5,28	2,41	24,79	0,66	0,65	0,68	0,43
	Valor mín.		39,18	17,84	5,23	3,54	1,53	6,34	0	0,48	0,36	0,23
<b>GM3</b>	Media	5	64,43	19,74	5,99	3,92	1,82	1,84	0,23	0,64	0,2	0,2
	Desv.típica		4,19	3,7	1,23	0,63	0,36	0,87	0,36	0,07	0,16	0,06
	Valor máx.		71,16	23,08	7,04	4,40	2,13	3,33	0,37	0,72	0,55	0,31
	Valor mín.		60,81	14,33	3,99	2,94	1,38	1,23	0	0,56	0,15	0,15
<b>GM4</b>	Media	30	66,22	18,71	5,36	3,38	1,63	2,53	0,71	0,61	0,30	0,34
	Desv.típica		5,83	3,13	0,81	0,49	0,50	2,99	0,51	0,10	0,21	0,82
	Valor máx.		75,91	24,62	6,85	4,41	2,97	5,63	2,26	0,95	1,16	4,47
	Valor mín.		52	13,1	4,06	2,25	0,71	0,67	0	0,38	0,14	0
<b>GM5</b>	Media	22	47,63	18,0	5,34	3,39	1,64	21,66	0,83	0,6	0,32	0,16
	Desv.típica		11,92	1,79	0,53	0,55	0,22	12,86	0,5	0,11	0,15	0,07
	Valor máx.		68,34	21,45	6,12	4,66	2,32	37,5	2,08	0,8	0,62	0,35
	Valor mín.		33,13	15,01	4,01	2,73	1,25	1,46	0	0,46	0,14	0
<b>GM6</b>	Media	19	57,15	20,38	5,91	3,63	1,45	9,45	0,64	0,63	0,24	0,16
	Desv.típica		7,76	2,46	0,77	0,60	0,37	8,6	0,34	0,08	0,08	0,06
	Valor máx.		66,88	24,24	7,18	4,28	2,32	35,23	1,05	0,82	0,41	0,3
	Valor mín.		34,05	15,21	4,39	1,96	0,81	1,15	0	0,47	0,14	0,1

Tabla 4.XI: Valores de los descriptivos de la composición elemental (FRX) de los GM petrológicos de las muestras cerámicas arqueológicas analizadas: media, desviación típica (Desv. típica), valor máximo (Valor máx.) y valor mínimo (Valor mín.), N-número de muestras.

El GM1 presenta un valor máximo para si SiO<sub>2</sub> de 66,48 % y mínimo de 30,15 %. El otro elemento principal es el CaO con un valor máximo de 44,99 % y mínimo de 3,04 %. Otros elementos menos abundantes son el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, con un 21,42 % y 13,24 % para los valores máximos y mínimos respectivamente, el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> con un valor máximo de 7,49% y mínimo del 3,33 %, el K<sub>2</sub>O con 4,23 % de valor máximo y 2,18 % de valor mínimo. El MgO presenta un valor máximo del 3,24 % y mínimo del 0,97 % (Tabla 4.XI).

En el GM2 el valor máximo para SiO<sub>2</sub> es del 58,37 % y mínimo del 39,18 %. Los valores para CaO son del 24,79 % como valor máximo y mínimo del 6.34%. El Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

presenta un 24,64 % y 17,84 % para los valores máximos y mínimos respectivamente, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tiene un valor máximo del 6,11 % y mínimo del 5,23 %, el  $\text{K}_2\text{O}$  un 5,28 % de valor máximo y 3,54 % de valor mínimo, mientras que el  $\text{MgO}$  un valor máximo del 2,41 % y mínimo del 1,53 % (Tabla 4.XI).

El GM3 presenta para el  $\text{SiO}_2$  un valor máximo del 71,16 % y mínimo del 60,81 %. En orden descendente de porcentaje están el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  con un 23,08 % y un 14,33 % para los valores máximos y mínimos respectivamente, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tiene valores máximos y mínimos de un 7,04 % y 3,99 % respectivamente, el  $\text{K}_2\text{O}$  tiene un 4,40% de valor máximo y un 2,94% de valor mínimo, el  $\text{CaO}$  un valor máximo del 3,33 % y mínimo del 1,23 %, y finalmente el  $\text{MgO}$  un valor máximo del 2,13 % y mínimo del 1,38 % (Tabla 4.XI).

El GM4 presenta un valor máximo para el  $\text{SiO}_2$  del 75,91 % y mínimo del 52 %. El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  presenta un 24,62 % y un 13,1 % para los valores máximos y mínimos respectivamente, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  presenta un valor máximo del 6,85 % y mínimo del 4,06 %, el  $\text{CaO}$  un valor máximo del 5,63 % y mínimo del 0.67 %, el  $\text{K}_2\text{O}$  un 4,41 % de valor máximo y un 2,25 % de valor mínimo, finalmente el  $\text{MgO}$  tiene un 2,97 % y un 0,71 % como valores máximo y mínimo respectivamente (Tabla 4.XI).

El GM5 presenta un valor máximo para el  $\text{SiO}_2$  de un 68.34 % y mínimo del 33,13 %, el segundo elemento de mayor porcentaje vuelve a ser el  $\text{CaO}$  con un valor máximo del 37,5 % y mínimo del 1,46 %. Seguido por el  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , con un valor máximo del 21,45 % y mínimo del 15,01 %, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  con un valor máximo del 6,12 % y mínimo del 4,01 %, el  $\text{K}_2\text{O}$  con 4,66 % de valor máximo y un 2,73 % de valor mínimo, y el  $\text{MgO}$  un valor máximo del 2,32 % y mínimo del 1,25 % (Tabla 4.XI).

Finalmente, el GM6 presenta un valor máximo para el  $\text{SiO}_2$  del 66,88 % y mínimo del 34,05 %, también como segundo elemento se encuentra el  $\text{CaO}$  con un 35,23 % de valor máximo y mínimo del 1,15 %. Siguiendo el orden de mayor a menor, el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tiene un 24,24 % y 15,21 % para los valores máximos y mínimos respectivamente, el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  con un valor máximo del 7.18 % y mínimo del 4,39 %, el  $\text{K}_2\text{O}$  con un 4,28 % de valor máximo y un 1,96 % de valor mínimo, y el  $\text{MgO}$  un valor máximo del 2,32 % y mínimo del 0,81 % (Tabla 4.XI).

Se ha realizado un gráfico bivalente (Fig. 4.17) con los elementos  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$ , ya que éstos están relacionados con la composición de los principales desgrasantes observados en las láminas delgadas. Se observa una distribución similar a la vista en los datos

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

mineralógicos (Fig. 4.15), con una relación entre cuarzo y calcita que permite diferenciar los distintos GMs. A menores valores de  $\text{SiO}_2$  aumentan valores de  $\text{CaO}$ . Sin embargo, los valores mínimos de  $\text{SiO}_2$  son siempre mayores al 35 %. Este elemento está siempre presente formando parte de los minerales silíceos (mayoritariamente illita y cuarzo) que componen tanto la matriz arcillosa como los desgrasantes silíceos (cuarzo, cuarcita, pizarra, etc.).

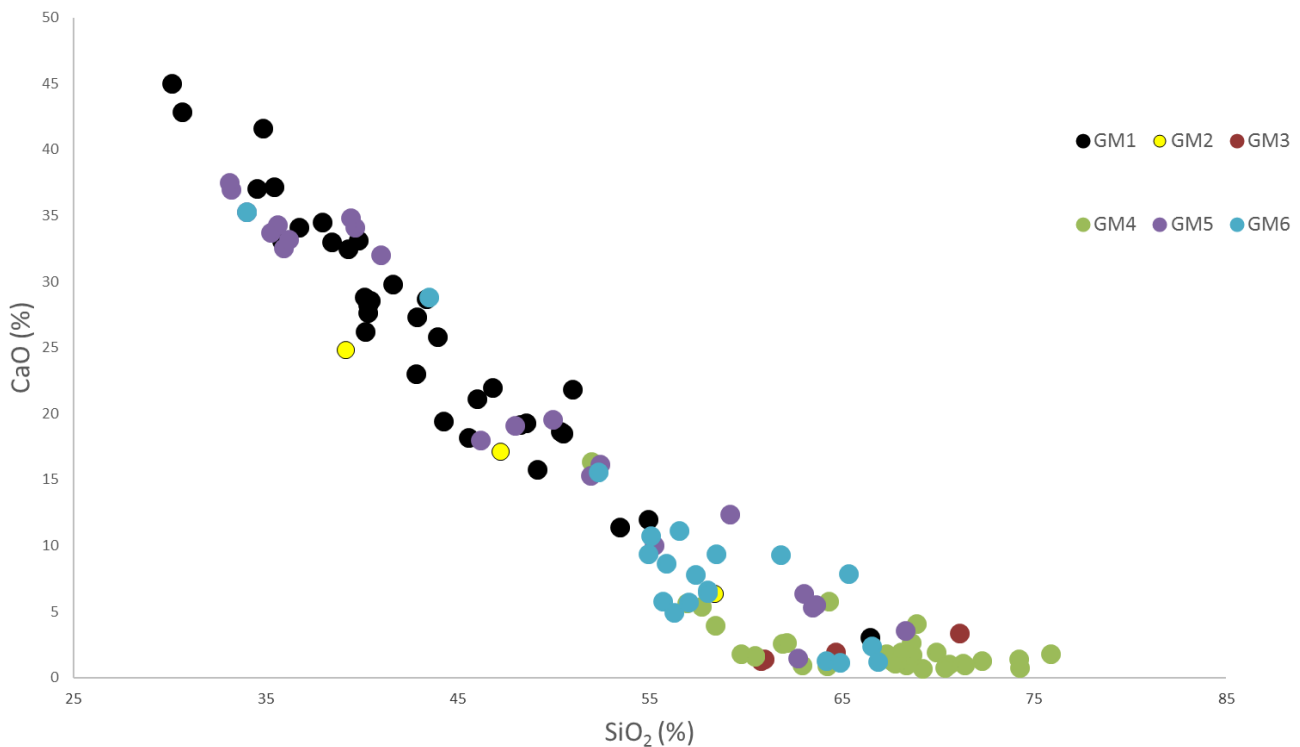


Figura 4.17: Diagrama bivalente del contenido en  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$  presente en las muestras analizadas mediante FRX, agrupadas según los diferentes GM definidos en el estudio petrológico.

De los principales elementos observados (Tabla 4.X y 4.XI) la mayor variabilidad entre los distintos GM se da debido a la presencia variable de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{CaO}$ . En los diagramas ternarios se aprecia, en general, una presencia notable de  $\text{SiO}_2$ , algo normal dado el carácter silicatado de la matriz arcillosa de las pastas. Se pueden observar dos comportamientos o tipos de agrupamientos en los diagramas: uno que incluye a los GM1, GM2, GM5 y GM6 y en el que las muestras presentan en torno a un 80 % de  $\text{CaO}$  y valores variables de entre el 35 % al 80 % de  $\text{SiO}_2$ ; y, por otro lado, otro grupo compuesto por los GM4 y GM5 que presentan valores de casi el 100% en  $\text{SiO}_2$ .

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

El GM1 (Fig. 4.18a) presenta valores de SiO<sub>2</sub> de entre un 45 % y casi el 100 %, en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre un 70 % y un 20 % y el CaO entre el 70 % y el 90 %. Este grupo está caracterizado petrologicamente por la presencia de calcita cristalina como desgrasante, por lo que los valores elevados de SiO<sub>2</sub> derivan de los minerales de la arcilla de la matriz y de una muy baja presencia de desgrasantes calcíticos.

El GM2 (Fig. 4.18b) presenta unos valores de SiO<sub>2</sub> entre un 70 % y un 90 %, de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre el 30 % y el 50 % y valores de CaO entre el 70 % y el 80 %. Esta variabilidad se debe a que este grupo presenta, desgrasantes de distinta composición (carbonatados y silíceos), y pseudomorfos de yeso recristalizados en calcita como inclusión en la matriz arcillosa.

El GM3 (Fig. 4.18c) presenta valores de SiO<sub>2</sub> de casi el 100 %, entre el 20 % y 30 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y valores de CaO entre el 70 % y el 85 %.

El GM4 (Fig. 4.18d) presenta valores muy similares a los del GM3, con el 90 % al 100 % de SiO<sub>2</sub>, con una muestra con un 80 %, el contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oscila entre el 40 % y el 10 % y los valores del CaO del 70 % hasta casi el 90 %.

El GM5 (Fig. 4.18e) muestra un comportamiento similar al GM1, con valores para el SiO<sub>2</sub> de entre un 55 % y casi el 100 %, entre el 20 % y el 75 % para el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y de entre el 70 % y el 90 % para el CaO.

Por último, el GM6 (Fig. 4.18f) presenta valores de SiO<sub>2</sub> entre el 80 % y el 100 %, con dos muestras con un 50 % y 60 %. El contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> varía del 45 % al 20 %, de nuevo con dos muestras que se diferencian, una con un 50 % y otra con un 60 %. Finalmente, el CaO muestra valores de entre el 70 % y más de un 80 %. Este grupo presenta una mezcla de desgrasantes carbonatados y silíceos, que explican las variaciones observadas.

Por otro lado, se observan valores muy parecidos para todos los GMs en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO (Figura 4.19 y Tabla 4.XI), con valores máximos de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de 7,49 % (GM1) y mínimo de 3,33 % (GM1); para el K<sub>2</sub>O el valor máximo es de 5,28 % (GM2) y el mínimo de 1,96 % (GM6); y para el MgO el valor máximo es de un 3,24 % (GM1) y mínimo del 0,71% (GM4). Este hecho podría indicar una similitud composicional de la matriz arcillosa de las muestras cerámicas, y en cuyos valores no parecen afectar de manera significativa la presencia y distinta composición de los desgrasantes. En los diagramas ternarios se

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

observa el agrupamiento de estos elementos en todos los GM (Fig. 4.19). La dispersión general de los datos entre los GMs es menor que la observada para los elementos mayoritarios, concentrándose en la zona media derecha de los diagramas. Todos los GM presentan valores similares para  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en los diagramas de entre el 70 % y el 90 % (Fig. 4.19d); para el  $\text{K}_2\text{O}$  de entre el 40 % (en alguna ocasión 35 %) y el 60 %. Finalmente, el  $\text{MgO}$  entre un 60 % y un 75 % (Fig. 4.19).

Las variaciones de la mediana y la dispersión de los distintos elementos en cada grupo de manufactura se pueden observar en la figura 4.20. Se puede ver como los GM1, GM5 y GM6 (Fig. 4.20a, e, f) se caracterizan por valores más altos de  $\text{CaO}$ , entorno al 40-45 %, siendo grupos que presentan desgrasantes carbonatados. En el caso del  $\text{SiO}_2$  tienen valores muy dispersos entre el 30 % y el 70 %, variando según el GM considerado: el GM1 tiene en el 75 % de sus muestras, menos del 50% de sílice, en el GM5 más del 75 % de las muestras tienen menos del 60 % de sílice y en el GM6 más del 75 % de la muestra tiene menos del 70 % de sílice. Los valores para el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se distribuyen alrededor del 20 %.

El GM2 (Fig. 4.20b) muestra un amplio rango de dispersión para el  $\text{CaO}$ , en ocasiones superando el 20 %, ya que uno de los subgrupos está caracterizado por la presencia de calcita como desgrasante, además de los pseudomorfos de yeso recristalizados a calcita en la matriz. En cuanto al  $\text{SiO}_2$  presenta valores muy agrupados que se distribuyen entre el 40 % y casi el 60 %. El  $\text{Al}_2\text{O}_3$  presenta también valores agrupados en torno al 20 %.

Los GM3 y GM4 (Fig. 4.20c y d) presentan los mayores valores de  $\text{SiO}_2$  con más del 50 % de las muestras por encima del 60 %, además de ser los grupos donde este elemento se presenta más agrupado. En ambos grupos, y para el  $\text{CaO}$ , más del 75 % de las muestras tienen valores inferiores al 10 %. El otro elemento distintivo es el  $\text{SiO}_2$ , en el que se puede apreciar en ambos grupos valores mucho más elevados que para el resto de los elementos. Esto se debe a la presencia de minerales y litologías silíceas (cuarzo, pizarra, cuarcita) como desgrasantes y como principal inclusión mineral de la arcilla.

En cuanto al resto de elementos ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ) se puede ver que para todos los GMs los valores son similares (Fig. 4.20).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

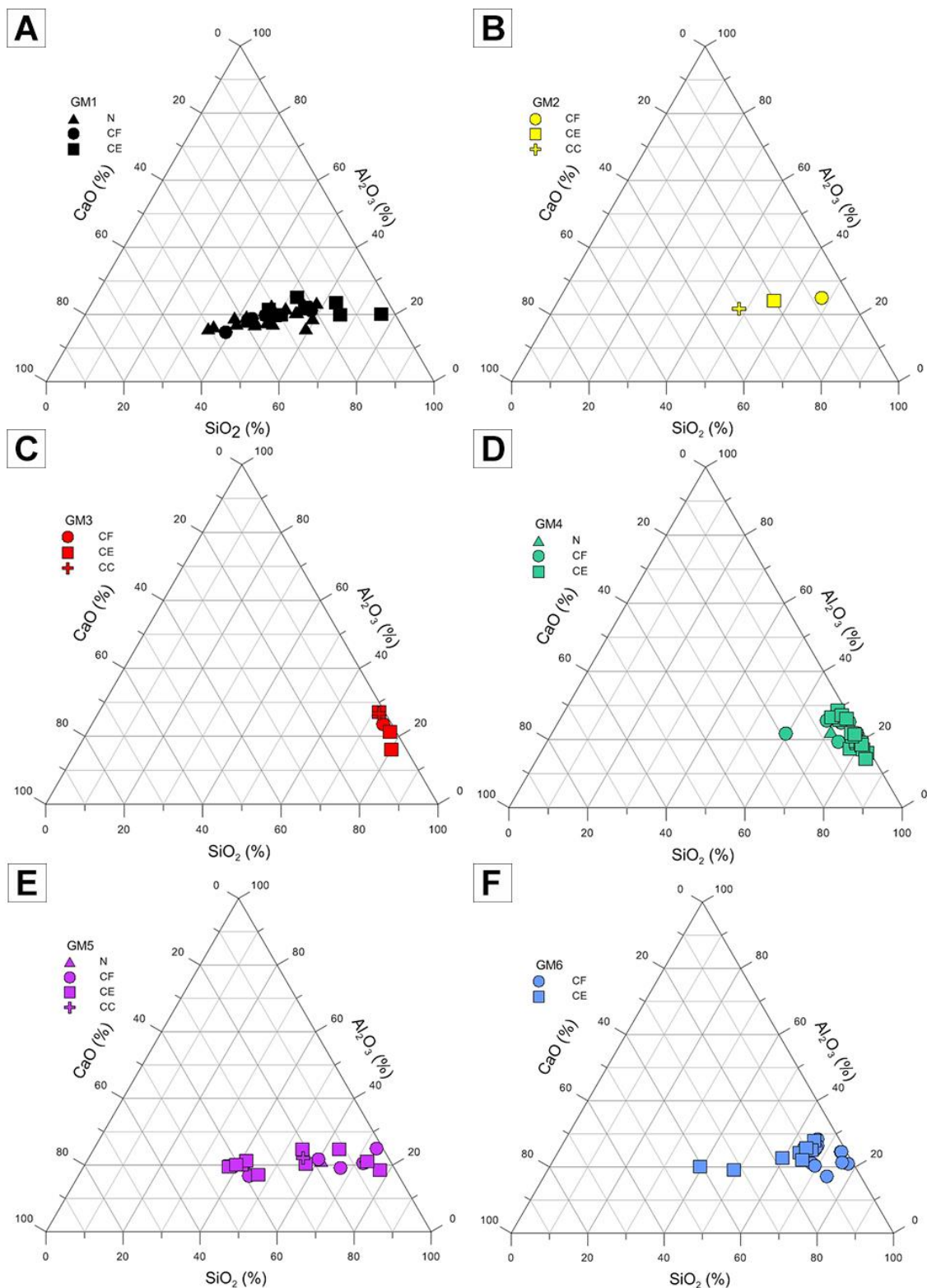


Figura 4.18: Diagramas ternarios de los porcentajes recalculados para los elementos químicos mayoritarios en los diferentes grupos de manufactura petrológicos (GM). Las muestras de distintas cronologías están representadas por símbolos distintos. A: GM1. B: GM2. C: GM3. D: GM4. E: GM5. F: GM6. N: Neolítico; CF: Calcolítico funerario; CE: Calcolítico de estabulación; CC: Calcolítico Campaniforme.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

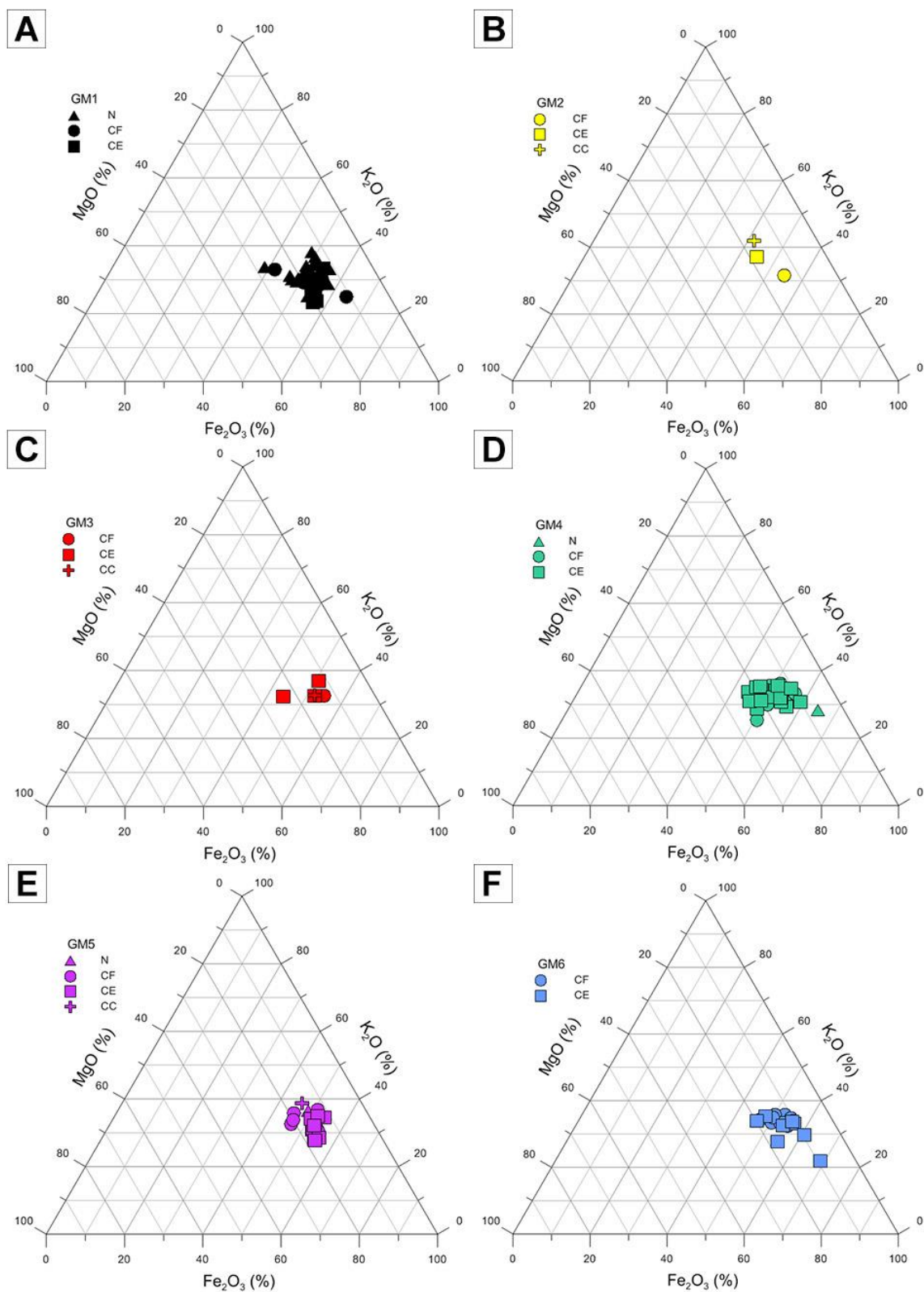


Figura 4.19: Diagramas ternarios de los porcentajes recalculados de los elementos químicos principales según los diferentes grupos de manufactura (GM). Las muestras de distintas cronologías están representadas por símbolos. A: GM1. B: GM2. C: GM3. D: GM4. E: GM5. F: GM6. N: Neolítico; CF: Calcolítico funerario; CE: Calcolítico de estabulación; CC: Calcolítico Campaniforme.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

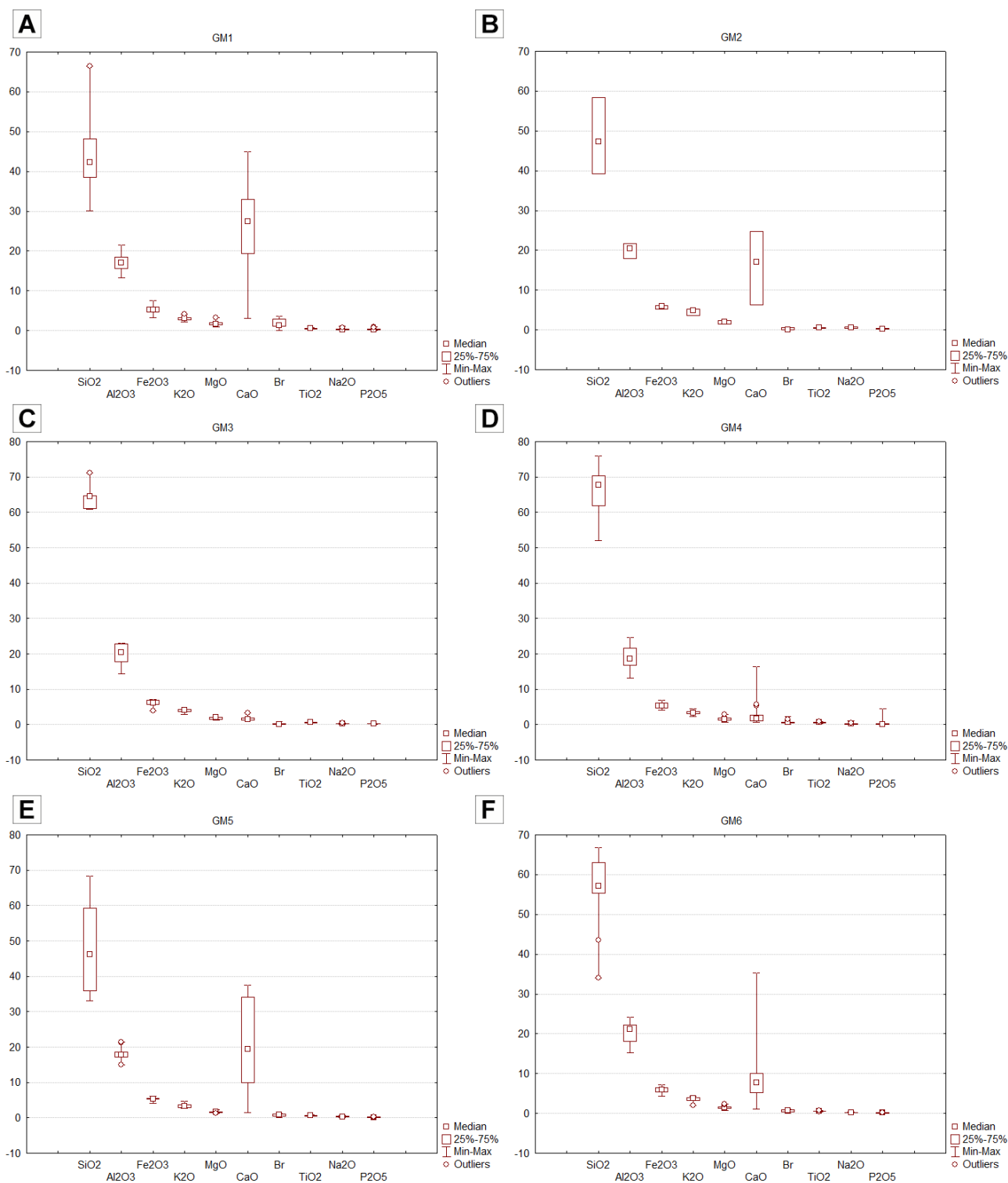


Figura 4.20: Gráfico Box-Whisker para los principales elementos químicos (FRX) de cada GM. A: GM1. B: GM2. C: GM3. D: GM4. E: GM5. F: GM6. En cada diagrama se representa la mediana, el rango entre el 25-75 % de las muestras, la variación total y los posibles *outlayers* o valores fuera de rango.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

##### 5.4.2 MUESTRAS EXPERIMENTALES

Se observa que la mayoría de las muestras experimentales analizadas, independientemente del grupo de manufactura al que pertenezcan, tienen unos valores de  $\text{SiO}_2$  entre el 80 % y el 100 % (Fig. 4.16b), excepto una muestra del GM5AEx que tiene un valor cercano al 60 %. Para el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se observan valores entre el 50 % y el 20 %, donde la misma muestra del GM5AEx destaca con un valor cercano al 60 %. En cuanto a los principales elementos observados (Tabla 4.X y Tabla 4.XII) los diagramas son muy homogéneos, aunque se puede observar un leve agrupamiento en función del grupo al que pertenezcan. El GM4Ex presenta los valores más altos de  $\text{SiO}_2$ , por el contrario, GM5AEx presenta los valores más bajos. Este mismo hecho se observa con el  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , donde el GM5AEx presenta valores altos (entorno al 60 y 40 %), frente al GM4Ex que tiene valores de entre el 30 % y el 20 %. Estas diferencias se explican bien según las observaciones realizadas en lámina delgada, ya que el GM4Ex está caracterizado por desgrasantes silíceos, mientras que los dos subgrupos de GM5Ex por desgrasantes carbonatados. Los valores de CaO son más homogéneos.

En los elementos más vinculados a los minerales de la arcilla,  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O-MgO}$ , se observa un agrupamiento de todas las muestras (Fig. 4.16c); obteniéndose valores entre a un 60-70 % para el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , entre un 70-60 % para el  $\text{K}_2\text{O}$  y entorno al 70 % para el MgO. Esto es debido a que en todas las muestras se utilizó la misma arcilla. A excepción de una muestra, el resto presenta una composición bastante homogénea, similar a la observada en las muestras arqueológicas para los GMs de con presencia de desgrasantes carbonatados.

En cuanto a los valores absolutos de los elementos mayoritarios (Tabla 4.XII) en los diferentes grupos experimentales, el  $\text{SiO}_2$  presenta el mayor contenido medio y el mayor valor máximo en el GM4Ex con un 56,31 % y un 63,46 % respectivamente (valor mínimo de 57,21 %), ya que este grupo está caracterizado por desgrasantes silíceos. Para este mismo elemento, en el GM5AEx el valor medio es del 40,43 % y el valor máximo del 45,74 %; para GM5BEx el valor medio de  $\text{SiO}_2$  es del 40,43 %, el valor máximo del 43,74 % y el mínimo del 35,12 %. En el caso del  $\text{Al}_2\text{O}_3$  los valores son similares para todos los grupos, con un valor máximo del 18,64 % (GM5BEx) y un valor mínimo de 13,32 % (GM5AEx). Finalmente, el CaO presenta variaciones: los valores máximos se dan en los dos subgrupos de GM5Ex, observándose en GM5BEx un valor máximo de un 33,67 %, un valor mínimo del 14,88 % y un valor medio del 24,28 %, mientras que en el GM5AEx el valor medio es del 10,34 %, el valor máximo del 12,49 % y el mínimo del 8,05 %.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

El GM6Ex está representado por una sola muestra, y presenta una mezcla de desgrasantes silíceos y carbonatados. El valor para el SiO<sub>2</sub> es del 54,77 %, parecido al observado en GM4Ex; el valor del Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es del 16,68 % similar a los valores de este elemento en el resto de los grupos. El CaO presenta un 6,35 %, cercano al valor del GM5AEx.

Por otro lado, se observan valores muy parecidos en todos los GMs de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O y MgO (Tabla 4.XII), con un valor máximo de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> del 6,58 % (GM4Ex) y mínimo del 4,83 % (GM5AEx); para el K<sub>2</sub>O el valor máximo es del 5,33 % (GM5BEx) y el mínimo del 3,86 % (GM5AEx); y para el MgO el valor máximo es del 7,2 % (GM5BEx) y el mínimo del 4,5 % (GM4Ex). Esto seguramente se debe a que se ha utilizado la misma arcilla en todos los casos.

		N	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Br	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>GM4Ex</b>	Media	3	56,31	17,12	6,36	5,09	5,98	2,28	2,26	0,63	0,30	0,14
	Desv.típica		3,49	1,49	0,25	0,26	0,96	0,68	0,15	0,08	0,10	0,02
	Valor máx.		63,46	17,78	6,58	5,24	6,25	3,06	2,34	0,67	0,4	0,16
	Valor mín.		57,21	14,94	6,09	4,75	4,5	1,82	2,05	0,52	0,2	0,12
<b>GM5AEx</b>	Media	2	40,43	15,46	5,41	4,45	6,05	24,28	2,7	0,59	0,25	0,12
	Desv.típica		7,51	3,02	0,82	0,83	1,15	13,29	0,41	0,08	0,17	0,04
	Valor máx.		45,74	17,6	5,99	5,03	6,86	33,67	2,99	0,65	0,37	0,15
	Valor mín.		35,12	13,32	4,83	3,86	5,23	14,88	2,41	0,53	0,13	0,1
<b>GM5BEx</b>	Media	3	49,44	18,23	6,30	5,20	6,93	10,34	2,05	0,69	0,31	0,15
	Desv.típica		2,18	0,64	0,24	0,18	0,26	2,22	0,96	0,01	0,20	0,01
	Valor máx.		51,96	18,64	6,47	5,33	7,20	12,49	2,81	0,70	0,55	0,16
	Valor mín.		48,11	17,49	6,02	4,75	6,68	8,05	2,34	0,52	0,36	0,23
<b>GM6Ex</b>	Media	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Desv.típica		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valor máx.		54,77	16,68	6,20	5,09	5,87	6,35	2,83	0,62	0,8	0,13
	Valor mín.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 4.XII: Valores de las variables descriptivas de las muestras experimentales: media, desviación típica (Desv. típica), valor máximo (Valor máx.) y valor mínimo (Valor mín.). Datos expresados en % respecto a peso y obtenidos mediante FRX y agrupados según los grupos de manufactura petrológicos, n-número de muestras.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

### 5.5 PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA: C<sub>orgánico</sub> (L.O.I.)

#### 5.5.1 MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

En la Tabla 4.XIII se observan los valores de C<sub>orgánico</sub> a 550 °C obtenidos para las muestras arqueológicas en función de los grupos de manufactura petrológicos. Los valores son muy variables (Tabla 4.XIII; Anexo B, Figura Ba), con un valor máximo para todos los grupos del 6,37 % (en GM4) y un valor mínimo del 0,6 % (GM1). El valor medio en GM1 es del 2,48 %, 4,44 % de valor máximo y 0.6 % de valor mínimo. El GM2 presenta un valor medio del 3,83 %, un valor máximo del 4,7% y mínimo del 2,94%. Para el GM3 el valor medio es del 3,6 %, 4,8 % como valor máximo y 2,82 % como valor mínimo. En el GM4 el valor medio del 2,35 % y como valores máximo y mínimo 6.37 % y 0.67 % respectivamente. En el GM5 el valor medio es del 3,27 %, 4,82 % como valor máximo y un 1,72 % como valor mínimo. Finalmente, el GM6 presenta un valor medio del 2,33 %, 3,64 % como valor máximo y un 1,15 como valor mínimo.

#### 5.5.2 MUESTRAS EXPERIMENTALES

Las muestras experimentales, al igual que en las arqueológicas, muestran valores muy homogéneos y más bajos que los encontrados en las arqueológicas. A la mezcla no se añadió materia orgánica, por lo que estos valores responden a los contenidos por la arcilla naturalmente. Ninguno de los grupos ha superado 2,5 % (Tabla 4.XIII; Anexo B, Figura Bb). El GM4Ex presenta un valor medio de 1,34 %, un valor máximo de 2,27 % y un valor mínimo de 0,59 %. El GM5Ex tiene un valor medio de 1,30 %, 2,34 % de valor máximo y 0,63 % de valor mínimo. Finalmente, el GM6Ex está representado sólo por una muestra con un valor de 1,05 %.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

		<b>N</b>	<b>C<sub>org.</sub> (%)</b>			<b>n</b>	<b>C<sub>org.</sub> (%)</b>
<b>GM1</b>	Media	34	2,48				
	Desv.típica		0,9				
	Valor máx.		4,44				
	Valor mín.		0,6				
<b>GM2</b>	Media	3	3,83				
	Desv.típica		0,88				
	Valor máx.		4,7				
	Valor mín.		2,94				
<b>GM3</b>	Media	5	3,6				
	Desv.típica		0,92				
	Valor máx.		4,8				
	Valor mín.		2,82				
<b>GM4</b>	Media	30	2,35	<b>GM4Ex</b>	Media	3	1,34
	Desv.típica		1,16		Desv.típica		0,62
	Valor máx.		6,37		Valor máx.		2,27
	Valor mín.		0,67		Valor mín.		0,59
<b>GM5</b>	Media	22	3,27	<b>GM5Ex</b>	Media	5	1,30
	Desv.típica		1,12		Desv.típica		0,57
	Valor máx.		4,82		Valor máx.		2,34
	Valor mín.		1,72		Valor mín.		0,63
<b>GM6</b>	Media	14	2,33	<b>GM6Ex</b>	Media	1	-
	Desv.típica		0,72		Desv.típica		-
	Valor máx.		3,64		Valor máx.		1,05
	Valor mín.		1,15		Valor mín.		-

Tabla 4.XIII: Valores de la proporción en peso (% wt) de Carbono orgánico medidos en las muestras arqueológicas y experimentales: media, desviación típica (Desv. típica), valor máximo (Valor máx.) y valor mínimo (Valor mín.), n-número de muestras

Las variaciones de la mediana y la dispersión del carbono orgánico en cada grupo de manufactura arqueológico y experimental se observan en la figura 4.21. Se puede ver como los GM1 y GM4 tienen una mayor dispersión, debido a que son los grupos con mayor número de muestras analizadas. En contraste los GM2 y GM3 tienen menor dispersión ya que son los grupos con menor número de muestras. Pese a ello todos los GM tienen un valor medio por encima del 2 % del peso de la muestra, presentando valores máximos que no llegan al 5 % y mínimos por encima de 0,5 %. En el caso de las experimentales se ve que la dispersión es mucho menor debido al número de muestras, y que está aparecida más agrupada.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

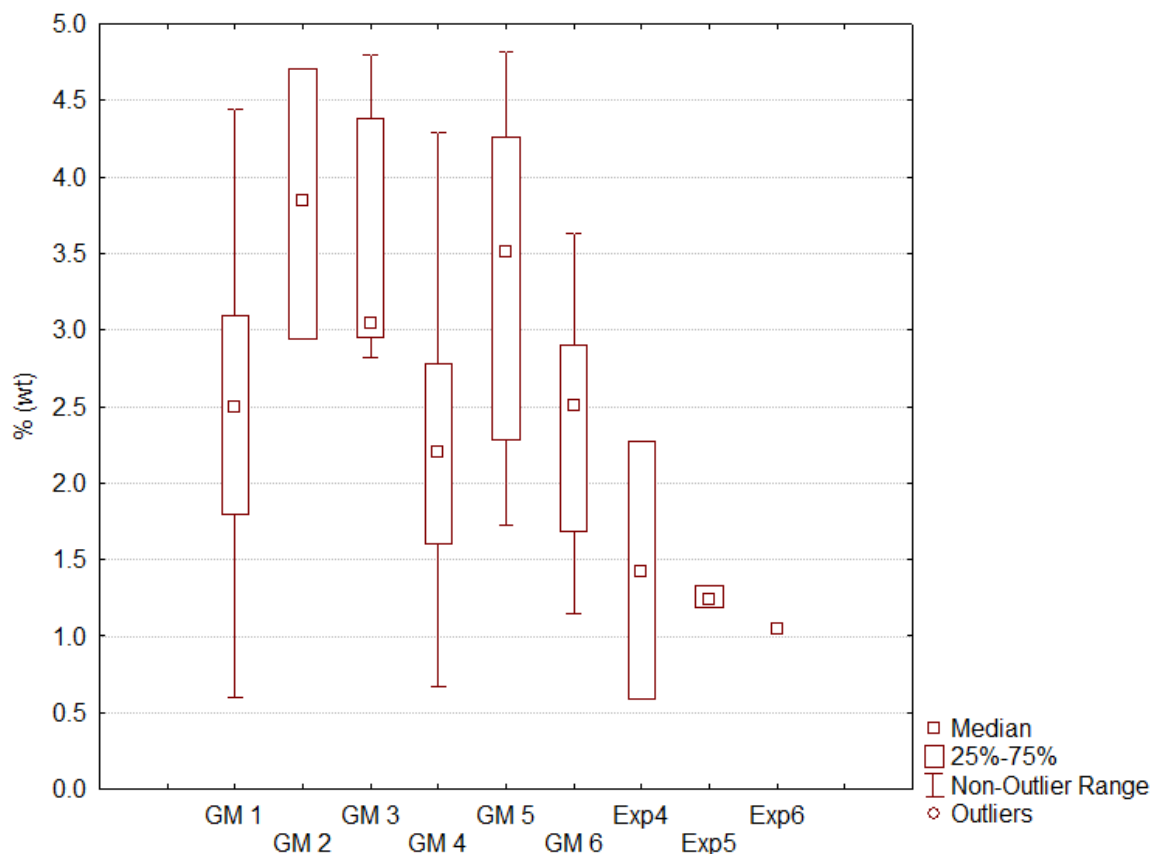


Figura 4.21: Gráfico Box-Whisker para LOI cada GM arqueológico (GM) y experimental (Exp). Se representa la mediana, el rango intercuartílico entre el 25-75 % de las muestras, la variación total y los posibles *outlayers* o valores fuera de rango

## 5.6 ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES (ACP)

### 5.6.1 MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

Se ha realizado un análisis de componentes principales (ACP) de los resultados geoquímicos obtenidos a partir de FRX. Para ello se han considerado aquellos elementos que presentan un contenido superior al 1 % del peso de la muestra en más de la mitad de las muestras analizadas: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO, CaO, Br, TiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Se ha utilizado el método de rotación Varimax, obteniéndose 4 componentes principales que explican el 75,65 % de la varianza (Tabla 3.XIV). La componente 1 explica un 25,62 % de la varianza, la componente 2 un 25,23 %, la Componente 3 un 13,21 % y la Componente 4 explica un 11,60 % (Tabla 4.XIV).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<i>Componente</i>	<i>Total</i>	<i>% de varianza</i>	<i>% acumulado</i>
1	2,562	25,622	25,622
2	2,522	25,225	50,846
3	1,320	13,205	64,051
4	1,160	11,602	75,653

Tabla 4.XIV: Tabla de la varianza explicada por las cuatro principales componentes.

La comunalidad de la variable es la proporción de la varianza de cada una de ellas (en este caso los distintos elementos químicos) que ha podido ser explicada por el ACP. Conforme a la Tabla 4.XV las variables mejor explicadas en el análisis de componentes son el SiO<sub>2</sub> explicado al 92 % y el CaO explicado al 88 %. Las siguientes serían el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (75,5 %) y el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (66,4 %). Por otro lado, los elementos peor explicados son el Br con un 28,7 %, el MgO con un 37,8 % y el Na<sub>2</sub>O con el 43 % de la varianza.

<i>Elementos</i>	<i>Extracción</i>
SiO <sub>2</sub>	,960
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	,869
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	,815
K <sub>2</sub> O	,714
MgO	,615
CaO	,941
Br	,536
TiO <sub>2</sub>	,705
Na <sub>2</sub> O	,656
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	,753

Tabla 4.XV: Matriz de comunalidad para los elementos analizados en el ACP.

La Tabla 3.XVI muestra la matriz de componentes principales con los coeficientes de correlación de cada elemento. En la Componente 1 (C1) los elementos que mayor coeficiente de correlación tienen son el SiO<sub>2</sub> y el CaO, con valores de 0,977 y -0,931 respectivamente. Los valores positivos y negativos implican la existencia de una relación inversa entre ellos. Por otro lado, en el C2 los elementos con mayores coeficientes de correlación son el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y K<sub>2</sub>O, con valores de 0,91, 0,865 y 0,782 respectivamente. En la C3 el único elemento con un coeficiente de correlación significativo es el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con 0,865 y en el C4 los elementos MgO y Na<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con valores de 0,746 y 0,664 respectivamente.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

<b>ELEMENTO</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
<i>SiO<sub>2</sub></i>	0,977	0,009	-0,061	-0,047
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0,193	0,910	0,022	-0,047
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	0,099	0,865	0,233	0,045
<i>K<sub>2</sub>O</i>	0,202	0,782	-0,195	0,155
<i>MgO</i>	-0,064	0,108	-0,209	0,746
<i>CaO</i>	-0,931	-0,270	0,003	0,028
<i>Br</i>	-0,494	-0,355	0,198	-0,356
<i>TiO<sub>2</sub></i>	0,634	0,344	0,428	-0,041
<i>Na<sub>2</sub>O</i>	0,033	-0,065	0,457	0,664
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	-0,035	0,023	0,865	-0,054

Tabla 4.XVI: Matriz de coeficientes de correlación, en rojo los valores significativos para cada componente. C-Componente

En la distribución de los datos obtenidos a partir del ACP (Fig. 4.22) se observa que en los valores positivos del C1 se encuentran englobadas la muestras del GM2, GM3 y GM6, y aproximadamente la mitad de GM4. Esta componente está caracterizada por una carga positiva del SiO<sub>2</sub> respecto a CaO, que tiene carga negativa y en la que aparecen gran parte de las muestras de GM1 y GM5, y aproximadamente la mitad del GM4. Esta distribución es debida a que los GM 3 y GM4 presentan desgrasantes silíceos, mientras que los GM1 y GM5 están caracterizados por desgrasantes carbonatados. Los GM 2 y 6 que tienen composiciones mixtas, y diferentes proporciones de desgrasantes presentan una distribución en ambos lados.

Por otro lado, en el C2 tiene relación con tres elementos típicos de los minerales de la arcilla que presentan una alta carga positiva en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y K<sub>2</sub>O. La mayor parte de las muestras del GM1 (círculos negros en Fig. 4.22) y GM4 presentan un valor negativo en este componente, lo que es indicativo de una menor presencia relativa de la matriz arcillosa, o lo que es lo mismo, mayor contenido de desgrasantes. Los grupos que tienen una correlación positiva respecto a esta componente son el GM2, GM3 y GM6.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

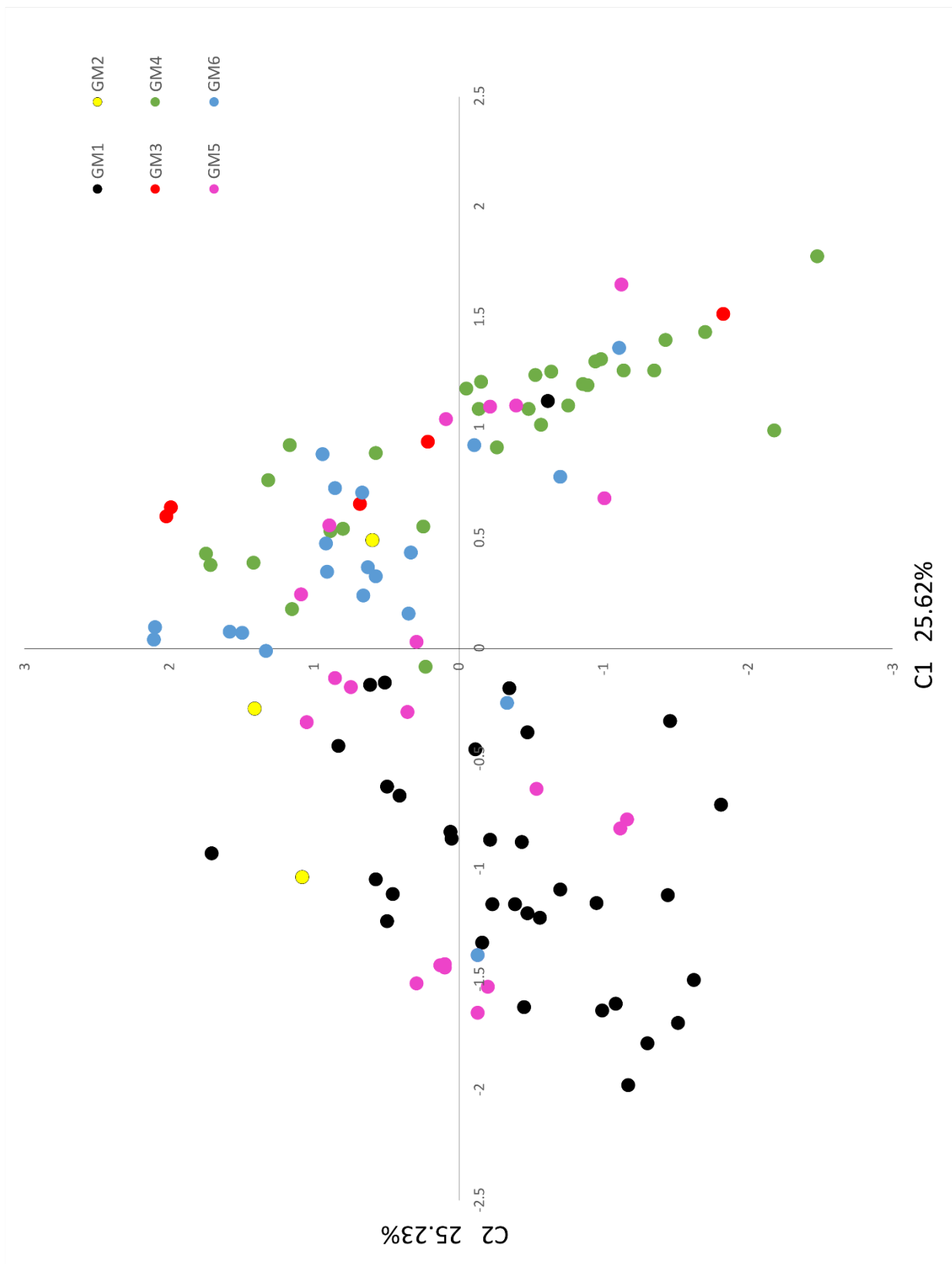


Figura 4.22: Representación gráfica del C1 y C2 del ACP realizado con los datos geoquímicos elementales (FRX) de las muestras arqueológicas. C1 explica el 25,62% de la varianza y C2 el 25,23% de la varianza. C-Componente.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

##### 5.6.2 MUESTRAS EXPERIMENTALES

Para el estudio de las muestras experimentales se ha utilizado la comparación de los valores normalizados de los elementos químicos analizados (*z-scores*) de cada GM arqueológico frente a los valores normalizados (*z-scores*) de los GM experimentales definidos a partir de las muestras experimentales. Los grupos experimentales se han comparado con los GM arqueológicos con los que compartían características petrológicas similares. Así, por ejemplo, el hecho de encontrarse a una distancia de tres unidades implica que hay una distancia de tres veces la desviación típica respecto a los valores de referencia (el 99,7% de las muestras se encuentran dentro de la distribución y es poco diagnóstico), encontrarse en una distancia de dos implica dos veces la distribución típica (95,5%) y finalmente encontrarse en 1 implica solo una desviación típica de la media (68,3%) que supone el mejor ajuste a la media de los valores de referencia arqueológicos. Aquí se va a hacer referencia sólo a los elementos que tengan una distancia inferior a 1 desviación típica.

En las muestras experimentales de GM4Ex y GM5Ex los elementos que más parecido tienen en las muestras experimentales frente a las arqueológicas son el  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Tabla 4.XVII; Fig. 4.23a y b), en GM4Ex, los antes mencionados y además el  $\text{Na}_2\text{O}$ . En cuanto a GM6Ex (Tabla 4.XVII; Fig. 4.23c) presenta como elementos destacables los mismos que los grupos anteriores, a excepción del  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Sin embargo, hay que tener en cuenta que este grupo está representado por una única muestra experimental. En el GM5Ex (Tabla 4.XVII; Fig. 4.23b) los elementos con mayores semejanzas son el  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ti}_2\text{O}_3$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Los elementos con valores más alejados para todas las muestras experimentales son el  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  y  $\text{Br}$ . Estos elementos podrían estar mayoritariamente presentes en los minerales de la arcilla y la fracción orgánica de las pastas cerámicas.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

Grupo	Nº	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	Br	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
GM4Ex	Exp.1	-0,548	-0,991	1,077	2,935	6,079	-0,236	2,792	-0,824	-0,507	-0,251
	Exp.2	-1,544	-0,296	1,509	3,767	9,154	0,178	2,634	0,495	0,185	-0,218
	Exp.10	-0,473	-1,202	0,904	2,772	5,683	-0,18	3,205	-0,882	0,443	-0,265
GM5Ex	Exp.3	0,052	0,353	2,037	3,433	25,861	-0,869	3,125	1,061	-0,908	-0,049
	Exp.4	0,040	-0,288	1,293	2,942	23,443	-0,713	3,994	0,835	-0,765	-0,236
	Exp.6	-1,05	-2,612	-0,956	0,867	16,70	0,933	4,357	-0,547	-1,245	-0,887
	Exp.7	-0,159	-0,227	1,236	2,996	24,28	-0,527	3,186	0,581	0,318	-0,209
	Exp.9	0,363	0,307	2,143	3,542	24,513	-1,058	0,282	0,967	1,44	-0,129
GM6Ex	Exp.5	-0,307	-1,506	0,372	2,450	12,067	-0,360	6,453	-0,094	7,397	-0,441

Tabla 4.XVII: Valores elementales normalizados (z-scores) para las muestras experimentales respecto a los GM de referencia arqueológico análogos composicionalmente. En verde los valores por < 1sd, en naranja los valores < 2sd y en negro los valores que se encuentran por encima. Nº: muestra experimental,

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

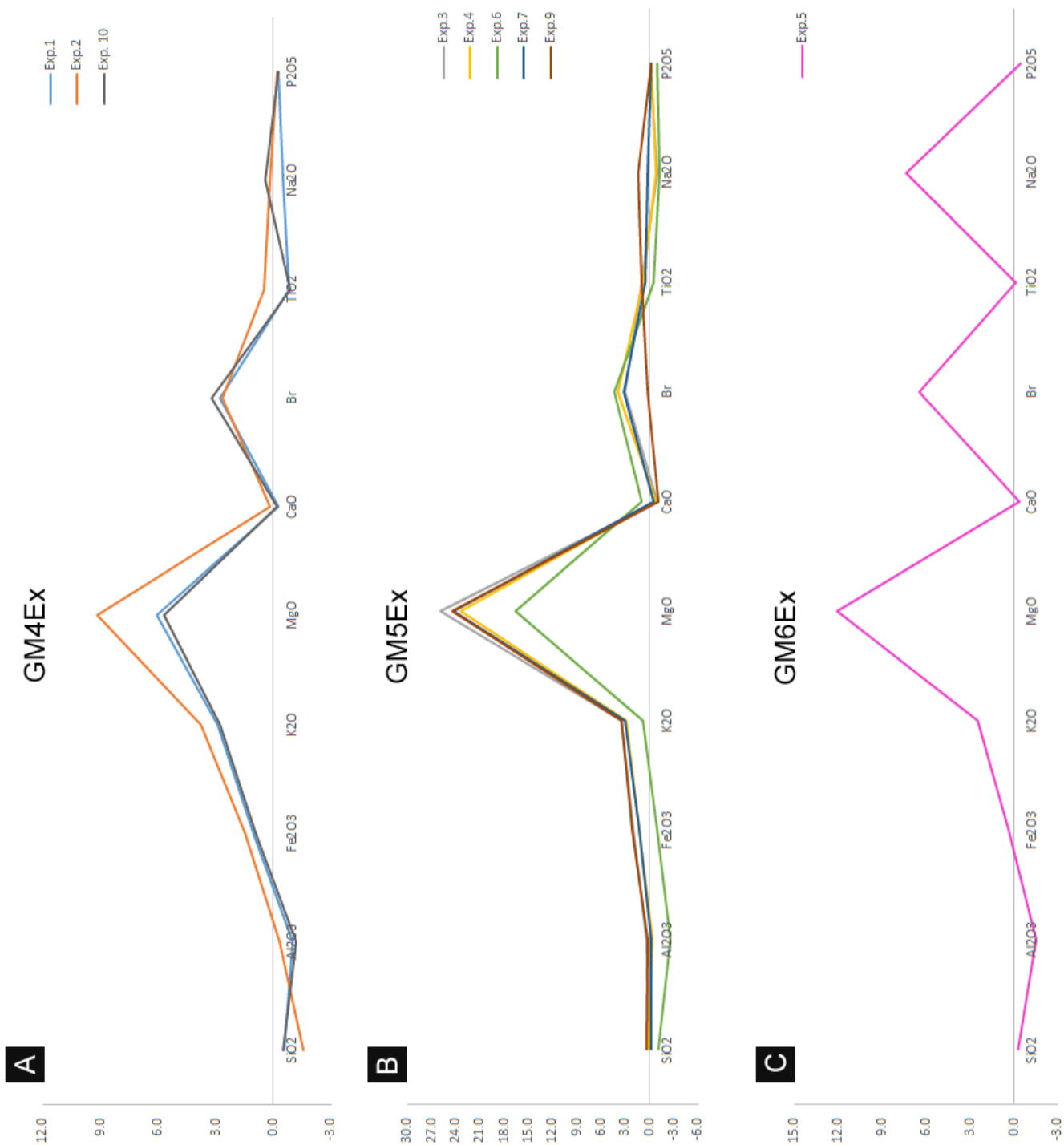


Figura 4.23: Gráficos comparativos de los valores normalizados (z-scores) de cada muestra experimental frente a la media de los valores normalizados para el GM arqueológico homólogo. A) muestras pertenecientes al GM4Ex; B) muestras pertenecientes al GM5Ex; C) muestras pertenecientes al GM6Ex.

### 5.7 ANÁLISIS JERÁRQUICO CLÚSTER

El análisis de clúster se ha realizado a partir de los valores obtenidos en los análisis geoquímicos (FRX) de las 114 muestras arqueológicas analizadas. Al 25 % de distancia entre los dos centros del clúster se puede observar que las muestras se agrupan en dos grandes conjuntos: A-carbonatado y B-silíceo conteniendo cada uno de ellos la mayoría de las muestras de los GM con desgrasantes carbonatados y silíceos respectivamente (Fig. 3.24). En niveles inferiores, al 5 % de distancia entre los dos centros del clúster, se puede ver que se forman 5 grupos en conjuntos similares a los GM definidos. En ellos aparecen, ocasionalmente, muestras de otros grupos de manufactura (reflejados con círculos negros) y cuya razón habría que analizamos en detalle. La mayoría de los casos se debe a su procedencia de GM con desgrasantes de composición mixta (GM2 y GM6) o, alternativamente, con una proporción muy baja, poco significativa de desgrasantes, y por tanto gran cantidad de elementos silíceos de la matriz, agrupándose muestras con (muy pocos) desgrasantes carbonatados en el grupo silíceo (Fig. 4.24).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

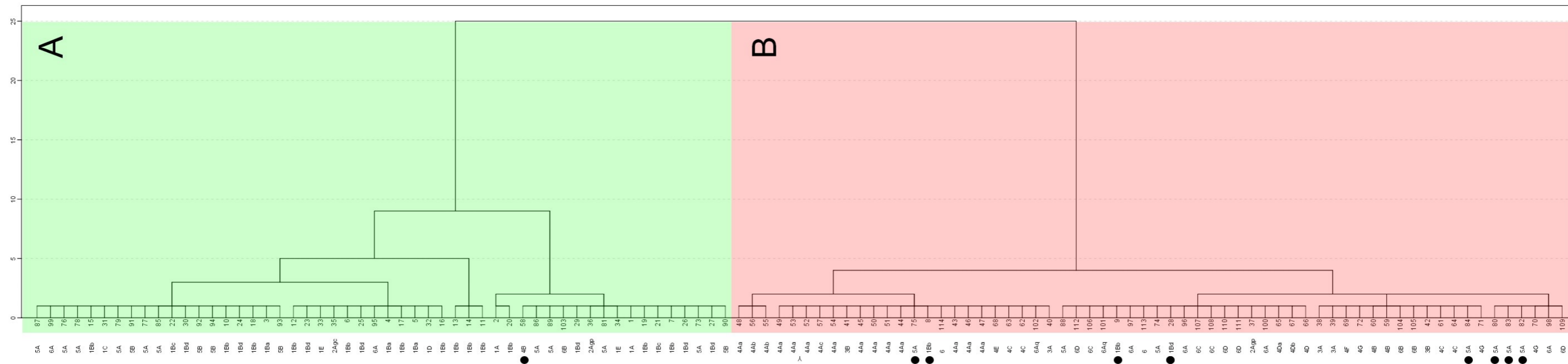


Figura 4.24: Clúster jerárquico. En el grupo A (verde) se agrupan las muestras que presentan desgrasantes carbonatados, en el grupo B (rojo) las muestras que presentan mayor cantidad de desgrasantes silíceos. Punto negro: muestras que pertenecen a grupos de manufactura, a priori, no acordes con la clasificación anterior.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 ANÁLISIS PETROLÓGICO

En general, el elevado índice de fragmentación limita la posibilidad de establecer las tipologías y los procesos de manufactura para las cerámicas de El Portalón de Cueva Mayor (Pérez Romero *et al.*, 2015, 2016, 2017). Por ello, se han diferenciado distintos grupos composicionales, o de manufactura, a partir de criterios petrológicos como la composición mineralógica de la pasta y los desgrasantes, tamaño y cantidad de desgrasantes, composición y tamaño de las inclusiones, color de la matriz, porosidad, etc, (Albero Santacreu, 2016). Se han distinguido 6 grupos de manufactura, todos ellos divididos en subgrupos que atienden a variaciones y características específicas de las muestras de cada grupo.

#### 4.1.1 MATERIAS PRIMAS Y ÁREA DE CAPTACIÓN

El GM1 está caracterizado por desgrasantes de fragmentos romboédricos de calcita cristalina. Se ha observado en alguno de los desgrasantes calcíticos texturas cristalinas que pueden corresponder a facies espeleotémicas (Fig. 4.5d). Al encontrarse el yacimiento en la entrada de un sistema kárstico es posible que utilizaran los espeleotemas que se generan en el interior de las cavidades como fuente de desgrasante calcítico. La utilización de materiales del interior de cueva para la elaboración de cerámicas ha sido observada en otros yacimientos como Los Canes en Asturias (Cubas *et al.*, 2014a), en la que se observa la utilización de la arcilla del interior de la cueva en la elaboración de cerámicas neolíticas; pero apenas hay referencias al origen de la calcita.

Los GM3, GM4, GM2gp y GM6 tienen fases minerales cuarcíticas como desgrasantes. Estos materiales pueden proceder de los sedimentos de las cercanas terrazas fluviales cuaternarios del río Alrlanzón, derivados de la erosión de los materiales paleozoicos de la Sierra de la Demanda, por lo que, otra vez, pueden pertenecer a afloramientos naturales de dichas terrazas fluviales en las inmediaciones del yacimiento. En los diferentes niveles de excavación se han encontrado, a menudo, restos de cantos cuarcíticos, areniscas y pizarras que no tiene signos de haber sido trabajados ni usados como útiles, a veces fragmentados, y que podrían corresponder a restos de cantos machacados y utilizados como desgrasantes. Además, las características petrológicas y composicionales de los GM4 y GM6 concuerdan con las propiedades de los grupos de manufactura

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

experimentales realizados con esos mismos materiales (GM4Ex y 6Ex): desgrasantes de cuarcitas o cuarzos monocristalinos derivados de las unidades rocosas triásicas erosionadas por el río Arlanzón.

La presencia en algunas muestras del GM4 de cuarzos idiomorfos bipiramidales (Jacintos de Compostela) en la arcilla de la matriz (Tabla 4.IV), apuntan a la explotación de arcillas triásicas (Smith *et al.*, 2014), arcillas de facies Keuper, para la realización de recipientes cerámicos. Son numerosos los afloramientos de esta unidad arcillosa triásica que se encuentra en las inmediaciones del yacimiento, en la orilla S del río Arlanzón (ej. inmediaciones de Salgüero, a 4 kilómetros). En este mismo sentido, la presencia en el GM2 de pseudomorfos de calcita de cristales de yeso como inclusiones en la matriz cerámica, podría indicar el uso de arcillas lacustres ricas en yeso, con este tipo de pseudomorfos, aflorantes en las secuencias lacustres miocenas de las inmediaciones de la Sierra de Atapuerca, por ejemplo, a 7 kilómetros al oeste en las inmediaciones de Rubena.

Dentro del subgrupo GM4B se han identificado esferulitas carbonatadas como parte de la matriz arcillosa. Su hallazgo se asocia a la presencia/adición de estiércol de oviscaprido en la pasta cerámica, dado que las esferulitas son producto del metabolismo digestivo de los oviscapridos (Shillito, 2011; Milek, 2012; Gur-Arieh *et al.*, 2013; Polo Díaz *et al.*, 2016). Existen muy pocos ejemplos de uso de estiércol como parte de la pasta cerámica, algunos en el Neolítico israelí (Biton *et al.*, 2014), o como contaminante derivado del sedimento arqueológico circundante en cerámicas del Neolítico chino (Ge, 2013). Su presencia en la matriz puede ser producto de la fabricación de los recipientes en un contexto con presencia de estiércol, p. ej. áreas de paso o estabulación de oviscapridos cercanas, o por contaminación desde el sedimento en que se encuentran englobadas, caso no muy probable dado que las dos muestras con esferulitas pertenecen al contexto Calcolítico funerario y se encuentran dentro de un túmulo.

Por otro lado, se han observado diferentes tipos de formas y tamaños de poros en las muestras cerámicas. Muchos de ellos son circulares o elongados y presentan, a menudo, inclusiones de restos vegetales y/o un halo de material carbonizado, que junto a las improntas observadas indican la presencia, en cantidades variables, de restos vegetales en la pasta cerámica, mayoritariamente paja. Este hecho queda también atestiguado por el distinto contenido, a veces muy alto de  $C_{orgánico}$  en las muestras. Respecto a los poros elongados, cuando presentan orientaciones preferenciales y mayoritariamente paralelas a las paredes, podrían ser también relacionados con la manufactura de los recipientes a

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

través de la técnica por placas (Cubas, 2013; Rye, 1981). En este caso, sin embargo, no se tiene suficientes elementos para poder realizar este tipo de inferencias sobre las técnicas de manufactura. Futuros trabajos, ya en marcha, basados en el estudio mediante TAC de estos rasgos permitirán pronunciarnos en este sentido.

##### 4.1.2 ¿DIFERENCIAS COMPOSICIONALES EN LA CERÁMICA A LO LARGO DEL TIEMPO?

Respecto a la distribución por cronologías de los GM, y, por tanto, de la composición de las cerámicas desde el Neolítico hasta el Calcolítico Campaniforme, durante aproximadamente 3.300 años, se ha podido ver que existen ciertas tendencias. El agrupamiento más significativo se produce para el GM1 (caracterizado por desgrasantes de calcita cristalina), donde 20 de un total de 34 muestras (58,8 %), se encontraron en el nivel Neolítico. Este hecho puede estar relacionado con el uso preferencial de recipientes cerámicos de esta composición en este periodo. Así la inclusión de desgrasantes calcáreos en los recipientes, especialmente calcíticos, se ha relacionado con recipientes que van a tener una funcionalidad con exposición al fuego, ya que su índice de expansión térmica es similar a la de la arcilla, el tamaño de los desgrasantes dan consistencia a la pasta y provocan una distribución homogénea del calor, mejorando la conductividad de la pasta cerámica, que cocida a relativa baja temperatura y en atmósfera reductora, produce recipientes más resistentes (Rice, 1987; Bronistky y Hamer, 1986; Rye, 1981; Tite *et al.*, 2001; Cubas *et al.*, 2014a; Albero Santacreu y Cau Ontiveros, 2017). La utilización de calcita como desgrasante en la elaboración de cerámica es generalizada en el Neolítico (Cubas *et al.*, 2017), encontrándose en las primeras cerámicas de los yacimientos del alto Éufrates (p. ej. Tell-Tell Halula), en Grecia (p. ej. cueva de Franchti) y para diversos yacimientos italianos (Arene Candide), sur de Francia (Baume Font; La Grotte Lombard), o peninsulares del Neolítico cardial (Cova de l'Or) (Clop, 2008). También es común en la península ibérica, en yacimientos de edades muy distintas del Valle del Ebro, Baleares, Andalucía y el margen cantábrico (Cubas, 2013, 2014b; Albero Santacreu y Cau Ontiveros, 2017). Por lo que la mayor presencia de este GM en esta cronología podría estar ligado, no tanto a una razón temporal, sino funcional, es decir, a un mayor uso de cocina de la cerámica durante el Neolítico en el área excavada de El Portalón de Cueva Mayor. Esta idea parece refutarse dada la presencia exclusiva, en los niveles excavados del Neolítico de El Portalón de Cueva Mayor, de contextos de habitación (con suelos preparados con hogares centrales de cocina), a diferencia de lo que ocurre en los niveles calcolíticos, donde predomina el uso funerario o la estabulación.



#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

El resto de GMs presentan una asociación menos clara respecto al nivel cronocultural y/o los contextos arqueológicos de los que proceden. No obstante, se aprecia que el GM4, caracterizado por desgrasantes silíceos, es el más abundante en los niveles del Calcolítico de estabulación (veinte sobre un total de treinta muestras, 66,6 %); mientras que en el Calcolítico funerario el GM6, caracterizado por desgrasantes de composición mixta, es el predominante (doce sobre un total de veinte muestras, 60 %). Todo ello puede representar variaciones a lo largo del tiempo en la manufactura, pero al igual que para el GM1, parecen indicar un cambio en los contextos arqueológicos y, por tanto, en los tipos y usos dados a los recipientes cerámicos en el Portalón de Cueva Mayor a lo largo del tiempo.

### 4.2 ASPECTOS TECNOLÓGICOS EN LA ELABORACIÓN DE LA CERÁMICA.

#### 4.2.1 TEMPERATURAS DE COCCIÓN.

Los análisis mineralógicos y elementales de las muestras cerámicas analizadas han revelado una mineralogía relativamente homogénea, poco variable, en las que tres minerales son los componentes principales de todas las muestras: calcita, cuarzo e illita. A partir de la presencia de estos minerales y sus características texturales y químicas, se pueden inferir, por ejemplo, las temperaturas alcanzadas durante su cocción.

La presencia de calcita en cualquiera de sus formas (calcita cristalina o caliza) indica una temperatura de cocción no superior a 650 °C, ya que, expuesta durante un intervalo de varias horas por encima de esta temperatura se empieza a calcinar, transformándose en cal (CaO) microcristalina. Sin embargo, la presencia de calcita no indica necesariamente que no se alcanzaran temperaturas altas, sino que no se mantuvieron el tiempo suficiente para causar su descomposición (Cubas *et al.*, 2014a). En dos muestras (ATP´13.184, CF y ATP´15.935, N) se detecta la presencia del feldespato anortita, que, si no es de origen terrígeno, podría ser uno de los minerales (feldespato) resultantes de la descomposición (junto con la galenita o el piroxeno) por la neoformación a partir de esa calcita y su unión con los silicatos presentes en la arcilla a temperaturas en torno a 800 °C (De Benedetto *et al.*, 2002; Andalaro *et al.*, 2011; Albero Santacreu, 2014). Por ello, en algunos casos, sí que se podrían haber alcanzado temperaturas del orden de los 800 °C, e incluso superiores, pero seguramente durante intervalos de tiempo cortos, lo que evitó que se dieran otras transformaciones minerales. Además, en algunas muestras con

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

desgrasantes de caliza marina en muestras del GM5B o en la calcita formada en los pseudomorfos de yeso del GM2, se observan restos de desgrasantes de calcita con un halo aparentemente calcinado y recristalizado (recarbonatado) (p.ej. GM1Bc, Fig. 4.5d), es decir, tras calcinarse a altas temperaturas se habría vuelto a formar calcita debido a la interacción higroscópica de la cal con el agua y CO<sub>2</sub> del medio (Shoval *et al.*, 2003; Bayazit *et al.*, 2016).

La illita se presenta como principal mineral de la arcilla en las muestras, además de algunos cristales de moscovita, que apuntarían a temperaturas de cocción relativamente bajas, ya que a partir de 450-650 °C las micas pierden su grupo hidroxilo, deshidratándose completamente a 850-950 °C y no se detectarían en los difractogramas de manera tan clara (Maggetti, 1982; Maritan *et al.*, 2005; Cubas, 2013; Bayazit *et al.*, 2016). Para cronologías neolíticas se han estimado temperaturas de cocción similares, en un rango entre 700 °C y 800 °C, a partir de análisis geoquímicos similares en cerámicas del yacimiento de Kobaederra (Cubas, 2013).

En cuanto a la presencia de cuarzo y sus distintas variedades, la temperatura necesaria para las subsecuentes transformaciones varía. Como no se observa la presencia de timidita en los análisis mineralógicos, formada por la inversión de cuarzo a 870 °C, las temperaturas alcanzadas se encontrarían bien por debajo o si fueron por encima, durante un tiempo relativamente corto.

Por todo ello, la presencia de calcita (calcita o caliza), a veces ligeramente calcinada, junto con minerales de la arcilla (illita) y la ausencia de otras transformaciones minerales significativas, indicaría temperaturas de cocción que no excederían los 650-850 °C para los GM1, GM2, GM5 y GM6 (Cubas *et al.*, 2014a; Bayazit *et al.*, 2016; Albero Santacreu, 2014). En el caso de los GM3 y GM4, caracterizados por desgrasantes silíceos, algunos subgrupos de estos grupos presentan también desgrasantes calcílicos, habrían sido cocidos al mismo rango de temperaturas. Por otro lado, los subgrupos que sólo presentan cuarzos podrían haber sufrido calentamientos de hasta 950 °C cuando se observa la moscovita, pero se limitaría a 870 °C por la ausencia de tridimita. Por último, cabe añadir también que los distintos análisis de propiedades magnéticas realizadas a numerosas muestras del conjunto cerámico estudiado también indican temperaturas de cocción siempre por encima de 600 °C (ver Cap. 5).

En el caso de los recipientes experimentales se conoce la temperatura de cocción alcanzada, dado que fue medida mediante termopares en distintas zonas del horno (Cap.

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

3, Fig. 3.28), habiéndose alcanzado una temperatura máxima de 800 °C. Esto se refleja también en los análisis mineralógicos, ya que aparecen pequeños picos de feldespatos como la bytownita y la anortita que podrían estar vinculados a temperaturas máximas de cocción de entre 750-800 °C (De Benedetto *et al.*, 2002).

#### 3.2.2 VARIEDAD COMPOSICIONAL DE LA CERÁMICA Y SU CARACTERIZACIÓN.

El hecho de haber estudiado las mismas muestras mediante petrología de láminas delgadas, mineralogía y geoquímica elemental, hace posible estudiar si todos los métodos analíticos aplicados son capaces de discernir la variabilidad composicional de las pastas del mismo modo y con la misma resolución. Así, los grupos de manufactura caracterizados por una alta presencia de cuarzo en lámina delgada y los análisis mineralógicos (GM3 y GM4) presentan, como es de esperar, mayores contenidos de SiO<sub>2</sub> (>60 %) en el análisis elemental mediante FRX. Por otro lado, en el GM6, que se caracteriza por una composición mixta, con desgrasantes carbonatados y silíceos, el contenido de SiO<sub>2</sub> es inferior al 60 % (Tabla 4.XI), lo que podría ser debido a la presencia de minerales no silíceos, carbonatados en la pasta y/o una relativa menor cantidad de inclusiones de cuarzo en la arcilla original. En contraste los GM1, 2 y 5, caracterizados petrológicamente por la presencia de desgrasantes carbonatados, muestran tanto en los análisis mineralógicos como elementales una mayor presencia de calcita y CaO, respectivamente. Se observa una relación entre el tipo de desgrasante mayoritario observado en la lámina delgada y los minerales y elementos mayoritarios medidos por DRX y FRX. En el caso de la FRX, se distingue siempre una presencia mínima de SiO<sub>2</sub> por encima del 35 %, incluso para los grupos caracterizados por desgrasantes carbonatados, este hecho deriva de la presencia de inclusiones silíceas en la matriz arcillosa (p. ej. cuarzo), así como derivado de la composición de la propia arcilla, mayoritariamente illita (filosilicato) (Tabla 4.VII).

La existencia de subgrupos y las variaciones composicionales en las diferentes muestras arqueológicas motivan distintos agrupamientos de las muestras tanto a partir del estudio de las láminas delgadas como a nivel geoquímico. Por ejemplo, algunas muestras de GM5 (caracterizado por desgrasantes carbonatados) presentan una tendencia positiva en la C1 del ACP (Fig. 4.22. con mayor carga en SiO<sub>2</sub>), que puede estar motivada por la presencia de inclusión silícea en la matriz o la baja proporción de desgrasantes carbonatados. En el caso del GM6 con mayor tendencia hacia valores

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

positivos por la mayor presencia de sílice incluido en la matriz. Divergencias en los agrupamientos entre los GMs y el análisis elemental también se puede observar en el análisis clúster, en el que se distinguen dos grupos al 25 % diferenciados por el tipo de desgrasantes, aunque ciertas muestras se encuentran agrupadas con muestras de GMs diferentes a las petrológicamente asignadas. Estas variaciones se pueden deber a una muy baja cantidad de desgrasante presente (Fig. 4.24).

En cuanto al C2 está relacionado con los elementos ligados a las arcillas, se muestra que tiene menos relación con los grupos de manufactura descritos petrológicamente. La dispersión de las muestras en esta componente, independientemente de su GM, podría implicar con el uso de varios tipos de arcillas para la fabricación de los recipientes. En cualquier caso, cabe concluir que la técnica que mayor información ofrece para el estudio y clasificación composicional de los restos cerámicos ha resultado ser la petrografía de láminas delgadas. Dicha técnica es la que más cantidad y variedad de información composicional y textural aporta, y por tanto la que permite una mayor y más completa clasificación de los restos. Los análisis mineralógicos (DRX) y geoquímicos (FRX y LOI), aportarían información complementaria, de carácter cuantitativo, que, en general ofrece una clasificación más simple (de menor resolución) de los restos cerámicos, subestimando la variabilidad composicional (p. ej. no serían capaces de diferenciar muestras con desgrasantes calizos de otras con desgrasantes calcícos).

Los análisis de  $C_{\text{orgánico}}$  (Tabla 4. XIII) realizados, muestran que, en la mayoría de las muestras, excepto alguna excepción (p. ej. ATP15.934, GM4), no hay valores superiores a 4,5 %. Esto indica la presencia de abundantes desgrasantes vegetales independientemente del grupo composicional o la cronología del resto cerámico. Además, observamos que los valores de carbono orgánico son variables, pero dentro de un rango: no superior al 4,5 % en peso tras la cocción, lo que indicaría una adición bastante superior en peso de restos vegetales a la arcilla cerámica. La cantidad (en peso) de restos vegetales adicionados a la pasta original podría haber sido entre 4 (500 °C) y 12 (800 °C) veces mayor, dependiendo de la temperatura alcanzada durante la cocción, dado que la pérdida de peso de paja de cereal después de ser quemado a 500 °C es del 75 % y llega a ser del 91,5 % cuando se hace a 800 °C (Memom *et al.*, 2018).

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

### 4.3 MATERIALES EXPERIMENTALES: IMPLICACIONES COMPOSICIONALES Y EN LA CAPTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS.

La réplica experimental de parte de los GMs diferenciados en el conjunto arqueológico, permite la comparación de los materiales utilizados y comprobar si los componentes observados en los materiales arqueológicos se corresponden con materiales muestreados en las cercanías del yacimiento.

A partir de los primeros estudios petrológicos de las cerámicas arqueológicas se pudo observar algunos elementos que podrían corresponder con materias primas cercanas al yacimiento. Por ello, se utilizó arcillas de tipo Keuper, que pueden encontrarse en las cercanías del yacimiento y que pudieron ser utilizadas como materia arcillosa (*Threshold model for ceramic resources*, Arnold, 1985, 1989; Padilla Fernández y Dorado Alejos, 2017; Fig. 4.25). Los desgrasantes observados poseían distintas litologías, disponibles localmente, y por ello se seleccionaron también afloramientos de litologías similares en las inmediaciones (Arnold, 1987, 1989, 2005, 2015; Fig. 4.25) como calizas de facies marina y lacustre, cuarcitas, etc.

La utilización de arenisca triásica de la formación Buntsandstein en el GM4Ex ha mostrado restos silíceos similares a los observados petrológicamente en el GM4, como cuarzos monocristalinos. Aunque aparecen otros minerales como pizarras que no han sido observada en las muestras experimentales, dado que no se muestrearon arenas de las terrazas del río Arlanzón, donde sí se han observado a simple vista. El comportamiento durante la cocción de la arenisca y la cuarcita es similar a la del cuarzo, por lo que se produce un aumento de volumen durante la cocción, que puede formar fracturas y poros (Rice, 1987), lo que puede hacer que estos recipientes sean utilizados para usos no relacionado con el fuego, sino para almacenaje o contenedor.

Los desgrasantes calcáreos son mayoritarios en el GM5 y aparecen de manera accesoria en el GM6. Los litoclastos carbonatados observados como inclusiones en estos grupos de manufactura (calizas marinas y lacustres) indican su probable origen en las cercanías del yacimiento (máximo 7 Km). El GM5A presenta calizas marinas bioclásticas, que se corresponden con las facies marinas observadas en las calizas del Cretácico Superior de la Sierra de Atapuerca. Otros tipos de desgrasantes calizos presentes, en el GM5B, presentan facies lacustres y palustres, facies que son típicas de las calizas

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

lacustre miocenas que afloran en zonas cercanas al yacimiento. Estos dos tipos de calizas se han utilizado en la recreación experimental en los grupos GM5Ex, GM5AEx y GM5BEx respectivamente, y han dado resultados similares a las muestras arqueológicas, por lo que su extracción pudo ser, de nuevo, local (Tabla 3.IV; Fig. 4.25).

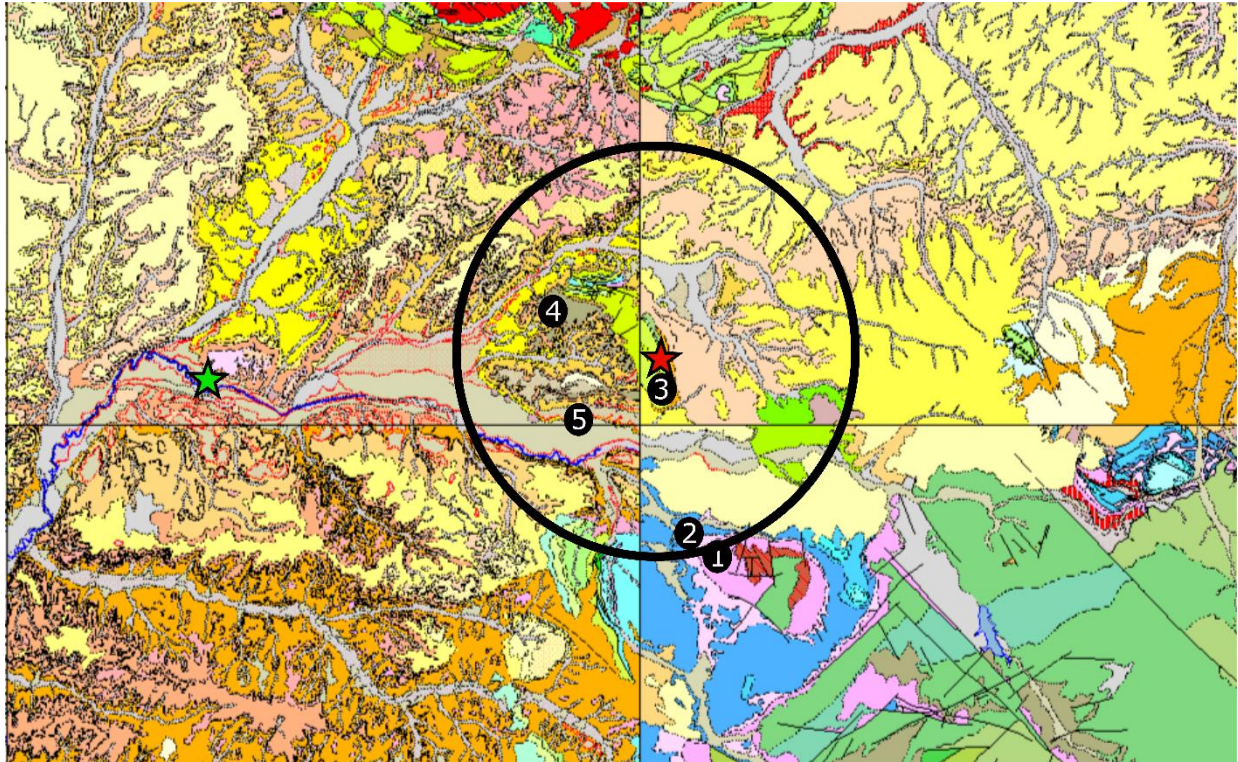


Figura 4.25: Distribución de las materias primas utilizadas en la experimentación (números de 1 al 3) y afloramientos cercanos con materias primas identificadas en las muestras (4 y 5). Círculo negro: área de extracción local definida según Arnold (1985, 2015) (círculo de 7 Km de radio desde el yacimiento) para la captación de materias primas. Localización de afloramientos de materias primas: 1: arcilla Keuper, Salgüero de Juarros. 2: arenisca del Triásico, Salgüero de Juarros. 3: margas del Mioceno, calizas lacustres del Mioceno y caliza del Cretácico Superior. Sierra de Atapuerca. 4: arenas de yeso. 5: secuencias de terrazas fluviales. Estrella verde: ciudad de Burgos. Estrella roja: Yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor.

En las distintas analíticas, las muestras experimentales presentan valores similares a las arqueológicas en cuanto a las características petrológicas, mineralógicas y geoquímicas. Sin embargo, los valores de los elementos y minerales ligados a las arcillas (illita;  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  y  $K_2O$ ) son mayores en las muestras experimentales. Esto se debe seguramente al uso de una mayor cantidad relativa de arcilla (menor proporción de desgrasantes) durante la elaboración de los recipientes experimentales. No obstante, habría que indicar también que el contenido de  $MgO$  de las muestras experimentales es mayor, cercano al 6 % respecto al 2 % de las arqueológicas, y ello puede estar relacionado con el uso o adición de diferentes tipos de arcilla. Esta misma posibilidad puede derivarse a partir de los datos geoquímicos normalizados de las muestras

#### 4. ARQUEOMETRÍA DE LAS PASTAS CERÁMICAS

experimentales y su comparación respecto a los grupos de manufactura arqueológicos (Fig. 4.20). Si bien se observa que existe una alta semejanza en el contenido de los elementos principales,  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$ , estando éstos relacionados al tipo de desgrasante presente en la muestra, también se aprecia que las mayores diferencias entre ambos grupos de muestras, el arqueológico y el experimental, corresponden a elementos relacionados con las arcillas (PCA, Fig. 4.23). Por lo que las arcillas de ambos conjuntos podrían no ser exactamente similares, dado que varía, sobre todo, el contenido en Mg, por lo que o bien tuvieron un tratamiento distinto (p. ej. decantación) o hubo una mezcla intencionada de distintos tipos de arcillas por parte de los ceramistas, que hizo que se diferencien.



