



CKQ

04

LEIOA

2014

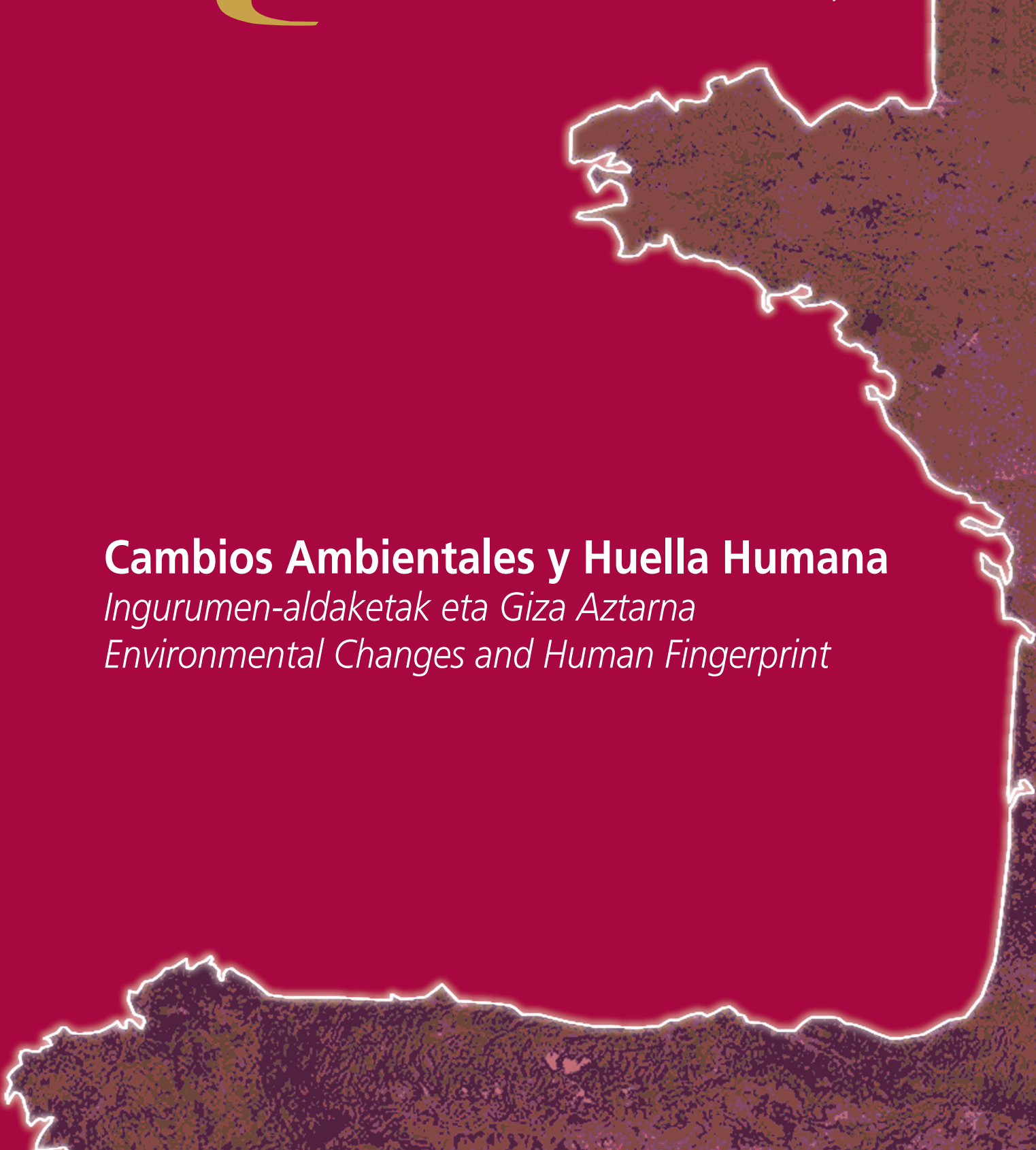
Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies

ISSN 2340-745X

Cambios Ambientales y Huella Humana

Ingurumen-aldaketak eta Giza Aztarna

Environmental Changes and Human Fingerprint





CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies) es una revista de la Sociedad de Ciencias Aranzadi editada en colaboración con la Universidad del País Vasco UPV/EHU gracias al Convenio firmado para el desarrollo del programa formativo de los Estudios de Postgrado (Máster y Doctorado) en Cuaternario.

Cada número de **CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies)** está constituido por las Memorias de Tesis que han sido defendidas durante ese curso académico dentro del Máster Universitario en Cuaternario: Cambios Ambientales y Huella Humana (www.ehu.es/mastercuaternario) que se imparte actualmente en la Universidad del País Vasco/EHU. La revista presenta trabajos de investigación inéditos en diferentes líneas centradas en la Prehistoria y la Geología del Cuaternario.



CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies) Aranzadi Zientzia Elkartearen aldizkari bat da, UPV/EHUK argitaratzen duena Euskal Herriko Unibertsitatearekin lankidetzan. Izan ere, bi erakundeen artean hitzarmen bat sinatu zen Graduondoko Kuaternario Ikasketen (Masterraren eta Doktoregoaren) prestakuntza-programa garatzeko.

CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies) aldizkariaren ale bakoitzean, gaur egun UPV/EHUK eskaintzen duen “Kuaternarioa: Ingurugiro Aldaketak eta Giza Oinatza (www.ehu.es/mastercuaternario)” unibertsitate-masterrean ikasturte akademiko horretan defendatutako hiru tesi-memoriak jasotzen dira. Aldizkarian, inoiz argitaratu gabeko ikerketa-lanak aurkezten dira, Kuaternarioko Geologiaren eta Historiaurrearen hainbat lerrori buruzkoak.



CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies) is a Journal of the Aranzadi Science Society edited thanks to the Agreement signed with the University of the Basque Country (UPV/EHU) for the development of the Postgraduate formative programme (Master and Doctorate) in Quaternary Science.

Every issue of **CKQ (Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies)** is constituted by the MSc thesis dissertations carried out during the last academic course within the Master in Quaternary: Environmental Changes and Human Fingerprint (www.ehu.es/mastercuaternario) taught presently at the University of the Basque Country (UPV/EHU). The journal includes different works dedicated to variable research lines focusing on Prehistory and Quaternary Geology.



UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO
EUSKAL HERRIKO UNIBERTSITATEA



ARANZADI

zientzia elkartea . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences

nº 4	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
------	-------	------	----------------



*Directores / Zuzendariak / Editors: Dr. Alejandro Cearreta - Universidad del País Vasco/EHU - S.C. Aranzadi
Dra. Lydia Zapata - Universidad del País Vasco/EHU*

Comité Editorial Prehistoria / Historiaurreko Argitalpen Batzordea / Prehistory Editorial Board:

*Dr. José A. Mujika: Universidad del País Vasco/EHU
Dr. Alvaro Arrizabalaga: Universidad del País Vasco/EHU
Dr. Marcos García: Universidad del País Vasco/EHU
Dr. Pedro Castaños: S.C. Aranzadi*

Comité Editorial Geología / Geologiako Argitalpen Batzordea / Geology Editorial Board:

*Dr. Humberto Astibia: Universidad del País Vasco/EHU
Dr. Alejandro Cearreta: Universidad del País Vasco/EHU - S.C. Aranzadi
Dra. María Jesús Irabien: Universidad del País Vasco/EHU
Dr. Aitor Payros: Universidad del País Vasco/EHU*

Consejo de Redacción / Erredakzio Kontseilua / Editorial Board:

*Dr. Alejandro Cearreta: Secretario de Redacción (Universidad del País Vasco/EHU - S.C. Aranzadi)
Dra. Lydia Zapata: Secretaria de Redacción (Universidad del País Vasco/EHU)
D. Juanxto Agirre-Mauleon: Secretario General, S.C. Aranzadi
Dña. Lourdes Ancín: Responsable de Biblioteca. S.C. Aranzadi*

*Redacción e intercambio / Erredakzio eta Trukaketa: Sociedad de Ciencias Aranzadi/Zientzia Elkarte
Zorroagagaina 11 - 20014 Donostia
Tel: 34 943 46 61 42 / Fax: 34 943 45 58 11
Redacción: ckq@aranzadi-zientziak.org
Intercambio: liburutegia@aranzadi-zientziak.org
www.aranzadi-zientziak.org*

nº 4	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
------	-------	------	----------------



Máster en Cuaternario

Cambios Ambientales y Huella Humana

RESPONSABLE DEL MÁSTER

- Cearreta Bilbao, Alejandro

COMISIÓN ACADÉMICA

- Presidente: Cearreta Bilbao, Alejandro
- Vocal: Fernandez Eraso, Javier María
- Vocal: Zapata Peña, Lydia

PROFESORADO	
PROFESOR/A	INSTITUCIÓN DE PROCEDENCIA
Alday Ruiz, Alfonso	Universidad del País Vasco/EHU
Alonso Alegre, Santos	Universidad del País Vasco/EHU
Aranburu Artano, Arantza	Universidad del País Vasco/EHU
Arostegi García, Jose Javier	Universidad del País Vasco/EHU
Arriortua Marcaida, María Isabel	Universidad del País Vasco/EHU
Arrizabalaga Valbuena, Alvaro	Universidad del País Vasco/EHU
Astibia Ayerra, Humberto	Universidad del País Vasco/EHU
Baceta Caballero, Juan Ignacio	Universidad del País Vasco/EHU
Bazan Blau, Begoña del Pilar	Universidad del País Vasco/EHU
Bao Casal, Roberto	Universidad de A Coruña
Bermúdez de Castro Risueño, José María	CENIEH
Cearreta Bilbao, Alejandro	Universidad del País Vasco/EHU
De Balbín Behrmann Rodrigo	Universidad de Alcalá de Henares
De la Rúa Vaca, Concepción	Universidad del País Vasco/EHU
Diez Fernández-Lomana, Carlos	Universidad de Burgos
Díez Martín, Fernando	Universidad de Valladolid
Domingo Martínez Rafael	Universidad de Zaragoza
Edeso Fito, Jose Miguel	Universidad del País Vasco/EHU
Eguiluz Alarcón, Luis	Universidad del País Vasco/EHU
Etxeberria Gabilondo, Francisco	Universidad del País Vasco/EHU
Fabián García, Juan Francisco	Junta de Castilla y León
Fernandez Eraso, Javier María	Universidad del País Vasco/EHU
García Díez, Marcos	Universidad del País Vasco/EHU
García García, Francisco	Universidad Politécnica de Valencia
González Sáinz, César	Universidad de Cantabria
Herrero Rubio, Jose Miguel	Universidad del País Vasco/EHU
Hervella Afonso Montserrat	Universidad del País Vasco/EHU
Irabien Gúlias, María Jesús	Universidad del País Vasco/EHU
Iriarte Aviles, Eneko	Universidad de Burgos
Iriarte Chiapusso, María José	Universidad del País Vasco/EHU
Izagirre Arribalzaga, Neskuts	Universidad del País Vasco/EHU
Jiménez Sánchez, Montserrat	Universidad de Oviedo
Larrañaga Varga, Aitor	Universidad del País Vasco/EHU
Lasagabaster Herrarte, Iñaki	Universidad del País Vasco/EHU
López Horgue, Miguel Angel	Universidad del País Vasco/EHU
Mendía Aranguren, Miren Sorkunde	Universidad del País Vasco/EHU
Mujika Alustiza, José Antonio	Universidad del País Vasco/EHU
Murelaga Bereikua, Javier	Universidad del País Vasco/EHU
Parés Casanova, Josep María	CENIEH
Pascual Cuevas, Ana María	Universidad del País Vasco/EHU
Payros Agirre, Aitor	Universidad del País Vasco/EHU
Peñalver Iribarren, Juan Cruz	Sociedad de Ciencias Aranzadi
Pizarro Sanz, José Luis	Universidad del País Vasco/EHU
Quirós Castillo, Juan Antonio	Universidad del País Vasco/EHU
Rodríguez Lázaro, Julio Manuel	Universidad del País Vasco/EHU
Sáenz de Buruaga Blázquez, José Antonio	Universidad del País Vasco/EHU
Santos Zalduegui, José Francisco	Universidad del País Vasco/EHU
Tarriño Vinagre, Andoni	CENIEH
Urtiaga Greaves, Miren Karmele	Universidad del País Vasco/EHU
Utrilla Miranda Pilar	Universidad de Zaragoza
Villaverde Bonilla Valentín	Universidad de Valencia
Yusta Arnal, Iñaki	Universidad del País Vasco/EHU
Zapata Peña, Lydia	Universidad del País Vasco/EHU

PRESENTACIÓN DE LOS DIRECTORES

El Cuaternario es la división del tiempo geológico que corresponde a los últimos 2,6 millones de años en la historia de nuestro planeta y que se caracteriza por frecuentes, rápidas e intensas oscilaciones climáticas. Paralelamente a estas extremas variaciones ambientales, durante este período de tiempo aparecen los humanos en la Biosfera y evolucionan hasta adquirir una creciente capacidad para transformar el entorno en el que vivimos.

Dentro de este marco científico y cultural, se inicia la revista **Estudios de Cuaternario** dedicada a la investigación universitaria en temas cuaternaristas.

Cada número anual estará constituido por las Memorias de Tesis que hayan sido defendidas durante ese curso académico dentro del Máster Universitario en Cuaternario: Cambios Ambientales y Huella Humana (www.ehu.es/mastercuaternario) que se imparte actualmente en la Universidad del País Vasco/EHU.

La revista **Estudios de Cuaternario** está publicada por la Sociedad de Ciencias Aranzadi (www.aranzadi-zientziak.org) gracias al Convenio firmado con la UPV/EHU para el desarrollo del programa formativo de los Estudios de Postgrado (Máster y Doctorado) en Cuaternario, y contendrá a lo largo de los años trabajos de investigación en diferentes líneas centradas en la Prehistoria y la Geología del Cuaternario, los dos pilares básicos de este máster universitario.

ZUZENDARIEN AURKEZPENA

Kuaternarioa gure planetaren historiaren azken 2,6 milioi urteko aro geologikoaren aldia da. Honek maizko oszilazio klimatikoak, azkarrak eta handiak ditu ezaugarri.

Ingurumenaren muturreko aldaketa hauekin batera, aro honetan giza espezieak Biosferan agertzen eta garatzen dira, bizi garen inguru eraldatzeko, gero eta ahalmen handiagoa lortuta.

Marko zientifiko eta kultural honetan **Kuaternario Ikasketak** aldizkariak Kuaternarioko gaiei buruzko unibertsitate ikerketako argitalpen serie bat hasi du.

UPV/ Euskal Herriko Unibertsitateko Kuaternario Masterraren barnean eta Giza Aztarna, (www.ehu.es/mastercuaternario) kurtso akademiko horretan defendatutako tesien memoriak osatzen dute urteko ale bakoitza.

Kuaternario Ikasketak aldizkaria Aranzadi Zientzi Elkarteak (www.aranzadi-zientziak.org) argitaratzen du Gradu-ondoko (Master eta Doktoretza) ikasketak programa garatzeko UPV/EHUrekin sinatutako akordioari esker eta urteetan zehar ildo desberdinetan egindako hainbat ikerketa lan jasoko ditu, bai Historiaurrean, bai Geologian oinarritutakoak, hauek baitira unibertsitateko master honen bi euskarriak.

EDITORIAL INTRODUCTION

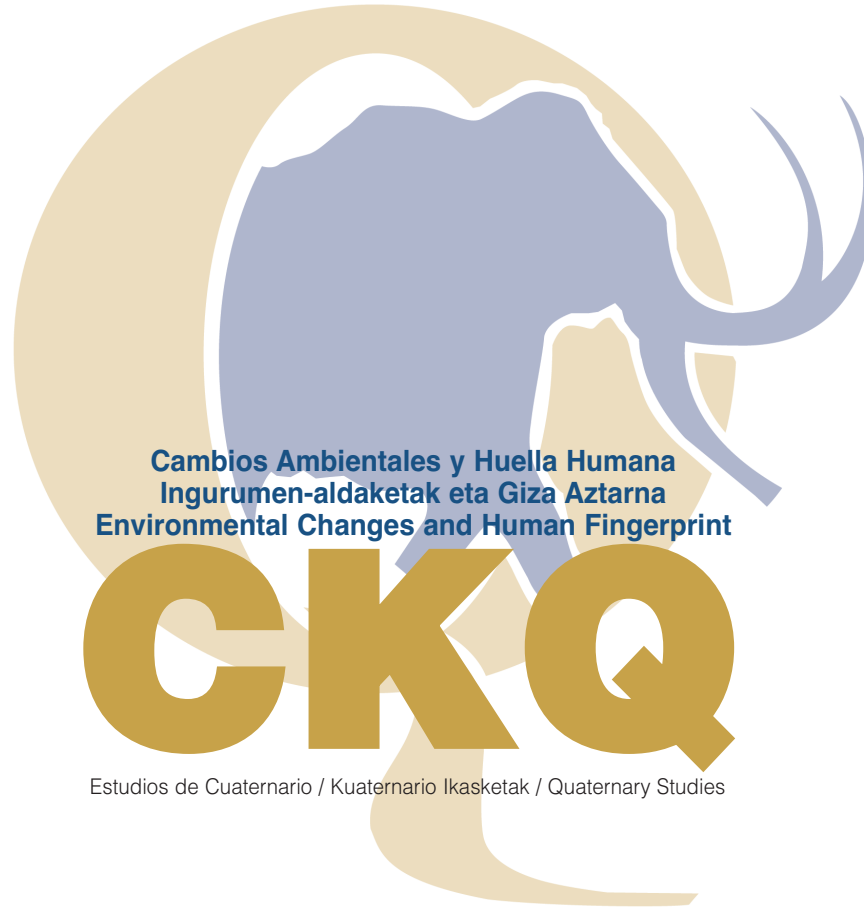
The Quaternary is the geological time period corresponding to the last 2.6 million years in our planet's history, characterized by frequent, rapid and intense climate changes. Simultaneously to these environmental variations, during this time period human species appeared in the Biosphere and evolved to acquire an increasing capacity to transform our surrounding environment.

Under this scientific and cultural framework, it is presented the journal **Quaternary Studies**, that is dedicated to the university research on Quaternary topics.

Each yearly issue is constituted by the MSc thesis dissertations carried out during the last academic course within the Master in Quaternary: Environmental Changes and Human Fingerprint (www.ehu.es/mastercuaternario) taught presently at the University of the Basque Country (UPV/EHU).

The journal **Quaternary Studies** is published by the Aranzadi Science Society (www.aranzadi-zientziak.org) thanks to the Agreement signed with the UPV/EHU for the development of the Postgraduate formative programme (Master and Doctorate) in Quaternary. It will contain throughout the years different works dedicated to variable research lines focusing on the Prehistory and Quaternary Geology, the two basic fundamentals of this university master's degree.

ALEJANDRO GEARRETA
LYDIA ZAPATA



ÍNDICE/ AURKIBIDEA/ CONTENTS

JAVIER DUQUE MARTÍNEZ - Aplicación de técnicas 3D para el análisis y representación de colecciones líticas. ES-2 Lepolosi (Peninj Lago Natrón, Tanzania)	3-14
DIEGO HERRERO - El nivel III de la cueva de la Uña (Acebedo, León): análisis tecnológico de la industria retocada y aprovisionamiento de materias primas.....	15-26
JOSEBA LÓPEZ DE OCÁRIZ CASAS - La cerámica campaniforme en la Rioja Alavesa a la luz de los últimos descubrimientos.....	27-44
ROBERTO MARTÍNEZ-BALLARÍN - Holocene microcharcoal stratigraphy and fire history analysis in the Heartland of Alava (Basque Country, Spain)	45-54

M ^a ÁNGELES MEDINA-ALCAIDE	
- Análisis antracológico de restos localizados junto a paneles de Arte Rupestre Paleolítico y puntos de iluminación fija de Cueva de Nerja (Málaga)	55-65
ALFONSO PALAZUELOS COBO	
- Evolución ambiental del Delta del Ebro durante el Holoceno: análisis micropaleontológico de una secuencia sedimentaria	67-80
LARTAUN PEREZ	
- Modelización y distribución espacial de los fenómenos megalíticos en el sector septentrional de Navarra – zona oriental de Gipuzkoa	81-93
ANTONIO. J. ROMERO ALONSO	
- Alteraciones en las superficies óseas de mamíferos durante el consumo humano: una aproximación experimental..	95-111
SANTIAGO VALLEJO RODRÍGUEZ	
- Caracterización y aprovisionamiento de materias primas de los grupos Neandertales de la Cueva de Prado Vargas (Cornejo, Burgos)	113-135

Foto de portada:
 Salida de campo al
 Complejo kárstico de
 Ojo Guareña (Burgos),
 1 Diciembre 2012

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	nº 4	3-14	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	------	-------	------	----------------

Aplicación de técnicas 3D para el análisis y representación de colecciones líticas. ES-2 Lepolosi (Peninj, Lago Natrón, Tanzania)

The application of 3D scanning techniques for the analysis and representation of lithic collections. ES-2 Lepolosi (Peninj, Lake Natron, Tanzania)

PALABRAS CLAVES: Láser escáner 3D. Peninj. Industria achelense. Análisis de las superficies.
KEY WORDS: 3D laser scanner. Peninj. Acheulean industry. Surface analysis.

Javier DUQUE MARTÍNEZ⁽¹⁾

RESUMEN

El rápido avance de las nuevas tecnologías ha permitido la introducción de las técnicas láser-escáner 3D en el análisis de los materiales arqueológicos. A fin de evaluar las posibilidades que ofrece tal metodología a la hora de estudiar el registro lítico, hemos procedido al escaneo de una colección de objetos achelenses de gran formato procedentes del yacimiento ES-2 Lepolosi (lago Natrón, Tanzania), que ha permitido reconocer con exactitud las extracciones, diferenciar superficies naturales y antrópicas y representar los útiles de una forma más fidedigna que a través los dibujos arqueológicos tradicionales.

ABSTRACT

The current development of new computer technologies has allowed the introduction of laser-scanning 3D techniques in the analysis of archaeological materials. In order to evaluate the potential offered by this methodology for studying the lithic record, we have undertaken the scanning of a Large Cutting Tool sample retrieved from the Acheulean site ES-2 Lepolosi (Lake Natron, Tanzania). The application of this analysis has enabled the accurate recognition of negative scars and natural versus anthropic surfaces, and has facilitated artefact representation in a more reliable way than traditional archaeological drawings.

1.- INTRODUCCIÓN

La mayoría de los objetos, como la realidad que nos rodea, están constituidos por tres dimensiones, esto es, necesitan tres coordenadas –anchura, longitud y profundidad- para poder definir en ellos un punto concreto. De esta forma, las técnicas tridimensionales -3D- se definen como aquellas que posibilitan la obtención de una imagen constituida por esas tres dimensiones y, por ende, capaz de representar la textura volumétrica de un objeto en contraposición a las tradicionales imágenes bidimensionales que, al captar únicamente el largo y el ancho, constituyen texturas planas. Así, el avance de la informática y las nuevas tecnologías ejercido en los últimos años por diversos campos del mundo científico, ha permitido el desarrollo de una gran variedad de métodos y equipos de digitalización de objetos en tres dimensiones que se pueden agrupar en dos grupos principales: aquellos que precisan del contacto directo con la pieza, muy poco utilizados; y aquellos otros que no requieren de dicho contacto bien por la utilización de cámaras fijas -técnicas pasivas-, bien por la proyección de una energía en forma de rayos X, microondas, ultrasonidos o algún tipo de luz como el láser -técnicas activas- (VARGAS BALBUENA, 2010).

En consonancia con esta amplia gama metodológica e instrumental, las aplicaciones prácticas de estas técnicas se han diversificado hasta el punto de introducirse muy recientemente en el ámbito patrimonial y arqueológico (ENGLISH HERITAGE, 2007), de forma que más allá del trabajo de campo (MCPHERRON *et al.*, 2009) y la reconstrucción de yacimientos mediante infografías (LÓPEZ FRAILE, 2007), son de especial relevancia, por su incipiente profusión, todas aquellas metodologías destinadas al análisis y re-

⁽¹⁾ Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Valladolid, Pza. del Campus s/n, 47011 Valladolid. e-mail: jdtukos@hotmail.com
Director: Fernando Diez Martín

presentación de materiales arqueológicos de cualquier tipo (TEJADO SEBASTIÁN, 2005; RUBIO GIL *et al.*, 2010). De este modo, son frecuentes los trabajos con objetos cerámicos, pues su naturaleza geométrica facilita la toma de datos (KARASIK y SMILANSKY, 2008), y empiezan a ser estudiados los artefactos de madera (LOBB *et al.*, 2010).

En esta situación, la arqueología del Paleolítico, espoleada por la necesidad de obtener la máxima información posible de un registro arqueológico parcial y sesgado, a consecuencia del paso del tiempo y la conservación diferencial de los materiales, ha comenzado a investigar las posibilidades que ofrecen las técnicas 3D en sus hallazgos, consistentes fundamentalmente en restos óseos y conjuntos líticos. En cuanto a los primeros, la aplicación de técnicas 3D en la paleontología ha aumentado las posibilidades y la precisión de los análisis realizados sobre los diferentes fósiles y, de forma muy especial, sobre los cráneos humanos (VIALET *et al.*, 2010; KUZMINSKI y GARDINER, 2012). Sin embargo en los conjuntos líticos, por su amplia variabilidad volumétrica y morfológica, aún son muy pocos los trabajos de investigación realizados (ABEL *et al.*, 2011; ALTANTSETSEG *et al.*, 2011; BRETZKE y CONARD, 2012; CLARKSON, 2013; CLARKSON y HISCOCK, 2011; COUZENS, 2012; GOREN-INBAR *et al.*, 2011; GROSMAN *et al.*, 2008, 2011; LIN *et al.*, 2010; LYCETT *et al.*, 2010; SHOLTS *et al.*, 2012).

De entre ellos, la inmensa mayoría se centran bien en la propia metodología de escaneo, en constante evolución, bien en planteamientos de carácter exclusivamente tipométrico, a menudo basados en la morfometría geométrica y la toma de *landmarks*¹ (BOOKSTEIN, 1991), de ahí que tan solo una pequeña parte de los estudios haga hincapié en las posibilidades gráficas de las técnicas, como medio alternativo a las imágenes en dos dimensiones (GILBOA *et al.*, 2013), o en las ventajas que puede deparar el 3D en cuanto al estudio tecnológico se refiere, campo prácticamente inexplorado a día de hoy a excepción de los trabajos realizados en la Universidad de Jerusalén (GOREN-INBAR *et al.*, 2011).

Así las cosas, esta tesis máster pretende sumarse a los aún hoy escasos estudios tecnológicos de industria lítica realizados mediante técnicas láser-escáner 3D más allá de la propia metodología y la ya conocida tipometría. De este modo, amén de desarrollar la técnica de escaneo con la finalidad de establecer una metodología aplicable a los objetos líticos de gran formato, *large cutting tools (LCT)*, que por sus dimensiones y peso ocasionan problemas a la hora de tomar los datos, queremos averiguar el potencial que tiene tal rutina de trabajo a la hora de realizar estudios tecnológicos, comprobando con ello su viabilidad respecto a las investigaciones convencionales, basadas en la observación visual y directa de las superficies, teniendo en cuenta las limitaciones de exploración que presentan ciertas materias primas utilizadas en los primeros momentos de la prehistoria como son el cuarzo o el basalto. Con estos objetivos principales, proponemos analizar las superficies basálticas de un conjunto de bifaces y núcleos de cronología achelense, procedentes del yacimiento ES2-Lepolesi, mediante escáneres tridimensionales que faciliten la visualización e interpretación de las extracciones para un posterior estudio diacrítico (BAENA y CUARTERO, 2006). Asimismo rastreamos las ventajas de representación gráfica que ofrecen estas técnicas en comparación con los tradicionales dibujos arqueológicos en función de la precisión y exactitud del escáner, cuyo trabajo está lejos de la interpretación subjetiva del arqueólogo, dibujante o artista (LÓPEZ FRAILE, 2011; GILBOA *et al.*, 2013; PASTOORS y WENIGER, 2011; RICHARDSON *et al.* 2012; SUMNER y RIDDLE, 2008).

2.- ÁREA DE ESTUDIO

En el norte de Tanzania y al sur del brazo Este del Gran Valle del Rift se localiza el lago Natrón. Éste, junto con el lago Magadi, ya en Kenia, constituye una gran cuenca endorreica delimitada al norte y al sur por grandes volcanes, y al oeste por abruptos escarpes de fallas que son atravesados por el río Peninj, que a su paso da nombre a una unidad geológica formada por sedimentos volcánicos, lacustres y fluviales de época Plio-Pleistocena: el Grupo Peninj (LUQUE, 1995; MCHENRY *et al.*, 2011). Así, en sus estratos férti-

¹ La morfometría geométrica es un tipo de análisis tomado del campo de la biología que trata de caracterizar de manera exhaustiva el tamaño y la forma de artefactos de tipología semejante para, a partir de ahí, extraer relaciones de causalidad entre la variabilidad tipométrica y parámetros tan diferentes como las materias primas utilizadas, el lugar ambiental de aparición o la funcionalidad. De este modo es necesario determinar las relaciones geométricas de las distintas piezas a fin de compararlas posteriormente, algo para lo que se escogen unos puntos fijos denominados "landmarks".

les, fechados entre los 1,6 y 1,4 millones de años según dataciones de potasio-argón, corroboradas mediante paleomagnetismo y cotejo de la fauna (DOMÍNGUEZ-RODRIGO, 1996), afloran numerosos yacimientos paleontológicos y arqueológicos agrupados en tres conjuntos diferentes: la Sección Tipo –ST–, el Escarpe Norte –EN– y el Escarpe Sur –ES– (Figura 1), que a su vez responden a dos momentos deposicionales ligeramente distintos: uno más antiguo, propio de un ambiente deltaico cercano al paleolago –ST–, con industrias en las que no aparecen objetos de gran formato-, y otro ligeramente más moderno que se corresponde con medios fluviales de alta energía -EN y ES, ya con presencia de LCT- (DÍEZ MARTÍN, 2008).

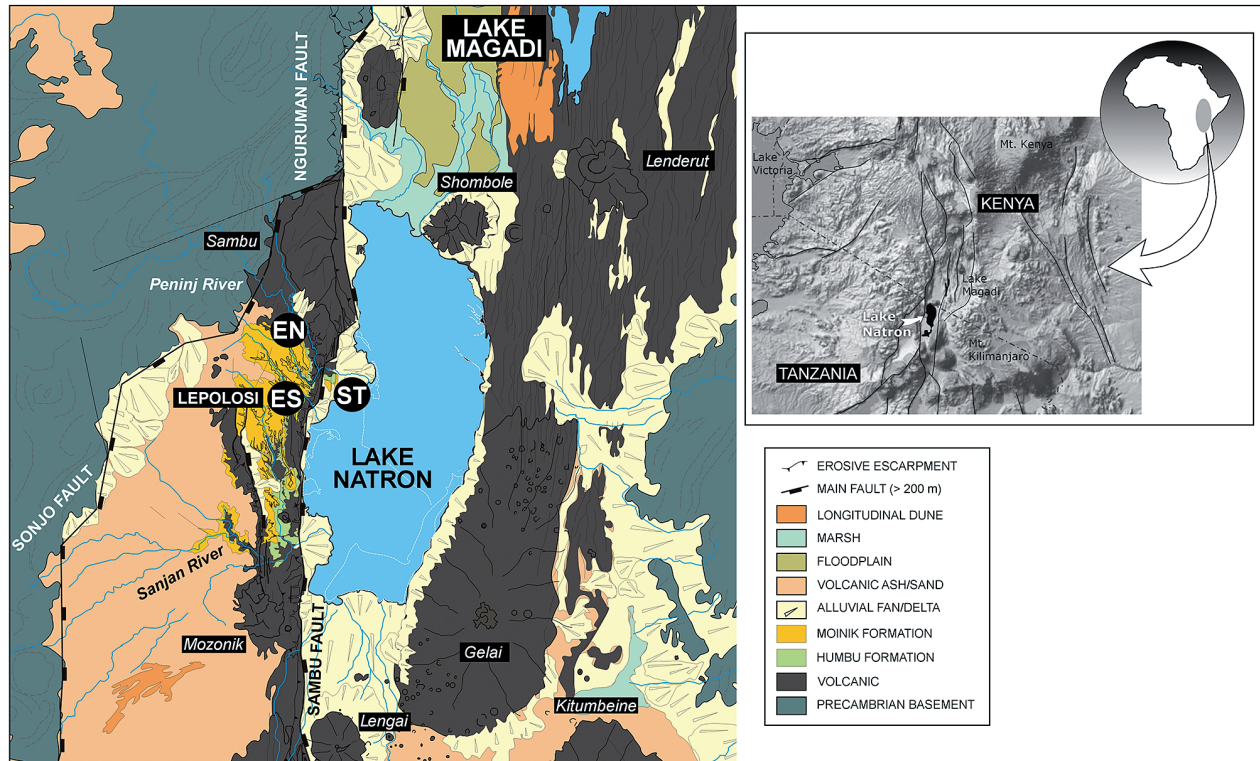


Figura 1. Mapa geológico del lago Natrón con las tres áreas arqueológicas principales (ST, Sección Tipo; EN, Escarpe Norte; y ES, Escarpe Sur) y su situación en el continente africano. (Mapa de Luis de Luque).

Figure 1. Geological map of the Lake Natron with the three main archaeological areas (ST, Type Section, EN, North Escarpment, and ES, South Escarpment) and its situation on the African continent. (Map of Luis de Luque).

En este contexto, los Escarpes Norte y Sur con sus yacimientos principales, EN1-Noolchalai y ES2-Le-polesi respectivamente, aparecen como lugares capitales a la hora de comprender el origen del tecno-complejo achelense vinculado con la aparición de una nueva especie hace 1,8 m.a.: *Homo ergaster* (DOMÍNGUEZ-RODRIGO *et al.*, 2004). De entre ellos, el segundo (Figura 2), es probablemente por sus características cronológicas y de conservación, uno de los más relevantes de todo el registro africano (DÍEZ MARTÍN, 2008; DÍEZ MARTÍN *et al.*, 2009).

Por un lado, sus dataciones comprendidas entre 1,6 y 1,4 m.a. hacen que sea uno de los conjuntos más antiguos adscritos al achelense inicial, hoy representado en sus cronologías más altas por las evidencias de Kokiselei 4 (Turkana Occidental, Kenia), KGA-4 (Konso, Etiopía), BSN-12 y OGS-5/12 (Gona, Etiopía), lo que permite utilizar este registro en los debates sobre la gestación del nuevo tecno-complejo y las relaciones del achelense con el denominado “olduvayense evolucionado” (LEAKEY, 1971). Por otro, y en contraposición al resto de los yacimientos mencionados, su registro aparece en posición primaria, lo que hace de la colección (que incluye significativas acumulaciones de objetos de gran formato), una de las más completas existentes en la actualidad. En definitiva, estamos ante un conjunto referente en el debate arqueológico actual acerca de la complejidad tecnológica y cognitiva de un momento clave en la evolución humana, de ahí la necesidad de exprimirla al máximo posible, ahora mediante novedosas técnicas 3D, a fin de aportar no solo la mayor información, sino también la más precisa.



Figura 2. Vista general del yacimiento ES2-Lepolosi (Fotografía de Fernando Diez Martín).
Figure 2. Overview of the ES2-Lepolosi site (Picture by Fernando Diez Martín).

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

Para ahondar en las posibilidades de análisis tecnológico y de representación gráfica que aportan las técnicas 3D respecto a los estudios tradicionales, hemos tomado una colección lítica de referencia de 79 objetos de gran formato –bifaces y puntas de bifaz-, recuperados en las campañas de excavación acometidas en el yacimiento ES2-Lepolosi entre los años 2000 y 2010. Tales artefactos están realizados sobre soportes de grandes lascas de basalto de oscuras tonalidades que, en ocasiones, aparecen alteradas o fracturadas por la acción de diversos agentes postdeposicionales. Semejantes alteraciones, principalmente coloración y estado de conservación, sin duda alguna complican la identificación *de visu* de sus atributos tecnológicos. A los artefactos mencionados hay que sumar también la selección de cuatro piezas más procedentes del yacimiento EN1-Noolchalai consistentes en dos bifaces de similares características a los anteriores y, a fin de ampliar los resultados más allá de los grandes configurados, dos grandes núcleos que forman parte del debate establecido sobre las estrategias de producción de grandes lascas presentes en los conjuntos de Peninj (DE LA TORRE *et al.*, 2008; DIEZ-MARTÍN *et al.*, 2012).

Establecida esta selección de materiales, procedimos a crear imágenes digitales de cada uno de los objetos líticos mediante el láser-escáner 3D para escritorio de la compañía NextEngine (Figura 3), equipo formado por tres componentes básicos: a) la unidad del escáner principal, que a través de varios láser captura en forma de puntos la geometría y las texturas del color del objeto a estudiar; b) el autopositionador, plato giratorio dotado de un soporte de sujeción que posibilita un escaneo de 360° de las piezas colocadas sobre él en diferentes tomas; c) el software ScanStudio HD con el que regular todo el proceso de escaneo así como el montaje posterior de la pieza a través de la unión de las diferentes vistas obtenidas (SOLERA ARGANDA, 2012).

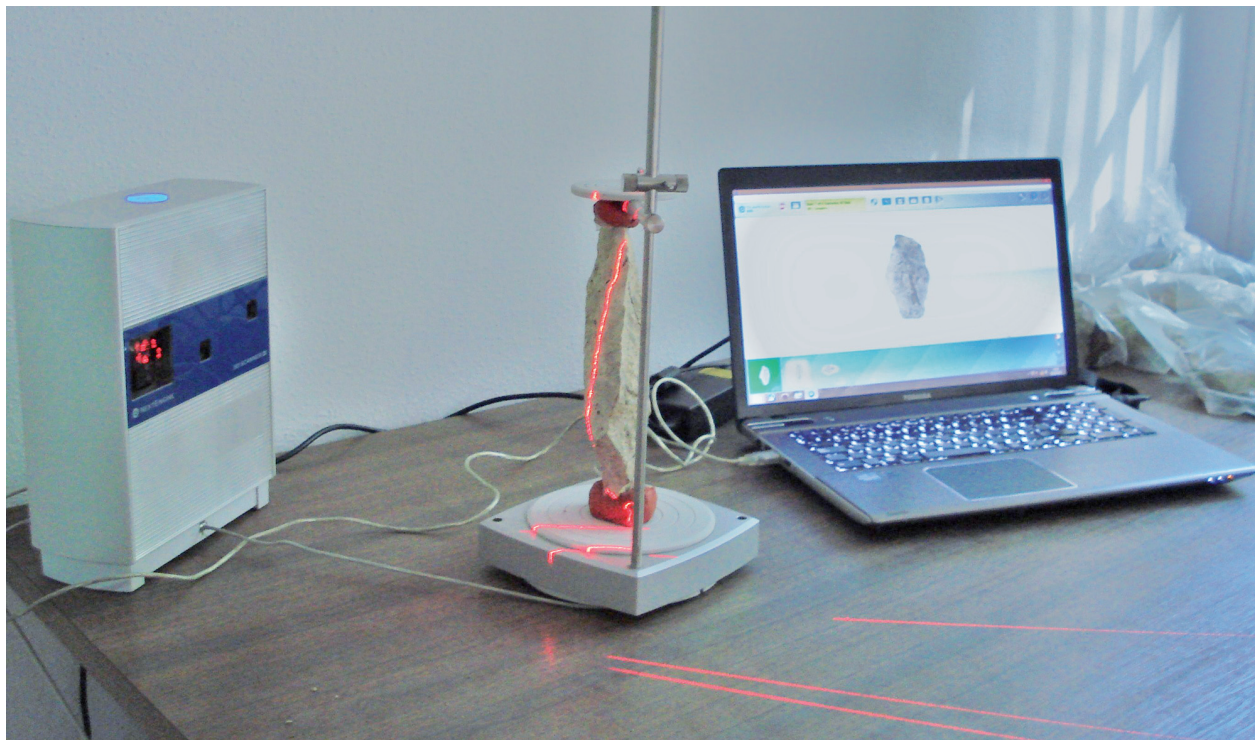


Figura 3. Láser-escáner NextEngine con la unidad principal (izquierda), el autoposicionador con una pieza arqueológica (centro) y el ordenador con el software (derecha) durante un proceso de escaneo.

Figure 3. NextEngine laser scanner with the main unit (left), the adjustable part holding the archaeological artefact (center) and the computer with the software (right) during the scan process.

En primer lugar, y con el objetivo de establecer la estrategia de escaneo (cuyo desarrollo depende directamente de las dimensiones de las piezas), realizamos un análisis tipométrico básico de peso, anchura, longitud y grosor. En este sentido, las grandes dimensiones y pesos de los artefactos, de hasta 234 milímetros de longitud y 1376 gramos de peso –excepción hecha de los núcleos, con pesos superiores a los dos kilos–, condicionó el proceso en dos sentidos. Primeramente, puesto que todos los objetos superaron los 130 mm de longitud (rebasando así el área visible recomendada para el modo “macro” de 130 x 97 mm), optamos por escanear con el modo “wide”, cuyo campo de visión aproximado es de 340 x 250 milímetros, su precisión de $\pm 0,381$ milímetros, su resolución de 75ppp y su densidad de 150ppp; esto hizo que la distancia entre el objeto, colocado en el autoposicionador, y la unidad del escáner, siempre rondase siempre los 40 centímetros. En segundo término, y puesto que la máquina no ha sido diseñada para la arqueología, tuvimos que idear un método de sujeción alternativo al del aparato, del todo insuficiente para las proporciones de los objetos, que requirió la utilización de plastilina como soporte principal. La sujeción de los objetos dentro del autoposicionador se revelaba así como el principal problema de la técnica, si bien pudo ser superado.

Una vez hecho el estudio previo de los objetos y el modo de sujetar las piezas, pasamos a la fase de adquisición de datos. Primeramente localizamos en todos los objetos varias zonas distintivas para facilitar la identificación de puntos comunes a la hora de unir las diferentes tomas, para lo que escogimos las marcas inherentes a la superficie de los objetos –atributos de la talla, fracturas, pequeñas irregularidades o concreciones–, y, en el caso de no poder hacerlo, dibujamos a lápiz algunos puntos. Tomadas las referencias, determinamos realizar al menos dos escáneres completos por pieza (denominados familias) a razón de diez tomas cada una: diez tomas con el objeto colocado horizontalmente (familia A) y otras diez posicionado de manera vertical (familia B), a fin de recoger información de toda la superficie. En todo caso siempre hizo falta tomar escáneres adicionales (familias C, D, E...) para captar las partes de las piezas más inaccesibles por su rugosidad o situación. La velocidad de adquisición fue de 50.000 puntos por segundo y el tiempo de demora varió dependiendo de las familias adicionales necesarias, si bien nunca fue menor a la hora y media de trabajo, periodo tras el cual obtuvimos las diferentes tomas.

A partir de aquí, y mediante el software ScanStudio HD, procedimos al tratamiento de las imágenes conseguidas, trabajo que principalmente se centra en dos acciones: cortar las partes ajenas al objeto que son escaneadas, como por ejemplo los soportes de sujeción de la pieza; y unir (alinear) las diferentes tomas obtenidas. Así, puesto que cada toma constituye una vista parcial del objeto, alineamos en primer lugar las diferentes tomas de cada familia mediante la identificación de siete puntos preestablecidos, obteniendo con ello una única imagen tridimensional por familia. Acto seguido, pasamos a unir todas las familias a través de la identificación de otros nueve puntos comunes consiguiendo de esta forma una única imagen del objeto en tres dimensiones: el resultado final. La precisión obtenida en la alineación de tomas y familias osciló siempre entre los 0,051 y 0,076 mm. Tras todo ello, acabamos el procesado de la información con la simplificación de la malla de puntos a través de la opción “fusión”.

Una vez conseguidas las imágenes, y como último paso metodológico, seleccionamos los atributos para llevar a cabo el análisis de las superficies, que consistió en la identificación de las extracciones a través de sus negativos y el reconocimiento de sus direcciones. Para ello, y sobre la base de la lectura diacrítica, determinamos estudiar las convexidades de los diferentes planos así como la topografía de los mismos –en un mismo plano las áreas más deprimidas determinan las zonas proximales en tanto en cuanto las menos profundas informan sobre las zonas distales-, prestando especial atención a las posibles ondas de percusión y puntos de impacto, que informan de la dirección, y a los contornos de los negativos, a veces dotados de rebabas y estrías (BAENA y CUARTERO, 2006; BAENA *et al.*, 2010; JIMÉNEZ-COBOS, 2012).

Además, a fin de examinar la vertiente representativa de los diversos escáneres, realizamos una comparativa de éstos con los dibujos arqueológicos hechos a mano, cotejo centrado en dos puntos: los convencionalismos interpretativos del dibujo arqueológico que no están presentes en los escáneres; y la textura volumétrica que se aprecia en los escáneres y no así en las imágenes bidimensionales (GROSMAN *et al.*, 2011; LÓPEZ FRAILE, 2011; GILBOA *et al.*, 2013; PASTOORS y WENIGER, 2011; RICHARDSON *et al.* 2012; SUMNER y RIDDLE, 2008).

4.- RESULTADOS

4.1. Reconocimiento de extracciones, direcciones y ordenamientos

Por cada pieza escaneada se han obtenido cuatro modelos tridimensionales diferentes: nube de puntos, superficie a color, malla geométrica y superficie sólida, relevándose la última opción como la mejor elección a la hora de realizar análisis tecnológicos sobre materiales de naturaleza basáltica. En dicha vista, y en cuanto a los configurados de gran formato se refiere, se han podido distinguir en primer lugar dos tipos de superficies según su topografía: planos positivos correspondientes al soporte de las grandes lascas que sirven de base para la confección de los artefactos, y planos negativos que evidencian las extracciones acometidas sobre dicho soporte a fin de configurar las herramientas. En este sentido, mientras los primeros son identificados por su perfil convexo y bulbo de percusión –puesto que las ondas de fractura rara vez se documentan en los escáneres-, los segundos se reconocen a partir de un perfil topográfico compuesto en cada caso por un punto de impacto, áreas que siempre aparecen topográficamente muy deprimidas, y bordes laterales y distales, zonas siempre sobreelevadas respecto al resto de la superficie (Figura 4).

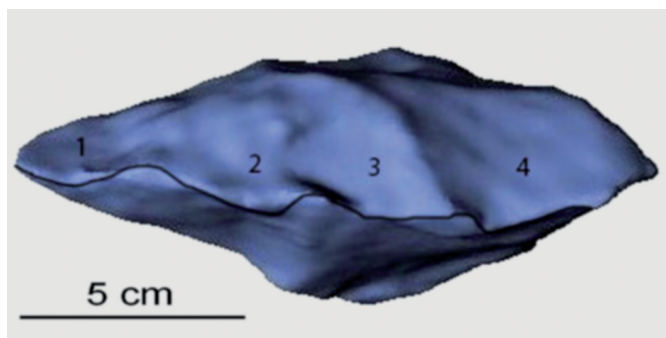


Figura 4. Perfil topográfico de la pieza ES-2/09/15 en el que se aprecian las extracciones.
Figure 4. Topographic profile ES-2/09/15 object where you see the extractions.

Identificadas las superficies con sus atributos, se ha podido trazar la dirección de cada una de las extracciones desde el punto de impacto hasta la zona distal y, a la vez, establecer en algunas ocasiones relaciones de ordenamiento temporal entre las mismas. A este respecto, se han logrado distinguir dos tipos de negativos según su morfología y topografía: unos con una altura mayor al resto y con una superficie teórica incompleta al estar delimitada y cortada por los bordes distales de las extracciones vecinas; y otros con una posición topográfica inferior y con un área que, con

todos los atributos tecnológicos, se introduce y fractura las superficies contiguas. De este modo ha sido posible establecer relaciones de anterioridad y posterioridad entre diferentes grupos de extracciones próximas entre sí y, por ende, reconocer al menos dos momentos diferentes en el proceso de configuración: uno anterior correspondiente a los negativos altos e incompletos y otro posterior determinado por los negativos completos en posición topográficamente inferior (Figura 5).

Por tanto, tomando como referencia el perfil topográfico de las diferentes piezas (figura 4), y tal y como se muestra en la figura 5, muchas de las extracciones topográficamente inferiores y completas, aparecen habitualmente en los contornos de las piezas mientras que las extracciones a mayor altura se tienden a ubicar en la parte central de las mismas. Esta distribución espacial que modifica la superficie del soporte de la lasca original refleja, por tanto, una configuración de los perímetros mediante repetidas extracciones que rompen las superficies de los negativos precedentes, originando depresiones topográficas más marcadas (de ahí su ubicación inferior). Por todo ello se puede decir que lo característico de las piezas líticas de esta colección es la búsqueda recurrente de filos y, de forma muy especial, puntas, ya que es en dichas zonas donde se concentra el mayor número de extracciones. De hecho, en muchos de los útiles tan solo aparecen modificadas las partes proximales y distales, a menudo mediante series bifaciales, al tiempo que el resto de la pieza se mantiene intacta pudiendo reconocer con ello los atributos tecnológicos del soporte de la lasca original (Figura 6). Por esta misma razón es habitual que en muchas ocasiones las piezas no se hayan adelgazado, presentando así grosores importantes.

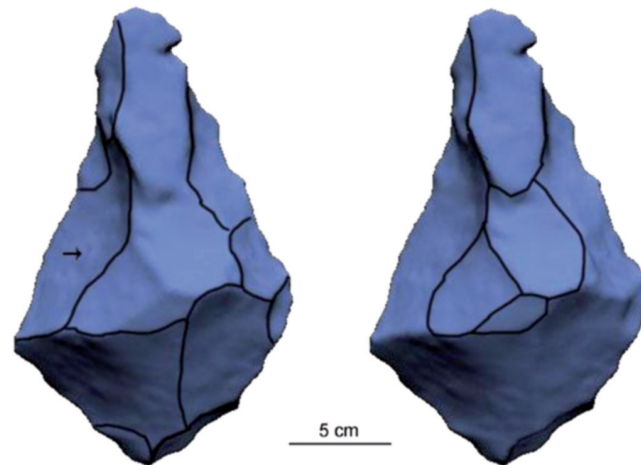


Figura 5. ES-2/10/307. A la izquierda, extracciones completas y topográficamente inferiores ubicadas en el perímetro de la pieza (con una dirección centripeta como muestra la flecha); a la derecha, extracciones residuales y topográficamente superiores ubicadas en el centro. Las primeras cortan a las segundas y, por ende, son cronológicamente posteriores.

Figure 5. ES-2/10/307. On the left, complete negative scars and topographically located in the lower perimeter of the object (with a centripetal direction as shown by the arrow); on the right, residual extractions and upper topographically located in the middle. The first set cuts the second and, therefore, is chronologically more recent.

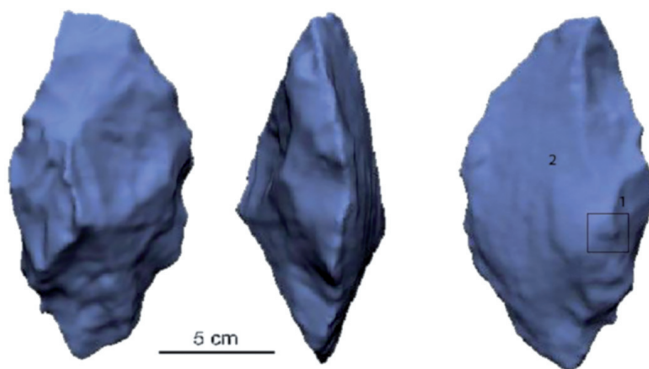


Figura 6. PE/ES2/3. La pieza presenta extracciones laterales que conforman un filo (izquierda y centro), de forma que aún se puede observar la cara ventral de la lasca original con su bulbo (1) y ondas (2).

Figure 6. PE/ES2/3. The artefact shows side scars producing an edge (left and centre), making the ventral face of the original flake with its bulb (1) and waves (2) still visible.

4.2. Diferenciación de superficies naturales y antrópicas

En ciertos materiales, máxime cuando presentan una elevada cronología y están alterados, es difícil discernir entre posibles fracturas de carácter natural y fracturas artificiales de origen antrópico. Este problema hace que en ocasiones la asignación de extracciones pueda ser incorrecta al identificar como antrópicas superficies que en realidad son fracturas naturales y viceversa, razón por la cual los estudios diacríticos pueden ser motivo de discusión (DE LA TORRE *et al.*, 2008; DÍEZ-MARTÍN *et al.*, 2012). Queriendo ahondar en este particular, fue escaneado uno de los núcleos procedentes de EN1-Noolchalai que, *a priori*,

contaba con dos partes bien diferenciadas: una inequívocamente antrópica, y otra de difícil interpretación por lo alterado de su superficie. De esta forma con el escáner se ha podido corroborar tal desigualdad al apreciar por un lado superficies lisas con una topografía regular y uniforme delimitada por perímetros claros y, por otro, superficies con grandes irregularidades topográficas en forma de elevaciones y depresiones. A su vez, entre estas últimas se ha podido observar la presencia de un perímetro propio en una de

las partes, al tiempo que en la otra no hay ningún tipo de evidencia tecnológica reconocible en forma de rebabas o estrías que posibilite establecer un límite propio de extracciones (Figura 7). Ante ello, la superficie irregular se ha interpretado como una fractura de carácter natural, máxime cuando dicha topografía irregular y desigual es similar a la que aparece en la superficie de rotura de una punta de bifaz.

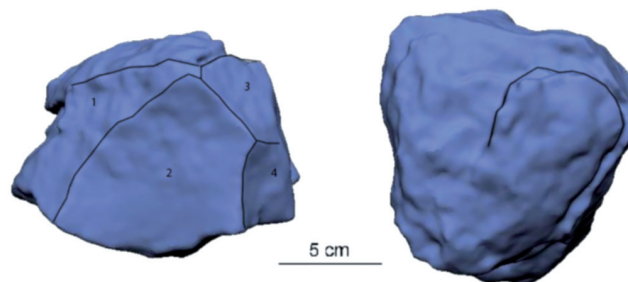


Figura 7. EN-1/A/127. Diferencias entre la superficie fracturada natural (derecha) y las extracciones antrópicas (izquierda).

Figure 7. EN-1/A/127. Differences between the natural fractured surface (right) and anthropic extractions (left).

4.3. Representación de materiales arqueológicos

La obtención de escáneres tridimensionales que captan la textura volumétrica de cada una de las piezas ha posibilitado la comparación de tales imágenes con respecto a los tradicionales dibujos arqueológicos hechos a mano. Como se puede ver, el escáner proporciona una diferenciación de las extracciones bastante similar a las que expresa el dibujo a mano, pero en algunos casos ofrece algunas diferencias significativas desde el punto de vista representativo (Figura 8). En este sentido el escáner, presentado ahora como un medio de documentación automática, precisa y objetiva de la superficie de la herramienta (RICHARDSON *et al.*, 2012), permite visualizar de la forma más fidedigna y clara posible todas las extracciones de la pieza independientemente de la interpretación del autor.

Por el contrario el dibujo, presentado ya desde hace algún tiempo como doblemente subjetivo al plasmar primero el sesgo interpretativo del arqueólogo –que reconoce a ojo las extracciones–, y luego el sesgo del dibujante, que sigue las indicaciones del investigador introduciendo los convencionalismos propios del dibujo a mano, puede dejar de representar extracciones no identificadas en unos casos, o entorpecer su lectura tecnológica a través de sombras, ondas o puntos que, en la práctica, no existen en la pieza. Por tanto, aunque las diferencias no sean muchas desde el punto de vista cuantitativo, sí que lo son desde el punto de vista cualitativo, al reconocer en la representación gráfica proporcionada por el escáner extracciones que en el dibujo a mano no existen o no quedan debidamente claras. Este rasgo, unido a la textura volumétrica proporcionada por la captura de imagen en tres dimensiones lejos de sombreados y otros grafismos, hace que el escáner sea probablemente a día de hoy la mejor forma de representación gráfica de objetos líticos, en este caso de gran formato.

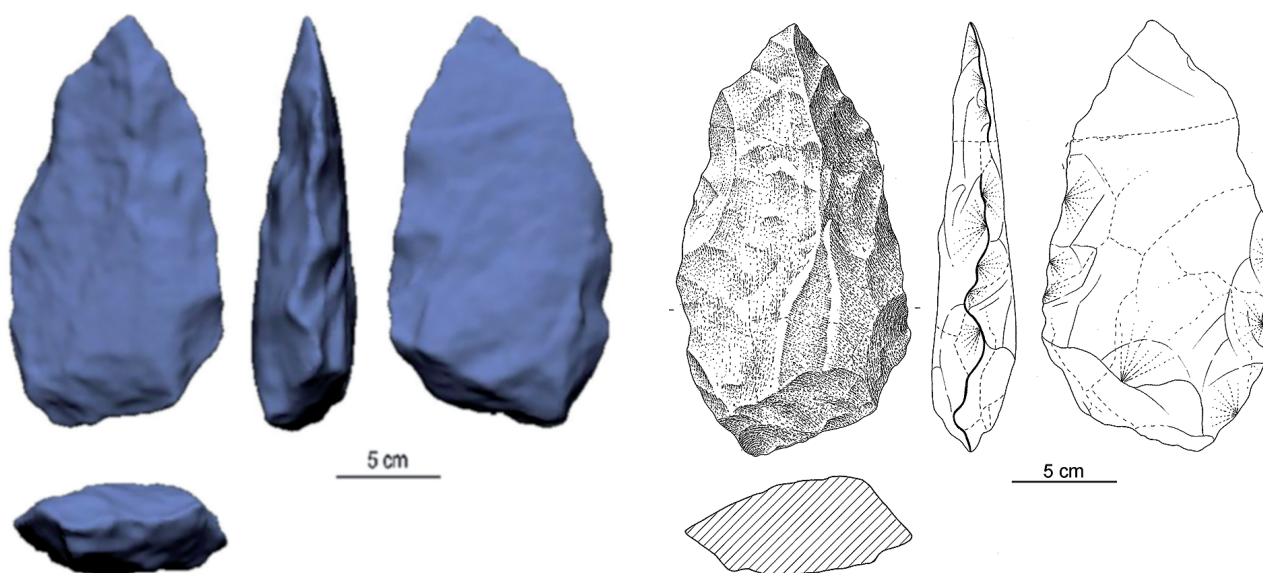


Figura 8. PE/ES2-302. A la izquierda, dibujo a mano con un sombreado y puntuación que homogeniza todas las extracciones (Luis Pascual); a la derecha, imagen volumétrica que permite ver las extracciones más o menos sombreadas según su propia importancia y profundidad.

Figure 8. PE/ES2-302. On the left, hand-made drawing with shading and punctuation that homogenizes all negatives scars (Luis Pascual); on the right, volumetric image that lets see the scar shade gradation according to their own importance and depth.

5.- DISCUSIÓN

La topografía de las superficies, con sus atributos tecnológicos correspondientes (tales como bulbos, puntos de impacto, estrías o bordes), resulta de vital importancia a la hora de estudiar y representar los materiales líticos. Así, mediante este trabajo se presenta un método de análisis tecnológico y divulgación gráfica basado en el escaneo tridimensional de los artefactos como medio de detección y clasificación de los diferentes planos, ahondando además en la problemática de establecer en algunas ocasiones una clara diferenciación entre superficies antrópicas y naturales.

En este caso, y en cuanto al estudio tecnológico se refiere, el reconocimiento de dos tipos principales de superficies en la colección lítica estudiada, planos positivos que nos informan de los soportes (grandes lascas) sobre los que se confeccionaron los bifaces, y planos negativos propios de las extracciones de configuración de las herramientas que a su vez pueden aparecer en posiciones topográficas diferenciadas, nos indican la existencia de un utillaje achelense complejo, variable y diverso. De este modo podemos hablar de dos tipos de objetos de gran formato, o si se prefiere por su talla bifacial, de dos tipos de bifaces. Por un lado un grupo mayoritario de bifaces simples en los que se aprecia perfectamente el soporte originario, con su bulbo de extracción y su cara ventral, modificado someramente en los bordes por extracciones tendentes a crear filos y puntas (Figura 6). Por otro, un grupo menos numeroso de bifaces elaborados con extracciones que ocupan prácticamente toda la superficie, de ahí que sea imposible reconocer los atributos tecnológicos del soporte originario y que aparezcan dos tipos de negativos: unos incompletos en las partes topográficamente superiores, y otros completos, que cortan a los anteriores, en las zonas topográficamente inferiores (Figura 5). Aún así, y pese a esta dualidad tecnológica, el objetivo de unos y otros es el mismo: la consecución de filos y puntas, rasgo que por lo elevado de su cronología parece ser el claro impulsor de la aparición del tecnocomplejo achelense.

En cuanto a la representación gráfica, la obtención de imágenes que captan la textura volumétrica capaz de sustituir satisfactoriamente a los convencionalismos propios de los dibujos a mano, principalmente sombreados, ondas, rayas y puntos según el caso, aspectos subjetivos que dependen del arqueólogo y el dibujante ya que no están presentes en las piezas, hacen que este tipo de modelos sean más precisos, objetivos y claros. Estamos, por tanto, ante modelos que captan los atributos tecnológicos sin necesidad de retener, sintetizar o seleccionar una parte de la realidad en detrimento de otra, lo que hace que las imágenes divulgativas sean mucho más fidedignas que las obtenidas hasta este momento reconociendo, eso sí, que siempre habrá una carga subjetiva en cuanto a la interpretación se refiere. Aún así, la rapidez de la técnica y, sobre todo, la cada vez más frecuente admisión de formatos adicionales al papel en las revistas científicas, sitúan a este tipo de representaciones en una posición de privilegio ante el futuro más inmediato.

7.- CONCLUSIONES

La realización de esta tesis máster permite extraer tres grandes conclusiones. En primer lugar, el empleo del láser escáner 3D como metodología aplicable a los objetos de gran formato presenta ciertos límites, ya que la máquina no ha sido diseñada para escanear utensilios de piedra de gran tamaño. Así, por un lado el soporte propio del aparato resulta del todo insuficiente y es necesario idear un método de sujeción adicional; por otro, las dimensiones de los objetos quedan restringidas al modo "wide" empleado en este trabajo, por lo que piezas de un tamaño superior a los 30 centímetros son muy difíciles de digitalizar.

En segundo término, y desde el punto de vista tecnológico, el láser escáner 3D aparece como una herramienta viable frente a las investigaciones tecnológicas tradicionales basadas en la observación visual y directa, especialmente en el caso de materias primas que por sus características físicas pueden presentar graves complicaciones al ojo humano. De esta forma, abrimos la puerta a futuros estudios tecnológicos más allá de la tipometría, especialmente en cuanto al análisis de las superficies y sus topografías se refiere, criterios fundamentales en la reconstrucción del proceso diacrítico. Gracias a ello hemos obtenido una imagen más precisa del conjunto lítico estudiado al poder reconocer las extracciones y sus direcciones y diferenciar superficies de origen diverso en una misma pieza: natural y antrópico.

Finalmente, los escáneres se muestran como el medio idóneo de representación y divulgación gráfica de los objetos líticos merced a su realismo, claridad y objetividad. En este sentido, la eliminación de los

convencionalismos propios de los dibujos a mano y la captación de la textura volumétrica hacen que las digitalizaciones tridimensionales tengan un gran futuro. Aún así, y pese a estas bondades, el uso de esta herramienta hay que verlo no como una solución definitiva, sino como un avance, como un medio más que se suma al resto de técnicas desarrolladas hasta el momento con el objetivo de explotar al máximo la potencia informativa del registro arqueológico, en este caso lítico.

8.- AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer ante todo la ayuda indispensable de Fernando Díez Martín (Uva), quien con su colaboración, apoyo y sabios consejos ha hecho posible la realización de este trabajo. Asimismo agradezco la ayuda recibida por parte de Laura Rodríguez García (UBU) en el manejo del escáner y, como no, el continuo respaldo de mis padres Santiago y Carmen, y de Sonia.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, R. L., PARFITT, S., ASHTON, N., LEWIS, S. G., SCOTT, B. y STRINGER, C.
2011 Digital preservation and dissemination of ancient lithic technology with modern micro-CT. *Computers & Graphics*, 35: 878-884.
- ALTANTSETSEG, E., MURAKI, Y., CHIBA, F. y KONNO, K.
2011 3D surface reconstruction of stone tools by using four-directional measurement machine. *The international journal of virtual reality*, 10 (1): 37-43.
- BAENA, J. y CUARTERO, F.
2006 Más allá de la tipología lítica: lectura diacrítica y experimentación como claves para la reconstrucción del proceso tecnológico. En MAILLO, J. M. y BAQUEDANO, E. (Eds.): *Miscelánea en homenaje a Victoria Cabrera, Zona Arqueológica*, 7, Vol I: 144-161.
- BAENA, J., LORDKIPANIDZE, D., CUARTERO, F., FERRING, R., ZHVANIA, D., MARTÍN, D., SHEILA, T., BIDZINASHUILI, G., ROCA, M. y RUBIO, D.
2010 Technical and technological complexity in the beginning: the study of Dmanisi lithic assemblage. *Quaternary International*, 233-224: 45-53.
- BOOKSTEIN, F.L.
1991 *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- BRETZKE, K. y CONARD, N. J.
2012 Evaluating morphological variability in lithic assemblages using 3D models of stone artefacts. *Journal of Archaeological Science*, 39: 3741-3749.
- CLARKSON, C. y HISCOCK, P.
2011 Estimating original flake mass from 3D scans of platform area. *Journal of Archaeological Science*, 38: 1062-1068.
- CLARKSON, C.
2013 Measuring core reduction using 3D flake scar density: a test case of changing core reduction at Klasies River Mouth, South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 40: 4348-4357.
- COUZENS, R. A.
2012 *An Analysis of the Symmetry of Large Cutting Tools within the South African Acheulean*. University of the Witwatersrand. Johannesburg.
- DE LA TORRE I., MORA, R. y MARTÍNEZ MORENO, J.
2008 The early Acheulean in Peninj (Lake Natron, Tanzania). *Journal of Anthropological Archaeology*, 27: 244-268.
- DÍEZ-MARTÍN, F.
2008 El origen del achelense en Peninj (lago Natron, Tanzania). Adaptación territorial e innovación tecnológica durante el pleistoceno inferior. *Informes y Trabajos*, 1: 169-175.

DÍEZ-MARTÍN, F., BARBA, R., GÓMEZ GONZÁLEZ, J. A. y DE LUQUE, L

2009 El achelense de Peninj (lago Natrón, Tanzania): excavación arqueológica en ES2-Lepolesi en la campaña 2008. *Informes y Trabajos*, 3: 237-244.

DÍEZ-MARTÍN, F., CUARTERO, F., SÁNCHEZ YUSTOS, P., BAENA, J., DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M. y RUBIO, D.

2012 Testing cognitive skills in Early Pleistocene hominins: An analysis of the concepts of hierarchization and predetermination in the lithic assemblages of Type Section (Peninj, Tanzania). En DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M. (Ed.): *Stone tools and fossil bones. Debates in the archaeology of human origins*. Cambridge University Press. Cambridge: 245-309.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M.

1996 La cronología del Grupo Peninj, al oeste del lago Natrón (Tanzania): revisión de las discordancias bioestratigráficas. *Complutum*, 7: 7-15.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M., ALCALÁ, L., DE LUQUE, L., SERRALONGA, J. y DE LA TORRE, I.

2004 El origen del ser humano en África Oriental (Peninj, Tanzania). *Bienes Culturales*, 3: 129-138.

ENGLISH HERITAGE

2007 *3D Laser Scanning for Heritage. Advice and guidance to users on laser scanning in archaeology and architecture*. English Heritage. Londres.

GILBOA, A., TAL, A., SHIMSHONI, I. y KOLOMENKIN, M.

2013 Computer-based, automatic recording and illustration of complex archaeological artefacts. *Journal of Archaeological Science*, 40: 1329-1339.

GOREN-INBAR, N., GROSMAN, L. y SHARON, G.

2011 The technology and significance of the Acheulian giant cores of Gesher Benot Ya' aqov, Israel. *Journal of Archaeological Science*, 38: 1901-1917.

GROSMAN, L., SMIKT, O. y SMILANSKY, U.

2008 "On the application of 3-D scanning technology for the documentation and typology of lithic artefacts. *Journal of Archaeological Science*, 35: 3101-3110.

GROSMAN, L., SHARON, G., GOLDMAN-NEUMAN, T., SMIKT, O. y SMILANSKY, U.

2011 Studying post depositional damage on Acheulian bifaces using 3-D scanning. *Journal of Human Evolution*, 60: 398-406.

JIMÉNEZ-COBOS, F.

2012 Tecnología y análisis diacrítico. Aproximación al yacimiento del Cortijo del Calvillo (Fuente Camacho, Loja) a través de la colección del Museo de la Alcazaba de Loja (Granada). *Arqueología y Territorio*, 9: 19-32.

KARASIK, A. y SMILANSKY, U.

2008 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory. *Journal of Archaeological Science*, 35: 1148-1168.

KUZMINSKI, S. C. y GARDINER, M. S.

2012 Three-dimensional laser scanning: potential uses for museum conservation and scientific research. *Journal of Archaeological Science*, 39: 2744-2751.

LEAKEY, M.

1971 *Olduvai Gorge. Volume 3. Excavations in Beds I and II. 1960 – 1963*. Cambridge University Press. Cambridge.

LIN, S. C. H., DOUGLASS, M. J., HOLDAWAY, S. J. y FLOYD, B.

2010 The application of 3D laser scanning technology to the assessment of ordinal and mechanical cortex quantification in lithic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 37: 694-702.

LOBB, M., KRAWIEC, K., HOWARD, A. J., GEAREY, B. R. y CHAPMAN, H. P.

2010 A new approach to recording and monitoring wet-preserved archaeological wood using three-dimensional laser scanning. *Journal of Archaeological Science*, 37: 2995-2999.

LÓPEZ FRAILE, F. J.

- 2007 La infografía 3D como sistema de documentación y divulgación. En MORÍN DE PANLOS, J. (Coord.): *Primer Simposio de la Investigación y Difusión Arqueopaleontológica en el Marco de la Iniciativa Privada: Madrid, Guadalajara 24 y 25 de octubre de 2007. Primer Simposio AUDEMA*. Auditores de Energía y Medio Ambiente, Madrid: 429-444.

LÓPEZ FRAILE, F. J.

- 2011 Dibujos de ayer y hoy, modelos 3D de hoy y mañana. Modelización de materiales prehistóricos. En *Actas de las Quintas Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid (nov. 2007)*: 333-337.

LUQUE, L.

- 1995 Los yacimientos Plio-Pleistocenos del Grupo Peninj (Oeste del lago Natrón, Tanzania). *Geogaceta*, 18, 125-127.

LYCETT, S. J., VON CRAMON-TAUBADEL, N. y GOWLETT, J. A. J.

