

2.<sup>a</sup>  
edición



# LA CUEVA DE EL SIDRÓN

(BORINES, PILOÑA, ASTURIAS)

*Investigación interdisciplinar  
de un grupo neandertal*

EDITORES

Marco de la Rasilla Vives, Antonio Rosas González,  
Juan Carlos Cañaveras Jiménez, Carles Lalueza-Fox



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



# LA CUEVA DE EL SIDRÓN

(BORINES, PILOÑA, ASTURIAS)



Excavaciones Arqueológicas en Asturias. *Monografías*. 1

# LA CUEVA DE EL SIDRÓN

(BORINES, PILOÑA, ASTURIAS)

*Investigación interdisciplinar  
de un grupo neandertal*

EDITORES

Marco de la Rasilla Vives, Antonio Rosas González,  
Juan Carlos Cañaveras Jiménez, Carles Lalueza-Fox



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

2.<sup>a</sup> edición, corregida y aumentada

Promueve: Consejería de Educación y Cultura

Edita: Consejería de Educación y Cultura

Ediciones Trabe S. L.

Distribuye: Ediciones Trabe S. L.

© De los textos: Marco de la Rasilla Vives, Antonio Rosas González, Juan Carlos Cañaveras Jiménez, Carles Lalueza-Fox, Enrique Martínez García, Sergio Sánchez-Moral, David Santamaría Álvarez, Pablo G. Silva, Gabriel Santos, Almudena Estalrich, Antonio García-Tabernero, Samuel García-Vargas, Markus Bastir, Rosa Huguet, Ángel Peña-Melián, Beatriz Fernández Cascón, Lucía Martínez Fernández, Carmen Sesé, Javier Lario, Soledad Cuezva, Ángel Fernández Cortés, M.<sup>a</sup> Concepción Muñoz, Pedro Carrasco, Pedro Huerta, Puy Ayarza, Fernando Álvarez Lobato, Begoña Fernández Macarro, Antonio Tarrío, Ernestina Badal, Borja Sanchiz, Carolina Martín, Carmen Tormo Cuñat, Paloma Suárez Ferruelo, Elsa Duarte Matías, Patricia Suárez Manjón, Cristina López Tascón, Elena García Antón, Marina Sáez Andreu, Melanie Standing, Trinidad de Torres, José Eugenio Ortiz, Thomas F. G. Higham, Rachel E. Wood, Rainer Grün, Stephen Eggins, Helène Valladas, Norbert Mercier, Nadine Tisnérat-Laborde, Ramon Julià, Vicente Soler y Jesús Alonso Peña

© Del prólogo: Vicente Álvarez Areces

© Del prólogo a la segunda edición: Genaro Alonso Megido

© De las ilustraciones: Salvo especificación, Javier Fortea Pérez y los autores

© De la edición: Consejería de Educación y Cultura

Imprime: Imprenta Mundo

Depósito legal: As-03965-2014

ISBN: 978-84-8053-776-6

## PRÓLOGO

Asturias conserva una serie de yacimientos prehistóricos esenciales para profundizar en el conocimiento del Paleolítico medio y superior. A las extraordinarias muestras del arte rupestre preservadas en cuevas como Tito Bustillo, El Pindal, Llonín, La Covaciella y La Peña, declaradas Patrimonio de la Humanidad, se suman restos fósiles y de instrumentos que están sirviendo a la ciencia para un mejor conocimiento de la evolución humana.

Los fragmentos óseos y restos de animales e industria lítica hallados en la Cueva de El Sidrón han situado este yacimiento entre las grandes referencias de la investigación paleontológica de la especie Neandertal. La mayor cavidad asturiana de calizas no carboníferas, declarada Reserva Natural Parcial por su alto interés medioambiental, es desde hace más de una década una auténtica mina de conocimiento sobre los neandertales.

El trabajo esmerado y escrupuloso del equipo de investigadores dirigido hasta su fallecimiento por el profesor Francisco Javier Fortea Pérez, y continuado por Marco de la Rasilla junto a prestigiosos investigadores de la Universidad de Oviedo y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, no sólo ha sacado a la luz una extraordinaria colección de fósiles neandertales; también ha permitido hitos tan decisivos como la caracterización anatómica de las poblaciones neandertales del sur de Europa y los primeros estudios de filogeografía de una especie humana extinguida.

Aportaciones a las que se suma la destacada contribución de El Sidrón al proyecto internacional Genoma del Neandertal, dirigido desde el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig.

A tenor de lo publicado hasta la fecha en prestigiosas revistas científicas y de lo que puede leerse en este libro, que expone con sencillez y rigor los resultados obtenidos

durante una década de investigaciones, la Cueva de El Sidrón ha aportado aspectos muy novedosos sobre la especie Neandertal, su estadio evolutivo y sus formas de vida.

Debido a la entidad del hallazgo, el Gobierno del Principado de Asturias respaldó desde el principio las intervenciones arqueológicas y labores de investigación, así como la divulgación de sus resultados. A este fin contribuirá también el proyecto de la Casa de los Neandertales, que se construirá en Villamayor. La relevancia del yacimiento de El Sidrón y sus descubrimientos científicos merecen contar con un equipamiento cultural desde el cual continuar apoyando la investigación a la vez que difundir, a todo tipo de público, tanto la trascendencia de los hallazgos científicos como la importancia de preservar nuestro patrimonio natural y cultural.

La Casa de los Neandertales se suma a la red de centros del denominado «Paraíso Rupestre», desde los cuales se difunde el patrimonio arqueológico y el arte rupestre del oriente asturiano, así como a los dos grandes equipamientos creados por el Gobierno del Principado para divulgar el arte paleolítico del sur de Europa y Asturias: el Parque de la Prehistoria de Teverga y el Centro de Interpretación del Arte Rupestre Tito Bustillo.

La investigación arqueológica y científica de nuestro patrimonio tiene un interés creciente para la ciudadanía. La divulgación de sus hallazgos, además de compromiso de los poderes públicos, se ha convertido en un atractivo singular de Asturias, que cada año cautiva a más visitantes.

Se ha conseguido saber mucho de los neandertales de El Sidrón, pero aún quedan restos por recuperar y estudios por realizar. Deseo que esta publicación suponga un impulso tanto a las labores de investigación como a la necesaria divulgación de un conocimiento que enriquece nuestro patrimonio y ofrece nuevas oportunidades de progreso.

VICENTE ÁLVAREZ ARECES  
*Presidente del Principado de Asturias*



# LA CUEVA DE EL SIDRÓN

(BORINES, PILOÑA, ASTURIAS)



## DEDICATORIA

**A**cumula el complejo cárstico de El Sidrón una historia que combina con exquisita puntualidad lo sublime y lo dramático. A la fortuna de haberse hallado una ingente cantidad de restos pertenecientes al *Homo neanderthalensis* o de haber servido como escuela de formación de espeleólogos por parte de la Federación Asturiana de Espeleología, se une el infortunio de ser testigo de varios

lances de la cruenta y desoladora Guerra Civil o de perder en el transcurso de las investigaciones emprendidas desde 1999 a dos maestros plenamente dedicados al estudio de nuestros antepasados prehistóricos y, particularmente, a la investigación de este ya acreditado yacimiento.

El equipo de El Sidrón quiere dedicar esta monografía con toda nuestra admiración, cariño y reconocimiento a:



JAVIER FORTEA PÉREZ (1946-2009)



MANUEL HOYOS GÓMEZ (1944-1999)



ÓLVIDO OTERO GONZÁLEZ (1908-1938)



## JAVIER FORTEA PÉREZ

Javier Fortea Pérez, catedrático de Prehistoria de la Universidad de Oviedo e investigador principal del Proyecto de la Cueva de El Sidrón, tenía que haber sido el primer firmante de esta monografía.

Fue él, junto a Manuel Hoyos Gómez, investigador del Departamento de Geología del MNCN-CSIC, el muñidor preferente del citado proyecto, al que luego se añadieron el resto de los investigadores según las disciplinas (y técnicas analíticas) que debían incorporarse a la investigación en función del registro arqueológico recuperado, y las que posteriormente se fueron agregando a medida que era necesario su concurso, habilitándose para cada una un responsable que, a su vez, conformaba el correspondiente equipo.

Javier Fortea se sentía extraordinariamente cómodo en las excavaciones, pues le permitía concentrarse sin distracciones espurias en la práctica arqueológica diaria, en el progresivo discurrir del proyecto –ampliándolo o matizándolo según iba desarrollándose–, en el análisis e imbricación de los datos obtenidos, en promover explicaciones razonadas sin ceder un ápice a lo frívolo o impactante, salvo si hubo pasado por el filtro de la razón y la perspectiva y, en definitiva, en ir habilitando un conocimiento cabal de lo que ofrecía el yacimiento.

Tanto es así que en septiembre de 2008 (Fig. 1), después de haber pasado el segundo tratamiento de su patología, obtuvo permiso del médico para ir a la cueva durante la segunda quincena del mes a fin de estar en el lugar del



FIGURA 1: El Sidrón, campaña de 2008.

que nunca hubiera debido, ni por supuesto querido, irse. Sabía que tenía que ir con cuidado, pero con un punto de su proverbial rebeldía, entraba unas horas, se ponía la mascarilla y los guantes –mandato que hacía y deshacía a su antojo a pesar de que todos le recordábamos esa prescripción facultativa– y trajinaba con los materiales que iban poco a poco saliendo de la Galería del Osario en la mesa que habíamos hecho con angulares metálicos. Mesa que aún hoy, y siempre, todos la llamamos «la mesa de Javier», repleta, también en la actualidad, de las más variopintas «potinguerías» como él mismo las definió.

En la campaña de 2009, consciente de que no podía ir al yacimiento y, unas semanas después de comenzada, de que iba a ser el final, su mayor desazón era no poder estar en el «bricolaje» arqueológico habitual, en la comprensión de los fenómenos físicos, antropológicos y culturales de ese grupo de neandertales que, por una conjunción de fortunas, se había conservado en perfectas condiciones e, inva-

riablemente, lo más lejos posible de los «ruidos» mediáticos que, aún siendo consciente de su importancia, los consideraba distorsionadores del diario quehacer investigador.

No obstante, esperó hasta la conclusión de la campaña el día 30 de septiembre para irse definitivamente al atardecer del día 1 de octubre de 2009; convencido, con seguridad, de que la misión estaba cumplida.

Este libro es, pues, suyo. Es cierto que no pudo estar en su definitivo aderezo, pero ya venía previamente organizado desde el día en que se concibió el proyecto de investigación, en que se dieron los primeros pasos y luego se fue andando un largo camino en el que se desarrollaron buena parte de los objetivos propuestos.

Quedan, sin embargo, más tareas por hacer, interrogantes por resolver o propuestas que matizar o pulir, y en ello estamos con buen ánimo y mejor espíritu, y porque fue una promesa que le hicimos al propio Javier y que debemos cumplir en su integridad.

# 1. INTRODUCCIÓN

**Marco de la Rasilla Vives**

*Área de Prehistoria, Departamento de Historia,  
Universidad de Oviedo*



Como iremos viendo a lo largo de esta monografía, la historia de lo que viene llamándose El Sidrón comenzó hace bastantes milenios cuando el agua de unos regatos y la de escorrentía, mediante periódicos procesos de disolución y erosión, fue abriéndose camino en el contacto entre unas areniscas y unos conglomerados neógenos (antes terciarios), principalmente a favor de los segundos. Dichos procesos generaron varios conductos y galerías, así como abrigos en diferentes puntos del exterior del complejo cárstico, en uno de los cuales dejaron unas huellas indelebles un grupo de neandertales.

Pero para que esos vestigios se preservasen concurrió un oportuno cúmulo de circunstancias muy especiales y concatenadas. Primero, que un agregado de neandertales eligiera la zona entre la Sierra del Sueve y el río Piloña para vivir, que recalara en un abrigo en el lugar hoy llamado El Sidrón, y que ejercitase una serie de actividades particulares: manipular unos cantos de sílex y cuarcita; elegir algunos soportes y utilizarlos, entre otras tareas, para practicar canibalismo; no consumir casi fauna, etc.

Segundo, que los restos, compuestos de industria lítica, huesos humanos y fauna, se cubriesen, o fuesen cubiertos, de sedimento con rapidez –es decir que se enterrasen con premura bien de forma natural o bien de manera artificial–, imposibilitando que otros seres vivos, tales como carnívoros o roedores, consumiesen el material óseo (rompiéndolos, alterándolos o destruyéndolos) y, finalmente, que comenzase sin demora el proceso de fosilización.

Tercero, que se depositasen en una galería interior de la caverna quedando definitivamente atrapados y protegidos –continuando su fosilización–, y que algunos agentes del medio físico hicieran posible su descubrimiento al dejar algunos restos al descubierto y, por tanto, que pudieran ser investigados desde diferentes disciplinas científicas.

La experiencia dicta que esos hechos ocurren poquísimas veces, de manera que la suerte ha sido una formidable aliada para que, en este caso, Asturias, y en particular el concejo de Piloña, pasen a estar situados en el mapa, pero no sólo en los libros científicos sino también en los textos escolares y en otras obras de carácter general.

## EL DESCUBRIMIENTO DE LOS FÓSILES DE EL SIDRÓN: EL PRINCIPIO Y EL DESPUÉS

Su peculiar localización<sup>1</sup> y su morfología general singularizan a este lugar como refugio en sus bocas mayores, escondite en el interior y, cómo no, incita a la curiosidad y la exploración. De hecho, su espeleogénesis la hizo idónea para la actividad espeleológica de varios grupos (GEMA, G. E. Gorfolí, C. D. Mefisto) y para prácticas oficiales de supervivencia.

Reconocida y topografiada la cueva desde los años setenta hasta los noventa, se publicó un estudio en el que, entre otras cosas, se notificaba el hallazgo de restos de fauna y de pinturas rupestres paleolíticas (PINTO, 1975). Esas circunstancias, unidas a la presencia de fauna troglodítica (quirópteros y coleópteros), facilitaron la declaración en 1995 de la Cueva de El Sidrón como *Reserva Natural Parcial* dentro del PORN aprobándose en 2002 el *Plan Rector de Uso y Gestión*.

Informaciones de diversa índole, contrastables en su mayoría, avalan una importante entrada de personas de muy diverso tipo a lo largo del tiempo y, como refleja la prensa local (LNE, 22-II-1993), se efectuaron labores de limpieza bajo la coordinación de la Federación Asturiana de Espeleología a finales de 1993 o a primeros de 1994. Así pues, entre los años ochenta y los primeros noventa la cueva fue sometida a una intensa actividad.

Sin embargo, el punto de inflexión surge en 1994 cuando cuatro espeleólogos asturianos encuentran en una galería (hoy llamada del Osario) dos hemimandíbulas (Fig. 2), que entregaron a la Guardia Civil ante la sospecha de que pudieran ser humanas y, además, corresponder a fallecidos en la Guerra Civil. Esa cruda realidad ha dejado una huella imborrable, pues hoy reposan junto a la boca que se conoce como Entrada de la Tumba los restos de

<sup>1</sup> La cueva se encuentra en la parroquia de Borines (Piloña), entre las poblaciones de Cadanes, Vallobal y Borines, dentro de la cuenca del río Piloña y al pie de la Sierra del Sueve. Sus coordenadas geodésicas [UTM ED50] en la entrada del Abrigo de la Tumba son: x = 311.572,82 y = 4.806.388,04 Z = 167,89 m. s. n. m.



FIGURA 2: Mandíbulas halladas en 1994 que dieron origen al proyecto de El Sidrón en 1999/2000.

Olvido Otero González, que fue muerta en 1938 en uno de esos lances, y también se han recogido tanto en el Abrigo de la Tumba como en el de La Cabañina seis vainas de cartuchos y una bala utilizados durante la Guerra Civil o el Maquis (véase anexo 2).

Así pues, a partir de la citada entrega a la Benemérita se generó un abultado expediente judicial y administrativo articulado en tres partes: del 23 de marzo de 1994 al 14 de diciembre de 1995, desde esa fecha hasta octubre de 1998 donde no se producen actuaciones o noticias oficialmente conocidas, y desde octubre de 1998 hasta julio de 2000 en que comienzan las excavaciones arqueológicas sistemáticas.

Para abreviar y resaltar sólo los hechos principales, pues está detallado en varias publicaciones (Fortea *et alii*, 2003, 2007a, 2007b), cabe decir que tras el atestado de la Guardia Civil en el lugar de los hechos, produciéndose un aumento de los efectivos óseos, éstos fueron enviados al Instituto Anatómico Forense de Madrid (en adelante IAF) para esclarecer su pertenencia a la Guerra Civil. Ese instituto declara que los restos humanos no correspondían a dicha guerra y solicita –y se concede– su depósito en el mismo, por su interés y antigüedad, y autorización para datar unas muestras en la Universidad de Arizona.

En octubre de 1998 se notifica a la Consejería de Cultura de Asturias la existencia en el IAF de unos restos (humanos, paleontológicos y líticos) procedentes de la Cueva de El Sidrón y, tras la protección de los lugares con restos arqueológicos y con pinturas rupestres y el envío a la Consejería del informe final del IAF (Prieto *et alii*, 1998, 2001), donde se afirma que pertenecen al *Homo sapiens neanderthalensis*, se procedió a crear en noviembre de 1998 una Comisión de Estudio para analizar los aspectos científicos y desarrollar un proyecto de investigación.

Entretanto giraron visita los doctores B. Vandermeersch (Universidad de Bordeaux I) y M. D. Garralda (UCM), afirmando que los restos hallados pertenecen a *Homo sapiens sapiens*, con características muy arcaicas. Tras la contradicción sobrevenida se requiere un tercer informe, en el que participaron los doctores E. Aguirre y A. Rosas (MNCN. CSIC. Madrid), los cuales proponen de nuevo su pertenencia al *Homo sapiens neanderthalensis* (Rosas y Aguirre, 1999a, 1999b, 2000). Otros trabajos generales (Egocheaga, *et alii*, 2000; Prieto *et alii*, 2001) o particulares sobre dientes y otros huesos, todos procedentes de la colección del IAF, asumen también la última clasificación.

Una vez presentado el *Plan de Investigación de la Cueva de El Sidrón: primera fase*, redactado por la Comisión de Estudio, se firmó un convenio entre la Consejería de Cultura y la Universidad de Oviedo para el estudio de la colección del IAF y las actuaciones arqueológicas en la cueva. En 1999 se llevaron a cabo los estudios antropológicos por parte del doctor J. E. Egocheaga (Universidad de Oviedo), mientras que los arqueológicos comenzaron en el 2000 continuando hasta la actualidad.

Desde el principio hasta el presente toda la financiación ha estado a cargo de la Consejería de Cultura del Principado de Asturias, suscribiéndose desde el 2000 hasta la fecha diferentes convenios entre las mencionadas Consejería de Cultura y Universidad de Oviedo para proceder a las excavaciones arqueológicas y desarrollar las diferentes tareas de investigación, con un amplio equipo perteneciente a centros nacionales y extranjeros, formado por especialistas en diferentes disciplinas (Arqueología, Antropología, Geología, Genética, Paleontología, Paleobotánica, etc.) y técnicas analíticas aplicadas (I<sub>4</sub>C, AARD, ESR, OSL, U/Th, tomografía eléctrica, Gravimetría, topografía, georradar, etc.).

La experiencia ha sido, y sigue siendo, inigualable y enriquecedora; tanto por la amplitud de miras, la búsqueda del rigor, la riqueza de matices y la engranada integración disciplinar, como por la fluidez y calidez de las relaciones. Indudablemente la suma de las partes contribuye siempre a ofrecer y obtener la máxima excelencia posible.

## BIBLIOGRAFÍA

- EGOCHEAGA, J. E.; TRABAZO, R.; RODRÍGUEZ, L.; CABO, L. L. y SIERRA, M. J. 2000. «Avance sobre el descubrimiento, características del yacimiento y estudio paleoantropológico de los restos óseos de homínidos mesopleistocénicos de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)». *Boletín de Ciencias Naturales del Real Instituto de Estudios Asturianos*, 46: 219-263.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; CASTRO, J.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; BADAL, E.; ALTUNA, J. y ALONSO, J. 2003. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Primeros resultados». *Estudios Geológicos*, 59 (1-4): 159-179.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; JULIÀ, R.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; CASTRO, J.; BADAL, E.; ALTUNA, J. y ALONSO, J. 2007a. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Campañas arqueológicas de 2000 a 2002». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1999-2002*, 5. Consejería de Educación y Cultura. Principado de Asturias.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; ROSAS, A.; LALUEZA-FOX, C.; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S. y CAÑAVERAS, J. C. 2007b. «El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). La presencia del *Homo neanderthalensis* en Asturias». *La Prehistoria en Asturias. Un legado artístico único en el mundo*. La Nueva España. Oviedo: 321-354.
- PINTO, T. 1975. «Complejo cárstico del Sidrón (Borines)». *Torrecedredo*, 8 (2ª época): 31-34.
- PRIETO, J.; MONTES, R.; MUÑOZ, E. y SANGUINO, J. 1998. *Hallazgos antropológicos y arqueológicos en el complejo kárstico de El Sidrón (Vallobal, Concejo de Piloña, Asturias)*. Informe depositado en la Consejería de Educación y Cultura. Principado de Asturias.
- PRIETO, J.; ABENEA, J.; MONTES, R.; SANGUINO, J. y MUÑOZ, E. 2001. «Hallazgos antropológicos y arqueológicos en el complejo kárstico de El Sidrón (Vallobal, Infiesto, Concejo de Piloña, Asturias)». *Munibe*, 53: 19-29.
- ROSAS, A. y AGUIRRE, E. 1999a. *Restos humanos neandertales de la Cueva del Sidrón, Piloña, Asturias. Nota preliminar*. Informe presentado a la Consejería de Cultura el 28-1-99 (preliminar) y el 23-3-99 (final).
- ROSAS, A. y AGUIRRE, E. 1999b. «Restos humanos neandertales de la Cueva del Sidrón, Piloña, Asturias. Nota preliminar». *Estudios Geológicos*, 55: 181-190.
- ROSAS, A. y AGUIRRE, E. 2000. «Neandertales de la Cueva del Sidrón». *Investigación y Ciencia*, 289: 28-29.



## 2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL COMPLEJO CÁRSTICO Y SUS CONEXIONES EXTERIORES

**Jesús Alonso Peña**

*Federación Asturiana de Espeleología*



La topografía de la Cueva de El Sidrón está condicionada por dos aspectos fundamentales: el buzamiento de los estratos con dirección al N, y la fracturación según diversas fallas y el diaclasado asociado que orienta el sistema de drenaje de la cavidad.

El condicionante marcado por la estratificación ha motivado una profundización de la cavidad en sentido S-N, correspondiendo a la zona más profunda de la misma el principal desarrollo longitudinal del cavernamiento, ocupado estacionalmente por un torrente procedente de dos aportes exteriores de importancia (riegas del Pandu y

de La Infiesta respectivamente) y la infiltración captada por el exokarst circundante.

Sin embargo, es la fracturación del macizo la que ha condicionado la orientación de los conductos, a pesar de que la estratificación aparece presente de forma casi permanente en el techo de la mayoría de las galerías de la cueva.

Ambos condicionantes motivan la presencia de gran número de accesos a la cavidad excavados en el sector sur de la misma, así como de conductos obstruidos por relleno en lugares próximos a comunicar con la superficie exterior.

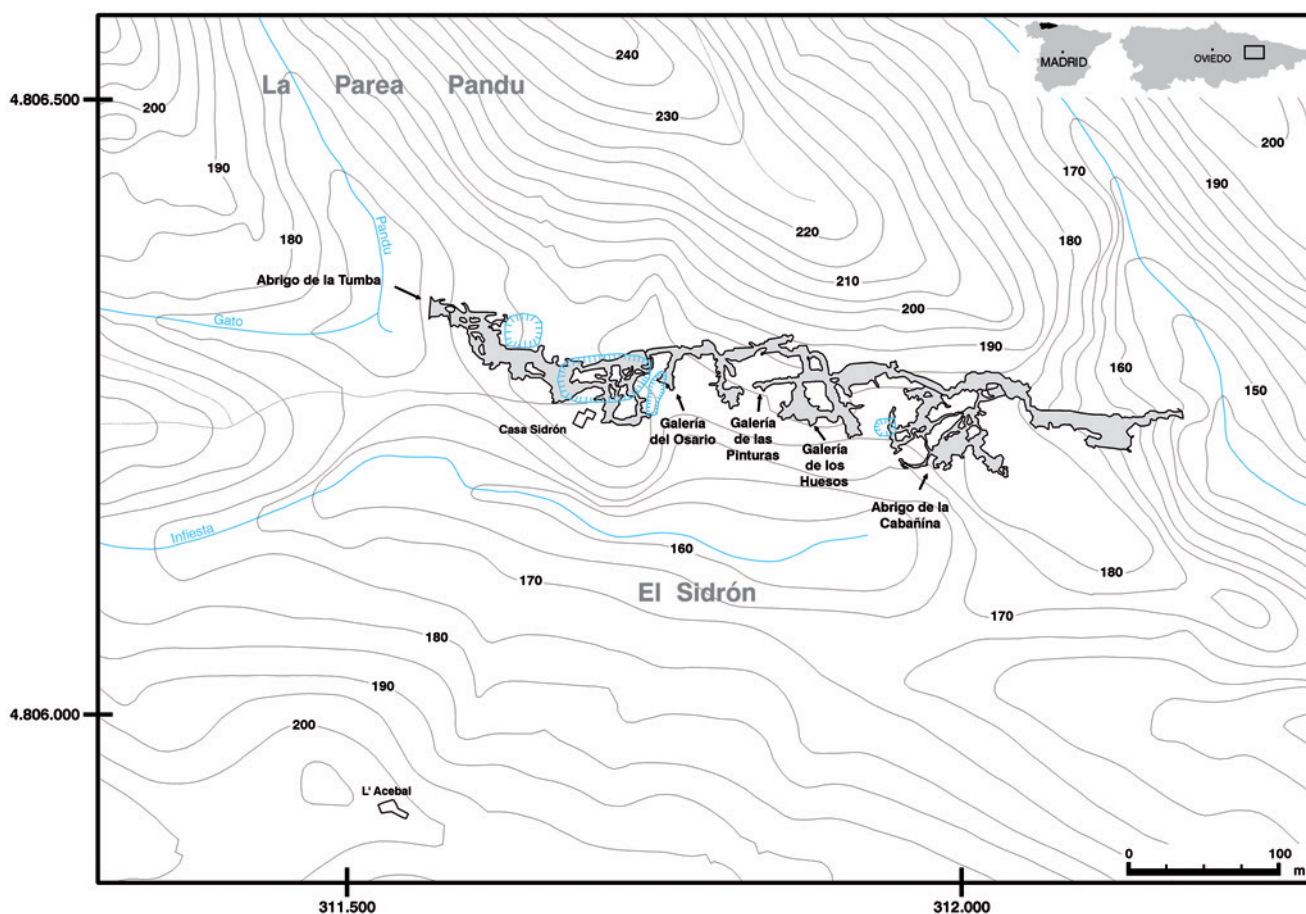


FIGURA 3: Desarrollo del complejo cárstico de El Sidrón y situación de los principales sectores definidos.

La cueva, con un desarrollo total de ~3.700 m, se ha dividido en varios sectores para su descripción topográfica (Fig. 3): Sector de Entrada, Galería del Río o Principal, Sector de Salida, Laberintos Laterales y Galería del Osario.

## SECTOR DE ENTRADA

Comprende el acceso conocido como Abrigo de la Tumba y el primer enrejado de pequeñas galerías hasta la comunicación con la galería principal.

La entrada semiobstruida da acceso a una primera sala de dimensiones cómodas en cuyo extremo final se desarrolla un pequeño laberinto superior (Galería Lidia) con diversos conductos descendentes que alcanzan, por diversos lugares, la galería base de la zona. Esta galería comienza asimismo al extremo final de la sala de entrada, y presenta unas dimensiones modestas en su comienzo, para ir elevando la altura hasta alcanzar el descenso entre bloques que nos lleva a la Galería del Río.

## GALERÍA DEL RÍO O PRINCIPAL

El descenso entre bloques conduce a un sector amplio, en el que por diversos conductos menores procedentes del oeste aparece el torrente que, en época de lluvias, recorre una parte sustancial de la cavidad, y que procede de la riega de Pandu —a la cual desemboca la riega del Gato—, que penetra en la cavidad cerca del Abrigo de la Tumba.

Justo en esta zona se observa un ensanchamiento lateral ascendente hacia el sur, en el que comienza el primer enrejado lateral, conocido como Galería Cimera.

La Galería del Río progresa hacia el este mostrando una morfología alternante de conductos a presión de cierta amplitud y ampliaciones locales motivadas por fenómenos clásticos de notable entidad.

Lateralmente, siempre en sentido sur, aparecen diversos enrejados y pequeños laberintos, hasta que, a unos 220 m de la entrada, se localiza el sector bautizado como Galería del Osario, donde se encuentra el yacimiento actualmente en estudio.

Obviando estos conductos laterales, la Galería del Río se prolonga con cierta monotonía, manteniendo siempre unas dimensiones cómodas y ocasionales derrumbes, hasta alcanzar el sector conocido como El Arenero, donde las dimensiones se amplían considerablemente.

Unos metros más adelante, se alcanza una nueva sala caótica, caracterizada por la presencia de un importante derrumbe y un desarrollado karst interno. Entre este laberinto de grietas y bloques se localizan diversos accesos al

sector de La Cabañina-Pozu Áurea, y las numerosas salidas intermedias al exterior.

Dos conductos paralelos, desarrollados en sendas fracturas, permiten la progresión por el nivel inferior hasta alcanzar un nuevo sector amplio, también caótico en su lado sur, que termina bruscamente en la estrechez conocida como La Diaclasa, dando acceso al sector de Salida.

## SECTOR DE SALIDA

El tránsito de La Diaclasa obliga a progresar por un angosto conducto subvertical en el que se hacen patentes elevados niveles de ocupación hídrica, pudiendo llegar a anegarse completamente durante las crecidas. Una vez superada la estrechez aparecemos en el principal caos de la cueva; bloques de considerable tamaño se amontonan en el suelo, al tiempo que se pueden observar procesos clásticos parciales pendientes de desmantelamiento a nivel del techo.

Tras los últimos bloques, el conducto reduce dimensiones y accede al exterior a través de diversos colapsos de la bóveda y una última salida horizontal próxima a la resurgencia denominada de Salelagua.

## LABERINTOS LATERALES

El primer laberinto se encuentra al comienzo de la Galería del Río. Un ensanchamiento lateral asciende en sentido sur merced a una empinada rampa que accede a una pequeña gatera. Tras la estrechez, una primera sala concrecionada marca el comienzo de la Galería Cimera, de la que parten diversos conductos descendentes que, tras algunas bifurcaciones tortuosas, alcanzan de nuevo el nivel inferior marcado por la Galería del Río.

Al final de la Galería Cimera se encuentra una exigua gatera, el Pasu Salomón, tras el que se encuentra una sala de complicado tránsito y diversos desfondamientos, por los que se puede acceder de nuevo al nivel inferior.

Siguiendo por la Galería del Río, y pasando de largo la Galería del Osario, alcanzamos un segundo enrejado, más modesto que el anterior, caracterizado por un conducto a presión de sección subcircular y fuerte pendiente, con un laberinto encajado en un sector de diaclasas.

El tercer enrejado lo encontramos 100 m más adelante, y es destacable por dos motivos: la presencia de la Galería de las Pinturas, y un amplio nivel superior accesible mediante una trepada y una posterior rampa ascendente, hasta desembocar en la Galería de los Huesos, muy próxima a alcanzar la superficie exterior.

Por último, nos encontramos con el impresionante laberinto del sector de La Cabañina-Pozu Áurea, excavado

en diversos niveles y con importantes accidentes tectónicos que condicionan su exploración, haciéndola verdaderamente expuesta en algunos lugares.

Un segundo arroyo (la riega de La Infesta) penetra en la cavidad mediante un sumidero localizado en el nivel inferior de este laberinto, al tiempo que diversas entradas superiores acceden al enrejado a través de torcas (Abrigo de la Cabañina) y dolinas desfondadas (Pozu Áurea).

También cabe destacar la importancia volumétrica de diversas salas situadas en este sector, así como sus importantes condiciones de habitabilidad, a pesar de la notable alteración sufrida durante la Guerra Civil y algunos sucesos acaecidos en años posteriores.

### GALERÍA DEL OSARIO

Esta galería comienza en el lateral sur de la Galería del Río, a unos 220 m de la entrada del Abrigo de la Tumba. Su acceso consta de dos entradas de morfología dispar, la principal con características freáticas, y una secundaria probablemente originada por anastomosis.

Inmediatamente, y tras unos bloques de mediano tamaño, encontramos dos puentes de roca verticales, que marcan el comienzo del depósito actualmente en estudio. Progresando por el lateral izquierdo de la galería, alcanzamos el final de los sedimentos y accedemos a un ensanchamiento concrecionado, en el que se hace patente la presencia de una infiltración permanente cuyo origen aún no se ha podido determinar.

Progresando hacia el sur, el conducto se bifurca en algunos lugares, volviendo a unirse de nuevo hasta alcanzar un meandro frontal ascendente que se torna impenetrable a los pocos metros.

Un laminador lateral progresa hacia el oeste hasta que se colmata de sedimento. Correlacionando la situación de este laminador con la topografía exterior encontramos una relación evidente con la zona externa.

Del conjunto de sectores descritos, los lugares en los que hasta la fecha se han efectuado intervenciones por contener restos arqueológicos, o haber sido susceptibles de contenerlos, son: la Galería del Osario, el Sector de Entrada (más el Abrigo de la Tumba), la Galería de las Pinturas, la Galería de los Huesos y, finalmente, en el sector de La Cabañina-Pozu Áurea pertenecientes al área de los Laberintos Laterales.



### 3. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA DE EL SIDRÓN Y SUS ÁREAS LÍMITROFES

**Enrique Martínez García**

*Departamento de Geología, Universidad de Oviedo*



## INTRODUCCIÓN

La Cueva de El Sidrón ha saltado a las primeras páginas de la actualidad desde el hallazgo en su interior de restos neandertales; pero esto ocurrió hace unos 50.000 años, mientras que la cueva existía ya por lo menos desde hace cientos de miles de años.

A fin de dar una visión integradora de la Cueva de El Sidrón en el contexto de la evolución geológica general, vamos a resumirla dentro de un enfoque amplio y quizás no totalmente exacto, lo que no se logrará hasta reunir muchos datos que, al menos algunos, son por ahora difíciles de conseguir.

## LAS ETAPAS GEOLÓGICAS ANTERIORES A LA ACTUAL DIVISIÓN DE LOS CONTINENTES

Hace unos 1.000 millones de años existía un continente relativamente pequeño, llamado Rodinia, que se dividió en fragmentos (llamados placas litosféricas). Estas placas se desplazaron, alejándose entre sí y hundiéndose a la vez parcialmente en el interior terrestre plástico de una capa (llamada Astenosfera) situada bajo la Litosfera (formada por continentes y océanos). El hundimiento produjo gran cantidad de rocas ígneas (graníticas y volcánicas) que, junto a los sedimentos formados en las cuencas marinas, dieron lugar al aumento de volumen de los continentes con el tiempo, los cuales chocaron entre sí e hicieron crecer a las placas primitivas.

Hace unos 500 Ma, ya se distinguían dos masas continentales con áreas oceánicas intermedias de gran tamaño que, al final, hace 390 Ma, se denominaron Laurentia (al N) y Gondwana (al S), separadas por un océano relativamente estrecho (¿Japeto?), que acabó desapareciendo cuando las grandes masas se unieron para formar el supercontinente Pangea hace unos 300 Ma y creándose así la Cordillera Varisca.

En Pangea (Fig. 4) existía un océano interior, llamado Thetys, rodeado al N por Europa, N de Asia y América del N; al W por América del S, al S por Antártida, India

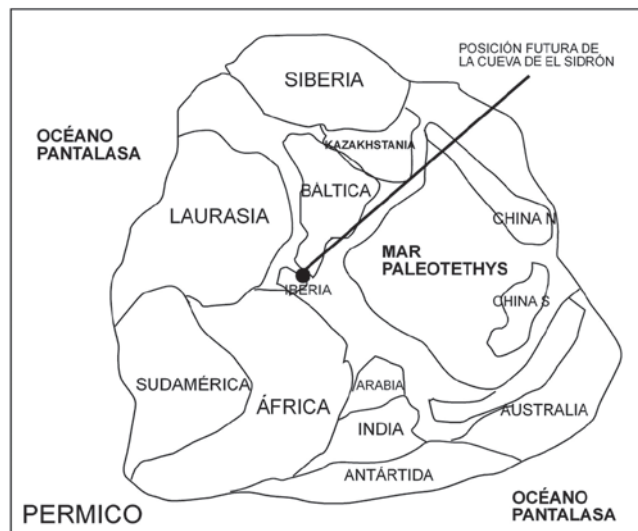


FIGURA 4: Posición de los continentes en el momento de la formación de Pangea (modificado de Scotese, 2002).

y Australia y al W por el SE de Asia e Indonesia. El resto de la Tierra estaba ocupado por un gigantesco océano llamado Pantalasa.

A partir de la formación de Pangea comenzó una nueva fragmentación de la masa situada al W del mar Tethys, por un nuevo océano llamado Atlántico separándose un enorme bloque hacia el N (Norteamérica y Báltica) y otro hacia el S (Sudamérica, África, Antártida, Australia e India), abriéndose entre estas masas el océano Atlántico central y cerrándose el Tethys hacia el W hasta llegar a casi desaparecer por colisión y formarse la Cordillera Alpino-Himalaya que comienza en Gibraltar y acaba en Indonesia.

El océano Atlántico se expandió hacia el N y S e individualizó el continente americano, mientras que los restos del Tethys formaron el Mar Mediterráneo, separando Eurasia al N y África al S. Alrededor del Polo Sur se establecieron los continentes de Antártida y Australia y la India desplazándose esta hacia el N mientras se abría el océano

Índico e incrustándose en el límite de Asia con ascenso de la Cordillera del Himalaya.

A la vez que se establecía la configuración actual de la Tierra, tuvieron lugar diversos choques entre las placas, que dieron lugar a cordilleras menores y desaparición de cuencas marinas que no mencionaremos para simplificar, ya que todo ello sucedió en un lapso de tiempo de casi 600 millones de años.

## LA GEOLOGÍA DEL ÁREA DE LA CUEVA DE EL SIDRÓN CON REFERENCIA A PANGEA

La geología del oriente de Asturias se encuadra en el llamado Macizo Ibérico, situado originariamente en el N de Gondwana entre Norteamérica y África, que incluye la mayor parte de la Península Ibérica, entre el Mar Cantábrico y las cordilleras Béticas, al sur de la falla del Guadalquivir. Este Macizo Ibérico se encontraba hace 300 Ma situado al borde W del Mar Tethys, restos de cuyas rocas se observan en sus alrededores.

A partir de hace 250 Ma se desplazó hacia el E por la apertura del océano Atlántico y, en nuestros días se encuentra en una gran línea fósil de falla, que se puede seguir hasta el S de Asia y que se denominó Falla Noribérica, paralela a los Pirineos. El área de los Pirineos se deformó intensamente durante la orogenia alpino-himalaya, hace unos 30 Ma y en la actualidad es parcialmente activa tectónicamente, donde existen fallas verticales de considerable desplazamiento, también debido al movimiento de bloques por fusión de casquetes de hielo (Fig. 5).

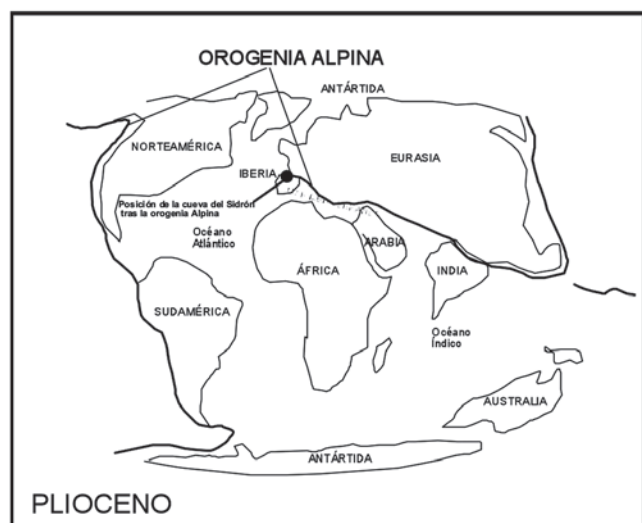


FIGURA 5: Posición de la Cueva de El Sidrón tras la Orogenia Alpina.

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE EL SIDRÓN

Al final de la Orogenia Alpina, hace unos 20 Ma, vemos que se encuentran en la parte oriental de Asturias y occidente de Cantabria, rocas marinas y continentales del Carbonífero (300 Ma) con abundantes capas de carbón, continentales del Pérmico y Triásico (250-200 Ma), ricas en areniscas y conglomerados de color rojo, seguidas en el Jurásico (200-150 Ma) por rocas calizas marinas y areniscas continentales con abundantes huellas de dinosaurios, en el Cretácico (150-65 Ma) por rocas calizas y pizarrosas marinas y continentales, en el Paleógeno (65-23 Ma) por rocas marinas al principio y continentales al final y en el Neógeno (23-2Ma) por rocas calizas y pizarrosas marinas someras (Fig. 6).

De toda la sucesión nos interesan sobre todo las rocas depositadas en el Paleógeno, que en Asturias se caracterizan por la presencia de conglomerados, arcillas y areniscas continentales en las que se excavó la Cueva de El Sidrón. Geológicamente se conoce a estas rocas conglomeráticas como formación Posada, presente desde Llanera hasta el concejo de Piloña.

Hace unos 2 Ma comienza a depositarse una sucesión conocida como Pleistoceno, durante la que ocurren grandes levantamientos asociados a fallas activas. Esta compleja actividad tectónica ocurrida en la zona cantábrica dio lugar a la formación de bloques de diversos tamaños, limitados por fallas y cabalgamientos que, a causa de la erosión superficial, alcanzaron alturas diversas, de tal manera que las rocas más altas no son necesariamente las más modernas, ya que la resistencia a la erosión de las rocas varía con su composición mineralógica. El papel de las fallas es muy importante en la evolución de las cavidades excavadas en las rocas calizas (cársticas), ya que representan una vía de acceso del agua al interior de los bloques a que nos hemos referido.

## FORMACIÓN DE LA CUEVA DE EL SIDRÓN

Para entender la formación de la Cueva de El Sidrón tenemos que remontarnos a hace unos 30 Ma, cuando tuvo lugar el depósito de la formación Posada en las cercanías del río Piloña, el cual, naturalmente, no existía por entonces. Los montes del Suevo destacaban en la superficie terrestre debido a la creación durante el Cretácico (100 Ma) de unas grandes fallas de dirección E-W que formaron un surco en la mitad oriental de la zona cantábrica y hundieron el bloque sur. Las rocas situadas más al sur de la falla fueron erosionadas y se depositaron calizas y pizarrosas marinas del Cretácico y Paleógeno, seguidas por

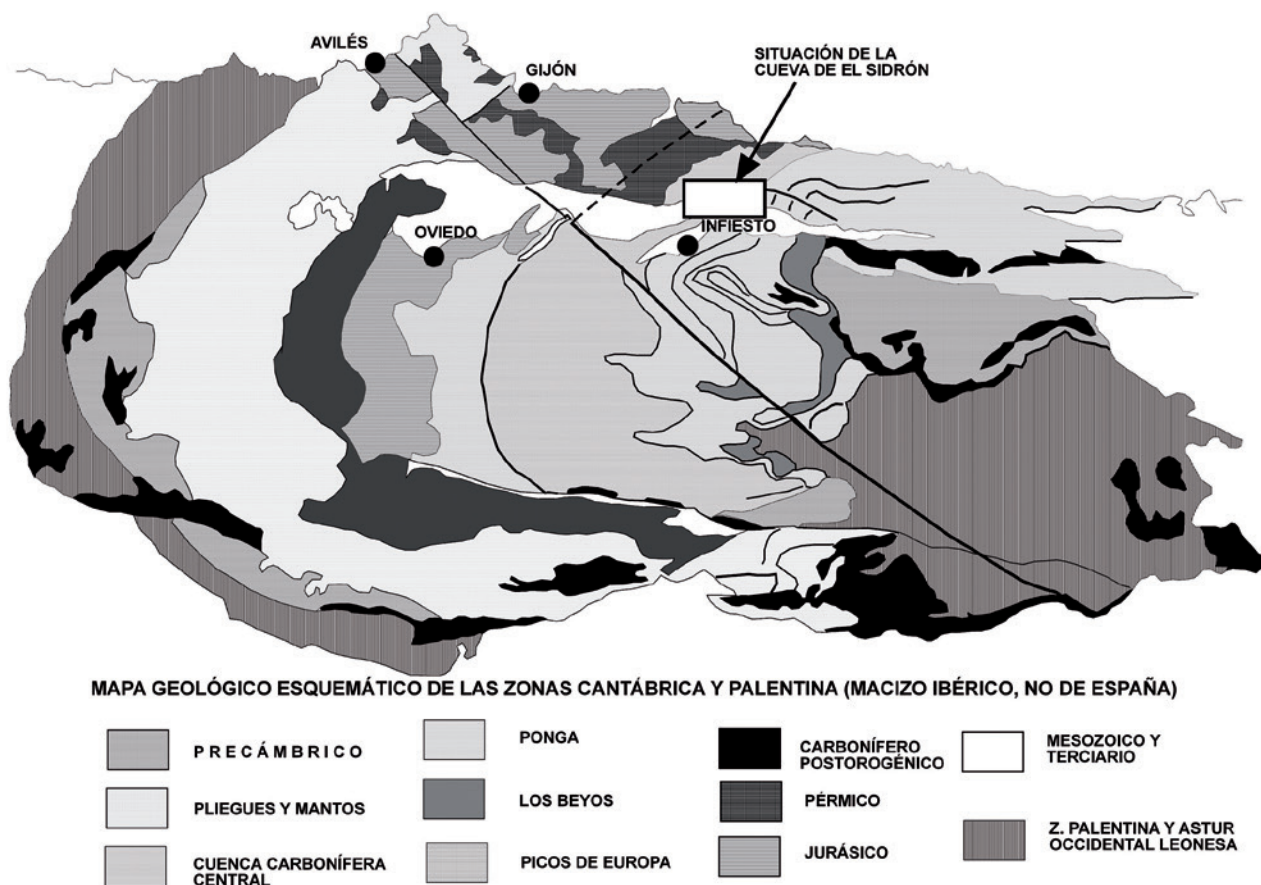


FIGURA 6: Geología de las Zonas Cantábrica y Paleontina en la actualidad (modificado de Julivert, 1971 y de Martínez García, 1983).

conglomerados continentales con fragmentos redondeados de calizas del Carbonífero.

Estos conglomerados pertenecen a la formación Posada, en la cual está excavada la Cueva de El Sidrón. Aunque es excepcional encontrar cuevas en conglomerados, este caso se explica por la escasez de cemento existente entre los cantos calizos y la abundancia de calcita en el mismo, que dan lugar a que la roca se comporte como una caliza. Entre las capas conglomeráticas se intercalan capas de areniscas que contienen arcilla y calcita y que por ello se erosionan con cierta facilidad. Entre las capas de conglomerados calcáreos se intercala, en el interior de la cueva, una capa de entre 50 cm y 1 m de espesor, en la que abundan cantos de arenisca y caliza con una pátina negra formada por óxidos de Mn y Fe (Fig. 7), con una matriz de microconglomerados arcillosos ricos en Fe y Mn. Esta capa es importante para comprender la formación de la cueva.

La arquitectura de la cueva está dominada por la existencia de una falla principal de dirección E-W cortada por otras más pequeñas de dirección NE-SW, en las que encajan respectivamente la galería principal y las laterales

#### Nivel terciario ferruginoso basal de la cueva



FIGURA 7: Capa conglomerática de bloques y cantos de arenisca ricos en Fe y Mn que forma el suelo de la cueva en gran parte de la misma.