# **5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES**





## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

Este capítulo ha sido publicado como:

Francés-Negro, M., Carrancho, Á., Pérez-Romero, A., Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., & Iriarte, E. 2019. Storage or cooking pots? Inferring pottery use through archaeomagnetic assessment of palaeotemperatures. *Journal of Archaeological Science*, 110, 104992.



## I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El campo magnético terrestre (en adelante, CMT) es uno de los fenómenos naturales que más fascina al ser humano y que además tiene una influencia fundamental en nuestra vida. Desde la invención de la brújula por los chinos en torno al S.II a.C. (Needham, 1962) y su posterior llegada a Europa casi un milenio más tarde, ha sido ampliamente utilizada por navegantes y exploradores, entre otros. El CMT nos protege de peligrosas radiaciones solares, es utilizado como instrumento de orientación en las migraciones de muchos seres vivos (Cochran *et al.*, 2004; Holland *et al.*, 2008) y juega un papel fundamental en el uso de sistemas de navegación y comunicación (satélites, aeronáutica, GPS, etc).

Un aspecto clave y con múltiples aplicaciones en el ámbito de las geociencias, es que el CMT experimenta variaciones en su dirección e intensidad a lo largo del tiempo. A través de ciertos procesos, dichas variaciones son susceptibles de registrarse en rocas y sedimentos de diversa edad y naturaleza, incluyendo los materiales arqueológicos. La gran mayoría de materiales geológicos y arqueológicos contienen pequeñas concentraciones de minerales ferromagnéticos (*s.l.*), principalmente óxidos e hidróxidos de hierro. Son partículas microscópicas e invisibles al ojo humano que, además de retener ese registro magnético, son muy sensibles a transformar sus propiedades magnéticas al ser calentadas. Esto precisamente hace especialmente interesante aplicar análisis magnéticos a materiales quemados como hornos, termas, hogares o cerámicas.

Las disciplinas científicas que estudian el registro de las variaciones en dirección y/o intensidad del CMT en el pasado se denominan *paleomagnetismo* y *paleointensidad*, respectivamente. Se habla de *arqueomagnetismo* (*s.l.*) cuando el estudio de ese registro magnético concierne a materiales arqueológicos, principalmente calentados, como los que se presentan aquí. En los siguientes apartados describiremos de forma genérica, algunos de los principales fundamentos teóricos de la disciplina y que guardan relación con esta investigación.

### 1.1 EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE (CMT)

El magnetismo es una de las fuerzas básicas de la naturaleza, que afecta a todo el planeta. El origen del CMT se produce en el núcleo externo de la Tierra, una región sometida a muy altas temperaturas y presiones, compuesta fundamentalmente por níquel

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

y hierro fundidos. Bajo esas condiciones, tiene lugar la circulación de corrientes convectivas con una configuración similar a la que genera un dínamo autoinducida (Tauxe, 2010).

El espectro de variaciones que experimenta el CMT es muy diverso y no es objetivo de esta Tesis detallarlas aquí. Simplemente mencionar que se puede distinguir entre variaciones de origen externo o corto período (<10 años) causadas por fenómenos generados principalmente en la ionosfera y magnetosfera y condicionadas por la actividad solar (ej. variaciones diurnas, auroras boreales, etc), y variaciones de origen interno o largo período. Éstas últimas tienen especial interés para las geociencias, ya que cubren períodos más largos (de hasta millones de años), distinguiéndose principalmente la variación secular, las excursiones geomagnéticas y las inversiones de polaridad. Todas ellas tienen interés geocronológico.

El campo magnético en cualquier punto de la superficie terrestre es un vector con dirección e intensidad. En geomagnetismo, un vector se representa mediante un sistema de coordenadas cartesianas como: Norte (x), Este (y) y Nadir o hacia abajo (z). Por convención en paleomagnetismo se utilizan tres parámetros para definir un vector magnético y son declinación ( $D$ ), inclinación ( $I$ ) e intensidad o módulo del campo ( $B$ ) (Fig. 5.1). La declinación " $D$ " es el azimut (ángulo medido desde el norte) de la proyección a la horizontal del campo (la aguja de una brújula convencional), tomando valores positivos hacia el este (Villalaín, 2016a). Este ángulo se mide desde el norte geográfico hasta el norte magnético y se lee en sentido horario variando de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ . La inclinación magnética ( $I$ ), es el ángulo que forma el vector del campo magnético con el plano horizontal. La inclinación es positiva si el vector  $B$  apunta hacia el interior de la Tierra (si la componente  $Z$  o Nadir es positiva) mientras que es negativa si el vector sale hacia afuera. De este modo, la inclinación varía de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  entre el Ecuador magnético y el Polo Norte magnético y entre  $0^\circ$  y  $-90^\circ$  entre el Ecuador magnético y el Polo Sur magnético. Por lo tanto, la inclinación varía con la latitud, desde horizontal en el plano ecuatorial hasta vertical ( $\pm 90^\circ$ ) cerca de los polos.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

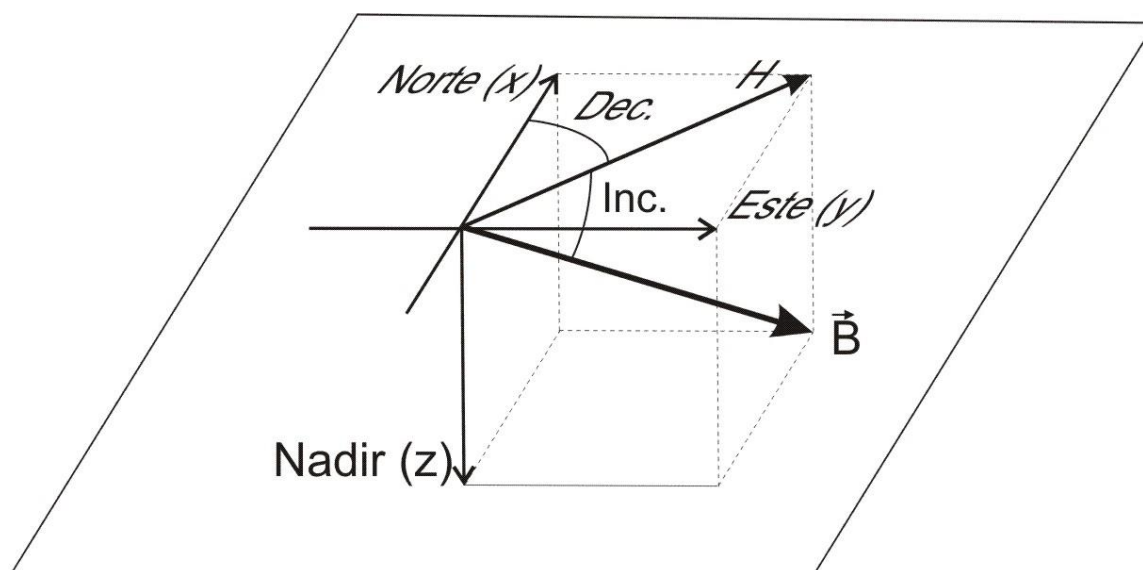


Figura 5.1: convención de las coordenadas cartesianas utilizadas en geomagnetismo. Se indican los ángulos Dec: Declinación e Inc: Inclinación que definen las coordenadas polares de uso generalizado en el paleomagnetismo. B es el Campo Magnético Terrestre y H su proyección en el plano horizontal (Villalaín, 2016a).

### 1.2 PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA

Las propiedades magnéticas de la materia dependen del comportamiento de las fuentes del campo magnético que residen en las partículas elementales que componen los átomos. Es decir, del momento magnético orbital y el momento magnético intrínseco (espín) de los electrones y de cómo interactúan. La suma de todos los momentos magnéticos de los electrones es el *momento magnético* total del átomo ( $m$ ) y se mide en  $\text{Am}^2$  en el Sistema Internacional. A escala macroscópica se puede hablar de magnetización específica  $M$ , o momento magnético por unidad de volumen ( $M = m/v$ ). Las propiedades magnéticas de un material vienen caracterizadas no sólo por el valor de  $M$ , sino por el modo en que éste depende del campo magnético externo.

Las sustancias en la naturaleza se pueden agrupar en tres categorías según sus propiedades magnéticas: diamagnéticas, paramagnéticas y ferromagnéticas. Aunque para este trabajo nos interesa particularmente este último grupo, explicaremos brevemente cada uno de ellos:

El **diamagnetismo** es una propiedad fundamental de toda la materia. Es cientos de veces más pequeño que el paramagnetismo y miles de veces más pequeño que el ferromagnetismo (*s.l.*). Los materiales diamagnéticos, al ser sometidos a un campo

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

magnético (B), generan una débil magnetización (M) opuesta o antiparalela al campo aplicado (-B). Esto se debe al efecto del campo sobre los orbitales electrónicos que generan un momento magnético orbital neto. Es decir, los materiales diamagnéticos llegan a ser débilmente magnetizados en la dirección opuesta a la del campo aplicado, pero los momentos magnéticos orbitales se reorientan al azar cuando este campo desaparece. Por lo tanto, los materiales diamagnéticos (cuarzo, madera, etc.) no preservan magnetización remanente (Fig. 5.2a).

Otro grupo lo conforma el **paramagnetismo**, que son materiales que en su estructura atómica presentan electrones desapareados. En ausencia de un campo magnético externo, los momentos magnéticos de espín de estos electrones se orientan al azar. Sin embargo, un campo externo actúa alineando los espines y generando un momento magnético neto resultante. De este modo, un material paramagnético adquiere una magnetización en el mismo sentido que el campo inductor. Los minerales paramagnéticos (Ej.: siderita o pirita), llegan a ser débilmente magnetizados en la dirección del campo aplicado, pero cuando éste desaparece, los momentos magnéticos se reorientan al azar. Consecuentemente, los materiales paramagnéticos no preservan magnetización remanente (Fig.5.2b).

En ambos fenómenos (dia y paramagnetismo), la intensidad de la magnetización inducida (J) puede relacionarse directamente con la intensidad del campo aplicado (B), de modo que la magnetización viene dada por:

$$J = \chi H$$

donde  $\chi$  es la susceptibilidad magnética. Si  $\chi$  es pequeña y negativa el material es diamagnético.

El comportamiento diamagnético es independiente de la temperatura (Fig. 5.2a). Los minerales paramagnéticos tienen susceptibilidades pequeñas pero positivas y disminuyen con la temperatura. (Fig. 5.2b).

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

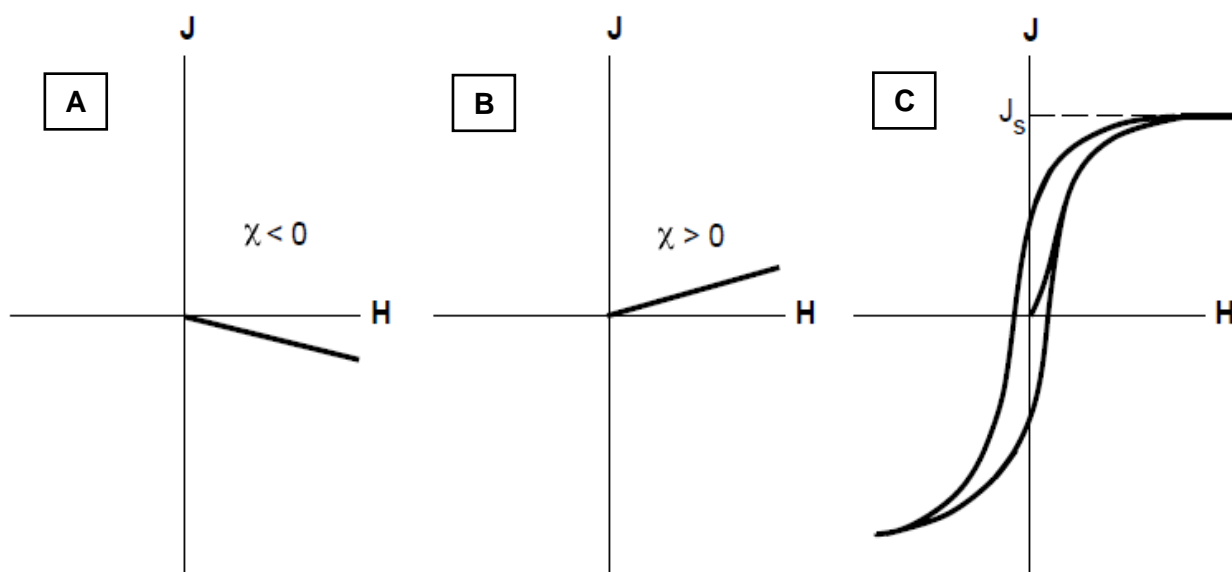


Figura 5.2: Representación del comportamiento de la magnetización (J) frente al campo aplicado (H) para diferentes tipos de materiales a) comportamiento de partículas diamagnéticas en presencia de campo. b) comportamiento de partículas paramagnéticas en presencia de campo. c) comportamiento de partículas ferromagnéticas en presencia de campo. El valor de  $J_s$  hace referencia a la magnetización de saturación y  $\chi$  a la susceptibilidad magnética. A partir de Butler, 1992.

Un tercer tipo de comportamiento magnético que exhiben unos pocos minerales es el **ferromagnetismo** (s.l.). En las sustancias ferromagnéticas, los momentos atómicos adyacentes generados por la existencia de varios electrones desapareados exhiben fuertes interacciones. Dependiendo de la estructura cristalina del mineral, estas interacciones resultan en un alineamiento paralelo (o antiparalelo) de los momentos atómicos generando una magnetización espontánea de gran intensidad. En los materiales ferromagnéticos (s.l.), la magnetización aumenta al aumentar el campo aplicado hasta un valor ( $J_s$ ) que corresponde a la *magnetización de saturación* (Fig. 5.2c). Cuando el campo aplicado es retirado, la interacción de los espines adyacentes hace que el material retenga parte de esa magnetización. Esta propiedad se conoce como *magnetismo remanente*, un fundamento básico del paleomagnetismo.

Se distinguen varios tipos de comportamiento dentro de los ferromagnéticos (s.l.). En los minerales ferromagnéticos (s.s.) como el hierro puro, los momentos magnéticos son paralelos y de magnitud uniforme (Fig. 5.3a). En los minerales antiferromagnéticos (Ej.: ilmenita), los momentos magnéticos están divididos en dos grupos con sentidos opuestos. Si su dirección es totalmente paralela, el momento magnético resultante es nulo (Fig. 5.3b).



## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

En ocasiones, los espines antiferromagnéticos no están perfectamente alineados en posiciones antiparalelas, sino que presentan pequeñas desviaciones angulares del alineamiento de los momentos magnéticos (canteo de espín). Esto da lugar a un débil momento magnético neto, como ocurre en la hematites (Fig. 5.3c). En los minerales ferrimagnéticos como la magnetita, los momentos magnéticos tienen sentidos opuestos, pero de diferente magnitud, resultando una magnetización neta (Fig. 5.3d).

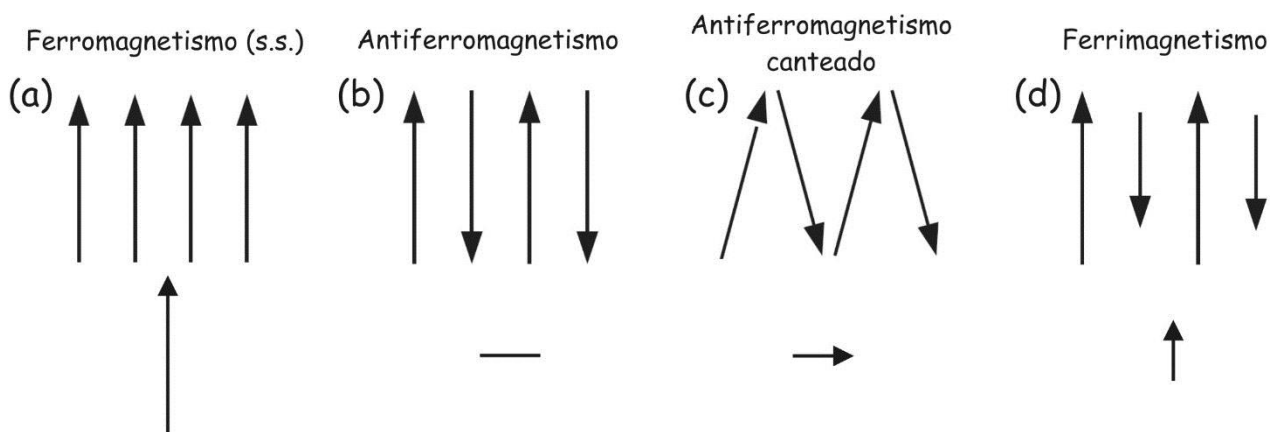


Figura 5.3: Representación de los diferentes comportamientos en los materiales ferromagnéticos (s.l.). (a) ferromagnetismo (s.s.), (b) antiferromagnetismo, (c) antiferromagnetismo canteado o parásito, (d) ferrimagnetismo. Se indican los momentos magnéticos resultantes para cada caso. Ver texto. Modificada de Tauxe (2010).

En los materiales ferromagnéticos, existe una temperatura crítica y específica de cada mineral conocida como *Temperatura de Curie* ( $T_c$ ) o, para los minerales antiferromagnéticos, *temperatura de Néel* ( $T_n$ ). Cuando un material ferromagnético es calentado por encima de su  $T_c$  éste pasa a ser paramagnético. Es decir, pierde su capacidad de retener una remanencia magnética. La  $T_c$  es un parámetro diagnóstico muy utilizado en la identificación de minerales ferromagnéticos en experimentos como curvas termomagnéticas (p. ej.:  $T_c$  de magnetita =580 °C;  $T_c$  hematites =675 °C; Dunlop y Özdemir, 1997).

Un concepto importante al que se hará puntualmente referencia es el de *temperatura de bloqueo* o  $T_B$ . La  $T_B$  siempre está por debajo de la  $T_c$  y, como se explicará más adelante al hablar de la termorremanencia (apartado 1.4.1.1), cuando un material se enfría desde la  $T_c$ , éste bloquea su magnetización al llegar a la  $T_B$ . La razón es que su magnetización pasa de ser muy inestable a muy estable porque aumenta muy bruscamente el *tiempo de*

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

*relajación* ( $\tau$ ) (Butler, 1992). El concepto de *tiempo de relajación* tiene que ver con cómo de estable es la magnetización (apartado 1.2.1.2).

### 1.2.1 DOMINIOS MAGNÉTICOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

Una roca está compuesta por diferentes tipos de minerales (ferromagnéticos incluidos) y diversos tamaños de grano. Las propiedades magnéticas no sólo son específicas del tipo de mineral/es ferromagnéticos presentes (composición) sino también de su granulometría, o más específicamente, del estado de dominios magnéticos.

Las partículas ferromagnéticas presentan una configuración a escala microscópica condicionada por factores como su tamaño y forma y esto, a su vez, guarda relación directa en cómo de estable es su magnetización. Louis Néel (1949, 1955) desarrolló una teoría para explicar el fenómeno del ferromagnetismo basado en un tipo concreto de partículas de magnetización uniforme denominadas granos *mono-dominio* (SD, de sus siglas en inglés).

La idea fundamental es que la configuración interna de la magnetización de una partícula ferromagnética tenderá a buscar la estructura más estable con la mínima inversión energética. Y las partículas más estables son las partículas mono-dominio. Puede suceder que las partículas ferromagnéticas se subdividan en pequeñas regiones (dominios magnéticos) separados por paredes. Estas regiones o dominios están presentes en los materiales ferromagnéticos. Cada uno de los dominios tiene una magnetización uniforme y el vector de esta magnetización puede diferir de los vectores de las regiones vecinas. Se distinguen los siguientes tipos de dominios magnéticos:

- Granos superparamagnéticos (SP): son las partículas más pequeñas (>25nm para magnetita; Dunlop y Özdemir, 1997). En presencia de campo se alinean con él, pero al retirarlo no preservan magnetización remanente.
- Granos monodominio o Single-Domain (SD): Granos con magnetización más estable y uniforme (entre ~25 y 80nm para magnetita; Dunlop y Özdemir, 1997; Dekkers, 2007). Su magnetización es muy estable y uniforme (Fig. 5.4a).
- Granos pseudo-monodominio o Pseudo-singledomain (PSD): Partículas compuestas por varios dominios (Stacey, 1962) y cuyo tamaño para magnetita varía entre 80nm hasta 15-10 $\mu$ m (Dekkers, 2007). La estabilidad de su magnetización es menor que la de granos monodominio pero puede considerarse estable (Fig. 5.4b). Recientemente, Roberts *et al.* (2018) proponen su redenominación como partículas en estado vórtex (*vortex state*).

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

- Granos Multi-Dominio o Multi-Domain (MD): Son las partículas de mayor tamaño compuestas por múltiples dominios ( $>10 \mu\text{m}$ ; Dekkers, 2007). Magnéticamente son los menos estables y su tamaño puede alcanzar varias micras según el mineral (Fig. 5.4c).

Los granos que portan la magnetización más estable en materiales naturales son los granos SD o PSD pequeños, mientras que los MD son inestables. Los granos SP no portan remanencia. Las dimensiones de cada uno de los 4 tipos de dominios descritos son específicas para cada mineral ferromagnético.

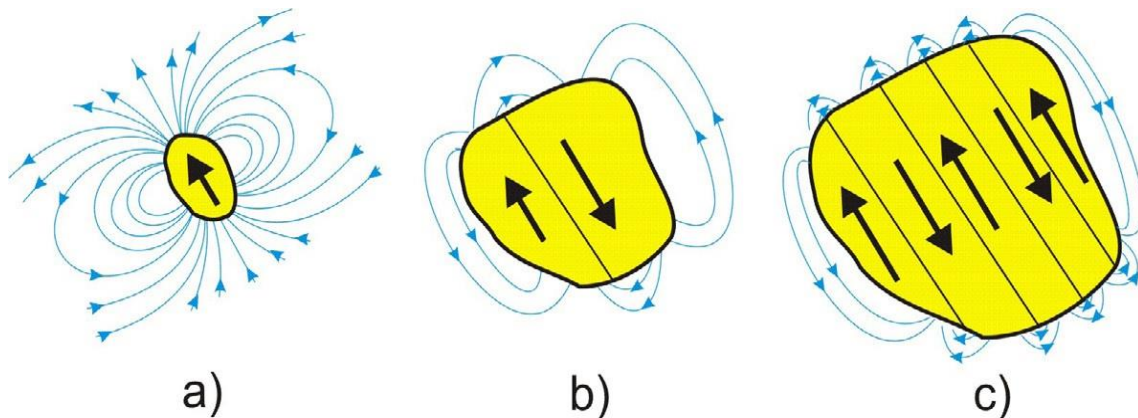


Figura 5.4: Modelos de granos ferromagnéticos de distintos tamaños y su división en dominios en función del volumen. Las flechas azules reflejan las líneas de campo magnético en función de la división de los dominios. (a) Monodominio (SD). (b) Pseudo-monodominio (PSD). (c) Multidominio (MD). (Villalaín, 2016a).

### 1.2.1.1 Histéresis magnética

Una forma sencilla para explicar el ferromagnetismo es mediante un *ciclo de histéresis*, que relaciona la magnetización ( $M$ ) frente a un campo magnético aplicado ( $B$ ). Un material muestra histéresis magnética cuando al magnetizarlo, su magnetización no vuelve a cero al retirar el campo magnético (Evans y Heller, 2003). En la figura 5.5 se representa por pasos un ciclo de histéresis magnético. Partiendo de un estado inicial donde en ausencia de campo los momentos magnéticos se disponen aleatoriamente (punto 1; Fig. 5.5), al aplicar un campo incremental, aumenta progresivamente la magnetización. Cuando todos los momentos magnéticos ( $m$ ) son paralelos al campo ( $B$ ) y la magnetización ya no aumenta más, se ha alcanzado la *magnetización de saturación* o  $M_s$  (punto 2; Fig. 5.5). Al retirar el campo, se considera *magnetización remanente de saturación* ( $M_{rs}$ ) al valor de la

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

magnetización cuando  $B=0$  (punto 3; Fig. 5.5). Finalmente, el material es sometido a un campo inverso de la misma intensidad ( $-B$ ). El punto donde intersecta el eje de abscisas ( $-B$ ) se denomina *campo coercitivo* ( $B_c$ ). (Punto 4; Fig. 5.5). La coercitividad o campo coercitivo es la resistencia que ofrece un material a perder su magnetización y se mide en miliTeslas (mT). Se distingue entre minerales de baja coertividad (ej.: magnetita y/o maghemita) y alta coercitividad (ej.: goetita y/o hematites).

Otro parámetro útil es el *campo coercitivo remanente* ( $B_{cr}$ ) que en nuestro caso hemos determinado mediante las curvas de *backfield*. El  $B_{cr}$  representa el campo magnético inverso (tras la aplicación previa de una curva de adquisición de IRM) que cuando se suprime, deja la muestra con un valor de remanencia cero. El  $B_{cr}$  siempre debe ser  $\geq$  que el  $B_c$  (Tauxe, 2010). Tanto los ciclos de histéresis como las curvas de backfield son análisis rutinarios en estudios paleomagnéticos para evaluar las propiedades magnéticas de los materiales.

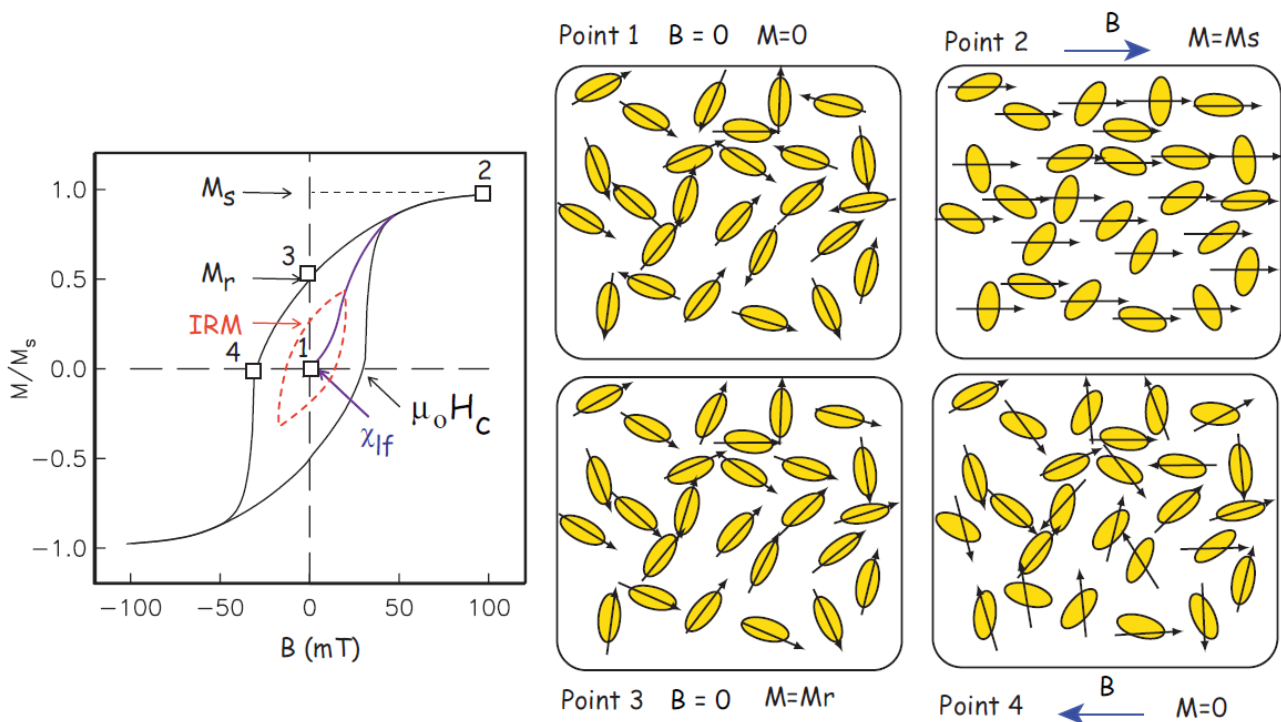


Figura 5.5: Representación de las diferentes fases de la histéresis magnética en una muestra dada. El punto inicial de magnetización se representa por el punto 1 (sin campo). Al incrementar el campo la magnetización aumenta y cuando todos los momentos magnéticos son paralelos al campo aplicado (Punto 2) se ha alcanzado la *magnetización de saturación* ( $M_s$ ). Al retirar el campo ( $B=0$ ), la magnetización resultante es la *magnetización remanente* ( $M_r$ , Punto 3). Al aplicarse un campo, de sentido contrario al anterior, se remagnetizan los momentos magnéticos definiendo el *campo coercitivo* ( $B_c$ ) donde corta con el eje x (Punto 4). Imagen de Tauxe, 2010.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

### 1.2.1.2 Tiempo de relajación ( $\tau$ )

Es importante el concepto de *tiempo de relajación* ( $\tau$ ), que puede interpretarse como algo análogo a la vida media de la remanencia inicial (Tauxe, 2010). Louis Néel (1955) elaboró una teoría sobre la estabilidad de la magnetización válida para granos monodominio (SD) sin interacción, a partir de la competencia entre la energía térmica y la energía de anisotropía de la red cristalina. Para un conjunto elevado de partículas monodominio (SD) sin interacción, este fenómeno sigue un mecanismo de relajación térmica, de modo que la magnetización total decrece exponencialmente con el tiempo (Villalaín, 2016a). El *tiempo de relajación* ( $\tau$ ) tiene una relación directa con el volumen e inversa con la temperatura.

Por ello, a pequeños cambios en el volumen o la temperatura,  $\tau$  varía rápidamente y, en consonancia, la estabilidad de la magnetización. Cuando el tamaño de grano es muy pequeño (p. ej. granos SP de magnetita <20-25 nm; Dunlop y Özdemir, 1997),  $\tau$  a temperatura ambiente se reduce a unos segundos (Fig. 5.6) y su magnetización es inestable. Si, por el contrario, el tamaño de grano alcanza los límites de monodominio (SD), el tiempo de relajación ( $\tau$ ) se incrementa exponencialmente pasando la magnetización a ser muy estable. Existen cálculos numéricos para granos de magnetita elipsoidal que demuestran que, a temperatura ambiente, el tiempo de relajación ( $\tau$ ) se incrementa desde menos de un minuto para granos de 1nm a más de mil millones de años para granos de 25 nm (Fig. 5.6; Tauxe, 2010). Esto introduce el término de *volumen crítico* por encima del cuál la remanencia se puede considerar estable. La idea fundamental es que temperatura, tiempo y volumen de los granos magnéticos tienen un efecto muy importante en la magnetización y en cómo de estable es, lo cual tiene implicaciones cuando se estudian materiales de miles de años de antigüedad.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

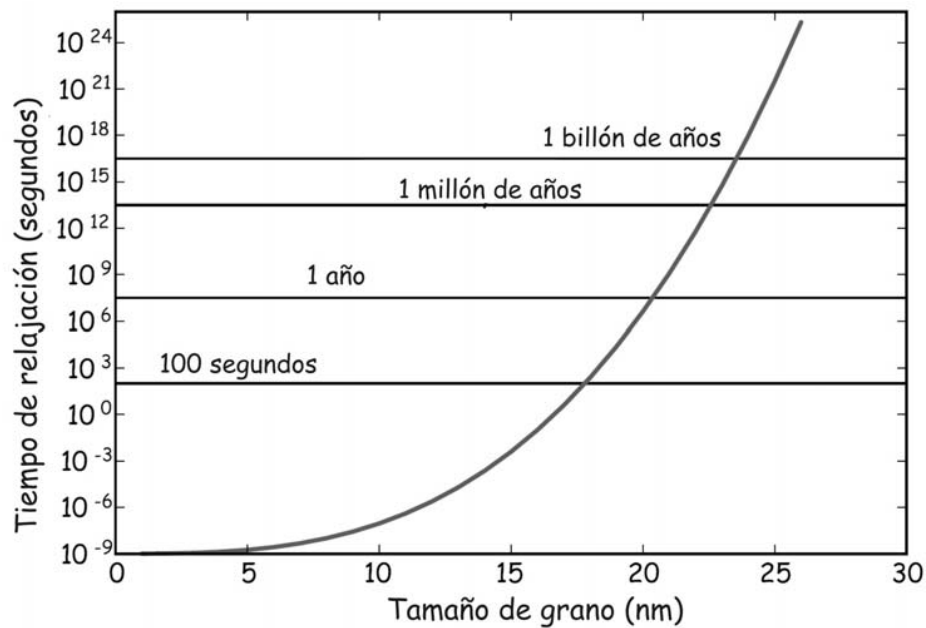


Figura 5.6: Variación del tiempo de relajación en partículas elipsoidales de magnetita de acuerdo con el tamaño de grano (Ratios de longitud a anchura son 1:3:1). (modificado de Tauxe, 2010).

### 1.3 PRINCIPALES MINERALES FERROMAGNÉTICOS

Los minerales ferromagnéticos de interés paleomagnético son sólo unos pocos e incluyen óxidos de hierro y titanio, óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso y los sulfuros de hierro. Entre los minerales ferromagnéticos más comunes en rocas y sedimentos destacan la magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), la hematites ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), la maghemita ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), y la goetita ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ), entre otros. En la Tabla 5.1 se compilan algunas de las principales propiedades magnéticas de los minerales ferromagnéticos más relevantes

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

Grupo	Mineral	Composición	Estructura magnética	$M_s$ ( $Am^2/kg$ )	$B_c$ ( $mT$ )	$K$ ( $\times 10^{-3}$ SI)	$T_c$ ( $^{\circ}C$ )
	Hierro	$\alpha Fe$	Ferromagnético				765
Óxidos	Magnetita	$Fe_3O_4$	Ferrimagnética	92	20-40	1000	580
	Titanomagnetita	$Fe_{3-x}Ti_xO_4$		<92	20-40	<1000	<580
	Maghemita	$\gamma-Fe_2O_3$	Ferrimagnética <sup>(a)</sup>	74	20-40	1000	590-675
	Hematites	$\alpha-Fe_2O_3$	Antiferromagnética - Ferrimagnética <sup>(b)</sup>	0.4	>1000	1.3	675
	HCSLT	$\epsilon-Fe_2O_3$			600		200-240
Oxihidróxidos	Goethita	$\alpha-FeOOH$	Antiferromagnética	<1	>1000	1	70-125
Sulfuros	Pirrotina	$Fe_7S_8$	Ferrimagnética - Antiferromagnética <sup>(c)</sup>	<20	20-150	1	325
	Greigita	$Fe_3S_4$	Ferrimagnética	25	60-100	1	330

Tabla 5.I: Propiedades de algunos de los principales minerales ferromagnéticos. Se indica la magnetización de saturación ( $M_s$ ), el campo coercitivo ( $B_c$ ), la susceptibilidad magnética ( $K$ ) y la temperatura de Curie ( $T_c$ ). <sup>(a)</sup> La mayoría de maghemitas se invierten a hematites antes de alcanzar su  $T_c$ . <sup>(b)</sup> Por encima de la Transición de Morin ( $-10^{\circ}C$ ), la hematites tiene un antiferromagnetismo canteado o parásito. Su estructura se hace ferrimagnética cuando incrementa su contenido en Ti. <sup>(c)</sup> Sólo la pirrotina monoclinica ( $Fe_7S_8$ ) es ferrimagnética a temperatura ambiente. Las otras estructuras de pirrotina se vuelven ferrimagnéticas al ser calentadas por encima de  $200^{\circ}C$  (Dekkers, 2007). Modificado de Villalaín, 2016a; Dekkers, 2007.

### 1.4 MECANISMOS DE REGISTRO DE LA MAGNETIZACIÓN

Los materiales ferromagnéticos poseen un tipo de magnetización conocida como *magnetización remanente natural* (NRM, en inglés) que es la magnetización intrínseca de una muestra antes de cualquier tratamiento en el laboratorio. Según como sea la génesis de la muestra y de los procesos que haya experimentado en su “historia geológica”, su NRM puede estar constituida por una o más componentes (vectores) de la magnetización. Se diferencia entre la “componente primaria” en referencia a la magnetización adquirida en la formación del material frente a “componente(s) secundaria(s)”, en referencia a aquellas adquiridas posteriormente por diversos procesos. La NRM que se mide en el laboratorio es la suma vectorial de todas ellas:

$$NRM \text{ total} = NRM \text{ primaria} + NRM \text{ secundarias} \text{ (Tauxe, 2010)}$$

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

Existen diferentes mecanismos de adquisición de la magnetización, unos primarios y otros secundarios. Entre los primarios, destaca la *magnetización remanente térmica* o *termorremanencia* (TRM), característica de materiales calentados a alta temperatura como rocas volcánicas o ciertos materiales arqueológicos. En los materiales sedimentarios (ej.: cuevas, lagos, etc.), se habla de *magnetización deposicional* o *detrítica* (DRM) y/o *post-deposicional* (pDRM). Entre los mecanismos de magnetización secundaria destacan la *magnetización remanente viscosa* (VRM), o la *magnetización remanente química* (CRM), en este último caso si el material sufre cambios químicos o cristalográficos. Un material sometido a campos magnéticos muy intensos a temperatura constante adquiere una *magnetización remanente isoterma* (IRM). Otro tipo de remanencia es la *magnetización remanente anhisterética* (ARM), aquella que se adquiere al desimanar por campos alternos decrecientes ante un campo constante. Todas ellas aportan información sobre el registro magnético del material y de sus propiedades magnéticas. A continuación, se describen con cierto detalle sólo algunos de estos mecanismos de magnetización por su relevancia con este trabajo.

### 1.4.1 MECANISMOS DE ADQUISICIÓN DE LA NRM PRINCIPAL

#### 1.4.1.1 Magnetización Remanente Térmica o Termorremanencia (TRM)

La termorremanencia es la magnetización más estable que puede registrar un material y es habitual en rocas ígneas y materiales arqueológicos quemados. La TRM la adquieren los materiales enfriados a temperatura ambiente desde una temperatura superior a la de Curie ( $T_c$ ), en presencia de un campo magnético como el terrestre (Tauxe, 2010). Cuando un material es sometido a un calentamiento a una temperatura mayor a su  $T_c$ , éste pasa a ser paramagnético. Es durante el posterior enfriamiento cuando al pasar por la *temperatura de bloqueo* o  $T_b$  ( $T_b < T_c$ ), la magnetización (TRM) queda bloqueada de forma estable. Entre la  $T_b$  y la  $T_c$  el material se comporta como superparamagnético (tiempos de relajación muy cortos, de segundos) con los momentos magnéticos fluctuando en todas las direcciones. Al alcanzar la  $T_b$  durante el enfriamiento, el tiempo de relajación ( $\tau$ ) aumenta bruscamente y la magnetización queda estabilizada. Es decir, si  $T^a \geq T_b$ , el grano se encuentra en estado superparamagnético porque el  $\tau$  es muy corto y si  $T^a \leq T_b$ , su momento magnético se encuentra bloqueado porque el  $\tau$  aumenta repentinamente. El tiempo de relajación ( $\tau$ ) tiene una relación inversa con la temperatura (Tauxe, 2010). La distribución de  $T_b$  en un material depende de la distribución de la forma y tamaños de granos de dicho material (Dunlop y Özdemir, 1997).



## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

Si un material es calentado en esas condiciones  $>T_c$ , adquirirá una *TRM total*. Independientemente de si el material ha sido calentado así una o múltiples veces, el registro magnético que se analiza en el laboratorio es el último, algo especialmente interesante en contextos arqueológicos. Es decir, un calentamiento intenso y a alta temperatura como los descritos, resetea cualquier señal magnética previa.

Puede suceder que el material sea recalentado a una temperatura inferior a la  $T_c$  del mineral ferromagnético dominante (p. ej.  $<580\text{ }^\circ\text{C}$  si es magnetita). En este caso, se puede registrar una *termorremanencia parcial* (p-TRM, en inglés). Los granos con  $T_{ub} > T^a$  preservarán su registro magnético previo mientras que los granos ferromagnéticos con  $T_{ub} < T^a$  quedarán remagnetizados en este recalentamiento parcial. Como veremos, esto es la base del fundamento para la determinación de temperaturas de recalentamiento en cerámicas.

Una cuestión muy importante de la TRM y con implicaciones para nuestro estudio, es que para granos monodominio (SD) sin interacción, las *temperaturas de bloqueo* son las mismas que las *temperaturas de desbloqueo* de la magnetización ( $T_b = T_{ub}$ ). La *temperatura de desbloqueo* es la temperatura a la que se desbloquea la remanencia magnética al desimanar. Esto es la ley de reciprocidad de Thellier (1946) y que ha sido ampliamente demostrada, ya que es una de las premisas principales en los estudios de paleointensidad. En la práctica, lo normal es tener muestras que no son sólo SD sino que tienen tamaños de granos muy distintos, donde  $T_b \neq T_{ub}$  (Dunlop y Özdemir, 2000). Como veremos aquí, esta relación tiene relevancia en la determinación exitosa de temperaturas de recalentamiento de cerámicas arqueológicas.

### 1.4.1.2 Magnetización Remanente Química (CRM)

Este tipo de magnetización se produce cuando se crea un nuevo mineral magnético en presencia de un campo magnético, bien por nucleación y crecimiento del grano a través de un volumen crítico o bien mediante alteración de un mineral preexistente (Dunlop y Özdemir, 1997). Las transformaciones químicas pueden incluir alteraciones en la mineralogía preexistente a nuevas fases ferromagnéticas o por la precipitación de minerales ferromagnéticos a partir de una solución (Butler, 1992; Tauxe, 2010).

En el caso de la nucleación o aumento del tamaño de grano, el proceso es similar al de la TRM, salvo que aquí se considera la variación del volumen del grano. Por ello se habla también de *volumen de bloqueo* de forma análoga a *temperatura de bloqueo*. Básicamente

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

sería ese volumen de grano en el que se produce un aumento drástico del tiempo de relajación, de tal manera que superado ese volumen crítico, el grano pasa de superparamagnético (inestable) a monodominio (muy estable).

La adquisición de una CRM por transformación de un mineral preexistente es un proceso más complicado, ya que el mineral recristalizado puede verse afectado por la magnetización de la fase mineral previa. Una cuestión clave es saber si el mineral neoforado conservará o no la dirección del mineral paterno y hay una amplia literatura sobre ello apuntando en ambos sentidos (Dunlop y Özdemir, 1997 y referencias internas). Si el cambio químico no modifica sustancialmente la estructura reticular, la CRM preserva la dirección de la magnetización original. Esto sucede por ejemplo, en el fenómeno de la *maghemitización*, una oxidación de la parte cortical o más externa de granos de magnetita (p. ej. Almeida *et al.*, 2015). Por el contrario, si la reacción química genera un cambio importante en la estructura reticular como la oxidación de magnetita a hematites, la CRM generada no preservará la magnetización del mineral parental (Dunlop y Özdemir, 1997). En todo caso, la CRM es un tipo de magnetización complicada porque es difícil determinar el momento de la formación del mineral secundario y es difícil de reconocer porque sus temperaturas de desbloqueo y coercitividad pueden solaparse a las de la magnetización primaria.

### 1.4.1.3 Magnetización Remanente Termo-Química (TCRM)

Existe otro tipo de magnetización que representa una variante entre la remanencia térmica y química conocida como *magnetización termoquímica* (TCRM). Ésta se produce por la acción combinada y simultánea del crecimiento del volumen de grano durante el enfriamiento del material por debajo de su  $T_c$  (Dunlop y Özdemir, 1997; Draeger *et al.*, 2006). Según Dunlop y Özdemir, (1997: 409), teniendo en cuenta que la TCRM se adquiere durante el enfriamiento inicial del material, el registro direccional es representativo de la dirección del campo magnético ambiental. Sin embargo, no así su intensidad, la cual debe necesariamente ser una TRM (Thellier y Thellier, 1959; Draeger *et al.*, 2006; Tauxe, 2010).

## 1.4.2 MECANISMOS DE ADQUISICIÓN DE LA NRM SECUNDARIA

### 1.4.2.1 Magnetización Remanente Viscosa (VRM)

La magnetización remanente viscosa (VRM, en inglés) es probablemente el tipo de magnetización secundaria más frecuente que se registra en rocas y sedimentos. Se adquiere gradualmente con el tiempo por la exposición de un material a un campo

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

magnético débil y a temperatura constante. La VRM se adquiere logarítmicamente, es decir, aumenta mucho al principio para crecer después lentamente afectando primero a los granos que tengan  $\tau$  (tiempo de relajación) más pequeños, y será mayor cuanto más tiempo esté expuesta (Tauxe, 2010). Los granos SD y PSD son menos propensos que los MD y SP, porque tienen tiempo de relajación más largos y mayores valores de coercitividad. Los granos SP, que tienen los tiempos de relajación más cortos, son los más propensos a adquirir magnetizaciones viscosas (Dunlop y Özdemir, 1997).

Entre los factores que influyen en la adquisición de la VRM destacan la duración de exposición a un campo, la intensidad de éste y la temperatura a la que se produzca (Pullaiah *et al.*, 1975; Bardot y McClelland, 2000; Bardot, 2000; Tema *et al.*, 2013b). En este proceso (VRM), las partículas ferromagnéticas que primero perderán su orientación original serán las granulométricamente más finas con tiempos de relajación más cortos.

Algunos autores (Pullaiah *et al.*, 1975; Middleton y Smith, 1982) han determinado las relaciones entre tiempo y temperatura en granos SD de diferentes minerales ferromagnéticos para explicar su capacidad de adquirir magnetización y, en base a ello, utilizar la máxima temperatura de desbloqueo de la VRM para datar. Esto tiene muchas limitaciones porque se requiere un mismo mineral con una distribución de dominios homogénea, algo improbable. Aunque ocasionalmente ha sido testada con fines cronológicos (p. ej. Borradaile, 2003), la VRM es potencialmente distinguible en cerámicas y tiene interés diferenciarla de componentes térmicas por sus implicaciones arqueológicas.

### 1.4.2.2 Otros mecanismos de magnetización

Existen otros mecanismos de registro de la magnetización que se menciona brevemente a continuación. La *magnetización remanente isoterma* (IRM) se adquiere al exponer a una muestra a alto campo a temperatura constante durante un periodo corto de tiempo (Butler, 1992). Este tipo de magnetización en la naturaleza está generalmente asociado a materiales alcanzados por rayos (Tauxe *et al.*, 2003). En el laboratorio se puede inducir por electroimanes o bobinas y permite realizar experimentos para caracterizar la mineralogía ferromagnética. Destacan por ejemplo las curvas de adquisición progresiva de IRM donde a la muestra se le aplica un campo máximo o SIRM (saturación de la IRM). En nuestro caso se ha aplicado una SIRM de 1T.

La *magnetización remanente detrítica o deposicional* (DRM) y *post-deposicional* (pDRM) son dos tipos de magnetización propias de contextos sedimentarios pero que no

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

desarrollamos aquí al no estar ligadas a este estudio. La *magnetización remanente anhisterética* o ARM se adquiere al desmagnetizar por campos alternos decrecientes ante un campo constante. Es utilizada en experimentos para caracterizar propiedades magnéticas, analizar anisotropías o corrección de paleointensidades (p. ej. Calvin *et al.*, 2018; Biederman *et al.*, 2019).

### 1.5 MÉTODOS DE MAGNETISMO DE LAS ROCAS

#### 1.5.1 MEDIDAS DE LA MAGNETIZACIÓN REMANENTE NATURAL (NRM)

##### 1.5.1.1 Desmagnetización térmica de la NRM

En paleomagnetismo se utilizan dos métodos de lavado magnético o desmagnetización de la NRM: desimanación térmica y desimanación por campos alternos decrecientes. Aquí se ha aplicado principalmente la desimanación térmica de la NRM para aislar la componente característica que adquirieron las cerámicas y que asociamos a la última vez que estuvieron expuestas a un calentamiento. En este proceso se va destruyendo la magnetización en pasos incrementales de calentamiento y posterior enfriamiento (cada 25-50 °C) desde temperatura ambiente hasta 675 °C y midiendo la remanencia magnética tras cada paso de desmagnetización. En la desmagnetización térmica se desimanan progresivamente las componentes con diferentes temperaturas de desbloqueo ( $T_{UB}$ ). Al calentar las muestras a una temperatura por encima de su temperatura de desbloqueo, los granos con una  $T_{UB}$  inferior a la temperatura de calentamiento ( $T^a$ ) se desbloquean y se magnetizan en dirección al campo magnético presente (Villalaín, 2016b). Al producirse el enfriamiento en ausencia de campo, los momentos magnéticos se alinean al azar, provocando que los granos afectados no tengan magnetización neta. Los granos cuya  $T_{UB} > T^a$  no se ven afectados y siguen contribuyendo a la magnetización. En base a datos obtenidos en análisis piloto, la secuencia de desmagnetización en nuestro caso ha alcanzado los 600-625 °C. Estas temperaturas son suficientes para destruir la magnetización en la mayoría de los minerales ferromagnéticos (excepto hematites 675 °C, maghemita estable 645 °C y hierro puro 765 °C).

En este estudio no hemos utilizado la desmagnetización por campos alternos decrecientes (salvo en muestras concretas) ya que el objetivo era determinar la última temperatura de recalentamiento sufrida por las cerámicas. La ventaja de la desimanación por campos alternos de la NRM es que no genera alteraciones químicas en la muestra al no calentarla.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

### 1.5.1.2 Representación gráfica de los datos paleomagnéticos

Los diagramas ortogonales de desmagnetización de la NRM o diagramas de Zijdevelt (1967), son gráficos muy utilizados para la representación tridimensional de datos de desmagnetización de la NRM. Por convención se representan en el mismo diagrama los vectores o componentes paleomagnéticas en dos proyecciones: una en el plano horizontal y otra en el vertical.

En estos diagramas se combinan para una misma gráfica los cambios producidos en dirección e intensidad de la magnetización para cada paso de desimación (Fig. 5.7a-c y Fig. 5.8a). Cada punto corresponde a un paso de desmagnetización y los pasos que linealmente definen una recta se les considera un vector o componente paleomagnética de dirección constante. Cada componente define la dirección de los momentos magnéticos de granos ferromagnéticos en ese intervalo de temperaturas de desbloqueo. La dirección se puede calcular por ajuste de mínimos cuadrados o por análisis de componentes principales (Kirschvink, 1980). Como cada muestra tiene tres ejes, se representa en el plano horizontal con símbolos sólidos y en el plano vertical con símbolos huecos (Fig. 5.7 y 5.8).

En los diagramas ortogonales de desmagnetización de la NRM pueden aparecer una o varias componentes paleomagnéticas, que se identifican con las diferentes temperaturas de desbloqueo de los minerales. Estas componentes pueden tener cambios en su dirección abruptos o, por el contrario, solapados (curvados). En los primeros se distingue un claro cambio en la dirección de las componentes mientras que, en los solapamientos, la unión de las componentes es curva y es difícil determinar dónde acaba una y dónde empieza la otra componente. El solapamiento es más habitual en la desimación por campos alternos decrecientes (AF, en inglés).

Juntamente con los diagramas de desmagnetización ortogonal de la NRM, se pueden representar las caídas de la intensidad de la magnetización (Fig. 5.8c). Se trata de un gráfico donde se proyecta en función de la temperatura (en muestras desmagnetizadas térmicamente) o del campo aplicado (para desmagnetización por AF), cómo va destruyéndose la magnetización. Estos gráficos son informativos sobre el tipo de mineral ferromagnético presente según su rango de coercitividades (en diagramas AF) o según sus máximas temperaturas de desbloqueo ( $T_{UB}$ ).

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

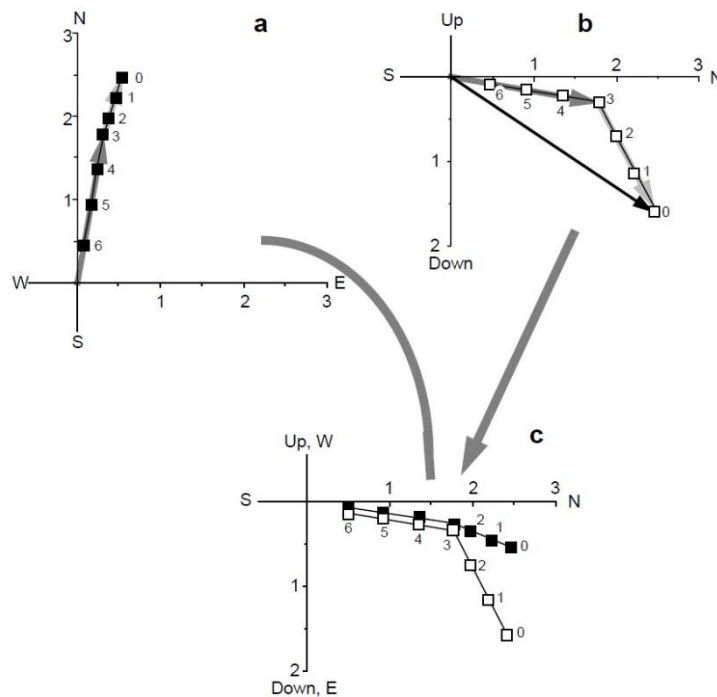


Figura 5.7: Visualización de cómo se construye un diagrama de desimanación ortogonal de la NRM (diagrama de Zijderveld) para representar componentes paleomagnéticas. Butler, 1998.

Otro gráfico utilizado para representar datos direccionales en tres dimensiones sobre un plano son las proyecciones de igual área (Fig. 5.8b). Se utiliza o bien para representar la secuencia de direcciones durante la desmagnetización de la NRM de una muestra o para representar las direcciones paleomagnéticas correspondientes a la componente característica (de un conjunto de muestras y su dirección media (Fig. 5.8b).

### 1.5.2 MAGNETISMO DE LAS ROCAS

El estudio de las propiedades magnéticas se conoce como magnetismo de las rocas. Es una disciplina en sí misma y guarda relación con todo lo relativo al estudio del origen, características y estabilidad de los diferentes tipos de magnetización existentes, incluida la NRM. Conocer el tipo de minerales presentes en los materiales de estudio, su concentración y estado de dominios es importante para estudiar todos esos procesos anteriormente indicados.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

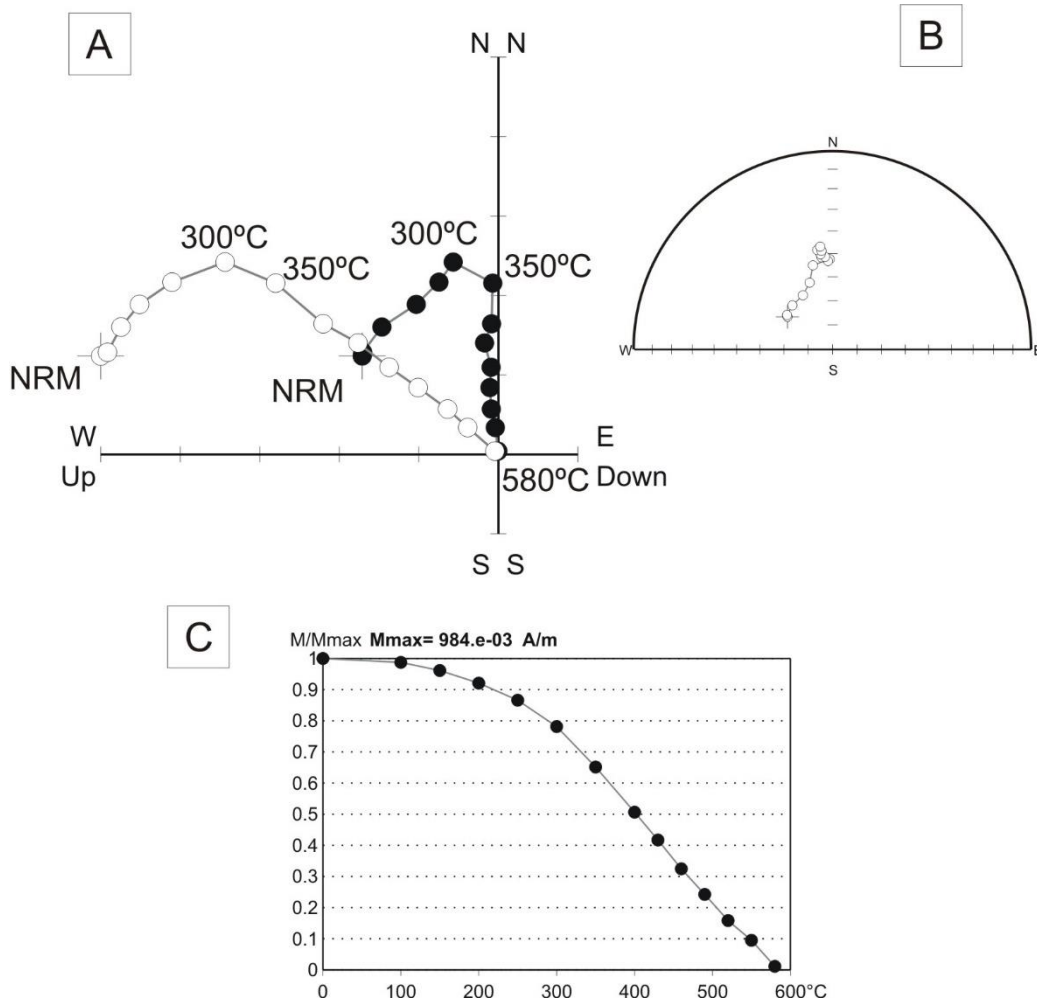


Figura 5.8: Representación de la desmagnetización progresiva térmica de la NRM de una muestra cerámica del yacimiento de El Portalón (Burgos). (A) Diagrama de desimantación ortogonal de la NRM (o diagrama de “Zijderveld”). Se representa la secuencia de desimantación tanto en el plano horizontal (círculos negros) como en el plano vertical (círculos abiertos), indicando los principales pasos de desmagnetización térmica. (B) Proyección de igual área de la muestra desmagnetizada. (C) Gráfico de caída de intensidad normalizada de la misma muestra en función de la temperatura. Muestra ATP11.798.

### 1.5.2.1 Susceptibilidad magnética

La susceptibilidad magnética es una medida que indica la capacidad de un material a ser magnetizado en respuesta a un campo magnético. Se define como la relación existente entre la magnetización inducida ( $M$ ) y el campo aplicado ( $H$ ) y se puede expresar por unidad de volumen ( $\kappa$ ) o por unidad masa ( $\chi$ ).

$$\kappa = M/H \text{ (susceptibilidad por unidad de volumen);}$$

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

$\chi = \kappa/\rho$  (susceptibilidad por unidad de masa, donde  $\kappa$  es la susceptibilidad por volumen y  $\rho$  es la densidad del material).

Como tanto  $H$  (campo magnético) como  $M$  (magnetización por unidad de volumen) se miden en  $A/m$  en el Sistema Internacional (S.I.), la susceptibilidad magnética ( $\kappa$ ) es adimensional. La susceptibilidad expresada por unidad de masa ( $\chi$ ) se mide en  $m^3/kg$ .

Los minerales con valores más altos de susceptibilidad son los ferrimagnéticos. (p. ej. magnetita y maghemita), en comparación con la hematites o la goethita. La medida da una estimación genérica del tipo, y concentración de la mineralogía ferromagnética (*s.l.*) en la muestra. Sin embargo, este parámetro no es definitorio, y es necesario realizar más análisis que determinen la composición, la concentración y la granulometría de las partículas ferromagnéticas presentes.

Las medidas de susceptibilidad a temperatura ambiente tras cada paso de desmagnetización térmica de la NRM se utilizan para detectar posibles alteraciones termoquímicas provocadas por los calentamientos. Esta medida tiene la ventaja de que no necesita tener material orientado magnéticamente, además de ser rápida y no destructiva.

### 1.5.2.2 Índice de Koëningsberger ( $Q_n$ )

Este parámetro relaciona la magnetización remanente e inducida de la muestra y Stacey (1962) lo definió como:

$$Q_n = NRM / (\chi * H)$$

donde NRM es la intensidad inicial de la magnetización remanente natural,  $\chi$  la susceptibilidad magnética y  $H$  la intensidad del campo magnético terrestre (se consideraron 38 A/m en Burgos a partir de <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml#igrfwmm>).

Este parámetro es utilizado en estudios paleomagnéticos (incluyendo también materiales arqueológicos quemados), para evaluar la eficiencia y estabilidad de la magnetización. En materiales arqueomagnéticos y rocas ígneas los valores suelen variar entre 1 y 100 (p. ej. Gómez-Paccard *et al.*, 2019) y pueden ser portadores de TRMs. Como primera aproximación, el  $Q_n$  ratio puede ser útil para evaluar la eficiencia de la magnetización.



## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

### 1.5.2.3 Curvas de IRM

Existen ciertos experimentos relacionados con la magnetización remanente isoterma (IRM) que permiten caracterizar la mineralogía ferromagnética. Ya se ha expuesto anteriormente (apartado 1.4) cómo las curvas de adquisición progresiva de IRM permiten en primera instancia diferenciar entre minerales blandos o de baja coercitividad (magnetita y/o maghemita) frente a minerales duros o de alta coercitividad (hematites y/o goethita). Las curvas que alcanzan la saturación (la pendiente de la curva no aumenta más a pesar de incrementar el campo aplicado) a campos máximos de 300 mT están dominadas por minerales de baja coercitividad. Si por el contrario, la magnetización aumenta por encima de esos campos, es indicativo de la presencia de fases ferromagnéticas de alta coercitividad. Existen otros análisis relacionados con la IRM como la descomposición de componentes de coercitividad (p. ej. Kruiver *et al.*, 2001) o la desmagnetización térmica de la IRM en tres ejes ortogonales (Lowrie, 1990) que permiten caracterizar también las propiedades magnéticas.

### 1.5.2.4 Curvas termomagnéticas

El análisis de la variación de la susceptibilidad magnética o la magnetización en función de la temperatura permite la identificación de minerales ferromagnéticos a partir de sus  $T_c$ , además de evaluar posibles transformaciones mineralógicas. Es lo que se conoce como curvas termomagnéticas y se pueden realizar hasta bajas (-196 °C) o altas temperaturas (800 °C). Simultáneamente al proceso progresivo de calentamiento y posterior enfriamiento, se mide la variación de la susceptibilidad o la magnetización. Las variaciones en intensidad, las temperaturas en la que más decae la magnetización y/o susceptibilidad, la forma de la curva o su grado de reversibilidad, aportan información sobre la mineralogía ferromagnética presente, sus transformaciones o la estabilidad magnética de la muestra.

La temperatura de Curie ( $T_c$ ) se determina por los puntos donde más decrece la  $M_s$  y el mineral pierde su ferromagnetismo (Butler, 1992). En la tabla 5.I se indican las  $T_c$  de los principales minerales ferromagnéticos. Existen diversos métodos para determinar la  $T_c$  de los minerales portadores de la magnetización:

- Método de las dos tangentes (Grommé *et al.*, 1969): Consiste en determinar la  $T_c$  dibujando líneas rectas coincidentes aproximadamente encima y debajo del punto estimado para el punto de Curie en la curva J-T y proyectando su intersección al eje de temperaturas (Fabian *et al.*, 2013).

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

- Moskowitz (1981): Este método tiene en cuenta la segunda derivada, realizando ajustes estadísticos para obtener un valor, pero se ha observado que en ocasiones infra/ o sobreestima la  $T_c$ .
- Tauxe (1998): Método que determina la  $T_c$  a partir de la máxima curvatura obtenida de la segunda derivada de los datos. Si la curva no es suficientemente magnética, este método aumenta el ruido de medida y complica su interpretación.
- Efecto Hopkinson (1889): Fenómeno magnético relacionado con el desbloqueo de partículas en el límite SP-SD, manifestándose como un incremento muy significativo de la susceptibilidad magnética justo antes de la  $T_c$ .

La falta de coincidencia entre las curvas de enfriamiento con las de calentamiento indica que la muestra es irreversible y, por lo tanto, suceden cambios químicos o cristalográficos en los minerales ferromagnéticos. La presencia de impurezas (Ti, Al o Mg) en los minerales ferromagnéticos reduce la  $T_c$  mientras que la oxidación tiende a incrementarla (Dunlop y Özdemir, 1997).

### 1.5.2.5 Diagrama de Day

La determinación del estado de dominios es fundamental en todo estudio paleomagnético para evaluar la estabilidad de la magnetización remanente natural. Ya se ha explicado previamente (apartado 1.2.1.1) cómo se mide un ciclo de histéresis y qué parámetros se obtienen. Day *et al.* (1977) publicaron un estudio relacionando los ratios biparamétricos  $M_{rs}/M_s$  vs  $B_{cr}/B_c$  como método para determinar el estado de dominios prevalente en materiales dominados por titanomagnetitas. Este tipo de diagrama es válido para aquellas muestras cuyo mineral portador sea magnetita o titano-magnetita. Day *et al.* (1977) definieron unos límites teóricos para los distintos tipos de dominios (SD, PSD y MD) y que otros posteriormente han reevaluado incorporando la influencia de posibles mezclas granulométricas (Dunlop, 2002a, 2002b) (Fig. 5.9).

Recientemente, Roberts *et al.* (2018) han cuestionado seriamente la validez de este método para estimar el estado de dominios magnéticos en materiales naturales. Afortunadamente han ofrecido alternativas (Roberts *et al.*, 2019), pero son costosas y no siempre accesibles a todos los laboratorios, como es el caso de los diagramas FORC. En todo caso, aunque la interpretación del diagrama de Day esté sujeto a ambigüedades porque los parámetros obtenidos en los ciclos de histéresis están influenciados por diversos factores (Roberts *et al.*, 2018), es aceptable su utilización en términos cualitativos para conjuntos con mineralogía homogénea dominada por titanomagnetitas.

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

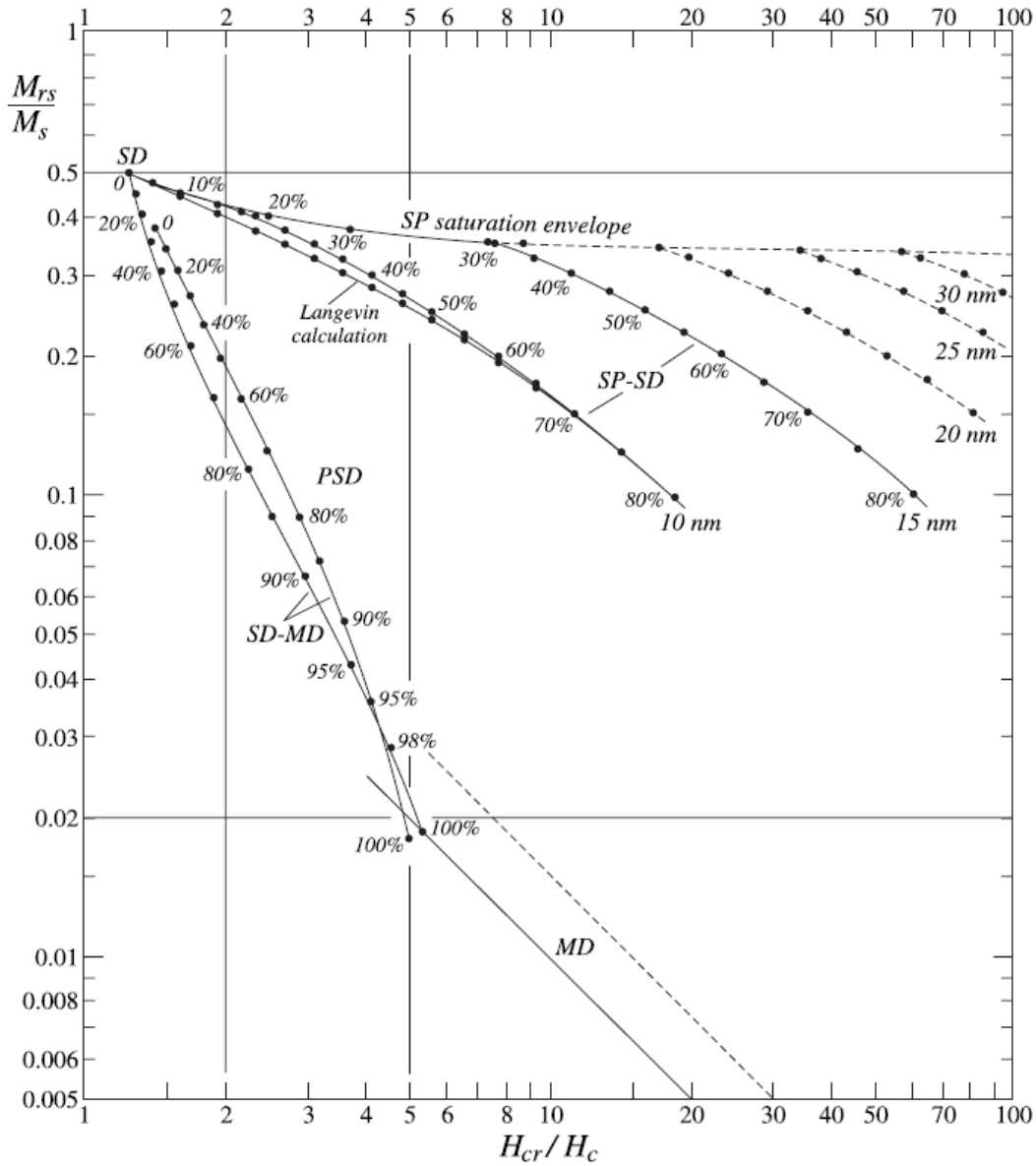


Figura 5.9: Diagrama de Day (Day et al., 1977) incluyendo las líneas de tendencia establecidas por Dunlop (2002a,b) para las mezclas de granos de titanomagnetita. SD: monodominio; PSD: pseudomonodominio; MD: multidominio; SP: superparamagnético. Tomado de Dunlop, 2002a.

## II. INTRODUCTION AND PARTICULAR OBJECTIVES

Numerous studies have been performed using diverse archaeometric techniques to establish the temperatures reached in a variety of burnt archaeological materials, such as bone, pottery, sediments, etc. (e.g. Cogswell *et al.*, 1996; Brodard *et al.*, 2012; Polymeris *et al.*, 2014; Aldeias *et al.*, 2016; Reidsma *et al.*, 2016). Ascertaining the heating temperature of a burnt archaeological material is helpful for assessing the technological knowledge of a given human group in the past or to evaluate the possible uses of the studied material (e.g. Wagner *et al.*, 1999; Maniatis and Tsirtsoni, 2002; Brown *et al.*, 2009; Gur-Arieh *et al.*, 2013; Zhu *et al.*, 2014; Karacic *et al.*, 2016). Techniques such as X-ray diffraction (XRD), Mössbauer spectroscopy and Fourier Transform Infrared Spectra (FTIR), among others, have proved effective for this purpose, but their level of resolution varies and they are generally limited to a particular temperature range (e.g. Dhanapandian *et al.*, 2012; Zhu *et al.*, 2014; Karacic *et al.*, 2016). Magnetic methods (archaeomagnetism and rock magnetism) are also widely used for determining palaeotemperatures. Burnt archaeological materials of diverse age and nature such as kilns, hearths, bricks or rock clasts (e.g. Spassov and Hus, 2006; Brown *et al.*, 2009; Carrancho *et al.*, 2016; Schnepp *et al.*, 2016; Tema *et al.*, 2016) or even also analogous materials recreated experimentally (e.g. Gose, 2000; Carrancho and Villalaín, 2011) have been successfully analysed using magnetic techniques to determine their thermal history. Potsherds are a valuable source of information, since they are frequent in protohistoric and historical archaeological sites and contain small quantities of ferromagnetic minerals (mainly iron oxides and hydroxides) which can record their magnetic thermal history in the past.

Most archaeomagnetic and rock-magnetic studies performed on pottery have focused on obtaining absolute archaeointensity determinations (e.g. Chauvin, 2000; Carvallo and Dunlop, 2001; Genevey *et al.*, 2008; Kovacheva *et al.*, 2009; Alva-Valdivia *et al.*, 2010; Gogutchachvili *et al.*, 2012; 2015). However, most of the studies that have been performed to determine palaeotemperatures have mainly been oriented towards determining the deposition temperatures of the pyroclastic density currents in which they were embedded (e.g. Kent *et al.*, 1981; Tema *et al.*, 2013, 2015). Recently, some studies following Rasmussen *et al.* (2012), have focused on the determination of the maximum heating temperatures of ceramics and baked clays using magnetic susceptibility measurements (e.g. Jordanova *et al.*, 2018; Kostadinova-Avramova *et al.*, 2018; Karacic *et al.*, 2016). Other authors have used rock-magnetic analyses to design a mathematical heat conduction model (Spassov and Hus, 2006) and algorithms based on magnetic hysteresis properties

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

(Linford and Plaztman, 2004) to evaluate the heating temperatures in burnt archaeological materials.

In this study, we apply archaeomagnetic and rock magnetic analyses to study the thermal history of prehistoric ceramics, using the collection of Chalcolithic and Neolithic ceramics from the El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). The principal objective is to determine the last heating temperature recorded in potsherds through the analysis of the thermal demagnetization of the natural remanent magnetization (NRM). This palaeomagnetic procedure has frequently been applied to volcanic contexts to determine the temperatures of pyroclastic flows (e.g. Paterson *et al.*, 2010 and references therein), but to our knowledge, it has been scarcely applied in the characterization of archaeological pottery remains to reconstruct their thermal history (e.g. Tema *et al.*, 2013, 2015) and even less to investigate their functionality. The NRM analysis, combined with the study of the magnetic properties, helps to magnetically characterize these pieces and obtain information about their manufacture and use such as palaeotemperatures, raw material or prevalent atmospheric conditions in the kiln (e.g. Karacic *et al.*, 2016; Keller *et al.*, 2005). In addition, the possibility of identifying the last heating temperature in potsherds that have been heated more than once may help to infer their function and determine whether they were used, for instance, for cooking, beyond the techno-typological or decorative criteria traditionally used. In order to test our results and verify the hypotheses of inferred use of the studied ceramics, modern pottery was experimentally produced and heated under controlled conditions. The results obtained on the archaeological and experimental collections and their implications for the study of prehistoric pottery are discussed.

### III. MATERIALS AND METHODS

#### 3.1 MATERIALS

##### 3.1.1 ARCHAEOLOGICAL POTTERY FROM EL PORTALÓN DE CUEVA MAYOR

Twenty-four prehistoric archaeological potsherds from El Portalón de Cueva Mayor were analysed, taken from Chalcolithic and Neolithic stratigraphic units excavated since 2014. The Neolithic pottery comes from a habitational context, with clear domestic activity, while the Chalcolithic remains come from funerary and stabling contexts, where a large tumular accumulation of human burials and animal activities were found (Carretero *et al.*, 2008; Günther *et al.*, 2015; Galindo-Pellicena *et al.*, 2017b; Pérez-Romero *et al.*, 2017). The decorative features are usually the main difference between Neolithic and Chalcolithic ceramics but beyond that, no differences are observed between them from the technological point of view. The age of these materials is well constrained by eighty-eight <sup>14</sup>C (AMS and conventional) dates from charcoals, bones, teeth or sediments and published elsewhere (e.g. Carretero *et al.*, 2008; Günther *et al.*, 2015; Pérez-Romero *et al.*, 2016, 2017). Due to the high degree of fragmentation of the ceramic remains, it is difficult to reconstruct their typology and infer their use (Pérez-Romero *et al.*, 2015, 2017). The criteria used to select and classify the ceramics are based on the results provided by geochemical and petrological analyses (see Ch. 4). For the magnetic analyses, at least one (usually three) cubic or cylindrical specimen of each sherd was sub-sampled (in total, 39 specimens). Their dimensions were variable ranging from millimetres to 2-3 centimetres, depending on whether cylindrical minicores (0.9 cm Ø) or quadrangular specimens (~4 cm<sup>3</sup>) were subsampled from the available material. Table 5.II compiles the collection of Chalcolithic and Neolithic sherds analysed. The collected samples were not oriented *in situ* and all of them come from stratigraphic levels with no evidence of firing. This is important because if the ceramics were inserted in burnt facies, their magnetization could also be acquired during that burning event and therefore it could not be strictly related to the use of ceramics which is the goal here.

##### 3.1.2 EXPERIMENTAL POTTERY PRODUCTION

Concurrent with the analysis of the archaeological pottery, modern ceramic vessels were experimentally produced and heated under controlled conditions. The experimental process

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

has been explained at Ch.3, here we will describe again the procedure because it makes the understanding of results easier for the reader and point out some particular considerations.

The archaeomagnetic results obtained from the archaeological pottery (described in Section 4.2.2) showed two distinctive behaviours that could be related to possible differential uses of the pottery vessels. We therefore considered it appropriate to reproduce those uses experimentally under controlled conditions (raw materials, firing and reheating temperatures, etc.). Clay with geochemical and petrological characteristics similar to those observed in the archaeological samples (Ch. 3.2) was collected from the surroundings of the site (<5 km), dried, crushed, sifted and shaped to create 10 experimental vessels, in accordance with Cau-Ontiveros *et al.* (2015). The vessels' dimensions were ~12 cm of base (on average) mainly reproducing basic forms as bowls (Fig. 5.10). The experimental kiln was made by digging a hole in the ground with a side aisle to facilitate air inflow. This was then covered by clay and left to dry for one week. Although there is no evidence of the ancient kiln where the archaeological ceramics were made, ethnoarchaeological studies (Albero-Santacreu, 2014; Gosselain *et al.*, 1996) indicate that an open-air kiln like this could have been possibly used in antiquity. The firing conditions depend on several factors such as the type and the quantity of fuel, the number of heatings, temperatures or oxygen input, among others. Of course, it was technically impossible to reproduce exactly the same conditions as in ancient times, but we tried to control the maximum number of variables. Before the vessels were put in place, a fire was made at the base of the kiln, creating a bed of embers on which the pots were placed to aid dehydration. The entire experiment was performed using wood fuel (*cf. Quercus ilex*). Figure 5.10 (a–d) (Ch. 3.2; Fig. 3.19) shows some of the main steps of the experiment which was divided in two different firing events (first heating in the kiln for the production and subsequently further heating over a hearth).

Four thermocouples were used in the first firing: two at the base of the kiln and two attached to the inner wall of some of the vessels, taking readings every 5 minutes for 260 minutes. From minute 30, the pots were placed on the ashes and fuel was added, coinciding with the highest temperatures recorded (Fig. 5.10a). One of the pots (No. 8) exploded due to thermal shock and was not recovered.

The temperatures attained in the first firing in the kiln exceeded 600–700 °C (Chapter 3, Fig. 3.6a), enough to record a full TRM. Subsequently, five out of the nine available vessels were selected for a second heating on a hearth (Samples 4, 5, 6, 7 and 10, Table 5.II). The purpose of this second heating (duration 140 minutes) was to reheat the vessels, simulating a cooking activity by placing them directly on the embers (Fig. 5.10c–d). Two thermocouples

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

were used: one located in the embers and another movable on the outer surface of the pots. Although the temperature recorded in the pots barely exceeded 200 °C (Chapter 3, Fig. 3.19b), it is very likely that it has been underestimated, taken into consideration that the embers on which the recipients were deposited (what is really heated) recorded temperatures of around 400–450 °C (Chapter 2, Fig. 3.19b). No anomalous (technical) reading of the thermocouples was observed and such temperature differences recorded between the embers and the outer surface of the pots is because the readings with the movable thermocouple were taken around 3-5 cm away from the embers. The pots were magnetically oriented *in situ* with a Brunton compass and later sub-sampled in cylinders and/or cubes of similar size to the archaeological ceramics (see section 3.1.2) obtaining several specimens mostly from the base of each vessel ( $n = 44$ ; Table 5.II).

In addition, experimental Vessel 10, subjected to two heating events (Ch. 3; Fig. 3.19c) was studied in detail. In the first firing, the vessel was placed face down in the kiln (>600 °C) and in the second heating it was placed face up and filled with water directly on the embers of a hearth, where it reached temperatures of around 350–400 °C (Fig. 3.19c and Fig. 5.10c). In order to determine more precisely the firing and re-heating temperatures throughout the vessel and reconstruct the variation in magnetic properties, the profile of the pot was subsampled from top to base.



## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.



Figure 5.10. Representative photos of the experimental firing. (a) Location of the vessels in the kiln on the bed of embers. (b) First heating. (c) Vessel 10 on the embers in the second heating. (d) Four vessels on the embers in the second heating.

### 3.2 METHODS: ARCHAEOMAGNETIC AND ROCK-MAGNETIC ANALYSES

The natural remanent magnetization (NRM) was measured using a 2G SQUID magnetometer (noise level  $5 \times 10^{-12} \text{ Am}^2$ ). Thermal (TH) demagnetization was performed progressively in a TD48-SC (ASC) oven in 18 steps from room temperature to 625 °C. The pottery fragments were inserted in cubic plastic boxes and white plasticine to avoid any movement during the measurement process, following the procedure described by Cioni *et al.* (2004). Low-field magnetic susceptibility was measured after each TH demagnetization step with a KLY-4 Kappabridge (AGICO, noise level  $3 \times 10^{-8} \text{ S.I.}$ ) to evaluate mineralogical alterations. NRM directional stability was analyzed using the Remasoft software (Chadima and Hrouda, 2006).

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

<b>SAMPLE CODE</b>	<b>CULTURAL ADSCRIPTION</b>	<b>SAMPLE CODE</b>	<b>CULTURAL ADSCRIPTION</b>
ATP07.38	SC	Exp.1 (a,b,c)	Exp.
ATP07.69	SC	Exp.2 (b,c,d,e ,f)	Exp.
ATP07.134	SC	Exp.3 (a,c,d,f)	Exp.
ATP11.19	SC	Exp.4 (a,d,e,g,h)	Exp.
ATP11.60	SC	Exp.5 (a,b,d,e,g,h)	Exp.
ATP11.121	FC	Exp.6 (c,d,e,f,g)	Exp.
ATP11.185	FC	Exp.7 (a,c,e,f,g)	Exp.
ATP11.195	FC	Exp. 8*	Exp.
ATP11.311	SC	Exp.9 (c,d,e)	Exp.
ATP11.434	SC	Exp.10 (a,b,d,f,i,j,l,m)	Exp.
ATP11.489	SC		
ATP11.724	SC		
ATP11.792	SC		
ATP11.798	SC		
ATP11.871	FC		
ATP14.728 (a,b,c)	N		
ATP14.942 (a,b)	N		
ATP15.91 (a,b,c)	N		
ATP15.539 (a,b,c)	N		
ATP15.633 (a,b)	N		
ATP15.699 (a,b,c)	N		
ATP15.709 (a,b)	N		
ATP15.1002 (a,b,c)	N		
ATP15.1003 (a,b,c)	N		

Table 5.II: List of archaeological and experimental pottery specimens analysed. The cultural adscription and type of material (\*) =unrecovered. SC=Stabling Chalcolithic; FC=Funerary Chalcolithic; N=Neolithic; Exp.=Experimental.

TH demagnetization of the NRM was carried out on at least one specimen from each archaeological sample ( $n = 39$ ), and at least two from the experimental ones — including those fired once at high temperatures (manufacture) and those heated twice (manufacture and subsequent cooking use) ( $n = 44$ , Table 5.II).

In order to characterize the ferromagnetic mineralogy and domain state and evaluate the thermomagnetic stability, several rock-magnetic experiments were carried out on bulk samples (~400 mg) of representative archaeological and experimental pottery vessels. These involved measuring the progressive isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves, hysteresis loops ( $\pm 1$  T), backfield coercivity curves and thermomagnetic curves up to 700 °C in air with a Variable Field Translation Balance. The S-ratio was calculated as  $[1 - (IRM_{0.3T} / IRM_{1T}) / 2]$  (Bloemendal *et al.*, 1992) to estimate the relative

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

contribution to the remanence of antiferromagnetic (e.g. haematite) versus ferrimagnetic minerals (e.g. magnetite). A useful parameter for evaluating the efficiency of the remanence is the Koenigsberger ( $Q_n$ ) ratio [ $Q_n = \text{NRM} / (\chi H)$ ] (Stacey, 1962), where  $\chi$  is the magnetic susceptibility and  $H$  is the local geomagnetic field strength. The Curie temperatures ( $T_{CS}$ ) were determined using the two-tangent method (Grommé *et al.*, 1969). The Day diagram (Day *et al.*, 1977; Dunlop, 2002a, 2002b) was used to determine the domain state, following correction of the hysteresis loops for their dia- or paramagnetic fraction with the *Rock\_Mag\_Analyzer* software (Leonhardt, 2006). All archaeomagnetic and rock-magnetic analyses were carried out in the Palaeomagnetism Laboratory at Burgos University, Spain.

## IV. RESULTS

### 4.1 MAGNETIC PROPERTIES OF POTTERY

#### 4.1.1 EXPERIMENTAL SAMPLES

Figure 5.11 shows the distribution of the Koenigsberger ( $Q_n$ ) values of the experimental and archaeological collections differentiated by number of heatings and cultural phases, respectively. All experimental samples but one display values  $>1$ , indicating that the mechanism of magnetization is most likely of thermal origin. No distinctive distribution is observed between the samples heated once and those reheated later.