- 2010 A comparative geometric morphometric analysis of Victoria West cores: implications for the origins of Levallois technology. *Journal of Archaeological Science*, 37: 1110-1117.

MCHENRY, L. J., LUQUE, L., GÓMEZ, J. A., y DíEZ MARTÍN, F.

- 2011 Promise and pitfalls for characterizing and correlating the zetically altered tephra of the Pleistocene Peninj Group, Tanzania. *Quaternary Research*, 75: 708-720.

MCPHERRON, S. H., GERNAT, T. y HUBLIN, J. J.

- 2009 Structured light scanning for high-resolution documentation of in situ archaeological finds. *Journal of Archaeological Science* 36: 19-24.

PASTOORS, A. y WENIGER, G. C.

- 2011 Graphical documentation of lithic artefacts: traditional hand craft versus 3-D mechanical recording. En MACCHIARELLI, R. y WENIGER, G. C. (Eds.): *Pleistocene Databases: Acquisition, Storing, Sharing. Wissenschaftliche Schriften des Neanderthal Museums 4, Mettmann 2011*: 9-17.

RICHARDSON, E., GROSMAN, L., SMILANSKY, U. y WERMAN, M.

- 2012 *Extracting scar and ridge features from 3D-scanned lithic artifacts. On-line*: <http://www.cs.huji.ac.il/~werman/Papers/Extracting.pdf>

RUBIO GIL, D., MARTÍNEZ RUBIO, J., BAENA PREYSLER, J., FERNÁNDEZ MARTÍN, J. J. y FINAT CODES, J.

- 2010 Nuevos métodos para viejas tecnologías: análisis y documentación de los materiales arqueológicos mediante la aplicación de sistemas Láser-scanner 3D. *Virtual Archaeology Review*, 1 (1): 169-173.

SHOLTS, S. B., STANFORD, D. J., FLORES, L. M. y WÄRMLÄNDER, S.

- 2012 Flake scar patterns of Clovis points analyzed with a new digital morphometrics approach: evidence for direct transmission of technological knowledge across early North America. *Journal of Archaeological Science*, 39: 3018-3026.

SOLERA ARGANDA, A. A.

- 2012 *Obtención del modelo tridimensional de una vasija precolombina de la cultura Nazca-Perú mediante sistemas láser-escáner 3D*. Proyecto Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

SUMNER, T. A. y RIDDLE, A. T. R.

- 2008 A virtual paleolithic: essays in photogrammetric three-dimensional artifact modelling. *PaleoAnthropology 2008*: 158-169.

TEJADO SEBASTIÁN, J. M.

- 2005 Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: las Nuevas Tecnologías en el registro, conservación y difusión del Patrimonio Arqueológico. *Iberia*, 8: 135-158.

VARGAS BALBUENA, J.

- 2010 *Nuevos métodos de medida 3D mediante triangulación activa*. Memoria para optar al grado de doctor, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

VIALET, A., GUIPERT, G., JIANING, H., XIAOBO, F., ZUNE, L., YOUNG, W., TIANYUAN, L., DE LUMLEY, M. A. y DE LUMLEY, H.

- 2010 Homo erectus from the Yunxian and Naikin Chinese sites: anthropological insights using 3D virtual imaging techniques. *Comptes Rendus Palevol*, 9: 331-339.

El nivel III de la cueva de La Uña (Acebedo, León): Análisis tecnológico de la industria retocada y aprovisionamiento de materias primas

The layer III of La Uña cave (Acebedo, León): Technology analysis of retouched industry and supply of raw materials

PALABRAS CLAVES: Mesolítico, Cordillera Cantábrica, tecnología lítica, materias primas.
KEY WORDS: Mesolithic, Cantabrian Mountains, lithic technology, raw material.

Diego HERRERO⁽¹⁾

RESUMEN

La cueva de La Uña es un yacimiento adscrito al mesolítico en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. El análisis de las materias primas permite caracterizar al menos un resto de sílex del Flysch. La materia prima local es la cuarcita, el chert negro y la radiolarita. A nivel tecnológico, la producción de lascas y láminas es muy similar, sin tener a penas diferencias. El análisis del Chi-cuadrado pone en relación la materia prima con la tipología, donde son predominantes los dorsos.

ABSTRACT

La Uña Cave is a Mesolithic site located on the southern slope of the Cantabrian Mountains. The analysis of raw materials extracted there shows the presence of at least one type of silex regarding the flysch kind. The most common raw materials found locally are quartzite, black chert and radiolarite. From a technological point of view, the production of chips and layers does not differ too much from one another. Through the analysis of the Chi-squared it has been reaffirmed the connection between raw materials and typology, where the backed bladelets predominate.

1.- INTRODUCCIÓN

El yacimiento arqueológico de La Uña (Acebedo, León) (Figura1) se encuentra en un afloramiento calizo cerca del pueblo epónimo, a 1200 metros sobre el nivel del mar y con la boca de la cueva orientada al sur. Está situado en la intersección de dos valles que terminan en puertos de montaña, por los que el contacto con la vertiente norte de la cordillera cantábrica es de menor dificultad. A los pies de la cueva discurre un pequeño arroyo, afluente del río Esla por la izquierda, que ha formado un conjunto de terrazas fluviales superpuestas. Una de estas terrazas está a la salida de la cueva, lo que hace pensar que pudo ayudar a ampliar el hábitat de la cavidad, que es de pequeñas dimensiones, unos 35m² (Neira *et al.*, 1997).

A nivel geológico la cueva se encuentra en la unidad Pisuerga-Carrión, muy próxima al contacto con la Unidad del Ponga, concretamente dentro del Grupo Maraña-Brañas. La mayoría de los materiales de esta zona están comprendidos entre el cámbrico y el carbonífero superior, pero sin muchos materiales de Ordovícico, Silúrico y Devónico (Rodríguez, 1991).



Figura 1. Mapa de La Uña con respecto a otros yacimientos mesolíticos de su entorno (Neira *et al.* 2012).

Figure 1. Map of La Uña regarding other Mesolithic sites in that area.

⁽¹⁾ UPV-EHU: Departamento de Geografía, Prehistoria y arqueología. Facultad de Letras.

⁽²⁾ Director: Antonio Tarrío Grupo de Investigación de Prehistoria (IT 622-13)/CNIEH

⁽³⁾ Director: Ana Neira ULE. Área de Prehistoria. Departamento de Historia. Facultad de Filosofía y Letras

La cueva fue descubierta en 1991 durante una prospección dentro del proyecto de investigación "Prospección Arqueológica del Alto Valle del Esla en Relación con el Hábitat Vadiniense". Al año siguiente se hizo un sondeo de 1x1m (cuadro C5) a partir de un agujero practicado por un clandestino (Neira *et al.*, 2012). En 1999 se excavó el cuadro D5, seguido por los cuadros C6, D6, E5 y C7 entre los años 2003 y 2004 (Figura 2). En la cavidad se han encontrado cuatro niveles fértiles por el momento, ya que aún no se ha llegado a la roca madre.

En esta cueva las bioturbaciones han tenido un peso importante en su investigación, pues ha propiciado que una parte de los materiales hayan sido descartados para su estudio por estar en un contexto estratigráfico poco claro (Neira *et al.*, 2012).

Para el nivel III de la cueva se han hecho dos dataciones por ^{14}C que han dado 7410-7000 cal B.P y 7170-6900 cal B.P. La cueva de La Uña se sitúa en las cercanías de otras dos cuevas con una adscripción cronológica similar, como son El Espertín (8954-8353 cal. BP y 7960-7820 cal B.P.) (Neira y Fuertes, 2009) y La Braña-Arintero (7840-7660 cal B.P.) (Vidal *et al.*, 2008).

Para este trabajo se han seleccionado únicamente los útiles líticos retocados presentes en el nivel III, con el objetivo de conocer las características tecnológicas y de aprovisionamiento de este conjunto, ya estudiado a nivel tipológico. Este estudio permitiría obtener más datos sobre los grupos de cazadores-recolectores del holoceno al sur de la vertiente cantábrica, menos conocida que la vertiente norte y que el valle del Ebro, en un Mesolítico muy tardío.

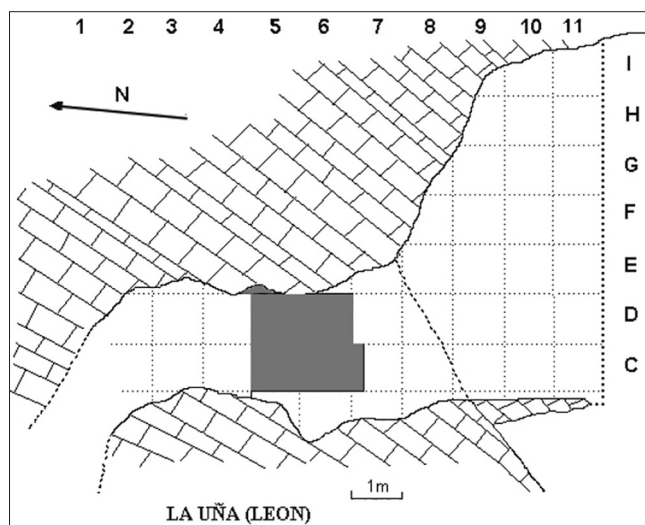


Figura 2. Planimetría de la cueva de La Uña. En gris, los cuadros excavados en las campañas de 1999, 2003 y 2004. (Neira *et al.* 2012).

Figure 2. Planimetry of La Uña Cave. The parts highlighted in grey correspond to the excavations carried out during 1999, 2003 and 2004 (Neira *et al.* 2012).

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

Se han analizado un total de 274 útiles líticos. La materia prima ha sido la primera división escogida para la clasificación de los materiales. Se ha hecho una primera diferenciación macroscópica de las distintas piezas en "macrogrupos". Esta caracterización de visu ha sido completada siguiendo la metodología propuesta por A.Tarriño en su tesis doctoral (Tarriño, 2001) con un análisis petrológico en lupa binocular modelo Olympus MSZ-71. Los aumentos están dentro del rango 6,7x-45x, siendo fotografiadas las piezas seleccionadas de cada grupo a bajos (6,7x-20x) y altos aumentos (30x-45x). Todos estos grupos de materias primas han sido subdivididos en otros más pequeños atendiendo a su textura, coloración, fractura, calidad para la talla, ... Para la coloración se ha tomado como referencia la tabla Cailleux, con la intención de comparar los datos con otras materias primas de forma unificada y, a su vez, con los estudios de la cavidad de El Espertín (Casasuertes, León), única referencia cercana en esta cronología que tiene la industria lítica publicada (Fuertes, 2010). Estos grupos más pequeños, en realidad, no distinguen materias primas diferentes, ya que es posible que varios de ellos pertenezcan, en realidad, a un solo tipo. Aunque lo ideal sería hacerles analíticas concretas (DRX y lámina delgada principalmente), por razones de conservación y de falta de material comparativo, hasta el momento, es una buena base en la que apoyarse, a la espera de mejores datos.

El estudio tecnológico se ha llevado a cabo usando como base la metodología propuesta por Natividad Fuertes en su tesis doctoral (Fuertes, 2010). Esta constaba de la clasificación del soporte, tipo de talón, presencia del córtex, fracturas y sus tipos, accidentes de talla, alteraciones y, en caso de ser un soporte laminar, la orientación de los negativos, el número de estos, y la sección longitudinal y transversal de la misma. Toda la información recogida se ha ordenado en una base de datos creada en Microsoft Office Access 2007. Una vez analizados todos los datos se clasificaron en grupos tecnológicos. Son un total de 7 grupos clasificados según la pertenencia a un momento u otro de la cadena técnica (aprovisionamiento, transporte, transformación, uso y abandono).

La clasificación tipológica se hizo a través de la tipología de Fortea (Fortea, 1973), la más común en el análisis del Mesolítico español, aunque, en este caso, no se adapta a las peculiaridades tipológicas de la industria de este nivel (Neira *et al.*, 2012). En este artículo del 2012 es donde se hace referencia a la tipología de los materiales, no entrando, en este caso, en ese análisis.

Con los datos obtenidos, se ha configurado una tabla de contingencia que se ha sometido a una prueba de independencia utilizando el test estadístico Chi-cuadrado. El objetivo es saber si los distintos tipos de materia prima están relacionados con los grupos tipológicos, es decir, si su elección es aleatoria o ha habido una selección antrópica de los materiales a la hora de confeccionar los distintos útiles.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Materias primas

En el análisis realizado, como grandes grupos, tenemos: (Figura 3)

- **Chert negro (SN)**: es la más representada en la industria retocada. Hay un total de 94 piezas, que correspondería con el 34,3% del registro. Dentro de este gran grupo hay varios subgrupos, que ponen de manifiesto la heterogeneidad de esta materia prima y, por lo tanto, la dificultad de su caracterización. El chert que aparece en estos yacimientos se ha dividido en dos grandes categorías: chert laminado negro (Foto 1 y 2) y chert negro (Foto 3 y 4) (Fuentes *et al.*, 2010). Esta variedad puede darse por el gran número de formaciones geológicas que contienen este material. Según la bibliografía geológica, este grupo de chert aparece en un gran conjunto número de formaciones. Se ha citado en las siguientes:

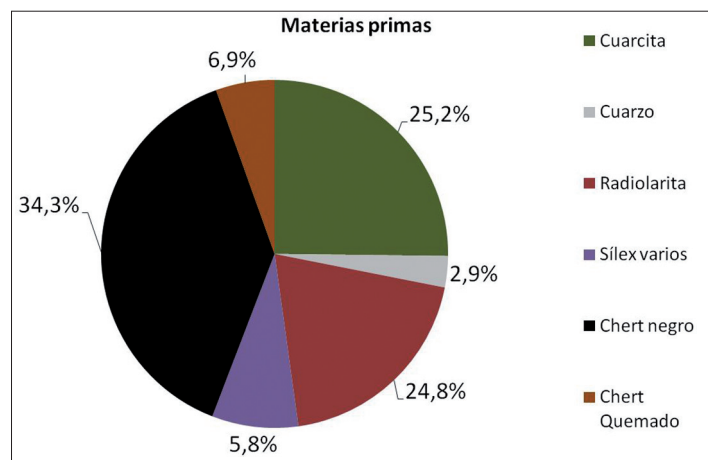


Figura 3. Gráfico de los porcentajes de materias primas de la industria retocada.
Figure 3. The chart shows the percentages of raw materials within retouched industry.

Formación Vegamián: Está formada por unos 30-40, de lutitas silíceas muy oscuras con cristales de pirita, nódulos de fosfato y manganeso. El chert (o lidita según algunos autores) aparece tanto en estratos como en nódulos (Martínez, 1981; Barba *et al.*, 1991). En el análisis microscópico se ha visto una similitud importante entre un pequeño grupo de piezas arqueológicas y una muestra geológica de chert, lo que parece indicar, a falta de pruebas más concluyentes, el uso de la formación Vegamián para la talla (Foto 5). Se formó en una plataforma marina con una sedimentación en condiciones anóxicas. La edad varía desde finales del Tournaisiense a principios del Viseense (Carbonífero inferior).

Formación Barcaliente: Es una caliza muy oscura, tableada, con un brillo céreo y olor especialmente fétido (entre 50-300m). El chert de esta formación se ha encontrado en la transición con la formación Alba. Se ha formado en una plataforma carbonatada marina. El contenido en fósiles es muy bajo, generalmente ostrácodos, calcisferas, equinodermos y lamelibranquios de concha fina (Namuriense, Carbonífero medio) (Martínez, 1981; Barba *et al.*, 1991).

Formación Picos de Europa: Es una formación muy potente (600m). El chert se encuentra en el "miembro bandeado", una alternancia de bancos de caliza negra tableada de grano fino, fétida y muy parecidos a la Fm. Barcaliente. En la parte más alta de la formación también aflora el chert. (Martínez, 1981; Barba *et al.*, 1991; Marquínez, 1978). Aparece una gran cantidad de fauna que permite datar la formación en la edad Westfaliense (Carbonífero inferior).

Formación Lois-Ciguera: El chert sólo se encuentra en el Miembro Bachende (680m), formado por margas y lutitas calcáreas con bancos de calizas bioclásticas. Aparece en forma de nódulos en el tramo superior del miembro. Esta formación se originó en un medio marino somero. Las calizas del Miembro Bachende contienen algas, equinodermos, briozoos y corales. La edad está comprendida entre el Kashirsky y el Podolsky (Carbonífero medio) (Barba *et al.*, 1991).

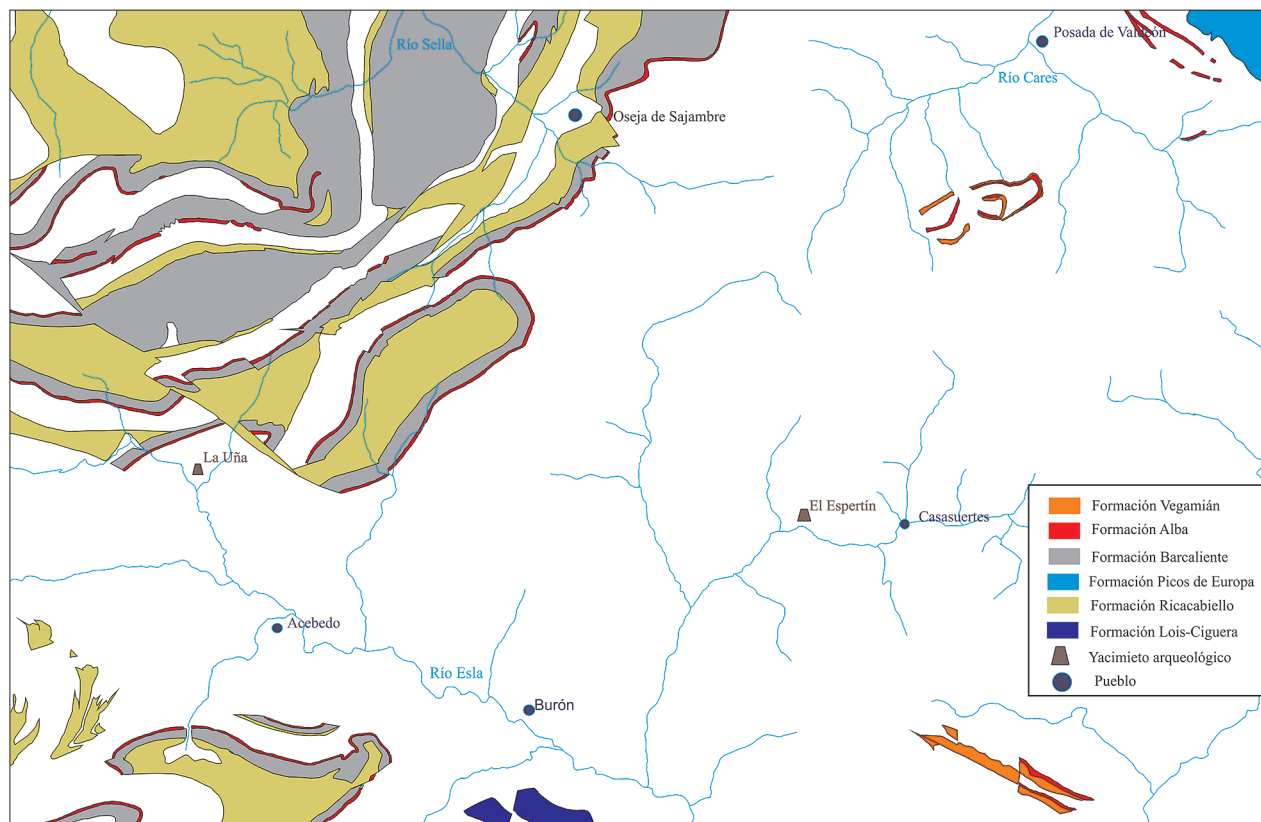


Figura 4. Mapa de las formaciones geológicas en las que puede aparecer, según la bibliografía geológica, materias primas (chert y radiolarita).
Figure 4. The map shows the different raw materials (chert and radiolarite) that can be found, according to geological bibliography, in formations of these kind.

Formación Ricacabiello: Es una formación de lutitas y calizas con nódulos ferruginosos, de manganeso y chert. Se forma con los aportes de materiales terrígenos finos en las zonas más distales de las plataformas, las acumulaciones de chert proceden de los radiolarios. La edad de la formación es Bashkiriense (Carbonífero inferior) (Martínez, 1981; Barba *et al.*, 1991; Martínez-Chacón *et al.*, 1985).

Todas estas formaciones son de edad carbonífera y se encuentran a poca distancia de la cueva, por lo que podríamos decir que son de origen local. A más distancia, pero en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica, encontramos también otras dos formaciones, Santa Lucía y Portilla, de edad devónica, donde también hay chert (Fuertes *et al.*, en prensa).

La característica más significativa de este grupo es la coloración negra (T31-S31 gris oscuro). La calidad para la talla varía mucho de unos grupos a otros, desde una rotura concoidea de muy buena calidad a piezas con numerosos planos naturales de rotura que impiden una buena distribución del impacto. En los cherts negros de buena calidad para la talla se observa una dolomitización secundaria con presencia de cristales rómbicos (< 0,1mm) que superficialmente suelen aparecer alterados y/o disueltos. Otra característica interesante es que no se han encontrado piezas deshidratadas.

- **Cuarcita (C):** es el segundo grupo en cantidad de restos. A este grupo pertenecen 69 piezas, el 25,2% del total. La mayoría de las cuarcitas que aparecen tienen un grano muy fino y sin muchas fracturas internas, por lo que son de buena calidad para la talla (Foto 6). Los colores varían mucho, desde grises verdosos (R92-T92 Gris-Gris muy oscuro) a negros (T31 gris oscuro). La procedencia de esta materia prima es desconocida, pero el alto número de piezas unido a la cercanía del miembro medio del grupo Maraña-Brañas (Carbonífero), formado por lutitas, areniscas y conglomerados cuarcíticos (Barba *et al.*, 1991), hace pensar un origen local. Probablemente estas cuarcitas se han captado en posición secundaria en depósitos aluviales cercanos, resultado de la erosión de matrices conglomeráticas.

- **Radiolarita (R):** Contiene 68 piezas (el 24,8% del total). Sólo aparece en la Formación Alba, que se compone de 15-25m de calizas nodulosas, con una coloración rojiza (Foto 7 y 8), la "Caliza Griotte" (Comte,

1956) en la zona de Picos de Europa-Beleño y gris hacia la zona palentina (Martínez, 1981). Las radiolaritas tienen dos variantes, la de coloración rojiza y la verdosa. Gracias a los restos de radiolarios sabemos que es de edad Viseense (Carbonífero).

La variedad dentro de este grupo es mucho más reducida que en grupos anteriores, siendo tres las divisiones principales, todas basadas en la variedad de tonalidades. La mayoría de las radiolaritas son S50 (marrón rojo oscuro) o similares, pero también tenemos un grupo con R92-N92 (gris) y otro con un bandeado claro L-53 (rosa) muy característico.

- **Chert quemado (SN/Q):** Este grupo ha sido creado por la dificultad para clasificar materiales que *a priori* parecen SN, pero que han sufrido un calentamiento extremo, impidiendo así la caracterización (Foto 9). Hay 19 piezas adscritas a este grupo (6,9% del total). Tienen un color entre T31-S31 (gris oscuro), pero la diferencia con el grupo de los cherts es que la superficie es mate, con algunos bandeados grises o vetas blancas.

- **Sílex (S):** este grupo de sílex tiene una gran variedad interna. Son 16 piezas, correspondientes al 5,8% del total. La heterogeneidad de este grupo es su principal característica. El examen con lupa binocular nos ha permitido determinar la presencia de sílex del Flysch (Foto 10) (Tarrío, 2001). La principal característica de este sílex es la presencia de espículas de esponja. Aunque hay otras dos piezas que parecen también pertenecer a este grupo, la falta de espículas visibles en una de ellas y de combustión en otra, no nos permite asegurarlo. En los otros 13 casos sucede algo parecido. Aunque en la lupa se parecen, en concreto, a los sílex de Piloña (Foto 11), Monte Picota, Urbasa y Mucientes o Piedra Muelle (Foto 12) (Tarrío *et al.*, en prensa: a; Tarrío *et al.*, en prensa: b; Corchón *et al.* 2009), la ausencia de características diagnósticas es el motivo de su clasificación como Indeterminados.

- **Cuarzo (Q):** es el menos numeroso de todos. Tiene un total de 8 piezas (2,9% del registro) hechas todas en cristal de roca (Foto 13). La procedencia de estas piezas es desconocida y no se han encontrado fuentes de materia prima cercanas. La calidad para la talla no es muy buena, ya que tienen gran cantidad de planos naturales que impiden la correcta distribución de la onda de percusión.

3.2. Tecnología

El total de soportes analizados asciende a 274. El grupo tecnológico 1 (lascas y lascas-laminares) es el más grande, con un 41,3%. Le siguen muy de cerca las hojas (15%) y las hojitas (26%), que es el grupo 2, que suman un total de 41,2% del total del registro. El resto de los grupos están muy lejos de estos porcentajes, ya que el que más se acerca es el grupo de los chunk, con un 8,4%. (Tabla1).

Grupo0: Nódulos

Sólo hay dos piezas en el registro, hechas sobre radiolarita. La radiolarita es una materia prima que aflora comúnmente en placas, con un alto índice de fractura interna, lo que permite obtener soportes naturales con planos de percusión preparados (en este caso para buril y diverso). En la cueva de El Espertín se usaron soportes de un tamaño muy superior a estos como núcleos, aprovechando ese plano de percusión natural (Fuertes, 2006; Fuertes y Neira, 2004).

Grupo1: Lascas y lascas-laminares

Es el grupo más grande con 113 piezas, el 41,3% del total de piezas retocadas. Dentro del grupo, las lascas son las más numerosas, con 107 piezas, el 39,1% del total del registro.

La mayoría de las lascas están realizadas sobre cuarcita (39 piezas/14,2%) o chert negro (33 piezas/12%). El siguiente grupo en importancia es la radiolarita con 19 piezas (6,9%). De todas las piezas en cuarzo, 6 son sobre lasca (2,2%). Las lascas laminares son 6 piezas, el 2,2% del registro. La mitad de éstas están realizadas en chert negro, mientras que las otras tres son de cuarcita, chert quemado y sílex.

Grupo tecnológico		Tipos de soporte	
Nódulos	Grupo 0	Placa	2
Soportes	Grupo 1	Lasca	107
		Lasca laminar	6
	Grupo 2	Hoja	41
		Hojita	72
Productos de acondicionamiento	Grupo 3	Flanco de núcleo	9
		Arista de núcleo	6
		H/L cresta parcial	1
Núcleos	Grupo 4	Resto de núcleo	3
Indeterminados	Grupo 5	Chunk	20
		Indeterminado	3
Debris	Grupo 6		
Restos retoque	Grupo 7	Golpe de buril	4
		Total	274

Tabla 1. Tabla de soportes del registro arqueológico.

Table 1. Table containing the memory of the archaeological record.

En el grupo de las lascas, hay 1 pieza (Foto 14) que recuerda al modo de talla bipolar planteado por Paloma de la Peña (De la Peña, 2011), además de los estudiados en el yacimiento de El Palomar por de la Peña y Vega (De la Peña y Vega, 2013). Esta lasca tiene un retoque astillado hacia el interior de la pieza tanto en el borde transversal como el proximal. Los materiales de El Palomar pertenecen a un momento gravetiense, mientras que, el de La Uña, a un mesolítico final. Sin haber analizado los núcleos no podemos afirmar que estas piezas sigan el mismo modelo bipolar, pero si tienen pautas muy similares los soportes obtenidos. Además de esta pieza, hay otras 3 que tienen rasgos similares, pero mucho menos claros, por lo que compararlos con estos otros sería excesivo.

Grupo 2: Hojas y hojitas

Las diferencias entre las lascas y las hojas se han determinado porque las segundas deben ser, al menos, el doble de largas que de anchas y tener una nervadura que discurre paralela a los laterales del soporte. A su vez, la diferencia entre las hojas y las hojitas se ha concretado en la anchura, < 10mm en el caso de las hojitas.

El total de piezas de los soportes laminares asciende a 113 útiles, que correspondería al 41,2% del total. Dentro del este grupo, es más alto el número de hojitas (72 piezas, el 26% del total) que de hojas (41 piezas, el 15% del total). La división entre la producción de hojas y hojitas es muy clara en lo referente a la elección de las materias primas. Para las hojas, la materia prima más utilizada es la cuarcita, sobre la que se han hecho un total de 15 hojas (el 5,5% del total del registro y el 36,6% de las hojas). El grupo mayoritario en las hojitas es el chert negro. Se han realizado 39 útiles sobre hojitas de chert negro, que representan el 54,2% del total de hojitas. El chert negro en hojas representa un 34,1%, un 20% menos que en el caso de las hojitas. Este número tan alto de soportes laminares en chert negro se podría explicar por el origen local de la materia prima y su mejor tratamiento ante la talla con respecto a otras materias locales. Este es el caso de la radiolarita, grupo en el que hay 8 hojas y 13 hojitas, que tienen un porcentaje similar en sus respectivos grupos. La necesidad de mejores cualidades para la talla de las hojitas puede verse en la producción sobre sílex. Mientras que sólo hay dos útiles sobre hoja, el número de hojitas sobre este grupo de materias primas asciende a 10.

Las hojitas tienen un alto porcentaje de talones suprimidos, relacionados principalmente con los retoques en dorsos y geométricos, que asciende al 51,4% del total, mientras que en las hojas asciende sólo hasta el 17,1%.

Grupo 3: Productos de acondicionamiento

Este grupo tan heterogéneo contiene 16 piezas repartidas entre los subgrupos aristas de núcleo (6 soportes), semicrestas (1 pieza en chert negro) y flancos de núcleo (9 retocados). En conjunto, este grupo representa el 5,9% del total del registro. En las aristas de núcleo la materia prima más frecuente es el chert negro, con 3 piezas, la mitad del conjunto. En los flancos de núcleo, la cuarcita tiene 4 piezas, el doble que el chert negro y la radiolarita. Por último, la semicresta retocada está hecha en chert negro.

Grupo 4: Núcleos

En el registro sólo tenemos 3 núcleos, todos pertenecientes al subgrupo de los restos de núcleo. Dos de estos núcleos están realizados en radiolarita, mientras que el otro está hecho en chert negro. Estas dos materias primas son las de origen local. El grupo de los sílex, posiblemente de origen exógeno, no tienen ningún soporte relacionado con los núcleos o su acondicionamiento, salvo, posiblemente, una arista de núcleo. De todas formas, al ser solo una parte del registro total recogido, no se puede hacer ninguna reflexión concreta de esta afirmación ni ningún tipo de análisis más allá de lo descriptivo a nivel tecnológico.

Grupo 5: Chunks e indeterminados

Hay un total de 23 soportes que representan el 8,4% del total del registro. Los chunks tienen un total de 20 piezas. Están principalmente realizados en chert negro (8 útiles, el 40% con respecto al grupo) y en radiolarita (6 retocados, el 30% con respecto al grupo). La importancia de este grupo puede deberse al alto índice de fractura interno por planos naturales de las materias primas locales, sobre todo el chert y la radiolarita. En cuanto a los indeterminados, hay 3 soportes que no se han podido clasificar.

Grupo 7: Golpes de buril

Este grupo tiene un total de 4 piezas. Lo más interesante de este grupo es que la mitad de los soportes están hechos sobre sílex, algo que no sucede en ningún otro grupo.

3.3. Tipología

Buriles: Este grupo tiene un total de 28 soportes retocados que equivale al 10,2% del total del registro. La mayoría de los buriles han sido realizados en materias primas locales (11 en radiolarita, 8 en cuarcita y 6 en chert negro). De los 28 buriles, 13 de ellos han sido realizados sobre lasca, lo que supone en 46% de todos los buriles.

Diversos: El segundo grupo más numeroso con un total de 57 útiles, el 20,8% del registro. Nuevamente, el peso de las materias primas locales es determinante, tanto que, no se ha identificado ninguna materia prima exógena en este grupo tipológico. La mayoría están realizados sobre cuarcita (18 útiles, el 31% dentro del grupo). De cerca le siguen el chert negro (16 piezas) y la radiolarita (15 soportes). En los diversos, por grupo tecnológico, el más grande vuelven a ser las lascas y las lascas laminares, con 29 retocados (el 50,9% de los diversos).

Dorsos: Es el grupo más importante con 67 piezas, que corresponden con el 24,5% del total del registro. Casi la mitad de los útiles están realizadas sobre chert negro. Aunque la radiolarita es el segundo grupo en importancia (14 piezas), lo más representativo de este grupo sería el alto porcentaje (con respecto al resto del registro) de las piezas realizadas sobre sílex. Son 9 piezas que equivalen al 40,1% del total de retocados sobre sílex. Como suele ser lo normal, el grupo tecnológico 2 es el mayoritario de una forma muy marcada (71% dentro de los dorsos). La diferencia dentro del grupo 2 es muy clara, ya que hay 41 hojitas por sólo 6 hojas.

Geométricos: Hay un total de 12 geométricos en este nivel. La mitad (6 piezas) están realizadas en chert negro. Del total de útiles retocados, 10 se han realizado en el grupo tecnológico 2.

Microburiles: Son 15 útiles, cuya principal materia prima es el chert negro (6 piezas). El siguiente grupo en importancia son los sílex, mucho más representados que en los geométricos. A nivel de soportes, 11 han sido realizados sobre el grupo tecnológico 2, el más representado.

Muestras: Ascenden a un total de 35 piezas (12,8% de total), el tercer grupo más grande. La gran mayoría de los soportes, 25 útiles, han sido realizados sobre lasca o lasca-laminar.

Perforadores: Son 15 piezas en total (5,5% del registro). El chert negro es el grupo predominante con 7 útiles. La mayoría de los soportes son lascas (8 piezas) seguidas de los productos de acondicionamiento y chunks.

Raspadores: son 16 útiles principalmente realizados en chert negro (8 piezas). Los soportes son mayoritariamente sobre lasca (9 soportes).

Truncaduras: Son 29 piezas en las que, junto con los diversos, es predominante la cuarcita (12 piezas). De cerca le sigue el chert negro (7 útiles). La mayoría están realizados sobre el grupo tecnológico 2 (14 piezas), casi la mitad, seguidos por 13 en lascas.

Con el fin de comprobar si existía alguna relación entre la tipología y las materias primas se decidió realizar una prueba de independencia utilizando la Chi-cuadrado (Neira, 2006). Para ello, se confeccionó una tabla de contingencia que contenía como filas las distintas materias primas y como columnas los grupos tipológicos de la lista tipo de Fortea. Se observó, sin embargo, que esta tabla presentaba demasiadas frecuencias esperadas inferiores a 5, lo que imposibilitaba la aplicación de la prueba. Por ello, se procedió a realizar una segunda tabla en la que se suprimían, de las materias primas, aquellas que presentaban menos efectivos, como el cuarzo o los sílex exógenos, o que no podían ser bien identificadas, como los sílex quemados. Los grupos tipológicos se mantuvieron, aunque, por criterios de coherencia, se decidió unir al grupo de los geométricos el de los microburiles, que son unos productos técnicos resultado de de la obtención de aquellos.

La Chi-cuadrado resultante tiene un valor 30,34 para 23 grados de libertad, lo que proporciona una probabilidad de 0.002. Aunque un 20,8 % de las casillas tenían una frecuencia esperada menor de 5 pero mayor de 1, el bajo valor de la probabilidad permite, con toda seguridad, rechazar la hipótesis nula de independencia entre los grupos tipológicos y las materias primas locales más abundantes. Es decir, existe una relación entre algunos grupos tipológicos y determinadas materias primas.

En concreto, destaca la relación negativa entre los dorsos y la cuarcita, es decir, esta materia prima se utiliza menos de lo que sería de esperar si hubiese independencia entre las variables materias primas y grupos tipológicos, y una alta relación positiva con el sílex negro. En cambio, la cuarcita se utilizó más

de lo esperado los grupos de las muescas y las truncaduras que tienen una relación negativa con el sílex negro y la radiolarita. Los raspadores tienen una relación negativa con la cuarcita y la radiolarita y una positiva con el sílex negro.

Retocados	Cuarcita	Cuarzo	Radiolarita	Sx Varios	Chert Negro	Chert Negro/Q.	Total	%
Buriles	8	1	11	2	6	0	28	10,2
Diversos	18	2	16	0	16	5	57	20,8
Dorsos	6	1	16	8	31	5	67	24,5
Geom./microb.	5	0	4	3	12	3	27	9,9
Muecas	16	1	9	1	7	1	35	12,8
Perforadores	3	0	5	0	7	0	15	5,5
Raspadores	1	2	1	2	8	2	16	5,8
Truncaduras	12	1	6	0	7	3	29	10,6
Subtotal	69	8	68	16	94	19	274	100,0
(%) Nivel	25,2	2,9	24,8	5,8	34,3	6,9	100%	100%

Tabla 2. Relación entre materias primas y tipología

Table 2. Association between raw materials and typology.

4.- CONCLUSIONES

El yacimiento mesolítico de La Uña no tiene una preferencia tecnológica definida en la producción de soportes, ya que el número de lascas y hojas/hojitas son muy similares. La forma de obtención de estos soportes tendrá que esperar al análisis de los núcleos. Los soportes más utilizados son los pertenecientes al grupo tecnológico 1 (lascas y lascas-laminares) y el grupo tecnológico 2 (hojas y hojitas). En relación con la tipología, vemos que el grupo 2 se ha usado preferentemente para los dorsos, sin usarlo para perforadores y raspadores. Para estos grupos, la preferencia son los chunks. Este grupo 5 es el más importante en buriles. Los diversos y las muescas son los retoques más recurrentes en las lascas, muy relacionado con la preferencia del conjunto cuarcita-lasca.

En total hay 6 grandes grupos de materias primas: 4 tipos de sílex (SN-R-S-SN/Q), cuarcitas y cuarzos. Si hacemos la suma total sílex frente a otras materias primas, tenemos que el 72% de las piezas retocadas son sobre los distintos tipos de sílex, principalmente en chert negro. Este mayor número de restos puede deberse a ser la "menos mala" para la talla de las materias primas locales, ya que hay cherts negros de buena calidad. Otra opción, y que va relacionada con el amplio número de formaciones con chert, es que sea una materia prima mucho más abundante que el resto y, por tanto, de mayores posibilidades de explotación. Lo que queda claro es que el gran grupo (por su heterogeneidad y número) del chert negro es el principal en las piezas retocadas.

Gracias al análisis del Chi-cuadrado hemos visto que la cuarcita se prefiere principalmente para la confección de diversos y muescas, mientras que el chert negro se selecciona mayoritariamente para los dorsos.

Por último tenemos el grupo de los sílex exógenos. Aunque la industria retocada siempre ofrece más problemas a la hora de caracterizar estos materiales (menor número, sin analíticas,...) si se ha podido concretar un sílex de origen foráneo, el flysch. Es la primera vez que se identifica esta materia prima en el mesolítico cantábrico en su vertiente sur. Es muy posible que no sea el único. Los sílex de Piloña y Monte Picota parecen estar también representados en esta muestra, pero sin poder hacer una identificación más clara a falta de análisis más precisos.

5.- AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar la ayuda prestada por mis directores, Andoni Tarrío y Ana Neira, que me han ayudado en todo momento en una tarea tan dura como redactar tu primer artículo científico. Gracias a la UPV-EHU la ayuda económica en movilidad recibida en el curso académico 2012-2013. Estoy muy agradecido al Máster en Cuaternario, por darme esta posibilidad, al departamento de geografía, prehistoria y arqueología y a todos sus profesores por su entrega y dedicación. Por último, y no menos importante, gracias a los profesores del Área de Prehistoria de la Universidad de León por su ayuda, muy especialmente a Natividad Fuertes, que ha sido un pilar básico en los estudios tecnológicos y de materias prima; así como a Eduardo Alonso Herrero (área de Edafología y Química Agrícola), por su ayuda incondicional en la búsqueda de las formaciones geológicas.

6.- BIBLIOGRAFÍA

- BARBA, P.; BAHAMONDE, J.R.; RODRÍGUEZ, L.R.; COLMENERO, J.R. y FERNÁNDEZ, L.P.
1991 Estratigrafía. En: *Memoria explicativa del Mapa Geológico de España 1:50.000 N° 80 (Burón)*: 10-69. ITGME. Madrid.
- COMTE, P.
1959 Recherches sur les terrains anciens de la cordillere cantabrique. *Mem. IGME*, 60: 1-440
- CORCHÓN, M.S., TARRIÑO, A. y MARTÍNEZ-QUINTANA, J.
2009 Mobilité, territoires et relations culturelles au début du Magdalénien moyen cantabrique: nouvelles perspectives. Proceedings of the XV World Congress UISPP (Lisbon). In: F. Djindjian; J. Kozłowski and N. Bicho (eds.) *Le concept de territoires dans le Paléolithique supérieur européen*. BAR 1938: 217-230.
- DE LA PEÑA, P.
2011 Sobre la identificación macroscópica de las piezas astilladas: propuesta experimental. *Trabajos de Prehistoria*. Vol. 68, n° 1: 79-98.
- DE LA PEÑA, P. y VEGA, G.
2013 Bipolar knapping in gravettian occupations at El Palomar rockshelter (Yeste, Southeastern Spain). *Journal of Anthropological Research*. Vol. 69:33-64.
- FORTEA, J.
1973 *Los complejos microlaminares y geométricos del epipaleolítico mediterráneo español*. USAL. Salamanca.
- FUERTES, M.N.
2006 Las cadenas operativas de lascas en el yacimiento mesolítico de " El Espertín". *Zona Arqueológica*. Vol. 7, n° 1: 553-561.
2010 *Estudio tecnológico de las industrias líticas del paleolítico superior y del epipaleolítico de la cuenca del Duero*. Memoria tesis doctoral. Universidad de León, área de publicaciones.
- FUERTES, M.N. y NEIRA, A.
2004 La cadena operativa prismática en el yacimiento mesolítico de El Espertín (Burón, León, España). Do Epipaleolítico ao Calcolítico na Península Ibérica: Actas do IV Congreso de Arqueología Peninsular: 95-111). Faro.
- FUERTES, M.N.; NEIRA, A.; FERNÁNDEZ, E.; GÓMEZ, F. y ALONSO, E.
[Prensa] El sílex en la meseta norte: sectores central y noroccidental. Workshop sílex: trazadores litológicos de larga distancia durante la Prehistoria de la Península Ibérica. Burgos.
2010 Caracterización de las materias primas líticas del yacimiento mesolítico de El Espertín. En: *Minerales y rocas en las sociedades prehistóricas*. DOMÍNGUEZ-BELLA, S; RAMOS, J.; GUTIÉRREZ, J.M.; PÉREZ, M. (eds.): 169-184. Cádiz.
- MARQUINEZ, J.L.
1978 Estudio geológico del sector SE de los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NW de España). *Trabajos de Geología*. Vol. 10: 295-318.
- MARTÍNEZ, E.
1981 El paleozoico de la zona cantábrica oriental (NO de España). *Trabajos de Geología*. Vol. 11: 95-127.
- MARTÍNEZ-CHACÓN, M.L., MENÉNDEZ-ÁLVAREZ, J.R., SÁNCHEZ DE POSADA, L.C. y TRUYOLS, J.
1985 Aportaciones al conocimiento de la formación Ricacabiello (Carbonífero de la zona Cantábrica, N. de España) y su contenido paleontológico. *Trabajos de Geología*. Vol. 15: 53-65.
- NEIRA, A.
2006 Las aplicaciones al paleolítico de los análisis estadísticos basados en la ji-cuadrado : revisión histórica y consideraciones estadísticas. *Zona Arqueológica*, 7. Vol. 1: 172-181

NEIRA, A.; BERNALDO DE QUIRÓS, F. y FUERTES, M.N.

2012 El nivel III de la cueva de La Uña (La Uña, Acebedo, León): Industria lítica y Elementos Artísticos de un yacimiento mesolítico en la vertiente sur de la cordillera Cantábrica. En : *Ad Orientem. Del final del Paleolítico en el norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente Próximo*. MUÑIZ, J.R (ed.): 87-99. Pola de Siero.

NEIRA, A.; FERNÁNDEZ, C.; BERNALDO DE QUIRÓS, F.; FUERTES, M.N. y YÁGÜEZ, R.M

1997 Avance al estudio de la Cueva de La Uña (La Uña, Acebedo, León). *Lancia*. Vol. 2: 47-81.

NEIRA, A. y FUERTES, M.N.

2009 La cueva de "El Espertín" (Cuénabres, Burón, León). En: *El mesolítico geométrico en la Península Ibérica*. UTRILLA, M.P.; MONTES, L. (eds): 307-326. Zaragoza

RODRIGUEZ, L. R.

1991 Introducción. En: *Memoria explicativa del Mapa Geológico de España 1:50.000 N° 80 (Burón)*: 7-10. ITGME. Madrid.

TARRIÑO, A.

2001 El sílex en la cuenca vasco cantábrica y pirineo navarro. Caracterización y su aprovechamiento en la prehistoria. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, Leioa.

TARRIÑO, A.; BON, F. y NORMAND, C.

2007 Disponibilidad de sílex como materia prima en la Prehistoria del Pirineo occidental. *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*. Actas de la reunión celebrada en Tarascon-sur-Ariège: 103-124

TARRIÑO, A.; CAVA, A. y BARANDIARÁN, I.

[Prensa] Recursos Líticos en las industrias del Solutrense cantábrico: El caso de Altamira (Cantabria, España). *Revue Archéologique du Centre de la France*.

TARRIÑO, A.; DUARTE, E.; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J.; SUÁREZ, P.; RODRÍGUEZ, V.; FORCELLEDO, E. y DE LA RASILLA, M.

[Prensa] El Sílex de Piloña. Caracterización de una nueva fuente de materia prima lítica en la Prehistoria de Asturias.

VIDAL, J.M.; PRADA, M.E.; FERNÁNDEZ, C.; FUERTES, M.A.

2008 Los hombres mesolíticos de la Braña-Arintero (Valdelugeros, León): el hallazgo, situación, aspectos arqueo-antropológicos, cronología y contexto cultural. En: *Los hombres mesolíticos de la Cueva de La Braña-Arintero (Valdelugeros, León)*. VIDAL, J.M.; PRADA, M^a. E. (eds): 17-61. Junta de Castilla y León.

7.- ANEXOS

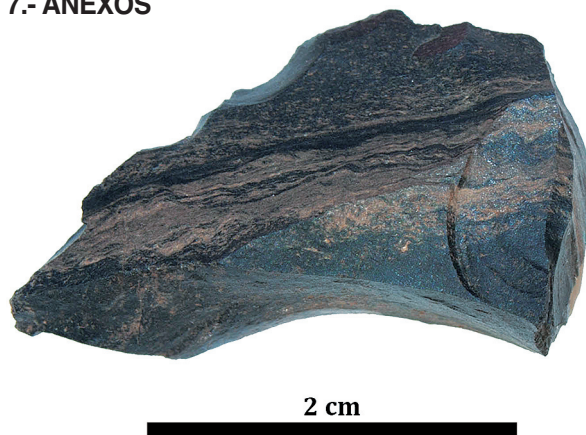


Foto 1. Macroscópica del chert laminado negro.
Photo 1. Macroscopic view of black laminated chert.

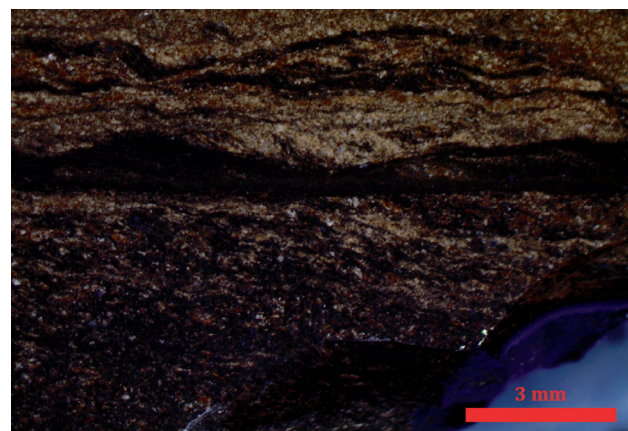


Foto 2. Microscópica del chert laminado negro (10x).
Photo 2. Microscopic view of black laminated chert (10x).



2 cm

Foto 3. Macroscópica del chert negro.
Photo 3. Macroscopic view of black chert.

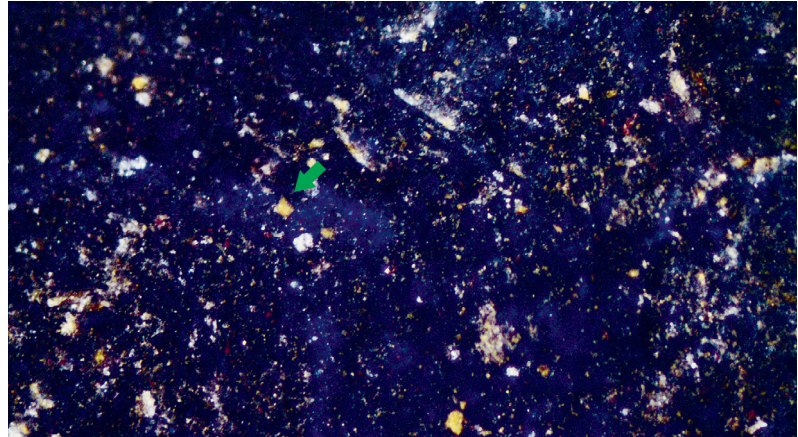


Foto 4. Microscópica del chert negro 45x. La flecha señala un Idiomorfo rómbico de dolomita.
Photo 4. Microscopic view of black chert of 45x zoom. The arrow indicates a dolomite diamond.

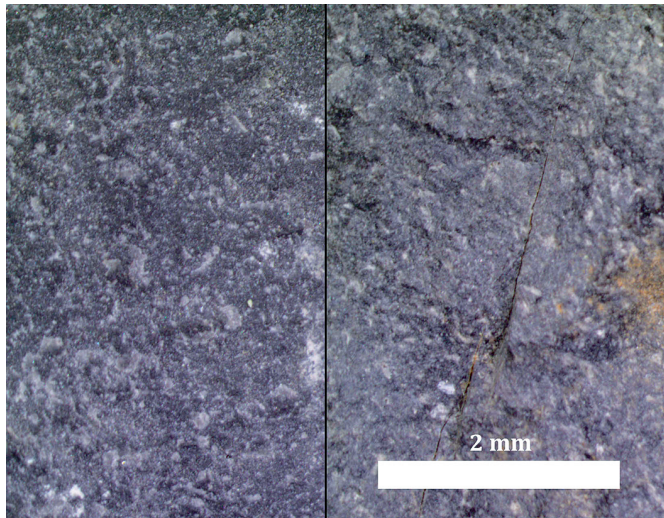


Foto 5. Comparativa de material geológico (izquierda) y arqueológico (derecha) (10x).
Photo 5. Comparison of geological (left) and archaeological (right) material (10x).



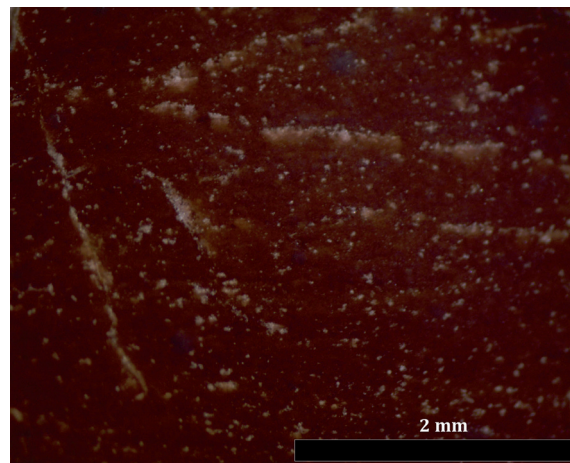
2 cm

Foto 6. Cuarzita arqueológica (Raspador).
Photo 6. Archaeological quartzite (Scraper).



1 cm

Foto 7. Macroscópica de radiolarita roja.
Photo 7. Macroscopic view of red radiolarite.



2 mm

Foto 8. Microscópica de radiolarita (30x).
Photo 8. Microscopic view of radiolarite (30x).



Foto 9. Chert quemado. Se pueden apreciar los planos de fractura.
Photo 9. Burned chert. The fracture planes can be distinguished.

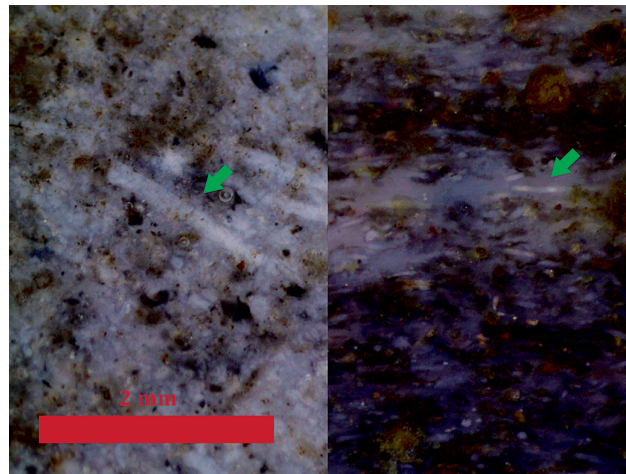


Foto 10. Microscópica (30x) del Flysch (arqueológico izq.-geológico dcha.). Las líneas blancas son espículas de esponja, lo que permite su caracterización.
Photo 10. Microscópica (30x) del Flysch (arqueológico izq.-geológico dcha.). Las líneas blancas son espículas de esponja, lo que permite su caracterización.

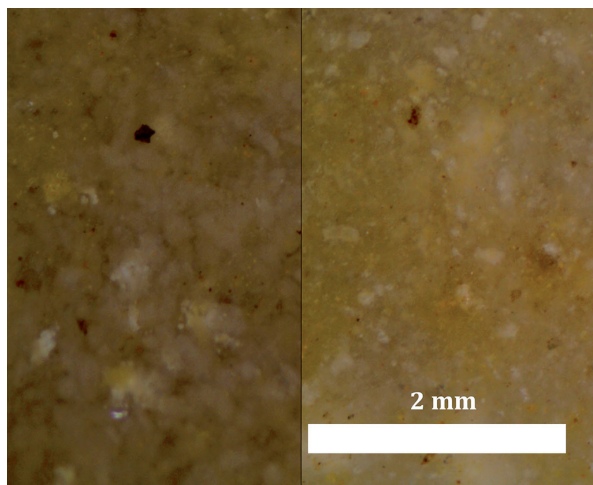


Foto 11. Microscópica (30x) de sílex geológico (izq.) y arqueológico (dcha.) de Piloña
Photo 11. Microscopic (30x) view of geological (left) and archaeological (right) chert of Piloña.

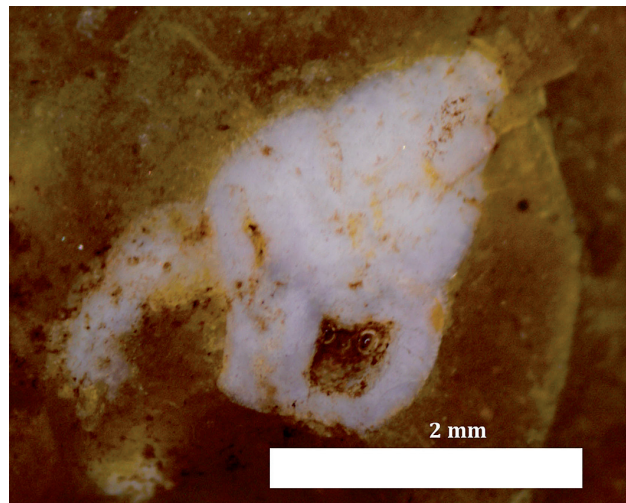


Foto 12. Foto a 35X en la que se puede ver un gasterópodo impreso en la matriz.
Photo 12. The photo shows a 35x zoomed example of a gastropod impressed in the matrix.



Foto 13. Cristal de roca de La Uña (Buril).
Photo 13. Hyaline quartz coming from La Uña (Burin).

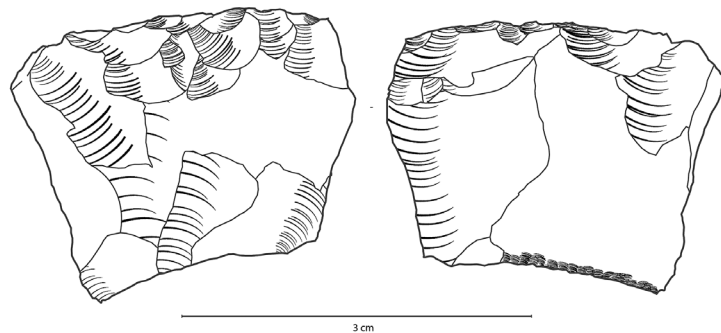


Foto 14. Dibujo esquemático de la lasca posiblemente bipolar.
Photo 14. The diagram shows a likely bipolar flake.

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	nº 4	27-44	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	-------	-------	------	----------------

La cerámica campaniforme en la Rioja Alavesa a la luz de los últimos descubrimientos

Bell Beaker pottery in Rioja Alavesa in the light of the latest discoveries

PALABRAS CLAVES: Cerámica campaniforme; Calcolítico; Bronce Inicial; Rioja Alavesa; tipología; DRX; FRX.
KEY WORDS: Bell Beaker pottery; Chalcolithic; Early Bronze Age; Rioja Alavesa; typology; XRD; XRF.

Joseba LÓPEZ DE OCÁRIZ CASAS⁽¹⁾

RESUMEN

La cerámica campaniforme está presente en la Rioja Alavesa desde las primeras etapas de la investigación arqueológica de la zona tanto en los abrigos bajo roca de la Sierra de Cantabria, como en las arquitecturas funerarias emplazadas en el valle. Este trabajo plantea un estudio de los recientes hallazgos de este tipo de producción descubiertos en las últimas intervenciones en esta área. Se presentan los resultados obtenidos del estudio tipológico de las formas y decoraciones, así como un ensayo arqueométrico mediante análisis por DRX y FRX, permitiendo establecer relaciones estilísticas, conocer algunas de las propiedades de las cerámicas analizadas e insertarlas en su contexto cronológico.

ABSTRACT

Bell Beaker pottery is present in Rioja Alavesa since the earliest stages of the archaeological research in the area, both in rockshelters of Sierra de Cantabria and the funerary architectures placed in the valley. This paper lays out a study of the recent findings of this type of production discovered in the latest interventions in the area. The results obtained from the typological study of shapes and decorations and an archaeometric pilot study using XRD and XRF analysis are exposed, allowing to establish stylistic connections, to know some of the properties of the analysed ceramics and to insert them in their chronological context.

1.- INTRODUCCIÓN

La tradición arqueológica de la Rioja Alavesa se remonta a la primera mitad del s. XX, con el descubrimiento en 1935, por parte de A. de Gortázar, del dolmen de La Chabola de la Hechicera. Tras el parón que supuso la Guerra Civil Española, las investigaciones en la zona se reanudaron en los años 40 del siglo pasado con la excavación de La Chabola de la Hechicera por C. Sáez de Tejada, A. de Gortázar y D. Fdez. Medrano y el descubrimiento y excavación de los dólmenes de El Encinal, El Alto de la Huesera, Layaza, El Sotillo y San Martín por parte del equipo formado por D. Fdez. Medrano, J. M. de Barandiarán y J. M. Apellániz. Será este último quien, por primera vez en la zona, intervenga en la Sierra de Cantabria con la excavación del abrigo de Los Husos entre 1965 y 1970, además de la re-excavación y restauración del dolmen de La Chabola de la Hechicera en 1974. Durante el último tercio de siglo se intensificarán las investigaciones en la zona de la mano de los trabajos de J. I. Vegas –excavación del dolmen de Los Llanos y San Juan ante Portam Latinam– y J. Fernández Eraso –en los yacimientos de Peña Larga, Los Husos I y II, Peña Parda y S. Cristóbal–. En fechas recientes, el mismo investigador junto a J. A. Mujika Alustiza, viene llevando a cabo un proyecto de re-excavación, restauración y puesta en valor de los conjuntos megalíticos de la Rioja Alavesa. Esta última intervención ha dado lugar, además, al descubrimiento del dolmen de El Montecillo en 2009.

La cerámica campaniforme se encuentra presente en la mayoría de los yacimientos citados, en niveles correspondientes al Calcolítico y Bronce inicial emplazados en la sierra y en la zona de valle; tanto de estabulación y habitación, como en contextos funerarios. Tales son los casos, por ejemplo, del cuenco de El Sotillo y el vaso de La Chabola de la Hechicera, además del elevado número de fragmentos hallados en el abrigo de Peña Larga –uno de los lugares donde mejor contextualizado se halla el campaniforme en

⁽¹⁾ Área de Prehistoria. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Facultad de Letras. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (EHU/UPV), C/ Francisco Tomás y Valiente s/n, 01006 Vitoria-Gasteiz. jlopezdeocariz@outlook.com
Director: Dr. Javier Fernández Eraso.

el área vasca—. Además, la cerámica y todo el package campaniforme del que forma parte, por su importancia como marcadores crono-culturales en gran parte del Continente, han sido objeto de un estudio sistematizado para el caso concreto del País Vasco (ALDAY, 1996).

Como consecuencia de todo ello, se ha podido obtener una novedosa y extensa batería de dataciones por ^{14}C que convierten a esta región alavesa en una de las mejor fechadas hasta la actualidad (FERNANDEZ-ERASO y MUJICA-ALUSTIZA, 2013), posibilitando fechar los niveles campaniformes –sin necesidad de atender únicamente a adscripciones crono-culturales relativas–, ampliar la información existente hasta la fecha con los nuevos hallazgos y establecer relaciones entre ellos.

1.1. Contexto geográfico y geológico

La comarca de la Rioja Alavesa se encuentra situada en la zona más meridional del Territorio Histórico de Álava, comprendida geográficamente entre las formaciones montañosas de las sierras de Codés, Cantabria y Toloño y el curso del río Ebro.

La Sierra de Cantabria representa el límite Sur de los Montes Vascos y conforma el borde septentrional de la depresión del Ebro, con una altitud que no desciende de los 900 m y cuyo pico más alto (el monte Palomares) alcanza los 1446 m. Se trata de una estrecha cadena montañosa que no supera los 5 km de ancho por 35 km de extensión en sentido W-E. Está formada por calizas cretácicas fruto del plegamiento y cabalgamiento alpinos sobre los materiales del Terciario y cuaternarios que conforman el Valle del Ebro. Entre las calizas de la sierra se intercalan series de conglomerados de cimentación calcárea de origen aluvial y producto de la inestabilidad tectónica acaecida durante el Terciario. A lo largo de toda la sierra existen una serie de oquedades a modo de abrigos rocosos. La Sierra de Cantabria ejerce, a su vez, de barrera climática entre el atlántico del norte y el mediterráneo del sur.

Entre la sierra y el cauce del Río Ebro se extiende la Sonsierra, una formación de estratos horizontales de origen continental y época terciaria cuya litología predominante son las areniscas y margas. Afectedos estos estratos por la erosión diferencial, dan lugar a un paisaje de llanura en el que se intercalan mesetas y cerros, que no sobrepasan los 700 m.s.n.m, entre cursos de río de poca entidad (OLLERO y ORMAETXEA, 1997).

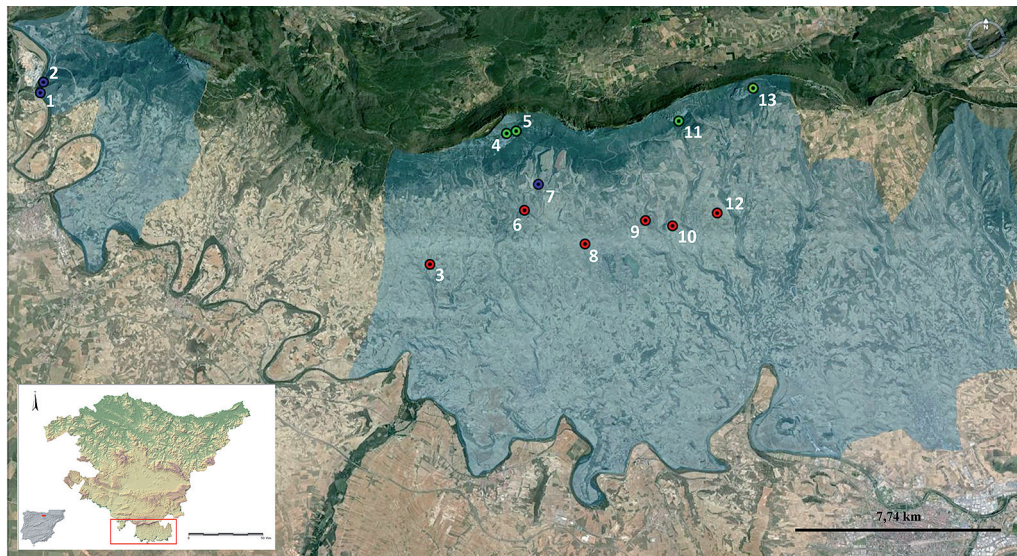


Figura 1. Distribución geográfica de los yacimientos con cerámica campaniforme de la Rioja Alavesa estudiados en este trabajo. Dólmenes (en rojo): 3. El Montecillo; 6. El Sotillo; 8. San Martín; 9. El Alto de la Huesera; 10. La Chabola de la Hechicera; 12. El Encinal. Abrigos bajo roca (en verde): 4. Peña Parda; 5. San Cristóbal; 11. Los Husos I; 13. Peña Larga. Yacimientos en superficie (en azul): 1. Conchas de Haro; 2. Barranco Valinera; 7. Villacardiel. Fuente: Google Earth.

Figure 1. Geographical distribution of the sites with Bell Beaker pottery in Rioja Alavesa studied in this paper. Dolmens (in red): 3. El Montecillo; 6. El Sotillo; 8. San Martín; 9. El Alto de la Huesera; 10. La Chabola de la Hechicera; 12. El Encinal. Rockshelters (in green): 4. Peña Parda; 5. San Cristóbal; 11. Los Husos I; 13. Peña Larga. Open-air sites (in blue): 1. Conchas de Haro; 2. Barranco Valinera; 7. Villacardiel. Source: Google Earth.

1.2. Yacimientos arqueológicos

Se ha seleccionado, para este trabajo, un total de trece yacimientos, todos ellos enmarcados dentro del territorio de la Rioja Alavesa y que presentan hallazgos de cerámica campaniforme (figura 1).

Abrigos bajo roca. Los niveles III y IV de San Cristóbal (FERNÁNDEZ-ERASO, 2001a, 2008, 2009); el nivel I de Peña Parda (FERNÁNDEZ-ERASO, 2003); el nivel II de Peña Larga (FERNÁNDEZ-ERASO, 1997); y el nivel IX de Los Husos I (FERNÁNDEZ-ERASO, 2001b).

Monumentos megalíticos. Seis dólmenes –catalogados como sepulcros de corredor simples– pertenecientes a la denominada estación megalítica de la Rioja Alavesa (BARANDIARÁN, 1957): El Montecillo (FERNÁNDEZ-ERASO y MUJICA-ALUSTIZA, 2011), La Chabola de la Hechicera (APELLÁNIZ y FERNÁNDEZ-MEDRANO, 1978), El Sotillo (BARANDIARÁN, FERNÁNDEZ-MEDRANO y APELLÁNIZ, 1964), San Martín (APELLÁNIZ, 1973), El Alto de la Huesera (FERNÁNDEZ-ERASO y MUJICA-ALUSTIZA, 2010, 2011) y la recogida de materiales en superficie –por N. Ceballos y R. Gil– en El Encinal.

Yacimientos en superficie. Hallazgos casuales o intervenciones de urgencia como: Barranco Valinera –del cual solo se pudo disponer de una pequeña parte del conjunto–; Conchas de Haro (Salinillas de Buradón), cuya recogida de materiales en superficie fue llevada a cabo por A. Tarriño en 1987, A. Arrizabalaga en 1989 y L. Ortiz en 1991, y F. Murga en 1999 respectivamente; y Villacardiel –serie de sondeos llevados a cabo por Ondare Babesa S.L.– (VARÓN, 2006; TELLERÍA y VARÓN, no publ.).

1.3. Objetivos

En primer lugar, se realiza un estudio tipológico de los recientes hallazgos de cerámicas campaniformes que se han ido produciendo durante los trabajos de excavación llevados a cabo en fechas recientes en la zona. Se lleva a cabo, además, una revisión de los restos campaniformes documentados procedentes de las intervenciones arqueológicas precedentes en la zona con la intención de establecer relaciones de carácter estilístico y crono-cultural. En segunda instancia –a modo de ensayo y con el fin de obtener información de carácter tecnológico que sirva de base para el planteamiento de futuros trabajos– se ha llevado a cabo un análisis mediante DRX y FRX de una pequeña muestra de los materiales objeto de estudio en este trabajo. Con todo ello, el objetivo principal de esta investigación es el de aportar nuevos datos que ayuden a la mejor comprensión del fenómeno campaniforme en la Rioja Alavesa.

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Se contemplan 137 restos de cerámica de tipo campaniforme que suponen el total de efectivos de que dispone esta zona de la Rioja Alavesa hasta la fecha. De éstos, 54 son estricto objeto de estudio en el presente texto –los hallazgos novedosos en intervenciones arqueológicas recientes y otros que, aunque ya se conocían, no habían sido analizados en profundidad–; y los 83 restantes han sido revisados con el fin de establecer relaciones con los anteriores.

2.2. Metodología

La metodología aplicada en este estudio contempla dos aspectos diferentes, pero complementarios, de estudio: un análisis estrictamente tipológico y otro tecnológico.

El primero de ellos y principal ha sido aplicado al conjunto total de efectivos campaniformes. Para ello, nos hemos basado en el ensayo metodológico propuesto según FERNÁNDEZ-ERASO (1997) para su estudio de los materiales cerámicos del abrigo de Peña Larga y que permite definir y clasificar, atendiendo a unos mínimos criterios morfológicos inspirados y adaptados de lo planteado según LAPLACE (1964, 1966, 1968) para la tipología analítica, una amplia gama de recipientes entre los que se incluyen los adscritos a la denominada trilogía campaniforme –vaso, cuenco y cazuela–. Además, para la definición estilística de las decoraciones, han servido de referencia las clasificaciones propuestas según DELIBES (1977), ALDAY (1996) y GARRIDO-PENA (2003) para los casos concretos de la Meseta y el País Vasco.

Para el estudio tecnológico, veinticuatro de los fragmentos cerámicos fueron seleccionados para ser sometidos a análisis mediante Difracción de Rayos X (DRX) y Fluorescencia de Rayos X (FRX). Se trata de los

provenientes de las más recientes intervenciones llevadas a cabo en la zona –las de los dólmenes de El Montecillo, El Alto de la Huesera, y el abrigo de San Cristóbal–. Además de los efectivos campaniformes, dentro de esta muestra se incluyen cuatro fragmentos pertenecientes a cerámicas no-campaniformes que aparecieron en los mismos niveles que las primeras y asociadas a estas. Los análisis fueron realizados por el Servicio de Rayos X (Unidad de Rocas y Minerales) a cargo de F. J. Sangüesa dentro de los Servicios Generales de Investigación SGIKER de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU.