(Galería del Osario) (Fig. 8). La penetración del agua desde arriba por la falla principal produjo una abertura vertical estrecha hasta llegar a la capa ferruginosa de cantos negros

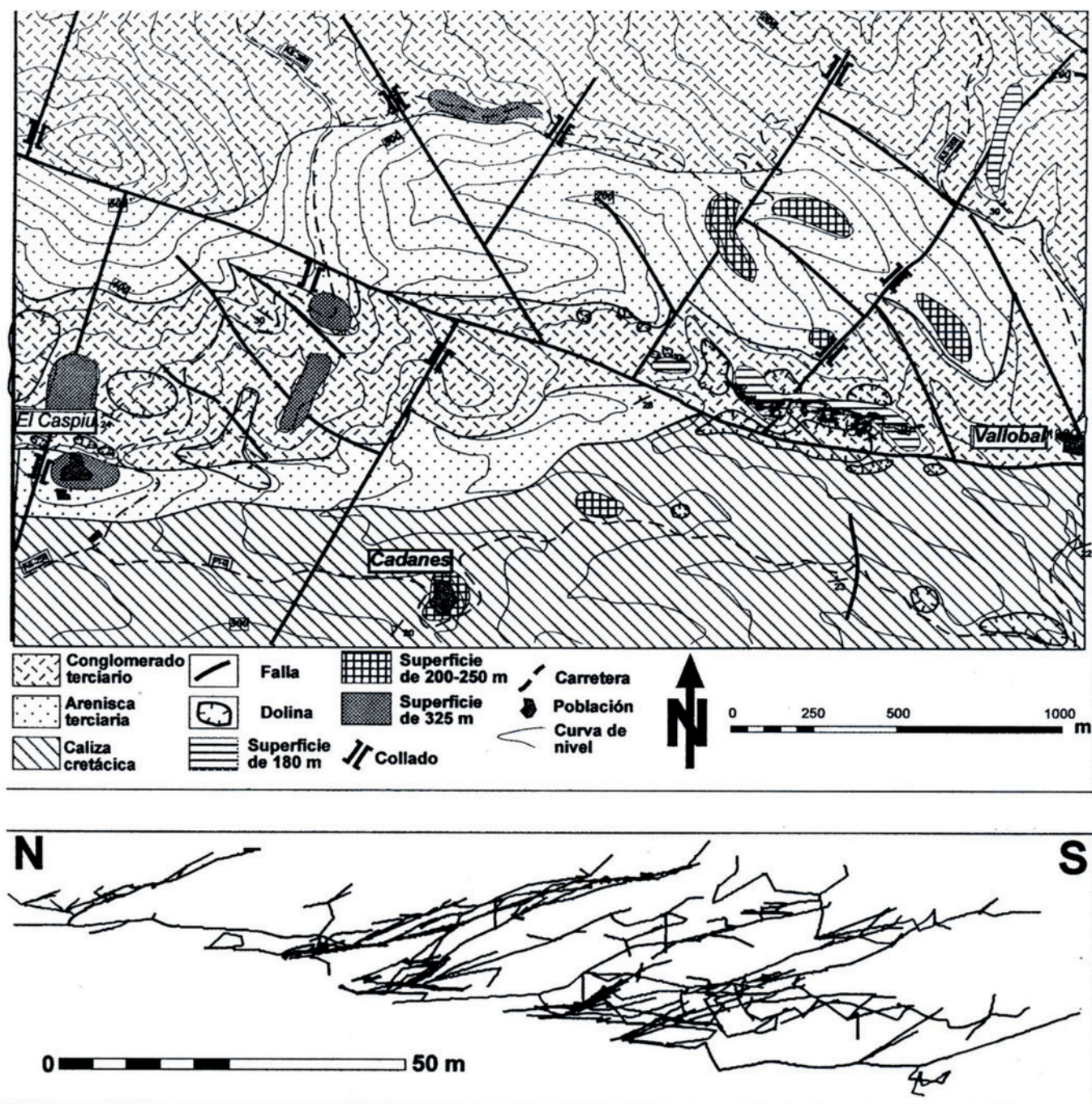


FIGURA 8: Mapa geológico y geomorfológico del área de la Cueva de El Sidrón y perfil vertical de las diversas galerías que siguen las fallas creadas en la Orogenia Alpina.

inclinada hacia el N, que opuso una fuerte resistencia a ser perforada, por lo que ocurrió un ensanchamiento lateral que produjo el tubo actual, que tiene entre 1 y 8 m de altura por 1-2 m de anchura.

Una vez erosionada la Caliza de Montaña (350 Ma) del bloque sur, quedó al descubierto una formación de edad Ordovícico inferior (360 Ma) con vetas de Fe y Mn en la parte alta del monte Suevo. Coincidiendo con la ero-

sión de las capas ferruginosas existió en la región una corta etapa de clima árido, disolviendo el mineral e impregnando a los cantos de areniscas y calizas que se producían por erosión, de una pátina negra. Estos cantos negros recubrieron las partes bajas de los montes del Suevo y penetraron en la Cueva de El Sidrón, rellenándola casi completamente hace unos 50.000 años. Aunque posteriormente fueron erosionados y arrastrados, abundan en los regueros próxi-

mos a la Cueva de El Sidrón y en algunas oquedades del interior de la cueva. Probablemente cuando los neandertales ocuparon los alrededores de la cueva, ésta estaba rellena y sólo quedaba vacía la parte superior de algunas galerías, a las que sólo se podía acceder por arriba.

El inicio de la formación de la cueva es difícil de calcular, pero su posición geomorfológica y los estudios isotópicos indican que pudo comenzar hace unos 300.000-200.000 años.

El estudio de los alrededores de la Cueva de El Sidrón muestra la presencia de superficies casi planas de erosión encajadas unas en otras desde los 180 m hasta los 300 m, lo que parece indicar un ascenso en escalera del macizo hasta llegar a los 1.200 m del monte Suevo, que a su vez enrasan con otros macizos calcáreos asturianos, como son Peñamayor, El Aramo y el primer escalón de los Picos de Europa. La superficie horizontal de 180 m de altitud se excavó justo unas decenas de metros por encima de la Galería Principal, pudiéndose acceder a la misma mediante las oquedades de las galerías secundarias (Galería del Osario).

## BIBLIOGRAFÍA

FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVÉRAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; JULIÀ, R.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; CASTRO, J.; BADAL, E.; ALTUNA, J. y ALONSO, J. 2003. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias): Primeros resultados». *Estudios Geológicos* 59: 159-179.

FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D. y ROSAS, A. 2008. «El Paleolítico superior antiguo en Asturias y su contexto». *La Prehistoria en Asturias. Un legado artístico único en el mundo*. La Nueva España, Oviedo: 355-388.

FORTEA PÉREZ, J.; RASILLA VIVES, M. DE LA; MARTÍNEZ GARCÍA, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVÉRAS JIMÉNEZ, J.C.; CUEZVA ROBLEÑO, S.; ROSAS GONZÁLEZ, A.; SOLER JAVALOYES, V.; CASTRO ALMAZÁN, J.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; BADAL GARCÍA, E.; ALTUNA, J. y ALONSO PEÑA, J. 2007. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Campañas arqueológicas de 2000 a 2002». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1999-2002*, 5: 191-205.

JULIVERT, M. 1971. «Decollement tectonics in the Hercynian cordillera of northwest Spain». *American Journal of Science*, 270: 1-29.

MARTÍNEZ GARCÍA, E. 1983. «El Pérmico en la Cordillera Cantábrica». En C. Martínez Díaz (*Carbonífero y Pérmico en España* Ed.). IGME. Madrid. 391-402.

SCOTESE, C. R. 2002. <http://www.scotese.com>. (PALEOMAP website).



## 4. UNA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINAR EN PARALELO



## 4.1. LOS INTERROGANTES PLANTEADOS Y SU CONCRECIÓN EN EL PROCESO DE EXCAVACIÓN Y ANÁLISIS

**Marco de la Rasilla Vives (1), Antonio Rosas González (2), Juan Carlos Cañaveras Jiménez (3), Carles Lalueza-Fox (4), Enrique Martínez García (5), Sergio Sánchez-Moral (6), Pablo G. Silva (7), Gabriel Santos (8)**

(1) *Área de Prehistoria, Departamento de Historia, Universidad de Oviedo.* (2) *Dpto. de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid.* (3) *Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante.* (4) *Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona.* (5) *Departamento de Geología, Universidad de Oviedo.* (6) *Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.* (7) *Departamento de Geología, Universidad de Salamanca.* (8) *Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Universidad de Salamanca*

Esta investigación partía de una aseveración en buena medida contrastada tras el atestado de la Guardia Civil, pero también de alguna incertidumbre. Por un lado se habían encontrado unos restos humanos en una galería de la Cueva de El Sidrón y el atestado había recuperado algunos más en el mismo lugar; y, por otro, daba la impresión de que en la colección enviada por el IAF al Museo Arqueológico de Asturias había más huesos que la suma de los recogidos en ambas acciones y, además, se habían incorporado unos pocos restos de industria lítica.

De modo que, en primer lugar, había que formalizar un protocolo que contestara definitivamente a los siguientes interrogantes: ¿qué relación habrá entre los materiales de las labores no regladas y los de las excavaciones arqueológicas regladas?; ¿estarán igualmente juntos los objetos óseos humanos y los líticos como parece indicar la colección del IAF?; y ¿qué cantidad de yacimiento había sido removido en las múltiples intervenciones? Paralelamente surgieron otros interrogantes que obligaron a diseñar una estrategia de investigación y en función de cuáles fueran los resultados que iban emergiendo durante las excavaciones y diferentes estudios ajustarla o reconducirla para adaptarla a las nuevas situaciones.

Así pues, aceptada como hipótesis inicial de trabajo que los restos pertenecían a la especie *Homo neanderthalensis*, incluso sin descartar –precisamente porque hay evidencias de ello en ese mundo– que pudiera haber un enterramiento, se definieron cuatro interrogantes que conformaron los objetivos preferentes de la investigación:

1. ¿Cómo llegaron los materiales arqueo-antropológicos a la Galería del Osario? ¿Están en posición primaria o secundaria?

2. ¿Qué relación guardan los fósiles y otros productos de la cultura?

3. ¿Qué cronología tienen todos ellos?

4. ¿Cuáles son las características de los fósiles humanos desde la mayor cantidad de aspectos posibles?

Una vez diseñado el equipo nuclear que iba a desarrollar el proyecto, que, como es habitual en una intervención arqueológica prehistórica, está formado por las disciplinas y técnicas analíticas que estudian los elementos y los procesos que intervienen en una actividad humana de esa época y que evacuarán sus conclusiones en las siguientes páginas, se estableció el área de excavación prioritaria para ir contestando a los interrogantes antedichos, y eso recayó en la Galería del Osario.

Sin embargo, a medida que fue exhumándose el registro arqueológico y, sobre todo, que se confirmaba su posición secundaria –esto es que no estaba *in situ*– y procedía de otra zona, la investigación y la excavación también debían trasladarse al exterior –e incluso a otras áreas del interior de la cavidad–, incrementándose asimismo las disciplinas y técnicas aplicadas en función de las nuevas incógnitas planteadas.

¿Qué queríamos comprobar y buscar? Pues por dónde habían entrado los restos depositados en la Galería del Osario y, recíprocamente, había que hallar el lugar de ocupación de ese agregado humano, toda vez que la galería citada no era el emplazamiento habitualmente utilizado por nuestros antepasados. De otro lado, cabía la posibilidad de que en otras galerías más o menos próximas a la del Osario hubiera restos arqueológicos susceptibles de ofrecer información.

Aparte de realizar varias prospecciones por la zona de El Sidrón, que todavía continúan en torno al comple-

jo cárstico y en los alrededores más o menos próximos, las actuaciones exteriores se concentraron en tres puntos concretos: en la vertical exterior de la Galería del Osario por obvias razones, y en los abrigos de La Cabañina y de La Tumba que, al menos en apariencia, ofrecían buenas posibilidades por su situación y sus características. A su vez, en el interior se ha intervenido en la llamada Galería de los Huesos por contener elementos faunísticos (Pinto, 1975) y estar cerca de la Galería de las Pinturas.

### JUSTIFICACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN EN LAS DIFERENTES ZONAS DEL COMPLEJO CÁRSTICO

Las intervenciones de todo tipo desarrolladas en El Sidrón se han ido solapando según los resultados progresivamente obtenidos y las necesidades de investigación surgidas a partir de la interpretación de los datos y de los interrogantes planteados. Así, el proceso debe entenderse como algo acumulativo y engranado en aras de la contestación a una pregunta clave, ¿por dónde y cómo entraron los restos a la Galería del Osario?, seguida de otra no menos importante: ¿cómo estaban en la zona externa los restos (tirados, enterrados, caídos); y si había evidencias del lugar de ocupación de ese grupo neandertal?

### GALERÍA DEL OSARIO

Identificada la zona intacta del yacimiento, no era lo normativo empezar a excavarla en área para la más pronta recuperación de eventuales huesos humanos e instrumental lítico, sino plantear cortes de referencia que permitieran obtener una estratigrafía, recuperar materiales arqueológicos y valorar el destrozo ocasionado por las actuaciones testificales y, presumiblemente, furtivas.

Se eligieron dos zonas que acotaban por el norte y el sur la zona intacta y en ellas se plantearon dos cortes que, lesionando lo menos posible el yacimiento intacto aunque interesando lo suficiente su superficie, pudieran ofrecer información significativa sobre la geometría y buzamiento de los niveles, la integración de la zona intacta en la secuencia estratigráfica general, la posición de los restos fósiles, y el daño cometido. El corte de G12 y de G11/F11 aprovecha el pasillo de la galería y pretendía fijar la secuencia estratigráfica en el extremo sur de la zona de los hallazgos. El perfil de la parte superior de estos cortes está afectado en toda su extensión por las remociones superficiales. Los dos perfiles del corte por E, F, G y H-8 ocupan de pared a pared toda la anchura de la galería, y tienen por objeto el establecimiento de una referencia estratigráfica transversal de la totalidad del depósito (Fig. 9).

En la primera fase del Plan de Investigación se utilizaron técnicas de georradar (realizadas por el doctor Jaime

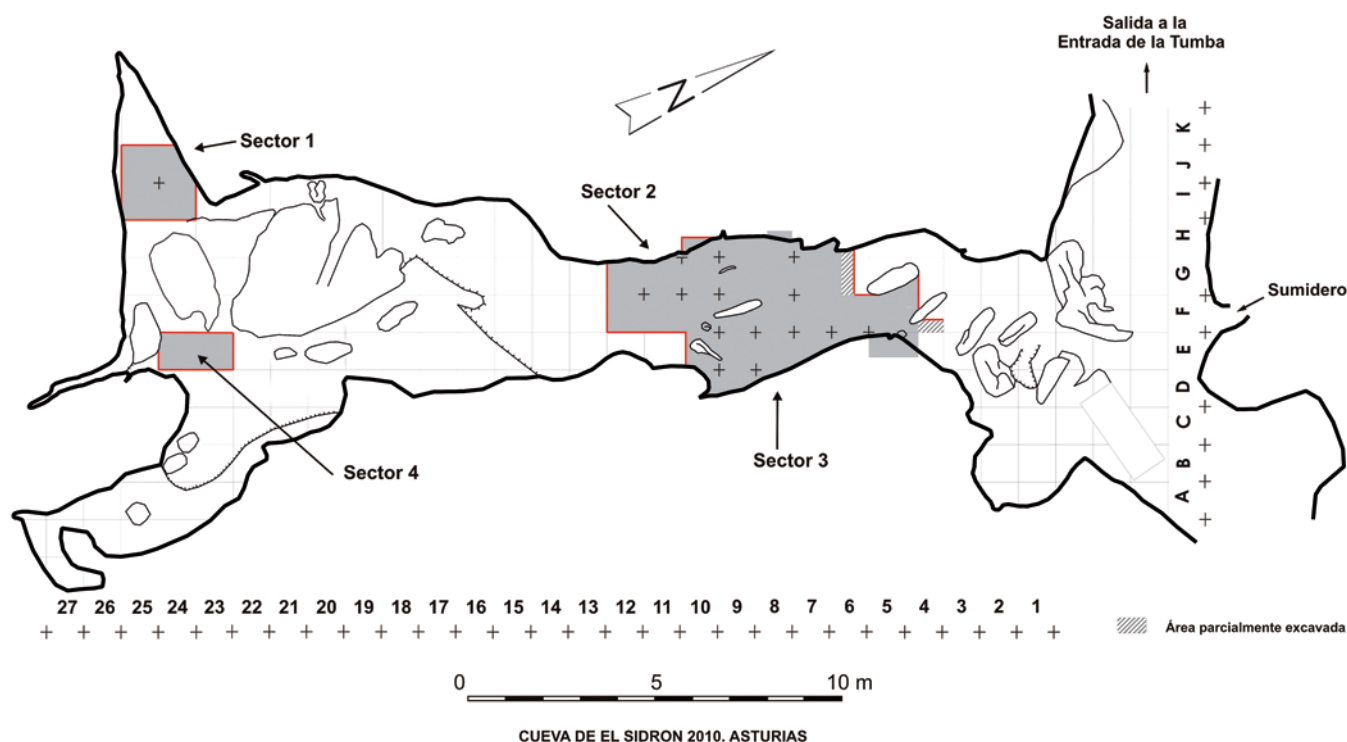


FIGURA 9: Plano de la Galería del Osario.

Clapès de la Universidad Politécnica de Barcelona) para determinar la existencia de anomalías y discontinuidades sedimentarias, a fin de discriminar la presencia o no de restos humanos o animales e incluso para colegir una estructura de enterramiento. Se realizaron veintiséis perfiles adaptados a la cuadrícula del yacimiento, siendo similares los resultados obtenidos entre el georradar y la excavación y descartaron la existencia de una estructura de enterramiento.

Desde el 2000 hasta la fecha se ha continuado levantando el depósito en las cuadrículas de las bandas 10, 9, 8, 7, 6, 5 y 4, para recuperar la mayor cantidad de vestigios posibles. Además en 2001 y 2002 se abrieron otras cuadrículas (E/23-24 e I-J/24-25) en dos puntos al sur de la galería para comprobar la presencia o ausencia de restos arqueológicos y, por tanto, contribuir a explicar el modelo de relleno de la citada galería (Fig. 9).

En 2009 y 2010, una vez levantado el depósito de las cuadrículas F-G-H/9-10, accedimos desde el interior, pues también se había intervenido desde el exterior como veremos más adelante, a unos conductos existentes en la vertical del yacimiento intacto que se encuentran fosilizados a unos cuatro metros aproximadamente por encima de la línea de suelo original. El objetivo era observar el techo de la galería y comprobar la existencia o ausencia de posibles zonas de aporte de material procedentes de conductos y galerías colgadas y situadas por encima de la del Osario, dado que poco a poco los datos apuntaban a que el conjunto de materiales habían accedido desde arriba.

#### VERTICAL EXTERIOR DE LA GALERÍA DEL OSARIO

La obvia relación entre el exterior y el interior del sistema justificó una actuación en esta zona en dos fases. La primera (2001), en la que se realizó un sondeo mecánico abierto para establecer la conexión entre ambas zonas y reconocer las características geológicas del área y, por extensión, el lugar o lugares de entrada de materiales; y la segunda, comenzada en 2004, en la que a partir de los datos obtenidos se ampliaba considerablemente la superficie de análisis.

Para ello se hicieron varios perfiles de tomografía eléctrica y estudios gravimétricos (2004 y 2009), así como cinco sondeos mecánicos ( $\varnothing$  110 cm de boquilla) en 2007 alcanzando diferentes profundidades (S1: 10,10 m S2: 13,70 m S3: 15,70 m S4: 19,80 m S5: 9,00 m) y doce sondeos arqueológicos (en 2007, 2008 y 2009) que permitieran obtener varios cortes estratigráficos, valorar los procesos, características y cronología de la serie deposicional y, eventualmente, recuperar registro arqueológico. Todo ello apoyado en una topografía que facilitara los análisis

y la imbricación de todos los datos a escala muy detallada (Fig. 10).

#### ABRIGO DE LA CABAÑINA

Con la intención de buscar el lugar de ocupación de la población viva neandertal, se localizó una zona potencialmente óptima en un abrigo que se encuentra a unos 500 m al este de la entrada a la cueva en el Abrigo de la Tumba. El refugio tenía considerables dimensiones y muy cerca se sumía la riega de La Infesta, de manera que confluían dos elementos de extraordinario valor: cobijo y agua.

Para asegurarse de la existencia de restos arqueológicos se efectuaron primero varios sondeos manuales (2004), algunos perfiles de tomografía eléctrica (2004-2005) y la consabida topografía. Los positivos resultados de los sondeos y la evaluación de los perfiles aconsejaron organizar la excavación en dos áreas: una al interior de la visera y otra al exterior de la misma para tener una visión completa de la serie deposicional (Fig. 11 y 12). Aquí apareció, como se verá más adelante, un dilatado e interesante conjunto de evidencias, aunque ninguna atribuible al horizonte cultural musterriense que era, por otra parte, lo que inicialmente buscábamos.

#### ABRIGO DE LA TUMBA

Ante los resultados obtenidos en el Abrigo de la Cabañina consideramos conveniente trasladarnos a otro abrigo que también presentaba buenas perspectivas, aunque éste estaba bastante más desmantelado que el anterior. Así, en 2006 y 2007 se realizaron cinco sondeos, uno al interior y otros cuatro al exterior, para verificar la presencia de restos arqueológicos (Fig. 13). En este caso las evidencias aparecidas fueron irrelevantes.

Conviene advertir, no obstante, que en una investigación de este género es fundamental contrastar la información, pues a la hora de mostrar la realidad arqueológica del sitio no es lo mismo afirmar que en determinado lugar no hay nada, que suponerlo. Aquí tiene tanta importancia demostrativa lo negativo como la hubiera tenido lo positivo, pero en ambas situaciones tiene que mediar una actuación arqueológica que pruebe la hipótesis o el interrogante de partida.

#### GALERÍA DE LOS HUESOS

Si el exterior era fundamental para contestar a determinadas preguntas, también podía serlo el interior, máxime en un punto en donde ya se había documentado la presencia de restos faunísticos y estaba a escasos

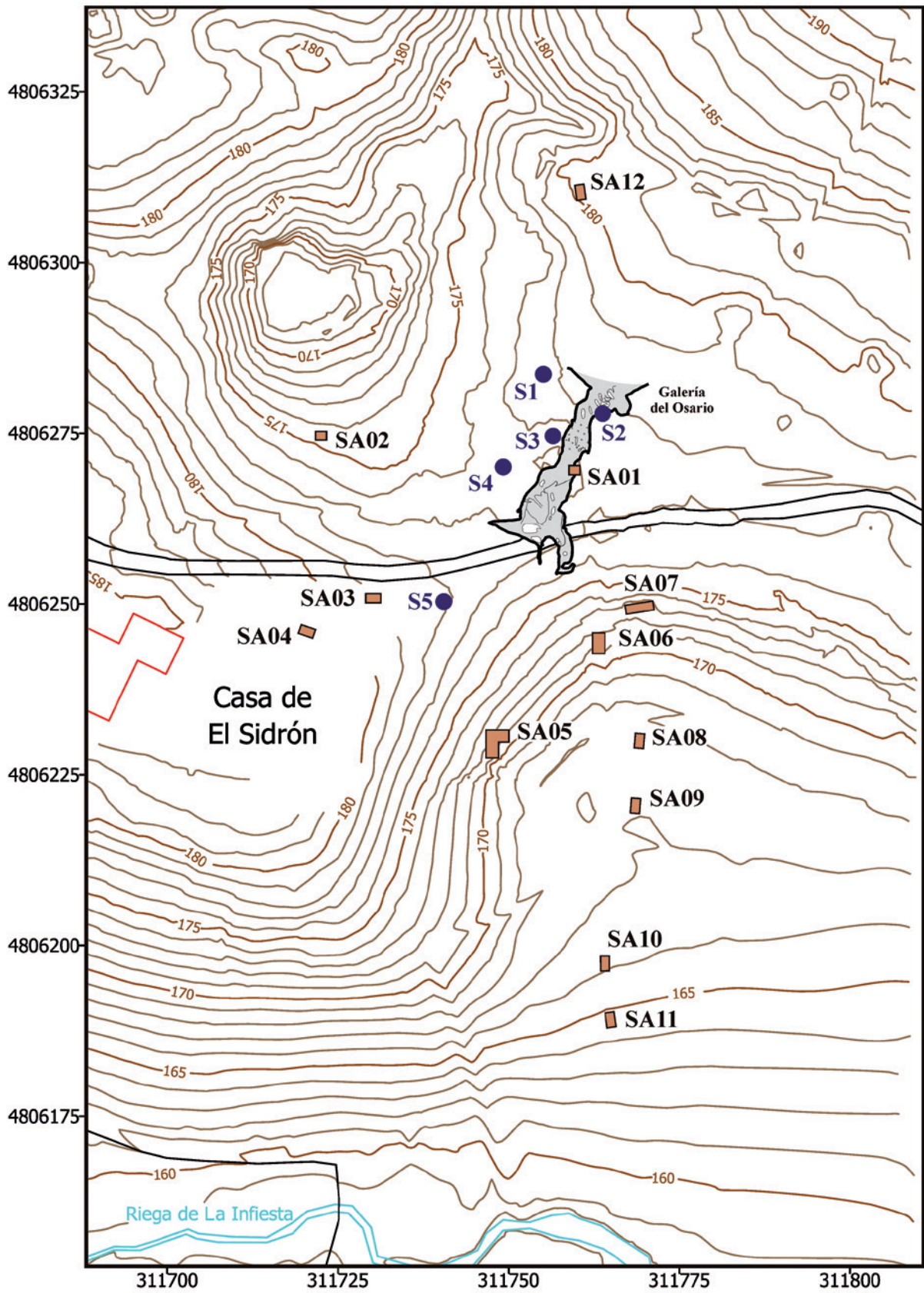


FIGURA 10: Vertical Exterior de la Galería del Osario. Localización de los sondeos mecánicos (azul oscuro) y los sondeos arqueológicos (naranja).

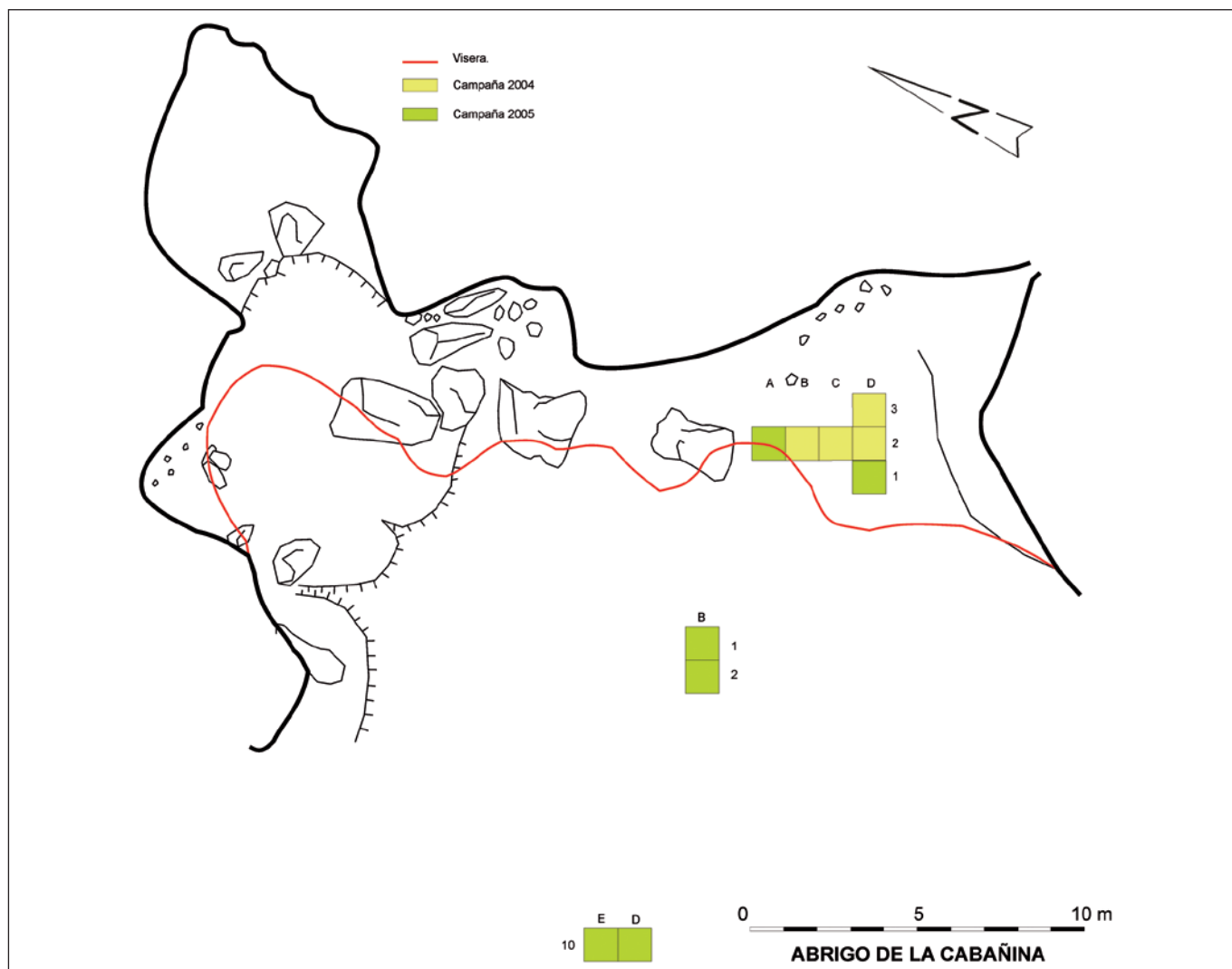


FIGURA 11: Plano del Abrigo de la Cabañina.

metros de la Galería de las Pinturas (Fig. 3). En 2009 se efectuaron tres sondeos en diferentes puntos de la galería, dos de los cuales estaban próximos a una gran colada que cegaba una entrada, y otro en una pequeña galería lateral conexas.

Aparecieron bastantes oseras en buena parte de la galería, porque antes de cegarse había una abertura por la que entrarían los úrsidos, lo que conecta bien con los zarpazos vistos en la próxima Galería de las Pinturas, a la vez que hay bastantes restos de fauna pleistocena y algunas piezas líticas que no son, en principio, suficientemente diagnósticas.

#### GALERÍA DE LAS PINTURAS

Esta galería debía integrarse en el estudio global del yacimiento, por lo que en 2000 se iniciaron las primeras



FIGURA 12: Abrigo de la Cabañina. Particular de la zona de excavación protegida por la visera.

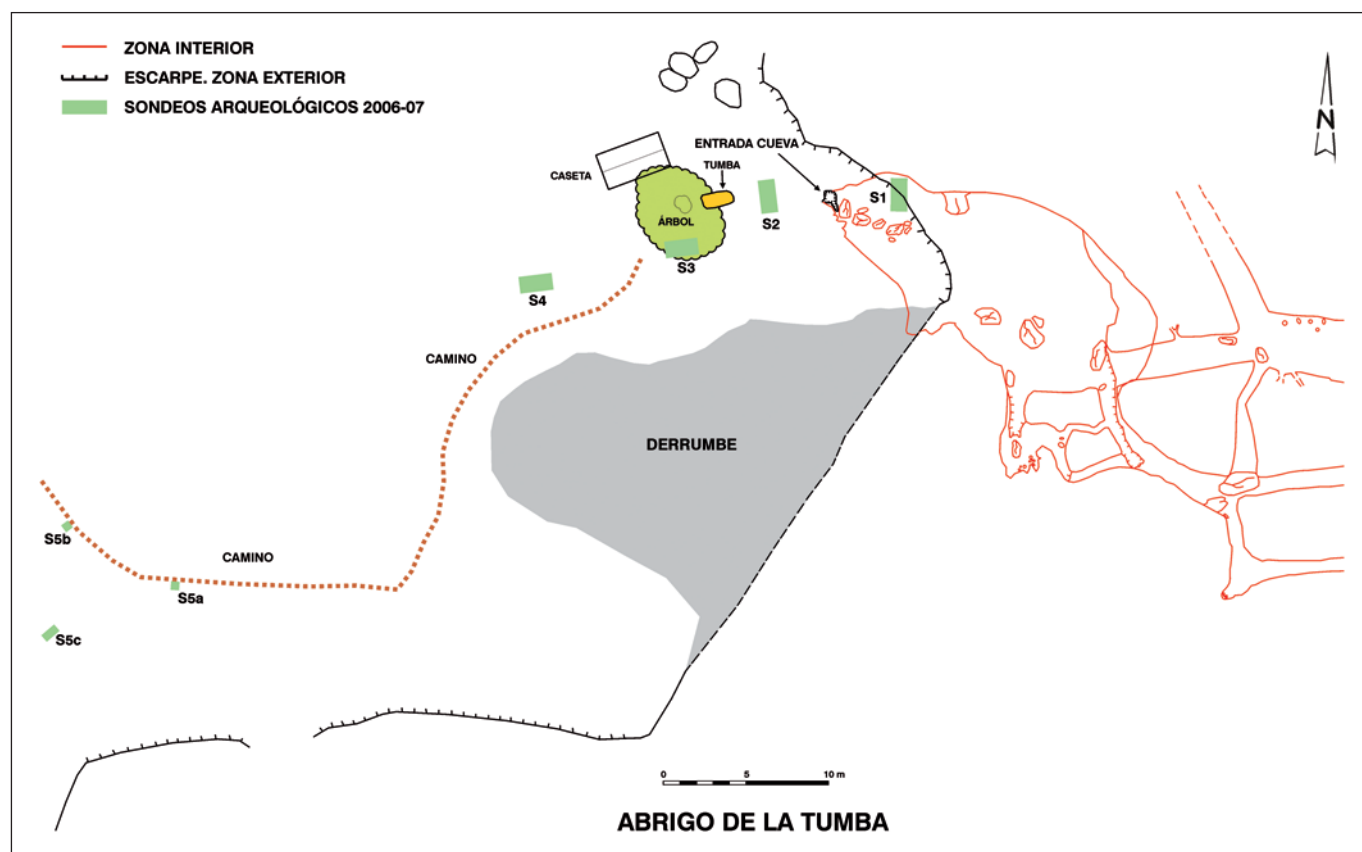


FIGURA 13: Plano del Abrigo de la Tumba.

lecturas y se dibujaron unos borradores de las representaciones, a fin de hacerse una idea de sus características generales (Fig. 3). Una vez analizados esos datos, y anotando la necesidad de calibrar bien qué partes de los grabados correspondían a la mano humana o a los zarpazos de oso,

se decidió, por cuestiones metodológicas, esperar a que fueran finalizando las intervenciones en las otras zonas para culminar el estudio del arte rupestre. No obstante, al final de esta monografía presentaremos algunas informaciones preliminares.

## 4.2. EL MODELO DE RELLENO, O CÓMO LLEGARON LOS RESTOS A LA GALERÍA DEL OSARIO

**Juan C. Cañaveras (1), Sergio Sánchez-Moral (2), Javier Lario (3), Soledad Cuezva (1), Ángel Fernández Cortés (2), M.<sup>a</sup> Concepción Muñoz Cervera (1)**

(1) *Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante.* (2) *Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC.* (3) *Dpto. Ciencias Analíticas, UNED*

A lo largo de los últimos diez años, un grupo de geólogos con alguna experiencia en ambientes cársticos hemos presenciado la impresionante colección de restos neandertales que han ido saliendo de la Galería del Osario, y al mismo tiempo hemos sido los encargados de estudiar los sedimentos que albergaban tan valiosa y excepcionalmente conservada colección de piezas. Hemos sido testigos directos de la gran complejidad del relleno sedimentario de la cavidad, de cómo, en la mayoría de las ocasiones, la naturaleza, textura y disposición de los materiales cambiaban rápida y abruptamente de cuadrícula a cuadrícula, de decímetro a decímetro, en la vertical y en la horizontal. Hemos ido caracterizando, analizando, interpretando los distintos sedimentos, organizándolos en unidades y episodios, correlacionando cortes y secciones, estableciendo hipótesis genéticas, esperando ansiosamente que los cortes fueran avanzando para ver cómo continuaban las capas o estructuras o qué nueva sorpresa nos deparaba el relleno.

Durante esos años la Galería del Osario no sólo nos ha dado fósiles y piezas de incalculable valor, sino que nos ha hecho aprender y comprender, centímetro a centímetro, cuadrícula a cuadrícula, las especiales características de los rellenos cársticos. La Galería del Osario también nos ha permitido colaborar y aprender de y con todos los colegas del grupo de trabajo de El Sidrón; compartir esfuerzos e ilusiones, descubrimientos e incertidumbres con arqueólogos, paleoantropólogos, geofísicos, topógrafos, genetistas, etc.; lo que además de enriquecer nuestra formación, confirma de manera inequívoca la necesidad de la colaboración multidisciplinar en este tipo de trabajos<sup>2</sup>.

En definitiva, a lo largo de este tiempo hemos sido espectadores excepcionales de uno de los descubrimientos arqueológicos y paleoantropológicos más importantes no sólo a nivel nacional, sino también internacional, y, al mismo tiempo, hemos ido aprendiendo cómo se fue rellenando

do la Cavidad del Osario. En este capítulo pretendemos ilustrar las características que presentan los materiales que constituyen el relleno de la Galería del Osario y qué datos aportan sobre su origen, procedencia y ambiente de sedimentación. No obstante, aún quedan cortes por excavar, sedimentos por analizar y unidades por interpretar, quedan incertidumbres por resolver y sorpresas por descubrir, lo que nos permitirá seguir disfrutando de sus secretos algunos años más.

### LA ESPECIAL NATURALEZA DE LAS CAVIDADES CÁRSTICAS

Para entender cómo se llena de sedimentos una cueva es necesario comprender cómo funciona; por lo que comenzaremos exponiendo algunas de las características que hacen a las cavidades cársticas tan especiales sedimentológicamente.

Los sedimentos en las cuevas muestran una serie de caracteres directamente dependientes del ambiente cárstico en el que se depositan y que los diferencian de sus análogos superficiales. Desde el punto de vista sedimentológico las cuevas pueden verse como barrancos y llanuras de inundación subterráneas en los que la sedimentación se produce de modo similar a los situados en superficie, siendo el agua el principal agente de transporte. La principal diferencia entre ambiente superficial e hipogeo es que en este último tanto el agua como los sedimentos se confinan en conductos. Esto confiere una serie de características distintivas (facies) a los sedimentos que se forman en los distintos sub-ambientes endocársticos, reflejo de unas determinadas condiciones de sedimentación. Por un lado, la morfología del conducto (anchura, sinuosidad, etc.) puede influir en las fluctuaciones del nivel del agua en episodios de crecidas (avenidas, inundaciones) y dar lugar a pronunciados gradientes energéticos a lo largo de la cueva.

Por otro lado, los flujos energéticos de agua pueden modificar, reubicar (retrabajar) o incluso eliminar total o parcialmente el sedimento depositado por un evento anterior. La textura del sedimento y la geometría del con-

<sup>2</sup> Queremos agradecer la inestimable ayuda que nos ha brindado durante todos estos años el magnífico equipo de excavadores citados al final de la monografía que, paciente y concienzudamente, nos ha hecho el trabajo infinitamente más fácil. Un recuerdo especial a nuestro querido Javier Fortea, sin el que este trabajo distará mucho de ser perfecto.

ducto cárstico son los parámetros más influyentes en la resistencia al retrabajado de un determinado conjunto de sedimentos.

Los sedimentos detríticos de una cueva pueden tener un origen alóctono cuando provienen del área de captación o cuenca hidrográfica y son transportados a la cueva por agua, viento, movimientos en masa..., o autóctono, cuando son formados dentro de la cueva, por ejemplo como consecuencia de un colapso interno de techos o paredes. El transporte desde la superficie al subsuelo puede ser episódico, y el material transportado a la cueva formar parte de otros depósitos superficiales formados previamente. Estos depósitos pueden ser naturales (terrazas, llanuras de inundación) o artificiales (sitios de habitación, etc.). Asimismo los materiales pueden haber sufrido procesos de alteración en superficie.

A escala humana, la dinámica sedimentaria superficial tiende a ser bastante tranquila, con la excepción de eventos de alta energía debidos a fenómenos tales como inundaciones, derrumbamientos o tormentas. En las cuevas estos procesos de alta energía son mucho más comunes, por lo que gran cantidad de material (sedimentos) puede ser transportado a su interior en poco tiempo, a menudo retrabajando, resedimentando o destruyendo depósitos preexistentes. El resultado habitual en un ambiente cárstico es la existencia de un registro sedimentario fragmentado o incompleto, con bruscos cambios laterales de facies, discontinuidades e inversiones estratigráficas, que es difícil de interpretar. Principios fundamentales de la estratigrafía (arqueológica o no) no siempre se cumplen en zonas cársticas. Por ejemplo, según el principio de la superposición de estratos, las unidades estratigráficas superiores son más recientes que las inferiores, lo que puede darse en una galería o pasaje concreto de una cueva; sin embargo, las galerías en un sistema cárstico se disponen de modo contrario, con las galerías más jóvenes cerca del nivel de base actual y las más antiguas en posiciones topográficamente superiores.

Otro aspecto a tener en cuenta es que una vez dentro de la cavidad, cualquier sedimento se sitúa bajo condiciones de oscuridad total y con unas condiciones de temperatura y humedad muy estables. Esto, en comparación con emplazamientos superficiales, reduce la intensidad de muchos de los procesos de alteración postdeposicional (diagénica). Propiedades de los sedimentos como la porosidad y el tamaño medio de grano tienen una gran influencia en el grado de diagénesis y en el caso de galerías en ambiente vadoso también son factibles los procesos de migración de solutos dentro y fuera del sedimento, por ejemplo, como resultado de ciclos de humectación-deseccación de los sedimentos debidos a crecidas, modificaciones de la geometría del conducto, colapsos, etc.

## EL MÉTODO DE TRABAJO

El estudio de los sedimentos de un yacimiento arqueológico, ya sea en superficie o en ambientes subterráneos (cuevas, abrigos), debe hacerse a varias escalas. En el campo, se pueden realizar observaciones *in situ*, no sólo de la composición y características texturales de las distintas unidades de sedimentos, sino también de cómo se disponen, de sus estructuras internas o de cómo es su contacto con otras unidades o con la roca encajante. En el laboratorio se ahonda, con diversas técnicas, en sus características composicionales: mineralógicas, geoquímicas, texturales, etc.

La propia naturaleza de los sedimentos cársticos, donde, como hemos indicado anteriormente, son frecuentes los bruscos cambios laterales de facies, las disconformidades e incluso las inversiones estratigráficas, hacen necesario un detallado estudio de la arquitectura sedimentaria de los rellenos. La recuperación de material antropológico y arqueológico se ha realizado siguiendo una excavación minuciosa de la sucesión estratigráfica que constituye dicho relleno. Las secciones expuestas durante la extracción siguiendo las cuadrículas de excavación han sido analizadas lito-estratigráficamente y empleadas para realizar columnas y perfiles de correlación entre secciones. Una característica de este tipo de metodologías es que el beneficio de la información que se extrae en la excavación conlleva la destrucción de la estratificación del sedimento de cueva y este recurso sólo puede excavar una vez.

A lo largo del período 2000-2010 se ha procedido a la testificación, muestreo, análisis y estudio de todos los perfiles arqueológicos descubiertos durante las campañas de excavación llevadas a cabo en la Galería del Osario (Fig. 14). Durante los años de estudio se han realizado análisis de composición mineral, granulometría, propiedades magnéticas y geoquímicas de las muestras recogidas. La mayor parte de los análisis se han realizado en los laboratorios de Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC.

La caracterización de los materiales se inicia con una descripción *in situ* de los que constituyen las secciones y un muestreo sistemático de las mismas. Con posterioridad en el laboratorio se realiza una caracterización detallada de los materiales consistente en:

- Análisis granulométricos por medio del cribado y tamización en seco de la muestra total y el empleo de balanza de sedimentación para la fracción fina o lutítica (limos y arcillas). En muestras seleccionadas, y con el objeto de analizar en detalle la fracción fina, se realizó un análisis de alta resolución de la fracción menor de 2 mm mediante un contador láser, basado en la difracción de la luz emitida por un láser. La escala granulométrica utilizada en las descripciones de cada tramo ha sido la siguiente:

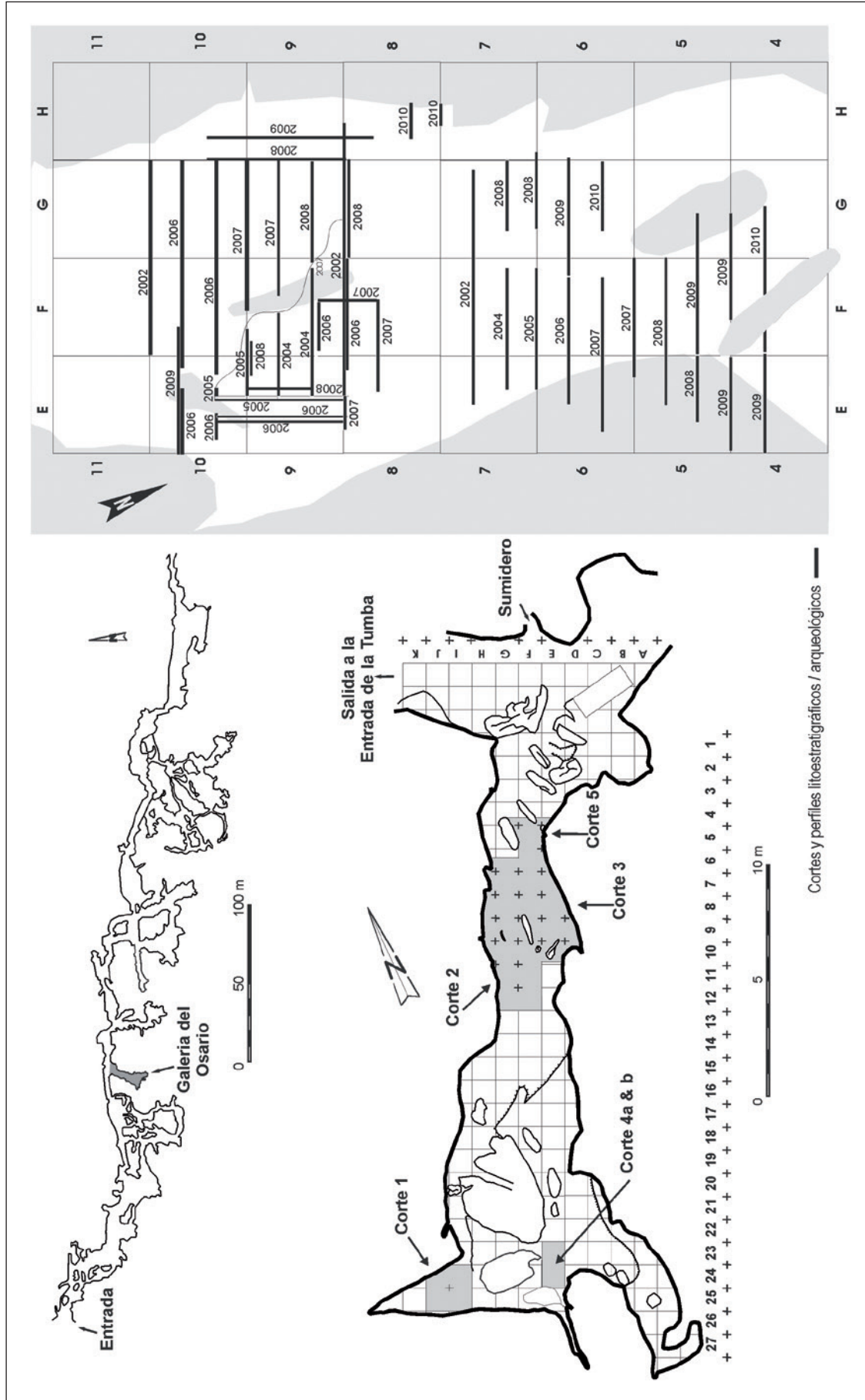


FIGURA 14: Plano de la Cueva de El Sidrón y de la Galería del Osario, con indicación de la cuadrícula de excavación y la cronología de los cortes litoestratigráficos estudiados.