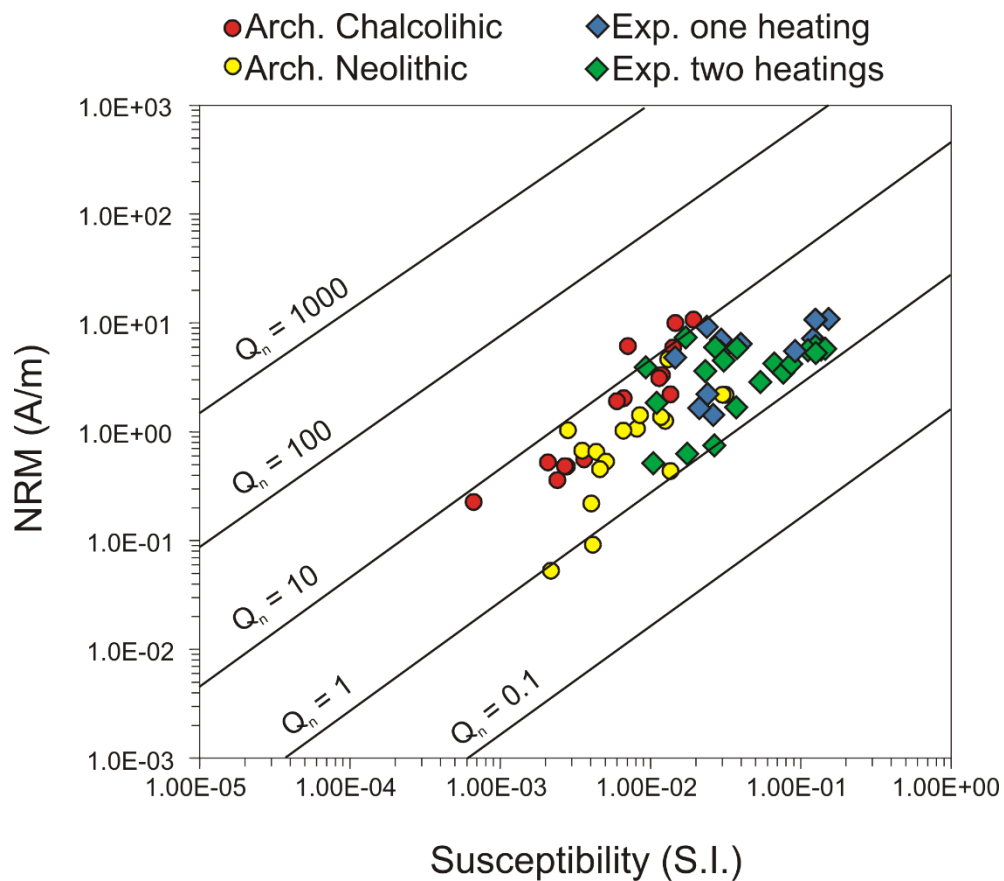


Figure 5.11: NRM intensity (A/m) versus magnetic susceptibility (SI) values for archaeological and experimental samples distinguished by cultural phases and number of heatings, respectively. Koenigsberger ( $Q_n$ ) ratio isolines are shown.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

IRM acquisition curves for the experimental samples (Fig. 5.12) are almost saturated at fields between 150–300 mT indicating that the magnetization is dominated by low-coercivity minerals (magnetite or maghaemite). Some IRM curves also show a small high-coercivity fraction which however does not represent more than 5–10 % of the remanence, which is most probably haematite. The S-ratio values range between 0.91 and 1.0, also showing the dominance of low-coercivity minerals in the remanence (Table 5.III).

Figure 5.13 (a–c) shows some representative thermomagnetic curves of experimental samples.  $T_{Cs}$  ranged between 580 °C and 615 °C (Fig. 5.13a–c), indicating that maghaemite or *partially maghaemitized* magnetite is the main magnetic mineral. In some experimental samples the presence of haematite with  $T_C \sim 675$  °C was also observed (Fig. 5.13c). In the experimental samples, fully reversible behaviour (coincidence between heating and cooling cycles) was not observed, regardless of whether they were experimentally heated once or twice (Fig. 5.13a–c). Most likely, this is due to the fact that one-two heating cycles generally are not enough to stabilize the magnetic properties of baked clay materials (Kostadinova-Avramova and Kovacheva, 2013).

Analyses of the hysteresis parameter ratios are shown in Fig. 5.14. Unlike the archaeological set, the collection of experimental pots (including Vessel 10) is better clustered and plot closer to the single-domain (SD) like behaviour. That granulometric homogeneity in the experimental sample set can be explained because the clay material used was the same for all the pots and the heating conditions were rather similar.

### 4.1.2 ARCHAEOLOGICAL SAMPLES

The Koenigsberger ( $Q_n$ ) values of the archaeological samples range between 0.88 and 24 (mostly  $>1$ ) indicating that the magnetization is most probably of thermal origin as observed in the experimental sample set (Fig. 5.11). The archaeological samples exhibit lower susceptibility values than the experimental collection but in general, the  $Q_n$  ratios are similar to those reported in other studies with analogous materials (e.g. Gómez-Paccard *et al.*, 2012; Carrancho *et al.*, 2016; Schnepf and Brüggler, 2016). Interestingly, somewhat higher  $Q_n$  ratio values are observed in the Chalcolithic than in the Neolithic set, suggesting that the magnetization is more efficiently recorded in the youngest samples.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

As in the experimental pottery, the IRM acquisition curves of archaeological samples are saturated around 150–300 mT, indicating that the remanence is dominated by low coercivity minerals (Fig. 5.12). Their S-ratio values range from 0.91 to 1.0 (Table 5.III).

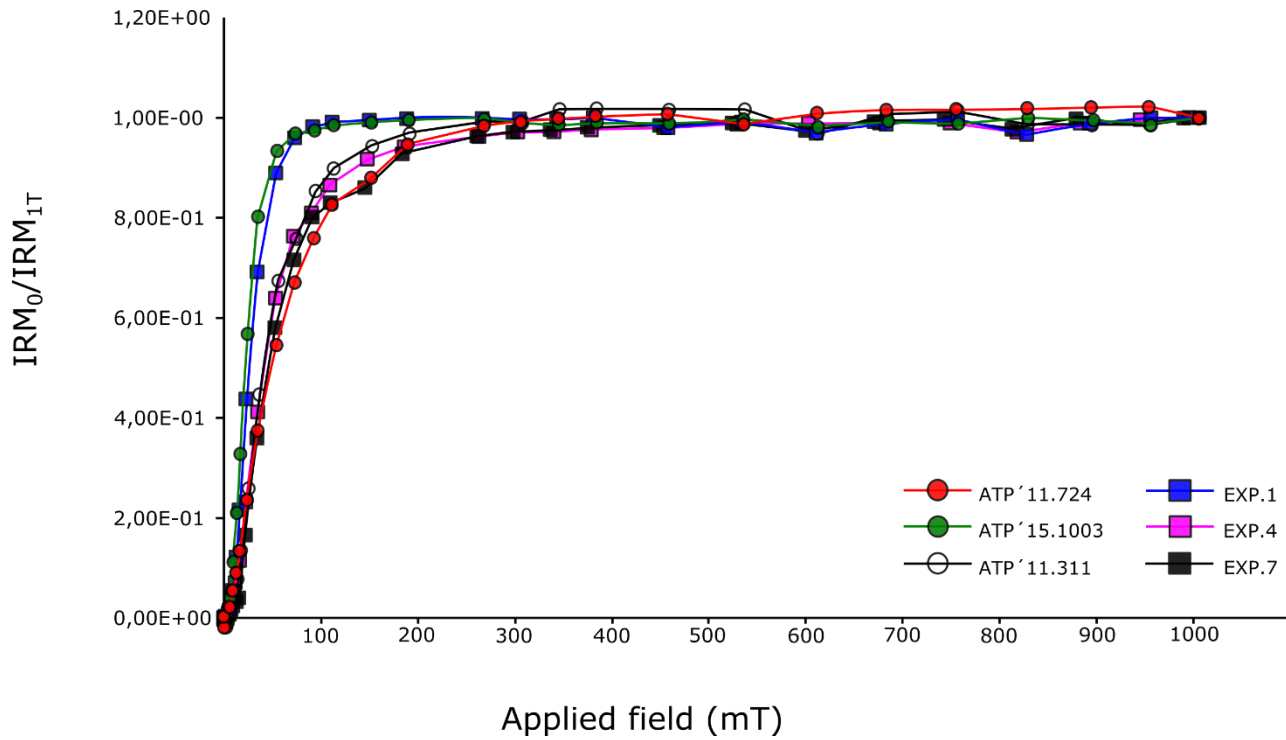


Figure 5.12: Normalized IRM acquisition curves up to 1 T for representative archaeological (circles) and experimental (squares) pottery samples.

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

	SAMPLES	Ms (Am <sup>2</sup> /kg)	Mrs (Am <sup>2</sup> /kg)	Bc (mT)	Bcr (mT)	Mrs/Ms	Bcr/Bc	S- ratio	Tc (°C)	
ARCHAEOLOGICAL	ATP'07.38	5.72E-01	1.29E-01	10.24	23.61	0.23	2.31	1.00	593	
	ATP'07.69	7.16E-01	2.43E-01	20.01	38.87	0.34	1.94	0.97	553	
	ATP'07.134	7.76E-02	1.07E-02	7.76	34.25	0.14	4.41	0.97	573	
	ATP'11.60	3.35E-01	6.71E-02	8.06	19.46	0.20	2.40	0.98	553	
	ATP'11.121	3.12E-01	6.60E-02	8.09	16.66	0.21	2.06	0.97	567	
	ATP'11.185	2.28E-02	5.82E-03	20.90	54.31	0.26	2.60	0.99	606	
	ATP'11.195	9.07E-02	1.61E-02	10.28	40.21	0.18	3.91	0.99	547	
	ATP'11.311	1.77E-01	3.75E-02	9.19	31.40	0.21	3.42	0.98	580	
	ATP'11.434	4.66E-01	1.14E-01	12.18	25.44	0.24	2.09	1.00	607	
	ATP'11.489	6.23E-02	1.28E-02	11.53	33.83	0.21	2.93	1.01	560	
	ATP'11.724	3.03E-01	9.05E-02	17.75	42.82	0.30	2.41	0.98	560	
	ATP'11.798	2.80E-01	6.75E-02	10.56	26.82	0.24	2.54	0.93	547	
	ATP'11.871	4.57E-01	1.20E-01	11.16	23.74	0.26	2.13	0.91	530	
	ATP'12.103	3.01E-01	1.06E-01	25.25	51.10	0.50	2.02	0.99	574	
	ATP'12.184	2.05E+00	6.09E-01	16.97	32.24	0.30	2.02	1.00	605	
	ATP'12.1150	7.23E-01	2.22E-01	19.68	38.00	0.31	1.93	1.00	614	
	ATP'12.1396	5.00E-01	1.13E-01	8.93	19.23	0.22	2.15	0.99	590	
	ATP'14. 728	1.56E-01	2.22E-02	6.44	17.14	0.14	2.66	1.00	575	
	ATP'14.942	2.84E-01	4.01E-02	6.08	19.74	0.14	3.24	0.96	560	
	ATP'15.91	1.57E+00	2.21E-01	7.74	30.99	0.14	4.00	1.00	554	
	ATP15.539	8.82E-02	2.05E-02	9.75	19.21	0.23	1.87	0.99	560	
	ATP'15.633	1.11E-01	1.80E-02	7.58	21.10	0.16	2.78	0.99	560	
	ATP'15.699	4.73E-01	1.11E-01	12.42	27.59	0.23	2.22	0.96	575	
	ARP'15.709	2.92E-01	4.40E-02	5.81	14.00	0.15	2.41	0.99	570	
	ATP'15.1002	2.05E-01	3.00E-02	6.44	21.42	0.15	3.33	0.99	565	
	ATP'15.1003	6.38E-02	9.40E-03	6.87	17.17	0.15	2.50	1.00	572	
	EXPERIMENTAL	Exp.1-1	1.74E+00	3.15E-01	9.89	18.31	0.18	1.85	0.99	585
		Exp.1-2	1.14E+01	2.14E+00	9.84	17.63	0.19	1.79	1.00	605
Exp.2-1		1.24E+00	3.56E-01	12.94	21.02	0.29	1.62	0.99	595	
Exp.2-2		7.75E+00	2.27E+00	12.89	20.31	0.29	1.58	1.00	610	
Exp.3-1		1.45E+00	4.43E-01	13.03	20.77	0.31	1.59	0.99	612	
Exp.3-3		6.57E+00	2.01E+00	13.37	21.66	0.31	1.62	1.00	615	
Exp.4-1		1.91E+02	5.16E+01	17.08	30.18	0.27	1.77	0.97	610, 665	
Exp.4-2		4.61E+00	1.31E+00	12.48	20.88	0.29	1.67	0.99	620	
Exp.5-1		1.31E+00	2.62E-01	10.49	19.21	0.20	1.83	1.00	610	
Exp.5-2		5.86E+00	1.01E+00	9.71	18.56	0.17	1.91	0.95	595	
Exp.6-1		1.58E+00	4.60E-01	11.80	18.91	0.29	1.60	0.99	612	
Exp.6-2		7.90E+00	2.27E+00	12.03	19.63	0.29	1.63	1.00	615	
Exp.7-1		1.63E-01	4.71E-02	18.64	34.51	0.29	1.85	0.97	620,665	
Exp.7-2		4.39E+00	1.21E+00	13.19	21.48	0.28	1.63	0.98	616	
Exp.9-1		5.36E-01	1.67E-01	15.08	25.11	0.31	1.67	0.99	615	
Exp.9-3		3.19E+00	9.48E-01	14.20	23.67	0.30	1.67	0.99	613	

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

	SAMPLES	Ms (Am <sup>2</sup> /kg)	Mrs (Am <sup>2</sup> /kg)	Bc (mT)	Bcr (mT)	Mrs/Ms	Bcr/Bc	S- ratio	Tc (°C)
EXPERIMENTAL VESSEL 10	Exp.10 (0-0.5)	1.19E+01	2.85E+00	12.55	22.61	0.24	1.72	1.00	612
	Exp.10 (0.5-1)	1.09E+01	2.93E+00	13.32	22.42	0.27	1.68	1.00	604
	Exp.10 (1-1.75)	1.33E+01	3.56E+00	13.38	22.55	0.27	1.69	1.00	606
	Exp.10 (1.75-2.25)	9.95E+00	2.96E+00	13.88	22.80	0.30	1.64	0.99	610
	Exp.10 (2.3-3)	9.89E+00	2.83E+00	13.67	22.44	0.29	1.64	1.00	605
	Exp.10 (3-3.6)	1.09E+01	3.01E+00	13.90	22.90	0.28	1.65	1.00	605
	Exp.10 (3.6-4)	1.34E+00	3.65E-01	13.76	23.80	0.27	1.73	1.00	608
	Exp.10 (4-4.7)	1.24E+00	3.77E-01	15.48	25.38	0.30	1.64	0.99	604
	Exp.10 (4.7-5.5)	1.27E+00	3.88E-01	16.49	27.23	0.31	1.65	1.00	604
	Exp.10 (5.5-6.3)	1.18E+00	3.58E-01	17.00	28.45	0.30	1.67	1.00	610
	Exp.10 (6.3-7)	6.75E-01	2.12E-01	17.82	29.52	0.31	1.66	0.99	604
	Exp.10 (7-7.5)	6.41E-01	2.08E-01	19.97	33.82	0.32	1.69	0.99	608
	Exp.10 (7.5-8.2)	1.02E+00	3.08E-01	17.49	28.96	0.30	1.66	0.99	612
	Exp.10 (8.2-9)	1.37 E+00	3.90E-01	14.93	25.46	0.28	1.71	1.00	604

Table 5.III: Magnetic parameters analysed in archaeological and experimental potteries including Vessel 10. From left to right: Ms (saturation magnetization), Mrs (remanent saturation magnetization), Bc (coercive force), Bcr (remanent coercive force), S-ratio (Bloemendal *et al.*, 1992) and TC (Curie temperature).

Representative thermomagnetic curves of archaeological pieces indicate that the dominant ferromagnetic phase is Ti-low titanomagnetite with T<sub>c</sub> around 580 °C (Fig. 5.13d-f). However, occasionally in some samples T<sub>cs</sub> of between 580 °C and 615 °C have been observed (Fig. 5.13f). This is again indicative of maghaemite or *partially maghaemitized* magnetite, as has already been reported in archaeological materials (e.g. Carrancho *et al.*, 2009; Gómez-Paccard *et al.*, 2012). Around 54 % of the archaeological samples are very or highly reversible (Fig. 5.13d and f), whereas the others are clearly irreversible (Fig. 5.13e).

As for the domain-state (granulometry) variations, all archaeological samples plot in the pseudo-single domain (PSD) area in the Day plot, with interesting variations between them (Fig. 5.14). The dispersion of the archaeological samples suggests a wider distribution of magnetic grain sizes, probably due to a variation in the relative contribution of superparamagnetic (SP) magnetite particles (Dunlop, 2002; Lanci and Kent, 2003). Within this variability, the Neolithic samples are slightly coarser than the Chalcolithic samples.



5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

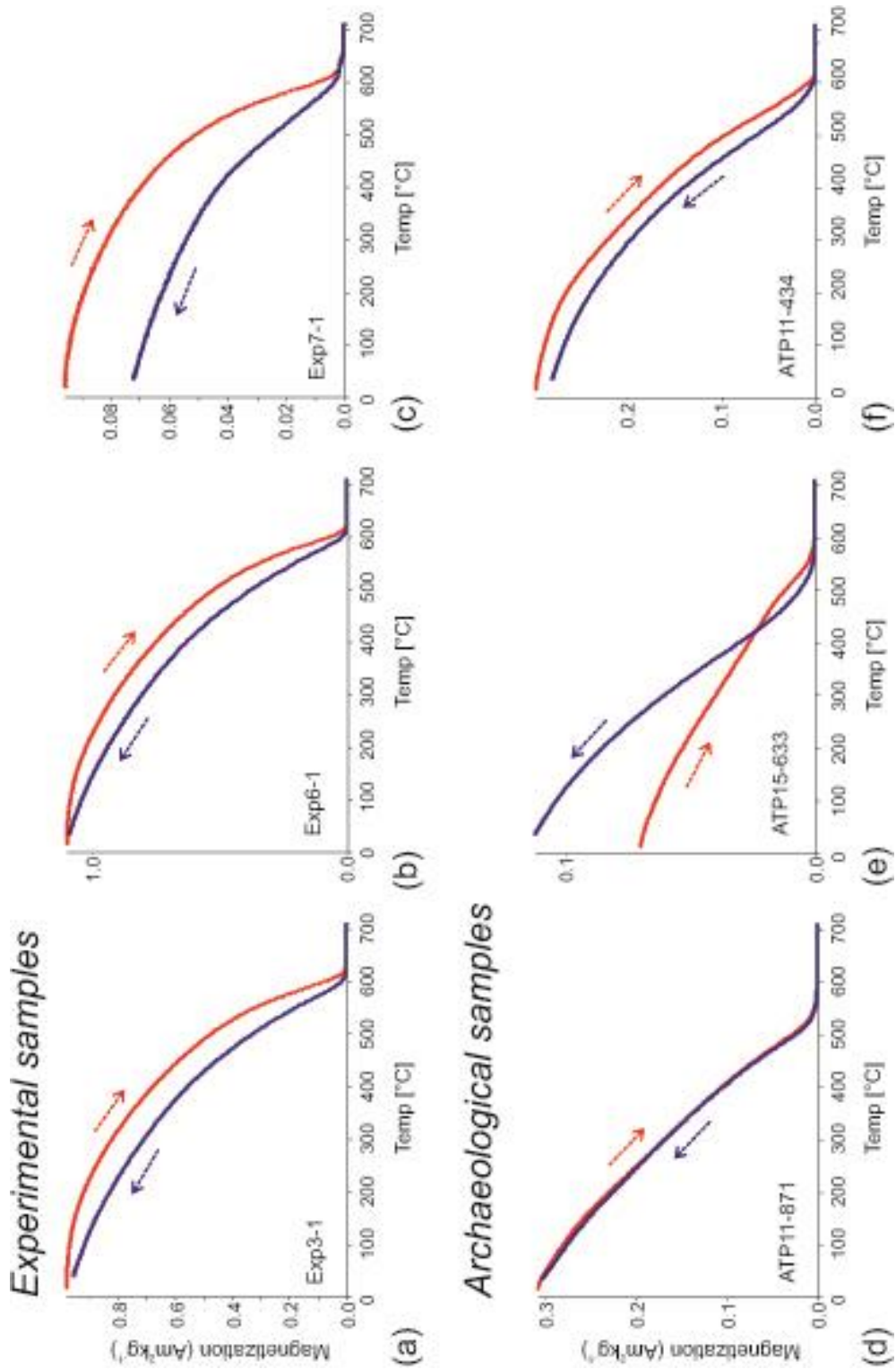


Figure 5.13: Representative thermomagnetic curves (magnetization vs. temperature) for (a-c) experimental and (d-f) archaeological potteries. Heating (cooling) cycles are plotted in red (blue) with their respective arrows.

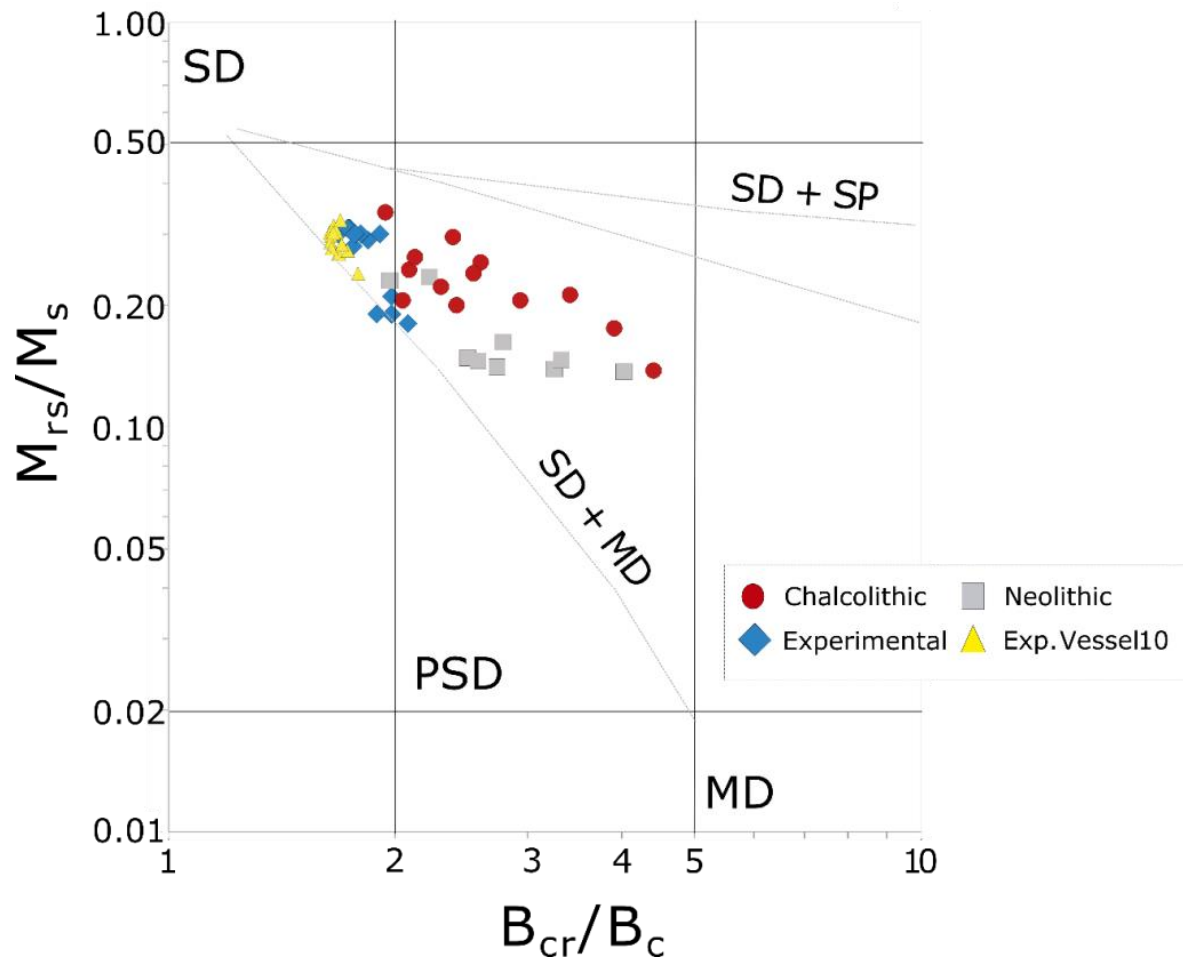


Figure 5.14: Day plot of hysteresis ratios for the archaeological and experimental collections. Dashed lines indicate the mixing trend lines determined by Dunlop (2002) for magnetite. SD (single-domain), PSD (pseudo-single domain), MD (multidomain) and SP (superparamagnetic).

## 4.2 DIRECTIONAL STABILITY OF NRM

### 4.2.1 EXPERIMENTAL SAMPLES

Initial NRM intensities in the experimental samples lie between  $8.82 \times 10^{-4}$  and  $1.38 \times 10^{-2} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$  and susceptibility oscillates between  $3.35 \times 10^{-6}$  and  $3.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ . Figure 5.15 shows representative examples of the experimental samples showing two distinctive palaeomagnetic behaviours. These will be referred to as *Type 1* and *Type 2*, as described below and illustrated in figure 5.15 (more examples in Annex C). Samples exposed to a single high-temperature firing in the kiln ( $>600\text{--}700 \text{ }^\circ\text{C}$ ) exhibit a single and stable magnetic component that points to the North and passes through the origin of the diagram (*Type 1*) (Fig. 5.15a–b). By contrast, samples that underwent a second heating at lower temperatures ( $<450 \text{ }^\circ\text{C}$ ) display a multicomponent NRM structure (*Type 2*) (Fig. 5.15c–d). To separate the secondary magnetic components and to estimate the re-heating

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

temperatures, we followed the approach adopted by Cioni *et al.* (2004), taking into consideration possible overlappings in the multicomponent (*Type 2*) diagrams. We assume that the range of  $T_b$  max has boundaries defined by the highest temperature point that lies on the p-TRM component segment and the lowest on the HT component. In general, *Type 2* experimental samples show an intermediate normal polarity palaeomagnetic component intersecting with the HT component in a range distributed between 300 °C and 500 °C (Fig. 5.17). We interpret this component as a partial thermoremanence (p-TRM) whose intersection with the HT component would indicate the maximum temperature of the second (last) heating reached by these pieces. Finally, *Type 2* samples exhibit a HT component isolated in the range of 400-600 °C (component “B” in Fig. 5.15c–d). This HT component corresponds to the first (manufacture) firing of the pottery in the kiln at over 600°C. The experimental samples also exhibit a secondary viscous component clearly visible in *Type 2* samples with a max  $T_{UB}$  of around 200 °C (labelled as “A” in Fig. 5.15c–d). That VRM overprint must also be present in *Type 1* samples but it is much more difficult to visually separate it because it lies on the same direction than the primary component (Fig. 5.15a–b).

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

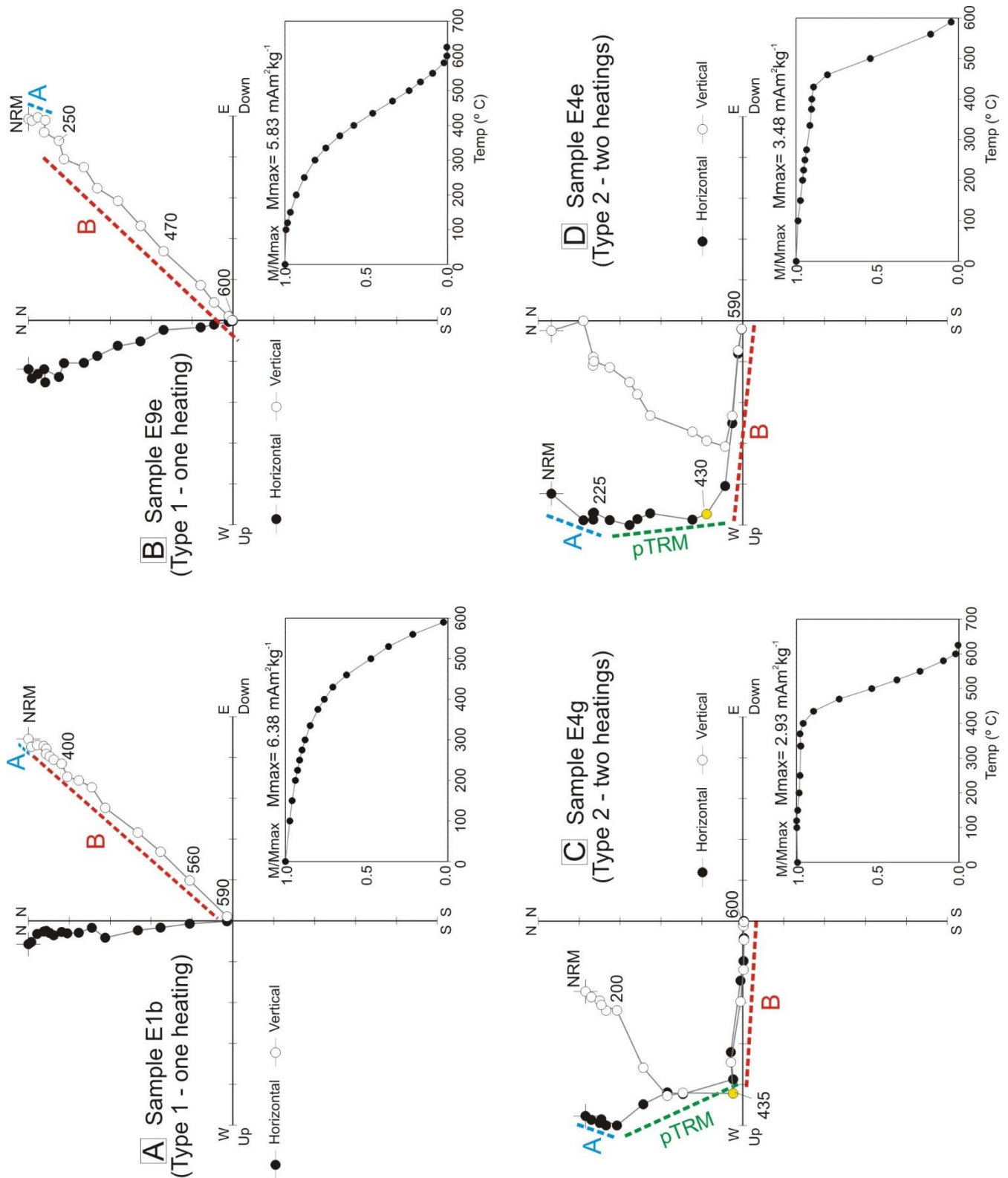


Figure 5.15 Representative orthogonal NRM demagnetization plots of experimental vessels. A-B: Type 1 specimens. C-D: Type 2 specimens. Solid (open) circles show projections of vector endpoints onto the horizontal (vertical) plane in geographic coordinates). The sample code, intensity (NRM) and normalized demagnetization spectra are shown for each sample. A = viscous component. pTRM = partial thermoremanence. B = High temperature component. More examples in Annex C.

### 4.2.2 ARCHAEOLOGICAL SAMPLES

In the case of the archaeological samples, initial NRM values range between  $4.74 \times 10^{-5}$  and  $5.28 \times 10^{-3} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ , while magnetic susceptibility varies between  $8.37 \times 10^{-7}$  and  $1.03 \times 10^{-4} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ . As noted before, the Chalcolithic collection exhibits higher NRM values than the Neolithic sample set resulting in distinctive  $Q_n$  ratio values (Fig. 5.11).

Thermal demagnetization of the NRM of the archaeological samples showed two different palaeomagnetic behaviours (*Type 1* and *Type 2*) similar to those observed in the experimental samples (Fig. 5.16a–d, more examples in Annex C). All archaeological samples exhibit a secondary palaeomagnetic component most likely of viscous origin generally cancelled at around 200-250 °C (Component "A" in Fig. 5.16). *Type 1* samples (Fig. 5.16a–b), are characterized by a single and stable palaeomagnetic component that passes through the origin of the Zijderveld diagrams, similarly to the *Type 1* experimental samples (Fig. 5.15a–b). *Type 2* samples (Fig. 5.16c–d) show an intermediate palaeomagnetic component with an intersection range with the HT component distributed between 350 °C and 550 °C (Fig. 5.17), in good concordance with *Type 2* experimental samples (Fig. 5.15c–d). Taking into account the experimental results as well, this intermediate component in the multicomponent *Type 2* diagrams is interpreted as a partial thermoremanence (p-TRM), whose intersection range with the HT component would indicate the maximum temperature reached during their last heating (after initial firing during manufacture). This p-TRM was observed in 67 % of the archaeological samples studied. Finally, *Type 2* samples exhibit a high temperature component isolated in the 400-600 °C temperature range (component "B" in Fig. 5.16c–d). This high temperature component was recorded during firing (elaboration) of the pottery in the kiln with temperatures of over 600 °C. This dual behaviour in the structure and stability of the NRM of the archaeological pottery samples could therefore be related to their manufacture (*Type 1* diagrams) and to cooking-related re-heating events in the past (*Type 2* diagrams).

The maximum re-heating temperatures inferred from the intersection range between the p-TRM and the HT component in the archaeological *Type 2* specimens range between ca. 350 °C and 550 °C whereas in the experimental *Type 2* pottery vessels the range is between ca. 300 °C and 500 °C (Fig. 5.17). Within their variability, these ranges are rather similar so no significant differences in the re-heating temperatures can be determined between both sets. When comparing the Chalcolithic and Neolithic samples, no differences are observed either (Fig. 5.17).

5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

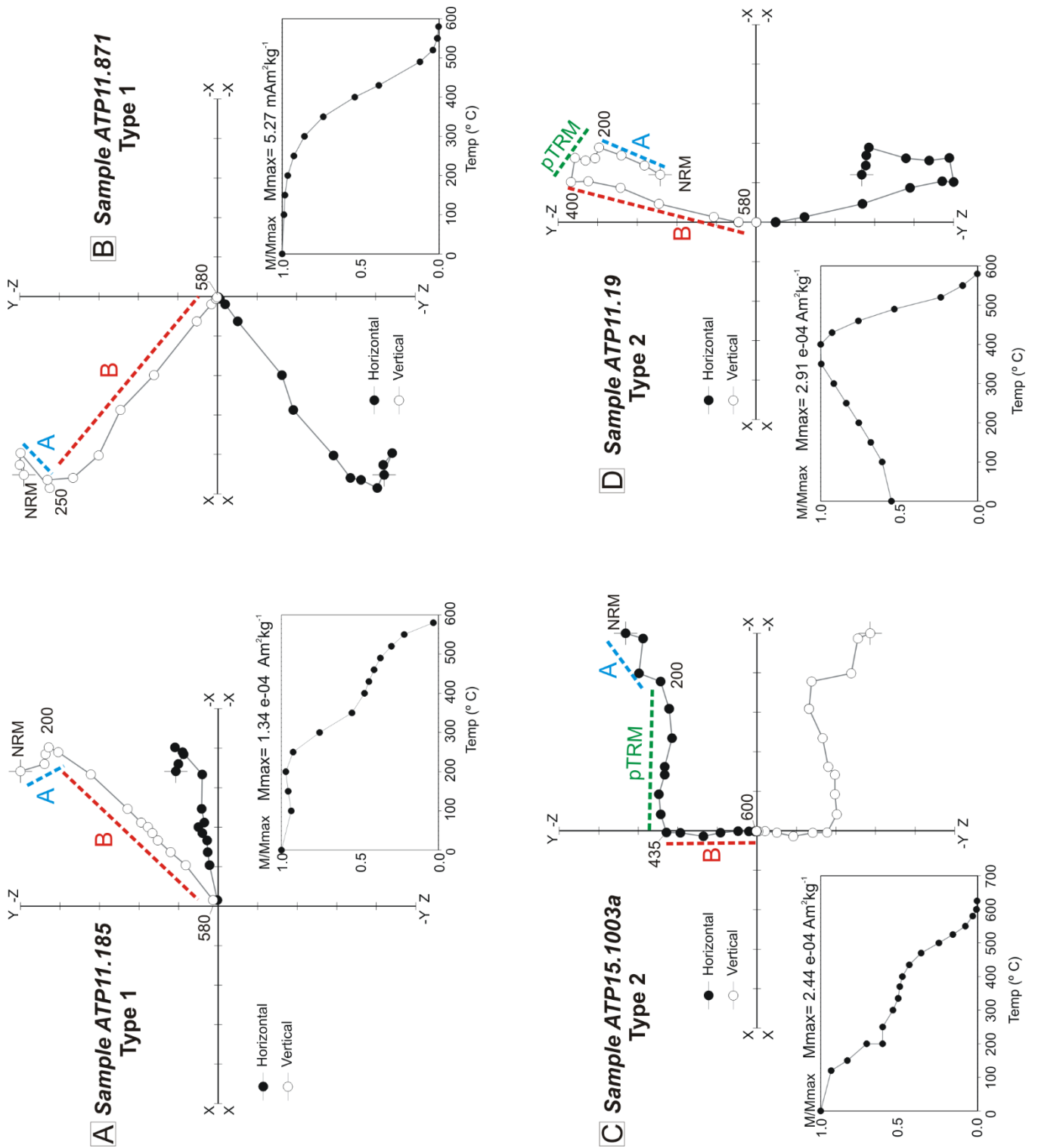


Figure 5.16: Representative orthogonal NRM demagnetization plots of archaeological potteries. A-B: Type 1 specimens. C-D: Type 2 specimens. Plots are in specimen coordinates (they were unoriented). Symbols are as in Fig. 5.15. More examples in Annex C.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

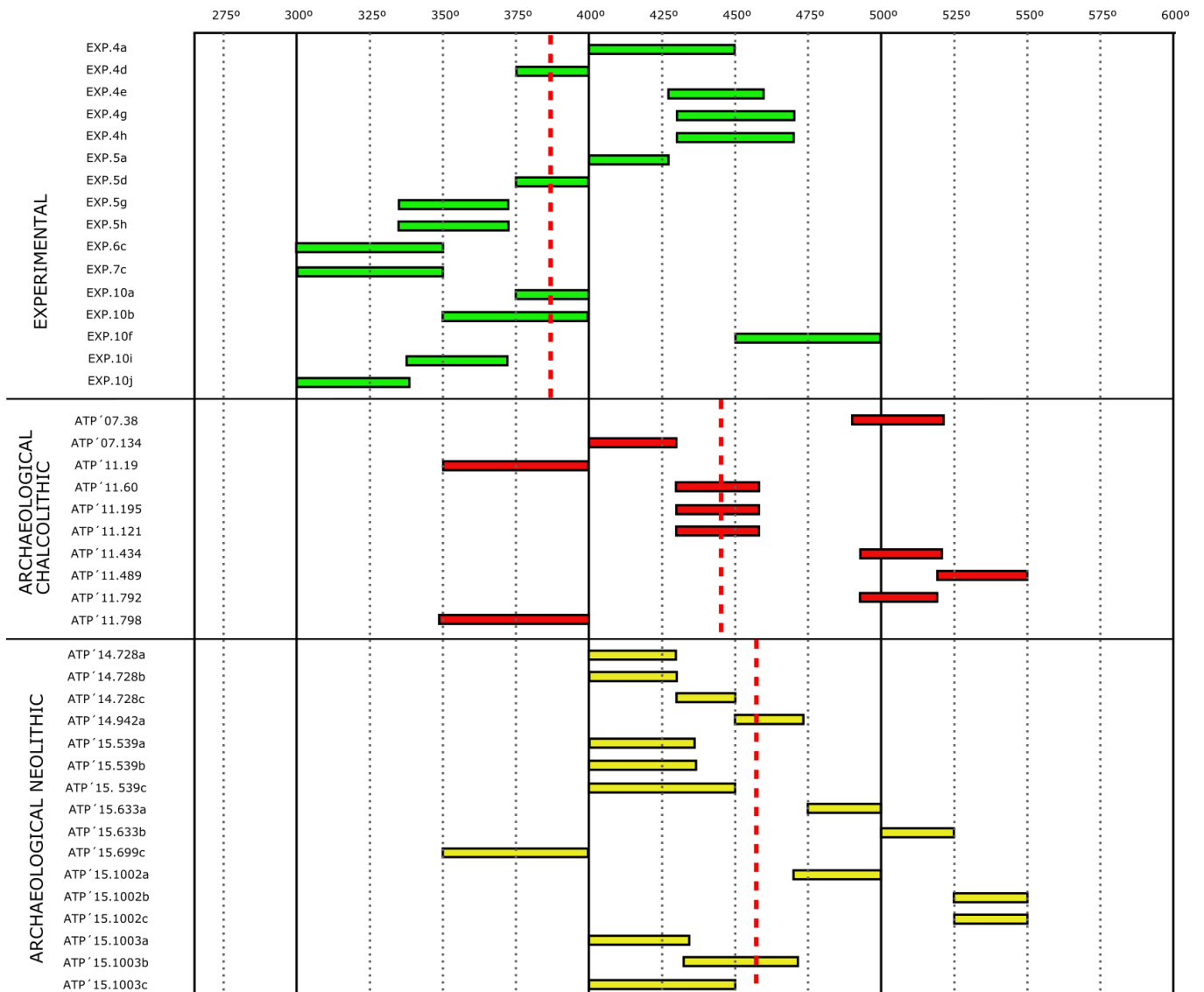


Figure 5.17: Range of maximum re-heating temperatures inferred from the intersection between the last point of the p-TRM and the first point of the HT component for experimental and archaeological Type 2 multicomponent samples (Chalcolithic and Neolithic). Mean value of each set (red dashed line) is shown. Sample code and cultural adscription are also shown.

### 4.3 ARCHAEOMAGNETIC PROFILE OF AN EXPERIMENTAL POTTERY VESSEL

Experimental Vessel 10, which was heated twice, was studied in detail analysing the magnetic properties and the TH demagnetization of the NRM throughout the entire profile (Fig. 5.18). In the first firing (manufacture) at over 600 °C, it was placed face down in the kiln, acquiring a full TRM. Subsequently, in the second heating it was placed face up to heat

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

water, with the base positioned directly on the embers of a hearth (Fig. 5.10c) at temperatures of ca. 400 °C (Fig. 5.10c and Chapter 3, Fig. 3.6c).

The thermomagnetic curves indicate that the main magnetic carrier is a phase with a  $T_c$  of up to 600–610 °C. This is most probably maghaemite, identified in all the samples from the vessel (Fig. 5.17a and c). This vessel, like the other experimental samples, is dominated by small PSD grains close to SD (Fig. 5.14). It is worth noting that below the uppermost 3.5 cm of the vessel, a decrease of around one order of magnitude in the intensity of magnetization is observed. This can be seen in Figure 5.18d, which shows in detail the magnetization values at room temperature ( $J_{30}$ ) of the heating cycles of all thermomagnetic curves analysed. This variation in intensity is also visible in the two representative thermomagnetic curves from the upper and lower part of the vessel respectively (Fig. 5.18a and c). This intensity pattern in depth can be related with the different temperatures attained in each heating. The decreasing in the measured intensity observed only for the lower part of the vessel suggests that from the mineralogical point of view, the first heating produced much more ferrimagnetic (s.s.) minerals than the subsequent re-heating.

As for the NRM directional structure, both of the NRM patterns previously described were observed. All samples display a secondary VRM component (<150–200 °C) difficult to distinguish as its direction cannot be visually differentiated from the TRM or p-TRM component (component A; Fig. 5.18a-c). Samples from the upper half of the vessel recorded a univectorial (*Type 1*), highly magnetic and stable NRM structure (Fig. 5.18a), as might be expected in a material heated to high temperature potentially recording a TRM. Nevertheless, samples from the lower half (the area that was in contact with the embers in the second heating) exhibit two different palaeomagnetic components, as in *Type 2* samples; first, a normal polarity component (p-TRM) with an intersection range with the high temperature (HT) component of between 300–500 °C (Fig. 5.18b-c and Fig. 5.17) and second, a HT component going towards the origin (component B in Fig. 5.18b and c). This HT component is the one recorded in the first experimental firing (*Type 1*; Fig. 5.18a).



5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

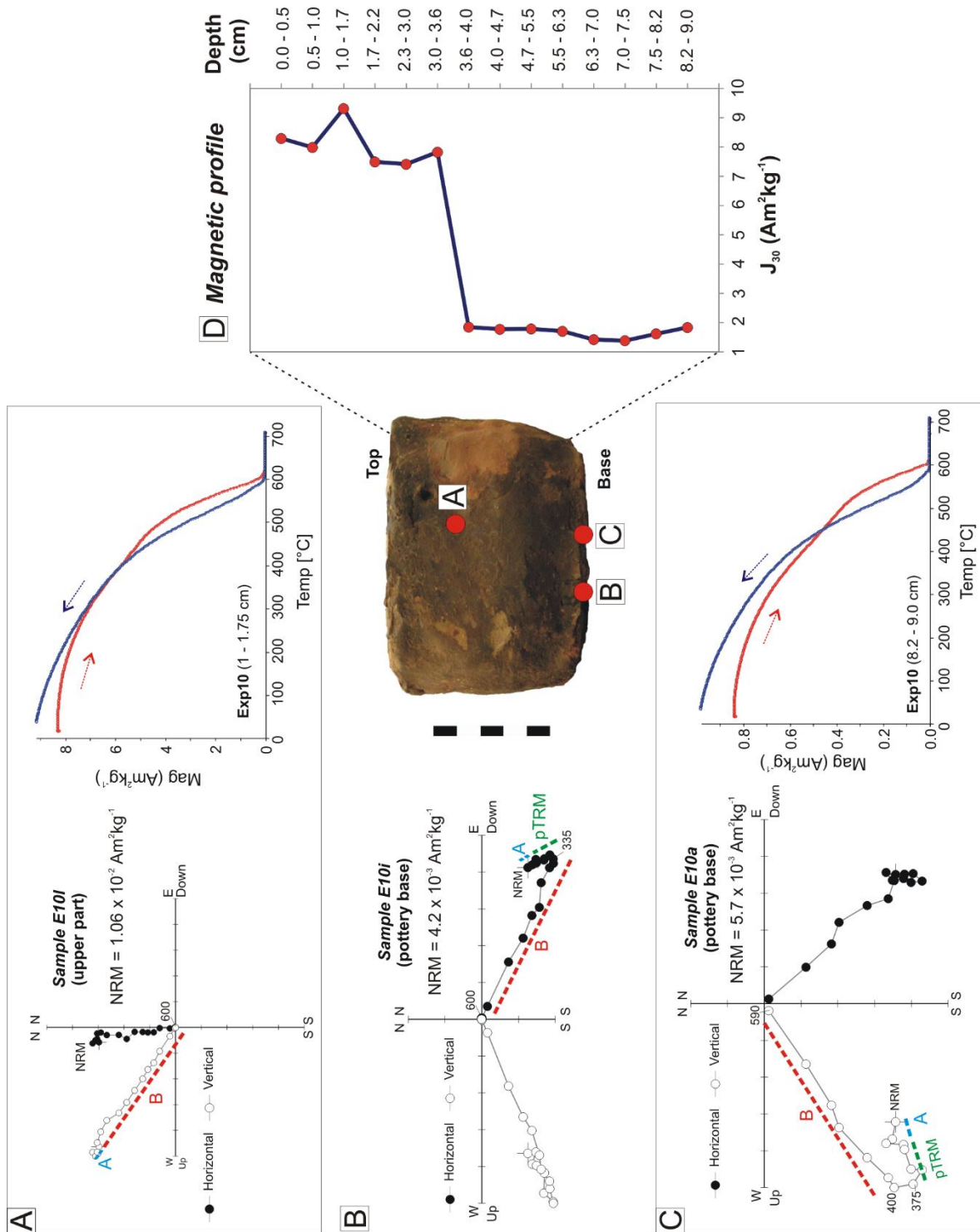


Figure 5.18: Archaeomagnetic analysis of Experimental Vessel 10. A: Sample from the upper half originally heated  $>600^{\circ}\text{C}$ . B-C: Samples from the base heated  $<400^{\circ}\text{C}$  in the second re-heating. Each sample shows a thermal NRM demagnetization plot and a thermomagnetic curve. Symbols are as in Fig. 5.15 and 5.16. D: Variation of the magnetization intensity ( $J_{30}$ ) from the top to the base of the pottery. See text for explanation.

## V. DISCUSSION

### 5.1 NRM DIRECTIONAL STABILITY

The identification of partial thermoremanences (p-TRMs) by thermal demagnetization of the NRM to infer re-heating palaeotemperatures is not new in the palaeomagnetic literature but has been explored very little in archaeological pottery. Cioni *et al.* (2004) studied roof tiles from Roman buildings destroyed by the 79 AD eruption of Mount Vesuvius, while Tema *et al.* (2013, 2015) studied ceramic fragments covered with volcanic deposits at Santorini island. Similar approaches were applied by Zanella *et al.* (2007) and Di Vito *et al.* (2009) in archaeological baked clays. However, in most of these cases pottery was embedded in pyroclastic flows and the estimated palaeotemperatures actually correspond to the deposition temperatures of the flows. Unlike those studies, performed in volcanic contexts, our study refers exclusively to an archaeological context where the estimated temperatures reached by vessels are exclusively due to anthropic uses. Moreover, our approach is methodologically different to that proposed by Rasmussen *et al.* (2012) and followed by others (e.g. Kostadinova-Avramova *et al.*, 2018; Jordanova *et al.*, 2019) who infer maximum heating temperatures of archaeological pottery by calculating the first derivative of magnetic susceptibility. While this information is of great interest, it is different to that obtained in our study. The aim of our analysis is to determine the last re-heating temperature but also, more interestingly, to correlate such information with the possible function of the ancient vessels. Determining the functionality of ceramic assemblages is archaeologically very important because it provides information on the domestic activities performed by human groups in the recent past.

Pottery remains have the advantage of being highly magnetic, relatively easy to measure and their study can provide valuable archaeological and geophysical information. Because they are “*ex situ*” materials (they generally do not preserve the original position in which they were fired or last heated), they cannot be used for reconstructing the directional variations of the geomagnetic field. However, they can be used for archaeointensity determinations. Pots fired at high temperatures during their manufacture ( $>600$  °C), record a stable and univectorial magnetic component potentially carrying a TRM. If the vessel undergoes one or more re-heatings above its  $T_C$ , it will reset any previous magnetization. However, if the vessel undergoes a later re-heating at lower temperatures than the manufacture firing, below the  $T_C$ , a p-TRM will be recorded that is recognizable through the progressive thermal demagnetization of the NRM (*Type 2* diagram). This reheating will correspond to the last recorded palaeomagnetic component (excluding the viscous

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

magnetization) and the temperature interval defined by the intersection range of the p-TRM and the high temperature component will define the maximum last re-heating temperature. The maximum re-heating temperatures identified here range from ca. 350 °C to 550 °C for the archaeological potsherds and from ca. 300 °C to 500 °C for the experimental pots (Fig. 5.17). The experimental recreation has reproduced similar palaeomagnetic components to those observed in the archaeological samples. While it is true that the maximum re-heating temperatures of the experimental vessels are not as high as in the archaeological samples, they accord well with the temperature range recorded in the embers of the second experimental heating, which did not exceed 400–450 °C (Fig. 3.6b and Fig. 5.17).

As far as the applicability of the method is concerned, it must be noted that the determination of the last re-heating temperature is only valid at a specific range of temperatures and also subject to certain methodological requirements. Its minimum and maximum temperature thresholds depend on factors such as the age of the material, existing ferromagnetic mineralogy or its dominant domain state (e.g. non-interacting SD or small PSD particles are particularly appropriate). As a minimum threshold, it is generally difficult to be precise at <150–200 °C. Although heating <200 °C is usually not enough to cause a significant magnetic enhancement (Tema and Ferrara, 2019), heating <200 °C is problematic to determine because it would be basically indistinguishable from the viscous remanent magnetization (VRM) contribution (e.g. Pullaiah *et al.*, 1975). VRM is a logarithmic time-dependent secondary magnetization which may partially superimpose on the primary magnetization (the last heating). Considering the age of the archaeological remains analysed (ca. 4–6 millennia BP) and the fact that their main carrier is PSD magnetite, we can rule out the possibility that the maximum re-heating temperatures determined (Fig. 5.16) are due to a secondary viscous overprint (e.g. Pullaiah *et al.* 1975; Bardot and McClelland, 2000). The VRM observed in the experimental samples with max  $T_{UB}$  of up 200–225 °C (Fig. 5.15) is not negligible considering that these ceramics are 3–4 years old and most of them were measured only a few months after the experiment. This perhaps might be due to the efficiency of VRM acquisition of maghaemite (main carrier), but it goes beyond the scope of this article. Anyway, three different palaeomagnetic components are clearly observed in *Type 2* samples (Fig. 5.15 and 5.16c-d; Annex C) and the possibility that such NRM structure is due to a strong overlapping in the demagnetization spectrum can be reasonable excluded.

On the other hand, the maximum temperature threshold would be no greater than the  $T_C$  of the main magnetic carrier (e.g. 580 °C for magnetite [Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>] or 675°C for haematite [αFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]). Therefore, this approach is only useful in the range comprised between ~200 °C

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

(lower limit) and 580 °C or 675 °C (upper limits), depending on the main magnetic carrier. Any heating >600-700 °C cannot be determined with this method as a re-heating at such high temperatures would reset the magnetic signal. For higher temperatures like those obtained in pottery production (usually >600 °C), other magnetic approaches as the aforementioned “magnetic susceptibility method” (Rasmussen *et al.*, 2012) may help determining the maximum heating temperature reached.

Another important factor to reliably determine the last re-heating temperature with this approach has to do with the assessment of the domain states (granulometry) of the ferromagnetic (*s.l.*) particles. It is known that the max.  $T_{UB}$  of SD particles  $\neq$  than that of MD ones (Dunlop and Özdemir, 2000). Our Day plot (Fig. 5.14) shows that all the ceramics studied are, within their variability, closer to the SD than the MD area. In the experimental set this is especially clear and somewhat less in the archaeological ones, but also closer to the SD region. This is another argument indicating that our maximum re-heating temperatures cannot be much overestimated.

### 5.2 MAGNETIC RECORD AND INFERRED FUNCTIONALITY

The experiments carried out here provided a dual NRM structure behaviour observed in the archaeological pieces (univectorial *Type 1* vs multivectorial *Type 2* diagrams), relating it to the temperatures reached and their potential use as cooking pots. Based on our experimental results, the intermedium component identified as a p-TRM in some archaeological pieces (*Type 2* samples) could be interpreted as a component acquired during the last heating of the vessel in cooking activities or any domestic activity requiring mild heating. By contrast, in case of univectorial (*Type 1*) diagrams there are several options. The ceramic was only heated once during its manufacture (probable storage) or it was heated several times above  $T_C$  temperature. Moreover, considering the results obtained from the detailed study of vessel 10, the fragment could also come from the upper half of a large container whose magnetization was not affected by any re-heating. Distinguishing the functionality in univectorial (*Type 1*) cases is not straightforward but considering that we are dealing with prehistoric pottery assemblages, high-temperature (>  $T_C$ ) re-heatings are highly unlikely.

The occasional identification of maghaemite in some archaeological and most experimental pots indicates some type of secondary (chemical or thermochemical) remanence. Maghemite can exist in two forms - unstable or stable toward heating (e.g.

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

Özdemir and Banerjee, 1984) and in our case is most probably unstable. The cooling cycles of the thermomagnetic curves mainly of the experimental samples (Fig. 5.13a-c) are less magnetic than the heating ones probably by the neoformation of some haematite. A remanence which is not thermal in origin such as a CRM, acquired either by nucleation and growth to a stable blocking volume or through alteration of an existing magnetic phase (Dunlop and Özdemir, 1997) and probably (much) time after the last heating, may imply that the determination of re-heating temperatures may not be reliable. Part of the  $T_B$  spectrum would be thermal and part chemical not demagnetizing completely until the Curie temperature of the main magnetic carrier (Carrancho and Villalaín, 2011). Alternatively, the observed maghaemite may well correspond to a TCRM, defined as the magnetization acquired under the simultaneous influence of chemical change or volume growth during the cooling process below the  $T_C$  (Dunlop and Özdemir, 1997). The fact that unstable maghaemite was identified in the experimental vessels (3-4 years old) proves that it was formed during the last cooling or shortly after being most probably a TCRM. This, together with the control of temperatures in the field as well as the identification of three clear different components (both in the experimental and archaeological sets), indicates that the determination of last re-heating temperatures can be considered as reliable.

The identification of (unstable) maghaemite also has implications for archaeointensity analyses. Potsherds can be reliable recorders of the geomagnetic field strength (e.g. Genevey *et al.* 2008; Goguitchaichvili *et al.*, 2012), and it is therefore important to ensure that the remanence is a TRM to avoid bias in the outcome of palaeointensity analyses. Although the goal of this study is not to obtain archaeointensity determinations, the fact that unstable maghaemite was identified in the experimental vessels could make them unsuitable palaeointensity field recorders. Instead, if the maghaemite was thermally stable carrying a TRM, they would be suitable for palaeointensity studies (e.g. Dunlop and Özdemir, 1997; Kostadinova-Avramova and Kovacheva, 2008).

No relationship was observed between thermomagnetic reversibility, NRM structure (*Type 1* vs *Type 2* samples) and temperatures reached, including in the experimental set which had temperature control. With some exceptions (Fig. 5.13d), almost all thermomagnetic curves analysed are irreversible, possibly because one-two heating cycles are not enough to stabilize the magnetic properties of these samples (e.g.: Kostadinova-Avramova and Kovacheva 2013) and other factors such as granulometric variations also plays a role (Dunlop and Özdemir, 1997). Although the reversibility of partial thermomagnetic curves has been applied as a method for inferring palaeotemperature (e.g. Hroudá *et al.*, 2003, Carrancho and Villalaín, 2011; Tema and Ferrara, 2019), thermal

## 5. ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICO DE CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES.

demagnetization of the NRM may offer additional information for inferring last re-heating temperatures in pottery.

The directional behaviour of samples from Experimental Vessel 10 reproduces the pattern relating NRM structure and temperatures reached. The area of the vessel exposed to the highest temperatures in the second heating (the base) recorded p-TRMs. Of course, when dealing with ancient ceramics where small ceramic fragments are usually collected, it is almost impossible to know their original position in relation to fire while at the same time it is also quite uncommon to recover a complete archaeological pot. Nevertheless, in most cases it is possible to identify by morpho-typological criteria from which anatomical part the piece comes (rim, base, etc.). Such information would be very important if we want to reliably determine its last re-heating temperature using the palaeomagnetic method. As long as there is a preselection of the material by the archaeologist, this approach is applicable for any prehistoric ceramic independently of its size. Fragments of the lower half (base) of the vessel should be preferentially analysed, because only such samples will be undoubtedly affected by a secondary (p-TRM) heating in cooking or other domestic mild heating uses. On the contrary, if the scope of our study is the archaeointensity determination, such pieces should be avoided as they may carry an important secondary magnetic component.

Although it lies outside the scope of this paper, we believe that the magnetic properties analysed here, related to thermochemical changes caused during or after heating processes, might also provide interesting information in ceramic research, such as the characterization and provenance of raw materials or the identification of different manufacture techniques (e.g. Karacic *et al.*, 2016, Keller *et al.*, 2005). Furthermore, determining the heating history of ceramic vessels with archaeomagnetic analyses might also help to understand and interpret better for example the organic residue analysis in pottery remains and the presence/absence of certain types of temperature-dependent organic residues, e.g: ketones (Correa-Ascencio and Evershed, 2014). It should also be taken into consideration that archaeomagnetic analyses expose the pottery samples to high temperatures (600–700 °C) and are therefore destructive. Organic residue sampling and analysis must therefore be performed on twin subsamples from the same pottery sample.





# **6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS**





### I. ESTUDIO DE LOS RESIDUOS

El estudio de los residuos orgánicos ha sido ampliamente utilizado para determinar el contenido de los recipientes arqueológicos (Condamin *et al.*, 1976, 1978; Patrick *et al.*, 1985; Evershed *et al.*, 1991; Malainey *et al.*, 1999a; Stern *et al.*, 2003; Evershed, 2008b; Stern *et al.*, 2008) o el uso de estos (Charters *et al.*, 1993, 1995, 1997; Evershed *et al.*, 1995; Raven *et al.*, 1997; Mottram *et al.*, 1999).

Este tipo de análisis se basan en los estudios que Condamin y colaboradores (Condamin *et al.*, 1976; Condamin y Formenti, 1978) realizaron a mediados de la década de los 70 del pasado siglo XX sobre la identificación de lípidos (aplicados en esos trabajos para la identificación de aceite de oliva) a través del Cromatógrafo de gases (GC). La materia orgánica que está en contacto con la superficie cerámica durante el uso está compuesta por lípidos, proteínas, hidratos de carbono y otros compuestos. Debido a que la superficie cerámica es porosa, estos restos se conservan en su interior. Algunos estudios se han basado en la recolección de restos visibles en el exterior de los recipientes, que eran “rascados” con un bisturí (Heron *et al.*, 1991). La forma más habitual de encontrar estos restos orgánicos es cuando quedan “atrapados” en el interior de la pasta cerámica.

Los residuos orgánicos quedan atrapados en el interior de la matriz arcillosa, y no se pueden distinguir de forma visual. En ocasiones se pueden observar en las paredes cerámicas superficies ennegrecidas que pueden ser producidas por la incrustación de comida durante su procesamiento. Estos residuos externos pueden fácilmente verse más afectados por los procesos contaminantes, diagenéticos o destruidos durante el lavado o el almacenamiento en bolsas de plástico. Al contrario, los compuestos absorbidos sobreviven mejor a este tipo de acciones (Reber y Evershed, 2004).

Dentro de los diferentes compuestos orgánicos, los lípidos son los que más ampliamente se han estudiado en el campo de la arqueología. Éstos tienen varias funciones en tejidos vivos, como almacenes energéticos (triglicéridos) y son el componente mayoritario de aceites vegetales y grasas animales (Heron y Evershed, 1993).

Durante el procesamiento y almacenamiento de la comida u otras sustancias (p.ej. alcoholes, aceite, etc.) en cerámicas, los restos orgánicos pueden quedar atrapados en

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

los poros de las paredes internas de las cerámicas, lugar en el que quedan protegidos del exterior. Por ello, además de por su higroscopía y su presencia casi constante en los productos animales, estos elementos pueden sobrevivir de manera apreciable en una cerámica arqueológica a través del tiempo (Condamin *et al.*, 1976; Reber y Evershed, 2004; Copley *et al.*, 2004).

Debido a su presencia en diferentes compuestos orgánicos (Evershed, 2008a), tanto de origen animal como vegetal, los lípidos se pueden hallar en sustancias como esteroides (colesterol o fitoesterol; Heron y Evershed, 1993), grasa de animales acuáticos (Copley *et al.*, 2004; Hansel *et al.*, 2004; Craig *et al.*, 2007, 2011; Cramp *et al.*, 2014a, 2014b), ceras y aceites vegetales (Evershed *et al.*, 1995; Copley *et al.*, 2001; Dunne *et al.*, 2016); betún y resinas (Regert *et al.*, 2003; Colombini *et al.*, 2005; Eerkens, 2005; Lucquin *et al.*, 2007; Connan *et al.*, 2013; Łucejko *et al.*, 2017), cera y miel de abejas (Heron *et al.*, 1994; Charters *et al.*, 1993; Regert *et al.*, 2003; Roffet-Salque *et al.*, 2015), alcoholes, etc. (más referencias Dunne *et al.*, 2018).

### 1.1 LOS LÍPIDOS

Los lípidos son moléculas orgánicas insolubles en agua, pero solubles en solventes no polares como cloroformo, hexano o metanol (Aillaud, 2002). Estos compuestos son esenciales en muchas de las funciones del organismo como combustible energético del organismo, material estructural de algunas membranas celulares o material aislante (en la capa subcutánea) (Koolman y Röhm, 2004; Nelson y Cox, 2009).

### 1.2 LOS ÁCIDOS GRASOS

Los ácidos grasos, también llamados n-alcenos, son cadenas del grupo carboxilo con grupos hidrocarbonados (-COOH) no ramificados. Se caracterizan por el número de C carbonos presentes en la cadena (de C<sub>4</sub> a C<sub>36</sub>, Nelson y Cox, 2009). Se encuentran en todos los organismos conformando las grasas y los lípidos de las membranas. Se nombran por el número de carbonos: C<sub>m,n</sub>, donde *m* es el número de átomos de carbono y *n* indica la presencia de dobles enlaces. Para indicar en qué posición se presenta ese doble enlace se añade Δ<sup>x</sup>, donde *x* indica la posición del doble enlace, que se encuentra entre los átomos *x* y *x*+1 (contando desde el último grupo carboxilo de la cadena) (Aillaud, 2002, Fig. 6.1).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Estructuralmente presentan dos partes: una apolar o hidrófoba, que rechaza solventes polares como el agua, pero interactúa bien con otros solventes como el cloroformo, hexano o metanol; y una parte polar o hidrófila, que puede asociarse con solventes polares. La región hidrófoba presenta las cadenas de carbonos unidos por enlaces de hidrógeno; en la parte polar se localiza el grupo el carboxilo (-COOH) (en otras formas de lípidos es donde se localiza la estructura característica como hidroxilo -OH en colesterol, o fosfato -PO<sub>4</sub><sup>-</sup> en fosfolípidos).

### 1.2.1 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS

Son los ácidos grasos que no contienen dobles enlaces entre las moléculas de carbono. Pueden diferenciarse formas de cadena corta o larga: (i) los ácidos grasos saturados de cadena corta son volátiles ( $\leq 11$  C); (ii) cadenas intermedias (12-14C) (iii) y los de cadena larga son más estables ( $\geq 15$  C) (Fig. 6.1a). La diferencia entre ellos reside en la ruta de síntesis que tienen y que va a determinar el número de moléculas de carbono presentes.

### 1.2.2 ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS

Están caracterizados por la presencia de al menos un doble enlace entre los átomos de carbono. Estos se pueden dividir en monoinsaturados, donde sólo hay un doble enlace, que generalmente se encuentra en  $\Delta^9$ ; y poliinsaturados, donde hay más de un doble enlace, y generalmente se encuentra entre  $\Delta^{12}$  y  $\Delta^{15}$  (Nelson y Cox, 2009) (Fig. 6.1b). Estos dobles enlaces tienen una gran importancia, ya que en los procesos degradativos de los ácidos grasos los principales puntos de ruptura de la cadena se van a producir entre esos dobles enlaces.

Los lípidos más sencillos obtenidos a partir de los ácidos grasos son los triacilglicerol. Compuesto por tres ácidos grasos que se pueden unir en estructuras con una, dos o tres cadenas de acilos. La forma más común utilizada por animales y vegetales es la estructura con tres cadenas, a este tipo de lípidos se los denomina triacilglicerol o triglicéridos. Las cadenas de los triglicéridos se diferencian por su tamaño (número de átomos de C presentes), además de por la presencia de distinto número de dobles enlaces, por ello existe una gran variedad de formas dentro de cada molécula grasa.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

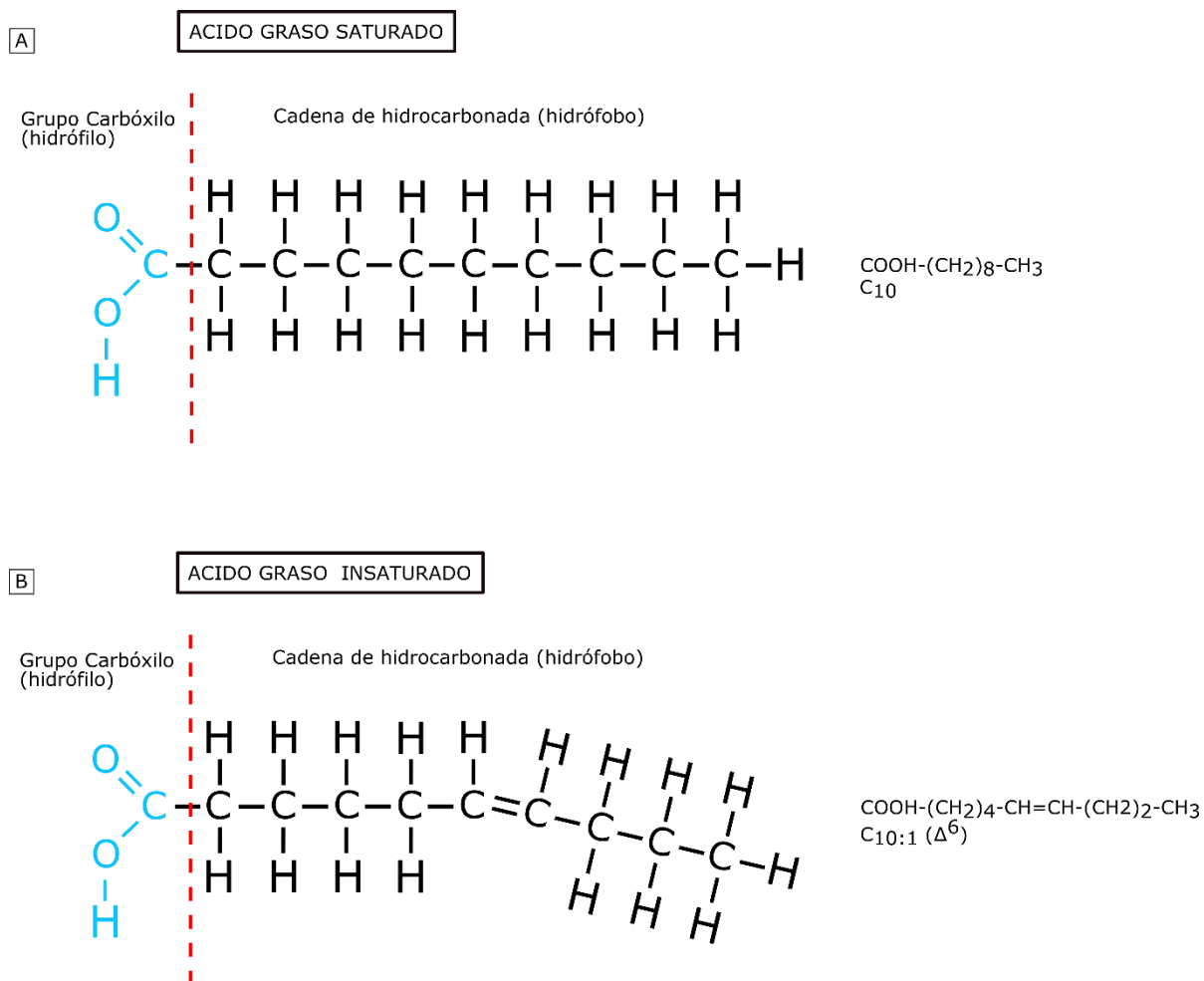


Figura 6.1: Esquema básico de la composición de una cadena de ácido graso (p.ej. Ácido cáprico). a) cadena saturada. b) cadena insaturada con doble enlace.

### 1.3 PRESENCIA DE ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA

Los lípidos se encuentran en todos los organismos y por ello es fácil encontrarlos en la dieta humana. Estos lípidos se ingieren en forma de grasas (carne, mantequillas, sebos o aceites vegetales) o de forma oculta formando parte de la composición de los alimentos: productos lácteos, frutos secos, cereales, leguminosas, etc.). El consumo de los lípidos es necesario para la vida, ya que son imprescindibles para el desarrollo de muchas de las funciones del organismo; además, algunos de ellos no se pueden sintetizar en nuestro organismo por lo que es necesario obtenerlos mediante la dieta (p. ej. ácidos esenciales).

Además de una función estructural básica en las membranas celulares, los lípidos se incluyen en vitaminas necesarias como la A, D, E o K. Contribuyen también a la textura,

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

olor y gusto de los alimentos, por lo que se añaden deliberadamente a la comida o en los procesos de cocina.

Fórmula simplificada	Nombre sistemático	Nombre común
C <sub>2:0</sub>	Ácido etanoico	Ácido acético
C <sub>4:0</sub>	Ácido butanoico	Ácido butírico
C <sub>6:0</sub>	Ácido hexanoico	Ácido caproico
C <sub>8:0</sub>	Ácido octanoico	Ácido caprílico
C <sub>10:0</sub>	Ácido decanoico	Ácido cáprico
C <sub>12:0</sub>	Ácido dodecanoico	Ácido láurico
C <sub>14:0</sub>	Ácido tetradecanoico	Ácido mirístico
C <sub>16:0</sub>	Ácido hexadecanoico	Ácido palmítico
C <sub>18:0</sub>	Ácido octadecanoico	Ácido esteárico
C <sub>20:0</sub>	Ácido eicosanoico	Ácido araquídico
C <sub>22:0</sub>	Ácido docosanoico	Ácido behénico
C <sub>24:0</sub>	Ácido tetracosanoico	Ácido lignocérico
C <sub>26:0</sub>	Ácido hexacosanoico	Ácido cerótico
C <sub>28:0</sub>	Ácido octosanoico	Ácido montanoico

Tabla 6.I: Fórmula simplificada, nombre sistemático y común de los ácidos grasos más habituales.

## 1.4 DEGRADACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

### 1.4.1 PRESERVACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

La conservación de las estructuras moleculares de los compuestos orgánicos depende de su historia diagenética (Eglinton y Logan, 1991). La estructura de los lípidos, estructura y composición hidrófoba supone una mejor conservación de este compuesto frente a otros como podrían ser el ADN, las proteínas o los hidrocarburos (Evershed, 1993; Spiteri, 2012).

La preservación de los lípidos se ve reforzada por su incorporación a la matriz cerámica (Evershed, 1993), carbonización (Oudemans y Boon, 1991; Oudemans y Erhardt, 1996) y 'descomposición sacrificial', que es la descomposición preferencial de

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

otra materia orgánica biológica (Eglinton y Logan, 1991). Las propiedades físicoquímicas (pH, la oxigenación del suelo, la humedad, la temperatura) del sedimento en el que se encuentre influirán en la velocidad y el grado de degradación, así como en los mecanismos de descomposición (Evershed, 1993; Aillaud, 2001; Spiteri, 2012); en esto influirá también la actividad biológica del suelo. Todo ello determinará la posible pervivencia de los lípidos absorbidos (Eglinton y Logan, 1991; Evershed *et al.*, 1992; Oudemans y Erhardt, 1996; Aillaud, 2001; Spiteri, 2012). La concentración de lípidos absorbidos por los recipientes cerámicos y su preservación a lo largo del tiempo depende de varios factores: intensidad y modo de uso, permeabilidad del recipiente, el tipo de medio en el que queda abandonado y las alteraciones en la composición y concentración de los lípidos debido a procesos post-deposicionales (Charters *et al.*, 1993; Copley *et al.*, 2005a). Evershed (2008a) vio que la capacidad de acumulación de un recipiente cerámico de residuos es potencialmente de  $10 \text{ mg g}^{-1}$ , de los que en contexto arqueológico se conservaría una cantidad de  $100 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ . Los cambios más comunes que se dan en la estructura lipídica son la hidrogenación de dobles enlaces, de los grupos éster y los dobles enlaces pueden llegar a perderse (Eglinton y Logan, 1991; Aillaud, 2002; Spiteri, 2012).

### 1.4.2 DEGRADACION DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS

Cuando se analizan los compuestos orgánicos extraídos de las cerámicas hay que tener en cuenta que, durante el procesado del alimento en el pasado, durante su almacenamiento y enterramiento, los lípidos han sufrido procesos de degradación. Lucas y Harris en 1962 ya indicaron que los lípidos (grasas animales, ceras y aceites) podían no ser representativas de la sustancia original que contuvieron, ya que la degradación altera el perfil lipídico y su relación con el original es, por lo tanto, complicada. Esta degradación puede ser debida a procesos propios del medio (Evershed *et al.*, 1992, Evershed, 1993) como la acidez del suelo, la circulación de agua y la humedad o la presencia de oxígeno.

Estas variables producen cambios en la estructura de los lípidos, además de fomentar otras transformaciones:

- a. Hidrólisis: se produce la pérdida de cadenas de acilos, teniendo como resultado diacilgliceroles, monoacilgliceroles y ácidos grasos (Fig. 3.2). Se ha observado por experimentos en el laboratorio, posteriormente comprobados con estudios etnográficos, que la hidrólisis se inicia por la presencia de enzimas en los alimentos (Dudd y Evershed, 1999; más citas Aillaud, 2002).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

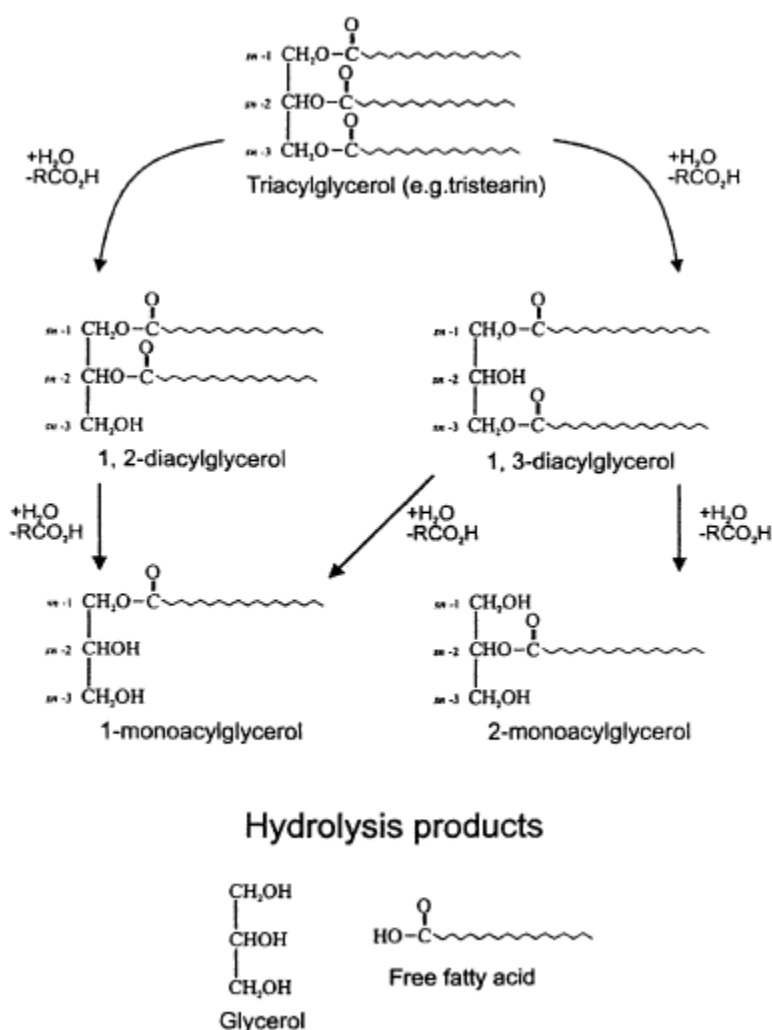


Figura 6.2: Rutas de transformación por hidrólisis a partir de triglicéridos en ácidos grasos libres. Evershed *et al.*, 2002a.

- b. Oxidación: se produce al entrar en contacto la cadena lipídica con una molécula de oxígeno, que ataca a los dobles enlaces de C, dando lugar a hidroperóxidos. Estos hidroperóxidos pueden reaccionar entre sí o con otros productos (Evershed *et al.*, 1992; Aillaud, 2002). Este proceso puede ser observado en las muestras arqueológicas ya que los ácidos poliinsaturados, muy sensibles a la oxidación, se observan en muy raras ocasiones, algunos como el  $C_{18:2}$  no se ha observado nunca (Evershed *et al.*, 1992). También se puede producir la oxidación radical, que afecta a los lípidos insaturados.
- c. Degradación microbiológica: Los microorganismos presentes en los sedimentos arqueológicos afectan a la estructura de los lípidos preservados en los recipientes cerámicos. Uno de los más habituales es la  $\beta$ -oxidación, que se produce en condiciones aeróbicas con presencia de organismos vivos. Sin embargo, se



## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

puede producir de forma anaeróbica como ha sido observado por la formación de adipocira en algunos lugares. Aunque esto sólo ocurre en restos humanos enterrados en condiciones de aguas estancadas y ácidas (Evershed *et al.*, 1992; Evershed, 1990; Aillaud, 2002), demuestra que se puede dar en los lípidos preservados en las cerámicas. Pueden actuar las lipoxigenasas, enzimas que se encuentran en plantas y animales y que pueden formar hidroperóxidos, estos pueden formar aldehídos que participan en los estadios iniciales de la oxidación radical de los lípidos insaturados.

Existen más procesos degradativos como la hidrogenación y la reducción (microbianos), la decarboxilación cetónica, la rotura de cadenas, la oxidación fotosintetizada, etc. (ver Aillaud, 2002), sin embargo, aquí, sólo se ha hecho referencia a los procesos más comunes y significativos.

Pese a estos procesos, no todos los tipos de lípidos se degradan en la misma medida ni a la misma velocidad: las grasas insaturadas se oxidan a grasas saturadas, que se conservan con mayor facilidad. Las cadenas largas se oxidan rápidamente en cadenas cortas (Cordero y March, 2013), que también se conservan con mayor facilidad. Además, varios estudios de laboratorio han demostrado que hay ciertos compuestos que se conservan mejor en comparación con otros: las cadenas largas de ceras epicuticulares frente a los ácidos grasos que pueden verse afectados por la oxidación y la reducción (Evershed, 1993, 2008a). Estos datos son importantes para el estudio cuantitativo de la preservación de restos en los diferentes materiales arqueológicos, ya que lo que al final se analiza son los lípidos remanentes provenientes de la degradación de los lípidos originales (Evershed, 2008b).

### 1.5 LOCALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

#### 1.5.1 LOCALIZACIÓN

Los microporos presentes en las cerámicas son lugares pertinentes para que queden conservados restos de biomoléculas (Evershed *et al.*, 1997). En los recipientes cerámicos, el lugar en el que mayor cantidad de residuos se acumulan es el borde. Esto fue observado por Charters y colaboradores (1993) a través de un análisis cuantitativo donde se vio donde se encontraba una mayor cantidad de residuos orgánicos ( $\mu\text{g}$  por  $\text{g}^{-1}$  de fragmento cerámico) (Mukherjee *et al.*, 2007; Regerte *et al.*, 2011; Spiteri, 2012;

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Nieuwenhuys *et al.*, 2015; Mileto *et al.*, 2017; Roffet-Salque *et al.*, 2018; Whelton *et al.*, 2018).

### 1.5.2 CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA DE LOS COMPUESTOS

La caracterización isotópica de los compuestos orgánicos es una herramienta eficaz a la hora de identificar los distintos tipos de residuos orgánicos. La identificación de los ratios de los isótopos estables (C, N y O) para cada uno de los lípidos ha sido una importante incorporación en el campo de la arqueología (Evershed *et al.*, 1994). Su identificación se realiza a través de la Cromatografía de gases-Combustión-Espectrometría de masas ratio isotópico (GC-C-IRMS) que completa los datos proporcionados por el Cromatógrafo de gases-Espectrómetro de masas (GC-MS). Esto ha permitido realizar diferentes investigaciones en torno al origen de diferentes grasas: diferenciación entre animales rumiantes y no rumiantes (Evershed *et al.*, 1997), la identificación de grasas de origen lácteo (Dudd y Evershed, 1999; Copley *et al.*, 2003), así como de otros animales como caballo (Dudd *et al.*, 2003), animales acuáticos (Hansel *et al.*, 2004; Craig *et al.*, 2007; Cramp *et al.*, 2014a), etc. Existen compuestos que pueden ser identificados también en el colágeno de los huesos humanos, lo que permite la identificación de la dieta de los grupos del pasado.

La identificación de los lípidos ha sido utilizada también para observar cambios en los lípidos como resultado del procesamiento de los alimentos, como, por ejemplo, la aparición de las cetonas por acción del calor (Evershed *et al.*, 1995; Raven *et al.*, 1997).

C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> son los ácidos grasos más comunes en los residuos orgánicos, su composición de isótopos estables de carbono no parece verse afectada por las alteraciones diagenéticas (Craig *et al.*, 2003; Spangenberg *et al.*, 2006; Evershed, 2008a). Las diferencias en los valores de isotópicos en C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> proceden de variaciones en su formación y transformación en los diferentes animales (Evershed *et al.*, 2002b; Spiteri, 2012). Estas variaciones permiten diferenciar las fuentes de grasa calculando el  $\Delta^{13}\text{C}$  (que resulta de la diferencia entre los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de los ácidos grasos C<sub>18:0</sub> y C<sub>16:0</sub>) (Evershed *et al.*, 1999, 2002b) (Tabla 6.II) Por ello, los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  obtenidos para C<sub>18:0</sub> y C<sub>16:0</sub> de tejidos modernos de animales terrestres y acuáticos pueden usarse para elaborar valores de referencia para las medidas isotópicas. En las mediciones modernas se deben corregir las variaciones debidas al CO<sub>2</sub> atmosférico industrial, ya que la detección de los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  se basan en su fijación a través de la dieta de los animales del consumo de plantas de tipo C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> (Spangenberg *et al.*, 2006).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Por ejemplo, durante la fase postdeposicional, la cantidad de  $C_{16:1}$ ,  $C_{18:1}$  y  $C_{20:1}$  decrecen drásticamente debido a la oxidación de los dobles enlaces, aunque son una parte importante dentro de los compuestos encontrados. Su identificación debe hacerse, por lo tanto, de forma cuidadosa ya que los ácidos insaturados se degradan rápidamente y dependiendo de las condiciones deposicionales en las que se encuentre inmerso (Evershed *et al.*, 1997; Dudd y Evershed, 1998, 1999; Aillaud, 2002; Reber y Evershed, 2006).

6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

TIPO DE GRASA		ÁCIDOS GRASOS	SEÑAL ISOTÓPICA Y OTROS MEDIOS DE IDENTIFICACIÓN
GRASAS ADIPOSAS NO RUMIANTES (CERDO)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- C<sub>16:0</sub> más abundante que C<sub>18:0</sub>.</li> <li>- Ausencia de ácidos grasos de cadena impar pequeños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal isotópica de C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> está enriquecida en <sup>13</sup>C comparado con las grasas rumiantes.</li> <li>- Δ<sup>13</sup>C &gt; -1‰</li> </ul>
GRASAS ADIPOSAS RUMIANTES (GRASAS ADIPOSAS DE VACA, CABRA Y OVEJA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- C<sub>16:0</sub> menos abundante que C<sub>18:0</sub>.</li> <li>- Baja proporción de cadenas sencillas impares, en su mayoría C<sub>15</sub> y C<sub>17</sub>.</li> <li>- Baja proporción de cadenas con radicales de ácido alcanoico (C<sub>15:0</sub> y C<sub>17:0</sub>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Δ<sup>13</sup>C oscila entre -3 y -1‰</li> </ul>
GRASAS LÁCTEAS RUMIANTES (LECHE DE VACA, CABRA Y OVEJA)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mismos ácidos grasos que las grasas adiposas de animales rumiantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal isotópica de C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> está mermada en <sup>13</sup>C comparado con las grasas adiposas de rumiantes.</li> <li>- Δ<sup>13</sup>C &gt; -3.3‰</li> </ul>
ORIGEN ACUÁTICO	PESCADO MARINO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C<sub>16:0</sub> más abundante que C<sub>18:0</sub>.</li> <li>- Cadenas largas de ácidos grasos con más de 18 carbonos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal isotópica de C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> está enriquecida en <sup>13</sup>C comparado con las grasas terrestres, aunque se representen cerca de las grasas adiposas de no rumiantes (cerdos).</li> <li>- *Baja presencia de ácidos isoprenoides (ácido fitánico: 3,7,11,15-tetrametilhexacosanoico, y 4,8,12-trimetiltridecanoico: 4,8,12-TMTD).</li> <li>- *Serie de isómeros que contienen átomos de carbono 16, 18 y 20 de ácido ω-(o-alquilfenol)alcanoil con un amplio rango de isómeros posicionales formados por la degradación de ácidos grasos tri-insaturados.</li> <li>- *Dihidróxido de ácido vicinal entre C<sub>16</sub> a C<sub>22</sub>.</li> </ul>
	PESCADO AGUA DULCE		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Señal isotópica de C<sub>16:0</sub> y C<sub>18:0</sub> está mermada en <sup>13</sup>C comparado con las grasas de origen marino.</li> <li>* Biomarcadores que también son indicativos de agua dulce.</li> </ul>

Tabla 6.II: Tabla resumen de los criterios isotópicos usados para distinguir los diferentes tipos de grasas animales extraídos de cerámicas arqueológicas. Modificado de Spiteri, 2012: Table 3.2.