3.- PRESENTACIÓN DE LOS NUEVOS DATOS Y RESULTADOS

3.1. Los nuevos datos

Se trata de cincuenta y cuatro fragmentos de cerámica campaniforme de los cuales veinticuatro pertenecen a abrigos emplazados en la sierra, veintiocho a monumentos de la estación dolménica y dos provienen de recogidas en superficie.

3.2. Resultados

3.2.1. Aspectos morfo-técnicos

San Cristóbal

Veintitrés fragmentos corresponden a este conjunto, de los que:

- Bordes.....	6
- Hombros.....	5
- Panzas.....	8
- Fondos.....	3
- Indeterminado.....	1

Sus medidas no van a superar los 4 cm. de altura y 3,5 de anchura –a excepción de uno de los fragmentos que alcanzará los 7 cm. de anchura–. La media del espesor de sus paredes se ha calculado en torno a los 5 mm., sólo superada en dos casos que alcanzan el centímetro.

Atendiendo a la delineación de sus paredes, en veintiuno de los casos, se pudo estimar, de manera aproximativa, a qué recipiente de la trilogía campaniforme pertenecerían. Once de ellos se asociarían a vasos –con perfiles en “S” muy atenuados–, ocho a cuencos –de paredes cóncavas– y dos a cazuelas –una de las cuales lo es sin lugar a dudas, dado que se trata del fragmento de mayor tamaño y permite observar la carena característica de estos recipientes– (Anexo I, figura 1: 21).

De estos veintiún casos, observando los bordes, se obtuvieron los diámetros de boca para cuatro recipientes: dos cuencos de 12 y 17 cm. y dos vasos de 11 y 8 cm.

Están fabricados a mano y se observa una buena cocción, un fino acabado –con ocasionales vestigios de engobe o bruñido– y presencia de desgrasantes minerales. Resulta destacable un único fragmento que presenta una cocción pobre y desigual y la ausencia de tratamiento alguno para su superficie (Anexo I, figura 1: 19). Otro de los fragmentos, además, parece contener en el interior de su decoración incrustaciones de pasta blanca (Anexo I, figura 1: 16).

Los Husos I

Un único fragmento de muy pequeñas dimensiones –14x18x6,5 mm.– el cual, debido a esto, resulta imposible de adscribir a un recipiente o a parte alguna del mismo. Presenta una delicada factura, con paredes de 6,5 mm. de espesor, presencia de algún pequeño grano de cuarzo a modo de desgrasante y paredes alisadas (Anexo I, figura 1: 4).

El Montecillo

Un único fragmento de panza de paredes cóncavas, 32x21x5,7 mm., atribuible a un cuenco. No se aprecian desgrasantes y sí que se observa un tratamiento de alisado para la superficie (Anexo I, figura 1: 3).

La Huesera

Once fragmentos, de los cuales:

- Bordes.....	3
- Cuellos.....	1
- Hombros.....	1
- Panzas.....	6

La altura de los fragmentos oscila entre los 11 y los 31 mm. –con un caso excepcional que alcanza los 44 mm.–. Su anchura se encuentra comprendida entre los 13 y los 38 mm. Su espesor es relativamente alto –en torno a los 8 mm. de media, que no disminuye de los 6 mm. y que puede alcanzar el centímetro.

Seis de los fragmentos, de formas cóncavas-rectas en sus paredes, se han identificado como parte de posibles cuencos; mientras que los restantes se adscribirían a recipientes tipo vaso, con formas sinuosas o cerradas-convexas.

De los citados recipientes, para dos de ellos –vaso y cuenco– las medidas de sus diámetros de bocas son 10 y 15 cm. respectivamente.

En cuanto a su factura, se observan dos grupos diferenciados: en siete de los fragmentos es cuidada, con tratamiento de las paredes mediante alisado y bruñido; mientras que los cuatro restantes, presentan un acabado tosco con desgrasantes de gran tamaño (Anexo I, figura 1: 9). La cocción, en cambio, parece buena en todos los casos.

El Sotillo

Siete fragmentos –un borde, dos cuellos y cuatro panzas– de posibles cazuelas; y un fragmento de panza de paredes cóncavas perteneciente a un posible cuenco. Presentan reducidas dimensiones a excepción de dos de ellos que alcanzan los 40 mm. de altura y anchura. En cuanto a su factura, los fragmentos pertenecientes a la posible cazuela presentan paredes muy finas (Anexo I, figura 1: 23) –5 mm. de espesor–; mientras que el restante posee un acabado más grosero sin tratamiento para sus paredes (Anexo I, figura 1: 22). En ninguno de los casos se observaron desgrasantes.

El Encinal

Ocho fragmentos, de los cuales: tres son cuellos, dos panzas, uno fondo y dos no pudieron ser identificados. No superan los 31 mm. de altura y los 36 mm. de anchura; de paredes gruesas que alcanzan, en el mayor de los casos, los 12,5 mm. de espesor. En ningún caso se pudo determinar el recipiente. Todos presentan desgrasantes y, pese al gran deterioro sufrido –proceden de niveles superficiales–, cuatro presentan tratamiento de alisado para su superficie (Anexo I, figura 1: 6).

Conchas de Haro

Un fragmento de borde de un posible vaso o cazuela de paredes cóncavas de 7,5 mm. de espesor. Se observan granos de desgrasantes y presenta acabado bruñido (Anexo I, figura 1: 2).

Barranco Valinera

Fragmento de cuello de un posible vaso, de perfil sinuoso y 8,4 mm. de espesor. De buena cocción, característica coloración anaranjada y factura grosera con desgrasantes de gran tamaño y superficie sin tratar (Anexo I, figura 1:1).

3.2.2. Las decoraciones

Del total de cincuenta y cuatro fragmentos, atendiendo a su decoración, cincuenta y tres se asocian al estilo campaniforme inciso o "ciempozuelos" y uno al puntillado marítimo o internacional. Se identifican además, veintitrés motivos decorativos diferentes (figura 2).

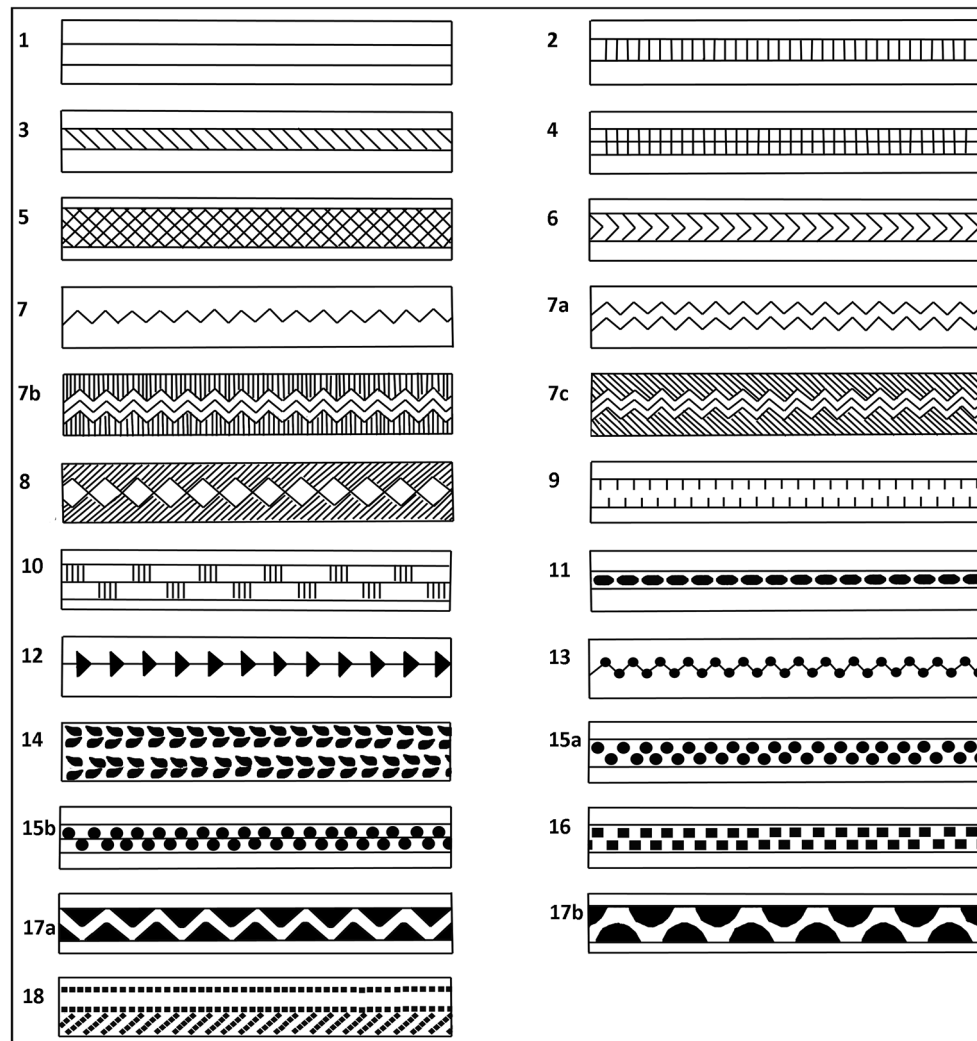


Figura 2. Motivos decorativos identificados. 1. Friso corrido liso entre incisiones horizontales; 2. Entramado recto; 3. Entramado oblicuo; 4. Ajedrezado recto; 5. Ajedrezado oblicuo; 6. Espiga o ángulo; 7. Zig-zag; 7a. Doble zig-zag; 7b. Triple zig-zag entre entramado recto; 7c. Triple zig-zag entre entramado oblicuo; 8. Serie de rombos tangentes entre entramado oblicuo; 9. Serie de incisiones verticales cortas opuestas; 10. Series de incisiones verticales entre líneas horizontales; 11. Serie de impresiones ovales; 12. Impresiones triangulares sobre línea horizontal; 13. Zig-zag conectado por impresiones circulares; 14. Series dobles de impresiones en "lagrimea"; 15a. Impresiones circulares opuestas; 15b. Impresiones circulares opuestas divididas por incisión horizontal; 16. Impresiones cuadrangulares opuestas; 17a. Impresiones triangulares opuestas; 17b. Impresiones semicirculares opuestas; 18. Estilo marítimo/internacional. Fuente: Inspirados en los diseños propuestos según ALDAY, 1996; DELIBES, 1997 y GARRIDO-PENA, 2003.

Figure 2. Decorative elements identified. 1. Smooth continuous frieze between horizontal incisions; 2. Straight scheme; 3. Oblique scheme; 4. Straight checker; 5. Oblique checker; 6. Spike or angle; 7. Zig-zag; 7a. Double zig-zag; 7b. Triple zig-zag between straight scheme; 7c. Triple zig-zag between oblique scheme; 8. Tangential rhombus series between oblique scheme; 9. Vertical short opposed incision series; 10. Vertical incision series between horizontal lines; 11. Oval impression series; 12. Triangular impression series over horizontal line; 13. Zig-zag connected with circular impressions; 14. Double 'tear' impression series; 15a. Opposed circular impressions; 15b. Opposed circular impressions divided by horizontal incision; 16. Opposed quadrangular impressions; 17a. Opposed triangular impressions; 17b. Opposed semicircular impressions; 18. Maritime/international style (MHV variation). Source: Inspired by the designs proposed by ALDAY, 1996; DELIBES, 1997 & GARRIDO-PENA, 2003.

Estos motivos y sus combinaciones se muestran a continuación como un sumatorio en orden descendente en la pieza. El número que precede al corchete indica que existe más de un fragmento que presenta idéntica combinación; la “i” entre paréntesis indica que el motivo se encuentra al interior de la pieza; y el número “0” que se trata de un espacio sin decorar.

San Cristobal: $0+1+1+7c // 2[0+5] // 0+5+6+5 // \text{INDET.} // 3[0+7] // 2+1+1+2 // 4+1+4+1+7a+1+4 // 0+2+1+1+1+8 // 5 // 2[13(i)+0+5+17b+5] // 4+1+4 // 2(5) // 5+1+12+5 // 0+3 // 1+1 // 5+11 // 5+11+11 // 7(i)+0+5+0.$

Los Husos I: 18.

El Montecillo: $9+1+10+1+9+1+9.$

La Huesera: $13(i)+0+1+1+16 // 16+2+1+1+2+16+2+1 // 14 // 9+1+9 // 9+1+7b+1+9 // 2[3+14] // 14+0 // 1+9+1+7b // 9+1+7b // 15a+0.$

El Sotillo: $0+15b+0 // 15b // 4 [15b+0] // 0+1 // 1+1+7.$

El Encinal: $2[1+1+15a] // 1+1+1+1 // 1+1+0 // \text{INDET.} // 2+1+1 // 0+15a // 15a.$

Conchas de Haro: $10+10.$

Barranco Valinera: $1+1+16+1+1.$

Analizando en conjunto los datos derivados del estudio morfo-técnico y de las decoraciones, se observan relaciones de carácter tipológico entre algunos de los fragmentos; lo que ha permitido adscribirlos, con seguridad, a recipientes concretos (tabla 1).

Para el caso del recipiente de El Sotillo, apuntar que ha sido incluido en este trabajo como campaniforme –ya que no había sido contemplado como tal por sus descubridores (BARANDIARÁN, FERNÁNDEZ-MEDRANO Y APELLÁNIZ, 1964)– con base a la delineación de sus paredes, la amplitud de su boca y la decoración que sostiene.

Para El Encinal, aunque el tipo recipiente no pudo ser identificado, sí se observó una estrecha relación entre cuatro de los fragmentos en cuanto a su decoración y acabado.

YACIMIENTO	FRAGMENTOS	RECIPIENTE	DELINEACIÓN DE LAS PAREDES	DIÁMETRO DE BOCA (cm.)	DECORACIÓN*
SAN CRISTÓBAL	1 BORDE + 3 PANZAS	CUENCO	CÓNCAVAS-ABIERTAS	17	7
	1 PANZA	CAZUELA	CÓNCAVAS-CERRADAS	—	5 + 6
	1 BORDE + 1 HOMBRO	VASO	SINUOSAS	8	15a (i) + 5 + 17b
	1 PANZA + 1 FONDO	VASO	SINUOSAS	—	5
	2 HOMBROS	VASO	SINUOSAS	—	5 + 12
	1 BORDE + 1 HOMBRO + 1 FONDO	VASO	SINUOSAS	—	7 (i) + 0 + 5
EL ALTO DE LA HUESERA	4 PANZAS	CUENCO	CÓNCAVAS-ABIERTAS	—	7b + 0 + 9
	2 BORDES + 1 HOMBRO + 1 PANZA	VASO	SINUOSAS	10	3 + 14 + 0
EL SOTILLO	1 BORDE + 2 CUELLOS + 5 PANZAS	CAZUELA	CÓNCAVAS-CERRADAS	11	15b
EL ENCINAL	2 PANZAS + 2 CUELLOS	—	—	—	15a + 1

Tabla 1. Recipientes identificados con seguridad y sus características. *Se presentan los motivos definidos para cada recipiente independientemente del orden de su disposición a lo largo de las piezas.

Table 1. Containers identify with certainty and their features. *Decorative elements for each container are presented independently of their disposal on the pieces.

3.2.3. Análisis por DRX y FRX

Veinticuatro fragmentos cerámicos fueron sometidos a análisis mediante DRX y FRX: uno perteneciente al dolmen de El Montecillo (M1), diecinueve al abrigo de San Cristóbal (M2 a M20, siendo M12 no-campaniforme) y ocho al dolmen de El Alto de la Huesera (M21 a M28, siendo M21-M22-M23 no-campaniformes).

La caracterización mineralógica mediante DRX permitió identificar los diferentes minerales que forman parte de las muestras analizadas (Anexo II, figura 1), además de estimar la temperatura de cocción a la que fueron sometidas. En cuanto al primer aspecto, se observa como la mineralogía resulta muy similar en todas las muestras. Se constata la presencia de los siguientes minerales: cuarzo (SiO₂), filo-

silicatos (minerales de la arcilla: illitas), calcita (CaCO_3) y feldespatos. El cuarzo y los filosilicatos, presentes en todas las muestras, se consideran minerales de la materia prima original –pudiendo haber sido añadido, el cuarzo, a modo de desgrasante previamente a la cocción–. La calcita se identifica con seguridad en algunas muestras, siendo su presencia dudosa en otras e inexistente en cuatro de ellas (M21-M24). Para los casos en los que aparece, sus niveles resultan mínimos y su procedencia dudosa –algunas de las muestras presentan costras blanquecinas superficiales con contenido en calcita, mientras que las visualmente homogéneas también contienen este mineral–. Resulta, por tanto, difícil determinar si se trataría de un aporte alóctono post-deposicional o si pertenecería a la materia prima original –como material desgrasante al igual que en otras producciones contemporáneas–. Por último, en cuanto a los feldespatos –en algunos casos detectables en pequeñas cantidades y en otros dudosos– han sido considerados como parte de una fase primaria de la arcilla empleada.

La estimación de la temperatura de cocción de las muestras seleccionadas presenta sus limitaciones para este caso, ya que no se identifican los minerales que corresponderían a las fases de cocción (gehlenita, diópsido) ni se puede confirmar el origen primario de la calcita –lo que indicaría una temperatura inferior a $750\text{-}850^\circ\text{C}$ –. Por otro lado, se informó de la presencia, no detectable por DRX, de ínfimas cantidades de finas partículas magnéticas que indicarían, que para su formación, habrían necesitado de temperaturas superiores a $578\text{-}675^\circ\text{C}$. Además, la presencia de reflexiones basales de los filosilicatos (illita 001) indicaría que la temperatura a la que fue sometida no alcanzó los 950°C .

La caracterización química mediante FRX aportó datos sobre la presencia; tanto de elementos mayoritarios (Anexo II, tabla II), como de elementos traza (Anexo II, tabla III). Ante la ausencia de un estudio arqueométrico completo –composición química de las arcillas susceptibles de uso en el entorno; análisis al microscopio petrográfico; o tratamiento estadístico de los resultados–, el cual no forma parte de los objetivos de este trabajo, se han planteado algunas generalidades derivadas de la información que ha aportado este análisis. Por un lado, se puede determinar que, como era de esperar, los elementos mayoritarios presentes en las muestras – SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 – formaban parte de los silicatos originales de la materia prima (cuarzo, arcillas y feldespatos). Si se observan los porcentajes para el caso del calcio, solo dos de las muestras (M12 y M26) superan por poco los niveles de 5% –por lo que pueden considerarse como “cerámicas calcáreas”–. El resto de las muestras presentan niveles inferiores de CaO y en cuatro de los casos (M21-M24) los niveles son 0. Una de los dos muestras “calcáreas” (M12) es la única cerámica no-campaniforme perteneciente al abrigo de San Cristóbal, mientras que las que presentan niveles 0 de CaO pertenecen al dolmen de El Alto de La Huesera –siendo, tan solo una, no-campaniforme–. Por último, resulta reseñable que los valores más bajos de fósforo (P_2O_5) pertenezcan exclusivamente a las muestras provenientes de El Alto de La Huesera.

Para el caso de los elementos traza –vinculados a muy pequeñas cantidades de minerales portadores de los mismos–, a falta de conocer las propiedades químicas del medio que permitirían establecer relaciones de proveniencia de la materia prima cerámica, se han observado únicamente los patrones cuantitativos generales que presentan los datos. A simple vista se puede observar que, para el caso de El Montecillo, sus valores presentan cierta homogeneidad con respecto a la media total, exceptuando el caso del Sr (219 ppm) –superior a las muestras provenientes de San Cristóbal, pero por debajo de las no-campaniformes pertenecientes a El Alto de la Huesera–; el Zr, donde presenta el pico más alto de toda la tabla (271 ppm); y el Zn con el pico más bajo (40ppm). En cuanto a San Cristóbal, sus datos son bastante homogéneos –incluyendo la muestra no-campaniforme– con algunos picos aislados para algunos elementos en determinadas muestras (para el Cu M3, M5 y M6; para el Ni M2; para el Pb M8; para el Sr M20; para el Zn M8; para el Zr el pico más bajo en M20; para el V M5; y para S el pico más alto en la muestra no-campaniforme). Para el caso de El Alto de la Huesera los resultados son bastante homogéneos entre sí. Se diferencia de los otros dos yacimientos analizados por tener los resultados más altos para el caso del Ba –siendo la M21 (no-campaniforme) el pico máximo con 1020 ppm–; niveles por encima de la media en Sr, Zr y V. Por último, observando exclusivamente los niveles de Ba, Sr, Zr y Cr para el caso de este dolmen; se aprecia una significativa diferencia con valores más elevados –para los casos de las tres muestras no-campaniformes (M21-M23) y una de las muestras campaniformes (M24)– con respecto a las demás.

4.- DISCUSIÓN

4.1. Relaciones decorativas

Observando la distribución de los motivos decorativos identificados para los nuevos materiales estudiados (Anexo III) entre el conjunto de yacimientos con campaniforme de la zona, se aprecia que todos ellos se encuentran presentes, en mayor o menor medida, empleándose de manera recurrente. Exceptuando el motivo 1 –presente en el 85% de los casos, de uso habitual como nexo o separación entre los distintos motivos de una pieza– los motivos más veces repetidos son el 2 –en siete yacimientos–, y el 3, 4, 5 y 15a –en cinco–. Salvo el 15a, se trata de los motivos que podrían ser considerados como de factura simple –trazos incisos que sólo varían en su posición u orientación–. Una menor presencia, aunque aún importante, la encontramos en los motivos 9 y 16 –en cuatro yacimientos–, y 7, 13 y 17a –en tres–. Aquí no se aprecia una diferenciación por complejidad decorativa, pero si se puede decir que la menor representatividad del motivo 17a vendría relacionada con su uso exclusivo como decoración interior. Por último, entre los motivos infrarrepresentados se encuentran el 6, 7a, 7b, 10, 11, 12 y 17b –para dos yacimientos–, y 7c, 8, 14, 15b y 18 –exclusivos de un único yacimiento en cada caso–. Resulta reseñable el caso concreto del motivo 18 –perteneciente al abrigo de Los Husos I–, único fragmento que presenta decoración puntillada, adscrita al denominado puntillado marítimo/internacional (MHV, según GARRIDO-PENA, 2003), y que rompe con la exclusividad del estilo “ciempozuelos” (Anexo I, figura 1: 4). Se presenta éste como el único testigo de la presencia de este estilo en el territorio riojano-alavés, replanteando las teorías anteriores que defendían la idea de que éste debería ser considerado como un territorio “marginado” en la primera fase de irrupción de la cerámica campaniforme (ALDAY, 2001) por la ausencia de efectivos. También es importante señalar que el motivo 14 resulta novedoso para la zona y solo se encuentra en El Alto de la Huesera (Anexo I, figura 1: 8).

Observando la combinación y disposición de las decoraciones presentes en los materiales estudiados, con relación a los ya existentes en la zona, se aprecian importantes similitudes que permiten contextualizar los primeros. La relación más importante se puede establecer para los yacimientos de San Cristóbal y Peña Larga –de iguales características y funcionalidad–. La presencia de campaniformes de tipo “doméstico” (Anexo I, figura 1: 13 y 19) –de descuidada factura y ajedrezado oblicuo–, la presencia –exclusiva para estos dos yacimientos– del motivo 12 (Anexo I, figura 1: 14 y 18), el hallazgo de un campaniforme de idéntica factura y decoración que los “típicos” de Peña Larga (Anexo I, figura 1: 12 y 17) y las similitudes entre los ciempozuelos “clásicos” –con alternancia entre espacios sin decorar y ajedrezado oblicuo– y dos de los fragmentos provenientes de San Cristóbal (Anexo I, figura 1: 11 y 15); atestiguan esto. Otra importante relación que se puede establecer, viene del ya citado empleo del motivo 13 para la decoración interna de los bordes en el caso de los dólmenes de El Alto de la Huesera y San Martín, y el abrigo de San Cristóbal (Anexo I, figura 1: 7, 17 y 20). Un tercer caso, sería la aparición del motivo 10 tan solo para el caso del dolmen de El Montecillo y la cerámica recuperada en Conchas de Haro –si bien en el segundo caso el número de incisiones verticales y el tamaño de los rectángulos lisos es mayor– (Anexo I, figura 1: 2 y 3). Para el caso de Villacardiel, se observan claras semejanzas entre uno de sus fragmentos de cuenco –de grosero acabado, coloración grisácea y alternancia de motivos entre 2 y 17a– y los fragmentos de cuenco de El Alto de la Huesera (Anexo I, figura 1: 5 y 9). Por último, resulta significativo que, para cuatro de los dólmenes, –El Alto de la Huesera, El Sotillo y El Encinal– se observen los motivos de impresiones circulares –no siempre de las mismas dimensiones– y que se encuentren ausentes en otro tipo de yacimientos (Anexo I, figura 1: 6, 10 y 23).

4.2. Consideraciones en torno a la cronología

Entre las dataciones disponibles (Anexo IV) existen dos categorías. Por un lado, las procedentes de niveles en yacimientos con una secuencia estratigráfica definida y cuyos restos campaniformes aparecen perfectamente adscritos a los mismos –San Cristóbal, Los Husos I y Peña Larga–. Por otro, para el caso de los dólmenes datados –El Montecillo, El Sotillo, El Alto de la Huesera y La Chabola de La Hechicera–, procedentes de restos humanos inhumados en las cámaras, cuya asociación a niveles campaniformes responde a la propuesta planteada según FERNÁNDEZ-ERASO y MUJICA-ALUSTIZA (2013). Si se observa la gráfica de calibración para las dataciones disponibles –calBC– (figura 3), se aprecian dos momentos diferenciados de concentración de cerámicas campaniformes en el Calcolítico; mientras que, en una ter-

OxCal v4.2.2 Bronk Ramsey (2013); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2009);

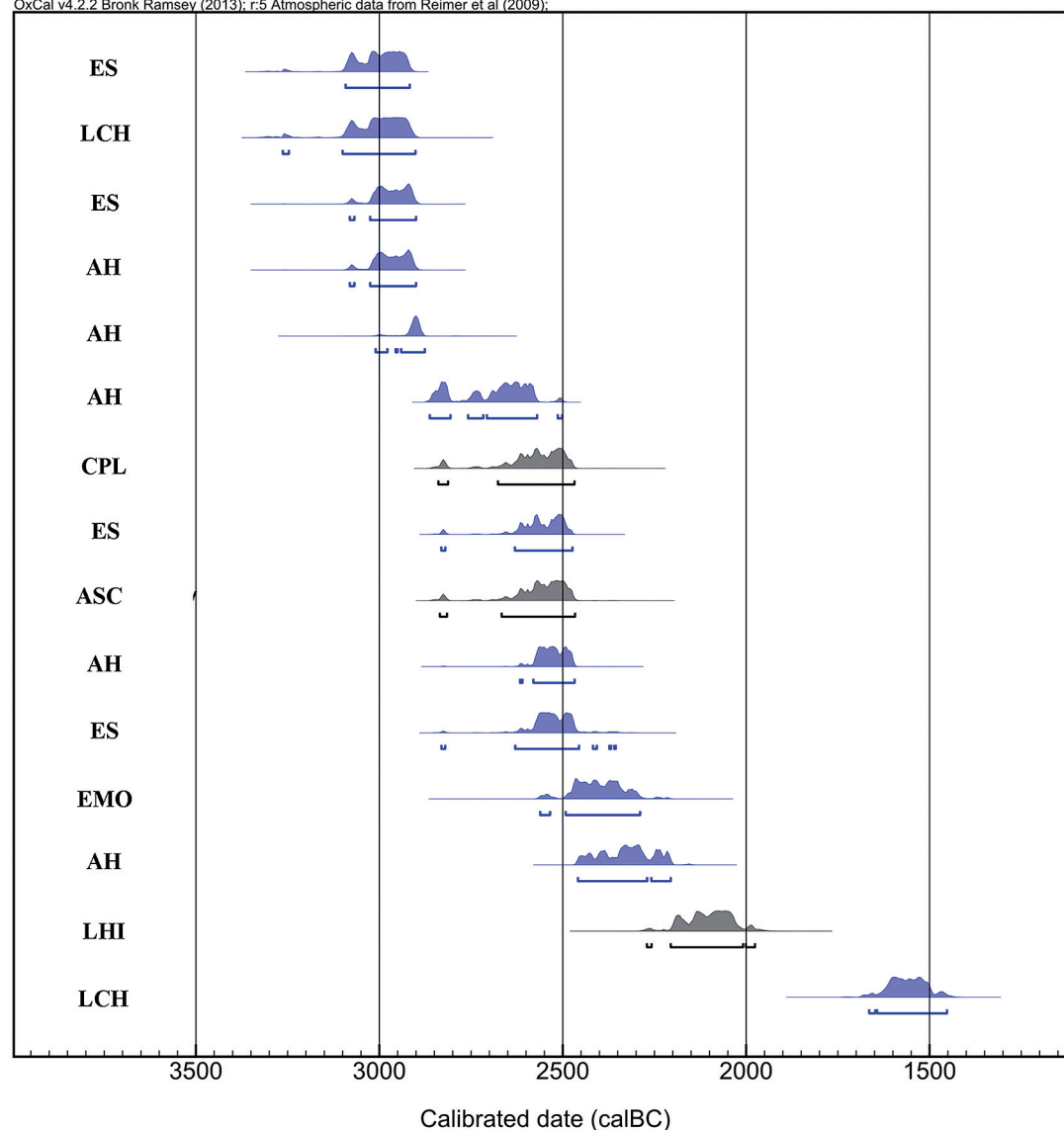


Figura 3. Dataciones calBC a 2 sigma de El Sotillo (ES), La Chabola de la Hechicera (LCH), El Alto de la Huesera (AH), Peña Larga (CPL), San Cristóbal (ASC), El Montecillo (EMO) y Los Husos I (LHI). Gráfica modelada mediante Oxcal 4.2.2.

Figure 3. 2 sigma calBC dates from El Sotillo (ES), La Chabola de la Hechicera (LCH), El Alto de la Huesera (AH), Peña Larga (CPL), San Cristóbal (ASC), El Montecillo (EMO) & Los Husos I (LHI). Graph modeled with Oxcal 4.2.2.

cera fase, se presenta una perduración –progresiva y escalonada– de este fenómeno hasta fechas del Bronce Antiguo o Inicial. La fase más antigua se correspondería con los hallazgos de cerámica campaniforme en dólmenes (El Sotillo, La Chabola de la Hechicera y El Alto de La Huesera). A la segunda fase, más reciente, se adscribirían los campaniformes recuperados en abrigos (Peña Larga y San Cristóbal), cuyas fechas se solapan perfectamente, respaldadas por las evidentes similitudes reseñadas para sus efectivos. Para este momento, también se observa una continuidad del fenómeno en los megalitos de El Alto de La Huesera y El Sotillo. La fase de progresiva perduración –aproximadamente entre 2500-1500 calBC– corresponde a los dólmenes de El Montecillo, El Alto de la Huesera y La Chabola de la Hechicera; además de a los Husos I –en cuyo nivel IX se encontró el fragmento puntillado–.

La fecha de este nivel es una de las más recientes (2210-1970 calBC) y no se correspondería, por tanto, con la teoría que defiende la aparición de este tipo de campaniforme en las primeras oleadas de irrupción del fenómeno. Hay que apuntar que se trata de un único fragmento y la información que aporta es parcial, por tanto, no puede considerarse definitorio de todo un proceso. Por último, es preciso señalar, que resulta difícil adscribir cronológicamente las cerámicas de Peña Parda, El Encinal, Barranco Valinera o Conchas de Haro –sin dataciones– estableciendo únicamente relaciones por tipología de yacimientos o proximidad geográfica.

5.- CONCLUSIONES

El estudio de los recientes hallazgos campaniformes de la Rioja Alavesa ha permitido obtener información sobre su morfología, decoración y factura. Se observa la presencia de la totalidad de recipientes que forman parte de la "trilogía campaniforme"; así como una amplia variedad de motivos decorativos, algunos de los cuales se corresponden con los que habían sido identificados anteriormente para esta área y otros han sido detectados por primera vez. Resulta reseñable la presencia del único campaniforme puntillado en la zona; además de las relaciones que han podido establecerse entre las cerámicas de diferentes yacimientos. Estas relaciones tipológicas, unidas a la novedosa batería de dataciones de la que ahora se dispone para algunos de los yacimientos, posibilita la contextualización de los nuevos hallazgos observando cómo se insertan en dos fases diferenciadas del Calcolítico que perduran, progresivamente, hasta periodos antiguos del Bronce; siendo estas fechas tardías, en general, con relación a las de otras zonas adyacentes. Por último, las analíticas puestas en práctica para una pequeña muestra de los fragmentos han permitido obtener resultados que, aunque de carácter genérico, aportan información. Se han podido estimar valores para la temperatura de cocción de las cerámicas y conocer su composición químico-mineralógica, evidenciando diferencias en cuanto a la fabricación de los campaniformes con respecto al resto de la producción cerámica. Estos resultados permiten plantear nuevos horizontes en la investigación, como son los estudios de carácter arqueométrico que precisen y amplíen la información obtenida para este periodo, cuya escasez ha sido manifestada en numerosas ocasiones.

6.- AGRADECIMIENTOS

Aprovecho estas últimas líneas para expresar mi más sincero agradecimiento a toda la gente e instituciones, sin los cuales, este trabajo no hubiese llegado a buen puerto. En primer lugar a mi director, el Dr. Javier Fernández Eraso, por la absoluta confianza depositada en mí y este proyecto. Al Dr. J. A. Mujika y al Museo Arqueológico de Álava (BiBat) por permitirme la consulta de parte de los materiales presentes en este texto. A los investigadores/as del laboratorio 1.18A, además de a Maite Iris García, cuyos consejos basados en la experiencia han sido de gran utilidad. Y por último y no por ello menos importante, a mis amigos y "camaradas" del Grupo de Investigación en Tipología Analítica (GITA) Maite García, Aitor Sánchez y Aitor Calvo por estar siempre ahí y servir de apoyo en los buenos y malos momentos.

7.- BIBLIOGRAFÍA

ALDAY, A.

1996 El entramado campaniforme en el País Vasco: los datos y el desarrollo del proceso histórico. En *Anejos de Veleia Series Maior*, 9. Vitoria-Gasteiz.

2001 Vías de intercambio y promoción del campaniforme marítimo y mixto sobre el interior peninsular. *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, 9: 111-174.

APELLÁNIZ, J. M.

1973 Corpus de materiales de las culturas prehistóricas con cerámica de la población de cavernas del País Vasco meridional. *Munibe*. Supl. 1.

APELLÁNIZ, J.M. y FERNÁNDEZ-MEDRANO, D.

1978 El sepulcro de galería segmentada de La Chabola de la Hechicera (Elvillar, Álava). Excavación y restauración. *Estudios de Arqueología Alavesa*, 9: 141-221.

BARANDIARÁN, J. M.

1957 Una estación megalítica en La Rioja. *Boletín de la Fundación Sancho el Sabio*, año I, tomo I, nº 1-2: 47-50.

BARANDIARÁN, J. M., FERNÁNDEZ-MEDRANO, D y APELLÁNIZ, J.M.

1964 Excavación del dolmen de El Sotillo (Rioja Alavesa). *Boletín de la Fundación Sancho el Sabio*, año VIII, tomo VIII, nº 1-2: 9-28.

DELIBES, G.

1977 El vaso campaniforme en la Meseta Norte española. *Studia Archeologica*, 46: 1-174.

FERNÁNDEZ ERASO, J.

- 1997 *Excavaciones en el abrigo de Peña Larga (Cripán, Álava)*. En *Memorias de Yacimientos Alaveses*, 4. Vitoria-Gasteiz.
- 2001a *Excavaciones en la Sierra de Cantabria (San Cristóbal, Laguardia)*. *Arkeoikuska'00*: 47-50.
- 2001b *Excavaciones en la Sierra de Cantabria (Los Husos I, Elvillar)*. *Arkeoikuska'00*: 39-45.
- 2003 *El abrigo de Peña Parda (Laguardia-Álava) y su relleno arqueológico*. *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, 11: 189-212.
- 2008 *Abrigo de San Cristóbal. I campaña*. *Arkeoikuska'07*: 104-107.
- 2009 *Abrigo de San Cristóbal. II campaña*. *Arkeoikuska'08*: 115-118.

FERNÁNDEZ ERASO, J. y MUJICA ALUSTIZA, J. A.

- 2011 *Dólmenes de la Rioja Alavesa: El Montecillo (Villabuena de Álava), Chabola de la Hechicera (Elvillar) y Alto de la Huesera (Laguardia)*. *Arkeoikuska'10*: 164-173.
- 2012 *Dólmenes de la Rioja Alavesa: Chabola de la Hechicera (Elvillar) y Alto de la Huesera (Laguardia)*. *Arkeoikuska'11*: 207-212.
- 2013 *La estación megalítica de la Rioja Alavesa: Cronología, orígenes y ciclos de utilización*. *Zephyrus*, 71: 89-106.

GARRIDO PENA, R.

- 2003 *El campaniforme en la Meseta: análisis de su contexto social, económico y ritual*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad Complutense. Madrid.

LAPLACE, G.

- 1964 *Lexique de typologie analytique*. Soc. d'Et. Et e Rech. Préhistoriques, Les Eyzies, 14: 111-128.
- 1966 *Puorquoi une typologie analytique?*. *L'Anthropologie*, 70: 193-201.
- 1968 *Recherches de typologie analytique 1968*. *Orgini II*: 7-64.

OLLERO, A. y ORMAETXEA, A.

- 1997 *El marco geomorfológico y paisajístico de Peña Larga: la sierra de Toloño-Cantabria y los conglomerados de borde de cuenca*. En: *Excavaciones en el abrigo de Peña Larga (Cripán, Álava)*. J. Fernández Eraso (Ed.): 17-24. *Memorias de Yacimientos Alaveses*, 4. Vitoria-Gasteiz.

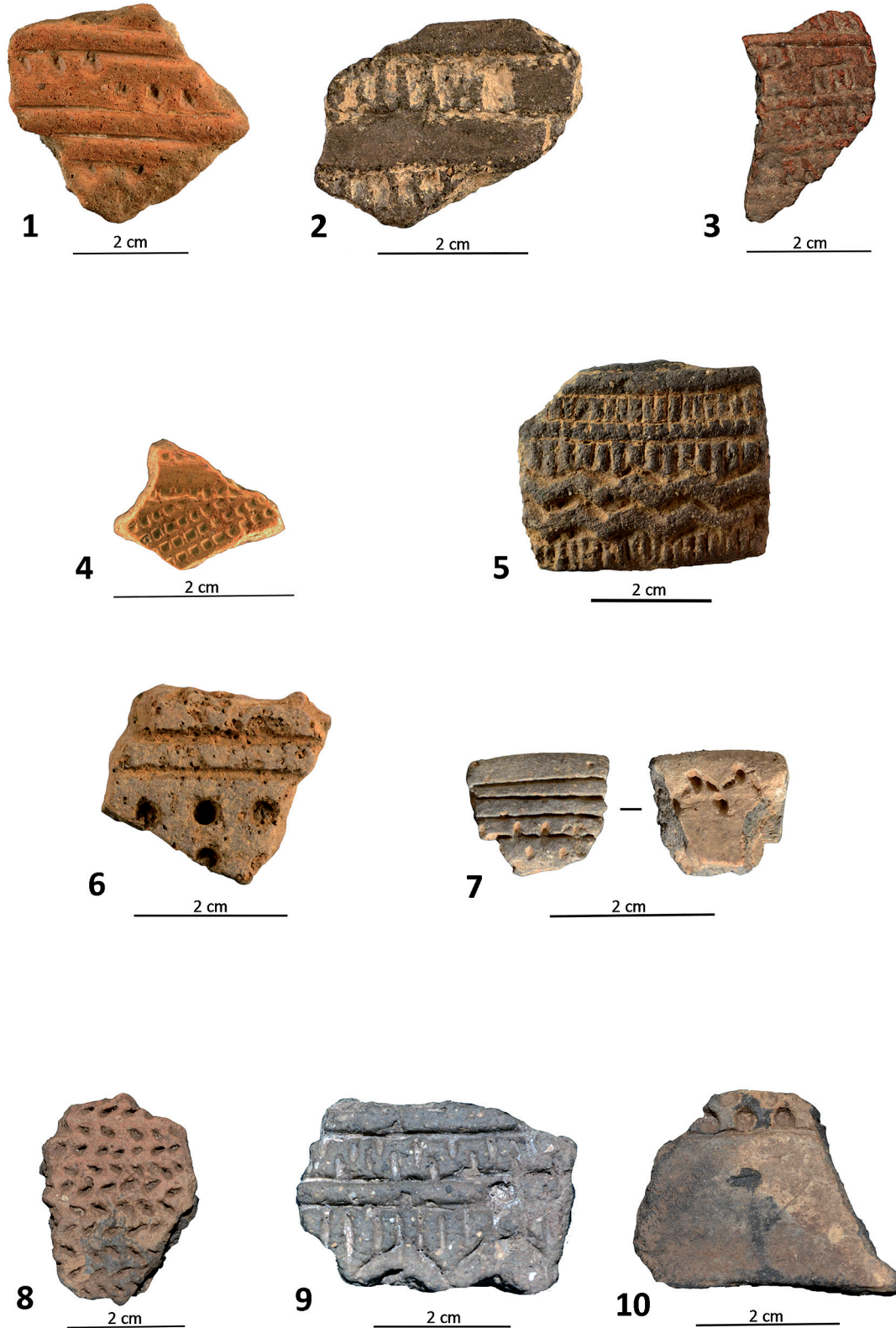
VARON, R.

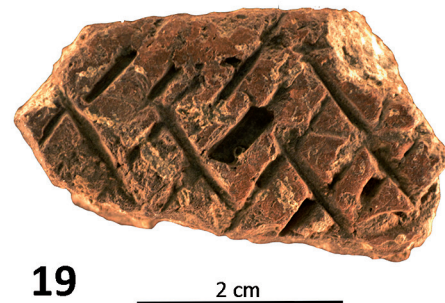
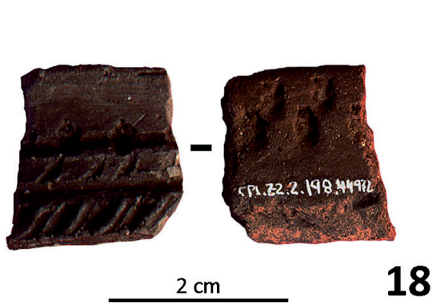
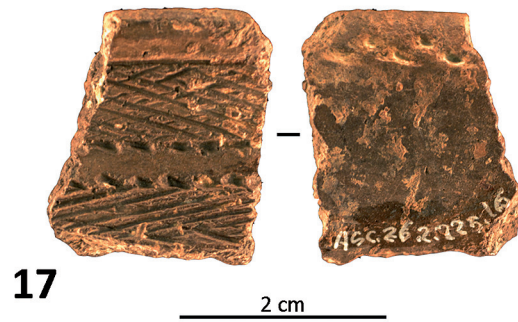
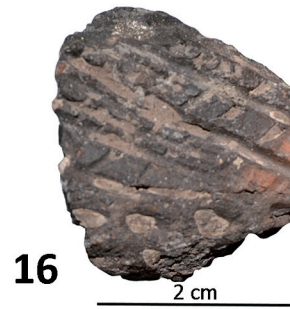
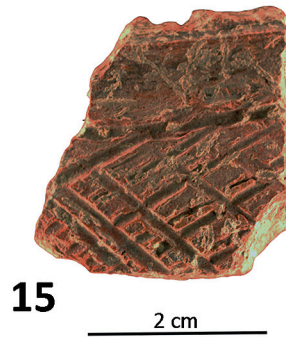
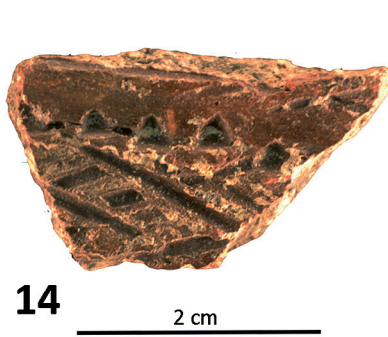
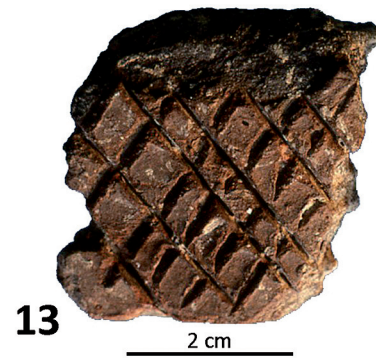
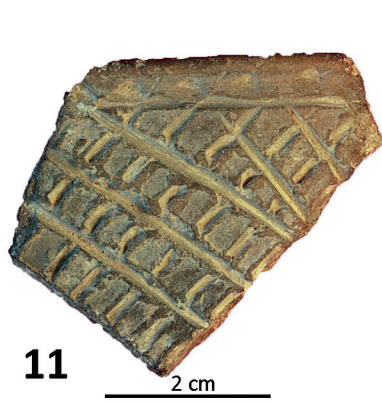
- 2006 *Villacardiel (Laguardia)*. *Arkeoikuska'05*: 259-263.

8.- ANEXOS

8.1. Anexo 1

Selección de las cerámicas campaniformes estudiadas en este trabajo.

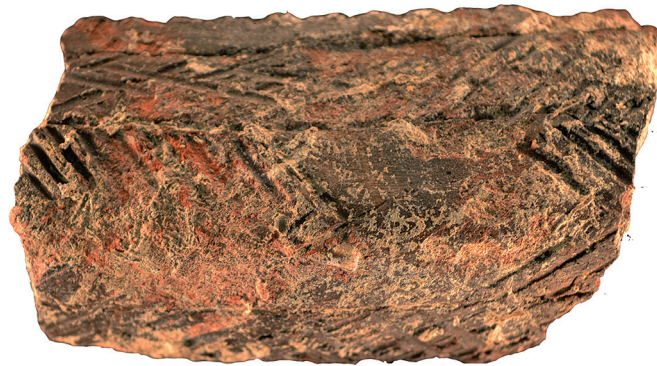






2 cm

20



2 cm

21



22

2 cm



23

2 cm

Figura 1. Bordes (2, 5, 7, 11, 17 y 18), cuellos (1, 12 y 20), hombros (8 y 14), panzas (3, 6, 9, 10, 13, 15, 19, 21 y 22), fondos (16). Vasos (8, 14, 15, 17, 16), cuencos (7, 9, 10, 19), cazuelas (21 y 23). Ciempozuelos clásico (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 y 23), ciempozuelos doméstico (13, 19 y 22), estilo marítimo/internacional (4). El Montecillo (3), El Sotillo (22 y 23), San Martín (20), El Alto de la Huesera (7, 8, 9 y 10), El Encinal (6), San Cristóbal (14, 15, 16, 17, 19 y 21), Los Husos I (4), Peña Larga (11, 12, 13 y 18), Conchas de Haro (2), Barranco Valinera (1), Villacardiel (5).
Figure 1. Rims (2, 5, 7, 11, 17 y 18), necks (1, 12 y 20), shoulders (8 y 14), bodies (3, 6, 9, 10, 13, 15, 19, 21 y 22), bottoms (16). Vases (8, 14, 15, 17, 16), bowls (7, 9, 10, 19), pots (21 y 23). Classic ciempozuelos (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 y 23), domestic ciempozuelos (13, 19 y 22), maritime/international style (4). El Montecillo (3), El Sotillo (22 y 23), San Martín (20), El Alto de la Huesera (7, 8, 9 y 10), El Encinal (6), San Cristóbal (14, 15, 16, 17, 19 y 21), Los Husos I (4), Peña Larga (11, 12, 13 y 18), Conchas de Haro (2), Barranco Valinera (1), Villacardiel (5).

8.2. Anexo 2

Resultados de las muestras analizadas por DRX Y FRX. El Montecillo (M1); San Cristóbal (M2 a M20); El Alto de la Huesera (M21 a M28). En rojo se representan las muestras no-campaniformes.

MUESTRA	CUARZO	ILLITA	CALCITA	FELDESPATOS
M1	SI	SI	DUDOSO	-
M2	SI	SI	DUDOSO	-
M3	SI	SI	SI	-
M4	SI	SI	SI	-
M5	SI	SI	SI	DUDOSO
M6	SI	SI	DUDOSO	-
M7	SI	SI	DUDOSO	SI
M8	SI	SI	DUDOSO	-
M9	SI	SI	DUDOSO	-
M10	SI	SI	DUDOSO	SI
M11	SI	SI	SI	SI
M12	SI	SI	SI	SI
M13	SI	SI	SI	SI
M14	SI	SI	DUDOSO	DUDOSO
M15	SI	SI	DUDOSO	DUDOSO
M16	SI	SI	DUDOSO	-
M17	SI	SI	DUDOSO	SI
M18	SI	SI	SI	-
M19	SI	SI	DUDOSO	-
M20	SI	SI	SI	DUDOSO
M21	SI	SI	-	DUDOSO
M22	SI	SI	-	SI
M23	SI	SI	-	SI
M24	SI	SI	-	DUDOSO
M25	SI	SI	DUDOSO	SI
M26	SI	SI	SI	SI
M27	SI	SI	DUDOSO	SI
M28	SI	SI	DUDOSO	SI

Tabla 1. Mineralogía de las muestras analizadas.
Table 1. Mineralogy of the samples analysed.

MUESTRA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O _{3t}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
M1	65,10	14,11	5,17	0,02	0,57	2,66	0,37	1,17	0,71	0,11
M2	57,76	16,22	6,55	0,03	1,64	2,99	0,17	2,49	0,46	0,12
M3	56,08	16,80	4,47	0,02	1,55	4,21	0,25	2,81	0,57	0,09
M4	63,02	14,18	4,90	0,07	1,18	3,04	0,14	2,35	0,65	0,11
M5	62,74	12,87	4,58	0,03	1,51	3,77	0,35	2,94	0,56	0,32
M6	62,43	14,78	4,58	0,03	1,66	2,83	0,45	3,32	0,59	0,41
M7	55,21	16,37	6,59	0,03	2,09	3,25	0,37	4,83	0,48	0,50
M8	53,17	18,57	6,86	0,04	1,90	2,29	0,19	3,23	0,52	0,18
M9	58,67	16,87	4,39	0,02	1,46	3,61	0,16	2,76	0,65	0,11
M10	57,34	16,49	5,78	0,04	2,20	2,49	0,41	3,57	0,70	0,11
M11	61,18	12,83	4,36	0,03	1,40	3,20	0,25	2,91	0,57	0,09
M12	55,36	16,66	4,55	0,04	1,75	5,37	0,27	4,38	0,63	0,16
M13	54,23	16,46	5,86	0,04	2,01	3,87	0,13	3,61	0,57	0,17
M14	58,23	16,16	6,41	0,03	1,41	2,75	0,20	2,43	0,48	0,11
M15	56,07	16,71	6,80	0,03	1,83	2,19	0,18	3,03	0,49	0,08
M16	58,28	16,11	6,48	0,03	1,60	2,64	0,20	3,15	0,47	0,26
M17	55,70	16,34	6,67	0,03	1,66	3,17	0,32	3,37	0,48	0,46
M18	58,21	17,29	4,40	0,02	1,65	3,52	0,22	2,92	0,63	0,11
M19	56,74	16,28	6,54	0,03	1,68	3,69	0,28	2,79	0,49	0,25
M20	53,77	19,87	4,08	0,02	1,96	4,52	0,33	3,30	0,54	0,10
M21	54,42	17,89	7,16	0,03	0,93	1,59	0,20	2,24	0,58	0,04
M22	55,56	18,07	7,44	0,04	0,93	1,55	0,17	2,20	0,58	0,04
M23	53,74	17,94	7,23	0,03	0,94	1,61	0,17	2,11	0,58	0,05
M24	55,17	19,80	5,52	0,03	1,09	1,52	0,32	2,89	0,72	0,05
M25	54,96	18,11	5,19	0,04	1,65	1,66	0,26	3,08	0,67	0,05
M26	52,32	17,72	5,59	0,02	1,22	5,13	0,20	2,50	0,60	0,05
M27	56,56	17,16	5,27	0,02	0,81	1,97	0,45	2,54	0,60	0,05
M28	53,01	19,93	5,52	0,04	0,94	1,74	0,31	2,88	0,73	0,06

Tabla 2. Tabla de resultados para los elementos mayores (expresados en porcentaje de peso de óxidos).
Table 2. Results table for major elements (expressed as the percentage of the weight of the oxides).

MUESTRA	Ba	Cu	Ni	Pb	Sr	Zn	Zr	Cr	V	S
M1	465	96	48	6	219	40	271	79	126	140
M2	525	71	93	1	107	65	210	80	136	182
M3	610	104	46	7	119	56	164	81	136	216
M4	323	83	79	7	89	56	225	82	113	135
M5	361	111	64	8	132	81	231	205	103	203
M6	449	103	55	0	119	76	198	75	134	226
M7	622	85	62	5	134	78	215	81	122	271
M8	751	76	72	31	76	123	171	82	155	188
M9	334	90	50	0	137	68	220	101	141	168
M10	491	73	48	7	138	85	182	94	128	139
M11	349	91	32	0	134	73	230	59	102	185
M12	481	77	46	7	176	75	136	83	111	278
M13	545	85	39	0	122	73	166	73	127	198
M14	540	75	49	9	111	73	205	79	123	196
M15	391	77	44	1	76	73	216	86	142	132
M16	524	32	46	11	105	67	197	76	116	189
M17	753	68	53	0	116	69	200	87	119	137
M18	437	27	37	0	142	68	194	105	139	199
M19	502	73	45	8	115	63	204	80	141	271
M20	408	65	36	2	196	65	96	96	147	177
M21	1020	63	62	15	277	58	239	263	150	188
M22	979	60	85	10	221	57	266	372	141	180
M23	933	50	41	20	135	60	254	118	133	163
M24	956	52	46	10	173	67	150	84	152	159
M25	841	74	45	20	129	91	162	86	127	166
M26	668	45	47	9	171	78	160	84	127	179
M27	819	65	47	17	165	69	181	84	146	188
M28	872	28	48	11	174	69	155	91	155	259

Tabla 3. Tabla de resultados para los elementos traza (expresados en ppm).

Table 3. Results table for trace elements (expressed in ppm).

8.3. Anexo 3

Distribución de los diversos motivos decorativos identificados para los nuevos casos, entre todos los yacimientos con cerámica campaniforme de la Rioja Alavesa. Los motivos, representados aquí mediante números, se encuentran definidos en el texto (figura 2).

MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	7a	7b	7c	8	9	10	11	12	13	14	15a	15b	16	17a	17b	18	
San Cristóbal	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X							X	
Peña Parda	X		X	X	X																X	X		
Peña Larga	X	X	X		X		X	X						X	X						X	X	X	
Los Husos I																								X
El Montecillo	X											X	X											
La Chabola de la Hechicera	X	X										X						X						
El Sotillo	X		X	X			X					X								X				
San Martín	X	X		X	X	X										X		X				X		
El Alto de la Huesera	X	X	X						X			X				X	X	X	X	X				
El Encinal	X	X																X						
Barranco Valinera	X																				X			
Conchas de Haro													X											
Villacardiel	X	X		X	X				X									X						

8.4. Anexo 4

Recopilación de dataciones disponibles para niveles campaniformes en la Rioja Alavesa. Fuente: (FERNÁNDEZ-ERASO y MUJICA-ALUSTIZA, 2013).

YACIMIENTO	NIVEL	FECHA _{BP}	CAL _{bc}
SAN CRISTÓBAL	IV	4030±40	2830-2820/2630-2470
LOS HUSOS I	IX	3710±40	2210-1970
PEÑA LARGA	II	4040±40	2840-2820/2670-2470
EL MONTECILLO	CÁMARA	3920±40	2550-2540/2490-2290
LA CHABOLA DE LA HECHICERA	CÁMARA	3280±40 - 4380±40	(1650-1460) - (3100-2900)
EL ALTO DE LA HUESERA	CÁMARA	3850±30	2460-2200
		4010±30 - 4100±30	(2580 -2470) - (2860 -2810/2760 - 2720/2700 - 2570/2510-2500)
		4290±30 - 4350±30	(2920-2880) - (3020-2900)
EL SOTILLO	CÁMARA	4000±40 - 4040±30	(2610 -2600/2590 -2460) - (2630 - 2480)
		4350±30 - 4390±30	(3020 - 2900) - (3090 - 2910)

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	n° 4	45-54	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	-------	-------	------	----------------

Holocene microcharcoal stratigraphy and fire history analysis in the Heartland of Alava (Basque Country, Spain)

Estratigrafía de microcarbones del Holoceno y análisis de sucesos de incendio en la Llanada de Álava (País Vasco, España)

PALABRAS CLAVES: Microcarbón macroscópico, incendio, Holoceno, palinología, Llanada de Álava.
KEY WORDS: Macroscopic charcoal, holocene fire, fire regime, pollinology, land use, Alava Plain.

Roberto MARTÍNEZ-BALLARÍN⁽¹⁾

ABSTRACT

Quantitative reconstruction of fire frequency from charcoal counts and subsequent analysis was undertaken on a 220 cm sediment core from Salburua wetland, Alava.

A 896-1024 cal. AD. palaeofire maximum record and vegetation history has been established on the basis of a 14C (AMS) date and palinological data.

Our results show a clear peak in fire events between the IX and XI centuries. The size of collected microcarbons reveals that fires are of local origin. Simultaneously, data from the pollen record at that same age show a maximum in pine tree presence, during a fertile epoch. Afterwards, pine declines and nowadays is practically nonexistent in the zone.

In an Atlantic vegetation context, we hypothesize this fire regime with such episode frequency to be mainly controlled by human activities. This hypothesis is supported by comparisons with other European quantified palaeofire regimes, specially in the Pyrenees.

RESUMEN

La reconstrucción cuantitativa de la frecuencia de incendios a partir del recuento de microcarbones y su posterior análisis se llevó a cabo en un testigo de 220 cm proveniente del humedal de Salburua, Alava.

En función de datos palinológicos y resultados de datación por carbono 14 se ha establecido un máximo en el registro de incendios hacia el 896-1024 cal. AD.

Los resultados muestran un claro máximo en el número de incendios entre los siglos IX y XI. El tamaño de microcarbones recopilados revelan que los incendios son de origen local. Simultáneamente, los datos del registro de polen durante esa misma época muestran un máximo en la presencia de pino. Posteriormente, la población de pino disminuye y hoy en día es prácticamente inexistente en la zona.

En un contexto de vegetación atlántica, se adopta la hipótesis de un régimen de incendios principalmente controlado por actividades humanas. Esta hipótesis se apoya en la comparación con otros regímenes de fuego próximos, especialmente en los Pirineos.

1.- INTRODUCTION

1.1. Holocene fires

Fire regimes are defined as a sequence of fires that occur in a delimited space-time window (FALK, 2003). Burning of biomass and resulting fire regimes are major drivers of ecosystem dynamics.

Understanding past fire dynamics is a key factor in comprehending the relationship between man, environment, and climate. Unfortunately, our understanding of the disturbance dynamics of past fires is incomplete, and many open questions exist at both conceptual and methodological levels (CLARK, 1997; CONEDERA *et al.*, 1990).

Humans progressively learned how to preserve, transport and light fire between 500,000 and 50,000 BP (JAMES, 1989; ROLLAND, 2004). Afterwards, and specially during the Holocene, domestication of fire brought about genuine anthropogenic practices such as slash-and-burn or logging. These practices would alter the ecosystem such that it may be subject to high-intensity fires that in turn would produce fire-adap-

⁽¹⁾ Dirección: UPV/EHU Facultad de Ciencia y Tecnología. Barrio Sarriena s/n 48940 Leioa, Bizkaia

ted ecosystems (CALDARARO, 2002). As a result, fire regimes depend not only on climatic and biological factors, but also reflect the cultural background of how man managed ecosystems and fire itself.

Fire proxies such as intact or altered products of plant combustion (charcoals, pyrochemical particles), partially combusted biological materials (fire scars, charred bones and plants), or incombustible materials exhibiting heating evidences (fire cracked rocks, heating reactions in minerals) are usually considered direct indications of palaeofires. However, and in order to measure the pyrogenic fraction of sediments, a wide array of methods exist and one may obtain vastly different results depending on the extraction, the analytical method employed or the model of the proxyfire relationship (SCHMIDT, 2001; ANDREAE, 2006; HAMMES, 2007; SWETNAM, 1999; BIRKS, 2006). The results of the many fire history studies based on measurements of black carbon content of soils is then difficult to compare.

1.2. Charcoal analysis in lake sediments and peat bogs

Charcoal particles are produced by the incomplete combustion of organic matter and therefore provides direct evidence of burning. Dispersal after fire and deposition and accumulation in lake sediments or peat bogs allow the information to be preserved. Since the pioneering work of Iversen (IVERSEN, 1941), analyses of fossil microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediments have been widely used and represent a powerful approach for reconstructing fire histories (CLARK, 1988; WHITLOCK, 2003).

This sedimentary approach still has to face the two main problems of lack of standardization of methods and limitations to the degree of spatial, temporal and event resolution that is able to provide. In the first case, methods encompass sample preparation techniques, charcoal identification, methods of charcoal quantification, and sample calibration (PATTERSON, 1987; MACDONALD, 1991; NOVAKOV, 1997; RHODES, 1998; WHITLOCK, 2001). For the second case, concerning the resolution of the fire event, see for instance CARCAILLET, 2001 or WHITLOCK, 2001.

Charcoal may have local, regional, continental or even global origin depending on release (e.g. particle size), transport (e.g. air convection) and deposition (e.g. basin size) conditions. Patterson *et al.* (PATTERSON, 1987) suggested that the most useful records for reconstructing local fires are small lakes and forest clearings. According to Patterson (PATTERSON, 1987) and Clark (CLARK, 1998), charcoal particle size distribution may be used to approximately determine the distance of the source, since larger particles are likely to indicate a closer source. Generally, it is assumed that microscopic charcoal (or microcharcoal) particles (between 10-200 μm length) may be windborne over long distances from the deposition site and therefore mostly reflect regional fire history (CLARK, 1988; CLARK, 1995; TINEER, 1998; BLACKFORD, 2000).

On the contrary, macrocharcoal particles (larger than 100-200 μm length) are usually not transported far from fires, and are likely suitable for reconstructing local fire events (CLARK, 1988; CLARK, 1995; CARCAILLET, 2001; WHITLOCK, 2001). This assumption is based on calibration studies (MACDONALD, 1991; MILLSPAUGH, 1995; TINNER, 1998) comparing charcoal data with unambiguously documented fires. These calibration studies provide the empirical evidence for a local origin of macroscopic charcoal (mostly deriving from within a few hundred metres) and a regional origin of microscopic charcoal (mostly deriving from within 20-100 km).

A recent modeling approach performed by Peters and Higuera (PETERS, 2007) is in agreement with these observations and demonstrated that the variability in sediment charcoal records can largely be explained by the fundamental characteristics of charcoal release, transport and deposition. In particular, the pattern of charcoal deposition depends on the ratio between the potential charcoal source area (PCSA) and fire size on one hand, and on the absolute size and the location of the fire within the PCSA on the other hand.

Timing of the macrocharcoal deposition may vary according to weather, geomorphological features of the area, season of the fire, combustion, and woody species involved. Sediment characteristics may even differ within a coring site (EDWARDS, 2000). In certain cases, deposition does not occur during or shortly after the fire but may occur over many years following the event, depending on the runoff, transport and drainage patterns of the watershed. This may result from charcoal release from burned logs, secondary re-suspension and redeposition of charcoal particles inside the lake as well as sediment remixing and sediment focusing (WHITLOCK, 1996; EDWARDS, 2000; WHITLOCK, 2003).

Macrocharcoal records should be sampled contiguously, typically at least every 1 cm, corresponding to deposition times of 10-30 yr, or less. Usually, 2 cm³ is the minimum sampling volume. Most analysts prefer to measure areas or count the number of particles greater than 100-200 µm. Using areas instead of numbers influx values has the advantage that larger particles (which have a higher likelihood to derive from local fires) are more heavily weighted.

Regular shaped and non-porous particles (ratio length/width around 1) usually originate from post-depositional fragmentation and contain a fire signal inherited from soil erosion, whereas elongated and porous particles which have been immediately deposited appear as an unambiguous signature of a fire event. Recently, Enache and Cumming (CUMMING, 2007) showed the potential of morphological studies of macroscopic charcoal particles, demonstrating that some macroscopic charcoal morphotypes associated with secondary transport to the sediments seem to be less suitable for the reconstruction of past fire activity. Furthermore, it is difficult to define events in areas where fire return intervals are short, especially if the studied basin has low sedimentation rates, when sampling is not annual or contiguous (SWAIN, 1973; PATTERSON, 1987) or where fire intervals are shorter than sampling resolution.

Microcharcoal series used to reconstruct regional fire history are usually obtained by analysing pollen slides. Pollen slides are prepared according to standard palynological techniques which include several chemical and physical procedures (e.g. SCOTT, 1991). For instance, sediment samples are usually sieved using mesh-widths between 200 and 500 µm in order to extract large particles which would prevent careful pollen determination. Thus, charcoal particles, which exceed the mesh-width size (e.g. larger than 200 µm), are completely missing from the microscopic charcoal series (TINNER, 2003). Only microcharcoal particles that appear under a normal light microscope as black and completely opaque, angular fragments with sharp edges should be considered (CLARK, 1988; MOSS, 2000; HOPE, 2004). Most (pollen-slide) analysts measure the areas or count the number of charcoal particles above 10 µm. Besides the practical aspects of correct charcoal identification, setting this minimum size also means that smaller charcoal particles that may have been transported from extra-regional sources are excluded from analysis.

Recent systematic quantitative analyses show that there is little value in quantification of size-classes or estimation and measurement of areas (e.g. point-count estimation following Clark, 1982; image analysis) of charcoal particles in pollen-slides (TINNER, 1998; TINNER, 2003). Counts of particle numbers are sufficient, given that the pollen-slide method heavily affects the original size distribution of charcoal. In particular, the systematic elimination of large charcoal particles makes it very hard to derive information about local fires from standard pollen-slide charcoal. Charcoal influx number values (i.e. particles/cm² yr) can be obtained by using ordinary pollen techniques (e.g. by determining charcoal concentrations with the aid of samples spiked with marker grains like *Lycopodium* spores, see MAHER, 1981; MOORE, 1991).

Recent quantitative studies showed that counting 200 items (i.e. Charcoal particles and *Lycopodium* spores) is sufficient to provide reliable concentration estimates (FINSINGER, 2005).

Different approaches have been suggested to solve the problem of fire-event identification (CLARK, 1988). In macrocharcoal series, peaks (representing fire events) and the background component (representing several factors such as regional fire activity, changes in the fuel load in the area and/or in secondary charcoal delivery) may be separated using statistical methods. Smoothing techniques (e.g. LOWESS, weighted average functions) are used to distinguish between peak (i.e. the residuals) and background (i.e. values below the smoothing function) influx values. The smoothed background is then subtracted from the raw data to derive residual peaks. The examination of the statistical distribution of residuals can be used to estimate the proportion of peak accumulation values above a threshold value P (see e.g. LYNCH, 2002), and sensitivity analyses can be used to identify how the proportion of peak accumulation rates changes with P . This analysis is used to identify an intermediate range of charcoal influx between background and the largest peak values (CLARK, 1996; LYNCH, 2002), and thus to allow a more conservative identification of past fire events. The past fire frequency is estimated by comparing the number of fire events with the age of a record (e.g. 10 fires/1000 yr). Other important parameters are the fire return interval, which is the time between two adjacent events, and the Mean Fire-return Interval (MFI) within a period, which is the average of all fire return intervals of that period (CONEDERA, 2009; CARCAILLET, 2007; POWER, 2008).

1.3. The Salburua wetland

The Basque Mountains are a transitional range between two major ones: the Cantabrian range, to the west, and the Pyrenees, to the east. Two parallel sub-ranges run from west to east, the inner one and the coastal one. In between them there is a 500 m high plateau called the Alava Plains where the main city of the region, Vitoria-Gasteiz (Basque Country, Spain), is located (see Annex I).

Salburua wetland is located on the eastern outskirts of Vitoria-Gasteiz (42° 51'N, 2° 41'W). The area contains lakes, meadows and groves, and lays over a quaternary aquifer composed by alluvial deposits, mostly clayey materials. Salburua is one of the most important wetlands in the Basque Country region and a Ramsar Wetland of International Importance.

2.- MATERIALS AND METHODS

2.1. Core extraction and dating

Two sediment cores, GAR-1 and GAR-2, were extracted in October 2012 from Salburua using a round-rod piston corer.

The cores were wrapped in plastic foil in the field and transported to the Laboratory of Paleobotany (UPV/EHU department of Prehistory), where it was stored and sampled for various proxies. A first description of the core was carried out with respect to sediment characteristics and color.

Both samples GAR-1 and GAR-2 have lengths of 100 cm. A rock 20 cm thick was found between the samples and total depth would then be 220 cm. Since the rock is not properly part of the usual stratigraphical deposition, it is not contemplated in the x-axis of the plots. GAR-2 was only sampled in its first upper third. Hence, graphs will show data only up to a depth of 130 cm.

Core chronology was developed using calibrated AMS radiocarbon dates. Material for AMS dates consisted of organic bulk sediment samples that were dried and weighed before submission.

At the time of the redaction of this paper, several samples are still in dating progress and the complete set of results is not available yet.

2.2. Sample preparation

Samples for charcoal analysis (1 cm³ approximately) were taken every 1 cm throughout the core and total of 32 charcoal samples were selected to be analyzed.

Charcoal analysis followed the protocol described in WHITLOCK, 2003. Each sample was treated with 20 ml sodium hypochlorite (10% volume concentration) and sodium hydroxide (lentil) in order to deflocculate clays. The sample was then placed in a heat bath at 70° C during two hours and removed periodically.

After the heat bath, samples were washed through a sieve of 150 µm mesh size and ready for the counting of charcoal particles, a task that was performed with a stereomicroscope at 10-50x magnification.

Microcharcoals were accounted according to their size and type. The number of particle types is only two (long or polyhedral particle) while the number of sizes ranges between six values: 0.0525 mm², 0.105 mm², 0.21 mm², 0.4725 mm², 0.84 mm², and 1.3125 mm². However, due to poor statistics in the sample, only two sizes were considered by merging the three smaller and the three larger sets into two size groups: smaller and larger carbon particles.

3.- RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Background, signal and signal composition

Charcoal analysis is based on the accumulation of charcoal particles in sediments during and following a fire event. Stratigraphic levels with abundant charcoal, called charcoal peaks in the core, are supposed to be the result from past fire activity. Macroscopic charcoal particles (>150 µm) express occurrence of nearby fires, because particles of this size do not travel far from their source (WHITLOCK, 2003). The char-

coal analysis of the sediments from the Salburua core provides an opportunity to examine how fire regimes were affected along time.