Arcilla y limos medios/finos: fracción < 22  $\mu\text{m}$ .  
 Limos gruesos: fracción entre 22-63  $\mu\text{m}$ .  
 Arenas muy finas y finas: fracción entre 63-250  $\mu\text{m}$ .  
 Arenas grano medio y grueso: fracción entre 250-500  $\mu\text{m}$ .  
 Arenas grano grueso: fracción entre 0,5 y 2 mm.  
 Gravas finas: fracción entre 2 y 10 mm.  
 Gravas gruesas: fracción > 10 mm.

- Análisis mineralógicos mediante difracción de rayos x (DRX) en muestra de polvo para sacar la composición mineralógica global. En muestras finas (limos y arcillas) se han realizado difractogramas de polvo total y un tratamiento especial con la fracción < 64  $\mu\text{m}$ , consistente en la realización y análisis de agregados orientados (A. O.). Asimismo, un MEB (microscopio electrónico de barrido) con *scanning* ambiental, equipado con sistema analítico de energía dispersiva de rayos x, fue utilizado para examinar algunas muestras frescas manteniendo su humedad natural.

- Análisis petrográfico de costras carbonáticas mediante el estudio de láminas delgadas por técnicas de microscopía óptica de polarización.

- Análisis de magnetismo ambiental mediante la realización de medidas de la susceptibilidad magnética de los sedimentos acumulados *in situ* y en laboratorio. Con esta técnica se consigue identificar pequeñas discontinuidades composicionales no observables a simple vista en sedimentos homogéneos de grano fino, así como nos proporciona una medida de su contenido en minerales ferromagnéticos y oscila significativamente en función del estado de oxidación en que se encuentran. El entorno ideal para hacer de la susceptibilidad un parámetro con significado medioambiental lo representan las secciones de sedimentos homogéneos de grano fino o muy fino, en las cuales las diferencias de área fuente, condiciones de transporte y deposición, suelen tener un reflejo en los perfiles de susceptibilidad. Con este fin, en los perfiles se han efectuado medidas de la susceptibilidad magnética de los sedimentos mediante un equipo portátil de la firma Bartington modelo MS2, provisto de sensor MS2F para la medida directa sobre los perfiles. Estos análisis fueron inicialmente supervisados por el doctor Vicente Soler del IPNA-CSIC.

- Análisis geoquímico de muestras seleccionadas con técnicas de fluorescencia de rayos x (FRX). Se han medido elementos mayores y trazas, siendo los más representativos: Si, Ti, Ca, Fe, Mn, S, Zn, Zr, Sr e Y.

El estudio geológico del interior de la galería no se limitó al análisis del relleno. Con el objeto de explorar el techo de la galería y comprobar la existencia o ausencia de posibles zonas de aporte de material procedentes de galerías colgadas y situadas por encima de la del Osario

se realizaron campañas espeleológicas en 2006, 2009 y 2010.

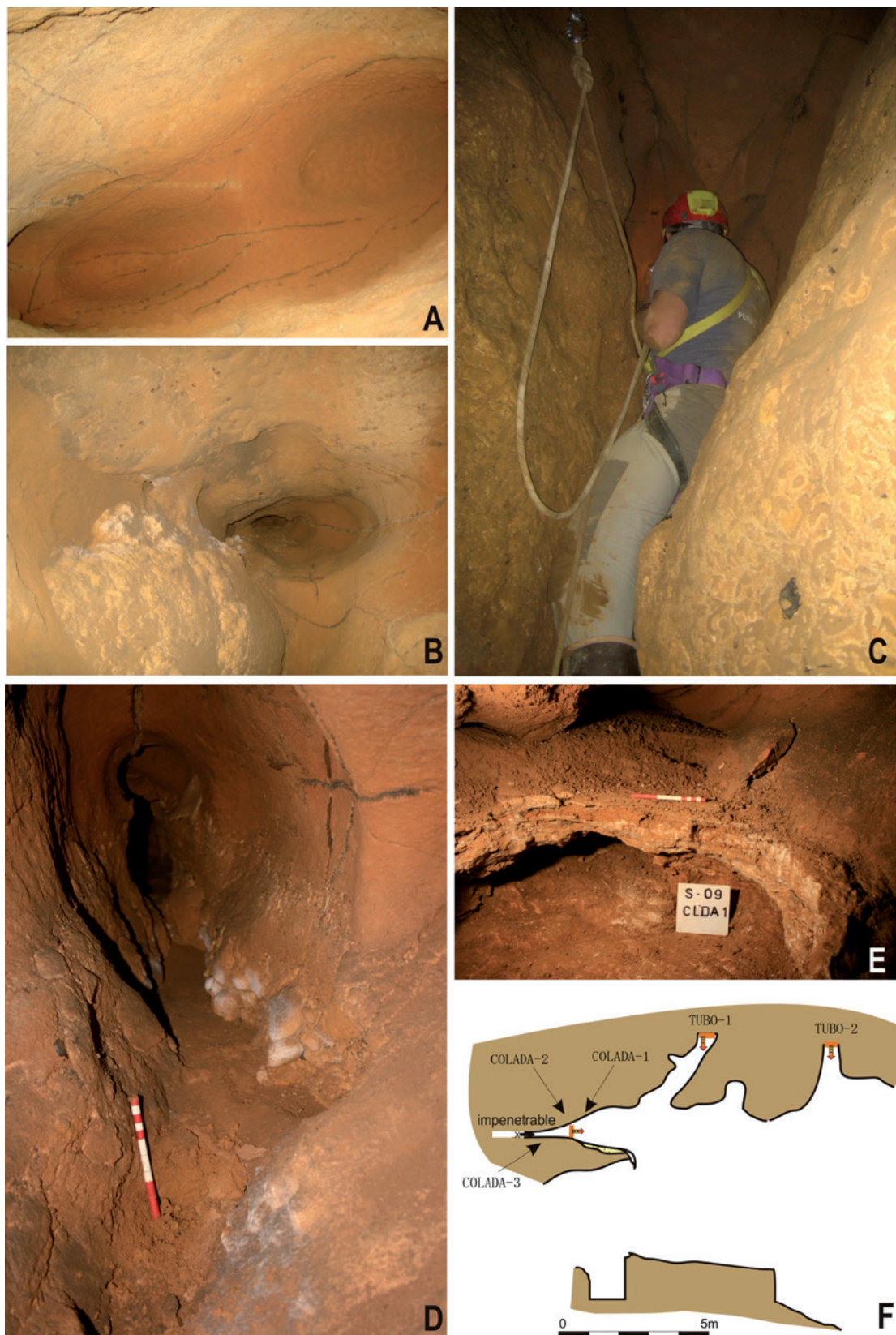
## EL CONDUCTO: MORFOLOGÍA DE LA GALERÍA DEL OSARIO

Uno de los factores principales que van a influir en la naturaleza y geometría de los depósitos detríticos cársticos es la morfología de su cuenca de sedimentación, dicho de otro modo, del contenedor, que en este caso es la Galería del Osario, una pequeña galería perpendicular a la galería principal del sistema cárstico de El Sidrón (Fig. 14). La morfología de conductos, salas y galerías en un sistema cárstico, tanto a macro como a microescala, depende de múltiples factores, desde los puramente intrínsecos, como la composición, textura y estructura de la roca encajante, a los extrínsecos, como es el clima; sin olvidar nunca el factor tiempo. Estos factores no sólo van a influir en la geometría de los conductos cársticos, sino también en el tipo y cantidad de los aportes (autóctonos y alóctonos).

La Cueva de El Sidrón se ha desarrollado en el seno de una sucesión de materiales predominantemente conglomeráticos, con intercalaciones de orden métrico de arenas y arcillas arenosas (formación Pudinga de Posada, de edad Paleógeno). Los conglomerados se componen de cantos calcáreos y algunos silíceos predominantemente de edad cretácica, con una matriz carbonatada con proporciones variables de arcilla, arenas silíceas y óxidos de hierro. Las intercalaciones arenosas son de naturaleza silícea y ocasionalmente presentan niveles carbonatados. Todos estos materiales presentan un buzamiento generalizado de unos 20-30° N y están afectados por diversas fallas y fracturas con directrices predominantes E-W y N-S. Para un mayor detalle en la descripción de las características (litoestratigrafía, tectónica, geología regional e histórica) del entorno geológico de la Cueva de El Sidrón, véanse los capítulos 3 y 4.3 de esta monografía.

La cueva se ha ubicado principalmente desde su origen en la zona vadosa del sistema cárstico, en la que predominan los fenómenos de disolución sobre los de precipitación y formación de espeleotemas, así como la entrada de materiales detríticos procedentes del exterior. En la actualidad, los procesos de carstificación siguen muy activos, situándose el nivel freático por debajo del nivel de la Cueva de El Sidrón. La espeleogénesis de la cueva tuvo lugar en los últimos 2 Ma y muy probablemente en el Pleistoceno, dada la facilidad de erosión, química y física, de los materiales que la constituyen.

La relación de las cavidades que constituyen el sistema cárstico de El Sidrón con la tectónica es evidente, predominando la orientación casi E-W de la galería principal que sigue la falla más importante, paralela a la dirección



**FIGURA 15:** Prospección del techo de la Galería del Osario. Detalles de mesomorfologías cársticas y rellenos a techo de la galería. **A y B:** Detalle de cúpulas y conductos de disolución. **C:** Espeleogeólogo (doctor Ángel Fernández Cortes) explorando un conducto semivertical en el techo en la vertical de los cuadros G8-9. **D:** Colada 3. **E:** Colada 1. **F:** Esquema sintético del techo de la galería en la vertical de los cuadros E-F-G-H del 6 al 11 y localización de muestras de coladas en conductos del techo.



FIGURA 16: Mesomorfologías de disolución en el suelo de la Galería del Osario. **A:** Vista reciente (septiembre 2010) desde el norte de la parte central de la galería. **B:** Detalle de cómo los tabiques y espadiformes controlan la textura y la geometría de los depósitos (zona F-G/9). **C:** Detalle de tabiques y bloques al descubierto en la zona E-F/8-9.

de las capas, y la aproximadamente N-S de las ramificaciones laterales (como la Galería del Osario) que se alinean con fallas transversales perpendiculares a los estratos y en general con desplazamientos pequeños.

El condicionamiento estratigráfico también es evidente, dado que la inclinación hacia el N de los estratos favorece la formación de galerías que se adaptan a ella. El perfil transversal de la cueva muestra que las galerías se desarrollan en altura siguiendo el buzamiento de las capas. Las cavidades se desarrollan por disolución en los tramos conglomeráticos, mientras que por los niveles de arcillas y areniscas progresa por desmoronamiento y arrastre.

Como hemos comentado antes, la Galería del Osario se dispone transversalmente al sistema principal. Se tra-

ta de una galería estrecha con orientación prácticamente N20E, de planta tabular, ramificada y estrechada en su parte sur (Fig. 14) y que alcanza una altura considerable, superando los 5 metros en su zona central. En el techo se reconocen morfologías de disolución, principalmente pequeñas cúpulas elipsoidales y tubos más o menos inclinados, así como entradas obturadas por sedimentos que comunican con galerías (simas o niveles) superiores (Fig. 15). Estas estructuras se disponen de forma alineada en el techo con unas directrices paralelas a las de la propia galería delineando trazas de fracturas.

La inclinación del conducto y las trazas de fracturas a techo denotan claramente el control estratigráfico y estructural de su formación. Una característica prominente de esta galería es la existencia en techo y suelo (tal y como

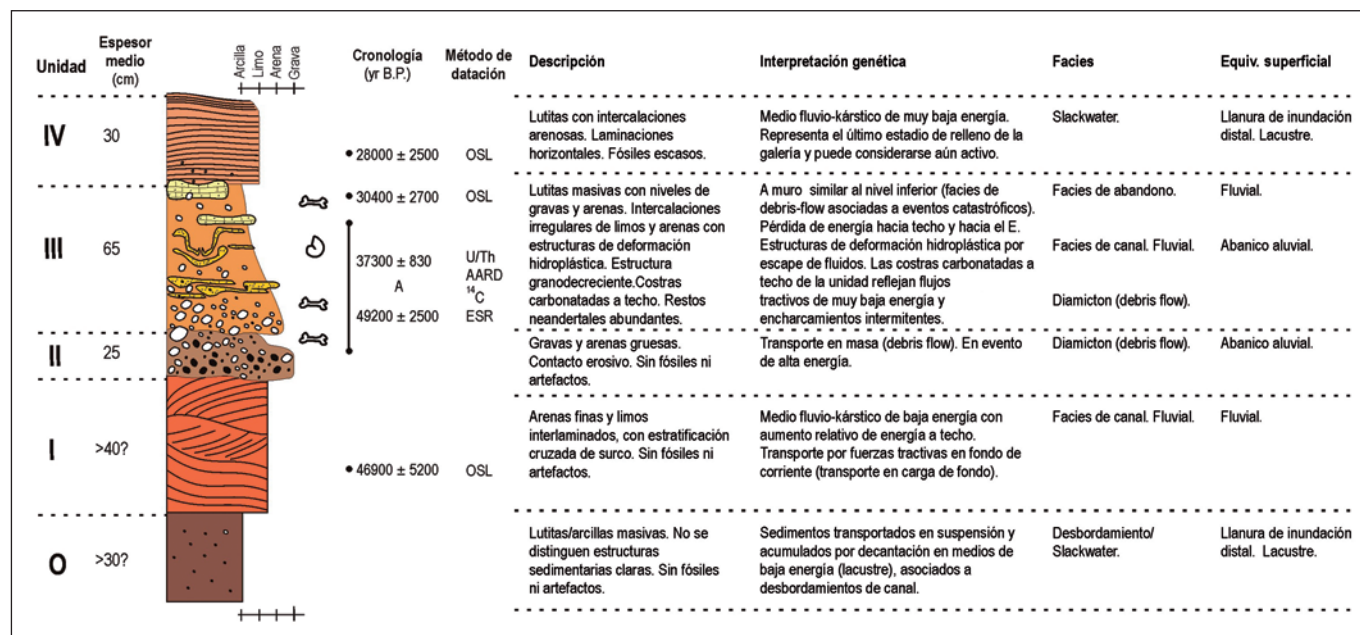


FIGURA 17: Columna litoestratigráfica-tipo representativa del relleno de la zona central de la Galería del Osario, con descripción somera de las principales unidades sedimentarias definidas y su interpretación genética.

se ha ido manifestando con el avance de las excavaciones) de morfologías espadiformes labradas en el conglomerado encajante con una orientación predominante N-S (Fig. 16). La existencia de estas meso y micromorfologías características formadas por disolución y/o erosión (espeleogénes) indica que la formación de esta cavidad (espeleogénesis) se produjo mediante procesos de ensanchamiento por disolución a favor de una zona fracturada y no de una fractura o falla simple. Una implicación muy importante de la existencia de estas morfologías en el suelo de la cavidad en forma de tabiques o paredes, constituyendo una especie de abrupto lapiaz interno o *spongework* grosero, es que todos estos tabiques o espadones constituyen trampas o compartimentos para la llegada de sedimentos, influyendo en gran medida en la hidrodinámica del conducto y su capacidad de sedimentación, como se ha visto en su registro sedimentario.

El transporte del sedimento en cauces abiertos ocurre a través de dos mecanismos: carga suspendida y/o carga de fondo. La energía necesaria para mantener partículas en suspensión depende del tamaño de la partícula. Las velocidades de flujo en recargas alóctonas obviamente dependen del aporte exterior, si estamos en flujo de base o normal o en flujo de tormenta (crecidas, avenidas, etc.), pero también varían en gran medida con la sección del conducto y la existencia de obstáculos (bloques caídos, tabiques, etc.) dentro de la canalización. El resultado es, pues, una compleja mezcla de sedimentos dentro del sistema de canalización.

## EL RELLENO Y SU INTERPRETACIÓN

El avance de las excavaciones ha permitido definir una «columna tipo» del relleno de la galería, hasta que se alcance la roca encajante de fondo y/o concluyan las excavaciones. La columna tipo se ha definido a partir de niveles sedimentarios con características similares entre sí, a lo largo de todos los perfiles abiertos en la zona E-F-G-H /4 a II, y nos ha permitido establecer una correlación entre los distintos cortes para la elaboración de un modelo del relleno basado en diferentes etapas de sedimentación/erosión, así como inferir sus implicaciones con cambios en el modelado cárstico del exterior. Hasta el momento el relleno se ha dividido en cinco niveles principales, cuya representación y descripción sintética de muro a techo puede observarse en la figura 17.

A modo de resumen puede indicarse que en la Galería del Osario quedan representados todos los tipos de materiales detríticos típicos de depósitos alóctonos en ambiente cárstico; desde materiales bien seleccionados de granulometría fina representativos de facies de encharcamiento (lutitas de la unidad O) o de desbordamiento (unidad IV), a depósitos groseros mal seleccionados correspondientes a coladas de barro y detritos en masa (unidad II y base de unidad III), pasando por típicas facies fluvio-cársticas o de canal compuestas por materiales arenosos con laminaciones y estructuras de flujo (unidades I y II).

La edad de los restos neandertales y sedimentos asociados en la Galería del Osario ha sido obtenidas, por

diversos métodos de datación (Fig. 17 y véase capítulo específico posterior):  $^{14}\text{CAMS}$  se ha aplicado a restos de dentina y huesos, OSL a sedimentos detríticos finos (ricos en cuarzo), ESR a esmaltes y AAR a dentina y conchas. Dataciones por U/Th aplicadas a materiales carbonáticos (espeleotemas) no han dado resultados dada la alta contaminación de torio residual en todas las muestras. La ponderación de los resultados obtenidos por los diversos procedimientos empleados ha dado unas edades para los restos arqueológicos, antropológicos y los sedimentos que los contienen (principalmente unidad III) de 39.000 a 50.000 años de antigüedad. En cuanto a la edad del resto de las unidades litoestratigráficas, las unidades I y IV han sido datadas por OSL, dando unas edades de unos 47.000 y  $28.000 \pm 2.500$  años, respectivamente. El techo de la unidad III ha dado una antigüedad de aproximadamente 30.000 años por el mismo método.

En la figura 18 se muestra una correlación de las secciones litoestratigráficas a lo largo de un eje central de la cavidad, en la que se pueden observar la distribución y variaciones de espesor de las unidades. En la figura 19 se muestra un primer modelo de proyección tridimensional, que debe ser completado una vez se disponga de una cartografía 3D detallada de la zona estudiada.

#### UNIDAD 0 (BASAL)

Los materiales en posición estratigráfica más baja de los expuestos en la Galería del Osario se sitúan en la parte central de la misma, y constituyen la denominada unidad 0, formada por materiales granulares finos (limos y arcillas masivas) de coloración rojiza. En ellos no se distinguen estructuras sedimentarias claras, pero su definición podría cambiar notablemente tras la profundización de los cortes. Se interpretan como sedimentos transportados en suspensión y acumulados por decantación en medios de baja energía (facies lacustre o de encharcamiento), asociados a encharcamiento y/o desbordamiento de canal. El tamaño de grano disminuye hacia el sur, alejándose de la Galería Principal, y presumiblemente también lo haga hacia techo, indicando un episodio de baja energía y/o energía decreciente a techo. La posición topográfica es coherente con un aporte desde la Galería Principal durante episodios continuados de inundación, en los que en galerías transversales como la del Osario se produce el depósito de materiales finos transportados como carga en suspensión, por disminución en la velocidad de flujo (ensanchamiento de la sección del conducto) y/o encharcamiento tras una obstrucción o barrera (Fig. 20).

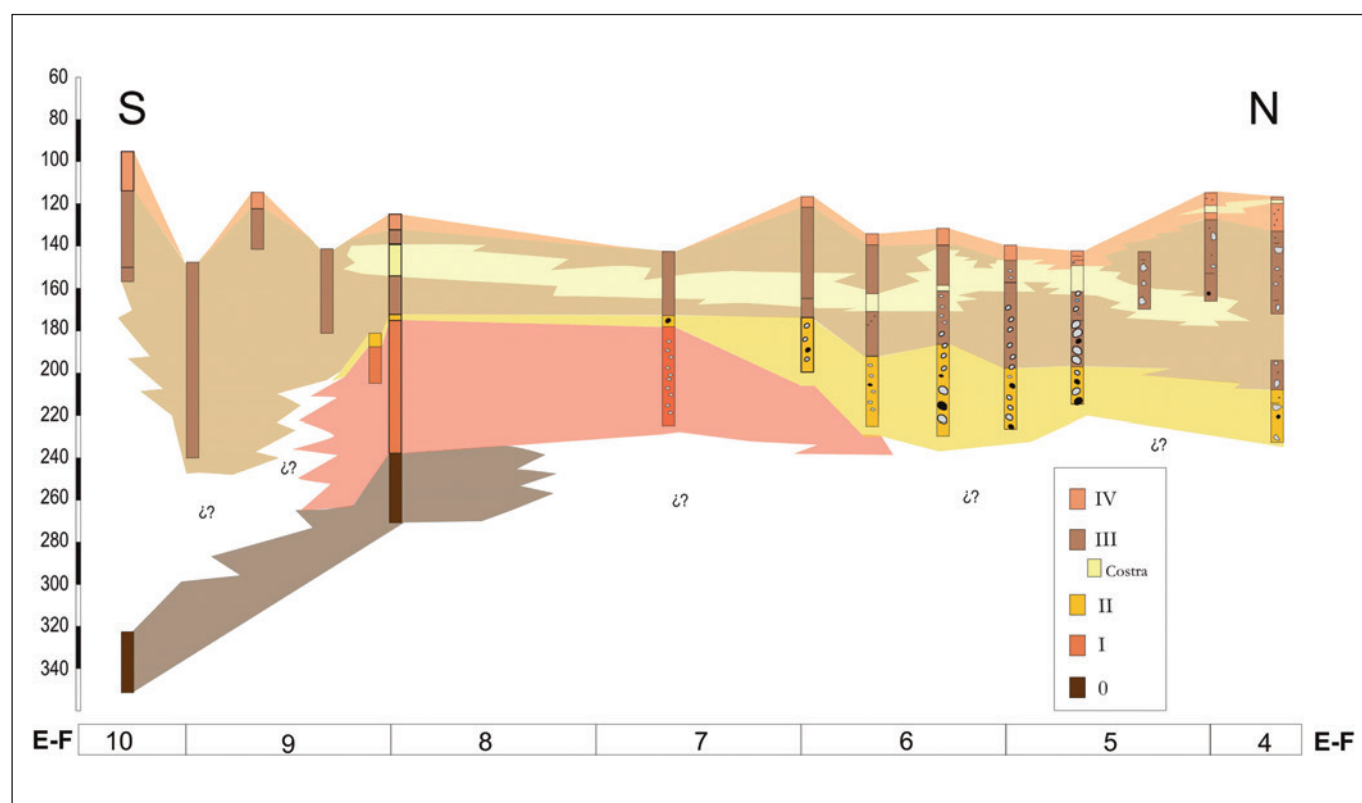


FIGURA 18: Correlación litoestratigráfica en E-F de los cortes levantados desde 2002 a 2009.

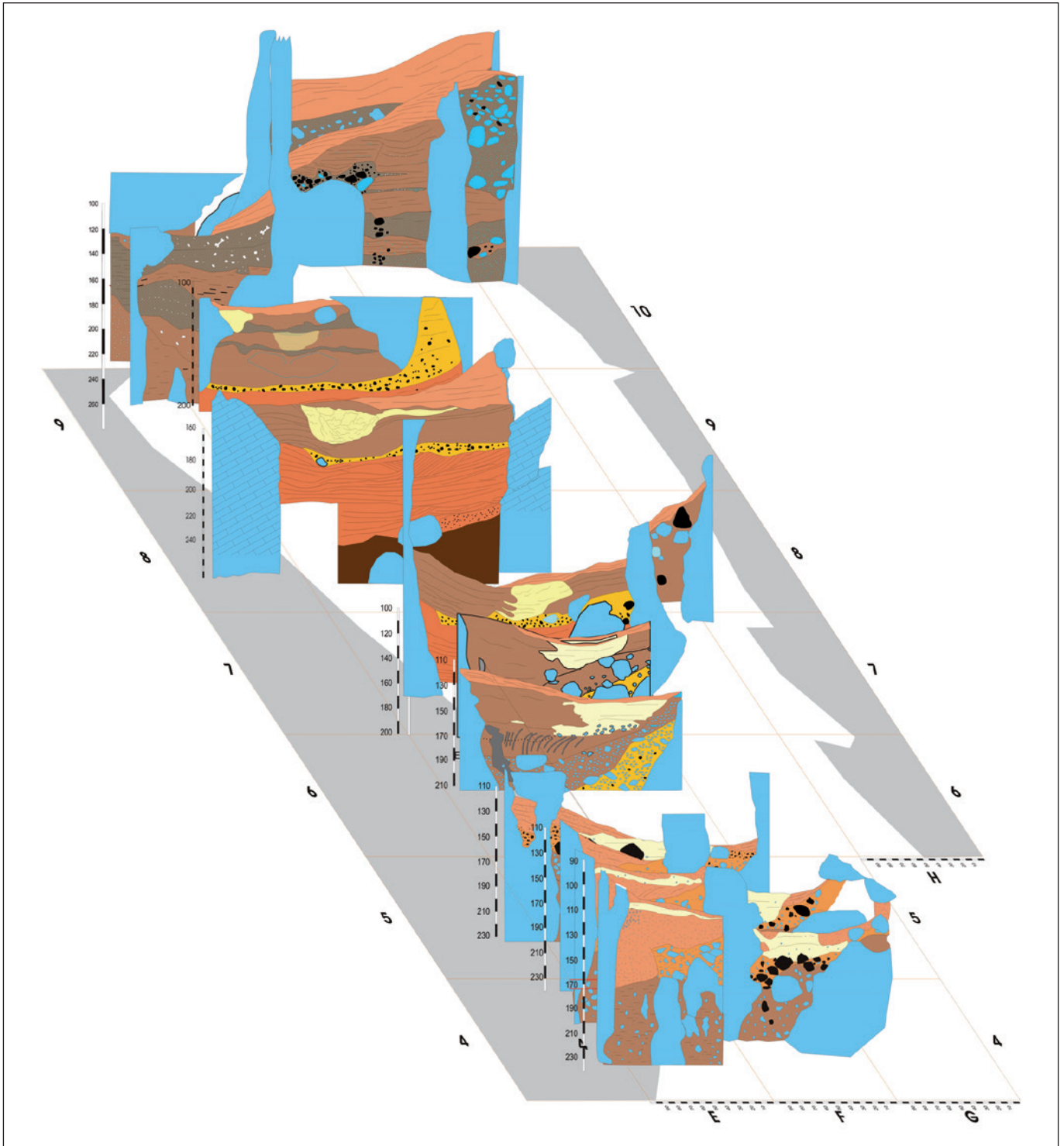


FIGURA 19: Modelo de correlación tridimensional de cortes estratigráficos de los principales perfiles arqueológicos estudiados en la zona E-F-G-H 4/10, donde se acumula la mayor parte de restos fósiles y líticos.

### UNIDAD I

Esta unidad está constituida por arenas finas y limos interlaminados, con estratificación cruzada (de surco hacia la base de la unidad). Las láminas son de orden milimétri-

co a centimétrico y presentan una estructura interna granodecreciente (arenas finas a muy finas o limos). Presenta tonos amarillentos, más claros cuanto mayor es el tamaño de grano de las láminas. Son sedimentos fluvio-cársticos de baja energía con aumento relativo de energía a techo.

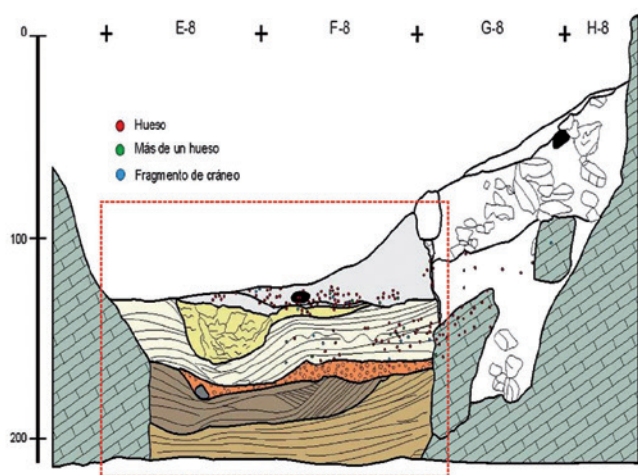
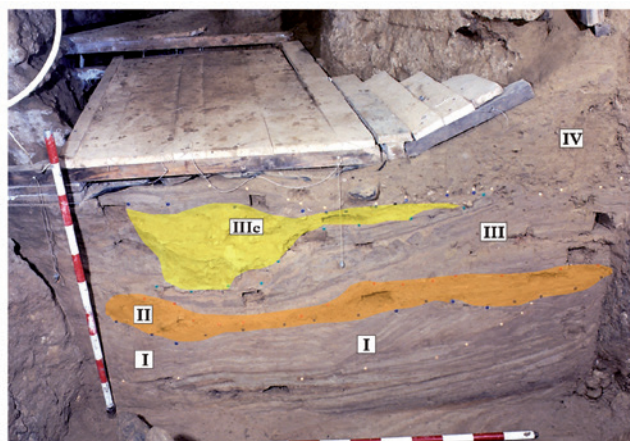


FIGURA. 20: Corte frontal posterior sección F-G/8, en la zona central de la galería.

Han sido transportados por fuerzas de arrastre en fondo de corriente (transporte en carga de fondo) y corresponden a típicas facies de relleno de canal. En la figura 20 puede observarse el aspecto de esta unidad en uno de los cortes más antiguos excavados en la galería.

## UNIDAD II

La siguiente unidad (unidad II) está constituida por gravas finas y arenas gruesas-muy gruesas y presenta un carácter netamente erosivo sobre la unidad subyacente (Fig. 20). Se trata de materiales mal seleccionados, generalmente grano-soportados que han sufrido un transporte en masa (flujo de detritos o *debris flow*). Este movimiento en masa se origina por una serie de procesos que ocasiona la movilización masiva de material suelto o escasamente consolidado. Los *debris flow*, desde un punto de vista dinámico, se caracterizan por una enorme capacidad de transporte, que incluye el desplazamiento de bloques junto con material de granulometría mucho más fina. Se trata

de flujos gravitatorios de alta densidad y viscosidad que se generan como eventos discretos (de alta energía) y a menudo catastróficos. Los mecanismos que lo desencadenan están siempre asociados a un aporte considerable e instantáneo de agua al sistema, bien por precipitaciones de gran intensidad, inundaciones, colapsos, etc. Los flujos de detritos cesan en su movimiento en forma relativamente abrupta, depositando al mismo tiempo todo el material transportado.

Esta unidad supone, hasta el momento, el límite inferior de las unidades fosilíferas. Localmente es muy notable y característica la abundancia de cantos con pátinas negras. El depósito de esta unidad refleja un importante cambio en la dinámica de relleno de la Galería del Osario previo a la deposición de los restos óseos y líticos. Todos los restos óseos y líticos localizados hasta ahora se sitúan encima de la unidad de gravas (unidad II) y en una zona muy localizada de la galería. La geometría del depósito, con marcada pendiente (Fig. 20) y aumento de espesor hacia el N y W (Fig. 18) marca claramente la dirección de los aportes.

En la figura 21 se presenta una síntesis de los principales parámetros granulométricos, mineralógicos, magnéticos y geoquímicos de una sección en la zona E-F/9. En general, se puede ver cómo la unidad II muestra un brusco incremento de la susceptibilidad magnética, asociados a la presencia de gravas con costra ferruginosa milimétrica y marcando un evento de ruptura en el relleno de la Galería del Osario. Este nivel está asociado a la presencia de minerales ferromagnéticos y, en concreto, a la presencia de altos contenidos en elementos metálicos (Fe, Mn, Ti, Zn, Zr). El resto de los parámetros y muestras dan valores bajos, indicativos de que los materiales no son ferromagnéticos y que no hay procesos de oxidación posteriores a su sedimentación, es decir, que la entrada de material muestra una mayor continuidad y no se diferencian etapas largas sin aportes, como la que caracteriza a la unidad II previo a la deposición de los restos óseos. Únicamente se distingue una cierta tendencia al incremento de la susceptibilidad magnética hacia techo en la unidad III (fosilífera), que coincide con la disminución progresiva del tamaño de grano y por tanto de la energía hidráulica.

Los sedimentos en todo el perfil muestran un predominio de Si, como corresponde a su mineralogía siliciclastica, si bien la unidad III se ve enriquecida en elementos metálicos y también en otros elementos como azufre (S), siendo un probable indicador del desarrollo de intensos procesos de óxido-reducción en el medio de formación de los sedimentos correspondientes a este evento específico. Un dato destacable desde el punto de vista geoquímico es que el azufre (S) alcanza su máxima concentración en esta unidad y mantiene niveles significativos de este elemento en toda la unidad III, diferenciándose claramente de los

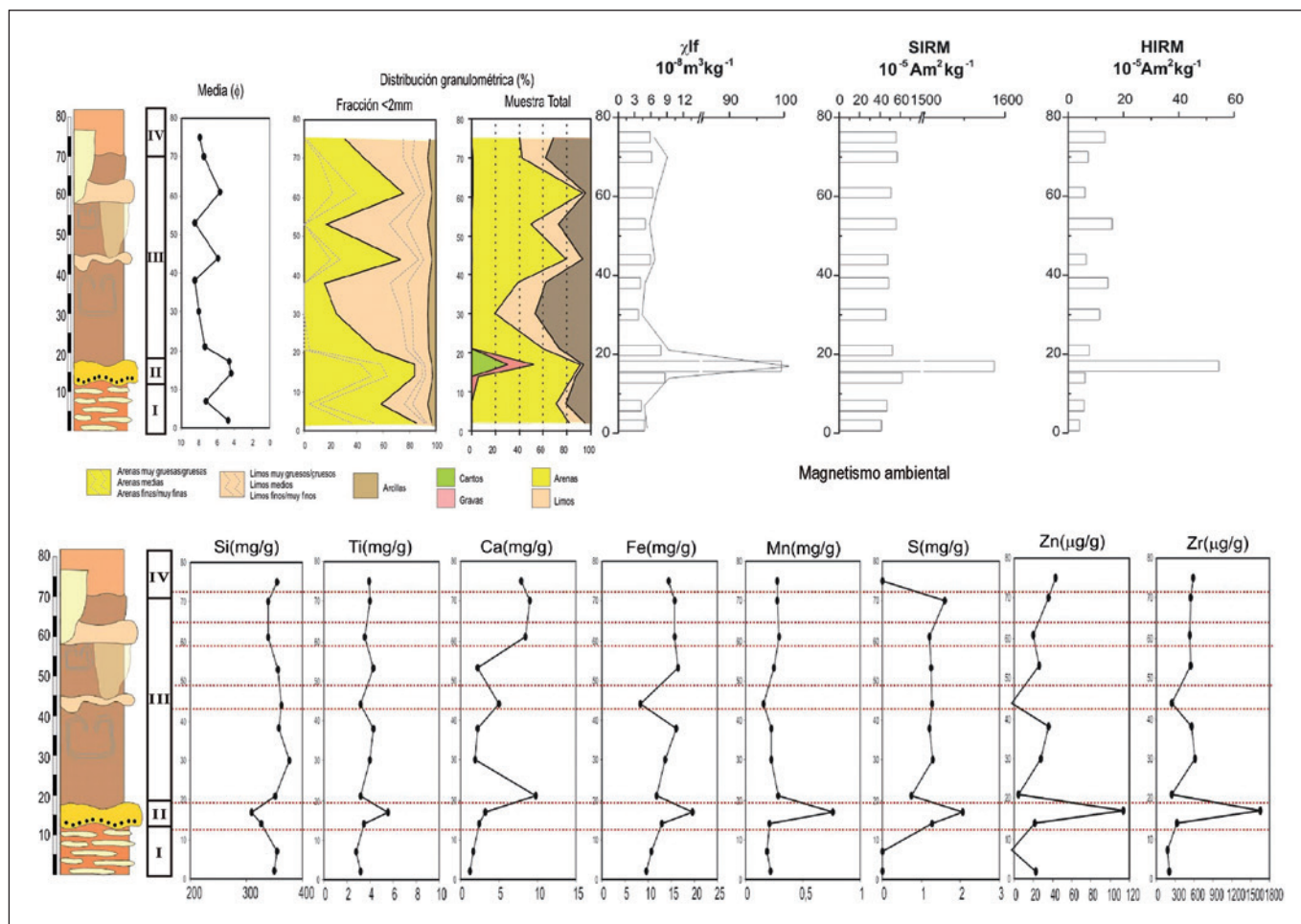


FIGURA 21: Síntesis de los resultados de granulometría, composición, magnetismo ambiental y geoquímica del corte de la sección F-G/8.

materiales previos (unidad I) y del relleno final de la secuencia (unidad IV). Esto indica diferentes áreas fuente para cada unidad, tal como muestran otros parámetros que iremos comentando a lo largo del capítulo.

### UNIDAD III

La unidad III alberga la mayor parte de los restos arqueológicos y antropológicos encontrados en la Cueva de El Sidrón. En conjunto, esta unidad con restos líticos y óseos consiste en un depósito en masa (tipo *debris flow*, colada de detritos o *mud flow*, colada de barro) compuesto por una mezcla caótica de cantos, fango y agua (facies *Diamicton*). Este tipo de depósito es indicativo de una alta energía de transporte (el más energético de todas las unidades del relleno sedimentario de la cavidad).

No obstante se trata de una unidad litoestratigráfica compleja, con gran variabilidad espacial, tanto en la horizontal como en la vertical. Está constituida por tres términos con diferente desarrollo (tipología y espesor) se-

gún secciones o zonas. La estructura general de la unidad es granodecreciente (pérdida de energía a techo) con un tramo basal compuesto por gravas, arenas y lutitas mezcladas irregularmente, que se asemeja a los materiales de la anterior, sólo que los de la unidad II tienen un carácter grano-soportado dominante. La interpretación genética de este término inferior es muy similar al nivel anterior, es decir, facies de *debris-flow* (coladas de detritos) asociadas a eventos catastróficos. Cuando son lo suficientemente fluidas este tipo de coladas pueden tener alguna estructuración interna en función del sentido del flujo, no obstante la morfología altamente compartimentada del suelo de la galería provoca que no se pueda alcanzar esta estructuración interna.

La unidad sigue en algunas secciones con una sucesión de lutitas masivas con intercalaciones irregulares de limos y arenas con estructuras de deformación hidrolástica. Estas estructuras, que se desarrollan en los tramos más ricos en materiales finos, se asocian a fenómenos de escape de fluidos, probablemente debido a fenómenos de colap-

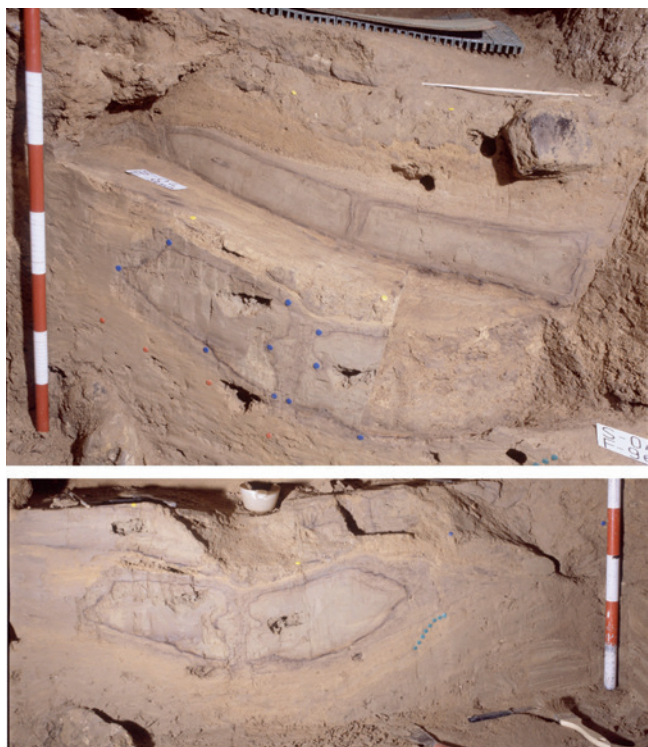


FIGURA 22: Estructuras de escape de fluidos en la unidad III, sector E-F/9.

so del fondo (Fig. 22). Todas ellas son sinsedimentarias o postdeposicionales muy tempranas (penecontemporáneas); y evidencian: i) la existencia de materiales arcillosos con comportamiento hidrolástico y niveles o capas de materiales más groseros (arenas) con espesor variable y escasa continuidad lateral; ii) reajustes verticales (gravitatorios) en los contactos entre sedimentos con diferente granulometría provocando que una capa de sedimentos relativamente densa se hunda en otra de menor densidad; iii) sedimentación rápida; y iv) pendientes deposicionales también localmente altas.

El mecanismo iniciador de este proceso es de tipo mecánico, como desplomes, colapsos, o sismos, siendo todos ellos compatibles con fenómenos de colapso cársico. En definitiva, el gran espesor de esta unidad en esta zona, su naturaleza clastométrica fina y la existencia de deformaciones hidrolásticas reflejan que esta zona actuó de área deprimida permanentemente encharcada y subsidente (Fig. 24). Esto también explica que se produzca la mezcla de sedimentos progresivamente más modernos con los materiales acumulados previamente. Aquí es donde se encuentran los restos fósiles topográficamente más profundos y es donde la unidad III tiene uno de sus depocentros (zonas con mayor espesor de sedimentos).

En este tipo de materiales también se han reconocido algunos canales huecos de sección ovoidal y dimensiones

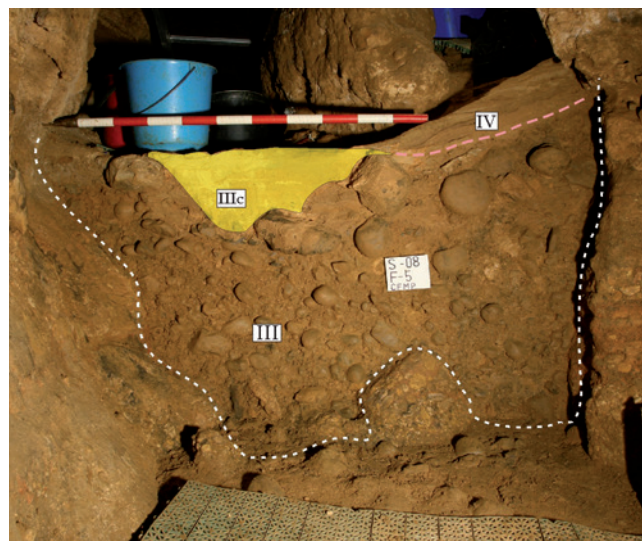


FIGURA 23: Corte en la zona septentrional de la galería. El desarrollo de la unidad III consiste primordialmente en facies tipo *Diamictón* (mezcla desordenada de gravas, arenas y arcillas) y una potente costra carbonatada a techo.

centimétricas según iba avanzando la excavación. Estos canales huecos se forman como resultado del progresivo encajamiento de la corriente procedente de zonas altas cuando el nivel de base de la cavidad ha bajado. Como resultado pueden producirse rellenos totales o parciales de dichos canales por sedimentos más modernos que el encajante, en especial materiales de baja densidad como restos de materia orgánica. La datación de estos materiales arrojará edades más modernas que los suprayacentes que los albergan. A techo de esta unidad generalmente se desarrollan costras carbonatadas ricas en terrígenos que reflejan la pérdida de energía del medio de transporte (Fig. 18).

A diferencia de la unidad I, los aportes de la unidad II y de la suprayacente unidad III provienen del sector sur-occidental (H-G/10-II), y este hecho explica las fuertes pendientes deposicionales que se observan en los sedimentos acumulados en ese sector. En las figuras 20 y 23 se puede observar la distinta configuración de esta unidad litoestratigráfica en la zona central del relleno de la cavidad, reflejando la alta variabilidad y complejidad del mismo para una pequeña parcela. En el sector occidental predominan los materiales gruesos muy mal seleccionados y no estructurados internamente, con textura grano-sostenida o matriz-sostenida. Hacia el este se observa una cierta selección por granulometría apareciendo los sedimentos de menor tamaño hidráulico equivalente.

La llegada y acumulación de restos humanos y de la industria lítica acompañante debió producirse, por tanto, inmediatamente después de la entrada de las gravas de la unidad II, asociada al mismo evento de alta energía.

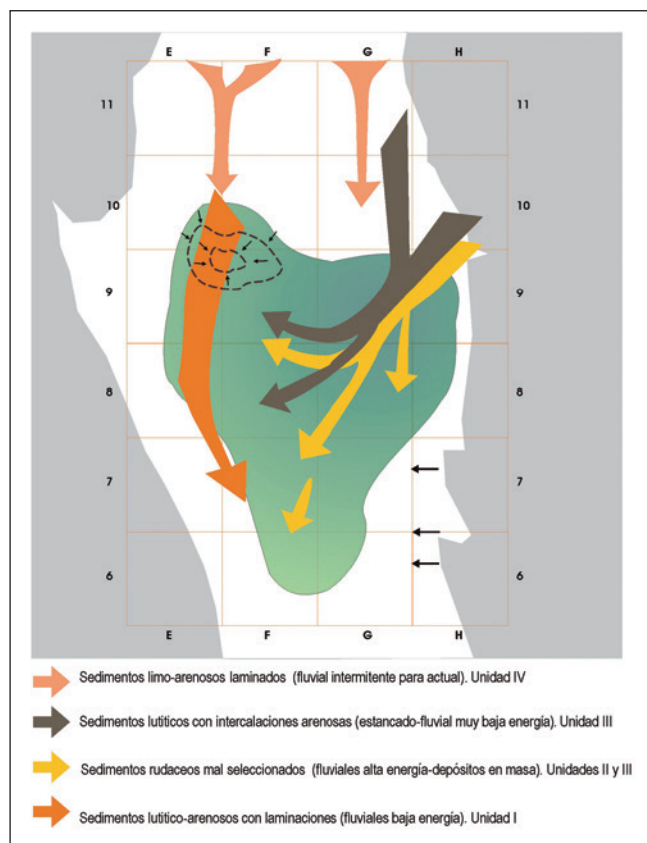


FIGURA 24: Esquema de direcciones de aporte de las principales unidades sedimentarias de la Galería del Osario.

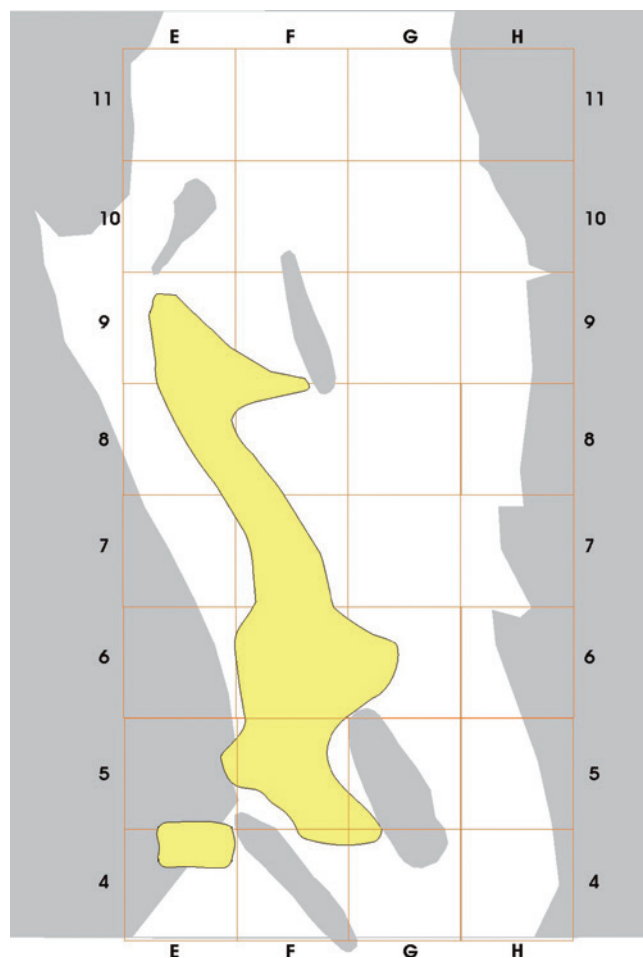


FIGURA 25: Distribución de las costras carbonatadas del techo de la unidad III.