## II. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 ARCHAEOLOGICAL MATERIALS

For this work a total of 108 pottery sherds were sampled from Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age archaeo-stratigraphical units from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos). Thirty one Bronze Age sherds were sampled from excavations performed during the 1970s (Apellániz) and held by the Burgos Museum (Burgos) and 73 Neolithic to Bronze Age pottery sherds were taken from the ongoing excavation project undertaken during the 2012, 2013, 2014, 2015 and 2017 campaigns. The sherds were selected according to their chronological distribution and the different archaeological contexts inferred on the site (Table 6.III).

<i>CHRONOLOGY</i>	<i>SHERD</i>	<i>RIM</i>	<i>BASE</i>	<i>SIEVES</i>	<i>TOTAL SAMPLES</i>
<i>BRONZE AGE</i>	28	6	0	4	38
<i>STABLING CHALCOLITHIC</i>	24	0	0	0	24
<i>FUNERARY CHALCOLITHIC</i>	22	1	2	0	25
<i>NEOLITHIC</i>	18	3	0	0	21
<i>TOTAL</i>	92	10	2	4	108

Table 6.III: total sherd samples for each chronology.

Sherds belong to different types of pottery vessels: rim fragments ( $n = 10$ ), body sherds ( $n = 92$ ), bases ( $n = 2$ ) and sieve fragments ( $n = 4$ ) (Table 6.III). Evershed (2008a) stated that rim is the portion with higher probability to find organic residues. Since the site pottery is highly fragmented, sherds were used for analysis, rims and topologically informative decorated sherds were preserved. Base and sieve fragments were also selected (Table 6.III).

The storage conditions and possible related contamination processes and preservation impact are also studied. The samples were classified into 4 different groups depending on their excavation year, storage time and cleaning procedure:

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

- Group 1: The pottery sherds were brushed with water and stored for 20 years (1973-1983 excavation campaigns) in plastic bags at the Burgos Museum ( $n = 31$ ).
- Group 2: The pottery sherds were brushed with water and stored in plastic bags in the 2012-2015 campaigns ( $n = 49$ ). These samples have also been manipulated for other physico-chemical analysis.
- Group 3: The sherds were stored uncleaned in plastic bags for 3 years (2015 excavation campaign;  $n = 9$ ).
- Group 4: The sherds were stored uncleaned in plastic bags for 3 months (since the 2017 excavation campaign) before analysis ( $n = 19$ ).

## 2.2 METHODS

Organic residue analyses were performed in the Organic Geochemistry Unit (OGU) of the University of Bristol under the supervision of Dr. Mélanie Roffet-Salque and Professor Richard P. Evershed.

### 2.2.1 EXTERNAL CLEANING

Firstly, external surface of the sherd was cleaned using a modelling drill to remove possible external contamination (Fig. 6.3a). The modelling drill and all the tools (pliers, chisel and hammer) was cleaned after each use with DCM (Dichloromethane,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ). 1 to 3 gr of samples were taken from each potsherd and were stored in a piece of aluminum foil. Afterwards the sampled sherds fragments were ground to a powder in a glass mortar using a pestle (Fig. 6.3b). Pestle was previously cleaned with DECON dissolved in water and hot water, acetone and DCM. All crystal tools were cleaned with DECON and water to avoid contamination. They were cover in aluminum foil and heat 450 °C for 2 h.

### 2.2.2 DIRECT EXTRACTION

Several methods have used by acid extraction using mixing solvents (eg. chloroform-methane, 2:1 v/v), ultrasonication (Evershed *et al.*, 1990; Evershed *et al.*, 2002a), or extraction by dichloromethane (DCM) (Stern *et al.*, 2003), other reactions (Gregg and Slater, 2010) or catalytic hydrolysis (Evershed *et al.*, 2002a; Craig *et al.*, 2004) (Fig. 6.4). In some cases, join to saponification process. These techniques could continue for several days (Fig. 6.4a). In this case, lipid analyses were carried out using Direct extraction by methanol acid (Correa-Ascencio and Evershed, 2014. Fig. 6.4b). This

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

protocol allows reduce the extraction (in relationship to the other methods). Acid hydrolysis break triglycerides in smaller substances: fatty acids.

Close to 2 gr of each sherd powder was transferred to a glass culture tube, 20  $\mu\text{L}$  of  $\text{C}_{34}$  (*n*-tetratriacontane,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{32}\text{COOH}$ ) was added as internal standard (IS) for quantification.

### 2.2.2.1 Acid extraction

In the culture tube an acidified methanol solution ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{MeOH}$ , 10 % v/v, 5 mL) added (Fig. 6.3c). Due to high concentration of calcite temper the quantity of sulphuric acid was increased up to 10 %. This concentration allows the acid solution and hydrolysis (break) (Fig. 6.2) of tryglicerides (TAGs) in smaller pieces: fatty acids and glycerol.

The solution was mixed. After was heated to 70  $^\circ\text{C}$  for 1h, mixing each 10 minutes. An acid test was carried out. The lipids were then extracted from the aqueous phase with hexane (5 x 2 mL) (Fig. 6.3d and e). Fatty acids were contained in solution (TLE- Total Lipid Extract) and they were identified agree to their carbon number.

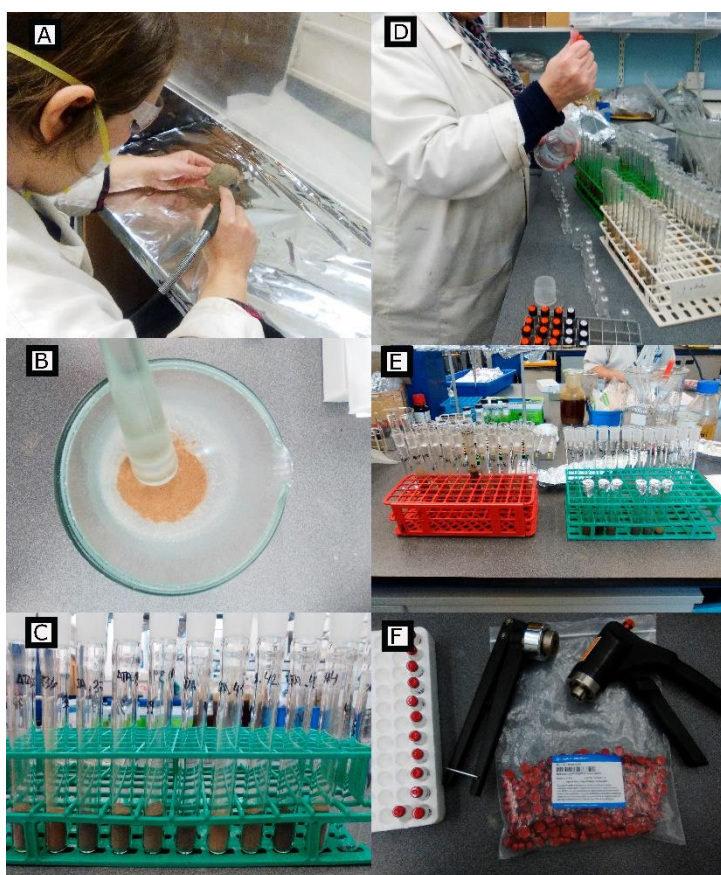


Figure 6.3: Sample cleaning and extraction process. (A) External surface cleaning by modelling drill. (B) powder in pestle. (C) culture tube with 2 gr sample powder and  $\text{C}_{34}$  IS added. (D) solvent  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-MeOH}$  added. (E) after heating, extraction of FA and hexane. To separate polar and non-polar compounds. (F) samples holder to GC, GC-MS analysis.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

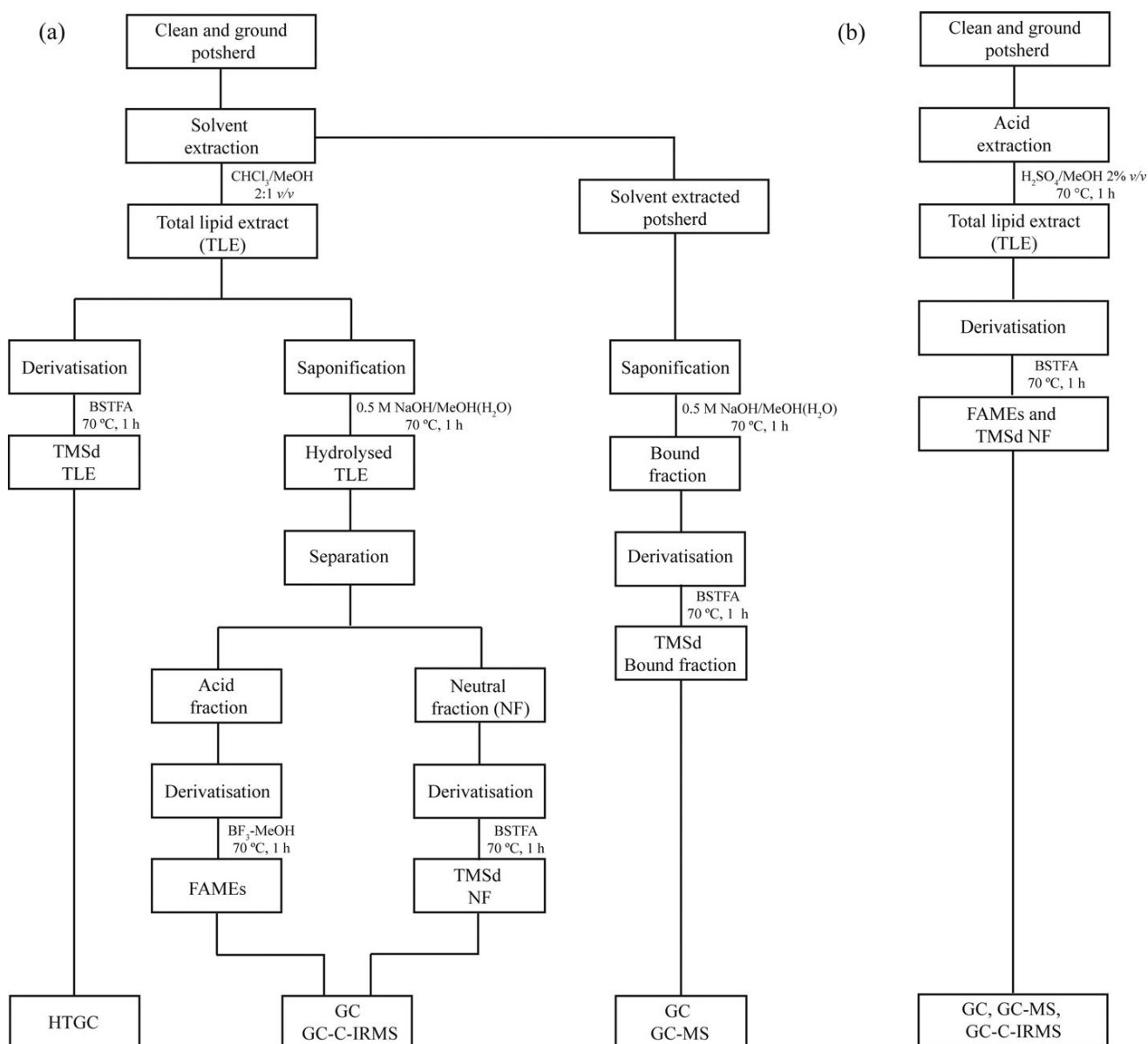


Figure 6.4: Acid extraction protocols for archaeological samples. After Correa Asencio and Evershed (2014). A) Other extraction methods. B) method established by Correa Asencio and Evershed (2014) and used in this research.

### 2.2.2.2 Derivatization

An aliquot of solution (TLE+hexane) was introduced in sample holder the solvent was evaporated under a gentle stream of nitrogen and heated at 40 °C to obtain the total lipid extracts (TLE). Aliquots of the TLE were trimethylsilylated using *N,O*-bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide containing 1% trimethylsilyl chloride (20 µL, 70 °C, 1 h) obtaining *fatty acids methyl esters* (FAMES). Finally, re-dissolved into hexane for analysis by gas chromatography (GC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) and gas chromatography-combustion-isotope ratio mass spectrometry (GC-C-IRMS) (Fig. 6.3f).



## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

### 2.2.3 ANALYTICAL PHASE

#### 2.2.3.1 Gas chromatography (GC)

The sample is injected, vaporized and transported along the column by "conduction" gas (helium). The compounds are separated according to their molecular weight and the temperature reached inside: the higher molecular weight, the higher temperature required for its evaporation, and therefore longer.

All GC analyses were performed on an Agilent 7820A gas chromatograph. Helium was used as carrier gas at constant flow ( $2 \text{ mL min}^{-1}$ ) and a flame ionization detector (FID) was used to monitor column effluent. Trimethylsilylated lipid extracts ( $1 \mu\text{L}$ ) were injected through an on-column injector, in track-oven mode onto a fused silica capillary column ( $50 \text{ m} \times 0.32 \text{ mm}$ ) coated with a dimethylpolysiloxane stationary phase (Agilent, HP-1,  $0.17 \mu\text{m}$  film thickness). The oven temperature program was as follows: initial temperature was held at  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  for 1 min followed by an increase to  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  at a rate of  $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ . Peaks were identified by comparison of retention times with those of an external standard and quantification was achieved by the internal standard method. The quantification was achieved by the internal standard method (Correa Asencio and Evershed, 2014). Data acquisition and processing were carried out using the OpenLAB CDS, Chemstation Edition software (Agilent Technologies, version A.02.05.021).

#### 2.2.3.2 Gas chromatography-Mass spectrometer (GC/MS)

This machine is a gas chromatograph added to a Mass spectrometer. It allows separate, identify and quantify chemical compounds. The compounds should be volatile and thermally stables. The identification the materials should be mix with solvents and the extraction are chemical prepared.

GC-MS analyses of trimethylsilylated FAME aliquots were performed using a ThermoScientific Trace 1300 gas chromatograph coupled with an ISQ single quadrupole mass spectrometer. Samples were introduced *via* a PTV injector set to splitless mode onto a  $50 \text{ m} \times 0.32 \text{ mm}$  fused silica capillary column coated with a dimethylpolysiloxane stationary phase (Restek, Rtx-1,  $0.17 \mu\text{m}$  film thickness). The GC temperature programme was set to hold at  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  for 1 min, followed by a gradient increase to  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  at  $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ , once at  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  the oven was run isothermally for 10 min. Helium was used as the carrier gas, set to a constant flow of  $2 \text{ mL.min}^{-1}$ . The MS was operated in electron ionisation (EI) mode at  $70 \text{ eV}$ , with a GC transfer line temperature of  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  and a source

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

temperature of 300 °C. The emission current was set to 150 mA and the MS was set to acquire in the range of  $m/z$  50-650 at 2 scans  $s^{-1}$  in full scan mode. Data acquisition and processing were carried out using XCalibur software, version 3.0. Compounds were identified by comparison with the NIST mass spectra library (version 2.0) or with reference to external sources such as The Lipid Library ([www.lipidlibrary.aocs.org](http://www.lipidlibrary.aocs.org)). Compounds identified as contamination using GC-MS were quantified using the internal standard method with the GC chromatogram.

### 2.2.3.3 Gas chromatography-Combustion-Isotopic ratio mass spectrometer (GC/C/IRMS)

GC/C/IRMS allows the identification of the stable's isotopic ratios of carbon ( $^{13}C/^{12}C$ ), hydrogen ( $^2H/^1H$ ), nitrogen ( $^{15}N/^{14}N$ ) u oxygen ( $^{18}O/^{16}O$ ) as compounds of materials.

Compound-specific stable carbon stable isotope analyses were performed using an Agilent Industries 7890A gas chromatograph coupled to an IsoPrime 100 mass spectrometer. Samples were introduced via a split/splitless injector in splitless mode onto a 50 m x 0.32 mm fused silica capillary column coated with a HP-1 stationary phase (100 % dimethylpolysiloxane, Agilent, 0.17  $\mu m$ ). The GC oven temperature programme was set to hold at 40 °C for 2 min, followed by a gradient increase to 300 °C at 10 °C.min $^{-1}$ , the oven was then run isothermally for 10 min. Helium was used as a carrier gas and maintained at a constant flow of 2 mL.min $^{-1}$ . The combustion reactor consisted of a quartz tube filled with copper oxide pellets which was maintained at a temperature of 850 °C. Instrument accuracy was determined using an external FAME standard mixture ( $C_{11}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{16}$ ,  $C_{21}$  and  $C_{23}$ ) of known isotopic composition. Samples were run in duplicates and an average taken. The values were also corrected after analysis for the methylation of the carboxyl group measured previously (Rieley *et al.*, 1994). The  $\delta^{13}C$  values are the ratios  $^{13}C/^{12}C$  expressed relative to the Vienna Pee Dee Belemnite, calibrated against a  $CO_2$  reference gas of known isotopic composition. Instrument error was  $\pm 0.3$  ‰. Data processing was carried out using Ion Vantage software (version 1.5.6.0, IsoPrime). GC-C-IRMS allows know the origin animal fatty acids though the  $C_{16:0}$  and  $C_{18:0}$  isotopic values.

## 2.3 CONTAMINATION

Detecting possible contamination in samples is important since small amounts of contaminants can look like ancient organic residues (Oudemans and Boon, 1991; Evershed *et al.*, 1995). Once the ceramic were used and discarded and buried they can continue absorbing different (in)organic compounds. The nature of contamination is

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

different depending on the post-depositional processes (Condamin *et al.*, 1976) and the manipulation of the ceramic by archaeologists and technicians. Our skin contains fatty acids and can contribute to contamination during handling (Evershed, 1992; Aillaud, 2001). In addition, there are chemical compounds that can also contaminate the sample such as moisturizers, fat-based makeup, etc. Compounds derived from plastic bags (e.g. phthalates) are easily transmitted to pottery walls (Pollard *et al.*, 2007). In addition, contamination may be produced during the use of the container as sealing or waterproofing surfaces (Heron and Evershed, 1993; Spiteri *et al.*, 2011; Spiteri, 2012).

The contamination could produce signals that overlap those produced by archaeological compounds. Evershed (2008a) indicated that the minimum amount of Total Lipid Extract (TLE) recovered for correct identification should not be less than 5 µg of lipids per gram of ceramic fragment analyzed.

### 2.4 ZOOARCHAEOLOGICAL SAMPLES

This research combines the analyses of lipid residues in pottery vessels using chromatographic, spectrometric and isotopic methods with the construction of slaughter profiles for domesticated ruminants. These analyses provide compelling evidence for diverse subsistence strategies in the El Portalón de Cueva Mayor site during the Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age. Osteo-archaeological age-at-death data for ovicaprids and bovines constructed, and mortality profiles were constructed. These complementary datasets are combined to provide a comprehensive regional perspective on prehistoric animal exploitation.

The zooarchaeological study has been carried out by Dr. María Ángeles Galindo Pellicena. The taxonomic and anatomical identification of faunal remains and kill-off patterns of ovicaprids, bovids and swines from the Chalcolithic and Bronze Age units of the site has been widely studied and previously published by Galindo-Pellicena *et al.* (2014, 2017a, 2017b, 2019) and now completed with the study of the Neolithic faunal remains presented here. Different criteria have been used to estimate the age-at-death from remains from Bronze age to Chalcolithic.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Teeth eruption and wear patterns tend to be considered as the best proxy for age-at-death estimations and consequently for inferring slaughter management practices (Vigne and Helmer 2007). Kill-off patterns of ovicaprids were deduced from both single teeth (dP4/P4 and M3) and teeth (dP4/P4 and M3) recovered in mandibles (Albarella and Davis, 1994). Teeth were coded and mortality (or harvest) profiles generated using the method proposed by Payne (1973, 1987). Kill-off patterns were constructed to identify type the faunal exploitation for domesticated species, following the methodology from Helmer *et al.* (2007; Table 6.IV), originally defined for ovicaprids. This method establishes a relationship between the age-of-death and the preferential product obtained (meat, milk or fleece; Table 6.IV). This analysis was performed for each archaeological phase.

<i>Age class</i>	<i>Nature of exploitation</i>	<i>Exploitation type</i>
Class A 0–2 months	“milk lambs” if killed before 2 months. Culling at birth indicates a search of high production of milk.	Milk type A
Class B 2–6 months	“Heavy lambs” when 3–4 months old. End of the milk A exploitation and first lambs killed for the meat.	Meat type A
Class C 6–12 months	“Yearling”. Exploitation focused on tender meat.	
Class D 1–2 years	Tender meat at the maximum weight (males). Elimination of the barren females.	Meat type B
Class EF 2–4 years	Culling of some females because of decreased milk yield or lamb product.	Milk type B
Class G 4–6 years	Continuation of the killing because of the decreased milk yield. Culling because of decreased quality of fleece.	Fleece
Class HI > 6 years	Continuation of the killing because of the decreased quality of fleece and culling for general herd management (adjustment).	Final adjustment

Table 6.IV: Kill-off pattern and nature of exploitation in ovicaprids, from Helmer *et al.* (2007).

Epiphyseal fusion data from the postcranial bones were not used in determining taxonomic abundance because the degree of resolution provided by the dental elements was usually greater. Bovid (*Bos taurus*) age-at-death was estimated according to dental eruption and wear following Jones and Sadler (2012). Isolated teeth were attributed to an age class through the distinction between first (M1) and second molar (M2) following Jones (2007). In the case of bovines, Gillis *et al.* (2017) is followed and used the models of mortality profiles they defined as reference by are used for our samples. The post-lactation strategy targeting milk exploitation is characterized by relatively high slaughter of individuals between 6-15 months age old, while a strategy targeting meat production would be represented by the age classes 15-26 months and 26-36 months on the mortality profile. The intensive slaughter for milk is characterized by calves slaughtered between 1 and 6 months. The individuals aged 1 month or less are usually related to natural mortality.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Pig age-at-death was established with eruption and wear stages using the system established by Grant (1982) and the age categories: 'neonatal', 'juvenile': from 1 to 6 months (M1 is erupting), 'immature': from 7 to 13 months (M2 is erupting), 'subadult': from 16 to 26 months (M3 is erupting), 'adult': from 27 to 41 months (M3 in wear) and 'elderly': older than 42 months (M3 in wear) used sensu Silver (1969 for domestic pigs) and O'Connor (1988, 2003).

The frequency distribution of age-at-death classes inferred from dental remains using the number of teeth  $N$  was visualised using histograms representing mortality profiles. On histograms, the x-axis is continuous, and consequently the seven and eight age classes used to describe ovicaprids and bovid age-at-death data, respectively, are scaled in years. Each age class  $i$  is therefore divided by its width  $W_i$  in number of years. Ovicaprid age classes A (0-2 months), B (2-6 months), C (6-12 months), D (12-24 months), EF (24-48 months), G (48-72 months) and HI (72 months and older) have the corresponding width  $W_A=0.166$  year,  $W_B=0.333$  year,  $W_C=0.5$  year,  $W_D=1$  year,  $W_{EF}=2$  years,  $W_G=2$  years and  $W_{HI}=4$  years. Similarly, bovid age classes 0-6 months old, 6-12 months old, 1-2 years old, 2-4 years old, 4-6.5 years old, 6.5-9 years old, 9-11.5 years old and 11.5 years and older have the corresponding width  $W_i$  of 0.5-year, 1 year, 2 years, 2.5 years, 2.5 years, 2.5 years and 4 years, respectively. These widths are used to correct the number of teeth observed in the age classes  $N_i$ , so that, on the histogram, the relationship between the area under the curve and the mean survival age is correctly represented. For each age class, the y-axis value is therefore obtained by  $N_i/W_i$ . In order to account for sampling uncertainties around the age classes, the approach presented in Gerbault *et al.* (2016) was applied. Briefly, Gerbault *et al.*, first generated 10,000 random Dirichlet deviates of the population age-at-death frequency distribution were generated, adding the uniform Jeffreys' prior to each  $N_i$ . The ovicaprid and bovine Dirichlet distributions were computed with seven and eight parameters, respectively. The 'rdirichlet' function (R package "gtools") applied returns random deviates of the population relative frequencies ( $p_i$ ) given the observed  $N_i$ . This  $p_i$  were then multiplied by the corresponding phase sample size (total number of teeth); and were consequently divided by the age class width,  $W_i$ . These were finally used to obtain the 95% credible intervals around the profile age classes using the 'p.interval' function (R package "LaplacesDemon"). These analyses and histogram representations were performed with the statistical analysis and scripting language R, version 3.6.0 (R Core Team, 2019).

### III. RESULTS

#### 3.1 SURVIVAL OF ABSORBED LIPIDS

A total of 53 out of 108 (48 %) analysed pottery sherds contained interpretable organic residues (>5 µg/g of sherd): 14 sherds from Bronze Age (BA) phase (37 %), 15 from Stabling Chalcolithic (SC) phase (66.7 %), 18 from Funerary Chalcolithic (FC) phase (72 %) and 5 from Neolithic (N) phase (24%; Table 6.V and 6.VI). Most of the lipid extracts were dominated by palmitic (C<sub>16:0</sub>) and stearic (C<sub>18</sub>) fatty acids, indicative of degraded animal fats (Evershed *et al.*, 2002).

CHRONOLOGY	Nº SAMPLES	>5 µg/g OF SHERD
Bronze Age (BA)	38	14 (37%)
Stabling Chalcolithic (SC)	24	16 (67%)
Funerary Chalcolithic (FC)	25	18 (72%)
Neolithic (N)	21	5 (24%)
TOTAL	108	53 (49%)

Table 6.V: Total analysed samples and number of samples with archaeological lipids.

The recovery rates of lipids ranged from 24 % (N phase) to 72 % (FC phase). Lipid concentration was calculated for each sherd, and no further analysis were performed on extracts where contamination (such as plasticizers) were present in high concentrations. The highest concentration of lipids was observed in a Bronze Age sherd (ATA-64) with 7481 µg of lipids per g of sherd and the lowest in a Neolithic (N) sherd (ATA-35) with 13 µg of lipids per g of sherd (Table 6.VI). FC and SC phases have mean concentrations of lipids of 380 µg/g<sup>-1</sup> and 276 µg/g<sup>-1</sup>, respectively. Most of the analysed samples are bodysherds, but the higher lipid concentration belongs to a rim (ATA-64: 7,480 µg/g<sup>-1</sup>), this is consistent with previous observations on ethnographic and experimental pots (Charters *et al.*, 1997).

The C<sub>16:0</sub> and C<sub>18:0</sub> fatty acids (palmitic and stearic acids, respectively) are the most common compounds detected in the extracts (Table 6.VI; Fig. 6.5) and are indicative of animal fats (Evershed *et al.*, 2002; Copley *et al.*, 2003; Roffet-Salque and Evershed, 2015). Odd and branched-chain fatty acids such as C<sub>15:0</sub>, C<sub>17:0</sub>, or C<sub>19:0</sub> were also present

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

in most of the samples, reflecting the microbial populations living in the rumen of ruminant animals (Keeney *et al.*, 1962). The low abundance of unsaturated C<sub>18:1</sub> fatty acid, the main fatty acid in fresh animal fats, demonstrates that the animal fats extracted are indeed archaeological (Roffet-Salque and Evershed, 2015; Fig. 6.5). Animal fats were further characterized using the  $\delta^{13}\text{C}$  values of the two main fatty acids (C<sub>16:0</sub> and C<sub>18:0</sub>; Copley *et al.*, 2003; Table 6.VI; Fig. 6.4).

### 3.2. CARBON ISOTOPIC COMPOSITION OF THE LIPID EXTRACTS

Peaks of different fatty acids were identified by comparison of retention times with those of derivatised external standards. The quantification was achieved by the internal standard method (Correa Asencio and Evershed, 2014; Mileto *et al.*, 2017).  $\delta^{13}\text{C}_{16:0}$  and  $\delta^{13}\text{C}_{18:0}$  values recorded for each sample (Table 6.VI and Fig. 6.6a-d) are ca. 3‰ more enriched than values recorded from fats from modern animals raised on a pure C<sub>3</sub> diet in Britain (Copley *et al.*, 2003). This relative enrichment in the  $\delta^{13}\text{C}$  values could arise from the consumption of C<sub>4</sub> plants or water-stressed plants (Evershed *et al.*, 2008; Mileto *et al.*, 2018). The second hypothesis is favoured as there is no evidence for C<sub>4</sub> plants in the pollen record at the site.  $\Delta^{13}\text{C}$  values (defined as  $\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$ ) were calculated to remove the environmental factors, thereby highlighting the metabolic and biosynthetic characteristics of the animal fat source (Copley *et al.*, 2003; Fig. 6.6).

$\Delta^{13}\text{C}$  values of archaeological animal fats ranged from -7.0 and 0.2 ‰ (Fig. 6.6b, d, f, h). A total of 36 extracts (69 %) exhibited  $\Delta^{13}\text{C}$  values typical for dairy fats, while ruminant adipose fats were detected in 13 extracts (25 %) and non-ruminant fats in 3 extracts (6 %; ranges following Dunne *et al.*, 2012). In the Neolithic,  $\Delta^{13}\text{C}$  values of animal fats range between -3.5 and 0.2 ‰, are characteristic of ruminant and non-ruminant adipose fat were obtained (Fig. 6.5a and 6.6a-e). In the Funerary Chalcolithic phase, the animal fats are represented by 18 samples with  $\Delta^{13}\text{C}$  values ranging between -6.2 and 0.7 ‰, typical of dairy and carcass fats (ruminants and non-ruminants; Fig. 6.5b and 6.6b-f). From the Stabling Chalcolithic, 13 extracts yielded animal fats with  $\Delta^{13}\text{C}$  values ranging between -6.2 and -0.9 ‰, being representative of dairy and carcass fats (ruminant; Fig. 6.5c and 6.6c-g). A similar behaviour is shown in the Bronze Age with  $\Delta^{13}\text{C}$  values ranging between -7.0 and -1.1 ‰ from 14 extracts, representative of ruminant dairy and carcass fats (Fig. 6.6d-h).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Some extracts display isotopic values lying between dairy and ruminant adipose fats (ATA-2, ATA-3) and between ruminant and non-ruminant adipose fats (ATA-24, ATA-33). Such values are interpreted as mixtures consistent with the use of the same pottery sherd for different purposes during its lifetime (Mileto *et al.*, 2018; Dunne *et al.*, 2019). The most common organic residue found in pottery sherds from all the archaeological contexts is ruminant dairy (36 extracts, 69 %) and non-ruminant adipose fat is the less common residue found (3 extracts, 6 %). The ruminant adipose fat-containing samples were also quite common (13 extracts, 25 %) but this less than dairy extracts. The non-ruminant fats could be associated to wild fauna, but the consumption of pigs, whose bones are abundant at the site, is the most probable source of non-ruminant fatty acids.



## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Lab. ID	Samples	Sherd Type	Chron.	Contam. %	Lipids (µg/g)	FA	$\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)	Product
ATA-1	ATP'13.809	Body	FC	3.49	287.9	x	-26.6	-31.7	-5.1	D
ATA-2	ATP'13.532	Body	SC	1.33	335.0	x	-27.0	-30.3	-3.2	D
ATA-3	ATP'17.2261	Rim	N	0.23	62.2	x	-27.0	-30.5	-3.5	D
ATA-4	ATP'17.2177	Body	BA	0.00	0		-	-	-	-
ATA-5	ATP'17.2368	Body	N	0.00	2050.7	x	-27.6	-29.7	-2.1	D
ATA-6	ATP'13.533	Body	FC	0.09	1018.5	x	-26.6	-32.1	-5.4	D
ATA-7	ATP'17.2429	Body	BA	0.00	1.9		-	-	-	-
ATA-8	ATP'17.2194	Body	N	0.00	1.3		-	-	-	-
ATA-9	ATP'17.1061	Body	N	0.00	0		-	-	-	-
ATA-10	CMI-C4-188-847	Body	BA	31.87	35.9		-	-	-	-
ATA-11	ATP'17.1579	Body	N	0.00	0		-	-	-	-
ATA-12	ATP'13.313	Base	FC	0.00	104.4	x	-26.3	-31.6	-5.3	D
ATA-13	ATP'13.184	Body	FC	0.00	388.6	x	-26.3	-32.4	-6.1	D
ATA-14	ATP'12.1396	Body	FC	3.73	72.9	x	-27.5	-32.7	-5.1	D
ATA-15	ATP'12.1167	Body	FC	15.02	28.6		-	-	-	-
ATA-16	ATP'12.1233	Body	FC	1.46	204.1	x	-26.4	-29.1	-2.6	R
ATA-17	ATP'13.123	Body	FC	0.00	183.2		-	-	-	-
ATA-18	ATP'12.1147	Body	FC	14.49	10.5		-	-	-	-
ATA-19	ATP'12.1150	Body	FC	2.74	69.9	x	-27.0	-32.7	-5.7	D
ATA-20	ATP'13.5	Body	FC	0.70	544.8	x	-28.1	-30.0	-1.9	R
ATA-21	ATP'13.683	Body	FC	0.59	243.7	x	-26.8	-32.3	-5.5	D
ATA-22	ATP'13.221	Body	FC	6.53	46.0	x	-25.5	-30.0	-4.5	D
ATA-23	ATP'13.345	Body	FC	20.66	33.0		-	-	-	-
ATA-24	ATP'12.54	Body	FC	12.22	152.7	x	-23.7	-23.7	-0.0	NR
ATA-25	ATP'13.142	Body	FC	1.60	1820.1	x	-24.9	-24.3	0.6	NR
ATA-26	ATP'13.979	Body	FC	0.95	386.6	x	-27.2	-32.4	-5.1	D
ATA-27	ATP'13.1205	Body	FC	1.67	389.0	x	-26.4	-28.0	-1.5	R
ATA-28	ATP'13.17	Body	FC	0.95	602.5	x	-26.3	-31.4	-5.0	D
ATA-29	ATP'12.1254	Rim	FC	15.38	35.3	x	-26.5	-27.75	-1.1	R
ATA-30	ATP'12.1371	Body	FC	1.70	427.2	x	-27.3	-29.48	-2.1	R
ATA-31	ATP'12.965	Body	FC	33.73	24.3		-	-	-	-
ATA-32	ATP'17.2224	Body	N	0.00	2.0		-	-	-	-
ATA-33	ATP'17.319	Body	N	0.55	41.5	x	-27.7	-27.6	0.1	NR
ATA-34	ATP'14.294	Body	N	0.47	2204.2	x	-26.8	-28.5	-1.7	R
ATA-35	ATP'15.557	Body	N	14.62	13.9	x	-26.6	-29.0	-2.3	R
ATA-36	ATP'14.889	Rim	N	19.65	54.4		-	-	-	-
ATA-37	ATP'14.891	Body	N	21.66	71.9		-	-	-	-
ATA-38	ATP'15.598	Body	N	14.51	13.6		-	-	-	-

Table 6.VI: All analysed samples. Chron.-Chronologies: N-Neolithic; FC-Funerary chalcolithic; SC-Stabling Chalcolithic; BA-Bronze Age. Cont-contamination ratios (%) calculated by internal standard method. Lipids- Concentration lipids (µg/g). Fatty acids  $\text{C}_{16:0}$  and  $\text{C}_{18:0}$ .  $\delta^{13}\text{C}$  values of the FAMES of  $\text{C}_{16:0}$  and  $\text{C}_{18:0}$  (‰);  $\Delta^{13}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$ ) (‰) Isotopic values. Product: D-Dairy fats; R- Ruminant adipose fats; NR-Non Ruminant adipose fats.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Lab. ID	Samples	Sherd Type	Chron.	Contam. %	Lipids (µg/g)	FA	$\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)	Product
ATA-39	ATP'15.975	Body	N	10.22	83.6		-	-	-	-
ATA-40	CMI.B2.353	Body	BA	75.49	648.3		-	-	-	-
ATA-41	ATP'14.456	Body	N	8.27	35.7		-	-	-	-
ATA-42	CMI.A6.268.1536	Body	BA	7.50	109.9	x	-27.0	-28.2	-1.1	R
ATA-43	CMI.T6.L2.94	Body	BA	40.73	166.3		-	-	-	-
ATA-44	ATP'13.15	Body	SC	0.00	196.8	x	-27.5	-32.6	-5.0	D
ATA-45	ATP'17.1141	Body	BA	2.56	12.9		-	-	-	-
ATA-46	CMI.D4.148.154	Body	BA	16.05	28.6		-	-	-	-
ATA-47	CMI.D4.205.1238	Body	BA	2.74	1484.5	x	-27.0	-28.3	-1.3	R
ATA-48	ATP'17.2468	Rim	N	0.00	0		-	-	-	-
ATA-49	CMI.B2.190.1141	Rim	BA	13.50	205.5	x	-25.9	-31.5	-5.6	D
ATA-50	ATP'13.1260	Body	N	0.00	5.4		-	-	-	-
ATA-51	CMI.D2.201.1365	Body	BA	0.00	4.8		-	-	-	-
ATA-52	ATP'17.2076	Body	BA	0.10	875.1	x	-26.8	-31.5	-4.7	D
ATA-53	ATP'17.1721	Body	N	0.00	1		-	-	-	-
ATA-54	ATP'17.2462	Body	N	0.00	1		-	-	-	-
ATA-55	ATP'17.2200	Body	N	0.00	10.7		-	-	-	-
ATA-56	ATP'17.1959	Body	BA	0.00	38.1	x	-26.1	-32.0	-5.8	D
ATA-57	ATP'17.22	Body	N	0.00	0		-	-	-	-
ATA-58	ATP'17.2170	Body	BA	0.00	3.8		-	-	-	-
ATA-59	CMI.A8.314.1759	Body	BA	2.20	93.3		-	-	-	-
ATA-60	CMI-B2.192.1326	Body	BA	30.32	17.2		-	-	-	-
ATA-61	CMI.C2.155.635	Body	BA	0.33	1635.8	x	-26.2	-27.3	-1.0	R
ATA-62	ATP'13.247	Body	FC	0.00	53.0	x	-27.0	-32.1	-5.1	D
ATA-63	ATP'13.99	Body	FC	0.00	1.8		-	-	-	-
ATA-64	CMI.B6.218.169	Rim	BA	0.82	7480.8	x	-26.7	-31.3	-4.6	D
ATA-65	CMI.Z8.283.437	Body	BA	51.45	37.0		-	-	-	-
ATA-66	CMI.C4.190.1033	Rim	BA	16.90	582.5		-	-	-	-
ATA-67	ATP'13.309	Base	FC	0.00	18.9		-	-	-	-
ATA-68	CMI.C2.136.14	Body	BA	42.48	31.4		-	-	-	-
ATA-69	CMI.B8.260.126	Rim	BA	5.05	606.9	x	-26.2	-31.2	-5.03	D
ATA-70	CMI.B4.223.1442	Body	BA	1.77	308.3	x	-26.1	-31.8	-5.7	D
ATA-71	CMI.A8.204.18	Body	BA	15.88	180.1	x	-26.9	-32.5	-5.6	D
ATA-72	CMI.B8.256.92	Body	BA	33.00	55.7		-	-	-	-
ATA-73	CMI.B4.188.1061	Rim	BA	11.46	411.2	x	-25.2	-30.5	-5.2	D
ATA-74	CMI.C2.153.588	Body	BA	19.24	72.6		-	-	-	-
ATA-75	CMI.C4.205.1429	Body	BA	36.43	13.8		-	-	-	-
ATA-76	CMI.Z8.283.433	Body	BA	17.58	22.7		-	-	-	-
ATA-77	CMI.B2.192.1234	Body	BA	20.98	98.0		-	-	-	-

Table 6.VI Continuation: All analysed samples. Chron.-Chronologies: N-Neolithic; FC-Funery chalcolithic; SC-Stabling Chalcolithic; BA-Bronze Age. Cont-contamination ratios (%) calculated by internal standard method. Lipids- Concentration lipids (µg/g). Fatty acids C<sub>16:0</sub> and C<sub>18:0</sub>.  $\delta^{13}\text{C}$  values of the FAMES of C<sub>16:0</sub> and C<sub>18:0</sub> (‰);  $\Delta^{13}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$ ) (‰) Isotopic values. Product: D-Dairy fats; R- Ruminant adipose fats; NR-Non Ruminant adipose fats.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Lab. ID	Samples	Sherd Type	Chron.	Contam. %	Lipids (µg/g)	FA	$\delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{18:0}$ (‰)	$\Delta^{13}\text{C}$ (‰)	Product
ATA-78	CMI.Z10.293.580	Rim	BA	21.69	172.6		-	-	-	-
ATA-79	CMI.A10.353.1875	Body	BA	2.98	1540.2	x	-25.8	-31.3	-5.4	D
ATA-80	CMI.B2.143.23	Body	BA	84.86	557.5		-	-	-	-
ATA-81	ATP'14.1195	Body	N	11.89	69.1		-	-	-	-
ATA-82	ATP'12.888	Body	SC	4.67	144.8	x	-26.5	-31.7	-5.2	D
ATA-83	ATP'12.928	Body	SC	7.07	208.6	x	-25.2	-26.1	-0.8	R
ATA-84	ATP'12.755	Body	SC	5.41	128.38	x	-26.2	-31.4	-5.2	D
ATA-85	ATP'13.1279	Body	SC	6.50	298.3	x	-25.9	-32.1	-6.2	D
ATA-86	ATP'12.691	Body	SC	19.92	77.0		-	-	-	-
ATA-87	ATP'12.1294	Body	SC	14.61	89.5		-	-	-	-
ATA-88	ATP'12.749	Body	SC	1.57	734.0	x	-26.0	-31.4	-5.4	D
ATA-89	ATP'12.808	Body	SC	9.27	52.0		-	-	-	-
ATA-90	ATP'12.1017	Body	SC	11.90	24.8		-	-	-	-
ATA-91	ATP'12.103	Body	SC	0.56	598.2	x	-26.9	-32.7	-5.7	D
ATA-92	ATP'12.406	Body	SC	9.47	51.3	x	-25.4	-29.5	-4.1	D
ATA-93	ATP'12.1295	Body	SC	1.43	279.3	x	-28.0	-30.0	-2.0	R
ATA-94	ATP'12.741	Body	SC	10.30	19.0		-	-	-	-
ATA-95	ATP'12.662	Body	SC	5.71	132.6	x	-20.9	-18.7	2.2	NR
ATA-96	ATP'12.182	Body	SC	15.31	6.7		-	-	-	-
ATA-97	ATP'13.473	Body	SC	11.50	13.2		-	-	-	-
ATA-98	ATP'12.440	Body	SC	4.18	135.2	x	-26.8	-31.7	-4.9	D
ATA-99	ATP'12.1038	Body	SC	11.12	7.9		-	-	-	-
ATA-100	ATP'12.820	Body	SC	3.40	66.6	x	-26.1	-31.0	-4.9	D
ATA-101	ATP'12.728	Body	SC	8.80	195.5	x	-26.3	-31.3	-4.9	D
ATA-102	ATP'13.819	Body	SC	2.00	743.2	x	-26.2	-31.6	-5.4	D
ATA-103	ATP'12.933	Body	SC	5.62	181.8	x	-26.0	-30.1	-4.1	D
ATA-104	ATP'17.1968	Body	BA	6.90	7.6		-	-	-	-
ATA-105	CMI.D2.204.1441	Sieve	BA	4.10	283.2	x	-26.1	-31.0	-4.9	D
ATA-106	CMI.D2.145.259	Sieve	BA	19.90	1066.2		-	-	-	-
ATA-107	CMI.A6.200.388	Sieve	BA	33.90	378.2	x	-24.3	-31.3	-6.9	D
ATA-108	CMI.A5.203.456	Sieve	BA	13.00	202.7		-	-	-	-

Table 6.VI Continuation: All analysed samples. Chron.-Chronologies: N-Neolithic; FC-Funerary chalcolithic; SC-Stabling Chalcolithic; BA-Bronze Age. Cont-contamination ratios (%) calculated by internal standard method. Lipids- Concentration lipids (µg/g). Fatty acids  $\text{C}_{16:0}$  and  $\text{C}_{18:0}$ .  $\delta^{13}\text{C}$  values of the FAMES of  $\text{C}_{16:0}$  and  $\text{C}_{18:0}$  (‰);  $\Delta^{13}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$ ) (‰) Isotopic values. Product: D-Dairy fats; R- Ruminant adipose fats; NR-Non Ruminant adipose fats.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

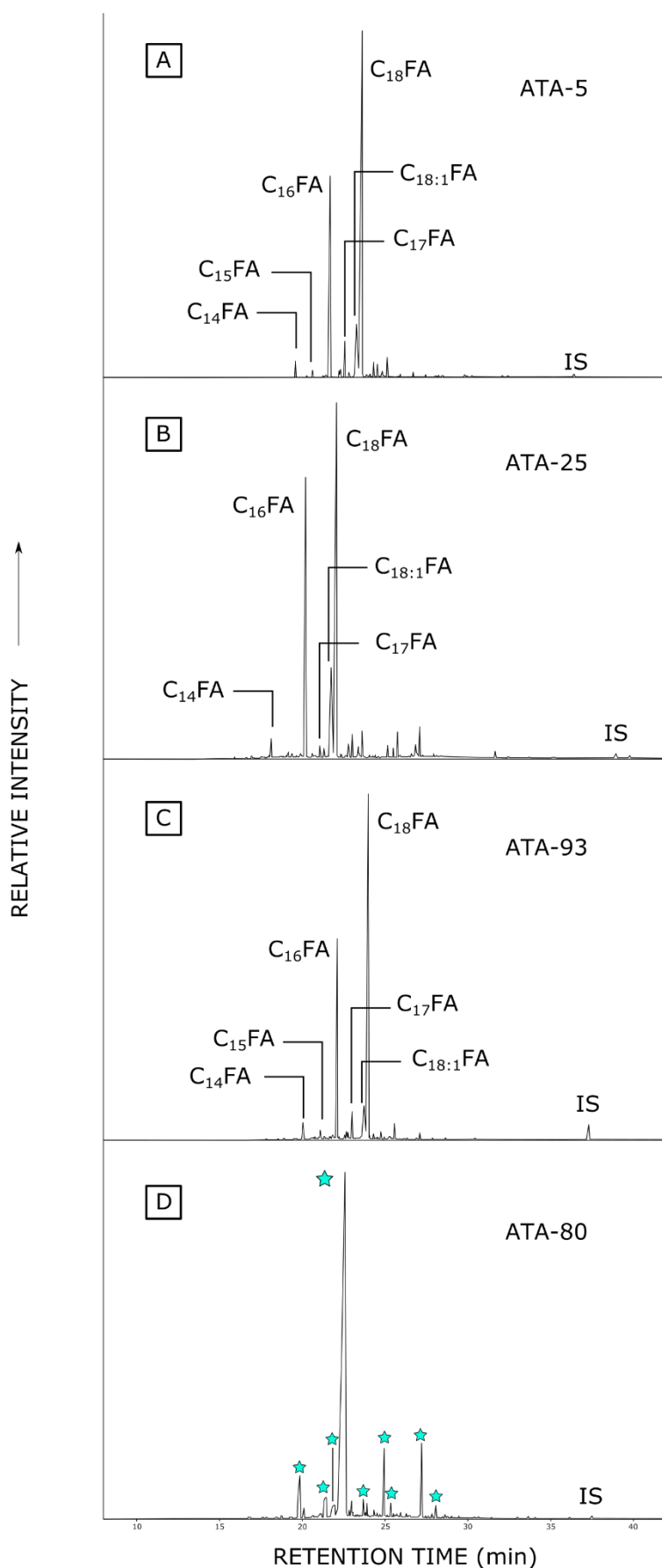


Figure 6.5: Partial gas chromatograms of methylated and TMSed (trimethylsilylated) total lipid extracts (TLEs) from Neolithic Dairy (A), Funerary Chalcolithic Non-Ruminant (B), and Stabling Chalcolithic Ruminant (C) fats. C<sub>x:n</sub>FA are fatty acids where x is the carbon chain length and n the number of double bonds; IS, internal standard, *n*-tetratriacontane (*n*-C<sub>34</sub>). (D) Partial gas chromatogram with peaks identified as plasticizers arising from modern contamination (★).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

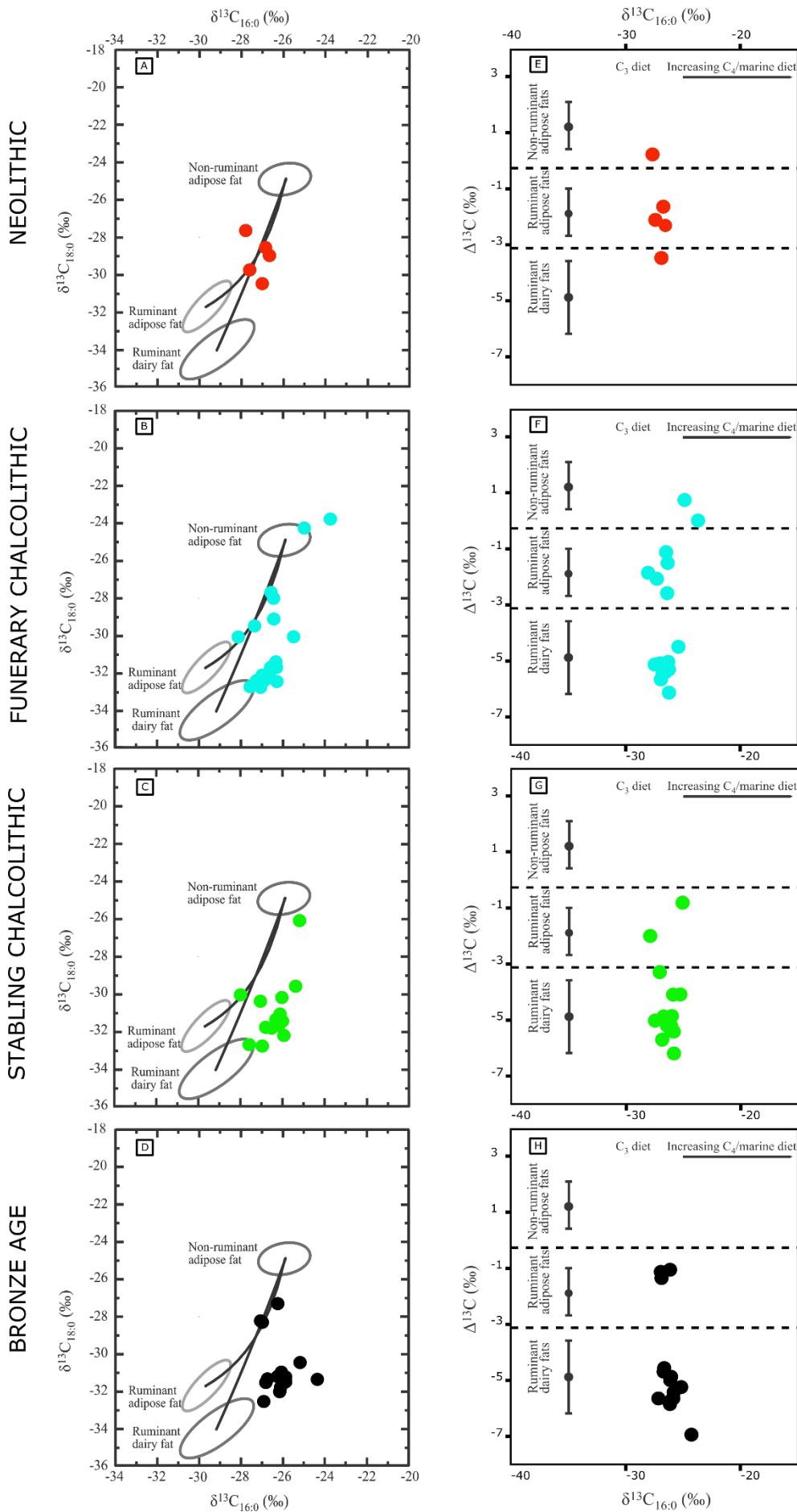


Figure 6.6: Fatty acid carbon isotope composition of lipids extracted from ceramic vessels from El Portalón de Cueva Mayor. (A, B, C, D)  $\delta^{13}\text{C}$  values for the  $\text{C}_{16:0}$  and  $\text{C}_{18:0}$  fatty acids prepared from animal fats residues extracted from sherds from the Neolithic, Funerary Chalcolithic, Stabling Chalcolithic and Bronze Age, respectively. The three fields correspond to the  $P = 0.684$  confidence ellipses for animals raised on a strict  $\text{C}_3$  diet in Britain (Copley *et al.*, 2003). (E, F, G, H)  $\Delta^{13}\text{C}$  values from the same potsherds. Ranges show the mean  $\pm 1$  SD for a global database comprising modern reference animal fats from United Kingdom (animals raised on a pure  $\text{C}_3$  diet), Africa, Kazakhstan, Switzerland, and the Near East (Dunne *et al.*, 2012).

### 3.3. SAMPLE CONTAMINATION

The lipid residue analyses of the pottery sherds yielded a number of plasticizers (phthalates) interpreted as contamination arisen from sample storage conditions (Table 6.V- Contamin.%; Fig. 6.5d). The contamination rate was achieved by the internal standard method (Correa Asencio and Evershed, 2014; Mileto *et al.*, 2017) and it was highly variable. To attempt to infer its origin was performed for the 4 groups of pottery sherds sampled in this study (Fig. 6.7)

The percentage (%) of contamination in extracts was calculated for each sample to assess the rate of contamination for the four different groups. The highest values of contamination are found in Group 1, with one sample (ATA-80) containing 85 % of contamination in its lipid extract. This value contrasts with that exhibited by the samples from Group 4, where the highest value is <1 % (ATA-33). To compare the different proportion of contamination in different groups and due to the high dispersion of the data, the median and interquartile range (IRQ) were calculated for each group (Fig. 6.7): Group 1: median = 16.89, IRQ = 27.86, Group 2: median = 7.07, IRQ = 12.82, Group 3: median = 0, IRQ = 0.09 and Group 4: median = 0 and IRQ = 0.05 (Fig. 6.6b).

6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

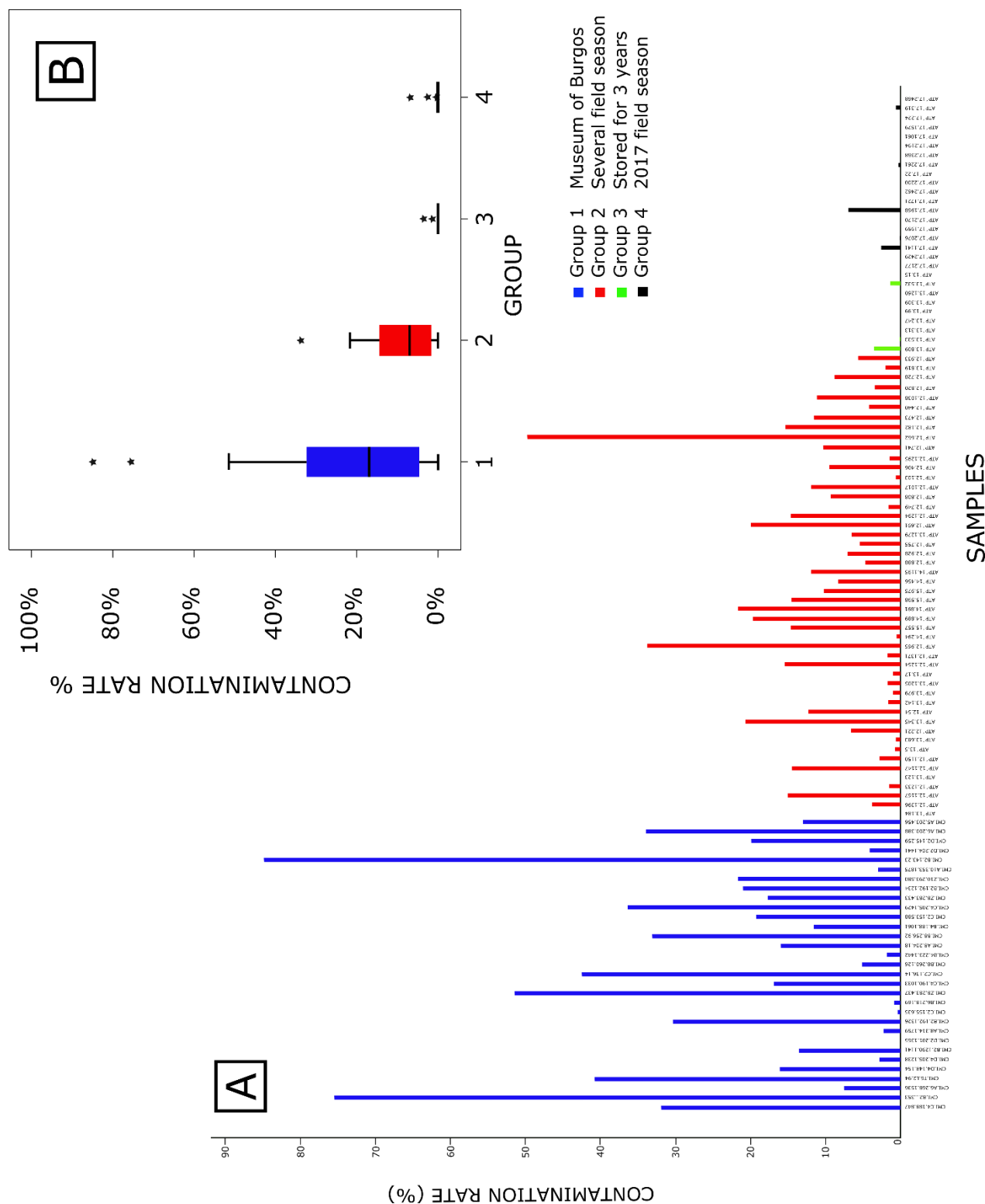


Figure 6.7: (A) Concentration of compounds identified as modern contamination expressed as a percentage (%) of the total lipid content for each sample analysed. Group 1 (blue): cleaned and stored at Burgos Museum for 20 years in plastic bags with other sherds; Group 2 (red): recovered from relatively ancient excavations, cleaned and stored in plastic bags for > 3 years. Manipulated for other analyses; Group 3 (green): stored in plastic bags for 3 years, not cleaned; Group 4 (black): stored in plastic bags 3 months before analysis, not cleaned. (B) Box-plot of contamination rates with median and quartiles expressed. \*: outlier samples.

### 3.4. FAUNAL REMAINS AND SECONDARY PRODUCTS

The faunal study revealed 5,461 NISP (Number of Identified Specimens) in the Neolithic to Bronze Age contexts (Galindo-Pellicena *et al.*, 2014-2017b, Fig. 6.8; Table 6.VII). Bones from domesticated animals dominate the assemblage in all the periods, ranging from 394 (Neolithic) to 1,892 (Stabling Chalcolithic). However, remains of wild animals are particularly abundant in the Neolithic and Bronze Age units, constituting up to 25 % of the total NISP. In all periods, the main herds are ovicaprids (*Ovis aries/Capra hircus*) followed by cattle (*Bos sp.*) and pigs (*Sus sp.*; Fig. 6.8). Ovicaprid remains are always the most abundant faunal remains for all periods, ranging between 33 % and 65 % of the total NISP. Ovicaprids are particularly abundant in the Chalcolithic (65 %,  $n = 724$ , and 52 %,  $n = 1065$ , of the total NISP for the Funerary phase and Stabling phase, respectively) (Fig. 6.8; Annex D). Pig remains are relatively rare in the domesticated faunal assemblage and constitute between 7 % and 12 % of the total NISP (Fig. 6.8; Annex D). Their proportion is relatively constant through time. Cattle are relatively abundant in the Neolithic (27 %,  $n = 146$ ). The abundance of cattle is lower in the Funerary Chalcolithic (17 %,  $n = 184$ ) and higher in Stabling Chalcolithic (34 %,  $n = 694$ ) and Bronze Age (31 %,  $n = 554$ ) (Fig. 6.8) (Annex D).

The ovicaprid slaughtering profile (Table 6.VII-Fig. 6.9a-d) shows the presence of A (0-2 months) and B (2-6 months) age classes during the Neolithic (Fig. 6.9a) and suggests that their exploitation was focused on dairy production (Milk A and B exploitation types from Helmer *et al.* (2007). The presence of B (2-6 months) and C-D (6-12 months and 1-2 years) and EF (2-4 years) age classes (Helmer *et al.*, 2007) in the assemblage suggest that meat production may also have been significant (Meat A and B exploitation). These observations from the Neolithic faunal record suggest exploitation of secondary products (eg. Dairy and fleece).



## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

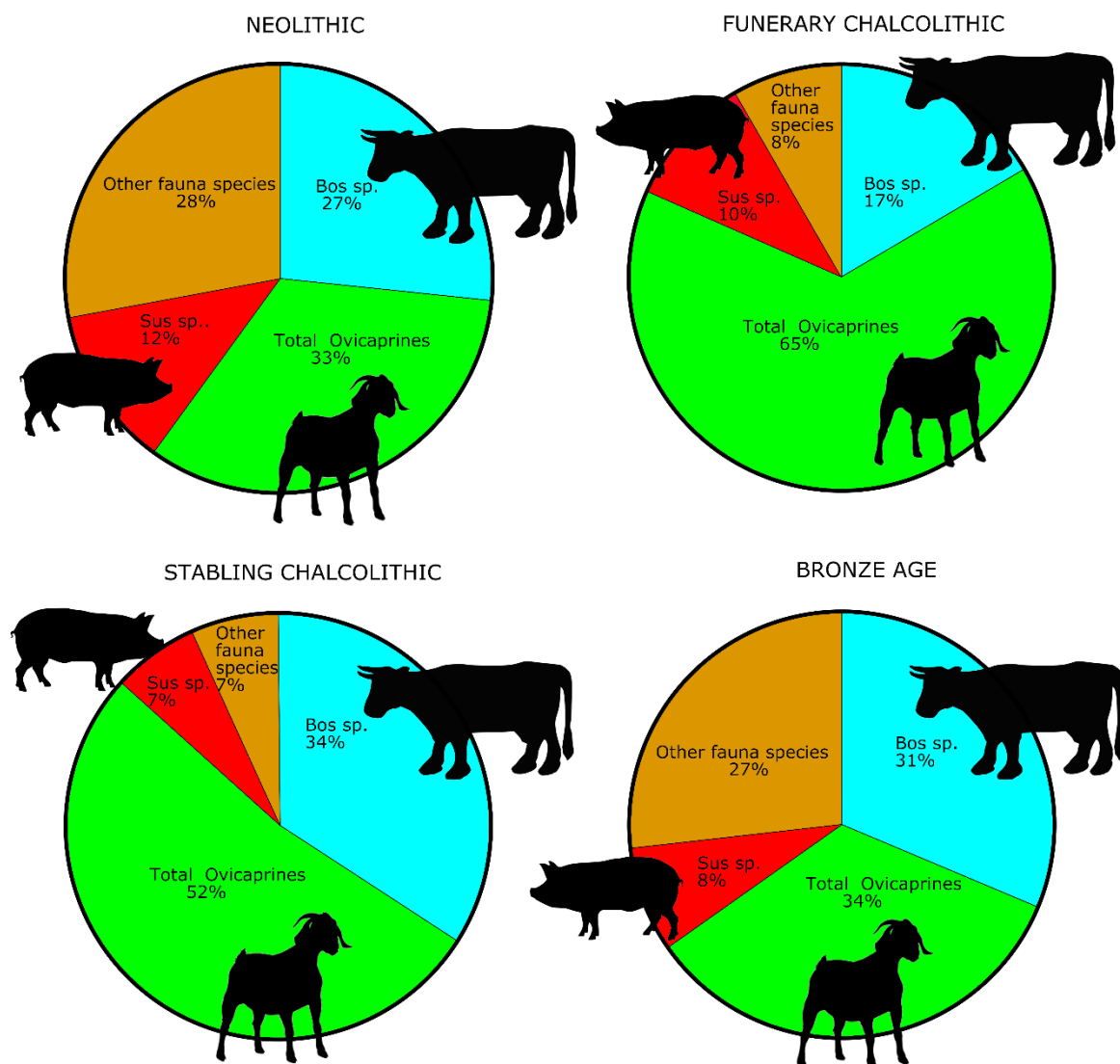


Figure 6.8: NISP (Number of Identified Specimen) from the different archaeological phases and contexts found in the El Portalón de Cueva Mayor. The 3 main herds for all the periods are represented: cattle (blue), sheep/goat (green) and pig (red). Other species are reported in Annex D.

In the Funerary Chalcolithic (Fig. 6.9b) context, Meat B (D-C age classes) type and Milk B (EF age class) production are the only inferred exploitation types. During the Stabling Chalcolithic phase (Fig. 6.9c), the exploitation seems to be focused on meat (B-A Meat exploitation types) due to the significant presence of B and CD age classes (2-6 months and 1-2 years, respectively), Milk A and B type (exploitation A, 0-2 months, and EF, 2-4 years) and possibly other products such as fleece (age class G, 4-6 years; Helmer *et al.*, 2007).

Finally, in the Bronze Age (Fig. 6.9d), a mixed exploitation of meat (type B-A, C-D and B age classes) and milk (type B, EF age class) is suggested, with possibly a lower production of secondary products, such as fleece (G age class; Helmer *et al.*, 2007).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Ovicapripnes			Neolithic		Funerary Chalcolithic		Stabling Chalcolithic		Bronze Age	
Age class	Estimated age	W	N	Feq density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)
A	0-2 m	0.17	2	12	0	0	4	24	0	0
B	2-6 m	0.33	2	6	0	0	4	12	2	6
C	6-12 m	0.5	1	2	1	2	1	2	6	12
D	12-24 m	1	2	2	2	2	5	5	5	5
EF	24-48 m	2	1	0.5	3	1.5	3	1.5	6	3
G	48-72 m	2	0	0	0	0	8	4	2	1
HI	72m+	4	0	0	0	0	3	0.75	0	0

Table 6.VII: Description of the seven age classes used for sheep and goat (Payne, 1973; Helmer et al., 2005) from the El Portalón de Cueva Mayor site. The age class width vector  $W_i$  is obtained by dividing the estimated age (in months) by 12 for drawing the continuous x-axis scale unit of the histogram (in years). The frequency density on the y-axis of the mortality profile is the time-corrected  $N_i$ , i.e.  $(N_i/W_i)$ . Feq.-Frequency. Elaboration Dr. María Ángeles Galindo-Pellicena.

<i>Bos taurus</i>		Neolithic		Funerary Chalcolithic		Stabling Chalcolithic		Bronze Age	
Age ranges (months/years)	Age classes width $W_i$ (years)	N	Freq. density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)	N	Feq density (Ni/Wi)
0-6 m	0.5	0	0	2	4	1	2	3	6
6-12 m	0.5	0	0	0	0	0	0	1	2
1-2 y	1	1	1	0	0	1	1	2	2
2-4 y	2	2	1	2	1	2	1	1	0.5
4-6.5 y	2.5	0	0	0	0	3	1.2	2	0.8
6.5-9 y	2.5	0	0	0	0	3	1.2	0	0
9-11.5 y	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
>11.5 y	4	0	0	0	0	3	0.75	0	0

Table 6.VIII: Age ranges of cattle from El Portalón de Cueva Mayor site. The age class width vector  $W_i$  is obtained by dividing the estimated age (in months) by 12 for drawing the continuous x-axis scale unit of the histogram (in years). The frequency density on they-axis of the mortality profile is the time-corrected  $N_i$ , i.e.  $(N_i/W_i)$ . Feq.-Frequency. Elaboration Dr. María Ángeles Galindo-Pellicena.

For *Bos taurus*, the death profiles in Neolithic mainly shows age classes ranging between 1- years and 2-4 years (Table 6.VIII; Fig. 6.9e). In Funerary Chalcolithic, the ranges are 0-6 months and 2-4 yrs (Table 6.VIII; Fig. 6.9f). Meanwhile, in Stabling Chalcolithic different ranges are observed 6-12 months and 9-11.5 years; in addition, all the age classes are observed but at very low frequency (<2 %; Table 6.VIII; Fig. 6.9g). Finally, for the Bronze Age phase, slaughtering under 4 years is evident, there are no

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

specimen older than 6.5 years and a slaughtering peak is observed at the first age phase (0-2 months; Table 6.VII; Fig. 6.9h).

In the case of *Sus* from the Neolithic units, 5 individuals were recovered. All of them were slaughtered around 2 years old or less than 2 years old, so the distinguishing between wild and domestic forms is not conclusive. We cannot suggest the obtained products belong to *Sus domesticus* or *Sus scrofa*. Nevertheless, if the remains belong to domestic forms, a change towards an exploitation of older individuals from Neolithic to Bronze Age can be suggest taken account the data of the Chalcolithic and Bronze Age (Galindo-Pellicena *et al.*, 2019).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

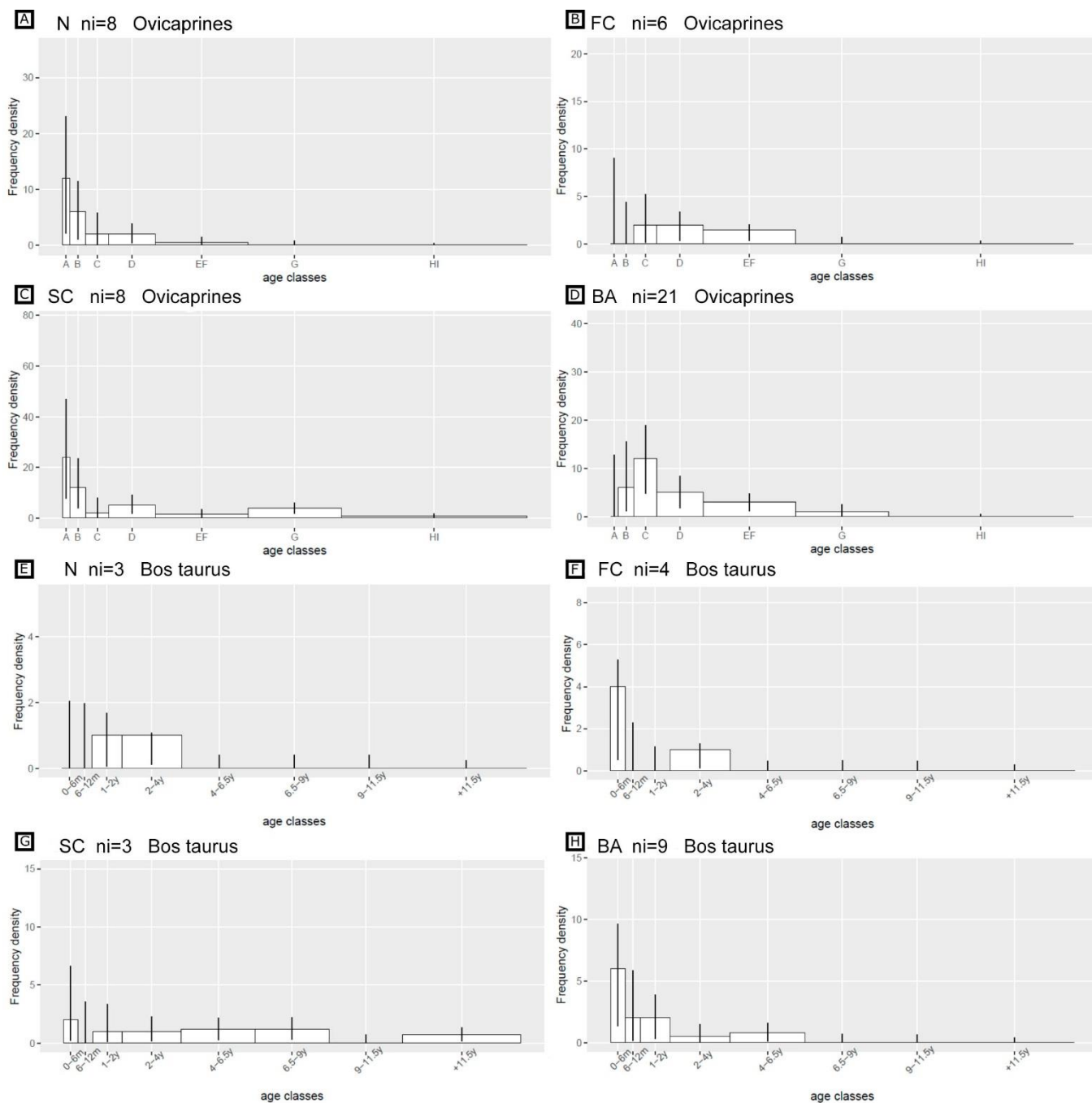


Figure 6.9: (Age-at-death profiles for Ovicaprines and Bovines from El Portalón de Cueva Mayor site. Histograms show the frequency distribution of age-at-death classes inferred from dental remains using the number of teeth  $N_i$ , the vertical bars represent the 95% credible intervals around the profile age classes as estimated in Gerbault et al. (2016). (A-D) Ovicaprines kill-off patterns from single teeth following Albarella and Davis, 1994, mortality profiles using Payne (1973, 1987) and fauna exploitation inference from Helmer et al. (2007). Neolithic (Neo),  $n=8$ ; Funerary Chalcolithic,  $n=6$ ; Stabling Chalcolithic,  $n=28$ ; Bronze Age,  $n=21$ , respectively. (E-H) Bovine age-at-death was estimated according to Jones and Sadler (2012) and Jones (2007). Total NISP of all species and chronologies phases in Suppl. Table I. *Bos taurus*: Neolithic,  $n=3$ ; Funerary Chalcolithic,  $n=4$ ; Stabling Chalcolithic,  $n=12$ ; Bronze Age,  $n=12$ . Elaboration Dr. P. Gerbault.

## IV. DISCUSSION

### 4.1. CONTROLS ON ORGANIC RESIDUE PRESERVATION

The recovery rate of lipids in sherds from the Chalcolithic (FC and SC) was high, 72 % and 67 % respectively. We interpret this as is due to the good preservation conditions at the site (e.g. Wadsworth *et al.*, 2017) and the short time elapsed from their excavation to their processing. The fact that the sherds had not been cleaned may also have contributed to the higher recoveries of organic residues. For the Neolithic, the number of sherds with preserved organic residues was the lowest (5 out of 21 samples, 24 %). Although the sherds were analysed just after their excavation (1-2 years) and they were not water washed, their greater age probably accounts for a higher taphonomic loss of lipids, although differences in vessels use cannot be ruled out (Evershed, 2008a). Finally, the Bronze Age sherds, although being the youngest, yielded a 37 % of sherds with significant amount of archaeological lipids. Their origin from ancient excavations in the late 1970s and their processing (cleaning) and storage conditions, 20 years in plastic bags at the Burgos Museum, has contributed to a lower preservation of organic residues (Fig. 6.10). This is also supported by the higher occurrence of plasticizer contamination in these sherds (Group 1 in Fig. 6.5). Thus, from the results obtained we can infer that even if the archaeological preservation at the site is very good, the cleaning method, in fact the absence of cleaning, and storage conditions, preferably wrapped in aluminium foil and placed in paper bags, are critical for optimal preservation of organic residues (Copley *et al.*, 2005b-2005c; Roffet-Salque and Evershed, 2015).

### 4.2. CHANGES ON ORGANIC RESIDUES THROUGH TIME AND DIFFERENT ARCHAEOLOGICAL CONTEXTS

The ca. 4000-year long diachronic study, from the Neolithic to the Bronze Age, of organic residues preserved in pottery sherds and the zooarchaeological remains from El Portalón de Cueva Mayor site makes it possible to infer domesticate herd management, diet and/or cultural practices for different cultural periods and also to track changes in these practices through time. Here, biomarker occurrence and their isotopic analyses had been used for the identification of the commodities. Therefore, it is discussed studies and data from other authors who have used the same technique and where the corresponding

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

isotopic values are available. A complete table listing all the Spanish publications with organic residue research is included (Table 6.IX).

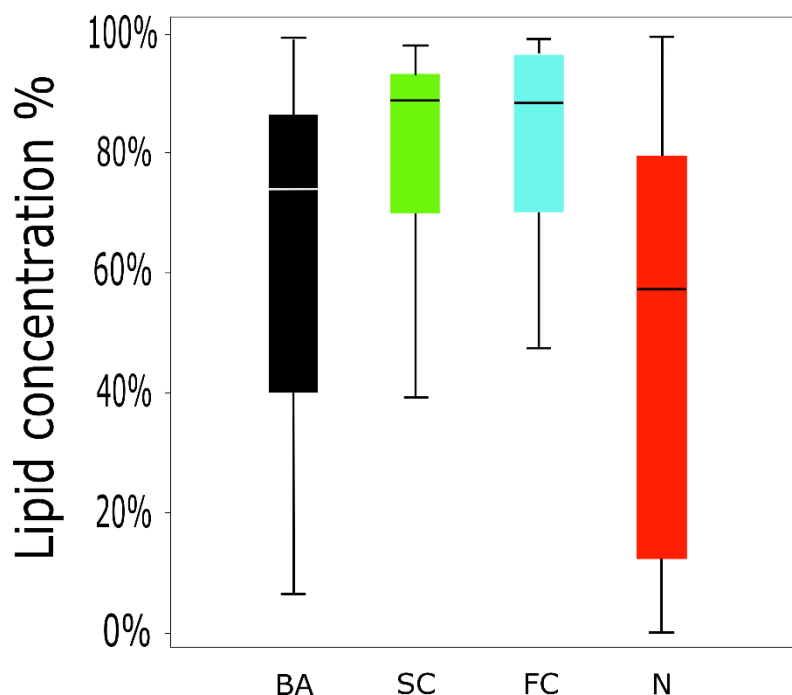


Figure 6.10: Box-plot of lipid concentration rate (%) vs. sherd age and archaeological context. BA-Bronze age ( $n = 38$ ); SC-Stabling Chalcolithic ( $n = 24$ ); FC-Funerary Chalcolithic ( $n = 25$ ); N-Neolithic ( $n = 21$ ).

### 4.2.1 DAIRY AND MEAT EXPLOITATION DURING THE NEOLITHIC

Lipid residue analyses of the Neolithic potsherds show a prevalence of ruminant adipose fats (3 samples, 60 %; Table 6.VI; Fig. 6.4a, e and 6.11). This is consistent with the predominance of ovicaprids (33 %) and cattle (27 %) in the Neolithic faunal assemblage. Furthermore, the Neolithic age-at-death profiles suggest the ovicaprid exploitation strategy was focused on dairy and meat production (Table 6.VII and Fig. 6.7a). Since the Neolithic excavations are still in progress, the sample sizes are small. Indeed, the bovine Neolithic age-at-death profile is derived from three animals with an inferred age at death ranging between 1 to 4 years. In addition, in this phase, other wild animal remains have been observed in high abundance (28 %) and derive mainly from hunted herbivores, including equids and cervids (Fig. 6.6; Annex D). As seen in El Portalón de Cueva Mayor, where available, Neolithic faunal data show that ovicaprids tend to dominate Iberian assemblages (eg. Álvarez-Fernández *et al.*, 2014; Valente and Carvalho, 2014; Davies *et al.*, 2018) pointing to economies oriented toward meat or mixed meat and milk production (Cubas *et al.*, 2020). It has been proposed that dairying is closely linked with cattle-based economies, while sheep and goats were exploited for both

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

their meat and milk, at least in the initial phases of the Neolithic (Cubas *et al.*, 2020). A similar association between cattle and dairying has been reported for the Early Neolithic of South-eastern Europe and the Near East (Evershed *et al.*, 2008).

Ruminant dairy fats were detected only in one Neolithic pottery sherd, analysis of further Neolithic pottery sherds is required for a better understanding of pottery use during this period. However, low frequencies of dairy lipids are observed in both Iberian Atlantic and Mediterranean Cardial pottery (Spiteri *et al.*, 2016) supporting a mixed meat/milk economy during this early phase. Cubas *et al.* (2020) pointed a latitudinal gradient in dairy production, the frequency of dairy products in pottery increased as farming was progressively introduced along a northerly latitudinal gradient. The dairy fat presence is lower in south European sites being more usual in north UK or Baltic regions. There are indeed very few evidences for milk exploitation in the Neolithic of the Iberian Peninsula, with previous dairy residues detected by Martí-Oliver *et al.* (2009) in Cova d'Or (Alicante, Spain), Spiteri *et al.* (2012-2016) in the Can Sadurní site (Barcelona, Spain), Tarifa-Mateo *et al.* (2019) in Cueva El Toro site (Málaga, Spain), Cubas *et al.* (2020) in Lapiás de Lameiras (Portugal), São Pedro de Canaferrim (Portugal), Los Canes (Cantabria, Spain) or Los Gitanos (Cantabria, Spain), and Stojanovski *et al.* (2020) in Anta 1 de Val da Laje (Portugal). Our results contribute the understanding of the European spread of dairy production, providing essential information from the Iberian Peninsula in being one of the last geographic areas reached by Neolithic innovations (García-Martínez de Lagrán, 2014; Spiteri *et al.*, 2016; Valdiosera *et al.*, 2018; Manen *et al.*, 2018).

### 4.2.2 CHALCOLITHIC: DAIRY PRODUCTS AND MEAT FOR THE LIVING AND THE DEAD

The most common animal products in the pottery sherds from the Funerary Chalcolithic were identified as dairy commodities (11 samples, 61 %), but with ruminant carcass products also significant (5 samples, 28 %; Table 6.VI; Fig. 6.4b, f and 6.11). Ovicaprids were exploited for mixed purposes, milk and meat (Table 6.VII and Fig. 6.7b-c). In Funerary Chalcolithic, a weak peak of specimens in 0-6 months is consistent with a strategy targeting dairy exploitation, however animals with an age-at-death <1 month very likely died from natural causes. The kill-off peak at 2-4 years mainly reflects meat exploitation (Gillis *et al.*, 2017), but the low sample size for this phase is low ( $n = 3$ ; Fig. 6.7f). According to Pérez-Romero *et al.* (2017), some of these animals, mainly the immature ones, could have been offerings.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

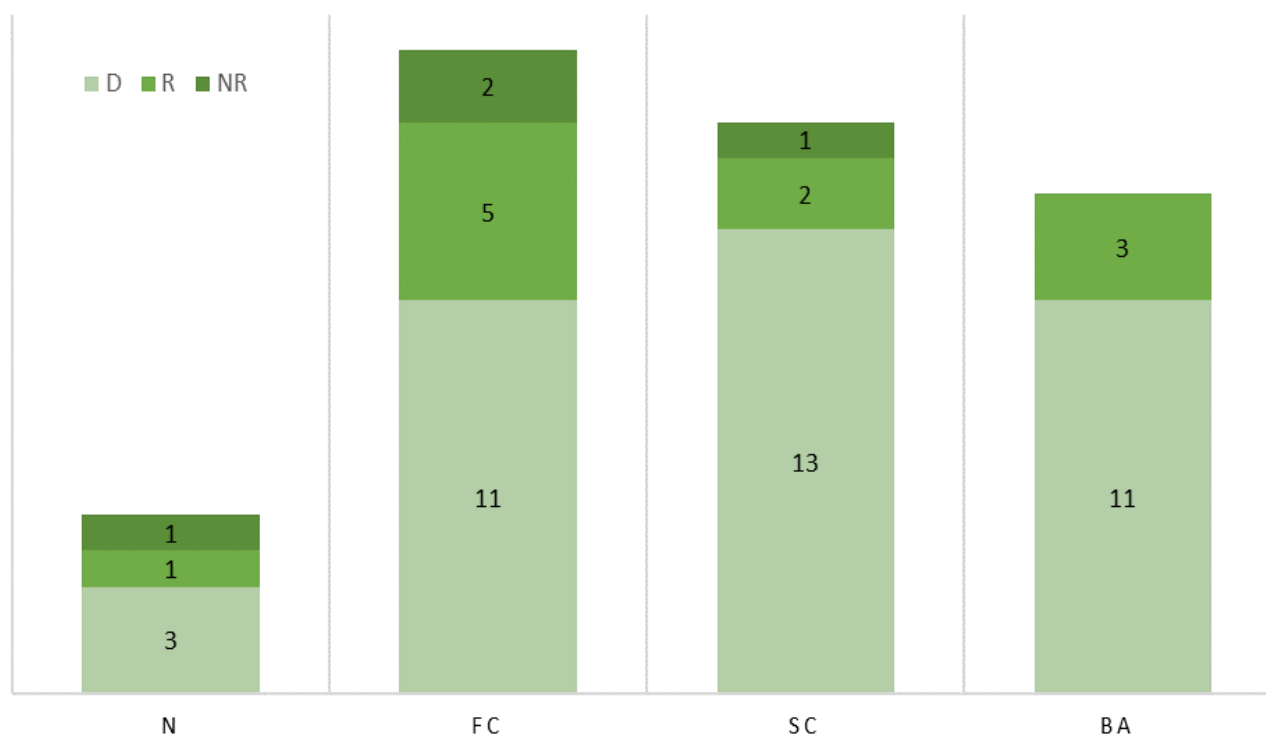


Figure 6.11: Histogram with analysed samples and number of samples with archaeological lipids for each product. N-Neolithic; FC-Funerary chalcolithic; SC-Stabling Chalcolithic; BA-Bronze Age. Products: D-Dairy fats; R- Ruminant adipose fats; NR-Non Ruminant adipose fats.

The archaeological evidence also points to the elaboration of dairy products, such as cheese due to the presence of sieves that could be interpreted as cheese-strainers (Salque *et al.*, 2013; Pérez-Romero *et al.*, 2015). Although the Chalcolithic sieves were not analysed for archaeological lipids the presence of dairy fats in two sieves from the Bronze Age levels is consistent with their use as cheese-strainers as a way to extend milk shelf-life or as a way to consume dairy products while avoiding the widely perceived symptoms of lactose intolerance by largely lactase non-persistent communities at the site (Sverrisdóttir *et al.*, 2014). Sherds with similar perforations from Neolithic Poland have also been shown to be cheese-strainers (Salque *et al.*, 2013). As discussed below dairy fats were detected in Bronze Age sieves from the site.

Non-ruminant adipose fats are less common in the Chalcolithic sherds (only 2 samples, 11 %) and pig remains are also the least represented domestic livestock (Galindo-Pellicena *et al.*, 2019). Pottery and faunal remains were the main grave goods of the many individual burials that form a stone tumulus within the cave and their typological characteristics are probably related to their use in a funerary context and rites (Pérez-Romero *et al.*, 2017). The good preservation of the funerary context and archaeological remains allowed reconstruction of a funerary ritual including the lighting of small hearth(s)



## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

near the burial (stone covered corpse) with nearby deposits of small pottery vessels and immature domestic animals in anatomical connection (Pérez-Romero et al., 2017: Fig. 5 and 7). Thus, the lipid residues from the sherds, comprising mainly ruminant dairy and meat lipids, together with the animal remains, mainly ovicaprids, but with a few pigs and even an entire calf, are consistent with interpretation that they were offerings for the dead that may reflect everyday consumption habits. The importance of meat in Chalcolithic diet is observed through paleodietary inferences from isotopic and dental microwear patterns found on human skeletal remains for the same contexts. These patterns suggest that the individuals maintained a C<sub>3</sub> terrestrial diet less abrasive than that of coeval populations on the Mediterranean coast, due mainly to high meat consumption (Valdiosera *et al.*, 2018; García-González *et al.*, 2018).