Figure 1 displays the general number of microcharcoals found at each depth of the Salburua site. If specifying the type and size of microcarbon, that general population may be split into four basic populations: microcarbons of types long or poliedric, and small or large sizes (see Table II in Annex II).

Information about past fire regimes can be extracted by inspecting the background and signal of the general histogram (Fig. 1 and upper plot in Fig. 2). The general trend, or background (blue straight line in upper plot of 2), is maximum around the 94 cm peak. This peak can be approximately located in time since the only available radiocarbon dating sets the sample of depth 97 cm as 1060 ± 32 BP (896-1024 cal. AD). After the large maximum during that age, the number of microcarbons follow a decreasing trend until approximately 30 cm depth. Afterwards, this trend slightly increases from 30 cm to 0 cm, or ground level (present time).

The peaks, or signal, reveal more intense, exceptional fire regimes. An analysis code was written (CERN's ROOT Analysis Toolkit) to automatically detect peaks in a site sample, and eventually run massively over other, neighbouring sites, in order to enrich statistics.

microcharcoal full population: per gram

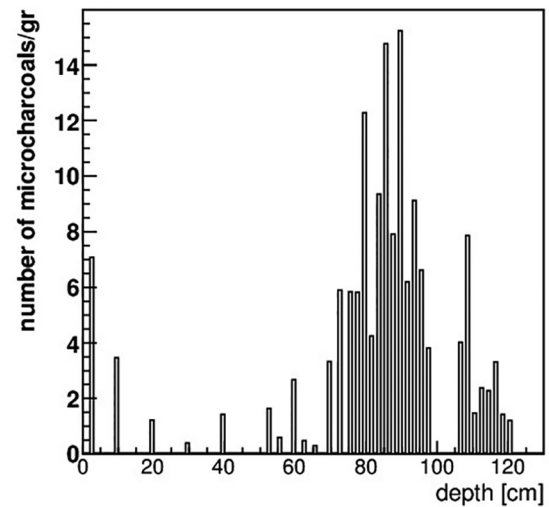
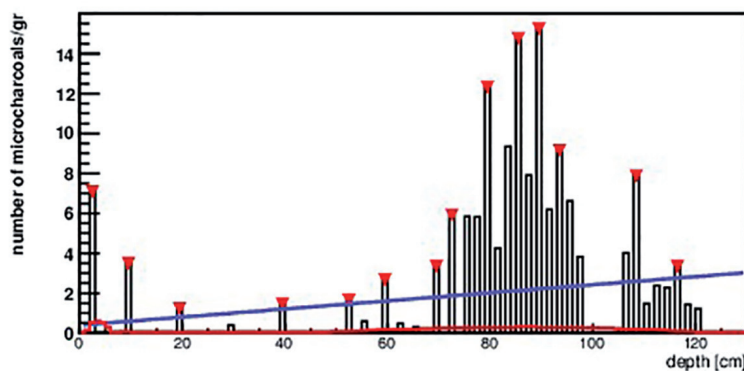


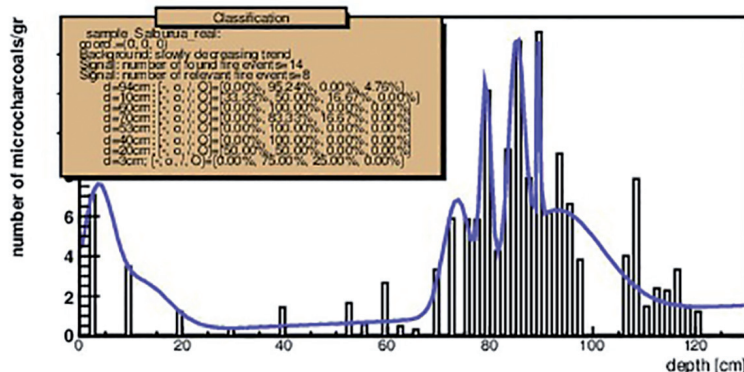
Figure 1. Histogram displaying the sum of all microcarbon population at each depth of site Salburua, coords. (0,0).

Figura 1. Histograma de la suma todos los tipos de microcarbones frente a profundidad, yacimiento Salburua (0,0).

microcharcoal analysis



microcharcoal analysis



Twelve peaks were found in the Salburua sample (red triangles in the upper plot of Fig. 2) but only eight peaks were finally considered as relevant (classification chart in lower plot of Fig. 2).

Peaks are located at depths of 94, 70, 60, 53, 40, 20, 10, and 3 cm (upper plot in Fig. 2). The composition of those peaks is shown in the Table I (see Annex II) and in the lower plot of Figure 2).

Figure 2. Analysis of site Salburua (0,0). Upper plot: automatic search of peaks in the microcarbon full populations histogram and linear background fit gives a rough sense of number of fire events (signal) and global trend (background). Lower plot: further selection of peaks and fit. Population composition of each peak is displayed and, according to this, a classification of each peak may be done. Classification gives information about natural or anthropic origin of the fire event or its distance range. **Figura 2.** Análisis del yacimiento Salburua (0,0). Gráfico superior: Búsqueda automática de picos y pendiente del fondo en el histograma de población completa de microcarbones. Gráfico inferior: selección posterior de picos según criterios establecidos y ajuste de la curva. Se muestra la composición en porcentaje de cada tipo de microcarbones para cada pico seleccionado.

3.2. Discussion

Fires originate due to specific weather and landscape conditions: wind regimes, vegetation type, climate trends or changes... Fires can also have anthropogenic factors with enhanced human influence on the landscape along time, from pasturing to forest clearance, mining or agriculture.

In the previous section we displayed the addition of background and signal data. In this section, an attempt of separation is performed. The goal is to classify the signal events and background trends according to its origin (i.e. natural or anthropogenic) and its range (i.e. close or far fire).

In order to proceed with this idea we arranged the pure populations data into a stacked histogram (Fig. 3). Essentially, the information is the same as displayed in previous figures but it is visually more convenient for discussion. In Fig. 3 we can deduce that background is mostly populated by polyhedral and small (blue bars) particles since it is the common population in all histogram's entries.

Background between 95 and 30 cm is also populated with a small part of polyhedral-and-large (yellow bars). Peaks in that region are populated with relatively larger parts of long-and-small particles (red bars) or polyhedral-and-large (yellow bars).

Background between 30 cm to 0 cm shows an increase of polyhedral-and-small particles (blue bars) and a shift in their peaks from long-and-small to long-and-large particles (from red to green bars).

Next step would be to correlate the found populations with their physical meanings. For instance, dominant presence of larger charcoal particles mean that fires were local, probably ranging from 20 to 100 km around the sampled site (see for instance CLARK, 1988; CLARK, 1995; CARCAILLET, 2001).

With respect to the morphology of microcarbons (type polyhedral or type large), this characteristic is physically related to the computation of the burned biomass but not with the origin of the fire. With the available data any further conclusion about this issue can be made.

A summary of the observed data is finally displayed in the following list:

- Region I (95-30cm)
 - Background: blue=(polyh, small)
 - Signal, two kinds of peaks:
 1. blue=(polyh, small) (excess over bck) plus red=(long, small)
 2. blue=(polyh, small) (excess over bck) plus yellow(polyh, large)
- Region II (30-0cm)
 - Background: increasing blue=(polyh, small)
 - Signal: transition from red (long, small) to green (long, large).

DEPTHTYPE	long and small	polyhedral and small	long and large	polyhedral and large
d=94cm	0.00%	95.24%	0.00%	4.76%
d=70cm	0.00%	83.33%	16.67%	0.00%
d=60cm	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
d=53cm	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
d=40cm	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
d=20cm	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%
d=10cm	33.33%	50.00%	16.67%	0.00%
d=3cm	0.00%	75.00%	25.00%	0.00%

Table 1. Peak composition of automatically selected peaks.

Tabla 1. Composición de los picos de señal que fueron automáticamente seleccionados.

microcharcoal stacked populations

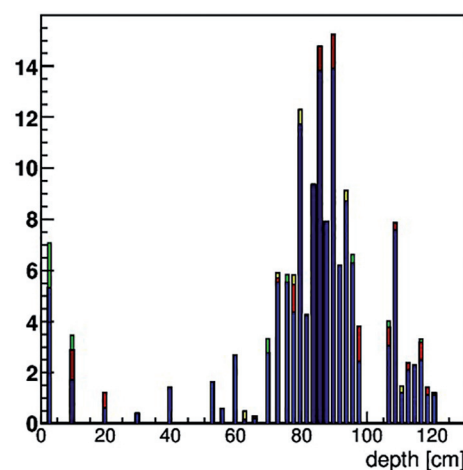


Figure 3. Stacked populations: red, long and small; blue, polyhedral and small; green, long and large; yellow, polyhedral and large.
Figura 3. Diferenciación de cada tipo de población de microcarbónes: en azul, cantidad de microcarbónes de tipo poliédrico y tamaño pequeño. En rojo, tipo alargado y tamaño pequeño. En verde, tipo alargado y tamaño grande. En amarillo, tipo poliédrico y tamaño grande.

From this we can deduce that during the first Region, far fires happened but with decreasing trend until zero presence.

In the second Region, far fires start to rise again but in a very slow pace. The peaks in this Region are interesting: along time, they may show a transition in their composition, shifting from a far range to a closer range.

4.- CONCLUSIONS

In this document we have analyzed the microcharcoal stratigraphy of a single core located in Salburua (Basque Country, Spain) in order to find fire patterns along time.

Fires are classified as of natural or anthropic origin. The size and morphology of the burned microcarbons contain information about the range of the fire and the quantity of burned biomass, respectively. In order to gain information about the fire nature other variables must be correlated, specially the pollen presence.

Microcharcoals must be collected in peat bogs, lakes or wetlands since their sedimenting conditions guarantee the collection of both types of fire, natural or human made.

Palynological data were already available in the Heartland of Alava but the presented study is one of the first microcharcoal analysis performed in the Basque region. That is why the Salburua wetland was selected as the site to be researched as a representative of the Alava region.

The work is still in progress. More samples have to be dated and compared with the pollen record. Eventually, more microcarbon analysis should be performed in order to augmentate statistics and assert further conclusions.

Results show a clear fire maximum around IX-XI centuries cal. AD., a subsequent decreasing trend that finally reaches a minimum, and a rise afterwards until present time.

Comparing with the palynological preliminar studies, the observed landscape has a dominance of pine in the tree stratum and coincidence with the first rising trend of the fire pattern. Progressively, a regression of the tree stratum is observed. This regression affects mainly to pine but also to other species such like oak, hazel, birch, chestnut, beech and alder, the latter case associated with a shift in humidity.

However, still in the palynological record, the dynamics of the microcharcoal record does not coincide with any pollen rise tagged as agricultural or livestock activities.

fire events survey map

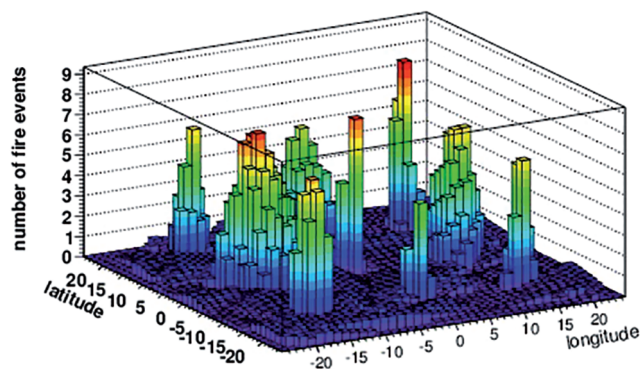


Figure 4. A survey map of the Alava Plains territory. Salburua (0,0) is the center of the matrix of sites. Augmentating the statistics by performing for instance nine core drills, it would make possible to have a better understanding of the fire regime in a territory. In the displayed map, latitude and longitude are referred in kilometers with respect to the main site (0,0).

Figura 4. Mapa general de la Llanada Alavesa. Salburua (0,0) es, por convención, el centro de la matriz de yacimientos. Aumentando la estadística, tomando por ejemplo ocho muestras a su alrededor, haría posible una mejor comprensión del régimen de incendios en la zona. En el plano xy de la figura, la latitud y longitud está referidas en kilómetros respecto del yacimiento principal, Salburua(0,0).

The kind of analytical test presented in this paper has not been yet applied in many of the Basque region contexts. However, in the Pyrenees there are already interesting results. For instance, from 6000 BP, there is an intermitent but constant anthropic fire regime (typical of agricultural use and livestock). Also of interest is the record of metallurgical activities during the Bronze Age in the zone (4500-2500 BP). Finally, and coincident with the studied samples (centuries VII to XI), a new trend of anthropic fires are found in both sides of the Pyrenees mountains (see GALOP 2008).

The research recorded in this document is an element that enriches information about evolutive dynamics of landscape, from natural or human action. However, there are still few data in order to compare with the already published results from the Pyrenees and future efforts must be focused on this point.

The analysis of the Salburua core was performed automatically with the help of a programming code. The program was written in order to not to be limited to a single core analysis but to run over a set of them. For instance, if we were to consider eight more sites around the Salburua location (arranged as an square matrix, for instance), the analysis would correlate more of the weaker assumptions that necessarily appear when analyzing a single core. Figure 4 displays that central point as of the one of coordinates (0,0) and the matrix of closer sites. This method offers extensive analysis capabilities and the potential to analyze easily a region described by a set of different core samplings.

7.- REFERENCES

- ANDREAE, M.O. and GELENCSEER, A.
2006 Black carbon or brown carbon? The nature of light-absorbing carbonaceous aerosols. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 6 3419-3463.
- BIRKS, H.H., and BIRKS, H.J.B.
2006 Multi-proxy studies in palaeolimnology. *Vegetation History and Archaeobotany* 15 (4), 235251.
- BLACKFORD, J.J.
2000 Charcoal fragments in surface samples following a fire and the implications for interpretation of subfossil charcoal data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, 33-42.
- CALDARARO, N.
2002 Human ecological intervention and the role of forest fires in human ecology. *Science of the Total Environment* 292 (3), 141-165.
- CARCAILLET, C., BOUVIER, M., FRECHETTE, B., LAROUCHE, A.C. and RICHARD, P.J.H.
200 Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history. *The Holocene* 11 (4), 467-476.
- CARCAILLET, C.
2007 Charred particle analysis. *Encyclopedia of Quaternary Science*, 1582-1593.
- CHEVALIER, M.
1956 La vie humaine dans les Pyrenees ariegeoises. *Genin*, 161-162.
- CLARK, J.S.,
1988 Stratigraphic charcoal analysis on petrographic thin sections: application to fire history in northwestern Minnesota. *Quaternary Research* 30, 81-91.
1997 An Introduction to Sediment Records of Biomass Burning. In: Clark, J.S., Cachier, H., Goldammer, J.G., Stocks, B.J. (Eds.), *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1-8.
- CLARK, J.S. and ROYALL, P.D.
1995 Particle-size evidence for source areas of charcoal accumulation in Late Holocene sediments of eastern North American Lakes. *Quaternary Research* 43, 80-89.
- CLARK, J.S., ROYALL, P.D. and CHUMBLEY, C.
1996 The role of fire during climate change in an eastern deciduous forest at Devils Bathub, New York. *Ecology* 77 (7), 2148-2166.
- CLARK, R.L.
1982 Point count estimation of charcoal in pollen preparations and thin sections of sediments. *Pollen et Spores* 24 (34), 523-535.
- CONEDERA, M., TINNER, W., NEFF, C., MEURER, M., DICKENS, A. and KREBS, P.
2009 Reconstructing past fire regimes: methods, applications, and relevance to fire management and conservation. *Quaternary Science Reviews* 28, 555576.

EDWARDS, K.J. and WHITTINGTON, G.

- 2000 Multiple charcoal profiles in a Scottish lake: taphonomy, fire ecology, human impact and inference. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164 (1-4), 67-86.

ENACHE, M.D. and CUMMING, B.F.

- 2007 Charcoal morphotypes in lake sediments from British Columbia (Canada): an assessment of their utility for the reconstruction of past fire and precipitation. *Journal of Paleolimnology* 38, 347-363.

FALK, D.A. and T.W. SWETNAM

- 2003 Scaling rules and probability models for surface fire regimes in Ponderosa pine forests, 301-317. *Fire ecology, fuel treatments, and ecological restoration*. US Forest Service, Rocky Mountain Research Station. General Technical Report RMRS-P-29 Ft. Collins, CO.

FINSINGER, W. and TINNER, W.

- 2005 Minimum count sums for charcoal-concentration estimates in pollen slides: accuracy and potential errors. *Holocene* 15 (2), 293-297.

GALOP, D., VANNIERE, B. and RIUS, D.

- 2009 Fire frequency and landscape management in the northwestern Pyrenean piedmont, France, since the early Neolithic (8000 cal. BP). *The Holocene* 19, 847-859.

GOBET, E., TINNER, W., HOCHULI, P.A., VAN LEEUWEN, J.F.N. and AMMANN, B.

- 2003 Middle to late Holocene vegetation history of the Upper Engadine (Swiss Alps): the role of man and fire. *Vegetation History and Archaeobotany* 12, 143-63.

HAMMES, M.

- 2007 Comparison of quantification methods to measure fire-derived (black/elemental) carbon in soils and sediments using reference materials from soil, water, sediment and the atmosphere. *Global Biogeochemical Cycles* 21 (GB3016), 18.

HOPE, G.

- 2004 History of vegetation and habitat change in the AustralAsian region. *Quaternary International* 118-119, 103-126.

IVERSEN, J.

- 1941 Land occupation in Denmark's Stone Age. *Danmarks Geologiske Undersogelse* II 66, 1-68.

JAMES, S.R.

- 1989 Hominid use of fire in the Lower and Middle Pleistocene: a review of the evidence. *Current Anthropology* 30 (1), 1-26.

LYNCH, J.A., CLARK, J.S., BIGELOW, N.H., EDWARDS, M.E. and FINNEY, B.P.

- 2002 Geographic and temporal variations in fire history in boreal ecosystems of Alaska. *Journal of Geophysical Research* 108, 8152-8169.

MACDONALD, G.M., LARSEN, C.P.S., SZEICZ, J.M. and MOSER, K.A.

- 1991 The reconstruction of boreal forest fire history from lake sediments: a comparison of charcoal, pollen, sedimentological, and geochemical indices. *Quaternary Science Reviews* 10, 53-71.

MAHER, L.J.

- 1981 Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Review of Palaeobotany and Palynology* 32, 153-191.

MILLSPAUGH, S.H. and WHITLOCK, C.

- 1995 A 750-year fire history based on lake sediment records in Central Yellowstone-National-Park, USA. *The Holocene* 5 (3), 283-292.

MOORE, P.D., WEBB, J.A. and COLLINSON, M.E.

- 1991 *Pollen Analysis*, second ed. Blackwell Scientific Publications, London.

MOSS, P.T. and KERSHAW, A.P.

- 2000 The last glacial cycle from the humid tropics of northeastern Australia: comparison of a terrestrial and a marine record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 155, 155-176.

- NOVAKOV, T., CACHIER, H., CLARK, J.S., GAUDICHET, A., MACKO, S. and MASCLET, P.
1997 Characterization of particulate products of biomass combustion. In: Clark, J.S., Cachier, H., Goldammer, J.G., Stocks, B.J. (Eds.), *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*. Springer, Berlin, Heidelberg, 117-143.
- PATTERSON, W.A., EDWARDS, K.J. and MAGUIRE, D.J.
1987 Microscopic charcoal as a fossil indicator of fire. *Quaternary Science Reviews* 6, 3-23.
- PETERS, M.E. and HIGUERA, P.E.
2007 Quantifying the source area of macroscopic charcoal with a particle dispersal model. *Quaternary Research* 67 (2), 304-310.
- POWER, M.J.
2008 Changes in fire regimes since the Last Glacial Maximum: an assessment based on a global synthesis and analysis of charcoal data. *Climate Dynamics* 30, 887-907.
- RHODES, A.N.
1998 A method for the preparation and quantification of microscopic charcoal from terrestrial and lacustrine sediment cores. *The Holocene* 8, 113-117.
- ROLLAND, N.
2004 Was the emergence of home bases and domestic fire a punctuated event? A review of the Middle Pleistocene record in Eurasia. Asian Perspectives: *The Journal of Archaeology for Asia and the Pacific* 43 (2), 248-280.
- SCHMIDT, M.W.I., SKJEMSTAD, J.O., CZIMCZIK, C.I., GLASER, B., PRENTICE, K.M., GELINAS, Y. and KUHLBUSCH, T.A.J.
2001 Comparative analysis of black carbon in soils. *Global Biogeochemical Cycles* 15 (1), 163-167.
- SCOTT, A.C., MOORE, J. and BRAYSHAY, B.
2000 Introduction to fire and the palaeoenvironment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, 1-412.
- STAHLI, M., FINSINGER, W., TINNER, W. and ALLGOWER, B.
2006 Wildfire history and fire ecology of the Swiss National Park (Central Alps): new evidence from charcoal, pollen and plant macrofossils. *The Holocene* 16, 805-17.
- SWAIN, A.M.
1973 A history of fire and vegetation in northeastern Minnesota as recorded in lake sediments. *Quaternary Research* 3 (3), 383-396.
- SWETNAM, T.W., ALLEN, C.D. and BETANCOURT, J.L.
1999 Applied historical ecology: using the past to manage for the future. *Ecological Applications* 9 (4), 1189-1206.
- TINNER, W., CONEDERA, M., AMMANN, B., GAGGELER, H.W., GEDYE, S., JONES, R. and SAGESSER, B.
1998 Pollen and charcoal in lake sediments compared with historically documented forest fires in southern Switzerland since AD 1920. *The Holocene* 8 (1), 31-42.
- TINNER, W. and HU, F.S.
2003 Size parameters, size-class distribution and area-number relationship of microscopic charcoal: relevance for fire reconstruction. *The Holocene* 13 (4), 499-505.
- WHITLOCK, C. and ANDERSON, R.S.
2003 Fire history reconstructions based on sediment records from lakes and wetlands. In: Veblen, T.T., Baker, W.L., Montenegro, G., Swetnam, T.W. (Eds.), *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Americas*, vol. 160. Springer-Verlag, New York, 3-31.
- WHITLOCK, C. and LARSEN, C.
2001 Charcoal as a fire proxy. In: Smol, J.P., Birks, H.J.B., Last, W.M. (Eds.), *Tracking Environmental Changes Using Lake sediments*, vol. 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 75-96.
- WHITLOCK, C. and MILLSPAUGH, S.H.
1996 Testing the assumptions of fire history studies: an examination of modern charcoal accumulation in Yellowstone National Park, USA. *The Holocene* 6 (1), 7-15.

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	nº 4	55-65	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	-------	-------	------	----------------

Análisis antracológico de restos localizados junto a paneles de Arte Rupestre Paleolítico y puntos de iluminación fija de Cueva de Nerja (Málaga)

Analysis of wood charcoal retrieved by Palaeolithic rock art panels and on fixed lighting spots from Cueva de Nerja (Málaga)

KEY WORDS: Antracología, tafonomía, dendrología, contexto-arqueológico-interno, arte parietal, Paleolítico Superior.

PALABRAS CLAVES: Wood charcoal analysis, taphonomy, dendrology, inner archaeological context, parietal art, Upper Palaeolithic.

M^a Ángeles MEDINA-ALCAIDE⁽¹⁾

**Mención especial a la Memoria de Tesis más relevante del curso 2012-13 concedida por la Comisión Académica del Máster en Cuaternario: Cambios Ambientales y Huella Humana.*

RESUMEN

En este trabajo se realiza un estudio antracológico de 100 fragmentos vegetales carbonizados procedentes de las galerías interiores de Cueva de Nerja, recogidos en las proximidades de paneles de arte parietal paleolítico y en el interior de puntos de iluminación fija. El género leñoso dominante es el *Pinus* sp., particularmente *Pinus* sp. *sylvestris/nigra*. Las alteraciones tafonómicas que se han registrado son fruto del proceso de combustión, la posible recolección de madera muerta, el uso de ramaje y la quema de taxones resinosos. El análisis dendrológico y la determinación de una yema vegetativa de *Pinus sylvestris* sugieren el empleo de ramas de pequeño y mediano calibre como combustible.

ABSTRACT

This work presents the analysis of 100 fragments of charred plant macroremains from the inner galleries of Cueva de Nerja, retrieved close to panels of palaeolithic rock art and also inside fixed lighting spots. The main genus identified is *Pinus* sp., particularly *Pinus* sp. *sylvestris/nigra*. The taphonomic alterations that have been observed are the result of the charring process, the possible gathering of deadwood, the use of branches and the burning of resinous taxa. The dendrological analysis together with the identification of a vegetative shoot of *Pinus sylvestris* suggest the use of small and middle size branches as fuel.

1.- INTRODUCCIÓN

La Antracología, disciplina que estudia los carbones y maderas de contextos arqueológicos, puede aportar datos de sumo interés sobre la actividad humana desarrollada en cuevas con arte pleistoceno, ya que los restos de carbón de madera constituyen uno de los vestigios más numerosos documentados en el interior de algunas de ellas. Aparte de la determinación taxonómica, con notables inferencias paleoclimáticas y paleoetnobotánicas, desde su vertiente tafonómica y dendrológica puede ofrecer información relevante sobre la materia combustible utilizada por las paleocomunidades para frecuentar la gruta, sobre todo a partir del análisis de tres parámetros fundamentales: calibre, tasa de humedad y estado fisiológico antes de la combustión (THÉRY-PARISOT, 2001). Estos aspectos, a su vez, ofrecen datos socioeconómicos sobre los grupos prehistóricos relativos al aprovisionamiento, uso y gestión de los recursos naturales disponibles en su entorno (CARRIÓN, 2005; MARGUERIE y HUNOT, 2007; THÉRY-PARISOT *et al.*, 2010).

No obstante, el estudio antracológico de restos vegetales localizados en el interior de cavernas decoradas posee una tradición muy limitada en la investigación; quizá esta desatención sea fruto tanto del escaso interés que los suelos de ocupación del interior de estos espacios han suscitado hasta épocas re-

⁽¹⁾ Dpto. Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Tomás y Valiente s/n, 01006 Vitoria-Gasteiz. E-mail: m.medina.alcaide@gmail.com

Directores: Lydia Zapata. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU); José Luis Sanchidrián. Departamento de Geografía y Ciencias del Territorio. Universidad de Córdoba (UCO).

lativamente recientes, como por la tradicional direccionalidad de la Arqueobotánica hacia estudios paleoambientales y contextos de habitación.

1.1. Planteamiento del trabajo

En este estudio se analiza un centenar de restos de carbón hallados en las galerías interiores de Cueva de Nerja, procedentes de sectores con arte pleistoceno, con el propósito de conocer qué elementos vegetales se conservan en estos sitios: su identificación, el estado fisiológico (madera muerta, podrida, verde, seca, húmeda, etc.), el calibre del leño quemado, etc. Además, pretendemos ofrecer nuevos datos relativos a la composición del paisaje vegetal presente en el exterior de la cueva durante la Prehistoria y sobre la explotación que realizó el ser humano de su entorno inmediato.

Los fragmentos carbonosos analizados los consideramos probables residuos de combustión producto de la necesaria e indispensable iluminación de las zonas profundas de la gruta para su uso y decoración en época prehistórica, a tenor de los siguientes argumentos: a) la ubicación, distribución y disposición de los restos responde necesariamente a actividad antrópica; b) los diferentes lugares en los que se han documentado carbones son contextos aislados en el interior del sistema kárstico; c) en estos espacios no se observan materiales de otra naturaleza que percolen del exterior; d) la cronología mayoritariamente relativa al Paleolítico superior de los fragmentos datados tras su examen antracológico confirma su antigüedad; y e) los restos analizados no pueden presentarse como la materia prima utilizada para la plasmación de los motivos parietales, ya que la totalidad de las manifestaciones gráficas paleolíticas documentadas en las salas de procedencia de los vestigios evaluados están confeccionadas en tonalidad roja (SANCHIDRIÁN, 1994).

1.2. La Cueva de Nerja

La Cueva de Nerja está situada en la pedanía de Maro (Nerja, Málaga). La cavidad se abre a 940 m de la línea de costa actual y a 158 m.s.n.m. en el borde suroccidental de la Sierra Almijara, en mármoles dolomíticos de edad triásica pertenecientes al Complejo Alpujárride de las Cordilleras Béticas. Sus coordenadas UTM son 30S VF26, x=424.695, y=4069025 (Figura 1) (CARRASCO *et al.*, 1998; JORDÁ *et al.*, 2011).

La gruta posee una superficie aproximada de 35.484 m², una capacidad de 264.379,33 m³ y 4.843 m de desarrollo topográfico. Su eje de longitud máximo es de 750 m con un desnivel de 68 m, alcanzando 37 m por encima de la cota de referencia situada en el suelo de la entrada y 31 m por debajo de la misma. El contacto con el medio exterior se efectúa a través de tres bocas, dos naturales en forma de torcas de morfología subcircular, más otro acceso artificial, habilitado mediante la perforación de los depósitos sedimentarios que tapaban parte de los abrigos de paso colmatados en época holocénica (DEL ROSAL *et al.*, 2009; LINÁN *et al.*, 2009).

En sus salas más exteriores -Vestíbulo, Mina y Torca- existe una amplia potencia de deposiciones detríticas cuaternarias donde se materializan secuencias sedimentarias



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Modificado a partir de Google Earth.
Figure 1. Location of the studied area. Modified from Google Earth.

amplias, abarcando los estadios isotópicos OIS 3a (episodios finales), OIS 2 y la primera parte del OIS 1. El tiempo de ocupación humana documentado en las salas de habitación de la cavidad se desarrolla entre el Gravetiense (29.940 y 28.580 cal. BP) y Calcolítico (4.830-3.600 cal. BP) (SANCHIDRIÁN y MÁRQUEZ, 2005; JORDÁ y AURA, 2009).

Existe un estudio antracológico previo realizado por E. Badal con material procedente de la Sala del Vestíbulo. Este trabajo, a diferencia del nuestro, examina carbones hallados en un sector exterior de habitación de la gruta, donde la radiación solar alcanzaba durante el día; los restos fueron recogidos en una sala sin presencia de arte parietal y en una secuencia estratigráfica. El diagrama que resume los resultados abarca niveles gravetienses, donde se aprecia una frecuencia notable de *Pinus nigra*, acompañado de leguminosas; en las capas adscritas al Solutrense éstas comienzan a sobrepasar al *Pinus nigra*, aunque sigue estando bien representado, surgiendo además ciertas especies más cálidas como el *Pinus halepensis*, *Pistacia terebinthus* y *Cneorum tricoccum*. Las capas magdalenienses contienen sobre todo leguminosas, aunque el *Pinus nigra* no desaparece, manteniéndose con porcentajes bajos. En los niveles holocenos destaca la diversificación de especies, apareciendo algunas más cálidas como el acebuché (*Olea europea var. sylvestris*) y continúa el declive del *Pinus nigra*, con un pequeño repunte en el Epipaleolítico u Holoceno inicial (BADAL, 1996; RODRÍGUEZ-ARIZA y MONTES, 2007; AURA *et al.*, 2010).

En esta misma secuencia, los macrorrestos vegetales carbonizados más abundantes son las brácteas de piñas y cáscaras de piñones de *Pinus pinea*, mientras que los porcentajes de restos leñosos de esta especie se mantienen constantes, no sobrepasando nunca el 15%. Estas circunstancias evidencian la existencia de una gestión socioeconómica de este árbol dirigida hacia la recolección de piñas, probablemente debido al alto valor nutricional de los frutos que éstas contienen (BADAL, 1998 y 2001).

Las galerías interiores, en las que se centra este trabajo, y donde la luz solar no alcanza, también han sido visitadas, recurrentemente, por las sociedades prehistóricas. En ellas se han documentado numerosos signos de actividad humana atribuibles a diferentes etapas temporales, desde la transición entre el Paleolítico medio al superior hasta la Edad del Bronce: más de un centenar de manifestaciones gráficas, modificaciones antrópicas de la geomorfología kárstica, junto con numerosos materiales arqueológicos en superficie, sobre todo, restos vegetales carbonizados. Hoy día contamos con una veintena de dataciones radiocarbónicas efectuadas sobre carbones de este contexto interno de la gruta. La mayoría de las fechas ofrecen cifras de diferentes momentos del Paleolítico superior, estando los periodos Gravetiense, Solutrense y Magdaleniense bien representados (ROMERO *et al.*, 2012; SANCHIDRIÁN, 1994; SANCHIDRIÁN *et al.* 2013a; SANCHIDRIÁN *et al.* 2013b).

2.- MATERIALES Y MÉTODO

Para el propósito de este estudio se han seleccionado 100 fragmentos vegetales carbonizados procedentes de las galerías interiores de Cueva de Nerja, en concreto de dos salas de las Galerías Bajas (Sala de la Cascada y Sala del Cataclismo).

La mayor parte de los restos (92%) se encontraban a nivel superficial en las proximidades de motivos parietales paleolíticos. Los fragmentos restantes se localizaban en el interior de concavidades naturales y/o artificiales, repletas de sedimento, presentes en espeleotemas kársticos (coladas, estalagmitas, etc.), las cuales interpretamos como posibles puntos de iluminación fija (MEDINA y ROMERO, 2011; MEDINA *et al.*, 2012). Estas pequeñas depresiones también se hallan muy cercanas a puntos con arte pleistoceno así como en el camino de acceso a sectores decorados.

La recuperación de los restos emplazados en superficie se realizó de manera individualizada mediante la toma directa del fragmento tras su localización planimétrica y la captura de fotografías del área de procedencia. Para la obtención de los vestigios de carbón hallados en las concavidades llevamos a cabo la microexcavación de $\frac{1}{4}$ del interior de los depósitos sedimentarios que éstas contienen. Las piezas con un tamaño suficiente para su estudio antracológico (mayor de 2 mm) fueron seleccionadas. Conjuntamente, parte del sedimento matriz fue flotado, con la intención de documentar más partículas de carbón no visibles a simple vista. Asimismo, se preservó una fracción de este sedimento para realizar un análisis de fitolitos (M. Alonso, estudio en curso) que determine si, además de la madera, se ha carbonizado en estas oquedades otra materia vegetal no leñosa.

La caracterización de los macrorrestos vegetales ha seguido las siguientes etapas:

2.1. Documentación macroscópica

Los restos se han descrito mediante la observación física externa utilizando una lupa binocular (modelo Nikon SMZ 1500 7.5-30x). Los parámetros registrados son: a) *la morfología externa*, si presentaban una forma redondeada o angulosa, así como si manifestaban fracturas frescas o patinadas; b) *el sedimento adherido*, el cual se describió atendiendo a su coloración, tamaño y cementación de los granos (las muestras que presentaban abundante sedimento adosado fueron limpiadas mediante flotación para facilitar su reconocimiento); c) *la consistencia* de los fragmentos indicando alta, cuando costaba fracturar el espécimen; media, cuando se fracturaba con facilidad pero no se deshacía, y baja, cuando al fisurar el resto éste se desmenuzaba en numerosas partículas; d) *el peso y las dimensiones* de todos los fragmentos.

Además, antes de la fractura manual del carbón para su examen antracológico, todos los vestigios fueron fotografiados en detalle con una cámara digital Nikon D200 instalada en la lupa binocular, con la intención de documentar la morfología inicial antes de la rotura.

2.2. Análisis taxonómico

La identificación taxonómica se ha efectuado a partir de la observación de los criterios anatómicos y biométricos de los tres planos físicos de la madera. Para ello se han practicado cortes limpios a cada fragmento buscando las tres secciones a analizar: transversal, tangencial y radial (CHABAL, 1997). La caracterización del espécimen se ha concretado a través de la comparación y apoyo con diversos atlas de anatomía de la madera (SCHWEINGRUBER, 1990; VERNET *et al.*, 2001; GARCÍA *et al.*, 2002), así como mediante la colección de referencia de carbones del Laboratorio de Arqueobotánica de la UPV/EHU.

Para esta labor se ha trabajado con un microscopio óptico de luz reflejada a reflexión de campo claro-oscuro Olympus BX50 entre 50 y 500 aumentos. Además, se ha utilizado como complemento un microscopio Nikon Eclipse 50i con aumentos de 40 a 1000, el cual tiene adosada una cámara digital Nikon Coolpix 8400 para la toma de macrofotografías de la estructura interna de los carbones.

A la hora de definir la identificación taxonómica, nos hemos servido de una serie de abreviaturas que nos han permitido matizar el grado de resolución alcanzado. Así, se ha añadido *cf.* cuando la certeza era alta pero no completa (*Pinus cf. Pinus tp. sylvestris/nigra*), *sp.* cuando la identificación adquiere exclusivamente el carácter de género, (*Pinus sp.*) *tp.* para la caracterización de un prototipo concreto (*Pinus tp. sylvestris/nigra*). Se ha indicado *indeterminado* cuando la identificación no ha sido posible.

2.3. Análisis tafonómico

Aunque existen definiciones más amplias de tafonomía (THÉRY-PARISOT *et al.*, 2010) en este trabajo con este término nos referimos al análisis microscópico de las anomalías presentes en la estructura interna de la madera carbonizada.

Las alteraciones anatómicas observadas se han clasificado, atendiendo a su naturaleza y origen, en: modificaciones por *combustión* (vitrificación, grietas y colapso de células); por *entomofauna y microorganismos* (hifas/micelios de hongos, xilófagos y compartimentalización), por *acción mecánica* durante el crecimiento del árbol (nudo, madera de reacción y madera de compresión) y *otras alteraciones* (canales resiníferos traumáticos, tílides, sinuosidad y excentricidad de los anillos, presencia de corteza y estigmas de resina).

2.4. Análisis dendrológico

Esta fase tiene como objetivo ofrecer información sobre el grosor de la madera utilizada como combustible. Para ello se han aplicado dos exámenes diferentes:

a) Observación del grado de curvatura que presentan los anillos de crecimiento de cada fragmento. Esta actividad se ha desarrollado a través del análisis, con lupa binocular entre 10 y 100 aumentos, de la sección transversal; estableciendo si la torsión de los anillos es *leve*, propia de troncos y ramas grandes, *moderada* relativa a ramas y troncos pequeños, *pronunciada* concerniente a maderas de pequeño calibre y ramitas, o *indeterminada*, atendiendo a los criterios establecidos por Marguerie y Hunot (2007).

b) Aplicación del “método del círculo”. Este procedimiento se basa en la traslación del último anillo a una plantilla de círculos concéntricos, el borde del círculo que mejor encaje con la curvatura de toque nos indica un dato numérico sobre el calibre mínimo aproximado del combustible empleado (LUDEMAN, 2008). En concreto, en este trabajo se ha superpuesto una fotografía escalada a tamaño real del plano transversal del fragmento de carbón, donde se apreciaba claramente el último anillo conservado, a un bordímetro con círculos concéntricos cada 2 mm, todo ello sobre la base del software Adobe Photoshop CS5 Extended.

3.- RESULTADOS

La descripción macroscópica de cada resto antes de ser fracturado revela que las dimensiones y formas del material antracológico recuperado en las galerías interiores de Cueva de Nerja son muy variadas. El fragmento más voluminoso tiene 2 cm de alto, 1,2 de ancho, 1,1 de grosor y un peso de 0,579 g. Generalmente, los restos oscilan entre 1-1,5 cm de alto, ancho y grosor. No obstante, se ha trabajado con piezas muy pequeñas de poco más de 1 mm de dimensión máxima. En cuanto a la morfología, se han documentado restos con fracturas frescas, en cambio otros poseían paredes muy patinadas y erosionadas. La consistencia generalmente es baja (67% de los restos) y la gran mayoría tenían sedimento adherido propio del sector de la cavidad del cual han sido recuperados (Figura 2).

En cuanto a la identificación taxonómica, lo primero que se debe indicar es que todos coinciden con especímenes leñosos, a excepción de un resto caracterizado como una yema vegetativa de *Pinus sylvestris*. De los fragmentos leñosos, un 82% pertenecen al grupo botánico de las coníferas o gimnospermas. Los *Pinus* sp. resultan el género mayoritario, comprendiendo un 80% de los restos analizados. El tipo antracológico más representado es el *Pinus* tp. *sylvestris/nigra* (Figura 2) con una frecuencia del 64%. Los taxones identificados como *Pinus* cf. *Pinus* tp. *pineae/pinaster* alcanzan el 3% del total. En nuestras muestras, la preponderancia de los taxones del género *Pinus* sp. es notable

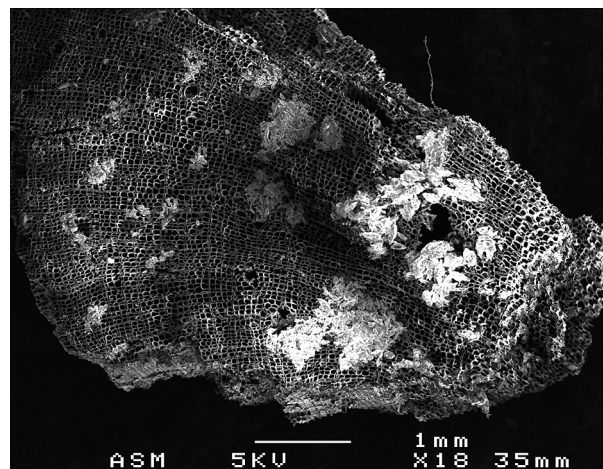


Figura 2. Fotografía de SEM de la sección transversal de *Pinus* tp. *sylvestris/nigra*. Se observa sedimento adherido al carbón propio del sector de procedencia de la cueva y grietas radiales.

Figure 2. SEM Transversal section of *Pinus* tp. *sylvestris/nigra* with radial cracks and the typical sediment from the cave sector where the specimen comes from.

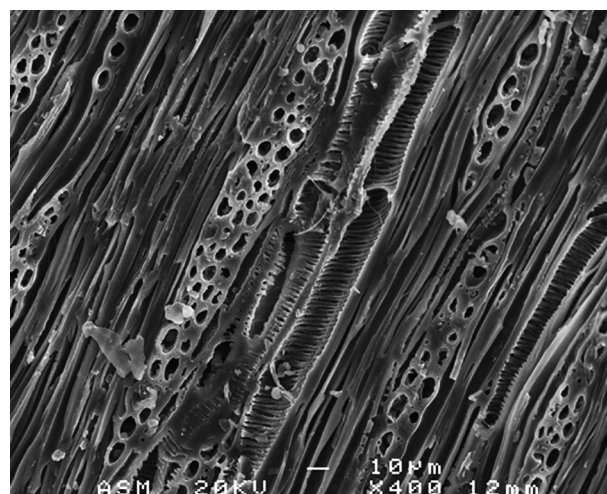


Figura 3. Fotografía de SEM de la sección tangencial de *Leguminosae*. Se observan en detalle las espirales así como signos de vitrificación.

Figure 3. SEM Tangential section of *Leguminosae*. Detail of spiral thickenings and signs of vitrification.

frente al 10% de los restos catalogados como *Leguminosae* (Figura 3), el 2% como angiospermas indeterminadas y el 6% como taxones indeterminados. En la tabla I se exponen los taxones identificados y su frecuencia:

TAXONES IDENTIFICADOS	Nº
Gimnosperma	
<i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris/nigra</i>	46
<i>Pinus</i> cf. <i>Pinus</i> tp. <i>sylvestris/nigra</i>	17
Yema <i>Pinus sylvestris</i>	1
<i>Pinus</i> cf. <i>Pinus</i> tp. <i>pineae/pinaster</i>	3
<i>Pinus</i> sp.	13
Conífera	2
Angiosperma	
<i>Leguminosae</i>	4
cf. <i>Leguminosae</i>	6
Angiosperma	2
Indeterminado	6
TOTAL	100

Tabla 1. Macrorrestos vegetales caracterizados y su frecuencia.
Table 1. Plant macroremains identified and their frequency.

En relación con las alteraciones tafonómicas, la más frecuente está relacionada con las modificaciones vinculadas con el proceso de combustión. El 80% de los restos presentan signos de vitrificación (Figura 3). Esta alteración, si bien es la más numerosa, el grado en que se presenta resulta muy leve, pudiéndose aún identificar con facilidad la estructura anatómica interna en la mayoría de los carbones. Las grietas, otra de las modificaciones propias de la combustión, también se han constatado habitualmente, en un 65% de las muestras (Figura 2). Las afecciones por microorganismos tipo hifas/micelios están presentes en un 61% de los restos (Figura 4). Las alteraciones mecánicas desencadenadas durante el árbol en vida también han sido documentadas: de los 100 fragmentos de carbón 49 presentan signos de madera de reacción y 3 de ellos son nudos del leño. Además, el 80% de las porciones estudiadas poseen posibles estigmas de resina, sobre todo, en sus planos longitudinales.

En la tabla II se presentan las alteraciones tafonómicas examinadas y su frecuencia.

El estudio dendrológico ha aportado información en cuanto al calibre del leño utilizado. Por un lado, el análisis del grado de la curvatura de toque de los anillos de crecimiento nos ha ofrecido documentación cualitativa sobre el calibre de la madera utilizada. Se ha podido examinar esta cuestión sólo en 30 de los 100 restos estudiados, 9 de los cuales presentaban una curvatura moderada (propia de ramas pequeñas y medianas) y 21 pronunciada (relativa a ramitas de pequeño tamaño). La curvatura de las 70 porciones restantes se ha clasificado como indeterminada, debido al tamaño reducido y consistencia baja de muchos de los fragmentos, siendo prácticamente imposible caracterizar la tendencia de la torsión de los anillos de crecimiento.

El cálculo cuantitativo del grosor del leño utilizado como combustible, efectuado a partir del “método del círculo”, se ha visto considerablemente limitado por la ausencia de corteza en la totalidad de las muestras. Es decir, la pieza leñosa de origen debió ser mayor que el resto documentado. Por ello, el dato que ofrecemos resulta relativo sólo al diámetro *mínimo* que debió tener el fragmento estudiado. También, el tamaño reducido y la fragilidad de la mayoría de las muestras han limitado este examen, pudiéndose sólo efectuar en 18 de los 100 fragmentos, oscilando los diámetros mínimos entre 0.7 y 5 cm.

4.- DISCUSIÓN

El estudio antracológico de los macrorrestos vegetales recuperados en zonas interiores de Cueva de Nerja nos permite abordar cuestiones relacionadas con el material seleccionado para la frecuentación de las áreas profundas de la gruta, probablemente vinculados con los sistemas de iluminación utilizados.

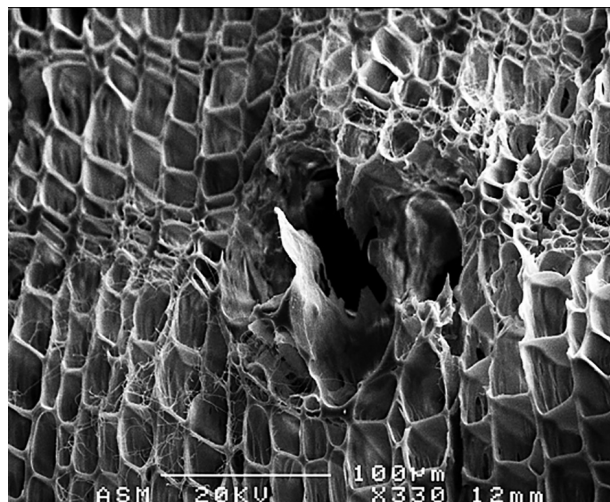


Figura 4. Fotografía de SEM de la sección transversal de *Pinus* tp. *sylvestris/nigra*. Se observan en detalle las hifas de hongos.

Figure 4. SEM Transversal section of *Pinus* tp. *sylvestris/nigra*. Hyphae structures of fungi can be seen.

ALTERACIONES ANALIZADAS	Nº
Por acción mecánica	
Nudo	3
Madera de reacción	49
Madera de compresión	0
Por entomofauna y microorganismos	
Hifas/Micelios de hongos	61
Xilófagos	0
Compartimentalización	0
Por combustión	
Vitrificación	83
Grietas	65
Colapso de células	0
Otras afecciones	
Sinuosidad de los anillos	0
Excentricidad de los anillos	0
Canales resiníferos traumáticos	0
Presencia de corteza	0
Tilides	0
Estigmas de resina	80
TOTAL	341

Tabla 2. Alteraciones tafonómicas evaluadas y su frecuencia.

Table 2. Taphonomic alterations observed and their frequency.

4.1. Material leñoso utilizado en la combustión

El análisis taxonómico ha constatado el uso mayoritario de madera de *Pinus* sp. y, especialmente, de *Pinus* sp. *sylvestris/nigra* junto con otros tipos escasamente representados, como por ejemplo *Leguminosae*, para la combustión en sectores decorados de la cueva.

Las cualidades de la madera de pino como combustible leñoso son sobradamente conocidas. Numerosas referencias históricas y etnográficas constatan su idoneidad para hacer fuego e iluminar, sobre todo, para la fabricación de antorchas (SEGURA y TORRES, 2009; MOREHART *et al.*, 2005). Asimismo, trabajos experimentales han probado los beneficios de la madera de pino para iluminar, sobre todo, por su disposición molecular y la resina que contienen, la cual favorece la ignición de la madera, combinando una durabilidad y radiación altas de la llama (THÉRY-PARISOT y THIEBAULT, 2005).

Si bien, el pino está presente de manera mayoritaria, las leguminosas también han sido documentadas. En general, las especies arbustivas queman muy bien debido su pequeño tamaño y, sobre todo en estado seco, arden mejor y más rápido que las piezas grandes; por ello, se usan preferentemente en la combustión para el inicio del fuego (CHABAL, 1997).

Otros datos antracológicos de restos del interior de otras cavernas con arte pleistoceno nos ofrecen información taxonómica similar. En la Gruta de Chauvet los 122 carbones caracterizados han sido determinados como *Pinus nigra/sylvestris* (THÉRY-PARISOT y THIEBAULT, 2005). En la Cueva de la Tête du Lion pequeñas concentraciones de carbones encontradas en la excavación al pie del panel principal fueron identificadas como *Pinus sylvestris* (COMBIER, 1984). En la Cueva de Pergouset tres porciones de carbón halladas en una cornisa adherida a un soporte con arte fueron caracterizados como *Pinus sylvestris* (LORBLANCHET, 2001). También contamos con el dato de un fragmento de carbón localizado en el sondeo efectuado en la Sala de las Pinturas de la Cueva de Etzeberri (GARATE *et al.*, 2012), éste fue caracterizado como conífera (incluyendo géneros como *Pinus* o *Juniperus*) con estigmas de vitrificación (L. Zapata comunicación personal). Por otro lado, en la lámpara de gres rosa de la Cueva de Lascaux han sido detectados restos de quema de madera de conífera, probablemente *Taxus* o *Juniperus* (DELLUC y DELLUC, 1979; LEROI-GOURHAN, SCHWEINGRUBER y GIRARD, 1979).

4.2. Estado de la madera carbonizada

Las alteraciones tafonómicas registradas en este estudio son vitrificación, grietas, estigmas de resina, hifas/micelios de hongos, madera de reacción y nudos.

Las afecciones fruto del proceso de combustión poseen un alto índice de representación en nuestras muestras. La vitrificación está presente en el 83% y las grietas de contracción en el 65% de ellas. Los parámetros más reiterados en la bibliografía sobre las causas que potencian la aparición de estas modificaciones en la estructura molecular del carbón son la quema de combustible con una tasa de humedad elevada, a altas temperaturas y con madera en estado fresco (THÉRY-PARISOT, 2001; CARRIÓN, 2005; MARGUERIE y HUNOT, 2007). R. Scheel-Ybert (1998) postula que la quema de madera fresca y los taxones resinosos conducen a una mayor vitrificación, un planteamiento que encaja perfectamente con nuestros resultados.

El 80% de los especímenes analizados contienen posibles estigmas de resina quemada presentes en su estructura celular, generalmente, observadas en las secciones longitudinales en los vasos. La totalidad de los taxones identificados como *Pinus* sp. presentan estos signos. El estudio de esta afección se encuentra en las primeras fases de análisis porque no ha sido registrada por otros autores. Esperamos que trabajos experimentales en curso nos permitan valorar si, por ejemplo, se han seleccionado piezas con alto contenido en resina, o si se ha añadido resina a la antorcha o elemento iluminador –como se observa histórica y etnográficamente.

La documentación de hongos en carbones arqueológicos se ha realizado para intentar concretar el estado de la leña usada como combustible ya que el uso de madera muerta, desprendida de los árboles, debía ser una práctica común entre los grupos recolectores-cazadores (THÉRY-PARISOT, 2001; ASOUTI y AUSTIN, 2005; CARRIÓN, 2005). En Nerja, un elevado número de fragmentos (61%) presentan hifas/micelios. Sin embargo, no existe entre los especialistas una interpretación concluyente sobre el momento en

el que se produce esta contaminación; ésta suele desencadenarse en ramas muertas y caídas, pero también puede suceder mientras el árbol está en pie o incluso durante el almacenamiento del combustible.

Otra alteración tafonómica detectada recurrentemente es la madera de reacción, el 49% de los fragmentos leñosos examinados tienen signos de este tipo. Esta anomalía se produce cuando el leño pierde verticalidad. Por ello, algunos autores apuntan a su mayor frecuencia en ramas (MARGUERIE y HUNOT, 2007). Aunque, a la vez, dicha modificación puede ser causa del crecimiento del árbol en lugar con viento fuerte, por el soporte de abundante nieve o cuando el tronco se inclina (CARRIÓN, 2005; CARUSO, 2012; MARTIN, 2012).

4.3. Grosor del leño empleado

Los datos obtenidos a partir de la observación del grado de la curvatura de toque de los anillos de crecimiento y de la aplicación del "método del círculo" para el cálculo del grosor del leño de la madera estudiada sugieren el uso de ramas de formato pequeño y mediano, entre 0,7 y 5 cm de diámetro mínimo.

También, la caracterización de uno de los fragmentos como yema vegetativa de *Pinus sylvestris* apunta asimismo al uso de ramaje, además de ofrecer un dato sobre la época del año en la que pudo ser visitada la Cueva de Nerja, ya que estos brotes vegetativos sólo están presentes en las ramas de este árbol durante las estaciones de otoño e invierno (RUIZ DE LA TORRE, 2006).

5.- CONCLUSIÓN

El análisis taxonómico, tafonómico y dendrológico de 100 macrorrestos vegetales carbonizados procedentes del *contexto arqueológico interno* de Cueva de Nerja indica que los grupos del Paleolítico superior usaron la madera como materia combustible para la frecuentación de las áreas profundas de la gruta, preferentemente las ramas de pino de pequeño y mediano calibre, compatibles con la anatomía de *Pinus sylvestris* (pino silvestre) y *Pinus nigra* (pino salgareño), en combinación con algunos aportes de leguminosas, quizá por las bondades de estas maderas como combustible. La documentación de estigmas de resina en los restos de coníferas refleja la preferencia por el empleo de taxones resinosos. Asimismo, la presencia de hifas y micelios de hongos en más de la mitad de los restos podría reflejar la utilización de madera muerta. Por su parte, las alteraciones tafonómicas fruto del proceso de combustión, tales como vitrificación y grietas, poseen una representación elevada.

6.- AGRADECIMIENTOS

Quisiera mostrar mi más sincero agradecimiento a la profesora Lydia Zapata y al profesor José Luis Sanchidrián por la dirección de esta investigación, a la Universidad del País Vasco UPV/EHU por la concesión de la *Ayuda para la realización de másteres universitarios en la UPV/EHU en el curso académico 2012/2013*, así como por poner a mi disposición todos los recursos necesarios para mi formación, muy especialmente el Laboratorio de Arqueobotánica. También quisiera exponer mi gratitud a la Fundación de Servicios Cueva de Nerja por facilitarme los materiales estudiados, así como a su Instituto de Investigación, especialmente a Cristina Liñán y Yolanda del Rosal. Muchas gracias a Aitor Moreno, Amaia Arranz, Carole Fritz, Diego Garate, Gilles Tosello, Gustavo Renobales, Laura Caruso, M^a José Iriarte y Unai Perales por todas las aportaciones, el envío de bibliografía, así como por los consejos y sugerencias que han enriquecido considerablemente este estudio. Y por último, a mis compañer@s y amig@s del Área de Prehistoria de la Universidad de Córdoba sin los cuales esta investigación no hubiera sido posible.

7.- BIBLIOGRAFÍA

ASOUTI, E. y AUSTIN, P.

2005 Reconstructing Woodland Vegetation and its Exploitation by Societies, based on the Analysis and Interpretation of Archaeological Wood Charcoal Macro-Remains. *Environmental Archaeology*, 10: 1-18.

AURA, J. E., JORDÁ, J. F., PÉREZ, M., BADAL, E., MORALES, J. V., AVEZUELA, B., TIFFAGOM, M. y JARDÓN, P.

2010 Treinta años de investigación sobre el Paleolítico superior en Andalucía: la Cueva de Nerja (Málaga, España). In: *El Paleolítico superior peninsular: novedades del siglo XXI*. X. Mangado (Coord.): 149-172. Universitat de Barcelona. Barcelona.

BADAL, E.

1996 La vegetation du Paleolithique superieur et de l'Epipaleolithique aux alentours de la Cueva de Nerja. *Actes du colloque de Périgueux 1995, Supplément à la Revue d'Archéométrie*: 171-176.

1998 El interés económico del Pino piñonero para los habitantes de la Cueva de Nerja. In: *Las culturas del Pleistoceno superior en Andalucía*. J. L. Sanchidrián y M. D. Simón (Eds.): 287-300. Patronato de la Cueva de Nerja. Málaga.

2001 Leña para el fuego. In: *De neandertales a cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. V. Villaverde (Ed.): 105-106. Universidad de Valencia. Valencia.

CARRASCO, F., DURÁN, J. J., ANDREO, B., LIÑÁN, C. y VADILLO, I.

1998 Consideraciones sobre el karst de Nerja. In: *Karst en Andalucía*. J.J. Durán y J. López (Eds.): 173-181. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

CARRIÓN, Y.

2005 *La vegetación mediterránea y atlántica de la península ibérica: nuevas secuencias antracológicas*. Diputación provincial de Valencia. Valencia.

CARUSO, L.

2012 *Modalidades de adquisición y usos de los recursos leñosos entre cazadores-recolectores patagónicos (Argentina): metodología y técnicas de estudio del material leñosos arqueológico*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.

CHABAL, L.

1997 *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'antracologie, méthode et paléoécologie*. Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme. Paris.

COMBIER, J.

1984 La grotte de la Tête-du-Lion à Bidon (Ardèche). In: *L'Art des Cavernes*. A. Leroi-Gourhan (Ed.): 595-599. Imprimerie Nationale, Ministère de la Culture. Paris.

DEL ROSAL, Y., LARA, M. D., TINAUT, A. y GARRIDO, A.

2009 La entomofauna en la Cueva de Nerja (Málaga). In: *Cuevas Turísticas, cuevas vivas. II Congreso español sobre cuevas turísticas*. J.J. Durán y J. López (Eds.): 91-100. A.C.T.E. Madrid.

DELLUC, B. y DELLUC, G.

1979 L'éclairage. In: *Lascaux inconnu*. A. Leroi-Gourhan y J. Allain (Eds.): 121-142. C.N.R.S. Paris.

GARATE, D., BOURRILLON, R. y RIOS-GARAIZAR, J.

2012 La grotte ornée paléolithique d'Etzeberri (Camou-Cihige, Pyrénées-Atlantiques): datation du contexte archéologique de la «salle des Peintures». *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 109 (4): 637-650.

GARCÍA, L., de PALACIOS, P., GUINDEO, A., GARCIA, L., LÁZARO, I., GONZÁLEZ, L., RODRÍGUEZ, Y., GARCÍA, F., BOBADILLA, I., y CAMACHO, A.

2002 *Anatomía e identificación de maderas de coníferas a nivel de especie*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

JORDÁ, J. y AURA, E.

2009 El límite Pleistoceno-Holoceno en el yacimiento arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España): nuevas aportaciones cronoestratigráficas y paleoclimáticas. *Geogaceta*, 46: 95-98.

JORDÁ J. F., MAESTRO, A., AURA, J. E., ÁLVAREZ, E., AVEZUELA, B., BADAL, E., MORALES, J. V., PÉREZ, M. y VILLALBA, M. P.

2011 Evolución paleogeográfica, paleoclimática y paleoambiental de la costa meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geología*, 105 (1-4): 137-147.

- LEROI-GOURHAN, A., SCHWEINGRUBER, F.H. y GIRARD, M.
1979 Les bois. In: *Lascaux inconnu*. A. Leroi-Gourhan y J. Allain (Eds.): 185-188. C. N. R. S. Paris.
- LIÑÁN, C., CARRASCO, F., CALAFORRA, J.M., DEL ROSAL, Y., GARRIDO, A. y VADILLO, I.
2009 Control de los parámetros medioambientales en las Galerías Altas y Nuevas de la Cueva de Nerja (Málaga). Resultados preliminares. In: *Cuevas Turísticas, cuevas vivas. II Congreso español sobre cuevas turísticas*. J.J. Durán y J. López (Eds.): 131-144. A.C.T.E. Madrid.
- LORBLANCHET, M.
2001 *La grotte ornée de Pergouset (Saint-Géry, Lot). Un sanctuaire secret paléolithique*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. Paris.
- LUDEMAN, T.
2008 Experimental charcoal-burning with special regard to anthracological wood diameter analysis. In: *Charcoals from the Past: Cultural and Palaeoenvironmental Implications. Proceedings of the Third International Meeting of Anthracology*. G. Fiorentino y D. Magri (Eds.): 147-157. BAR International Series 1807. Oxford.
- MARGUERIE, D. y HUNOT, J. Y.
2007 Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France. *Journal of Archaeological Science*, 34 (9): 1417-1433.
- MARTÍN, M.
2012 *A xestión do bosque e do monte dende a Idade do Ferro á época romana no noroeste da península Ibérica: consumo de combustibles e produción de manufacturas en madeira*. Memoria de Tesis doctoral, Universidade Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- MEDINA, M. A., CRISTO, A., ROMERO, A. y SANCHIDRIÁN, J. L.
2012 Otro punto de luz. Iluminación estática en los "santuarios" paleolíticos: el ejemplo de la Cueva de Nerja (Málaga, España). In: *L'art pléistocène dans le monde/Pleistocene art of the world/Arte pleistoceno en el mundo*. J. Clottes (Ed.): 105-121. I.F.R.A.O. Tarascon-sur-Ariège.
- MEDINA, M. A. y ROMERO, A.
2011 Iluminando el Paisaje Subterráneo: reflexiones iniciales y primeros resultados. In: *El legado artístico de las sociedades prehistóricas: nuevos paradigmas de análisis y documentación*. E. Montalvo y M. Sebastián (Eds.): 49-52. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.
- MOREHART, C. T., LENTZ, D. L. y PRUFER, K. M.
2005 Wood Of The Gods: The Ritual Use Of Pine (Pinus sp.) By The Ancient Lowland Maya. *Society for American Archaeology*, 16: 255-274.
- RODRÍGUEZ-ARIZA, M. O. y MONTES, E.
2007 Origen y domesticación del olivo en Andalucía (España) a partir de los hallazgos arqueológicos de *Olea europea* L. In: *I Congreso de la Cultura del Olivo*: 221-244. Instituto de Estudios Giennenses. Jaén.
- ROMERO A., CRISTO A., MEDINA M. A. y SANCHIDRIÁN J.L.
2012 Datación del contexto arqueológico y frecuentación pleistocena en la Cueva de Nerja (Málaga, España). In: *L'art pléistocène dans le monde / Pleistocene art of the world / Arte pleistoceno en el mundo*. J. Clottes (Ed.): 1105-1122. I.F.R.A.O. Tarascon-sur-Ariège.
- RUIZ DE LA TORRE, J.
2006 *Flora Mayor*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- SANCHIDRIÁN, J. L.
1994 *Arte Rupestre de la Cueva de Nerja*. Fundación Cueva de Nerja. Málaga.
- SANCHIDRIÁN, J. L. y MÁRQUEZ, A.
2005 Primeros resultados de la secuencia crono-estratigráfica de la Sala de la Torca de la Cueva de Nerja (Málaga, España). In: *La cuenca mediterránea durante el Paleolítico Superior, 38.000-10.000 años*. J. L. Sanchidrián, A. M. Márquez y J.M. Fullola (Eds.): 272-282. U.I.S.P.P. y Fundación Cueva de Nerja. Málaga.

SANCHIDRIÁN, J. L., MEDINA, M. A. y ROMERO, A.

2013a El «Gravetiense profundo» de la cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). In: *Pensando el Gravetiense: nuevos datos para la región cantábrica en su contexto peninsular y pirenaico*. C. de las Heras, J. A., Lasheras, A. Arrizabalaga y M. de la Rasilla (Coords.): 501-511. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y Museo de Altamira. España.

2013b Nuevos enfoques en el arte paleolítico de Andalucía. El caso de la cueva de Nerja como paradigma. In: *F. Javier Fortea Pérez. Universitatis Ovetensis Magister. Estudio en homenaje*. M. de la Rasilla (Coord.): 401-413. Universidad de Oviedo. Oviedo.

SCHEEL-YBERT, R.

1998 *Stabilité de l'Écosystème sur le littoral sud-est du Brésil à l'Holocène Supérieur (5500-1400 ans BP)*. Memoria de Tesis Doctoral, Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier.

SCHWEINGRUBER, F. H.

1990 *Anatomie europäischer Hölzer-Anatomy of European Woods*. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf (Hrsg.). Haupt. Bern und Stuttgart.

SEGURA, S. y TORRES, J.

2009 *Historia de las plantas en el mundo antiguo*. C.S.I.C. Madrid.

THÉRY-PARISOT, I.

2001 *Économie des combustibles au Paléolithique*. C.N.R.S. Paris.

THÉRY-PARISOT, I., CHABAL, L., y CHRZAVZEZ, J.

2010 Anthracology and taphonomy from wood gathering to charcoal analysis. A review of the taphonomic processes modifying charcoal assemblages, in archaeological contexts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291, 1-2: 142-153.

THÉRY-PARISOT, I. y THIÉBAULT, S.

2005 Le pin (*Pinus sylvestris*): préférence d'un taxon ou contrainte de l'environnement? Étude des charbons de bois de la grotte Chauvet. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 102 (1): 69-75.

VERNET, J. L., OGÉREAU, P., FIGUERAL, I., MACHADO, C. y UZQUIANO, P.

2001 *Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule ibérique et Îles Canaries*. C.N.R.S. Paris.

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	nº 4	67-80	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	-------	-------	------	----------------

Evolución ambiental del Delta del Ebro durante el Holoceno: análisis micropaleontológico de una secuencia sedimentaria

Holocene environmental evolution of the Ebro Delta: micropalaeontological analysis of a sedimentary sequence

PALABRAS CLAVES: Sondeo Carlet, Delta del Ebro, Foraminíferos bentónicos, Evolución ambiental, Holoceno.
KEY WORDS: Carlet borehole, Ebro Delta, Benthic foraminifera, Environmental evolution, Holocene.

Alfonso PALAZUELOS COBO⁽¹⁾

RESUMEN

El estudio del testigo sedimentario obtenido durante la perforación del sondeo mecánico Carlet, nos ha permitido identificar varios intervalos que nos muestran los distintos ecosistemas que se han sucedido en esta zona de llanura deltaica durante el Holoceno. El estudio se ha centrado en el empleo de técnicas micropaleontológicas, con el estudio de las comunidades de foraminíferos, apoyadas, con el empleo de dataciones mediante el C-14. Todo ello nos ha permitido corroborar que la formación del Delta del Ebro ha seguido unas pautas temporales similares a las de los otros deltas mediterráneos.

ABSTRACT

The study of a sedimentary sequence obtained during the mechanical drilling of the Carlet borehole, allowed us to identify several intervals that show the different ecosystems that have occurred in the deltaic plain during the Holocene. The study focused on the use of micropalaeontological techniques (foraminifera assemblages), supported, with the use of C-14 dating. This allowed us to confirm that the formation of the Ebro Delta has followed a similar temporal pattern to the other Mediterranean deltas.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia como indicadores

El hecho de ser organismos simples que no ejercen presión sobre el ecosistema, y es el ecosistema el que ejerce presión sobre ellos (Greiner, 1974), hacen que los foraminíferos bentónicos puedan ser utilizados como excelentes herramientas en las reconstrucciones ambientales. Tienen un gran potencial para operar como indicadores de factores ambientales, tanto químicos como biológicos. La abundancia de una especie o la composición de una asociación esta relacionada con distintos factores ambientales.

1.2. Parámetros de interés paleoambiental en las asociaciones de foraminíferos

- **Abundancia:** Se asume que cualquier medio soporta la mayor abundancia de foraminíferos posible, y que el número de individuos crece o decrece en función de los factores ambientales, aporte de alimento, competitividad biológica, depredadores o cambios ambientales (Cearreta, 1986). Además, diversos estudios estacionales muestran, a su vez, una gran variabilidad temporal y espacial en las asociaciones de foraminíferos.

- **Diversidad:** Se basa en la observación empírica de un ecosistema dado. Bajo condiciones óptimas, un ecosistema acoge al número máximo de especies posibles sin que ninguna de ellas llegue a dominar sobre las demás. Sin embargo, bajo condiciones estresantes algunas especies son capaces de explotar con más éxito ese ambiente (Schnitker, 1969). Las especies mayoritarias en este trabajo son las formas típicas y dominantes en la mayor parte de las áreas intermareales en las zonas templadas del planeta, apo-

⁽¹⁾Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU.
Director: Alejandro Cearreta

yando la idea de que unas pocas especies muy adaptables y extendidas ocupan las áreas intermareales (Cearreta, 1986). La diversidad en las muestras del sondeo puede estar afectada por procesos tafonómicos como el transporte de materiales hacia y/o desde otros lugares. Se han ideado varios índices como el de Fisher (α) (Fisher *et al.*, 1943). Su mayor ventaja es que incluye las especies raras, pero su valor tiende a incrementarse con el tamaño de la muestra analizada (Hayek y Buzas, 1997). El número mínimo de individuos para aplicar este índice de diversidad es 100 (Murray, 1971). Un α de 5 es el límite que separa los medios marinos normales ($\alpha \geq 5$), de los medios confinados ($\alpha \leq 5$), Debenay (1987). Los cambios en la diversidad pueden ser interpretados como indicadores potenciales de eventos estresantes o como la recuperación de condiciones adversas, por ejemplo el final de una fase de hipoxia que favorece la diversidad. También la introducción de especies alóctonas o los cambios climáticos afectan al número de especies (Alve, 1995).

- Tipos de caparazón:

- **Orgánico:** Caparazón constituido por un mucopolisacárido proteico. Esta pared orgánica también se encuentra internamente en los otros tipos de caparazones, construyéndose las paredes mineralizadas sobre esta. Pertenecen al suborden Allogromina.

- **Aglutinante:** Formados por partículas de origen exógeno y cementadas por un cemento orgánico. Algunas especies seleccionan el sedimento con el que lo forman y otras no, siendo indicativo en estos últimos del tipo de sustrato en el que se desarrollan estas especies. Pertenecen al suborden Textulariina.