Los datos indican que probablemente fueron arrastrados desde un nivel cárstico superior inactivo o con muy baja actividad hasta ese momento por situarse encima del nivel freático producto del encajamiento de la red fluvial externa, como consecuencia de un colapso y/o un evento de tormenta. El carácter de la masa de materiales refuerza la idea de que el mecanismo desencadenante fuera un evento tormentoso más que el propio colapso, ya que los colapsos suelen generar depósitos más homométricos.

Dicha masa de sedimentos se acumularía sobre un sustrato (roca o sedimentos previos) y/o acuñado en las fisuras subverticales características de la parte occidental/meridional de la galería. La especial disposición de los restos y de la unidad III que los alberga, su distribución localizada en determinadas zonas de la galería, junto a las observaciones directas realizadas, sugieren la posibilidad de que su llegada a la galería se produjera a través de una de las chimeneas subverticales situadas en la zona H-G/9-12 y que en la actualidad están taponadas por un relleno de arcillas y/o coladas espeleotémicas.

El cambio hidrodinámico y las diferencias geoquímicas con los materiales precedentes indican una probable modificación del área fuente inmediata de los sedimentos

que podría estar relacionada con variaciones importantes en la zona exocárstica. Dichas variaciones podrían coincidir con los encajamientos recientes de la red fluvial superficial.

El encajamiento de la red fluvial externa en una zona cárstica favorece el descenso del nivel freático y la profundización del karst con aumento de la energía potencial del agua de discurre por niveles superiores. La activación de este nivel superior pudo producirse por un evento catastrófico (tormenta, avenida de gran envergadura) que provocó la captación temporal preferente de las aguas de inundación y de los materiales asociados. Tras una etapa en la que el nivel superior permaneció conectado con el exterior (valle cárstico, poljé) y actuaba como colector preferencial del agua, una vez cesó el periodo de inundación, quedó nuevamente colgado y su actividad muy limitada. Los estudios geomorfológicos y geofísicos (gravimétricos, geoelectrónicos) (véase el capítulo 4.3 de este volumen) sitúan una cavidad superior al sur de la Galería del Osario hacia

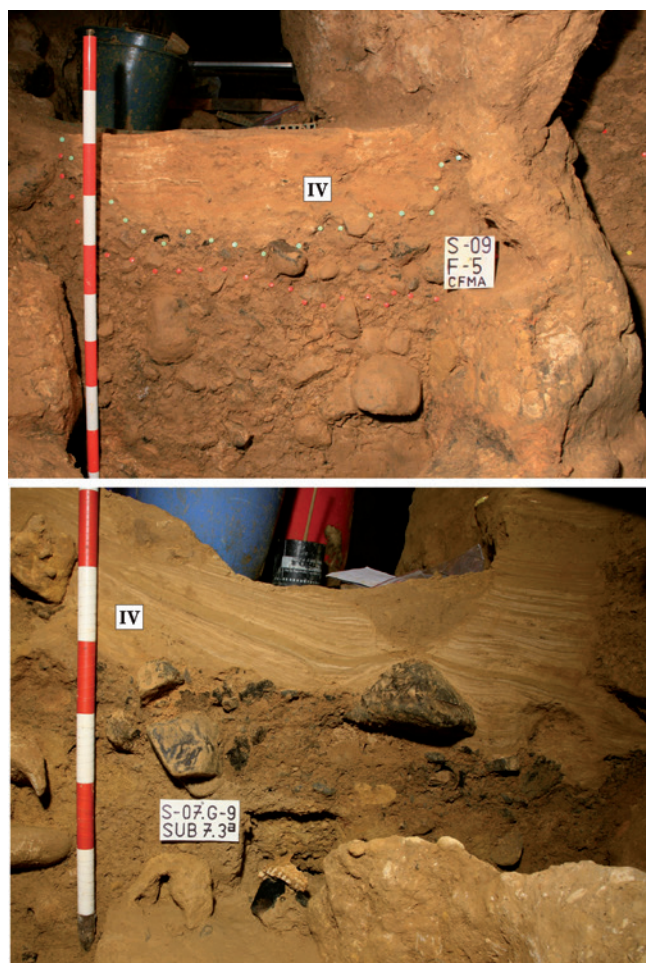


FIGURA 26: Vista de la unidad IV en distintas zonas de la galería. **Arriba:** En la zona septentrional, laminaciones peor definidas y abundancia de capas de carbonato. **Abajo:** Zona sur-occidental, potente y con buena laminación.

el borde del polje, y que estaría enterrada por desplomes y depósitos de ladera.

Una vez depositado el grueso de la unidad, en especial los tramos basales de alta energía, toda la zona centro-oriental (cuadros E-F-G/6-9) quedaría como área deprimida y funcionaría como trampa para los sedimentos y restos arqueo-antropológicos procedentes de la gran acumulación de materiales en el sector occidental (Fig. 24). Dicha acumulación actuaría a su vez como área fuente local de materiales y como obstáculo para la circulación del agua procedente de la zona alta, condicionándola a circular junto a la pared este. Esa circulación tendría carácter erosivo, dejando colgados en «terrazas» a los materiales acumulados en la zona de los cortes del sector F-G/10.

La disminución granulométrica hacia techo de los materiales de la unidad III muestra, a su vez, una disminución progresiva de la energía, que culmina con el desarrollo de encostramientos carbonatados en sus niveles su-

periores. Estos encostramientos presentan una disposición horizontal y una alta continuidad lateral, indicativos de la circulación preferente por la pared este de agua relativamente tranquila y procedente de la parte superior de la galería (Fig. 25). Es característica la aparición de abundantes piezas (fósiles) en asociación con estos encostramientos. Asimismo algunos restos óseos presentan a su vez costras más o menos continuas de carbonatos.

#### UNIDAD IV

Los materiales más recientes que rellenan la Galería del Osario constituyen la unidad IV. Están formados por limos y arcillas con intercalaciones arenosas. Presentan laminaciones sub-horizontales bastante continuas (Fig. 26). Representan el último estadio de relleno de la galería y puede considerarse aún activo. Corresponde a un fluvial-cárstico de muy baja energía, debido a pequeñas avenidas rítmicas de carácter estacional. En las zonas más septentrionales de la galería, aguas abajo, esta unidad presenta peor selección e intercalaciones de finas (0,5 y 3 mm) capas de carbonatos. Más al sur está unida presenta laminaciones más continuas y una pendiente deposicional hacia el E-NE. En esta unidad se han encontrado restos óseos, aunque en una cantidad y variabilidad muy lejana a la de la unidad subyacente.

#### RELLENOS EN LA ZONA SUR DE LA GALERÍA: CORTE 4

El episodio energético que pudo provocar colapsos, derrumbes y obturaciones en otros niveles de galerías del sistema cárstico cercano al relieve externo de donde podrían provenir los aportes de las unidades fosilíferas tiene también su registro en la zona sur de la propia Galería del Osario. En esta zona se observan depósitos de colapsos en los cortes 1 y 4 excavados en la zona alta de la galería (Fig. 27). La avalancha de materiales (cantos, barro, restos de vegetación, etc.) pudo provocar la oclusión casi total de la entrada de materiales por la parte superior de la galería, dejando paso sólo a débiles corrientes de agua, en una situación similar a la observada en la actualidad.

El relleno de la galería hacia el sur presenta una sucesión de unidades litoestratigráficas semejante a la de la zona central. En el corte 4 (Fig. 27) se distingue en la base un tramo de arenas limo-arcillosas con cantos (2 mm a 5 cm); discordantemente sobre este tramo se sitúa una capa de 60-100 cm de gravas gruesas granosoportadas, polimícticas (calizas, cuarcitas, etc.), mal seleccionadas, con matriz arcillosa-arenosa fina. A techo y también en contacto erosivo hay un paquete de gravas matriz-soportadas con cantos de hasta 4 cm y matriz arcillosa, algo limosa, que pasa a techo a unas arenas finas y limos con cantos. El tramo

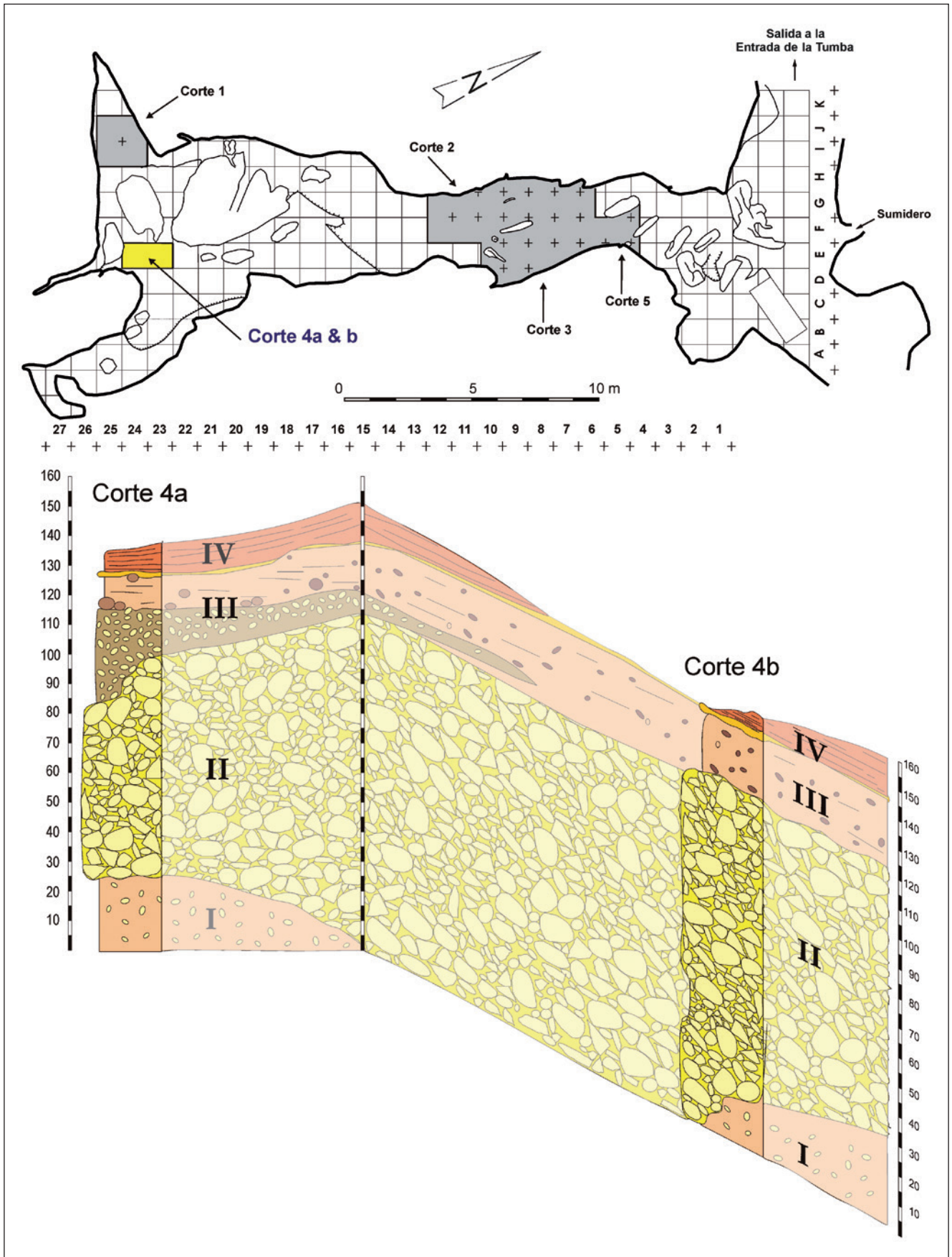


FIGURA 27: Localización y correlación de los perfiles elaborados en el sector del corte 4.

termina con una fina costra carbonatada. Por último, la cuarta unidad litoestratigráfica consiste en una sucesión de arenas finas-muy finas, laminadas. En el corte I el depósito marca dos episodios de relleno separados por una costra espeleotémica, uno inferior de alta energía, compuesto predominantemente por gravas grano-sostenidas mal seleccionadas sin ninguna estructuración interna; y uno superior predominantemente arenoso con laminaciones e intercalaciones de gravas. El primero corresponde a un depósito en masa tipo coluvial o de *debris flow*; el segundo es un relleno también en pendiente pero mucho menos competente, con predominio de depósitos fluvio-cársticos.

#### DEPÓSITOS EN EL TECHO DE LA GALERÍA

Se exploraron todos los posibles conductos de conexión de la Galería del Osario con un hipotético nivel superior del que podrían proceder los restos óseos y de industria lítica. En muchos de los casos se corroboró que la mayor parte de esos conductos sin salida están producidos en condiciones freáticas no muestran continuidad con niveles superiores y acaban en roca caja. No obstante algunos de los conductos presentan sedimentos detríticos y espeleotémicos.

En la repisa situada sobre las cuadrículas H/11-12 (Fig. 15) se reconoce un depósito espeleotémico consistente en una colada (*flowstone*) estalagmítica. En ella se observa que existen varias etapas de formación para el depósito estalagmítico, sobre y entre las cuales existe un relleno sedimentario arenoso que proviene de varios conductos abiertos en la pared oeste de la Galería del Osario y que van a dar a dicha colada. Estos sedimentos detríticos son ricos en fauna. Asimismo, es destacable que en alguno de los depósitos intercalados con las coladas aparecen gravas dispersas, entre ellas algunos cantos negros con tamaños de 5-8 mm.

#### COSTRAS CARBONÁTICAS ASOCIADAS A RESTOS ÓSEOS

Como se ha mencionado anteriormente, buena parte de los restos fósiles encontrados en la cueva están asociados a los encostramientos del techo de la unidad III. Independientemente de esto, algunas de las piezas óseas presentan costras carbonáticas más o menos desarrolladas. El estudio detallado de las costras minerales que recubren los restos fósiles y de los sedimentos adheridos muestra algunos datos interesantes en cuanto al origen de los depósitos.

Desde un punto de vista mineralógico, las costras están constituidas principalmente por calcita (cementos) y cuarzo (detríticos), con proporciones menores de feldespatos (detríticos) y óxidos de hierro y manganeso (pátinas cementantes), estos últimos no cuantificables por DRX. Los resultados indican la existencia de diferentes fases y/o mecanismos de encostramiento carbonatado (calcítico),

caracterizadas por variaciones en la proporción agregado detrítico/cemento desde la zona interna a la externa, así como por diferencias granulométricas y texturales. Estas diferencias indican distintos escenarios desde su acumulación inicial *post mortem* hasta su depósito en la Galería del Osario y una vez allí frente a cambios en el régimen hidrodinámico de la galería.

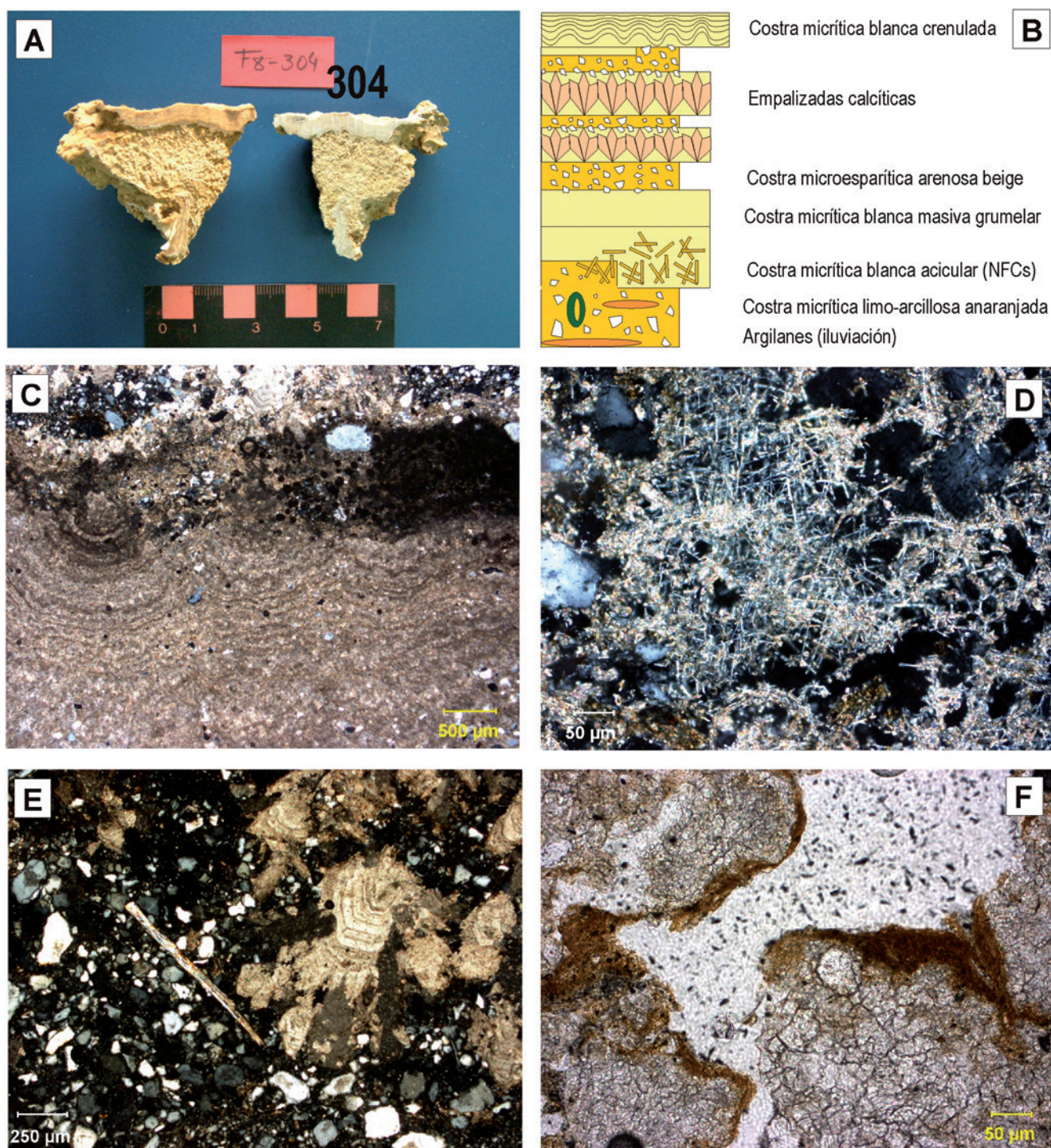
Se han diferenciado varios tipos de costras, atendiendo principalmente a la tipología de la fase cementante y la naturaleza de los granos (Fig. 28). Las más abundantes son las costras con terrígenos. Suelen estar en contacto con el hueso y su contenido en arcillas y/o óxidos-hidróxidos de hierro es variable. Se pueden distinguir dos subtipos, las costras limosas, que se adhieren de forma discontinua a alguno de los huesos y podrían indicar la exposición al viento o al polvo previo a su enterramiento; y las arenosas, que son las que más abundan y presentan rasgos de la existencia de un suelo (por ejemplo, argilanes) y procesos de iluviación.

Las costras sin terrígenos (o con pocos terrígenos) consisten en precipitados esparíticos, ya sean espeleotémicas y/o bioinducidas, y que se alternan con encostramientos terrígenos, a veces de forma erosiva; o en precipitados micríticos con un claro origen microbiano (bacteriano), aunque no se puede afirmar de forma concluyente que sean cianobacterias u otro tipo de organismo fotosintético. Este tipo de costras, como las anteriores, llevan asociadas acumulaciones de cristales fibrosos tipo NFC (*Needle Fiber calcites*) e incluso algún argilán, rasgos estos asociados comúnmente a procesos edáficos.

Los tamaños y distribución de los encostramientos, en general, marcan medios de sedimentación-precipitación de baja energía. El tamaño de los granos en las costras limosas y la buena selección de los mismos serían coherentes con un origen eólico. Estas costras son las que aparecen en contacto directo con los restos óseos y podrían indicar una exposición subaérea relativamente breve (dado su escaso desarrollo) previa a su cubrimiento/enterramiento y a su entrada en el medio endocárstico. Los rasgos edáficos y de actividad microbiana detectados podrían indicar que probablemente al menos parte de los restos óseos se situaban cerca de la entrada de ese nivel superior y podrían ser incluso parte de un suelo por lo desordenado del material.

#### COSTRAS E IMPREGNACIONES DE MANGANESO

En la Cueva de El Sidrón son comunes las costras y pátinas negras, tanto revistiendo cantos de la roca encajante o de los sedimentos de relleno, como tapizando paredes o delimitando estructuras de escape de fluidos. Normalmente estas capas son muy finas, de menos de 1 mm y están compuestas por óxidos e hidróxidos de manganeso (principalmente birnesita) y también de hierro (goetita, fe-



**FIGURA 28:** Estudio petrográfico de costras carbonáticas en huesos. Muestra F8-304. **A:** Aspecto en muestra de mano de la pieza. **B:** Cortes esquemáticos de la tipología y distribución de las costras minerales observadas en la muestra seleccionada. **C:** Microfotografía que muestra el aspecto de la costra micrítica bandeada y de la banda micrítica con formas seudoesféricas muy probablemente bacterianas. **D:** Microfotografía mostrando barillitas calcíticas (Needle fiber calcites-NFCs) indicando microestructura aleatoria. **E:** Cristales arborescentes de calcita. Granos líticos (filita) sin compactar y terrígenos asociados. **F:** Detalle de pátinas y cutanes arcillosos.

rrihidrita). El comportamiento del manganeso en solución viene determinado por las condiciones redox y el grado de acidez/alcalinidad del ambiente.

La precipitación de los minerales de óxido de manganeso requiere oxidación de  $Mn^{2+}$  en el agua de la cueva a  $Mn^{4+}$ , un proceso que probablemente está favorecido

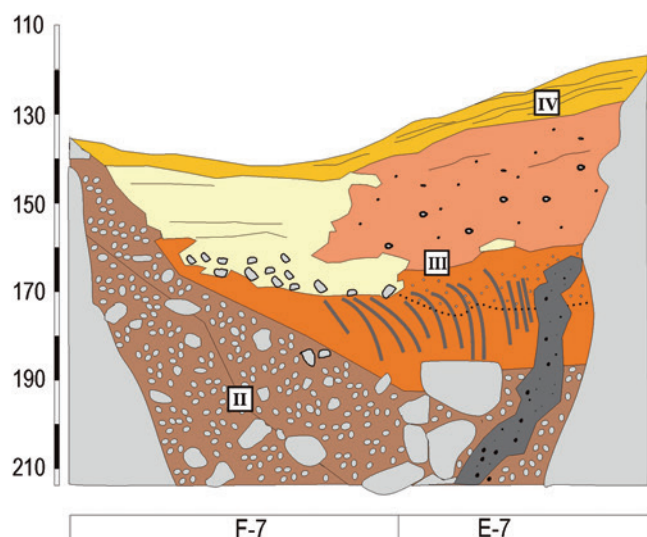
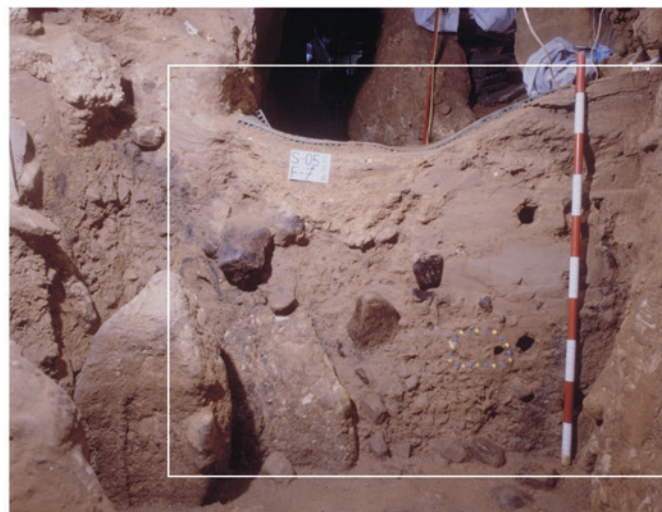
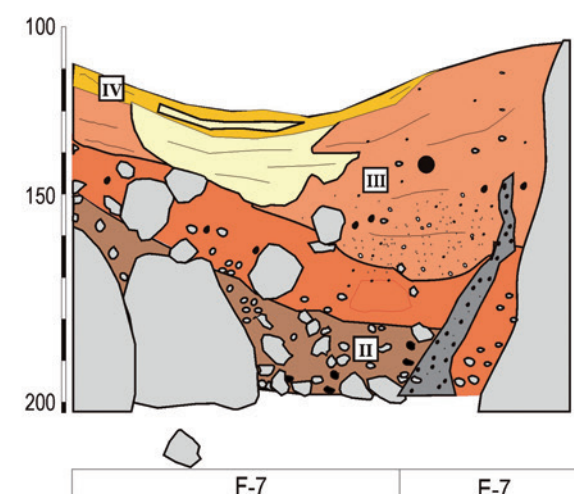


FIGURA 29: Esquemas litoestratigráficos de dos secciones contiguas (separadas por 33 cm) en la zona septentrional de la cavidad (sector E-F/6), donde se observa un dique de manganeso. El dique atraviesa la unidad II y los niveles basales de la unidad III. También se observan halos diagenéticos (movimiento de fluidos) en el seno de la unidad III.

por un aumento en el pH o una intensificación de las condiciones de oxidación. Estos procesos pueden darse de forma inorgánica, aunque también pueden ser promovidos por acción microbiana. El origen del manganeso puede ser variado: i) autóctono, por disolución de las costras y materiales preexistentes (conglomerados); o ii) alóctono, el manganeso es liberado por la degradación de los materiales orgánicos (suelos y restos orgánicos) y transportado al sistema cárstico por aguas de infiltración o de percolación junto con otros sedimentos.

Una vez en la cueva, en el seno de materiales relativamente porosos, como los que constituyen el relleno objeto de estudio, los fluidos con manganeso disuelto pueden migrar y depositarse dando estructuras características, como huellas de escape, como son los halos y diques descritos

en la unidad III. Colapsos a favor del sumidero de la zona E-F/9 hace que aguas más profundas escapen cargadas de solutos que reprecipitan en diques subparalelos a los bordes del conducto (Fig. 29). Estos diques consisten en el mismo material encajante, de granulometría fina (arenas medias a muy gruesas) y textura porosa que están impregnados de minerales de óxidos e hidróxidos de manganeso y hierro.

## MODELO INTEGRADO DEL RELLENO

### LOS SEDIMENTOS

La caracterización y correlación de los perfiles litoestratigráficos estudiados en la galería nos han permitido

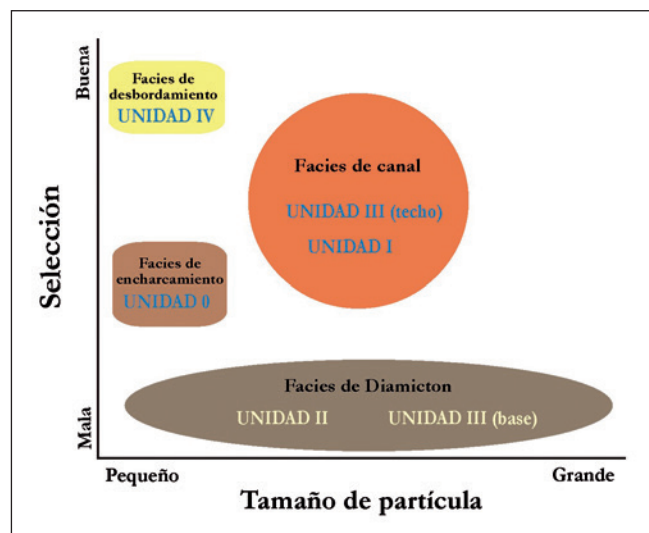


FIGURA 30: Esquema que ilustra los tipos de facies reconocidos en los sedimentos de la Galería del Osario en función del tamaño de partícula y del grado de selección del sedimento.

definir diferentes episodios en el relleno de la galería, así como determinar sus condiciones de formación. A modo de síntesis, en la figura 30 se muestra un esquema de clasificación de los depósitos reconocidos en función de características texturales, que a su vez son reflejo de los mecanismos y ambientes genéticos. Las distintas facies se han delineado de forma separada para simplificar el esquema, aunque en la realidad los límites de los campos suelen solaparse. En este esquema se puede ver cómo las distintas unidades que se suceden litoestratigráficamente han reflejado cambios en la dinámica y procedencia del relleno de la cavidad.

Los depósitos más antiguos localizados (unidad 0) se formaron por la sedimentación de material fino en un cuerpo de agua estancado (facies de encharcamiento), y corresponden a las facies de menor energía del registro sedimentario de la galería. Le sucede un depósito fluvio-cárstico en facies de canal (unidad 1), que sólo se halla preservado en las áreas más subsidentes y protegidas. Posteriormente sobrevienen episodios altamente energéticos (unidades II y III basal), correspondientes a coladas de detritos (*debris flow*).

El desarrollo (distribución y espesor) de estos depósitos es desigual en la galería. En la parte más occidental de la galería un evento de alta energía queda representado por el nivel de gravas mal seleccionadas (unidad II) con neto carácter erosivo respecto a la unidad I, y la existencia de zonas de subsidencia o incluso un sumidero interno de la galería hacia niveles inferiores del karst en la zona E-9/F-9 queda marcado por el gran espesor de la unidad

III en esta zona (Fig. 26). Esta unidad muestra una disminución progresiva de la energía hacia techo y el desarrollo de encostramientos carbonatados en sus niveles superiores. El depósito de la unidad IV vuelve a marcar un episodio de baja energía en la cavidad. Representa el último estadio de relleno de la galería y es todavía activo. Este tipo de depósitos formados por materiales finos y laminados (flujos fluviales de baja energía o facies de desbordamiento) constituye habitualmente el techo de la secuencia sedimentaria en la mayoría de las cuevas.

#### EL MATERIAL ARQUEOLÓGICO Y ANTROPOLÓGICO

Una circunstancia importante en la evolución del relleno de la Galería del Osario es que una de estas unidades (unidad III) alberga la mayor parte del registro fosilífero de todo el depósito. Determinar el origen de estos restos ha sido el objetivo principal del estudio sedimentológico del relleno de la Galería del Osario. De acuerdo con los datos obtenidos del estudio sedimentológico se pueden establecer los siguientes eventos en la historia del depósito fosilífero:

- El análisis de las costras adheridas a los huesos indica que éstos provienen del exterior, aunque debieron estar en un ambiente protegido (por ejemplo, un abrigo o la zona de entrada de una galería) y su permanencia en condiciones superficiales debió ser corta, dadas las escasas huellas de alteración que presentan las piezas.
- Su entrada al interior del sistema cárstico no tuvo por qué ser coetánea para todo el conjunto de restos óseos. Así lo muestra el hecho de que éstos presenten diferentes rasgos de permanencia en ambiente superficial: en algunos casos pátinas de polvo eólico, en otros casos rasgos de procesos de iluviación-eluviación (cutanes y argilanes), y en otros, encostramientos biogénicos superficiales.
- Por otro lado, el hecho de que los huesos en el interior de la Galería del Osario correspondan mayoritariamente a un evento sedimentario concreto no permite descartar que los huesos pudieran sufrir una estancia o almacenamiento intermedio entre la superficie y el interior de la galería. Este almacenamiento intermedio, al igual que el emplazamiento más superficial (abrigo o entrada a una galería) se sitúa en un contexto totalmente vadoso, y se encuentran alejados y desconectados de la zona hidrodinámicamente activa del sistema cárstico.
- Los huesos llegan a la Galería del Osario por un depósito en masa debido a un evento catastrófico provocado por una fuerte avenida (inundación) producida presumiblemente por una gran tormenta. Este episodio de alta energía pone en actividad hidrodinámica una zona no activa en ese momento, ya fuera una entrada o un nivel superior al de la Galería del Osario. Actualmente esa en-

trada estaría tapada por depósitos coluviales y suelos sobre los que se desarrolla el bosque actual.

- La llegada de la industria lítica y de los huesos inmersos en un depósito (colada de barro/lodo y de detritos) de alta densidad y alta viscosidad hace que la fricción entre clastos, incluidos los frágiles huesos, sea mínima, favoreciéndose un alto grado de conservación durante el transporte.

- La concentración geográfica de los restos y la propia geometría de estos depósitos que los contienen apuntan hacia un área de procedencia muy localizada en niveles superiores de la galería, hacia la zona meridional a sur-occidental de la misma.

- La especial configuración del fondo de la galería en tabiques y represas, debido a los condicionantes tectónicos de su espeleogénesis, es un factor que también ha favorecido la preservación de los restos óseos. Muchos de estos depósitos fosilíferos han quedado así colgados y protegidos de episodios de retrabajamiento y destrucción del registro sedimentario, tan habituales en la dinámica cárstica.

- Algunos restos sí han sido retrabajados o simplemente removidos, y han quedado atrapados en zonas adyacentes topográficamente más bajas, y mezclados de este modo con materiales más modernos e incluso paraactuales. Esto justifica la aparición de restos óseos en las subunidades III y IV de la zona centro-oriental de la galería, donde se han reconocido importantes fenómenos de subsidencia y/o colapso. Estos niveles desde el punto de vista topográfico están sensiblemente más bajos que el conjunto de los niveles más ricos en restos óseos.

- Los restos que han aparecido en la unidad IV, en la zona donde se presume que se halla el centro de aporte de restos óseos, pueden indicar la existencia aún de material fosilífero en los conductos alimentadores del depósito.

- Un número indeterminado de material antropológico y arqueológico ha podido ser evacuado hacia la Galería Principal durante los citados episodios de retrabajamiento. No obstante, una buena representación del depósito rico en restos óseos, que llegó en su momento a la galería, quedó protegido y ha prevalecido durante miles de años, aunque parte de su riqueza se ha ido redistribuyendo lentamente a modo de «reloj de arena» sobre las zonas adyacentes.

#### INTEGRACIÓN EN EL ESQUEMA EVOLUTIVO DE LA CUEVA DE EL SIDRÓN

El complejo cárstico de la Cueva de El Sidrón se estructura en cuatro niveles que se suceden temporalmente según ha ido profundizando el nivel de base regional que gobierna los procesos de espeleogénesis (formación de cavidades): 1) un nivel superior cercano a la superficie y desmantelado en parte por la evolución del relieve exocárstico; 2) un nivel intermedio formado por un complejo sistema de galerías; 3) un nivel inferior, cuyo eje principal lo constituye la Galería Principal y sus tributarios transversales como la Galería del Osario y 4) el nivel actual activo (Fig. 31).

Estos niveles se relacionan genéticamente con niveles morfológicos exteriores (terrazas, fondos de valles, superficies de erosión, etc.). Estas superficies señalan la evolución del encajamiento de la red fluvial exocárstica. Existen cuatro niveles morfológicos principales, incluyendo el fondo actual del poljé situado al sur del sistema endocárstico a aproximadamente 180, 169, 164 y 160 m (para más detalles véase el capítulo 4.3).

De forma sintética, cada uno de estos niveles genética y temporalmente se asocia a los cuatro niveles de galerías antes mencionados. Los niveles o galerías situados a una

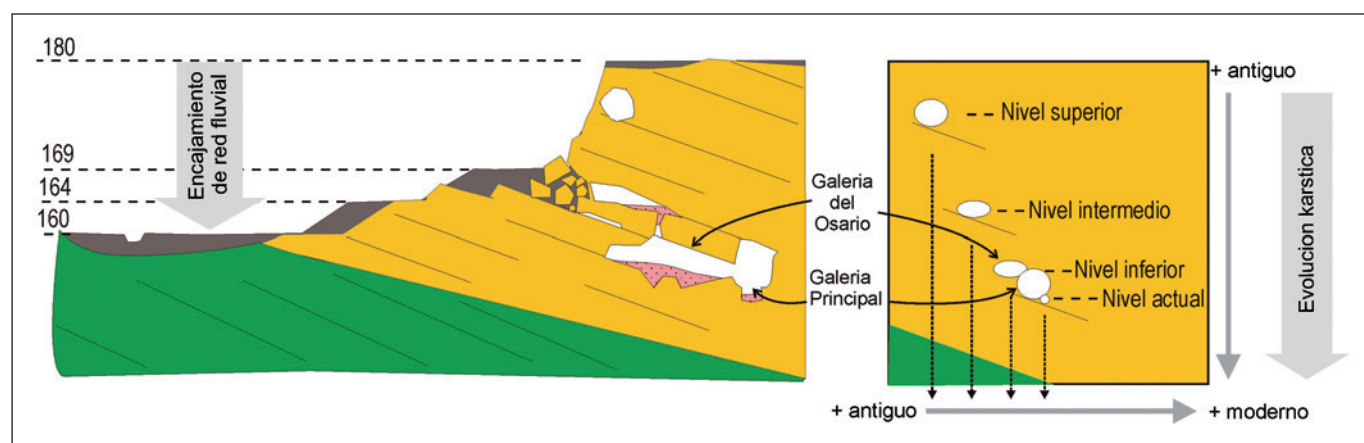


FIGURA 31: Diagrama esquemático mostrando los distintos niveles de galerías de la Cueva de El Sidrón y su relación topográfica con los aterrazamientos y superficies de erosión externas.

cota superior que anteriormente hemos invocado como área fuente del material arqueo-antropológico depositado en la Galería del Osario corresponderían a los del nivel intermedio. Bajo esta hipótesis los restos óseos se encontrarían en las proximidades de la entrada a esa galería. En esa época esta galería estaría hidrodinámicamente descolgada e inactiva y solamente un excepcional (y catastrófico) episodio

de crecidas o inundaciones haría que entrara en funcionamiento y transmitiera sus depósitos superficiales al interior del sistema, en concreto, a la Galería del Osario. Fruto de este evento catastrófico, o de la evolución geomorfológica posterior, esa entrada se habría colapsado y cubierto por sedimentos aluviales (terrace de 169 m) o coluviales, aislándose así del contacto directo con el exterior (Fig. 31).



## 4.3. LA GEOMORFOLOGÍA, TOPOGRAFÍA Y PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DEL COMPLEJO DE EL SIDRÓN. LA BÚSQUEDA DEL LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS RESTOS FÓSILES

**Pablo G. Silva (1), Gabriel Santos (2), Pedro Carrasco (2), Pedro Huerta (1), Puy Ayarza (1), Fernando Álvarez Lobato (1), Begoña Fernández Macarro (1), Melanie Standing (2)**

(1) *Departamento de Geología, Universidad de Salamanca.* (2) *Departamento de Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Universidad de Salamanca*

Los trabajos topográficos, geomorfológicos y de prospección geofísica realizados en la zona exterior del complejo cárstico de El Sidrón<sup>3</sup> han tenido como fin primordial la localización de rellenos sedimentarios o cavidades que pudieran estar conectadas con la Galería del Osario y haber funcionado como «área fuente» del yacimiento interior y poder contextualizarlos con los niveles geomorfológicos que se registran en el paisaje cárstico externo.

El análisis geológico y geomorfológico de la zona ha permitido situar el complejo cárstico de El Sidrón en el contexto geológico de la zona de estudio. El mapa de la figura 32 muestra las características geológicas más relevantes de la zona a escala 1:25.000. Los trabajos topográficos han abarcado la totalidad de la depresión cárstica de El Sidrón confeccionando un mapa a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada metro, en el que se ha georreferenciado la topografía de la cavidad cárstica interior y que ha servido de base para el análisis geomorfológico de detalle (Fig. 33). Por otro lado, sobre esta detallada topografía se han situado, con precisión centimétrica, todos los perfiles de prospección eléctrica y campañas de toma de datos gravimétricos que se han realizado fundamentalmente en la vertical de la Galería del Osario (Fig. 34) y en la zona del abrigo cárstico de La Cabañina.

En estas zonas se han realizado levantamientos topográficos complementarios a escala 1:500 con curvas de nivel cada 0,25 metros. Se debe comprender que se requiere precisión centimétrica para localizar y georreferenciar desde el exterior una cavidad de una anchura media de 3-4 metros

y longitud máxima de unos 30 metros. Para ello ha sido necesario realizar una nivelación geométrica y poligonales por topografía clásica para enlazar las zonas de prospección en el exterior con el interior de la cueva.

El posicionamiento de las campañas de prospección geofísica (tomografía eléctrica y gravimetría), campañas de sondeos y localización de los afloramientos de conglomerados de interés sobre la vertical de la galería del Osario quedan representados en la figura 34.

### TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA: GEOMORFOLOGÍA DEL ENTORNO DE LA DEPRESIÓN CÁRSTICA DE EL SIDRÓN

El valle de El Sidrón es una depresión de origen cárstico que se desarrolla a lo largo del contacto geológico existente entre los materiales calcáreos cretácicos y la formación de conglomerados suprayacente denominados Pudinga de Posada de edad paleocena (Fig. 32). Dentro de la tipología de valles cársticos, el de El Sidrón responde a lo que se denomina un poljé, un valle ciego sin salida, en el que el arroyo principal responsable de su formación desaparece por su extremo oriental en un sumidero que penetra al interior del sistema cárstico por debajo del actual abrigo cárstico de La Cabañina (Fig. 33).

La depresión posee una geometría elíptica alargada en dirección este-oeste en algo más de 500 metros con una anchura media de unos 100 metros. La actual depresión cárstica cerrada se dibuja sobre la curva de nivel de 167 metros sobre el nivel del mar, mientras que el arroyo de La Infiesta, que actualmente recorre su fondo de oeste a este, se sitúa entre los 160 y los 154 metros de altitud que tiene el Sumidero de La Cabañina (Fig. 33). La depresión de El Sidrón no es más que uno de los diferentes poljés que se desarrollan a lo largo de este mismo contacto geológico en dirección este-oeste y que participan de similares características desde la zona de la población de Cadanes hasta la

<sup>3</sup> Agradecemos la ayuda, colaboración y discusión prestada por todos los componentes del equipo de investigación, y en especial a Javier Fortea, Marco de la Rasilla, Sergio Sánchez del Moral y Juan Carlos Cañaveras; así como la asistencia en los trabajos de campo a M.<sup>a</sup> Jesús Caballero Aparicio, Maite Zabaltza Jimeno, Juan Aguilera Martín (Universidad de Salamanca) y Ana Belén Díez Solano (Universidad de Oviedo).

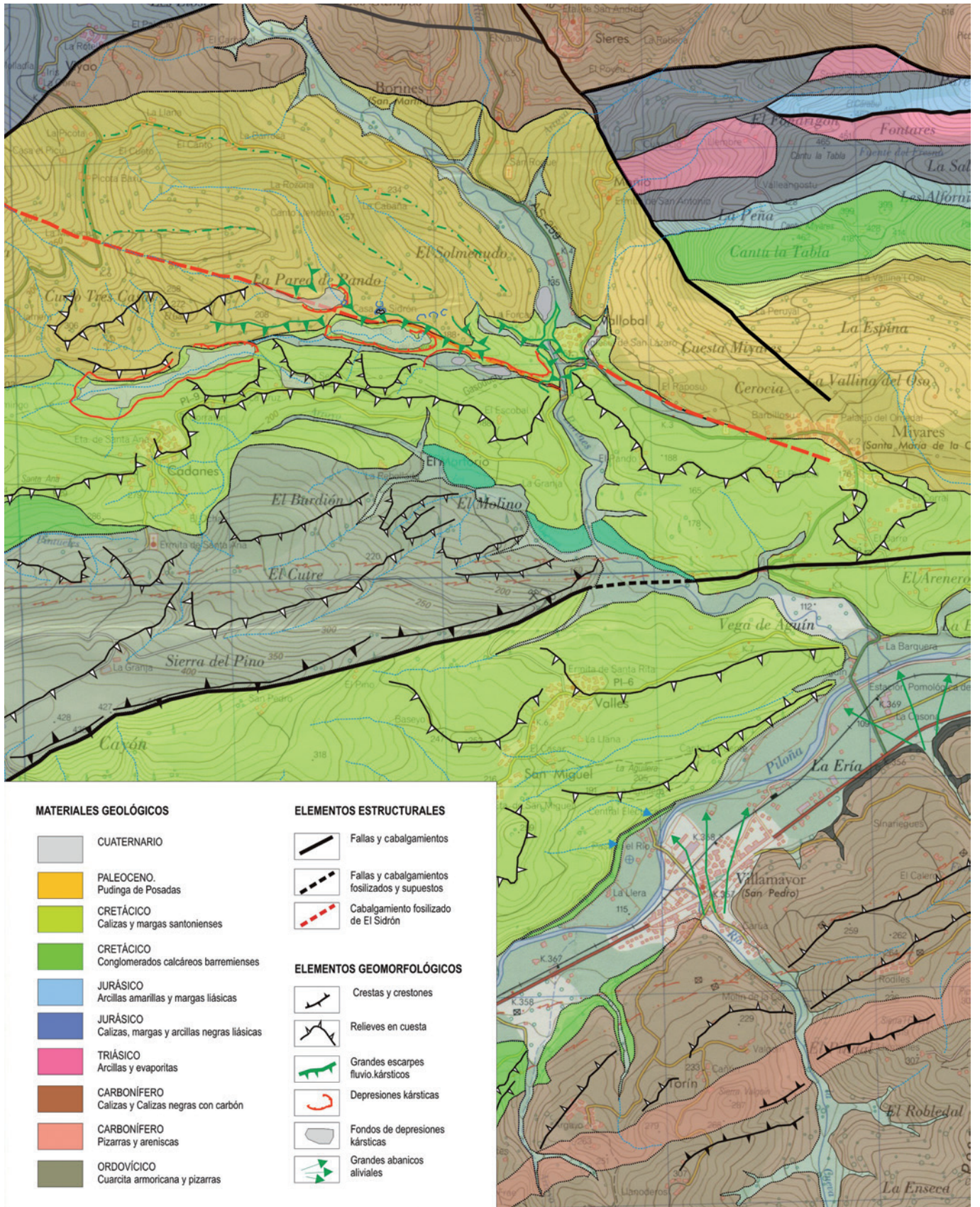


FIGURA 32: Mapa geológico y geomorfológico escala 1:25.000 de la zona de El Sidrón, realizado según la cartografía geológica del IGME existente y la foto-interpretación de fotogramas aéreos 1:33.000 y 1:18.000 de la zona. Base topográfica correspondiente a la cartografía oficial del IGN.

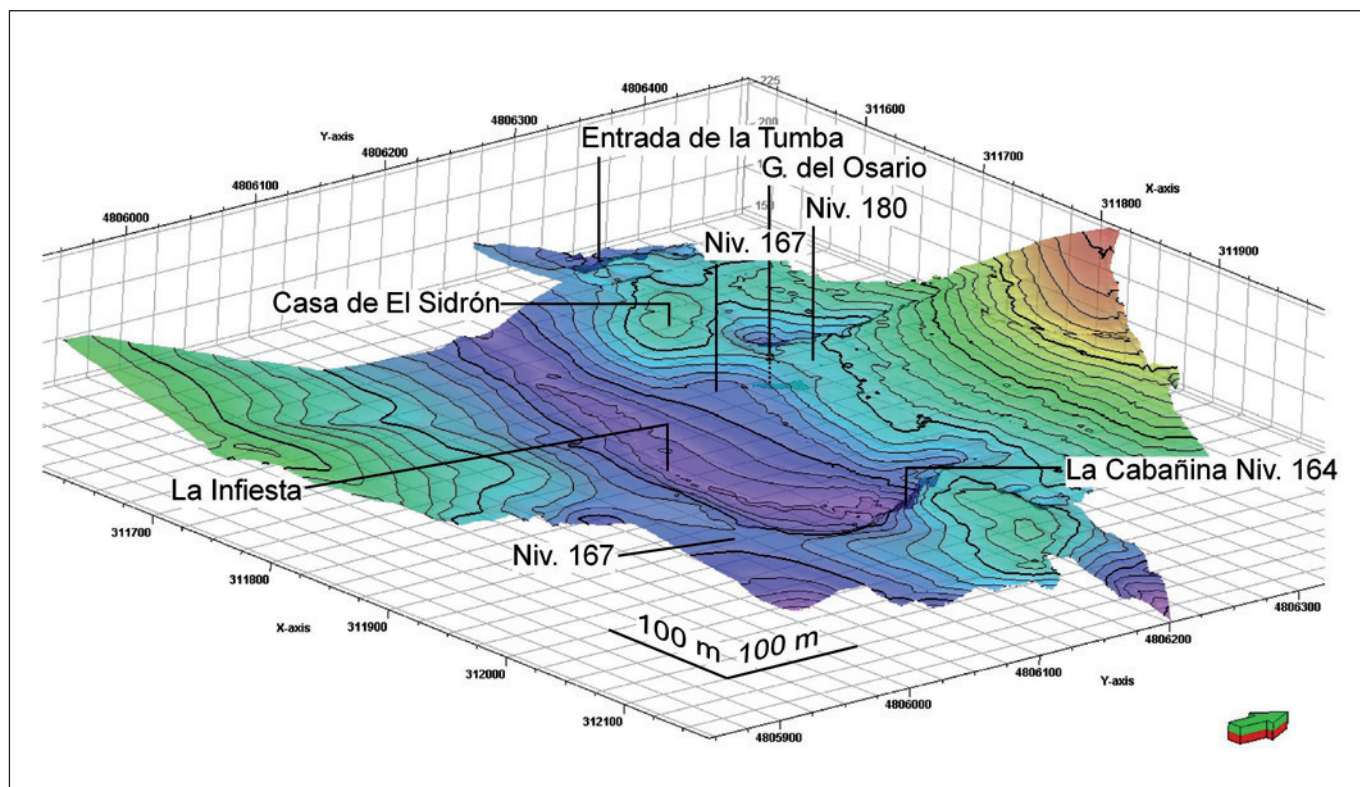


FIGURA 33: Bloque diagrama mostrando el relieve de la depresión cárstica de El Sidrón con tintas hipsométricas, basado en los levantamientos topográficos de detalle realizados en la zona. Se indican las zonas de interés, así como la localización de los niveles geomorfológicos más representativos relacionados con la evolución de la depresión. En sombreado se muestra la localización de la Galería del Osario en las proximidades de la Casa de El Sidrón. Vista desde el SE.

de Vallobal, a lo largo de 2,3 kilómetros, donde este sistema de depresiones este-oeste confluyen ortogonalmente con el río Borines (norte-sur) delineando el trazado de un antiguo valle (Fig. 32).