Dating to about two centuries later, in the pottery sherds from the Stabling Chalcolithic context of the site, the most abundant animal fats are related to dairy commodities (11 extracts, 87 %), followed by ruminant adipose fats (2 extracts, 13 %; Table 6.VI; Fig. 6.4c, g and 6.11). For all the animals, the kill-off pattern is characteristic of exploitation of various commodities. Ovicaprids were exploited for milk (presence of age classes A and EF), other secondary products (G: fleece) and meat (age classes B and C; Fig. 6.7c). The Stabling Chalcolithic cattle exploitation appear to have been exploited for both their milk and meat. Meat procurement is evidenced by the presence of animals slaughtered in their 1-2 years, 2-4 years and 4-6 years and milk is evidenced exploitation by a weak % of slaughter in the first months of life (0-6 months). Cattle older than 6 years could be females slaughtered when they stopped lactating (Gillis *et al.*, 2017) or bulls used as beast of burden (Fig. 6.7g), as evidenced by the presence of specific pathologies in anatomical elements (Galindo-Pellicena *et al.*, 2017a). Non-ruminant adipose fats were not detected in the studied sherds and animal remains related to this type of fats are very scarce at the site. This period presents the lowest %NISP for *Sus* (7 %), *Equus*, *Leporidae* and *Cervus elaphus* or *Capreolus Capreolus* (7 % NISP). The increase of secondary product exploitation and activities may be related to the so called *secondary products revolution* (Sherratt, 1981), consisting of the intensive use of animals at different levels, as elements of traction, the expansion of dairy products, in addition to the expansion of textile crafts (reflected in the site archaeological record also by the presence of fusayolas and loom weights). In the Iberian Peninsula, this secondary product exploitation intensification has been proposed to occur during the Chalcolithic and is particularly evident in Bell Beaker contexts (Garrido-Pena, 2005).

Previous organic residue studies in pottery the Iberian Chalcolithic have claimed the presence of alcoholic residues (beer or mead) and in smaller proportion animal fats, e.g.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Túmulo de la Sima (Soria, Spain; Rojo-Guerra *et al.*, 2006b), collective tomb of La Peña de la Abuela (Soria, Spain; Rojo-Guerra *et al.*, 2008b) and Calvari de Amposta burial cave (Tarragona, Spain; Fábregas-Valcarce, 2001; Table 6.IX). However, controversy surround the identification of alcoholic beverages (Correa Ascencio *et al.*, 2014; Drieu *et al.*, 2020) and further complementary analyses for brewing/fermentation biomarkers is required to corroborate these interpretations. As in the present study, dairy fats have been identified for Chalcolithic in Virués-Martínez cave using molecular and compound-specific isotope analyses of fatty acids (with a mixture of ruminant and non-ruminant carcass fats; Granada, Spain; Manzano *et al.*, 2019). Meanwhile, for Chalcolithic Bell Beaker domestic sites the presence of dairy products was very tentatively inferred through the detection of caseine (Los Dolientes I, Soria, Spain with ruminant carcass fats; Rojo Guerra *et al.*, 2008b; Loma de la Tejería, Teruel, Spain; Montero and Rodríguez de la Esperanza, 2000).

It must be taken in account that all analysed Chalcolithic (Stabling and Funerary) pottery sherds in this work are from Pre-Beaker Chalcolithic, the early Chalcolithic phase prior to the Beaker culture. This fact could evidence a possible contrast between these two Chalcolithic phases, the funerary pottery in Pre-Beaker phase where dairy and ruminant fat are present in funerary offerings and the Bell-Beaker funerary contexts where alcoholic beverages seem to be the most abundant residues. This fact could point to, at least for the northern Iberian plateau, a change from relatively egalitarian megalithic multiple burials (Garrido Pena, 1999, 2005) during the Neolithic and pre-Beaker Chalcolithic with everyday dairy and animal products as offerings (Pérez-Romero *et al.*, 2017), to individual burials during the Beaker Chalcolithic (Garrido Pena, 1999; Guerra Doce, 2006a; Delibes de Castro *et al.*, 2009). However, no robust biomarker for alcoholic commodities is well-known and a complementary analysis for alcoholic biomarkers should be done to corroborate this hypothesis.

### 4.2.3. BRONZE AGE: DAIRY, MEAT AND FLEECE

The most common animal fats in Bronze Age pottery sherds, a dwelling context, derive from dairy (11 extracts, 79 %; Table 6.VI; Fig. 6.4d, h and 6.8), followed by ruminant carcass products (3 extracts, 21 %). Ovicaprid slaughter profiles show a mixed exploitation of meat and milk, with a dominance towards tender meat production (C type, Vigne and Helmer, 2017; Fig. 6.7d). For cattle we observed a post-lactation peak as defined by Tresset (1996) and Gillis *et al.* (2017), with kill-off peaks between 6-12 months (weaned calves) and between 1-3 years (focused on meat). Some specimens were

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

slaughtered during the very first months of their life (Fig. 6.7h). Non-ruminant fats were not detected in Bronze Age sherds, but pig remains found at the site (Table 6.VI) show that they were consumed during this period (8 % NISP; Fig. 6.6). Their absence in the lipid residues could arise from the mode of cooking (roasting) or the use of pottery for processing both ruminant and non-ruminant products that could hide the non-ruminant signal (Mukherjee *et al.*, 2007). In addition, four Bronze Age extracts came from sieves, and two of them yielded a significant amount of lipids identified as dairy fats. This supports previous studies concerning the function of sieves as cheese-strainers or dairy processing recipients (Gerbault *et al.*, 2013; Salque *et al.*, 2013; McGovern and Hall, 2013).

Again, our findings offer a different view on the Iberian Bronze Age for organic residues since most of the previous studies have focused on funeral and/or ceremonial contexts where mostly alcoholic beverages have been claimed to be found (Table 6.IX). The presence of animal products at our domestic site is in accordance with the few other domestic sites previously studied where dairy and carcass products are present (Manzano *et al.*, 2015). Also, and in contrast to other results from the south of the Iberian Peninsula, none of the sherds from Bronze Age or Stabling Chalcolithic contain non-ruminant adipose fats. In the site of Peñalosa (Jaén, Spain), Manzano *et al.* (2015) through isotopic methods report the presence of both ruminant and non-ruminant animal products in Argaric pottery indicating the importance of both ruminant (ovine and bovine) and non-ruminant (porcine and equine) animals for this period.

### 4.3 CONTAMINATION RATIOS

As far as we know, no previous studies on plasticizer contamination extracted from pottery vessels exist. The proportion of compounds identified as modern contamination in different sample groups highlighted the high level of contamination in samples that were stored for > 20 years in plastic bags (Fig. 6.5). The lower contamination rates are found in samples which had been excavated during recent campaigns or stored without having been cleaned. High abundance of plasticizer contamination seems to be correlated with time spent inside plastic bags and the cleaning processes employed. The best storage method to avoid contamination, is to wrap the sherds with clean aluminium foil and store them in paper bags or envelopes as recommended in recent guidance (Historic England, 2017).

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Site	Period	Context	Interpretation	Method	Biomarkers	Reference
<b>Cova de Can Sadurní (Barcelona. Spain)</b>	<b>Early Neolithic (Postcardial)—5<sup>th</sup> millennium cal BC</b>	<b>Domestic occupation and burial place</b>	<b>Beer Dairy and animal fats</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	Blasco et al. 2008 <b>Spiteri., 2012 Spiteri et al., 2016</b>
Dolmen de Azután (Toledo. Spain)	Neolithic—5 <sup>th</sup> millennium cal BC	Domestic occupation beneath a megalithic tomb	Honey or mead	No specified	Cerotic acid, pollem,	Bueno Ramírez et al. 2005
Cova de l'Or (Alicante. Spain)	Early Neolithic 6510±160/6265±75 BP	Ritual	Caprine milk	GC, GC-MS, GC-C-IRMS	FA and isotopic values	Martí Oliver et al., 2009.
<b>Gruta do Caldeirão (Portugal)</b>	<b>Neolithic. 5500-4500 cal BC</b>	<b>Cave</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>Lapiás das Lameiras (Portugal)</b>	<b>Neolithic. 5500-5000 cal BC</b>	<b>Open air</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>São Pedro de Caneferrim (Portugal)</b>	<b>Neolithic. 5300-4700 cal BC</b>	<b>Open air</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>Valada do Mato (Portugal)</b>	<b>Neolithic. 5500-4500 cal BC</b>	<b>Open air</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>Monte da Foz</b>	<b>Neolithic Cardial</b>	<b>Open air</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>Cueva de El Toro (Málaga, Spain)</b>	<b>Neolithic: phase IV (5280-4780 cal BC); phase IIIB (4250-3950 cal BC)</b>	<b>Habitational cave</b>	<b>Phase IV: non-ruminant, ruminant, dairy and biomarkers of pine. Phase IIIB: Ruminant, non-ruminant and vegetable oil.</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Tarifa-Mateo et al., 2019</b>
<b>El Portalón (Burgos. Spain)</b>	<b>Neolithic 6270±40/4990±40 BP</b>	<b>Domestic occupation</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>This study</b>
<b>Los Canes (Cantabria, Spain)</b>	<b>Neolithic. 5500-4500 cal BC</b>	<b>Cave</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
<b>Los Gitanos (Cantabria, Spain)</b>	<b>Neolithic. 5000-3500 cal BC</b>	<b>Cave</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS, GC-FID</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Cubas et al. 2020</b>
Ca l'Ollaire (Barcelona. Spain)	Neolithic. 5080±80 BP	Burial	Dairy, salt	No specified	FA	Martín et al., 2003
<b>El Portalón (Burgos. Spain)</b>	<b>Pre-Bell Beaker 4650±30/4350±30 BP</b>	<b>Funerary</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>This study</b>
<b>El Portalón (Burgos. Spain)</b>	<b>Pre-Bell Beaker 4280±30/3900±40 BP</b>	<b>Stabling-domestic occupation.</b>	<b>Ruminant and Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>This study</b>
<b>Anta 1 de Val de Laje.</b>	<b>Neolithic-Chalcolithic 4<sup>th</sup> -3<sup>rd</sup> millennium BCE</b>	<b>Megalithic grave</b>	<b>Ruminant and non ruminant fats. Dairy</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Stojanovski et al., in press.</b>
<b>Virúés-Martínez Cave (Granada. Spain)</b>	<b>Neolithic-Chalcolithic 4<sup>th</sup> -3<sup>rd</sup> millennium BCE</b>	<b>Burial</b>	<b>Vegetable oil, ruminant fats and dairy</b>	<b>C-MS, GC-C-IRMS, UPLC-HRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Manzano et al., 2019</b>

Table 6.IX: Previous research works where different commodities were identified from Neolithic, Chalcolithic or Bronze age pottery remains in the Iberian Peninsula. In bold the works concerning GC-MS-IRMS lipid analysis with published isotopic values. FA: Fatty Acids. Pri: Pristamic acid. GC- Gas chromatography. GC-MS: Gas chromatography-Mass spectrometry. GC-C-IRMS: Gas chromatography-Combustion-Isotopic values mass spectrometry. GC-FID: Gas chromatography-flame ion detector. EDS: Energy dispersive spectroscopy. Macroscopic: optical binocular.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Site	Period	Context	Interpretation	Method	Biomarkers	Reference
Polideportivo (Jaén. Spain)	Neolithic-Chalcolithic 4 <sup>th</sup> -3 <sup>rd</sup> millennium BCE	Burial	Animal fats	GC, GC-MS,	FA	Sánchez et al., 1998
Abrigo de Carlos Álvarez (Soria. Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Shelter with schematic art	Beer	GC-MS, EDS	Phytolites, starch granules, silica skeletons	Rojo Guerra et al., 2008
Cova Calvari d'Amposta (Tarragona. Spain)	Bell Beaker (Maritime)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Burial	Hallucinogenic beer with addition of a Solanaceae	No specified	Alkaloid hyoscyamine	Fábregas, 2001 Guerra-Doce, 2015
La Calzadilla (Valladolid, Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Ritual pit	Beer with honey. mead. beeswax as a sealant. traces of cereals	Microscopic, EDS, GC, GC/MS	Phytolites, cerotic acid	Guerra Doce, 2006a; 2006b
Los Dolientes I (Soria, Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Settlement	Dairy and animal fats. Pear jelly. juice or cider.	Macroscopic, EDS, GC, GC/MS	Phytolites, FA, caseine, cholesterol	Rojo Guerra et al., 2008
Loma de la Tejería (Teruel, Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Mining camp	Dairy. Beer and fruit wine?	EDS, GC, GC-MS.	Caseine, oxalates	Montero Ruiz and Rodríguez de la Esperanza, 2008
Peña de la Abuela (Soria, Spain)	Bell Beaker (Maritime)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Burial	Wheat beer	No specified	Starch granules, phytolites, silica skeletons	Rojo Guerra et al., 2006
Perro Alto (. Valladolid, Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Burial	Beer	Microscopic, MEB, GC, GC/MS	Phytolites, silica skeletons	Delibes et al., 2009
Trincones I (Cáceres. Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Burial	Barley preparation (beer?)	No specified	No specified	Bueno et al., 2010 Guerra-Doce, 2015
Túmulo de la Sima (Soria, Spain)	Bell Beaker (Maritime)—3 <sup>rd</sup> millennium cal BC	Burial	Beer	No specified	Starches, silica skeletons	Rojo Guerra et al., 2006
Valle de las Higueras (Toledo, Spain)	Bell Beaker (Ciempozuelos)—3400-1900 cal BC	Burial	Plainbowl fish stew. Beer (Ciempozuelos bowl) and mead (plain bowl)	No specified	No specified	Bueno Ramírez et al., 2005
Marroquíes Bajos (Jaén, Spain)	Chalcolithic-Bronze Age. Late 3 <sup>rd</sup> millennium BC.	Domestic	Beeswax	GC/GC-MS	Wax steres and alcohols	Cañabete Guerrero and Sánchez Vizcaíno, 1997.
El Nogalillo (Valladolid. Spain)	Bell Beaker. Cogotas I phase	Holes	Dairy mixed with cereals	Macroscopic, EDX, GC, GC-MS	FA, caseine, phytolites	Guerra-Doce et al., 2011-2012
<b>El Portalón (Burgos. Spain)</b>	<b>Bronze Age 3760±40/3170±50 BP</b>	<b>Domestic occupation</b>	<b>Dairy. ruminant fats.</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>This study.</b>
Monasterio de S. Bernardo (Valladolid. Spain)	Bronze Age 3310±35BP	Holes	Animal fats	Macroscopic, EDX, GC, GC-MS	FA, cholesterol	Guerra-Doce et al., 2011-2012

Table 6.IX Continuation: Previous research works where different commodities were identified from Neolithic, Chalcolithic or Bronze age pottery remains in the Iberian Peninsula. In bold the works concerning GC-MS-IRMS lipid analysis with published isotopic values. FA: Fatty Acids. Pri: Pristamic acid. GC- Gas chromatography. GC-MS: Gas chromatography-Mass spectrometry. GC-C-IRMS: Gas chromatography-Combustion-Isotopic values mass spectrometry. GC-FID: Gas chromatography-flame ion detector. EDS: Energy dispersive spectroscopy. Macroscopic: optical binocular.

## 6. ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Site	Period	Context	Interpretation	Method	Biomarkers	Reference
A Forxa (Orense. Spain)	Early Bronze Age—2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Burial	Beer	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, starches, phytolites	Prieto et al., 2005
Fondos Mouros (A Coruña. Spain).	Early Bronze Age. 2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Ritual and burial	Beer, Acorn flour. dairy.	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, starches, phytolites, silica skeletons	Prieto et al., 2005
San Cosme 3 (Pontevedra. Spain)	Early Bronze Age. 2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Ritual and burial	Beer, Acorn flour. dairy.	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, starches, phytolites, silica skeletons	Prieto et al., 2005
Devesa do Rei (La Coruña. Spain)	Bronze Age—2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Ceremonial site	Honey or mead	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, starches	Prieto et al., 2005
Cova de Can Sadurní (Barcelona. Spain)	Middle Bronze Age—mid 2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Domestic occupation	Beer, Dairy, animal fats	no specified	FA	Blasco et al., 2008
Monte Buxel (Pontevedra. Spain).	Late Bronze Age	Domestic occupation.	Turnip or cabbage. Animal fats.	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, cholesterol	Prieto et al. 2005
Carballeira de Espiritu Santo (Pontevedra. Spain).	Late Bronze Age	Domestic occupation.	Turnip or cabbage. Animal fats.	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, cholesterol	Prieto et al. 2005
Mirás (A Coruña. Spain)	Late Bronze Age	Possible burial site.	Turnip or cabbage. Animal fats.	EDS, biogeochemical, GC, GC-MS	FA, cholesterol	Prieto et al. 2005
Remojadero de Pescado. Huérfanos (Jaén, Spain)	Late Bronze Age. Late 3 <sup>rd</sup> millennium BC.	Domestic	Beeswax	GC, GC-MS	Wax steres and alcohols	Cañabete Guerrero and Sánchez Vizcaíno, 1997.
Genó (Lérida. Spain)	Late Bronze Age	Settlement	Beer	No specified	Starches, silica skeletons, lactobacteria	Maya et al., 1998
Fuente Álamo (Almería. Spain)	El Argar culture—2 <sup>nd</sup> millennium cal BC	Burial	Grape/pomegranate wine	No specified	Tartrates	Juan Tresserras, 2000
Castellón Alto (Granada, Spain)	Bronze Age. Argaric culture. 1900-1600 BC.	Tomb 121	Dairy and beeswax.	GC, GC-MS	FA, TAGs, n-alkanes	Parras et al., 2011
<b>Peñalosa (Jaén. Spain)</b>	<b>Bronze Age. Argaric culture</b>	<b>Domestic occupation</b>	<b>Non-ruminant fats, ruminant fats and fish.</b>	<b>GC, GC-MS, GC-C-IRMS</b>	<b>FA and isotopic values</b>	<b>Manzano et al., 2015</b>

Table 6.IX Continuation: Previous research works where different commodities were identified from Neolithic, Chalcolithic or Bronze age pottery remains in the Iberian Peninsula. In bold the works concerning GC-MS-IRMS lipid analysis with published isotopic values. FA: Fatty Acids. Pri: Pristamic acid. GC- Gas chromatography. GC-MS: Gas chromatography-Mass spectrometry. GC-C-IRMS: Gas chromatography-Combustion-Isotopic values mass spectrometry. GC-FID: Gas chromatography-flame ion detector. EDS: Energy dispersive spectroscopy. Macroscopic: optical binocular.



An aerial photograph of a mountain trail. On the left, a steep, rocky slope is reinforced with a wooden lattice structure. A dirt path winds through a dense forest of green trees on the right side of the slope. The overall scene is a natural, rugged landscape.

# 7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES





## I. RESULTADOS DEL ESTUDIO MULTIANALÍTICO DE LOS RESTOS CERÁMICOS

### 1.1. ESTUDIO MULTIANALÍTICO DE LOS RESTOS CERÁMICOS

Si bien ya se han discutido los principales resultados de las distintas analíticas en su capítulo correspondiente, abordamos aquí una discusión de carácter general intentando integrar los resultados de las distintas metodologías utilizadas. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el objetivo del presente trabajo era explorar las posibilidades y los resultados de las distintas técnicas (por separado), y no tanto un enfoque global dado que las propiedades y procesos que miden cada una de las metodologías analíticas utilizadas estudian variables y procesos diversos y, a veces, poco relacionados. No obstante, de los resultados obtenidos, puede intentarse extraer posibles pautas composicionales y de uso para las muestras estudiadas; si bien, más que conclusiones lo que obtenemos son vías de análisis futuras para completar este enfoque.

Aunque se han realizado múltiples análisis sobre las muestras cerámicas, a menudo no se han podido realizar todas las analíticas en las mismas muestras. Esto se debe a distintas razones, entre las que destacan el hecho de que no todas las muestras presentaron resultados positivos en los tres tipos de analíticas, la destrucción de la muestra al realizar ciertos experimentos y el coste y el tiempo necesario para realizar dichos estudios. Se ha intentado, para cada tipo de análisis y en la medida de lo posible, analizar el mayor número de muestras posibles y que fueran representativas de los diversos periodos a los que pertenecen. Futuros estudios completarán este apartado aumentando el número de muestras analizadas para poder así abordar un estudio más profundo y desde varias perspectivas de los resultados obtenidos.

De las muestras del Neolítico ( $n = 44$ ), en 23 se han realizado análisis petrográficos y de mineralogía, en 8 análisis de arqueomagnetismo y en 22 muestras análisis de residuos orgánicos (Anexo E). Las muestras en las que se han realizado tanto análisis petrográficos como de residuos son 9, siendo en 2 de las muestras los resultados de residuos interpretables y en 7 no interpretables (contaminación de la muestra, baja concentración de lípidos, etc.) (Tabla 7.I). En ambos casos las muestras pertenecen al GM1 (ver Anexo E). Ya se ha mencionado en el capítulo 4 la existencia de una mayor presencia en esta cronología de restos cerámicos del GM1 caracterizado por desgrasantes calcínicos. En este caso no hay muestras en las que se hayan realizado conjuntamente análisis petrográfico,

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

mineralógico y arqueomagnéticos. Las 8 muestras utilizadas se consumieron al preparar los subespecímenes necesarios para los análisis arqueomagnéticos (Cap. 5).

		Neolítico	Calcolítico Funerario	Calcolítico de Estabulación	Calcolítico Campaniforme
<b>Arqueomagnetismo</b>	<i>Tipo 1</i>	-	GM1(1), GM4(1)	GM1(1), GM3(1), GM6(1)	GM2(1)
	<i>Tipo2</i>	-	GM1(1), GM3(1), GM6(1)	GM2(1), <b>GM4(2)</b> , GM5(1), GM6 (1)	GM3(1), GM5(1)
<b>Residuos orgánicos</b>	<i>Lácteos</i>	-	GM2(1), <b>GM5(4)</b> , GM6(2)	GM1(2), <b>GM4(6)</b> , GM5(1), GM6(2)	-
	<i>Rumiantes</i>	<b>GM1(2)</b>	GM1(2), GM4(2), <b>GM6(3)</b>	GM5(1), GM6(1)	-
	<i>No- Rumiantes</i>	-	GM4(1)	GM1(1)	-

Tabla 7.I: Resumen de las características de las muestras con al menos 2 tipos de análisis realizados para las distintas fases culturales. GM se refiere a grupo de manufactura. El número entre paréntesis se refiere al número de muestras analizadas. Negrita para los grupos con mayor número de muestras.

De las muestras del Calcolítico funerario ( $n = 46$ ) (Anexo E), en 5 muestras se han realizado análisis petrográficos y arqueomagnéticos conjuntamente. De éstas, 2 muestras presentan un comportamiento paleomagnético Tipo 1 (univectorial) y pertenecen a los GM1 y GM4 (Tabla 7.I). Tres muestras presentan comportamiento paleomagnético Tipo 2 (multivectorial), y corresponden a muestras de los GM1, GM3 y GM6 (Anexo E). Se observa, por tanto, que aparecen indistintamente grupos de manufactura de tipo calcítico (GM1) y silíceo (GM3 y GM4) o mezcla de ambos (GM6) con distinto tipo de comportamiento arqueomagnético. Esto parece indicar que no hay una preferencia en cuanto al tipo de materias primas utilizadas para la elaboración de los recipientes y su uso posterior. Esta conclusión, ha de tomarse con cautela a falta de más restos analizados.

Las muestras en las que se han realizado análisis de residuos orgánicos, petrográficos y composicionales son 19. De ellas 15 presentan una cantidad y calidad de lípidos que permite su estudio e interpretación. De estas muestras, 7 contuvieron restos de origen lácteo y pertenecen a diversos grupos de manufactura GM2 (1), GM5 (4) y GM6 (2) (Tabla 7.I). Siete de las muestras presentan lípidos derivados de rumiantes y pertenecen a los GM1 (2), GM4 (2) y GM6 (3). Finalmente, una muestra presentó lípidos de no rumiante, perteneciendo al GM4. Cinco muestras más fueron sometidas a ambos análisis, pero no se

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

han obtenido valores interpretables de lípidos. Pertenecen a los GM1 (1), GM5 (3) y GM6 (1) (Anexo E). Se observa para los restos lácteos un grupo mayoritario de naturaleza carbonatada (GM5). En el caso de los productos de grasas adiposas (tanto rumiantes como no rumiantes) no parece distinguirse un GM característico.

En las muestras del Calcolítico de estabulación ( $n = 54$ ) (Anexo E), se han realizado análisis petrográficos y arqueomagnéticos a 8 muestras conjuntamente. De éstas, 3 presentan un comportamiento paleomagnético Tipo 1, y pertenecen a los GM1 (1), GM3 (1) y GM6 (1). Las otras 5 muestras presentan un comportamiento paleomagnético de Tipo 2 con GM2 (1), GM4 (2), GM5 (1) y GM6 (1) (Tabla 7.I). En cuanto a los grupos de manufactura y los resultados arqueomagnéticos, con el número de muestras analizadas, no se encuentra correlación alguna entre los GM y el comportamiento arqueomagnético (Tabla 7.I).

Las muestras en las que se han realizado análisis de residuos orgánicos, petrográficos y mineralógicos son 22. De ellas 14 presentan una cantidad y calidad de lípidos que permite su estudio e interpretación. En 11 de las muestras se han podido interpretar los datos como de origen lácteo y pertenecen a los GM1 (2), GM4 (6), GM5 (1) y GM6 (2) (Tabla 7.I). Otras 2 muestras tendrían restos derivados de rumiantes, siendo de los GM5 y GM6. Finalmente 1 de las muestras contenía residuos de animales no rumiantes y pertenece al GM1 (Anexo E). A tenor de estos datos no se observa una relación evidente entre grupos de manufactura (composición) y tipo de productos consumidos (residuos orgánicos). No obstante, habría que corroborar con el análisis de más muestras una posible correlación entre cerámicas del GM4 y la presencia de residuos lácteos, dado que ésta se ha observado en 6 de las 11 muestras con restos de productos lácteos.

En tres muestras del Calcolítico Campaniforme ( $n = 3$ ) (Anexo E) se han realizado análisis arqueomagnéticos, petrográficos y composicionales. Se ha observado una muestra con un comportamiento paleomagnético de Tipo 1 del GM2 y 2 muestras con un comportamiento paleomagnético de Tipo 2 representadas por GM3 y GM5 (Tabla 7.I).

En la Edad del Bronce ( $n = 37$ ) (Anexo E) sólo se han realizado análisis de residuos orgánicos. En el futuro se quiere aumentar el número de muestras con varios análisis para este periodo, pero utilizando restos cerámicos extraídos de las excavaciones que estamos llevando a cabo (no provenientes de las colecciones del museo), con una contextualización propia y análoga a la de los restos anteriores.

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

En general, hay que tener en cuenta que la posibilidad de extraer inferencias de la integración de los distintos resultados de las técnicas aplicadas está condicionada, sobre todo, por el bajo número de muestras analizadas mediante todas las técnicas (y con resultados significativos en todas ellas). Por ello, los datos no muestran patrones distintivos de forma clara y definitiva. Futuras investigaciones con un mayor número de muestras en estos análisis permitirán ahondar en estas problemáticas.

## II. DISCUSIÓN GENERAL

### 2.1. A PRÓPOSITO DE LA CERÁMICA DEL NEOLÍTICO

Las tipologías cerámicas tienen relación con vasos rectos o tendencia globular, algunos con cuellos indicados y una gran cantidad de ellos presentan paredes lisas. Estas formas se corresponderían con las clásicas descripciones del Neolítico de interior (Fernández Posse, 1986). Estas mismas aparecen en La Vaquera (Estremera, 2003) o La Lámpara (Rojo Guerra *et al.*, 2005). En las decoraciones de las superficies predominan la aplicación, mayoritariamente de mamelones, cordones o asideros (de cinta), en otros yacimientos como por ejemplo, La Lámpara o Mendandia (Alday Ruiz, 2005a). En ocasiones acompañados de otras técnicas decorativas como impresiones, incisiones y acanaladuras. La impresión es la segunda técnica con mayor representación, lineales de tendencia oblicua sobre el labio, además de digitaciones o digitoungulaciones o hechas con útiles (Mendandia).

En La Vaquera (Segovia) se han realizado análisis de pastas y se ha propuesto que se tratan de producciones locales a partir de arcillas de las inmediaciones de la cueva (Estremera, 2003; Clop, 2011; Garrido *et al.*, 2012). Las cocciones se realizaron en hogueras simples en las que la combustión se realizó de forma rápida con horquillas de temperaturas entre 600-900 °C. En este caso se ha registrado una cocción secundaria destinada a la aplicación de la almagra como técnica decorativa.

Se ha visto también la adición de calcita como desgrasante intencional, que como se ha indicado es mayoritaria en El Portalón durante el Neolítico. En La Sima I y la Tarayuela (Valle de Ambrona, Soria) se han identificado (macroscópicamente) desgrasantes calcíticos y cuarcíticos, como principales desgrasantes. En Mendandia (Treviño, Burgos), se han identificado mayoritariamente desgrasantes carbonatados en los grupos identificados (Ortega y Zuluaga, 2006), lo que (como ya se ha indicado anteriormente) señala el uso de estos minerales como desgrasante preferencial en estos momentos.

Como se puede ver, los análisis petrográficos relacionados con muestras neolíticas indican, generalmente, la presencia mayoritaria de calcita como desgrasante de origen local. Esto se ha visto en diversos puntos geográficos desde el valle del Éufrates, Grecia o Francia (Clop, 2008), pasando por la costa levantina peninsular (Cap. 4, apartado 4.1.2). Los materiales carbonatados tienen un mejor comportamiento térmico, por lo que puede que en la fase de aprendizaje y mejora de la producción alfarera se sirvieran de un material

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

menos “problemático” a la hora de exponerlo a sucesivos recalentamientos. Además, se han visto que las arcillas y componentes son de origen local, lo que refuerza la idea de una difusión démica de gentes que llevan consigo las novedades neolíticas y se realizan producciones locales.

Los resultados paleomagnéticos obtenidos (Cap. 5) muestran dos comportamientos que hemos relacionado con la vida útil de los recipientes. Si bien otros trabajos han aplicado técnicas magnéticas en cerámicas y materiales latericios para determinar la máxima temperatura de calentamiento (p. ej. Rasmussen *et al.* 2012; Jordanova *et al.* 2018, 2019), la aplicación que hemos explorado aquí es distinta. En nuestro caso, en las cerámicas de tipo 2 (multicomponente), se determina la última temperatura de recalentamiento y lo relacionamos con su posible funcionalidad. Por esta razón, no es posible una comparación directa de resultados con ningún otro yacimiento arqueológico. Entre otras cosas, además, porque es una aplicación no explorada en colecciones cerámicas prehistóricas previamente. Sin duda, será interesante cruzar a futuro estas distintas propuestas para determinar paleotemperaturas en otras colecciones.

En cuanto a las cocciones, la mayoritaria se ha visto que es de tipo reductora uniforme (Tipo C). Esta observación es igual a la realizada en Mendandia para los diferentes niveles de este yacimiento (Alday Ruiz, 2005a; Ortega y Zuluaga, 2006). En este yacimiento las temperaturas de cocción observadas son similares a las aquí descritas para El Portalón (> 600 °C; Cap. 4). Sin embargo, Ortega y Zuluaga (2006) indican que el rango de temperaturas en Mendandia pueda ser más alto por la presencia del sorosilicato gehlenita, que se forma a partir de 800 °C hasta 100 °C en atmósfera oxidante (Cultrone *et al.*, 2001). El hecho de que también se identifiquen otro tipo de cocciones en Mendandia, como ocurre en El Portalón, puede ser debido a la utilización de hornos abiertos que proporcionen áreas irregulares de cocción.

Los análisis de residuos realizados sobre las muestras de El Portalón han revelado una mayor presencia de grasas adiposas de rumiantes, seguida por grasas lácteas y, por último, adiposas de no rumiantes. Al compararlo con los resultados faunísticos se ha visto una explotación enfocada al consumo de carne y leche. Para realizar la comparación con nuestros resultados tenemos en cuenta principalmente aquellos que han publicado los valores isotópicos de las muestras, lo que permite realizar una mejor identificación del origen de las grasas identificadas por GC-MS. Dentro del ámbito geográfico de la Meseta Norte y en torno a la cuenca del Duero no se han realizado previamente análisis de este tipo sobre restos cerámicos. En el marco peninsular se han identificado productos similares

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

a los que aquí se han identificado en la cueva de Can Sadurní, Cataluña (Spiteri, 2012; Spiteri *et al.*, 2016) y en las fases IV y IIIB de cueva de El Toro (Andalucía, Tarifa Mateo *et al.*, 2019). En el norte peninsular, en los yacimientos de Los Canes o Los Gitanos (Cubas *et al.*, 2020) se han identificado residuos lácteos (todos por medio de valores isotópicos). En cueva de l'Or (Alicante), también se ha identificado restos de grasas de origen lácteo (Martí Oliver *et al.*, 2009). En otros casos peninsulares se han identificado residuos de grasas de lácteos y grasas adiposas animales, tanto rumiantes como no rumiantes, en los yacimientos portugueses de Gruta de Caldeirão, Lapiás das Lameiras, São Pedro de Canaferrim, Cabeço das Amoreiras, Monte de Foz I (Cubas *et al.*, 2020) o Anta 1 del Val da Laje (Stojanovski *et al.*, 2020). Otros estudios han identificado otros productos como pueden ser bebidas alcohólicas (Can Sadurní, Cataluña, Blasco *et al.*, 2008; dolmen de Azután, Castilla-La Mancha, Bueno Ramírez *et al.*, 2005) o aceites vegetales (Cueva de El Toro, Andalucía, Tarifa Mateo *et al.*, 2019).

### 2.2. A PROPÓSITO DE LA CERÁMICA DEL CALCOLÍTICO

Estudios realizados en los restos cerámicos del contexto calcolítico funerario de El Portalón de Cueva Mayor (Pérez Romero *et al.*, 2017) han dejado ver una tendencia hacia una producción doméstica, con perfiles globulares y troncocónicos, pequeños cuencos y perfiles carenados. Desde el punto de vista decorativo existen pocos ejemplos, el más recurrente es la perforación de sección cilíndrica. Sin embargo, cabe destacar también la presencia de la aplicación de pastillas que se ha identificado en otros yacimientos del entorno (La Cantera de las Hálagas, Ávila; Fabián García, 2006).

Las tipologías calcolíticas más modernas están determinadas por los diferentes estilos campaniformes, que en las unidades estudiadas en El Portalón no hemos encontrado *in situ*. Los restos encontrados fueron en los niveles revueltos en el relleno del pozo, por lo que, aunque se puede determinar el estilo gracias a la decoración, no es posible asociarlos directamente a los niveles excavados. Alternativamente, se hace de manera indirecta según la cronología de niveles asignables a dicho horizonte cronoestratigráfico que, por otra parte, no presentan un amplio desarrollo en El Portalón. Entre los diferentes tipos recuperados están el internacional tipo MHV y CZM, Ciempozuelos clásico, tipo Somaén y Silos/La Vaquera. La atribución clásica de que estos materiales se corresponden con ámbitos funerarios sigue en vigor hoy en día, aunque también han sido encontrados en otro tipo de contextos, como doméstico, de explotación salinera o minera, si bien en menor



## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

medida (de Blas Cortina, 2019; Guerra Doce *et al.*, 2019; Rojo Guerra, 2019; Garrido, 1999).

Las estructuras funerarias en el Calcolítico Campaniforme han sido asociadas a reutilizaciones de enterramientos megalíticos neolíticos que serían aprovechados para inhumaciones primarias sucesivas (Clop García, 2005). El túmulo de El Portalón, perteneciente al Calcolítico precampaniforme, funcionaría como un panteón colectivo en el interior de una cueva, pero sin reaprovechamiento de estructuras previas, ya que entre las secuencias calcolítica y neolítica se produce un abandono de la actividad antrópica en el yacimiento marcado por niveles arqueológicamente estériles. Dentro del túmulo funerario, no se ha encontrado ningún resto con decoración campaniforme. Este uso de la cueva puede ser una perduración de la fase neolítica, en la que enterraban a los muertos en megalitos, creando ítems geográficos cargados de simbología espacial de pertenencia a un grupo. Éstos además eran revisitados en sucesivas ocasiones, hecho que también se observa en el túmulo de El Portalón.

El túmulo del Portalón es singular, puesto que no parece una reutilización de estructuras megalíticas neolíticas (como por ejemplo los casos de Cubillejo de Lara, Arnillas, Ciella, La Mina, en Burgos, Teriñuelo de Aldea Vieja, Casa del Moro, Las Tierras en Salamanca, Carrascosa de la Sierra o La Peña de La Abuela en Soria, Garrido *et al.*, 2005) ni posee una estructura dolménica clara (ausencia de pasillo y cámara). Estamos ante un enterramiento en túmulo. Estos habitualmente están destinados a albergar a más de un individuo (Garrido *et al.*, 2005) (ej. Aldeagordillo en Ávila, Pedraza de Lava en Salamanca, Valdepernales en Soria; Cótar y Tablada de Rudrón en Burgos). En este caso la identificación de varios individuos (NMI=7, Pérez Romero *et al.*, 2017) y la identificación de un único esqueleto completo *in situ* recuerda al de Tablada de Rudrón (aunque en este túmulo se encuentra gran parte de la secuencia con fechas radiocarbónicas en la Edad del Bronce) (Delibes *et al.*, 2019b). En yacimientos cercanos, pero al otro lado de la cordillera central (Cueva de Rebollosillo, Madrid) existe un túmulo en el interior de una cueva, en donde fueron acumulados hasta 16 individuos y en las que tampoco se han encontrado restos campaniformes (Blasco y Liesau, 2019; Días del Río *et al.*, 2017). Más probable es la relación de este yacimiento con los hallazgos en cuevas para el Neolítico y Calcolítico precampaniforme (época que aquí nos ocupa), como la Cueva del Santo (Burgos), Celada de Roblecedo (Palencia), Castroserna de Abajo y La Vaquera (Segovia) o Caracena y El Royo (Soria) (Garrido *et al.*, 2005). En estos contextos las cerámicas aparecen acompañando los restos humanos, a modo de ajuar, en ocasiones con otros elementos metálicos o faunísticos. En este sentido, la mayor jerarquización de la sociedad que se produce a lo largo del Calcolítico promovida en buena medida por la “revolución de los

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

productos secundarios”, se plasma en el mundo funerario por medio de la progresiva individualización de los enterramientos con ajuares asociados más ricos, sentando las bases de los posteriores enterramientos de la Edad del Bronce (en fosas y silos). Desde el punto de vista decorativo, las cerámicas campaniformes están ricamente decoradas y los ajuares contienen metales y otros elementos, signos del estatus del difunto (aunque no siempre, se han encontrado tumbas colectivas para Campaniforme, ej. Valle de las Higueras, Toledo; Bueno Ramírez *et al.*, 2019; Bueno Ramírez *et al.*, 2005). En cambio, en los dólmenes reaprovechados o túmulos de fases precampaniformes se pueden apreciar ajuares más pobres, en ocasiones sin elementos metálicos, con signos de exposición previa (Delibes de Castro, 2014): También se encuentran fosas individuales en momentos precampaniformes, ej. La Velilla, Palencia o Camino Tras Cabañas, Valladolid (Delibes de Castro *et al.*, 2019a).

Por ello, no se aprecian desde el punto de vista compositivo, variaciones significativas en los grupos de manufacturas (GM) descritos para el contexto precampaniforme funerario y de estabulación, ya que utilizan las mismas materias primas para los objetos cotidianos y funerarios. Sin embargo, el grupo mayoritario identificado para el contexto de estabulación es el GM4, mientras que para el funerario es el GM6. Ambos contienen mayoritariamente desgrasantes e inclusiones de naturaleza cuarcítica, por lo que no parece que haya un cambio significativo en la elaboración de los recipientes.

Sobre los análisis de residuos y el análisis faunístico para este periodo se ha visto un incremento de la explotación orientada a la obtención de productos secundarios. Este hecho está en línea con la denominada “revolución de los productos secundarios” calcolítica (Sherratt, 1983), donde se da relevancia a la producción de una serie de productos secundarios (leche, queso, lana, etc.) que, a partir de Calcolítico, suponen un cambio en las estructuras sociales y económicas que acabaran cristalizando en el Campaniforme. En este estudio las cerámicas analizadas procedentes del Calcolítico proceden de una fase previa al fenómeno Campaniforme, por lo que se observa la fase formativa de la producción y consumo de este tipo de productos.

Los resultados obtenidos de nuestros análisis evidencian la presencia mayoritaria de grasas de origen lácteo, seguidas de grasas adiposas de rumiantes y de no rumiantes. Junto con los análisis de los restos faunísticos, estos resultados presentan una diversificación en la explotación de los recursos ganaderos. Dentro de la meseta Norte se han observado este tipo de resultados en Los Dolientes I (Soria, Rojo *et al.*, 2008b) (no están publicados los valores isotópicos) y, fuera de este ámbito, en la cueva de Virués

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

Martínez (Andalucía, Manzano *et al.*, 2019). No obstante, los restos más comunes detectados en muchos de los yacimientos del interior peninsular para esta cronología corresponden a bebidas fermentadas, por ejemplo, el abrigo de Carlos Álvarez (Rojo Guerra *et al.*, 2008b), La Calzadilla (Guerra Doce, 2006b), Los Dolientes I (Rojo Guerra *et al.*, 2008b), Peña de la Abuela (Rojo Guerra *et al.*, 2006b), Perro alto (Delibes *et al.*, 2009) o Túmulo de la Sima (Rojo Guerra *et al.*, 2006a) (ver más ejemplos la Table 6.IX).

Dentro de las ofrendas funerarias se observan variaciones entre el Precampaniforme, en las que se observan restos de productos lácteos y grasas adiposas de rumiantes, y el Campaniforme, donde destaca la presencia de bebidas alcohólicas. Esta dicotomía puede indicar, al menos para el interior de la meseta Norte, un cambio desde una sociedad con enterramientos igualitarios en el Precampaniforme (reminiscencia de los procesos neolíticos) con ofrendas que identifican productos diarios de consumo (Pérez Romero *et al.*, 2017), hacia unos enterramientos jerarquizados para sujetos sobresalientes de la sociedad en el Calcolítico Campaniforme (Guerra-Doce, 2006; Delibes de Castro *et al.*, 2009). Estos cambios, como ya se ha indicado anteriormente, pueden estar vinculados a un cambio en las pautas sociales, ya que en el Campaniforme cobran gran relevancia los signos de estatus.

### 2.3. A PROPÓSITO DE LA CERÁMICA DE LA EDAD DEL BRONCE

El Portalón de Cueva Mayor fue ocupado con diversas funcionalidades desde el Neolítico. Este hecho sólo se observa en unos pocos yacimientos en cueva que tienen ocupaciones a lo largo de varios horizontes cronoculturales (Abarquero Moras, 1997). La cerámica fina del bronce se caracteriza por pastas bien decantadas (Abarquero Moras 1997), algo que también ha sido observado en un amplio número de piezas de este momento en El Portalón de Cueva Mayor. Aparecen también las llamadas “cerámicas groseras”, con acabados más toscos y gruesos que las anteriores. Éstas han sido interpretadas tradicionalmente como de cocina o almacenaje (Abarquero Moras, 2005).

Entre las formas identificadas para la Edad del Bronce del conjunto de El Portalón de Cueva Mayor se observan cuencos y ollas con perfiles en S, vasos carenados, además de otros de tendencia globular (Pérez Romero *et al.*, 2016). Decoraciones incisas son las más comunes, seguidas de impresas y aplicaciones (Fig. 3.21; Cap. 3). Los motivos decorativos suelen ser lineales formando variadas composiciones (retículas, zigzags, etc.), que se pueden encontrar en la cara interna, sobre el labio o en la superficie externa. Esto se ha observado también en varios yacimientos vallisoletanos (Rodríguez Marcos, 2008) como El

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

Castillo o El Cementerio-El Prado (tipos C1e de Pérez Romero *et al.*, 2016 y A1, A5 en Rodríguez Marcos, 2008). Se observa la presencia de impresiones en forma de digitaciones o discontinuas sobre el labio (tipos A1a de Pérez Romero *et al.*, 2016 y tipo B4 en Rodríguez Marcos, 2008). Las aplicaciones se hacen en forma de mamelones o cordones, llevando algunos de ellos una impresión por digitación. Estas decoraciones han sido descritas también en yacimientos del valle del Duero (Rodríguez Marcos, 2008): El Castillo de Peñafiel, Las Eras, El Castillo de Rábano, Los Pinos del Cubo o La Dehesilla. Si atendemos a los cordones digitados los podemos encontrar también en Los Tolmos de Caracena (Soria). Este motivo fue definido como un elemento exclusivo de un tipo cerámico del estilo Protocogotas dentro del Alto Duero (Rodríguez Marcos, 2008). Sin embargo, actualmente se ha visto que hay ejemplos en otras zonas como El Castillo de Rábano (Valladolid), Las Huelgas de Dueñas (Palencia) o las Empedradas de Fuentecén (Burgos).

No se han realizado análisis composicionales ni de paleotemperaturas sobre muestras de este periodo. Por ello, un objetivo que nos proponemos a futuro es realizar estos análisis sobre fragmentos de la Edad del Bronce (no de colecciones museísticas sino de excavaciones), con el consiguiente control cronoestratigráfico, para poder realizar un estudio completo del yacimiento (Fig. 2.10).

Los resultados de los análisis de residuos orgánicos realizados para este periodo han detectado diferentes tipos de grasas, siendo mayoritarias las de origen lácteo, seguido de las grasas adiposas de animales rumiantes y, en menor medida, grasas adiposas de animales no rumiantes. Esto ha sido completado con el estudio faunístico que ha permitido observar el tipo de explotación ganadera. Dentro de los yacimientos peninsulares en los que se han desarrollado este tipo de análisis, a excepción del Monasterio de San Bernardo (Valladolid) en el que se han identificado grasas animales (Guerra Doce *et al.*, 2011-2012), ninguno se encuadra dentro del área de estudio (Table 6.IX). Fuera del ámbito de la cuenca del Duero existen varios ejemplos del consumo de lácteos (Fondos Mouros, San Cosme 3, Galicia, Prieto *et al.*, 2005; Castellón Alto, Andalucía, Parrás *et al.*, 2011), grasas adiposas de origen animal (rumiantes y no rumiantes), además de consumo de pescado (Peñalosa en Andalucía, Manzano *et al.*, 2015). El consumo de bebidas alcohólicas ha sido identificado por métodos moleculares en Can Sadurní (Cataluña, Blasco *et al.*, 2008), Fuente Álamo (Andalucía, Tresserras, 2000) o Prats (Andorra, Yáñez *et al.*, 2001).

Para esta cronología se analizaron también varios fragmentos de colador o encella. En la literatura generalmente se les atribuye una función vinculada al procesamiento de

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

productos lácteos (Abarquero Moras, 1997). En este trabajo se han analizado cuatro fragmentos con estas características. El 50% de los casos contenían restos lácteos (Cap. 6, Table 6.VI). Del resto no se obtuvieron datos interpretables, por lo que parece que las encellas pudieron estar destinadas a la transformación de los productos lácteos como se ha visto por otros autores en yacimientos neolíticos centroeuropeos (5200 cal. AC) (Salque *et al.*, 2012; Gerbault *et al.*, 2013; Salque *et al.*, 2013). Hasta la realización de estos análisis no existían datos de residuos orgánicos sobre recipientes de este tipo (encellas) en la península ibérica.

### III. CONCLUSIONES GENERALES

Esta Tesis ha abordado el estudio de cerámicas prehistóricas desde una perspectiva multidisciplinar aplicando tres técnicas diferentes: análisis composicional de pastas, análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas, y análisis de residuos orgánicos. A continuación, se desglosan las conclusiones obtenidas para cada una de esas líneas.

#### 3.1. ANÁLISIS COMPOSICIONAL DE PASTAS CERAMICAS

Se han analizado 114 fragmentos cerámicos arqueológicos pertenecientes a cuatro horizontes crono-culturales del yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos): Neolítico, Calcolítico funerario, Calcolítico de estabulación y Calcolítico Campaniforme.

Se han identificado 6 grupos de manufactura definidos según criterios petrológicos. A partir de la recreación experimental se ha podido observar que distintas litologías aflorantes en las cercanías del yacimiento podrían constituir la materia prima utilizada y observada en algunos grupos de muestras arqueológicas, lo que sugiere que la fuente de abastecimiento de materias primas podría ser local. Existe una gran homogeneidad en cuanto a la composición mineralógica de los desgrasantes y arcillas utilizados en las cerámicas, independientemente del GM o de la cronología, lo que puede ser reflejo de la utilización de materias locales con poca variabilidad o, más probablemente, su adecuación a las propiedades requeridas. El análisis mineralógico mediante DRX separa las muestras arqueológicas en base a la presencia mayoritaria de 2 grupos de minerales, silíceos (cuarzo) y carbonatados (calcita), y, de manera análoga, los análisis geoquímicos también las agrupan en función de su contenido en  $\text{SiO}_2$  y  $\text{CaO}$  que están relacionados con los principales desgrasantes e inclusiones observadas en las pastas cerámicas. A la hora de caracterizar las muestras cerámicas, el método más apropiado para reconocer la variabilidad en su composición y textura es el estudio petrológico de la lámina delgada, ya que ha permitido diferenciar hasta seis GM y varios subgrupos en cada uno de ellos. Se trata, por tanto, de la técnica, a nuestro entender, que aporta una mayor y más completa información sobre los materiales cerámicos estudiados y por lo tanto prioritaria para su estudio.

Como hemos dicho, el principal elemento diferenciador en las muestras estudiadas es la presencia de dos grupos mineralógicos principales como desgrasantes: calcita (calcita y

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

caliza) y cuarzo (cuarcita, pizarra, cuarzo, etc.). Se ha visto que las agrupaciones diferenciadas estadísticamente (análisis de componentes principales y análisis jerárquico), a partir de los datos geoquímicos, se agrupan, en general, de manera análoga a los grupos de manufactura definidos en el estudio petrológico, pero generando menos grupos, infravalorando también (al igual que los análisis mineralógicos y elementales) la variabilidad composicional del conjunto cerámico estudiado.

En el caso de las muestras arqueológicas, distintas características mineralógicas como la ausencia de calcita calcinada (cal) y de neoformaciones de otros minerales comunes en cocciones a altas temperaturas indican temperaturas de cocción de entre 650-800 °C, o algo más altas, pero en ese caso durante un corto tiempo. Para las muestras que contienen exclusivamente materiales silíceos dicha temperatura podría aumentar hasta 850°C, debido a la presencia de illita neoformada como principal mineral de la arcilla. En el caso de las muestras experimentales se conoce su temperatura máxima (>700 °C).

La composición de pastas y desgrasantes de algunos de los grupos de manufactura arqueológicos, GM4, GM5 y GM6, ha sido reproducida experimentalmente utilizando materias primas presentes en las inmediaciones del yacimiento (<7 Km), obteniéndose semejanzas significativas, lo que podría indicar que su producción podría ser local.

Respecto a la evolución temporal en las características composicionales de las cerámicas, existe una mayor presencia de cerámica con desgrasantes de calcita cristalina en las muestras neolíticas. Esto podría estar relacionado con un uso mayoritario de los recipientes neolíticos expuesto al fuego (para cocina), hecho que seguramente está controlado por el tipo de contexto arqueológico excavado (durante el Neolítico es de habitación/doméstico) y no por variaciones cronológicas. En el resto de las cronologías aparecen grupos de diversas características, lo que podría estar relacionado, también, con una mayor diversificación en los usos y tipologías cerámicas utilizadas.

- Recordamos que la colección de cerámicas procede de distintas unidades estratigráficas incluidas en niveles estratigráficos adscritos al Neolítico, Calcolítico y Edad del Bronce. Además, en el Calcolítico, se pueden diferenciar tres subniveles estratigráficos diferenciados cronológicamente y que corresponden a momentos de distintos usos del espacio: Calcolítico precampaniforme de uso funerario, precampaniforme de uso de estabulación y campaniforme de hábitat.

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

- Hay una uniformidad composicional entre la cerámica de las distintas cronologías, estando compuestas principalmente por cuarzo y/o calcita como desgrasantes e illita en la matriz. En el caso de algunos minerales presentes sugieren la obtención de materias primas cercanas al yacimiento, como el caso del posible uso de espeleotemas para la obtención de calcita, los pseudomorfos de yeso, el cuarzo tipo jacintos de Compostela, etc. Se aprecia una preferencia en el Neolítico por los desgrasantes calcíticos, frente al Calcolítico en el que hay mayor presencia de cuarzo. Estas preferencias podrían indicar variaciones en el proceso de manufactura en el tiempo, el cambio de los lugares de abastecimiento por agotamiento de los mismos, por variaciones en las técnicas productivas, o más probablemente, variaciones en la actividad y usos cerámicos a lo largo del tiempo.

Sobre el establecimiento de las estrategias de captación de las materias primas y los procesos tecnológicos para la obtención y elaboración de los productos cerámicos:

- Se ha podido establecer que los minerales observados en las muestras seleccionadas son compatibles con la geología del área del yacimiento. Las distancias de las fuentes primas de material son coherentes con las distancias descritas por la etnografía para ser consideradas locales (Arnold, 2015).
- Las temperaturas que se pueden describir a partir de los minerales presentes plantean temperaturas mayores de 600 °C que pueden alcanzar incluso los 800 °C en el caso de las arqueológicas y en el caso de las experimentales, los minerales presentes suponen temperaturas incluso de 850 °C.

### 3.2. CONCLUSIONES SOBRE ANÁLISIS ARQUEOMAGNÉTICOS Y DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA CERÁMICA

Otro de los objetivos iniciales implicaba la realización de análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas en las cerámicas con el fin de explorar, mediante arqueología experimental, su posible relación con distintos procesos tecnológicos como las paleotemperaturas de cocción y/o uso.

- Se han distinguido dos comportamientos en la desmagnetización térmica de la NRM, tanto en las muestras arqueológicas como en las muestras experimentales.



## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

El comportamiento Tipo 1 (univectorial) se ha relacionado con recipientes de almacenamiento, frente al comportamiento Tipo 2 (multivectorial, con presencia de una termorremanencia parcial o p-TRM) que tendrían un uso doméstico o de cocina (fueron expuestas a fuego durante su uso).

- Las temperaturas alcanzadas por las muestras arqueológicas del Tipo 1 indican temperaturas superiores a 600 °C, relacionadas con las temperaturas de cocción alcanzadas durante el proceso de manufactura del recipiente cerámico.
- Las temperaturas de uso alcanzadas en las cerámicas de Tipo 2 abarcan un rango de entre 300-550 °C y no se aprecian diferencias significativas entre las distintas cronologías estudiadas.
- Las temperaturas alcanzadas en el calentamiento por uso de las cerámicas experimentales estudiadas de Tipo 2 oscilan en un rango entre 300-500 °C (compatibles con las observadas en los calentamientos experimentales).
- La ausencia de una p-TRM en las cerámicas arqueológicas Tipo 1 puede indicar que el recipiente no fue expuesto al fuego tras su cocción, y por tanto fue utilizado para almacenaje *s.l.* Un registro magnético similar (univectorial) podría haberse originado en un recalentamiento a alta temperatura (>600 °C), pero no parece muy probable tratándose de cerámicas prehistóricas y según lo observado en la actividad de arqueología experimental. Dos tercios de las cerámicas neolíticas y calcolíticas estudiadas exhiben un comportamiento multivectorial (tipo 2).
- Los óxidos de hierro identificados son similares tanto en las muestras arqueológicas como en las experimentales. Estos óxidos son la magnetita, la maghemita y la hematites. Los tamaños de grano se sitúan en el área pseudo-monodominio (PSD), aunque en las muestras experimentales la distribución de tamaño es más cercana al área monodominio (SD).
- Se ha identificado ocasionalmente maghemita inestable en la colección arqueológica y sobre todo, en las cerámicas experimentales. Esto sugiere algún tipo de remanencia química o termoquímica, lo cual tiene implicaciones arqueomagnéticas, haciendo a estas muestras inadecuadas para obtener determinaciones de arqueointensidad (sólo son válidas si su magnetización es *sensu stricto*, una TRM). La recreación experimental ha demostrado que la

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

maghemita se formó durante el último calentamiento siendo muy probablemente una imanación termoquímica (TCRM).

- En las curvas termomagnéticas, no se ha observado relación entre las temperaturas alcanzadas y el grado de reversibilidad, incluyendo la colección experimental donde había control de temperaturas. Cuando un material es calentado una sola vez a alta temperatura o más de una a temperaturas más moderadas, eso puede no ser suficiente para estabilizar la mineralogía magnética y ver reversibilidad termomagnética. Es más probable que la estabilidad (reversibilidad) se alcance con múltiples calentamientos. Bajo los límites discutidos, la desmagnetización térmica de la NRM es más efectiva para inferir la temperatura máxima del último recalentamiento (por uso, Tipo 2) en materiales cerámicos, en comparación a otros métodos magnéticos como el estudio de la reversibilidad de curvas termomagnéticas parciales.
- Los resultados del recipiente experimental 10 ofrece claves para preseleccionar muestras tanto para análisis arqueológicos (funcionalidad del recipiente) como para análisis de arqueointensidad (interés geofísico). Las muestras de la base o mitad inferior del recipiente son más propensas a registrar una p-TRM (Tipo 2) en un recalentamiento. Por el contrario, las muestras de la mitad superior se deben usar preferentemente para análisis de arqueointensidad ya que portan una TRM y es menos probable que estén afectadas por recalentamientos secundarios. En todo caso, las muestras Tipo 1 (univectoriales) no necesariamente corresponden a un único calentamiento. Dependiendo de la posición de la muestra en el recipiente (p. ej. mitad superior), puede no registrar una p-TRM incluso si es calentada más de una vez. Por lo tanto, la identificación de recalentamientos producto de usos domésticos estará probablemente infrarrepresentada en colecciones de cerámicas. La identificación previa por criterios morfológicos de la ubicación de la muestra en el recipiente (borde, base) es necesaria para evitar interpretaciones erróneas de la funcionalidad.
- De los resultados obtenidos, se deriva que el uso de análisis arqueomagnéticos y de propiedades magnéticas utilizados de manera conjunta en esta investigación, permiten identificar y determinar las temperaturas de calentamiento por uso en restos de cerámicas arqueológicas. Su combinación con la arqueología experimental puede ayudar a diferenciar usos potenciales y reconstruir la capacidad tecnológica de los grupos humanos en el pasado.

### 3.3. CONCLUSIONES SOBRE LOS ANÁLISIS DE RESIDUOS ORGÁNICOS

Se ha analizado el contenido de residuos orgánicos presentes en los restos cerámicos y su posible relación con las cabañas ganaderas identificadas en el yacimiento. Se han analizado los restos de lípidos contenidos en recipientes procedentes del Neolítico, del Calcolítico funerario y de estabulación y de la Edad del Bronce. A excepción del Neolítico, las grasas lácteas son el producto más abundante identificado, seguidas por las grasas adiposas de rumiantes y las grasas adiposas no rumiantes. Además, se han comparado con datos zooarqueológicos de los distintos niveles del yacimiento.

Los productos animales identificados en los fragmentos se corresponden con las formas ganaderas y gestión de los rebaños inferidos a partir de los estudios arqueozoológicos. Los ovicápridos y los bovinos son los principales restos de fauna hallados y de ellos podrían derivar los restos orgánicos derivados de rumiantes (grasas lácteas y adiposas), que también son los más comunes en las cerámicas. Sin embargo, se observan distintos tipos de explotación para cada período: en el Neolítico, los animales rumiantes parecen ser utilizados preferentemente para la obtención de leche y carne, pero restos de productos lácteos procedentes de rumiantes han sido detectados en un pequeño número de muestras. En el contexto Calcolítico funerario, se observa una explotación mixta (lácteos y carne) para ambas cabañas, sin otra explotación secundaria de productos, lo que puede respaldar el uso ritual de la cerámica analizada. Durante la fase del Calcolítico de estabulación, se observa una preferencia por la elaboración de productos secundarios (vellón) a partir de los ovicápridos; para la cabaña bovina también podría interpretarse una explotación mixta centrada en la leche y la carne, así como otros procesos secundarios como la tracción. Finalmente, durante la Edad del Bronce pudo haber prevalecido una explotación de ovicápridos y bovinos orientada a la producción de leche y carne.

Los resultados de los análisis de residuos orgánicos en los recipientes neolíticos son acordes con lo observado en los escasos yacimientos analizados en el sur de Europa (p. ej. Spiteri *et al.*, 2016; Cubas *et al.*, 2020). La importancia de los rumiantes durante el Neolítico se observa en algunas de las primeras sociedades adriáticas del Neolítico y el Calcolítico (Šoberl *et al.*, 2008, 2014). En Italia, los análisis muestran la presencia de leche y los estudios arqueozoológicos sugieren que los ovicápridos, y tal vez el ganado bovino, fueron su origen (Salque *et al.*, 2012). Para momentos posteriores, en el Neolítico británico, los rumiantes, particularmente el ganado bovino, tienen una gran importancia (Copley *et al.*, 2003, 2005b; Cramp *et al.*, 2014a,b). Recientemente Cubas *et al.* (2020) ha analizado

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

la expansión de la producción y el consumo de los productos lácteos en Europa, mostrando diferencias para diferentes latitudes durante el Neolítico.

Los perfiles de mortandad/sacrificio realizados sobre los restos faunísticos demuestran un cambio en la explotación de ovicápridos y bovinos en el Calcolítico, con un aumento en el sacrificio durante la edad joven y adulta. Este cambio se interpreta como un cambio de la estrategia de explotación primaria a una más mixta (Helmer *et al.*, 2007). En el Calcolítico, comienzan a aparecer telas de lana, y los perfiles de mortandad del yacimiento indican un cambio hacia animales más viejos, interpretado como el comienzo de la explotación intensiva de ovejas para su lana (Greenfield *et al.*, 2010). Esta intensificación de la explotación de productos secundarios podría estar relacionada con la revolución de los productos secundarios que tiene lugar en este momento (Sherratt, 1981). En la meseta húngara durante el Calcolítico hubo una intensificación de los productos secundarios, y los residuos de lácteos y grasas de rumiantes son habituales (Craig *et al.*, 2003). Además, en la Edad del Bronce, la presencia de ganado vacuno domesticado indica su uso como animales de tiro (Greenfield *et al.*, 2010).

Ninguno de los restos analizados procedentes del Calcolítico de estabulación o de la Edad del Bronce contenían grasas adiposas no rumiantes, lo que contrasta con otros resultados del sur de la península ibérica (Manzano *et al.*, 2015). En El Portalón de Cueva Mayor, los animales rumiantes pueden haber sido relativamente abundantes debido al clima mediterráneo húmedo de la zona, lo que permite criar fácilmente ovejas/cabras y vacas, permitiendo un mayor consumo de carne que en áreas mediterráneas más secas (García González *et al.*, 2018). Sin embargo, la ausencia de indicadores de carne de animales no rumiantes podría ser debida a que se cocinaban sin usar recipientes de cerámica, asados (Dudd y Evershed, 1999; Copley *et al.*, 2003). Este estudio muestra similitudes con casos de la Edad de Bronce de Gran Bretaña, donde los restos de rumiantes también son los más abundantes, y los productos lácteos como un componente importante de las prácticas de cría de animales (Copley *et al.*, 2005b; Craig *et al.*, 2005; Evershed *et al.*, 2008).

En general, los resultados indican un carácter continuado en las estrategias de ganadería de los animales con una tendencia a una producción más intensiva de productos secundarios a través del tiempo, sin ninguna variación importante en la cría de ganado o la dieta, como resultado de cambios culturales o ambientales. Los cambios en los usos y las diferentes actividades realizadas en la cueva a lo largo del tiempo (doméstico, funerario, etc.) podrían ser los responsables de las diferencias identificadas en los resultados.

## IV. CONCLUSIONS

This PhD has addressed the study of prehistoric ceramics from a multidisciplinary perspective applying three different techniques: compositional analysis of pastes, archeomagnetic and magnetic properties analysis, and organic residue analysis. The conclusions obtained for each of these lines are exposed in the following.

### 4.1. CERAMIC PASTE COMPOSITION

114 archaeological ceramic shards belonging to four chrono-cultural phases from El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos) site have been analyzed: Neolithic, funerary Chalcolithic, stabling Chalcolithic and Bell Beaker Chalcolithic.

6 manufacturing groups defined according to petrological criteria have been identified. From the experimental recreation, it has been observed that some of the materials collected around the site could correspond to those observed in the archaeological samples, and their raw material could be local. There is great homogeneity in the mineralogical composition of tempers and clays used in ceramics, regardless of GM or chronology, which may reflect the use of local materials with little variability or, more likely, their suitability for the required properties. XRD mineralogical analysis separates archaeological samples based on the majority presence of 2 types of minerals, siliceous (quartz) and carbonated (calcite), and, similarly, geochemical analyzes also group according to their SiO<sub>2</sub> and CaO content that are related to the main tempers and inclusions observed in ceramic pastes. The most specific method to recognize the variability of ceramic paste composition and texture is the petrological study of the thin section, since it allows us to differentiate up to six GM and several subgroups in each of them. It is, therefore, the technique, in our opinion, which provides greater and more complete information on the ceramic materials studied and therefore is a priority for its study.

The main differentiating element of the sample is the presence of two types of minerals as tempers: calcite (calcite and limestone) and quartz (quartzite, shale, quartz, etc.). Statistically differentiated clusters, determined through statistical analyzes such as principal component analysis or hierarchical cluster analysis, have been found, based on geochemical data, to be generally grouped analogously to the manufacturing groups

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

generated in the petrological study, but generating fewer groups, therefore underestimating the compositional variability of the sample.

In the case of archaeological samples, different mineralogical characteristics such as the absence of newly formed calcite by calcination (lime) and new forms of other common minerals at high temperatures indicate cooking temperatures of between 650-800 °C, or somewhat higher, but lower duration. In samples containing exclusively siliceous materials, this temperature could increase up to 850 °C, due to the presence of newly formed illite as the main clay mineral. In the case of experimental samples, the maximum temperature is known (<800 °C).

For some of the archaeological groups, GM4, GM5 and GM6, their composition has been experimentally reproduced using raw materials close to the site (<7 km), which could indicate that their production could be local.

Regarding the temporal evolution in the compositional characteristics of ceramics, there is a greater presence of ceramics with crystalline calcite temper in Neolithic samples. This could be related to a majority use of Neolithic containers exposed to fire (for cooking), a fact that is related to the archaeological context excavated (during the Neolithic period it was habitation/domestic) and not by chronological variations. In the other chronologies, groups of diverse characteristics appear, which could also be related to a greater diversification in the uses and types of ceramic used.

- Several stratigraphic levels have been separated from the materials found in the site. This allows us to work with samples from three chronological levels: Neolithic, Chalcolithic and Bronze Age. In addition, in the Chalcolithic, three stratigraphic sublevels can be distinguished, chronologically differentiated and corresponded to moments of different uses of the space: Pre Bell Beaker-Chalcolithic for funerary use, Pre Bell Beaker-Chalcolithic for stabling use and Bell Beaker habitat.
- There are no singular variations in composition between sherds from different chronologies, being mainly quartz and calcite and other accessory minerals. In the case of other minerals, they suggest the obtaining of some of the resources closest to the deposit, such as the possible use of speleothems to obtain calcite. There is a preference in the Neolithic for calcite pastes, compared to Chalcolithic in which there is a greater presence of quartz ceramics. These preferences could indicate

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

variations in the manufacturing process over time, changes in supply locations due to their exhaustion or due to variations in production techniques.

Regarding the strategies for capturing raw materials and technological processes for obtaining and processing ceramic products:

- It has been established that the minerals observed in the selected samples are compatible with the geology of the site area. The distances from the raw material sources are consistent with the distances described by ethnography. Therefore, the theory of local manufacturing of the containers is plausible.
- The temperatures that can be described from the minerals present suggest temperatures higher than 600 °C possibly even reaching 800 °C in the case of archaeological samples and in the case of experimental samples, the minerals present suggest temperatures reaching even 850 °C.

## 4.2. ANALYSIS ARCHAEOMAGNETIC AND ROCK MAGNETIC PROPERTIES

Stepwise thermal demagnetization of the NRM has been used to offer information about last re-heating temperatures in a set of Neolithic and Chalcolithic pottery remains from the El Portalón de Cueva Mayor archaeological site. The hypothesis that the type of orthogonal NRM demagnetization diagrams is related to the temperatures reached during the function of the pottery has also been investigated through an experimental recreation of firing under controlled conditions. The following conclusions can be drawn:

Two types of behaviour were distinguished in the thermal (TH) demagnetization of the NRM of the archaeological samples: univectorial (*Type 1*) vs multivectorial diagrams (*Type 2*). Archaeomagnetic results of the experimental samples show that both types are related to the temperatures reached during their manufacture and use: ceramic storage vessels (*Type 1*) vs cooking pots (*Type 2*). The intermediate palaeomagnetic component identified as a p-TRM in *Type 2* archaeological potsherds might be interpreted as a component acquired during the last use of the vessel for domestic (cooking) purposes or other activity requiring mild heating. The last maximum re-heating temperatures estimated in the multicomponent (*Type 2*) archaeological pieces oscillate between 350 °C and 550 °C whereas in the experimental samples, they are between 300 °C and 500 °C. Univectorial

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

(*Type 1*) samples indicate that they reached a high heating temperature (>600 °C) during their manufacture. It seems reasonable to assume that univectorial archaeological pottery vessels were used for storage rather than for cooking activities. Multiple re-heatings above the Curie temperature ( $T_c$ ) might also explain that univectorial NRM record but for prehistoric ceramics, high-temperature re-heatings (>600 °C) are highly unlikely. Two thirds of both the Neolithic and Chalcolithic ceramics studied exhibit *Type 2* multicomponent behaviour.

Fine-grained highly magnetic iron oxides (magnetite and/or maghaemite) as well as haematite are present both in the archaeological and experimental samples. Both collections plot in the pseudo-single domain (PSD) area although the grain size distribution of the experimental collection is more SD-like.

Unstable maghaemite occurrence has been identified occasionally in the archaeological samples and mainly in the experimental set. This suggests some type of chemical or thermochemical remanence, which has implications for archaeomagnetic studies, making these samples unsuitable for absolute archaeointensity determinations. The experimental recreation showed that unstable maghaemite was formed during last cooling being most likely a TCRM.

No relationship was observed between thermomagnetic reversibility and the temperatures reached in the vessels studied, including in the experimental set with temperature control. This is likely because generally a high temperature itself is not enough to stabilize magnetic mineralogy when single or a partial double heating is performed. Under the limits discussed, thermal demagnetization of the NRM can be considered more effective for inferring last partial re-heating temperatures in pottery in comparison to other magnetic approaches like the reversibility of the thermomagnetic curves.

The results from Experimental Vessel 10 show that *Type 1* (univectorial) samples do not necessarily correspond to a single firing. Depending on the position of the analysed sample in the vessel (e.g. in the upper half) it may not record a p-TRM even if heated more than once. Therefore, identification of re-heatings resulting from domestic use will most likely be underrepresented in ceramic collections. The prior identification by morpho-typological criteria of the sample's location in the vessel (rim, base) is needed to avoid misinterpretations of functionality. Fragments of the base of the vessels should be analysed, because only such samples will be affected by secondary re-heatings. On the



## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

contrary, the selection of samples for archaeointensity analysis should focus on fragments from the upper half of the container (*Type 1* - univectorial).

Palaeomagnetic and rock-magnetic methods offer the possibility of determining last heating temperatures in archaeological pottery remains. Combining this information with experimental archaeology may help to discriminate their potential uses and reconstruct the technological capabilities of human groups in the past.

### 4.3. ORGANIC RESIDUE ANALYSIS

Sherds from Neolithic, Funerary and stabling Chalcolithic and Bronze Age periods from El Portalón de Cueva Mayor archaeological site (Burgos, Spain) were analysed for lipid residues. Except for the Neolithic, dairy fats are the most abundant commodity identified, followed by ruminant adipose fats and non-ruminant adipose fats. Additionally, new zooarchaeological data from Neolithic of El Portalón de Cueva Mayor site were added to the data from Chalcolithic and Bronze Age and were contrasted to the lipid residues results.

The animal products identified in the sherds are in accordance with the herd structure and management inferred from archeozoological studies in the site. Ovicaprids and bovines are the main livestock and organic residues from ruminant (dairy and adipose fats) are the most common too. However, slightly different exploitation types for each period is observed: in the Neolithic ruminant animals seem to be preferentially used for milk and meat, but ruminant dairy fats are not clearly detected on the pottery samples. In the Funerary Chalcolithic context, a mixed exploitation (dairy and meat) is observed for both ruminant herds, without others secondary product management, which may support a ritual use of the pottery analysed for lipid residues. During the stabling phase of the Chalcolithic, a preference for secondary product elaboration (fleece) is inferred for ovicaprids; for cattle a mixed exploitation focused towards milk and meat, as well as other secondary products such as traction could also be interpreted. Finally, during the Bronze Age a milk and meat-oriented exploitation of ovicaprids and bovines may have prevailed.

Lipid residue analyses results for the Neolithic sherds are coherent with observations on other south European sites (eg. Spiteri *et al.*, 2016; Cubas *et al.*, 2020). The importance of ruminant animals during the Neolithic is noted in some of the first Adriatic societies from the Neolithic and Eneolithic (Šoberl *et al.*, 2008, 2014), with dairy and ruminant fats present in pottery sherds. In Italy, analyses show the presence of milk and archeozoological studies

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

suggest that ovicaprids, and perhaps cattle, were the source (Salque *et al.*, 2012) But later, on Neolithic Britain, ruminants, cattle in particular, have a great importance, the authors emphasizing the social importance of dairying as a component of agricultural practices (Copley *et al.*, 2003, 2005b; Cramp *et al.*, 2014a, b). Recently, Cubas *et al.* (2020) analysed the European spread of dairy production and consumption, showing latitudinal differences during the Neolithic.

Zooarchaeological slaughtering profiles demonstrate a shift in domestic ovicaprid and bovine exploitation during the Chalcolithic, with an increased slaughtering during the young and adult age. This shift is interpreted as a change from primary to a more mixed exploitation strategy of products (Helmer *et al.*, 2007). In the Chalcolithic woolen fabrics begin to appear, and the harvest profiles at the site indicate a shift towards older animals, interpreted as the beginning of intensive exploitation of sheep for their wool (Greenfield *et al.*, 2010). This intensification of secondary products exploitation could be related to the *secondary products revolution* (Sherratt, 1981). Also, in the Bronze Age, the presence of cattle domesticates indicates their use as draft animals (Greenfield *et al.*, 2010). In the Hungarian plateau during the Chalcolithic there was an intensification of secondary products, and residues of dairy and ruminant fats were commonly present (Craig *et al.*, 2003).

None of the sherds from Bronze Age or Stabling Chalcolithic contained non-ruminant adipose fats, which contrasts with other results from the south of the Iberian Peninsula (eg. Manzano *et al.*, 2015, although note the small sample size of 5 sherds). In El Portalón de Cueva Mayor ruminant animals may have been relatively abundant due to the wetter humid Mediterranean climate from the area, allowing to easily breed sheep/goats and cows with a higher meat uptake than in dryer areas (García-González *et al.*, 2018). Nevertheless, non-ruminant meat could also have been cooked without using pottery vessels, e.g. roasted (Dudd & Evershed, 1999; Copley *et al.*, 2003). Our study shows many similarities with Bronze Age study cases from Britain, where ruminant remains are also the most abundant, with variable proportions between cattle and ovicaprids, and dairying as an important component of animal husbandry practices (Copley *et al.*, 2005b; Craig *et al.*, 2005; Evershed *et al.*, 2008).

Overall, the results indicate a resilient character of the animal management with a trend to more intensive production of secondary products through time, without any major variation in livestock husbandry or diet as a result of cultural or environmental changes.

## 7. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

Changing uses and different activities performed at the cave over time (e.g. domestic, funerary, etc.) could be responsible for the subtle differences identified in the results.



# **8. BIBLIOGRAFÍA**



## 8. BIBLIOGRAFÍA

# A

Abarquero Moras, F.J. 1997. El significado de la cerámica decorada de Cogotas I. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA*, (63), 71-96.

Abarquero Moras, F.J. 2005. Cogotas I. La difusión de un tipo cerámico durante la Edad del Bronce. *Monografías 4, Arqueología en Castilla y León*. Junta de Castilla y León.

Aillaud, S. 2002. Field and laboratory studies of diagenetic reactions affecting lipid residues absorbed in unglazed archaeological pottery vessels. Tesis Doctoral. Director: Richard Evershed. Universidad de Bristol.

Alameda Cuenca-Romero M.C., Carmona Ballesteros, E., Pascual Blanco, S., Martínez Díez, G., Díez Pastor, C. 2011. El "campo de hoyos" calcolítico de Fuente Celada (Burgos): datos preliminares y perspectivas. *Complutum*, 22 (1), 47-69.

Albarella, U., Davis, S. 1994. *The Saxon and Medieval animal bones excavated 1985-1989 from West Cotton, Northampton shire*. Ancient Monuments Laboratory Reports (New Series), 17/94, 1000. London, English Heritage.

Albero Santacreu, D. 2011. Caracterización tecnológica, social y adaptación funcional de cerámicas prehistóricas en el Oeste y Sureste de Mallorca (1700-50 BC). Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

Albero Santacreu, D. 2014. *Materiality, techniques and society in pottery production. The technological study of archaeological ceramics through paste analysis*. Ed. De Gruyter Open LTD, Warsaw/Berlin.

Albero Santacreu, D. 2016. Caracterización textural con análisis de imagen: aplicación en cerámicas prehistóricas de Mallorca (1750-50 a.C). *Trabajos de Prehistoria*, 73 (2), 251-267. DOI: [10.3989/tp.2016.12172](https://doi.org/10.3989/tp.2016.12172)

Albero Santacreu, D., Cau Ontiveros, M.A. 2017. Technological choices in hand-made indigenous pottery from western Mallorca (Balearic islands, Spain) (c. 1200-75 B.C.): an archaeometric approach. *Archaeometry*, 59 (4), 642-666. DOI: [10.1111/arcm.12273](https://doi.org/10.1111/arcm.12273)

Alday A. 1996. Los ciclos culturales en los inicios del Holoceno en el País vasco. ¿Crónica, explicación o especulación? En *IIº Congreso Arqueología Peninsular, T. I: Paleolítico-Epipaleolítico*. pp. 11-22.

Alday, A. 1999. Dudas, manipulaciones y certezas en el Mesoneolítico vasco. *Zephyrus*, LII, 129-174.

Alday, A. 2009. *Reflejos del neolítico ibérico. La cerámica boquique: caracteres, cronología y contexto*. Editorial Edar.

Alday, A., Juez, L., Pérez Romero, A., Adán, G., Santos, E., Galindo Pellicena, M.A., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L. 2011. La industria ósea de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos). Biapuntados, puntas de flecha y agujas, morfología y funcionalidad. *Munibe Antropología-Arkeología*, 62, 227-249.

Alday, A., Pérez Romero, A., Iriarte, E., Francés Negro, M., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2019. Pottery with ramiform-anthropomorphic decoration from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos) and the globalized symbolic world of the first Neolithic. *Quaternary International*, 515, 125-137. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.10.044>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Alday Ruiz, A. 2005a. El campamento prehistórico de Mendandia: Ocupaciones mesolíticas y neolíticas entre 8500 y el 6400 BP. Diputación Foral de Álava.

Alday Ruiz, A. 2005b. Estado de la cuestión del Campaniforme de la Alta y Media Cuenca del Ebro. En Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán Í. (Coords.), *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Universidad de Valladolid, Junta de Castilla y León, 263-281.

Alday Ruiz, A. 2012. The Neolithic in the Iberian Peninsula: an explanation from the perspective of the participation of Mesolithic communities. *Zephyrus*, LXIX, 75-94.

Alday Ruiz, A., Soto Sebastián, A. 2018. Poblamiento prehistórico de la península ibérica: dinámica demográfica versus frecuencias del <sup>14</sup>C. *Munibe Antropología-Arkeología*, 69, 75-91. <https://doi.org/10.21630/maa.2018.69.04>

Aldeias, V., Dibble, H.L., Sandgathe, D., Goldberg, P. y McPherron, S.J.P. 2016. How heat alters underlying deposits and implications for archaeological fire features: A controlled experiment. *Journal of Archaeological Science*, 67, 64-79. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.01.016>

Almeida, T. P., Muxworthy, A. R., Kasama, T., Williams, W., Damsgaard, C., Frandsen, C., Pennycook, T.J., Dunin-Borkowski, R.E. 2015. Effect of maghemization on the magnetic properties of nonstoichiometric pseudo-single-domain magnetite particles. *Geochemical, Geophysical and Geosystems*, 16, 2969-2979. [DOI:10.1002/2015GC005858](https://doi.org/10.1002/2015GC005858).

Alonso Fernández, C., Jiménez Echevarría, J. 2014. Contribución al estudio del poblamiento, modos de vida y ritual funerario del Neolítico Antiguo: el asentamiento al aire libre de El Prado (Pancorbo, Burgos). *Zephyrus*, LXXIV, 41-64. <http://dx.doi.org/10.14201/zephyrus2014744164>

Alva Valdivia, L.M., Morales, J., Goguitchaichvili, A., Popenoe de Hatch, M., Hernández-Moral, M.S., Mariano-Matías, F. 2010. Absolute geomagnetic intensity data from preclassic Guatemalan pottery. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 180, 41-51.

Álvarez Fernández, E., Altuna, J., Barrera Mellado, I., Cubas, M., Fernández Gómez, J., Fernández, R., Gruet, Y., Mariezkurrena, M., Ontañón, R. 2014. Évolution de l'exploitation des ressources animales dans la région cantabrique entre 4500 et 2000 cal BC: la grotte de Los Gitanos (Cantabrie, Espagne). *Comptes Rendus Palevol* 13, 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.01.004>

Andaloro, E., Belfiore, C.M., De Francesco, A.M., Jacobsen, J.K., Mittica, G.P. 2011. A preliminary archaeometric study of pottery remains from the archaeological site of Timpone della Motta, in the Sibaritide area (Calabria-southern Italy). *Applied Clay Sciences*, 53, 445-453. [DOI:10.1016/j.clay.2010.07.021](https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.07.021)

Apellániz, J.M., Domingo Mena, S. 1987 Estudios sobre Atapuerca (Burgos). II.- Los materiales de superficie del Santuario de la Galería del Sílex. *Cuadernos de Arqueología de Deusto* 10, 1-342.

Aranburu, A., Arsuaga, J.L., Salas, N. 2017. The stratigraphy of the Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) and implications for the origin of the fossil hominin accumulation. *Quaternary International*, 433, 5-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.02.044>

Aranburu, A., Martínez-Pillado, V., García, F., Arsuaga, J.L., Alcázar de Velasco, A., Bonmatí, A., García, N., Gracia, A., Gracia, F., Gómez, A., Lira, J., Lorenzo, C., Martínez, I., Ortega, A.I., Pablos, A., Pantoja, A., Quam, R., Sala, N. 2012. La variabilidad de los rellenos endokársticos de la Galería de Estatuas (Atapuerca, Burgos) y su caracterización paleoambiental. En *XII Reunión Nacional de Geomorfología*, Santander. p. 397-400.

Arnold, D.E. 1972. Mineralogical analyses of ceramic materials from Quinua, Department of Ayacucho, Perú. *Archaeometry*, 14 (1), 93-102.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Arnold, D.E. 1985. *Ceramic theory and cultural process*; Cambridge University Press.

Arnold, D.E. 1989. Algunos principios para el análisis e interpretación de la pasta: aproximación inicial. *La cerámica tradicional del Perú*, eds. Rogger Ravines y Fernando Villiger; Editorial Los Pinos E.I.R.L., Lima. p. 33-39. ISBN: 84-89291-21-7

Arnold, D.E. 1991. Ethnoarchaeology and investigations of ceramic production and exchange: Can we go beyond cautionary tales? in *The Ceramic Legacy of Anna O. Shepard*; eds. Roland L. Bishop-Frederick W. Lange; University press of Colorado: 321-345.

Arnold, D.E. 2005. Linking society with the compositional analyses of pottery: a model from comparative ethnography. En Livingstone Smith, A., Bosqut, D., Mastineau, R. (Eds), *Acts of the XIV<sup>th</sup> UISPP Congress, University of Liège, Belgium, 2-8 September 2001. Section 2- Pottery manufacturing processes: reconstitution and interpretation*. BAR International Series, 1349. p. 15-21.

Arnold, D.E. 2015. Raw material selection, Landscape, Engagement, and Paste recipes: insights from Ethnoarchaeology. In *Matières à penser. Sélection et traitement des matières premières dans les productions potières du Néolithique ancien. Actes de la table ronde de Namur (Belgique), 29 et 30 mai 2015*. Laurence Burnez-Lanotte (ed.), Séances de la Société Préhistorique française, 11, 15-27. ISBN: 2-913745-2-913745-72-5

Arsuaga, J.L., Gómez-Olivencia, A., Sala, N., Martínez-Pillado, V., Pablos, A., Bonmatí, A., Pantoja-Pérez, A., Lira-Garrido, J., Alcázar de Velasco, A., Ortega, A.I., Cuenca-Bescós, G., García, N., Aranburu, A., Ruiz-Zapata, B., Gil-García, M.J., Rodríguez-Álvarez, X.P., Ollé, A., Mosquera, M. 2017. Evidence of paleoecological changes and Mousterian occupations at the Galería de las Estatuas site, Sierra de Atapuerca, northern Iberian plateau, Spain. *Quaternary Research*, 88, 345–367.

Arsuaga, J.L., Martínez, I., Arnold, L.J., Aranburu, A., Gracia-Téllez, A., Sharp, W.D., Quam, R.M., Falguères, C., Pantoja-Pérez, A., Bischoff, J., Poza-Rey, E., Parés, J.M., Carretero, J.M., Demuro, M., Lorenzo, C., Sala, N., Martínón-Torres, M., García, N., Alcázar de Velasco, A., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Olivencia, A., Moreno, D., Pablos, A., Shen, C.-C., Rodríguez, L., Ortega, A.I., García, R., Bonmatí, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2014. Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos. *Science*, 344 (6190), 1358-1363. [DOI: 10.1126/science.1253958](https://doi.org/10.1126/science.1253958)

Arsuaga, J.L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J.M., Lorenzo, C., García, N. 1997. Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). The site. *Journal of Human Evolution*, 33, 109–127.

## B

Bar-Yosef, O., Belfer-Cohen, A. 1989. The Origins of Sedentism and Farming Communities in the Levant. *Journal of World Prehistory*, 3 (4), 447-498.

Bardot, L. 2000. Emplacement temperature determinations of proximal pyroclastic deposits on Santorini, Greece, and their implications. *Bulletin of Volcanology*, 61, 450-467.

Bardot, L., McClelland, E. 2000. The reliability of emplacement temperature estimates using palaeomagnetic methods: a case study from Santorini, Greece. *Geophysical Journal International*, 143 (1), 39–51. <https://doi.org/10.1046/j.1365-246x.2000.00186.x>

Bayazit, M., Issi, A., Genç, E. 2016. Archaeometric investigation of the Late Chalcolithic-Early Bronze Age I and the 1st–2nd millennium BCE potteries from Kuriki-Turkey. *Applied Clay Science*, 126:180–189.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

Bellido Blanco, A. 2005. Cambios sociales en la Prehistoria reciente de la meseta Norte: 5500-1000 AC. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.