- **Carbonatado:** Su caparazón suele estar formado por carbonato cálcico (CaCO_3), generalmente calcita, aunque también nos podemos encontrar con aragonito. A su vez, la calcita puede ordenarse cristalográficamente en 3 modos diferentes. Por un lado, con **pared microgranular**, formada por cristales subesféricos equidimensionales de calcita de diferentes tamaños, densamente empaquetados y sin cemento. A este grupo pertenecía el suborden Fussulina, ya extinto. El segundo grupo importante es el de **pared porcelanácea**, cuyo caparazón está compuesto por cristales de calcita dispuestos de forma irregular y recubiertos por una capa de cristales de calcita romboédrica dispuestos de un modo regular. No tienen poros en su superficie lo que le otorga una apariencia brillante al reflejar la luz. La calcita que la compone suele ser rica en magnesio. A este grupo pertenece el suborden Miliolina. Y por último, nos encontramos con los de **pared hialina**, que a su vez pueden presentar tres disposiciones, cristales de calcita en posición radial, estructura granular o un único cristal, siendo esta última la menos habitual.

En medios litorales la abundancia relativa de estos grupos de caparazones esta muy relacionada con la distribución de la salinidad (Cearreta, 1986). A escala local se puede apreciar un claro gradiente con la máxima abundancia de caparazones aglutinantes en aguas de menor salinidad, caparazones hialinos en aguas salobres y caparazones porcelanáceos en las aguas de mayor salinidad. Este gradiente o control se debe a que es la concentración y disponibilidad de CaCO_3 la que determina la naturaleza de los caparazones.

- **Naturaleza del sedimento:** La mayoría de especies de foraminíferos no presentan ningún tipo de dependencia respecto al sedimento. Aún así hay algunas generalidades. Los foraminíferos pequeños y de pared fina que pueden vivir en gravas y arenas, no suelen fosilizar. En ambientes con gran energía solo los caparazones grandes y robustos suelen aguantar los movimientos de saltación en el desplazamiento como carga de lecho. En sedimentos fangosos sin embargo puede encontrarse gran variedad de tamaños, aunque muchas de las formas encontradas serán pequeñas y con caparazones de pared fina.

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MEDIO

Un delta, en este caso el del río Ebro, es una acumulación sedimentaria costera y geográficamente localizada, que está producida por un sistema fluvial o aluvial que penetra en una masa de agua estable (lago o mar). En él se suministra más material sedimentario del que pueden redistribuir los procesos destructivos de la cuenca receptora (oleaje, corrientes litorales o mareas). En los deltas se produce un gradiente granulométrico por el que los materiales más gruesos y pesados se depositan en las zonas proximales (cercanas a la costa) y los más finos en las zonas distales (alejadas de la costa). Los sedimentos se van depositando en capas inclinadas y son las aguas dulces fluviales las que en las inundaciones periódicas depositan el limo en la llanura deltaica, donde dominan los procesos palustres,

compensando así la subsidencia por compactación sedimentaria. En los canales fluviales, por otra parte, nos encontramos con un medio más energético que posee la capacidad de transportar materiales más pesados. Estos canales crecen longitudinalmente hasta que rompen para desaguar por un nuevo cauce lateral más corto. Así, una vez estos dejan de ser funcionales, se inicia un proceso de relleno en sus extremos. En la parte externa se deposita material procedente del litoral, mientras que en la parte interna se deposita material procedente de las vías fluviales.

Todos los deltas se constituyen sobre un prodelta, correspondiente a los materiales más finos depositados a distancia considerable de la desembocadura, por encima de los materiales detríticos de la última transgresión.

Todo esto hace que en un delta se identifiquen tres zonas claramente diferenciadas: La llanura deltaica, la zona más próxima a la costa y en la cual perforó el sondeo estudiado; el frente deltaico, que es la zona que empieza a estar sumergida, y por último el prodelta, que es la zona más distal a la costa y donde se depositan los materiales más finos.

En el caso concreto del delta del Ebro, y de otros deltas del Mediterráneo, nos encontramos con una serie de características que van a determinar su estructura. Todos ellos están influenciados por el oleaje, ya que la influencia de otros factores como las mareas es despreciable en el Mediterráneo. Otro factor importante es que la incidencia de la deriva litoral influirá en la distribución de los materiales. Así nos encontramos deltas como el del Ebro, en los que los materiales son distribuidos de una manera más o menos equitativa a un lado y otro del canal principal, y otros deltas como el del río Po, en el que la distribución de los materiales está más concentrada a un lado del canal.

El delta del Ebro ha sido formado por un río con una cuenca de drenaje amplia y con un sistema fluvial maduro, en la que la parte pirenaica aporta unos regímenes de agua más regulares y abundantes. Esta cuenca era inicialmente endorreica, lo que llevó a la formación de una gran llanura aluvial interior, en la que se depositaron una gran cantidad de sedimentos. Hace unos seis millones de años esta cuenca se abrió al mar y desde entonces todos esos materiales sedimentarios que se depositaron en la cuenca han sido fuertemente erosionados y redepositados nuevamente en el delta (Raventos, 1997). El delta actual ha sido formado a lo largo del Holoceno, durante la última gran transgresión que experimentó el nivel del mar. Se ha formado un frente deltaico arqueado con playas extensas y dos barras laterales que se ensanchan en sus extremos y forman dos bahías en su interior (Figura 1). Actualmente, el oleaje es frontal, con una pequeña inclinación que hace que barra sur esté más desarrollada. No siempre ha sido así, ya que históricamente el delta ha tenido hasta tres desembocaduras con distinta orientación hacia la deriva litoral, aunque en este apartado es importante considerar que diferentes tipos de deltas aluviales pueden coexistir en una cuenca en función de su fisiografía, ya que variaciones del espacio de acomodación pueden producir cambios en el tipo de sistema deposicional.

Por otro lado, los deltas son zonas muy productivas, pero a su vez muy frágiles, que soportan una baja biodiversidad y una elevada densidad de organismos.

En el caso del delta del Ebro, hemos de tener en cuenta que, las primeras actividades humanas que afectaron a su desarrollo empezaron hace más de 2000 años con la ocupación del valle del Ebro por el Imperio Romano. Sus principales actuaciones consistieron en el empleo de pequeños diques y embalses, principalmente en la zona pirenaica, y en la gran deforestación que se llevó a cabo en toda la cuenca. Con los primeros siglos de la Edad Media y la caída del Imperio Romano se volvió a producir una reforestación y en cierta medida, los pequeños embalses y presas fueron abandonados, restableciéndose las condiciones originales. Pero las grandes perturbaciones en su cuenca comenzaron con los grandes aportes sedimentarios que tuvieron lugar a partir del siglo XV como consecuencia de la intensa erosión provocada por la deforestación que se produjo en la cuenca (Guillen y Palanques, 1996). Esto también se ha constatado en otros deltas mediterráneos como el del río Po (Rossi y Variani, 2008). Aun así, la mayor intervención se ha producido a partir del siglo XIX, con los primeros cambios en los usos del suelo. La mayor parte del delta pasa de ser una marisma, considerada insalubre por la presencia todavía de enfermedades como el paludismo, a estar dividida en distintos campos para el cultivo del arroz. Y es ya en el siglo XX cuando se producen las mayores alteraciones en su dinámica. Las características de los últimos 30 km han sido modificadas en el último siglo por la presencia aguas arriba de numerosos embalses, en especial los de Mequinenza, Riba-roja y Flix, aunque hay que tener en cuenta que gran parte del sedimento ya

es retenido en los pequeños, pero numerosos, embalses que hay en el sistema pirenaico. Estos embalses han provocado la disminución de la carga sedimentaria, que queda retenida aguas arriba, incidiendo en la estabilidad del cauce y en la dinámica costera. Esto puede tener graves consecuencias en la dinámica del delta ya que una disminución del caudal, asociado a un menor aporte de sedimentos, por la gran reforestación que está ocurriendo en la zona pirenaica en los últimos 50 años como consecuencia del abandono de tierras de cultivo, puede provocar cambios importantes en la dinámica de los canales y en la progradación del delta (Tena y Batalla, 2013). Hay que tener en cuenta además que los aportes episódicos de pequeños afluentes han tenido una influencia mayor de la que se creía en la formación del delta, y que están sufriendo importantes modificaciones. Actualmente se estima un descenso en el aporte de sedimentos en todo el Mediterráneo del 50% desde mediados del siglo XX por la construcción de presas en diversos ríos como el Po, el Ródano y el Nilo.

Y ya, en los últimos años, uno de los factores que más ha influido en esa tendencia a la disminución del caudal ha sido el consumo de agua para la agricultura, así como la regulación de las crecidas que aportaban gran cantidad de sedimento (Rovira e Ibañez, 2007).

Con todo esto, nos encontramos con un delta en el que operan distintos procesos que afectan a su dinámica. En primer lugar la erosión, que actúa a tres niveles: a) Sucesos episódicos, como pueden ser las grandes tormentas o temporales, b) a medio plazo, entre cuyos principales agentes están el oleaje y las corrientes litorales, y c) a largo plazo como pueden ser la variación del nivel del mar.

Y otro proceso importante a tener en cuenta son las elevadas tasas de subsidencia que se dan en los deltas, y que en parte dan lugar a la formación de las llanuras deltaicas. En el delta del Ebro se ha calculado una tasa de 1,75 mm/año, similar a las de otros deltas del Mediterráneo como el del Nilo con 1,5 mm/año pero bastante inferiores a la de otros deltas como el del río Pearl, que es de 4 mm/año (Somoza *et al.*, 1997). Estas tasas están sujetas a fuertes modificaciones con el paso del tiempo, variando también en las distintas zonas del delta, de modo que la subsidencia puede llegar a cuadruplicarse en las zonas próximas al mar. En el delta del Ebro se han calculado una media de subsidencia de 1,2 mm/año para los periodos que van del 6000-4000 años B.P.; de 1,5 mm/año entre el 4000-1500 B.P.; y de 1,75 mm/año desde los 1500 años B.P. hasta la actualidad (Riva-Arderiu y Serra-Raventós, 1999). Aunque en general la tasa de subsidencia es mayor en aquellos periodos que siguen a una fase o evento progracional de alta frecuencia y menores en aquellos periodos en los que la progradación del delta es menor (Somoza *et al.*, 1997). Por otro lado, las deformaciones tectónicas son insignificantes durante el Holoceno, por lo que no se han de tener en cuenta (Rossi y Vaiani, 2008).

Considerando todos estos factores, junto a un posible ascenso del nivel del mar, el futuro de los deltas presentan varias incertidumbres. Actualmente son ecosistemas que muestran una elevada producción biológica y que además poseen ambientes únicos y muy valiosos. Y es uno de estos ecosistemas, el de las marismas, el que más contribuye al mantenimiento del delta. Las formaciones de plantas como *Salicornia* ayudan a la retención de sedimento y además su alta productividad ayuda a la estabilización del medio. Pero actualmente estos ecosistemas también están sufriendo importantes alteraciones. Una de ellas es su aislamiento y la consiguiente falta de aportes de nutrientes por parte del canal fluvial, ya que la ausencia de mareas impide la llegada de nutrientes procedentes del mar (Ibañez *et al.*, 1997). Y otra es la desaparición de estas formaciones para dar lugar a plantaciones de cultivos como el arroz.

Es por ello que se han empezado a tomar las primeras medidas para asegurar el mantenimiento de los deltas. Los primeros planes de gestión se han llevado a cabo en U.S.A, concretamente en el delta del Mississippi, pero también se han puesto en marcha en otros deltas como el del Ródano (Francia). Se han llevado a cabo diversas medidas algunas muy costosas como diversas obras de ingeniería enfocadas al trasvase de sedimentos desde los reservorios de agua dulce al delta. Pero las medidas más eficaces y económicas han estado basadas en la apertura de canales para favorecer la entrada de agua fluvial en las marismas. Esto ha favorecido el aporte de nutrientes y el mantenimiento de estos ecosistemas, que de otra manera desaparecerían ante la subida del nivel del mar. En el delta del Ebro todas estas medidas son factibles, pero de momento no se ha llevado a cabo ninguna de ellas.

De cara al mantenimiento de la actual línea de costa, una medida interesante sería recuperar el antiguo canal fluvial, con la que se conseguiría una distribución más racional del sedimento, ya que su desembocadura coincidiría entonces con la actual deriva litoral (Rovira e Ibañez, 2007).

3.- OBJETIVOS GENERALES DE ESTE TRABAJO

Los objetivos principales de esta investigación micropaleontológica se pueden sintetizar en los siguientes:

- 1. Análisis micropaleontológico (foraminíferos bentónicos) de los materiales sedimentarios del sondeo Carlet con el fin de determinar la presencia de estos protistas y caracterizar sus posibles asociaciones.
- 2. Reconstrucción paleoambiental de la llanura deltaica a lo largo del tiempo, a partir de las asociaciones de foraminíferos bentónicos contenidos en el registro sedimentario holocénico del sondeo Carlet.

4.- MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas proceden de un único sondeo (Carlet), realizado mecánicamente por rotopercusión en 2011 y con la extracción de un testigo continuo de 19,27 metros de longitud de los que se han desechado los primeros 99 cm por tratarse de rellenos artificiales. El punto de sondeo tiene las coordenadas X: 303479; Y: 4508218; Z: 233 cm (31T, Batum ETRS89) y se encuentra en la parte central del delta y cerca del canal principal de desagüe (Figura 1).

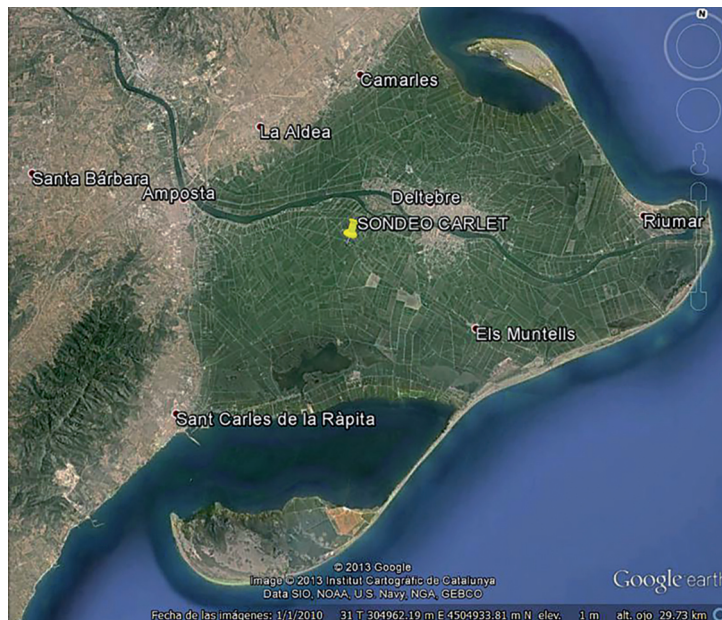


Figura 1. Localización geográfica del sondeo Carlet en el Delta del Ebro.
Figure 1. Geographic location of the Carlet borehole in the Ebro Delta.

El estudio paleoambiental se ha realizado en función de su contenido en foraminíferos bentónicos y está basado fundamentalmente en los datos que, sobre la distribución y condiciones ecológicas de las especies actuales se han obtenido durante los últimos 40 años. Todo esto teniendo en cuenta que la mayor parte de las especies actuales aparecen ya en el Mioceno, y asumiendo que sus características medioambientales no han variado con el tiempo.

En cualquier medio costero, las asociaciones de foraminíferos están constituidas fundamentalmente por un componente indígena o autóctono, formado por las especies que habitan y se reproducen dentro del delta, y por un componente exótico o alóctono transportado dentro del delta desde la plataforma interna marina (Cearreta, 1994).

Es por ello que para el análisis micropaleontológico se procedió en noviembre 2012 a cortar el sondeo en muestras regulares cada 25 cm, las cuales se numeraron de 1 a 57, correspondiendo la muestra 1 a los materiales más jóvenes y la 57 a los materiales más profundos.

Para el análisis de laboratorio, en primer lugar se secaron las muestras en una estufa a una temperatura entre 55 y 60 °C, con el fin de evitar así la rotura de los caparzones más frágiles, y una vez secadas, se pesaron todas las muestras. A



Figura 2. Testigos obtenidos del sondeo Carlet.
Figure 2. Obtained cores from the Carlet borehole.

continuación se introdujeron en agua, para ablandar los materiales, y se procedió a levigarlas. Utilizamos dos tamices de 1 mm y 63 μm de luz de malla. Esto nos permite separar la fracción arenosa, que es la que posee los caparazones de foraminíferos, y calcular el porcentaje de arena con respecto al de limo y gravas. Este último porcentaje es prácticamente inexistente salvo algunas conchas de gasterópodos y restos de materia orgánica vegetal aparecidos en pocas muestras, y que se utilizaron para las dataciones de C-14.

Estas muestras una vez separadas volvieron a ser secadas en la estufa para después concentrar los foraminíferos con tricloroetileno en una campana de gases por el método de flotación en líquidos pesados (Murray, 1991).

Una vez preparadas las muestras se examinaron con la lupa binocular en busca de caparazones de foraminíferos. De cada muestra se han extraído un máximo de 300 caparazones en aquellas donde ha sido posible, sacando la totalidad de su contenido en foraminíferos en aquellas muestras que contenían un número menor. Posteriormente se han clasificado taxonómicamente los caparazones y se ha calculado el porcentaje de cada especie dentro de las asociaciones encontradas, considerando representativas aquellas muestras en las que se han encontrado más de 100 individuos. En total, se han extraído 7604 caparazones, pertenecientes a 45 especies diferentes.

También se han realizado 11 dataciones con C-14 en el laboratorio Beta Analytic Inc. (USA) sobre restos de gasterópodos de las muestras 7, 8, 9, 12, 13, 14, 48 y 49, y sobre restos vegetales de las muestras 16 y 29 y 30. Los resultados obtenidos han sido muy dispares y solo seis muestras nos han proporcionado resultados coherentes, la 8, 12, 13, 16, 30 y 48, que nos permiten delimitar en el tiempo los intervalos ambientales definidos en esta secuencia sedimentaria.

La profundidad de las diferentes muestras aparece expresada, en este trabajo, en relación con la posición topográfica del nivel marino (0 m) en Alicante.



Figura 3. Campana de gases en la que se separaron los caparazones por flotación con líquidos pesados.

Figure 3. Fume chamber for the extraction of the foraminiferal tests using heavy liquids.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar hemos de tener en cuenta que el sondeo no alcanzó la base de la secuencia sedimentaria holocena del delta. Esto unido a que los deltas actuales empezaron a formarse en torno a los 7000 años B.P., cuando el nivel del mar comenzó a estabilizarse tras la gran transgresión marina que comenzó a finales del Pleistoceno como consecuencia del final de la última glaciación (Somoza *et al.*, 1997), nos sugiere inicialmente que los materiales del sondeo deben tener una antigüedad a partir de los 7000 años B.P. Esto viene a concordar con las datación más antigua, que corresponde a la muestra 48 y que nos da una edad de 7390 ± 40 años B.P. De entre todas las dataciones realizadas solo obtuvimos información fiable de las muestras 48, 30, 16, 13, 12 y 8 que nos dan una antigüedad de 7390 ± 40 años B.P, 2980 ± 30 años B.P, 2000 ± 30 años B.P., 1770 ± 30 años B.P.; 1700 ± 30 años B.P y 1560 ± 30 años B.P respectivamente. (Tabla 1).

En función de la presencia, abundancia y dominancia de las distintas especies de foraminíferos encontradas, el sondeo Carlet ha sido dividido en seis intervalos de profundidad (DIs) claramente diferenciados:

- **DI1**, con una posición topográfica entre -16,94 m y -12,35 m, por lo tanto con una potencia de 4,59 m, que incluye desde la muestra 57 a la 39. En ella observamos que el número de individuos es alto, y entre ellos domina claramente la especie *Ammonia tepida* (con una abundancia media del 76,4%) seguida de *Haynesina germanica* (con una abundancia media de 11,5). Los porcentajes de

Muestra	Codigo laboratorio	Profund (cm)	Material	Método	Edad C14 convencional BP	C13/C12 Ratio ‰	Edad 25 cal BP
7	Beta 348511	-49	Conchas	Standard	Beta 348511	- 9,2	4140-4130
8	Beta 348512	-74	Conchas	Standard	Beta 348512	- 9,1	1530-1380
9	Beta 348513	-117	Conchas	Standard	Beta 348513	- 9,6	2300-2240
12	Beta 348514	-183	Conchas	Standard	Beta 348514	- 8,5	1700-1540
13	Beta 348515	-190	Conchas	Standard	Beta 348515	- 8,4	1700-1760
14	Beta 348516	-215	Conchas	Standard	Beta 348516	- 7,5	2720-2460
16	Beta 348517	-378	Madera	Standard	Beta 348517	- 25,5	2000-1880
29	Beta 348518	-1023	Madera	Standard	Beta 348518	- 26,1	- 60 años
30	Beta 354495	-1041	Madera	Standard	Beta 354495	- 26,5	3260-3070
48	Beta 354496	-1473	Conchas	Standard	Beta 354496	- 1,6	7830-7630
49	Beta 354497	-1498	Conchas	Standard	Beta 354497	+ 2,1	1320-1200

Tabla 1. Edades por radiocarbono obtenidas en el sondeo Carlet.

Table 1. Radiocarbon dates obtained from the Carlet borehole.

<p>D11 Intervalo de profundidades: (-16,94 y -12,35 m) Potencia: 4,59 m % arena: 8,2 (0,5- 52,2) Niveles anómalos: muestras 57 y 43 con cerca del 50 % de porcentaje de arena. Nº de especies: 9,84 (4-17) Índice de Fisher: 2,3 (1-5) % alóctonos: 5,4 (0,3-26,3) % aglutinantes: 0,01 (0-1,2) % porcelanaceos: 6,3 (0-23) % hialinos: 84 (77-100) Especies dominantes: <i>A. tepida</i>: 76,4 (29,9-97,3) <i>H. germanica</i>: 11,5 (0,3-24,6)</p>	<p>D12 Intervalo de profundidades: (-12,35 y 8,99 m) Potencia: 3,36 m. % arena: 4,2 (0,5-13,4) En general pocos caparazones de foraminíferos Niveles anómalos: muestras 33 y 34 con presencia de foraminíferos. Nº de especies: 6,9 (1-10) Índice de Fisher: 2,3 (2,1-2,5) % alóctonos: 6,9 (4,8-8,9) % aglutinantes: 0 % porcelanaceos: 5,5 (3,3-7,7) % hialinos: 94,5 (92,3-96,7) Especies dominantes: <i>A. tepida</i>: 60,3 (59,7-61) <i>H. germánica</i>: 29,7 (24-35,4)</p>
<p>D13 Intervalo de profundidades: (-8,99 y -5,94 m) Potencia: 3,05 m % arena: 85,6 (44,9-95,6) Niveles anómalos: muestra 22 con menos del 50% de media de arena. Nº de especies: 16,5 (8-24) Índice de Fisher: 6,3 (5,1-8) % alóctonos: 35,8 (29,4-45,8) % aglutinantes: 0,9 (0-1,6) % porcelanaceos: 34 (17,9-41,3) % hialinos: 65 (57,8-80,7) Especies dominantes: <i>A. tepida</i>: 35,6 (31,5-41,5) <i>H. germanica</i>: 13,5 (11,9-16) <i>Q. seminula</i>: 17,5 (9,5-21)</p>	<p>D14 Intervalo de profundidades: (-5,94 y -2,27 m) Potencia: 3,67 m % arena: 67,4 (28,1-98,2) Niveles anómalos: muestras 21 y 19 con menos del 30% de media de arena. Nº de especies: 4 (0-9) En general hay pocos foraminíferos.</p>
<p>D15 Intervalos de profundidad: (-2,27 y -1,29 m) Potencia: 0,98 m % arena: 3,3 (0,4-10,6) Nº de especies: 1,2 (1-2) Índice de Fisher: 0,06 (0,05-0,1) % alóctonos: 0 % aglutinantes: 1 % porcelanaceos: 0 % hialinos: 99 Especies dominantes: <i>A. tepida</i>: 99 (95-100)</p>	<p>D16 Intervalos de profundidad: (-1,29 y 1,34 m) Potencia: 2,63 m % arena: 8,6 (0,9-16,8) Nº de especies (x): 1,5 (1-3) En general hay pocos foraminíferos.</p>

Tabla 2. Resumen microfaunístico de la secuencia del sondeo Carlet en el Delta del Ebro. Los valores individuales representan las medias y los intervalos están representados entre paréntesis.

Table 2. Microfaunal summary of the Carlet sedimentary sequence in the Ebro Delta. Individual values represent the average and the intervals are indicated in brackets.

arena son bajos, (con una media de 8,2%). Entre los porcentajes de tipos de caparazón, las especies hialinas dominan claramente con un 84%. En general se puede decir que la diversidad de especies es baja (con una media de 9 especies por muestra), manteniéndose también bajo el número de especies alóctonas (con un porcentaje de 5,4%). Esto nos indica un medio de laguna costera con poca profundidad, en la que se dan condiciones muy estresantes para los foraminíferos en cuanto a la baja salinidad, y en la que la comunicación con el exterior estaba muy restringida. A su vez las muestras 54, 53, 49, 47, 43 y 42, muestran una gran cantidad de materia orgánica que nos indica un importante desarrollo de un medio vegetado. En este intervalo ya tenemos la primera datación, que nos arroja una edad de 7398 ± 40 años B.P.

- **DI2**, con una posición topográfica entre -12,35 m y -8,99 m, tiene una potencia de 3,36 m. Abarca desde la muestra 38 hasta la 29, sigue manteniendo un bajo porcentaje de arena, del 4,2% de media. En cuanto al análisis micropaleontológico, apenas encontramos foraminíferos en números estadísticamente representativos, salvo las muestras 34 y 33. Estas dos muestras nos pueden indicar una entrada de agua marina que aporta la salinidad necesaria para el desarrollo de ciertas comunidades de foraminíferos. En estas muestras los porcentajes de hialinos están en un 94,5% y el de especies alóctonas en 6,85%. En las dos muestras con foraminíferos suficientes encontramos nuevamente que las especies dominantes son *A. tepida* con un porcentaje medio del 60,3%, y por *H. germanica* con un porcentaje medio del 29,7%. La presencia de materia orgánica queda registrada en las muestras 32, 31 y 30, pero no en las más antiguas. En cuanto a los niveles de materia orgánica, es en la muestra 30 donde hay un nivel claro de turba que ha podido ser datado y nos arroja una edad de 2980 ± 30 años B.P, más o menos coincidente con otro nivel de turbas que se ha detectado en otro sondeo, en el mismo Delta del Ebro por Arasa (1994). Esto nos indica un desarrollo notable de vegetación en condiciones ambientales dulceacuícolas. Estos niveles de turbas aparecen también en otros sondeos realizados en el delta por So-moza *et al.* (1997). En esos sondeos las turbas pudieron ser datadas entre 6900 ± 100 años BP y 5300 ± 100 años BP. En el último tramo de esta facies, concretamente en la muestra 29, aparecen oogonios de algas charáceas que son un claro indicio de la presencia de agua dulce.

- **DI3**, con una posición topográfica entre -8,99 m y -5,94 m, y con una potencia de 3,05 m que comprende las muestras 28 a 23. En ella estamos ante una facies completamente distinta en la que el porcentaje de arena es muy alto, con un porcentaje medio 85,6%, salvo en la última muestra que está en un 47,7%. Los elevados porcentajes de arena pueden deberse a las distintas cantidades de materiales arenosos transportadas por el mar, debido a la presencia abundante de foraminíferos marinos. En cuanto al análisis micropaleontológico, en este intervalo, aunque las especies hialinas siguen siendo dominantes, en especial *A. tepida* con un porcentaje del 35,6% y *H. germanica*, con un porcentaje del 13,5%, se aprecia un importante aumento en cuanto a los porcentajes de caparazones alóctonos que llegan en algunas muestras a superar el 30%, y de porcelanáceos que llegan hasta el 40% de las especies en algunas muestras. Todos estos datos delatan una cierta comunicación con el mar abierto. La influencia marina sería importante favoreciendo la presencia de alóctonos y el desarrollo de porcelanáceos autóctonos como *Quinqueloculina seminula*, que además nos estaría indicando un medio bien oxigenado y más salobre. Aunque la presencia mayoritaria de *A. tepida* y *H. germanica* todavía nos indica que es un medio fundamentalmente salobre.



Figura 4. Vista general de una laguna de aguas salobres con *Salicornia*.
Figure 4. General view of a brackish-water lagoon with *Salicornia*.



Figura 5. Vista general de una laguna de agua dulce con *Phragmites*.
Figure 5. General view of a fresh-water lagoon with *Phragmites*.

- **DI4**, con una posición topográfica entre -5,94 m y -2,27 m, y una potencia de 3,67 m. Comprende desde las muestras 22 a 15. Al igual que en el intervalo anterior el porcentaje de arena sigue siendo muy alto con un 67,4% de media. Esto nos puede indicar que podríamos estar en un paleocanal de agua dulce, ya que en esta ocasión no encontramos foraminíferos en las muestras, solo unos pocos individuos. Todo ello atribuible a la influencia fluvial y del agua fluvial. En este intervalo poseemos una edad correspondiente a los materiales más modernos del intervalo que datan del 2000 ±30 años BP.

- **DI5**, con una posición topográfica entre -2,27 m y -1,29 m y con una potencia de 0,98 m. Comprende desde las muestras 14 a 10. En este intervalo se vuelve a producir un cambio notable, así nos encontramos con que el porcentaje de arena vuelve a ser muy bajo, media 3,3%, y además volvemos a encontrar foraminíferos en todas las muestras, con una cantidad de individuos muy abundante. Pero en todas ellas solo encontramos una especie, con un porcentaje del 100%, que es *A. tepida*. Este hecho nos indica que es un ambiente muy estresante para los foraminíferos, y que sólo esta especie debido a su tolerancia extrema a las bajas salinidades pudo desarrollarse. Es por ello que parece indicativa de lagunas de agua casi dulce, como así lo indica también la presencia de oogonios de algas charáceas que han aparecido en la muestra 13. Además las dataciones de esta muestra 13, en 1770 ± 30 años B.P. y de la muestra 12 con 1700 ± 30 años B.P., permiten delimitar muy bien el desarrollo de este intervalo en el tiempo.

- **DI6**, con una profundidad de -1,29 m y +1,34 m y una potencia de 2,63 m. Abarca desde las muestras 9 a 1. En este intervalo los porcentajes de arena siguen siendo bajos, del 8,6%, como media. En el análisis micropaleontológico apenas encontramos caparazones. Esto nos sigue indicando que estamos ante un medio palustre de agua dulce como así lo demuestran también la presencia de oogonios de algas alcaráceas en las muestras 1 y 2 y materia vegetal y gasterópodos terrestres. Por otra parte, cronológicamente este intervalo lo podemos situar como desarrollado durante los últimos 1500 años.

En este sondeo se han encontrado las siguientes especies de foraminíferos, que han sido agrupadas atendiendo al tipo de caparazón:



Figura 6. Vista general de plantaciones de arroz en zonas de agua dulce reguladas artificialmente.

Figure 6. General view of rice plantations in artificially regulated fresh-water areas.

Aglutinantes:

Discorinopsis aguayoi (Bermúdez, 1935) = *Discorbis aguayoi*, Bermúdez, 1935
Textularia bocki Hoeglund, 1947

Porcelanáceos:

Adelosina laevigata d'Orbigny, 1826
Adelosina striata d'Orbigny, 1826
Cornuspira involvens (Reuss) = *Operculina involvens* Reuss, 1850
Massilina secans (d'Orbigny) = *Quinqueloculina secans* d'Orbigny, 1826
Miliolinella striata (Montagu) = *Vermiculum striatum* Montagu, 1803
Miliolinella subrotunda (Montagu) = *Vermiculum subrotundum* (Montagu), 1803
Milionella striata (Montagu) = *Verniculum striatum* Montagu, 1803
Quinqueloculina berthelotiana d'Orbigny, 1826
Quinqueloculina bicornis (Walker y Jacob) = *Serpula bicornis* Walker y Jacob, 1798
Quinqueloculina lata Terquem, 1876
Quinqueloculina oblonga (Montagu) = *Vermiculum oblongum* Montagu, 1803
Quinqueloculina quadrata Nörvang, 1945
Quinqueloculina seminula (Linné) = *Serpula seminulum* Linné, 1758
Triloculina bermudezi Acosta, 1940
Triloculina trigonula (Lamarck) = *Miliolites trigonula* Lamarck, 1804

Hialinos

- Asterigerinata mamilla* (Willianson) = *Rotalina mamilla* Willianson, 1858
Aubignyna hamblensis Murray, Whittaker y Alve, 2000
Ammonia tepida (Linné) = *Rotalia tepida* (Linné) var. *tepada* Cushman, 1926
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen y Earland, 1930
Brizalina britannica (Macfadyen) = *Bolivina britannica* Macfadyen, 1942
Bulimina elongata d'Orbigny, 1846
Bulimina gibba Fornasini, 1902
Bulimina marginata d'Orbigny, 1826
Cassidulina carinata (Silvestri) = *Cassidulina laevigata* (d'Orbigni) var. *carinata* Silvestri, 1896
Cibicides lobatulus (Walker y Jacob) = *Nautilus lobatulus* Walker y Jacob, 1798
Criboelphidium excavatum (Terquem) = *Polystomella excavata* Terquem, 1875
Criboelphidium oceanensis (d'Orbigny) = *Polystomella oceanensis* d'Orbigny, 1826
Elphidium crispum (Linné) = *Nautilus crispum* Linné, 1758
Elphidium margaritaceum (Cushman) = *Elphidium advenum* (Cushman) var. *margaritaceum* Cushman, 1930
Fissurina marginata (Montagu) = *Vermiculum marginatum* Montagu, 1803
Gavelinopsis praegeri (Heron-Allen y Earland) = *Discorbina praegeri* Heron-Allen y Earland, 1913
Haynesina depressula (Walker y Jacob) = *Nautilus depressulus* Walker y Jacob, 1798
Haynesina germanica (Ehrenberg) = *Nonionina germanica* Ehrenberg, 1840
Nonion boueanum (d'Orbigny) = *Nonionina boueana* d'Orbigny, 1846
Planorbulina mediterraneanensis d'Orbigny, 1826
Rosalina anomala Terquem, 1875
Rosalina irregularis (Rhumbler) = *Discorbina irregularis* Rhumbler, 1906
Spirillina vivipara Ehrenberg, 1843
Nonionella atlantica (Cushman 1947) = *Florilus atlanticus* Cushman, 1936
Fissurina lucida (Williamson, 1858) = *Entosolenia marginata* var. *lucida* Williamson, 1848
Bolivina variabilis (Williamson, 1858) = *Textularia variabilis* Williamson, 1858
Trochammina inflata (Montagu, 1808) = *Nautilus inflatus* Montagu, 1808
Discorbis sp
Gyroidina sp

6.- CONCLUSIONES

En el sondeo Carlet podemos llegar a la conclusión clara de que todos los intervalos definidos pertenecen a una llanura deltaica, y que por lo tanto, el delta del Ebro posee una antigüedad cercana a la del resto de deltas del mundo, como así lo atestigua la datación de la muestra 48, en 7390 ± 40 B.P, y a una profundidad de 14,73 m. Hemos de tener en cuenta que los cambios en el nivel del mar pueden quedar distorsionados por la tasa de subsidencia, por lo que es necesario un mejor conocimiento de estas tasas para interpretar los posibles cambios en el nivel marino registrados en este sondeo.

Este sondeo ha sido dividido en 6 fases ambientales, en las que la salinidad varió considerablemente. Permitiendo la alternancia de facies, en las que nos encontramos con presencia de aguas salobres, en las que se posibilita la existencia de foraminíferos, con otras de agua dulce en las que no nos encontramos caparazones. Dentro de las aguas salobres también es posible detectar la presencia de facies en las que se ve una mayor comunicación con el exterior marino que queda reflejada en la presencia de foraminíferos alóctonos. También es perceptible la existencia de un posible paleo-canal fluvial, en el intervalo DI 4, por la presencia de un alto porcentaje de arena. El abandono de estos canales deltaicos hasta hace poco se pensaba que respondía a procesos aleatorios, pero actualmente se atribuye a cambios climáticos y fluctuaciones en el nivel del mar (Lowrie y Hamiter, 1995).

Por otro lado en el intervalo DI 2 encontramos algunos niveles con gran concentración de materia orgánica e incluso un nivel de turba. Estos niveles turbosos se han detectado en otros sondeos realizados en el delta del Ebro (Somoza *et al.*, 1997), y en otros deltas del Mediterráneo (Di Bella, 2013). En el estudio del delta del Ebro se consiguieron datar con éxito estas turbas y arrojaron una edad comprendida entre los 6900 ± 100 años BP, y los 5300 ± 100 años BP. Según este estudio, la formación de estos niveles de turba responde a los diferentes pulsos que se han producido en el ascenso del nivel del mar. Ini-

cialmente la subida del nivel del mar provoca el ascenso de los niveles de aguas subterráneas salobres, con el consiguiente arrastre de nutrientes que favorecen el crecimiento vegetal, y posteriormente el estancamiento del nivel del mar favorece la permanencia y entrada de agua dulce en esos ecosistemas.

Por último, es destacable también el no haber encontrado foraminíferos plantónicos, esto nos sugiere que la influencia de las aguas profundas ha sido nula o prácticamente nula. Ya que, estos solo los encontramos en aguas con profundidades superiores a los 50 metros. A diferencia de los foraminíferos bentónicos que los encontramos en todas las aguas marinas.

7.- AGRADECIMIENTOS

Los testigos sedimentarios del sondeo Carlet fueron amablemente cedidos para su estudio por el Dr. Carles Ibañez (IRTA, Sant Carles de la Ràpita, Tarragona) y su análisis ha sido financiado gracias al proyecto Harea-Geología litoral del Grupo Consolidado del Gobierno Vasco (IT365-10 e IT767/13)

7.- BIBLIOGRAFÍA

- ALVE, E.
1995 Benthic foraminiferal response to estuarine pollution. *Journal of Foraminiferal Research*, 25: 190-203.
- ARASA, A.
1994 *Estratigrafia i sedimentologia dels materials Plio-Quaternaris del Baix-Ebre i sectors adjacents*. Memoria de tesis doctoral, Universidad de Barcelona. Barcelona.
- CEARRETA, A.
1986 *Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Rias of Santoña and San Vicente de la Barquera*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad de Exeter. (UK).
1994 Análisis micropaleontológico e interpretación paleoecológica del relleno sedimentario Holoceno en el estuario del Bidasoa. (Golfo de Bizkaia). *Geobios*, 27: 271-283.
- CEARRETA, A., IRABIEN, M.J., LEORRI, E., YUSTA, I., QUINTANILLA, A. y ZABALETA, A.
2002 Environmental transformation of the Bilbao estuary, Northern Spain. Geochemical and microfaunal evidence. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 50: 571-592.
- DEBENAY, J.P.
1987 Les ecosystemes paraliques du Senegal. Description, repartition du peuplement de foraminifères benthiques. *Revue du Paléobiologie*, 6: 229-255.
- DI BELLA, L., PIERO BELLOTI, P. y MILLI, S.
2013 The role of foraminifera as indicators of the Late Pleistocene-Holocene paleoclimatic fluctuations on the deltaic environment: The example of Tiber delta succession, Tyrrhenian margin, Italy. *Quaternary International*, 303: 191-209.
- FISHER, R.A., GORBETT, A.S. y WILLIAMS, C.B.
1943 The relationship between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12: 42-58.
- GREINER, G.O.G.
1974 Environmental factors controlling the distribution of recent benthonic foraminifera. *Breviora*, 420: 1-35.
- HAYEK, L.L. y BUZAS, M.A.
1997 *Surveying natural populations*. Columbia University Press. New York.
- IBAÑEZ, C., CANICIO, A., DAY, J.W. y CURCO, A.
1997 Morphologic development, relative sea level rise and sustainable management of water and sediment in the Ebre Delta, Spain. *Journal of Coastal Conservation*, 3: 191-202.

LOWRIE, A. y HAMITER, R.

- 1995 Fifth and sixth order eustatic events during Holocene, fourth order highstand influencing Mississippi delta-lobe switching. En: Finkl, C.W Jr (Ed). *Holocene Cycles: Climate, Sea levels and sedimentation. Journal of Coastal Research*, 17: 225-229.

MURRAY, J.W.

- 1991 *Ecology and Palaeology of Benthic Foraminifera*. Longman. Harlow.
1997 Living foraminiferids of tidal marshes: a review. *Journal of Foraminiferal Research*, 1: 153-161.

RAVENTÓS, J.S.

- 1997 El sistema sedimentario del delta del Ebro. *Revista de obras públicas/Septiembre de 1997*: 15-22.

RIBA I ARDERIU, O. y SERRA I RAVENTÓS, J.

- 1999 *El delta de l'Ebre, una àrea geològica amenaçada*. S.O.S. Delta del Ebro. Barcelona.

ROSSI, V. y VAIANI, S.C.

- 2008 Benthic foraminiferal evidence of sediment supply changes and fluvial drainage reorganization in Holocene deposits of the Po Delta, Italy. *Marine Micropaleontology*, 69: 106-118.

ROVIRA, A. y IBAÑEZ, C.

- 2007 Sediment Management Options for the Lower Ebro River and its Delta. *Journal of Soils and Sediments*, 7: 285-295.

SCHNITKER, D.

- 1969 Distribution of foraminifera on a portion of the continental shelf of the Golfe de Gascogne (Gulf of Biscay). *Bulletin Centre Recherches de Pau SNPA*, 3; 33-64.

SOMOZA, L., BARNOLAS, A., ARASA, A., MAESTRO, A., REES, J.G. y HERNANDEZ-MOLINA, F.J.

- 1997 Architectural stacking patterns of the Ebro delta controlled by Holocene high-frequency eustatic fluctuations, delta-lobe switching and subsidence processes. *Sedimentary Geology*, 117: 11-32.

TENA, A. y BATALLA, R.S.

- 2013 The sediment Budget of a large River regulated by dams. (The lower River Ebro, N.E Spain). *Journal of Soils and Sediments*, 13: 966-980.

8.- ANEXOS

Anexo a	Profundi. Topogra Peso en : % aren no recogido en core: 0-89 cm	% ESPECIES DE FORAMINIFEROS BENTONICOS																			
		Gyrol Disco Q.que S.vivi T. bo. C. Inv.A. Iae.A. str.M. se M. su.M. str.T. tri. T. ber.Q. se.Q. lat.Q. ob.Q. bic.C. cal.Q.ber.G. pr.A. me.C. ol.R. lrr.R. an.P. me.B. gite																			
Cariet #1	99	134	67.3	15.5																	
Cariet #2	124	109	71.7	4.5																	
Cariet #3	149	84	102.9	13.7																	
Cariet #4	202	31	83.2	11.8																	
Cariet #5	232	1	63.0	8.2																	
Cariet #6	257	-24	65.3	16.8																	
Cariet #7	282	-49	67.8	4.0																	
Cariet #8	307	-74	68.2	0.9																	
Cariet #9	350	-117	66.5	2.0																	
Cariet #10	375	-142	87.2	0.4																	
Cariet #11	400	-167	90.4	0.4																	
Cariet #12	416	-183	90.3	0.7																	
Cariet #13	423	-190	105.0	4.2																	
Cariet #14	448	-215	72.5	10.6																	
Cariet #15	473	-240	82.3	78.2	*																
Cariet #16	611	-378	51.8	85.0																	
Cariet #17	635	-402	58.0	98.2																	
Cariet #18	677	-444	83.4	87.6																	
Cariet #19	702	-469	85.1	28.6																	
Cariet #20	727	-494	67.7	88.3	*																
Cariet #21	752	-519	87.7	28.1																	
Cariet #22	777	-544	91.3	44.9	*																
Cariet #23	873	-640	44.0	47.7		1.4	2	1.4													
Cariet #24	898	-665	53.5	91.2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cariet #25	923	-690	83.4	94.8	0.7	6.3	0.7	2.8	0.7	2.8	5.6	19.6	2.8	4.9	3.5	4.9					
Cariet #26	948	-715	77.8	95.6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cariet #27	1087	-854	70.9	92.0	0.8	1.9	1.2	0.6	0.8	7	3.9	21	3.9	0.6	0.6	0.6					
Cariet #28	1106	-873	78.3	92.3	0.6	0.6	0.8	1.9	1.2	0.6	11.9	20	0.6								
Cariet #29	1256	-1023	81.9	5.0																	
Cariet #30	1274	-1041	54.6	13.4																	
Cariet #31	1299	-1066	73.3	4.0																	
Cariet #32	1324	-1091	71.7	10.0																	
Cariet #33	1349	-1116	68.5	2.8																	
Cariet #34	1368	-1135	61.6	0.4																	
Cariet #35	1393	-1160	56.5	2.3																	
Cariet #36	1418	-1185	60.6	1.8																	
Cariet #37	1431	-1198	51.1	1.6																	
Cariet #38	1456	-1223	64.8	0.5																	
Cariet #39	1480	-1247	44.9	6.2																	
Cariet #40	1492	-1259	90.4	1.2																	
Cariet #41	1517	-1284	80.9	0.5																	
Cariet #42	1542	-1309	62.8	3.0																	
Cariet #43	1567	-1334	60.1	52.2																	
Cariet #44	1592	-1359	65.8	8.7																	
Cariet #45	1638	-1405	57.2	2.3																	
Cariet #46	1663	-1430	54.0	1.7																	
Cariet #47	1688	-1455	58.4	8.2																	
Cariet #48	1706	-1473	55.5	0.8																	
Cariet #49	1731	-1498	51.5	2.0																	
Cariet #50	1756	-1523	52.8	3.3																	
Cariet #51	1781	-1548	52.0	1.1																	
Cariet #52	1803	-1570	55.3	2.5																	
Cariet #53	1828	-1595	70.6	2.7																	
Cariet #54	1853	-1620	67.0	2.0																	
Cariet #55	1878	-1645	58.9	3.7																	
Cariet #56	1903	-1670	61.6	6.3																	
Cariet #57	1923	-1690	77.5	47.3																	

profundidad total perforada: 1927 cm

Anexo b

PARAMETROS																													
B. m̄	T. m̄	T. m̄	B. eloi	B. bti	B. ps.	B. va.	N. bol.	F. luc	F. ma	D. aql	E. m̄	E. cri	C. ex	C. oc	N. at	A. hu	A. tef	H. de	H. ge	%No.	%Indiv	%a	%c	%No.	%ES	%Aglu	%Porc	%Hallm	
*	*	*																		9	-	3	-	-	-	-	-	*	*
																				4	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				44	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				5	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				2	-	2	-	*	-	-	-	*	*
		*																		12	-	2	-	-	-	-	-	*	*
																				19	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				36	-	2	-	*	-	-	-	*	*
																				2	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				313	-	1	-	0,0	0,0	100	-	*	*
																				316	-	1	-	0,0	0,0	100	-	*	*
																				189	-	1	-	0,0	0,0	100	-	*	*
																				220	-	1	-	0,0	0,0	100	-	*	*
																				316	-	2	-	5	0,0	95	-	*	*
																				9	*	3	-	*	-	-	-	*	*
																				2	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				4	-	2	-	-	-	-	-	*	*
																				3	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				12	*	6	-	-	-	-	-	*	*
																				31	*	9	*	*	*	*	*	*	*
																				0	-	0	-	-	-	-	-	*	*
																				60	*	10	-	-	-	-	-	*	*
																				294	29,4	24	1,4	17,9	80,7	-	*	*	
																				40	*	12	*	*	*	*	*	*	*
																				143	36,4	16	0,7	41,3	58	-	*	*	
																				16	*	8	-	*	*	*	*	*	*
																				128	45,8	21	1,6	40,6	57,8	-	*	*	
																				160	31,6	18	0,0	36,2	63,8	-	*	*	
																				6	-	1	-	-	-	-	-	*	*
																				96	*	15	-	-	-	-	-	*	*
																				19	*	5	-	-	-	-	-	*	*
																				21	*	8	-	-	-	-	-	*	*
																				154	8,9	10	0,0	7,7	92,3	-	*	*	
																				325	4,8	9	0,0	3,3	96,7	-	*	*	
																				8	*	4	*	*	*	*	*	*	*
																				80	*	10	*	*	*	*	*	*	*
																				52	*	5	-	-	-	-	-	*	*
																				5	-	2	-	-	-	-	-	*	*
	0,6																			175	16,7	16	0,0	14,3	85,7	-	*	*	
		0,3																		331	3,3	12	0,0	9,7	90,3	-	*	*	
	7,3																			137	26,3	17	0,0	22,6	77,4	-	*	*	
	0,7																			116	1,4	5	0,0	0,0	100	-	*	*	
	0,3																			337	8,1	16	0,6	5,4	94	-	*	*	
																				153	0,63	5	0,0	1,9	98,1	-	*	*	
																				300	3,9	10	0,0	5,3	94,7	-	*	*	
																				345	5,53	9	1,2	12,5	83,6	-	*	*	
																				303	5,6	13	0,0	5,3	94,7	-	*	*	
																				319	0,3	5	0,0	0,9	99,1	-	*	*	
																				284	2,1	9	0,0	4,6	95,4	-	*	*	
																				125	1,6	5	0,0	4,8	95,2	-	*	*	
																				145	4,14	11	0,0	8,3	91,7	-	*	*	
																				161	8,1	14	0,0	13	87	-	*	*	
																				341	2,1	6	0,0	0,9	99,1	-	*	*	
																				114	2,61	7	0,0	4,4	95,6	-	*	*	
																				84	0,6	6,6	0,9	4,7	94,4	-	*	*	
	0,6																			337	1,5	9	0,0	1,3	98,7	-	*	*	
																				109	1,83	4	0,0	0,0	100	-	*	*	
																				7605									

Anexo a y b. Resultados completos del análisis micropaleontológico de las muestras estudiadas en este trabajo incluyendo la abundancia relativa de cada especie y distintos parámetros micropaleontológicos. En color rojo aparecen expresadas las abundancias superiores al 10%. El asterisco representa la presencia de la especie en una asociación que contiene <100 caparazones.

Anexo a & b. Complete results of the micropaleontological analysis of samples studied in this work including the relative abundance of each species and different micropaleontological parameters. In red, relative abundances above 10%. The asterisk represents the presence of the species in an assemblage containing less than 100 tests.

Modelización y distribución espacial de los fenómenos megalíticos en el sector septentrional de Navarra – zona oriental de gipuzkoa

Creation models and spacial distribution of the megalithic constructions of the northern Navarra- eastern Gipuzkoa sectors

PALABRAS CLAVES: Monumento megalítico, Modelización, SIG, Distribución territorial, Pirineo occidental, Neolítico, Edad del Hierro.
KEY WORDS: Megalithic monument, Creation models, GIS, Territorial arrangement, Western Pyrenees, Neolithic, Iron age.

Lartaun PEREZ⁽¹⁾

RESUMEN

En este trabajo hemos efectuado la modelización y distribución espacial de los fenómenos megalíticos de la zona septentrional de Navarra y del sector oriental de Gipuzkoa. Para realizar los diversos análisis espaciales, hemos utilizado un sistema de información geográfica mediante el cual hemos elaborado el Modelo Digital de Elevaciones, así como los mapas de Pendientes, Orientaciones y Cuencas Visuales. Los resultados obtenidos: número de monumentos, distribución, conjuntos monumentales, relación de los megalitos con el entorno (altimetría, cuenca visual, pendientes...) y usos recientes, nos han permitido obtener las siguientes conclusiones: 1) Los monumentos funerarios se distribuyen en grupos o se disponen alineados en los cordales, 2) la elección de la ubicación y las distancias entre los monumentos son bastante constantes, 3) no hemos podido confirmar la distribución aleatoria o planificada de los monumentos.

ABSTRACT

This essay describes the modelling and territorial arrangement of the megalithic constructions of the northern area of Navarra and eastern Guipuzcoa. We have used a geographic information system to analyse the constructions and find conclusions. [digital model of elevations (using the TIN algorithm), aspect map, slope map, and analysis of visual catchment area]. The results show the number of monuments and the distribution, monumental groups, the relation between dolmens and the surroundings (altimetry, visual catchment areas, slopes...) and recent uses. We can conclude: 1) The distribution in groups or alignment of the monuments, 2) the frequency shown in the election of the locations and the distance between the structures, 3) we can't confirm if the distribution of the monuments is at random or planned.

1.- INTRODUCCIÓN

Desde que en tiempos prehistóricos el ser humano alcanzó una organización social más compleja, pasó de utilizar simples cuevas para enterrar a sus difuntos a construir verdaderos monumentos a lo largo y ancho del paisaje.

La variedad de lugares, en los cuales se puede observar este tipo de construcción es tan amplia en Europa occidental, que en este trabajo nos vamos a centrar en los monumentos megalíticos que se ubican en las comarcas del Baztan y de Arano-Goizueta (zona septentrional de Navarra) y en su prolongación en la parte oriental de Gipuzkoa.



Figura 1. Localización geográfica del sondeo Carlet en el Delta del Ebro.
Figure 1. Geographic location of the Carlet borehole in the Ebro Delta.

⁽¹⁾DIRECTORES: José Miguel Edeso. Departamento de Ingeniería Minera y Metalúrgica y Ciencias de los Materiales. Escuela Universitaria de Ingeniería. UPV/EHU y José Antonio Mujika. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Facultad de Letras. UPV/EHU.

Estas zonas son muy montañosas, con valles abruptos recorridos por cursos encajados de caudal impetuoso: este es el caso de los ríos Bidasoa y de sus afluentes (en especial el Baztan), del Urumea y del Leizaran. Las principales alineaciones montañosas que articulan estos espacios están constituidas por los relieves y estribaciones del monte Autza (1.306 m), Gartzaga (1.296 m) y Saioa (1.459 m), todos ellos situados en la zona del Baztan, mientras que en el entorno de Arano-Goizueta y su prolongación guipuzcoana, destacamos las alineaciones de Eguzkiko muinoa (1.086 m), Urepel (1.056 m) y Mandoegi (1.045 m).

El espacio investigado se inscribe sobre los macizos paleozoicos de Cinco Villas y Quinto Real, una zona geológicamente muy compleja, que ha sido afectada por diversas fases de plegamiento. El primero está constituido por la denominada sucesión esquistosa de Cinco Villas (Campos, 1979), que se define como una alternancia de lutitas esquistosas y areniscas (grauvacas) con intercalaciones de conglomerados y calizas. Alrededor del macizo se disponen una serie de crestas y crestones areniscosos y/o conglomeráticos que han sido modelados por la erosión a expensas de los materiales triásicos.

El macizo de Quinto Real presenta características similares. También en este caso los materiales paleozoicos (Devónico-Carbonífero) están constituidos por pizarras y areniscas (margas y calizas lenticulares en la base) del Frasnense (Devónico superior), y por grauvacas y conglomerados (formación Olazar) del Carbonífero (Wetsfaliense). Contorneando el macizo (sobre todo por su parte occidental) se disponen los materiales Permotriásicos y Triásicos. Litológicamente encontramos conglomerados de cuarcita (cemento silíceo y matriz micáceo arcillosa), areniscas, basaltos espilíticos y arcillas. Todo el conjunto presenta una típica tonalidad rojiza que denota su deposición bajo condiciones semiáridas. También en este caso, estos materiales configuran un típico relieve monoclinal del tipo cuesta/cresta.

Como es bien sabido, la mayoría de monumentos megalíticos son construcciones funerarias, como se deduce de los restos óseos humanos o de sus ajuares. Muy a menudo, por diversos motivos, principalmente de conservación, los esqueletos no se han preservado, pero por la similitud tipológica de las estructuras, se supone que fueron lugares de enterramiento.

En el área de estudio las estructuras tipológicas funerarias que encontramos son muy variadas; dólmenes de diferente tipología (simples y de losa perforada), cistas, crómlech y crómlech tumulares. También hallamos túmulos y campos tumulares, estructuras a veces insuficientemente definidas sin una intervención arqueológica, pero sobre las que volveremos más tarde. Por último los menhires son diferentes monumentos megalíticos que salpican el territorio, pero su distribución varía por cuestiones que trataremos de conocer.

Debemos hacer hincapié en la antigua dicotomía historiográfica del paisaje de Navarra según los restos arqueológicos, ya que en su zona húmeda -al igual que en Gipuzkoa...-, hasta hace pocos años no se han descubierto yacimientos de habitación (poblados fortificados o campamentos al aire libre) dando lugar a diversas cuestiones que hoy podemos comenzar a aclarar. Por el contrario, en la zona meridional hallamos pueblos y necrópolis de la Edad del Hierro, estando los dos tipos de yacimientos relacionados. Esto facilita el estudio de la interacción de los monumentos funerarios y las estructuras de habitación. (Andreu *et al*, 2009).

Hace unas décadas, Renfrew A. C. propuso la hipótesis de que estas estructuras además de monumentos funerarios, podrían tratarse de hitos con vistas a la ordenación del territorio. Efectivamente, se constata que al menos en fechas históricas muchas de las estructuras megalíticas, tras perder su función primaria se transformaron en hitos de demarcación en Galicia (Martión, 2001) y en las Comunidades Autónomas del País Vasco y Navarra (Agirre *et al*, 2010).

Esta hipótesis tiene lógica debido a que el ser humano tiende a delimitar o señalar su territorio de un modo u otro. En un inicio quizás fueran accidentes naturales (cascadas, peñas, ríos...), pero con el tiempo fueron añadiéndose señales más simbólicas, o bien se recurrió a la reutilización de construcciones más antiguas, o a las propias del momento. Se puede suponer que esta costumbre viene de antiguo, lo único que con el devenir de los siglos las estructuras, símbolos... cambiaron o se olvidaron. Las formas de demarcación que nos han llegado son más recientes, pero no se puede descartar que las actualmente vigentes estén relacionadas con las antiguas, o que éstas sean resultado de formas más antiguas de amojonar un territorio. Por otro lado, las diversas tipologías halladas en la zona de estudio se encuentran en sierras y son producto de su historia, testimonio de las sociedades que la han poblado, de los cambios socioculturales, ideológicos e inmateriales y de las variantes constructivas de los habitantes que las erigieron.

Con la utilización de un sistema de información geográfica hemos implementado la información pertinente, elaborando a partir de ella el modelo digital de elevaciones (algoritmo TIN), así como diversos documentos cartográficos en los que se plasma la localización de los fenómenos estudiados. El análisis del modelo nos ha permitido obtener diversa cartografía derivada, entre la que podemos destacar el mapa de pendientes, el de orientaciones y el análisis de cuencas visuales.

2.- MATERIALES

La determinación de los parámetros estadísticos y espaciales que caracterizan cada uno de los monumentos megalíticos estudiados, se ha efectuado a partir de la información (y posterior modelización) proporcionada por la base de datos del inventario de monumentos megalíticos de Navarra (Millán *et al.*, 2005), y la actualización de ésta (Hillarriak, 2006-10), la carta arqueológica de Gipuzkoa (Altuna *et al.*, 1991) y la base de datos actualizada del Departamento de Cultura de la Diputación foral de Gipuzkoa. La modelización se ha realizado a partir de la cartografía topográfica, creada por las distintas administraciones (elaboración del modelo digital de elevaciones).

En este territorio conviven estructuras de diferentes tipologías y cronologías que clasificamos y organizamos de la siguiente manera.

2.1. Dolmen: Monumento megalítico construido durante el Neolítico medio/final o Calcolítico, y reutilizado hasta el Bronce final. Su tipología arquitectónica es muy variada en Europa occidental, apareciendo los siguientes tipos en la zona de estudio:

a) Dolmen simple: Monumento de una cantidad variable de ortostatos, y otros de cubierta sobre ellos delimitando de este modo una cámara. Suele estar cubierto de un túmulo y en ocasiones lo rodea un peristalito.

b) Sepulcro de corredor: Estructura similar a la anterior –aunque de dimensiones mayores-, pero en esta ocasión hallamos un corredor frente a la cámara; se pueden llegar a distinguir variantes en función de la técnica constructiva (mediante ortostatos o paramento), forma de la cámara (circular, rectangular, etc.), dimensiones, presencia de losa de cierre, etc. La cámara y el corredor se cubren con un túmulo de piedras.

c) Sepulcro de galería: Construcción semejante a la anterior, pero en este caso la diferenciación de la cámara y el corredor es nula en anchura y se distinguen, a veces, gracias a una losa transversal. Ésta es menor que las demás, dejando un hueco en la parte superior y/o a un lado, o puede estar perforada (Bardaxilo –Baztan-). La estructura está cubierta por un túmulo.

En la zona de estudio, así como en todo el contexto del Pirineo occidental, la mayoría son dólmenes simples, y excepcionalmente podemos hallar cistas, o incluso sepulcros de galería. Estos monumentos de inhumación colectiva se distribuyen de forma aislada (ocasionalmente en parejas) por las distintas sierras.

2.2. Cista: En opinión de algunos autores, los dólmenes del Pirineo occidental se tratarían de cistas, ya que las dimensiones de sus ortostatos no son megalíticas. Sin embargo, en este trabajo, mantenemos la denominación dolmen para dichas estructuras, siguiendo la tradición investigadora del último siglo, y denominaremos cistas o cofres de tradición megalítica funeraria, a las estructuras de dimensiones más discretas que se construyen durante la Edad de Bronce y que acogen a un número reducido de inhumados (Bagargi, Atxurbi, Aitxu... entre los excavados las últimas décadas -Ebrard, 2003; Mujika, 2009; Mujika, Edeso, 2011-). Sin embargo, en los últimos años se han descubierto cistas que se han atribuido a la Edad del Hierro, aunque su asignación cronológica se ha realizado sin una intervención arqueológica previa [Argintzu, Eihartzako Lepoa -Baztan- (Martínez, 2007)].

2.3. Crómlech o círculos pirenaicos o baratzak: Monumento megalítico construido durante la edad del Bronce final y la edad del Hierro, formado por un círculo de un diámetro que oscila entre 3 y 7 m. definido por testigos de diferentes tamaños colocados verticalmente. Casos excepcionales son los crómlechs que contienen peristalito [Deskargako Lepoa –Goizueta- (Txintxurreta, 2006)], cista [Gorramendiko Egia -Baztan- (Txintxurreta, 2006)] y los formados por dos círculos o doble peristalito [Arriurdigain ipar –Arano- (Martínez, 2007)].

Una variante de ésta son los crómlechs tumulares que en su centro pueden contener una cista (rectangular, cuadrangular, en forma circular, en forma de U), una vasija, un amontonamiento de piedras, una

cubeta excavada en la roca o una losa de cubrición, para depositar las cenizas. Éstos por lo general son más grandes que los crómlechs simples (Peñalver, 2008c).

Tradicionalmente se ha creído que su distribución era muy reducida, ubicándose solo al este del río Leizaran, llegando hasta Baqueira Beret (proximidades de Andorra) como punto más oriental. Sin embargo, los trabajos de campo efectuados en la Sierra de Aralar en 2012 y 2013, permiten ampliar a otras áreas su localización, aunque ésta no puede concretarse por el momento.

Estos monumentos se construyeron, al parecer, para incineraciones individuales. Los círculos pirenaicos pocas veces se encuentran en solitario, formando por lo general conjuntos de varios ejemplares, que excepcionalmente llegan a tener hasta 26 estructuras. Se distribuyen en cotas elevadas de las sierras, disponiéndose en diferentes lugares del paisaje (collados, lomas, llanos, laderas...) (Peñalver, 2005b).

2.4. Túmulos: Bajo esta denominación se incluyen construcciones o restos de diferente tipología (fondos de cabaña, morcueros, monumentos funerarios...) y cronología, que sólo pueden ser conocidas tras una intervención arqueológica. En este trabajo nos centraremos en los de carácter funerario, que han sido clasificados como túmulos por considerar que se trata de dólmenes o cistas [Erroizpeko Lepoa –Leizata- (Txintxurreta, 2007)] cuya cámara ha desaparecido o no es visible en la actualidad (Vegas, 1985). Su emplazamiento y distribución coincide con las descritas anteriormente.

Estas estructuras comúnmente las encontramos en solitario, aunque es posible hallarlas junto a otros monumentos (dolmen, crómlech, cista), o con otros túmulos, en este último caso nos referimos a ellas, con el término de campo tumular, aunque probablemente no son de carácter funerario.

2.5. Menhir: Monumento megalítico compuesto de un único ortostato, que en ocasiones tiende a tener forma antropomorfa o rectangular (Cabodevilla *et al*, 2006). Se encuentran en altitudes muy variadas, relacionándose con otros tipos de monumentos (dolmen, túmulo o crómlech). A veces, junto a su base, encontramos carbones, que relacionamos con acciones humanas (hogueras) o incendios naturales. Suponemos, que como los actuales hitos que ordenan el territorio, son elementos indicadores que señalan la pertenencia de una zona a un grupo humano concreto. Se localizan comúnmente en solitario, y excepcionalmente aparecen en parejas [Zaharreta -Baztan- (Martínez, 2007)].

Estudios recientes ejecutados por Delibes (2007) en el Túmulo de la Cuesta del Molino (Burgos), que tiene en su centro un menhir y que contenía restos humanos, indican que posiblemente los menhires fueron construidos antes que las estructuras dólmenicas, pero se necesitan más datos para confirmar esta hipótesis. Estos monolitos no tendrían funcionalidad funeraria, aunque hay excepciones.

3.- METODOLOGÍA Y OBJETIVOS

Mediante este trabajo, profundizamos en la localización geoespacial de los monumentos megalíticos, en su tipología, dimensiones y cronología con el fin de aproximarnos a estos objetivos:

- 1- Analizar la distribución de los diferentes monumentos megalíticos.
- 2- Conocer si su emplazamiento o ubicación es aleatorio o planificado.
- 3- Estudiar la relación que tienen con el paisaje que les rodea: cuenca visual, relación con el entorno (fondo del valle, cotas máximas...) y características de éste (pendientes, presencia de puntos de agua).
- 4- Interacción entre monumentos (distancia y factores de relación).
- 5- Intentar determinar si tuvieron algún otro uso hipotético (como mojón o cualquier otro), además del de funerario.

Los datos originales se obtienen de las páginas IDNA e IDE: Hojas 65 (8, 12, 15), 66 (5, 6, 9, 10, 13, 14), 90 (3, 4, 7, 8, 12) y 91 (1, 2, 5, 9) para el territorio del Baztan, hojas 64 (12, 16), 65 (9, 13), 89 (4, 8, 12) y 90 (1, 5) para las comarcas de Arano-Goizueta, y 64 (11, 15) y 89 (3, 7) para la parte guipuzcoana.

La modelización e implementación de la base de datos cartográfica se ha efectuado mediante la utilización de un programa de diseño asistido (preparación y corrección de errores) y de un sistema de información geográfica.

La generación del modelo de elevaciones se ha realizado a partir de la interpolación, mediante el algoritmo TIN (generación de triángulos irregulares, a partir de las, cotas y curvas de nivel, más puntos crí-

ticos de ruptura presentes en la cartografía). La modelización de la superficie se ha realizado utilizando una teselización de 5 m. Una vez elaborado el modelo de elevaciones se ha obtenido el mapa de pendientes (%) y el mapa de orientaciones (grados), así como el/los de cuencas visuales. La determinación de la distancia entre megalitos, se ha hecho a partir de las coordenadas X e Y de los monumentos, aplicando para ello el teorema de Pitágoras.

4.- SÍNTESIS Y DISCUSIÓN

Los datos que hemos analizado nos han permitido obtener las siguientes conclusiones que presentamos a continuación.

Los dólmenes y los crómlechs son los monumentos más abundantes en los territorios de estudio superando fácilmente la cantidad de 100 estructuras cada uno, 176 dólmenes y 140 crómlechs.

La distribución de estos tipos de monumentos funerarios no es ni homogénea ni equilibrada. Dónde la cantidad de dólmenes es mayoritaria, la de crómlech es muy reducida o nula, pasando lo mismo a la inversa. Como consecuencia, en algunos casos, estos dos tipos de monumentos no se encuentran en un mismo espacio (*Figuras anexas 1 y 2*). Así sólo encontramos crómlech en los montes Autza (con 3 ejemplares), Otsondo (con 17) y Mandoegi (con 13 crómlechs), mientras que en la zona de Bertizarana (con 5 dólmenes) y Eguzkiko Muinoa (con 5 ejemplares) sucede lo contrario.

En estas zonas se repite lo señalado en el este de Gipuzkoa (Edeso *et al*, 2012), por lo que parece confirmarse que aquellos cordales de montaña con presencia exclusiva de crómlech fueron ocupados en época más tardía.

Los túmulos aparecen en una menor cantidad; un total de 81 en la zona de estudio, pero al no estar excavados, no podemos asegurar si son vestigios de un dolmen o de un crómlech tumular. Sus ubicaciones son muy variadas, así como su relación con otros tipos de megalitos (*Figuras anexas 3 y 4*). En Biuztain -Leiza- tenemos 1 dolmen y 1 túmulo; entre los crómlechs de Larrakagaina y el de Aizalegi, siguiendo la línea del cordal, tenemos el túmulo de Aizalegi (túmulo) –Baztan- etc. Esto nos lleva a proponer que estos túmulos sí que podrían ser monumentos funerarios.

La cantidad y distribución de los menhires varía según la zona; así en el cordal Adarra-Mandoegi aparecen 3 menhires, uno en la zona guipuzcoana –Usobelartza- y dos en la Navarra –Iruso 2 y Mendibil-. Por el contrario, en los montes situados en la comarca de Baztan (Legate, Alkurruntz, Autza, Abartan...) son muy abundantes, un total de 66 (*Figuras anexas 3 y 4*), y hallamos menhires que se sitúan uno al lado del otro (Zaharreta, mencionado en materiales) e incluso hemos comprobado que tres aparecen agrupados –Betarte I ipar, II hego y III ipar-. (*Figuras anexas 5 y 6*).

Son 8 las cistas contabilizadas en todo el territorio de estudio: 3 en la sierra de Legate-Alkurruntz, otras 3 en las de Abartan-Saioa y 2 en Adarra-Mandoegi (Gipuzkoa). Su escaso número, y el que no hayan sido excavadas (ni tampoco arquitecturas funerarias próximas) limita las posibilidades de proponer hipótesis sobre ellas. Estos monumentos los encontramos junto a dólmenes: Artola 2 y Ezkitz en Legate-Alkurruntz; en solitario: Muntto y Onyi en Adarra-Mandoegi, y Eihartzako lepoa y Argintzu en Abartan-Saioa; y junto a un menhir –Artxubieta- en Legate-Alkurruntz. Por el contrario, encontramos la cista de Argintzuko lepoa rodeada de diferentes monumentos megalíticos, tres crómlech –Argintzuko lepoa ipar, A. I. hego y A. I. ekialde-, dos menhires – A. I. I ipar y A. I. II hego- y un túmulo – Argintzuko lepoa I-. (*Tabla anexa I*).