La vertiente sur del poljé se labra sobre los dorsos de los suaves relieves en cuesta calcáreos vergentes hacia el norte a una altitud de 167 metros. Por el contrario su vertiente norte desarrolla un cantil, de carácter rectilíneo sobre los conglomerados, a veces muy vertical, de hasta 10 metros de altura siguiendo el replano que delinea la curva de nivel de los 180 metros (Fig. 33). En la actualidad el contacto geológico entre las calizas cretácicas y los conglomerados paleocenos se verifica aproximadamente en la base de este cantil. En el subsuelo de este cantil vertical, unos 30 metros hacia el interior del relieve, y prácticamente siguiendo su dirección, se desarrolla la galería principal de la Cueva de El Sidrón.

La Galería del Osario se sitúa en el interior del terreno a una cota de 157 metros en las proximidades de la Casa de El Sidrón, indicando una profundidad sobre el cantil norte del poljé de 20-23 metros en la vertical. Sobre el replano de 180 m se observa el desarrollo de numerosas dolinas de colapso sobre la vertical del recorrido subte-

rráneo actual de la cueva. Estas son pequeñas depresiones cársticas de geometría subcircular de diámetros de entre menos de un metro hasta los diez metros y profundidades variables que pueden llegar hasta los 7-8 metros (Fig. 33). En principio estas pequeñas depresiones circulares se encontrarían conectadas con el eje de la Galería Principal de la cueva, pero ninguna de ellas se encuentra relacionada con la Galería del Osario.

La estructura topográfica de la depresión de El Sidrón evidencia la existencia de tres replanos morfológicos a diferentes alturas, o niveles geomorfológicos, que nos sirven para descifrar la evolución del encajamiento del valle cárstico durante el Cuaternario reciente. El más alto de ellos es el que sitúa a 180-178 m definiendo el replano que limita el cantil norte del poljé, y que se continúa como tal, de forma discontinua tanto al este como al oeste del actual poljé delineando el trazado del antiguo valle este-oeste mencionado anteriormente.

El segundo nivel morfológico se desarrolla entre 169-167 metros y es el que delinea la actual estructura elíptica cerrada del valle cárstico y posee expresión geomorfológica en pequeñas zonas de terraza adosadas al cantil norte, como las que se desarrollan en la vertical de la Galería del

Osario (Casa de El Sidrón) y en las hombreras que delimitan el valle en su zona oriental (La Cabañina) y occidental (Entrada de la Tumba).

El tercer nivel morfológico queda delineado por la curva de nivel de 164-160 metros y queda representado en pequeños aterrazamientos en el interior del valle, fundamentalmente sobre su borde sur, pero el más representativo es el que se desarrolla en la antigua entrada de la cueva de la zona de La Cabañina en el extremo oriental del poljé.

En términos geomorfológicos las alturas relativas de estos tres niveles con respecto al cauce actual del arroyo de La Infesta que drena el poljé, que discurre entre 160 y 154 metros, serían de +18-20 m (borde del cantil norte), +8-10 m (contorno cerrado del poljé) y +5-6 m (aterrazamientos - La Cabañina). Atendiendo a las correlaciones cronológicas con otros niveles de terraza a nivel de la Península Ibérica y diferentes valles de la Cordillera Cantábrica, estos niveles morfológicos registrarían la evolución del valle desde el Pleistoceno superior, aproximadamente los últimos 130.000 años. Desde el punto de vista geomorfológico, los dos niveles superiores a +18-20 m y +8-10 m son anteriores a la formación de la actual depresión cárstica cerrada o poljé, y su desarrollo estaría relacionado con la formación de un pequeño valle fluvial lineal en dirección este-oeste, que desembocaría libre y directamente en el actual río Borines tras unos dos kilómetros de recorrido. Seguramente este antiguo valle discurriría enteramente sobre los conglomerados paleocenos o sobre el antiguo contacto geológico entre las calizas y los conglomerados.

Es sólo cuando la incisión fluvial alcanza completamente la cota de la calizas cretácicas infrayacentes (más solubles) cuando los procesos cársticos externos (exocársticos) permiten la formación del poljé en respuesta al encajamiento del sistema cárstico interno (endocárstico), lo que ocurre inmediatamente después del desarrollo del nivel de +8-10 m que delimita la actual depresión cerrada siguiendo la curva de nivel de 167 metros. El nivel morfológico más joven, a +5-6 m es el único nivel exocárstico que se encuentra delimitado en el interior del poljé y responde al episodio de encajamiento cárstico más reciente, ya seguramente durante el Holoceno (últimos 11.000 años).

Dataciones OSL (luminiscencia ópticamente estimulada) realizadas sobre los materiales de ladera arenosos procedentes de la alteración de los materiales conglomeráticos del cantil norte del poljé y que tapizan (cubren) los niveles de +8-10 m y + 5-6 m en la zona de la Casa de El Sidrón han arrojado edades comprendidas entre los 6.800 y 7.900 años BP. Estas edades reflejan la evolución de las laderas, al menos la de su ladera norte, del poljé con posterioridad al desarrollo del nivel de +5-6m, en cuyo interior se halló industria del Paleolítico superior en la zona de La Cabañina. Respecto a la edad de los dos niveles superiores más anti-

guos tan sólo se puede dar una estimación relativa basada en las cronologías de niveles de terraza en otros puntos de la Península Ibérica. Así el nivel más antiguo a +18-20 m normalmente está relacionado con tecno-complejos líticos correspondientes al Paleolítico inferior (i. e. Achelense) desarrollados durante el Pleistoceno medio-superior con anterioridad a los 90.000-70.000 años BP. La altimetría del segundo nivel a +8-10 m se encuentra ampliamente relacionada en otros valles fluviales con tecno-complejos líticos atribuibles al Paleolítico medio (i. e. Musteriense) con edades comprendidas entre los 60.000-40.000 años BP, ya relacionados con poblaciones neandertales.

### PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN EL EXTERIOR DEL SISTEMA CÁRSTICO DE EL SIDRÓN: LOS DATOS DEL SUBSUELO

Una vez localizada la posición de la Galería del Osario en la zona exterior mediante los correspondientes trabajos topográficos se procedió a realizar distintas campañas de prospección geofísica del subsuelo sobre su vertical. El objetivo de los trabajos de prospección se centraron en:

A) La localización de la propia Galería del Osario y la Galería Principal de la cueva.

B) La identificación de anomalías correspondientes a cavidades situadas sobre la Galería del Osario.

C) La identificación de rellenos sedimentarios de cavidades situadas sobre o en la prolongación de la Galería del Osario.

D) El establecimiento de modelos geológicos de detalle que permitieran correlacionar los datos geológicos del exterior de la cueva con aquellos procedentes de la interpretación de los datos geofísicos del subsuelo con el objetivo de identificar los lugares más propicios de donde procedieran los restos fósiles que se acumularon en el interior de la cueva. Se han aplicado dos técnicas de prospección diferentes: la tomografía eléctrica de resistividades y la microgravimetría.

### PROSPECCIÓN GRAVIMÉTRICA SOBRE LA VERTICAL DE LA GALERÍA DEL OSARIO: METODOLOGÍA E INTERPRETACIÓN

El estudio gravimétrico se realizó durante la campaña de 2004 con un microgravímetro SCINTREX-CG3. En esta campaña se procedió a la toma de medidas según una malla con un espaciado entre puntos de medida de 2,5 m, obteniéndose un total de 150 mediciones (Fig. 35). Durante la campaña del año 2010 se ha realizado un muestreo complementario con el fin de completar los datos existentes. La localización de los puntos (altitud y coordenada) fue

controlada por el levantamiento topográfico simultáneo a la adquisición de datos gravimétricos. La incertidumbre en el valor de la altitud es aproximadamente 1 cm, lo que implica un error gravimétrico de 0,002 mGal, valor inferior al esperado para la anomalía gravimétrica de una cavidad cárstica en el subsuelo.

El procesado de los datos incluye la realización de las correcciones gravimétricas clásicas (Deriva, Aire-libre, Bouguer) con el fin de obtener los valores de las anomalías gravimétricas relativas calculadas. Debido a lo reducido de los elementos del subsuelo a investigar (posibles cavidades y zonas de colapso) también se aplicaron correcciones de datos de mayor detalle como la corrección topográfica cercana (hasta 17 m) y la corrección de mareas terrestres. El resultado del procesado de los datos con todas las correcciones pertinentes representa el valor de la anomalía relativa calculada con un error de  $\pm 0,02$  mGal tal y como se muestra en la figura 35.

La oscilación en los valores de la gravedad observados es de 0,44 mGal, llegándose desde valores máximos de +0,1 mGal hasta valores mínimos de -0,34 mGal. En las zonas donde se localizan los mayores valores de anomalías negativas son aquellos que podrían corresponder a la presencia de cavidades más o menos superficiales. Éstas generan un defecto de masa en el subsuelo y por tanto un valor anómalamente bajo de la aceleración de la gravedad.

Como se observa en la figura 35 la planta de la Galería del Osario no se corresponde con las anomalías dibujadas en el mapa gravimétrico. El que no se registre la anomalía correspondiente al eje de la Galería del Osario se debe a que se encuentra a demasiada profundidad (20-23 m) y es demasiado estrecha (4 m) como para influir en los valores gravimétricos observados con un espaciado de 2,5 m. No obstante, el mapa muestra una serie de anomalías negativas de dirección NO-SE, algunas de las cuales coinciden con la presencia de fracturas en la zona exterior investigada. La mayor de las anomalías (-0,34 mGal) se encuentra a escasos siete metros de la zona final de la Galería del Osario y podría interpretarse como una cavidad o zona de colapso de bloques que permiten la existencia de aire en el interior del subsuelo.

No obstante, los datos disponibles no permiten calcular su profundidad, y la morfología de las anomalías en sus terminaciones se encuentra influenciada por la falta de medidas a ambos extremos. Como consecuencia la morfología de la anomalía debe de interpretarse tan sólo en la zona de recogida de datos y no hacia los extremos del mapa que se presenta. Los datos complementarios recogidos durante la campaña de micro-gravimetría del año 2010 (Fig. 34) permitirán modelizar estas cuestiones.

## PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA SOBRE LA GALERÍA DEL OSARIO: METODOLOGÍA

La tomografía eléctrica nos proporciona información del subsuelo mediante la realización de perfiles de prospección en la que se introduce una corriente eléctrica al terreno mediante una serie de electrodos espaciados convenientemente. Los datos son recogidos por un resistímetro multicanal (IRIS Sycal Pro®) que registra la resistividad aparente del terreno a lo largo del perfil a diferentes niveles de profundidad. Por lo general cuanto menor es el espaciado de los electrodos menor es la profundidad de investigación que se alcanza, pero mayor es la resolución de las imágenes del subsuelo que se obtienen. Al contrario, a mayor espaciado de los electrodos mayor es la profundidad de investigación que se alcanza, pero menor es la resolución de las imágenes obtenidas.

Durante el año 2004 se realizaron 4 perfiles (P1-P4) sobre la zona de la Galería del Osario, con dirección N165°-170° E (ortogonales a la galería) y espaciados entre perfiles de 5 m (Fig. 34). Para cada perfil se dispuso un sistema de 48 electrodos con espaciado de 1 m y con dispositivo de muestreo polo-polo, que permite una mayor profundidad de investigación. Un quinto perfil (P5) se realizó transversalmente a los cuatro primeros N75°E a lo largo de la hombrera externa del polje de El Sidrón siguiendo el camino existente (Fig. 34). Para este último, se dispuso un sistema de 48 electrodos con espaciado de 3 m alcanzando una longitud de investigación de 141 m, y con dispositivos polo-polo y wenner. El uso de ambos dispositivos de muestreo permite, a mayor longitud de investigación, obtener información algo más detallada a mayor profundidad.

La transformación de las medidas de resistividad aparente en pseudo-secciones que representan la distribución de resistividades eléctricas en el subsuelo se realizó mediante el uso del programa RES2Dinv®. El método de inversión utilizado sigue un proceso de inversión por mínimos cuadrados que subdivide el interior del terreno analizado en secciones rectangulares bidimensionales de acuerdo al sistema de exploración utilizado (número de electrodos y espaciado de los mismos). Para un espaciado de 1 m, como ocurre en los perfiles P1 a P4, el interior del terreno se subdivide en secciones cuadrangulares de 1 x 1 m, permitiendo caracterizar estructuras de dimensiones métricas. La rutina de optimización de datos ajusta el modelo bidimensional de distribución de resistividades mediante sucesivas iteraciones, durante las cuales las diferencias existentes entre las resistividades aparentes medidas (sobre el terreno) y las teóricas calculadas (resultantes de la inversión) se van progresivamente reduciendo hasta ajustarse a un modelo

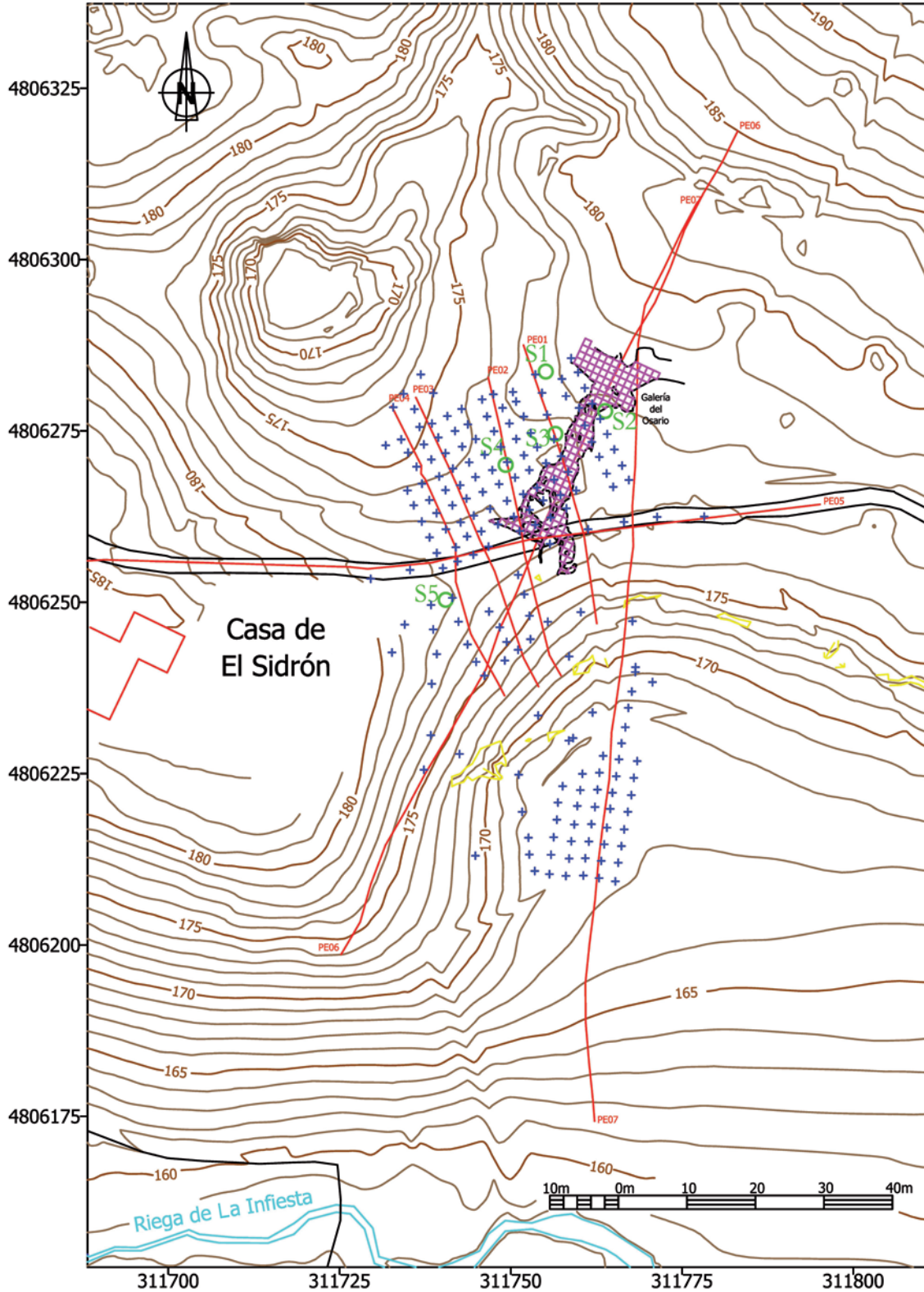


FIGURA 34: Levantamiento topográfico mostrando los datos procedentes de las sucesivas campañas de prospección geofísica realizadas sobre la vertical de la Galería del Osario. Las **cruces azules** representan la posición de las estaciones de gravimetría levantadas topográficamente durante las campañas de 2004 y 2010. Los **círculos verdes** indican la posición de los sondeos mecánicos realizados durante la campaña de 2006 (S1 a S5). Las **líneas rojas** representan la posición de las líneas de tomografía eléctrica realizadas en las campañas de 2004 (P1 a P5) y 2009 (P6 y P7). Las **líneas rosas** la posición de los perfiles eléctricos realizados en 2009. Los **polígonos amarillos** representan la posición de otros elementos cartográficos de interés, como son los afloramientos de conglomerados estratificados y en bloques sobre la zona terminal de la Galería del Osario cuya figura también se representa en el mapa.

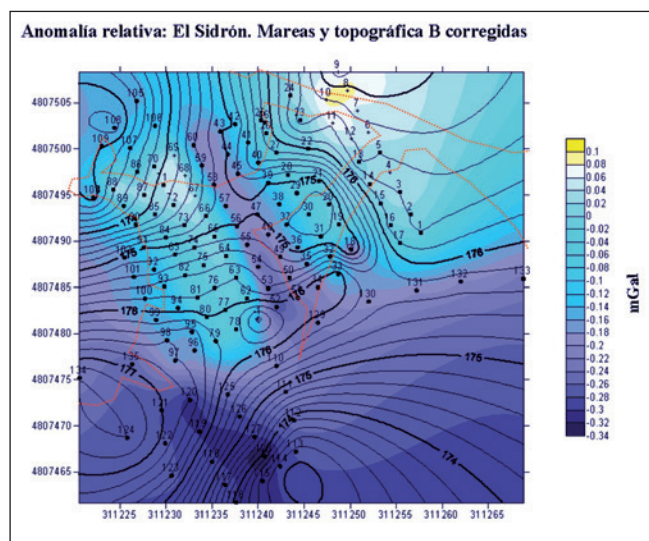


FIGURA 35: Mapa de anomalías gravimétricas relativas con corrección de mareas y topográfica B en relación con el contorno aproximado de la galería de El Sidrón cuyo perfil se resalta en color rojo. Datos procedentes de la campaña de toma de datos gravimétricos realizada durante el año 2004.

de distribución de resistividades en el subsuelo que pueda explicar las resistividades aparentes registradas.

Durante el año 2006 se realizaron cinco sondeos mecánicos en la misma zona de prospección (Fig. 34) con el fin de poder contrastar los datos geofísicos obtenidos con las litologías de conglomerados, areniscas, arcillas y rellenos detríticos que nos proporcionaron y ajustar los modelos geológicos del subsuelo realizados.

Durante el año 2009 se realizaron dos nuevos perfiles (P6 y P7) sobre la misma zona, que complementaron los realizados anteriormente. El perfil 6 se realizó exactamente sobre la vertical de la Galería del Osario con dirección N24°E (Fig. 34). El perfil 7, de dirección N-S, arranca desde la Galería Principal de la Cueva de El Sidrón bajando perpendicularmente hacia el sur por el borde norte del poljé de El Sidrón (Fig. 34) de forma ortogonal a la estructura geológica (estratificación) y geomorfológica (aterrazamientos).

En ambos casos se dispuso un sistema de 48 electrodos con espaciado de 3 m alcanzando una longitud de investigación de 141 metros, y con dispositivo de muestreo polo-dipolo, que permitió alcanzar una profundidad de investigación de hasta 30 metros según el espaciado interelectrónico utilizado. La inversión de datos para estos perfiles se realizó con el mismo *software* pero aplicando un método de inversión robusto con el fin de obtener una mejor definición sobre la geometría, profundidad y localización espacial de las anomalías. Los perfiles realizados en esta campaña alcanzaron una cota de penetración de

135 m (con fiabilidad de muestreo), lo cual nos situó por debajo de las cavidades cársticas a analizar (157 m). No obstante es necesario recordar que al utilizar un espaciado interelectrónico de 3 m la resolución del muestreo es aproximadamente de 3 x 3 m; en otras palabras las anomalías (cavidades o rellenos) por debajo de estas dimensiones no se encuentran caracterizadas por el análisis de prospección realizado.

## PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA SOBRE LA GALERÍA DEL OSARIO: INTERPRETACIÓN

La interpretación conjunta de los perfiles realizados en la campaña del 2004 permitió visualizar la zona del subsuelo investigada como una alternancia de materiales resistivos y menos resistivos buzando suavemente (<20°) hacia el NNO, que responden a los diferentes miembros de la formación terciaria de la Pudinga de Posada que contiene términos puramente conglomeráticos fuertemente cementados por cemento calcáreo (alta resistividad) y términos de areniscas más débilmente cementadas y normalmente sujetas a una importante meteorización (alteración) que les confieren una menor resistividad. Ambos materiales se encuentran afectados por una importante micro-carstificación superficial, cubiertas por formaciones superficiales cuaternarias de coluviones y depósitos de terrazas fluvio-cársticas fundamentalmente limo-arenosos con escasa proporción de arcillas, como se ha podido comprobar en las trincheras de exploración realizadas durante las campañas de 2008 y 2009 en la zona.

Aparte de estos materiales podemos encontrar rellenos de cavidades cársticas que darían señales con resistividad anómalamente bajas y cavidades cársticas que darían señales con resistividades anómalamente altas, debido a la resistividad de aire (infinita). Debido a que en la campaña de 2009 se aumentó la profundidad de penetración también se pudo detectar las calizas cretácicas (cenomanenses) que afloran en la margen sur del poljé de El Sidrón y que se sitúan en ligera discordancia angular bajo la Pudinga de Posada.

Los datos resultantes de la campaña de sondeos mecánicos realizada durante el año 2006 permitieron comparar los modelos de resistividades del subsuelo con los materiales geológicos que allí se encuentran. Esto permitió definir los intervalos de resistividades asignados a los diferentes materiales geológicos que afloran en la zona de prospección y por tanto refinar y mejorar los modelos geológicos resultantes (Fig. 36).

Las resistividades muy altas (por encima de los 2.500  $\Omega/m$ ) con pseudo-anchuras de hasta 4 m y desarrollos verticales más modestos se han interpretado como cavidades cársticas. Las resistividades altas (800-2.500  $\Omega/m$ ) se han

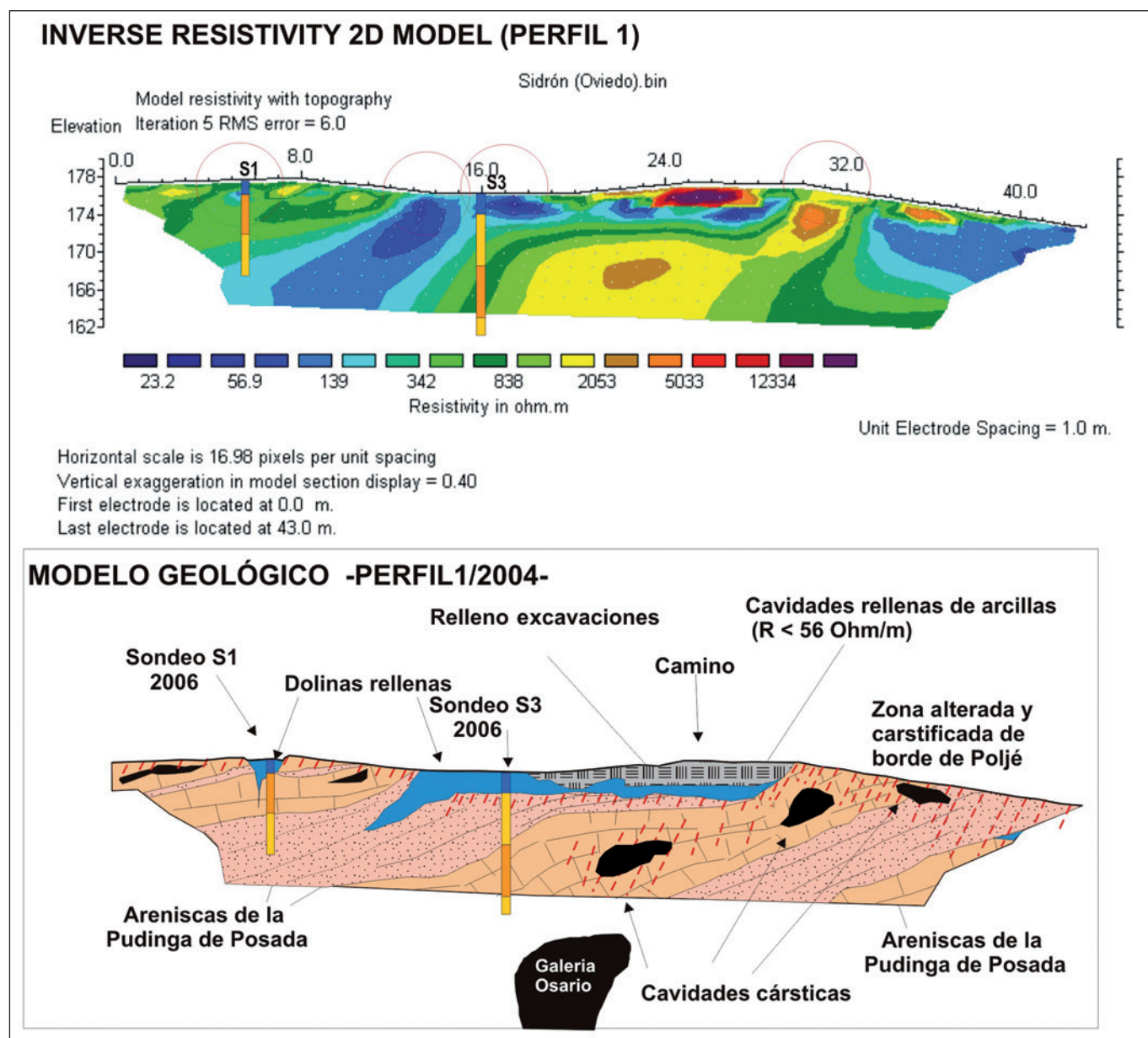


FIGURA 36: Comparación de resistividades y materiales geológicos aflorantes y testificados en sondeos mecánicos (2006). Ejemplo ERT inverse Model perfil 1 (año 2004). Las zonas marcadas por círculos rojos representan posibles conexiones de cavidades (rellenas o no) con la superficie actual del terreno, por tanto posibles rutas de acceso al interior del sistema cárstico. El perfil intersecta una serie de galerías cársticas de modestas dimensiones que se desarrollan a favor de los planos de estratificación de la formación de la Pudinga de Posada. La posición de los sondeos S1 y S3 realizados durante la campaña del 2006 se encuentran indicadas en la sección eléctrica. También se ha situado la posición que ocuparía la Galería del Osario por debajo de la sección eléctrica.

interpretado como los materiales conglomeráticos cementados correspondientes a la Pudinga de Posada (Fig. 36). Las resistividades intermedias (60-900  $\Omega/m$ ) se han interpretado como los materiales más arenosos, menos cementados y meteorizados, pertenecientes a la Pudinga de Posada. Éstos se encuentran a veces algo más meteorizados y su respuesta eléctrica podría confundirse con antiguos rellenos cársticos ligeramente cementados o bien con formaciones superficiales aluviales o fluvio-cársticas procedentes de la

remoción de los mismos. Las resistividades más bajas (< 60  $\Omega/m$ ) se han interpretado como rellenos típicamente cársticos, tanto en superficie (fondos de dolina y pequeñas chimeneas) como en el subsuelo (galerías sub-horizontales rellenas de limos, limos-arenosos y arcillas).

Las anomalías subsuperficiales de estas características responden en sus propiedades geoelectricas a rellenos cársticos arcillo-limosos poco o nada cementados. De los perfiles geoelectricos realizados en 2004 se pudo modeli-

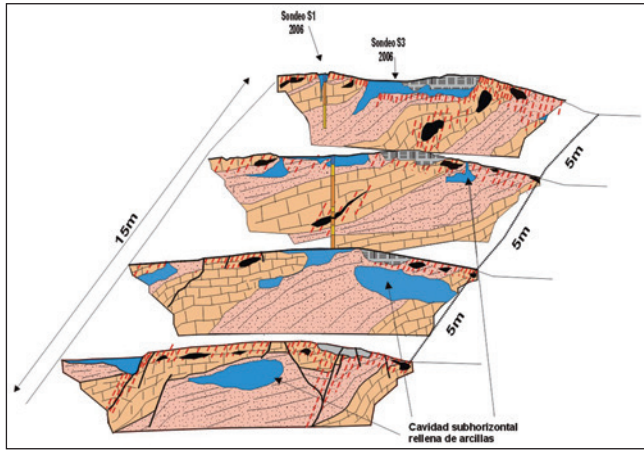


FIGURA 37: Secuencia de cortes geológicos resultantes de la interpretación de perfiles de tomografía eléctrica realizados en la campaña de 2004 mostrando las posibles relaciones entre las anomalías existentes en cada uno de ellos y los datos procedentes de sondeos mecánicos.

zar la geología situada entre la superficie del terreno y la vertical de la Galería del Osario (Fig. 37), extrayéndose las siguientes conclusiones:

1. Existencia de cavidades cársticas de pequeñas dimensiones, cuyos techos se encontrarían entre 6-4 m bajo la superficie del terreno. Las cavidades siguen los planos de estratificación y parecen prolongarse hasta la superficie del terreno en la zona del borde del poljé.
2. Todas las posibles cavidades identificadas se encuentran por encima de la Galería del Osario (Fig. 38).

Ésta no fue interceptada por los perfiles de tomografía eléctrica realizados en la zona, ya que la profundidad de investigación llegó a los 164 m de cota absoluta. Sin embargo, el techo de la galería debe de situarse a 160-162 m y su base a 156-157 m.

3. Existen rellenos superficiales asignables a depresiones cársticas tipo dolina o pequeñas chimeneas, pero ninguna presenta una penetración en profundidad que pueda alcanzar el techo de la Galería del Osario.

4. La parte final (SE) del perfil P4 identifica lo que podría interpretarse como una zona de colapso o desplome de la serie sedimentaria compuesta por la alternancia de conglomerados y areniscas, que coincide con la localización de la anomalía gravimétrica negativa comentada en apartados anteriores.

Los perfiles realizados durante el año 2009 (P6 y P7) nos permitieron refinar las observaciones realizadas anteriormente con el fin de implementar modelos geológicos de detalle sobre la vertical de la Galería del Osario (Fig. 34). El perfil 6, sobre la vertical de la galería siguiendo su misma dirección presenta una alternancia de resistividades interpretable como una alternancia de materiales resistivos (conglomerados) y materiales menos resistivos (areniscas) acordes a los datos geológicos de superficie y los procedentes de los sondeos mecánicos realizados durante la campaña de 2006 (Fig. 38).

No obstante en este perfil se advierte una importante anomalía de resistividades muy altas, de más de 2,500  $\Omega/m$  a la mitad del perfil que coincide con la posición de la anomalía gravimétrica detectada en 2004 y prácticamente

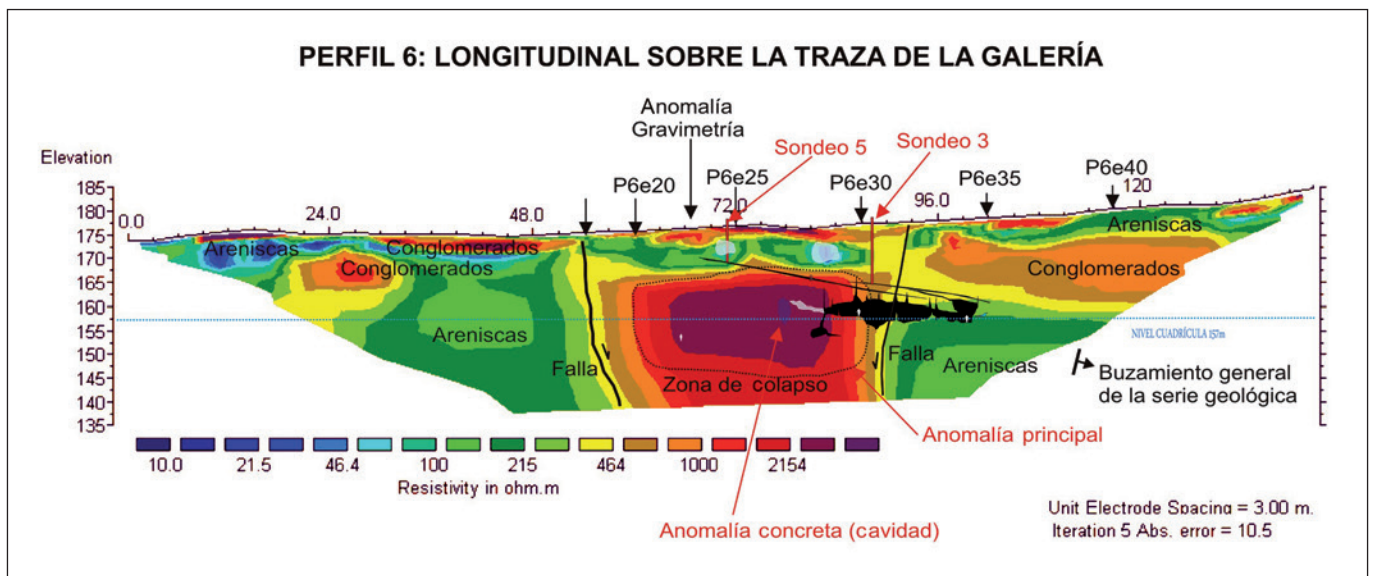


FIGURA 38: Modelo ERT del perfil 6 (imagen de inversión robusta) mostrando las características y anomalías más importantes detectadas. Para facilitar la información se ha proyectado el contorno de la Galería del Osario posicionada mediante levantamiento topográfico, así como los posibles sistemas de grietas o conductos interstratales deducidos. La dirección y posición del perfil pueden consultarse en la figura 34.

a la misma profundidad (8-9 m) a la que hubo que parar algunos sondeos mecánicos de la campaña de 2006, por la generación de filtraciones de agua sobre el yacimiento en el interior de la galería.

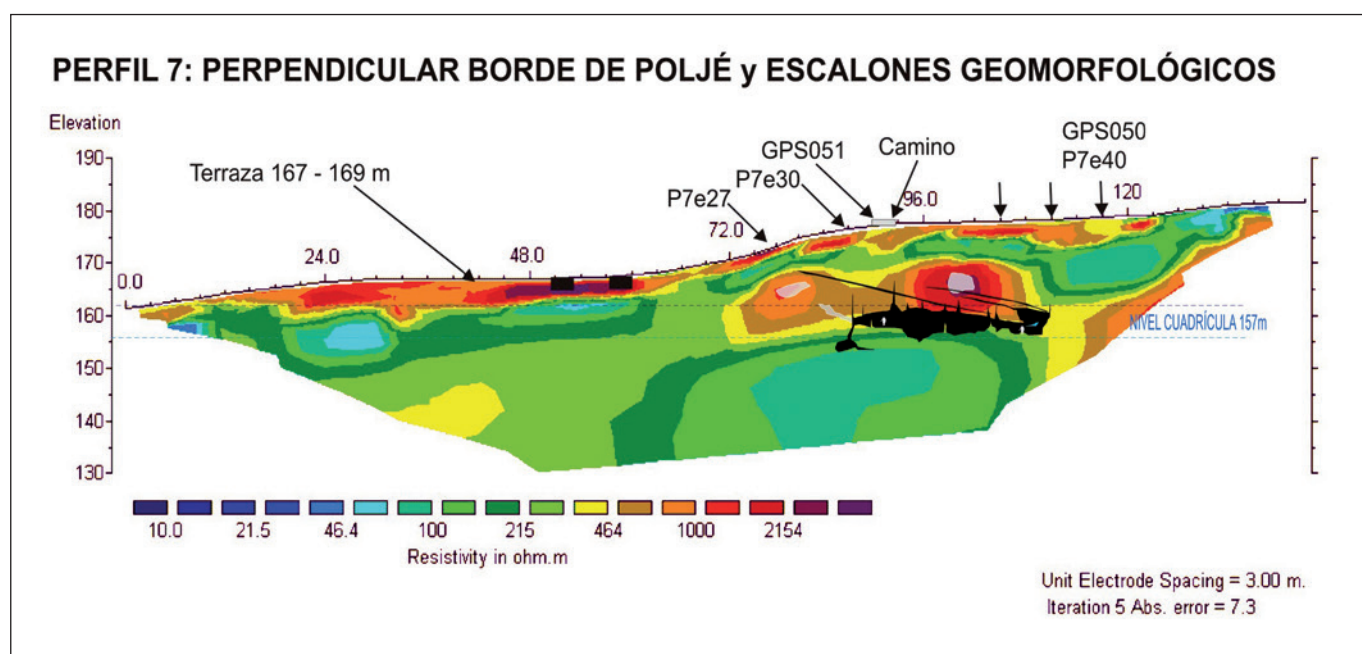
En la figura 38 se observa la existencia de una anomalía de valores por encima de los  $5.300 \Omega/m$  (Anomalía concreta) que podría representar una cavidad situada justo al final de la Galería del Osario separada tan sólo unos 6-7 metros del conducto final de la galería que se encuentra relleno y taponado por sedimentos. La anomalía se encuentra englobada en una anomalía general ( $>2.500 \Omega/m$ ) de mayores dimensiones, que podría responder a una zona colapsada de los conglomerados delimitada por un contraste de resistividades muy alto prácticamente verticales que pueden interpretarse como fallas gravitacionales. La existencia de pequeños huecos o cavidades rellenas de aire en la zona colapsada provocaría la anomalía positiva detectada.

Hay que tener en cuenta que debido al dispositivo de muestreo con espaciado intereléctrico de 3 m detalles inferiores a  $3 \times 3$  m son imposibles de visualizar en el modelo del subsuelo generado. El perfil también muestra cómo la Galería del Osario se desarrolla a favor de un contacto bastante nítido de resistividades que responde a un contacto entre conglomerados (arriba) y areniscas (abajo) de la formación de la Pudinga de Posada, así como

que la propia Galería del Osario se encuentra afectada por la falla, la cual atraviesa. Una investigación detallada en el interior de la cueva es precisa con el fin de caracterizar la citada falla.

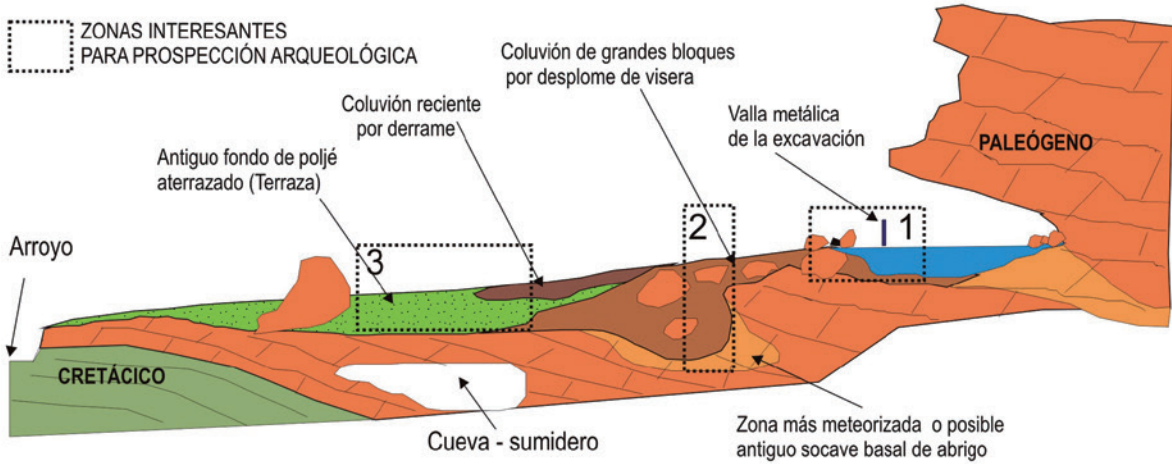
El perfil 7 se sitúa en la hombrera del poljé y revela datos importantes para poder relacionar la geología de la hombrera del poljé y los niveles geomorfológicos allí existentes con la situación de la Galería del Osario (Fig. 39). En él se observa como el contorno de la Galería proyectado sobre esta sección diagonal también se desarrolla a favor de un contacto geológico entre conglomerados y areniscas detectado por un nítido contraste de resistividades similar al registrado en el perfil 6 (Fig. 39). También el perfil muestra el suave buzamiento de la serie sedimentaria hacia el NO, ya que este perfil es prácticamente perpendicular al mismo.

La figura 39 muestra el desarrollo de dos pequeñas anomalías positivas por encima de la Galería del Osario, una en su prolongación hacia el sur y otra justamente situada sobre la vertical de la Galería en la zona del yacimiento arqueológico y antropológico. Ambas anomalías podrían responder a la existencia de cavidades. En concreto la que se sitúa sobre la zona de los yacimientos responde a la registrada en los perfiles eléctricos 1 y 2 realizados durante la campaña de 2004 (ver figura 37) situada a una cota

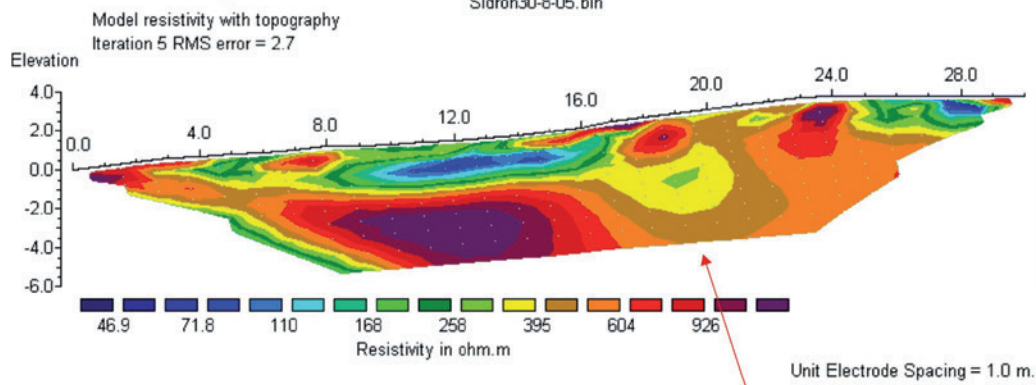


**FIGURA 39:** Modelo ERT del perfil 7 (imagen de inversión robusta) mostrando las características y anomalías más importantes detectadas. Para facilitar la información se ha proyectado el contorno de la Galería del Osario posicionada mediante levantamiento topográfico, así como los posibles sistemas de grietas o conductos interestratales deducidos. En ese caso el contorno de la galería se encuentra proyectado y abatido sobre el perfil realizado. No representa, pues, su posición real aunque sí su desarrollo longitudinal y posición altimétrica respecto a lo elementos del borde norte del poljé de El Sidrón.

Modelo geológico (Cabañina 1/05)

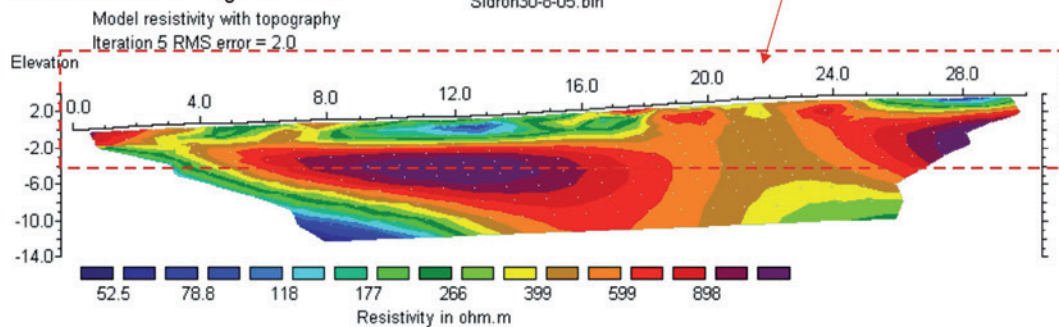


Perfil Cabañina 1/05 Polo-dipolo  
Profundidad de investigación 4 m



Horizontal scale is 24.33 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.61  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 30.0 m.

Perfil Cabañina 1/05 Polo-polo  
Profundidad de investigación 14 m



Horizontal scale is 24.33 pixels per unit spacing  
Vertical exaggeration in model section display = 0.28  
First electrode is located at 0.0 m.  
Last electrode is located at 30.0 m.

FIGURA 40: ERT inverse Models. perfil N° 1/05 Cabañina (dispositivos polo-dipolo y polo-polo), señalando las zonas más interesantes para la realización de futuras prospecciones arqueológicas.

de unos 165 metros a unos 17 m por debajo de la superficie del terreno en esta zona (178 m).

Este perfil no muestra la anomalía general detectada en el perfil 6 y, por tanto, se interpreta que nos encontramos ya fuera de la zona de colapso generalizado, de hecho en superficie se observan desplazamientos de hasta 4-6 metros entre los afloramientos aislados de conglomerados que se encuentran en la ladera del poljé y que pueden interpretarse como bloques individuales (Fig. 34). Éstos muestran marcadas diferencias de dirección y buzamiento tal y como se determinó durante la campaña de 2009.

Por otro lado el perfil 7 ilustra nítidamente la existencia de una cobertera sedimentaria que presenta altas resistividades. Como se ha comprobado por las trincheras de prospección realizadas durante el año 2009 estos materiales superficiales responden a materiales areno-limosos con poca arcilla y bastante secos que proceden de la remoción de la matriz meteorizada de las areniscas de la Pundinga de Posada. Estos rellenos sedimentarios poseen, por tanto, una resistividad elevada debido a la práctica ausencia de humedad en su interior.