Bermúdez de Castro, J.M<sup>a</sup>., Martínón Torres, M., Martín Francés, L., Modesto Mata, M., Martínez de Pinillos, M., García, C., Carbonell, E. 2017. *Homo antecessor*: The state of the art eighteen years later. *Quaternary International*, 433, 22-31.

Bermúdez de Castro, J.M<sup>a</sup>., Martínón Torres, M., Blasco, R., Rosell, J., Carbonell, E. 2013. Continuity or discontinuity in the European Early Pleistocene human settlement: the Atapuerca evidence. *Quaternary Science Reviews*, 76, 53-65.

Bernabeu Aubán, J., García Puchol, O., Orozco-Köhler, T. 2018. New insights relating to the beginning of the Neolithic in the eastern Spain: Evaluating empirical data and modelled predictions. *Quaternary International*, 470, 439-450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.03.071>

Bernabeu Aubán, J., Michael Barton, C., Pardo Gordó, S., Bergin, S.M. 2015. Modeling initial Neolithic dispersal. The first agricultural groups in West Mediterranean. *Ecological Modelling*, 307, 22-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.03.015>

Berrocal, M.C. 2012. The Early Neolithic in the Iberian Peninsula and the West Mediterranean: A review of the evidence on migration. *Journal of World Prehistory*, 25, 123-156. [DOI 10.1007/s10963-012-9059-9](https://doi.org/10.1007/s10963-012-9059-9)

Biederman, A.R., Bilardello, D., Jackson, M., Tauxe, L., Feinberg, J.M. 2019. Grain-size-dependent remanence anisotropy and its implications for paleodirections and paleointensities – Proposing a new approach to anisotropy corrections. *Earth and Planetary Science Letters*, 512, 111–123. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.01.051>

Birch-Chapman, S., Jenkins, E.L. 2019. A Bayesian approach to calculating Pre-Pottery Neolithic structural 1 contemporaneity for reconstructing population size. *Journal of Archaeological Science*, 112, 105033. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.105033>

Biton, R., Gorn, Y., Kigel Goring-Morris, A. 2014. Ceramics in the Levantine Pre-Pottery Neolithic B: evidence from Kfar HaHoresh, Israel. *Journal of Archaeological Science*, 41, 740-748. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.005>

Blanco González, A. 2011. Práctica social, memoria y ritual en Cogotas I: esbozo teórico para un enfoque renovado. *Trabajos de Prehistoria*, 68 (1), 123-146. [DOI: 10.3989/tp.2011.11062](https://doi.org/10.3989/tp.2011.11062)

Blanco González, A., Lillios, K.T., López Sáez, J.A., Drake, B.I. 2018. Cultural, demographic and environmental dynamics of the Copper and Early Bronze age in Iberia (3300-1500 BC): towards an interregional multiproxy comparison at the time of the 4.2 ky BP event. *Journal of World Prehistory*, 31, 1-79. <https://doi.org/10.1007/s10963-018-9113-3>

Blasco, C., Delibes, G., Baena, J., Liesau, C., Ríos, P. 2007. El poblado calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid): un escenario favorable para el estudio de la incidencia Campaniforme en el interior peninsular. *Trabajos de Prehistoria*, 64 (1), 151-163.

Blasco, A., Edo, M., Villalba, M. J. 2008. Evidencias de procesado y consumo de cerveza en la cueva de Can Sadurní (Begues, Barcelona) durante la Prehistoria. En Hernández Pérez, M.S., Soler Díaz, J.A., López Padilla, J.A. (Eds.), *IV congreso del Neolítico Peninsular*. pp. 428–431. Alicante.

Blasco, C., Liesau, C., Ríos, P. 2019. El registro funerario campaniforme de la Región de Madrid reflejo de una sociedad plural y compleja. En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. I*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 246-277

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Bloemendal, J., King, J.W., Hall, F.R., Doh, S.J. 1992. Rock magnetism of Late Neogene and Pleistocene deep-sea sediments: Relationship to sediment source, diagenetic processes and sediment lithology. *Journal of Geophysical Research*, 97 (B4), 4361–4375. <https://doi.org/10.1029/91JB03068>

Borradaile, G.J. 2003. Viscous magnetization, archaeology and Bayesian statistics of small samples from Israel and England. *Geophysical Research Letters*, 30 (10), 1528, doi:10.1029/2003GL016977.

Bosch Gimpera P. 1945. *El poblamiento antiguo y la formación de los pueblos de España*. México, Imprenta Universitaria.

Bougard, E. 2011. Les céramiques gravettiennes de Moravie: derniers apports des recherches actuelles. *L'anthropologie*, 115, 465–504.

Brace, S., Diekmann, Y., Booth, T.J., van Dorp, L., Faltyskova, Z., Rohland, N., Mallick, S., Olalde, I., Ferry, M., Michel, M., Oppenheimer, J., Broomandkoshbacht, N., Stewardson, K., Martiniano, R., Walsh, S., Kayser, M., Charlton, S., Hellenthal, G., Armit, I., Schulting, R., Craig, O.E., Sheridan, A., Pearson, M.P., Stringer, C., Reich, D., Thomas, M.G., Barnes, I. 2019. Ancient genomes indicate population replacement in Early Neolithic Britain. *Nature Ecology and Evolution*. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0871-9>

Braidwood, R.J., Braidwood, L.S. 1953. The earliest village communities of southwest Asia. *Journal of World History*, 1: 278-310.

Brandt, G., Haak, W., Adler, C.J., Roth, C., Szécsényi-Nagy, A., Karimnia, S., Möller-Rieker, S., Meller, H., Gansmeier, R., Friederich, S., Dresely, V., Nicklisch, N., Pickrell, J.K., Sirocko, F., Reich, D., Cooper, A., Alt, K.W., The genographic consortium. 2013. Ancient DNA reveals key stages in the formation of Central European mitochondrial genetic diversity, *Science*, 342, 257- 261.

Brodard, A., Guibert, P., Lévêque, F., Mathé, V., Carozza, L., Burens, A. 2012. Thermal characterization of ancient hearths from the cave of Les Fraux (Dordogne, France) by thermoluminescence and magnetic susceptibility measurements. *Quaternary Geochronology*, 10, 353-358. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.04.013>

Brodie, N. 1992. *The Neolithic-Bronze age transition in Britain: a critical review of some archaeological and craniological concepts*. Tesis doctoral. Universidad de Liverpool.

Bronitsky, G., Hamer, R. 1986. Experiments in ceramic technology: the effects of various tempering materials on impact and thermal-shock resistance. *American Antiquity*, 51 (1), 89-101. <http://www.jstor.org/stable/280396>.

Brown, K.S. Marean, C.W., Herries, A.I.R., Jacobs, Z., Tribolo, C., Braun, D., Roberts, D.L., Meyer, M.C., Bernatchez, J. 2009. Fire as an Engineering Tool of Early Modern Humans. *Science*, 325, 859-862. <https://doi.org/10.1126/science.1175028>

Bueno Ramírez, P., Barroso Bermejo, R., de Balbín Behrmann, R. 2005. Ritual campaniforme, ritual colectivo: la necrópolis de cuevas artificiales del Valle de las Higueras, Huecas, Toledo. *Trabajos de Prehistoria*, 62, 67-90.

Bueno Ramírez, P., Barroso Bermejo, R., de Balbín Behrmann, R. 2019. Ritual y arquitecturas en los hipogeos colectivos con campaniforme Ciempozuelos: La necrópolis de Valle de las Higueras, Toledo, España. En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. I*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 207-227.

Bueno Ramírez, P., Barroso Bermejo, R., de Balbín Behrmann, R. 2010. Entre lo visible y lo invisible: registros funerarios de la prehistoria reciente de la Meseta Sur. *Arqueología, Sociedad, Territorio y Paisaje, Homenaje a M.D. Fernández Posse*. CSIC, Madrid. P. 53-73.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Butler, R.F. 1992. *Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes*. Electronic edition, September 2004.

# C

Cáceres, I., Lozano, M., Saladie, P. 2007. Evidence for Bronze Age cannibalism in El Mirador Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 133 (3), 899–917. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20610>.

Calvín, P., Villalaín, J.J., Casas, A.M. 2018. Anisotropic magnetite growth in remagnetized limestones: Tectonic constraints and implications for basin history. *Geology*, 46 (9), 751-754.

Calvo Trias, M., Fornés, J., García, J., Guerrero, V. M., Juncosa, E., Quintana, C., Salvá, T. 2004a. La cerámica prehistórica a mano: una propuesta para su estudio. *Treballs d'Arqueobalea*, 1.

Canti, M.G. 1997. An investigation of microscopic calcareous spherulites from herbivore dung. *Journal of Archaeological Science*, 24, 219-231.

Cañabete Guerrero, M.L., Sánchez Vizcaíno, A. 1995. Análisis de indicadores bioquímicos del contenido de recipientes arqueológicos. *Complutum*, 6, 281-291.

Cañabete Guerrero, M.L., Sánchez Vizcaíno, A. 1997. Identificación de grasas y ésteres de ceras en recipientes arqueológicos. *Cesaraugusta*, 73, 319-325. ISSN: 00007-9502.

Carbajo Arana, M. 2020. La gestión de los recursos ganaderos y cinegéticos durante la prehistoria reciente en el valle del Duero: El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Cuenca Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M., Huguet, R., Van der Made, J., Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D.J., Martín Torres, M., Rodríguez, X.P., Stock, G.M., Vergès, J.M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Canals, A., Benito, A., Díez, C., Lozano, M., Mateos, A., Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J., Arsuaga, J.L. 2008. The first hominin of Europe. *Nature*, 452, 465-469.

Carbonell, E., Esteban, M., Martín Nájera, A., Mosquera, M., Rodríguez, X.P., Ollé, A., Sala, R., Vergès, J.M., Bermúdez de Castro, J.M., Ortega, A.I. 1999a. The Pleistocene site of Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain: a history of the archaeological investigations. *Journal of Human Evolution*, 37, 313–324 <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0282>

Carbonell, E., García Antón, M.D., Mallol, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergès, J.M. 1999b. The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use. *Journal of Human Evolution*, 37 (3-4), 653-693. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0336>

Carbonell Roura, E., Rosas González, A., Díez Fernández Lomana, J.C. eds. 1999. Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería. *Memorias Arqueología en Castilla y León* 7.

Cardoso, J.L.I. 2019. Los campaniformes marítimos y su difusión desde el estuario del Tajo (Portugal). En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. I*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 111-133.

Cardoso, S., Valverde, L., Palencia, L., Martínez de Pancorbo, M., López Quintana, J.C., Guenaga Lizasu, A. 2011. Análisis de ADN mitocondrial en los restos humanos de la cueva de Santimaminñe (Kortezubi, Bizkaia). *Kobie Serie Bizkaiko arkeologi indusketak*, 1, 383-392.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Carmona Ballesteros, E. 2011. *Las comunidades campesinas calcolíticas en el Valle Medio del Arlanzón (cal. 3000-1900 a.C.): transformaciones y procesos históricos*. Tesis Doctoral. Universidad de Burgos.

Caro Bellido, A. 2002. *Ensayo sobre cerámica en arqueología*, Ed. Agrija, Sevilla.

Carrancho, Á., Herrejón-Lagunilla, Á., Vergès, J.M<sup>a</sup>. 2016. Three archaeomagnetic applications of archaeological interest to the study of burnt anthropogenic cave sediments. *Quaternary International*, 414, 244-257.

Carrancho, Á., Villalaín, J.J. 2011. Different mechanisms of magnetisation recorded in experimental fires: Archaeomagnetic implications. *Earth and Planetary Science Letters*, 312, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.10.006>

Carrancho, Á., Villalaín, J.J., Angelucci, D.E., Dekkers, M.J., Vallverdú, J., Vergès, J.M<sup>a</sup>. 2009. Rock-magnetic analyses as a tool to investigate archaeological fired sediments: a case study of Mirador cave (Sierra de Atapuerca, Spain). *Geophysical Journal International*, 179: 79-96.

Carretero, J.M., Ortega, A.I., Juez, L., Pérez-González, A., Arsuaga, J.L., Pérez-Martínez, R., Ortega, M.C. 2008. A late Pleistocene-Early Holocene archaeological sequence of Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Munibe Antropología-Arkeología*, 59, 67-80.

Carvallo, C., Dunlop, D.J. 2001. Archaeomagnetism of potsherds from Grand Banks, Ontario: a test of low paleointensities in Ontario around A.D. 1000. *Earth and Planetary Sciences*, 186, 437-450.

Castilla, M., Carretero, J.M., Gracia, A., Arsuaga, J.L. 2014. Evidence of Rickets and/or Scurry in a complete Chalcolithic Child Skeleton from the El Portalón Site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 92, 1-16. [DOI: 10.4436/JASS.92005](https://doi.org/10.4436/JASS.92005)

Cau Ontiveros, M.Á., Montana, G., Tsantini, E., Randazzo, L. 2015. Ceramic ethnoarchaeometry in western Sardinia: production of cooking ware at Pabillonis. *Archaeometry*, 57 (3), 453–475. <https://doi.org/10.1111/arc.12100>

Chadima, M., Hroudá, F., 2006. Remasoft 3.0 a user-friendly paleomagnetic data browser and analyzer. *Travaux Géophysiques* 27, 20–21

Chandler, H., Sykes, B., Zilhão, J. 2005. Using ancient DNA to examine genetic continuity at the Mesolithic-Neolithic transition in Portugal. En Arias, P., Ontañón, R., García Moncó, C. (Eds.), *Actas del III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica, Monografías del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria* 1. p. 781-786.

Charters, S., Evershed, R.P., Blinkhorn, P.W., Denham, V. 1995. Evidence for the mixing of fats and waxes in archaeological ceramics. *Archaeometry*, 37(1), 113-127.

Charters, S., Evershed, R.P., Goad, L.J., Leyden, A., Blinkhorn, P.W., Denham, V. 1993. Quantification and distribution of lipid in archaeological ceramics: implications for sampling potsherds for organic residue analysis and the classification of vessel use. *Archaeometry*, 35 (2), 211-223.

Charters, S., Evershed, R.P., Quye, A., Blinkhorn, P.W., Reeves, V. 1997. Simulation experiments for determining the use of ancient pottery vessels: the behaviour of epicuticular leaf wax during boiling of a leafy vegetable. *Journal of Archaeological Sciences*, 24, 1-7.

Chauvin, A. 2000. Paleointensity of the geomagnetic field recovered on archaeomagnetic sites from France. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 120, 111–136.

Childe, V.G. 1947. *The Dawn of European Civilization*. Kegan Paul, Trench, Trubner and co. Ltd. London.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Cioni, R., Gurioli, L., Lanza, R., Zanella, E. 2004. Temperatures of the A.D. 79 pyroclastic density current deposits (Vesuvius, Italy). *Journal of Geophysical Research*, 109, B02207. <https://doi.org/10.1029/2002JB002251>.

Clarke, D.L. 1976. The Beaker network-social and economic models. *Glockenbecher Symposion*. p 460-477.

Clop, X. 2008. L'estudi de les ceràmiques prehistòriques des de l'arqueometria. *Cota zero*, 23, 25-37.

Clop, X. 2011. Caracterización petroarqueológica de cerámicas decoradas del Neolítico Antiguo de la Península Ibérica. *Sagvntvm, Extra-12: Las primeras producciones cerámicas: el VI milenio cal AC en la Península Ibérica*, 35-53.

Clop García, X. 2005. La "cuestión Campaniforme" en el Noreste de la Península Ibérica. En Rojo Guerra, M.A. Garrido Pena, R.-García Martínez de Lagrán Í. (Coords.), *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Universidad de Valladolid, Junta de Castilla y León, 297-320.

Cochran, W.W., Mouritsen, H., Wikelski, M. 2004. Migratory songbirds recalibrate their magnetic compass daily from twilight cues. *Science*, 304 (5669), 405–408. [DOI: 10.1126/science.1095844](https://doi.org/10.1126/science.1095844)

Cogswell, J.W., Neff, H., Glascock, M.D. 1996. The Effect of Firing Temperature on the Elemental Characterization of Pottery. *Journal of Archaeological Science*, 23, 283–287.

Colombini, M.P., G. Giachi, G., Modugno, F., Ribechini, E. 2005. Characterisation of organic residues in pottery vessels of the Roman age from Antinoe (Egypt). *Microchemical Journal*, 79, 83– 90.

Condamin, J., Formenti, F. 1978. Détection du contenu d'amphores antiques (huiles, vin). Étude méthodologique. *Revue d'Archéométrie*, 2, 43-58.

Condamin, J., Formenti, F., Metais, M.O., Michel, M., Blond, P. 1976. The application of gas chromatography to the tracing of oil in ancient amphorae. *Archaeometry*, 18 (2), 195-201.

Connan, J., Kozbe, G., Kavak, O., Zumberge, J., Imbus, K. 2013. The bituminous mixtures of Kavasán Hoyuk (SE Turkey) from the end of the 3<sup>rd</sup> millennium (2000 BC) to the Medieval period (AD 14th century): Composition and origin. *Organic Geochemistry*, 54, 2–18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2012.09.007>

Copley, M.S., Berstan, R., Dudd, S.N., Docherty, G., Mukherjee, A.J., Straker, V., Payne, S., Evershed, R.P. 2003 Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain. *Proceedings of the Royal Society*, 100 (4), 1524-1529. [DOI: 10.1073/pnas.0335955100](https://doi.org/10.1073/pnas.0335955100)

Copley, M.S., Hansel, F.A., Sadr, K., Evershed, R.P. 2004. Organic residue evidence for processing of marine animal products in pottery vessels from the pre-colonial archaeological site of Kasteelberg Desat, South Africa. *South African Journal of Science*, 100, 279-283.

Copley, M.S., Berstan, R., Dudd, S.N., Aillaud, S., Mukherjee, A.J., Straker, V. Payne, S., Evershed, R.P. 2005a. Processing of milj products in pottery vessels through British prehistory. *Antiquity*, 79, 895-908.

Copley, M.S., Berstan, R., Dudd, S.N., Straker, V., Payne, S., Evershed, R.P. 2005b. Dairying in antiquity. II. Evidence from absorbed lipid residue dating to the British Bronze Age. *Journal of Archaeological Sciences*, 32, 505-521. [DOI:10.1016/j.jas.2004.07.005](https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.07.005)

Copley, M.S., Berstan, R., Mukherjee, A.J., Dudd, S.N., Straker, V., Payne, S., Evershed, R.P. 2005c. Dairying in antiquity. III. Evidence from absorbed lipid residues dating to the British Neolithic. *Journal of Archaeological Sciences*, 32, 523-546. [DOI:10.1016/j.jas.2004.08.006](https://doi.org/10.1016/j.jas.2004.08.006)

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Cordero, J.A., March, J.R. 2013. Análisis de ácidos grasos en fragmentos cerámicos del noroeste de la Patagonia Argentina por GC y GC-MS. *Arqueometría argentina. Estudios pluridisciplinarios*, M. S. Ramos, M. Lanza, V. Helfer, V. Pernicone, F. Bognanini, C. Landa, V. Aldazabal y M. Fernández (ed.), Universidad Nacional de Luján, Luján. pp. 195-220.

Correa Ascencio, M., Evershed, R.P. 2014. High throughput screening of organic residues in archaeological potsherds using direct acidifiedmethanol extraction. *Analytical Methods*, 6, 1330-1340. <https://doi.org/10.1039/c3ay41678j>

Correa Ascencio, M., Robertson, I.G., Cabrera-Cortés, O., Cabrera-Castro, R., Evershed, R.P. 2014. Pulque production from fermented agave sap as a dietary supplement in Prehispanic Mesoamerica. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (39), 14223-14228.

Craig, O.E., Forster, M., Andersen, S.H., Koch, E., Crombé, P., Milner, N.J., Stern, B., Bailey, G.N., Heron, C.P. 2007. Molecular and isotopic demonstration of the processing of aquatic products in Northern European Prehistoric pottery. *Archaeometry*, 49 (1), 135-152. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00292.x>

Craig, O. E., Love, G. D., Isaksson, S., Taylor, G., Snape, C.E. 2004. Stable carbon isotopic characterisation of free and bound lipid constituents of archaeological ceramic vessels released by solvent extraction, alkaline hydrolysis and catalytic hydrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 71(2), 613-634.

Craig, O.E., Steele, V.J., Fischer, A., Hartz, S., Andersen, S.H., Donohoe, P., Glykou, A., Saul, H., Jones, D.M., Koch, E., Heron, C.P. 2011. Ancient lipids reveal continuity in culinary practices across the transition to agriculture in Northern Europe. *Proceedings of the Royal Society*, 108 (44), 17910-17915. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107202108>

Craig, O. E., Taylor, G., Mulville, J., Collins, M. J., Pearson, M. P. 2005, The identification of prehistoric dairying activities in the Western Isles of Scotland: an integrated biomolecular approach, *Journal of Archaeological Science*, 32, 91–103.

Cramp, L.J.E., Evershed, R.P., Lavento, M., Halinen, P., Mannermaa, K., Oinonen, M., Kettunen, J., Perola, M., Onkamo, P., Heyd, V. 2014a. Neolithic dairy farming at the extreme of agriculture in northern Europe. *Proceedings of the Royal Society*, B 281, 20110819 <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.0819>

Cramp, L.J.E., Jones, J., Sheridan, A., Smyth, J., Whelton, H., Mulville, J., Sharples, N., Evershed, R.P. 2014b. Immediate replacement of fishing with dairying by the earliest farmers of the northeast Atlantic archipelagos. *Proceedings of the Royal Society*, B 281, 20132372. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2372>

Cubas, M. 2013. *La aparición de la tecnología cerámica en la región cantábrica*. BAR S2566; Archaeopress, Oxford.

Cubas, M. 2017. Identifying manufacturing groups through the mineralogical analysis of prehistoric pottery: the example of the Cantabrian region (north of Spain). *Archeologické rozhledy*. LXIX, 246-260.

Cubas, M., de Pedro, I., Arias, P. 2014a. La aparición de la tecnología cerámica en Asturias: la aportación de la cueva de Los Canes (Arangas, Cabrales). *Nailos*, 1, 23-48.

Cubas, M., Doherty, C., García-Heras, M., de Pedro, I., Méndez, D., Ontañón, R. 2014b. Pottery manufacturing during the Neolithic in the North of Spain: raw material procurement and modification in the cave of Los Gitanos (Castro Urdiales, Spain). *Archaeometry*, 56,19-35.

Cubas, M., Lucquin, A., Robson, H.K., Colonese, A.C., Arias, P., Aubry, B., Billard, C., Jan, D., Diniz, M., Fernandes, R., Fábregas Valcarce, R., Germain-Vallée, C., Juhel, L., de Lombera-Hermida, A., Marcigny, C., Mazet, S., Marchand, G., Neves, C., Ontañón-Peredo, R., Rodríguez-Álvarez, X.P., Simões, T., Zilhão, J., Craig, O.E. 2020. Latitudinal gradient in dairy production with

## 8. BIBLIOGRAFÍA

introduction of farming in Atlantic Europe. *Nature communications*, 11, 2036. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15907-4> [www.nature.com/naturecommunications](http://www.nature.com/naturecommunications)

Cultrone, G., Rodriguez-Navarro, C., Sebastian, E., Cazalla, O., De La Torre, M. J. 2001. Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy*, 13 (3), 621-634.

## D

Day, R., Fuller, M., Schmidt, V.A. 1977. Hysteresis properties of titanomagnetites: grain-size and compositional dependence. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 13, 260-267.

de Blas Cortina, M.A. 2019. La minería del cobre “en época del campaniforme” a través de las labores subterráneas, *in extenso*, de la Sierra del Aramo (Riosa, Asturias). En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. II*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 25-50.

del Val Recio, J. 1992. El yacimiento calcolítico precampaniforme de Las Chanas, Zamora. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA*, 58, 47-63.

del Castillo, A. 1922. La cerámica incisa de la cultura de las cuevas de la Península Ibérica y el problema del origen de la especie del vaso campaniforme. *Anuario de la Universidad de Barcelona*, 1-20.

De Benedetto, G.E., Laviano, R., Sabbatini, L., Zambonin, P.G. 2002. Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery. *Journal of Cultural Heritage*. 3, 177-186.

Dekkers, M. 2007. Magnetic proxy parameters. En Gubbins, D., Herrero-Barbera, E. (Eds.), *Encycloedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*, Springer. p. 525-534.

Delibes de Castro, G. 2000-2001. Del Bronce al Hierro en el Valle medio del Duero: una valoración del límite Cogotas I: Soto de Medinilla a partir de las manifestaciones de culto. *Zephyrus*, 56-57, 293-309.

Delibes de Castro, G. 2014. El Calcolítico en la Meseta y su orla atlántica: intensificación económica y avance de la vida sedentaria (3200-2500 cal A.C.). En Almagro Gorbea, M. (Ed.) *Protohistoria de la Península Ibérica: del Neolítico a la romanización*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca. p.95-112.

Delibes de Castro, G., Crespo Díez, M., Fernández Manzano, J., Herrán Martínez, J.I., Rodríguez Marcos, J.A. 2010. Un recinto de fosos calcolítico en el valle medio del Duero: El Casetón de la Era (Villalba de los Alcores, Valladolid). *IV Jornadas Científicas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid*, 21-23.

Delibes de Castro, G., Esparza Arroyo, A., Velasco Vázquez, J., Zapatero Magdaleno, P., Fernández Rodríguez, C., Carbajo Arana, M., Palomo Díez, S., Misiego Tejada, J. 2019a. Dos tumbas individuales calcolíticas en las inmediaciones de los dólmenes de Osorno y Simancas: estudio bioantropológico, ofrenda de perros y “postvida” megalítica en el valle medio del Duero. *Trabajos de Prehistoria*, 76 (2), 236-253. <https://doi.org/10.3989/tp.2019.12235>

Delibes de Castro, G., Fernández Manzano, J. 1981. El castro protohistórico de "La Plaza" en Cogeces del Monte (Valladolid): reflexiones sobre el origen de la fase Cogotas I. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA*, 47, 51-70.

Delibes de Castro, G., Guerra Doce, E., Juan Treserras, J. 2009. Testimonios de consumo de cerveza durante la Edad del Cobre en la tierra de Olmedo (Valladolid). En del Val, M.I. y

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Martínez, P. (Eds.). *Castilla y el Mundo Feudal: Homenaje al Profesor Julio Valdeón (III)*. Junta de Castilla y León-Universidad de Valladolid. p. 585-599.

Delibes, G., Guerra, E., Velasco, F.J., Olalde, I., Fitzpatrick, A.P., Salazar García, D.C., Campillo, J., Moreno, M., Basconillos, J., Villalobos, R. 2019b. ¿Un Ulises campaniforme en el túmulo de Tablada de Rudrón (Burgos)? ADN estéptico y pendientes de oro de tipo británico en el enterramiento del fundador. En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. II*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. P. 339-362.

Demuro, M., Arnold, L.J., Aranburu, A., Gómez-Olivencia, A., Arsuaga, J.L. 2019. Single-grain OSL dating of the Middle Palaeolithic site of Galería de la Estatuas, Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Geochronology*, 49, 254-261.

Dhanapandian, S., Manoharan, C., Sutharsan, P. 2012. Applications of FTIR and <sup>57</sup>Fe Mössbauer Techniques in studies of recently excavated Indian archaeological pottery. *Acta Physica Polonica A*, 121 (3), 592-598.

Di Vito, M.A. Zanella E., Gurioli L., Lanza R., Sulpizio R., Bishop J., Tema E., Boenzi G., Laforgia E. 2009. The Afragola settlement near Vesuvius, Italy: The destruction and abandonment of a Bronze Age village revealed by archaeology, volcanology and rock-magnetism. *Earth and Planetary Science Letters*, 277, 408-421.

Draeger, U., Prévot, M., Poidras, T., Riisager, J. 2006. Single-domain chemical, thermochemical and thermal remanences in a basaltic rock. *Geophysical Journal International*, 166, 12-32. [DOI: 10.1111/j.1365-246X.2006.02862.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.02862.x)

Drieu, L., Rageot, M., Wales, N., Stern, B., Lundy, J., Zerrer, M, Gaffney, I., Bondetti, M., Spiteri, C., Thomas-Oates, J., Craig, O.E. 2020. Is it possible to identify ancient wine production using biomolecular approaches?, *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*. <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1738728>

Dudd, S., Evershed, R.P. 1998. Direct demonstration of milk as an element of archaeological economies. *Science*, 282, 1478-1481.

Dudd, S., Evershed, R.P. 1999. Evidence for varying patterns of exploitation of animal products in different Prehistoric pottery traditions based on lipids preserved in surface and absorbed residues. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1473-1482. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0434>

Dudd, S.N., Evershed, R.P., Levine, M. 2003. Organic Residue Analysis of Lipids in Potsherds from the Early Neolithic Settlement of Botai, Kazakhstan. *Prehistoric steppe adaptation and the horse*, 45-53.

Dumpe, B., Stivrins, N. 2015. Organic inclusions in Middles and Late Iron Age (5<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> century) hand-built pottery in present-day Latvia. *Journal of Archaeological Science*, 57, 239-247.

Dunne, J., Evershed, R.P., Salque, M., Cramp, L., Bruni, S., Ryan, K., Biagetti, S., di Lernia, S. 2012. First dairying in green Saharan Africa in the fifth millennium BC. *Nature*, 486, 390-394.

Dunne, J., Mercuri, A.M., Evershed, R.P., Bruni, S., di Lernia, S., 2016. Earliest direct evidence of plant processing in prehistoric Saharan pottery. *Nat. Plants.*, 3,16194. [DOI: 10.1038/nplants.2016.194](https://doi.org/10.1038/nplants.2016.194)

Dunne, J., Grillo, K.M., Casanova, E., Whelton, H.L., Evershed, R.P. 2018. Pastoralist foodways recorded in organic residues from pottery vessels of modern communities in Samburu, Kenya. *Journal of Archaeological Methods and Theory*, [doi: 10.1007/s10816-018-9384-0](https://doi.org/10.1007/s10816-018-9384-0)



## 8. BIBLIOGRAFÍA

Dunlop, D. 2002a. Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms vs. Hcr/Hc). 1. Theoretical curves and tests using titanomagnetite data. *Journal of Geophysical Research*, 107 (B3), 2056. DOI: [10.1029/2001JB000487](https://doi.org/10.1029/2001JB000487).

Dunlop, D. 2002b. Theory and application of the Day plot (Mrs/Ms vs. Hcr/Hc). 2. Application to data for rocks, sediments, and soils. *Journal of Geophysical Research*, 107 (B3), 2057. DOI: [10.1029/2001JB000486](https://doi.org/10.1029/2001JB000486).

Dunlop, J.D., Özdemir, Ö. 1997. Rock magnetism: fundamentals and frontiers. Cambridge University Press.

Dunlop, D.J., Özdemir, Ö. 2000. Effects of grain size and domain state on thermal demagnetization tails. *Geophysical Research Letters*, 27 (9), 1311-1314.

Dunlop, D.J., Özdemir, Ö. 2001. Beyond Néel's theories: thermal demagnetization of narrow-band partial thermoremanent magnetizations. *Physics of Earth and Planetary Interiors*, 126, 43-57.

# E

Échallier, J.C. 1987. 2. Étude des céramiques, a) lames minces. *Géologie de la Préhistoire : méthodes, techniques, applications*, 871-881.

Eerkens, J.W. 2005. GC-MS analysis and fatty acids ratios of archaeological potsherds from western great basin of north America. *Archaeometry*, 47 (1), 83-102.

Eglinton, G., Logan, G. A. 1991. Molecular preservation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 333 (1268), 315-328. <https://doi.org/10.1098/rstb.1991.0081>

Estremera Portela, M<sup>a</sup>.S. 2003. Primeros agricultores y ganaderos en la Meseta Norte: el Neolítico de la Cueva de La Vaquera (Torreiglesias, Segovia). *Memorias 11, Arqueología en Castilla y León*. Junta de Castilla y León.

Esquivel, J.A., Navas, E. 2005. The geometry and the metric used in the enclosure "Fortín 1" at the Copper Age site of Los Millares (Almería, Andalucía). *Journal of Archaeological Science*, 23, 1577-1586. DOI:[10.1016/j.jas.2005.04.009](https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.04.009)

Evans, E.M., Heller, F. 2003. *Environmental magnetism. Principles and applications of enviromagnetics*. Vol. 86 en International Geophysics Series; Dmowska, R. – Holton J.R. – Rossby, H.T. ed.; Academic Press Elsevier Science; EEUU.

Evershed, R.P. 2008a. Experimental approaches to the interpretation of absorbed organic residues in archaeological ceramics. *World Archaeology*, 40 (1), 26-47.

Evershed, R.P. 2008b. Organic residue analysis in archaeology: The archaeological biomarker revolution. *Archaeometry*, 50 (6), 895–924. <https://doi.org/10.1080/00438240801889373>

Evershed, R.P., Arnot, K.I., Collister, J., Eglinton, G., Charters, S. 1994. Application of isotope ratio monitoring gas chromatography-mass spectrometry to the analysis of organic residues of archaeological origin. *Analyst*, 119, 909-914.

Evershed, R.P., Dudd, S.N, Copley, M.S., Berstan, R., Stott, A.W., Mottram, H., Buckley, S.A., Crossman, Z. 2002a. Chemistry of Archaeological Animal Fats. *Accounts Chemical Research*, 35, 660-668.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Evershed, R.P., Dudd, S.N, Copley, M.S., Mutherjee, A. 2002b. Identification of animal fats via compound specific  $\delta^{13}\text{C}$  values of individual fatty acids: assessments of results for reference fats and lipid extracts of archaeological pottery vessels. *Documenta Prehistorica*, XXIX, 73-96.

Evershed, R.P., Heron, C., Charters, S., Goad, L.J. 1992. The survival of food residues: new methods of analysis, interpretation and application. *Proceedings of the British Academy*, 77, 187-208.

Evershed, R. P., Heron, C., Goad, L. J. 1990. Analysis of organic residues of archaeological origin by high-temperature gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *The Analyst*, 115, 1339-1342. [DOI: 10.1039/AN9901501339](https://doi.org/10.1039/AN9901501339)

Evershed, R.P., Heron, C., Goad, L.J., 1991. Epicuticular wax components preserved in potsherds as chemical indicators of leafy vegetables in ancient diets. *Antiquity*, 65 (248), 540–544.

Evershed, R.P., Mottram, H.R., Dudd, S.N., Charters, S., Stott, A.W., Lawrence, G.J., Gibson, A.M., Conner, A., Blinkhorn, P.W., Reeves, V. 1997. New criteria for the identification of animal fats preserved in archaeological pottery. *Naturwissenschaften*, 85, 402-406.

Evershed, R.P., Stott, A.W., Raven, A., Dudd, S.N., Charters, S., Leyden, A. 1995. Formation of Long-Chain ketones in ancient pottery vessels by pyrolysis of acyl lipids. *Tetrahedron Letters*, 36-48, 8875-8878. [https://doi.org/10.1016/0040-4039\(95\)01844-8](https://doi.org/10.1016/0040-4039(95)01844-8)

Evershed, R.P., Payne, S., Sherratt, A.G., Copley, M.S., Coolidge, J., Urem-Kotsu, D., Kotsakis, K., Özdoğan, M., Özdoğan, A.E., Nieuwenhuys, O., Akkermans, P.M.M.G., Bailey, D., Andeescu, R.R., Campbel, S., Farid, S., Hodder, I., Yalman, N., Özbaşaran, M., Bıçakçı, E., Garfinkel, Y., Levy, T., Burton, M.M. 2008. Earliest date for milk use in the Near East and Southeastern Europe linked to cattle herding. *Nature*, 455, 528-531. [DOI:10.1038/nature07180](https://doi.org/10.1038/nature07180)

## F

Fabian, K., Shcherbacov, V.P., McEnroe, S.A. 2013. Measuring the Curie temperature. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 14 (4), 947-951, DOI: [10.1029/2012GC004440](https://doi.org/10.1029/2012GC004440)

Fabián García, J.F. 2006. *El IV y III Milenio AC en el Valle de Amblés (Ávila)*. Monografías 5. Arqueología en Castilla y León. Junta de Castilla y León.

Fábregas Valcarce, R. 2001. *Los petroglifos y su contexto: un ejemplo de la Galicia meridional*. Vigo: Instituto de Estudios Vigueses.

Farbstein, R., Radic, D., Brajkovic, D., Miracle, P.T. 2012. First Epigravettian Ceramic Figurines from Europe (Vela Spila, Croatia). *PlosONE*, 7 (7), e41437 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041437.g002>

Farbstein, R., Davies, W. 2017. Palaeolithic ceramic technology: The artistic origins and impacts of a technological innovation. *Quaternary International*, 441, 3-11

Fernández Martín, S., Benítez de Lugo Enrich, L., Palomares Zumajo, N. 2015. La cerámica del yacimiento arqueológico de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad real). Estudio morfológico y tecnológico. *Complutum*, 26 (1), 133-152. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_CMPL.2015.v26.n1.49344](http://dx.doi.org/10.5209/rev_CMPL.2015.v26.n1.49344)

Fernández Moreno, J. 2013. El Bronce Antiguo en el oriente de la submeseta Norte. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Fernández Posse, M.D. 1981. La Cueva de Arevalillo de Cega (Segovia). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 12, 43-84.

Fernández Posse, M.D. 1982. Consideraciones sobre la técnica de boquique, *Trabajos de Prehistoria*, 39, 137-159.

Fernández Posse, M.D. 1986. La cerámica decorada de Cogotas I. *Zephyrus*, 39, 231-237.

Fort J. 2012 Synthesis between demic and cultural diffusion in the Neolithic transition in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 18 669–18 673. [doi:10.1073/pnas.1200662109](https://doi.org/10.1073/pnas.1200662109)

Fort, J. 2015. Demic and cultural diffusion propagated the Neolithic transition across different regions of Europe. *Journal of Royal Society Interface*, 12, 20150166. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2015.0166>

Francés Negro, M., Carrancho, Á., Pérez Romero, A., Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Iriarte, E. 2019. Storage or cooking pots? Inferring pottery use through archaeomagnetic assessment of palaeotemperatures. *Journal of Archaeological Science*, 110, 104992.

Fragoli, P., Palmieri, A.M. 2017. Petrographic and geochemical investigations on the pottery production from Arslantepe-Malatya (eastern Anatolia) from the fourth to the second millennium BCE: technological continuity, innovation and cultural change. *Archaeometry*, 59 (4), 612-641. [DOI: 10.1111/arcm.12266](https://doi.org/10.1111/arcm.12266)

Freestone, I.C. 1995. The petrographic examination of ceramics. *American Journal of Archaeology*, 99 (1), 111-115.

Freestone, I.C., Middleton, A.P. 1987. Mineralogical applications of the analytical SEM in archaeology. *Archaeometry*, 51, 21-31.

# G

Galindo Pellicena, M.A. 2014. Estudio de la macrofauna de los niveles holocenos del yacimiento de El Portalón (Sierra de Atapuerca, Burgos. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Galindo Pellicena, M.A., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2019. Pig management in the Chalcolithic and Bronze Age periods at the El Portalón site: Integration in the Iberian context. *Quaternary International*, 515, 138-149. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.02.041>

Galindo Pellicena, M.A., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L. 2014. Primary or Secondary products? The nature of Capra and Ovis exploitation within the Chalcolithic and Bronze Age levels at Portalón Site (Atapuerca Hill, Burgos, Spain). En Haskel J. Greenfield (Editor). *An offprint from Animal Secondary Products. Domestic Animal Exploitation in Prehistoric Europe, The Near East and the Far East*, Oxford. p. 103-129.

Galindo Pellicena, M.A., Martín Francés, L., Gracia, A., de Gaspar, I., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2017a. Evidences of the use of cattle as draught animals in Chalcolithic of El Portalón (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Quaternary International*, 438, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.052>

Galindo Pellicena, M. A., Pérez Romero, A., Francés Negro, M., Álvarez Fernández, A., Iriarte, E., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2017b. The equids from the Bronze Age levels of the El Portalón site (Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, 433, 124-141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.120>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Gamba, C., Fernández, E., Tirado, M., Deguilloux, M.F., Pemonge, M.H., Utrilla, P., Edo, M., Molist, M., Rasteiro, R., Chikhi, J., Arroyo-Pardo, E. 2012. Ancient DNA from an Early Neolithic Iberian populations supports a pioneer colonization by first farmers, *Molecular Ecology*, 21, 45-56. [doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05361.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05361.x)

García Díez, M., Martín i Uixan, J., Martín Merino, M.A., Ortega Martínez, A.I. 2003. Dates for rock art at a Bronze Age sanctuary at the Galería del Sílex cave. *Antiquity*, 77-296. <http://antiquity.ac.uk/ProjGall/diez/diez.html>

García García, M. 2013. Las Pozas (Casaseca de las Chanas, Zamora): dos nuevos recintos de fosos calcolíticos en el Valle del Duero. *Trabajos de Prehistoria*, 70 (1), 175-184. [DOI: 10.3989/tp.2013.12108](https://doi.org/10.3989/tp.2013.12108)

García González, R., Sánchez Puente, Z., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2018. Dietary inferences from dental microwear patterns in Chalcolithic populations from the Iberian Peninsula: the case of El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and El Alto de la Huesera (Álava, Spain). *Archaeological and Anthropological Science*, <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0711-x>.

García Martínez de Lagrán, Í. 2012. *El proceso de neolitización en el interior peninsular: la submeseta Norte y el Alto Valle del Ebro. El análisis de la cerámica como herramienta interpretativa*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.

García Martínez de Lagrán, Í. 2014. La neolitización de la Meseta Norte y de la Alta y Media Cuenca del Ebro (España): premisas teóricas, análisis de registro y planteamiento de hipótesis. *Zephyrus*, LXXIII, 83-107. <http://dx.doi.org/10.14201/zephyrus20147383107>

García Martínez de Lagrán, Í. 2018. Review of the archaeological contexts and theoretical models of the Neolithisation of Spain: The North Meseta, The Ebro Valley and Catalonia as a case study. *Quaternary International*, 472, 172-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.12.043>

García Martínez de Lagrán, Í., Garrido Pena, R., Rojo Guerra, M.A., Tejedor Rodríguez, C. 2012. Historia de un debate: planteamientos teóricos sobre la neolitización de Europa y la península Ibérica. en Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., coords. *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. P. 71-106

García Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Carbonell, E. 2015. The nature of technological changes: The Middle Pleistocene Stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-Subunit TD10.1 (Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 368, 92-111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.006>

García Roselló, J., Calvo Trias, M. 2006. Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica: una propuesta para su estudio. *Mayurqa*, 31, 83-112.

Garrido Pena, R. 1999. *El Campaniforme en la Meseta: análisis de su contexto social, económico y ritual*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Garrido Pena, R. 2005. El laberinto Campaniforme: Breve historia de un reto intelectual. En Rojo Guerra, M.A. Garrido Pena, R. García Martínez de Lagrán Í. (Coords.), *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Universidad de Valladolid, Junta de Castilla y León, 7-19.

Garrido Pena, R. 2007. El fenómeno campaniforme: un siglo de debates sobre un enigma sin resolver. En Cancho, C., Maicas, R., Martínez, M.I., Martos, J.A. (Eds.), *Acercándonos al pasado: Prehistoria en 4 actos*, Museo Arqueológico Nacional. Ministerio de Cultura, p. 1-16.

Garrido Pena, R. 2014. El Campaniforme en la Península Ibérica. En Almagro Gorbea, M. (Ed.) *Protohistoria de la Península Ibérica: del Neolítico a la romanización*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca. p.113-124.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Garrido Pena, R., Rojo Guerra, M.A., García Martínez de Lagrán, Í. 2005. El Campaniforme en la Meseta central de la Península Ibérica. En Rojo Guerra, M.A.-Garrido Pena, R.-García Martínez de Lagrán Í. (Coords.), *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Universidad de Valladolid, Junta de Castilla y León, 411-436.

Garrido Pena, R., Rojo Guerra, M. A., García Martínez de Lagrán, I., Tejedor Rodríguez, C. 2011. Drinking and eating together: the social and symbolic context of commensality rituals in the Bell Beakers of the interior of Iberia (2500-2000 cal. BC). En Jiménez, G. A., Montón-Subías, S., Romero, M. S. (coords.), *Guess who's coming to dinner: feasting rituals in the prehistoric societies of Europe and the near east*. Oxbow Books. p. 109-129.

Garrido Pena, R., Rojo Guerra, M. A., García Martínez de Lagrán, I., Tejedor Rodríguez, C. 2012. Cuenca del Duero. En Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, I. (coords.), *El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Ediciones Cátedra, Madrid. p. 28-44.

Ge, W. 2013. Chemical analysis of starch-like mineral crystal to eliminate misidentification in ancient residue research. *Archaeometry*, 55, 1122-1121. [DOI: 10.1111/arcm.12000](https://doi.org/10.1111/arcm.12000)

Genevey, A., Gallet, Y., Constable, C.G., Korte, M., Hulot, G. 2008. Archeoint: An upgraded compilation of geomagnetic field intensity data for the past ten millennia and its application to the recovery of the past dipole moment. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 9 (4). <https://doi.org/10.1029/2007GC001881>

Gerbault, P., Gillis, R., Vigne, J.D., Tresset, A., Bréhard, S., Thomas, M.G. 2016. Statistically robust representation and comparison of mortality profiles in archaeozoology. *Journal of Archaeological Science*, 71, 24-32.

Gerbault, P., Roffet-Salque, M. 2017. Histoire de l'utilisation des laitages et de la persistance du gène de la lactase. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 525, 519-524.

Gerbault, P., Roffet-Salque, M., Evershed, R.P., Thomas, M.G. 2013. How Long Have Adult Humans Been Consuming Milk? *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 65 (12), 983–990.

Gibbs, K., Jordan, P. 2016. A comparative perspective on the 'western' and 'eastern' Neolithics of Eurasia: Ceramics; agriculture and sedentism. *Quaternary International*, 419, 27-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.069>

Gillis, R. E., Kovačiková, L., Bréhard, S., Guthmann, E., Vostrovská, I., Nohálová, H., Arbogast, R.M., Domboróczki, L., Pechtl, J., Anders, A., Marciniak, A., Tresset, A., Vigne, J.-D., 2017. The evolution of dual meat and milk cattle husbandry in Linearbandkeramik societies. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1860). <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2017.0905>.

Goguitchaichvili, A., Loponte, D., Morales, J., Acosta, A. 2012. The archaeointensity of the Earth's magnetic field retrieved from Pampean ceramics (South America). *Archaeometry*, 54 (2), 388–400. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00620.x>

Goguitchaichvili, A., Morales, J., Schavelzon, D., Vásquez, C., Gogorza, C.S.G., Loponte, D., Rapalini, A. 2015. Variation of the Earth's magnetic field strength in South America during the last two millennia: New results from historical buildings of Buenos Aires and re-evaluation of regional data. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 245, 15–25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pepi.2015.05.006>

Gómez Paccard, M., McIntosh, G., Chauvin, A., Beamud, E., Pavón-Carrasco, F.J., Thiriou, J. 2012. Archaeomagnetic and rock magnetic study of six kilns from North Africa (Tunisia and Morocco). *Geophysical Journal International*, 189, 169–186.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Gómez Paccard, M., Rivero Montero, M., Chauvin, A., García i Rubert, D., Palencia-Ortas, A. 2019. Revisiting the chronology of the Early Iron Age in the north-eastern Iberian Peninsula. *Archaeological and Anthropological Science*, 11 (9), 4755-4767. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00812-9>

Gómez-Sánchez, D., Olalde, I., Pierini, F., Matas-Lalueza, L., Gigli, E., Lari, M., Civit, S., Lozano, M., Vergés, J.M., Caramelli, D., Ramírez, O., Lalueza-Fox, C., 2014. Mitochondrial DNA from El Mirador cave (Atapuerca, Spain) Reveals the Heterogeneity of Chalcolithic populations. *Plos One* 9 (8), e105105. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0105105>.

Gose, W.A. 2000. Palaeomagnetic Studies of Burned Rocks. *Journal of Archaeological Science*, 27, 409-421.

Gosselain, O.P. 1992. Bonfire of the enquiries. Pottery firing temperatures in archaeology: What for? *Journal of Archaeological Science*, 19, 243-259.

Gosselain, O. P., Livingstone Smith, A., Wallaert, H., Williams Ewe, G., Vander Linden, M. 1996. Preliminary results of fieldwork done by the "Ceramic and Society Project" in Cameroon, December 1995-March 1996. *Nyame Akuma*, 46, 11-17.

Grant, A. 1982. The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ungulates. En Wilson, B., Grigson, C., Payne, S. (ed.) *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. BAR International Series, 109, Oxford. p. 91-108.

Greenfield, H.J. 2010 The Secondary Products Revolution: the past, the present and the future, *World Archaeology*, 42 (1), 29-54, [DOI: 10.1080/00438240903429722](https://doi.org/10.1080/00438240903429722)

Gregg, M.W., Slater, G.F. 2010. A new method for extraction, isolation and transesterification of free fatty acids from archaeological pottery. *Archaeometry*, 52(5), 833-854.

Grommé, C.S., Wright, T.L., Peck, D.L. 1969. Magnetic properties and oxidation of iron-titanium oxide minerals in Alae and Makaopuhi lava lakes, Hawaii. *Journal of Geophysical Research*, 74, 5277-5294.

Guerra Doce, E. 2006a. Exploring the significance of Beaker pottery through residue analyses. *Oxford Journal of Archaeology*, 25 (3), 247-259.

Guerra Doce, E. 2006b. Sobre la función y el significado de la cerámica campaniforme a la luz de los análisis de contenidos. *Trabajos de Prehistoria*, 63 (1), 69-84.

Guerra Doce, E. 2019. The Earliest Toasts. *Alcohol and Humans: A Long and Social Affair*. p. 60-80.

Guerra Doce, E., Abarquero Moras, F.J., Delibes de Castro, G. 2019. Sal y estrategias de poder en los territorios Ciempozuelos. En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica Vol. II*. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 163-180.

Guerra Doce, E., Delibes de Castro, G., Rodríguez Marcos, J.A., Crespo Díez, M., Gómez Pérez., A., Herrán Martínez, J.I., Tresserras Juan, J., Matamala Mellín, J.C. 2011-2012. Residuos de productos lácteos y de grasa de carne en dos recipientes cerámicos de la Edad del Bronce del Valle Medio del Duero. *BSAArqueología*, LXXVII-LXXVIII, 105-137.

Günther, T., Valdiosera, C., Malmström, H., Ureña, I.; Rodríguez-Varela, R., Sverrisdóttir, O.O., Daskalaki, E. A., Skoglund, P., Naidoo, T., Svensson, E.M., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Dunn, M., Storå, J., Iriarte, E., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M., Götherström, A., Jakobsson, M. 2015. Ancient genomes link early farmers from Atapuerca in Spain to modern-day Basques. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (38), 11917–11922. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1509851112](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1509851112)

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Gur-Arieh, S., Mintz, E., Boaretto, E., Shahack-Gross, R. 2013. An ethnoarchaeological study of cooking installations in rural Uzbekistan: development of a new method for identification of fuel sources. *Journal of Archaeological Science*, 40, 4331-4347. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.001>

# H

Haak, W., Brandt, G., de Jong, H.N., Meyer, C., Ganslmeier, R., Heyde, V., Hawkesworth, C., Pike, A.W.G., Meller, H., Alt, K.W. 2008. Ancient DNA, Strontium isotopes, and osteological analyses shed light on social and kinship organization of the Later Stone Age. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (47), 18226–18231. [www.pnas.org/cgi/content/full/0807592105/DCSupplemental](http://www.pnas.org/cgi/content/full/0807592105/DCSupplemental).

Hansel, F.A., Copley, M.S., Madureira, L.A.S., Evershed, R.P. 2004. Thermally produced  $\omega$ (o-alkylphenyl)alkanoic acids provide evidence for the processing of marine products in archaeological pottery vessels. *Tetrahedron Letters*, 45 (14), 2999–3002.

Harris, E.C. 1991. *Principios de Estratigrafía Arqueológica*, Editorial Crítica, Barcelona.

Harrison, R.J., Moreno López, G., Legge, A.J. 1987. Moncín: poblado prehistórico de la Edad del Bronce (I). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 29, 7-102.

Helmer, D., Gourichon, L., Vila, E. 2007. The development of the exploitation of products from Capra and Ovis (meat, milk and fleece) from the PPNB to the Early Bronze in the northern Near East (8700 to 2000 cal. BC). *Anthropozoologica*, 42 (2), 41–68.

Heron, C., Evershed, R.P. 1993. The analysis of organic residues and the study of pottery use. *Archaeological Method and Theory*, 5, 247-284. <http://www.jstor.org/stable/20170233>

Heron, C., Evershed, R.P., Goad, L.J. 1991. Effects of migration of soil lipids on organic residues associated with buried potsherds. *Journal of Archaeological Science*, 18, 641-659.

Heron, C., Nemcek, N., Bonfield, K.M., Dixon, D., Ottaway, B.S. 1994. The chemistry of Neolithic Beeswax. *Naturwissenschaften* 81, 266-269.

Holland, R.A., Kirschvink, J.L., Doak, T.G., Wikelski, M. 2008. Bats Use Magnetite to Detect the Earth's Magnetic Field. *PLoS ONE*, 3 (2), e1676. DOI: [10.1371/journal.pone.0001676](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001676)

Historic England, 2017 Organic residue analysis and archaeology. Guidance for good practice. Available at <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/organic-residue-analysis-and-archaeology/>

Hrouda, F., Müller, P., Hanák, J., 2003. Repeated progressive heating in susceptibility vs. temperature investigation: a new palaeotemperature indicator? *Physics and Chemistry of the Earth*, 28, 653–657. [https://doi.org/10.1016/S1474-7065\(03\)00119-0](https://doi.org/10.1016/S1474-7065(03)00119-0)

Huguet, R., Vallverdú, J., Rodríguez-Álvarez, X.P., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., Lombera-Hermida, A., Menéndez, L., Modesto-Mata, M., Van der Made, J., Soto, M., Blain, H-A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, E., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Bennàsar, M., Nuñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2017. Level TE9c of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Spain): A comprehensive approach. *Quaternary International*, 433, 278-295. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.030>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

I

Isern, N., Fort, J., Carvalho, A.F., Gibaja, J.F., Ibáñez, J.J. 2014. The Neolithic Transition in the Iberian Peninsula: Data Analysis and Modeling. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 21, 447-460. [DOI 10.1007/s10816-013-9193-4](https://doi.org/10.1007/s10816-013-9193-4)

Isern, N., Zilhão, J., Fort, J., Ammerman, A.J. 2017. Modeling the role of voyaging in the coastal spread of the Early Neolithic in the West Mediterranean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114 (5), 897-902. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1613413114](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1613413114)

J

Jibladze, L., Shatberashvili, V., Kvirkvaia, R. 2014. The unique wooden vessel from Colchis. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 8 (3), 125-128.

Jiménez Guijarro, J. 1998. La neolitización de la Cuenca Alta del Tajo. Nuevas propuestas interpretativas para el Neolítico de la Meseta. *Complutum*, 9, 27-47.

Jones, G.G. 2007. Variations of mandibular tooth accessory pillars, and metrical and morphological differences between m1 and m2, in the cattle associated with the chariot burial. In: Brown, F., Howard-Davis, C., Brennan, M., Boyle, A., Evans, T., O'Connor, S., Spence, A., Heawood, R., Lupton, A. (Eds.), *The Archaeology of the A1(M) Darrington to Dishforth DBFO Road Scheme*. Imprints, Lancaster, pp. 618-625. Appendix 11.

Jones, G.G., Sadler, P. 2012. Age at death in cattle: methods, older cattle and known age reference materials. *Environmental Archaeology*, 17 (1), 11-28. <https://doi.org/10.1179/1461410312Z.0000000002>

Jordanova N, Jordanova D, Barrón, V., Lesigyarski, D., Kostadinova-Avramova, M. 2019. Rock-magnetic and color characteristics of archaeological samples from burnt clay from destructions and ceramics in relation to their firing temperature. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11 (7), 3595-3612. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00782-y>

Jordanova, N., Jordanova, D., Kostadinova-Avramova, M., Lesigyarski, D., Nikolov, V., Katsarov, G., Bacvarov, K. 2018. A mineral magnetic approach to determine paleofiring temperatures in the Neolithic settlement site of Mursalevo-Deveboaz (SW Bulgaria). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123 (4), 2522–2538. <https://doi.org/10.1002/2017JB015190>

Juan Tresseras, J. 2000. La cerveza: un producto de consumo básico entre las comunidades ibéricas del N.E. Peninsular. *SAGVNTUM-PLAV*, Extra 3, 139-145.

Juez, L. 2005. *Estudio tipológico y contextualización de los materiales cerámicos recuperados en la campaña de 2000 en el yacimiento del Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. DEA, Universidad de Burgos.

Juez, L., Ortega, A.I., Ortega, M.C., Ochoa, G., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L. 2003. Algunas técnicas decorativas en las cerámicas del Portalón de cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos). En *Actas del Iº Congreso Peninsular de Estudiantes de Prehistoria*. Allué, E., Martín, J., Canals, A., Carbonell, E. (Eds). Universitat Rovira i Virgili.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

# K

Karacic, S., Jameson, M., Weil, A. B. 2016b. A Burning Issue: Firing Temperatures and the Production of Late Bronze Age Pottery from Tarsus-Gözlükule, Turkey. *Journal of Archaeological Science: Reports* 9, 599-607.

Keeney, M., Katz, I., Allison, M. J. 1962. On the probable origin of some milk fat acids in rumen microbial lipids. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 39 (4), 198-201.

Keller, R., Masch, L., Pohl, J., Schmidbauer, E. 2005. Mineralogy, <sup>57</sup>Fe Mössbauer spectra and magnetization of chalcolithic pottery. *Physics and Chemistry of Minerals*, 32, 165–174. <http://dx.doi.org/10.1007/s00269-005-0459-6>.

Kent, D.V., Ninkovich, D., Pescatore, T., Sparks, S.R.J. 1981. Palaeomagnetic determination of emplacement temperatures of Vesuvius AD 79 pyroclastic deposit. *Nature*. 290, 393-396.

Kenyon, K. 1957. *Digging Up Jericho*. London.

Kirschvink, J.L. 1980. The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 62, 699-718.

Koolman, J., Röhm, K-H. 2004. Bioquímica. Ed. Médica Panamericana.

Kostadinova, M., Kovacheva, M. 2008. Case study of the Bulgarian Neolithic archaeological site of Piperkov Chiflik and its archaeomagnetic dating. *Physics and Chemistry of the Earth*, 33, 511–522. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2008.02.016>

Kostadinova-Avramova, M., Kovacheva, M. 2013. The magnetic properties of baked clays and their implications for past geomagnetic field intensity determinations. *Geophysical Journal International*, 195, 1534–1550. <https://doi.org/10.1093/gji/ggt329>

Kostadinova-Avramova, M., Jordanova, N., Jordanova, D., Grigorov, V., Lesigyarski, D., Dimitrov, P., Bozhinova, E. 2018. Firing temperatures of ceramics from Bulgaria determined by rock-magnetic studies. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 17, 617–633.

Kovacheva, M., Boyadziev, Y., Kostadinova-Avramova, M., Jordanova, N., Donadini, F. 2009. Updated archeomagnetic data set of the past 8 millennia from the Sofia laboratory, Bulgaria. *Geochemistry, Geophysics and Geosystems*, 10, Q05002. <https://doi.org/10.1029/2008GC002347>.

Kruiver, P.P., Dekkers, M.J., Heslop, D. 2001. Quantification of magnetic coercivity components by the analysis of acquisition curves of isothermal remanent magnetisation. *Earth and Planetary Science Letters*, 189: 269–276

Kurt, W.A., Zesch, S., Garrido-Pena, R., Knipper, C., Szécsényi-Nagy, A., Roth, C., Tejedor-Rodríguez, C., Held, P., García Martínez de Lagrán, I., Navitaninuck, D., Arcusa Magallón, H., Rojo Guerra, M.A. 2016. A community in Life and Death: the Late Neolithic megalithic tomb at Alto de Reinoso (Burgos, Spain). *PLoS ONE*, 11 (1), e0146176.

Kuzmin, Y.V. 2015. The origins of pottery in East Asia: updated analysis (the 2015 state-of-the-art). *Documenta Praehistorica*, 42, 1–11. <https://doi.org/10.4312/dp.42.1>

Kuzim, Y.V. 2017. The origins of pottery in East Asia and neighboring regions: An analysis based on radiocarbon data. *Quaternary International*, 441, 29-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.10.011>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

# L

Lanci, L., Kent, D.V. 2003. Introduction of thermal activation in forward modeling of hysteresis loops for single-domain magnetic particles and implications for the interpretation of the Day diagram. *Journal of Geophysical Research*, 108 (B3), 2142-2150. <https://doi.org/10.1029/2001JB000944>

Leonhardt, R. 2006. Analyzing rock magnetic measurements: The RockMagAnalyzer 1.0 software. *Computers and Geosciences*, 32 (9), 1420-1431.

Lemercier, O. 2019. Campaniforme: fin du Néolithique et/ou début de l'âge du Bronze? En Buchez, N., Lemercier, O., Praud, I., Talon, M., *Préhistoire de l'Europe du Nord-Ouest: mobilités, climats et identités culturelles*, Vol. 3-Néolithique-Âge du Bronze. p. 239-2

Linford, N., Platzman, E. 2004. Estimating the approximate firing temperature of burnt archaeological sediments through an unmixing algorithm applied to hysteresis data. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 147, 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2004.06.007>

Lowrie, W. 1990. Identification of ferromagnetic minerals in a rock by coercivity and unblocking temperature properties. *Geophysical Research Letters*, 17, 159–162.

Lull, V., Micó, R., Rihuete Herrada, C, Risch, R. 2014a. The La Bastida fortification: new light and new questions on Early Bronze Age societies in the western Mediterranean. *Antiquity*, 88 (340) 395-410.

Lull, V., Micó, R., Rihuete Herrada, C, Risch, R. 2014b. La Edad del Bronce en la Iberia Mediterránea. En Almagro Gorbea, M. (Ed.) *Protohistoria de la Península Ibérica: del Neolítico a la romanización*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca. p.127-146.

Lu, T. 2010. Early Pottery in South China. *Asian Perspectives*, 49 (1), 1-42. <http://www.jstor.org/stable/42928771>

Łucejko, J., Connan, J., Orsini, S., Ribechini, E., Modugno, F. 2017. Chemical analyses of Egyptian mummification balms and organic residues from storage jars dated from the Old Kingdom to the Copto-Byzantine period. *Journal of Archaeological Science*, 85, 1-12

Lucquin, A., March, R.J., Cassen, S. 2007. Analysis of adhering organic residues of two “coupes-à-socles” from the Neolithic funerary site “La Hougue Bie” in Jersey: evidences of birch bark tar utilization. *Journal of Archaeological Science*, 34, 704-710. doi: [10.1016/j.jas.2006.07.006](https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.07.006)

# M

Maier Allende, J., Almagro Gorbea, M. (Coords.). 2003. *250 años de arqueología y patrimonio: documentación sobre arqueología y patrimonio histórico de la Real Academia de la Historia: estudio general e índices*. Real Academia de la Historia. ISBN: 84-95983-24-9

Malainey, M.E., Przybylski, R., Sherriff, B.L., 1999. The fatty acid composition of native food plants and animals of Western Canada. *Journal of Archaeological Science*, 26, 83-94.

Maluquer de Motes, J. 1956. La técnica de incrustación de Boquique y la dualidad de tradiciones cerámicas en la Meseta durante la Edad del Hierro. 179-206.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Manen, C., García-Martínez de Lagrán, I., López-Montalvo, E. 2018. The Neolithization of the Western Mediterranean: new debates about an old issue. *Quaternary International*, 472, 169-171.

Maggetti, M. 1982. Phase analysis and its significance for technology and origin. *Archaeological ceramics*, 121-133.

Maggetti, M., Neururer, Ch., Ramseyer, D. 2011. Temperature evolution inside a pot during experimental surface (bonfire) firing. *Applied Clay Science*, 53, 500–508.

Mangueira, G.M., Teixeira, S., Silva, F.A., Franco, R.W.A. 2016. Fe<sup>3+</sup> in pottery: Distinction of the use for cooking and production parameters. *Applied Clay Science*, 129, 88–91.

Mangueira, G.M., Toledo, R., Teixeira, S., Franco, R.W.A. 2013. Evaluation of archeothermometric methods in pottery using electron paramagnetic resonance spectra of iron. *Applied Clay Science*, 86, 70-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.10.008>

Maniatis, Y., Tsirtsoni, Z. 2002. Characterization of a black residue in a decorated Neolithic pot from Dikili Tash, Greece: an unexpected result. *Archaeometry*. 44 (2), 229–239.

Manzano, E., García, A., Alarcón, E., Cantarero, S., Contreras, F., Vílchez, J.L. 2015. An integrated multianalytical approach to the reconstruction of daily activities at the bronze Age settlement in Peñalosa (Jaén, Spain). *Microchemical Journal*, 122, 127-133.

Manzano, E., García, A., Cantarero, S., Morgado, A., Vílchez, J.L. 2019. Molecular and isotopic analyses on prehistoric pottery from the Virués-Martínez cave (Granada, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 27, 101929.

Maritan, L., Mazzoli, C., Michelin, V., Morandi Bonacossi, D., Luciani, M., Molin, G. 2005. The provenance and production technology of Bronze Age and Iron Age pottery from Tell Mishrifeh/Qatna (Syria). *Archaeometry*, 47 (4), 723-744.

Martí Oliver, B. 2012. Redes y expansión del Neolítico en la Península Ibérica. *Rubricatum*, 5, 549-553.

Martí Oliver, B., Capel Martínez, J., Juan Cabanilles, J. 2009. Una forma singular de las cerámicas neolíticas de la Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante): los vasos con asa pitorro. *De Méditerranée et d'ailleurs... Mélanges offerts à Jean Guilaine*. Toulouse, Archives d'Écologie Préhistorique.

Martí Oliver, B., Juan Cabanilles, J. 2014. Los primeros agricultores neolíticos mediterráneos (VI-V milenios a.C.). en Almagro Gorbea, M. (Ed.) *Protohistoria de la Península Ibérica: del Neolítico a la romanización*. Universidad de Burgos-Fundación Atapuerca. p.19-42.

Martín, P., Vergès, J.M., Nadal, J. 2016. The status problem of Iberian Holocenes equids: new data from Cueva El Mirador (Sierra de Atapuerca, Spain). *International Journal of Osteoarchaeology*, 26, 232-245. [DOI: 10.1002/oa.2413](https://doi.org/10.1002/oa.2413)

Martín, P., Rosell, J., Vergès, J.M. 2009. La gestión de los recursos faunísticos durante el Neolítico en la Sierra de Atapuerca (Burgos): los niveles 19 y 20 de la Cueva del Mirador. *Trabajos de Prehistoria*, 66 (2), 77-92. [DOI: 10.3989/tp.2009.09024](https://doi.org/10.3989/tp.2009.09024)

Matthew, A. J., Woods, A. J., Oliver, C. 1991. Spots before the eyes: new comparison charts for visual percentage estimation in archaeological material. *Recent developments in ceramic petrology*, 81, 211-263.

McGovern, P.E., Hall, G.R. 2016 Charting a Future Course for Organic Residue Analysis in Archaeology. *Journal of Archaeological Method Theory*, 23, 592-622. Doi: [10.1007/s10816-015-9253-z](https://doi.org/10.1007/s10816-015-9253-z)

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Memon, S.A., Wahid, I., Khizr Khan, M., Ashraf, M., Bimaganbetova, M. 2018. Environmental friendly utilization of wheat straw ash in cement-based composites. *Sustainability*, 10 (5), 1322.

Middleton, M.F., Schmidt, P.W. 1982. Paleothermometry of the Sydney Basin. *Journal of Geophysical Research*, 87: 5351–5359.

Milek, K.B. 2012. Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: an ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverá, northeast Iceland. *Journal of Archaeological Archaeology*, 31, 119-137. doi: [10.1016/j.jaa.2011.11.001](https://doi.org/10.1016/j.jaa.2011.11.001)

Mills, B.J. 2008. Ceramics and pottery in *Encyclopedia of archaeology*; Deborah M. Pearsall ed.; Elsevier: 975–984.

Mileto, S., Kaiser, E., Rassamakin, Y., Evershed, R.P. 2017. New insights into the subsistence economy of the Eneolithic Derevika culture of the Ukrainian North-Pontic region through lipid residues analysis of pottery vessels. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, 67-74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.03.028>

Mileto, S., Kaiser, E., Rassamakin, Y., Whelton, H., Evershed, R.P. 2018. Differing modes of animal exploitation in North-Pontic Eneolithic and Bronze Age Societies, *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*. DOI:10.1080/20548923.2018.1443547

Mínguez, M., 2005. Estudios sobre Atapuerca (Burgos): III. Los materiales del Bronce Final de «El Portalón de Cueva Mayor». *Cuadernos de arqueología*, 20. Excma. Diputación de Burgos y Universidad de Deusto.

Mínguez Álvaro, M. 2001. *Los pastores de la población de cavernas de Atapuerca y de la Meseta durante el Bronce Final*; Tesis doctoral. Universidad de Deusto.

Montero, I., Rodríguez-de la Esperanza, M.J. 2008. Un pequeño campamento minero de la Edad del Bronce: la Loma de la Tejería (Albarracín, Teruel). *Trabajos de Prehistoria*, 65 (1), 155-168. ISSN: 0082-5638

Moral del Hoyo, S. 2002. *La Cueva del Mirador. La Edad del Bronce en la Sierra de Atapuerca*. Ediciones Sierra de Atapuerca. Burgos.

Mottram, H.R., Dudd, S.N., Lawrence, G.J., Stott, A.W., Evershed, R.P. 1999. New chromatographic, mass spectrometric and stable isotope approaches to the classification of degraded animal fats preserved in archaeological pottery. *Journal of Chromatography A*, 833, 209-221.

Moskowitz, B. M. 1981. Methods for estimating Curie temperatures of titanomagnetites from experimental *Js-T* data. *Earth and Planetary Science Letters* 53, 84–88.

Mukherjee, A. J., Berstan, R., Copley, M. S., Gibson, A. M., Evershed, R. P. 2007. Compound-specific stable carbon isotopic detection of pig product processing in British Late Neolithic pottery. *Antiquity*, 83, 743-754.

Mulazzani, S., Belhouchet, L., Salanova, L., Aouadi, N., Dridi, Y., Eddargach, W., Morales, J., Tombret, O., Zazzo, A., Zoughlami, J. 2016. The emergence of the Neolithic in North Africa: A new model for the Eastern Maghreb. *Quaternary International*, 410, Part A, 123-143. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.089>

Munsell Soil colors chart. 2000

## 8. BIBLIOGRAFÍA

# N

Navarte Sanz, N. 2001. Cogota I en el Valle medio del Ebro: estado de la cuestión en la provincia de La Rioja. *Berceo*, 140, 41-76.

Navazo, M., Alonso Alcalde, R., Beniro Calvo, A., Díez, J.C., Pérez González, A., Carbonell, E. 2011. Hundidero: MIS4 open air Neanderthal occupations in Sierra de Atapuerca. *Archaeology, Ethnology & anthropology of Eurasia*, 39 (4), 29-41.

Needham, J. 1962. Science and Civilisation in China: Volume 4, *Physics and Physical Technology*, Part 1, Physics, Cambridge Univ. Press.

Néel, L. 1949. Théorie du traînage magnétique des ferromagnétiques en grains fins avec applications aux terres cuites. *Annales de Géophysique*, 5: 99-136.

Néel, L. 1955. Some Theoretical Aspects of Rock-Magnetism. *Adv. Phys.* 4, 191-243.

Nelson, D.L., Cox, M.M. 2009. *Lehninger: Principios de bioquímica*. 5ª edición. Ediciones Omega. Barcelona.

Nieuwenhuys, O.P., Roffet-Salque, M., Evershed, R.P., Akkermans, P.M.M.G., Russell, A. 2015. Tracing pottery use and the emergence of secondary product exploitation through lipid residue analysis at Late Neolithic Tell Sabi Abyad (Syria). *Journal of Archaeological Science*, 65, 54-66.

# O

O'Connor, T.P. 1988. Bones from the general accident site, Tanner Row. *The Archaeology of York*, 15 (2): The Animal Bones, 15, 1-60.

O'Connor, T.P. 2003. *Husbandry decisions: Age at death. The analysis of urban animal bones assemblages: a handbook for archaeologists*. Council for British Archaeology, York. 157-165.

Olalde, I., Brace, S., Allentoft, M.E., Armit, I., Kristiansen, K., Booth, T., Rohland, N., Mallick, S., Szécsényi-Nagy, A., Mittnik, A., Altena, E., Lipson, M., Lazaridis, I., Harper, T.K., Patterson, N., Broomandkoshbacht, N., Diekmann, Y., Faltyskova, Z., Fernandes, D., Ferry, M., Harney, E., de Knijff, P., Michel, M., Oppenheimer, J., Stewardson, K., Barclay, A., Alt, K.W., Liesau, C., Ríos, P., Blasco, C., Vega Miguel, J., Menduiña García, R., Avilés Fernández, A., Bánffy, E., Bernabò-Brea, M., Billoin, D., Bonsall, C., Bonsall, L., Allen, T., Büster, L., Carver, S., Castells Navarro, L., Craig, O.E., Cook, G.T., Cunliffe, B., Denaire, A., Dinwiddy, K.E., Dodwell, N., Ernée, M., Evans, C., Kuchafík, M., Francès Farré, J., Fowler, C., Gazenbeek, M., Garrido Pena, R., Haber-Uriarte, M., Haduch, E., Hey, G., Jowett, N., Knowles, T., Massy, K., Pfrengle, S., Lefranc, P., Lemerrier, O., Lefebvre, A., Heras Martínez, C., Galera Olmo, V., Bastida Ramírez, A., Lomba Maurandi, J., Majó, T., McKinley, J.I., McSweeney, K., Mende, B.G., Modi, A., Kulcsár, G., Kiss, V., Czene, A., Patay, R., Endrődi, A., Köhler, K., Hajdu, T., Szeniczey, T., Dani, J., Bernert, Z., Hoole, M., Cheronet, O., Keating, D., Velemínský, P., Dobeš, M., Candilio, F., Brown, F., Flores Fernández, R., Herrero-Corral, A.M., Tusa, S., Carnieri, E., Lentini, L., Valenti, A., Zanini, A., Waddington, C., Delibes, G., Guerra-Doce, E., Neil, B., Brittain, M., Luke, M., Mortimer, R., Desideri, J., Besse, M., Brücken, G., Furmanek, M., Hałuszko, A., Mackiewicz, M., Rapiński, A., Leach, S., Soriano, I., Lillios, K.T., Cardoso, J.L., Pearson, M.P., Włodarczak, P., Price, T.D., Prieto, P., Rey, P.J., Risch, R., Rojo

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Guerra, M.A., Schmitt, A., Serralongue, J., Silva, A.M., Smrčka, V., Vergnaud, L., Zilhão, J., Caramelli, D., Higham, T., Thomas, M.G., Kennett, D.J., Fokkens, H., Heyd, V., Sheridan, A., Sjögren, K.G., Stockhammer, P.W., Krause, J., Pinhasi, R., Haak, W., Barnes, I., Lalueza-Fox, C., Reich, D., 2018. The Beaker phenomenon and the genomic transformation of northwest Europe. *Nature*, 555, 190-196. [doi:10.1038/nature25738](https://doi.org/10.1038/nature25738)

Olalde, Í., Mallick, S., Patterson, N., Rohland, N., Villalba-Mouco, V., Silva, M., Dulias, K., Edwards, C.J., Gandini, F., Pala, M., Soares, P., Ferrando-Bernal, M., Adamski, N., Broomandkoshbacht, N., Cheronet, O., Culleton, B.J., Fernandes, D., Lawson, A.M., Mah, M., Oppenheimer, J., Stewardson, K., Zhang, Z., Jiménez Arenas, J.M., Toro Moyano, I.J., Salazar-García, D.C., Castanyer, P., Santos, M., Tremoleda, J., Lozano, M., García Borja, P., Fernández-Eraso, J., Mujika-Alustiza, J.A., Barroso, C., Bermúdez, F.J., Viguera Mínguez, E., Burch, J., Coromina, N., Vivó, D., Cebrià, A., Fullola, J.M., García-Puchol, O., Morales, J.I., Oms, F.X., Majó, T., Vergès, J.M., Díaz-Carvajal, A., Ollich-Castanyer, I., López-Cachero, F.J., Silva, A.M., Alonso-Fernández, C., Delibes de Castro, G., Jiménez Echevarría, J., Moreno-Márquez, A., Pascual Berlanga, G., Ramos-García, P., Ramos-Muñoz, J., Vijande Vila, E., Aguilera Arzo, G., Esparza Arroyo, A., Lillios, K.T., Mack, J., Velasco-Vázquez, J., Waterman, A., Benítez de Lugo Enrich, L., Benito Sánchez, M., Agustí, B., Codina, F., de Prado, G., Estalrich, A., Fernández Flores, A., Finlayson, C., Finlayson, G., Finlayson, S., Giles-Guzmán, F., Rosas, A., Barciela González, V., García Atiénzar, G., Hernández Pérez, M.S., Llanos, A., Carrión Marco, Y., Collado Beneyto, I., López-Serrano, D., Sanz Tormo, M., Valera, A.C., Blasco, C., Liesau, C., Ríos, P., Daura, J., de Pedro Michó, M.J., Díez-Castillo, A.A., Flores Fernández, R., Francès Farré, J., Garrido-Pena, R., Gonçalves, V.S., Guerra-Doce, E., Herrero-Corral, A.M., Juan-Cabanilles, J., López-Reyes, D., McClure, S.B., Merino Pérez, M., Foix, A.O., Sanz Borràs, M., Sousa, A.C., Vidal Encinas, J.M., Kennett, D.J., Richards, M.B., Alt, K.W., Haak, W., Pinhasi, R., Lalueza-Fox, C., Reich, D. 2019. The genomic history of the Iberian Peninsula over the past 8000 years. *Science*, 363, 1230-1234.

Olalde, I., Schroeder, H., Sandoval-Velasco, M., Vinner, L., Lobón, I., Ramirez, O., Civit, S., García Borja, P., Salazar-García, D.C., Talamo, S., Fullola, J.M., Oms, F.X., Pedro, M., Martínez, P., Sanz, M., Daura, J., Zilhão, J., Marqués-Bonet, T., Gilbert, M.T.P., Lalueza-Fox, C. 2015. A common genetic origin for Early farmers from Mediterranean Cardial and Central European LBK cultures. *Molecular Biology and Evolution*, 32 (12), 3132-3142. [doi:10.1093/molbev/msv181](https://doi.org/10.1093/molbev/msv181)

Ortega, A.I., Benito Calvo, A., Pérez González, A., Martín Merino, M.A., Pérez Martínez, R., Parés, J.M., Aranburu, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. 2013. Evolution of multilevel caves in the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain) and its relation to human occupation. *Geomorphology* 196, 122–137. [DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.05.031](https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.05.031)

Ortega, A.I., Juez, L., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L., Pérez González, A., Ortega, M.C., Pérez, R., Rodríguez, A.D., Santos, E., García, R., Gómez, A., Rodríguez, L., Martínez de Pinillos, M., Martínez, I. 2008a. The Portalón at Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Spain): a new archaeological sequence. *The Early Neolithic in the Iberian Peninsula: Regional and Transregional components*. Oxford, Archaeopress. Proceedings of the XV<sup>th</sup> World Congress (Lisbon, 4-9 September 2006). British Archaeological reports, vol. 1857, International series: 3-9.

Ortega, A.I., Juez, L., Carretero, J.M., Ortega, M.C., Arsuaga, J.L., Pérez González, A. 2008b. El Neolítico en la nueva secuencia estratigráfica del yacimiento del Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos). En *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, Hernández Pérez, M.S., Soler Díaz, J.A., López Padilla J.A. (Coords.). Museo Regional de Alicante. P. 221-229.

Ortega, L.A., Zuluaga, M.C., 2006. Las cerámicas del yacimiento arqueológico de Mendandia: procedencia de materiales, elaboración y condiciones de cocción. En Alday Ruiz, A. (Coord.) *El legado arqueológico de Mendandia: Los modos de vida de los últimos cazadores de la Prehistoria de Treviño. Memorias*, Arqueología en Castilla y León 15. Junta de Castilla y León. p. 495-508.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Ortega Martínez, A.I. 2009. *La Evolución geomorfológica del karst de la Sierra de Atapuerca (Burgos) y su relación con los yacimientos Pleistocenos que contiene*; Tesis doctoral. Directores Dr. Alfredo Pérez González y Dr. José Miguel Carretero Díaz. Universidad de Burgos.

Ortega Martínez, A.I., Martín Merino, M.Á. 2005. Visita a la cueva de Atapuerca en 1527, según la «Crónica Burlesca del Emperador Carlos V» de Don Francés de Zúñiga. *Cubía* 8, 26-31.

Ortega Martínez, A.I., Pérez González, A., Martín Merino, M.A., Carretero Díaz, J.M., Arsuaga Ferreras, J.L. 2005. El Sistema de Cueva Mayor-Cueva del Silo. Un estudio morfogénico del endokarst de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). en *Geoarqueología y Patrimonio de la Península Ibérica y el entorno Mediterráneo*, M. Santonja, A Pérez-González, M.J. Machado (eds.), ADEMA, Soria. Pág: 161-179.

Orton; C., Tyers, P., Vince, A. 1997. *La cerámica en arqueología*. Ed. Crítica. Barcelona.

Oudemas, T.F.M., Boon, J.J. 1991. Molecular archaeology: analysis of charred (food) remains) from prehistoric pottery by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 20, 197-2227.

Özdemir, Ö., Banerjee, S.K. 1984. High-temperature stability of maghemite. *Geophysical Research Letters*, 11, 161–164.

## P

Padilla Fernández, J.J., Dorados Alejo, A. 2017. Lo que la cerámica esconde: continuidad y cambio social a finales del Bronce y comienzos de la Edad del Hierro en el castro de las Cogotas (Cardeñosa, Ávila). *Complutum*, 28 (1), 99-129.

Pablos, A., Gómez Olivencia, A., Arsuaga, J.L., 2018. A Neandertal foot phalanx from the Galería de las Estatuas site (Sierra de Atapuerca, Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 1-7.

Parés, J. M., Pérez-González, A. 1999. Magnetochronology and stratigraphy at gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 37(3-4), 325-342.

Parras, D.J., Sánchez, A., Ramos, N., Rodríguez Ariza, M.O., Tuñón, J.A. 2011. Identification of fats and beeswax in ceramic vessels of tomb 121 of Castellón Alto (Galera, Granada). *Coalition*, 22, 7-13. ISSN 1579-8410

Payne, S., 1973. Kill-off pattern in sheep and goats: the mandibles of Aşvan Kale. *Anatolian Studies*, 23, 281-303.

Payne, S. 1987. Reference codes for wear states in the mandibular cheek teeth of sheep and goat. *Journal of Archaeological Sciences*, 14, 609-614

Peterson, S.E. 2009. Thin-section petrography of ceramic materials. *INSTAP Archaeological excavation manual vol.2*; INSTAP Academic press; Philadelphia-Pennsylvania.

Pettitt, P., White, M. 2014. John Lubbock, caves, and the development of Middle and Upper Palaeolithic archaeology. Notes & Records. The Royal Society Journal of the History of Science, 68, 35-48. [DOI:10.1098/rsnr.2013.0050](https://doi.org/10.1098/rsnr.2013.0050)

Pérez González, A., Parés, J. M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A. I., Benito, A., Merino, M.Á. M. 2001. Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie*, 105 (1), 27-43.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Pérez Romero, A. 2009. *Protohistoria e Historia en el Portalón de Cueva Mayor; Sierra de Atapuerca*. Memoria Suficiencia Investigadora. Director Dr. José Miguel Carretero Díaz. Universidad de Burgos.

Pérez Romero, A., Alday, A., Iriarte, E., Francés Negro, M., Galindo Pellicena, M.A., Álvarez Fernández, A., Juez, L., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2016. La cerámica de la Edad del Bronce en el yacimiento de El Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos, España). *Munibe. Antropología-Arkeología*, 67, 105-126.

Pérez Romero, A., Carretero, J.M., Alday, A., Arsuaga, J.L. 2013. La cerámica protohistórica e histórica en el yacimiento del Portalón de Cueva Mayor, Sierra de Atapuerca. Burgos. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 52 (4), 183-193. DOI: [10.3989/cyv.242013](https://doi.org/10.3989/cyv.242013)

Pérez Romero, A., Carretero Díaz, J.M., Alday Ruiz, A., Galindo Pellicena, M.A., Adán-Álvarez, G., Juez Aparicio, L., Arsuaga, J.L. 2015. La gestión del utillaje óseo de la edad del bronce en el yacimiento de el Portalón de Cueva Mayor, Sierra de Atapuerca, Burgos. *Complutum*, 26 (1), 113-131.

Pérez Romero, A., Carretero, J.M., Juez, L., Ortega, A.I., Ortega, M.C., Arsuaga, J.L. 2010. Una dobla Almohade del siglo XIII en el yacimiento del Portalón de Cueva Mayor; Sierra de Atapuerca (Burgos). *Numisia*, 254, 85-106.

Pérez Romero, A., Iriarte, E., Galindo Pellicena, M.A., García González, R., Rodríguez, L., Castilla, M., Francés Negro, M., Santos, E., Valdiosera, C., Arsuaga, J.L., Alday, A., Carretero, J.M. 2017. An unusual Pre-bell beaker copper age cave burial context from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Quaternary International*. 433, 142-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.063>

Pérez Romero, A., Perea, A., Iriarte, E., Francés Negro, M., Álvarez Fernández, A., Alday, A., Arsuaga, J.L., Carretero, J.M. 2018. Estudio arqueométrico y contextual del brazalete de oro tipo Villena/Estremoz de la cueva del Silo (Sierra de Atapuerca, Burgos, España). *Trabajos de Prehistoria*, 75 (1), 163-171. <https://doi.org/10.3989/tp.2018.12210>

Pollard, M., Batt, C., Stern, B., Young, S. 2007. *Analytical chemistry in archaeology*. Cambridge: Cambridge Manuals in Archaeology.

Polo Díaz, A., Alonso Eguíluz, M., Ruiz, M., Pérez, S., Mújika, J., Albert, R.M., Fernández Eraso, J. 2016. Management of residues and natural resources at San Cristóbal rock-shelter: contribution to the characterization of chalcolithic agropastoral groups in the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 414, 202-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.02.013>

Polymeris, G.S., Kiyak, N.G., Koul, D.K., Kitis, G. 2014. The firing temperature of pottery from ancient Mesopotamia, Turkey: luminescence methods: a case study for different grain-size fractions. *Archaeometry*, 56-5, 805-817. <https://doi.org/10.1111/arcm.12044>

Prieto Martínez, M.P., Juan Tresserras, J., Matamala, J.C. 2005. Ceramic production in the northwestern Iberian Peninsula: studying the functional features of pottery by analyzing organic material. In M.I. Prudêncio, M.I. Dias, J.C. Waerenborgh (Eds.), *Understanding people through their pottery*. Proceedings of the 7th European Meeting on Ancient Ceramics (EMAC'03). October 27-31, 2003 - ITN, Lisbon, Portugal (pp. 193-200). *Trab. Arqueol.* 42.