En el estudio, se han examinado cordales o tramos de sierra, que contienen distintos tipos de agrupaciones, unas veces de dólmenes o de crómlech, o combinaciones de los diferentes monumentos megalíticos, entre la que destacamos la de Alba-Kinto (Argintzuko lepoa, explicado anteriormente). Proponemos que estas diversas modalidades de asociación representan un uso recurrente de la zona, en distintas épocas según el caso, y por tanto un reflejo muy parcial de la historia de las primeras poblaciones productoras de la zona. (*Figuras anexas 7 y 8*).

Como señalamos anteriormente, también encontramos agrupaciones del mismo tipo de arquitectura funeraria, aunque el número de elementos varía: 5 dólmenes en Eguzkiko muinoa -Iruso I, II, III, IV y Karakoleta- los cuales se disponen de forma dispersa por los cordales, por ejemplo los de Iruso están en un radio de 200,56 m (*Figuras anexas 9 y 10*). En Bertizarana –Amaburu E. y M., Otaltzu E. y M., y Otalt-

zuazpia- se ubican por el contrario a una distancia máxima de 499 m (*Figuras anexas 11 y 12*). Por el contrario, los crómlech situados en estos cordales, se distribuyen a lo largo de la línea que marca cada cordal: Adarra-Mandoegi norte con 14 crómlech dispuestos de forma aislada o en parejas a lo largo de 1.694 km distribuyéndose a distancias desiguales (*Figuras anexas 13 y 14*), Otsondo con 12 crómlech organizados en 3 conjuntos – de 5, 3 y 4- en 3.450 m (*Figuras anexas 15 y 16*) y Abartan 8 crómlech dispuestos aisladamente en 3.121,6 m. (*Figuras anexas 17 y 18*).

La información obtenida, nos indica, que cada monumento mantiene un rango de altura directamente relacionado con la altitud de las cumbres de los montes en los que se ubican; lo mismo sucede en Gipuzkoa, Huesca y Cantabria (Teyra, 1994; Peñalver, 2005b; Edeso *et al*, 2012). La gran mayoría de los dólmenes (108 unidades), por ejemplo, se ubican en cotas situadas entre los 500 m y los 900 m, pero al elevarse la altura de los montes, a medida que nos introducimos en los Pirineos, la cota de los monumentos megalíticos se incrementa de forma paralela. El dolmen de Luurzu II hego -Baztan- se ubica a 1.175 m de altura y la cota máxima del lugar (Iparraldeko kaskoa) es de 1.199 m, por lo contrario el emplazamiento del dolmen de Aiantsoro mendebalde –Bertizarana- es de 265 m (la cima más elevada de la zona es Aiantsoro 425 m).

Los crómlechs, al contrario que los dólmenes, los encontramos a cotas más elevadas, lo que ya ha sido señalado con anterioridad (Peñalver, 2005b). El crómlech de Sagardegiko lepoa –Baztan- se ubica a 1.240 m de altura, en la zona de Abartan-Saioa (cota máxima de 1.419 –monte Saioa-). No obstante, hay excepciones, como el crómlech de Dolare –Baztan-, que está a tan solo 330 m, aunque aquí la cota máxima es de 617 m (monte Mendibil). Hay que señalar que en la zona de estudio el relieve pierde paulatinamente altitud a medida que nos desplazamos hacia el norte y el oeste.

Los menhires, túmulos y cistas se hallan a alturas muy distintas. El menhir ubicado a mayor altitud está a 1.195 m. (Okolin también llamado Fraxenda -Baztan-), mientras que el localizado a menor altura se sitúa a 428 m. (Artola 1 –Baztan-), donde la cota dominante alcanza los 598m (monte Amezti) El túmulo con el emplazamiento más elevado es el de Okolin, a 1.240 m. Sin embargo, los encontramos también a 305 m de altura (Xokoneko Borda –Baztan-), en las inmediaciones del monte Arleun (525 m).

La cista a cota más elevada es Argintzu –Baztan- a 1.050 m de altitud –próxima a la cumbre del mismo nombre (1.213 m)-, mientras que la de menor elevación está a 402 m (Artola 2 –Baztan-) (cerca del túmulo señalado anteriormente).

En definitiva se observa que la altura de los distintos tipos de monumentos corre paralela a la de las cotas máximas del lugar en que se ubican.

El emplazamiento de cada monumento varía considerablemente de unos puntos a otros ya los encontramos en collados (69), laderas (325, con pendientes máximas del 50%), cimas (44). Por otra parte, algunas arquitecturas, sobre todo crómlech (Unamene erdi –Arano-, Ugaratako lepoa -Goizueta-) las hallamos a una distancia de entre los 100 y 300 m de la cabecera de los arroyos que drenan estos espacios. Por el contrario, los menhires y dólmenes, aún encontrando un total de 7 que cumplen esa norma (dólmenes de Jentilen Harrobie –Leiza-, de Artesia, de Miate, de Legate I –Baztan-, menhires de Aitzalegi, Larakarte y Soalar –Baztan), no parecen seguir esta regla.

Las distancias entre el mismo tipo de arquitectura (dólmenes, crómlech) de una misma zona son variables; en los agrupamientos de dólmenes oscilan entre los 200 y 300 m. (*Tabla anexa II*), sin embargo, en los crómlechs, varían según el tamaño del grupo; si éste es pequeño (menos de 4 unidades), oscilan entre 60 y 80 m. (*Tabla anexa III*), mientras que cuando están formados por un número mayor de elementos, su distancia cambia entre 180 y 450 m. (*Tabla anexa IV*).

Después de analizar las cuencas visuales que se observan desde los monumentos, podemos señalar que, en un rango de 1 km de distancia, son visibles otras arquitecturas funerarias de las inmediaciones. Por ejemplo, del dolmen Iruso II se ven el de Karakoleta y el túmulo de Txara; del dolmen de Losarrobieta el de Arromiako lepoa; y del de Mendibil el de Erroizte Azpikoa y el crómlech de Mendibil erdi. Sin embargo, el dolmen de Aitzimurdi no tiene ningún monumento megalítico asociado a su rango visual (*Figura anexa 19*). Por tanto, la información obtenida del estudio de las cuencas visuales es confusa, ya que a pesar de que para la selección del emplazamiento el criterio de la visibilidad es aparentemente importante, en algunos casos parece ser secundario. Esto mismo han señalado Edeso *et al* (2012) en el caso de los dólmenes de Baiarrate, Jentillari o Lareo (Aralar).

Muchas de estas arquitecturas, después de su abandono como monumento funerario, conocieron nuevas funciones, como la de convertirse en hitos territoriales o mojones. Este es el caso de Errekaleku en Arano-Goizueta y Otarra Bizkarra en Baztan-Anue que se encuentran en las demarcaciones de los diferentes ayuntamientos (Leitza, Bertizarana, Zugarramurdi, Urdazubi...) (Barandiaran, 1927; Álvarez, 2006a). Otras veces, monumentos próximos al área de estudio han conocido procesos de cristianización (por ejemplo aquellos próximos a ermitas...), como ya señalara Barandiaran (1927), o funciones más accesorias, como chozas de pastores o palomeras.

5.- CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo han sido limitados porque los yacimientos a los que nos hemos referido no han sido excavados, o cuando se ha realizado alguna intervención la obtenida ha sido pobre. Este es el caso del dolmen de Pozontarri (Apellániz., Altuna, J., 1966-68; Mujika, Edeso, 2011a); Onddi o Mulisko Gaina (Peñalver, 1987a). Sin embargo, se han conseguido la mayoría de los objetivos planteados al inicio del trabajo. 1) Se ha analizado la diferente distribución de los monumentos megalíticos en el área de estudio, comprobando que la disposición de las estructuras parece responder a algún modelo de ocupación del territorio, ya que los encontramos en grupos (dólmenes de Eguzkiko muinoa) o alineados (crómlechs de Adarra-Mandoegi). 2) Se ha analizado la relación de los monumentos con el entorno que les rodea, observando que hay pautas que se repiten muy a menudo: selección de la ubicación concreta (cotas, tipo de paisaje potencial, etc.), las distancias entre monumentos funerarios; en algunos casos la historia postfuneraria de algunos de ellos, en épocas modernas, se repite por su uso como mojón, cabaña pastoril, palomera... 3) Por último, no se ha podido confirmar, lo cual se suponía, si la ubicación es aleatoria o planificada. Los datos obtenidos son por ahora esperanzadores al observar en el horizonte otras líneas de investigación en las que incidir. Debemos indagar más en otros posibles datos que se puedan adquirir (estudio de otras zonas de las mismas características, correlacionarlas con otras estructuras no funerarias –poblados-...; tratar de concretar la cronología de cada monumento; etc.).

6.- AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los tutores José Miguel Edeso y José Antonio Mujika por toda la ayuda que me han prestado a la hora de desarrollar este trabajo de fin de master, así como a los miembros del *Master de Cuaternario: Cambios Ambientales y Huella Humana (UPV/EHU)* por haberme dado la posibilidad de efectuar este trabajo, al Departamento de Arqueología del Museo de Navarra por permitir el acceso al Inventario de Monumentos Megalíticos de Navarra, actualizado recientemente por Hilarriak. También agradecer a los trabajadores de la biblioteca de dicho museo. Al Archivo General de Navarra, y a INGEBA (Instituto Geográfico Vasco) por concederme una beca para recibir el curso de SIG, herramienta básica para este trabajo, en la Escuela Agraria Fraisoro de Villabona. Por último, a todos los familiares y amigos que han contribuido a que este trabajo se haya podido llevar a cabo.

7.- BIBLIOGRAFÍA

AGIRRE, J.; MORAZA, A.; MUJICA, J. A.

2010 Los elementos físicos como reivindicación del territorio y de sus frutos en los espacios de montaña. En: *Actas del Congreso Internacional sobre Megalitismo y otras manifestaciones funerarias contemporáneas en su contexto social, económico y cultural*. Fernández, J. y Mujika, J.A. (ed.). Munibe suplemento 32, Donostia/San Sebastián.

ALTUNA, J.; ARMENDARIZ, A.; BARRIO, L. DEL; ETXEBERRIA, F.; MARIEZKURRENA, K.; PEÑALVER, X. & ZUMALABE, F.

1990 Gipuzkoa. Carta Arqueologica. I. Megalitos. *Munibe* (Antropología-Arkeología) Supl. 7.

ALTUNA, J.; BARRIO, L. DEL; MARIEZKURRENA, K.

2002 Gipuzkoa, Karta Arkeologikoa Megalitoak: Aurkikuntza berriak 1990-2001 = Gipuzkoa, Carta arqueológica de Megalitos: Nuevos descubrimientos 1990-2001. *Munibe*. Supl. 15.

ALVÁREZ, E.

2006a Percepción y reutilización de monumentos megalíticos durante la prehistoria reciente: el caso de Navarra. *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, 14: 117-150.

2011b *Historia de la percepción del megalitismo en Navarra y Gipuzkoa: aproximación a una biografía de sus monumentos*. EUNSA. Pamplona

APELLANIZ, J., M.; ALTUNA, J.

1966-68 Excavaciones en los dólmenes de Gipuzkoa. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 10-12: 71-78.

ARMENDÁRIZ, J.

2009 Ordenación del territorio vascón en la Edad del Hierro. En: *Los vascones de las fuentes antiguas: en torno a una etnia de la antigüedad peninsular*. J. Andreu Pintado (Ed.): 303-338. Univ. de Barcelona. Barcelona.

BARANDIARAN, J. M.

1927 Contribución al estudio de los establecimientos humanos y zonas pastoriles del País Vasco. *Anuario de Eusko-Folklore*, VII: 137-141.

BARRERO, B.; GAZTELU, I.; MARTÍNEZ, A.; MERCADER, G.; MILLÁN, L.; TAMAYO, M.; TXINTXURRETA, I.

2005 Catálogo de Monumentos Megalíticos en Navarra. *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, 13: 11-86.

CABODEVILLA, J.; ZABALZA, I.

2006 *Catálogo megalítico del valle de Baztán = Baztango edesti aurreko oroitarriak*. Departamento de Cultura y Turismo, Institución Príncipe Viana. Monografía. 507. Pamplona.

CAMPOS, J.

1979 Estudio geológico del Pirineo al W del río Bidasoa. *Munibe*, 31: 3-139.

CRIADO, F.

1989 Megalitos, espacio, pensamiento. *Trabajos de Prehistoria*, 46: 75-98.

CRIADO, F.; BELLO, J. M^a; VÁZQUEZ, J. M.

1982 Sobre la cultura megalítica y los caminos antiguos en Galicia. *El Museo de Pontevedra*, 36: 143-164.

DELIBES DE CASTRO, G.; MORENO, M. A.

2007 Dataciones absolutas para un menhir del valle de Valdelucio (Burgos): resultados de un sondeo en el túmulo de "La Cuesta del Molino". *Zephyrus*, 60: 173-179.

EBRARD, D.

2003 Le coffre dolménique de Bagargi à Larrau, Soule. En: *Harria eta Herria / Pierre et pays*. 125-146. Musée Basque. Bayona.

EDESO, J. M.; MUJICA, J. A.

2012 Megalitismo y cuevas sepulcrales en Gipuzkoa. Distribución espacial y características generales. *Isturitz*, 12: 83-114.

ERNETA A., L.; CORNIO, N.

2010 Herramientas SIG para el análisis territorial del fenómeno megalítico en la cuenca hidrográfica del Río Bidasoa. Una aproximación desde la ciencia del paisaje. En: *Actas del Congreso Internacional sobre Megalitismo y otras manifestaciones funerarias contemporáneas en su contexto social, económico y cultural*. Fernández, J. y Mujika, J. A. (ed.). Munibe. Suplemento 32, Donostia-San Sebastián.

HILARRIAK

2006-10 *Inventario Megalítico de Navarra*. Museo de Navarra. Pamplona.

MARTIÑÓN, M.

2001 Los megalitos del término crónica del valor territorial de los monumentos megalíticos a partir de las fuentes escritas. *Trabajos de Prehistoria*, 58: 95-108.

MORAZA, A.; MUJICA, J. A.

2005 Establecimientos de habitación al aire libre. Los fondos de cabaña de morfología tumular: características, proceso de formación y cronología. *Veleia*, 22: 77-110.

MUJICA, J. A.; EDESO, J. M.

2011a *Los primeros agricultores y ganaderos en Gipuzkoa del Neolítico a la Edad del Hierro*. Gipuzkoako Foru Aldundia/ Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián.

PEÑALVER, X.

1987a Mulisko gaineko indusketa arkeologikoa. Urnieta-Hernani (Gipuzkoa). *Munibe*, 39: 93-120.

2005b Los crómlechs pirenaicos. *Bolskan*, 22: 11-349.

2008c *La Edad del Hierro: los vascones y sus vecinos: el último milenio anterior a nuestra era*. Txertoa. Andoain.

RODRÍGUEZ, C.; ANTÓN A.; MARTIÑÓN, M.

2000 Aspectos historiográficos del megalitismo gallego de la documentación medieval al siglo XIX. en: 3º Congreso de Arqueología Peninsular (1999). V. Oliveira Jorge (Ed.): 3: 303-320. UTAD, Vila Real, Portugal.

TEIRA, L., C.

1994 *El megalitismo en Cantabria: aproximación a una realidad arqueológica olvidada*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria. Santander.

VEGAS, J. I

1985 Nuevos datos para la prehistoria Alavesa. Conclusiones de las excavaciones realizadas desde 1976 a 1981. *Estudios de Arqueología Alavesa*, 12: 249-261.

ZAMORA, M.

2006 Visibilidad y SIG en Arqueología: Mucho más que cerros y unos En: *La aplicación de los SIG a la Arqueología del Paisaje*. Grau, I. (Ed.). 41-54. Universidad de Alicante. Alicante.

8.- ANEXO

Cista	Monumento	Distancia
Artola 2	Artola 1 (Dolmen)	14,2
Ezkitz	Ezkitz 1 (Dolmen)	10
Artxubieta	Artxubieta (Menhir)	34,5
Muntto	Usobelartza (Menhir)	1485,2
Onyi	Pozontarri (Dolmen)	780,3
Argintzu	Argintzu (Dolmen)	118,7
Eihartzako Lepoa	Eihartzako Munoa (Menhir)	287
Argintzuko Lepoa	Argintzuko Lepoa Ipar (Crómlech)	36
	Argintzuko Lepoa Hego (Crómlech)	47,7
	Argintzuko Lepoa Eki (Crómlech)	63,5
	Argintzuko Lepoa (Túmulo)	10,8
	Argintzuko Lepoa I Ipar (Menhir)	25
	Argintzuko Lepoa II Hego (Menhir)	43

Tabla 1. Distancia de las cistas a otros monumentos.

Table 1. Distance between cistvaen and other monuments.

Monumento (A)	Monumento (B)	Distancia
Karakoleta	Iruso IV	320,3
	Iruso III	445,2
	Iruso II	200,6
	Iruso I	287,5
Iruso IV	Iruso III	276,6
	Iruso II	184,4
	Iruso I	271
Iruso III	Iruso II	201,8
	Iruso I	169,9
Iruso II	Iruso I	97,2

Tabla 2. Distancias del grupo de dólmenes de Eguzkiko Muinoa (Leiza), (A) punto de salida, (B) punto de llegada.

Table 2. Distance between the group of dolmens of Eguzkiko Muinoa (Leiza), (A) starting, (B) ending.

Monumento (A)	Monumento (B)	Distancia
Unamene hego	Unamene erdi	79
	Unamene ipar	158,1
	Unamene	166,4
Unamene erdi	Unamene ipar	79
	Unamene	87,5
Unamene ipar	Unamene	10

Tabla 3. Grupo pequeño de crómlech, Adarra-Mandoegi , el crómlech de Unamene hego y los crómlechs de Unamene ipar y Unamene se encuentran a la mayor distancia, si marcamos una línea recta del primero a los segundos, Unamene erdi se halla en medio. (A) Punto de salida, (B) punto de llegada.

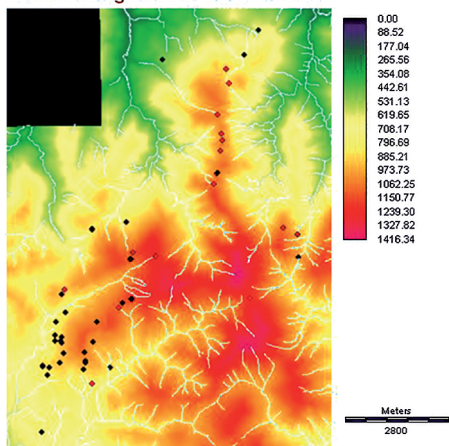
Table 3. Small group of cromlech, Adarra-Mandoegi –the cromlech of Unamene hego, Unamene ipar and Unamene are the monuments with largest distance between them, if we made a straight line between the first and the others, Unamene erdi is located in the middle. (A) starting, (B) ending.

Cista	Monumento	Distancia
Errekaleku	Burnin buru txabala	1,694
	Lakendiko gaina I ipar	226
	Lakendiko gaina II hego	285,4
Lakendiko gaina I hego	Lakendiko gaina II	66,9
	Arriurdiñetako lepoa I	420,4
	Arriurdiñetako lepoa II	419,1
Lakendiko gaina II ipar	Putzuetako gaina	369
	Arriurdiñetako lepoa I	353,8
	Arriurdiñetako lepoa II	352,7
Putzuetako gaina	Putzuetako gaina	302,8
	Arriurdiñetako lepoa I	55,7
	Arriurdiñetako lepoa II	53,7
Arriurdigain I hego	Arriurdigain I hego	236,9
	Arriurdigain II ipar	270,3
	Arriurdiñetako lepoa I	12,2
Arriurdigain II ipar	Arriurdiñetako lepoa II	12,2
	Arriurdigain I hego	282,8
	Arriurdigain II ipar	215,9
Arriurdigain I hego	Arriurdigain II ipar	33,6
	Ontzorrozko gaina	210,2
	Arriurdigain II ipar	340,9
Ontzoborrozko gaina	Putzuetako gaina	446,3
	Urkamendi I ipar	359,3
	Urkamendi II hego	240,1
Urkamendi II hego	Urkamendi I ipar	120,8
	Ezkiturriko gaina	173,3
	Burnin buro soro	332,9
Urkamendi I ipar	Burnin buru txabala	448,2
	Ezkiturriko gaina	54,3
	Burnin buru soro	214
Ezkiturriko gaina	Burnin buru txabala	327,7
	Ontzorrozko gaina	409
	Burnin buru soro	169,8
Burnin buru txabala	Burnin buru txabala	278,5
	Burnin buru soro	119,8

Tabla 4. Concentración de crómlech en Adarra-Mandoegi. Todos se encuentran en línea recta entre el crómlech de Errekaleku y el crómlech de Burnin buru txabala. (A) Punto de salida, (B) punto de llegada.

Table 4. Concentration of cromlech in Adarra-Mandoegi. All of them are located in straight line between the cromlech of Errekaleku and the cromlech of Burnin buru txabala. (A) Starting, (B) ending.

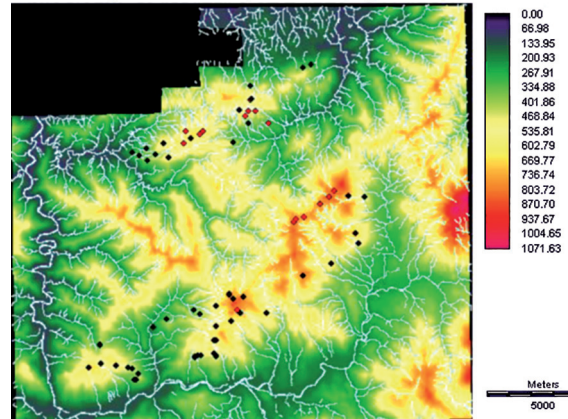
Estación megalítica de Abartan-Saioa



Anexo 1. Estación megalítica de Abartan-Saioa, distribución heterogénea de los dólmenes y crómlech.

Annex 1. Megalithic Station of Abartan-Saioa, Heterogeneous distribution of the dolmens and stone circle.

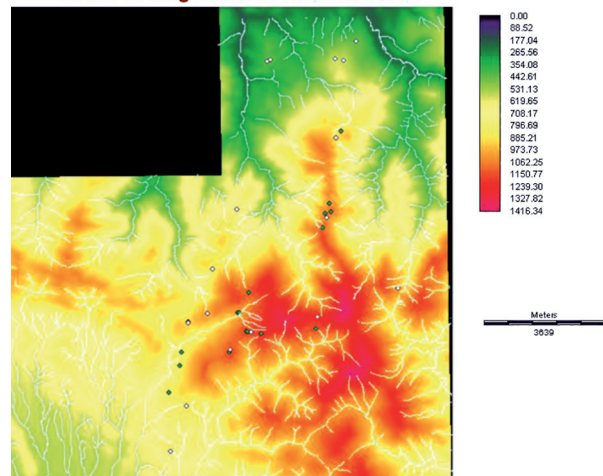
Estaciones megalíticas de Bertizarana, Atxuri-Eskiseroi, Legate-Alkurruntz



Anexo 2. Estaciones megalíticas de Bertizarana (suroeste), Atxuri-Eskiseroi (norte), Legate-Alkurruntz (centro-sur). Puntos negros = dólmenes, puntos rojos = crómlechs.

Annex 2. Megalithic stations of Bertizarana (south-east), Atxuri-Eskiseroi (north), Legate-Alkurruntz (middle-south). Dolmens are black spots, and stone circle red spots.

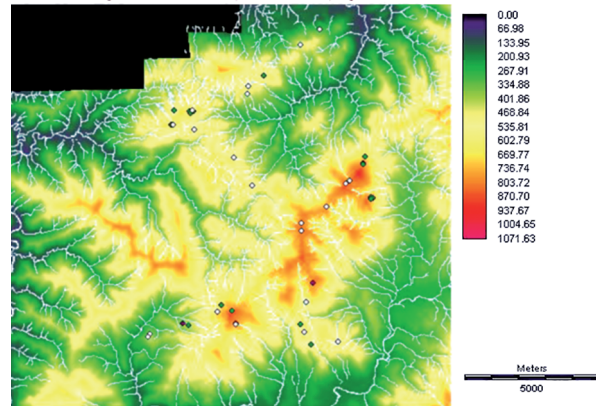
Estación megalítica de Abartan-Saioa



Anexo 3. Estación megalítica de Abartan-Saioa. Puntos verdes = menhires y puntos blancos = túmulos.

Annex 3. Megalithic station of abartan-Saioa. Green spots are menhirs and white spots are gravestones.

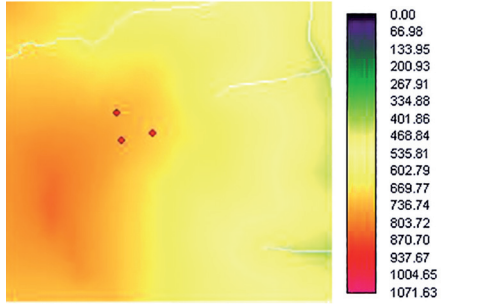
Estaciones megalíticas de Bertizarana, Atxuri-Eskiseroi, Legate-Alkurruntz



Anexo 4. Estaciones megalíticas de Bertizarana, Atxuri-Eskiseroi y Legate-Alkurruntz., túmulos (blanco), menhires (verde) y cistas (magenta).

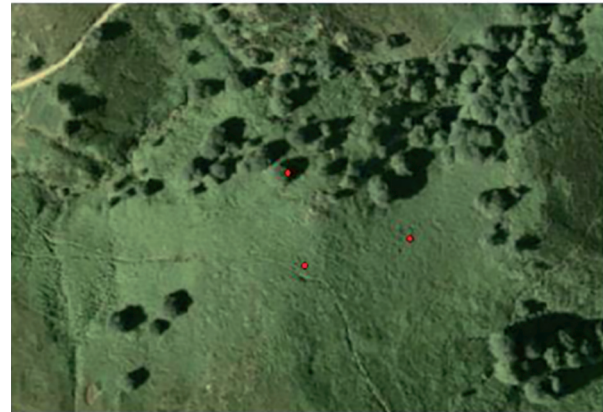
Annex 4. Megalithic stations of Bertizarana, Atxuri-Eskiseroi y Legate-Alkurruntz, Gravestones, (white), menhirs (green) and cistvaen (magenta).

Menhires de Betarte I, II y III



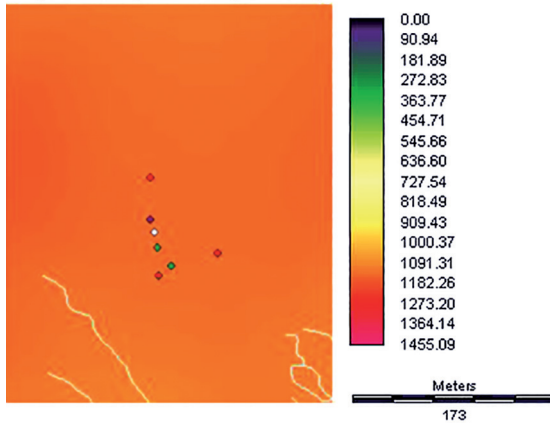
Anexo 5. Betarte III menhir del sur y B. I emplazado al norte.
Annex 5. Betarte III the south menhir and B. I on the north.

Menhires de betarte I, II, III



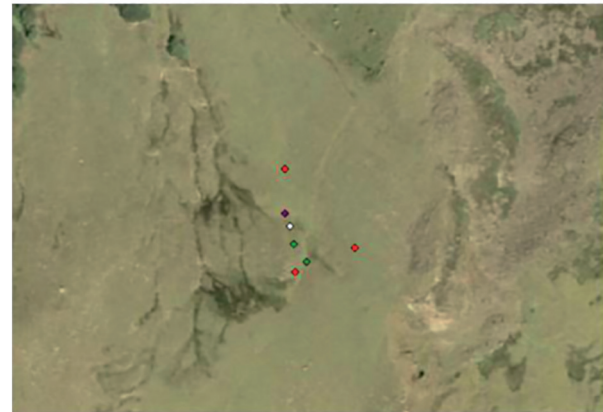
Anexo 6. Ortofoto de los menhires de Betarte I, II y III.
Annex 6. Orthophoto of the menhirs of Betarte I, II and III.

Conjunto de megalitos de Argintzuko lepoa



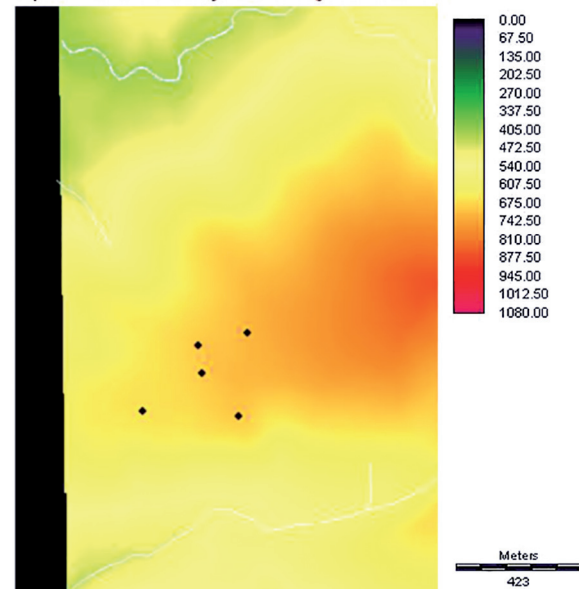
Anexo 7. Argintzuko lepoa hego localizado en la zona meridional de la imagen y A. L. ipar como punto más septentrional. Rojo-Crómlech; Verde-Menhires; Blanco-Túmulo; Magenta-Cista.
Annex 7. Argintzuko lepoa hego located in the southern area of the picture and A. L. ipar as the most northern area. Red-Cromlech; Green-Menhirs; White-Gravestones; Magenta-Cistvaen.

Conjunto megalítico de Argintzuko Lepoa



Anexo 8. Ortofoto del conjunto constructivo de Argintzuko Lepoa. Los colores indican la misma construcción que se indica en la figura anterior, conjunto de monumentos de Argintzuko Lepoa.
Annex 8. Orthophoto of the monuments of Argintzuko Lepoa. The color indicate the same monuments of the picture 7.

Grupo de dólmenes de Iruso y Karakoleta Eguzkiko Muinoia



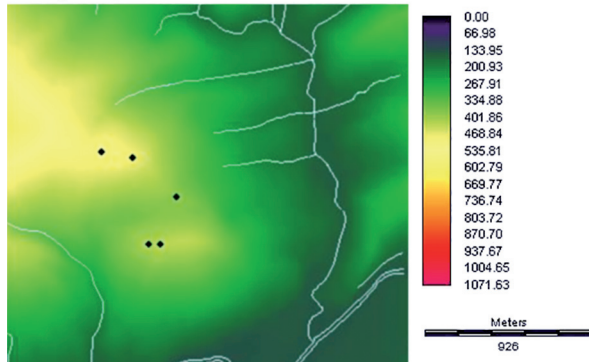
Anexo 9. Dólmenes de Iruso I, II, III y IV los más orientales y Karakoleta el más occidental.
Annex 9. Dolmens of Iruso I, II, III and IV most eastern monuments and Karakoleta in the west

Dólmenes de Iruso y Karakoleta



Anexo 10. Ortofoto de los dólmenes de Iruso y Karakoleta.
Annex 10. Orthophoto of the dolmens of Iruso and Karakoleta.

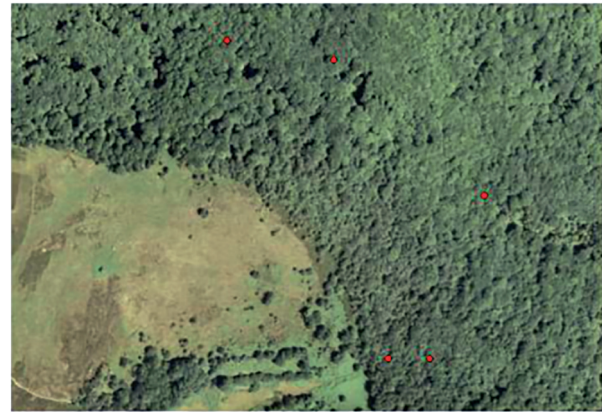
Grupo de dólmenes de Bertizarana



Anexo 11. Dólmenes de Otaltzu mendebalde, ekialde (norte), Otaltzuazpia (centro) y Amaburu mendebalde y ekialde (sur).

Annex 11. Dolmens of Otaltzu mendebalde, ekialde (north), Otaltzuazpia (middle) and Amaburu best and east (south).

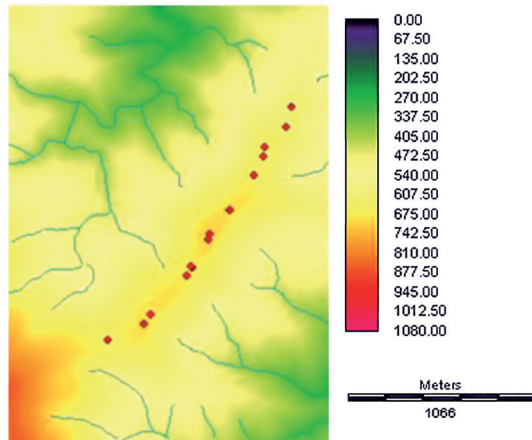
Dólmenes de Otaltzu. Otaltzuazpia y Amaburu



Anexo 12. Ortofoto del grupo de dólmenes Otaltzu M., E.; Otaltzuazpia y Amaburu M. y E. Bertizarana.

Annex 12. Orthophoto of the group of the dolmens of figure 11.

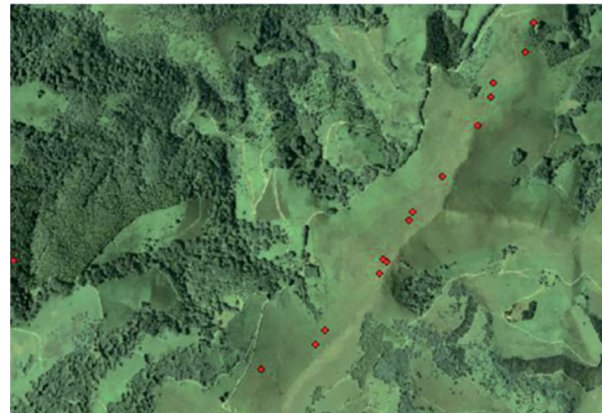
Alineación de crómlech de Adarra-Mandoegi



Anexo 13. Errekaleku como punto situado más al sur y Burnin buru txabala en la zona norte.

Annex 13. The spot in the south is Errekaleku and the spot of the north is Burnin buru txabala.

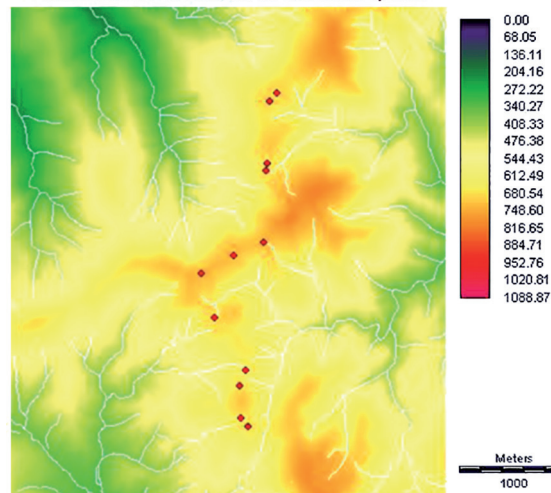
Alineación de crómlech de Adarra-Mandoegi



Anexo 14. Ortofoto de los crómlechs de la figura 13.

Annex 14. Orthophoto of Stone circle of figure 13.

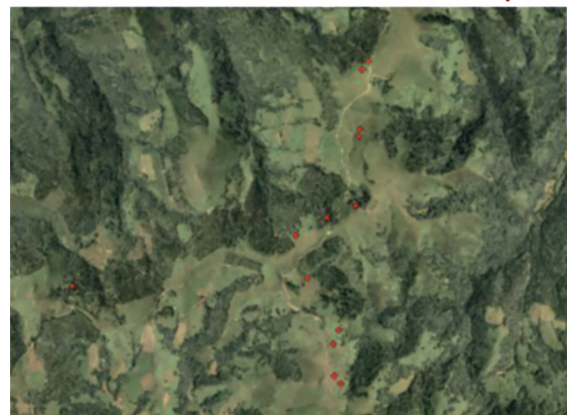
Alineación de crómlech de Otsondo-Iparla



Anexo 15. Crómlech de Zimizta ubicado en el sur de la imagen y Mairuharrieta en el norte.

Annex 15. Stone circle of Zimizta situated in the south and Mairuharrieta in the north

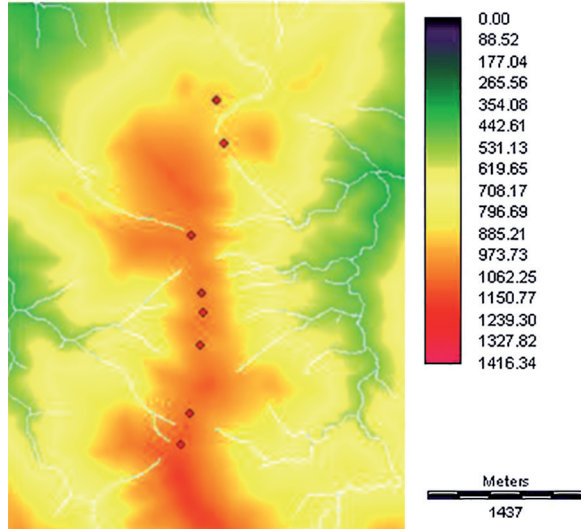
Alineación de crómlech de Otsondo-Iparla



Anexo 16. Vista de los crómlechs de Otsondo-Iparla mediante ortofoto.

Annex 16. The view of the stone cricle of Otsondo-Iparla in a orthofoto.

Conjunto alineado de Crómlech. Abartan-Saioa



Anexo 17. El crómlech más septentrional es el de Abartan (Izkoa), el más meridional Katillegiko Lepoa.

Anexo 17. Abartan (Izkoa) is situated in the south of the image and Katillegiko Lepoa in the north.

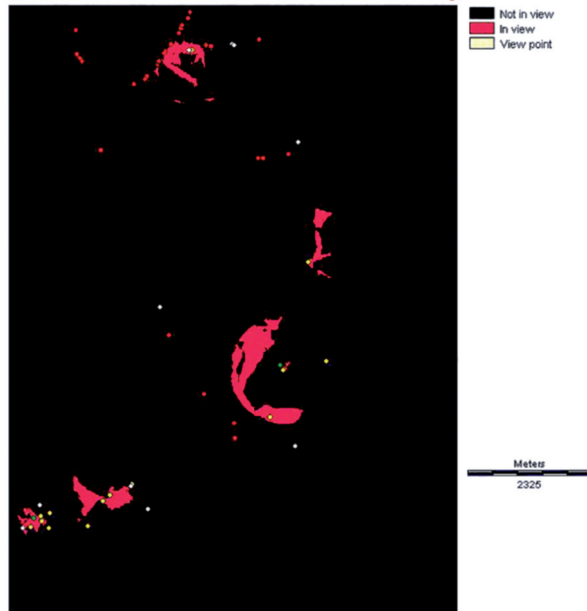
Alineación de crómlech de Abartan-Saioa



Anexo 18. Ortofoto de la alineación de crómlech que encontramos en Abartan-Saioa.

Anexo 18. Orthophoto of cromlech of Abartan-Saioa, figure 17.

Cuenca visual de los dólmenes de Adarra-Mandoegi



Anexo 19. Cuenca visual de los dólmenes de Adarra-Mandoegi. Dolmen=amarillo; túmulo=blanco; crómlech=rojo; menhir=verde.

Anexo 19. Visual catchment area of the dolmens of Adarra-Mandoegi. Dolmen=yellow; gravestone=white; stone circle=red; menhir=green..

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	nº 4	95-111	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	--------	-------	------	----------------

Alteraciones en las superficies óseas de mamíferos durante el consumo humano: una aproximación experimental

Alterations to mammal bone surfaces during human consumption: an experimental approach

PALABRAS CLAVES: Masticación humana, Marcas de dientes, Agentes tafonómicos, Tafonomía, Arqueología Experimental.
KEY WORDS: Human chewing, Teeth marks, Taphonomic agents, Taphonomy, Experimental Archaeology.

A. J. ROMERO ALONSO⁽¹⁾

RESUMEN

Los grupos humanos dejan marcas de masticación en las superficies de los huesos durante los procesos de consumo de carne. En este trabajo presentamos los resultados de un estudio experimental de modificaciones en huesos de oveja por mordisqueo humano. Éstas incluyen: pits, punctures, scores (marcas primarias), furrowing, crushing, bordes crenulados y en dientes de sierra y fracturas (marcas secundarias). Nuestros resultados sugieren que es posible caracterizar las marcas de dientes humanos en los huesos, su diversidad y las pautas de consumo.

ABSTRACT

Human groups leave chewing marks on the bones surfaces during the meat consumption process. In this paper we present the results of an experimental study of sheep bone modifications by human chewing. They include the following marks: pits, punctures, scores (primary marks), furrowing, crushing, crenulated and saw-toothed edges and breakages (secondary marks). Our results suggest that it is possible to characterize the marks of human teeth on the bones, their diversity and the rules of consumption.

1.- INTRODUCCIÓN

El estudio tafonómico de los conjuntos óseos en depósitos arqueológicos ha jugado, desde hace algunos años, un papel relevante en la Arqueología Prehistórica, ayudando a conocer los procesos envueltos en la formación del sitio y permitiendo una correcta interpretación histórica del mismo. En el registro fósil, las marcas producidas por grupos humanos tienen una importancia particular para la Arqueología.

Las sociedades humanas dañan los huesos de los animales durante la caza, la carnicería y el consumo. No sólo imprimen marcas de corte, de percusión y fracturas, sino que, como cualquier otro carnívoro u omnívoro, también producen marcas de dientes durante el proceso de ingestión de carne. Existen algunos estudios monográficos en este sentido (p.e., FISHER, 1995; YRAVEDRA, 2006).

Aunque esto parezca sencillo, los estudios zooarqueológicos han tendido a atribuir las huellas de mordeduras a agentes no-humanos, tales como carnívoros o roedores. En esta dirección, las observaciones sobre las marcas fruto del uso de herramientas de piedra sobre los huesos tienen un mayor peso en la Historiografía (p.e., BINFORD, 1981; BLUMENSCHINE, 1995).

No obstante, no podemos olvidar el hecho de que las trazas efectuadas por la masticación humana son muy similares a las de otros animales. La cuestión se complica si varios agentes actúan en la misma superficie ósea, produciendo superposiciones. Por ello, el conocimiento de las huellas dentales de otros taxones es fundamental para permitir la diferenciación de cada caso (CRUZ-URIBE, 1991; CAPALDO, 1998; RUITER y BERGER, 2000; SELVAGGIO, 1998; SELVAGGIO y WILDER 2001; DOMÍNGUEZ-RODRIGO y PIQUERAS, 2003; PICKERING *et al.*, 2004; POKINES y KERBIS-PETERHANS, 2007; DELANEY-RIVERA *et al.*, 2009; SALADIÉ *et al.*, 2011; SALA, 2012). Especial mención merece el estudio de procesos tafonómicos de origen humano sobre animales de talla pequeña y mediana, con los lagomorfos como protagonistas. La importancia de estos animales y sus restos en un buen número de yacimientos ha ge-

⁽¹⁾Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Facultad de Letras. UPV/EHU.

Director: J. C. Díez Fernández-Lomana, Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología. Facultad de Letras. UPV/EHU.

nerado no pocos análisis tafonómicos y experimentales orientados a salvar las dificultades interpretativas (LLOVERAS *et al.*, 2009; SANCHIS *et al.*, 2011).

Por lo anteriormente apuntado y por el relieve de esta materia, algunos autores han trabajado en la identificación y diferenciación de las marcas de dientes humanos en el material arqueológico. Las contribuciones han venido de los campos de la Etnoarqueología (BRAIN, 1980; GIFFORD-GONZÁLEZ, 1989; OLIVER, 1993; LANDT, 2004, 2007; MARTÍNEZ, 2007; MARTÍNEZ, 2009) y la Arqueología Experimental (ELKIN y MONDINI, 2001; LLOVERAS *et al.*, 2009; FERNÁNDEZ-JALVO y ANDREWS, 2011; SANCHIS *et al.*, 2011; SALADIÉ *et al.*, 2013), además del estudio de otros animales como los primates (PICKERING y WALLIS, 1997; POBINER *et al.*, 2007) y bunodontos tales como los suidos y los úrsidos (SALADIÉ, 2009; SALADIÉ *et al.*, 2011; SALA y ARSUAGA, 2013).

El conocimiento de las marcas de dientes humanos sobre las superficies de los huesos facilita el avance científico en varias líneas de trabajo. Este tema puede ayudar a los investigadores a detectar el rol de los homínidos, con o sin tecnología, en la formación de los depósitos de restos faunísticos, así como a revelar las estrategias de subsistencia en el debate entre la caza activa o el carroñeo pasivo (SELVAGGIO, 1993; WHITE y TOTH, 2007; HUGUET *et al.*, 2013). Por otro lado, la posibilidad de identificar las mordeduras humanas sobre el material óseo permite reconocer el consumo de carne de determinadas especies, algo útil para el estudio del canibalismo en las sociedades del pasado (TURNER, 1983; WHITE, 1992; BOTELLA *et al.*, 2000; ANDREWS y FERNÁNDEZ-JALVO, 2003; CÁCERES *et al.*, 2007).

En esta orden de cosas, es necesario tener en cuenta que el daño que puede infringirse a un hueso depende de: a) el tipo de presa y sus características (taxón, edad, talla); b) la parte anatómica involucrada; c) el proceso de cocinado (o su ausencia) previo a la ingestión. El cocinado es la transformación tafonómica más común en gran parte de los sitios arqueológicos (quemado, asado o hervido). Los huesos hervidos son menos resistentes que otras formas de alteración diagenética (ROBERTS *et al.*, 2002; LLOVERAS *et al.*, 2009).

En síntesis, el análisis de las marcas de dientes humanos y su diferenciación de otras de carnívoros u omnívoros tiene el potencial de solventar numerosos problemas de equifinalidad que afectan, *sensu stricto*, a la interpretación arqueológica e histórica.

Considerando todos estos aspectos, los objetivos de este texto son los que siguen: a) realizar una contribución al conocimiento de las marcas generadas en los huesos durante el tratamiento y el consumo de carne; b) generar un corpus documental para distinguir las mordeduras humanas de las de otros animales sobre las superficies óseas; c) caracterizar las marcas de los dientes humanos, su diversidad y los patrones del consumo; d) poder aplicar, en un futuro próximo, los resultados a la detección de este fenómeno en el registro arqueológico.

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo experimental quisimos reproducir una situación hipotética de consumo de carne por parte de un grupo humano, con la intención de observar los patrones de marcas de dientes infringidas en el material óseo.

Para ello, empleamos a un grupo de 10 individuos adultos de ambos sexos (6 hombres y 4 mujeres) con una edad comprendida entre los 23 y los 39 años. Todas estas personas estaban relacionadas con el mundo de la Prehistoria y la Paleontología (miembros de la Universidad de Burgos, el Museo de Evolución Humana y guías de los yacimientos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca –Burgos, España). Instamos a que consumiesen toda la carne de los huesos (aunque no la médula contenida en su interior) usados en el experimento (escápula, radio y falange), pero en ningún caso sus mordeduras fueron dirigidas. Tomamos nota del sexo, edad y talla (peso) de cada voluntario.

El animal utilizado fue la oveja (*Ovis aries*) (LINNAEUS, 1758) ya que, a pesar de ser doméstico, es una especie accesible y su anatomía permite realizar ciertas extrapolaciones con otros taxones. La muestra estaba compuesta por 18 miembros delanteros de ejemplares inmaduros (6 semanas de edad) y 12 de adultos (18 meses de edad). Así, incluimos 90 huesos de estos animales, a saber: 30 huesos largos (radios), 30 huesos cortos (falanges) y 30 huesos planos (escápulas) (Figura 1). Para controlar las variables previas a la ingestión de las porciones, un tercio de éstas fue servido crudo, otro asado y un último her-

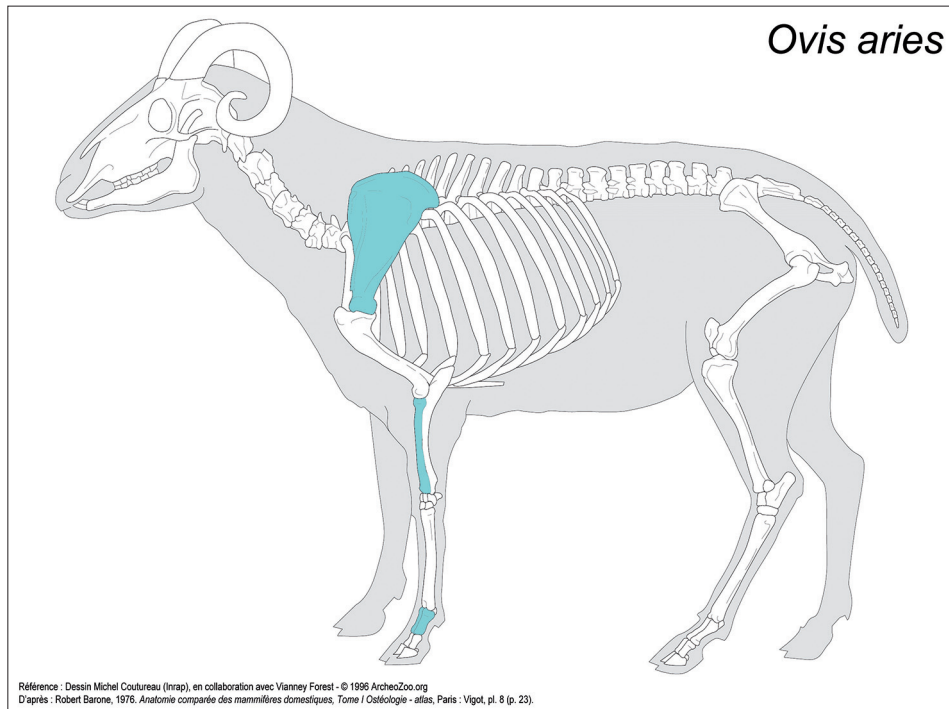


Figura 1. Huesos de oveja empleados en nuestro experimento: falanges, radio y escápula.

Figure 1. Sheep bones used in our experiment: phalanges, radii and scapulae.



Figura 2. Resultado de un tercio de las porciones consumidas por uno de los voluntarios (falange, radio y escápula). En este caso, los huesos, de un ejemplar inmaduro, fueron hervidos de forma previa a la ingestión de su carne.

Figure 2. The result of one third of sheep bones served to any volunteer (phalanx, radius and scapula). In this case was a boiled immature animal.

vido. Cada individuo consumió tres porciones de cada parte anatómica (Figura 2); a su vez, cada una de estas categorías contenía una cruda, otra asada y otra hervida, lo que hace un total de 9 porciones para cada uno de los voluntarios. Durante su consumo, los individuos anotaron en una ficha de campo qué dientes emplearon para acceder a la carne. Las piezas dentales fueron divididas en tres bloques: incisivos, premolares (incluyendo los caninos) y molares.

Las fases en el procesado del material fueron las siguientes: antes del consumo, todas las porciones fueron fotografiadas y, cuando correspondió, cocinadas. Después, procedimos al experimento, documentando el consumo de las porciones (fotografía y vídeo). Una vez finalizado, hicimos una primera observación del hueso en fresco y hervimos los materiales dos veces (una con suavidad y otra definitiva), dependiendo de las alteraciones detectadas y su fragilidad.

Para el análisis de la muestra hicimos un examen detallado, ayudándonos de una lupa binocular con Nikon SMZ 1500 7.5-125x con una cámara

digital Nikon D200. Fotografiamos cada hueso y cada marca y anotamos las características y las medidas de todas las alteraciones resultado del mordisqueo humano.

Una vez realizado esto, clasificamos todas estas huellas fruto de las mordeduras humanas. Seguimos a otros autores en esta tarea, aplicando la terminología existente en la bibliografía. No obstante, esta cuestión posee ciertas complicaciones y no todos los investigadores están de acuerdo; por esta razón, adaptamos este vocabulario a nuestras propias necesidades. Por ello, haremos uso de los términos originales en inglés en no pocas ocasiones.

Nosotros definimos como **pit** una depresión simple en la superficie de un hueso causada por la acción de un diente. Por otro lado, consideramos **puncture** cuando el diente colapsa el tejido óseo con mayor fuerza en zonas más frágiles. En este sentido, algunos lados de la punción pueden hundirse. Consideraremos surco (**score**) el resultado del arrastre de un diente contra el hueso (MAGUIRE *et al.*, 1980; BINFORD, 1981; SALADIÉ *et al.*, 2013).

Otros tipos de daño causados por la masticación fueron: **furrowing** (pérdida parcial del tejido esponjoso en las epífisis), bordes crenulados o con dientes de sierra (**crenulated edges** o **saw-toothed edges**) (formas en los bordes de los huesos planos consecuencia de la penetración de las cúspides de los dientes), **fracturas** (con la ruptura total del hueso) y formación de grietas (**crushing**) (causadas como resultado de las mordeduras con el colapso del tejido cortical en ciertas áreas del hueso) (BRAIN, 1981; BINFORD, 1981; WHITE, 1992; FISHER, 1995; SALADIÉ, *et al.*, 2013). De manera general, diferenciamos dos grandes grupos: las huellas de las piezas dentales (**marcas primarias**) y otras alteraciones derivadas de la masticación (**marcas secundarias**). Estos dos tipos contienen a los anteriormente descritos (primarias: pits, punctures y surcos; secundarias: *furrows*, fracturas, bordes crenulados y de dientes de sierra, *crushes*).

Para medir las dimensiones de cada alteración, tomamos el lado más largo y el ancho (perpendicular al de mayor longitud) para las marcas primarias. En el caso de las secundarias sólo tomamos el más largo como expresión del área máxima. Con este propósito, usamos un calibre digital y anotamos las medidas en milímetros con dos decimales.

Con el objetivo de registrar la situación de cada modificación, dividimos cada hueso (falange, radio y escápula) en varias zonas, usando criterios anatómicos y paleontológicos. Para falanges y radios usamos tres zonas: epífisis, metáfisis y diáfisis. Por su parte, diferenciamos en las escápulas cavidad glenoidea y acromion, cuello escapular, espina, fosas y lado proximal. También especificamos aún más la situación indicando, según el caso, las siguientes coordenadas: proximal o distal, anterior o posterior, lateral o medial y craneal o caudal. Finalmente, registramos la superficie ósea dependiendo de si el tejido era esponjoso (epífisis), cortical (diáfisis y metáfisis) o cortical delgada (tabla ósea en huesos planos) (BLUMENSCHINE, 1988; CAPALDO, 1998; SELVAGGIO y WILDER, 2001).

3.- RESULTADOS

Como resultado de la metodología anteriormente descrita obtuvimos 90 huesos (30 falanges, 30 radios y 30 escápulas) consumidos por 10 voluntarios empleando sólo sus manos y dientes. Un radio fue perdido durante el proceso de limpieza, consistiendo la muestra en 89 huesos (54 de animales inmaduros y 34 de adultos).

De esas 89 piezas óseas, encontramos alteraciones por mordeduras (202 marcas en total, 122 primarias -60,4%- y 80 secundarias -39,6%) en 55 (61,8% de los huesos). Sin embargo, en 34 piezas (38,2%) no existen evidencias (Tabla I). Los 55 huesos dañados son 27 escápulas (10 de adultos, 17 inmaduros), 21 radios (6 adultos, 15 inmaduros) y 7 falanges (2 adultos, 5 inmaduros). Entre estos materiales con alteraciones encontramos 39 cocinados (20 asados y 19 hervidos) y 16 crudos. De estos 39 cocinados, registramos 19 escápulas (10 asadas y 9 hervidas), 14 radios (8 asados, 6 hervidos) y 6 falanges (2 asadas y 4 hervidas). Las marcas se distribuyen en varias superficies óseas: 84 (41,58% de las marcas) sobre cortical delgada, 79 (39,11%) sobre cortical y 39 (19,31%) en tejido esponjoso.

Del total de 89 huesos que forman la muestra, los incisivos fueron usados para morder en 79 (88,8%), los premolares en 63 (70,8%) y los molares en 20 (22,5%). Los voluntarios emplearon los incisivos en todas las escápulas (30) y en la mayoría de los radios (25) y falanges (24). Los premolares actuaron en

Individual	Treatment	Bone	Animal age	Teeth marks	Pits	Punctures	Scores	Furrowing	Crenulated	Saw-toothed	Crushing	Breakage
1	R	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
1	R	r	A	Yes	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-
1	R	e	A	Yes	-	-	-	-	Yes	-	-	-
1	B	f	A	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
1	B	r	A	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-	-
1	B	e	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
1	C	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
1	C	r	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
1	C	e	A	Yes	-	-	-	-	Yes	-	-	-
2	R	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
2	R	r	I	Yes	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-
2	R	e	I	Yes	-	-	Yes	Yes	-	-	-	-
2	B	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
2	B	r	I	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-	-
2	B	e	I	Yes	Yes	-	-	Yes	Yes	-	-	-
2	C	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
2	C	r	I	Yes	-	-	Yes	Yes	-	-	-	-
2	C	e	I	Yes	-	-	-	-	Yes	-	Yes	Yes
3	R	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
3	R	e	A	Yes	Yes	-	Yes	-	Yes	-	-	-
3	B	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
3	B	r	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
3	B	e	A	Yes	Yes	-	Yes	-	-	-	-	-
3	C	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
3	C	r	A	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
3	C	e	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
4	R	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
4	R	r	I	Yes	-	Yes	-	-	-	-	-	-
4	R	e	I	Yes	Yes	-	Yes	-	Yes	-	-	-
4	B	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
4	B	r	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
4	B	e	I	Yes	-	-	-	-	Yes	-	-	-
4	C	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
4	C	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
4	C	e	I	Yes	-	-	-	-	Yes	-	-	-
5	R	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
5	R	r	A	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
5	R	e	A	Yes	-	-	Yes	-	Yes	-	-	-
5	B	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
5	B	r	A	Yes	Yes	-	Yes	-	-	-	-	-
5	B	e	A	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-	-
5	C	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
5	C	r	A	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
5	C	e	A	Yes	Yes	-	-	Yes	Yes	-	Yes	-
6	R	f	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	Yes	-
6	R	r	I	Yes	Yes	Yes	-	Yes	-	-	-	-
6	R	e	I	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	-	-
6	B	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
6	B	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
6	B	e	I	Yes	Yes	-	Yes	-	-	Yes	-	-
6	C	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
6	C	r	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
6	C	e	I	Yes	-	-	-	-	Yes	-	-	-
7	R	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
7	R	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
7	R	e	I	Yes	Yes	-	Yes	-	Yes	-	Yes	-
7	B	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
7	B	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
7	B	e	I	Yes	Yes	-	Yes	-	-	-	-	-
7	C	f	I	Yes	-	-	-	-	-	-	Yes	-
7	C	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
7	C	e	I	Yes	Yes	-	-	-	-	Yes	Yes	-

Individual	Treatment	Bone	Animal age	Teeth marks	Pits	Punctures	Scores	Furrowing	Crenulated	Saw-toothed	Crushing	Breakage
8	R	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
8	R	r	I	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
8	R	e	I	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
8	B	f	I	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
8	B	r	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
8	B	e	I	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
8	C	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
8	C	r	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
8	C	e	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	R	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	R	r	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	R	e	A	Yes	Yes	-	Yes	-	-	-	-	-
9	B	f	A	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
9	B	r	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	B	e	A	Yes	-	-	Yes	-	Yes	-	-	-
9	C	f	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	C	r	A	No	-	-	-	-	-	-	-	-
9	C	e	A	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-	-
10	R	f	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
10	R	r	I	Yes	Yes	-	-	-	-	-	-	-
10	R	e	I	Yes	-	-	Yes	-	-	-	-	-
10	B	f	I	Yes	-	-	-	Yes	-	-	-	-
10	B	r	I	Yes	-	Yes	-	Yes	-	-	-	-
10	B	e	I	Yes	-	Yes	Yes	Yes	Yes	-	-	-
10	C	f	I	No	-	-	-	-	-	-	-	-
10	C	r	I	Yes	Yes	-	Yes	Yes	-	-	-	-
10	C	e	I	Yes	-	-	-	-	Yes	Yes	Yes	-

Tabla 1. Sumario de las características de los huesos empleados en la muestra y la presencia o ausencia de las marcas. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Edad animal (AA), Marcas (M), Pits (Pits), Punctures (Pun), Scores (Scor), Furrowing (Furr), Bordes crenulados (Cre), Bordes en dientes de sierra (Saw), Crushing (Crus), Fracturas (Brea). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Edad animal: Inmaduro (I), Adulto (A).

Table 1. Summary of the characteristics and general damages in the sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Animal age (AA), Marks (M), Pits (Pits), Punctures (Pun), Scores (Scor), Furrowing (Furr), Crenulated edges (Cre), Saw-toothed edges (Saw), Crushing (Crus), Breakage (Brea). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Animal age: Immature (I), Adult (A).

18 escápulas, 22 radios y 23 falanges. Finalmente, los molares fueron usados para 5 escápulas, 6 radios y 9 falanges.

A continuación, veremos cada una de las alteraciones halladas en nuestra muestra, su frecuencia y las condiciones en las que aparecen. Entre las piezas con marcas de dientes de nuestro experimento (55), 24 poseen pits, 5 tienen punctures, 20 tienen surcos, 22 furrowing, 16 bordes crenulados, 4 bordes en dientes de sierra, 7 crushing y 1 fractura total (Figura 3).

3.1. Marcas primarias

3.1.1. Pits

De las marcas documentadas (202), 45 eran pits (22,3%) (Tabla II, Figura 4a). Estas alteraciones aparecen en 2 falanges (hervidas), 9 radios (5 asados, 1 hervido y 3 crudos) y 13 escápulas (6 asadas, 5 hervidas y 2 crudas) (27% del total de huesos). Las localizaciones de los pits son: diáfisis (11), epífisis (2), metáfisis (3), cuello escapular (13), lado proximal de la escápula (4), espina (2) y fosas de la escápula (10). Las superficies que tienen pits son: tejido esponjoso (2), cortical (27) y cortical delgada (16). La media de las medidas son 2.50 mm (largo) y 1.58 mm (ancho).

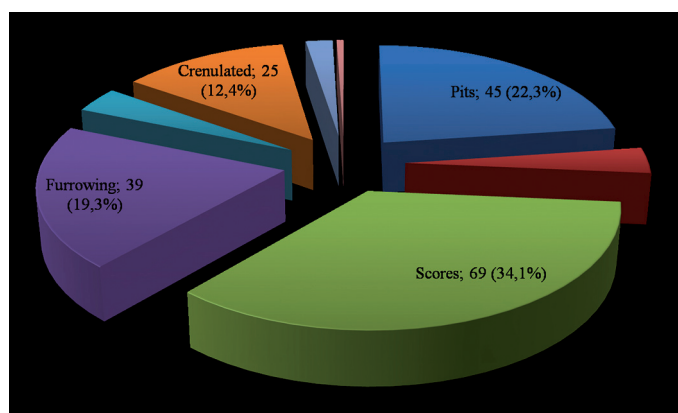


Figura 3. Gráfica de los diferentes tipos de marcas encontrados en nuestra muestra. Se incluye el número de veces que se ha registrado esa alteración, así como el porcentaje que ésta representa sobre el total de modificaciones halladas.

Figure 3. Graph of different types of marks in our simple. It includes the number of times that the alteration has registered as well as the percentage that represent.

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Lenght	Width
1	1	R	r	MT	CB	P	A			2,59	1,5
2	1	R	r	MT	CB	P	A	M		3,96	1,82
5	1	B	f	EP	C	D	A			1,15	1,37
10	2	R	r	MT	CB	P		L		2,56	1,52
16	2	B	e	SP	TC	D	A			2,03	1,97
31	3	R	e	NE	CB	D	P			2,36	1,59
37	3	B	e	T	TC		P		CA	1,49	1,37
38	3	B	e	T	TC		P		CA	1,93	1,51
40	3	B	e	T	TC	P	P		CA	3,22	2,11
41	3	B	e	T	TC	P	P		CA	2,1	1,16
42	3	B	e	T	TC	P	P		CA	1,58	1,05
43	3	C	r	DF	CB	D	A			3,28	3,24
49	4	R	e	NE	CB	D	P			1,64	0,65
50	4	R	e	NE	CB	D	P			2,19	1,58
53	4	R	e	NE	CB	D	P		CA	1,26	1,18
71	5	B	r	DF	CB	P	A			2,42	1,57
72	5	B	r	DF	CB	P	P	M		2,62	1,19
76	5	C	r	DF	CB		A			2,57	2,42
77	5	C	r	DF	CB		A			2,96	2,7
80	5	C	e	T	TC	P	A		CR	1,75	1,6
87	6	R	r	DF	CB	D	A			4,87	1,38
107	6	R	e	T	TC	P	P		CR	1,47	0,51
109	6	R	e	T	TC	P	P		CR	1,44	0,58
110	6	R	e	T	TC	P	P		CR	1,53	0,77
112	6	R	e	T	TC	P	P		CR	2,73	1,48
117	6	B	e	P	TC	P	A		CR	3,22	2,23
118	6	B	e	P	TC	P	P		CA	3	2,02
120	6	B	e	P	TC	P	P		CA	3,23	1,95
131	7	R	e	NE	CB	D	P			2,88	2,21
134	7	B	e	NE	CB	D	P			1,92	1,1
140	7	C	e	P	TC	P	P		CR	2,34	1,66
142	8	R	r	DF	CB	D	A	L		3,56	1,37
143	8	R	e	NE	CB	D	P			3,99	1,7
144	8	R	e	NE	CB	D	P			5,29	2,45
145	8	B	f	EP	C	D	A	M		2,47	1,84
146	8	B	e	NE	CB	D			CR	4,37	4,01
163	9	R	e	SP	TC	D	A			2,18	1,08
164	9	R	e	NE	CB	D	A		CA	2,36	1,18
165	9	R	e	NE	CB	D	A		CA	2,79	1,56
167	9	R	e	NE	CB	D	A		CA	1,82	1,82
168	9	R	e	NE	CB	D	A		CA	3,31	2,62
172	10	R	r	DF	CB	P	A			1,93	0,32
182	10	C	r	DF	CB	D	P	M		1,49	0,7
184	10	C	r	DF	CB	P	A	L		1,34	0,95
185	10	C	r	DF	CB	P	A	L		1,29	0,43

Tabla 2. Total de pits en nuestra muestra. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenóidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 2. Total of pits in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

3.1.2. Punctures

Existen 7 punctures en nuestra muestra (3,5% de las marcas) (Tabla III, Figura 4c). Estas modificaciones aparecen en 3 radios (2 asados y 1 hervido) y 2 escápulas (1 asada y 1 hervida) (5,6% de los huesos). Las zonas con estas modificaciones son: diáfisis (2), epífisis (3) y cuello escapular (2). Las superficies con punctures son: tejido esponjoso (5) y cortical (2). La media de las medidas con 3.37 mm (largo) y 1.88 mm (ancho).

3.1.3. Scores

Encontramos 69 surcos o scores en la muestra (34,1% de las marcas) (Tabla IV, Figura 4b). Estas alteraciones aparecen en 5 radios (3 hervidos y 2 crudos) y 15 escápulas (8 asadas, 6 hervidas y 1 cruda) (22,5% de los huesos). Las zonas con estas marcas son las siguientes: diáfisis (13), metáfisis (1), cuello

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Length	Width
45	4	R	r	EP	C	D	A			4,53	2,56
46	4	R	r	EP	C	D	A			3,56	2,84
86	6	R	r	EP	C	D				3,32	0,61
104	6	R	e	NE	CB	D	P			2,72	2,24
187	10	B	r	EP	C	P		M		1,84	1,46
189	10	B	r	EP	C	D		M		3,48	1,18
199	10	B	e	NE	CB	D	P		CA	4,15	2,3

Tabla 3. Total de punciones en nuestra muestra. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 3. Total of punctures in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

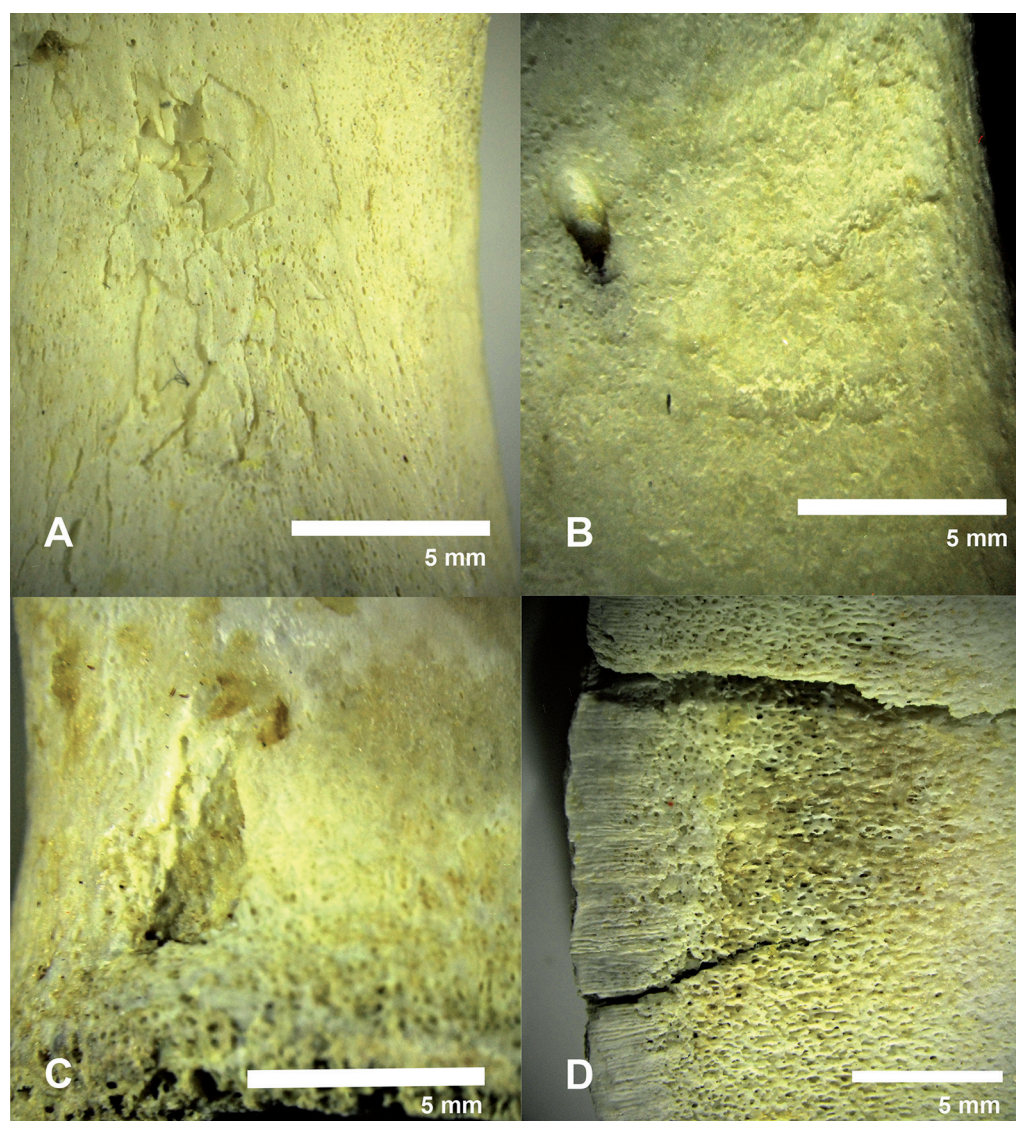


Figura 4. Ejemplos de alteraciones por mordeduras humanas registradas en nuestro experimento. A: Pits en cuello escapular; B: Surcos en cuello escapular; C: Puncture entre el cuello escapular y el borde de la cavidad glenoidea; D: Crushing en lado proximal de la escápula.
Figure 4. Examples of alterations by human chewing found in our experiment. A: Pits on scapular neck; B: Scores on scapular neck; C: Puncture between scapular neck and glenoid cavity; D: Crushing on proximal side of scapula.

escapular (27), lado proximal de la escápula (1) y fosas (27). Las superficies que ocupan incluyen: cortical (41) y cortical delgada (28). La media de las medidas es 6.58 mm (largo) y 1.49 mm (ancho).