Dado que las trincheras de prospección se encontraban abiertas en el momento de la realización de este perfil eléctrico que pasaba a escasos metros de éstas (Fig. 39) estas quedan dibujadas nítidamente, ya que dan lugar a un aumento puntual importante de las resistividades. En la figura 39 estas trincheras de prospección se han representado mediante rectángulos negros. La imagen del subsuelo obtenida en el perfil 7 muestra cómo estos sedimentos fosilizan una superficie de erosión (seguramente de garsificación) bastante plana, que se materializa a la cota de 164-162 m, prácticamente coincidente con las anomalías positivas (posibles cavidades) detectadas bajo la ladera del poljé. Este hecho podría indicar que el nivel de 164-162 metros podría representar un importante nivel geomorfológico en el desarrollo del sistema cárstico de El Sidrón, tan importante o más que el nivel de 180 metros sobre el que se desarrolla el borde de poljé. Por otro lado, los datos del perfil también muestran que esta superficie es fosilizada por un manto aluvial de no más de 4 metros de potencia, que da lugar a la terraza de poljé de 167 m.

### PROSPECCIÓN GEOELÉCTRICA DEL ABRIGO CÁRSTICO DE LA CABAÑINA: METODOLOGÍA E INTERPRETACIÓN

Durante los años 2004 y 2005 se realizaron un total de 3 perfiles de prospección geoeléctrica en la zona del abrigo cárstico de La Cabañina con el fin de valorar su potencial como posible yacimiento y obtener una imagen del subsuelo en la zona donde actualmente se produce la entrada del arroyo que drena la depresión cárstica en el

interior del terreno. Se dispuso un sistema de 31 electrodos con espaciado de 1 m, consiguiendo una longitud de muestreo de 30 m para todos los perfiles realizados en este sector. El diferente dispositivo de investigación adoptado en esta zona responde a las restricciones que impone el medio topográfico tan restringido de esta zona.

La figura 40 presenta la interpretación del perfil C1-05 basada en los datos recolectados durante las excavaciones arqueológicas que se realizaron en septiembre de 2004, así como en datos geológicos y geomorfológicos de detalle recolectados durante diferentes campañas. En este perfil lo más difícil de determinar es la extensión en profundidad de coluvión de bloques, ya que parece dibujarse la figura de un antiguo socave basal de un cantil o paleo abrigo.

El perfil muestra el dispositivo actual del abrigo cárstico situado a 160 m que en la campaña de excavación del año 2004 desveló su ocupación durante el Paleolítico superior, ofreciéndonos una imagen de lo que podría considerarse el modelo geológico que presentarían los accesos al interior del sistema cárstico en el nivel geomorfológico superior situado a 167 m previo al desarrollo del actual poljé.

### DATOS GEOLÓGICOS, GEOMORFOLÓGICOS Y GEOFÍSICOS: MODELO GEOLÓGICO INTERPRETATIVO

Los procesos de desplome a lo largo del borde norte del poljé de El Sidrón son patentes. En la actualidad éstos son un proceso activo en el entorno del Abrigo de la Cabañina en el extremo más oriental del mismo por donde se produce el sumidero de la red de drenaje actual del interior del poljé al sistema endocárstico. También son patentes los procesos de desplome más antiguos en la zona de la Entrada de la Tumba.

En esta zona los procesos de desplome se encuentran directamente relacionados con la superficie de erosión de 164 m y se encuentran parcial o totalmente fosilizados por los depósitos limo-arenosos relacionados con la construcción del nivel de terraza de 167 m. El conjunto caótico de bloques se puede observar en la rampa de acceso al interior de la cueva, que en el exterior queda fosilizado por los depósitos areno-limosos que construyen la terraza principal del poljé.

La zona exterior de la Galería del Osario se encuentra relacionada con el desarrollo del nivel de terraza de 167 m, y la ladera del borde norte del poljé que la conecta con el nivel superior a 180 m que delimita el cantil muestra claras evidencias geológicas de antiguos procesos de desplome actualmente casi totalmente cubierto por los depósitos de ladera más recientes (Figs. 34 y 41).

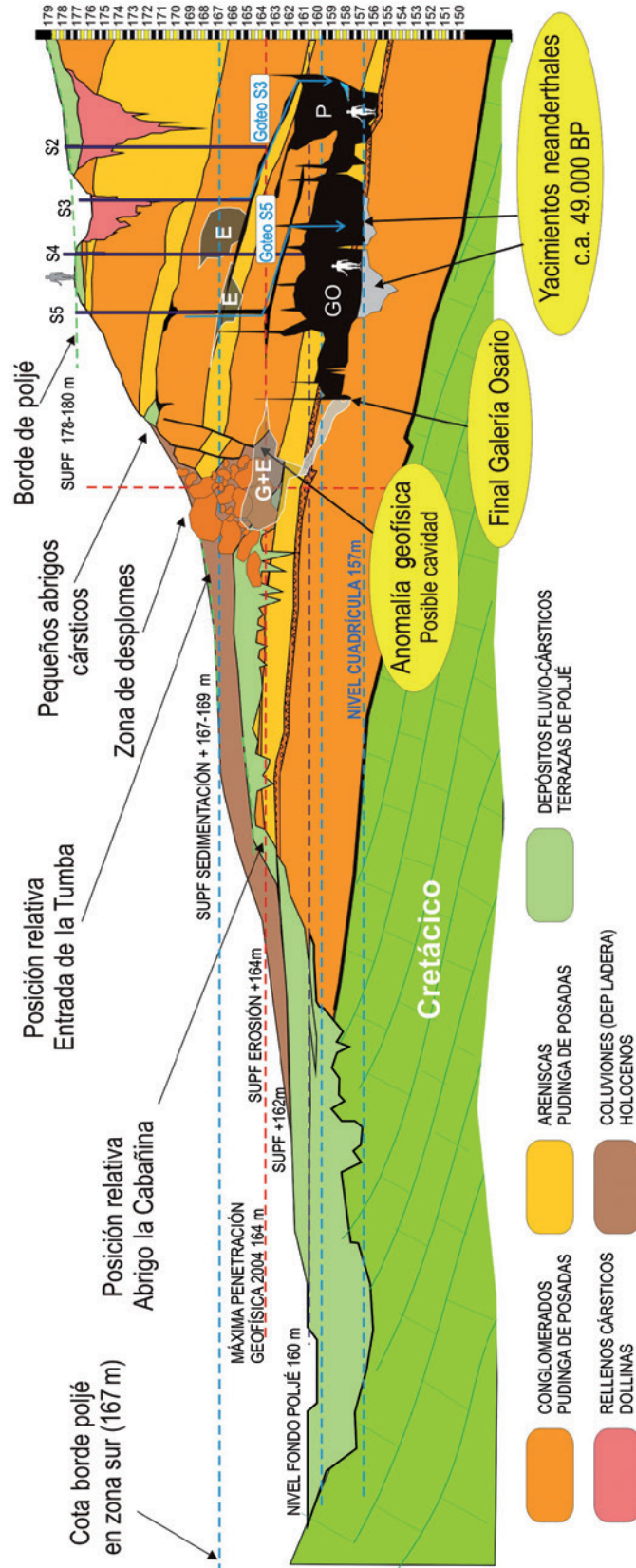


FIG. 41: Corte geológico interpretativo sobre la Galería del Osario. Se muestran las características geológicas y niveles geomorfológicos más importantes en relación a las anomalías geofísicas detectadas, sondeos mecánicos realizados y los perfiles de la Galería del Osario (GO) y Galería Principal de la Cueva de El Sidrón (P).

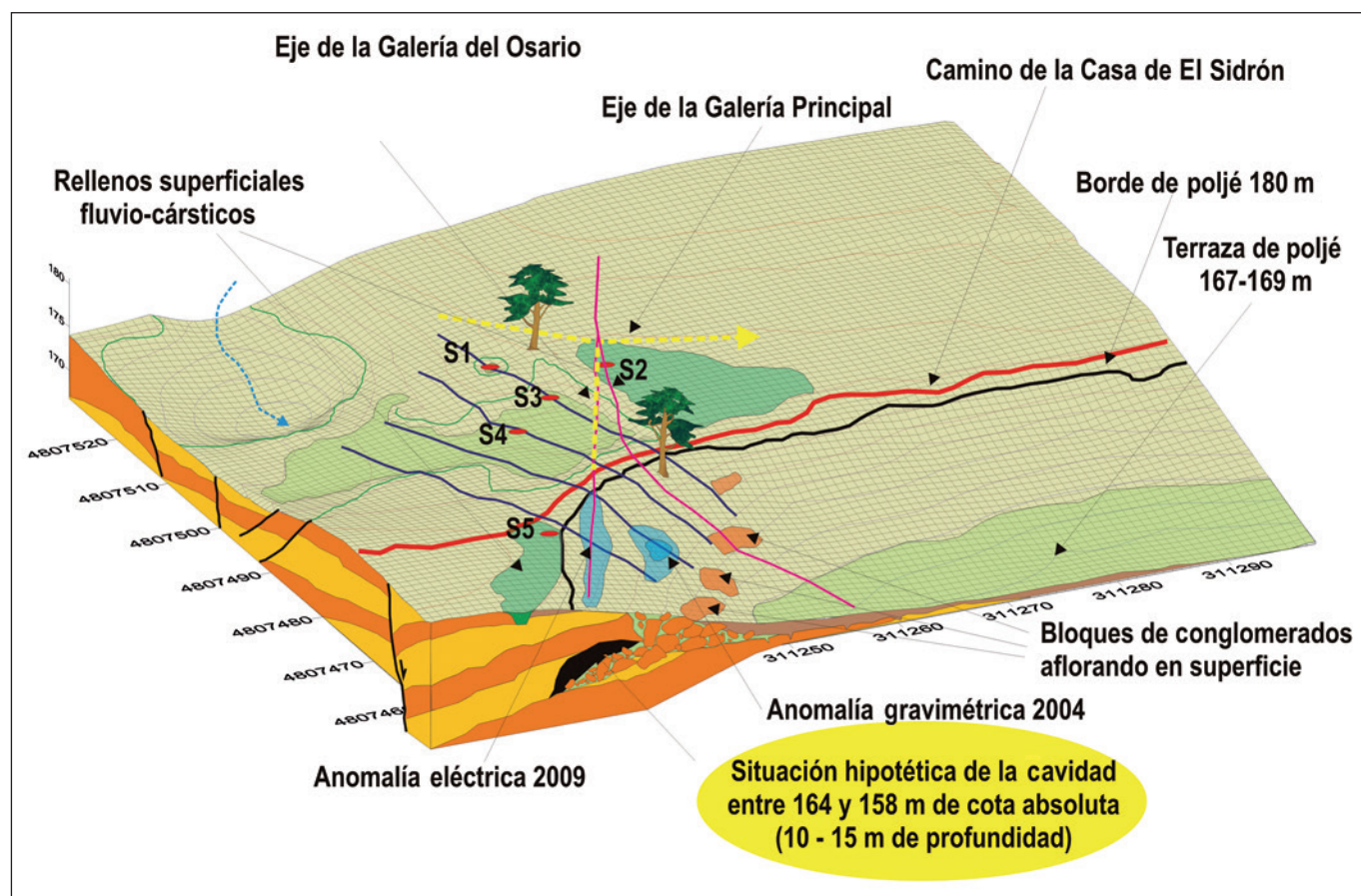


FIGURA 42: Modelo digital del terreno sobre la Galería del Osario. Se muestran las características geomorfológicas más importantes así como la posición de los perfiles de tomografía eléctrica realizados en 2004 (líneas azules) y 2009 (líneas rosas), y los sondeos mecánicos realizados en la zona durante la campaña de 2006 (círculos rojos). En sombreado verde se representan los rellenos superficiales más relevantes, mientras que los sombreados azules representan la posición relativa de las anomalías gravimétricas y eléctricas más importantes registradas en la zona. Los materiales geológicos representados en los laterales responden a conglomerados cementados (naranja fuerte) y estratos de areniscas (naranja pálido). Las posibles cavidades se representan en negro, las formaciones coluviales en verde (teraza de poljé) y en marrón (coluviones y derrames). También se ha representado la localización relativa de la posible zona colapsada (bloques) bajo la zona donde se observan los bloques de conglomerados aflorando en superficie. Vista desde el suroeste. Exageración vertical x 4.

Los levantamientos topográficos realizados para este estudio han permitido constatar que el nivel de terraza de la entrada de la Tumba y el del exterior de la Galería del Osario es el mismo (167 m). Podría interpretarse, que en la zona exterior de la Galería se habrían dado los mismos procesos. De hecho el conjunto de afloramientos de conglomerados en la ladera exterior a la Galería muestran buzamientos y direcciones bastante distintas entre sí y con la dirección y buzamiento general de la serie de conglomerados y areniscas de la Pudinga de Posada (Fig. 34).

Resulta razonable interpretarlos como una zona de colapso que en la actualidad se encuentra casi totalmente fosilizada por los aportes coluviales de la propia ladera y por el relleno sedimentario de la terraza de 167 m. Estos probables materiales de colapso podrían estar fosilizando por completo antiguas entradas al sistema cárstico tal

como se representan en el modelo geológico teórico de la figura 10. En esta figura se sitúan estas posibles cavidades de acceso que quedan teóricamente evidenciadas por la confluencia de anomalías geofísicas eléctricas y gravimétricas detectadas en las diferentes campañas de prospección realizadas.

De confirmarse este esquema la zona exterior de la Galería poseería unas características geomorfológicas similares a las que actualmente se registran en La Cabañina (Fig. 37) durante la construcción de la superficie de erosión de 162 m (encajamiento del sistema cárstico). Posteriormente tendría lugar un proceso de colapso que cerraría parcialmente la entrada o entradas allí existentes, para luego durante la fase de sedimentación correlativa a la formación de la terraza de poljé de 167 metros fosilizar en su práctica totalidad los depósitos de colapso y las posibles

entradas existentes. Ulteriormente, el sistema cárstico se encajaría de nuevo y la terraza de poljé del borde norte quedaría abandonada, sometándose la zona a procesos de lavado de ladera que terminan por regularizar la vertiente a su geometría actual.

Esta secuencia de procesos se observa claramente en la Entrada de la Tumba. Durante la construcción de la terraza de 167 m pudieron producirse aportes al interior del sistema cárstico, quizá relacionados con la formación de los yacimientos de neandertales. Durante la campaña de 2009 se muestrearon las trincheras de prospección arqueológicas (en concreto en el sondeo arqueológico 9 (Fig. 10) realizadas sobre la terraza de 167 m, para su datación por OSL (luminiscencia ópticamente estimulada). Las fechas resultantes, que arrojan edades comprendidas entre los ca. 6.800 y 7.900 años BP, nos indican que los materiales muestreados pertenecen a los depósitos de ladera que fosilizan los procesos de desplome y el desarrollo del nivel erosivo inferior a 162 m tal y como se representa en las figuras 41 y 42.

Como conclusión puede decirse que los trabajos topográficos geomorfológicos y de prospección geofísica desarrollados en el exterior del sistema cárstico de El Sidrón apuntan a la existencia de una cavidad cegada y enterrada por un proceso de desplome de grandes proporciones, que posteriormente ha sido fosilizada por aportes de ladera holocenos. La anomalía gravimétrica detectada indica que tal cavidad no está completamente rellena, ya que su valor negativo de  $-0,34$  mGal tendría que estar relacionado con un defecto de masa más o menos importante en el interior del terreno.

El hecho de que la anomalía gravimétrica sea prácticamente coincidente con la anomalía geofísica detectada en el perfil 6 a similar cota que la Galería del Osario (157 m) nos indicaría que tal cavidad se encontraría en la actualidad a un mínimo de 10 metros bajo la actual ladera del borde norte del poljé. Esta podría haber actuado como área fuente, de la cual procedieran los restos fósiles neandertales localizados en el interior de la Galería del Osario durante la elaboración de la fase erosiva (encajamiento) a 162 m relacionada con la posterior formación del nivel de terraza de 167 m, que posteriormente lo fosilizaría.

El dato prometedor es que la altimetría relativa de este nivel de terraza de poljé (+8-10 m) se relaciona en otros valles fluviales con tecnocomplejos líticos atribuibles al Paleolítico medio (i. e. Musteriense), como ya se ha mencionado al inicio de este capítulo. Este dato de cronología relativa relacionaría este nivel de terraza con los restos fósiles neandertales localizados en el interior de la Galería del Osario.

No obstante, aunque prometedores, los datos no son a fecha de hoy totalmente concluyentes, ya que la prospección geofísica ha desvelado la existencia de cavidades de menor rango sobre la vertical de la Galería del Osario, tal y como se ilustra en la figura 41, de las cuales también podrían proceder los restos fósiles. En cualquier caso, para resolver esas cuestiones es necesario realizar un acceso directo desde el exterior a cualquiera de estas posibles cavidades, lo que requiere unas labores de excavación y prospección geoarqueológica complejas y de grandes dimensiones.



## 4.4. LOS FÓSILES NEANDERTALES DE LA CUEVA DE EL SIDRÓN

**Antonio Rosas (1), Almudena Estalrich (1), Samuel García-Vargas (1), Antonio García-Tabernero (1), Markus Bastir (1), Rosa Huguet (2), Ángel Peña-Melián (3)**

(1) Grupo Paleoantropología, Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (2) IPHES, Unidad Asociada al CSIC, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. (3) Dpto. de Anatomía y Embriología Humana I, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

### INTRODUCCIÓN

#### LOS NEANDERTALES DE EL SIDRÓN EN UN CONTEXTO MUNDIAL

Antes de entrar en los múltiples aspectos que permiten abordar los fósiles neandertales descubiertos en la Galería del Osario de El Sidrón, parece conveniente ofrecer un marco general del estudio de los neandertales. Sobre este marco nos resultará más sencillo situar la importancia de la muestra de fósiles asturianos, así como las diferentes conclusiones que se van extrayendo de su estudio.

Los neandertales son un grupo humano fósil que ha despertado desde siempre el interés de la sociedad. En

1856, tres años antes de la publicación del *Origen de las especies* de Darwin (1859), aparecieron en una cueva del valle de Neander, cerca de Düsseldorf (Alemania), unos restos esqueléticos que vendrían a inaugurar una disciplina científica: la paleontología humana. Aún hoy, 150 años después de su reconocimiento, hablar de los neandertales implica evocar una paradoja que a muchos inquieta: ¿cómo comprender unos seres tan próximos a nosotros en algunos aspectos y sin embargo tan distintos en otros?

De un modo u otro, el estudio de los neandertales nos revela aspectos básicos de nuestra propia naturaleza. Nos permite responder al legado socrático del «conócete a ti mismo»; los neandertales nos ayudan a conocernos mejor.



FIGURA 43: Máxima dispersión geográfica conocida de los neandertales, estimada mediante la superposición de datos de diferentes edades. Los puntos corresponden a alguno de los yacimientos más representativos, extendiéndose considerablemente su rango geográfico, considerado hasta ahora como exclusivo de las regiones europeas y de Oriente Próximo.

Las noticias sobre los hallazgos e investigaciones de los neandertales nos han venido, las más de las veces, desde el exterior. Países como Francia, Gran Bretaña, Alemania o Italia han aportado durante décadas hallazgos y descubrimientos que, aunque cambiantes en ocasiones, mantenían vivo el interés por la cuestión. Durante largas décadas, desde España, las diferentes generaciones de estudiosos e interesados se han visto obligadas, en buena parte, a leer y a ver desde lejos a esos seres enigmáticos y sus noticias.

En los últimos 30 años se ha despertado en nuestro país una auténtica corriente de trabajo y pensamiento, una especie de revolución pendiente, que nos ha puesto al día de todo ese desfase secular en el estudio de la evolución humana. Los descubrimientos de la Sierra de Atapuerca (Burgos), con antigüedades comprendidas entre 1,2 millones de años y unos 300.000 años, han catapultado el interés nacional e internacional por la evolución humana hasta cotas inéditas en nuestra historia.

Y sin embargo, a pesar de estos hallazgos, nos faltaban buenos fósiles de neandertales con los que poder asomarnos al mundo. El descubrimiento de El Sidrón en Asturias representa la mejor colección de fósiles neandertales jamás encontrada en la Península Ibérica y está sirviendo para que la ciencia y la sociedad española intervengan como primeros actores en el escenario internacional del estudio de la evolución humana y en particular en el estudio de los neandertales. Es una colección de fósiles de una gran importancia y ocupa hoy en día un lugar destacado entre los yacimientos de neandertales (Fig. 43). Con su estudio, vamos a emprender un viaje imaginario a la paleobiología de un grupo de neandertales que vivió en las faldas de las montañas del Suevo hace unos 49.000 años. Vamos a indagar en la historia natural de unos seres humanos pertenecientes a una especie humana próxima pero distinta a la nuestra, y de cuyos restos esqueléticos queremos aprender lo más posible acerca de cómo eran, de qué linaje descendían, qué testimonios de su vida han quedado registrados en su esqueleto y cuál fue su último destino.

## LOS FÓSILES HUMANOS DE LA GALERÍA DEL OSARIO

Quizás el aspecto más sobresaliente de la colección de restos humanos de la Galería del Osario reside en su número. Hasta la campaña de 2010 el número de restos recuperados asciende a los 2.018. Una cifra muy elevada que, en sí misma, es un dato revelador.

Se han recuperado en el yacimiento de El Sidrón piezas anatómicas muy completas, entre las que destacan cuatro mandíbulas, dos maxilares, multitud de dientes, algún fragmento craneal, diferentes huesos del brazo y de la pierna, incluyendo gran cantidad de falanges y huesos del

PARTE ANATÓMICA	Nº RESTOS
Cráneo	182
Diente	183
Costilla	186
Clavícula	6
Coxal	13
Escápula	18
Esternebra	2
Falange	197
Fíbula	7
Hioides	1
Hueso plano	3
Húmero	38
Radio	21
Fémur	48
Carpal	36
Tibia	66
Hueso largo	159
Mandíbula	16
Maxilar	6
Metatarso	48
Metacarpo	58
Rótula	9
Tarsal	49
Ulna	38
Vértebra	87
Indeterminado	540
TOTAL	<b>2.018</b>

TABLA I: Número de fósiles por parte anatómica recuperados en la colección de El Sidrón.

carpo y tarso, entre otros muchos. En la tabla I podemos ver la representación total de elementos (Fig. 44).

Sin embargo, conviene también resaltar la presencia en la colección de un buen número de pequeños trozos de hueso que apenas sí permiten su identificación anatómica. Todos ellos reciben, al margen de su tamaño, su propio número, ya que, metodológicamente, se entiende por «resto» cualquier fragmento óseo que se recupera en el proceso de excavación. Por tanto, la cifra comentada de 2.018 restos que componen la colección de El Sidrón incluye tanto elementos anatómicos completos y bien conservados, como restos esqueléticos de menor entidad y en diferentes estados de conservación. Resaltemos que cada categoría de restos aporta una valiosa información, aunque en cada caso de diversa índole.



FIGURA 44: Mandíbulas procedentes de la Galería del Osario.

A pesar de lo reducido del yacimiento, éste presenta una elevada heterogeneidad espacial como ya ha sido tratado en el capítulo correspondiente. Tal circunstancia determina una conservación excelente en algunas piezas, otras están muy fragmentadas como consecuencia directa de los procesos a los que han sido sometidos en su historia tafonómica (procesos implicados en la fosilización), y hay también ejemplos de huesos que han sufrido deformaciones plásticas que alteran su anatomía original.

Otros dos aspectos sobresalen en relación al estado de conservación. Por un lado, muchos de los restos se encuentran recubiertos de unas costras calcáreas que impiden su observación directa y que exigen un proceso de restauración. Por otro lado, el índice de fragmentación es muy elevado. Paradójicamente, lo que desde el punto de vista de los estudios anatómicos supone un grave problema al estar ausentes o mal conservadas regiones anatómicas relevantes,

desde el punto de vista de la comprensión de los modos de vida, el comportamiento y la esfera conceptual de los neandertales, el estado fragmentario de los huesos aporta una fuente de información importantísima. La razón de esto reside en que un elevado porcentaje de la fracturación ósea de los huesos humanos fue producida por los propios neandertales. Hay evidencias muy sólidas en El Sidrón de episodios de antropofagia, cuya práctica incluyó la fracturación de los huesos de los neandertales por los propios neandertales, posiblemente con el fin de extraer el tuétano o médula ósea, muy nutritiva. Este importante aspecto será tratado más adelante.

Un segundo asunto de interés en la muestra de El Sidrón estriba en el hecho de estar representadas todas las regiones esqueléticas, tal y como vimos en la tabla 1 (Figs. 45 y 46), incluidas algunas tan singulares y escasas en el registro fósil como el hueso hioides. El esqueleto axial,

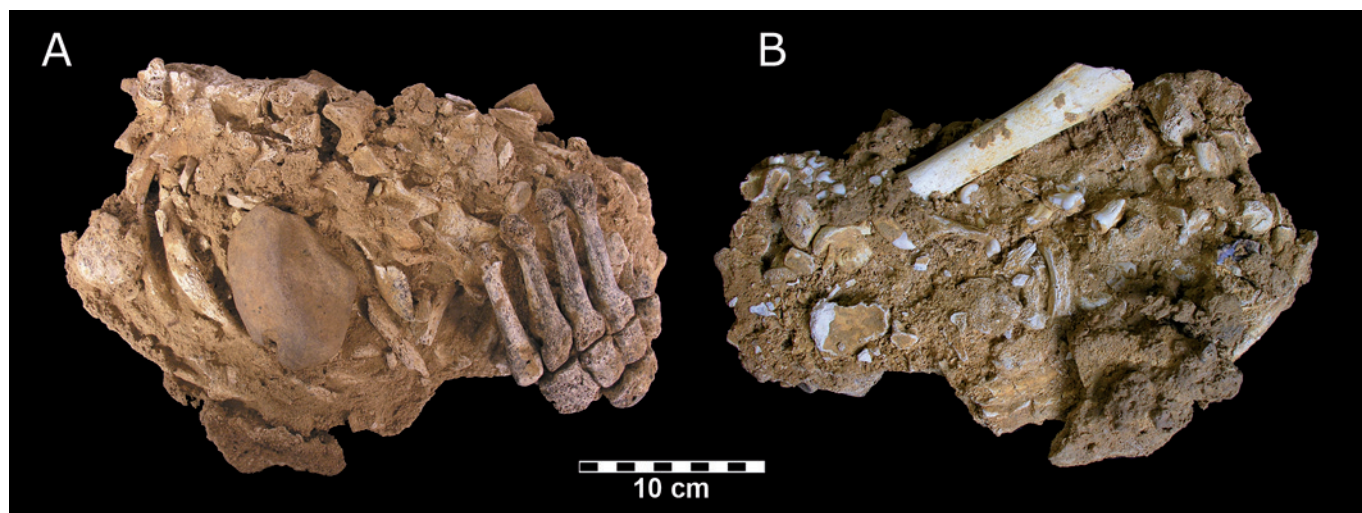


FIGURA 45: Bloque de sedimento concrecionado con fósiles de neandertales (SD-437). A la derecha de la parte A se ven los huesos de un pie izquierdo neandertal en conexión anatómica; y en la zona superior derecha de la parte B se pueden apreciar las vértebras y costillas de parte de una caja torácica. Incluidos en la matriz cementada existen multitud de dientes y otros huesos. Foto Javier Fortea.

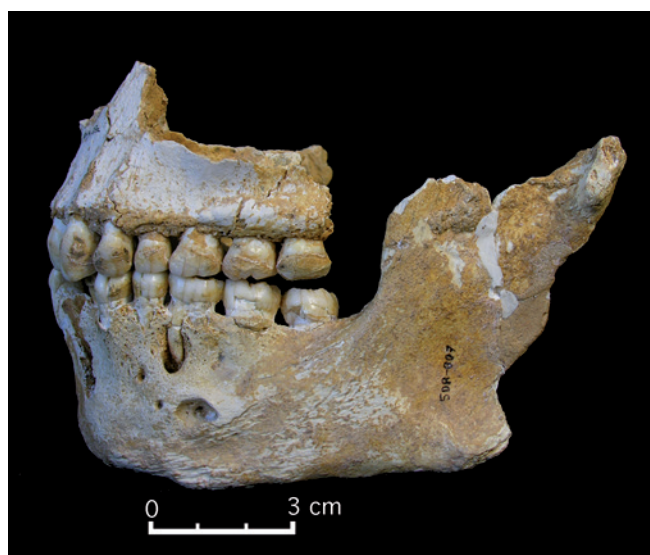


FIGURA 46: Vista lateral de una mandíbula y un maxilar de El Sidrón en conexión anatómica.

constituido por vértebras y costillas, se encuentra bien representado. Hay restos de cinturas escapular y pelviana, si bien en un número más bajo del que cabría esperar y cuyo significado tendremos que desvelar. La extremidad superior se halla bien representada por varios húmeros, cúbitos (ulnas) y radios bastante completos, y existe a su vez un gran número de falanges de mano y huesos de la muñeca. Igualmente se han rescatado en el yacimiento un buen número de fragmentos de los huesos de las piernas, con fémures, tibias y peronés (fibulas), aunque su estado de conservación parece más fragmentario. La conservación

de los huesos del pie, incluidas las minúsculas falanges distales de los dedos, es también buena. En definitiva, a la luz de estos datos, sabemos que en el yacimiento se ha conservado buena parte del esqueleto de diferentes individuos neandertales, si bien no se han recuperado en la excavación esqueletos completos. La región craneal está también presente, si bien con menos restos de los esperados, muy fragmentados y con zonas prácticamente ausentes (esqueleto facial). Este patrón está seguramente relacionado con el tratamiento antrópico (canibalismo) de los cráneos, como se verá más adelante.

#### RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN

Para poder desarrollar una investigación completa de los restos paleontológicos es necesario un tratamiento previo de restauración y conservación (Fernández-Cascón, 2009). El objetivo prioritario del trabajo de restauración consiste en la eliminación de las concreciones calcáreas sin dañar la superficie de los restos fósiles (Fig. 47), la cual será analizada en posteriores estudios tafonómicos y microestructurales.

La problemática de conservación y restauración hallada en la Cueva de El Sidrón es una situación frecuente en gran parte de los yacimientos arqueo-paleontológicos en cueva. El entorno sedimentario donde se encuentran enterrados los restos óseos ha dado origen a la formación de concreciones generalizadas sobre la superficie del hueso que, aunque estables, impiden la observación del material para su investigación. En el caso concreto de El Sidrón, se diferenciaron distintos tipos de costras: arcillas de gran dureza y sonido cristalino; concreciones laminadas inter-



FIGURA 47: Vista anterior del maxilar SD-1427 antes de ser restaurado (izquierda), y tras su restauración (derecha), que consistió principalmente en la eliminación de la concreción por métodos mecánicos.

mitentes; formas lobulíticas; y concreciones muy duras y adheridas a la superficie (Fig. 48). El proceso de extracción de estas concreciones es lento y costoso, dada su dureza y adherencia y la precaria conservación de los fósiles que se muestran deleznable, fracturado, agrietado, laminado y altamente deshidratado. Tras diferentes ensayos metodológicos se llega a la conclusión de que el mejor método para retirar las costras calcáreas es el uso del vibroincisor, que permite la retirada controlada, precisa y dirigida de costras de dureza elevada.

En el proceso de conservación, considerando el carácter interdisciplinar que el proyecto de El Sidrón implica, se optó por un tratamiento restrictivo en cuanto al uso de consolidantes y disolventes no compatible con los métodos científicos a los que serán sometidos con posterioridad: dataciones radiométricas, microscopía, análisis moleculares, etc. Eventualmente, se emplean consolidantes cuya reversibilidad haya sido probada y sólo en aquellos casos en que las piezas presentan una inestabilidad acusada. Es prioritaria una conservación preventiva frente a los procesos de restauración por medio de un estricto control ambiental y un acondicionamiento adecuado de los embalajes.

#### PALEONTOLOGÍA VIRTUAL APLICADA A LOS FÓSILES DE EL SIDRÓN

Entre las diferentes metodologías y técnicas que se están usando actualmente en la investigación paleoantropológica de El Sidrón, es destacable por su potencial la conocida como antropología virtual. Este conjunto de técnicas tienen su origen en el entorno médico de exploración por imagen basada en escáneres de rayos x principalmente (tomografía computerizada), que está siendo

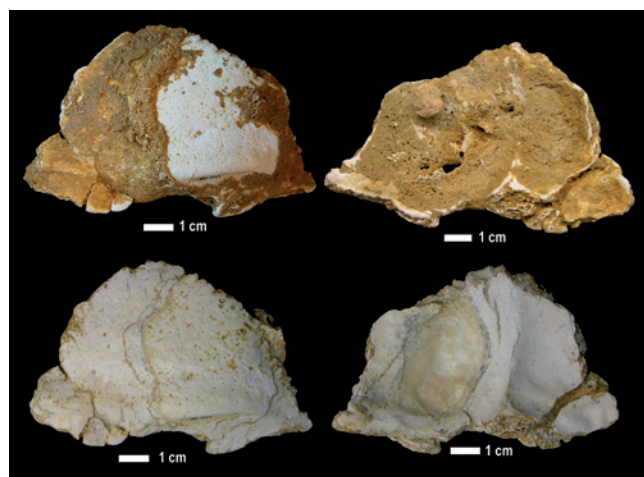


FIGURA 48: Restauración de un hueso occipital. **Arriba:** Sin restaurar, en vista posterior y anterior. **Abajo:** Restaurado. Nótese como el sedimento concrecionado ocultaba importantes detalles de la cara endocraneal.

ampliamente usada con éxito en otras muchas disciplinas científicas. Hoy en día además se están incorporando a la paleontología virtual otras fuentes de examen, desde las ya bien conocidas como la resonancia magnética, hasta otras punteras como la basada en los aceleradores de partículas (sincrotrón).

La idea básica que subyace en la antropología virtual es la de poder convertir un objeto real en un objeto virtual, es decir traspasar el fósil al ordenador, con las posibilidades que presenta este entorno informático. Para ello se aprovecha la capacidad de penetración en la materia que tienen determinadas radiaciones electromagnéticas (el tipo más adecuado en Paleontología serían los rayos x), así como la

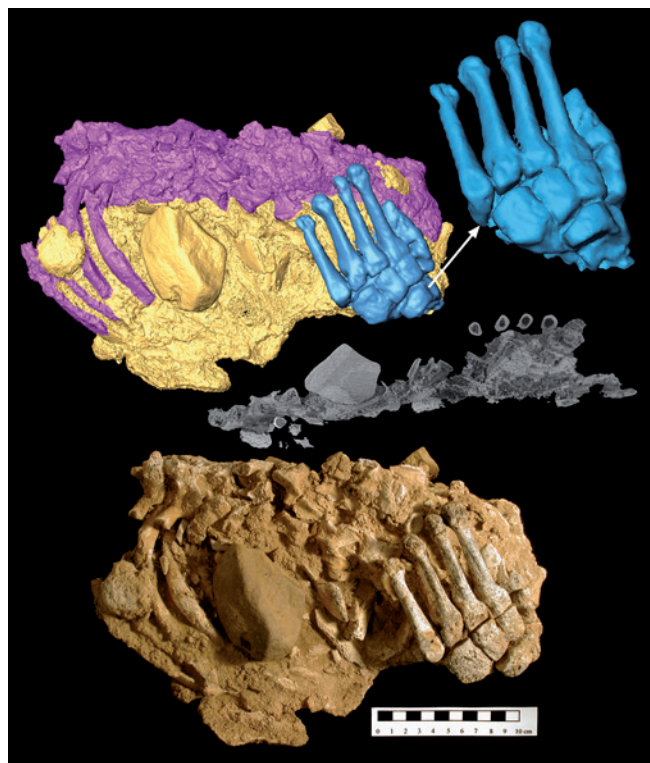


FIGURA 49: Excavación virtual del bloque SD-437. **Abajo:** El bloque real, con numerosos huesos englobados en sedimento concrecionado. **Medio:** Corte de tomografía computerizada. **Superior:** El bloque virtual donde se ha separado por segmentación una columna vertebral (rosa) y parte de un pie (azul).

posibilidad de recoger, diferenciar y representar esta radiación una vez ha atravesado un objeto, radiación que habrá resultado modificada, dada la absorción diferencial de rayos x en función de la densidad de la materia que atraviesa.

Estos datos son interpretados y traducidos a imágenes, que serán el material básico de trabajo en el entorno virtual. A partir de ellas es posible tanto examinar la anatomía interna como generar un modelo tridimensional del objeto escaneado, un clon virtual susceptible de ser manipulado, estudiado y analizado de numerosas maneras. Las posibilidades de trabajo con el espécimen fósil una vez estamos en este medio, basadas en *software* especializado, son innumerables; y aumentan cada día en la misma medida que las aplicaciones informáticas, que cada vez presentan mayores y más potentes prestaciones. Es importante resaltar que un objeto de estudio único y habitualmente frágil como es un resto fósil puede ser ampliamente estudiado, incluso en aspectos ocultos en la realidad como es su anatomía interna, sin sufrir así ningún daño derivado de su manipulación.

La posibilidad que ofrecen estas técnicas virtuales de combinarse con otras metodologías es un aspecto posi-

tivo en la aplicación de las mismas, por ejemplo con la morfometría geométrica, conjunción que está dando interesantes frutos en el estudio y el análisis de los restos de este yacimiento.

La antropología virtual aplicada a los restos de El Sidrón está posibilitando nuevos aspectos en su investigación. Entre otros podemos citar como ejemplos la excavación virtual de restos óseos englobados en sedimento concrecionado (Fig. 49), la reconstrucción científica de partes perdidas en un resto óseo, especialmente basándose en el principio biológico de simetría bilateral, o la corrección de determinadas deformaciones, lo cual hace posible la reconstrucción de unidades con entidad anatómica superior al propio hueso aislado (Fig. 50). Así se ha hecho con determinados fragmentos craneales (restos de los huesos frontal, parietal y occipital) para tener una aproximación a un hipotético cráneo neandertal de El Sidrón, usando conjuntamente técnicas de morfometría geométrica.

Es también relevante el estudio de la anatomía interna de estructuras particularmente difíciles de observar como es el oído interno, examinado en varios restos de hueso temporal de El Sidrón, así como la posibilidad de reconstrucción de determinadas partes de tejido blando (sistema de drenaje venoso y lóbulos occipitales del encéfalo) (Fig. 51).

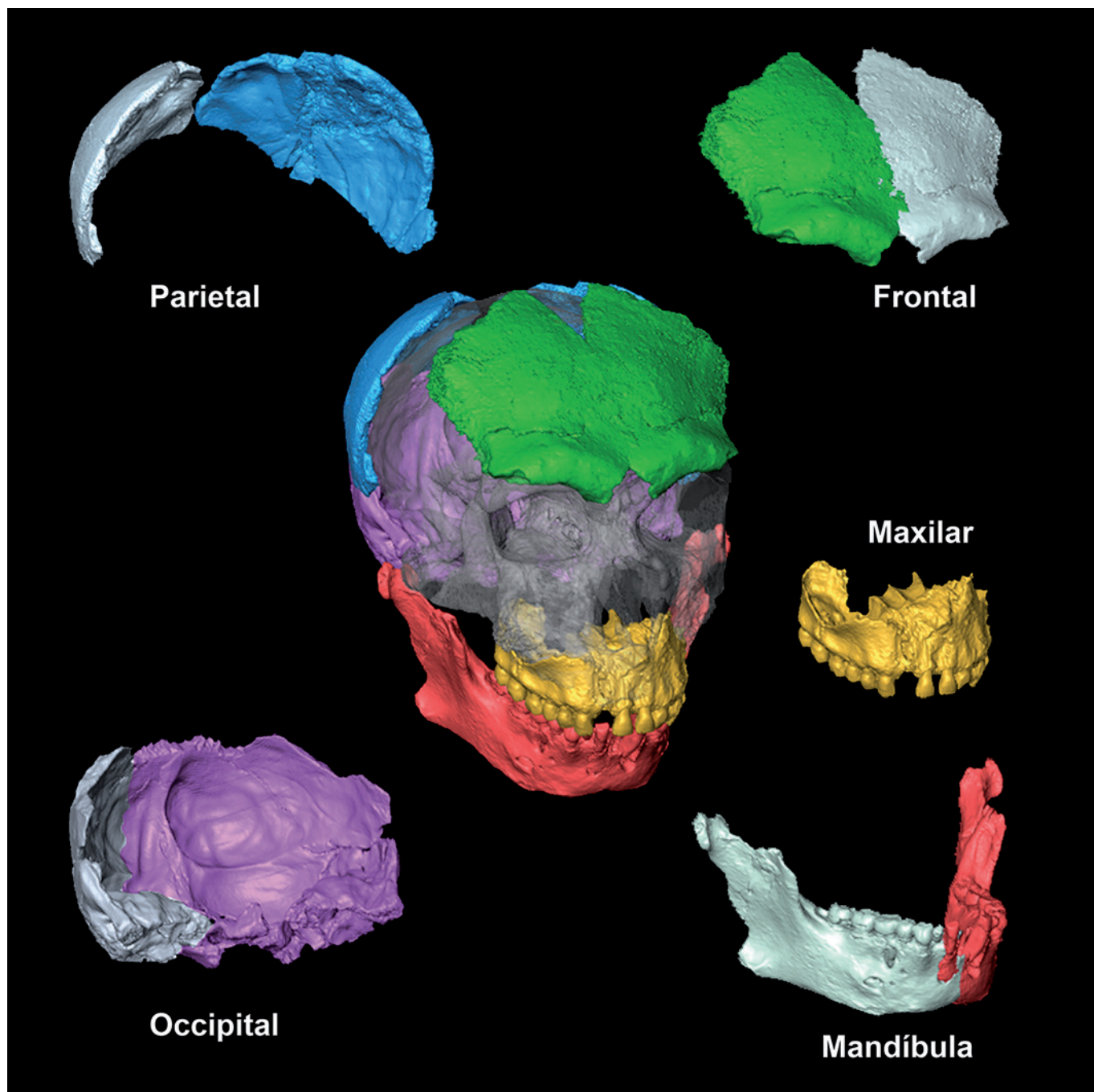
Para finalizar, salimos de este mundo virtual de nuevo al mundo real a través de la creación de réplicas de los originales mediante diversas técnicas de prototipado rápido. A diferencia del proceso manual de creación de réplicas, mediante las máquinas de prototipado rápido, al basarse en los modelos 3D de los restos fósiles, es posible generar tanto el objeto singular como el producto fruto de su estudio, con las modificaciones oportunas (con sus partes ausentes reconstruidas o ensambladas, a diferente escala, partes ocultas de su anatomía, etc.). Estos nuevos restos neandertales de El Sidrón así creados asumen nuevas facetas, desde su valor expositivo hasta su reentrada en el circuito científico para nuevos estudios.

## MODELO EVOLUTIVO

A continuación responderemos a la pregunta de por qué decimos que los individuos de El Sidrón son neandertales y en qué basamos esta afirmación.

### CLASIFICACIÓN DE LOS RESTOS HUMANOS DE LA GALERÍA DEL OSARIO

La razón para esta afirmación procede de multitud de evidencias anatómicas y morfológicas. Todos los caracteres típicos y características de los neandertales se detectan en



**FIGURA 50:** Ensamblado y reconstrucción por ordenador de un cráneo neandertal a partir de restos óseos aislados de El Sidrón. El proceso se compone de varias fases: limpieza virtual, duplicación de partes simétricas, reconstrucción, escalado y montado.

las diferentes regiones anatómicas de los restos de El Sidrón. Un breve repaso a la constitución física de los neandertales será suficiente para sostener nuestra afirmación a la vez que permitirá entender mejor el lugar que ocupan los neandertales de El Sidrón en un contexto evolutivo amplio.

Al hablar de caracteres morfológicos, frecuentemente se distingue entre los caracteres craneales, es decir aquellos

rasgos anatómicos que se localizan en la cabeza (cráneo), y los caracteres postcraneales, es decir, los rasgos propios del tronco y de las extremidades. En la cabeza, los neandertales desarrollaron un gran cerebro, cuyo volumen alcanzó los 1.400-1.600 cm<sup>3</sup>, superior incluso al de nuestra especie, que tiene una media de unos 1.350 cm<sup>3</sup>. Este gran cerebro de los neandertales era, no obstante, de una forma algo distinta de la nuestra, siendo más alargado y aplanado.

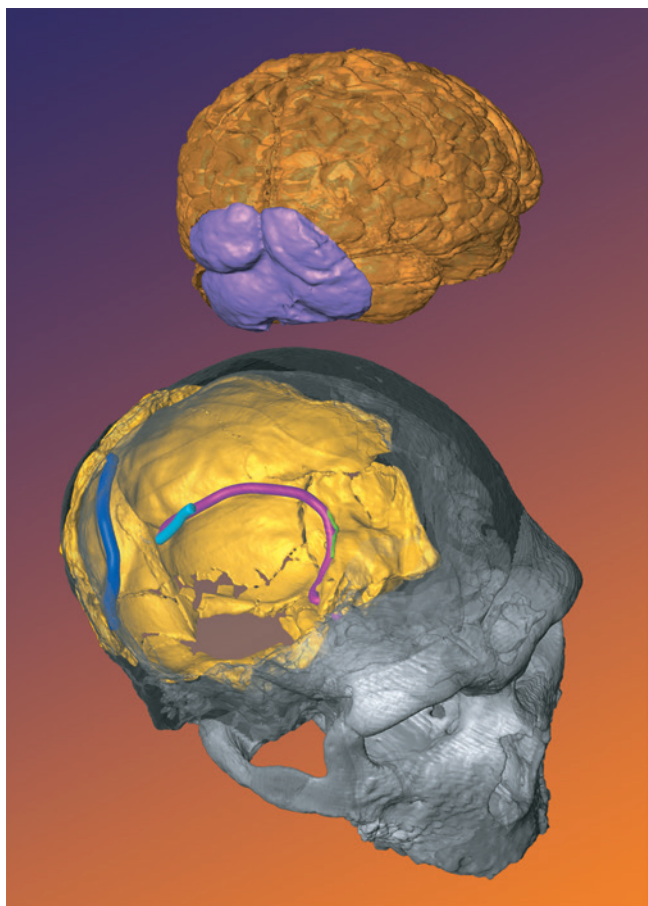


FIGURA 51: Técnicas de antropología virtual aplicadas a los restos craneales de El Sidrón. En la imagen inferior, un fragmento de occipital (posicionado anatómicamente en un cráneo) con parte de su sistema de drenaje venoso craneal; en la superior, reconstrucción de los lóbulos occipitales del mismo occipital, situado igualmente en un encéfalo.

Consecuentemente, los huesos de la bóveda craneana se configuraron para alojar este peculiar cerebro, de modo que presentan una serie muy típica de rasgos, tales como la forma en bomba de los parietales (forma redondeada), el llamado «chiñón» de los occipitales o la muy afamada fosa suprainiaca. Todos estos caracteres los podemos ver en la figura 52.

Desgraciadamente, aún no se han recuperado restos bien conservados de parietales en El Sidrón, de modo que aún no hemos podido ver la famosa forma en «bomba» del típico cráneo neandertal. Sin embargo, los magníficos restos de occipital recogidos en la campaña de 2005 muestran un más que alargado «chiñón» (una especie de abultamiento de la zona de la nuca) y una bonita y característica fosa suprainiaca, que podemos ver también en la figura 52.

El hueso temporal, llamado así por ser el primero donde aparecen las canas, en la zona de las sienes, es muy

ilustrativo en su anatomía, por ser un hueso que adopta la anatomía típicamente neandertal muy al final del largo proceso evolutivo que comentaremos en el próximo apartado. La reducción de las apófisis mastoides (justo detrás de las orejas) y una articulación temporomandibular muy plana (donde encaja la mandíbula) son buenos testigos de este cambio postrero y visible en los fósiles de Borines.

Pero sin duda las modificaciones evolutivas más claras y sintomáticas del linaje de los neandertales las encontramos en el esqueleto de la cara y la mandíbula. Éstos desarrollaron, muy al principio de su andadura evolutiva, un singular proceso morfológico denominado «prognatismo medio facial». Este proceso morfológico consiste en un adelantamiento de la región nasal y zona media de la frente (el entrecejo), asociado a un resalte de los pómulos que resulta de una acentuada neumatización de las cavidades internas de la cara (para entendernos, los huesos de la cara se inflan desde dentro). Todo este fenómeno se acompaña también de un adelantamiento de los dientes anteriores (los incisivos y los caninos), tanto los del maxilar (dientes de arriba) como los de la mandíbula. El resultado es una cara única en la evolución humana. En El Sidrón aún no han aparecido huesos de la cara, por lo que no podemos visualizar esos caracteres.