Pullaiah, G., Irving, E., Buchan, K.L., Dunlop, D.J. 1975. Magnetization changes caused by burial and uplift. *Earth and Planetary Science Letters*, 28, 133-143.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

# Q

Quinn, P. S. 2013. *Ceramic Petrography*. Archaeopress; Oxford.

# R

R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Rasmussen, K.L., De la Fuente, G.A., Bon, A.D., Korsholm Mathiesen, K., Vera, S.D. 2012. Pottery firing temperatures: a new method for determining the firing temperature of ceramics and burnt clay. *Journal of Archaeological Science*, 39, 1705-1716. DOI: [10.1016/j.jas.2012.01.008](https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.01.008)

Raven, A.M., van Bergen, P.F., Stott, S.N., Evershed, R.P. 1997. Formation of long-chain ketones in archaeological pottery vessels by pyrolysis of acyl lipids. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 40-41, 267-285.

Reber, E.A., Evershed, R.P. 2004. Identification of maize in absorbed organic residues: a cautionary tale. *Journal of Archaeological Science*, 31(4), 399-410.

Regert, M. 2011. Analytical strategies for discriminating archeological fatty substances from animal origin. *Mass Spectrometry Reviews*, 30, 177-220.

Regert, M., Garnier, N., Decavallas, O., Cren-Olivé, C., Rolando, C. 2003. Structural characterization of lipid constituents from natural substances preserved in archaeological environments. *Meas. Sci. Technol.* 14, 1620-1630. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/14/9/313>

Reidsma, F.H., van Hoesel, A., van Os, B.J.H., Megens, L., Braadbaart, F. 2016. Charred bone: Physical and chemical changes during laboratory simulated heating under reducing conditions and its relevance for the study of fire use in archaeology. *Journal of Archaeological Sciences: Reports*, 10, 282-292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.10.001>

Rice, P.M. 1987. *Pottery analysis. A sourcebook*. The University of Chicago press.

Rice, P.M. 1999. On the Origins of Pottery. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 6 (1),1-54.

Roberts, A.P., Tauxe, L., Helop, D., Zhao, X., Jiang, Z. 2018. A critical appraisal of the “Day” diagram. *Journal of Geophysical research: solid earth*, 123, 2618-2644. <https://doi.org/10.1002/2017JB015247>

Roberts, A.P., Hu, P., Harrison, R.J., Heslop, D., Muxworthy, A.R., Oda, H., Sato, T., Tauxe, L., Zhao, X. 2019. Domain state diagnosis in rock magnetism: Evaluation of potential alternatives to the Day diagram. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124. <https://doi.org/10.1029/2018JB017049>

Rodríguez Marcos, J. A. 2008. Estudio secuencial de la Edad del Bronce en la Ribera del Duero (provincia de Valladolid). *Monografías. Arqueología en Castilla y León*, 7.

Rodríguez Marcos, J.A. 2012. Algunas notas acerca del proceso formativo de la cultura de Cogotas I. In *Cogotas I: una cultura de la Edad del Bronce en la Península Ibérica: Homenaje a M<sup>a</sup> Dolores Fernández Posse*. Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. P.147-164.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Rodríguez Marcos, J.A., Moral del Hoyo, S. 2007. Algunas notas acerca del poblamiento Campaniforme en el sector vallisoletano de la ribera del Duero. *Zephyrus*, 60, 181-194.

Roffet-Salque, M., Evershed, R.P. 2015. Shifting pottery use and animal management at Kopydłowo (Poland) traced through lipid residue analyses of pottery vessels. *Kopydłowo, stanowisko*, 6, 133-142.

Roffet-Salque, M., Evershed, R.P., Russell, A. 2018. Tracing Pottery Use through Lipid Residue Analysis. En Nieuwenhuyse O.P. (Ed.), *Relentlessly Plain: Seventh Millennium Ceramics at Tell Sabi Abyad, Syria*. Pp. 354- 363. Oxbow.

Rojo Guerra, M.A. 2019. Monumentos campaniformes singulares del Valle de Ambrona: entre la evocación y el simbolismo. En Delibes, G., Guerra, E. (Eds.) *¡Un brindis por el príncipe! El vaso Campaniforme en el interior de la Península Ibérica* Vol. I. Museo Arqueológico Regional de Madrid. p. 299-324.

Rojo Guerra, M., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í. 2006a. Un peculiar vaso campaniforme de estilo marítimo del Túmulo de la Sima, Miño de Medinaceli (Soria, España): reflexiones en torno a las técnicas decorativas campaniformes y los sistemas de intercambios a larga distancia. *Trabajos de Prehistoria*, 63-1, 133-147.

Rojo Guerra, M. A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í. 2008a. La ocupación del Neolítico antiguo del Abrigo de Carlos Álvarez/ILa Dehesa (Miño de Medinaceli, Soria). *En IV Congreso del Neolítico Peninsular*, Hernández Pérez, M.S., Soler Díaz, J.A., López padilla J.A. (Eds.). Museo Regional de Alicante. p. 246-251.

Rojo Guerra, M. A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í. 2008b. No sólo cerveza. Nuevos tipos de bebidas alcohólicas identificados en análisis de contenidos de cerámicas campaniformes del Valle de Ambrona (Soria). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 18, 91–105.

Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., coords. 2012. El Neolítico en la Península Ibérica y su contexto europeo. Ediciones Cátedra, Madrid.

Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., Tejedor Rodríguez, C., Arcusa Magallón, H., Royo Guillén, J.I. 2018b. De la Meseta a los Pirineos: génesis, desarrollo y perspectivas de un proyecto multidisciplinar sobre la neolitización peninsular. *Anejos a CuPAUAM*, 3, 113-126. <http://dx.doi.org/10.15366/ane3.rubio2018.008>

Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., Kunst, M. 2008c. Los recintos del poblado del Neolítico antiguo de La Revilla del Campo (Ambrona, Soria). *En IV Congreso del Neolítico peninsular*. Hernández Pérez, M.S., Soler Díaz, J.A., López Padilla, J.A. (Eds.). Museo Regional de Alicante. p. 252-258

Rojo Guerra, M., Garrido Pena, R., Martínez, G., García-Martínez de Lagrán, I. 2006b. *Un brindis con el pasado. La cerveza hace 4500 años en la Península Ibérica*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Rojo Guerra, M.A., Kunst, M., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., Morán Douchez, G. 2005. Un desafío a la eternidad. Tumbas monumentales del Valle de Ambrona. *Memorias 14, Arqueología en Castilla y León*. Junta de Castilla y León.

Rojo Guerra, M.A., Kunst, M., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán, Í., Morán Dauchez, G. 2008d. *Paisajes de la memoria: asentamientos del neolítico antiguo en el Valle de Ambrona*. Universidad de Valladolid, Valladolid.

Rosas, A., Carbonell, E., Cuenca, G., García, N., Fernández Jalvo, Y., Van Der Made, J., Ollé, A., Parés, J.M<sup>a</sup>, Pérez-González, A., Sánchez-Marco, A., Sánchez Chillón, B., Vallverdú, J. 1998. Cronología, bioestratigrafía y Paleoecología del Pleistoceno Medio de Galería (Sierra de Atapuerca, España). *Revista Española de Paleontología*, 13 (1), 71-80. ISSN 0213-6937.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Rosas, A., Huguet, R., Pérez-González, A., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Vallverdú, J., van der Made, J., Allué, E., García, N., Martínez-Pérez, R., Rodríguez, J., Sala, R., Saladié, P., Benito, A., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sánchez, A., Parés, J.M. 2006. The «Sima del Elefante» cave site at Atapuerca (Spain). *Estudios Geológicos*, 62 (1), 327-348. ISSN: 0367-0449 <https://doi.org/10.3989/egeol.0662129>

Rye, O.S. 1981. *Pottery Technology. Principles and reconstruction*; Taraxacum; Washington.

# S

Sala, N., Pantoja Pérez, A., Arsuaga, J.L., Pablos, A., Martínez, I. 2016. The Sima de los Huesos Crania: Analysis of the cranial breakage patterns. *Journal of Archaeological Science*, 72, 25-43.

Salanova, L. 2004. Le rôle de la façade atlantique dans la genèse du Campaniforme en Europe. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 101 (2), 223-226. <http://www.jstor.org/stable/27923778>

Salanova, L. 2005. Los orígenes del campaniforme: Descomponer, analizar, cartografiar. En Rojo Guerra, M.A., Garrido Pena, R., García Martínez de Lagrán Í. (Coords.), *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo*. Universidad de Valladolid, Junta de Castilla y León, 7-19.

Salanova, L. 2008. Le temps d'une diffusion: la céramique campaniforme en Europe. En *Construire le temps. Histoire et méthodes des chronologies et calendriers des derniers millénaires avant notre ère en Europe occidentale*, Actes du XXX<sup>ème</sup> Colloque international de HALMA-IPEL. p. 135-147.

Salanova, L., Prieto Martínez, M.P., Clop García, X., Convertini, F., Lantes Suárez, O., Martínez Cortizas, A. 2016. What are large-scale archaeometric programmes for? Bell Beaker pottery and societies from the third millennium BC in Western Europe. *Archaeometry*, 58, 722-735. DOI: [10.1111/arcm.12173](https://doi.org/10.1111/arcm.12173)

Salque, M., Bogucki, P.I., Pyzel, J., Sobkowiak-Tabaka, I., Grygiel, R., Szmyt, M., Evershed, R. P. 2013. Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe. *Nature*, 493, 522-525

Salque, M., Radi, G., Tagliacozzo, A., Pino Uria, B., Wolfram, S., Stäuble, H., Hohle, I., Whittle, A., Hofmann, D., Pechtl, J., Schade-Lindig, S., Eisenhauer, U., Evershed, R.P. 2012. New insights into the early Neolithic economy and management of animals in southern and central Europe revealed using lipid residue analyses of pottery vessels. *Anthropozoologica*, 47, 45–61.

Sampietro, M.L., Lao, O., Caramelli, D., Lari, M., Pou, R., Martí, M., Bertranpetit, J., Lalueza-Fox, C. 2007. Palaeogenetic evidence supports a dual model of Neolithic spreading into Europe. *Proceedings of the Royal Society B*, 274, 2161–2167 [doi:10.1098/rspb.2007.0465](https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0465)

Santamaría Díez, M., Navazo Ruiz, M. 2017. Fuentemudarra: La industria lítica de un asentamiento musteriense en la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Arqueología en el valle del Duero: Del Paleolítico a la Edad Media*, 5, 19-34. ISBN: 978-84-946124-0-4

Schirrmacher, J., Kneisel, J., Knitter, D., Hamer, W., Hinz, M., Schneider, R.R., Weinelt, M. 2020. Spatial patterns of temperature, precipitation, and settlement dynamics on the Iberian Peninsula during the Chalcolithic and the Bronze Age. *Quaternary Science Reviews*, 233, 106220. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106220>

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Schnepf, E., Brüggler, M. 2016. Archaeomagnetic investigation of a Roman glass workshop in Goch-Asperden; Germany. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 322–330. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.10.015>

Schnepf, E., Leonhardt, R., Korte, M., Klett-Drechsel, J. 2016. Validity of archaeomagnetic field recording: an experimental pottery kiln at Coppengrave, Germany. *Geophysical Journal International*, 205, 622-635. <https://doi.org/10.1093/gji/ggw043>

Schuhmacher, T.X., Weniger, G.C. 1995. Continuidad y Cambio. Problemas de la neolitización en el Este de la península ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 52 (2), 83-97.

Schulte, E.E., Hopkins, B.G. 1996. Estimation of soil organic matter by weight loss-on-ignition. *Soil organic matter: Analysis and interpretation*, 46, 21-31.

Shennan, S., 1992. *Arqueología cuantitativa*. Editorial Crítica, S.A. Barcelona.

Shepard, A.O. 1956. *Ceramics for the archaeologist*. Carnegie institution of Washington.

Sherratt, A.G. 1981. Plough and pastoralism: aspects of the secondary products revolution. *In Pattern of the Past: Studies in honour of David Clarke*, Hodder, I., Isaac, G., Hammond, N. Eds. Cambridge University Press, pp. 261-305.

Sherratt, A. 1983. The secondary exploitation of animals in the Old World. *World Archaeology*, 15 (1), 90-104. [DOI: 10.1080/00438243.1983.9979887](https://doi.org/10.1080/00438243.1983.9979887)

Sherratt, A. 1987. Cups that Cheered. En Waldren, W.H., Kennard R.C. (comps.), *Bell Beakers of the Western Mediterranean. Definition, interpretation, theory and new site data. The Oxford International Conference 1986*, B.A.R. (Int. Series) 331, 81-114.

Shillito, L-M. 2011. Simultaneous thin section and phytolith observation of finely stratified deposits from Neolithic Çatalhöyük, Turkey: implications for paleoeconomy and Early Holocene paleoenvironment. *Journal of Quaternary Science*, 26 (6), 576-588. [DOI: 10.1002/jqs.1470](https://doi.org/10.1002/jqs.1470)

Shoval, S., Gaft, M., Beck, P., Kirsh, Y. 1993. Thermal behaviour of limestone and monocrySTALLINE calcite temper during firing and their use in ancient vessels. *Journal of thermal analysis*, 40, 263-273.

Silver, I. A., 1969. The ageing of domestic animals. In: D. Brothwell, E. Higgs (Eds.) *Science in archaeology: a survey in archaeology*, 283-302. London:Thames and Hudson.

Smith, P., Cubas, M., Corrin, J., Tapia, J., de Pedro, I., Ruiz Cobo, J., Pereda Rosales, E.M. 2014. De arriba abajo: estudio integral de la cerámica prehistórica de la cueva 3167 (Matienzo, Cantabria, norte de España). *Munibe Antropología-Arkeología*, 65, 99-115.

Šoberl, L., Gašparič, A.Ž., Budja, M., Evershed, R.P. 2008. Early herding practices revealed through organic residue analysis of pottery from the early Neolithic rock shelter of Mala Triglavca, Slovenia. *Documenta Prehistorica*, XXXV, 253-260.

Šoberl, L., Horvat, M., Gašparič, A.Ž., Sraka, M., Evershed, R.P., Budja, M. 2014. Neolithic and Eneolithic activities inferred from organic residue analysis of pottery from Mala Triglavca, Moverná vas and Ajdovska jama, Slovenia. *Documenta Prehistorica*, XLI, 149-179. [DOI>10.4312/dp.41.9](https://doi.org/10.4312/dp.41.9)

Soffer, O., Adovasio, J.M., Hyland, D.C. 1993. The pyrotechnology of performance art: Moravian Venuses and Wolverines. en Knecht; Heidi – White; Randall – Pike-Tay; Anne (ed.); *Before Lascaux: the complex record of the Early Upper Paleolithic*; UK: CRC Press. Pág. 259-275.

Spangenberg, J.E., Jacomet, S., Schibler, J. 2006. Chemical analyses of organic residues in archaeological pottery from Arbon Bleiche 3, Switzerland-evidence for dairying in the late Neolithic. *Journal of Archaeological Science*, 33, 1-13.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Spassov, S., Hus, J. 2006. Estimating baking temperatures in a Roman pottery kiln by rock magnetic properties: implications of thermochemical alteration on archaeointensity determinations. *Geophysical Journal International*, 167, 592-604. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.03114.x>

Spiteri, C.D. 2012. Pottery use at the transition to agriculture in the western Mediterranean. Evidence from biomolecular and isotopic characterisation of organic residues in Impressed/Cardial Wares vessels. Tesis Doctoral: Universidad de York.

Spiteri, C.D., Gillis, R., Roffet-Salque, M., Castells Navarro, L., Guilaine, J., Manen, C., Muntoni, I.M., Saña Seguí, Urem-Kotsou, D., Whelton, H.L., Craig, O.E., Vigne, J.D., Evershed, R. 2016. Regional synchronicity in dairy production and processing in early farming communities of the northern Mediterranean. *Proceedings of the National Academy Sciences*, 113 (48), 13594-13599. DOI: [10.1073/pnas.1607810113](https://doi.org/10.1073/pnas.1607810113)

Spiteri, C.D., Heron, C., Craig, O. 2011. Characterising surviving residues from archaeological ceramics: a biomolecular approach. *Archaeological Ceramics: A Review of Current Research*, 40-56.

Stojanovski, D., Roffet-Salque, M., Casanova, E., Knowles, T., Oosterbeek, L., Evershed, R. P., Cruz, A., Thissen, L., Arzarello, M. 2020. Anta 1 de Val da Laje – the first direct view at diet, dairying practice and socio-economic aspects of pottery use in the final Neolithic of central Portugal. *Quaternary International*, 542, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.02.016>

Stacey, F.D. 1962. A generalized theory of thermoremanence; covering the transition from single domain to multi-domain magnetic grains. *Philosophical Magazine*, 7, 1887–1900.

Sverrisdóttir, O.O., Timpson, A., Toombs, J., Lecoeur, C., Froguel, P., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L., Götherström, A., Thomas, M. 2014. Direct estimates of natural selection in Iberia indicate calcium absorption was not the only driver of lactase persistence in Europe. *Molecular Biology and Evolution*, 31, 975–983. DOI: [10.1093/molbev/msu049](https://doi.org/10.1093/molbev/msu049).

## T

Tarifa Mateo, N., Clop García, X., Rosell Melé, A., Camalich Massieu, M.D., Comes Bordas, P., Martín Socas, D., Nonza Micaelli, A., Rodríguez Santos, F.J. 2019 New insights from Neolithic pottery analyses reveal subsistence practices and pottery use in early farmers from Cueva de El Toro (Málaga, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 5199-5211. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00874-9>

Tauxe, L. 1998. *Paleomagnetic Principles and Practice*. Kluwer Academic Publishers. Boston, Massachusetts, 299 pp.

Tauxe, L. 2010. Essential of rock and paleomagnetism. Scripps Institution of Oceanography La Jolla, CA 92093-0220.

Tauxe, L., Constable, C., Jonson, C., Millar, W., Staudigel, H. 2003. Paleomagnetism of the Southwestern U.S.A. recorded by 0-5 Ma igneous rocks. *Geochemical., Geophysical., Geosystem*, 4 (4). DOI [10.1029/2002GC000343](https://doi.org/10.1029/2002GC000343).

Tema, E., Ferrara, E., 2019. Magnetic measurements as indicator of the equivalent firing temperature of ancient baked clays: New results, limits and cautions. *Journal of Cultural Heritage*, 35, 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.05.008>

Tema, E., Ferrara, E., Camps, P., Conati-Barbaro, C., Spatafora, S., Carvallo, C., Poidras, T. 2016. The Earth's magnetic field in Italy during the Neolithic period: New data from the Early Neolithic site of Portonovo (Marche, Italy). *Earth and Planetary Science Letters*, 448:49–61.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Tema, E., Zanella, E., Pavón-Carrasco, F.J., Kondopoulou, D., Pavlides, S. 2015. Palaeomagnetic analysis on pottery as indicator of the pyroclastic flow deposits temperature: new data and statistical interpretation from the Minoan eruption of Santorini, Greece. *Geophysical Journal International*, 203, 33–47. <https://doi.org/10.1093/gji/ggv267>

Tema, E., Kondopoulou, D., Pavlides, S. 2013b. Palaeotemperature estimation of the pyroclastic deposit covering the pre-Minoan palaeosol at Megalochori Quarry, Santorini (Greece): Evidence from magnetic measurements. *Studia Geophysica et Geodaetica*, 57, 627-646.

Thellier, E., Thellier, O. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique, *Annals of Geophysics*, 15, 285–376.

Thèr; R. 2014. Identification of pottery firing structures using the thermal characteristics of firing. *Archaeometry*, 56 (1), 78–99.

Tite, M.S., Kilikoglou, V., Vekinis, G. 2001. Strength, toughness and thermal shock resistance of ancient ceramics, and their influence on technological choice. *Archaeometry*, 43 (3), 301-324.

Tite, M.S. 1999. Pottery production, distribution and consumption. The contribution of the physical sciences. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 6 (3), 181-233.

Tresset, A. 1996. *Le rôle des relations homme/animal dans l'évolution économique et culturelle des sociétés des Ve-IVe millénaires en Bassin Parisien: approche ethno-zooteknique fondée sur les ossements animaux* PhD Dissertation. Paris 1.

Tzori, N. 1958. Neolithic and Chalcolithic Sites in the Valley of Beth-Shan, Palestine Exploration Quarterly, 90:1, 44-51, DOI: 10.1179/peq.1958.90.1.44

## V

Valdiosera, C, Günther, T., Vera-Rodríguez, J.C., Ureña, I., Iriarte, E., Rodríguez-Varela, R., Simões, L.G., Martínez-Sánchez, R.M., Svensson, E.M., Malmström, H., Rodríguez, L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Alday, A., Hernández Vera, J.A., Götherström, A., Carretero, J.M., Arsuaga, J.L., Smith, C.I., Jakobsson, M. 2018. Four millennia of Iberian biomolecular prehistory illustrate the impact of prehistoric migrations at the far end of Eurasia. *Proceedings of Natural Academy Sciences*, 115 (13), 3428–3433. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1717762115](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1717762115)

Valente, M.J., Carvalho, A.F. 2014. Zooarchaeology in the Neolithic and Chalcolithic of southern Portugal. *Environmental Archaeology*, 19(3), 226-240.

Vega Maeso, C. 2012. The ceramics of El Mirón Cave: production, morphology and discard. *El Mirón Cave, Cantabria Spain: The site and its Holocene archaeological record*, 372-425.

Vergés, J.M., Allué, E., Angelucci, D.E., Burjachs, F., Carrancho, Á., Cebrià, A., Expósito, I., Fontanals, M., Moral, S., Rodríguez, A., Vaquero, M. 2008. Los niveles neolíticos de la cueva de El Mirador (Sierra de Atapuerca, Burgos): nuevos datos sobre la implantación y el desarrollo de la economía agropecuaria en la Submeseta Norte. En *IV Congreso del Neolítico Peninsular*, Hernández Pérez, M.S., Soler Díaz, J.A., López Padilla, J.A. (Eds.), Museo Arqueológico de Alicante. p. 418-427.

Vergés, J.M., Allué, E., Angelucci, D.E., Cebrià, A., Díez, C., Fontanals, M., Mányanos, A., Montero, S., Moral, S., Vaquero, M., Zaragoza, J. 2002. La Sierra de Atapuerca durante el Holoceno: datos preliminares sobre las ocupaciones de la Edad del Bronce en la cueva de El Mirador (Ibeas de Juarros, Burgos). *Trabajos de Prehistoria*, 59, 107-126.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Vergès, J.M., Allué, E., Fontanals, M., Morales, J.I., Martín, P., Carrancho, Á., Expósito, I., Guardiola, M., Lozano, M., Marsal, R., Oms, X., Euba, I., Rodríguez, A. 2016. El Mirador cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A whole perspective. *Quaternary International*, 414, 236-243.

Verhoeven, M. 2004. Beyond boundaries: nature, culture and a holistic approach to domestication in the Levant. *Journal of World Prehistory*, 18 (3), 179-282. DOI: [10.1007/s10963-004-4361-9](https://doi.org/10.1007/s10963-004-4361-9)

Villalaín, J.J. 2016a. La historia del campo magnético Terrestre registrado en las rocas. *Fundamentos del Paleomagnetismo. Enseñanzas de las ciencias de la Tierra*, 24 (3), 261-274.

Villalaín, J.J. 2016b. Técnicas en Paleomagnetismo. *Enseñanzas de las ciencias de la Tierra*, 24 (3), 275-281.

Vigne, J.D., Helmer, D. 2007. Was milk a “secondary product” in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats. *Anthropozoologica*, 42 (2), 9–40.

Villalobos García, R. 2013. Artefactos singulares de filiación meridional en el Calcolítico de la meseta Norte española: un vaso calcáreo procedente de El Fonsario (Villafáfila, Zamora). *Zephyrus*, LXXI, 131-148.

Villalobos Gacía, R., Rodríguez marcos, J.A. 2018. El Pico de la mora (Peñafilel, Valladolid). Un nuevo asentamiento amurallado del Calcolítico Inicial normeseteño. *Trabajos de Prehistoria*, 75 (1), 155-162. <https://doi.org/10.3989/tp.2018.12209>

## W

Wadsworth, C., Procopio, N., Anderung, C., Carretero, J.M., Iriarte, E., Valdiosera, C., Elburg, R., Penkman, K., Buckley, M. 2017. Comparing ancient DNA survival and proteome content in 69 archaeological cattle tooth and bone samples from multiple European sites. *Journal of Proteomics*, 158, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.01.004>

Wagner, U., Gebhard, R., Häusler, W., Hutzelmann, T., Riederer, J., Shimada, I., Sosa, J., Wagner, F.E. 1999. Reducing firing of an early pottery making kiln at Batán Grande, Peru: A Mössbauer study. *Hyperfine Interactions*, 122, 163–170.

Wengrow, D., Dee, M., Foster, S., Stevenson, A., Ramsey, C.B. 2014. Cultural convergence in the Neolithic of the Nile Valley: a prehistoric perspective on Egypt's place in Africa. *Antiquity*, 88, 95-111. <http://antiquity.ac.uk/ant/088/ant0880095.htm>

Whelton, H.L., Roffet-Salque, M., Kotsakis, K., Urem-Kotsou, D., Evershed, R.P. 2018. Strong bias towards carcass product processing at Neolithic settlements in northern Greece revealed through absorbed lipid residues of archaeological pottery. *Quaternary International*, 496, 127-139. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.018>

Whitbread, I. 1986. The characterization of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. *Archaeometry*, 28 (1), 79-88.

Whitbread, I. 1995. *Greek transport amphorae. A petrological and archaeological study*. British School at Athens.

Whitbread, I. 2008. Petrology and Thin-Section Analysis. *Encyclopedia of archaeology*; Deborah M. Pearsall ed.; Elseiver, 1879-1881.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Wu, X., Zhang, C., Golberg, P., Cohen, D., Pan, Y., Arpin, T., Bar-Yosef, O. 2012. Early pottery at 20,000 years ago in Xianrendong cave, China. *Science*, 336 (6089), 1696-1700. DOI: 10.1126/science.1218643

# Z

Zanella, E., Gurioli, L., Pareschi, M.T., Lanz, R. 2007. Influences of urban fabric on pyroclastic density currents at Pompeii (Italy): 2. Temperature of the deposits and hazard implications. *Journal of Geophysical Research*, 112, B05214. <https://doi.org/10.1029/2006JB004775>.

Zvelebil, M., Rowley-Conwy, P. 1984. Transition to farming in Northern Europe: A hunter-gatherer perspective. *Norwegian archaeological review*, 17 (2), 104-128.

Zhao, C., Wu, X. 2000. The dating of Chinese Early pottery and a discussion of some related problems. *Documenta praehistorica*, XXVII, 233-239.

Zhu, J., Zhang, Y., Wang, T., Zhao, C.H., Yu, J.C., Glascock, D., Wang, C.S., 2014. Determining the firing temperature of low-fired ancient pottery: an example from the Donghulin site, Beijing, China. *Archaeometry*, 56 (4), 562-572. <https://doi.org/10.1111/arcm.12033>

Zhushchikhovskaya, I. 1997. On Early Pottery-Making in the Russian Far East. *Asian Perspectives*, 36 (2), 159-174. <http://www.jstor.org/stable/42928406>

Zilhão, J. 2000. From the Mesolithic to the Neolithic in the Iberian Peninsula. En T. Douglas Price (Ed.), *Europe's first farmers*, Cambridge University Press. p. 144-182.

Zilhão, J. 2001. Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (24), 14180-14185. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.241522898](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.241522898)

Zilhão, J. 2003. The Neolithic transition in Portugal and the role of Demic Diffusion in the Spread of agriculture across west Mediterranean Europe. En Ammerman A.J., Biagi, P. (Eds.) *The Widening Harvest. The Neolithic Transition in Europe: Looking Back, Looking Forward*, Archaeological Institute of America. p. 207-223.

Zilhão, J. 2011. Time on my side. En Hadjikoimis, A., Robinson, E., Viner, S. (Eds.) *The dynamics of neolithisation in Europe. Studies in honour of Andrew Sherratt*, Oxbow Books.

Zijderveld, J.D.A. 1967. A.C. demagnetization of rocks: analysis of results. In *Methods in Paleomagnetism*. D.W. Collinson, K.M. Creer, S.K. Runcorn, (Eds) Amsterdam, Elsevier. pp.254-286.





# ANEXO A



Anexo A: Total de piezas descritas de visu para la selección de las muestras. Crono-Cronología/Chronology. UE-Unidad estratigráfica/Stratigraphic Unit. Ø mm-Diámetro en mm aproximados/Diameter in mm. Trat. Ext.- Tratamiento exterior/External surface. Trat. In.-Tratamiento interno/Internal surface. G.Visu-Grupo de *visu* /*Visu* group.

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.K46.1	CC	1	Carena								ST	ST	B	2
ATP'07.K46.2	CC	2	Hombro								Bruñido	Alisado	B	2
ATP'07.K46.3	CC	3	Carena								Bruñido	Alisado	B	2
ATP'07.K46.4	CC	3	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.K46.7	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	5
ATP'07.K46.8	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.K46.9	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.K46.11	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.K46.12	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.K46.17	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'07.K47.3	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						ST	ST	C	5
ATP'07.K47.4	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	6
ATP'07.K47.4b	CC	4	Galbo				Aplicación	Botón		Superficie externa	Alisado	Perdido	B	5
ATP'07.K47.6	CC	1	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'07.K47.10	CC	1	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L45.1	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico		Aplicación	Pastillas		Superficie externa	Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.L45.2	CC	4	Galbo				Incisión	Lineal	Banda		Alisado	Alisado	H	2
ATP'07.L45.3	CC	4	Galbo								Alisado	Concreción	C	7
ATP'07.L45.16	CC	4	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'07.L45.22	CC	4	Galbo				Incisión	Lineal		Cara externa	Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.L45.24	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	E	2
ATP'07.L46.2	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'07.L46.3	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L46.5	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.L46.5	CC	1	Galbo								ST	Alisado	C	6
ATP'07.L46.6	CC	4	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.7	CC	4	Galbo								Espatulado	ST	C	3
ATP'07.L46.8	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.L46.10	CC	4	Galbo								Espatulado	ST	C	7
ATP'07.L46.17	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	1
ATP'07.L46.20	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.23	CC	3	Galbo								bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.L46.24	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.26	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.L46.28	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	1
ATP'07.L46.29	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.L46.30	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'07.L46.32	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'07.L46.35	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.L46.36	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.38	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.L46.40	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.41	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'07.L46.42	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	3
ATP'07.L46.43	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L46.46	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.L46.50	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						ST	ST	C	1
ATP'07.L46.51	CC	4	Base				Impresión	Cesteria			Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.52	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'07.L46.53	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	B	7
ATP'07.L46.55	CC		Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L46.56	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L46.58	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.L46.60	CC	4	Galbo								ST	Bruñido	C	1
ATP'07.L46.62	CC	4	Galbo								ST	ST	E	2
ATP'07.L46.63	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.L46.64	CC	4	Galbo								ST	ST	C	5
ATP'07.L46.65	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	1
ATP'07.L46.67	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'07.L46.68	CC	1	Galbo								ST	Espatulado	C	3
ATP'07.L46.69	CC	4	Galbo								Alisado	ST	E	7
ATP'07.L46.72	CC	4	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	5
ATP'07.L46.76	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.L46.77	CC	4	Arranque								Bruñido	Alisado	E	5
ATP'07.L46.83	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	E	2
ATP'07.L46.84	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.L46.97	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L46.103	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.L46.107	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.113	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Peine	Alisado	C	7
ATP'07.L46.118	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L46.120	CC	3	Borde	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'07.L46.121	CC	3	Galbo				Impresión	Digital			ST	ST	C	7
ATP'07.L46.123	CC	3	Galbo								ST	ST	C	3
ATP'07.L46.128	CC	3	Galbo								ST	Espatulado	C	7
ATP'07.L46.129	CC	3	Galbo								ST	ST	E	5
ATP'07.L46.131	CC	3	Galbo								Alisado	ST	E	7
ATP'07.L46.132	CC	3	Borde y cuello	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.L46.134	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.L46.136	CC	3	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.L46.137	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.L46.138	CC	4	Galbo				Aplicación	Desprendido		Superficie externa	ST	Bruñido	C	2
ATP'07.L46.142	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'07.L46.144	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	10
ATP'07.L47.1	CC	1	Base	Plano		90	Impresión	Cesteria			ST	ST	C	7
ATP'07.L47.2	CC	1	Base	Plano							ST	ST	C	9
	CC	1	Arranque								Alisado	Bruñido	H	7
ATP'07.L47.5	CC	1	Galbo								ST	ST	B	3
ATP'07.L47.6	CC	T2	Base								Bruñido	Alisado	H	7
ATP'07.L47.7	CC	1	Galbo								ST	ST	H	8
ATP'07.L47.8	CC	1	Arranque								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.L47.9	CC	1	Arranque								ST	Alisado	B	7
ATP'07.L47.10	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L47.11	CC	1	Arranque								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L47.12	CC	1	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Alisado	ST	C	7
ATP'07.L47.13	CC	1	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'07.L47.14	CC	4	Galbo								Bruñido	ST	C	7
ATP'07.L47.15	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L47.18	CC	3	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.L47.20	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'07.L47.21	CC	4	Base	Umbilicado							Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.L47.22	CC	1	Galbo								ST	ST	B	5

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.L47.23	CC	1	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.L47.28	CC	4	Galbo								ST	Alisado	H	2
ATP'07.L47.29	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'07.L47.30	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L47.34	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'07.L47.35	CC	4	Carena								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'07.L47.38	CC	4	Galbo								ST	ST	H	2
ATP'07.L47.40	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'07.L47.401	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Espatulado	Alisado	H	2
ATP'07.L47.43	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.L47.44	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.L47.49	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L47.50	CC	4	Borde	Recto							Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.L47.52	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	3
ATP'07.L47.56	CC	4	Galbo								Alisado	Espatulado	C	1
ATP'07.L47.57	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.L47.58	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'07.L47.59	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'07.L47.61	CC	4	Arranque								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L47.63	CC	3	Borde	Abierto	Apuntado						Bruñido	Alisado	H	7
ATP'07.L47.64	CC	3	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.L47.65	CC	3	Galbo								Alisado	Espatulado	C	4
ATP'07.L47.66	CC	3	Galbo								ST	Espatulado	C	7
ATP'07.L47.67	CC	3	Galbo								ST	ST	B	7
ATP'07.L47.68	CC	3	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'07.L47.70	CC	3	Galbo								ST	ST	B	7
ATP'07.L47.71	CC	4	Fondo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.L47.72	CC	4	Galbo								Espatulado	ST	B	7
ATP'07.L47.74	CC	4	Galbo								Alisado	ST	B	7
ATP'07.M45.3	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Espatulado	ST	C	7
ATP'07.M45.4	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'07.M45.7	CC	4	Borde	Abierto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'07.M45.8	CC	4	Galbo								Alisado	ST	E	7
ATP'07.M45.13	CC	4	Fondo	Plano							ST	ST	E	7
ATP'07.M45.14	CC	4	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.15	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M45.16	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Espatulado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.M45.17	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'07.M45.18	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.19	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.20	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.21	CC	4	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'07.M45.22	CC	4	Fondo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.23	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M45.24	CC	4	Galbo								Concreción	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.26	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.27	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.M45.28	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.29	CC	4	Arranque								Alisado	Alisado	H	7
ATP'07.M45.33	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.M45.34	CC	1	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'07.M45.35	CC	1	Fondo			50					Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.37	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	E	7
ATP'07.M45.38	CC	1	Galbo								Perdido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.39	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'07.M45.40	CC	1	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	B	3
ATP'07.M45.42	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.43	CC	4	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.44	CC	1	Cuello								Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.M45.48	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.49	CC	1	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'07.M45.52	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.53	CC	4	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.55	CC	2	Borde	Abierto	Apuntado						Bruñido	Alisado	C	5
ATP'07.M45.56	CC	2	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.63-64	CC	4	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al exterior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.65	CC	2	Borde	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.66	CC	4	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.68	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.M45.72	CC	4	Borde y cuello	Recto			Incisión	lineales		bajo el borde cara externa	Espatulado	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.73	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'07.M45.74	CC	4	Galbo								ST	Alisado	H	5



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.M45.75	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'07.M45.79	CC	4	Borde y cuello	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	ST	C	7
ATP'07.M45.83	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.84	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.87	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.89	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.M45.90	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	3
ATP'07.M45.96	CC	4	Fondo	Plano							Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.M45.102	CC	4	Borde	Cerrado			Aplicación	Barbotina		Superficie externa	ST	Alisado	C	7
ATP'07.M45.105	CC	4	Borde	Abierto						cara externa	ST	Espatulado	C	2
ATP'07.M45.106	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.114	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.M45.117	CC	4	Galbo								Alisado	ST	D	1
ATP'07.M45.119	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	2
ATP'07.M45.121	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.129	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.M45.136	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M45.139	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.147	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.M45.148	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'07.M45.149	CC	4	Galbo								ST	Bruñido	C	2
ATP'07.M45.150	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M45.159	CC	4	Galbo								ST	ST	C	6
ATP'07.M45.160	CC	4	Fondo	Plano							Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M45.161	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M45.163	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.M45.164	CC	4	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'07.M45.168	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.5	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.M47.6	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M47.7	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.M47.9	CC	4	Borde	Abierto							Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.10	CC	4	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'07.M47.11	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.M47.13	CC	4	Borde	Abierto							Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.14	CC	4	Borde	Cerrado							Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M47.16	CC	4	Fondo				Impresión	Cesteria			ST	ST	C	7
ATP'07.M47.17	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.18	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.M47.19	CC	4	Borde	Abierto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.20	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M47.22	CC	4	Arranque								Alisado	ST	C	7
ATP'07.M47.23	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	H	1
ATP'07.M47.25	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.M47.26	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.27	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M47.28	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'07.M47.29	CC	4	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Alisado	Bruñido	C	5
ATP'07.M47.30	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'07.M47.35	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M47.36	CC	4	Galbo y cuello indicado								Alisado	ST	C	7
ATP'07.M47.43	CC	4	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Convexo simétrico		Impresión	circular	lineal	cara externa	bruñido	bruñido	C	2
ATP'07.M47.46	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.47	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico		Aplicación			Superficie externa	ST	ST	C	7
ATP'07.M47.5	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.M47.6	CC	4	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al exterior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.7	CC	4	Borde	Recto	Apuntado		Aplicación	Circular		Superficie externa	ST	ST	B	7
ATP'07.M47.8	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	
ATP'07.M47.9	CC	4	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al exterior						Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.10	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.11	CC	4	Borde	Recto	Engrosado			Asideo			Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.12	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.M47.13	CC	4	Borde y cuello	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.14	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.M47.17-20	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	F	7
ATP'07.M47.18	CC	4	Fondo								Alisado	Alisado	F	7
ATP'07.M47.19	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	F	7
ATP'07.M47.23	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	D	7
ATP'07.M47.26	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.27	CC	4	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M47.28	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	D	5
ATP'07.M47.29	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.M47.30	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.M47.46	CC	3	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.59	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.113	CC	4	Pella								Alisado	Alisado	B	2
ATP'07.M47.116	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M47.117	CC	4	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.118	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M47.119	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.M47.124	CC	4	Arranque								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.M47.213	CC	4	Fondo								ST	ST	C	7
ATP'07.M47.214	CC	4	Fondo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.M47.C2	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.M47.C3	CC	4	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.M47.C4	CC	4	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						ST	ST	C	2
ATP'07.M47.C5	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal		Impresión	Digital			ST	ST	C	7
ATP'07.M47.C6	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.M47.C7	CC	4	Borde y cuello	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.M47.C8	CC		Borde	Abierto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.N45.3	CC	1	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.4	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.7	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	A	2
ATP'07.N45.10	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	J	2
ATP'07.N45.11	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N45.12	CC	1	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'07.N45.14	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.16	CC	4	Borde	Recto	Engrosado						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N45.17	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.21	CC	1	Galbo								Alisado	Bruñido	C	5
ATP'07.N45.22	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.23	CC	4	Fondo	Plano							Bruñido	Alisado	B	2
ATP'07.N45.24	CC	1	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.25	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	A	8
ATP'07.N45.26	CC	1	Galbo								Bruñido	Alisado	A	2
ATP'07.N45.27	CC	1	Fondo				Impresión	vegetal	cesteria		Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.N45.28	CC	1	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.N45.31	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	A	7
ATP'07.N45.32	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.N45.33	CC	1	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.N45.34	CC	1	Borde	Recto	Engrosado						Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.35	CC	1	Galbo								bruñido	bruñido	C	7
ATP'07.N45.36	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.37	CC	1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.38	CC	1	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.39	CC	1	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'07.N45.40	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.41	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.44	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.45	CC	3	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.47	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N45.48-49	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.N45.52	CC	4	Borde y cuello cóncavo vertical	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.53	CC	4	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'07.N45.54	CC	4	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'07.N45.56	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.57	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	H reg	7
ATP'07.N45.59	CC	4	Borde	Recto	Engrosado						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.60	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.61	CC	4	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	G irr	7
ATP'07.N45.65	CC	4	Galbo								bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N45.66	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N45.67	CC	4	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Engrosado eal exterior						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.68	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	H reg	7
ATP'07.N45.73	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.N45.74	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N45.75	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico	160-170					Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N45.80	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	A	2
ATP'07.N45.83	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'07.N45.85	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.N45.86	CC	4	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	A	2
ATP'07.N45.89	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.N45.94	CC	4	Galbo								Alisado	Espatulado	C irreg B	2
ATP'07.N45.105	CC	4	Galbo								bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N45.106	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.N45.107	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'07.N45.109	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.N45.110	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	F	2
ATP'07.N46.1	CC	11	Arranque								ST	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.2	CC	11	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.3	CC	11	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.4	CC	11	Galbo								bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.5	CC	11	Borde	Recto	Engrosado		Incisión	lineal		bajo el borde	Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.6-7-8-9	CC	11	Galbo								Espatulado	ST	C	7
ATP'07.N46.10	CC	11	Galbo								ST	Alisado	E	8

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.N46.11	CC	11	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.12	CC	11	Galbo								Bruñido	Alisado	E	7
ATP'07.N46.13	CC	11	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'07.N46.14	CC	11	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'07.N46.15	CC	11	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.17	CC	11	Borde y cuello	Abierto	Convexo simétrico	130					Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.19	CC	11	Borde	Recto	Plano horizontal						bruñido	bruñido	C	7
ATP'07.N46.20	CC	11	Cuello								Bruñido	ST	C	7
ATP'07.N46.21	CC	11	Aplique				Aplicación	Desprendido		Superficie externa	ST	ST	C	7
ATP'07.N46.23	CC	11	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.24	CC	11	Galbo								Bruñido	Alisado	E	7
ATP'07.N46.25	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'07.N46.26	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.28	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.29	CC	4	Borde	Abierto	Convexo simétrico	140					Espatulado	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.30	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.N46.31	CC	4	Carena y cuello								ST	ST	D MIXTA	6
ATP'07.N46.32	CC	4	Cuello								Bruñido	Alisado	G	1
ATP'07.N46.33	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.34	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	J	7
ATP'07.N46.36	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.N46.37	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.38	CC	4	Galbo								Barbotina	Barbotina	C	7
ATP'07.N46.39	CC	4	Galbo								Barbotina	Barbotina	C	5
ATP'07.N46.40	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.N46.41	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'07.N46.42	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'07.N46.43	CC		Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	circular		cara externa	Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.N46.44	CC	4	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Vuelto al exterior		Aplicación	digitación		Superficie externa	Alisado	Alisado	G sand	1
ATP'07.N46.45	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'07.N46.46	CC	4	Galbo y cuello indicado								Bruñido	Bruñido	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.N46.47-48	CC	4	Galbo								ST	Alisado	C	3
ATP'07.N46.51	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.N46.53	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.54	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'07.N46.55	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	6
ATP'07.N46.56	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'07.N46.57	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'07.N46.58	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.59	CC	4	Arranque								Bruñido	Alisado	E	3
ATP'07.N46.60	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.N46.63	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	G	7
ATP'07.N46.66	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	g	7
ATP'07.N46.67	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.71	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.72-105- 106-122	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	2
ATP'07.N46.75	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.76	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.77	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.78	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	H	7
ATP'07.N46.79	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.81	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'07.N46.82	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.83	CC	4	Galbo								bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.84	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.85	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.86	CC	4	Galbo								Bruñido	alisado	G	7
ATP'07.N46.88	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.89	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	E	7
ATP'07.N46.90	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	7
ATP'07.N46.91	CC	4	Borde								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.92	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.93	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	H	7
ATP'07.N46.94	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	H	7
ATP'07.N46.95	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.97	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.98	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.99	CC	4	Galbo y cuello indicado								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'07.N46.100	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.N46.101	CC	4	Borde	Abierto	Plano horizontal						ST	ST	H	5
ATP'07.N46.102	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.103	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.104	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.107	CC	4	Galbo								Concreción	Alisado	C	7
ATP'07.N46.108	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.110	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.111	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	E	7
ATP'07.N46.112	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.113	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	A	2
ATP'07.N46.114	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	E	7
ATP'07.N46.116	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'07.N46.121	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.123-141- 143-144-152	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.124	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Espatulado	C	2
ATP'07.N46.125	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.126	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	H	7
ATP'07.N46.127	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.128	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.129	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.131	CC	4	Galbo								bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.137	CC	4	Galbo								ST	Bruñido	H	7
ATP'07.N46.138	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal	150-170					Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.N46.139	CC	4	Borde		Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.150	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.151	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'07.N46.153	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	E irreg	2
ATP'07.N46.154	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	E irreg	2
ATP'07.N46.155	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.N46.160	CC	4	Base								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.173	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'07.N46.175	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'07.N46.179	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	A	2
ATP'07.N46.184	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.N46.187	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N46.188	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.N46.189	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.N47.3	CC	3	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.N47.4	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O45.1	CC	4	Borde	Recto	Plano horizontal		Incisión	Acanaladuras		Superficie exterior	Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.4	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'07.O45.5	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.6	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.13	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.16	CC	4	Arranque								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.17	CC	4	fondo	Plano							Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.18	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.19	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.20	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.23	CC	3	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.24	CC	3	Galbo								Bruñido	Bruñido	D	3
ATP'07.O45.25	CC	3	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	9
ATP'07.O45.26	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.27	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O45.28	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'07.O45.29	CC	4	Base	Plano		90					Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.36	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.38	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'07.O45.45	CC	4	Borde	Recto	Engrosado al exterior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.47	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O45.48	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.51	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.52	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.61	CC	4	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'07.O45.66	CC	8	Galbo								Alisado	Alisado	B	7
ATP'07.O45.67	CC	8	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.70	CC	8	Borde	Cerrado	Engrosado						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O45.72	CC	4	Galbo								Alisado	Bruñido	E	7
ATP'07.O45.73	CC	8	Galbo								Bruñido	Alisado	B	3
ATP'07.O45.74	CC	8	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.77	CC	9	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.O45.80	CC	9	Galbo y cuello indicado								Espatulado	Espatulado	H	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.O45.82	CC	9	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.O45.83	CC	9	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Engrosado al exterior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O45.84	CC	9	Galbo								Bruñido	Bruñido	H irreg	2
ATP'07.O45.93	CC	15	Galbo								Bruñido	Bruñido	B irreg	2
ATP'07.O45.94	CC	16	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'07.O45.97	CC	16	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.O45.98	CC	16	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.O45.101	CC	16	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.O45.102	CC	16	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O45.111	CC	16	Borde y cuello	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	F	7
ATP'07.O45.112	CC	16	Galbo								Bruñido	Bruñido	H irreg	2
ATP'07.O46.1	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	G	7
ATP'07.O46.2	CC	4	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.3	CC	4	Fondo			170					ST	Alisado	C	7
ATP'07.O46.4	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	J	7
ATP'07.O46.5	CC	4	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.6	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O46.7	CC	4	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.8	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.9	CC	4	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Plano horizontal	200					Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.10	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.11	CC	4	Galbo								bruñido	Alisado	C	5
ATP'07.O46.12	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.13	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	7
ATP'07.O46.14	CC	4	Borde	Abierto	Plano oblicuo al interior						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O46.15	CC	4	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O46.18	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'07.O46.19	CC	4	Borde	Cerrado	Plano horizontal	180					Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.O46.20-34	CC	4	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	2
ATP'07.O46.21	CC	4	Arranque								ST	Alisado	C	7
ATP'07.O46.24	CC	5a	Galbo								Alisado	Alisado	A	7
ATP'07.O46.25	CC	5a	Galbo								Bruñido	Espatulado	G	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'07.O46.26	CC	10	Arranque								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'07.O46.27	CC	6	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'07.O46.28	CC	6	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O46.29	CC	8	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O46.30	CC	8	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O46.31	CC	8	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.O46.32	CC	4	Borde		Engrosado exterior						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O46.35	CC	4	borde	Abierto							Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O46.36	CC	4	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'07.O46.41	CC	4	Borde	Recto	Apuntado Plano	140					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O46.44	CC	4	Borde	Recto	horizontal	130					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'07.O46.48	CC	4	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'07.P45.1	CC	4	Base								Alisado	Alisado	H	2
ATP'07.P45.3	CC		Galbo								bruñido	bruñido	H	7
ATP'07.P45.4	CC		Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'07.P45.5	CC		Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.P45.6	CC		Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'07.P45.7	CC		Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.8	CE	23	Borde	Cerrado	Plano horizontal	360-370	Perforación	Circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.10	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.16	CE	23A	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	A	7
ATP'11.18	CE	23B	Galbo								Bruñido	Alisado	H	7
ATP'11.19	CE	23B	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.21	CE	23	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'11.49	CE	23A	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'11.50	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'11.53	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.60	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.62	CE	23	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.63	CE	SILO	Borde	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'11.75	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	6
ATP'11.80	CE	23	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'11.103	CE	C. 209	Borde y cuello indicado	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.108	CE	C. 209	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.117	CE	C. 209	Borde y cuello indicado	Abierto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.119	CE	C. 209	Borde	Abierto	Plano al interior						Bruñido	Espatulado	G	3
ATP'11.121	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.127	CE	26	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.128	CE	26	Borde	Recto	Plano horizontal		Impresión	Pastillas repujadas			Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.141	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'11.162	CE	23A	Borde	Cerrado	Apuntado						Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'11.163	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.164	CE	23A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.169	CE	SILO	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	120	Aplicación	cordón sección triangular		Superficie externa	Alisado	Alisado	G	7
ATP'11.174-544	CE	SILO	Cuello								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'11.176	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	8
ATP'11.177	CE	23	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.184	CE	26	Galbo								Alisado	Perdido	C	3
ATP'11.185	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'11.186	CE	26	Galbo								bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.193	CE	26	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Convexo simétrico	140					Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.194	CE	26	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.195	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.203	CE	23	Borde	Abierto	Convexo simétrico	140-160					Espatulado	Bruñido	C	3
ATP'11.204	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'11.205	CE	23	Base	Plano							Alisado	Alisado	E	3
ATP'11.206	CE	23	Borde	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.218	CE	C. 211	Galbo				Aplicación	Desprendido		Superficie externa	Alisado	Alisado	C	1
ATP'11.220	CE	Limp.PN. SII	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.224	CE	23	Base	Plano		60					Bruñido	Bruñido	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.225	CE	23	Borde	Cerrado	Plano horizontal	120-130					Bruñido	Alisado	C	5
ATP'11.228	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.238	CE	C. 211	Borde	Cerrado	Plano horizontal	100					Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.239	CE	23	Galbo				Incisión	Lineal	Paralelas horizontal	exterior-uso	Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.241	CE	SILO	Cuello								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.245	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.258	CE	23	Borde y cuello indicado	Recto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.259	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.260	CE	23	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	3
ATP'11.265	CE	26	Galbo								Alisado	bruñido	C	3
ATP'11.268	CE	23	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.286	CE	23	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'11.288	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.289	CE	26	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'11.292	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.295	CE	23	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	120	Perforación	circular		bajo el borde	espatulado	Alisado	B	7
ATP'11.296	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.297	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	E	5
ATP'11.303	CE	23B	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.310	CE	62	Borde	Cerrado	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	I irreg	2
ATP'11.311	CE	23B	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'11.312	CE	C. 211	Borde	Recto	Vuelto exterior						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.314	CE	C. 211	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	5
ATP'11.317	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	7
ATP'11.318	CE	62	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.323	CE	C. 211	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.324	CE	61	Galbo (4)								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'11.325	CE	61	Galbo				Impresión	vegetales			ST	ST	G	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.326	CE	62	Borde	Recto	Vuelto exterior		Impresión	circular o digitacion			Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.330	CE	62	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	E irrg	3
ATP'11.332	CE	SILO	Borde	Recto	Plano horizontal		Incisión	Acanaladura		Superficie externa	Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.337	CE	23	Base	Plano							Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.346	CE	62	Borde	Recto	Convexo simétrico ligeramnete exvasado		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.352	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'11.358	CE	23	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'11.361	CE	C. 209	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.362	CE	C. 209	Galbo								Bruñido	Alisado	G	3
ATP'11.366	CE	C. 209	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'11.373	CE	62	Cuello								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.377	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.379	CE	23	Borde	Abierto	Perdido		Incisión	Acanaladura		Superficie exterior	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.384	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.393	CE	23	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'11.394	CE	23	Borde	Cerrado	Plano horizontal						Espatulado	Alisado	C	3
ATP'11.398	CE	61	Borde	Cerrado	Apuntado	400					Bruñido	Alisado	C	5
ATP'11.409	CE	C. 211	Galbo				Aplicación	cordón sección triangular		Superficie externa	Alisado	Alisado	C	1
ATP'11.410	CE	C. 211	Borde	Abierto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	7
ATP11.411	CE	C. 211	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.413	CE	23	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Espatulado	D	3
ATP'11.414	CE	C. 209	Borde y cuello indicado	Abierto	Vuelto al exterior		Impresión	circular o digitacion		bajo el borde	Alisado	Espatulado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.417	CE	C. 209	Borde y cuello indicado	Abierto	-						Espatulado	Alisado	C	3
ATP'11.420	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.424	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'11.425	CE	61	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'11.430	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	6
ATP'11.431	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.432	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.433	CE	SILO	Galbo								bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.434	CE	SILO	Carena								Alisado	Alisado	C	1
ATP'11.435	CE	SILO	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'11.436	CE	SILO	Galbo				Aplicación	circular perdido		Superficie externa	Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.441	CE	SILO	Galbo								Alisado	Bruñido	H	7
ATP'11.452	CE	C. 209	Borde	Recto	Vuelto exterior						Bruñido	Alisado	J	3
ATP'11.453	CE	C. 209	Borde	Cerrado	Engrosado al exterior						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.455	CE	C. 209	Galbo				Perforación	circular			Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.456	CE	Perfil N	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	H	2
ATP'11.459	CE	61	Galbo				Aplicación	perdido		Superficie externa	Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.460	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.461	CE	61	Base	Plano							Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11471	CE	SILO	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Engorsado exterior		Impresión	Digitación		sobre labio	Espatulado	espatulado	C	7
ATP'11.472	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	G reg	7
ATP'11.473	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	H	7
ATP'11.474	CE	61	Base	Plano							Bruñido	Perdido	C	3
ATP'11.475	CE	C. 209	Borde	Recto	Plano horizontal						espatulado	Bruñido	C	2
ATP'11.479	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'11.486	CE	C. 209	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.488	CE	SILO	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.489	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.490	CE	SILO	Galbo								Alisado	Perdido	H	7
ATP'11.491	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.499	CE	SILO	Borde y cuello indicado	Recto	Engrsado exterior						ST	Alisado	C	7
ATP'11.500	CE	SILO	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	8
ATP'11.502	CE	SILO	Galbo								Bruñido	Alisado	E	3
ATP'11.504	CE	61	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Alisado	G irreg	3
ATP'11.505	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.506	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.507	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.509	CE	26	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'11.511	CE	C. 209	Borde	Recto	Convexo simétrico	100	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	B	3
ATP'11.514	CE	61	Borde y cuello indicado	Abierto	Apuntado		Perforación	circular			Alisado	Alisado	C	6
ATP'11.515	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	G	6
ATP'11.520	CE	C. 211	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.527-548	CE	26	Galbo								perdido	Alisado	C	3
ATP'11.528	CE	26	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Plano horizontal						espatulado	Bruñido	C	3
ATP'11.530 (527- C548)	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.531	CE	26	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.532	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	G	2
ATP'11.534	CE	61	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.535	CE	61	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'11.542	CE	SILO	Galbo								Alisado	Espatulado	C	5
ATP'11.543	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'11.551	CE	23	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'11.552	CE	23	Borde y cuello indicado		Apuntado						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.554	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.557	CE	SILO	Fondo								Alisado	Alisado	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.562	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.564-565	CE	61	Arranque								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.568	CE	SILO	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.573	CE	62	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico		Perforación	redondeado		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.573 bis	CE	61	Borde								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.578	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'11.585	CE	C. 215	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.588	CE	23	Base	Plano							Espatulado	Alisado	G	3
ATP'11.590	CE	23A	Borde								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'11.593	CE	23	Base	Plano							Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.594	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.595	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.608	CE	23A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.610	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.616	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.619	CE	26	Galbo								Alisado	Bruñido	E	3
ATP'11.624	CE	61	Galbo								Bruñido	espatulado	G	3
ATP'11.625	CE	61	Galbo (4)								Bruñido	Bruñido	G	3
ATP'11.629	CE	C. 215	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.632	CE	23A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'11.636	CE	23	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.642	CE	23A	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Apuntado	120					Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.643	CE	23A	Galbo				Impresión	Circular	Bandas	Superficie externa	Bruñido	Alisado	D	3
ATP'11.648	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'11.649	CE	23	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'11.651	CE	23	Borde	Recto	Vuelto exterior	120					Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.655	CE	61	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'11.665	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'11.669	CE	23A	Carena								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.671	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	6
ATP'11.672	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	G	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.677	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	J	7
ATP'11.681	CE	23	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.682	CE	23	Borde	Recto	Plano horizontal		Aplicación	cordón sección triangular		Superficie externa	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.685	CE	23	Galbo								Alisado	ST	A	1
ATP'11.688	CE	61	Borde	Recto							Bruñido	Bruñido	C concrecion	2
ATP'11.691	CE	23A	Borde	Recto	Convexo simétrico	130					Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.698	CE	61	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.708	CE	23A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.710	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.713	CE	23A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'11.716	CE	23	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Plano horizontal	160					Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.720	CE	23A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'11.724	CE	SILO	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'11.725	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'11.726	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'11.729	CE	SILO	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'11.730	CE	SILO	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'11.731	CE	61	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	B	2
ATP'11.732	CE	61	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.741	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.743	CE	23	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.745	CE	26	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Apuntado	80	Perforación	circular		cuello	Espatulado	Alisado	C	2
ATP'11.748	CE	26	Fondo	Plano		120					Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.750	CE	23A	Borde	Abierto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	A	2
ATP'11.753	CE	SILO	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.760	CE	23A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	6
ATP'11.763	CE	23	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	160	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	espatulado	C	2
ATP'11.765	CE	23A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'11.766	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.773	CE	23A	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.779	CE	23A	Borde	Recto	Vuelto exterior						Bruñido	Bruñido	G	3
ATP'11.787	CE	26	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	3
ATP'11.788	CE	26	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.791	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'11.792	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'11.795	CE	26	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.798	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'011.801	CE	26	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico		Perforación	bajo el borde			Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.802	CE	61	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'11.803	CE	61	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	redondead		bajo el borde	Espatulado	Alisado	C	7
ATP'11.807	CE	23A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'11.812	CE	23A	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'11.815	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'11.829	CE	23A	Galbo								Bruñido	Alisado	H	6
ATP'11.836	CE	23A	Galbo								Bruñido	Espatulado	G	7
ATP'11.837	CE	23A	Borde	Cerrado	Plano horizontal		Incisión- aplicación	lineal-cordón		sobre labio-cara externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.846	CE	SILO	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'11.848	CE	SILO	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'11.860	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'11.864	CE	23A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'11.868	CE	23A	Borde	Cerrado	Plano horizontal	160					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'11.871	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'11.872	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'11.873	CF	63	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'11.875	CF	63	Arranque								Espatulado	ST	C	3
ATP'11.887	CE	23	Borde	Recto	Plano horizontal	260-270					Alisado	Alisado	H	7
ATP'11.894	CE	62	Borde	Cerrado	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 6	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 10	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	C	6

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 11	CE	62	Borde	Cerrado	Plano horizontal						Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'12 15	CE	62	Galbo								ST	Perdido	C	3
ATP'12 23	CE	62	Borde y cuello cóncavo entrante	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 24	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 50	CE	61	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 54	CE	61	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 56 (3)-69	CE	26	Galbo				Perforación	circular			Alisado	Alisado	C	
ATP'12 57 (2)	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 63	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 66	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12. 67	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	C	
ATP'12.68	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 69	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 69	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 73	CE	62	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'12 74	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 80	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 84	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 85	CE	62	Galbo								bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 86	CE	62	Galbo								Alisado	Perdido	C	1
ATP'12 87	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	6
ATP'12 90	CE	62	Borde	Recto	Plano horizontal		Impresión	Lineal		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 92	CE	26	Borde	Abierto	plano horizontal	100					Bruñido	Alisado	C	7
ATP'12 92	CE	62	Borde y cuello cóncavo entrante	Recto	Convexo asimétrico al exterior						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 93	CE	62	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	270					Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 96	CE	62	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	5
ATP'12 97	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 100	CE	62	Arranque								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 103	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 107-401	CE	62	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	180					Alisado	Alisado	C	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 108	CE	62	Cuello								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 110	CE	61	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 111	CE	61	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 123	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 127	CE	62	Galbo								Alisado	Bruñido	H	3
ATP'12 129	CE	62	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	2
ATP'12 135	CE	62	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 141	CE	61	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'12 145	CE	62	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 146	CE	26	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 150	CE	62	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 162	CE	61	Galbo								ST	ST	C	3
ATP'12.165	CE	61	Borde y cuello cóncavo entrante	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	10
ATP'12 177	CE	62A	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 178	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 179	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 180	CE	62A	Borde	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Alisado	G	3
ATP'12 181	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 182	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 183-213	CE	62A	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 184	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	J	3
ATP'12 185	CE	62A	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 186	CE	62A	Borde	Abierto	Convexo simétrico						ST	ST	C	3
ATP'12 188	CE	62	Borde	Recto	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Alisado	B	1
ATP'12 190	CE	62	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 195	CE	62A	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 196	CE	62A	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 198	CE	62A	Hombro								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'12 201	CE	62A	Hombro								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 203	CE	62A	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'12 205	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 207	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 208	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 209	CE	62A	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 210	CE	62A	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 220	CE	C. 219	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 222	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 225	CE	C. 219	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 226	CE	C. 219	Galbo								Alisado	Alisado	F	2
ATP'12 227	CE	66	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 230	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 238	CE	66	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 239 (2)	CE	C. 217	Borde								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 240	CE	C. 217	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 241 (2)	CE	C. 217	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12.248	CE	66	Galbo								ST	Alisado	C	5
ATP'12.251	CF	67	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 255	CE	66	Galbo								Espatulado	Alisado	E	2
ATP'12 257	CE	66	Borde				Impresión	digitoungulación		labio	Alisado	Alisado	C	1
ATP'12.261	CE	66	Fondo								Alisado	Alisado	B	6
ATP'12 266	CF	68	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 272	CE	62A	Borde			160					Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 273	CE	62A	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 275	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 277	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 279	CE	66	Borde				Impresión				Alisado	Alisado	B	3
ATP'12.281	CF	68	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12.283	CF	68	Borde								Alisado	Alisado	H	5
ATP'12.295	CE	66	Galbo				Aplicación	cordón		Superficie externa	Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12.297	CF	67	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12.301	CF	67	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 309	CE	62A	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'12 311	CE	66	Arranque								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12.313	CF	68	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'12.314	CF	68	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	3
ATP'12 316	CE	66	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 317	CE	66	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'12 323	CE	66	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 324	CE	66	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 328	CE	26	Borde								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12.332	CF	68	Galbo								Alisado	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 338	CE	66	Borde				Aplicación	barbotina		Superficie externa	ST	ST	E	6
ATP'12.340	CF	68	Galbo				Perforación	circular			Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12.341	CF	68	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 348	CE	26	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 348	CF	67	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'12 360	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 363	CE	66A	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 363	CE	66A	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'12 366	CE	C. 212	Borde	Recto	Convexo simétrico	190					Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 377	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 384	CE	62A	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 385	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 386	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 387	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	E	3
ATP'12.391	CF	67	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12.393	CF	67	Galbo				Perforación	circular			Espatulado	Alisado	E	7
ATP'12 395	CE	66	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 396	CE	66	Galbo								Alisado	ST	E	5
ATP'12 397	CE	66	Borde	Abierto	Convexo simétrico	300	Perforación	circulara		bajo el borde	Bruñido	Alisado	B	6
ATP'12 397	CF	67	Galbo	Abierto	convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 398	CE	66	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	3
ATP'12 405	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 406	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 407	CE	62A	Base	Hundido							Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 410	CE	66A	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	F	3
ATP'12 413	CE	66A	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico	220	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	E	3
ATP'12 417	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12.419-424	CF	67	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12.420	CF	67	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 421	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 429	CE	C. 212	Arranque								Bruñido	Alisado	E	5
ATP'12 430	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 431	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 432	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 433	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'12 435	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 436	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'12 437	CE	C. 212	Borde	Recto	Convexo simétrico						Barbotina	Alisado	C	3
ATP12 438	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 440	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	4
ATP'12 441	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 442	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	E	4
ATP'12 443	CE	C. 212	Borde	Recto	Convexo simétrico	150	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 447	CE	C. 212	Borde	Abierto	Convexo simétrico	110	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	4
ATP'12 449	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 455	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP12 456	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 458	CE	C. 216	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 460	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 461	CE	C. 212	Borde	Recto	Convexo simétrico	240					Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 464	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 466	CE	C. 212	Borde	Recto	Convexo simétrico	200					Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 468	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	4
ATP'12 470	CE	C. 212	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 471	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	2
ATP'12 473	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 475	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	E	1
ATP'12 481	CE	C. 212a	Galbo								Bruñido	Alisado	G	5
ATP'12 482	CE	C. 212a	Galbo								Bruñido	Alisado	G	5
ATP'12 489	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 491	CE	C. 212a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 492	CE	C. 212a	Borde	Recto	Convexo simétrico		Aplicación	pastillas	cenefa	Superficie externa	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 494	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 497	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	E	4
ATP'12 498	CE	C. 212	Galbo								Bruñido	Alisado	C	
ATP'12 501	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'12 503	CE	C. 212b	Galbo								perdido	Alisado	G	2
ATP'12 513	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	H	2



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 514	CE	C. 212a	Fondo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 516	CE	C. 212a	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 519	CF	69	Galbo				Incisión	Acananadura		cara externa	Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'12 524	CE	C. 212a	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	E	5
ATP'12 526	CE	C. 212a	Galbo								Barbotina	Alisado	C	5
atp'12 527	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 529	CE	C. 212a	Galbo								perdido	Alisado	C	2
ATP'12 531	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 533	CE	C. 212a	Galbo								Bruñido	Alisado	I	2
ATP'12 536	CE	C. 212a	Galbo								perdido	Bruñido	C	2
ATP'12 539	CE	C. 212b									Alisado	Alisado	I	2
ATP'12 540	CE	C. 212b	Galbo								Alisado	Alisado	I	2
ATP'12 542	CE	C. 212a	Carena								Bruñido	Bruñido	E	2
ATP'12.544	CF	69	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12.546	CF	69	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'12 549	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 559	CE	C. 212b	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 560	CE	C. 212b	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	I	7
ATP'12 561	CE	C. 212b	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
AT'12.562	CF	69	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12.563	CF	69	Galbo				Perforación	circular			Bruñido	Espatulado	C	3
ATP'12 564	CE	C. 216	Galbo								Perdido	Alisado	C	7
ATP'12 566	CE	C. 212a	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 567	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	I	2
ATP'12 572	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 573	CE	C. 214	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 574	CE	C. 214	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12.574	CF	69	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 576	CE	C. 212a	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 577	CF	69	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12.578	CF	69	Fondo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12.579	CF	69	Galbo								Bruñido	Alisado	G irreg	2
ATP'12 583	CE	C. 216	Borde (3)	Recto	Convexo simétrico	160					Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 584	CE	C. 216	Borde	Recto	Convexo simétrico	130					Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 587	CE	C. 216	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 591	CE	C. 212b	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'12 604	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 608	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 609	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 610	CE	74	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 612	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 618	CE	C. 216	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	3
ATP'12 619	CE	74	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 620	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 627	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 634	CE	74	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 639	CE	C. 214a	Base								Alisado	Alisado	B	2
ATP'12 646	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 652	CE	74	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 657	CE	74	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 660	CE	74	Asa								Bruñido	Alisado	B	2
ATP'12 662	CE	74	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	3
ATP'12 664	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 673	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 674	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 675	CE	C. 216c	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 676	CE	C. 216c	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 682	CE	74	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 684	CE	C. 216c	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	240					Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 685	CE	C. 216c	Borde	Abierto	Convexo simétrico	240					Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 686	CE	C. 216c	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 690	CE	C. 216c	Arranque								Alisado	Alisado	C	5
ATP'12 691	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 692	CE	74	Fondo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 696	CE	C. 216c	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico	220					Alisado	Alisado	C	10
ATP'12 699	CE	74	Borde	Recto	Convexo simétrico	50					Alisado	Alisado	E	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 70	CE	26	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 706	CE	C. 221	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'12 708	CE	C. 216c	Borde	Abierto	Convexo simétrico	130					Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 709	CE	C. 216c	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 710	CE	C. 216c	Borde	Recto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'12 711	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 713	CE	74	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 717	CE	74	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 724	CF	64	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 725-795	CF	64	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 726	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 727	CF	64	Galbo								Perdido	Alisado	C	3
ATP'12 728	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 729	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 730	CF	64	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 730	CF	64	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 731	CF	64	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 732	CF	64	Borde	Abierto	Convexo simétrico	300	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 732-830	CF	64	Borde	Abierto	Convexo simétrico	330	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 733	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 734	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 735	CE	C. 216c	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'12 736	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 737	CE	C. 216c	Galbo				Aplicación-impresión	cordón-digitación		cara externa-sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'12 741	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 742	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 746	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 747-753-770	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 749	CF	64	Tapa								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 750	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 751	CF	64	Galbo				Perforación	circular			Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 752-776	CF	64	Borde	Recto	Engrosado		Perforación	circular		Bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 753-747-770	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 754	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 755	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 756	CF	64	Galbo				Perforación	circular			Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 758	CF	64	Fondo								Alisado	Perdido	C	3
ATP'12 760	CF	64	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 761	CF	64	Galbo								Bruñido	Perdido	C	2
ATP'12 762-1047	CF	64	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al exterior						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 763	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 764	CF	64	Galbo								Espatulado	Alisado	B	2
ATP'12 765-810	CF	64	Borde (2)	Recto	Engrosado	175	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 767	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 768	CF	64	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	160					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 769	CF	64	Galbo				Perforación	circular			Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 771	CF	64	Borde		Plano horizontal	160					Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 772	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 773	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 774	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 775	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 777	CE	C. 214a	Borde	Recto	Convexo simétrico	180					Alisado	Alisado	J	3
ATP'12 782	CE	C. 214a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'12 783	CE	C. 214a	Arranque								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 786	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 794	CF	64	Galbo (4)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 797	CF	64	Borde			90					Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 798	CF	64	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 804-892	CF	64	Borde	Abierto	Engrosado	390	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	E	3
ATP'12 805	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 807	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 808-809	CF	64	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 811	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 812	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 813	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 814	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 815	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 816	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 817	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 818	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 819	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 820	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 821	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 822	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 823	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 825	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 826	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	E	3
ATP'12 827	CF	64	Galbo								Perdido	Alisado	C	3
ATP'12 828	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 829	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 831	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 832	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 833	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 834	CF	64	Galbo								Alisado	ST	C	3
ATP'12 838	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 839	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	B	3
ATP'12 840	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 841	CF	64	Borde	Abierto	Engrosado	380	Perforación	circularr		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 843	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 844	CF	64	Borde	Recto	Engrosado						Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 845	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 846	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 847	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 848	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 849	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 850	CF	64	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 851	CF	64	Borde	Recto	Convexo asimétrico al interior	120					Alisado	Alisado	B	2
ATP'12 855	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 865	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 866	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP12 867	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 868	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 869-872- C1453	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 870	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 871-900	CF	64	Galbo (2)								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 873	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 879	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 881	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 882	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 883	CF	64	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'12 884	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 885	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 886	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 887	CF	64	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 888	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 897	CF	64c	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 898	CF	64C	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 899	CF	64c	Galbo								Alisado	Espatulado	B	6
ATP'12 902	CE	C. 220	Galbo								Alisado	Bruñido	C	5
ATP'12 904	CE	C. 220	Galbo								Bruñido	Peine	C	2
ATP'12 905	CE	C. 220	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 906	CE	C. 220	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 911	CE	C. 220	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 912	CE	C. 220	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 915	CF	64C	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 917	CE	C. 220	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 922A-927	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 924	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 925	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 926	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 927-922A	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 928	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 929	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 930	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 931	CF	64a	Galbo					Perforación	circular		ST	Alisado	C	3
ATP'12 932-933	CF	64a	Arranque								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 947-955	CF	64a	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 948-949	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 950	CF	64a	Galbo								Barbotina	Alisado	G	3
ATP'12 951	CE	C. 220	Fondo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 952	CE	C. 220	Fondo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 953	CE	C. 220	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 954	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 956	CF	64a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 957	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 959	CF	77	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	6
ATP'12 962	CE	C. 220	Galbo								Alisado	Alisado	E	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 963	CE	C. 220	Borde	Abierto	Convexo simétrico	180	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	7
ATP'12 964	CE	C. 220	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'12 965	CF	77	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'12 977	CE	C. 212a	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 978	CF	64c	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 979	CF	64c	Borde	Abierto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 980	CF	64c	Borde	Abierto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 981	CF	64c	Borde	Abierto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	6
ATP'12 982	CF	64c	Galbo								Alisado	Espatulado	C	3
ATP'12 984	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 984	CF	64C	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 986	CF	78	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 989	CE	62A	Galbo								Alisado	ST	C	3
ATP'12 995	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 996	CF	64a	Galbo				Aplicación	Barbotina			Barbotina	Alisado	C	3
ATP'12 997	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 998	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 999	CF	64a	Borde y carena	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1000	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1000	CF	64A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1001	CF	64a	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1002	CF	64a	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'12 1003-1097	CF	64a	Borde	Recto	Plano horizontal	190					bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1006	CF	78	Galbo								Espatulado	Espatulado	B	2
ATP'12 1008	CF	78	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1010	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 1011	CF	77	Galbo								ST	ST	C	6
ATP'12 1012	CF	77	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1013	CE	62A	Galbo								Alisado	Espatulado	B	3
ATP'12 1014	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1015	CE	62A	Cuello								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1017	CF	64a	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'12 1018	CF	64a	Arranque								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1022	CF	77	Galbo				Impresión	circular		cara externa	Bruñido	Bruñido	G	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1028	CF	64a	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'12 1029-1047	CF	64a	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	100					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1031	CF	77	Galbo								bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1032	CE	26	Base								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1035	CE	26	Fondo	Plano							Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1036	CE	C. 216c	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'12 1038	CE	C. 216c	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1039	CE	C. 216c	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1040	CE	62A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1041	CE	62A	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1046-1045	CF	64a	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1057	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1058	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1059	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1060	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1063	CF	77	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'12 1065	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1066	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1068	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1069	CF	64a	Galbo								Bruñido	ST	C	2
ATP'12 1074	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1075	CF	78	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1082	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1083	CE	62a	Borde	Recto	Convexo simétrico	140	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1083	CF	64a	Borde	Recto	Engrosado		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 1085	CE	62A	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	5
ATP'12 1086	CE	62A	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'12 1090	CE	C. 212a	Borde	Cerrado	Plano horizontal	100					Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 1091	CE	C. 212a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 1093	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1094	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1095	CF	64a	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1096	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1099	CF	64a	Fondo	Plano							Bruñido	ST	C	2
ATP'12 1102	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1109	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'12 1110	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1111	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1114	CF	77	Borde	Abierto	Convexo simétrico	140					Alisado	Alisado	C	4
ATP'12 1116A	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1118	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1119	CF	64a	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1124	CF	78	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	B	3
ATP'12 1127	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1128A	CF	64a	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 1128B	CF	64a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1131	CF	77	Borde	Recto	Convexo simétrico	350	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	E	3
ATP'12 1135	CF	78	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'12 1136	CF	63A	Galbo								Bruñido	Espatulado	G	3
ATP'12 1141	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	G	6
ATP'12 1142	CF	63a	Borde	Abierto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1143	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1144	CF	63a	Base	Plano							Alisado	Alisado	G	6
ATP'12 1145	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1146	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 1147	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1150	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 1154	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1155	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1160	CF	63	Galbo								Espatulado	Espatulado	E	2
ATP'12 1162	CF	63	Galbo								Peine	Espatulado	C	2
ATP'12 1163	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1164	CF	63	Borde	Cerrado	Plano horizontal	160	Perforación	Circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1165	CF	63	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	220	Perforación	Circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1166	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1167	CF	63	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1168	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1174	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1174	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1176	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1177	CF	64	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'12 1182	CF	63	Arranque								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'12 1183	CF	78	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1184	CF	63	Galbo								Alisado	Espatulado	B	2
ATP'12 1185	CF	63	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1186	CF	63	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1190	CE	62A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1190	CF	63A	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1193	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 1195	CF	63a	Base	Plano							Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 1196	CF	63A	Galbo								Bruñido	Alisado	E	3
ATP'12 1198	CF	63a	Borde y cuello cóncavo entrante	Cerrado	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1199	CF	63a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1204	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1206	CF	63a	Galbo								Bruñido	Alisado	B	6
ATP'12 1214	CF	77	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1219	CF	77	Galbo								Alisado	Espatulado	D	4
ATP'12 1220	CF	77	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'12 1222	CF	63a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1224	CF	63a	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'12 1232	CF	77	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1233	CF	77	Galbo								Alisado	Espatulado	C	5
ASTP'12 1352	CF	63a	Galbo								Bruñido	Espatulado	E	2
ATP'12 1240	CF	63a	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1235	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'12 1236	CF	63a	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'12 1237	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 1238	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1239	CF	63a	Arranque								Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 1241	CF	63a	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'12 1242	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 1246	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1247	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1248	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1249	CF	63a	Borde	Recto	Convexo asimétrico al interior	400					Alisado	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1250	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1251	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1252	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1253	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1254	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1255	CF	63a	Arranque								ST	espatulado	E	5
ATP'12 1256	CF	63a	Arranque								ST	Alisado	C	3
ATP'12 1264	CF	78	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1265	CF	78	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1266	CF	78	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1267	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1268	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1269	CF	78	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1269b	CF	78	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1270	CF	78	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1271	CF	78	Borde	Recto	Convexo simétrico	260	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	2
ATP'12 1272	CF	78	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1278	CF	64	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1283	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	C	2
ATP'12 1285a	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'12 1286	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	E irreg	2
ATP'12 1287	CF	78	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1290	CF	78	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1291	CF	78	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1292	CF	78	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1294	CF	64	Galbo								Espatulado	Bruñido	E	5
ATP'12 1295	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1296	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1300	CF	64	Galbo								Alisado	Espatulado	E	2
ATP'12 1303	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1304	CF	63a	Galbo								Espatulado	Alisado	E	3
ATP'12 1305	CF	63a	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1306	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1307	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1308	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'12 1313	CF	64	Borde y carena	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1315	CF	80	Galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'12 1321	CF	64	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1323	CF	63a	Galbo								bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1324	CF	63a	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1325	CF	63a	Arranque								Alisado	Bruñido	E	3
ATP'12 1326	CF	63a	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	2
ATP'12 1329	CF	63	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1330	CF	63	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1336 (2)	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1337	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1337a	CF	80	Borde y galbo (7)	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1338	CF	63	Borde y galbos		convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1341	CF	63	Galbo				Perforación	circular			Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1341	CF	63	Borde y carena (3)	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1342	CF	63	Borde	Recto	Engrosado		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1346	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1347	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1353	CF	63a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'12 1353	CF	63a	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1353	CF	63a	Galbo (4)				Perforación	circular			Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1354a	CF	63a	Borde	Abierto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Espatulado	Alisado	E	4
ATP'12 1354b	CF	63a	Galbo (4)								Alisado	Alisado	E	2
ATP'12 1354c	CF	63a	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Convexo simétrico	240					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1360	CF	63a	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'12 1362	CF	63	Galbo				Perforación	circular			Alisado	Alisado	C	
ATP'12 1362	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'12 1362	CF	63a	Borde	Recto	Convexo simétrico	100	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1363	CF	63A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'12 1366	CF	63	Borde y cuello indicado	Abierto		220	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1367	CF	63	Galbo								Bruñido	Espatulado	E	2
ATP'12 1368	CF	63a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1370	CF	63a	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'12 1371	CF	63a	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1373	CF	63	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1373	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1375	CF	63a	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	300	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1375	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1376	CF	63a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'12 1377	CF	63a	Galbo					Aplicación	pezón	Superficie externa	Bruñido	Alisado	E	2
ATP'12 1377	CF	63a	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	E	3
ATP'12 1377a	CF	63a	Borde	Abierto	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1387	CF	80	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'12 1388	CF	80	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	4
ATP'12 1388	CF	80	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'12 1390-1392-1397	CF	80	Borde y cuello indicado. Carena. (3)	Abierto	Convexo simétrico	220-290	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1391	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'12 1395	CF	80	Borde y carena (5)	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Alisado	C	
ATP'12 1396	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1398	CF	80	Borde y carena	Abierto	Convexo simétrico	220					Bruñido	Alisado	C	
ATP'12 1399	CF	80	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	G	3
ATP'12 1408	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1408	CF	80	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1409	CF	80	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'12 1409	CF	80	Galbo								Alisado	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 1	CF	78	Borde y cuello cóncavo entrante	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 5	CF	79a	Borde	Recto	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 7	CF	79a	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 9	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 11	CF	63	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'13 12	CF	63	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 14	CF	63	Galbo								Perdido	Espatulado	B	2
ATP'13 15	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 16	CF	63	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 17	CF	63	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 18	CF	63	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 20	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 22	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 23	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'13 24	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 26	CF	79	Carena								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 27	CF	79	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 30	CF	79	Arranque								Bruñido	Bruñido	G	3
ATP'13 35 (2)	CF	79	Borde	Abierto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 36	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	7
ATP'13 41	CF	79a	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	H	5
ATP'13 43	CF	63	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'13 46	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión- incisión	ungulación-lineal		labio-bajo el borde	Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 47	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 49	CF	63	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 50	CF	63	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 51	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 52	CF	63	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 61	CF	79	Galbo (14)								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'13 72	CF	79	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 74	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 75	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 82	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 83	CF	79	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 88	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 89	CF	79	Galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'13 90	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 91	CF	79	Galbo								Espatulado	Alisado	H	2
ATP'13 92	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 93	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 94	CF	79	Galbo								Bruñido	Perdido	C	2
ATP'13 95	CF	79	galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'13 96	CF	79	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 97	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 98	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 99	CF	79	Galbo								ST	ST	B	7
ATP'13 104	CF	63	Borde	Abierto	Plano horizontal	200					Alisado	Alisado	C	6
ATP'13 107	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 108	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 109	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 110	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 111	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 112	CF	79	Borde	Recto	Engrosado	220	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'13 113	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 114	CF	79	Galbo (5)								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 117	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 118	CF	79	Galbo (5)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 119	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 120	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 121	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'13 122	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 123	CF	79	Galbo (5)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 124	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 125	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 129	CF	79	Arranque								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 130	CF	79	Arranque (2)								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 137	CF	79	Galbo (12)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 138	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 139	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 142	CF	79	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 143	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 145	CF	79	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 146	CF	79	Galbo				Aplicación	perdido		Cara externa	Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 147	CF	79	Galbo								Perdido	Bruñido	C	3
ATP'13 148	CF	79	Galbo (5)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'13 149	CF	79	Borde (2) y cuello cóncavo vertical	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 150	CF	79	Borde, cuello cóncavo vertical y hombro (2)	Recto	Convexo simétrico	290					Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 154	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 155	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 156	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'13 157	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'13 158	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 159	CF	79	Galbo (7)								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 160	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 161	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 162	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 163	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 167	CF	79	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior	130	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 176	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
Atp'13 177	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 178	CF	79	Arranque								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 179	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 180	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 181	CF	79	Galbo (5)								Alisado	Alisado	G	2
ATP'13 182 (2)	CF	79	Borde	Recto	Engrosado		Incisión	Acananladura		Bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 183	CF	79	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 184	CF	79	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 185 (2)	CF	79	Borde y galbos		Convexo simétrico	130	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'13 186	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 187	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 190 (2)	CF	79a	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior	120					Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 197	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 204	CF	79	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 205	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 206	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 207	CF	79	Borde		Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	3
ATP'13 208-401	CF	79	Galbo (2)								Alisado	Alisado	B	3
ATP'13 211	CF	79a	borde	Abierto	Convexo simétrico		Impresión-aplicación	triangulares-cordón-lineales		cara externa bajo el borde-sobre el cordón	Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 212	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 213	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 215	CF	79	Galbo								ST	Bruñido	C	3
ATP'13 217	CF	79	Galbo								Perdido	Alisado	G	3
ATP'13 218	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 219	CF	79	Borde	Cerrado	Plano horizontal	220	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'13 221	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 223	CF	79	Arranque								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 232	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 233	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 234	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 235 (4)	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico	310	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	H	3
ATP'13 236	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 237	CF	79	Borde y cuello indicado (2)	Recto	Convexo simétrico	180					Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'13 238	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'13 240	CF	79	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 241	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 243	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 247	CF	80a	Fondo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 248	CF	79	Borde	Cerrado	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 250	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 251	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 279	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico	320	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	3
ATP'13 280	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'13 289	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 294	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'13 295	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
atp'13 296	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'13 297	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 298	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	7
atp'13 299	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 300	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 301	CF	79	Borde	Abierto	Vuelto al exterior	190					Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 302	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 307	CF	79	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	H	3
ATP'13 308	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 309	CF	79	Base								Bruñido	Alisado	G	3
ATP'13 310	CF	79	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 311	CF	79	Arranque								Bruñido	Perdido	C	2
ATP'13 312	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 313	CF	79	Base								ST	St	C	7
ATP'13 314	CF	79	Galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'13 315	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 316	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 317	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 318	CF	79	Borde	Abierto	Convexo simétrico	230	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 319	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 320	CF	79	Galbo (5)								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 322	CF	79a	Borde	Abierto	Vuelto al exterior	180					Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 327	CF	79	Carena								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 328	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 329	CF	79	Borde (3)	Recto	Plano oblicuo al interior	130					Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 330	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 331	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'13 335	CF	79	Galbo (2)								Alisado	Alisado	H	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 336	CE	C. 225	Borde y cuello cóncavo vertical	Cerrado	Convexo simétrico	220					Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 337	CE	C. 225	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 338	CE	C. 225	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 339	CE	C. 225	Fondo								Alisado	Bruñido	C	5
ATP'13 340	CE	C. 225	Base								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 345	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 351	CF	79	Galbo (7)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 352	CF	79	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 355	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 358-360	CF	79	Galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'13 359	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 360	CF	79	Galbo								Bruñido	Perdido	C	2
ATP'13 361	CF	79	Borde (2)	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 362	CE	C. 225	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 364	CF	79a	Borde	Recto	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 366	CF	81	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 367	CF	81	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 368	CF	81	Arranque (2)								Bruñido	Bruñido	C	
ATP'13 369	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	B	3
ATP'13 970	CF	79	Base								Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 371	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 372	CF	79	Galbo (5)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 373	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 376	CF	79	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 379	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 380	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'13 396	CF	79	Galbo (3)								Alisado	Alisado	B	3
ATP'13 399	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 401	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 402	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 424	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 427	CF	79	Galbo (7)								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 431	CF	81	Arranque (2)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 450	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 467	CE	C. 226	Galbo (2)								Alisado	Alisado	H	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 468	CE	C. 227	Borde	Cerrado	Apuntado		Aplicación	Asa cinta		Cara externa bajo el borde	Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 469	CE	C. 227	Galbo								Alisado	Bruñido	H	2
ATP'13 473	CE	C. 227	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 474	CE	C. 227	Galbo								Bruñido	Alisado	G	10
ATP'13 475	CF	81	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 484	CE	C. 227	Asa								Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 485	CE	C. 227	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 488	CE	C. 227	Arranque								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'13 508	CE	C. 227	Galbo (3)								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'13 510	CE	C. 227	Pezón							desprendido	-	-	-	-
ATP'13 511	CE	C. 227	Borde								Alisado	Alisado	G	10
ATP'13 512	CE	C. 227	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	F	10
ATP'13 523	CF	81	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'13 526	CF	81	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 527	CF	81	Borde	Recto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 532	CE	C. 227	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 533	CF	79	Galbo (3)								ST	ST	B	7
ATP'13 534	CF	79	Arranque								Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'13 555	CF	81	Galbo				Aplicación	perdido		Cara externa	Alisado	Alisado	E	2
ATP'13.565	CF	79	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	E	2
ATP'13.575	CE	C. 227	carena								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 578	CE	C. 227	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 583	CE	C. 227	Galbo								Alisado	Alisado	C	9
ATP'13 592	CE	C. 227	Borde (2)	Cerrado	plano oblicuo interior						Bruñido	Bruñido	C	10
ATP'13 593	CE	C. 227	Borde	Cerrado	Vuelto al exterior						Bruñido	Bruñido	H	5
ATP'13 602	CF	79a	Arranque								Alisado	Espatulado	H	2
ATP'13 615	CF	79a	Borde	Recto	Convexo simétrico	40					Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 661	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'13 662	CF	79	Arranque								Bruñido	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 669	CF	81	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 670	CF	81	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 677-139	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 678	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 682	CF	79a	Borde	Abierto	Plano oblicuo interior						Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 683	CF	79a	Galbo								Alisado	Bruñido	C	10
ATP'13 684	CF	79a	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'13 685	CF	79a	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior	120					Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 687	CF	79	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 689	CF	79	Galbo (3)								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'13 690	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'13 693	CF	81	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 694	CF	81	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 695	CF	81	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 696	CF	81	Borde	Cerrado	Apuntado						Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 701	CF	81	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 709	CF	79	Borde		Plano horizontal	240	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	H	7
ATP'13 710	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 711	CF	79	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	H	3
ATP'13 712	CF	79	Borde	Abierto	Plano horizontal	100	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 713	CF	79	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 714	CF	79	Galbo (9)								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 717	CF	79	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico	280	Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 718	CF	83	Galbo (7)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 721	CF	81	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 722	CF	81	Galbo (5)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 728	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 748	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 749	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 750	CF	79	Galbo (2)								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 752	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'13 775	CE	C. 228	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 776	CE	C. 228	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 788	CE	C. 228	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 790	CE	C. 228	Galbo (2)								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'13 807	CE	C. 226	Galbo (8)								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'13 809	CF	79	Borde, galbo, fondo (2)	Cerrado	Plano horizontal	340	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 810	CF	79	Borde (9)	Recto	Plano horizontal	240	Perforación	Circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 817	CF	83	Galbo								ST	Bruñido	C	3
ATP'13 818	CE	C. 228	Galbo								Alisado	Alisado	B	5
ATP'13 819	CE	C. 228	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 828	CE	C. 228	Borde (2)	Recto	Plano horizontal oblicuo						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'13 830	CE	C. 228	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 839	CE	C. 228	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 855	CF	83	Galbo								Alisado	Bruñido	C	10
ATP'13 856	CF	83	Arranque								Espatulado	Espatulado	C	10
ATP'13 857	CF	83	Galbo								Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 864	CE	C. 228	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 881	CF	79A	Galbo								Bruñido	Perdido	C	3
ATP'13 882	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 883	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'13 894	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 895	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 896	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 897	CF	79a	Borde	Abierto	Plano horizontal	150	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 898	CF	79a	Borde	Abierto	Plano horizontal	280	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 910	CF	79	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'13 914	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 920	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 923	CF	79	Asa de lengüeta								Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 928	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 929	CF	79	Arranque								Bruñido	Alisado	H	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 939	CE	C. 229c	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 942	CE	C. 230	Borde		plano horizontal						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'13 949	CF	79	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'13 950	CF	79a	Borde	Recto	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 951	CF	79a	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	10
ATP'13 957	CE	C. 230	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'13 958	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 959	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	
ATP'13 963	CF	79a	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	5
ATP'13 964	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 965	CF	79a	Galbo				Impresión	circular lineal		superficie externa	Alisado	Alisado	C	5
ATP'13 967	CF	79A	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'13 979	CF	79a	Galbo (3)				Boquique		Lineal	Cara externa	Alisado	Bruñido	C	2
ATP'13 984	CF	79	Borde (2), galbo (25)	Recto	Plano oblicuo al interior	100					Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 986	CF	C. 232	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 987	CF	C. 232	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'13 995	CF	79a	Borde (2)	Recto	Convexo simétrico	180	Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 998	CF	79a	Borde	Cerrado	Apuntado	130					Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1011	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'13 1017	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 1020	CF	79a	Borde	Recto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1022	CF	79a	Fondo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 1023	CE	C. 230a	Borde	Recto	Plano horizontal		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	H	10
ATP'13 1049	CF	79	Arranque								Alisado	ST	C	3
ATP'13 1051	CF	79	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 1057	CF	79a	Galbo								Bruñido	Alisado	B	3
ATP'13 1058	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'12 1064	CF	79A	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 1065	CF	79a	Borde	Recto	Convexo simétrico	80					Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1069	CF	82	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1073	CF	79a	Borde y carena (3).	Recto	Convexo simétrico	170					Bruñido	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 1074	CF	79a	Borde	Recto	Vuelto al exterior	160					Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1079	CF	79a	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	5
ATP'13 1081	CF	79a	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'13 1082	CF	79a	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 1100	CF	79a	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'13 1112	CF	82	Galbo								Bruñido	Alisado	C	10
ATP'13 1129	CF	82	Galbo								Bruñido	Alisado	C	10
ATP'13 1130	CF	79a	Fondo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 1135	CF	79a	Galbo								Alisado	Espatulado	C	2
ATP'13 1150	N	85	Galbo								Alisado	Alisado	H	
ATP'13 1151	N	85	Galbo								Alisado	Alisado	H	
ATP'13 1155	CF	79A	Base								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 1157	CF	79a	Galbo				Perforación	circular			Espatulado	Espatulado	C	3
ATP'13 1158	CF	79a	Galbo (3)								Alisado	Espatulado	C	2
ATP'13 1165	CF	79a	Carena (2)								Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'13 1167	CF	79a	Borde	Cerrado	Vuelto al exterior	170					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 1168	CF	79a	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 1205	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'13 1211	CF	82	Borde (2), galbo (6)	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	10
ATP'13 1213	CF	79	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	4
ATP'13 1214	CF	79a	Borde	Cerrado	Vuelto al exterior	180					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 1237	N	87	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	10
ATP'13 1241	N	89	Galbo				Aplicación	desprendido		Cara externa	Bruñido	Alisado	C	5
ATP'13 1242	N	89	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'13 1250	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'13 1255	N	85	Galbo								Alisado	Espatulado	C	
ATP'13.1260	N	89	Arranque								Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 1265	N	89	Borde		Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'13 1268	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'13 1279	N	85	Galbo								ST	Alisado	C	
ATP'13 1298	CF	79	Arranque								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'13 1306	CF	79	Borde. Galbo (2)	Abierto	Apuntado						Bruñido	Alisado	C	2