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Lenght	Width
6	1	B	r	DF	CB	P	A			3,5	1,06
7	1	B	r	DF	CB	P	A			2,83	0,46
12	2	R	e	NE	CB	D			CR	5,01	1,51
13	2	R	e	NE	CB	D	P			11,29	1,14
14	2	R	e	T	TC		P		CA	9,02	0,93
15	2	B	r	MT	CB	P	P	M		4,17	0,62
24	2	C	r	DF	CB	D	A			2,98	0,51
25	2	C	r	DF	CB		A			3,92	0,18
32	3	R	e	NE	CB	D	P			17	2,35
33	3	R	e	T	TC		P		CA	5,84	2,07
34	3	R	e	T	TC		P		CA	2,51	2,16
35	3	R	e	T	TC		P		CA	13,59	2,08
36	3	R	e	T	TC		P		CA	10,63	1,45
39	3	B	e	T	TC		P		CA	19,82	1,83
47	4	R	e	NE	CB	D			CR	8,2	2,26
48	4	R	e	NE	CB	D			CA	5,67	1,48
52	4	R	e	NE	CB	D			CA	6,43	0,99
54	4	R	e	NE	CB	D			CA	3,64	1,1
60	5	R	e	T	TC	D	A		CR	10,95	1,43
61	5	R	e	T	TC		A		CR	9,03	1,57
62	5	R	e	T	TC	D	A		CA	12,07	1,52
63	5	B	r	DF	CB	P	P	M		4,71	0,83
64	5	B	r	DF	CB	D	A	M		9,17	1,17
65	5	B	r	DF	CB		A			9,41	1,71
66	5	B	r	DF	CB		A	M		9,46	2,86
67	5	B	r	DF	CB		A	M		7,35	3,45
68	5	B	r	DF	CB	P	A	M		3,77	1,79
69	5	B	r	DF	CB	P	A	M		3,73	1,63
70	5	B	r	DF	CB	P	A	M		8,51	2,24
73	5	B	e	NE	CB	D	P		CA	8,15	1,41
74	5	B	e	T	TC	D	P		CA	11,62	1,06
75	5	B	e	NE	CB	D	P			4,18	0,47
93	6	R	e	T	TC	D	A		CR	5,69	2,18
94	6	R	e	T	TC		A		CR	8,84	3,24
95	6	R	e	T	TC		A		CR	9,74	2,89
96	6	R	e	T	TC		A		CR	7,2	3,06
97	6	R	e	T	TC	P	A		CR	6,35	2,95
98	6	R	e	T	TC	P	A		CR	6,63	2,05
99	6	R	e	T	TC	P	A		CR	7,4	1,45
100	6	R	e	T	TC	P	A		CR	9,16	2,26
101	6	R	e	T	TC	P	A		CA	8,3	3,54
102	6	R	e	T	TC	P	A		CA	11,41	3,15
105	6	R	e	T	TC	P	A		CA	4,56	0,72
106	6	R	e	T	TC	P	A		CA	6,1	0,8
108	6	R	e	T	TC	P	P		CR	3,54	0,45
111	6	R	e	T	TC	P	P		CR	3,17	0,5
121	6	B	e	T	TC		A		CA	2,72	0,8
129	7	R	e	P	TC	P	A		CR	5,02	0,91
135	7	B	e	T	TC		A		CA	7,73	1,01
153	9	B	e	NE	CB	D	P		CA	4,56	1,4
154	9	B	e	NE	CB	D	P		CA	4,14	1,9
155	9	B	e	NE	CB	D	P		CA	4,92	1,63
156	9	B	e	NE	CB	D	P		CA	5,65	1,36
157	9	B	e	NE	CB	D	P		CA	4,93	1,17
158	9	B	e	NE	CB	D	P		CR	3,8	0,83
159	9	B	e	NE	CB	D	P		CR	3,15	0,63
160	9	B	e	NE	CB	D	P		CR	3,04	0,88
161	9	B	e	NE	CB	D	P		CR	5,06	0,91
162	9	R	e	T	TC	D	A		CA	4,96	0,57
166	9	R	e	NE	CB	D	A		CA	4,57	1,15
169	9	C	e	NE	CB	D	A		CA	3,92	1,16
170	9	C	e	NE	CB	D	P			12,91	0,94

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Length	Width
173	10	R	e	NE	CB	D	P			6,08	1,64
183	10	C	r	DF	CB		A			1,1	0,35
196	10	B	e	NE	CB	D			CA	4,96	2,01
197	10	B	e	NE	CB	D			CA	4,8	1,89
198	10	B	e	NE	CB	D			CA	3,86	1,35
200	10	B	e	NE	CB	D	P		CA	2,78	0,79
201	10	B	e	NE	CB	D	P		CA	3,01	0,98

Tabla 4. Total de surcos en nuestra muestra. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 4. Total of scores in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

3.2. Marcas secundarias

3.2.1. Furrowing

Continuando con los marcas resultado del consumo experimental de carne, detectamos 39 *furrows* (19,3% de las marcas) (Tabla V). Éstas se encuentran sobre 4 falanges (2 asadas y 2 hervidas), 13 radios (5 asados, 3 hervidos y 5 crudos) y 5 escápulas (2 asadas, 2 hervidas y 1 cruda) (24,7% de los huesos). Las zonas que poseían estas modificaciones son: acromion-cavidad glenoidea (6), epífisis (25), epífisis-metáfisis (1), metáfisis (6), cuello escapular (1). Las superficies son, por su parte: tejido esponjoso (31), esponjoso-cortical (1) y cortical (7). La media en cuanto a dimensiones del lado más largo es de 8.92 mm.

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Length
3	1	R	r	EP	C	P	P			13,03
9	2	R	r	EP	C	P		L		11,1
11	2	R	e	A-CG	C	D				24,99
18	2	B	e	A-CG	C	D				4,17
19	2	B	e	NE	CB	D	A			5,66
27	2	C	r	EP	C	P	P			5,61
28	2	C	r	EP	C	P	A			4,4
55	4	C	r	EP	C	P	P			8,02
56	4	C	r	EP	C	P	P	M		7,6
58	5	R	r	MT	CB	P		L		7,28
78	5	C	e	A-CG	C	D				12,72
85	6	R	f	EP	C	D	A			5,85
88	6	R	r	EP	C	P		M		14,02
89	6	R	r	EP	C	D		M		10,12
90	6	R	e	A-CG	C	D				11,57
91	6	R	e	A-CG	C	D				17,76
113	6	B	r	EP	C	D	A	L		6,8
114	6	B	r	EP	C	D	A	M		14
115	6	B	r	EP	C	D	P	M		10,4
116	6	B	r	MT	CB	P	A	L		3,51
124	7	R	r	EP	C	P	A			10,13
125	7	R	r	EP	C	P	P	M		5,14
126	7	R	r	EP-	C-CB	P	P	L		13,69
132	7	B	r	MT	C	P	P			7,51
133	7	B	r	EP	C	P	P	L		16,71
137	7	C	r	EP	C	P	P			5,24
147	8	C	r	EP	C	P	P			7,53
148	8	C	r	EP	C	P	P	L		3,79
149	9	B	f	EP	CB	P	P	L		4,29
171	10	R	f	MT	CB	P	P	M		1,61
174	10	R	f	MT	CB	P	P			4,35
175	10	C	r	MT	C	P		M		7,09
176	10	C	r	EP	C	P				11,17

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Lenght
186	10	B	f	EP	C	D	A	L		4,98
188	10	B	r	EP	C	P	P			3,9
190	10	B	r	EP	C	P	P			7,89
191	10	B	r	EP	C	P	P			1,94
192	10	B	r	MT	CB	D	A			11,36
202	10	B	e	A-CG	C	D				20,88

Tabla 5. Total de furrowing en nuestra muestra. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 5. Total of furrowing in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

3.2.2. Bordos crenulados

Nosotros registramos 25 casos de bordes crenulados (12,4% de las marcas) (Tabla VI). Han sido encontradas en 16 escápulas (6 asadas, 4 hervidas y 6 crudas) (18% de los huesos). Las zonas que los poseen son las que siguen: lado proximal de la escápula (13) y espina (25). Todas las superficies modificadas de este modo son cortical delgada (25). El tipo medio de borde crenulado abarca 12.94 mm.

3.2.3. Bordos en dientes de sierra

Hay 4 casos de bordes en dientes de sierra (2% de las marcas) (Tabla VII). Aparecen en 4 escápulas (1 asada, 1 hervida y 2 crudas) (4,5% de los huesos). Las zonas que exhiben esta modificación son el

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Lenght
4	1	R	e	SP	TC	P	A			7,23
8	1	C	e	P	TC	P	P			3,68
17	2	B	e	SP	TC	D	A			4,18
20	2	B	e	SP	TC	D	A			2,56
26	2	C	e	P	TC	P			CR	6,64
29	3	R	e	SP	TC	P	A			5,56
30	3	R	e	P	TC	P			CA	5,72
44	4	B	e	SP	TC		A			3,83
51	4	R	e	P	TC	P			CR	19,93
57	4	C	e	P	TC				CR	10,57
59	5	R	e	P	TC	P			CR	12,62
79	5	C	e	SP	TC	D	A			16,05
81	5	C	e	SP	TC		A			22,78
82	5	C	e	SP	TC	P	A			5,46
103	6	R	e	P	TC	P			CR	27,32
122	6	C	e	SP	TC	D	A			5,83
123	6	C	e	SP	TC		A			11,24
130	7	R	e	P	TC	P			CA	20,4
150	9	B	e	SP	TC	P	A			8,36
151	9	B	e	P	TC	P			CA	9,18
152	9	B	e	P	TC	P			CR	4,26
178	10	C	e	P	TC	P			CA	24,04
193	10	B	e	P	TC	P			CR	32,25
194	10	B	e	P	TC	P				13,75
195	10	B	e	SP	TC		A			40,08

Tabla 6. Total de bordes crenulados encontrados en nuestra muestra y sus características. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 6. Total of crenulated edges in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Length
92	6	R	e	SP	TC		A			75,9
119	6	B	e	P	TC	P			CR	2,92
138	7	C	e	SP	TC		A			13,61
177	10	C	e	SP	TC		A			65,8

Tabla 7. Total de bordes en dientes de sierra encontrados en nuestra muestra y sus características. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 7. Total of saw-toothed in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

lado proximal de la escápula (1) y la espina (3). Todas las superficies son corticales (4). La media en las dimensiones de esta alteración está en 39.56 mm.

3.2.4. Crushing

Identificamos como crushing 7 marcas (3,5% del total) (Tabla VIII, Figura 4d). Estaban situadas en 2 falanges (1 asada y 1 cruda) y 5 escápulas (1 asada y 4 crudas) (7,7% de los huesos). Las zonas que exhiben estas alteraciones son las siguientes: diáfisis (2), lado proximal de la escápula (7), espina (2) y fosas (1). Las superficies son, a su vez, corticales (2) y cortical delgada (10). La media en dimensiones está en 9.41 mm.

3.2.5. Fracturas

En esta muestra solo hemos encontrado un caso de fractura total (0,5% de las marcas). Esta fractura está situada en una única escápula (1,1% de los huesos), en la zona de las fosas, sobre una superficie de cortical delgada. Su lado mayor mide 64.92 mm.

4.- DISCUSIÓN

A día de hoy, los trabajos de Arqueología Experimental que pretenden reproducir una situación que pudo acaecer en el pasado son una constante para la Arqueología Prehistórica. Algunos estudios han recreado episodios de consumo de carne por parte de humanos (LLOVERAS *et al.*, 2009; FERNÁNDEZ-

Number	Individual	Treatment	Bone	Zone	Surface	P-D	A-P	L-M	CR-CA	Length
22	2	C	e	P	TC	P				11,62
23	2	C	e	T	TC	D			CA	14,93
83	5	C	e	P	TC	P			CR	5,49
84	6	R	f	DF	CB		P			5,41
127	7	R	e	SP	TC	D	A			8,04
128	7	R	e	SP	TC	D	A			5,32
136	7	C	f	DF	CB	D	A			6,75
139	7	C	e	P	TC	P				16,87
141	7	C	e	P	TC	P				17,51
179	10	C	e	P	TC	P	P		CR	12,92
180	10	C	e	P	TC	P	P		CA	4,79
181	10	C	e	P	TC	P	P		CA	3,34

Tabla 8. Total de crushing encontrados en nuestra muestra y sus características. Individuo que consume la porción (IND), Tratamiento previo al consumo (T), Hueso (B), Zona (Z), Superficie (Surf), Proximal o Distal (P-D), Anterior o Posterior (A-P), Lateral o Medial (L-M), Craneal o Caudal (CR-CA), Largo (L), Ancho (W) (en mm). Tratamiento: Asado (R), Hervido (B) o Crudo (C). Hueso: Falange (f), Radio (r), Escápula (e). Zonas: Epífisis (EP), Metáfisis (MT), Diáfisis (DF), Acromion y Cavidad glenoidea (A-GC), Cuello escapular (NE), Espina (SP), Fosas escapulares (T), Lado proximal de la escápula (P). Superficies: Tejido esponjoso (C), Tejido cortical (CB), Tejido cortical delgada (TC).

Table 8. Total of crushing in our sample. Individual (IND), Treatment (T), Bone (B), Zone (Z), Surface (Surf), Proximal or Distal (P-D), Anterior or Posterior (A-P), Lateral or Medial (L-M), Cranial or Caudal (CR-CA), Length (L), Width (W) (in mm). Treatment: Roasted (R), Boiled (B) or Raw (C). Bone: Phalanx (f), Radius (r), Scapula (e). Zones: Epiphyses (EP), Metaphyses (MT), Diaphyses (DF), Acromion and glenoid cavity (A-GC), Scapular neck (NE), Spine (SP), Scapular fossa (T), Proximal side of scapula (P). Surfaces: Cancellous bone (C), Cortical bone (CB), Thin cortical (TC).

JALVO y ANDREWS, 2011; SANCHIS *et al.*, 2011; SALADIÉ *et al.*, 2013) o animales (salvajes o en cautividad) (PICKERING y WALLIS, 1997; SALADIÉ, 2009, 2011; SALA, 2012; SALA y ARSUAGA, 2013). La utilidad de estos experimentos ha sido probada como una aproximación a la realidad arqueológica, sirviendo como contraste y referencia.

Aunque las variables de los sujetos que tomaron parte en este experimento fueron controladas, no han permitido deducciones significativas. Aún así, los hombres generaron un número de marcas ligeramente superior al de las mujeres. Esto, no obstante, nos parece algo normal, ya que las mandíbulas de los machos de nuestra especie suelen tener una musculatura algo más potente que la de las hembras.

Asimismo, los huesos de los ejemplares inmaduros han mostrado una mayor proporción de daños que los de adultos. Ello era predecible, ya que los huesos de animales inmaduros son más plásticos, en contraste con los maduros, más osificados.

Otro aspecto a tener en cuenta es la presencia o ausencia de un cocinado previo al episodio de consumo. Por regla general, las señales halladas en las piezas sin preparación culinaria son ligeramente más débiles; ello podría ser por dos razones: nuestros dientes no están preparados para cortar la carne cruda, como los de otros carnívoros, por lo que el acceso a la superficie ósea es más difícil. Además, el cocinado altera el hueso, haciéndolo más frágil y más fácilmente dañable. Sin embargo, algunas alteraciones (como el crushing o la única fractura total) suelen estar en los huesos crudos. Esto podemos verlo en este estudio y en otros (SALADIÉ *et al.*, 2013). Este fenómeno es debido a que la carne cruda, más flexible, amortiguan el impacto de los dientes contra el hueso, extendiendo el choque a una superficie mayor, generando grietas que, a veces, llegan a separarse totalmente unas de otras, dando lugar a fracturas.

Además, en algunos casos hemos sido capaces de interpretar algunos patrones de aparición de las marcas en las superficies de los huesos, como improntas de un modelo de acceso a la carne en falanges, radios y escápulas. En las líneas siguientes comentaremos algunos aspectos del daño en las piezas, habiendo mostrado ya cada una de ellas y sus características en las tablas correspondientes (ver Resultados).

Las falanges son la parte anatómica de la muestra que posee una menor frecuencia de marcas, probablemente por la resistencia del tejido fibroso que las recubre. El cocinado de éstas permite ciertas modificaciones por mordeduras. En otros experimentos, las únicas falanges dañadas fueron las hervidas (ver *supra*).

Las marcas están concentradas en las zonas distal (cara anterior) y proximal (cara posterior). Del extremo distal podemos deducir dos grados de alteración: uno de baja intensidad, que genera un pit y otro de mayor intensidad que genera furrowing con el más alto colapso del tejido óseo. En este caso, podemos observar que la única falange cruda dañada posee una intensidad limitada y concentrada en el área más cortical, con crushing. En ambas caras la acción de las mordeduras acaece en un eje latero-medial.

Los radios son el segundo elemento con más modificaciones. La marca más habitual en el extremo proximal es el furrowing, como raspado del diente contra esta zona del hueso. No obstante, también existen otras huellas de mordisqueo en esta área. Aquí podemos interpretar que el acceso a la masa cárnica se efectúa en el eje distal-proximal.

Mientras tanto, en el extremo distal del radio, improntas como el furrowing son menos frecuentes y suelen estar restringidas a la epífisis. También hallamos punctures en este lugar, ya que el tejido esponjoso y su grosor permiten a la impronta del diente marcarse.

Otras marcas significativas en el radio son los pits y los surcos, con una disposición determinada. Aunque hay pits en diáfisis y metáfisis, tienden a aparecer cercanos a la metáfisis y en la cara anterior. Los surcos o arrastres suelen localizarse en la zona central de la diáfisis, con asiduidad en la cara anterior. Esta situación, perpendicular al cilindro de hueso, indica que el acceso a la carne se lleva a cabo en este eje, y es similar (aunque de menor entidad) a los realizados por los chimpancés en costillas (PICKERING y WALLIS, 1997).

En las escápulas, la superficie delgada y frágil permite la aparición de huellas de masticación. En el lado proximal se dan varios fenómenos; la presión en las esquinas (puntos de osificación) produce grietas oblicuas o longitudinales. Cuando la misma presión es ejercida en otros puntos de esta zona, aparecen algunas fisuras. Incluso pudimos registrar algunos bordes en dientes de sierra, que pueden o no

estar asociados con fisuras. En referencia al acromion y la cavidad glenoidea, las marcas pueden ser interpretadas como el resultado del acceso longitudinal a la carne aquí existente.

La zona del cuello escapular tiene por lo común marcas en los huesos cocinados. La mayoría de estas marcas están clasificadas como pits y surcos. Los punctures están asociados con el lado distal del cuello escapular. A menudo también podemos encontrar pits en el área distal del cuello escapular. En ciertos casos hay una asociación entre pits y surcos en las caras anterior y posterior. En la posterior, los surcos aparecen cercanos a los lados caudal y craneal y, en ambas, al extremo distal de la espina. Sin embargo, suelen centrarse en la cara anterior.

Por otro lado, en la zona de las fosas en la escápula, podemos diferenciar dos caras con marcas. En la anterior encontramos surcos, algunos de ellos múltiples. No obstante, en la cara posterior, hallamos por igual pits y surcos. Toda esta información hace posible esbozar el acceso a la masa muscular de forma perpendicular u oblicua al hueso.

Finalmente, la tipología de marcas que hemos reconocido a raíz de nuestro experimento es muy similar a la registrada en otros trabajos sobre las mordeduras humanas en los huesos de animales de talla media (LANDT, 2007; DELANEY-RIVERA *et al.*, 2009; MARTÍNEZ, 2009; FERNÁNDEZ-JALVO y ANDREWS, 2011; SALADIÉ *et al.*, 2013). Aún así, la variabilidad en las medidas de las improntas de los dientes humanos no es demasiado alta en comparación con otros estudios. En nuestro estudio no aparecieron huellas muy destructivas como scooping-out (algunos huesos de oveja y cerdo consumidos por humanos tienen esta modificación en experimentos de autores como SALADIÉ *et al.*, 2013, si bien pueden deberse a la intención de acceder al tuétano, algo a lo que nosotros no instamos), típicas en materiales óseos de animales pequeños devorados por humanos o en otros animales presa de carnívoros.

5.- CONCLUSIONES

Aunque la manufactura y el uso de herramientas es la más distintiva característica de los humanos, la tecnología no está siempre presente en todas las fases del consumo de carne. Por ello, es posible (y necesario) conocer las marcas de dientes que los homínidos dejan en los huesos durante los procesos alimenticios. Este texto es una contribución más a la literatura ya existente sobre el tema de las mordeduras humanas.

Hemos comprobado una vez más que los humanos sin tecnología no son muy destructivos con el material óseo cuando ingieren la carne. Sin embargo, causan una cantidad considerable de daño en partes anatómicas de animales de pequeño tamaño, como se ha demostrado en otras ocasiones (LANDT, 2004, 2007; MARTÍNEZ, 2007, 2009). Otros agentes tafonómicos como los carnívoros destruyen sustancialmente más los huesos. No obstante, las improntas de los dientes humanos pueden ser similares a las de otros animales (p.e., otros primates o medianos depredadores como chacales o felinos) (ELKIN y MONDINI, 2001; SALADIÉ *et al.*, 2013). En cualquier caso, "*carnivores not only cause damage on bone surface but they also consume portions of entire bone elements*" (MARTÍNEZ, 2009:14).

Con la observación de todas las marcas podemos construir los patrones de acceso a la masa muscular de las presas. Este asunto está relacionado con aspectos biológicos y anatómicos del depredador y la presa, pero también culturales (BLASCO *et al.*, 2013). En este orden de cosas, es necesario considerar la presencia o ausencia de un tratamiento culinario previo a la alimentación, como un posible componente social y cultural del comportamiento en grupos humanos prehistóricos.

Con todas estas consideraciones, no sólo es importante observar las dimensiones de las marcas, sino también su distribución e intensidad. Algunas marcas de mordisqueo son típicas de los humanos, como los extremos doblados en huesos como las costillas (PICKERING y WALLIS, 1997; PICKERING *et al.*, 2013), pero otras pueden estar realizadas por animales. Las mordeduras humanas raramente incluyen modificaciones muy distintivas o, al menos, éstas están ausentes en nuestra muestra.

En conclusión, la combinación de diferentes huellas (de corte, percusión y de dientes), con especial atención a las medidas, la intensidad, distribución y las superposiciones, además de otra información del conjunto óseo (p.e., la representación anatómica), es la manera más apropiada para identificar los agentes tafonómicos involucrados, especialmente para el ser humano. Por razones de lógica, la detección de la actividad antrópica en un conjunto fósil es fundamental para cualquier interpretación arqueológica.

6.- AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos dar las gracias al director de este trabajo, el Prof. Carlos Díez, quien inspiró la temática y ayudó en multitud de aspectos a que se desarrollase el trabajo. Del mismo modo, debemos agradecer la participación de los voluntarios para el experimento: Laura Rodríguez, Rebeca García, Marta Navazo, Celia Mahave, Rodrigo Alonso, David Canales, Ángel Carrancho, Miguel Ángel Pérez y Marcos Terradillos. Asimismo, nuestro más sincero agradecimiento a las arqueólogas Palmira Saladié y Sofía Samper y a los paleontólogos Diego Arceredillo y Asier Gómez, por sus comentarios y ayuda. También queremos expresar nuestra más profunda gratitud hacia el profesorado de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, en especial a los Profs. Álvaro Arrizabalaga, Lydia Zapata y Alfonso Alday, y a Jamie Benyei, Marina Pérez Romero y Alexandra Younger por sus críticas al texto. Finalmente, también agradecemos a José Luis Sanchidrián y a M^a Ángeles Medina su apoyo y ánimos. Este trabajo fue realizado en los laboratorios de la Universidad de Burgos y la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, y tuvo el soporte del Museo de Evolución Humana y la Junta de Castilla y León. El autor es beneficiario de una beca de ayuda a la movilidad del Gobierno Vasco.

7.- BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, P., y FERNÁNDEZ-JALVO, Y.

2003 Cannibalism in Britain: taphonomy of the Creswellian (Pleistocene) faunal and human remains from Gough's (Somerset, England). *Bulletin of the Natural History Museum*. 58:59-81.

BINFORD, L. R.

1981 *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Academic Press. New York.

BLASCO, R., ROSELL, J., DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M., LOZANO, S., PASTÓ, I., RIBA, D., VAQUERO, M., FERNÁNDEZ PERIS, J., ARSUAGA, J. L., BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M., y CARBONELL, E.

2013 Learning by Heart: Cultural Patterns in the Faunal Processing Sequence during the Middle Pleistocene. *Public Library of Science One*, 8, 2:1-20.

BLUMENSCHINE, R. J.

1988 An experimental model of the timing of hominid and carnivore influence on archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 15:483-502.

1995 Percussion marks, tooth marks and experimental determinations of the timing of hominid and carnivore access to long bones at FLK Zinjanthropus, Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Human Evolution*, 29:21-51.

BOTELLA, M. C., ALEMÁN, I., y JIMÉNEZ, S. A.

2000 *Los huesos humanos. Manipulación y alteraciones*. Bellaterra. Barcelona.

BRAIN, C. K.

1980 *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African Cave Taphonomy*. The University Chicago Press. Chicago/London.

CÁCERES, I., LOZANO, M., y SALADIÉ, P.

2007 Evidenze for Bronze age cannibalism in El Mirador Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 133:899-917.

CAPALDO, S. D.

1998 Methods, marks, and models for inferring hominids and carnivore behaviour. *Journal of Human Evolution*, 35:323-326.

CRUZ-URIBE, K.

1991 Distinguishing hyena from hominid bone accumulations. *Journal of Field Archaeology*, 18:467-486.

DELANEY-RIVERA, C., PLUMMER, T. W., HODGSON, J. A., FORREST, F., HERTEL, F., y OLIVER, J. S.

2009 Pits and pitfalls: taxonomic variability and patterning in tooth mark dimensions. *Journal of Archaeological Science*, 36:2597-2608.

DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M., y PIQUERAS, A.

- 2003 The use of tooth pits to identify carnivore taxa in tooth-marked archaeofaunas and their relevance to reconstruct hominid carcass processing behaviors. *Journal of Archaeological Science*, 30:1385-1391.

ELKIN, D., y MONDINI, M.

- 2001 Damage on Bones –an Exploratory Study and its Archaeological Implications. En: *Ethnoarchaeology of Andean South America, Contributions to Archaeological Method and Theory*. L. A. Kuznar (Ed.): 255-265. International Monography in Prehistory, Ethnoarchaeological series 4.

FERNÁNDEZ-JALVO, Y., y ANDREWS, P.

- 2011 When humans chew bones. *Journal of Human Evolution*, 60:117-123.

FISHER, J. W.

- 1995 Bone Surface Modifications in Zooarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 1, 2:7-68.

GIFFORD-GONZÁLEZ, D.

- 1989 Overview-modern analogues: developing an interpretative framework. En: *Bone Modification*. R. Bonnichsen and M. H. Sorg (Eds.): 43-52. University of Maine Center for the Study of the First Americans, Orono.

HUGUET, R., SALADIÉ, P., CÁCERES, I., DÍEZ, C., ROSELL, J., BENNÀSAR, M., BLASCO, R., ESTEBAN-NADAL, M., GABUCIO, M. J., RODRÍGUEZ-HIDALGO, A., y CARBONELL, E.

- 2013 Successful subsistence strategies of the first humans in south-western Europe. *Quaternary International*, 295:168-182.

LANDT, M. J.

- 2004 *Investigations of human gnawing on small mammal bones: among contemporary Bofi Foragers of the Central African Republic*. Doctoral Dissertation Memory, Washington State University. Washington.

- 2007 Tooth marks and human consumption: ethnoarchaeological mastication research among foragers of the Central African Republic. *Journal of Archaeological Science*, 34:1629-1640.

LINNAEUS, C.

- 1758 *Systema naturae*. Laurentinus Salvius. Stockholm.

LLOVERAS, L., MORENO-GARCÍA, M., y NADAL, J.

- 2009 Butchery, cooking and human consumption marks on rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) bones: an experimental study. *Journal of Taphonomy*, 7:179-201.

MARTÍNEZ, G.

- 2007 Patterns of bone representation and surface modification caused by Nukak prey acquisition. En: *Nukak. Ethnoarchaeology of an Amazonian People*. G. Politis (Ed.): 356-376. Left Coast Press. California.

- 2009 Human chewing bone surface modification and processing of small and medium prey amongst the Nukak (foragers of the Colombian Amazon). *Journal of Taphonomy*, 7:1-20.

OLIVER, J. S.

- 1993 Carcass processing by the Hadza: bone breakage from butchery to consumption. En: *From Bones to Behavior. Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*. J. Hudson (Ed.): 200-227. Center for Archaeological Investigations. Southern Illinois University.

PICKERING, T. R., y WALLIS, J.

- 1997 Bone modifications resulting from captive chimpanzee mastication: implications for the interpretation of Pliocene archaeological faunas. *Journal of Archaeological Science*, 24:1115-1127.

PICKERING, T. R., DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M., EGELAND, C. P., y BRAIN, C. K.

- 2004 Beyond leopards: tooth marks and the contribution of multiple carnivore taxa to the accumulation of the Swartkrans Member 3 fossil assemblage. *Journal of Human Evolution*, 46, 5:595-604.

PICKERING, T. R., DOMÍNGUEZ-RODRIGO, M., HEATON, J. L., YRAVEDRA, J., BARBA, R., BUNN, H. T., MUSIBA, C., BAQUEDANO, E., DÍEZ-MARTÍN, F., MABULLA, A., y BRAIN, C. K.

- 2013 Taphonomy of ungulate ribs and the consumption of meat and bone by 1.2-million-year-old hominins at Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Archaeological Science*, 40:1295-1309.

POBINER, B. L., DESILVA, J., SANDERS, W. J., y MITANI, J. C.

2007 Taphonomic analysis of skeletal remains from chimpanzee hunts at Ngogo, Kibale National Park, Uganda. *Journal of Human Evolution*, 52:614-636.

POKINES, B. L., y KERBIS-PETERHANS, J. C.

2007 Spotted hyaena (*Crocuta crocuta*) den use and taphonomy in the Masai Mara National Reserve, Kenya. *Journal of Archaeological Science*, 34:1914-1931.

ROBERTS, S. J., SMITH, C. I., MILLARD, A., y COLLINS, M. J.

2002 The taphonomy of cooked bone: characterizing boiling and its physico-chemical effects. *Archaeometry*, 44:485-494.

RUITER, D. J., y BERGER, L. R.

2000 Leopards as taphonomic agents in dolomitic caves – implications for bone accumulations in the hominid-bearing deposits of South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 27:665-684.

SALA, N.

2012 *Tafonomía de yacimientos kársticos de carnívoros en el Pleistoceno*. Memoria de Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

SALA, N., y ARSUAGA, J. L.

2013 Taphonomic studies with wild brown bears (*Ursus arctos*) in the mountains of northern Spain. *Journal of Archaeological Science*, 40, 2:1389-1396.

SALADIÉ, P.

2009 *Mossegades d'omnívoros. Aproximació experimental i aplicació zooarqueològica als jaciments de la Sierra de Atapuerca*. Memoria de Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.

SALADIÉ, P., HUGUET, R., DíEZ, C., RODRÍGUEZ-HIDALGO, A., y CARBONELL, E.

2011 Taphonomic modifications produced by modern Brown bears (*Ursus arctos*). *International Journal of Osteoarchaeology*, 23, 1:13-33.

SALADIÉ, P., RODRÍGUEZ-HIDALGO, A., DíEZ, C., MARTÍN-RODRÍGUEZ, P., y CARBONELL, E.

2013 Range of bone modifications by human chewing. *Journal of Archaeological Science*, 40, 1:380-397.

SANCHIS, A., MORALES, A., y PÉREZ-RIPOLL, M.

2011 Creación de un referente experimental para el estudio de las alteraciones causadas por dientes humanos sobre huesos de conejo. En: *La investigación experimental aplicada a la arqueología*. A. Morgado, J. Baena y D. García (Eds.): 343-349. Actas del Segundo Congreso Internacional de Arqueología experimental. Ronda.

SELVAGGIO, M. M.

1998 Evidence for a Three-Stage Sequence of Hominid and Carnivore Involvement with Long Bones at FLK *Zinjanthropus*, Olduvai Gorge, Tanzania. *Journal of Archaeological Science*, 25:191-202.

SELVAGGIO, M. M., y WILDER, J.

2001 Identifying the involvement of multiple carnivore taxa with archaeological bone assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 28:465-470.

TURNER, C. G.

1983 Taphonomic reconstructions of human violence and cannibalism based on mass burials in the American Southwest. En: *Carnivores, Human Scavengers and Predators: a Question of Bone Technology*. G. M. Lemone and A. S. MacEachern (Eds.): 219-240. Archaeological Association, University of Calgary. Calgary.

WHITE T. D., y TOTH, N.

2007 Carnivora and carnivory: assessing hominid toothmarks in zooarchaeology. En: *Breathing Life into Fossils: Taphonomic Studies in Honor of C. K. "Bob" Brain*. T. Pickering, K. Schick and N. Toth (Eds.): 281-296. Stone Age Institute Press. Gosport.

WHITE, T. D.

1992 *Prehistoric Cannibalism at Mancos 5MTUMR-2346*. Princeton University Press. Princeton.

YRAVEDRA, J.

2006 *Tafonomía aplicada a Zooarqueología*. Universidad Nacional a Distancia. Madrid.

CKQ Estudios de Cuaternario / Kuaternario Ikasketak / Quaternary Studies	n° 4	113-135	LEIOA	2014	ISSN 2340-745X
--	------	---------	-------	------	----------------

Caracterización y aprovisionamiento de materias primas de los grupos neandertales de la Cueva de Prado Vargas (Cornejo, Burgos)

Characterization and supply raw materials of neandertal groups of Prado Vargas Cave (Cornejo. Burgos)

PALABRAS CLAVES: Prospección, Sílex, Paleolítico Medio, ICP-MS, FT-IR, Área de Captación.
KEY WORDS: Survey, chert, flint, Middle Paleolithic, ICP-MS, FT-IR, raw material sources

Santiago VALLEJO RODRÍGUEZ⁽¹⁾

RESUMEN

Se ha llevado a cabo una prospección sistemática en el área en torno a la cueva de Prado Vargas (Cornejo, Burgos), la cual presenta evidencias de ocupación humana en el Paleolítico Medio. El objetivo del estudio es localizar afloramientos de materiales líticos que puedan haber sido utilizados para la realización de industria lítica por estos grupos humanos neandertales. Se prospeccionan 46,6 Km² y en 94 localizaciones se recogen sílex y otros materiales de interés arqueológico y etnográfico. Se utilizan diferentes técnicas analíticas (Espectroscopia de Infrarrojos con Transformada de Fourier [FT-IR], Difracción de Rayos X [DRX] y Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente [ICP-MS]), con el fin de caracterizar los materiales líticos localizados en diez muestras seleccionadas de sílex en posición primaria en caja caliza y diez muestras seleccionadas de sílex en posición secundaria en caja de arcilla. También se han realizado análisis sobre nueve muestras de lascas arqueológicas procedentes de las excavaciones en la cueva. Se caracterizan las muestras de sílex natural y se interpretan los resultados de los datos de FT-IR, DRX e ICP-MS, observando una similitud entre muestras de origen natural y arqueológico, como localizando las posibles áreas de captación de recursos líticos.

ABSTRACT

A systematic survey has been done in the area around Prado Vargas cave (Cornejo, Burgos), a cave which shows evidence of Middle Palaeolithic human occupation. The aim of the study is to locate lithic material outcrops which may have been used for lithic industry by these neandertal human groups. The survey covered an area of 46.6 km² and in 94 sites Chert and other materials of archaeological and ethnological value are found. Different analytic techniques are used (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy [FT-IR], X-ray Diffraction [XRD], and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry [ICP-MS]) in order to characterize the lithic materials located in ten selected Chert samples in primary position in limestone and ten selected Chert samples in secondary position in clay. An analysis has also been done on nine archaeological flake samples from the cave excavations. Natural Chert samples are characterized and FT-IR, DRX and ICP-MS data is interpreted, noticing a similarity between natural and archaeological source samples, as well as locating the possible lithic resources catchment.

1.- INTRODUCCIÓN

Una de las cuestiones que ha suscitado mayor interés entre los arqueólogos es conocer las fuentes de materias primas que los grupos humanos del pasado han utilizado para realizar los útiles líticos, así como establecer patrones de comportamiento y movilidad en el territorio ocupado (MARTÍNEZ, 1991; PÉREZ, 1998; TARRIÑO, 2004; CAZALS *et al.*, 2007; NAVAZO *et al.*, 2008; CASTAÑEDA, 2008; OLIVARES *et al.*, 2009; BORRAZZO *et al.*, 2010; GILES, 2010; BUSTILLO *et al.*, 2012).

Se han desarrollado diferentes métodos para poder caracterizar los sílex naturales, a nivel macroscópico, microscópico, óptico, petrográfico, geoquímico (TARRIÑO, 2004; NAVAZO, 2006), a través del estudio de los fósiles o de las trazas de organismos (RODRÍGUEZ-TOVAR *et al.*, 2010) y también a través del estudio de la materia orgánica que queda atrapada (OLIVARES *et al.*, 2013). Asimismo, el desarrollo de los trabajos de prospección al aire libre también ha comenzado a tener la importancia que se merece, tradicionalmente acotando los estudios arqueológicos al entorno de cuevas y abrigos, reconociéndose la poca información que

⁽¹⁾ Máster en Cuaternario, cambios ambientales y Huella Humana. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad de País Vasco. svallejo_rodriguez@hotmail.com

Directoras: Karmele Urteaga Greaves. NIVERSIDAD DEL PAIS VASCO. Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco. Dpto. Mineralogía y Petrología y Marta Navazo Ruiz. UNIVERSIDAD DE BURGOS. Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Burgos. Área de Prehistoria del Dpto de Ciencias Históricas y Geografía. Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (CENIEH).

se dispone del entorno superficial de los yacimientos (ORTEGA *et al.*, 2013). La planificación de trabajos de prospección superficial en extensión proporciona información valiosa para comprender cómo se desarrollaron los grupos humanos del pasado, tal como manifiestan algunos autores (NAVAZO, 2006, 2010).

Las relaciones entre los grupos humanos y el entorno comenzaron a ser objeto de estudio en la década de los 60 del pasado siglo XX a raíz de la denominada nueva arqueología (BINFORD, 1962; STEWARD, 1955; BUTZER, 1989; RENFREW *et al.*, 1993, 2008). Esta disciplina se desarrolla bajo el concepto del análisis ecológico-cultural que planteaba L.R. Binford a través del determinismo, las variables naturales y la condición del hombre. De todo ello nace la arqueología espacial, o también denominada arqueología del territorio, (CLARK, 1977). Este tipo de estudios tiene diferentes objetivos, desde tratar de conocer las pautas de poblamiento, movilidad en el territorio, subsistencia, redes, etc... de los grupos humanos. D. Clark establece una metodología para la investigación del territorio y su ocupación por las comunidades humanas, a tres niveles: **micro**, que analiza la distribución de los restos dentro de un yacimiento, **semi-micro**, donde se desarrollan entre el yacimiento y el entorno local más próximo y **macro**, donde se plantea las relaciones entre asentamientos y el medio ambiente donde se desarrolla, tratando de reconstruir los modelos organizativos y socioeconómicos de una comarca o una extensión de territorio extensa. La contribución de K. Butzer fue relevante, *Archaeology as Human Ecology* (1982), establece en tres líneas principales las repercusiones más importantes de la ecología cultural en la arqueología: 1) Aparición de la arqueología de asentamientos y la arqueología espacial, 2) Define la metodología del análisis paleoambiental y la geoarqueología, 3) Renueva el concepto de cultura material.

En la escala macro que es la que interesa para relacionarla con las materias primas líticas, objeto del presente trabajo, se trata de establecer la escala local o regional que proyectan los materiales líticos arqueológicos encontrados en los yacimientos, en relación con los materiales geológicos naturales que existen en el territorio establecido.

El modelo de análisis territorial que más ha influido en la ecología cultural es la denominada **ACR**, Análisis de Captación de Recursos (VITA-FINZI *et al.*, 1970, HIGGS *et al.*, 1972), que consiste en establecer las relaciones que existen entre los grupos humanos y el medio, pero como un entorno dinámico, transformando la energía conseguida en procesos sociales y culturales. K. Butzer aporta, a este concepto, un modelo por el cual un asentamiento aislado especializado en recursos concretos va a tender a ocupar el espacio en círculos concéntricos.

Existe también el análisis de territorialidad teórica (GARCÍA, 2004), para modelizar las áreas de influencia y control de asentamientos en el territorio, de cómo teorizar sobre límites y fronteras. Los más conocidos, entre otros, son la teoría del lugar central, los polígonos de Thiessen, el modelo X-Tent, coeficiente de punto de equilibrio espacio-población, coeficiente de gravedad, preponderancia topográfica (GAMBLE, 2001; GARCÍA, 2004) todos ellos modelos teóricos, tratando de sistematizar procedimientos que puedan ser manejados mediante computación. Otro tipo de análisis territorial son el análisis de intervisibilidad y la cuenca visual, muy utilizados a través de SIG y que facilita la interpretación de los asentamientos, sobre todo en la protohistoria.

Dentro de la zona de estudio, el primer trabajo sistemático pero centrado en cavidades fue llevado a cabo en el norte de Burgos por Geoffrey A. Clark: "The North Burgos Archaeological Survey, Bronze and



Figura 1. Paisaje observado desde el entorno de la cueva de Prado Vargas.
Figure 1. Landscape from Prado Vargas cave

Iron Age Archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain)", desarrollado en 1972 y publicado en 1979. Otros trabajos de investigación también han estado centrados en catas y excavaciones dentro de cuevas, como en cueva Palomera, el cual fue llevado a cabo por Soledad Corchón en 1972 y sin publicar los resultados, en Prado Vargas (TORRES, 1993; NAVAZO, 2008), sala del ayuntamiento (GARCÍA, M., 2001), pero, en el exterior, el conocimiento viene de hallazgos aislados.

La importancia que tiene la arqueología espacial hizo que se le diera la atención que se merece al territorio entorno a los yacimientos en cavidades (ver figura 1). Se empiezan a desarrollar trabajos de prospección en superficie y con la ayuda de la tecnología y de programas específicos se comenzó a relacionar ocupaciones y territorio (MAXIMIANO, 2011; CHAPA *et al.*, 2003; GARCÍA, 2004; FERNÁNDEZ, 1989; CONDE, 2000; MORENO, 2004; NAVAZO, 2006, 2010; RUIZ ZAPATERO *et al.*, 1993; MARÍN, 2008; RODRÍGUEZ, 2009; ORDOÑO, 2008; ORDOÑO *et al.*, 2009; BERGSVIK *et al.*, 2012; OREJAS, 1991, 1995). En el presente trabajo trataré de aplicar la metodología desarrollada en los trabajos de los autores citados de prospección en superficie, adaptándolos a la localización de afloramientos de sílex principalmente, tanto en posición primaria, (en roca encajante caliza) como en posición secundaria, es decir, descontextualizados de su posición original, tanto rodados en materiales calizos como encajados en arcillas. Se trata de abarcar la máxima cobertura de terreno posible, en función lógicamente de los factores que ayudan o dificultan a alcanzar este objetivo (MÉNDEZ, 2004; NAVAZO, 2006, 2010; RODRÍGUEZ, 2009).

Desde hace tiempo los arqueólogos tratan de conocer las fuentes de materia prima que los grupos humanos del pasado utilizaron para elaborar sus útiles líticos. Esta información resulta esencial a los arqueólogos para formular teorías sobre fenómenos migratorios, rutas, colonización de otras áreas de la región (BOULANGER *et al.*, 2006; ORDOÑO, 2012). Durante los últimos años, se vienen utilizando diferentes técnicas (XRD, ICP-MS, etc...en anexo 1) para caracterizar los materiales líticos, tanto naturales como arqueológicos (MARTÍNEZ, 1991; PÉREZ, 1998; TARRIÑO, 2004; CAZALS, *et al.*, 2007; NAVAZO *et al.*, 2008; CASTAÑEDA, 2008; OLIVARES *et al.*, 2009; BORRAZZO *et al.*, 2010; GILES, 2010; TARRIÑO, 2011; BUSTILLO *et al.*, 2012). A partir de estas técnicas obtiene información acerca de la organización de los grupos humanos que habitaron en el pasado, conocer más sobre patrones de explotación de recursos, conocimiento de las fuentes de materias primas, rutas de movimientos de materiales y personas, etc...

El estudio geoquímico del sílex puede utilizarse como una técnica para caracterizarlo, por un lado, porque durante los procesos de disolución de la roca encajante pueden quedar enriquecidas en elementos susceptibles de ser incluidos en la génesis del sílex. Por otra parte, aunque los procesos de silicificación sean muy intensos, suelen quedar restos de roca encajante difíciles de valorar por los análisis mineralógicos estándar, pero que de forma indirecta sí pueden inferirse a través de su composición química (BUSTILLO *et al.*, 2012).

1.1. Objetivos

En el presente trabajo se propone caracterizar las materias primas utilizadas por los grupos neandertales que ocuparon la cueva de Prado Vargas, desarrollando una prospección sistemática en superficie con el fin de recoger las materias primas que utilizaron para realizar los útiles líticos en función de la industria lítica excavada en el yacimiento, realizando análisis geoquímicos, ópticos y mineralógicos para determinar su composición.

Las técnicas empleadas para tratar de caracterizar el sílex, recogidas en esta investigación, van a ser la Espectrometría de Masas con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-MS), Espectroscopia de Infrarrojos Transformada Fourier (FT-IR) y Difracción de Rayos X (XRD), cuyos fundamentos teóricos se indican en el anexo 2. Del total de la muestras recogidas durante la prospección se eligen las más representativas, tanto de las muestras en posición primaria (situadas en el lugar donde se han generado) como en posición secundaria (materiales descontextualizados de su lugar de origen). Asimismo también serán objeto de estudio geoquímico unas muestras de lascas y restos líticos arqueológicos procedentes de la excavación en el yacimiento de la cueva de Prado Vargas, con el objeto de relacionar los resultados obtenidos entre los sílex naturales y los arqueológicos.

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

La cueva de Prado Vargas se localiza al pie de la margen izquierda del río Ulemas, aguas arriba de la localidad de Cornejo, integrada en el karst de Ojo Guareña y en el Término municipal de Merindad de Sotocueva. Se encuentra dentro de la gran unidad geológica denominada Cuenca Vasco-Cantábrica, CVC, (RAMÍREZ DEL POZO, 1978; JIMÉNEZ, 1997; TARRIÑO, 2004; TARRIÑO *et al.*, 2007). La CVC (ver figura 2), es una cuenca sedimentaria que está constituida fundamentalmente por materiales de edad Mesozoica. Las zonas deprimidas y sinclinales se recubren por sedimentos Cenozoicos. Su longitud mayor (entre los macizos Paleozoicos Asturianos y Pirenaicos) es de unos 200 kms, mientras que su anchura media, entre el Cabalgamiento Surpirenaico y el mar Cantábrico es de unos 80 kms (TARRIÑO, 2004). Esta cuenca, que comprende el oeste de Navarra, el País Vasco, norte de las provincias de Burgos y Palencia y gran parte de Cantabria, se caracteriza por la enorme potencia de sus sucesiones sedimentarias, especialmente las del Cretácico. (DEL VAL *et al.*, 2006).

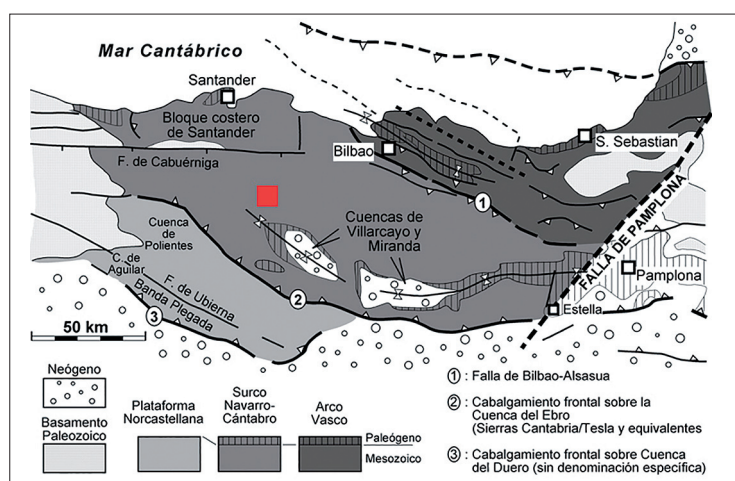
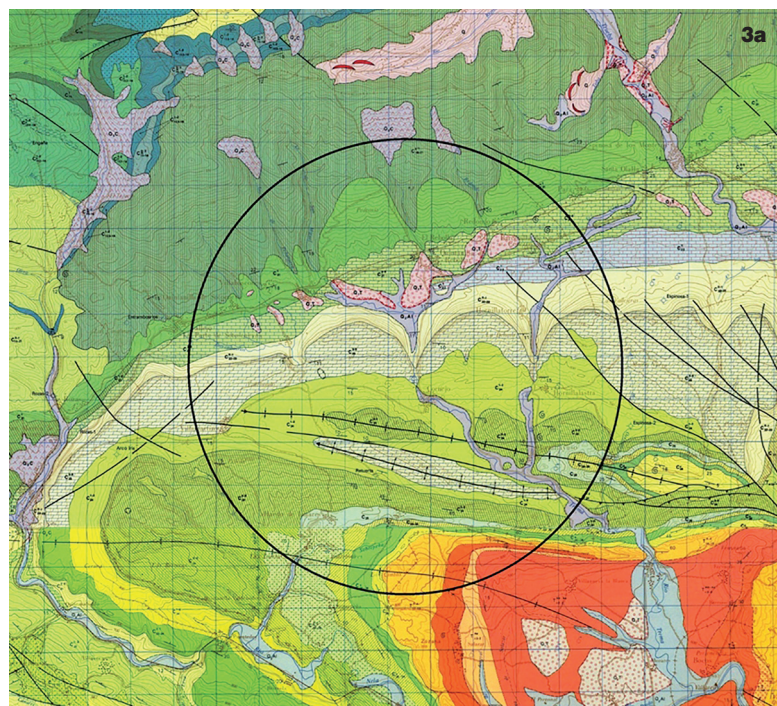


Figura 2. Mapa ubicación de la CVC, según TARRIÑO *et al.*, 2007.

Figure 2. Map CVC location by TARRIÑO *et al.*, 2007.

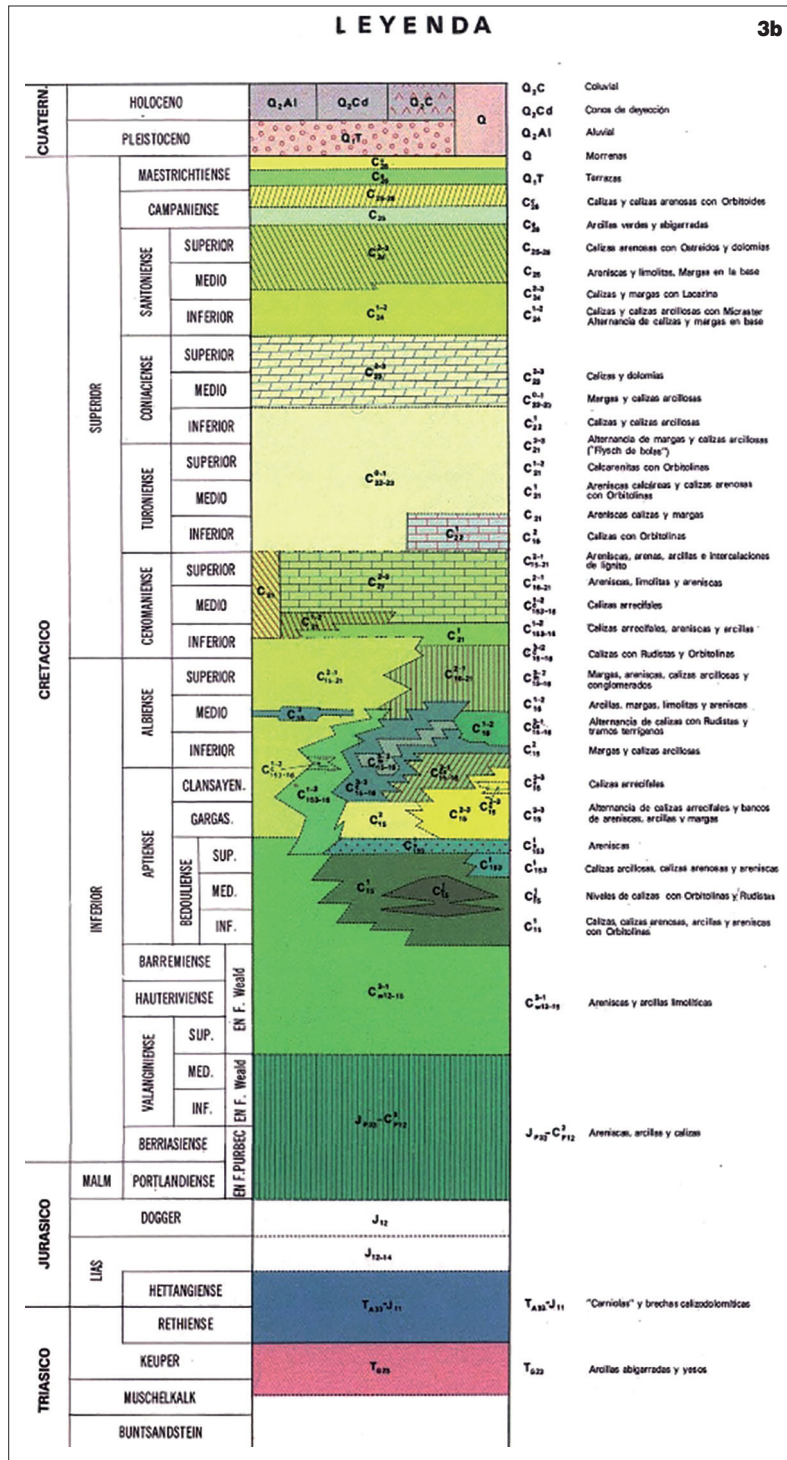
Dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, se pueden diferenciar a su vez tres dominios en base a criterios estructurales, de edad y de caracteres sedimentológicos de las rocas aflorantes: de suroeste a noreste, estos tres dominios se conocen como Plataforma Norcastellana, Surco Navarro-Cántabro y Arco Vasco. El karst de Ojo Guareña se localiza en el segundo de ellos, el Surco o Dominio Navarro-Cántabro. El Surco Navarro-Cántabro corresponde a una zona de importante subsidencia en época Mesozoica, aunque dicha subsidencia quedó compensada por una sedimentación que impidió alcanzar condiciones marinas profundas.



Desde un punto de vista estructural y dentro del área de estudio (figura 3), la parte norte está ocupada por materiales correspondientes al Cretácico Inferior, y de mayor tranquilidad tectónica y el sur del área de estudio los materiales corresponden al Cretácico Superior, de mayor actividad tectónica, afectados por estructuras de plegamientos, fallas y fracturas importantes (RAMÍREZ DEL POZO, 1978).

Figura 3a - 3b. Sección mapa geológico MAGNA 84 y 109 (RAMÍREZ DEL POZO J. IGME 1978), con el área de estudio enmarcada en círculo negro.

Figure 3a - 3b. Geological map of MAGNA 84 and 109 (RAMÍREZ DEL POZO J. IGME 1978), research area in black circle.



El Cretácico (entre hace 140 y 65 millones de años) es el período con mejor representación en el área de estudio. Se trata de diferentes sedimentaciones continentales y marinas de gran diversidad. En Ojo Guareña, el Cretácico Superior se encuentra muy bien representado, alternando eventos continentales y marinos, del Cenomaniense Inferior a Cenomaniense Medio-Superior y Turoniense, hasta llegar al Coniaciense Medio-Superior donde se desarrolla el Complejo Kárstico de Ojo Guareña del que forma parte la Cueva de Prado Vargas. Es en este piso geológico donde se localizan la mayor parte de los materiales de sílex encontrados.

Desde el punto de vista geomorfológico destaca el relieve en cuestas, una estructura monoclinnal de materiales calizos más resistentes que los que se encuentran por debajo de ellos, más deleznable y que conforman los taludes (ORTEGA *et al.*, 2013). Al norte de los escarpes calizos Cenomanienses se desarrollan los montes del Somo, formada por sedimentos del Cretácico Inferior, de carácter terrígeno y silíceo, dando lugar a una serie monoclinnal, perteneciente a la facies Weald, al Aptiense y al Albiense (RAMIREZ DEL POZO, 1978). En el reverso de las cuestas calizas Coniacienses se suceden campos de lapiaces, dolinas colmatadas y activas de diferente tamaño y demás estructuras geomorfológicas que conforman el exokarst. También al sur de las cuestas calizas Coniacienses se desarrolla una segunda cuesta de calizas y margas del Santoniense Medio Superior, así como el sinclinal colgado de la Mesa, del Santoniense (ORTEGA *et al.*, 2013).

La Orogenia Alpina será la causante del ascenso de todos estos materiales, elevando los surcos sedimentarios marinos, prolongándose entre el Cretácico Superior y el Mioceno Medio (con su fase álgida entre el final del Eoceno y el inicio del Oligoceno) y formándose las principales estructuras de plegamiento y fracturación, de direcciones principales E-O y NO-SE (DEL VAL *et al.*, 2006). Después de este plegamiento se organizará una red fluvial y su adaptación a este territorio que iniciará un proceso erosivo y también la karstificación de los materiales carbonatados, cuyos primeros eventos se han atribuido al Plioceno entorno al pico Pelada. Dicho pico está situado al oeste del área de estudio, y estas primeras evidencias

se aprecian en una depresión situada en este alto, que se encuentra a unos 210 m. del nivel actual del valle de Sotoscueva. Existe una segunda depresión situada a unos 185 m. del nivel actual del valle, que se relaciona con momentos iniciales del Pleistoceno Medio, en torno a 2,5 millones de años. La cueva de Kaite, que se sitúa a 140 m. sobre el nivel del actual valle de Sotoscueva y a 155m. del sumidero del río Guareña, y que se relaciona con los primeros momentos de karstificación del paquete Coniaciense Medio-Superior, entre finales del Pleistoceno Inferior y mediados del Pleistoceno Medio, aunque se desconoce cuándo pudo ser el inicio de la excavación del cañón del río Ulemas-Trema donde se ubica la cueva de Prado Vargas (ORTEGA *et al.*, 2013).

Desde el punto de vista arqueológico, la cueva de Prado Vargas se conoce a través de los trabajos de exploración y cartografía del complejo kárstico de Ojo Guareña por el grupo espeleológico Edelweiss (G.E.E, 1986), que en la década de los 70 recuperan un cráneo de *Ursus spelaeus* y otros restos, depositados en el Museo de Burgos. Trinidad Torres se interesa por esta cueva y realiza una excavación en 1986 efectuando varias catas en donde aparecen restos de fauna y material lítico atribuido al paleolítico medio (TORRES, 1993; NAVAZO *et al.*, 2005). Posteriormente en 2006 M. Navazo y su equipo de la UBU inicia los trabajos de excavación en la cueva, ampliando el área excavada con anterioridad y realizando nuevas catas, recogiendo materiales líticos y de fauna (NAVAZO *et al.*, 2008).

2.2. Metodología

Para poder planificar correctamente la prospección superficial, se ha desarrollado un plan de trabajo elaborado a partir de las recomendaciones y planteamientos formulados por diferentes autores (RIPOLL, 2010; GARCÍA, 2004; RENFREW *et al.*, 1993, 2008; DOMINGO *et al.*, 2010; BENDALA, 1992; CARRIÓN, 2004; CERRATO, 2011; CHAPA *et al.*, 2003; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2007; FERNÁNDEZ, 1989; MÉNDEZ, 2004; MORENO, 2004; NAVAZO, 2006, 2008; RUIZ ZAPATERO, 1988, 1993, 1996, 1997; BURILLO, 1997; CERRILLO, 1997; VAQUERIZO *et al.*, 1991). Estas metodologías, enfocadas a la búsqueda de lugares de interés arqueológico, son adaptadas a la finalidad principal del presente trabajo, la localización de afloramientos de sílex, así como los resultados obtenidos en otros trabajos relacionados con el área de captación de recursos (NAVAZO, 2006; TARRIÑO, 2004).

Se parte del criterio de algunos autores (HIGGS *et al.*, 1972; DAVIDSON *et al.*, 1984), en relación al radio de distancia óptima que pudieran ocupar los grupos de cazadores recolectores, entre 5 y 10 Km. (LEE, 1969) y el cálculo de las distancias en base a la proporción de materia prima que aparece en yacimientos del paleolítico medio en el sudoeste de Francia, (GAMBLE, 2001) y las áreas de captación en diferentes yacimientos del País Vasco (TARRIÑO, 2004). En nuestro caso, también hay que tener en cuenta el esfuerzo de muestreo disponible para realizar este el trabajo de campo, así como los recursos disponibles para realizarlo. Así se determina un radio de 5 Km. en torno al yacimiento de la Cueva de Prado Vargas, como centro de la circunferencia resultante, y un área estimada de 78,54 Km².

A continuación se realiza el trabajo previo de documentación y bibliografía, donde se realiza la localización del área seleccionada en los mapas geológicos del IGME (figura 3), mapas geológicos 1:50.000 serie MAGNA 84 y 109 (RAMÍREZ DEL POZO, 1978). Se realizan también los mapas específicos de trabajo de campo, compuestos en base a las capas de las ortofotos del PNOA 2005 NE, de resolución 25 cm de pixel y las capas de catastro de los términos municipales de Merindad de Sotoscueva, Espinosa de los Monteros y Villarcayo Castilla la vieja. A través de software GIS GvSIG 1.11, MIRAMON 6, realizamos la reclasificación de las parcelas catastrales para realizar polígonos más grandes y que nos sirvan de referencia para las fichas de los materiales. El resultado son cinco grandes unidades o sectores (ver figura 4), que los límites de éstos siempre procuren tener un fácil reconocimiento en el terreno, tratando así de evitar solapamientos entre diferentes días de prospección y optimizar más el tiempo empleado. Los sectores o unidades que corresponde al norte del área de las cuevas calizas Coniacienses son el denominado U4 y U5, y se componen principalmente de los materiales silíceos terrígenos y marinos Aptienses y Albienses y los taludes del plano inclinado, así como materiales Cuaternarios depositados en el fondo del Valle de Sotoscueva. U1 y U2 son los correspondientes al dorso de las cuevas calizas Coniacienses y los materiales de edades más modernas del Cretácico Superior, y cuyo límite por el sur serán la falla de Villamartín y que delimita bien las parcelas. Por último está la unidad U3, que corresponde al sur del área seleccionada y compuesta por materiales del Cretácico Superior Final.

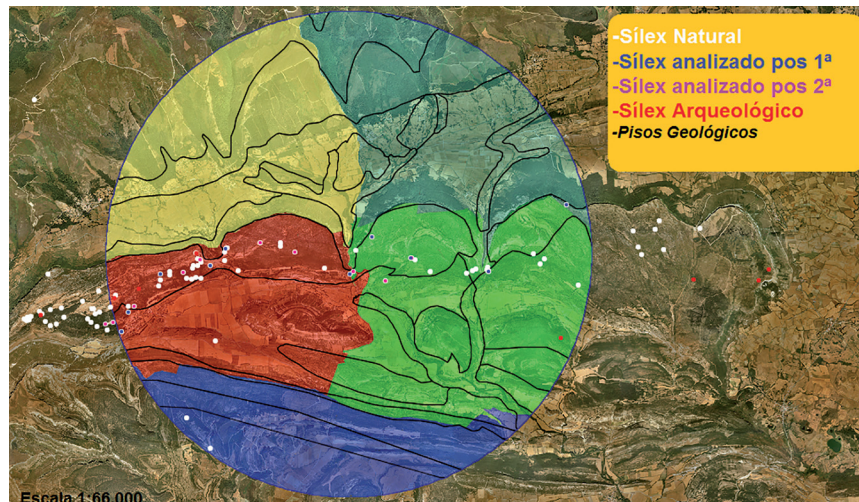


Figura 4. Plano de situación con las localizaciones de sílex natural, arqueológicos y analizados. En el círculo se informa del área delimitada de prospección. E:66.000.

Figure 4. Location map with natural, archaeological and analyzed flint. Delimited survey area in circle. E:66.000.

Se elaboran para la recogida de la información tres fichas diferentes, una ficha diaria de prospección, otra ficha para el afloramiento, también utilizada para recoger información sobre elementos de interés arqueológico o etnográfico, y otra ficha general para cada unidad de sector en que se compone el área de la superficie a muestrear. Los datos registrados en estas fichas están diseñadas a partir de las fichas tipo propuestas por diferentes autores (DOMINGO *et al.*, 2010, GARCÍA, 2004; NAVAZO, 2006; RIPOLL, 2010; VVAA, 1991) y

comprenden datos básicos de localización georeferenciada mediante uso de GPS, datos descriptivos del objeto y por último se añade un mapa de situación y fotografías de la muestra y del entorno del afloramiento.

El método de muestreo elegido es el muestreo sistemático de toda el área ocupada, con especial dedicación a los pisos geológicos susceptibles de tener silicificaciones (TARRIÑO, 2004). Los sectores denominados U4 y U5 que corresponden al norte del área de estudio se compone de materiales terrígenos silíceos y que no contienen silicificaciones, pero también se plantea la búsqueda de lugares de interés arqueológico donde se puedan localizar materiales en superficie.

La forma de realización de los transectos sobre el terreno está adaptada al terreno en función de la curva de nivel y del grado de cobertura de la vegetación, dato que también queda registrado en la ficha diaria de prospección y que sirve para evaluar el grado de dificultad de localización de los materiales. Otros datos como pendientes, karstificación del terreno, etc... pueden indicarnos el nivel de movilidad por el territorio. Estos transectos, en la medida de lo posible se realizarán con una separación de 30-60 metros, ya que el objetivo principal es la detección de sílex natural, tanto en posición primaria como secundaria. Se revisan todos los cortes de los estratos calizos, tanto naturales como antrópicos y los fondos de barrancos pues son lugares ideales para localizar materiales rodados. Se recogen muestras de todas las localizaciones, seleccionando aquellos materiales que mejor puedan representar las características del sílex. Las muestras que no han sido halladas en un afloramiento de material, también se recogen, especificándose como tal en la ficha de recogida.

En cada jornada de prospección se verá reflejada tanto el tiempo total de inversión de esfuerzo (desde que se sale de origen hasta su regreso) como el tiempo efectivo (el tiempo exclusivo de realización del transecto). Como ya se ha indicado, también se registrarán todos aquellos elementos de origen antrópico y de cualquier cronología, ya sean de carácter supuestamente arqueológico o etnográfico (piedras hincadas, muros, fondos de cabañas, chozos de pastores, carboneras, etc...) pues son de gran ayuda para evaluar el impacto de los grupos humanos en el territorio.

Para la realización de los análisis en laboratorio se debe de proceder a la preparación de los materiales recogidos en el campo. Ésta resulta laboriosa, dado que el sílex es un material de gran dureza, debe de ser reducido a polvo muy fino, con objeto de llevar a cabo las diferentes medidas experimentales. El proceso se desarrolla en el anexo 3.

3.- RESULTADO Y DISCUSIÓN

El desarrollo del trabajo de campo se ha llevado a cabo durante 33 jornadas, siendo el tiempo invertido el que se adjunta en la tabla 1. Toda la información se ha recogido en las fichas de campo que

ACTIVIDAD	TIEMPO EFECTIVO	PORCENTAJE
Documentación	40 h 20'	18,84%
Desplazamiento	43 h 06'	20,14%
Prospección	130 h 34'	61,02%
TOTAL	214 h	100%

Tabla 1. Tiempos totales invertidos en el trabajo de campo.

Table 1. Total time spent in the survey.

a este-sureste, por lo que se cambió el sentido de los transectos, pasando de realizarlos de sur a norte, tratando de “cortar” esa hipotética banda de afloramiento de sílex, con buenos resultados. La segunda, más importante, fue dejar de llevar a cabo los transectos por unidades preestablecidas (U1 a U5) y pasar a realizar la prospección en el piso geológico donde estaba apareciendo el sílex (Coniaciense Medio-Superior), prospectando todo el área abarcada por el Coniaciense, para luego seguir con el resto. La tercera variación fue prospectar este mismo piso geológico fuera del área definida (radio de 5 Km entorno a la cueva), ya que era interesante conocer las áreas donde existe material en abundancia, aunque quedaran fuera del radio de acción de este trabajo, resultando ser una buena decisión a tenor de los resultados.

Se han georeferenciado aparte los materiales encontrados que presentan supuestamente signos de talla intencional (denominados como “Sílex arqueológico” en el plano de situación), se han observado 10 lugares con un elevado interés arqueológico.

En las tablas (Tablas 2-4) se han recogido los datos relativos a los recorridos y los tiempos empleados, así como la estimación de la superficie muestreada. Se destaca por separado el tiempo correspondiente al piso geológico del Coniaciense Medio-Superior, donde se han localizado la mayoría de los materiales. En cuanto a la intensidad de muestreo, en el área ocupada por el piso geológico Coniaciense la intensidad de prospección ha sido alta, habiendo sido recorrida la totalidad del área que ocupa esta edad geológica, tanto dentro del área delimitada por el presente estudio, como en el ámbito inmediato de este área, que se ha extendido a 1800 m lineales hacia el oeste y 2800 m lineales hacia el este. Para el resto de pisos la intensidad de muestreo ha sido menor, principalmente por tiempo disponible para la prospección y por la ausencia de materiales naturales, aunque no por hallazgos de materiales de interés arqueológico.