Sin embargo, las cuatro magníficas mandíbulas descubiertas hasta la fecha muestran un buen número de caracteres típicamente neandertales asociados al mencionado «prognatismo medio facial» (Fig. 44). Entre ellos, el más que conocido espacio retromolar (un espacio situado por detrás de la muela del juicio) y la posición retrasada del foramen mentoniano (el agujero por donde discurre el nervio de mandibular) son los rasgos más diagnósticos. Confiamos que en próximas campañas de excavación la fortuna nos sonría y el yacimiento nos depare el privilegio de presenciar la cara de alguno de los neandertales de El Sidrón.

En resumen, todo el conjunto de rasgos hasta ahora mencionados ubican claramente a estos homínidos fósiles dentro de la especie *Homo neanderthalensis*.

En cuanto al esqueleto postcraneal (Fig. 53), los neandertales presentan también marcadas características, clásicamente interpretadas como una adaptación a climas fríos. Nos referimos a la configuración de la caja torácica, que tiene forma de tonel, y a la elevada robustez de los huesos de las extremidades. Un hecho llamativo y muy ilustrativo de la constitución física de los neandertales consiste en que los segmentos distales de los brazos y piernas, el antebrazo y el segmento de la espinilla respectivamente, son proporcionalmente más cortos. Es decir, el antebrazo es proporcionalmente corto respecto al húmero, lo mismo que la tibia lo es respecto al fémur. A la luz de los datos

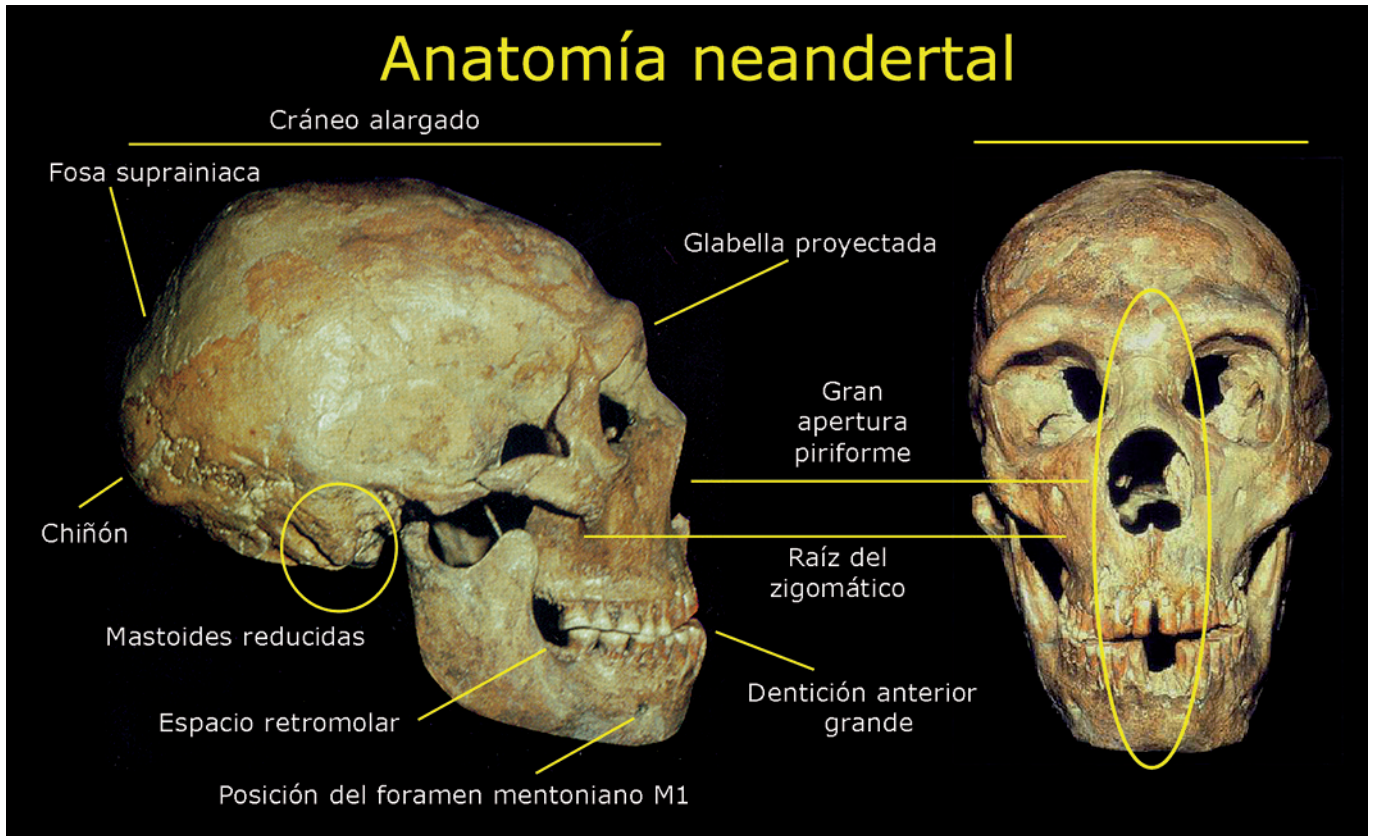


FIGURA 52: Rasgos anatómicos distintivos del cráneo neandertal. Nótese la distribución de los mismos tanto en el neurocráneo como en el esqueleto facial y la dentición.

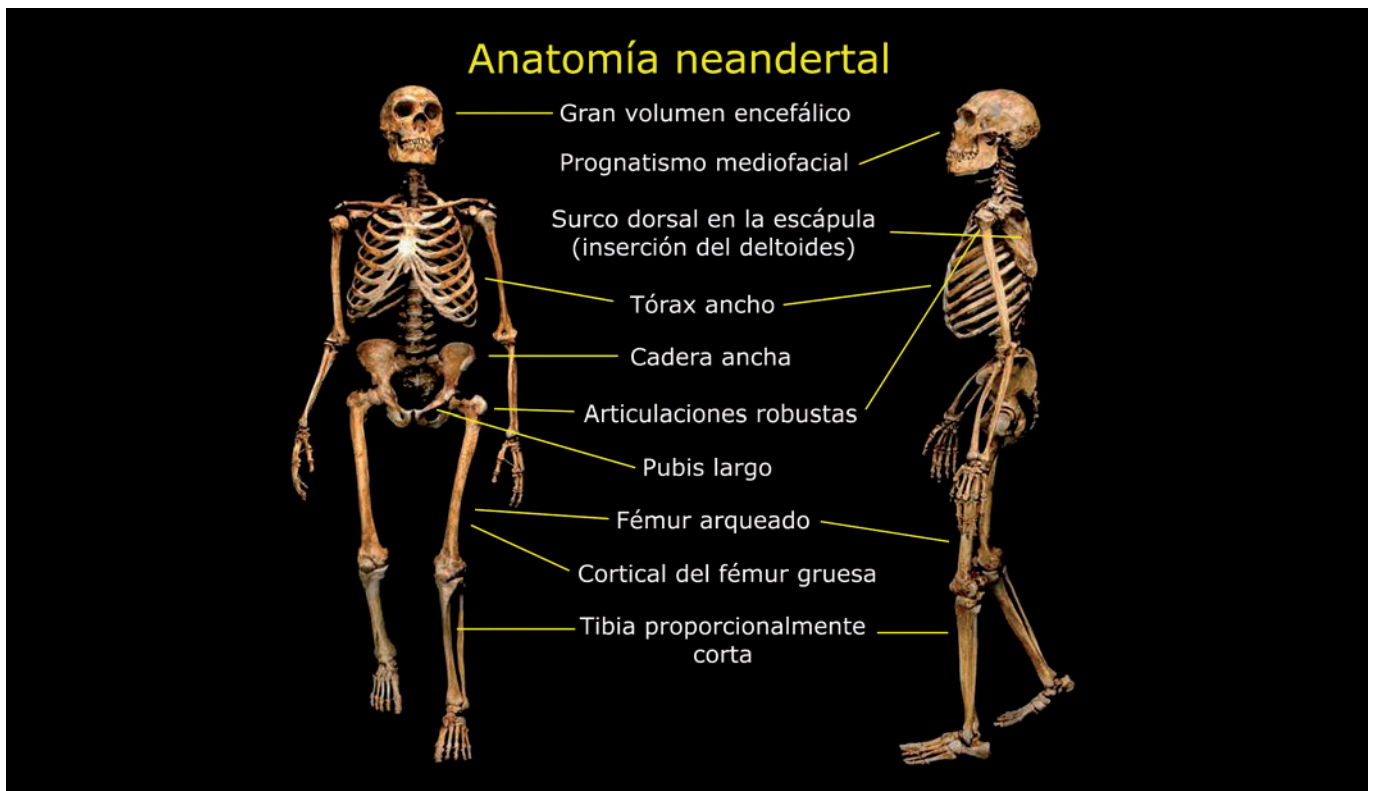


FIGURA 53: Caracteres más representativos del esqueleto postcranial de los neandertales.

disponibles, los brazos de los hombres y mujeres de El Sidrón presentan estas proporciones intermembrales.

El carácter fragmentario de los restos impide por el momento la caracterización de los índices braquial y crural, así llamadas las relaciones que miden la proporción de los segmentos de las extremidades, ya que para ello habría que tener la certeza de que unos ciertos huesos del brazo (húmero) y del antebrazo (ulna y radio) pertenecieron a un mismo individuo. No obstante, lo que sí podemos afirmar, a día de hoy, es la presencia de claros rasgos neandertales en el húmero y en las falanges de El Sidrón, en las que los extremos distales son característicamente anchos y robustos. Por tanto, el esqueleto postcraneal también reafirma la mencionada adscripción específica.

Todos estos rasgos clasifican inequívocamente a los restos de El Sidrón en el grupo de los neandertales. Ahora que ya sabemos quiénes eran los habitantes de la Cueva de El Sidrón, debemos preguntarnos: ¿quiénes eran los neandertales? ¿En qué modo nos ayuda la colección asturiana a comprender mejor a este grupo humano y su evolución?

#### MODELO DE EVOLUCIÓN DE LOS NEANDERTALES

Se conoce con el nombre de «hombres de neandertal» o neandertales a los miembros de una especie humana ya extinta, que vivieron en Europa, Oriente Próximo y Asia occidental entre hace unos 300.000 años y quizá algo menos de 30.000 años, momento en el que desaparecieron para siempre sin dejar descendencia. A dicha especie extinguida la denominamos *Homo neanderthalensis*, un nombre distinto al que damos a nuestra propia especie, que recibe la denominación científica de *Homo sapiens* (Fig. 54).

Gracias a los descubrimientos de los últimos veinticinco años hoy sabemos de los neandertales que surgieron por evolución biológica a través de un largo proceso que tuvo lugar en los territorios que hoy conocemos como Europa. Los neandertales son, de este modo, los descendientes de unas poblaciones más arcaicas y de características más primitivas llegadas a Europa en un tiempo aún por determinar, pero en ningún caso inferior al medio millón de años. En conjunto, la historia evolutiva del linaje de los neandertales abarca más de 500.000 años, tiempo durante el cual las características físicas de estos homínidos fósiles se fueron perfilando poco a poco hasta llegar a configurar una anatomía única y muy singular.

En este contexto amplio, podemos decir que la población de El Sidrón, de aproximadamente 49.000 años de antigüedad, pertenece a un grupo de neandertales ya tardíos —aunque no los últimos— en la larga andadura evolutiva del linaje y forma parte de los denominados «neandertales clásicos»: aquellos con una constitución física muy especializada e inconfundible que vivieron en Europa occi-

dental durante la primera parte del último período glacial (entre hace 100.000 y 35.000 años). Otros ejemplos de neandertales clásicos los encontramos en La Chapelle-aux-Saints y La Ferrassie en Francia, Guattari en Italia, Spy en Bélgica, entre otros.

En el sur de Europa, y en particular en la Península Ibérica, vivieron poblaciones humanas que desde edades muy antiguas desarrollaron los primeros rasgos neandertales. En un clima muy cambiante, que fluctuaba entre fases cálidas y fases frías, pero con una tendencia general al enfriamiento, generación tras generación, los humanos de Europa modificaron su anatomía para convertirse en los que llamamos neandertales. Sin embargo, el proceso no fue homogéneo en toda la geografía. Muy posiblemente, la ocupación humana fue continua en el tiempo en la Península Ibérica mientras que en el norte de Europa la ocupación puede que fuera discontinua debido a los rigores de los periodos glaciales.

Durante las fases frías, grandes extensiones del norte de Europa y Asia occidental podrían haber quedado casi despobladas, sobreviviendo algunas poblaciones en refugios climáticos, más o menos distantes los unos de los otros. En Iberia tenemos indicios para pensar en un poblamiento ininterrumpido de las poblaciones del linaje neandertal y es una hipótesis sólida el proponer que el proceso evolutivo que dio origen a los neandertales pudo haberse fraguado en el sur. Añade este factor evolutivo un interés adicional a la muestra de El Sidrón, aunque sólo sea por ubicarse en una región geográfica que resulta estratégica para esclarecer el modelo de evolución de los neandertales. En este marco, ¿qué nos aportan de nuevo los restos de El Sidrón para esclarecer este proceso evolutivo?

#### LA CONTRIBUCIÓN DE LOS FÓSILES DE EL SIDRÓN AL MODELO EVOLUTIVO

Una pregunta clásica en paleoantropología ha sido durante mucho tiempo discernir la naturaleza de las diferencias entre los neandertales y nosotros, la especie *Homo sapiens*. En la actualidad este tipo de aproximaciones está en un momento de transformación. Más que preguntar por las diferencias entre ellos y nosotros, están apareciendo nuevas preguntas sobre la propia naturaleza de los neandertales y la diversidad interna a su especie. Por ejemplo: ¿cómo difieren los niños neandertales de los adultos, los hombres de las mujeres, e incluso los neandertales de una región de los de otras regiones?

Son preguntas interesantes y sus respuestas dan mucha información sobre la paleobiología, sobre los modos de vida y las formas de ser de los neandertales. Este cambio de enfoque está íntimamente relacionado con, por lo menos, dos hechos: 1) el número alto y en aumento de restos

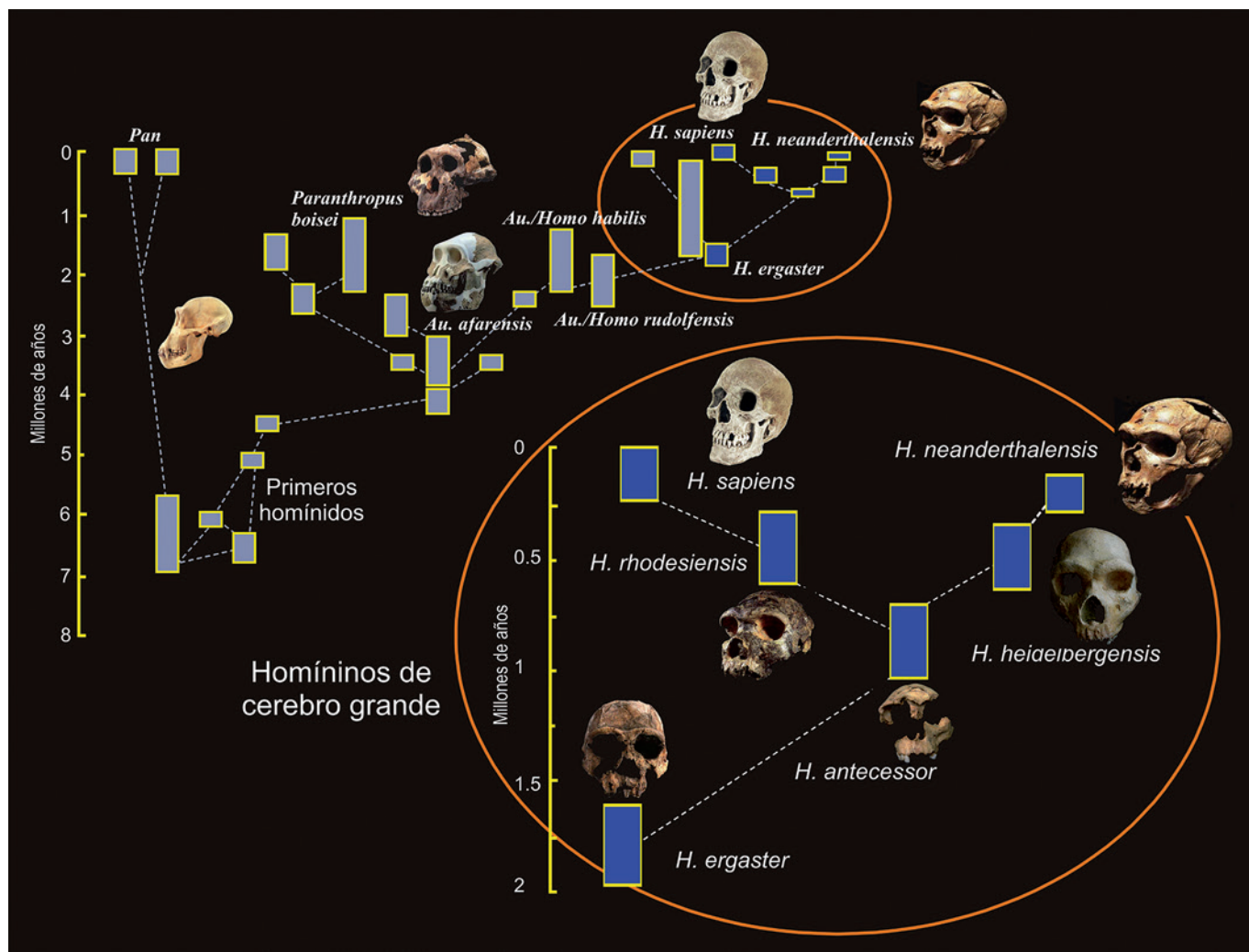


FIGURA 54: Esquema sintético del árbol evolutivo de los homínidos. Se destaca con mayor detalle una hipótesis sobre la relación filogenética de los neandertales con otras especies del género *Homo*. Los rectángulos indican la amplitud temporal de las especies.

fósiles de esta especie humana, como bien ilustra El Sidrón y 2) el avance metodológico en diferentes especialidades, incluida la cuantificación de la morfología en sus tres (o cuatro) dimensiones.

Cuando uno se enfrenta a la tipificación de la anatomía de los neandertales de El Sidrón llama la atención el hecho de que algunos detalles de su esqueleto muestran parecido con los homínidos más antiguos que les precedieron en el tiempo y que consideramos como sus antepasados. Es decir, rasgos como la elevada robustez de sus huesos, la proporción de las dimensiones del occipital o algunos aspectos de la mandíbula, tienen una expresión que llamamos primitiva. ¿Qué puede significar esto?

Caben varias alternativas para intentar explicar esta circunstancia. Una primera posibilidad es que estemos ante una población de neandertales arcaicos, bien por-

que se trate de una población más antigua de lo que pensamos bien porque la población de El Sidrón fuera un reducto aislado de otras poblaciones y en cierto modo ajena al flujo evolutivo de la especie. Una segunda posibilidad pudiera ser que lo que llamamos «primitivo» no sea sino una imagen demasiado general y algo distorsionada de las pautas de variación propias de las poblaciones neandertales. En cualquiera de los casos, la presencia de rasgos primitivos en los fósiles de El Sidrón encierra un interés añadido.

La hipótesis de una mayor antigüedad puede descartarse con cierta seguridad, ya que, como se indica en el capítulo correspondiente, los diferentes métodos de datación ensayados en El Sidrón han convergido en una edad próxima a hace unos 49.000 años. Dicho lo cual, el enigma de los caracteres primitivos tiene que ser indagado por otras vías.



FIGURA 55: Distribución geográfica de los principales yacimientos neandertales descubiertos en la Península Ibérica; los señalados en negro (•) cuentan con restos óseos.

La hipótesis de una población acantonada en ciertos ámbitos del Cantábrico, con escasa comunicación con otros grupos, puede también ser indirectamente descartada. Hoy sabemos que toda la Cornisa Cantábrica estuvo habitada por los neandertales, como así lo atestiguan los yacimientos de La Viña (Asturias), El Esquilieu y El Castillo (Cantabria), y Axlor (País Vasco), entre otros varios (Fig. 55). Tal registro nos da una buena idea de una colonización de este ambiente durante el periodo de existencia de El Sidrón. Dicho poblamiento humano debe indicar un cierto grado de estabilidad demográfica, sostenida por un flujo genético entre las diferentes poblaciones. Además, más al sur, contamos con buenos testimonios de ocupación neandertal en la Meseta norte, con ejemplos en Valdegoba y Prado Vargas (Burgos), entre otros. Y del mismo modo, más al este, en Aragón y Cataluña.

En general, las pruebas de una ocupación continua se documentan en toda la Península Ibérica de forma clara. Sobre este trasfondo poblacional, resulta difícil suponer condiciones extremas de aislamiento genético, que hubiesen dado lugar en los neandertales de las montañas asturianas a diferentes tasas de cambio evolutivo. En este contexto, una de las líneas de trabajo que está desarrollando

el equipo de El Sidrón, aunque aún en fase incipiente, es el estudio de la movilidad de los neandertales a lo largo de su vida; aspecto que veremos más adelante.

Entonces, volviendo a nuestra pregunta, ¿cómo podemos comprender la presencia de caracteres que llamamos primitivos en los restos de El Sidrón? ¿Es acaso una mala interpretación del término «primitivo» y debemos buscar en las variaciones inherentes a las poblaciones de los neandertales?

#### GRUPOS GEOGRÁFICOS

Actualmente existe un debate general sobre si las diferentes poblaciones de los neandertales que habitaron una amplia extensión en Eurasia se diferenciaron en el curso de su evolución de variedades o razas.

En un sentido amplio, es frecuente en las especies de mamíferos la aparición de razas o variedades biológicas locales, surgidas como resultado de la especialización y/o adaptación a ambientes ecológicos concretos. En el caso de la especie humana actual —*Homo sapiens*— es clara la amplísima diversidad anatómica y cultural entre las diferentes poblaciones, que viven en ambientes a veces muy extre-

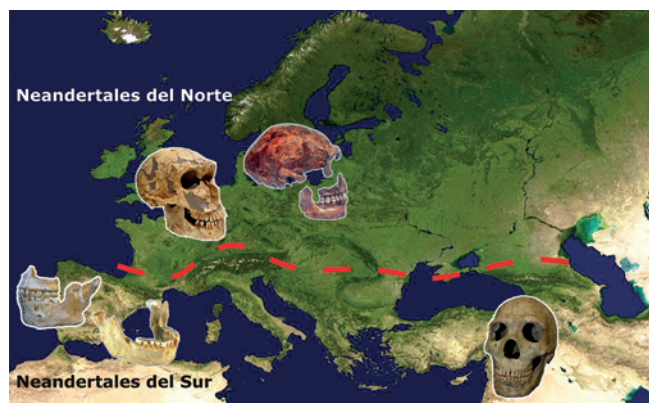


FIGURA 56: Esquema que recoge la hipótesis de la existencia de dos variedades neandertales: los del norte y los del sur. En el mapa se reflejan las áreas geográficas en las que se distribuyen estos dos grupos.

mos, con variaciones en la forma del cuerpo, coloración de la piel y otros rasgos fenotípicos (de apariencia externa). Pues bien, un aspecto hasta ahora muy poco explorado en el mundo neandertal ha sido considerar si en el seno de esta especie extinta también ocurrieron fenómenos de diferenciación local de poblaciones a favor de condiciones ecológicas variables.

Se planteó hace algún tiempo que las poblaciones neandertales que vivieron en el Próximo Oriente, lo que hoy en día es Palestina, Israel, Siria e Irak, presentaban una morfología distinta a los neandertales de la Europa occidental, los llamados «neandertales clásicos».

Pues bien, gracias a la comparación de las mandíbulas de El Sidrón con una amplia muestra de neandertales de diferentes áreas geográficas, y con la ayuda de unas potentes técnicas de análisis numérico denominadas morfometría geométrica, el equipo de El Sidrón ha planteado la existencia de una diferencia norte/sur en las poblaciones neandertales (Fig. 56). En concreto, hemos explorado si los que vivieron al norte de Europa eran iguales o ligeramente distintos a los que vivieron más al sur. Y hemos encontrado algunas diferencias.

Las diferencias detectadas en las mandíbulas de los del norte y los del sur se manifiestan fundamentalmente como cambios en la forma de la cara. Los neandertales que vivieron en las penínsulas del sur de Europa, incluidos los de Borines, tenían una cara ligeramente más ancha y menos proyectada hacia adelante; con menor desarrollo del prognatismo medio facial antes comentado. Por el contrario, según hemos podido comprobar, los que vivieron al norte de los Pirineos, de los Alpes y de los Balcanes presentaban un esqueleto facial algo más prognato, es decir, con la cara algo más proyectada hacia adelante. En rigor, las razones de estas diferencias no están claras. Como tampoco está bien establecido si en el mundo de esta especie humana

se pueden diferenciar variedades o razas geográficas. En buena medida, las investigaciones realizadas con los fósiles de El Sidrón han revitalizado este tema.

Más recientemente, el análisis de ADN mitocondrial ha puesto de manifiesto la existencia de diferentes linajes dentro de la especie *H. neanderthalensis* (ver más adelante). Los datos del ADN mitocondrial sostienen, pues, una hipótesis similar: además del grupo norte y del grupo sur previamente enunciado, este estudio distingue también un grupo de neandertales del este, que coincide —con la incorporación de los neandertales asiáticos— con aquel grupo de neandertales del Levante que se contraponía a los neandertales clásicos de occidente. Otros estudios que analizan datos más completos —mitogenomas completos— sostienen que entre los neandertales no se pueden distinguir linajes bien diferenciados y que su homogeneidad genética era muy alta.

En definitiva, no hay actualmente una opinión bien establecida. No tenemos aún una imagen clara de la diversidad racial de los neandertales y cuesta interpretar con claridad algunas de las diferencias que encontramos entre sus poblaciones. Hemos comentado la posible variación geográfica, pero otros factores biológicos pueden también estar implicados. Para comprender este último punto debemos explorar otros aspectos de la variación en el seno de las poblaciones y especies.

#### VARIABILIDAD DE LOS NEANDERTALES

Sabemos que en la evolución de las poblaciones de humanos actuales se han desarrollado diferentes formas del cuerpo y de la cabeza, y que éstas muchas veces (aunque no siempre) se relacionan con factores eco-geográficos. Un ejemplo de esto lo encontramos en la forma del cuerpo de poblaciones que viven en alturas elevadas (por ejemplo, altiplanos de Sudamérica), que refleja una tendencia a desarrollar cajas torácicas anchas capaces de procesar más aire respiratorio para compensar la reducida presión parcial de oxígeno. De un modo similar, las poblaciones humanas que habitan en regiones circumpolares muestran cuerpos bajos y anchos capaces de retener más fácilmente la temperatura corporal («leyes» de Bergmann y Allen). De la misma manera, y con relevancia para la adaptación climática, se ha sugerido siempre que los cuerpos de los neandertales se parecían más a humanos actuales adaptados al frío (ancho y bajo) que a poblaciones procedentes de áreas calurosas (alto y delgado). Veremos esto de nuevo al tratar de la estatura.

Otro ejemplo conocido de variabilidad craneofacial es de interés en medicina evolutiva: en antropología física se distinguen desde siempre patrones craneofaciales llamados «dolicocefálicos» (cabezas estrechas y alargadas) y «braquicefálicos» (cabezas anchas y redondas), que se asocian, en cierto grado, con patrones de variabilidad

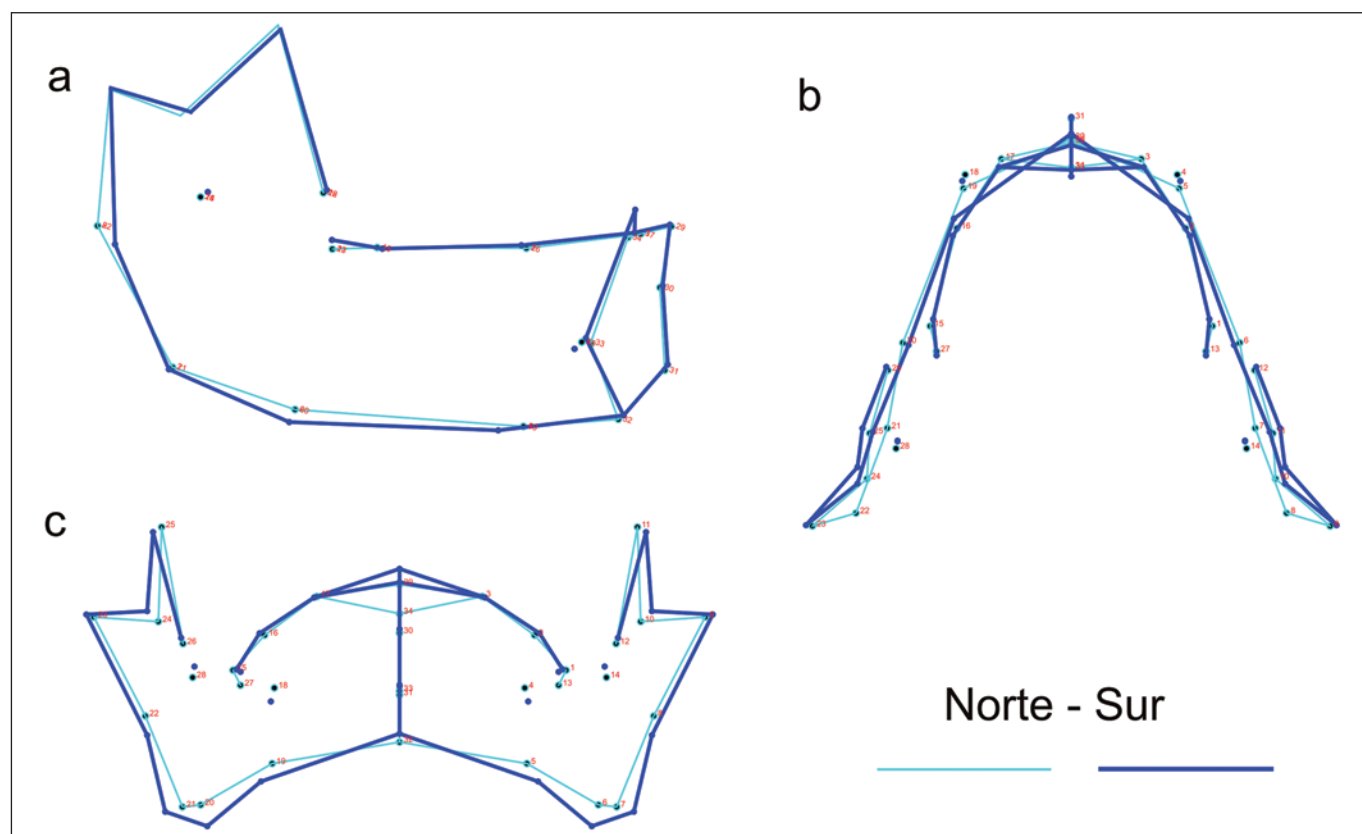


FIGURA 57: Variación en patrones faciales entre neandertales del sur (braquifacial) y del norte (dolicofacial). La cara de los neandertales del sur (incluyendo los de El Sidrón) es más ancha y más corta que los del norte.

útiles en ortodoncia, los llamados «dolicofaciales» y «braquifaciales» (Enlow and Hans, 1996). La arquitectura de estos patrones faciales está bien estudiada, ya que implican una tendencia inherente a desarrollar determinadas clases de maloclusión. En este sentido, humanos dolicofaciales, (cara estrecha y verticalmente larga) tienden a desarrollar mayor prognatismo maxilar (en términos clínicos: «clase II esquelética»). En cambio, individuos braquifaciales (cara ancha y corta) suelen desarrollar mayor prognatismo mandibular (en términos clínicos: «clase III esquelética»). Las causas que dan lugar a estos patrones no están del todo claras, pero se puede asumir un componente genético, ya que en poblaciones genéticamente próximas suelen predominar tipos faciales similares. Tal es así que las poblaciones asiáticas tienden hacia los patrones braquifaciales y cefálicos, mientras que muchas poblaciones europeas se caracterizan por patrones dolicofaciales. Las formas del cerebro y de la base del cráneo están involucradas en la formación ontogenética de estos patrones.

Analizando la variación mandibular de los neandertales, y en particular los neandertales de El Sidrón, hemos detectado que los neandertales también demuestran pa-

trones dolico- y braquifaciales (Fig. 57). Lo interesante en este caso es que los neandertales de El Sidrón figuran entre los más «braquifaciales», es decir, entre los neandertales con caras más anchas y menos «prognatas». Además, en mandíbulas este patrón podría llevar la señal biogeográfica que antes comentábamos, siendo los neandertales del sur más «braquis» y los neandertales del norte más «dolis». ¿Cómo interpretar esto?

Una interpretación estrictamente climática no es muy coherente, ya que en las regiones del sur, más templadas, cabría esperar morfologías menos adaptadas al frío que en el norte. Así, se podría lanzar la hipótesis de que esta variación morfológica debe estar ligada más a factores genéticos que a factores funcionales, y podría ser reconocible en todos los aspectos morfológicos del cuerpo de los neandertales en el sur.

Otros estudios de la anatomía craneofacial de los neandertales de El Sidrón también atestiguan el fenómeno de la braquicefalia. La «globularidad» del cerebro (en forma esférica), y por tanto, del neurocráneo se refleja muy bien en la parte posterior de la cabeza, la llamada región occipito-mastoidea. En un estudio reciente hemos comprobado que las proporciones mediolaterales (anchura)

son relativamente mayores que las dimensiones antero-posteriores (longitud) (Bastir *et al.*, 2010).

Es interesante notar que estas observaciones tienen también una dimensión filogenética importante. Es conocido que a lo largo de la evolución del género *Homo*, y acompañado por el aumento evolutivo del tamaño del cerebro (encefalización), los cráneos tienden a reducir su longitud y aumentar la anchura. Sin embargo, el linaje de los neandertales desarrolla un encéfalo en una dirección evolutiva distinta, con un cerebro y cráneo muy alargados (en los términos usados diríamos que los neandertales experimentan una tendencia a la dolicocefalia).

Y es en este punto donde nos encontramos un cruce de caminos en el que podemos encontrar una respuesta a la aparente relativa «primitividad» de los neandertales de El Sidrón.

El equipo de investigación de El Sidrón ha propuesto la hipótesis de que el fenómeno evolutivo del aumento del tamaño encefálico se superpone morfológicamente a los patrones de variación interindividual doli- y braqui. Según esa hipótesis, ese «aire primitivo» morfológico de los neandertales de El Sidrón encuentra su causa en su estructura braquicefálica como variante intra-específica. Es decir, los caracteres típicamente neandertales están evolutivamente ligados a una tendencia del cráneo/cerebro al alargamiento: a la dolicocefalia. Por eso, los individuos o poblaciones ubicadas más hacia extremo braqui- de la variación neandertal mostrarán caracteres «menos neandertales»: eso que hemos venido a llamar «primitivos». Sean cuales sean las causas de estas variaciones, lo que sí podemos afirmar es que la muestra de El Sidrón presenta cierta singularidad en el universo de los neandertales, cuyas causas habrá que seguir investigando. Una manera de indagar en esto es con el estudio del crecimiento.

### CRECIMIENTO ONTOGENÉTICO

En general, el patrón de crecimiento es el factor responsable de la forma adulta. Por eso, se puede esperar que las características del crecimiento ontogenético en los neandertales reflejen propiedades de su sistema craneofacial, por ejemplo sus caras grandes y prognatas. Aunque algunos estudios han sugerido que el crecimiento postnatal era idéntico al del humano actual y moderno y las diferencias observadas en adultos se deben exclusivamente a factores fetales (Ponce de León y Zollikofer, 2001), nosotros hemos podido demostrar que no es así (Rosas y Bastir, 2004; Bastir *et al.*, 2007). El crecimiento postnatal de los neandertales es bien distinto al nuestro. El crecimiento mandibular en humanos actuales se orienta principalmen-

te en una dirección vertical (alargando la longitud de la cara), lo que implica complejas remodelaciones en la estructura ósea de la mandíbula. Sin embargo, el crecimiento de los neandertales estaba orientado en una dirección más horizontal, incrementando el prognatismo.

En este sentido, el análisis microscópico de las superficies del hueso de las mandíbulas de El Sidrón nos ha permitido elaborar el patrón de modelado óseo de la mandíbula de estos neandertales. El hallazgo más llamativo de este estudio radica en una combinación de campos de remodelación (actividad celular) que dan pleno soporte a la hipótesis de crecimiento «horizontal» en la cara de los neandertales.

Diferencias en orientación y longitud del vector de crecimiento se deben probablemente a dos motivos: 1) La arquitectura de la base del cráneo hace que la posición del maxilar de los neandertales esté adelantada con respecto al centro de la base del cráneo y con respecto a la articulación entre el cráneo y la mandíbula. 2) Por diferencias de tamaño corporal y efectos de alometría, circunstancia ya observada en otros grupos humanos en los que la cara es mayor en individuos de gran peso (del Pleistoceno medio y superior europeo) comparado con humanos de peso reducido (humanos modernos). Según esto, existen por lo menos dos factores que se relacionan con el elevado prognatismo de la cara media de los neandertales.

Estudios cuantitativos muestran, en efecto, que la principal diferencia morfológica entre neandertales y humanos modernos es la separación horizontal de la arcada dental y las ramas de la mandíbula, para mantener la oclusión con el maxilar.

Además, es este proceso de crecimiento horizontal el responsable de la formación de algunas características casi diagnósticas, como es por ejemplo el espacio retromolar y la posición posterior del foramen mentoniano, mencionados en apartados anteriores.

Un aspecto interesante del crecimiento es la tasa y su variación durante la ontogenia. Es sabido que, alrededor de la pubertad, en humanos actuales se da un estirón puberal que no se observa en otros primates (Bogin, 1999). Aunque es especulativo en el sentido de que las edades cronológicas de los neandertales no son conocidas, nuestros análisis en grupos dentales no excluyen que su crecimiento fuera parecido al de humanos actuales. Si comparamos los cambios de tasa de crecimiento de los neandertales con *H. sapiens* actual y ambos con chimpancés se puede ver que las tasas iniciales son más altas que las tasas finales. (Fig. 58).

Nuestros análisis también indican que nacen ligeramente más grandes y, de adultos, son algo más fornidos que los humanos modernos. Estas diferencias en tamaño adulto son compatibles con hipótesis sobre las tasas de cre-

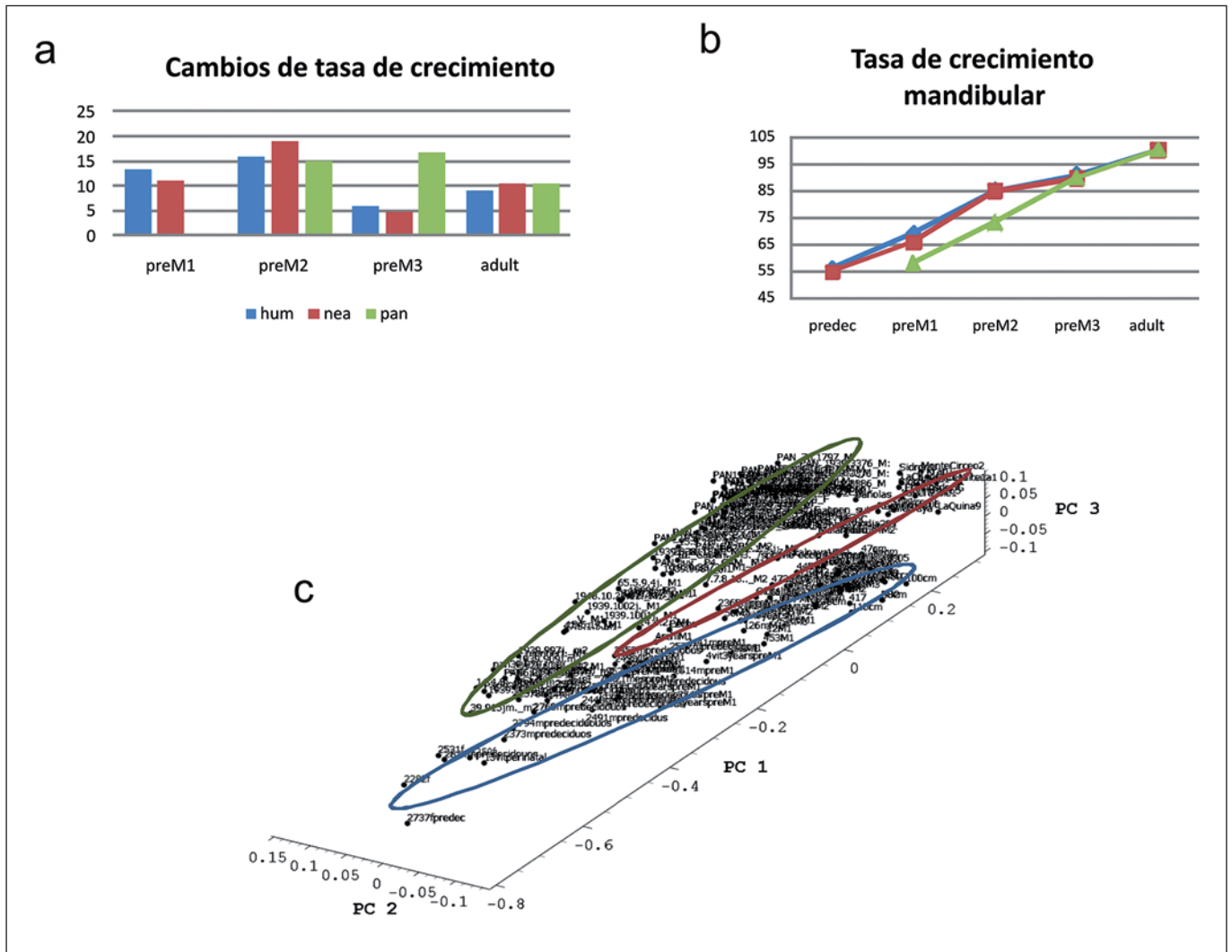


FIGURA 58: Tasas de crecimiento ontogenético y divergencia en el espacio de la forma. **A:** Cambio de tasa entre diferentes clases dentales. **B:** Trayectoria de maduración en tamaño mandibular en neandertales, humanos actuales y chimpancés. Humanos y neandertales alcanzan su tamaño actual en patrones similares variando sus tasa de crecimiento y muy distintos a los chimpancés. **C:** Divergencia morfológica.

cimiento generalmente elevadas detectadas con el estudio de la dentición (Rosas *et al.*, 2006a).

### LOS INDIVIDUOS NEANDERTALES DE EL SIDRÓN

La identificación del número de individuos representados en el yacimiento es un proceso abierto, aún no concluido. La razón es doble. Por un lado, el yacimiento aún seguirá entregando nuevos restos, lo que sin duda incorporará nueva información y, quizá, sorpresas. Y por otro, no es inmediato asociar elementos esqueléticos aislados a un mismo cuerpo. En este sentido, queda por delante un atractivo ejercicio de investigación y la aplicación de nuevas metodologías.

La presencia de elementos anatómicos repetidos nos informa de la existencia de varios individuos, lo cual es muy relevante, ya que nos da una primera pista sobre el tipo de yacimiento al que nos enfrentamos. Sabemos que no se trata de restos de un cuerpo aislado que por los avatares ha llegado hasta nosotros. Paralelamente, la existencia de varios individuos nos pone en una perspectiva radicalmente distinta, abriendo las puertas a que algún tipo de comportamiento humano esté detrás de las causas de la acumulación. Por ejemplo, podría proceder de un lugar de hábitat de un grupo de neandertales, o de un lugar de desecho de los cadáveres, o, por qué no, de un enterramiento colectivo. En cualquiera de los casos, la situación se hace mucho más interesante y la

investigación se orienta también al esclarecimiento de este interrogante.

Por tanto, un primer paso consiste en saber cuántos individuos terminaron con sus huesos en la Galería del Osario. Hoy sabemos que en El Sidrón se encuentran los restos de 12 neandertales. Como a continuación veremos, se han podido identificar 6 individuos adultos, 3 adolescentes, 2 juveniles y un individuo infantil.

#### ESTIMACIÓN DEL NÚMERO MÍNIMO DE INDIVIDUOS

La primera estimación del número mínimo de individuos (NMI) se ha calculado a partir de la pieza más repetida en la dentición. En este caso la pieza más repetida es el primer molar mandibular izquierdo ( $LM_1$ ), con 9 especímenes, y que representan a los individuos Adulto 1, Adulto 2, Adulto 3, Adulto 4, Adulto 5, Adulto 6, Adolescente 1, Adolescente 2 y Juvenil 1 (Figs. 59 y 60).

Algunos de esos molares se encuentran en mandíbulas y/o con la mayoría de sus dientes *in situ*, como es el caso de Adulto 1, Adulto 2, Adulto 3, Adulto 5 y Juvenil 1. Las demás piezas dentales que se han encontrado aisladas fueron incorporándose a los individuos identificados con los  $LM_1$ . Para este ejercicio hay que tener en cuenta criterios tales como el tamaño del diente, la concordancia en el desgaste oclusal (debido a la fricción de los dientes superiores e inferiores) e interproximal (debido a la fricción entre los dientes contiguos), el estado de desarrollo dentario, la semejanza morfológica y la concordancia en la cantidad de sarro y de posibles alteraciones tales como las líneas de hipoplasia (ver apartado de «Modo de vida»), entre otros criterios. Además se ha definido con la dentición otro individuo más, el Adolescente 3, quien pese a no conservar el  $LM_1$  presenta un gran número de dientes, entre ellos unos terceros molares en formación, característicos de la adolescencia, pero que no corresponden con ninguno de los previamente identificados. Por tanto, sólo con el estudio de la dentición se ha estimado un número de 10 individuos: seis adultos, tres adolescentes y un juvenil.

Estudiando los restos del esqueleto postcraneal se han encontrado evidencias de la presencia de otro individuo, al que llamamos Juvenil 2. Un último individuo, el Infantil 1, del que todavía no han aparecido restos dentales, ha sido identificado a partir de un fragmento distal de tibia y otros restos aislados.

Llegamos así al número de doce individuos que antes habíamos anticipado. A continuación exponemos un breve semblante de las características que definen a estos individuos, incorporando en esta descripción características

que iremos desgranando en los siguientes apartados de este capítulo:

- **Adulto 1:** Se trata de un adulto joven masculino de tamaño/estatura media para la especie neandertal, con desgaste oclusal moderado y con hipoplasia. Era diestro. Presenta sarro en la dentición y no se le ha encontrado ninguna enfermedad asociada.

- **Adulto 2:** Se trata de un adulto joven masculino con desgaste oclusal de grado moderado. Presenta una grave patología en el lado izquierdo de la mandíbula, lo que posiblemente impidiera que pudiera masticar correctamente y seguramente sentiría mucho dolor. Además, tiene una gran cantidad de sarro dental llegando a cubrir las muelas del juicio izquierdas, lo cual es signo de que no masticaba con ese lado de la boca. Se ha encontrado que a lo largo de su crecimiento ha padecido severos episodios de hipoplasia. Este individuo fue ambidiestro y utilizaba la boca además para retocar las piezas líticas, para afilar el borde. Se estima que su tamaño/estatura fue de los más grandes del grupo.

- **Adulto 3:** Presenta desgaste oclusal avanzado, por lo que parece ser un adulto maduro. Ha sido identificado como una mujer de edad media-avanzada. Presenta tres episodios de hipoplasia lineal en forma de punteadura, en el canino maxilar y en los premolares mandibulares izquierdos. Tiene poco sarro. Se ha estimado que debía ser diestra. Su tamaño/estatura era pequeño.

- **Adulto 4:** Con desgaste oclusal de grado moderado, por lo que este individuo ha sido identificado como un adulto joven y de sexo femenino. Presenta hipoplasia en los terceros molares. Tiene poco sarro. Utilizaba la mano derecha en diferentes actividades. Su tamaño/estatura era pequeño.

- **Adulto 5:** Con desgaste oclusal avanzado. Se ha identificado como una mujer adulta de edad media-avanzada. Además, tiene una fuerte hipoplasia en el primer molar, que ha deformado la corona. Tiene sarro dental. Era diestra y su tamaño/estatura era pequeño.