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'13 1308 (p.N.)	CF	79	Borde (5), galbo (82); arranque (8); fondo (6)				Perforación	circular		Bajo el borde	Alisado	Alisado	C	2
ATP'13 1311	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	G	3
ATP'13 1312	CF	79	Fondo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'13 1313	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'14.4	CF	79b	Conjunto								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'14.5	CF	79b	Borde		Convexo simétrico	50					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'14.11	CF	79b	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'14.16	CF	79b	Borde	Cerrado	Vuelto al exterior		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	B	2
ATP'14.17	CF	79b	Arranque								Alisado	Alisado	C	2
ATP'14.103	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	4
ATP'14.110	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.121	CF	79	Galbo								Alisado	ST	H	2
ATP'14.132	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'14.137	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'14.144	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'14.158	N	91	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.159	N	91	Borde	Recto	Vuelto al exterior						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.163	CF	79	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.177	N	C. 236	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al interior	200					Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.204	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	E	4
ATP'14.215	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.216	CF	79	Galbo								Perdido	Alisado	C	2
ATP'14.218	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	G	4
ATP'14.224	CF	79	Borde	Cerrado	Plano horizontal						Alisado	Bruñido	C	7
ATP'14.226	CF	79-91	Galbo				Aplicación- Impresión	cordón- digitación		Cara externa- sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.254-281	N	89	Galbo-asa								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.258	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'14.281	N	89	Galbo				Aplicación	Asidero-cordón		superficie externa	Alisado	Bruñido	C	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'14.291	N	88	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'14.294	N	89	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'14.314	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	2
ATP'14.319	N	89	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión	lineal	oblicuas	sobre labio	Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.323	N	89	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'14.325	N	89	Asa								Alisado	-	G	4
ATP'14.327	N	88	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'14.329	N	88	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.334	N	88	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'14.335	N	88	Arranque								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'14.336	N	88	Galbo				Impresión	circular			Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.337	N	88	Borde	Cerrado	Plano oblicuo al interior		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	H	2
ATP'14.363	N	89	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.366	N	89	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.370	N	88	Borde				Impresión	circula	triangular		Bruñido	Alisado	B	2
ATP'14.375	N	89	Galbo								Alisado	Bruñido	C	4
ATP'14.384	N	89	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior		Incisión	Acanaladura			Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'14.406	N	89	Galbo				Impresión	triangular	lineal	Superficie externa	Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'14.415	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	H	3
ATP'14.419	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'14.427	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'14.428	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'14.447	CE	C. 230	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'14.452	N	89	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.456	N	89	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'14.462	N	89	Galbo				Impresión	lineal	triangular		Bruñido	Alisado	C	1
ATP'14.466	N	89	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'14.472	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.488	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.490	N	89	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.497	CF	79	Galbo								Alisado	Bruñido	C	2
ATP'14.498	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.501	CF	79	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	290-300					Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'14.507	N	89	Galbo (5)								Bruñido	Bruñido	C	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'14.508	N	89	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.509	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'14.517	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.538	N	89	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.539	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	G	1
ATP'14.541	N	89	Ficha								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.582	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	7
ATP'14.610	CF	79	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'14.626	N	93	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'14.627	N	93	Borde	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'14.634	N	94	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.685	N	94	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.686	N	94	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.703	CF	79	Borde	Cerrado	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.724	N	94	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'14.728	N	94	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	7
ATP'14.737	N	94	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	7
ATP'14.750	N	94	Galbo								Bruñido	Bruñido	H	2
ATP'14.753	N	89	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.754	N	89	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior		Incisión	lineal	paralelos		Bruñido	Alisado	C	7
ATP'14.771	N	501	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'14.782	N	501	Galbo								Alisado	Alisado	F	4
ATP'14.783	N	501	Galbo (2)								Alisado	Alisado	F	4
ATP'14.790	N	501	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.791	N	501	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'14.792	N	501	Galbo				Perforación	circular			Bruñido	Alisado	G	4
ATP'14.793	N	500	Borde	Abierto	Convexo simétrico	>200	Aplicación	perdido		superficie externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'14.806	N	94	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión			cara externa borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'14.837	N	86	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.843	N	501	Galbo								Bruñido	Bruñido	F	7
ATP'14.845	N	501	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.883	N	96	Galbo (2)								Bruñido	Alisado	C	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'14.884-888-889	N	96	Cuello								Bruñido	Bruñido	H	4
ATP'14.891	N	96	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.892	N	96	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	190	Incisión-aplicación	lineal-pezon	paralelo	sobre el labio-cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.893	N	500	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'14.900	CF	79	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.912	N	501	Galbo				Aplicación	desprendida		superficie externa	Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.913	N	501	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.925	N	501	Galbo				Aplicación	asidero		superficie externa	Alisado	Alisado	H	4
ATP'14.926	N	501	Galbo								Bruñido	perdido	C	1
ATP'14.928	N	501	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.929	N	501	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'14.942	N	240	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'14.943	N	501	Borde	Recto	Convexo simétrico	170					Bruñido	Alisado	G	3
ATP'14.949	N	501	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	4
ATP'14.950	N	501	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.1014	N	502	Galbo								Bruñido	Alisado	H	7
ATP'14.1018	N	502	Galbo								Bruñido	Alisado	B	7
ATP'14.1055	N	500	Borde y cuello indicado	Abierto	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.1065	N	500	Galbo (2)				Incisión	acanaladura		cara externa	Alisado	Bruñido	H	4
ATP'14.1067	CF	79	Galbo								Alisado	Alisado	E	4
ATP'14.1078	N	502	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'14.1101	N	500	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'14.1114	N	502	Galbo				Aplicación	cordón		superficie externa	Alisado	Alisado	C	1
ATP'14.1115	N	502	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	H	4
ATP'14.1130	CF	89a	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'14.1145	N	502	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'14.1157	CF	89a	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'14.1163	N	502	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Alisado	C	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'14.1161	N	500	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'14.1182	N	500	Borde y galbo (3)	Cerrado	Convexo simétrico	>130					Alisado	Alisado	E	4
ATP'14.1183	CF	89a	Borde (2)	Recto	Convexo simétrico		Impresión-aplicación	circular-cordón		bajo el borde-cara externa y sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'14.1195	CF	89a	Base								Alisado	Alisado	H	1
ATP'15.8	N	95	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'15.19	N	501	Borde	Recto	Plano oblicuo al interior	100	Impresión	digitación-cuñacircular		labio-bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'15.32	N	501	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'15.33	N	501	Galbo				Aplicación	desprendido		superficie externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'15.55	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	F	3
ATP'15.56a	N	501	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'15.72	N	95	Galbo								Alisado	Alisado	H	3
ATP'15.82	N	99	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	C	1
ATP'15.90a	N	501	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.91	N	501	Galbo (6)								ST	ST	C	
ATP'15.103	N	95	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'15.107	N	C. 244	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	3
ATP'15.108	N	C. 244	Borde	Abierto	Plano horizontal		Impresión	ungulación		labio	Alisado	Alisado	B	4
ATP'15.120	N	507	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.126	N	507	Galbo								Alisado	Alisado	E	3
ATP'15.148	N	99	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Impresión	circular		labio	Espatulado	Alisado	C	4
ATP'15.156	N	507	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'15.171	N	99	Borde	Abierto	Convexo simétrico						ST	Peine	C	3
ATP'15.187	N	507	Galbo								Alisado	ST	C	3
ATP'15.220	N	99	Borde	Recto	Plano horizontal						Alisado	Alisado	B	3
ATP'15.228	N	507	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión-aplicación	Circulares-cordón	cuña	Labio-cara externa-sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.243	N	507	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	B	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'15.248	N	507	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión-aplicación	circular-perdido		labio-cara externa	Espatulado	Alisado	C	3
ATP'15.255	N	507	Asa								ST	-	C	3
ATP'15.257	N	507	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.275	N	507	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión	Cuña		labio	Alisado	Alisado	C	4
ATP'15.285	N	507	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	140					Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.288	N	507	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'15.290	N	99	Asa								Alisado	-	E	3
ATP'15.307	N	507	Borde y cuello indicado		Convexo simétrico						ST	ST	C	3
ATP'15.364	N	507	Galbo								Alisado	Peine	C	2
ATP'15.365	N	507	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'15.366	N	507	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	3
ATP'15.384	N	507	Galbo				Aplicación	cordón		superficie externa	Alisado	Alisado	C	1
ATP'15.391	N	507	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	1
ATP'15.412	N	507	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.419	N	507	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.422	N	507	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.438	N	99	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	1
ATP'15.467	N	507	Galbo				Aplicación	perdido		superficie externa	Alisado	Alisado	H	3
ATP'15.479	N	99	Galbo								Espatulado	ST	C	3
ATP'15.481	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	D	3
ATP'15.489	N	99	Galbo								Espatulado	Alisado	C	1
ATP'15.491	N	99	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						ST	ST	C	3
ATP'15.497	N	99	Borde		Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	G	3
ATP'15.502	N	510	Galbo								Alisado	ST	H	4
ATP'15.503	N	510	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.504	N	510	Galbo								Alisado	Alisado	B	3
ATP'15.505	N	510	Galbo								Alisado	Alisado	C	3

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'15.508	N	510	Galbo				Aplicación- Impresión	Cordón-lineal vertical		Cara externa- sobre el cordón	Alisado	ST	C	3
ATP'15.509	N	510	Galbo								ST	St	E	3
ATP'15.510	N	507	Galbo								ST	ST	C	3
ATP'15.521	N	99	Borde	Recto	Apuntado						Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.537	N	99	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.539	N	99	Galbo (12)								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'15.543	N	508	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	E	3
ATP'15.551	N	510	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.557	N	507	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'15.588	N	99 H1	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'15.597	N	86	Galbo				Aplicación- Impresión	Cordón- ungulación		Cara exterior- sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.598	N	510	Galbo								Alisado	Espatulado	C	2
ATP'15.599	N	99 H1	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Perdido	ST	C	2
ATP'15.624	N	99H1	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'15.628	N	514	Borde	Recto	Engrosado exterior		Impresión	circular	bandas	cara exterior	Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'15.630	N	514	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	350					Espatulado	Alisado	C	3
ATP'15.633	N	515	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'15.635	N	99H1	Galbo								Concreción	Alisado	C	4
ATP'15.636	N	99H1	Galbo								Alisado	Peine	C	1
ATP'15.641	N	519	Galbo								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'15.649	N	99H1	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'15.650	N	99H1	Galbo								Espatulado	Espatulado	B	3
ATP'15.651	N	99H1	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'15.657	N	515	Borde	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'15.661	N	99	Galbo								Alisado	ST	C	3
ATP'15.667	N	520	Asa								Alisado	-	B	3
ATP'15.686	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'15.694	N	99	Galbo								ST	ST	H	3
ATP'15.696	N	99	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'15.697	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	C	9

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'15.703	N	99	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'15.706	N	99	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	1
ATP'15.708	N	515	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'15.709	N	515	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'15.710	N	515	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	2
ATP'15.715	N	515	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'15.725	N	99	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.740	N	99	Galbo								Peine	Peine	C	3
ATP'15.746	N	521	Galbo								Bruñido	Espatulado	E	3
ATP'15.758	N	519	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'15.762	N	515	Galbo								ST	ST	C	9
ATP'15.764	N	515	Fondo								Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'15.765	N	515	Galbo				Aplicación	perdido		Cara externa	Bruñido	bruñido	C	4
ATP'15.776	N	515	Galbo				Aplicación	cordón		Cara externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.795	N	515	Galbo								bruñido	ST	C	4
ATP'15.809	N	515	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.934	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	G	9
ATP'15.943	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	G	
ATP'15.951	N	99	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	1
ATP'15.974	N	99	Galbo								ST	ST	C	5
ATP'15.975	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	A	3
ATP'15.976	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	E	9
ATP'15.977	N	99	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'15.986	N	515	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'15.997	N	99	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'15.998	N	99	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	180	Aplicación	Asidero		Cara externa	Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.1002	N	99	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'15.1003	N	99	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.1006	N	515	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.1025	N	99	Borde	Cerrado	Apuntado						Alisado	Alisado	C	3
ATP'15.1026	N	99	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'15.1028	N	99	Borde	Recto	Plano horizontal		Impresión	Lineal		sobre labio	Espatulado	Espatulado	C	3
ATP'16.14	N	516	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.36	N	516	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Espatulado	Alisado	B	1
ATP'16.94	N	519	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	4
ATP'16.107	N	519	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.134	N	519	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'16.168	N	519	Borde		Apuntado		Impresión	Digitación		Labio	Espatulado	Espatulado	C	4
ATP'16.169	N	519	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	E	1
ATP'16.170	N	519	Galbo								Alisado	Alisado	G	3
ATP'16.188	N	519	Galbo								Alisado	Alisado	B	1
ATP'16.203	N	1040N	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Convexo simétrico	120					Peine	Bruñido	C	7
ATP'16.278	N	519	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'16.279	N	519	Galbo				Aplicación	perdido		cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.355	N	524	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'16.391	N	509	Borde (2) y galbo (5)	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'16.399	N	525	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.400	N	525	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	1
ATP'16.412	N	509	Galbo								Alisado	Alisado	G	1
ATP'16.413	N	509	Galbo								Bruñido	Alisado	H	2
ATP'16.414	N	509	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'16.421	N	522	Borde	Recto	Convexo simétrico		Aplicación	Asidero lengüeta		Cara externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'16.422	N	517	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	3
ATP'16.425	N	527	Galbo								Alisado	Alisado	F	2
ATP'16.427	N	527	Galbo								Alisado	ST	C	4
ATP'16.429	N	519A	Galbo								Bruñido	Alisado	G	2
ATP'16.432	N	519A	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'16.435	N	519A	Galbo								Alisado	Alisado	B	7
ATP'16.436	N	519A	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'16.474	N	519A	Galbo								ST	ST	C	4
ATP'16.478	N	509	Galbo								Alisado	Peine	C	2
ATP'16.480	N	509	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'16.494	N	519A	Galbo				Impresión	cuña	lineal	cara externa	Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'16.511	N	522	Galbo								Espatulado	Alisado	C	5
ATP'16.514	N	527	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	Ungulación		labio	Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.515	N	526	Galbo								Bruñido	bruñido	C	4
ATP'16.518	N	526	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'16.522	N	526	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'16.529	N	527	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	5
ATP'16.531	N	89	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Impresión	Lineal	vertical	sobre el labio	Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'16.532	N	89	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.543	N	527	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.548	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'16.557	N	89	Asa								Alisado	-	C	5
ATP'16.569	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'16.572	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	2
ATP'16.573	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.587	N	530	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'16.594	N	530	Borde	Recto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'16.595	N	530	Galbo								Alisado	ST	C	4
ATP'16.596	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico	220	Perforación	circular		panza	Bruñido	Bruñido	H	3
ATP'16.603	N	89	Carena				Aplicación	desprendido		Cara externa	Bruñido	ST	C	1
ATP'16.604	N	89	Galbo (2)								Espatulado	Alisado	C	4
ATP'16.614	N	530	Galbo								Espatulado	Alisado	C	4
ATP'16.615	N	530	Galbo								ST	ST	E	3
ATP'16.626	N	526	Galbo								Alisado	ST	G	4
ATP'16.628	N	526	Galbo (2)								ST	ST	C	9
ATP'16.640	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	A	1
ATP'16.642	N	526	Galbo								ST	ST	C	9
ATP'16.646	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'16.678	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'16.683	N	509H3	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.693	N	530H2	Galbo								Bruñido	Alisado	F	7
ATP'16.695	N	509H3	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'16.701	N	530H2	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'16.712	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.713	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	F	8
ATP'16.715	N	530	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	1
ATP'16.716	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.738	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.739	N	530	Galbo								Espatulado	Alisado	C	5
ATP'16.749	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.752	N	530	Galbo				Aplicación	Cordón	triangular	Cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.761	N	530	Borde y galbo (4)	Cerrado	Apuntado						Alisado	Peine	C	2
ATP'16.762	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'16.763	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'16.767	N	530	Galbo								Peine	Alisado	B	1
ATP'16.773	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'16.774	N	530	Borde		Convexo simétrico		Impresión	Lineal-Triangular		Labio-bajo el borde	Bruñido	Alisado	C	7
ATP'16.777	N	530	Borde	Abierto	Apuntado						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'16.780	N	530	Borde	Cerrado	Apuntado	240					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'16.786	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'16.790	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'16.791	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'16.800	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'16.802	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'16.804	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	B	4
ATP'16.808	N	530	Borde (2) y galbo	Cerrado	Plano horizontal	180					Espatulado	Alisado	C	1
ATP'16.824	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'16.834	N	530	Tapadera								Alisado	Alisado	F	4
ATP'16.836	N	530	Galbo								bruñido	Bruñido	B	4
ATP'16.838	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.845B	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'16.848	N	530	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'16.850	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'16.864	N	530	Borde y galbo	Cerrado	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'16.871	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'16.875	N	530	Galbo				Aplicación	perdida		Cara externa	Espatulado	Bruñido	C	1
ATP'16.877	N	530	Cuello								Alisado	ST	C	7
ATP'16.885	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'16.886	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.3	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.4	N	530H2B	Galbo				Aplicación	cordón		Cara externa	Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.5	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	B	1
ATP'17.6	N	530H2B	Borde	Recto	Convexo simétrico		Incisión- aplicación	lineal		Bajoel borde	Bruñido	Bruñido	B	4
ATP'17.14	N	518	Borde	Recto	Convexo simétrico	160					Espatulado	Peine	C	2
ATP'17.20	N	532P	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.22	N	532P	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.26	N	532	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.27	N	532	Galbo								Espatulado	Bruñido	G	1
ATP'17.28	N	518	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.29	N	518	Galbo								Alisado	Alisado	H	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.53	N	518	Galbo								Alisado	Alisado	B	8
ATP'17.62	N	532	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.65	N	533	Borde	Cerrado		130	Aplicación	asidero		cara externa	Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.66	N	532	Galbo								Alisado	Bruñido	C	1
ATP'17.68	N	532	Galbo								Alisado	Bruñido	A	7
ATP'17.74	N	518	Galbo								Alisado	Bruñido	H	8
ATP'17.78	N	518	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.95	N	532	Galbo								Alisado	ST	C	5
ATP'17.98	N	518	Galbo								Alisado	Perdido	C	7
ATP'17.99	N	518	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'17.100	N	518	Galbo								Alisado	perdido	C	7
ATP'17.101	N	518	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.106	N	518	Galbo								Alisado	Espatulado	G	2
ATP'17.117	N	518	Borde	Abierto	Convexo asimétrico al exterior						Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.118	N	518	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.119	N	518	Galbo				Aplicación	Asiderro		cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.120	N	518	Galbo (2)								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.132	N	532	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.158	N	518	Galbo								Alisado	Espatulado	C	4
ATP'17.175	N	532	Galbo								Perdido	Alisado	G	7
ATP'17.184	N	534	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.197	N	532	Galbo								Bruñido	Espatulado	B	4
ATP'17.205	N	536	Borde		Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.218	N	532	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'17.232	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.237	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	B	4
ATP'17.241	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'17.242	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.253	N	536	Borde		Convexo simétrico		Impresión	digitoungulaione s		Labio	Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.259	N	536	Galbo				Aplicación- impresión	Cordón- digitoungulación		cara externa-sobr el cordón	Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.268	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.288	N	530	Galbo				Aplicación- impresión	Cordón- digitoungulación		cara externa-sobr el cordón	Alisado	Alisado	C	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.304	N	536	Galbo				Aplicación	Asidero desprendid			Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.305	N	530H2B	Galbo								Espatulado	Espatulado	H	7
ATP'17.306	N	535	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.319	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.325	N	536	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.327	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.338	N	536	Borde y cuello indicado								ST	Alisado	C	2
ATP'17.339	N	536	Galbo				Aplicación	desprendido			Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.354	N	535	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.357	N	530H2B	Galbo								Bruñido	Alisado	B	8
ATP'17.378	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	H	5
ATP'17.383	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.387	N	535	Galbo								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'17.388	N	535	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.389	N	535	Borde								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.391	N	530H2B	Galbo								Bruñido	Bruñido	D	3
ATP'17.403	N	536	Galbo								Alisado	Peine	C	2
ATP'17.404	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	8
ATP'17.405	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.406	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.407	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.416	N	536	Galbo								Espatulado	Alisado	C	4
ATP'17.418	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.423	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	E	2
ATP'17.431	N	536	Cuello								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.433	N	535	Borde	Cerrado							Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.434	N	535	Borde y cuello indicado	Recto			Impresión	lineal	vertical paralelas	Labio	Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'17.435	N	535	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.436	N	535	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.454	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'17.460	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.461	N	536	Borde y cuello indicado	Abierto							Alisado	Bruñido	C	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.464	N	537	Galbo				Incisión	lineales	cenefas horizontal	Cara externa-sobre el cordón	Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.465	N	537	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión	Cuña	Bandas	Cara externa bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.475	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.478	N	536	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.481	N	536	Borde	Recto	Convexo simétrico		Aplicación	Asidero orejera		bajo el borde	Alisado	Alisado	D	4
ATP'17.490	N	530H2B	Borde	Recto	Convexo simétrico						ST	Alisado	B	3
ATP'17.492	N	530H2B	Galbo								Bruñido	Alisado	G	4
ATP'17.493	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.494	N	530H2B	Galbo				Impresión	circular	cenefa	cara externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.500	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.503	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.504	N	536	Arranque								Alisado	Alisado	H	5
ATP'17.506	N	536	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.466	N	537	Galbo								Alisado	ST	C	1
ATP'17.509	N	537	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.510	N	537	Base								ST	ST	H	4
ATP'17.511	N	537	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.513	N	537	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	Pastillas repujadas		Interior-exterior	Espatulado	Alisado	C	3
ATP'17.530	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.531	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.534	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.545	N	530H2B	Borde	Cerrado	Convexo simétrico		Impresión	Ungulación		Labio	Alisado	ST	B	5
ATP'17.549	N	537	Borde	Abierto	Vuelto al exterior						ST	ST	C	7
ATP'17.551	N	537	Galbo								Alisado	Perdido	H	4
ATP'17.557	N	539	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.559	N	539	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.573	N	536	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	B	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.586	N	537	Borde, cuello cóncavo vertical y hombro	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.610	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.619	N	537	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.620	N	537	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.631	N	530H2B	Galbo								Perdido	Alisado	G	4
ATP'17.649	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.650	N	536	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Aplicación	Asidero			Alisado	ST	B	4
ATP'17.655	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	G	1
ATP'17.662	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.671	N	537	Borde	Recto	Convexo simétrico	120-130					Alisado	Alisado	D	1
ATP'17.672	N	537	Galbo								ST	alisado	C	1
ATP'17.674	N	540	Galbo								Bruñido	Alisado	G	1
ATP'17.678	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.708	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.716	N	530H2B	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.717	N	530H2B	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.723	N	538	Borde	Recto	Engrosado						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.729	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Alisado	Alisado	B	1
ATP'17.731	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.732	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	G	4
ATP'17.733	N	538	Galbo								ST	ST	C	2
ATP'17.741	N	537	Galbo								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.755	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.756	N	538	Galbo								Alisado	Espatulado	C	1
ATP'17.759	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.763	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.764	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.776	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.783	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.784	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.800	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.803	N	530H2B	Galbo			200					Bruñido	Espatulado	G	1
ATP'17.805	N	536	Galbo								Alisado	Bruñido	B	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.808	N	538	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	1
ATP'17.809	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	B	7
ATP'17.814	N	538	Galbo (2)								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'17.817	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.818	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	lineal	paralelas	bajo el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.821	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.827	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.828	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.830	N	530H2B	Asa								Alisado	-	C	2
ATP'17.837	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	D	1
ATP'17.845	N	536	Borde		Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.853	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.855	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.859	EB	2000	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.860	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.863	EB	2000	Borde y carena	Recto	Plano horizontal		Incisión	circular-lineal	alternas	labio	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.873	N	538	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	7
ATP'17.874	N	538	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	300					Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.877	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.894	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.895	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.896	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.899	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	J	4
ATP'17.907	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.908	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.913	N	538	Galbo								Peine	Bruñido	C	4
ATP'17.919	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.920	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	digitación		borde cara interna	ST	Alisado	C	2
ATP'17.921	N	538	Galbo								Alisado	Bruñido	C	4
ATP'17.922	N	538	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	140					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.923	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.924	N	538	Galbo								Espatulado	Bruñido	C	2
ATP'17.931	EB	2000	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'17.932	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.942	EB	2000	Borde	Abierto	Plano oblicuo al interior						ST	Perdido	C	2
ATP'17.946	N	538	Borde y cuello indicado		Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.949	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico		Incisión	lineal	lineal paralela	labio	Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.950	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.951	N	538	Galbo								bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.952	N	538	Galbo								bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.968	EB	2000	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.969	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.970	EB	2000	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.971	EB	2000	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Incisión	zigzag	cenefa	cara interna borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.973	EB	2000	Galbo								Peine	Alisado	C	7
ATP'17.974	EB	2000	Borde y hombro	Recto	Vuelto al exterior		Incisión-impresión	zigzag-lineal-circular	lineal-triangular relleno	labio-cara externa bajo el borde	Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.975	EB	2000	Borde	Recto	Plano horizontal		Incisión	zigzag-acanaladura	cenefa-lineal	labio-cara externa bajo borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.976	EB	2000	Galbo				Incisión-impresión	lineal-circular		cara externa	Alisado	bruñido	C	7
ATP'17.977	EB	2000	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.978	EB	2000	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'17.979	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.984	N	530H2B	Borde (3), galbo (20)		Convexo simétrico	80					Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.996	EB	2000	Cuello				Impresión	Picos	cenefa		Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.997	EB	2000	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.998	EB	2000	Galbo				Aplicación-impresión	cordón-digitación		cara externa-sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.999	EB	2000	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1002	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1003	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.1004	N	530H2B	Borde	Recto	Convexo simétrico	160					Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1009	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	C	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1017	N	530H2B	Borde		Convexo asimétrico al interior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1033	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1036	EB	2000	Borde	Recto	Engrosado						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1037	EB	2000	Galbo								Alisado	Bruñido	C	1
ATP'17.1039	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1044	EB	2000	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.1045	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1047	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1061	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.1067	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	A	1
ATP'17.1069	N	536	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Convexo simétrico	200					Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1080	N	530H2B	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1083	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.1084	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1085	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1086	N	538	Borde	Cerrado	Plano horizontal		Incisión	lineal		labio	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1088	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'17.1089	N	538	Galbo								bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.1090	N	538	Galbo (3)								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.1092	N	538	Galbo								Espatulado	Bruñido	G	7
ATP'17.1093	N	538	Galbo								Espatulado	Alisado	E	7
ATP'17.1094	N	538	Asa								Alisado	-	B	4
ATP'17.1095	N	538	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	2
ATP'17.1099	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1107	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1102	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1107	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	3
ATP'17.1112	N	530H2B	Galbo				Impresión	circular	Lineal	cara externa	Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.1113	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	A	4
ATP'17.1115	N	530H2B	Galbo								Alisado	Alisado	G	1
ATP'17.1119	EB	2001	Cuello y hombro				Impresión	digito-ungulación		cara exterior	ST	ST	C	7
ATP'17.1120	EB	2001	Galbo								Perdido	Alisado	C	7
ATP'17.1121	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1122	EB	2001	Galbo				Aplicación	Barbotina			Barbotina	Alisado	C	2
ATP'17.1133	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	B	7
ATP'17.1138	EB	2001	Base								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1139	EB	2001	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.1140	EB	2001	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.1141	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1142	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1144	EB	2001	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1146	EB	2001	Galbo								Barbotina	Alisado	G	7
ATP'17.1148	EB	2001	Arranque								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1149	EB	2001	Galbo								Bruñido	Alisado	B	7
ATP'17.1152	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1153	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1154	EB	2001	Asa								Alisado	Alisado	C	8
ATP'17.1155	EB	2001	Galbo (4) y base	Plano							Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1156	EB	2001	Galbo (3)								Bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.1159	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1170	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'17.1171	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	6
ATP'17.1172	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1173	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1174	EB	2001	Arranque								Alisado	ST	G	7
ATP'17.1176	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1178	EB	2001	Galbo				Aplicación-impresión	cordón-digitoungulación		cara externa-sobre le cordón	Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1179	N	538	Galbo								Bruñido	Espatulado	G	7
ATP'17.1180	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.1181	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1183	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1189	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1193	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'17.1194	N	538	Asa								Alisado	-	B	5
ATP'17.1198	N	538	Borde	Cerrado	Convexo simétrico	240					Alisado	Alisado	B	7
ATP'17.1200	N	538	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1201	N	538	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	8
ATP'17.1208	EB	2001	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1209	EB	2001	Borde y cuello indicado	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1210	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1211	EB	2001	Carena								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.1212	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	H	5
ATP'17.1213	EB	2001	Hombro								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.1214	EB	2001	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1215	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1216	EB	2001	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1218	EB	2001	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1230	N	542	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1231	N	542	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.1234	N	542	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1236	EB	2001	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1239	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1242	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1266	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1276	EB	2003N	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1286	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1288	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1289	N	538	Arranque								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.1290	N	538	Galbo								Espatulado	Alisado	B	5
ATP'17.1292	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1295	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1307	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1311	N	530	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	B	8
ATP'17.1318	N	530	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1320	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.1322	N	536	Galbo (4)								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1323	N	536	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1348	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.1349	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1353	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1356	N	530	Borde	Recto	Vuelto al exterior	160					Perdido	Alisado	C	2
ATP'17.1360	N	530	Galbo								ST	Alisado	C	4
ATP'17.1364	N	538	Galbo								Espatulado	Alisado	C	4
ATP'17.1378	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.1382	EB	2003S	Galbo								Alisado	ST	B	7
ATP'17.1383	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1384	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1388	EB	2003S	Cuello								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1397	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1398	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1406	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.1410	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1412	N	538	Borde y galbo	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Alisado	G	4
ATP'17.1415	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Alisado	C	2
ATP'17.1420	EB	2003S	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.1426	EB	2003S	Carena				Incisión	lineales		sobre carena	Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1428	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1429	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1431	EB	2003S	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'17.1433	EB	2003S	Galbo				Incisión	lineales	espiga	cara externa	Alisado	Bruñido	G	7
ATP'17.1437	N	530	Galbo								Alisado	Bruñido	C	3
ATP'17.1441	N	530	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.1463	N	530	Borde	Cerrado	Convexo simétrico					labio	Espatulado	Espatulado	C	4
ATP'17.1467	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1471	N	536	Galbo (3)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.1479	N	536	Borde	Recto	Plano horizontal						Espatulado	Bruñido	C	3
ATP'17.1486	N	544	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1487	N	544	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'17.1492	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	G	8
ATP'17.1496	EB	2003S	Borde, cuello cóncavo vertical, galbo (12)	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	H	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1497	EB	2003S	Galbo								Perdido	Alisado	C	1
ATP'17.1498	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1499	N	536	Galbo								Alisado	Bruñido	G	5
ATP'17.1501	N	536	Fondo	Plano							Espatulado	Alisado	C	4
ATP'17.1502	N	536	Galbo								Espatulado	Espatulado	C	5
ATP'17.1507	EB	2003N	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1509	EB	2003N	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1511	EB	2003N	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1512	EB	2003N	Borde y galbo (6)		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1516	EB	2003N	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1518	EB	2003N	Galbo				Incisión	lineal paralela		cara externa	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1521	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1523	N	538	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Espatulado	Espatulado	C	1
ATP'17.1525	N	538	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'17.1530	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1531	N	536	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión	lineal	verticales paralelas	labio	Alisado	Alisado	B	3
ATP'17.1533	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1534	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1537	N	536	Borde		Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1539	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1540	EB	2003S	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Engrosado		Impresión- aplicación	zigzag	cenefa horizontal y guirnalda	bajo borde	Alisado	Alisado	B	7
ATP'17.1547	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1550	N	543	Galbo								Alisado	Bruñido	C	1
ATP'17.1551	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1555	EB	2003S	Borde	Recto	Convexo asimétrico al exterior						Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.1556	EB	2003N	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'17.1559	EB	2003N	Borde y cuello cóncavo entrante	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1560	EB	2003N	Galbo (3)								Alisado	Alisado	G	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1561	EB	2003N	Galbo								Alisado	Espatulado	G	7
ATP'17.1562	EB	2003N	Galbo								Alisado	ST	G	7
ATP'17.1565	EB	2003N	Fondo	Plano							Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1566	EB	2003N	Galbo				Aplicación	barbotina		Cara externa	Barbotina	Alisado	G	7
ATP'17.1569	EB	2003N	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1570	EB	2003N	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.1571	EB	2003N	Carena								Alisado	Alisado	H	7
ATP'17.1579	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.1587	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1550	n	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1600	N	538	Asa				Aplicación	Asidero		Cara externa	Alisado	-	C	7
ATP'17.1602	N	538	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Perforación	circular		bajo el borde	Bruñido	Espatulado	C	2
ATP'17.1603	N	538	Cuello								Alisado	ST	C	4
ATP'17.1605	EB	2003S	Base								Alisado	ST	G	6
ATP'17.1607	EB	2003S	Fondo	Plano							ST	Alisado	C	2
ATP'17.1612	N	530	Galbo								Perdido	Alisado	C	4
ATP'17.1622	EB	2003S	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1623	EB	2003S	Galbo								ST	Bruñido	C	7
ATP'17.1638	N	530	Galbo				Aplicación- impresión- incisión	Asidero-cuña- circular		cara externa- en torno asa	Alisado	Bruñido	C	2
ATP'17.1646	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	5
ATP'17.1649	N	536	Borde (2)	Cerrado	Convexo simétrico	230					Espatulado	Bruñido	C	3
ATP'17.1656	EB	2003S	Base	Plano							Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1657	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1658	EB	2003S	Carena								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1659	EB	2003S	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'17.1660	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1666	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1667	N	530	Galbo				Aplicación	botones	lineal	cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1668	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1669	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.1670	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1671	EB	2003N	Base								Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.1672	EB	2003N	Galbo								Alisado	Espatulado	G	7
ATP'17.1675	EB	2003N	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'17.1676	EB	2003N	Galbo								Alisado	Alisado	H	2

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1677	EB	2003N	Galbo								Bruñido	Alisado	C	6
ATP'17.1684	EB	2003N	Borde y galbo		convexo simétrico		Incisión	lineal		cara externa	ST	Alisado	G	7
ATP'17.1693	N	530	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Impresión	ungulaciones		labio	Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1699	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1700	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	2
ATP'17.1702	N	530	Galbo								ST	ST	B	4
ATP'17.1710	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	H	5
ATP'17.1711	N	536	Borde y galbo	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.1717	N	536	Galbo				Aplicación	Desprendido		cara externa	Alisado	Alisado	B	1
ATP'17.1720	N	536	Borde		Convexo asimétrico al exterior						ST	ST	C	4
ATP'17.1721	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1727	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Alisado	G	7
ATP'17.1728	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1729	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	G	7
ATP'17.1730	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.1731	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1732	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'17.1740	EB	2003N	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al exterior						Bruñido	Alisado	G	7
ATP'17.1741	EB	2003N	Carena								Bruñido	Bruñido	C	8
ATP'17.1744	EB	2003N	Galbo								Perdido	Alisado	C	3
ATP'17.1746	EB	2003N	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Aplicación	Orejeras- impresión	circular	bajo el borde- encima y bajo el asidero	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1748	N	530H3	Galbo								Alisado	ST	H	8
ATP'17.1755	N	530	Galbo				Aplicación	Asidero		cara externa	Espatulado	Alisado	G	7
ATP'17.1757	N	530	Galbo				Aplicación- impresión	cordón- digitación		cara externa- sobre el cordón	Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.1758	N	530	Galbo				Impresión	oval vertical	cenefa	cara externa	Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.1759	N	530	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior						Bruñido	Bruñido	B	5
ATP'17.1760	N	530	Cuello								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.1761	N	530	Galbo				Aplicación	Desprendido		Cara externa	Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.1762	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7



SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1773	N	538	Galbo								ST	Alisado	C	1
ATP'17.1776	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1778	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'17.1779	N	538	Galbo								Bruñido	bruñido	C	7
ATP'17.1780	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	3
ATP'17.1782	N	538	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.1785	N	538	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1792	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.1794	N	538	Hombro								Alisado	Alisado	J	5
ATP'17.1800	N	538	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.1803	N	538	Borde		Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1805	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'17.1809	N	538	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'17.1810	N	538	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1815	N	538H2	Galbo								Bruñido	Alisado	G	5
ATP'17.1816	N	538H2	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1819	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.1821	N	530	Galbo				Aplicación	Asidero		Cara externa	Alisado	ST	C	2
ATP'17.1823	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1828	N	536	Galbo								ST	ST	B	2
ATP'17.1829	N	536	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1832	EB	2003S	Carena				Impresión	cuneiforme		sobre carena	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1833	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1834	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1841	N	530	Galbo				Aplicación- impresión	cordón- digitoungulación		cara externa- sobre cordón	Alisado	Alisado	H	1
ATP'17.1842	N	530	Borde		Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1843	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1851	N	530	Asa								Alisado	-	B	4
ATP'17.1853	N	530	Galbo (3)								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'17.1856	N	530	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						ST	ST	C	4
ATP'17.1863	EB	2003S	Galbo								Alisado	Espatulado	G	2
ATP'17.1867	N	530	Galbo				Aplicación	cordón (2)		cara externa	Alisado	Alisado	H	1
ATP'17.1873	N	530	Galbo								Espatulado	Alisado	B	4
ATP'17.1877	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	1

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1880	N	530	Galbo								Espatulado	Alisado	C	2
ATP'17.1893	N	543	Galbo				Incisión	acanaladura		cara externa	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1894	N	543	Borde		Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	B	5
ATP'17.1897	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1905	N	536	Galbo								Bruñido	Alisado	B	2
ATP'17.1916	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1919	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1920	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.1921	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.1922	EB	2003S	Borde y carena	Recto	Convexo simétrico		Impresión	lineal-digitoungulación	verticales paralelas	labio- cara externa carena	ST	ST	C	7
ATP'17.1923	EB	2003S	Borde y cuello	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.1925	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1929	EB	2003S	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Convexo simétrico		Impresión	ungulación		labio	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1930	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1932	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.1934	EB	2003S	Galbo								Alisado	Espatulado	C	7
ATP'17.1936	N	543	Galbo								Bruñido	Alisado	H	4
ATP'17.1937	N	543	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	G	4
ATP'17.1947	N	543	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	1
ATP'17.1949	N	543	Galbo								Alisado	ST	C	4
ATP'17.1952	N	536	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.1953	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1954	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1959	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	A	9
ATP'17.1967	EB	2003S	Borde y cuello cóncavo vertical. Carena	Recto	Vuelto al exterior		Impresión	triangular	cenefas	cara externa bajo el borde-carena	Bruñido	Alisado	H	2
ATP'17.1968	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.1969	N	530	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1972	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'17.1976	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	D	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.1979	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1980	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1982	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.1988	N	530	Borde y galbo (2)	Recto	Convexo asimétrico al interior	160	Impresión	cuña		cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1990	EB	2003S	Galbo				Aplicación	cordón		cara externa	Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.1992	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.1994	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.1996	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'17.2002	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2005	N	530	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2006	N	530	Cuello								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.2011	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.2017	N	530	Pella								-	-		
ATP'17.2020	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.2021	N	530	Galbo				Incisión	Cuña	cenefa horizontal	cara externa	Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.2022	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	5
ATP'17.2027	N	530	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Apuntado	130-140	Impresión	digitaciones- digitoungulacion es		cara interna borde- cara externa	Alisado	Bruñido	C	4
ATP'17.2030	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2035	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.2037	N	530	Borde	Abierto	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2043	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.2046	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.2049	N	536	Galbo								Alisado	Alisado	H	2
ATP'17.2056	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.2057	N	543	Galbo								Espatulado	Alisado	G	4
ATP'17.2062	N	543	Borde	Recto	Convexo simétrico						Espatulado	Alisado	C	4
ATP'17.2063	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.2065	N	543	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.2069	N	536	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'17.2070	N	2003S	Galbo								Concreción	Alisado	C	7
ATP'17.2071	N	2003S	Asa								Alisado	-	C	7
ATP'17.2072	N	2003S	Borde		Vuelto al exterior		Incisión	lineal		bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2073	EB	2003S	Galbo								ST	ST	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.2074	N	2003S	Borde	Recto	Vuelto al exterior		Incisión	zigzag-lineal	cenefa	cara interna sobre el borde-cara externa bajo el borde	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2076	N	536	Cuello								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.2077	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2078	EB	2003S	Galbo								Alisado	ST	C	7
ATP'17.2079	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.2080	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	G	7
ATP'17.2083	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.2085	EB	2003S	Borde	Recto	Convexo simétrico	90					Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.2086	EB	2003S	Borde	Recto	Convexo simétrico						ST	Alisado	C	1
ATP'17.2087	EB	2003S	Galbo								Bruñido	bruñido	C	7
ATP'17.2088	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Perdido	C	2
ATP'17.2089	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2090	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2092	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	G	7
ATP'17.2096	N	543	Galbo								Bruñido	Espatulado	C	1
ATP'17.2107	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2115	N	543	Galbo				Aplicación- Impresión	cordón- digitoungulacion es		cara externa- sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2123	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2127	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.2129	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2134	N	530	Galbo (3)								ST	Alisado	C	2
ATP'17.2135	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	J	4
ATP'17.2141	N	530	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior						Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2142	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2143	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2144	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.2145	N	530	Asa								Alisado	-	C	2
ATP'17.2156	N	543	Galbo								Espatulado	Alisado	C	3
ATP'17.2167	EB	2003S	Galbo				Aplicación	Aplique		cara externa	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2168	EB	2003S	Galbo								ST	perdido	G	7
ATP'17.2170	EB	2003S	Galbo								ST	ST	E	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.2174	EB	2003S	Borde y carena	Abierto	Convexo simétrico		Incisión	ZigZag-cuneiformas-lineal	lineal	Cara interna bajo el borde-cara externa bajo el borde-carena	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2177	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2180	EB	2003S	Borde		Plano horizontal						Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2181	EB	2003S	Borde	Abierto	Convexo simétrico		Incisión	lineal		labio	ST	ST	C	1
ATP'17.2182	EB	2003S	Borde y cuello		convexo simétrico		Impresión	lineal	horizontal y paralelas	sobre el borde	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2184	EB	2003S	Borde y carena		convexo asimétrico al interior		Incisión	lineal	horizontales y oblicuas	cara externa	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2187	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	4
ATP'17.2190	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2191	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2194	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.2195	N	530	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	2
ATP'17.2200	N	530	Galbo								Alisado	ST	E	4
ATP'17.2211	N	530	Pella								-	-		
ATP'17.2212	N	530	Galbo				Aplicación-impresión	Cordón-Lineal		Cara externa-sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2217	N	530	Galbo				Aplicación	mamelón		cara exterior	Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2224	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2241	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2243	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.2244	EB	2003S	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2245	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2248	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2249	EB	2003S	Base								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2250	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2251	EB	2003S	Borde y cuello cóncavo abierto				Impresión	Digitación		Labio	Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2252	EB	2003S	Borde	Recto	Plano horizontal		Impresión	digitación		labio	ST	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.2255	N	530	Galbo				Aplicación	arranque de asa		cara exterior	Alisado	Alisado	H	2
ATP'17.2260	N	530	Borde		Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	G	4
ATP'17.2261	N	530	Borde (3) y galbo (4)	Abierto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2276	EB	2003S	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Alisado	C	7
ATP'17.2277	EB	2003S	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2278	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.2279	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2280	EB	2003S	Galbo				Incisión	lineal	paralelo	cara externa	Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2281	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	G	7
ATP'17.2283	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2288	EB	2003S	Galbo								ST	Alisado	G	7
ATP'17.2289	EB	2003S	Galbo				Aplicación	Barbotina			Barbotina	Alisado	C	7
ATP'17.2290	N	536	Borde	Recto	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2313	N	543	Asa								Alisado	-	C	4
ATP'17.2320	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.2326	N	543	Galbo				Aplicación	arranque de asa		Cara exterior	Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.2330	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	G	8
ATP'17.2331	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2332	EB	2003S	Arranque								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2336	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2337	EB	2003S	Galbo								Alisado	Bruñido	C	7
ATP'17.2341	EB	2003S	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2343	EB	2003	Arranque								ST	Alisado	C	7
ATP'17.2347	N	530	Borde	Cerrado	Convexo asimétrico al interior						Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2360	N	530	Arranque								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2361	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2368	N	530	Galbo								ST	ST	C	7
ATP'17.2369	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2370	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2371	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2372	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	Ø mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.2373	N	530	Galbo				Impresión	digitoungulación		cara exterior	Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.2374	N	530	Galbo				Impresión	digitoungulación		cara exterior	Alisado	Alisado	G	4
ATP'17.2377	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	F	4
ATP'17.2378	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2379	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.2380	N	543	Galbo								alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2382	N	530	Borde y cuello indicado	Recto	Plano horizontal						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2385	N	530	Cuello				Aplicación- Impresión	Cordón- digitoungulación		cara externa- sobre el cordón	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2387	N	530	Galbo								Alisado	ST	C	2
ATP'17.2398	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.2400	N	530	Galbo				Aplicación	Asidero		cara externa	Alisado	Alisado	B	7
ATP'17.2413	N	530	Galbo				Aplicación	restos arranque		cara externa	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2418	N	530	Arranque								Perdido	Alisado	C	1
ATP'17.2424	N	530	Borde	Abierto	Plano horizontal		Impresión	ungulación		labio	Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2426	N	530	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.2427	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	G	1
ATP'17.2429	EB	2003S	Galbo								Alisado	Alisado	C	3
ATP'17.2430	EB	2003S	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2433	EB	2003S	Galbo				Aplicación	Despendida		Cara externa	Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2436	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2437	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2441	EB	2000	Borde	Recto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2443	EB	2000	Galbo								ST	Alisado	C	7
ATP'17.2456	N	530	Galbo				Aplicación	asidero dependido		cara externa	Alisado	Alisado	E	1
ATP'17.2461	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2462	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	B	4
ATP'17.2463	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	C	7
ATP'17.2468	N	530	Galbo								Alisado	Alisado	H	4
ATP'17.2471	EB	2000	Arranque								Bruñido	Espatulado	C	7
ATP'17.2475	EB	2003N	Fondo	Plano							ST	Alisado	C	7
ATP'17.2476	EB	2003N	Galbo								ST	Alisado	C	7

SIGLA	CRONO.	UE	FRAG.	FORMA	LABIO	∅ mm	TÉCNICA DECORATIVA	ELEMENTO	MOTIVO	LOCALIZACIÓN	TRAT. EXT.	TRAT. INT.	COCCIÓN	G. VISU
ATP'17.2478	EB	2000	Arranque								Alisado	ST	C	2
ATP'17.2479	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	E	7
ATP'17.2480	EB	2000	Galbo				Aplicación	Barbotina		cara externa	Barbotina	Alisado	G	4
ATP'17.2482	EB	2000	Base	Plano							Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2484	EB	2000	Borde y cuello cóncavo vertical	Recto	Vuelto al exterior						Alisado	Alisado	B	2
ATP'17.2487	EB	2000	Galbo								Alisado	Alisado	G	7
ATP'17.2490	EB	2000	Galbo				Incisión	lineal	lineal-espiga	cara externa	Bruñido	Bruñido	E	7
ATP'17.2491	N	543	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	2
ATP'17.2495	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.2507	N	530	Borde	Abierto	Convexo simétrico	110					Alisado	Alisado	C	1
ATP'17.2511	N	530	Cuello								Alisado	Alisado	G	2
ATP'17.2515	EB	2000	Base	Plano			Impresión	cesteria			ST	ST	C	7
ATP'17.2516	EB	2003N	Borde	Cerrado	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2517	EB	2003N	Borde	Abierto	Convexo simétrico						Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2518	EB	2003N	Borde y cuello cóncavo vertical	Abierto	Convexo simétrico						bruñido	Bruñido	G	7
ATP'17.2522	EB	2003N	Galbo								Espatulado	Alisado	C	7
ATP'17.2523	EB	2003N	Galbo								Bruñido	Bruñido	C	7
ATP'17.2528	N	543	Galbo								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2538	N	530	Borde	Recto	Convexo simétrico		Impresión-aplicación	digitoungulación-cordón-cuña	lineal-cenefa	labio-cara externa-sobre el cordón	Espatulado	Espatulado	C	5
ATP'17.2539	N	530	Galbo								Bruñido	Alisado	C	1
ATP'17.2551A	N	543	Galbo (2)								Alisado	Alisado	C	4
ATP'17.2553	N	543	Galbo (4)								Bruñido	Alisado	C	4
ATP'17.2554	N	543	Galbo				Aplicación	Asidero perdida		Cara externa	Bruñido	Bruñido	C	5
ATP'17.2557	N	543	Galbo (3)								Alisado	Alisado	C	4

Anexo A: Total de piezas descritas de visu para la selección de las muestras. Crono-Cronología/Chronology. UE-Unidad estratigráfica/Stratigraphic Unit. ∅ mm-Diámetro en mm aproximados/Diameter in mm. Trat. Ext.-Tratamiento exterior/External surface. Trat. In.-Tratamiento interno/Internal surface. G.Visu-Grupo de *visu* /Visu group.





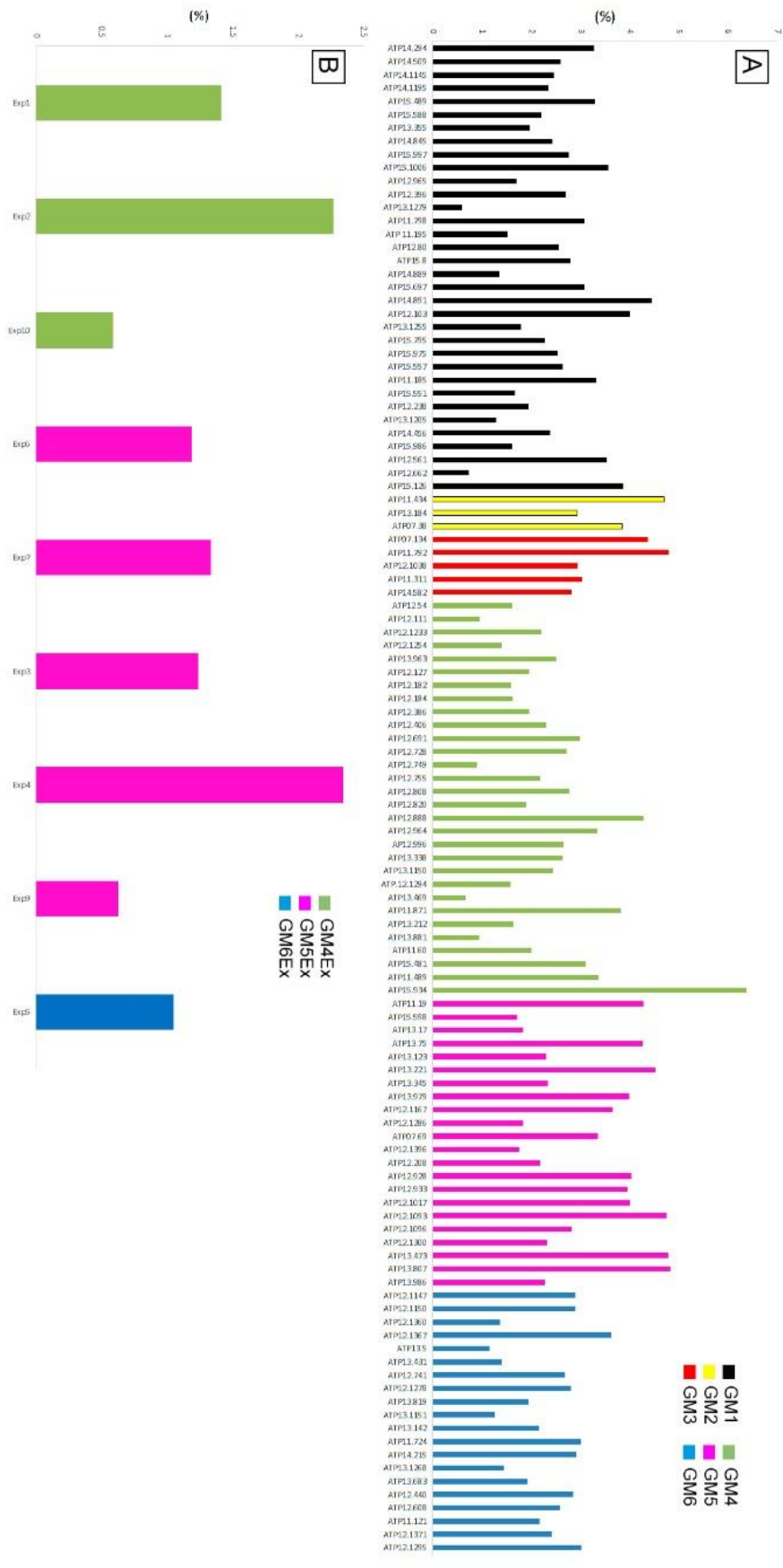
# ANEXO B







ANEXO B



Anexo B2: Gráfico de los valores de LOI. (A) Histograma de los valores de LOI para cada muestra arqueológica por GM, expresado en %. (B) Histograma de los valores de LOI para cada muestra experimental por GM, expresado en %.

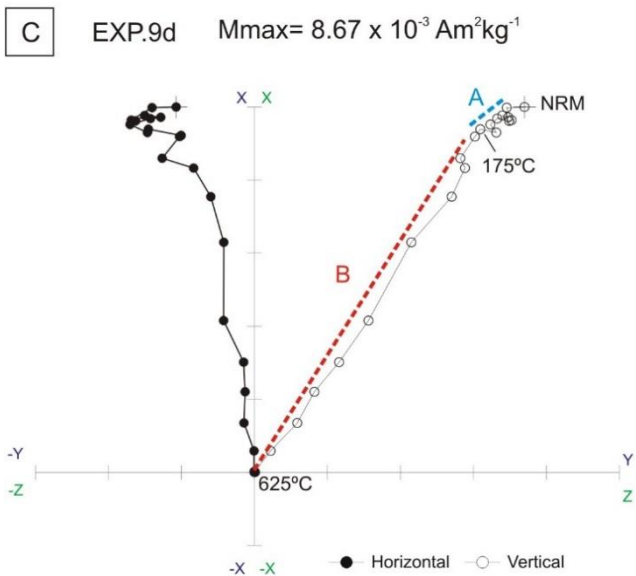
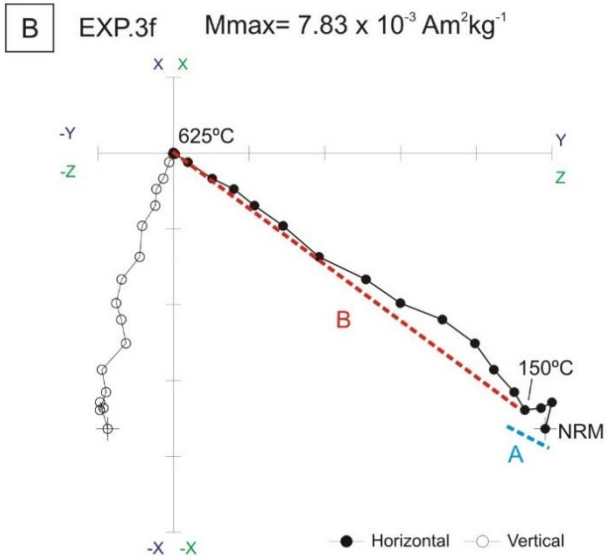
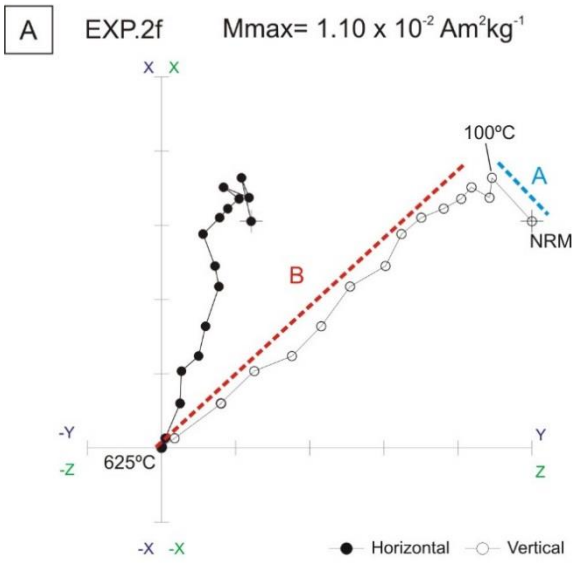


# ANEXO C

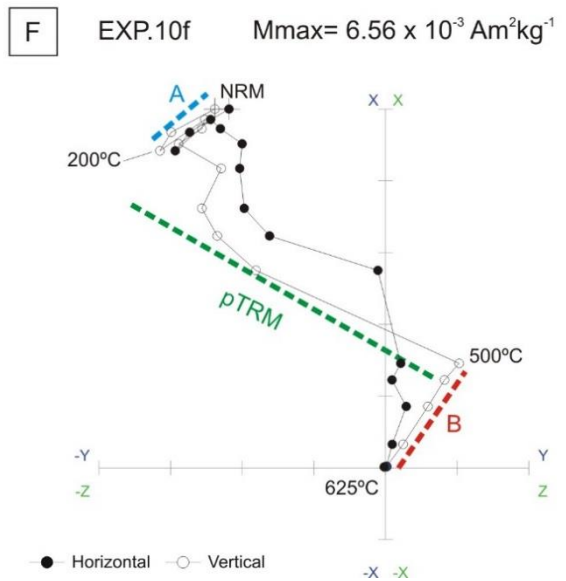
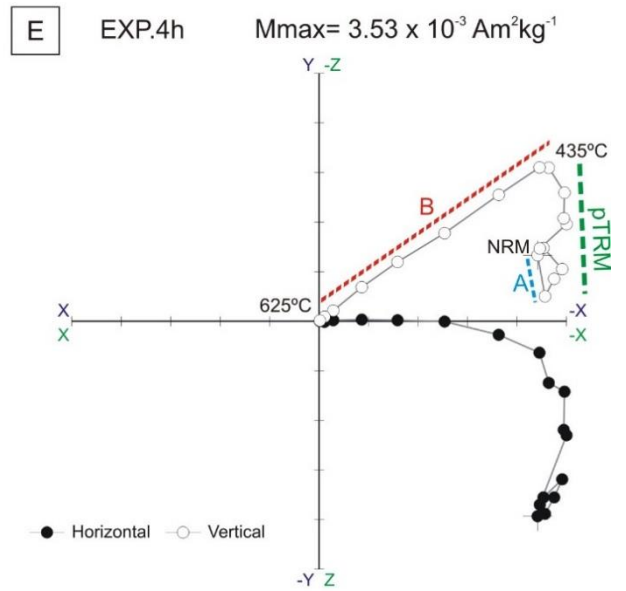
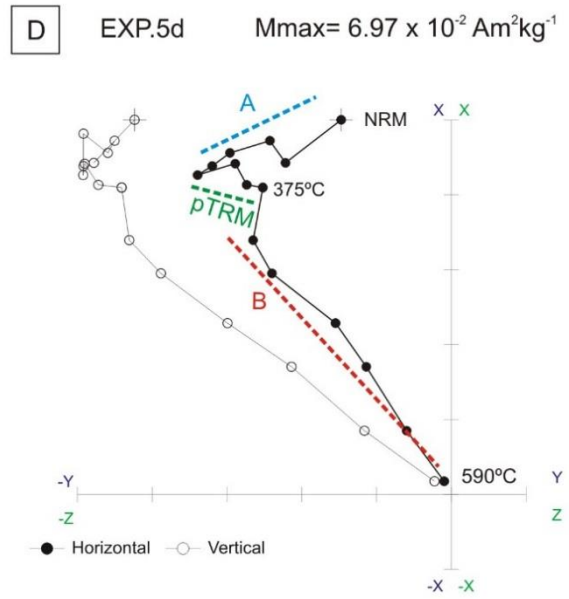




EXPERIMENTAL SAMPLES TYPE 1

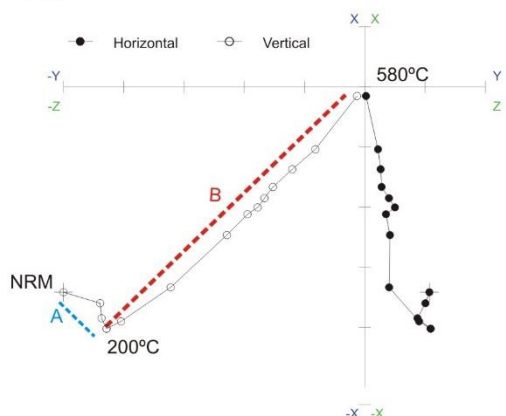


EXPERIMENTAL SAMPLES TYPE 2

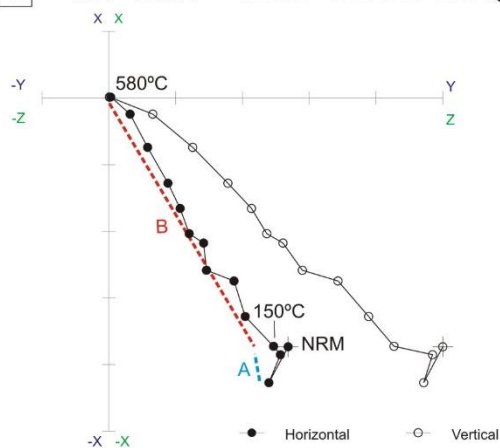


ARCHAEOLOGICAL SAMPLES TYPE 1

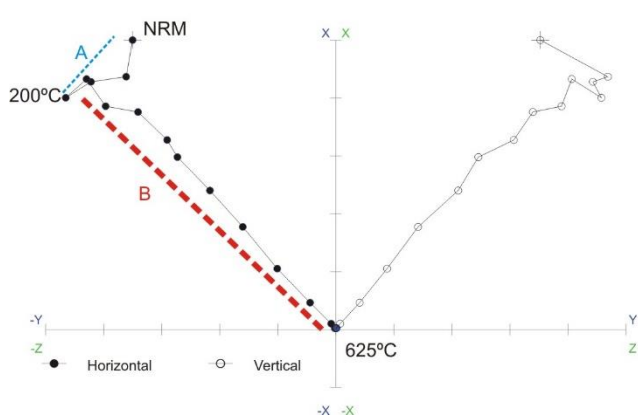
**A** ATP'11.185  $M_{max} = 1.34 \times 10^{-4} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$



**B** ATP'11.311  $M_{max} = 1.18 \times 10^{-3} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$

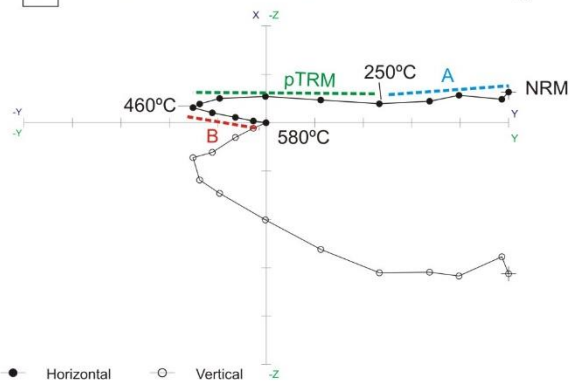


**C** ATP'15.699a  $M_{max} = 3.52 \times 10^{-4} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$

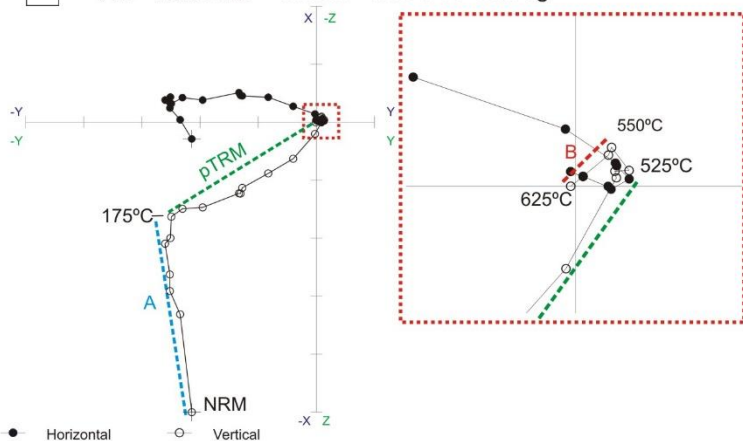


ARCHAEOLOGICAL SAMPLES TYPE 2

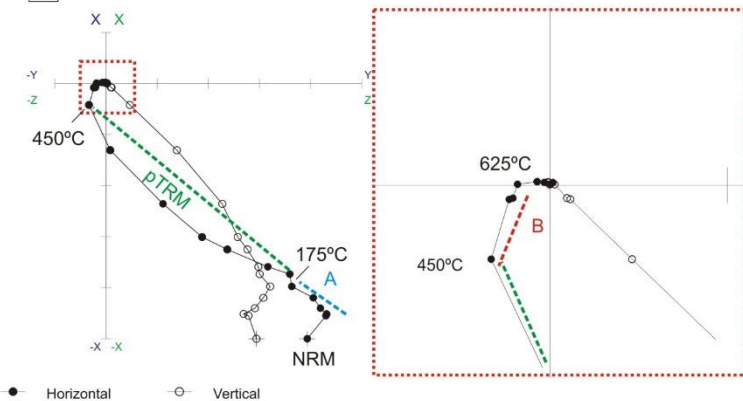
**D** ATP'11.60  $M_{max} = 1.71 \times 10^{-3} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$



**E** ATP'15.1002b  $M_{max} = 1.40 \times 10^{-4} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$



**F** ATP'15.539c  $M_{max} = 5.84 \times 10^{-5} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$



# ANEXO D



ANEXO D

Identified Species	NISP Neolithic		NISP Funerary Chalcolithic		NISP Stabling Chalcolithic		NISP Bronze Age	
		%		%		%		%
<i>Bos sp.</i>	146	26.69	184	16.53	694	34.19	554	31.28
<i>Total ovicaprines</i>	182	33.27	724	65.05	1065	52.46	600	33.88
<i>Sus sp.</i>	66	12.07	112	10.06	133	6.55	142	8.02
<i>Sus scrofa</i>	0	0.00	0	0.00	4	0.20	3	0.17
<i>Equus sp.</i>	0	0.00	17	1.53	30	1.48	260	14.68
<i>Equus ferus</i>	89	16.27	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Bos cf. primigenius</i>	8	1.46	0	0.00	4	0.20	1	0.06
<i>Cervus elaphus</i>	24	4.39	11	0.99	6	0.30	26	1.47
<i>Capreolus capreolus</i>	4	0.73	2	0.18	3	0.15	2	0.11
<i>Canis familiaris</i>	3	0.55	11	0.99	39	1.92	95	5.36
<i>Vulpes vulpes</i>	0	0.00	1	0.09	1	0.05	6	0.34
<i>Mustela sp.</i>	0	0.00	2	0.18	0	0.00	0	0.00
<i>Carnivora indet.</i>	0	0.00	4	0.36	4	0.20	0	0.00
<i>Leporidae indet.</i>	11	2.01	23	2.07	29	1.43	80	4.52
<i>Chelonia indet.</i>	0	0.00	5	0.45	0	0.00	0	0.00
<i>Avian remains</i>	14	2.56	14	1.26	17	0.84	2	0.11
<i>Fish</i>	0	0.00	3	0.27	1	0.05	0	0.00
<b>Total</b>	547		1113		2030		1771	

Anexo D: NISP total (Número de especímenes identificables) para las principales especies animales en cada fase cronológica. Datos de la Dra. María Ángeles Galindo Pellicena.

Annex D: Total NISP (Number of Identified Specimens) for the main species for each chronological phase. Data from Dr. María Ángeles Galindo Pellicena.



# ANEXO E





ANEXO E

Anexo E: Tabla con todas las muestras analizadas para con los resultados de las diferentes analíticas realizadas. Crono-Cronología, EB-Edad del Bronce, CC-Calcolítico Campaniforme, CE-Calcolítico precampaniforme de estabulación, CF-Calcolítico precampaniforme funerario, N-Neolítico. GM-Grupo de manufactura. L-Producto lácteo, R-Rumiante, NR-No rumiante.

Annex E: All analyzed samples for the different analytical with their results. Chron.-Chronology, BA-Bronze Age, BB-Bell Beaker Chalcolithic, SC-Stabling Chalcolithic, FC-Funerary Chalcolithic, N-Neolithic. MG-Manufacture group. D-Dairy products, R-Ruminants, NR-Non ruminants.

<b>SIGLA/ ID NUMER</b>	<b>CRONO. /CHRON</b>	<b>GM/ MG</b>	<b>COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO/ MAGNETIC BEHAVIOUR</b>	<b>INTERPRETACIÓN/ INTERPRETATION</b>
ATP´17.1141	EB/BA			L/D
ATP´17.1959	EB/BA			L/D
ATP´17.1968	EB/BA			X
ATP´17.2076	EB/BA			L/D
ATP´17.2170	EB/BA			X
ATP´17.2177	EB/BA			X
ATP´17.2429	EB/BA			X
CMI-C4-188-847	EB/BA			X
CMI.B2.353	EB/BA			X
CMI.A6.268.1536	EB/BA			R
CMI.T6.L2.94	EB/BA			X
CMI.D4.148.154	EB/BA			X
CMI.D4.205.1238	EB/BA			R
CMI.B2.190.1141	EB/BA			L/D
CMI.D2.201.1365	EB/BA			X
CMI.A8.314.1759	EB/BA			X
CMI-B2.192.1326	EB/BA			X
CMI.C2.155.635	EB/BA			R
CMI.B6.218.169	EB/BA			L/D
CMI.Z8.283.437	EB/BA			X
CMI.C4.190.1033	EB/BA			X
CMI.C2.136.14	EB/BA			X
CMI.B8.260.126	EB/BA			L/D
CMI.B4.223.1442	EB/BA			L/D
CMI.A8.204.18	EB/BA			L/D
CMI.B8.256.92	EB/BA			X
CMI.B4.188.1061	EB/BA			L/D
CMI.C2.153.588	EB/BA			X
CMI.C4.205.1429	EB/BA			X
CMI.Z8.283.433	EB/BA			X
CMI.B2.192.1234	EB/BA			X
CMI.A10.353.1875	EB/BA			L/D
CMI.B2.143.23	EB/BA			X
CMI.D2.204.1441	EB/BA			L/D
CMI.D2.145.259	EB/BA			X

ANEXO E

SIGLA/ ID NUMER	CRONO. /CHRON	GM/ MG	COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO/ MAGNETIC BEHAVIOUR	INTERPRETACIÓN/ INTERPRETATION
CMI.A6.200.388	EB/BA			L/D
CMI.A5.203.456	EB/BA			X
ATP´07.L46.134	CC/BB	3A	Tipo 2/Type2	
ATP´07.L46.38	CC/BB	2Agc	Tipo 1/Type1	
ATP´07.L46.69	CC/BB	5A	Tipo 2/Type2	
ATP´11.19	CE/SC	5B	Tipo 2/Type2	
ATP´11.60	CE/SC	4Ac	Tipo 2/Type2	
ATP´11.311	CE/SC	3A	Tipo 1/Type1	
ATP´11.434	CE/SC	2Agp	Tipo 2/Type2	
ATP´11.489	CE/SC	4B	Tipo 2/Type2	
ATP´11.724	CE/SC	6A	Tipo 1/Type1	
ATP´11.798	CE/SC	1Bb	Tipo 1/Type1	
ATP´12.80	CE/SC	1Bd		
ATP´12.103	CE/SC	1Bd		L/D
ATP´12.127	CE/SC	4C		
ATP´12.182	CE/SC	4Aa		X
ATP´12.184	CE/SC	4C		
ATP´12.208	CE/SC	5A		
ATP´12.238	CE/SC	1E		
ATP´12.386	CE/SC	4C		
ATP´12.396	CE/SC	1Bb		
ATP´12.406	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.440	CE/SC	6A		L/D
ATP´12.561	CE/SC	1Bb		
ATP´12.608	CE/SC	6Aq		
ATP´12.662	CE/SC	1Bb		NR
ATP´12.691	CE/SC	4Aa		X
ATP´12.728	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.741	CE/SC	6A		X
ATP´12.749	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.755	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.808-809	CE/SC	4Aa		X
ATP´12.820	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.888	CE/SC	4Aa		L/D
ATP´12.928	CE/SC	5A		R
ATP´12.932-933	CE/SC	5A		L/D
ATP´12.964	CE/SC	4Da		
ATP´12.996	CE/SC	4Aa		
ATP´12.1017	CE/SC	5A		X
ATP´12.1038	CE/SC	3B		X
ATP´12.1093	CE/SC	5A		
ATP´12.1096	CE/SC	5A		
ATP´12.1278	CE/SC	6A		
ATP´12.1294	CE/SC	4G		X

ANEXO E

SIGLA/ ID NUMER	CRONO. /CHRON	GM/ MG	COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO/ MAGNETIC BEHAVIOUR	INTERPRETACIÓN/ INTERPRETATION
ATP´12.1295	CE/SC	6C		R
ATP´12.1300	CE/SC	5A		
ATP´13.15	CE/SC	6C		L/D
ATP´13.338	CE/SC	4E		
ATP´13.469	CE/SC	4Ab		
ATP´13.473	CE/SC	5A		X
ATP'13.532	CE/SC	-		L/D
ATP´13.807	CE/SC	5B		
ATP´13.819	CE/SC	6A		L/D
ATP´13.986	CE/SC	5A		
ATP´13.1150	CE/SC	4F		
ATP´13.1151	CE/SC	6A		
ATP´13.1255	CE/SC	1Bd		
ATP´13.1279	CE/SC	1Bb		L/D
ATP´11.121	CF/FC	6Aq	Tipo 2/Type2	
ATP´11.185	CF/FC	1E	Tipo 1/Type1	
ATP´11.195	CF/FC	1Ba	Tipo 2/Type2	
ATP´11.792	CF/FC	3A	Tipo 2/Type2	
ATP´11.871	CF/FC	4G	Tipo 1/Type1	
ATP´12.54	CF/FC	4Aa		NR
ATP´12.111	CF/FC	4Aa		
ATP´12.965	CF/FC	1Bb		X
ATP´12.1147	CF/FC	6D		X
ATP´12.1150	CF/FC	6D		L/D
ATP´12.1167	CF/FC	5B		X
ATP´12.1193	CF/FC	Desechado/		
ATP´12.1233	CF/FC	4B		R
ATP´12.1254	CF/FC	4B		R
ATP´12.1286	CF/FC	5A		
ATP´12.1360	CF/FC	6D		
ATP´12.1367	CF/FC	6C		
ATP´12.1371	CF/FC	6C		R
ATP´12.1396	CF/FC	5A		L/D
ATP´13.15	CF/FC	6C		R
ATP´13.17	CF/FC	5A		L/D
ATP´13.75	CF/FC	5B		
ATP'13.99	CF/FC	-		X
ATP´13.123	CF/FC	5A		X
ATP´13.142	CF/FC	6Aq		R
ATP´13.184	CF/FC	2Aqp		L/D
ATP´13.212	CF/FC	4Db		
ATP´13.221	CF/FC	5A		L/D
ATP'13.247	CF/FC			L/D
ATP'13.309	CF/FC			X

## ANEXO E

SIGLA/ ID NUMER	CRONO. /CHRON	GM/ MG	COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO/ MAGNETIC BEHAVIOUR	INTERPRETACIÓN/ INTERPRETATION
ATP'13.313	CF/FC			L/D
ATP'13.345	CF/FC	5A		X
ATP'13.355	CF/FC	1Bb		
ATP'13.431	CF/FC	6Aq		
ATP'13.533	CF/FC			L/D
ATP'13.683	CF/FC	6B		L/D
ATP'13.809	CF/FC			L/D
ATP'13.881	CF/FC	4G		
ATP'13.963	CF/FC	4C		
ATP'13.979	CF/FC	5B		L/D
ATP'13.1205	CF/FC	1Bd		R
ATP'13.1268	CF/FC	6B		
ATP'14.215	CF/FC	6Aq		
ATP'14.582	CF/FC	3B		
ATP'13.1260	N			X
ATP'14.294	N	1Bd		R
ATP'14.456	N	1Bb		X
ATP'14.509	N	1Bd		
ATP'14.728	N		Tipo 2/Type2	
ATP'14.845	N	1Ba		
ATP'14.889	N	1Bb		X
ATP'14.891	N	1Bb		X
ATP'14.942	N		Tipo 2/Type2	
ATP'14.1145	N	1Bc		
ATP'14.1195	N	1Bc		X
ATP'15.8	N	1Bb		
ATP'15.91	N		Tipo 1/Type1	
ATP'15.126	N	1Bb		
ATP'15.481	N	4Ab		
ATP'15.489	N	1A		
ATP'15.539	N		Tipo 2/Type2	
ATP'15.551	N	1A		
ATP'15.557	N	1D		R
ATP'15.588	N	1Bb		X
ATP'15.598	N	5A		X
ATP'15.699	N		Tipo 1/Type1	
ATP'15.633	N		Tipo 2/Type2	
ATP'15.697	N	1Bb		
ATP'15.709	N		Tipo 2/Type2	
ATP'15.795	N	1Bd		
ATP'15.934	N	4Db		
ATP'15.975	N	1C		X
ATP'15.986	N	1Bd		
ATP'15.997	N	1Ba		

ANEXO E

SIGLA/ ID NUMER	CRONO. /CHRON	GM/ MG	COMPORTAMIENTO MAGNÉTICO/ MAGNETIC BEHAVIOUR	INTERPRETACIÓN/ INTERPRETATION
ATP´15.1002	N		Tipo 2/Type2	
ATP´15.1003	N		Tipo 2/Type2	
ATP´15.1006	N	1Bb		
ATP´17.22	N			X
ATP´17.319	N			NR
ATP´17.1061	N			X
ATP´17.1579	N			X
ATP´17.1721	N			X
ATP´17.2194	N			X
ATP´17.2200	N			X
ATP´17.2224	N			X
ATP´17.2261	N			L/D
ATP´17.2368	N			L/D
ATP´17.2462	N			X
ATP´17.2468	N			X

Anexo E: Tabla con todas las muestras analizadas para con los resultados de las diferentes analíticas realizadas. Crono-Cronología, EB-Edad del Bronce, CC-Calcolítico Campaniforme, CE-Calcolítico precampaniforme de estabulación, CF-Calcolítico precampaniforme funerario, N-Neolítico. GM-Grupo de manufactura. L-Producto lácteo, R-Rumiante, NR-No rumiante.

Annex E: All analyzed samples for the different analytical with their results. Chron.-Chronology, BA-Bronze Age, BB-Bell Beaker Chalcolithic, SC-Stabling Chalcolithic, FC-Funerary Chalcolithic, N-Neolithic. MG-Manufacture group. D-Dairy products, R-Ruminants, NR-Non ruminants.