Superficie	Km. Transectos	Horas efectivas	Media minutos/Km
Dentro Círculo	216 Km	101 h 58'	28' 19"
Fuera círculo	97 Km	28 h 46'	17' 47"
TOTAL	313 Km	130 h 34'	24' 55"

Tabla 2. Km. recorridos y tiempos invertidos.

Table 2. Total tracks km. and spent time.

Superficie prospectada	Km ²	Total superficies
Total sup. Coniaciense (U1 y U2)	12,57 Km ²	
Total sup. U2 otros pisos geológicos	9,30 Km ²	
Total sup. U3	1,32 Km ²	
Total sup. U4	5,28 Km ²	
Total sup. U5	0,14 Km ²	
Total sup. Dentro del área delimitada		28,61 Km ²
T. sup. Coniaciense fuera área delimitada	9,89 Km ²	
T. otras superficies fuera área delimitada	7,76 Km ²	
Total sup. Fuera del área delimitada		17,65 Km ²
Total superficies prospectadas		46,26 Km²

Tabla 3. Superficie total prospectada estimada.

Table 3. Estimated total area surveyed.

Localizaciones materiales	Total
Sílex natural	94 (33 fuera del área delimitada)
Sílex talla intencional	10 (6 fuera del área delimitada)
Otros rocas de interés	3
Otros lugares de interés	57 (piedras hincadas, chozos, fondos cabañas, carboneras...)

Tabla 4. Resultados obtenidos en la prospección.

Table 4. Results obtained in the survey.

se han realizado previamente. Durante la fase de prospección, se han hecho modificaciones en la metodología desarrollada.

La primera modificación fue a la hora de realizar los transectos. En un principio se pensó en realizarlos en curva de nivel, pero los resultados advertían una “banda” de materiales encontrados de orientación noroeste-oeste

Una de las dificultades del muestreo ha sido la capacidad para poder observar la superficie, pues el grado de cobertura vegetal es elevada, en torno al 50-80%, con pocas áreas desprovistas de vegetación, y un suelo muy karstificado que hace que la capacidad de tránsito y observación en algunos de los tramos sea complicada (figura 5), sobre todo en buena parte del piso geológico del Coniaciense, muy karstificable pero a su vez con una potencialidad de sílex elevada.

También al inicio de los transectos hay que tener en cuenta la climatología. La nieve ha impedido realizar más de una salida este invierno y, si ha helado la noche anterior, el suelo escarchado no deja distinguir el sílex. Todo esto ha obligado a retrasar el inicio de los transectos. Por otro lado, hay que tener en cuenta el desarrollo de actividades de caza dentro del territorio a muestrear, por el evidente peligro para la gente que está prospectando.

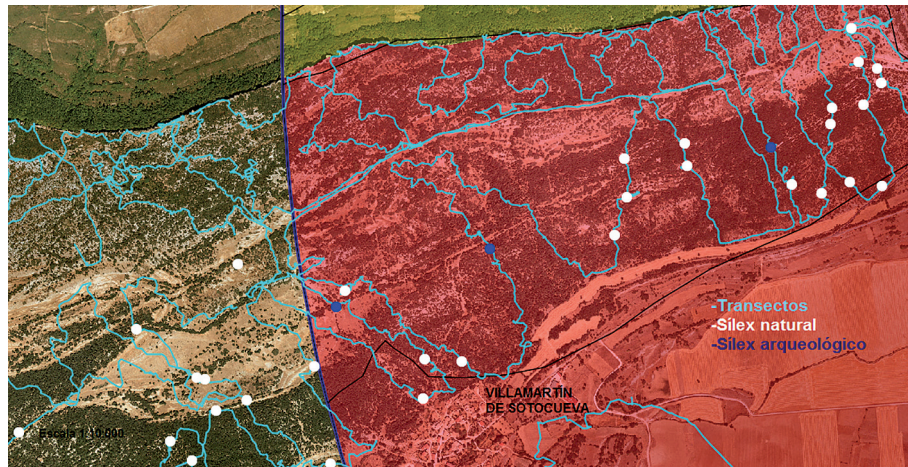


Figura 5. Mapa con el detalle de los transectos dentro y fuera del área delimitada.
Figure 5. Map with tracks within and outside delimited survey area.

En cuanto a los análisis de las muestras, por una parte, los que corresponden a espectroscopia de infrarrojos y difracción de rayos X se realizaron en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencia y Tecnología y el laboratorio de los Servicios Generales de Investigación (SGI-Ker) de la Universidad Del País Vasco (UPV/EHU) en Leioa (Vizcaya). Los que corresponden a la espectrometría de masas con

plasma inductivamente acoplado (ICP-MS) se realizaron en los laboratorios del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH) en Burgos. Se han realizado los análisis a 20 muestras de sílex natural, 10 ubicadas en posición primaria en caja caliza y otras 10 en posición secundaria en caja de arcilla, además también se han llevado a cabo el análisis de 9 muestras de material arqueológico, recuperadas de las excavaciones efectuadas en la cueva de Prado Vargas. Para la elección de las muestras naturales a analizar se tuvo en cuenta la calidad del sílex, la cantidad disponible y que fueran representativas de toda el área prospectada.

En relación a los espectros de infrarrojos de las muestras, se utiliza un espectrómetro Jasco FT/IR 610. Los espectros son archivan en formato de texto y procesados a través del programa Kaleida. En todos los espectros infrarrojos se observan las bandas de absorción características del cuarzo SiO₂, entre 1100 y 500 cm⁻¹ (figura 6), con una banda ancha en intensa localizada entre 1110 y 1188 cm⁻¹.

Se han observado dos diferencias principales entre las muestras en posición primaria (encajadas en caliza), secundarias y arqueológicas (figura 7). El máximo de absorción débil situado en torno a 1385 cm⁻¹ se observa solo en los espectros del sílex en posición primaria, mientras que en los espectros de

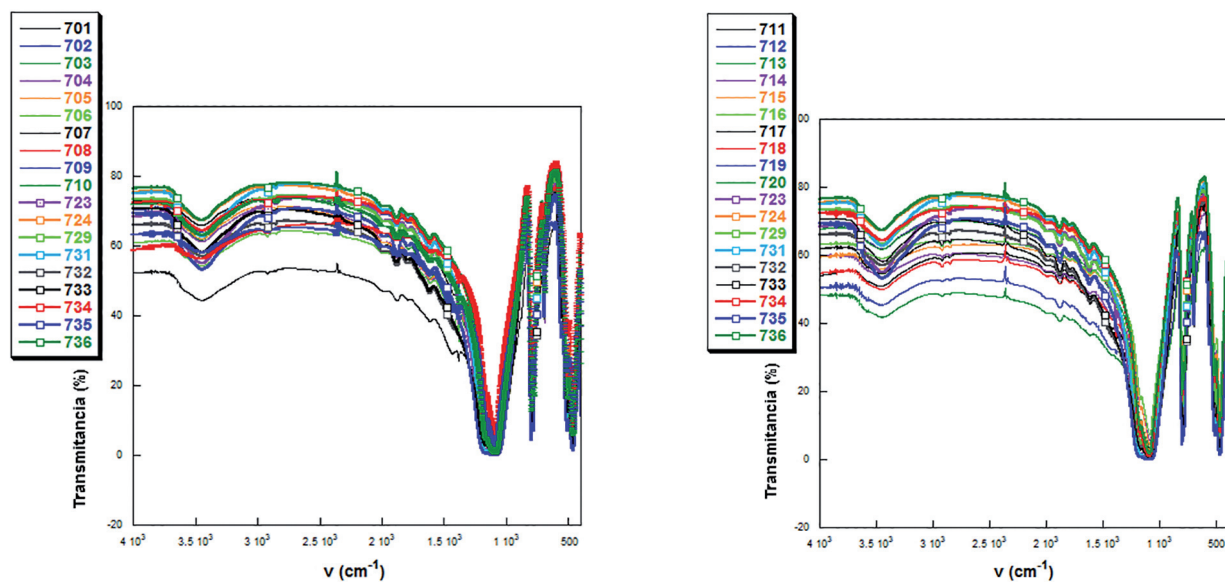


Figura 6. Espectros generales de todas las muestras. En todas ellas, se ven los picos de intensidad característicos del SiO₂.
Figure 6. Infrared spectra for all samples. All of them show typical intensity of SiO₂.

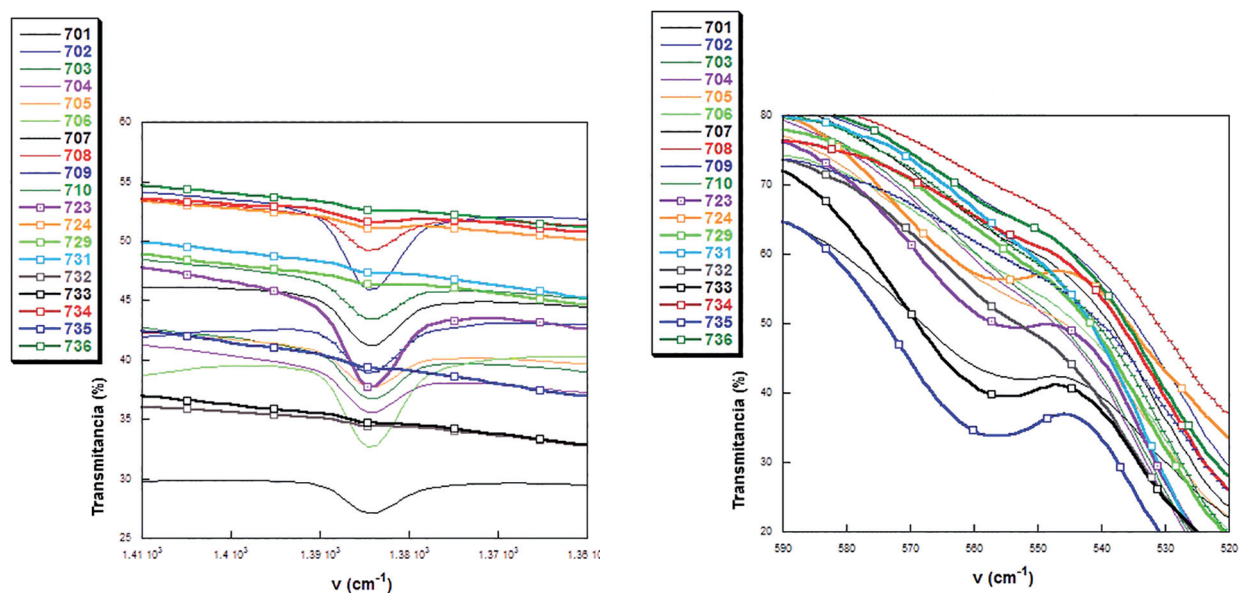


Figura 7. Detalles de los espectros de las muestras de sílex natural (701-710) y del sílex arqueológico, donde se aprecian las diferencias que se han encontrado entre las muestras.

Figure 7. Details of the infrared spectra natural chert samples (701-710) and archaeological chert samples. Differences among samples shown.

las muestras arqueológicas y secundarias está ausente. Por el contrario, para el máximo de absorción observado a 555 cm^{-1} ocurre lo contrario, está presente en muestras secundarias y arqueológicas y ausente en las primarias.

Diversos autores han tratado de asociar tentativamente el máximo de absorción situado a 1385 cm^{-1} a diferentes grupos aniónicos como el carbonato CO_3^{2-} (1410 cm^{-1}) (STUART, 2004) o el nitrato NO_3^- ($1410\text{-}1340\text{ cm}^{-1}$). También en otro autor, (COATES, 2000) mantiene en una misma tabla de valores para grupos inorgánicos los mismos que los comentados anteriormente. En la tabla 5, en los valores obtenidos para la calcita, se puede observar disminuye en las muestras en posición secundaria y en las arqueológicas, por lo que podría tener una cierta relación con este pico de intensidad en los espectros.

Se puede establecer entre los espectros obtenidos de las muestras en posición primaria por un lado y las muestras en posiciones secundarias y arqueológicas por otro, una relación entre el material utilizado para realizar los instrumentos líticos y el sílex en posición secundaria, relación ya formulada por M. Navazo para la sierra de Atapuerca (NAVAZO, 2006) donde considera en un 98% de los útiles líticos elaborados con materiales en posición secundarias. Mientras en la banda que se encuentra en los 555 cm^{-1} ocurre lo contrario, aparece una banda de intensidad en las arqueológicas que no aparecen en las naturales aunque con menos intensidad, no pudiéndose conocer las causas de esta intensidad en los espectros.

Algunos autores (PÎNZARU, 2008; OLIVARES *et al.*, 2009, 2012, 2013; PARISH, 2010, 2011; HASSLER, 2013) consideran que la espectroscopia de infrarrojos puede ofrecer buenas oportunidades para reconocer materiales líticos procedentes de diferentes áreas, la técnica es más rápida y parece ser de un coste menor respecto a otras técnicas, pero es una técnica con limitaciones y que no puede servir por sí sola para caracterizar los materiales de una zona, pero sí para comparar entre varias de ellas.

La difracción de rayos X se ha llevado a cabo en un difractómetro Phillips X'Pert. Los difractogramas se han realizado con un intervalo de 10 a 90° en 2θ y con un paso de $0,026^\circ$ y un tiempo de exposición de 49,5 segundos (figura 8). Se registraron patrones de difracción de rayos X para las muestras de sílex natural en posición primaria (702) y una muestra arqueológica (731). Los patrones de difracción se corresponden con el mineral SiO_2 , y no se han observado máximos adicionales que pudieran indicar la existencia de algún otro mineral en las muestras. Además, por difracción de rayos X no se observan diferencias significativas en los difractogramas de las muestras primaria y arqueológica de sílex.

En la realización de la espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS), se analizaron 29 muestras, todas las seleccionadas. Todas las muestras se midieron por triplicado y se tomó

IDOES	TIPO MUESTRA	Al	Ba	Ca	Cr	Fe	K	La	Li	Mg	Mn	Na	P	Sr	Ti	Zn	Zr
701,0	U2-10-L1 2ª Caja caliza	557,0	0,0	1701,1	1,0	1218,0	140,0	0,8	0,1	772,5	0,0	64,0	33,9	0,0	20,2	1,0	0,0
702,0	U2-6 1ª Caja caliza	1105,0	6,7	265,0	1,3	536,0	320,0	6,4	0,0	50,3	0,0	98,0	27,7	4,3	41,9	3,2	0,0
703,0	U2-5-L1 1ª Caja caliza	982,0	9,0	236,0	1,8	109,0	170,0	3,0	0,0	50,4	0,0	92,0	43,8	0,0	21,0	2,6	0,0
704,0	U2-1-L3 1ª Caja caliza	1255,0	16,6	1607,0	6,4	658,0	311,0	1,2	0,2	89,3	15,4	0,0	79,3	13,8	24,6	17,5	0,0
705,0	U1-5-L4 1ª Caja caliza	732,0	5,3	1280,0	3,7	84,0	157,0	1,5	0,0	0,0	0,0	400,0	57,6	0,0	9,3	1,3	0,0
706,0	U1-10-L6 1ª Caja caliza	2177,0	8,6	16815,0	4,0	382,0	753,0	3,0	0,3	276,3	0,0	0,0	39,5	27,7	92,1	1,4	6,3
707,0	U1-17-L1 1ª Caja caliza	877,0	4,4	8099,0	2,7	143,0	212,0	1,1	0,2	80,0	0,0	0,0	49,1	16,4	13,9	1,8	5,0
708,0	U1-16-L2 1ª Caja caliza	1312,0	11,6	1650,0	3,6	200,0	296,0	1,1	0,2	0,0	0,0	185,0	51,4	14,1	27,5	0,4	0,0
709,0	U1-14-L2 1ª Caja caliza	1413,0	10,5	14352,0	2,2	351,0	346,0	2,4	0,3	140,1	0,0	0,0	43,6	28,1	72,3	0,0	0,0
710,0	U1-7-L11 1ª Caja caliza	28,0	0,2	8,2	0,1	4,7	8,0	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,7	0,2	1,1	0,0	0,1
711,0	U1-16-L6 1ª caja caliza	704,0	2,7	0,3	3,4	1647,0	131,0	1,1	0,0	28,1	0,0	308,0	67,5	0,0	12,6	6,8	0,0
712,0	U1-7-L1 2ª Caja arcilla	1670,0	6,6	232,0	2,6	299,0	439,0	1,6	0,2	11,3	2,5	571,0	35,2	0,0	82,5	4,5	0,0
713,0	U1-10-L2 2ª Caja arcilla	661,0	1,8	0,0	1,5	95,0	113,0	1,2	0,0	0,0	0,0	2911,0	40,4	3,8	14,5	1,9	0,0
714,0	U1-14-L3 2ª Caja arcilla	1119,0	2,7	0,0	1,8	263,0	261,0	1,1	0,0	67,8	0,0	724,0	44,5	0,0	47,9	0,4	0,0
715,0	U2-4-L2 2ª Caja arcilla	576,0	3,1	0,0	1,9	337,0	118,0	1,0	0,0	0,0	0,0	2326,0	52,2	3,6	12,0	3,7	0,0
716,0	U2-1-L2 2ª Caja arcilla	924,0	5,8	0,0	3,7	240,0	191,0	0,9	0,2	21,5	3,7	0,0	81,6	0,0	21,4	5,3	0,0
717,0	U1-7-L13 2ª Caja arcilla	14,3	0,0	0,0	0,0	6,5	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1	0,6	0,0	0,0
718,0	U1-5-L7 2ª Caja arcilla	2659,0	8,3	0,0	5,4	776,0	495,0	2,5	0,6	138,9	3,0	0,0	89,3	0,0	99,8	3,1	12,4
719,0	U1-9-L1 2ª Caja arcilla	480,0	0,0	0,0	1,1	368,0	129,0	1,1	0,0	535,2	0,0	561,0	46,4	0,0	11,3	37,6	0,0
720,0	U1-16-L5 2ª Caja arcilla	359,0	9,1	0,0	1,7	208,0	105,0	1,1	0,0	407,6	0,0	996,0	65,1	15,1	12,3	0,4	0,0
721,0	724-H31/4	591,0	0,0	288,0	1,3	125,0	123,0	0,6	0,0	40,7	0,0	107,0	36,5	0,0	7,1	1,0	0,0
723,0	735-G30/7	671,0	0,0	1310,0	2,0	259,0	111,0	0,2	0,0	27,3	0,0	329,0	38,9	0,0	8,7	3,5	10,4
724,0	729-H32/9	2339,0	10,0	1917,0	4,3	666,0	585,0	0,0	6,0	101,3	14,3	393,0	0,0	9,0	117,2	4,3	6,5
725,0	733-H31/67	231,0	110,0	1271,0	1,8	721,0	54,0	0,9	0,0	29,4	3,1	202,0	41,9	2,9	19,5	17,2	9,6
726,0	731-G30/3	1650,0	6,3	1773,0	3,3	296,0	333,0	0,2	0,3	121,1	0,0	271,0	42,3	8,1	61,9	7,3	0,0
727,0	723-G31/3	240,0	0,0	659,0	1,3	48,0	19,0	0,2	0,1	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	1,9	0,0
728,0	734-8	5,3	5,3	1,8	5,1	7,8	7,7	4,2	4,5	5,6	6,1	0,0	6,1	6,8	5,2	4,2	5,5
729,0	732-F30/4	424,0	0,0	200,0	1,0	101,0	101,0	0,8	0,0	30,9	0,0	88,0	31,8	0,0	5,7	0,6	0,0
730,0	736-G30/5	3885,0	302,0	321,0	7,0	1902,0	1835,0	1,5	1,5	455,0	134,0	225,0	73,0	4,2	216,0	7,9	11,5

Tabla 5. Resultado de los elementos analizados mediante ICP-MS (JIMÉNEZ, F.).
Table 5. Results of the elements analyzed by ICP-MS (JIMENEZ, F.).

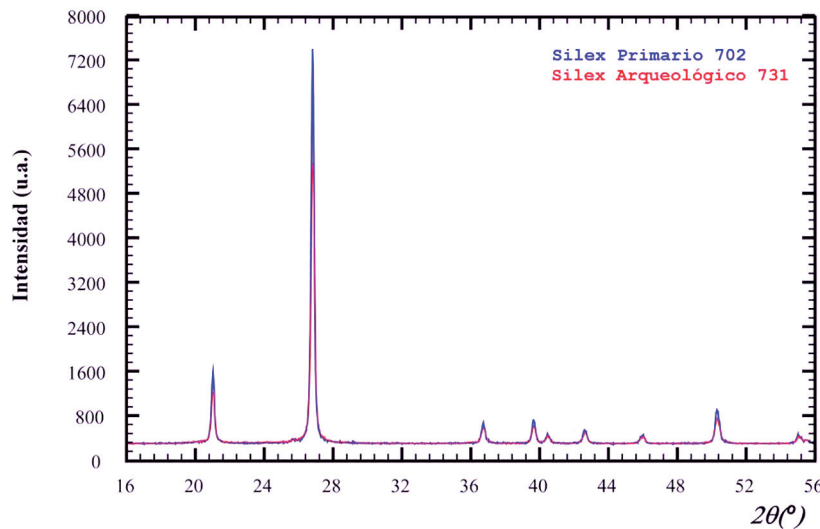


Figura 8. Difractogramas de rayos X de las muestras seleccionadas (LARRAÑAGA, A., FERNÁNDEZ, R.).
Figure 8. X-ray diffractograms of selected samples (LARRAÑAGA, A., FERNANDEZ, R.).

el valor medio de la composición como representativo de la muestra. Se estudiaron 16 elementos en el sílex, expresadas en la tabla T5. El gran número de elementos analizados hacen necesario el uso de herramientas estadísticas multivariantes para el estudio de las muestras. Para ello, se realizó un análisis de los datos mediante componentes principales a través del programa estadístico **R**.

Inicialmente se realizó un estudio sin autoescalar los datos. La figura 9 muestra la representación de los “scores” y los “loadings” de la primera y segunda componente principal, donde la numeración se corresponde con las muestras. Los loadings o pesos de cada elemento están representados por las flechas rojas.

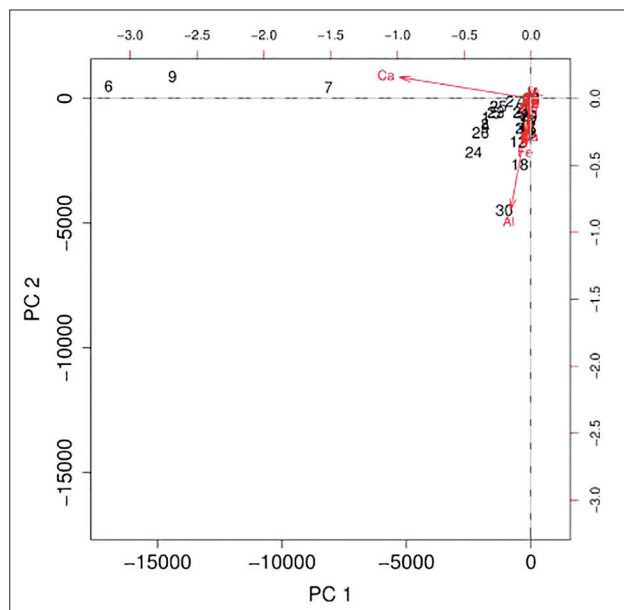


Figura 9. Scores y Loadings (flechas rojas) de la primera y segunda componente principal de los datos sin autoescalar (COLINA, A.).

Figure 9. First and second principal component scores and loadings (red arrows) (COLINA, A.).

La no estandarización de los datos implica que los elementos mayoritarios (Ca y Al) tengan un mayor peso en las componentes principales. La variación de la cantidad de Ca es la mayor influencia en la primera componente principal, siendo la cantidad de Al el factor más influyente en la segunda componente principal.

Las muestras en posición primaria (caja caliza) tienen, en general, valores de calcio más elevados que los de posición secundaria (caja arcilla), aunque algunas muestras tienen un contenido de Ca menor de lo esperado. Esto se observa mejor en la Figura 10 que muestra la representación solo de los scores, denotando con color rojo las muestras en posición primaria de caja caliza, con negro las muestras de posición secundaria en caja arcilla y en verde las muestras de origen arqueológico.

Las muestras de caja arcilla tienen concentraciones de Ca muy bajas o nulas como era de esperar, aunque las muestras 2 (702), 3 (703) y 10 (710) también tienen una concentración muy baja de Ca a pesar de ser de caja caliza. Las

muestras arqueológicas parecen tener cantidades apreciables de Ca aunque las muestras 21 (721), 28 (728) y 29 (729) presentan cantidades muy bajas de Ca.

Cabe destacar que la muestra 30 (730) presenta claras diferencias en composición respecto al resto de muestras, aunque esto se ve mejor cuando se realizan las componentes principales con los datos autoescalados, de modo que se observa tanto la influencia de los componentes mayoritarios como de los minoritarios de los sílex (ver loadings en la Figura 11).

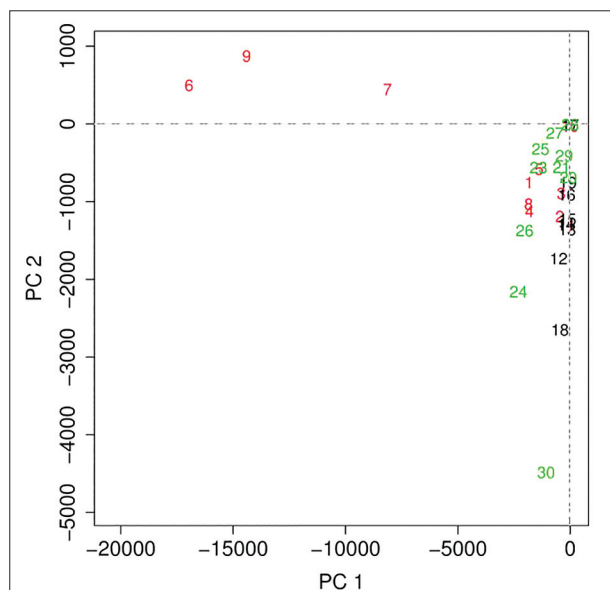


Figura 10. Scores primera y segunda componente principal. Datos sin autoescalar (COLINA, A.).

Figure 10. First and second principal component scores. No autoscaled data. (COLINA, A.).

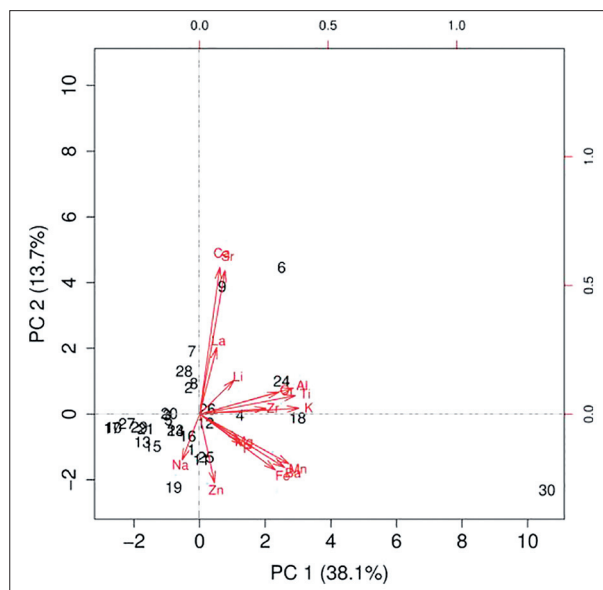


Figura 11. Scores y Loadings (flechas rojas) de la primera y segunda componente principal de los datos autoescalados (COLINA, A.).

Figure 11. First and second principal component scores and loadings (red arrows). Autoscaled data. (COLINA, A.).

La estandarización de los datos (figura 12) provoca que ahora el Ca y Sr tengan una clara influencia en la segunda componente principal, en el mismo sentido puede observarse la influencia del La y el Li. En sentido contrario (peso negativo), esta componente tiene también influencia de Zn y Na. La primera componente principal está influida por un el resto de elementos con una representatividad bastante parecida. Tras el autoescalado de los datos, puede observarse que no existe relación entre la composición estandarizada y la caja en la que se encuentra el sílex. No se aprecian agrupamientos significativos, destacando como hemos dicho antes la clara diferencia de la muestra 30.

Una vez efectuado el tratamiento estadístico de los valores obtenidos mediante ICP-MS, se observa que hay muestras con una similitud aparente a pesar de tener posiciones distintas, la muestra 710 (10) de caja en posición primaria caliza y la muestra 717 (17) de caja en posición secundaria arcilla, georeferenciadas muy próximas entre ellas y a una distancia de 2.833m. y 3.052 m. en línea recta de la cueva, en un área muy próxima a las principales entradas al karst de Ojo Guareña y con yacimientos conocidos. Además éstas muestras también tienen una composición parecida con las muestras de lascas arqueológicas 721 (21), 727 (27) y 729 (29). Con la muestra arqueológica 723 también se correlaciona con otras dos muestras de posición secundaria en caja arcilla, son la 714 (14) y 716 (16), situadas a 1.900 m. y 1.281 m. respectivamente. A la vista de estas muestras se puede afirmar que la mayoría de las muestras arqueológicas pueden ser de origen local.

Una de las muestras, la 730, no se relaciona con ninguna de las muestras analizadas, separándose claramente del resto, lo que la hace muy interesante considerar la posibilidad de que pueda ser material de otras áreas. M. Navazo (NAVAZO *et al.*, 2005) relacionan dos útiles líticos (cuarcitas), recuperadas del yacimiento de la cueva con la posibilidad de tener un origen alóctono. Esta muestra analizada (muestra 730) puede proporcionar información acerca de los movimientos de los grupos humanos Neandertales en el caso de poder relacionarla con otras áreas donde también se hayan podido caracterizar los materiales.

Los lugares donde se encuentran las muestras de sílex natural y que coinciden con las arqueológicas tienen características espaciales y geomorfológicas muy interesantes, de control de territorio, abundancia de sílex en superficie y lugares de refugio (cuevas y abrigos) disponibles. También en base a las distancias obtenidas desde estos lugares a la cueva de Prado Vargas viene a confirmar el carácter local de parte de los materiales obtenidos en la excavación del yacimiento y la movilidad espacial comentada para los grupos de cazadores recolectores por algunos autores (VITA-FINZI, HIGGS, 1970, HIGGS, VITA-FINZI, 1972, DAVIDSON, BAILEY, 1984, GAMBLE, 2001).

Una vez observada la similitud de los datos de algunas muestras de sílex natural con los datos obtenidos en las muestras arqueológicas, se comprueba que se corresponden a tres localizaciones geográficas que cumplen tres condiciones: abundancia de materia prima, proximidad a cuevas con yacimiento arqueológico conocido y dominio del territorio. Pienso que puede ser muy interesante la utilización de los resultados geoquímicos para localizar lugares potenciales de interés arqueológico, desarrollando prospecciones selectivas en función de las geolocalizaciones de los materiales naturales analizados y su relación con los materiales arqueológicos. Trabajar en un futuro estas áreas puede ofrecer nuevos datos para comprender mejor el uso del espacio de estos grupos humanos.

La Espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS) puede darnos información muy útil a nivel elemental (TARRIÑO, 2004; NAVAZO, 2006; BRANDL, *et al.*, 2011), pero precisa de un tratamiento de las muestras largo, laborioso y caro, aunque los resultados pueden ser muy interesantes, también se debe de realizar un tratamiento estadístico de los datos para que se pueda extraer una interpretación adecuada.

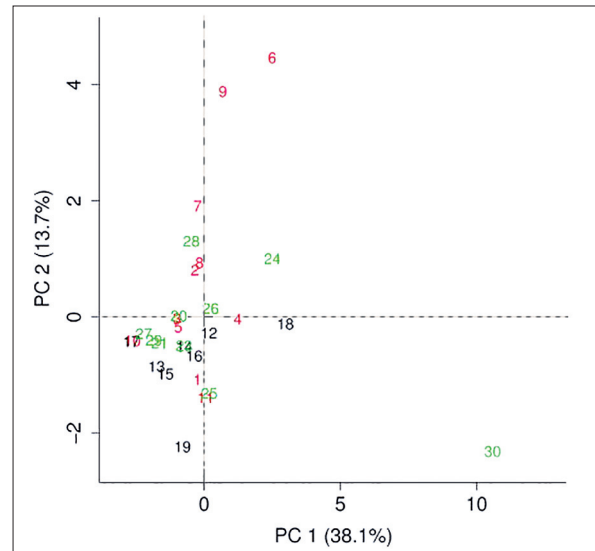


Figura 12. Scores de la primera y segunda componente principal de los datos autoescalados (COLINA, A.)
Figure 12. First and second principal component scores. Autoscaled data. (COLINA, A.)

4.- CONCLUSIONES

La prospección en extensión, localizando los afloramientos de materias primas, aporta información de interés para poder comprender las relaciones entre los grupos humanos neandertales, el medio ambiente y los modos de vida que han tenido. Los datos obtenidos sobre el esfuerzo de muestreo contribuyen a planificar las prospecciones sobre el terreno.

- Se ha podido caracterizar el material lítico principalmente utilizado por los grupos neandertales que ocuparon la cueva de Prado Vargas en Cornejo (Merindad de Sotoscueva. Burgos).

- El análisis de los resultados geoquímicos y mineralógicos efectuados no es concluyente con la existencia de marcadores netos que separen a estos materiales de otras áreas geográficas cercanas o que formen grupos de materiales diferenciados.

- Mediante la técnica de Espectroscopia Infrarroja se han observado diferencias entre los espectros de materiales naturales y de materiales arqueológicos, aunque no ha sido posible identificar correctamente el origen de las bandas (en torno a 1.385 cm^{-1} y 550 cm^{-1}) que diferencian dichos espectros. Los resultados obtenidos en la difracción de Rayos X no han aportado información relevante sobre estas diferencias obtenidas en la Espectroscopia de Infrarrojos.

- El tratamiento estadístico de los valores obtenidos mediante ICP-MS indica la existencia de una similitud aparente entre las muestras de sílex natural en posiciones distintas con las muestras arqueológicas. A la vista de estas muestras se puede afirmar que la mayoría de las muestras arqueológicas, salvo la 730, pueden ser de origen local.

- Las localizaciones donde se encuentran las muestras de sílex natural que coinciden con los resultados analíticos de las muestras arqueológicas analizadas tienen características espaciales y geomorfológicas muy interesantes, de control de territorio, abundancia de sílex en superficie y lugares de refugio (cuevas y abrigos) disponibles.

- En función de los resultados de los análisis geoquímicos que aportan las muestras de sílex natural y las similitudes que tienen con los resultados de las muestras arqueológicas, podemos proyectar una localización geográfica. Esta información podría ser utilizada para llevar a cabo prospecciones selectivas para localizar lugares de potencial interés arqueológico.

5.- AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las directoras del presente trabajo, Dra. Karnele Urriaga y a Dra. Marta Navazo por la oportunidad de desarrollar este proyecto. A los laboratorios de los Servicios Generales de Investigación (SGiKer), los del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU, los del Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (CENIEH) y al Área de Prehistoria del departamento de Ciencias Históricas y Geografía de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Burgos por la realización y financiación de los análisis de las muestras. A Dra. Edurne Serrano del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU y a los técnicos del Laboratorio del CENIEH, Dr. Fernando Jiménez, Javier Iglesias, Leticia Miguens, por su inestimable ayuda en la preparación e interpretación de las muestras. A Dr. Álvaro Colina y Laura Álvarez del Área de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Burgos por su gran ayuda para poder interpretar la estadística de los datos y la preparación de las muestras. A la Dra. Maribel Arriortua, Dr. Roberto Fernández y Dr. Joseba Orive, del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU por la lectura, corrección del texto, y gran apoyo prestado. A Carmen Pérez por la traducción del resumen. Y finalmente a los compañeros forestales y amigos por la paciencia que han tenido conmigo en el desarrollo del trabajo de campo.

6.- BIBLIOGRAFÍA

ALMAGRO-GORBEA, M. y BENITO-LÓPEZ, J. E.

1993 La prospección arqueológica del Valle del Tajuña: Una experiencia teórico-práctica de estudio territorial en la Meseta. *Complutum*, Nº 4: 297-310.

BAENA, J., PABLO, J., BÁREZ, S., CUARTERO, F., ROCA, M., LÁZARO, A., NEBOT, A., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., PÉREZ, T., RUS, I., RUBIO, D., MARTÍN, D., MANZANO, C., GONZÁLEZ, I., MÁRQUEZ, R.

2008 Tecnología musteriense en la región madrileña: "Un discurso enfrentado entre valles y páramos en la Meseta Sur". *Treballs d'Arqueologia*. N° 14: 249-278.

BENDALA, M.

1992 La Arqueología de campo, en: *Arqueología hoy*. Ripoll, G. (ed.): 49-60 UNED. Madrid.

BERGSVIL, K.A., SKEATES, R.

2012 *Caves in Context, The Cultural Significance of Caves and Rockshelters in Europe*. Oxbow Books. Oxford.UK

BINFORD, L.R.

1962 Archaeology as Anthropology. *American Antiquity* 28 (2): 217-225.

BORRAZZO, K., D'ORAZIO, M., ETCHICHURY, M.C.

2010 Distribución espacial y uso prehistórico de las materias primas líticas del Chorrillo Miraflores en el norte de la Isla Grande de Tierra del fuego (Argentina). *Revista de antropología* 22 (2): 77-97.

BOULANGER, M.

2006 Bridging the gap: Characterizing Champlain valley chert. Presented at the 26th annual conference on New England Archaeology. Through the kaleidoscope: *Refocusing the lens*. 2006. Old Sturbridge Village, Sturbridge, MA.

BOULANGER, M., HATHAWAY, A., SPEAKMAN, R., GLASCOCK, D.

2006 Examination of the suitability of geochemical analysis in Characterizing native american chert quarries in Vermont. *Society for American Archaeology*.

BRANDL, M., HAUZENBERGER, C., POSTL, W., MODL, D., KURTA, C., TRNKA, G.

2011 Repolust Cave (Austria) revisited: Provenance studies of the chert finds. *Quartär* 58: 51-65.

BURILLO, F.

1997 Prospección arqueológica y geoarqueología. La prospección arqueológica. II Coloquio de historia y medio físico (15-17 octubre 1991). Ayuntamiento de Salobreña.

BUSTILLO, M.A., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.L., BUSTILLO, M.

2012 Caracterización geoquímica de rocas sedimentarias formadas por silicificación como fuentes de suministro de útiles líticos (Mioceno, cuenca de Madrid). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 29 (1): 233-247.

BUZTER, K.

1989. Arqueología. Una ecología del Hombre. Bellaterra. Barcelona

CARRION, F., GARCÍA, D., LOZANO, J.A.

2004 Métodos y Técnicas para la identificación de las fuentes de materias primas líticas durante la Prehistoria reciente. GEPRAN. UGR. Departamento de Prehistoria y Arqueología.

CASTAÑEDA, V., DOMÍNGUEZ, S.

2008 Materias primas, áreas de captación y tecnología de las sociedades del paleolítico. El Río Palmones (los barrios, Cádiz). *Actas del VII congreso Ibérico de Arqueometría*. Madrid.

CAZALS, N., GONZÁLEZ, J., TERRADAS, X.

2007 Fronteras naturales y Fronteras culturales en los Pirineos prehistóricos. Gobierno de Cantabria. Universidad de Cantabria. Santander.

CERRATO, E.

2011 La Prospección arqueológica superficial; un método no destructivo para una ciencia que sí lo es. www.artearqueohistoria.com.

CERRILLO, E.

1997 La prospección sistemática y el poblamiento romano de Extremadura. Segundos Encuentros de Arqueología y Patrimonio, Salobreña: 97-116

CHAPA BRUNET, T., URIARTE, A., VICENT, J.M., MAYORAL, V., PEREIRA, J.

2003 Propuesta metodológica para una prospección arqueológica sistemática: El caso del Guadiana Menor. Jaén, España. *Trabajos de Prehistoria*, N° 60, Vol. 1, Madrid, 11-34.

CLARK, G.A.

1979 The North Burgos archaeological survey, bronze and iron age archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain). *Anthropological research papers* 19. Arizona University.

COATES, J.,

(2000): Interpretation of infrared spectra, a practical approach. Encyclopedia of analytical chemistry. R.A. Meyers (ed.) John Wiley & Sons.

CONDE, C., BAENA, J., CARRIÓN, E.,

(2000): "Los modelos de explotación de los recursos líticos durante el pleistoceno en la región de Madrid". SPAL 9 p. 145-166.

CONSTANS, G.

2012 Réflexions critiques sur les méthodes de caractérisation du silex et sur leurs applications en archéologie préhistorique. Memoria de master historie, arts el archéologie, spécialité arts el cultures de la préhistoire el de la protohistoire: Europe, Afrique. Université de Toulouse. Toulouse.

DAVIDSON, I., BAILEY, G.N.

1984 Los yacimientos, sus territorios de explotación y la topografía. *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*. 2(1) 25-43.

DEL VAL, J., LLORENTE, G., RAMÍREZ, F., GONZÁLEZ, M.

2007 Análisis de viabilidad y anteproyecto de habilitación turística de Cueva Palomera, Museo de Cera y Sala del Cacique en el complejo kárstico de Ojo Guareña (Monumento Natural de Ojo Guareña. Merindad de Sotoscueva. Burgos)". Informe de ADOR Consultoría para el Servicio Territorial de Medio Ambiente (Burgos) de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

DÍEZ C., ALONSO, R., BENGOCHEA, A., COLINA, A., JORDÁ, J.F., NAVAZO, M., ORTIZ, J.E., PÉREZ, S., TORRES, T.

2008 El paleolítico medio en el valle del Arlanza (Burgos). Los sitios de la Ermita, Millán y la Mina. *Cuaternario y Geomorfología*. 22 (3-4) 135-157.

DOMÍNGUEZ, A., GARCÍA, F. J.

2007 La prospección arqueológica en el suroeste Peninsular: algunos problemas metodológicos". *Caesaraugusta*, 78: 793-802.

FERNÁNDEZ, R.

2009 Auto-Ensamblaje de vanadatos heterometálicos basados en redes metal orgánicas con ligandos bipodales. Tesis doctoral. Leioa.

FERNÁNDEZ, V.

1989 la prospección arqueológica: planteamientos, ayudas y técnicas. *Teoría y método de la arqueología*, Madrid, Síntesis, 54-67. Seminarios en wikipedia. Universidad autónoma de Madrid.

FORD, L.A., POLLARD, A.M., CONINGHAM, R.A.E., STERN, B.

2003 Geochemical investigation of the origin of rouletted and other related South Asian fine wares. *Antiquity* 79 (3): 909-920.

GALLANT T. W.

1986 Background noise and site definition: A contribution to survey methodology. *Journal of field archaeology*, Vol. 13 (4): 403-418.

GAMBLE, C.

2001 Las sociedades paleolíticas de Europa". Ariel Prehistoria. Barcelona.

GARCÍA, L.

- 2004 La prospección arqueológica de superficie y los SIG", en Martín de la Cruz, J. C. (Coord.): *I Encuentro internacional informática aplicada a la investigación y la gestión arqueológicas*. 185-209. Córdoba.
- 2004 Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio". Ariel prehistoria. Barcelona.

GARCIA, M.

- 2001 Seguimiento arqueológico habilitación al turismo de sala del ayuntamiento y Ermita de San Bernabé. Junta de Castilla y León.

GILES, F., GILES, F., GUTIÉRREZ, J.M., SANTIAGO, J., FINLAYSON, C., RODRÍGUEZ, J., FINLAYSON, G., FA, D.

- 2010 Capítulo X: "Gestión y explotación de materias primas en el paleolítico de Gorham's Cave" en *Minerales y rocas en las sociedades de la prehistoria*. Grupo de investigación HUM-440. Universidad de Cádiz.

GOODCHILD, M.F.

- 1996 Geographic information systems and spatial analysis in the social sciences, en *The anthropology of human behavior through geographic information and analysis* Aldenderfer, M.; Maschner, H. (eds): 241-250. Oxford University Press. London.

GRUPO ESPELEOLOGICO EDELWEISS.

- 1986 Monografía de Ojo Guareña. *KAITE* 4-5. Diputación de Burgos. Burgos.

GUEZZI, I.

- 2011 El análisis composicional en el estudio de la producción y distribución de la cerámica prehispanica. *Bulletin de L'Institut Français d'Études Andines*. 40 (1):1-29.

GUROVA, M.

- 2012 Balkan flint-fiction and/or trajectory to neolithization, evidence from Bulgaria. *Bulgarian e-journal of Archaeology*, 1/2012: 15-48

HASSLER, E., SWIHART, G., DYE, D., SING, Y.

- 2013 Non-destructive provenance study of chert using infrared reflectance microspectroscopy. *Journal of Archaeological Science*. Vol 40 (4): 2001-2006.

HIGGS, E.S., VITA-FINZI, C.

- 1972 Prehistoric economies: a territorial approach en *papers in economic prehistory*, Higgs, E.S. (eds.): 27-36. Cambridge University Press.

HUBBARD, M., WAUGH, D., ORTIZ, J.

- 2004 Provenance determination of chert by VIS/NIR diffuse reflectance spectrometry, The compass. *Journal of Earth Sciences Sigma Gamma Epsilon*. 78, (3):17-45.

IRIARTE, M.J., ARRIZABALAGA, A., ORDOÑO, J., LARRAÑAGA, J.M.

- 2007 El depósito arqueológico de Larrañaga (Hondarribia, Guipúzcoa). Algunas reflexiones sobre la problemática de los yacimientos al aire libre. *MUNIBE* 58: 143-154.

JIMENEZ, S., SIEMCALSA.

- 1997 Mapa geológico y minero de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Valladolid.

LARRAÑAGA, A.

- 2013 Métodos multidisciplinares de análisis en materiales naturales y antrópicos: difracción de rayos X". Materia optativa 9.. Master en Cuaternario. UPV/EHU 2012/13.

LEE, R.B.

- 1969 !Kung bushmen subsistence: An input-output analysis, en *Environment and cultural behavior*. P.A. Vaida (ed.): 47-79. Natural History Press. New York.

MARÍN, A.B.

- 2008 Patrones de movilidad y control del territorio en el cantábrico oriental durante el tardiglaciario. *Trabajos de prehistoria* 65 (1): 29-45.

MARTÍNEZ ANDREU, M.

- 1991 Las fuentes de provisión de materias primas líticas en la fachada litoral de Murcia durante el final del paleolítico. Tecnología y cadenas operativas líticas. *Treballs de Arqueologia II*: 83-91.

MAXIMIANO, A.M.

- 2011 Modeling social landscape using GIS techniques for an addressed survey: An experiment in archaeological site location in multifaceted area (Manzanedo and Valdebezana valley, comarca de las Merindades. North of Burgos. Spain)". 3º congreso de arqueología experimental. Banyoles

MENDEZ, F., GARCÍA D., LOZANO, J.A.

- 2004 Métodos y técnicas para la identificación de las fuentes de materias primas líticas durante la prehistoria reciente. GREPAN.UGR. Departamento de prehistoria y arqueología.

MIRTI, P., PACE, M.

- 2008 ICP-MS analysis of glass fragments of Parthian and Sasanian epoch from Seleucia and Veh Arda Sir (Central Iraq). *Archaeometry* 50 (3): 429-450.

MORENO, M.

- 2004 Megalitismo y geografía. Análisis de los factores de localización espacial de los dólmenes de la Provincia de Burgos. Universidad de Valladolid. Diputación Provincial de Burgos. Burgos.

MUSIC, S., FILIPOVIC-VINCEKOVIC, N., SEKOVANIC, L.

- 2011 Precipitation of amorphous SiO₂ particles and their properties. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 28 (1): 89-94.

NAVAZO, M.

- 2006 Sociedades cazadoras-recolectores en la sierra de Atapuerca durante el paleolítico medio: Patrones de asentamiento y estrategias de movilidad. Tesis Doctoral, Universidad de Burgos. Burgos.

NAVAZO, M., ALONSO, R., DIEZ, J.

- 2010 La Prospección arqueológica, de la teoría a los programas de trabajo. *Cuaternario y arqueología: Homenaje a Francisco Giles Pacheco*. 34-352.

NAVAZO, M., COLINA, A., DOMINGUEZ, S., BENITO, A.

- 2008 Caracterización y gestión de materias primas en los asentamientos pleistocenos al aire libre de la Sierra de Atapuerca (Burgos). Actas del VII Congreso ibérico de arqueometría. Madrid.

NAVAZO, M. y DÍEZ, J.C.

- 2008 Prado Vargas y la variabilidad tecnológica a finales del paleolítico medio en la meseta norte. *Treballs d'arqueologia*, 14: 121-139.

NAVAZO, M., DÍEZ, J.C., TORRES, T., COLINA, A., ORTIZ, J.E.

- 2005 La cueva de Prado Vargas. Un yacimiento del paleolítico medio en el sur de la Cordillera Cantábrica en monografía nº 20 neandertales cantábricos, estado de la cuestión. R. Montes Barquin y J.A. Lasheras Corrucho (Ed.): 151-166. Museo de Altamira. Ministerio de Cultura. Madrid.

OLIVARES, M., IRAZOLA, M., MURELAGA, X., BACETA, J.L., TARRIÑO, A., CASTRO, K., ETXEBARRIA, N.

- 2013 Sourcing sedimentary cherts with archaeological use through the combination of chromatographic and spectroscopic techniques". *Applied geochemistry* 33: 252-259.

OLIVARES, M., LARRAÑAGA, A., IRAZOLA, M., SARMIENTO, A., MURELAGA, X., ETXEBARRIA, N.

- 2012 Non-destructive crystal size determination in geological samples of archaeological use by means of infrared spectroscopy. *Talanta* 98: 172-177.

OLIVARES, M., TARRIÑO, A., MURELAGA, X., BACETA, J.I., CASTRO, K., ETXEBARRIA, N.

- 2009 Nondestructive spectrometry methods to study the distribution of archaeological and geological chert. *Spectrochimica Acta, Part A: Molecular and biomolecular spectroscopy*, 73: 492-497.

ORDOÑO, J.

- 2008 Across craggy horizons: the real incidence of mountain ranges in the establishment of territories in the Cantabrian upper palaeolithic. Man and mountains: Palaeographical and archaeological perspectives. *Studies of the institute of geography UJK*, 17: 11-22.
- 2012 The use of caves and rockshelters by the last neandertal and first modern human societies in Cantabrian Iberia: similarities, differences, and territorial implications en *caves in context, the cultural significance of caves and rockshelters in Europe*. K. Andreas Bergsvik, R. Skeates (Ed.): 81-101. Oxbow Books. Oxford.

ORDOÑO, J., ARRIZABALAGA A.

- 2009 Territorial patterns during middle to upper palaeolithic transition in Cantabrian Iberia. Le concept de territoires dans le paléolithique supérieur Européen, Vol 3 Session C16. *UISPP Proceedings of the XV World Congress Lisbon*. Archaeopress. Oxford.

OREJAS, A.

- 1991 Arqueología del paisaje: Historia, problemas y perspectivas. *Asociación Española de Arqueología*, 64: 191-230.
- 1995 Del marco geográfico a la arqueología del paisaje. La aportación de la fotografía aérea. CSIC. Madrid.

ORTEGA, A.I., MARTÍN, M.A., G.E.EDELWEIS

- 2013 Cuevas de Ojo Guareña. Una visión de la mano del grupo espeleológico Edelweiss. Diputación provincial de Burgos. Burgos.

PARISH, R.

- 2009 A chert sourcing study using visible/near-infrared reflectance spectroscopy at the Dover Quarry sites, Tennessee. Master thesis presented to the faculty of the department of geosciences, Murray state university.
- 2010 Chert patina formation and its implications for FTIR spectroscopic Provenance studies. Paper presented at the 67th annual meeting, southeastern archaeology Conference, Lexington.
- 2011 Non-destructive chert sourcing using fourier transform infrared spectroscopy. Developing international geoarchaeology Conference, Knoxville, TN,

PÉREZ, M., DOMÍNGUEZ, S., MORATA-CÉSPEDES, D., RAMOS, J.

- 1998 La industria lítica pulimentada en la prehistoria reciente de la banda atlántica de Cádiz. Estudio de áreas fuente y relaciones entre litología y yacimientos. *Cuaternario y geomorfología*, 12 (3-4): 57-67.

PÎNZARU, C., POP, D., NEMETH, L.

- 2008 FT-Raman and FT-infrared investigations of archaeological artefacts from Foeni neolithic site (Banat, Romania). *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 53 (1): 31-37.

PIZARRO, J. L.

- 2013 Métodos multidisciplinares de análisis en materiales naturales y antrópicos: difracción de rayos X. Materia optativa 9. Master en Cuaternario. UPV/EHU 2012/13.

POLVORINOS, A., HERNÁNDEZ, M., ALMARZA, J., FORTEZA, M., CASTAING, J., HURTADO, V.

- 2008 Estudio Arqueométrico de las láminas de sílex procedentes de la tumba III del yacimiento de la Pijotilla (Badajoz). Actas del VII congreso ibérico de arqueometría. Madrid.

QUIGG, J.M., BOULANGER, T., GLASCOCK, M.D.

- 2011 Geochemical characterization of Tecovas and Alibates source samples". *Plains anthropologist*, Vol 56 219: 121-141.

RAMÍREZ DEL POZO J., IGME.

- 1978 Mapas Geológicos Serie MAGNA 84 y 109. IGME.

RENFREW, C. y BAHN, P.

- 1993 *Arqueología: Teorías, métodos y práctica*. Akal. Madrid.
- 2008 *Arqueología: conceptos clave*. Akal. Madrid.

RIETH, C., JOHNSON, L.

- 2011 Trace element analysis of lithic artifacts from the Trapps Gap site in *current research in New York archaeology: A.D. 700-1300*. New York state Museum. University of the state of New York. The state education Department, Albany, New York.

RIPOLL, S. Coord.

2010 La Prehistoria y su metodología. E. Ramón Areces. UNED. Madrid.

RODRÍGUEZ, A.

2009 Metodología de Prospección de yacimientos tardoantiguos y altomedievales: Una reflexión teórica a partir de una experiencia concreta en el entorno de Santiago de Compostela. *Gallaecia* 28: 187-198.

RODRÍGUEZ-TOVAR, F.J., MORGADO, A., LOZANO, J.A.

2010 Using ichnofossils to characterize chert tools: A preliminary study from southern Iberia. *Geoarchaeology* 25 (4): 514-526.

2010 Ichological analysis: a non-destructive Ttool in archaeology. *Lethaia* 43: 587-590.

RUIZ ZAPATERO, G.

1988 La prospección arqueológica en España: pasado presente y futuro. *Arqueología espacial* 12: 33-47.

1996 La prospección de superficie en España. *Cuadernos de Prehistoria Arq. Cast.* 17: 7-20.

1997 La prospección de superficie en la arqueología Española. Actas del II encuentro sobre Arqueología y Patrimonio. 15-34.

RUIZ ZAPATERO, G. y BURILLO, F.

1988 Metodología para la investigación en arqueología Territorial. *MUNIBE (Antropología y Arqueología)* 6: 45-64.

RUIZ ZAPATERO, G. y FERNÁNDEZ, V.

1993 Prospección de superficie, técnicas de muestreo y recogida de la información. *Actas, Inventarios y Cartas arqueológicas (Homenaje Blas Taracena)*. 87-98. Junta de Castilla y León. Soria.

SAN MIGUEL, L. C

1992 El planteamiento y el análisis del desarrollo de la prospección: Dos capítulos olvidados en los trabajos de arqueología territorial. *Trabajos de prehistoria*. 49: 35-49.

SERRANO, J. L.

2012 La espectroscopia infrarroja. Curso instrumentalización y métodos de análisis químicos. Postgrado en ingeniería del agua y del terreno. Universidad politécnica de Cartagena. Curso 2012/13.

SHACKLEY, M.S.

2008 Archaeological petrology and the archaeometry of lithic materials. *Archaeometry* 50 (2):194-215.

SHERMAN, C.

1997 Handbook of instrumental techniques for analytical chemistry. Prehall.com.

SIEVEKING, G., HART, M.B

1976 The scientific study of flint and chert in *geochemistry and the provenance o flint axes*. Bush, P.R. (Ed.): 133-140.

STEWART, J.H.

1955 Theory of culture change. The Methodology of multilineal evolution. University of Illinois. Chicago.

STUART, B.

2004 Infrared spectroscopy: fundamentals and applications. Analytical techniques in the sciences. John Wiley & Sons.

TARRIÑO, A.

2004 El sílex de la cuenca vasco cantábrica y pirineo navarro, caracterización y su aprovechamiento en la prehistoria. Tesis doctoral. UPV/EHU. Bilbao.

2011 Procedencia de los Sílex de la cueva de Aitzbitarte III (Rentería, Guipúzcoa). Ocupaciones humanas en Aitzbitarte III (País Vasco) 33.600-18.400 BP. Jesús Altuna, Koro Mariezkurrena, Joseba Ríos. EKOB *Colección de Patrimonio Cultural Vasco*.

TARRIÑO, A., BON, F., NORMAND, C.

2007 Disponibilidad de sílex como materia prima en la prehistoria del pirineo occidental. Fronteras naturales y fronteras culturales en los pirineos prehistóricos. Gobierno de Cantabria. Universidad de Cantabria.

TARRIÑO, A., OLIVARES, M., ETXEBARRIA, N., BACETA, J.L., LARRASOÑA, J.C., YUSTA, I., PIZARRO, J.L., CAVA, A., BARANDIARAN, I. MURELAGA, X.

2007 El sílex de tipo "Urbasa". Caracterización petrológica y geoquímica de un marcador litológico en yacimientos arqueológicos del suroeste europeo durante el pleistoceno superior y holoceno inicial *Geogaceta* 43: 127-130.

TORRES, T., RODRÍGUEZ, B., GONZÁLEZ, A.

1993 Excavación de la cueva de Prado Vargas, Cornejo (Burgos. España). Actas de la segunda Reunión del cuaternario ibérico 1988.1: 281-289.

URTIAGA, K.

2013 Tema 3: Métodos espectroscópicos, materia optativa 9: métodos multidisciplinares de análisis en materiales naturales y antrópicos. Máster en Cuaternario. UPV/EHU.2012/13.

VAQUERIZO, D.; MURILLO, J. F. y QUESADA, F.

1991 Avance a la prospección arqueológica de la subbética Cordobesa: la depresión Priego-Alcaudete. *AAC* 2: 117-170.

VITA-FINZI, C., HIGGS, E.S.

1970 Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: Site catchment analysis, proceedings of the prehistoric society, 36, 1-37.

VVAA.

1991 La Prehistoria" tomo 1. UNED. Madrid.

ANEXO 1

Técnicas de caracterización de materiales líticos

Las principales técnicas para estas caracterizaciones como ya hemos informado son macroscópicas y microscópicas, ópticas, petrográficas, paleontológicas, mineralógicas y geoquímicas. Dentro de las caracterizaciones mineralógicas y geoquímicas, las más utilizadas se basan en el estudio de elementos mayores y traza, junto con las tierras raras, siendo necesario trabajar con técnicas que aporten buena sensibilidad en los valores bajos. Algunos autores analizan cuáles serán las diferentes técnicas analíticas para caracterizar los materiales, (SIEVEKING, 1976; SHACKLEY, 2008; CONSTANS, 2012; GUEZZI, 2011; GUROVA, 2012). Son numerosas las técnicas utilizadas para tratar de conocer la procedencia de los materiales, como son la espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente, ICP-MS (FORD, 2003; MIRTI, 2008; NAVAZO, *et al.*, 2008; BRANDL, 2011), análisis de activación neutrónica (instrumental neutron activation analysis-INAA) (BOULANGER, *et al.* 2006, QUIGG, 2011), espectroscopia de infrarrojos (SHERMAN, 1997; TARRIÑO, 2007; PÎNZARU, 2008; OLIVARES, *et al.*, 2009, 2012; PARISH, 2010, 2011; HASSLER, 2013), espectroscopia de reflectancia en el Infrarrojo cercano (visible near-infrared reflectance spectroscopy, VNIR), (HUBBARD, *et al.*, 2004; POLVORINOS, 2008; PARISH, 2009), espectroscopia Raman (OLIVARES, 2009), difracción de rayos X (NAVAZO *et al.*, 2008; OLIVARES, 2009; RIETH, 2011). La ablación laser permite, en parte, un estudio no destructivo de las muestras pero en los métodos de caracterización destructivos (IR, XRD, etc...) combinados con otros petrográficos y mineralógicos los resultados son más eficaces porque es posible interpretar geológicamente el significado de las variaciones geoquímicas y acotar mejor las zonas de proveniencia del sílex. (NAVAZO *et al.*, 2008; BUSTILLO *et al.*, 2012).

ANEXO 2

Fundamento teórico de las técnicas utilizadas en el presente estudio son:

- **Espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS):** Esta técnica se basa en la detección de la emisión de átomos excitados e iones en un plasma de argón a temperaturas del orden de 104K. El plasma se obtiene mediante una corriente eléctrica de radiofrecuencia a través de una bobina eléctrica de inducción metálica. Asociada a la corriente existe un campo magnético con líneas de fuerza orientadas a lo largo del eje del tubo de cuarzo (antorcha). Una de las grandes ventajas de los equipos

de emisión es la posibilidad de medir varios elementos simultáneamente, así como la alta concentración de átomos o iones excitados generados en la antorcha. (FERNÁNDEZ, 2009)

- **Espectroscopia de infrarrojos transformada de Fourier (FT-IR):** Es un método óptico espectroscópico donde existe un intercambio de energía entre la radiación electromagnética y la materia. En estos métodos se producen transiciones entre distintos niveles energéticos (URTIAGA, 2013). Los infrarrojos se dan en frecuencia, con tres zonas, IR próximo, medio y máximo. La radiación al incidir en la muestra, incide en los enlaces de los átomos, que dará una banda de vibración. A la hora de leer las bandas de vibración asociados al tipo de materia, se evalúa la posición en la que se encuentran ciertos grupos funcionales de la muestra y la forma del espectro.

- **Difracción de rayos X:** La difracción de rayos X sobre muestra policristalina se ha utilizado para el análisis cualitativo en dos de las muestras seleccionadas, una en sílex natural en posición primaria y otra muestra arqueológica. Todos los sólidos cristalinos tienen un difractograma característico. Un material policristalino está formado por un gran número de cristales diminutos dispuestos al azar unos con respecto de otros. Una muestra de estas características, al ser irradiada con un haz de rayos X, siempre presentará un determinado número de cristalitas que satisfagan la Ley de Bragg. Los difractómetros permiten determinar con precisión la dirección en la que se produce la difracción, mediante la geometría denominada Bragg-Brentano. En este tipo de geometría, el goniómetro incorpora dos giros coaxiales: uno para la muestra y otro para el detector. Estos giros están acoplados, de tal forma que si la muestra se desplaza un ángulo de θ , el detector recorre en el mismo tiempo un ángulo de 2θ . La representación de la intensidad de la radiación X que llega al detector con respecto al ángulo de giro de 2θ es lo que se denomina difractograma. El planteamiento estándar del análisis del difractograma es la búsqueda de máximos, ajuste de perfil, ajuste de perfil completo, afinamiento de Rietvel, aunque todo ello depende de la calidad de los datos y las restricciones del material. (FERNÁNDEZ, 2009; LARRAÑAGA, 2013).

ANEXO 3

Desarrollo preparación muestras y técnicas utilizadas

El proceso se compone de tres fases:

- La primera es la selección de las muestras óptimas para el análisis. Estas muestras deben de contener suficiente material no alterado en el nódulo o fragmento recogido y que sean representativas del afloramiento o del lugar donde se han recogido. También en la elección de las muestras se pretende que éstas estén seleccionadas representando a toda el área abarcada por el trabajo de prospección. El tiempo empleado es de 2 h.

- La segunda fase consiste en la preparación para la molienda de las muestras seleccionadas. Para ello se procede a fracturar las muestras, seleccionando el centro del nódulo que no esté alterado, descartando el córtex y todas las partes que visualmente presenten algún tipo de alteración por calcificación. El objeto es recuperar una cantidad suficiente de muestra para que pueda ser procesada, estimada en 10-15 gr de muestra limpia. Esta fase se realiza mediante fractura de los nódulos con martillo directamente, seleccionando aquellas lascas de mayor calidad y que éstas no tengan un tamaño superior a 1-1,5 cm de diámetro, pues si son piezas mayores en la siguiente fase molienda pueden producirse problemas de trituración. Se seleccionan las piezas de mayor tamaño (5-7 gr) y se introducen en un recipiente con una disolución de ácido nítrico a 3M para desprender el posible metal del martillo, se cubre y se introduce en un baño de ultrasonidos durante 20 minutos. A continuación se lleva a la campana de extracción de gases y se lava el material con agua miliQ varias veces hasta que el pH de la disolución sea neutra. Se seca el material en la máquina de secado durante 2 h a 75°C. El tiempo total efectivo empleado para esta fase es de 8 h.

- La tercera fase es la molienda de la muestra. Se pone la muestra en el molino de discos de Wolframio y se coloca en una centrifugadora a 1000 revoluciones durante 30 segundos, recuperando la muestra molida y se guarda en dos paquetes, uno de 5 gr y otro del resto de la muestra. Cada vez que se realiza la molienda de la muestra hay que limpiar muy bien el molino con agua y secando con papel y luego con un compresor. A continuación se repite el mismo proceso con etanol en lugar de agua. Posteriormente después de cada muestra de sílex hay que hacer una molienda con arena limpiadora y repetir el

proceso de limpieza. Esta fase es la más laboriosa. Por cada muestra de sílex realizada se tarda 45 minutos de preparación, y en total la trituración de todas las muestras ha llevado 21 h y 15 m.

Para la realización de los análisis de las muestras, la preparación será diferente para cada técnica:

- **Espectroscopia de Infrarrojos:** se deben de realizar las pastillas para ser introducidas en el espectrómetro. Inicialmente se mezclan 0.0010 gr de muestra con 0.1 gr de Bromuro Potásico para realizar una pastilla de 13 mm. , se coloca en un mortero de ágata y se muele manualmente. Cuando la mezcla quede homogénea se introduce en una prensa hidráulica a 10 toneladas de presión durante 30 segundos, a continuación se extrae la pastilla y se coloca en una secadora a 50 ° C para evitar la hidratación de la muestra. Posteriormente la pastilla es introducida en el espectrómetro para ser analizada. El tiempo efectivo para la preparación de las pastillas es de 6 h y la realización de los análisis en el espectrómetro y recogida de datos es de 2 h.

- **Difracción de rayos X:** la realización de esta técnica es sencilla y rápida, ya que se realiza directamente sobre la muestra ya molida, se coloca en un portamuestras una cantidad reducida de muestra, se le añade acetona para que la superficie del portamuestras quede plana una vez evaporado el disolvente, los granos de la muestra quedan orientados con el objeto de contar orientaciones preferentes en el difractograma adquirido. El tiempo de realización es rápido, unos 15 minutos. Esta técnica se realiza sobre dos muestras, una de sílex natural y otra de arqueológico.

- **Espectrometría de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS):** Para la mayoría de las muestras sólidas es necesario la disolución (digestión), siendo la operación más común y laboriosa también en laboratorio. El objetivo de la digestión es romper todos los enlaces que existe entre los átomos de la muestra, es decir diluirla. El HF es el único ácido que disuelve silicatos, pero es muy peligroso su manejo. (FERNÁNDEZ, 2013). Se utilizan ácidos minerales fuertes (ácido fluorhídrico) para la digestión de la muestra. La alta sensibilidad del ICP-MS y el amplio intervalo de elementos trazas que se incorporan en la mayoría de los protocolos, requiere un gran cuidado para evitar la contaminación durante la preparación de la muestra. Para la mayoría de las aplicaciones se necesita una sala blanca. Una vez pesada la muestra se pasa a una campana extractora de gases y con el equipo de protección adecuado para la manipulación del HF.



Geo-Q zentroa Aranzadi Zientzia Elkarteak eta UPV/EHUK bultzatutako ikerketa-unitatea da. Ingurumen-aldaketa eta giza inpaktuaren ikerketara zuzendua da, ingurugiro naturalaren eboluzioa eta giza arrastoa Kuaternario garaian. Leioako Udalak azpiegitura zientifikoa daukan **Kortesenabarri** baserriaren erabilera laga digu eta honekin batera kultura zientifikoa gizarteratu nahi da.

El centro **Geo-Q** de Leioa está destinado a una unidad de investigación impulsada por la Sociedad de Ciencias Aranzadi y la UPV/EHU para el estudio de los cambios medioambientales, la evolución del medio natural y el impacto humano durante el Cuaternario. Todo ello en colaboración con el Ayuntamiento de Leioa que ha cedido para dichos fines el caserío **Kortesenabarri**. A través del mismo también se quiere socializar la cultura científica.



Estudios de Cuaternario
Kuaternario Ikasketak
Quaternary Studies

N.º 04 - 2014

ISSN 2340-745X
D.L./L.G. SS 1297-2013

JAVIER DUQUE MARTÍNEZ

Aplicación de técnicas 3D para el análisis y representación de colecciones líticas. ES-2 Lepolosi (Peninj Lago Natrón, Tanzania)

DIEGO HERRERO

El nivel III de la cueva de la Uña (Acebedo, León): análisis tecnológico de la industria retocada y aprovisionamiento de materias primas

JOSEBA LÓPEZ DE OCARÍZ CASAS

La cerámica campaniforme en la Rioja Alavesa a la luz d los últimos descubrimientos

ROBERTO MARTÍNEZ-BALLARÍN

Holocene microcharcoal stratigraphy and fire history analysis in the Heartland of Alava (Basque Country, Spain)

M^a ÁNGELES MEDINA-ALCAIDE

Análisis antracológico de restos localizados junto a paneles de Arte Rupestre Paleolítico y puntos de iluminación fija de Cueva de Nerja (Málaga)

ALFONSO PALAZUELOS COBO

Evolución ambiental del Delta del Ebro durante el Holoceno: análisis micropaleontológico de una secuencia sedimentaria

LARTAUN PEREZ

Modelización y distribución espacial de los fenómenos megalíticos en el sector septentrional de Navarra —zona oriental de Gipuzkoa

ANTONIO. J. ROMERO ALONSO

Alteraciones en las superficies óseas de mamíferos durante el consumo humano: una aproximación experimental

SANTIAGO VALLEJO RODRÍGUEZ

Caracterización y aprovisionamiento de materias primas de los grupos Neandertales de la Cueva de Prado Vargas (Cornejo, Burgos)



Leioa
UDALA-AYUNTAMIENTO



eman ta zabal zazu
Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



ARANZADI

zientzia elkarteak . society of sciences
sociedad de ciencias . société de sciences