- **Adulto 6:** Se aprecia desgaste oclusal avanzado, y se ha identificado como un adulto masculino de edad media-avanzada. Presenta una fuerte hipoplasia, sobre todo en el canino maxilar, y abundante sarro en la dentición. Se ha identificado como un individuo diestro. Su tamaño/estatura corporal debía ser grande.

- **Adolescente 1:** Presenta desgaste oclusal leve, tiene hipoplasia en el canino maxilar y los terceros molares aún se encontraban en formación. Por el desarrollo de la raíz de los terceros molares se ha estimado su edad en unos 13 años. Puede tratarse de un individuo masculino, diestro, de un tamaño/estatura grande.

- **Adolescente 2:** Presenta muy poco desgaste oclusal y por su desarrollo dental se ha calculado que este indivi-

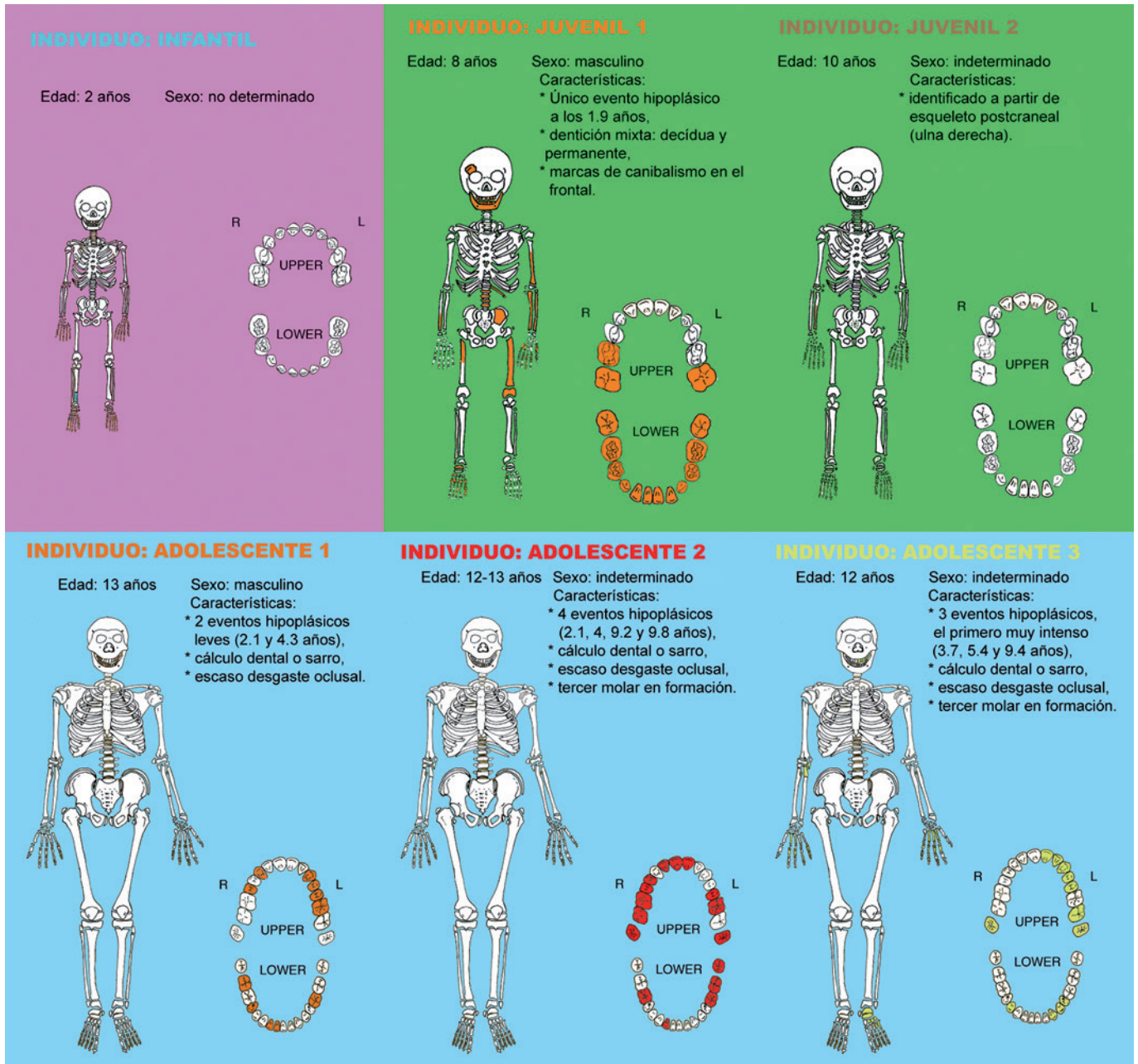


FIGURA 59: Representación de los neandertales inmaduros identificados hasta el momento: Infantil 1, Juvenil 1, Juvenil 2, Adolescente 1, Adolescente 2 y Adolescente 3.

duo debía tener unos 12 años de edad en el momento de la muerte. Se sabe que pasó los últimos tres años de vida en un territorio próximo a la cueva. Era diestro. No se ha podido determinar hasta el momento el sexo de este individuo, aunque posiblemente era masculino.

• **Adolescente 3:** Se trata de un individuo masculino con poco desgaste oclusal e hipoplasia bastante intensa. Se ha estimado su edad en aproximadamente 12 años. Era un individuo diestro, y parece que su tamaño/estatura era el más grande de todo el grupo.

• **Juvenil 1:** Presenta muy poco desgaste oclusal en la dentición permanente, mientras que la dentición de leche está más desgastada. Se ha calculado una edad de muerte de entre 7 y 8 años de edad. Este individuo muestra indicios de lateralidad manual, inclinándose hacia la derecha.

• **Juvenil 2:** Identificado a partir de unos fragmentos de los huesos largos del brazo. Se estima que tuviera una edad alrededor de los 10 años en el momento de la muerte y su tamaño/estatura es mediano. Hasta el momento no

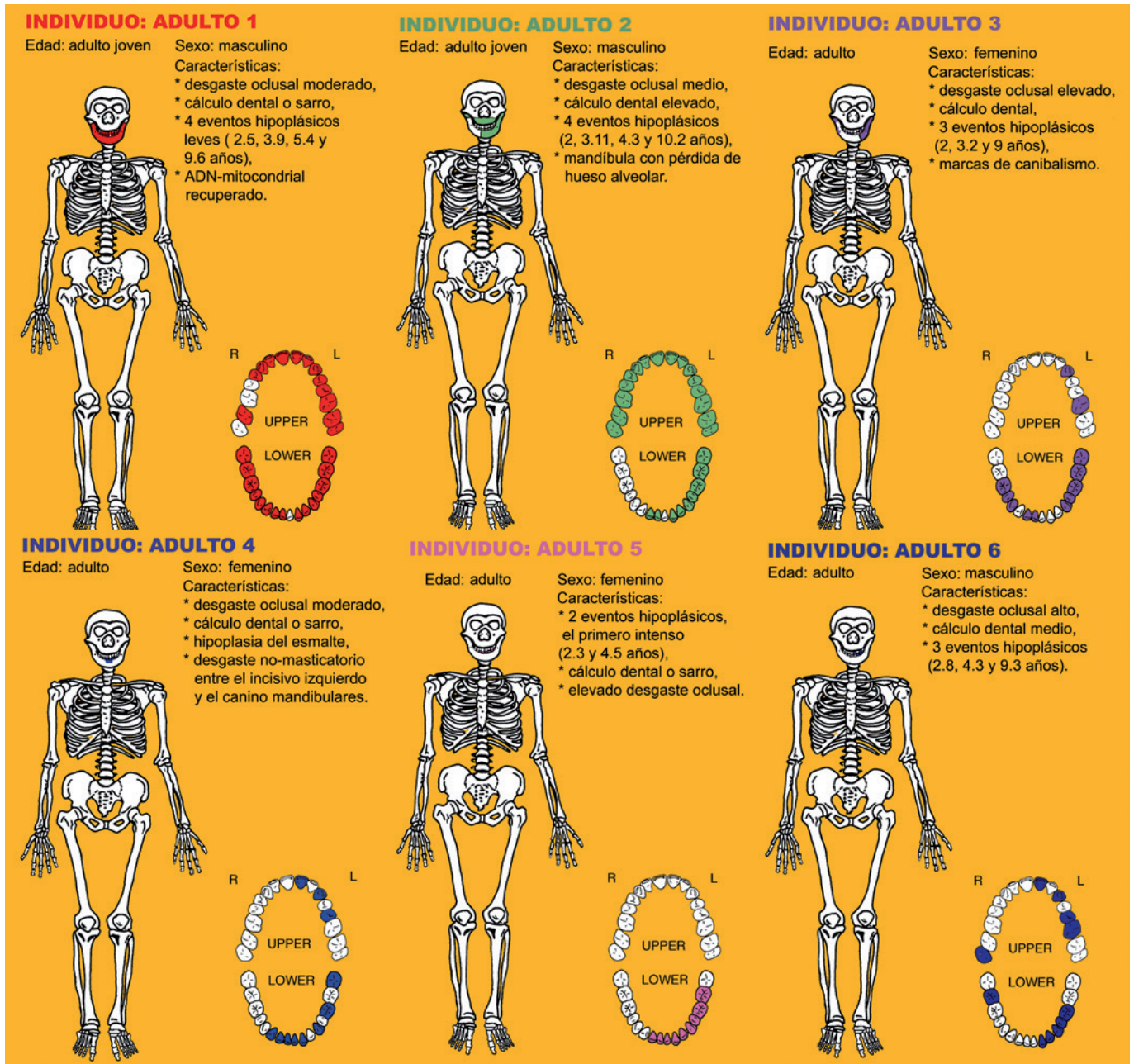


FIGURA 60: Representación de los neandertales adultos identificados hasta el momento: Adulto 1, Adulto 2, Adulto 3, Adulto 4, Adulto 5 y Adulto 6.

ha sido posible identificar el sexo, ni ninguna otra característica paleobiológica.

- **Infantil 1:** Identificado a partir de un fragmento distal de tibia y de otros restos. El estado de fusión de las epífisis indica una edad de entre 1,5 y 2,5 años.

**CÁLCULO DE LA EDAD DE MUERTE**

Otro de los aspectos básicos para la caracterización de un conjunto de restos fósiles es el cálculo de la edad de

muerte. En individuos inmaduros (infantiles, juveniles y adolescentes) los métodos basados en el desarrollo esquelético (dental y óseo) son comúnmente utilizados en antropología por su mayor precisión (Ritz-Timme *et al.*, 2000). Por eso, y dado que la mayor parte de los individuos de El Sidrón han sido identificados y caracterizados por su dentición, el método utilizado para calcular los rangos de edades de todos los inmaduros ha sido el análisis del grado de desarrollo de las distintas piezas dentales asociadas,

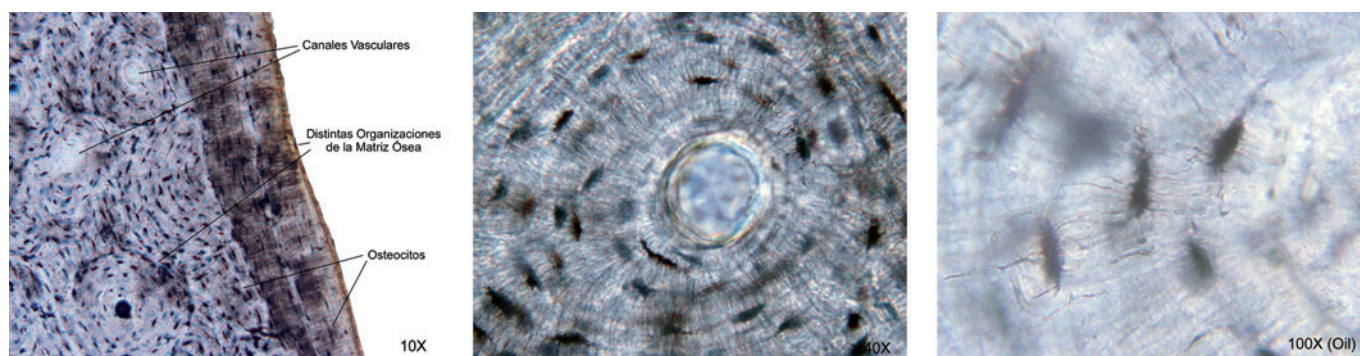


FIGURA 61: **Izda.**: Micrografía de una sección histológica transversal de fémur (objetivo X10). **Centro**: Osteona secundaria (objetivo X40). **Dcha.**: Osteocitos (objetivo X100, aceite de inmersión). Microscopía de luz transmitida.

menos en el Juvenil 2 y el Infantil, que no tienen dentición asociada.

Además, en los restos óseos postcraneales ligados a los individuos inmaduros se puede calcular la edad de muerte en función del grado de fusión de las epífisis y del tamaño, tomando nuevamente como referencia a los humanos modernos (Scheuer y Black, 2000).

Cuando los individuos mueren durante la fase adulta, la precisión de estos métodos morfológicos desciende, por lo que, a través del desgaste dental sólo se pueden dar amplios rangos de edades: adultos jóvenes, adultos maduros e individuos seniles.

Así pues, para calcular la edad de los individuos adultos nos queda el estudio cuantitativo de las características histológicas en cortes transversales de hueso: la denominada histomorfometría (Fig. 61). Esta técnica se basa en el hecho de que el hueso es un órgano vivo en constante reabsorción y formación para mantener la homeostasis del calcio y el fósforo, para adaptarse a las condiciones mecánicas a las que está sometido o para reparar las microfrazuras que puedan aparecer. La organización interna de los huesos se modifica de este modo con la edad y la aparición de distintas estructuras internas nos permite establecer relaciones entre la edad y el conteo de dichas estructuras (Robling y Stout, 2000). Existen distintas ecuaciones establecidas para cada tipo de hueso, destacando las elaboradas para fémur y tibia (Kerley, 1965; Thompson, 1979), así como otras para mandíbula, costilla y clavícula. A partir de estas ecuaciones han surgido distintas variaciones basadas en sus mismos principios. Sin embargo, hay que tener en cuenta que todas estas ecuaciones se han generado a partir de los datos histológicos obtenidos en muestras de humanos modernos cuya edad de muerte es conocida.

Por tanto, todas las técnicas aplicadas asumen que no existen diferencias entre el crecimiento neandertal y *sapiens*. Pero si, tal y como apuntan algunos estudios (Ramírez Rozzi y Bermúdez de Castro, 2004; Smith *et al.*,

2007), existiesen tales diferencias, habría un error en la estima de las edades.

Uno de los aspectos más prometedores en la investigación de las nuevas muestras de El Sidrón es la posibilidad de estudiar los ritmos de crecimiento y poder delimitar en firme el modelo de desarrollo específico de los neandertales. Para ello se ha iniciado una línea de paleohistología dental con la que tratamos de aportar nuevos datos que ayuden a resolver la controversia en torno a la velocidad del desarrollo dental en los neandertales (Guatelli-Steinberg *et al.*, 2005; Ramírez Rozzi y Bermúdez de Castro, 2004; Smith *et al.*, 2007). Para ello, se ha estudiado la extensión del esmalte dental en estos neandertales a través de las marcas incrementales presentes en la superficie del esmalte conocidas como *perikymata*.

Los neandertales de El Sidrón parecen mostrar un desarrollo dental más rápido que *Homo sapiens* e incluso que sus antecesores inmediatos, los *Homo heidelbergensis*. Sin embargo, mientras Ramírez Rozzi y Bermúdez de Castro (2004) encontraron diferencias significativas en la velocidad de formación de la segunda mitad de la corona, la muestra dental de El Sidrón identifica estas diferencias principalmente en la primera mitad de la corona.

En efecto, en este grupo de El Sidrón se han encontrado diferencias con respecto al patrón descrito en otras poblaciones neandertales: su desarrollo dental muestra una mayor velocidad de formación en el primer esmalte depositado, el oclusal, una deceleración marcada hacia el cuello de la corona y una fuerte aceleración en el último esmalte formado (Fig. 62). Esto implica que los neandertales de El Sidrón forman sus coronas con una velocidad menos uniforme que los estudiados anteriormente. Esta diferencia puede deberse a la suavización de las curvas en los estudios previos por la utilización de diferentes poblaciones neandertales (genéticamente heterogéneas), mientras que en El Sidrón posiblemente se haya estudiado una única población neandertal.

## ESTIMACIÓN DEL SEXO Y DIMORFISMO SEXUAL

El término «dimorfismo sexual» se refiere a las diferencias que se observan en la forma, tamaño y apariencia entre los machos y las hembras de una misma especie a igualdad de edad. Mirando las caras de las personas a nuestro alrededor sabemos reconocer (casi siempre) de inmediato quién es hombre y quién mujer. Esto es así ya que el fenómeno del dimorfismo sexual es biológicamente muy importante al afectar directamente a la sociabilidad de los seres humanos y, más concretamente, al proceso de la reproducción (Fruyer y Wolpoff, 1985). El dimorfismo sexual es un fenómeno muy extendido en el mundo animal y, por tanto, también cabe esperar diferencias entre hombres y mujeres neandertales.

Pero no sólo las caras, sino también los dientes, el esqueleto craneofacial y los huesos de casi todo el cuerpo conservan señales de dimorfismo sexual. Prácticamente en todo el esqueleto se pueden encontrar pequeños detalles en la forma y tamaño que nos pueden proporcionar pistas acerca del sexo de cada individuo de El Sidrón. Las diferencias sexuales comienzan a producirse en el esqueleto antes del nacimiento y se desarrollan enormemente du-

rante la pubertad y adolescencia, alcanzando su máxima expresión en el esqueleto adulto. Uno de los huesos donde mejor se pueden apreciar las diferencias sexuales es la cintura pélvica, debido a que sus huesos están directamente implicados en la gestación y el parto. Así, la forma de la pelvis femenina (más ancha y baja, en general) es claramente diferente a la del hombre (más estrecha y alta).

Para una mejor comprensión paleobiológica del dimorfismo sexual en neandertales es recomendable dar una breve revisión a las diferencias esqueléticas entre hombres y mujeres de las poblaciones humanas modernas.

En un estudio en humanos modernos se ha podido avanzar en la biología de este fenómeno. Pudimos analizar los componentes del dimorfismo sexual identificando unos ligados al crecimiento y tamaño, y otros ligados a diferencias sexuales en la fisiología, más concretamente, a la fisiología respiratoria y el régimen energético de organismo (Rosas y Bastir, 2002). Los hombres tienden a ser más grandes debido a las influencias hormonales y su efecto sobre el crecimiento. Pero también, los hombres gastan más energía que las mujeres debido a las diferencias en su composición corporal. Es decir, la distribución relativa en-

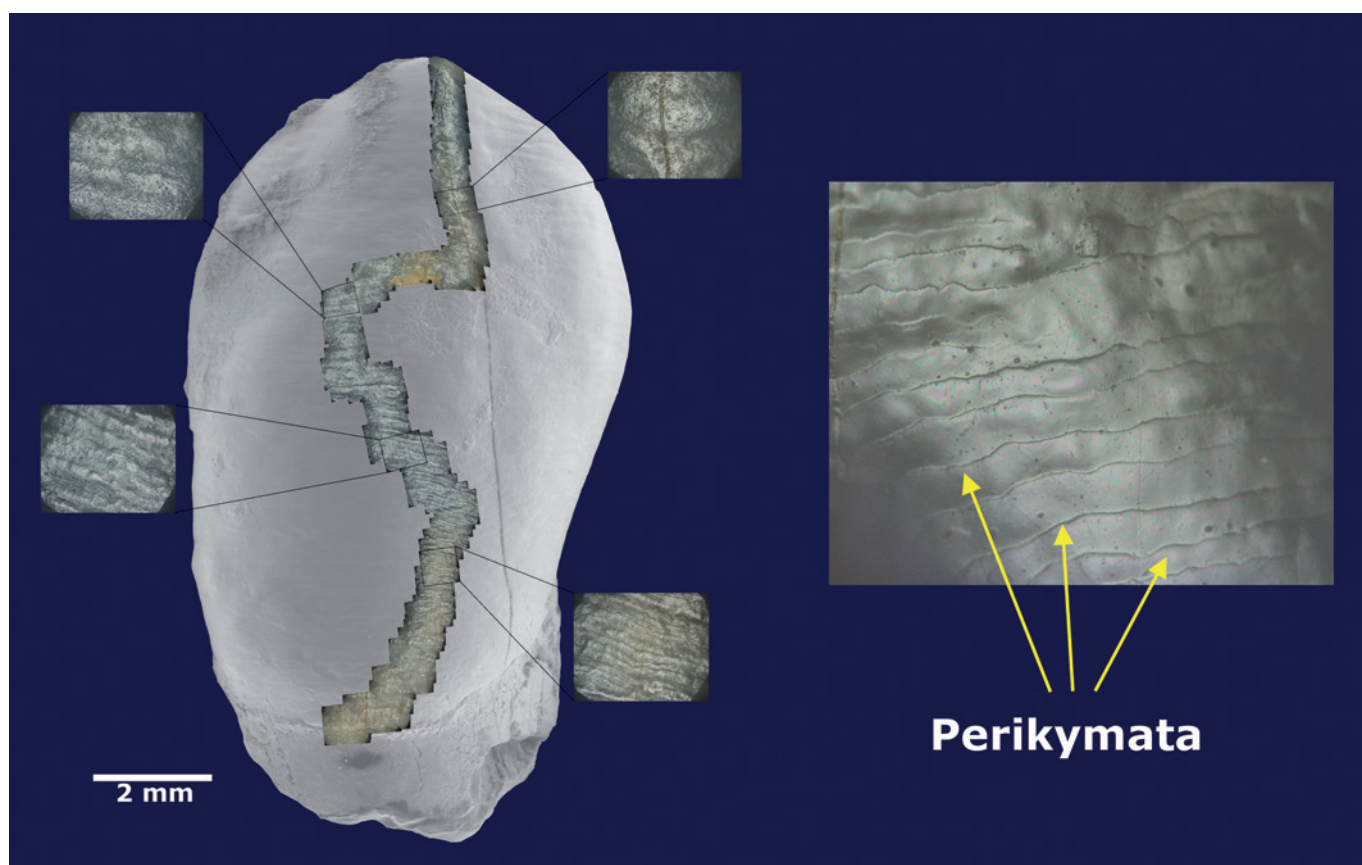


FIGURA 62: **Izda.:** Secuencia de *perikymata* en un canino superior derecho. **Dcha.:** Micrografía de los *perikymata* observados en microscopía de luz reflejada (objetivo X10).

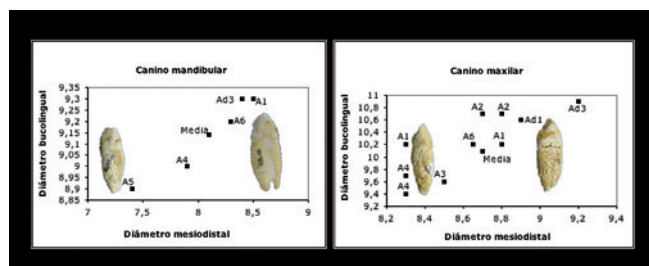


FIGURA 63: Diagramas que representan la distribución de los caninos mandibulares (izquierda) y maxilares (derecha) de los neandertales de El Sidrón. En cada gráfica, los especímenes ubicados a la izquierda de la media representan a los individuos femeninos, y los de la derecha a los masculinos.

tre masa grasa y masa músculo-esquelética, posiblemente influida por la testosterona.

Aun estandarizados por peso corporal (es decir, con el mismo tamaño), los hombres tienen más masa músculo-esquelética y consumen más energía que las mujeres. Este hecho lleva a los varones a la necesidad de quemar más oxígeno al respirar. El organismo masculino ha resuelto evolutivamente esta necesidad generando cavidades nasales y faríngeas relativamente más grandes que las mujeres, lo cual se refleja en caras relativamente más grandes.

Además, el incremento de masa muscular en hombres deja marcas de inserción muscular más fuertes, lo cual se refleja en todo el sistema esquelético. Por ejemplo, las mandíbulas suelen ser más rectangulares, con ramas relativamente más altas debido al tamaño elevado de la cavidad nasal y cara. También las inserciones musculares en el ángulo de la mandíbula son más fuertes. Los huesos cigomáticos y los pómulos suelen ser más robustos y más grandes.

Sobre estas premisas, la asignación del sexo de los individuos de El Sidrón se ha realizado a partir del tamaño de las mandíbulas, de los colmillos (o caninos, como se dice en antropología) (Fig. 63) y del tamaño y forma del húmero, en especial el de la epífisis, donde se localiza un mayor grado de dimorfismo sexual.

Estudiando sus restos esqueléticos hemos encontrado que en el grupo de El Sidrón hay 3 mujeres (Adulto 3, Adulto 4 y Adulto 5) y 6 hombres (Adulto 1, Adulto 2, Adulto 6, Adolescente 1, Adolescente 3 y Juvenil 1). Con la información actualmente disponible aún no hemos podido dilucidar el sexo de los llamados Adolescente 2, Juvenil 2 e Infantil 1. Al tratarse de individuos que aún se estaban desarrollando, las características sexuales aún no están completamente formadas y no es posible detectarlas. Confiamos que en las futuras excavaciones podamos encontrar nuevos datos que nos permitan responder a esta pregunta.

Pero, ¿cómo eran las diferencias entre los hombres y mujeres neandertales de El Sidrón? ¿Son similares a las

detectadas en otros grupos neandertales? La contestación a esta pregunta encuentra una mejor respuesta en un marco de comparación con otras especies próximas para así poder detectar sus posibles implicaciones.

En general, el grado de dimorfismo en humanos modernos es moderado. Es común expresar el dimorfismo como porcentaje de tamaño de una estructura en un género con respecto al otro. Por ejemplo, un grado de dimorfismo en el cráneo de 110% significa que el cráneo de un género (en este caso hombres) es 1,1 veces más grande que el cráneo del otro género (mujeres). Éstos son valores típicos para el dimorfismo sexual en humanos modernos. Es decir, aunque existente, la diferencia en tamaño entre hombres y mujeres es escasa.

Por el contrario, los grandes simios (gorila, chimpancé) y otras especies de primates presentan un dimorfismo sexual mucho más pronunciado. Este hecho es de gran relevancia biológica entre los primates, ya que las diferencias entre machos y hembras dentro de una especie se relacionan con la estructura social por medio del fenómeno de la selección sexual. Una estructura polígama está relacionada con un grado elevado del dimorfismo mientras la monogamia se tiende a reflejar en un dimorfismo reducido (Frayer y Wolpoff, 1985). Y éste es el marco en el que tradicionalmente se están interpretando también los datos de los homínidos fósiles.

Como hemos comentado, investigar el dimorfismo sexual en fósiles es un problema *per se*, ya que *a priori* no sabemos el género al cual pertenecía el individuo representado por un fósil. Por esto, se han desarrollado métodos para estimarlo. Uno de los más intuitivos es el «método de la media». Suponiendo un rango continuo de valores se asume que los individuos por encima de la media son masculinos y los que están por debajo femeninos. Al parecer, en humanos modernos, existen más machos pequeños que mujeres grandes pero, en general, este método tiene un buen porcentaje de acierto por encima del azar (entre el 70% y 90% de los casos).

En neandertales el grado de dimorfismo no está muy estudiado. Sin embargo, como hipótesis de partida, se pueden asumir principios (y patrones) parecidos a nuestra especie. Nosotros hemos estudiado el dimorfismo a través del tamaño de las mandíbulas y los resultados se pueden ver en la figura 64. Mientras los valores absolutos obtenidos para los neandertales (109,5%) son parecidos a *H. sapiens* (108,4%), aunque no idénticos, la comparación con una muestra de ancestros de los neandertales (*H. heidelbergensis*: 112%) sugiere que los neandertales eran más parecidos a sus antepasados que a los humanos modernos (Rosas *et al.*, 2002). Como vemos, el grado de dimorfismo sexual de los neandertales es intermedio, lo cual no excluye una posible estructura social distinta a la nuestra.

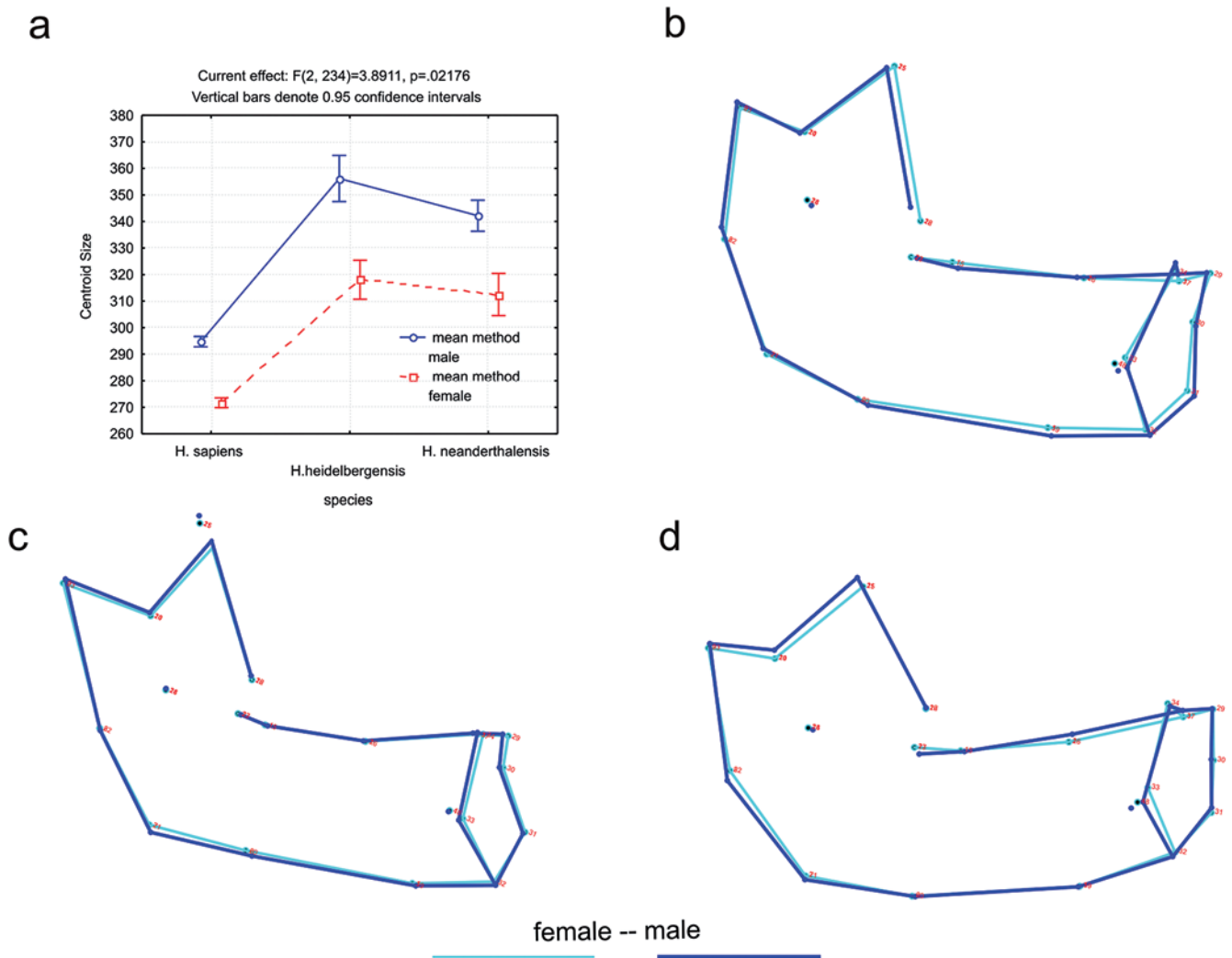


FIGURA 64: Dimorfismo en forma y tamaño. **a:** ANOVA, diferencias entre el tamaño medio entre hombres y mujeres en tres especies. Formas medias de Neandertales. **b:** *H. sapiens* (c) y *H. heidelbergensis*. **d:** De hombre (línea ancha) y mujer (línea fina).

Si pasamos a interpretar el grado y patrón de dimorfismo en términos de forma, el grado de las diferencias entre hombres y mujeres en neandertales era mayor que en humanos actuales y similar en grado al de sus antepasados (*H. heidelbergensis*). La figura 64 indica en línea ancha el contorno masculino y en línea fina el contorno femenino en tres especies: los neandertales, sus antepasados y los humanos modernos.

Veamos a continuación otras diferencias en el tamaño del cuerpo y la estatura entre los individuos de El Sidrón.

#### ESTIMACIÓN DE LA ESTATURA

Los neandertales se caracterizan, en general, por tener un cuerpo robusto, con la pelvis ancha y el tórax también ancho y expandido medio-lateralmente. Además tenían

un elevado peso corporal en relación a la estatura. La altura media es de 1,65 metros y las extremidades son cortas (Sánchez-Meseguer, 2008).

Como se ha comentado anteriormente, se piensa que el patrón corporal en los mamíferos está afectado en gran medida por el clima, adaptándose a las condiciones de cada lugar. En el caso de los humanos, el patrón corporal general tiende a ser un tórax estrecho y expandido anterior-posteriormente, peso relativamente bajo en relación a una elevada estatura, extremidades largas y, en general, un físico lineal y esbelto. Este patrón corporal se asocia a poblaciones que habitan en regiones cálidas.

El medio en el que se desarrollaron los neandertales fue posiblemente riguroso debido a la temperatura, siendo en Europa más fría de media que la actual. El frío supone un estrés directo en el cuerpo y pudo haberles evolutiva-

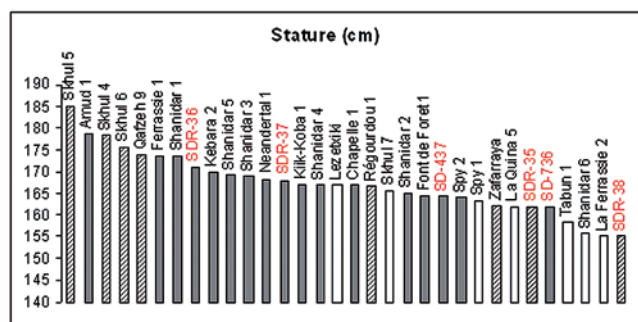


FIGURA 65: Distribución de estaturas de la muestra neandertal y Skhul-Qafzeh. Las barras en blanco representan individuos asignados al sexo femenino y en gris, masculinos (Sánchez Meseguer, 2008).

mente afectado de diferente manera que a nuestra especie. Métricamente, el cuerpo de los neandertales corresponde al que tienen ciertas poblaciones actuales típicas de climas fríos: con el tronco del cuerpo ancho y robusto (corpulentos) y las extremidades cortas, lo cual confiere beneficios para sobrevivir a bajas temperaturas, al reducir la superficie corporal en relación al volumen. Como la cantidad de calor disipado por el cuerpo es proporcional a la superficie corporal, en las extremidades cortas se reduce la pérdida de calor y con ello se reduce el gasto metabólico para mantener una temperatura constante (Holliday y Ruff, 1997).

Es más, se ha propuesto que, en conjunto, las características neandertales reflejan una morfología «hiperpolar», que supera incluso a la de poblaciones árticas modernas. Sin embargo, también se ha estimado que la modificación de estas características físicas no sería suficiente para tolerar el clima severo al que estuvieron sometidos, por lo que, además, debieron poseer toda una serie de respuestas tanto fisiológicas como de comportamiento (uso de fuego o de pieles como ropa) que les permitieron vivir en estos ambientes.

De forma alternativa, otros autores han propuesto que la configuración del cuerpo neandertal podría responder más que a una adaptación estrictamente climática a demandas energéticas relacionadas con una elevada actividad, con explosiones de movimiento de tipo *sprinter*.

Los neandertales de El Sidrón habitaron el norte de la Península Ibérica durante el último periodo glacial. En este tiempo, el clima de la Cornisa Cantábrica fue altamente fluctuante. Las evidencias paleontológicas, palinológicas y sedimentológicas de zonas próximas indican que el clima varió entre periodos fríos a otros más templados y húmedos. Consecuentemente, el cuerpo de los neandertales de El Sidrón tendría que estar de alguna manera cuando menos aclimatado a estas condiciones.

La estatura y patrón corporal de los neandertales de El Sidrón se ha estudiado en los huesos del brazo. El húmero

y la ulna (el cúbito) aportan una muy buena estimación de la estatura. Por otro lado, la relación entre la longitud del húmero y el cúbito (conocido como índice braquial) permite conocer aspectos importantes de la forma corporal de ese mismo individuo.

Los individuos de El Sidrón presentan, en su conjunto, una estatura media de 164,1 cm. Este dato es un poco inferior al promedio de la muestra neandertal. De hecho, uno de los de El Sidrón es el neandertal de menor estatura encontrado hasta el momento (Fig. 65). A su vez, uno de los más altos es similar a los neandertales de mayor estatura, lo que nos lleva a decir que las diferencias entre los hombres y las mujeres de El Sidrón eran mayores de las que encontramos en nuestras poblaciones.

Los antebrazos son relativamente cortos, es decir el índice braquial observado es bajo y, por tanto, similar al que se ha encontrado en otras poblaciones, por lo que podría ser el resultado del efecto que ejerce el clima frío. No obstante, el hecho de tener los antebrazos cortos en relación con los brazos también es un indicador de que eran individuos muy fuertes. Este dato también se ha contrastado con el estudio de la forma de los huesos y se ha visto que los huesos son muy gruesos y tenían los músculos muy desarrollados, a juzgar por las improntas de inserción que dejan sobre los huesos.

Por todo esto, se puede decir que los neandertales de El Sidrón eran de estatura media y eran bastante corpulentos, tanto los hombres como las mujeres (Fig. 66).

#### EL ESTADO DE SALUD (PALEOPATOLOGÍA)

El estado de salud de los neandertales de El Sidrón era por lo general bueno, sin que se evidencien graves patologías o traumatismos, excepción hecha de los problemas nutricionales que comentaremos en breve. Aunque es frecuente entre los neandertales, en El Sidrón no se han detectado fracturas en los huesos y los dientes no presentan caries, aunque algunos de los adultos y adolescentes muestran una abundante cantidad de sarro dental (capa que se forma sobre los dientes por la mezcla de restos de alimentos, sales minerales, desechos celulares y bacterias).

El Adulto 2 presenta evidencia de una infección bucal asimilable a un granuloma, lo que estaría asociado a una fuerte inflamación en vida (Prieto, 2005). Este tipo de lesiones eran frecuentes entre los neandertales, muy posiblemente debido al uso intensivo de la boca en diversas actividades (curtido de pieles y tendones, fibras vegetales, despellejado, etc.), dando lugar a infecciones que podrían llegar incluso a causar la muerte por septicemia (infección generalizada transmitida por el torrente sanguíneo). Existe también en la colección una lesión localizada en la parte distal de una tibia que pudiera tener su origen en un pro-

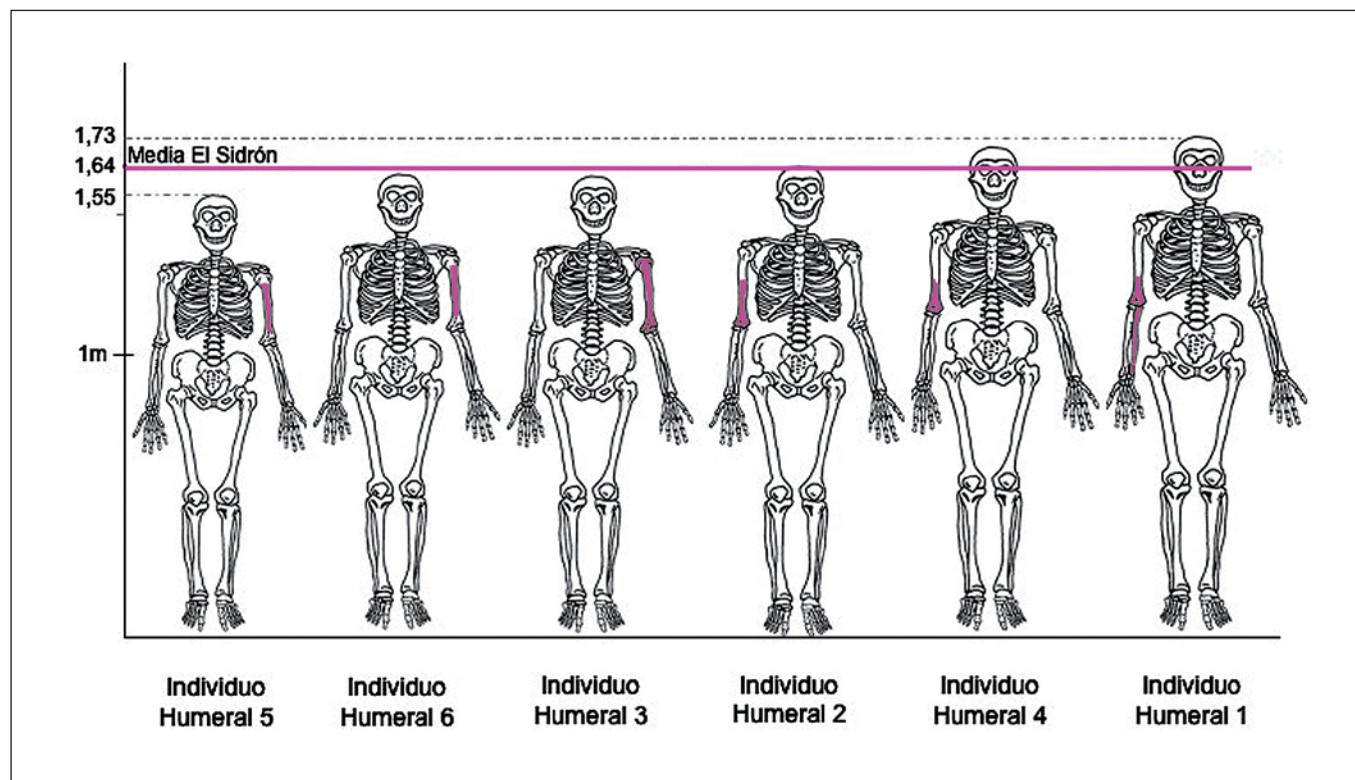


FIGURA 66: Representación de los individuos de El Sidrón, según su estatura (Sánchez Meseguer, 2008).

ceso tumoral, en opinión de J. E. Egocheaga. No obstante, dado lo inespecífico de la huella, otros agentes podrían también explicar el caso.

Todos los individuos de El Sidrón muestran evidencias de haber vivido periodos de estrés fisiológico (infecciones, enfermedades, fiebres o deficiencias nutricionales). Especialmente llamativos son los casos observados en los Adultos 2 y 6 o en el Adolescente 3. Estos episodios se manifiestan en forma de hipoplasias (Fig. 67), que son defectos en la superficie de los dientes causados por una reducción en el grosor del esmalte. Las células que forman el esmalte son los llamados ameloblastos y son sensibles a los episodios de estrés fisiológico del organismo, de tal forma que ante infecciones, fiebres o hambrunas, modifican la tasa de secreción del esmalte, originando regiones adelgazadas que se pueden observar directamente en la superficie del diente. Las hipoplasias representan, pues, una afección general no específica sufrida durante el desarrollo, más concretamente durante la formación del esmalte en las coronas dentales. La relación que existe entre las hipoplasias y la estructura del esmalte nos permite, además, conocer la edad y la duración de estos eventos de estrés (Cunha *et al.*, 2004).

La formación del tejido dental presenta líneas de crecimiento que reflejan los ritmos de formación del esmalte

y la dentina, así como las alteraciones metabólicas que modifican dichos ritmos. En el primer esmalte que se forma sobre las cúspides, estas líneas, llamadas estrías de Retzius, reflejan las capas concéntricas de formación del esmalte y sólo son visibles en secciones finas. En los laterales del diente, sin embargo, las capas de esmalte se depositan de modo imbricado y las estrías aparecen en superficie (Aiello y Dean, 1990). Así, en la superficie de los dientes podemos encontrar estas bandas microscópicas a modo de anillos de crecimiento: los *perikymata*. Éstos se forman en humanos modernos cada 6 a 12 días, con una periodicidad modal de 8 días.

Contando el número de *perikymata* entre la manifestación del estrés (la hipoplasia) y el final de la corona, podemos conocer la edad a la que los individuos de El Sidrón sufrieron aquellas graves alteraciones de su estado fisiológico. Así, podemos observar que la mayoría de las hipoplasias suceden en torno a los 4 años, y que este episodio de estrés lo sufrieron prácticamente todos los individuos del yacimiento. Algo similar encontraron Ogilvie y sus colaboradores (1989) en una muestra con neandertales de distintas procedencias, y Brennan (1987) y Goodman (1984) en muestras de humanos modernos paleolíticos.

Este pico de estrés fisiológico en torno a los cuatro años podría estar relacionado con las deficiencias nutri-

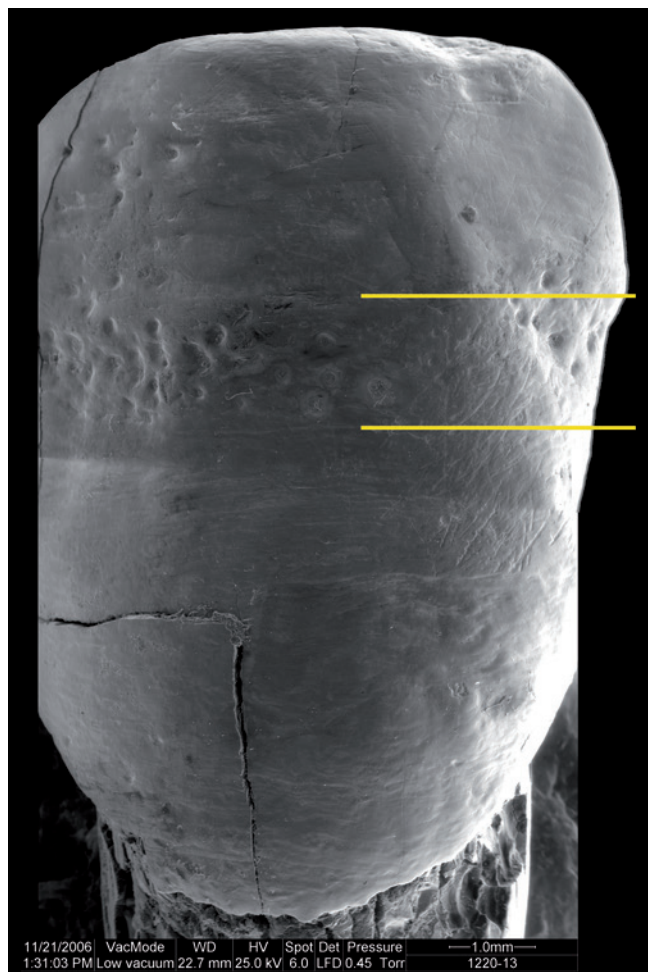


FIGURA 67: Canino mostrando claramente hipoplasia en la corona (entre las líneas amarillas), que se manifiesta en esta caso como una banda punteada en la capa esmalte.

cionales ocasionadas por el destete. Un destete alrededor de los cuatro años lo podemos encontrar en los modernos cazadores-recolectores o en chimpancés e implica también un intervalo medio entre nacimientos de cuatro años.

## EL MODO DE VIDA

### USO INTENSIVO DE LA BOCA

Los neandertales son conocidos por haber utilizado profusamente su boca en numerosas tareas, tanto en actividades propias de la masticación como en otras no relacionadas directamente con esta actividad, tales como la preparación de alimentos, tareas de limpieza de la dentición y aquellas modificaciones relacionadas con el uso de la boca como tercera mano. Del estudio de estas últimas es desde donde se pueden obtener datos acerca de su modo de vida (Puech, 1981).

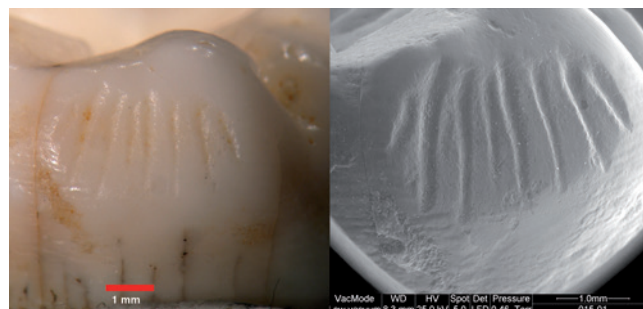


FIGURA 68: Surcos subverticales en una cara interdental en el molar SDR-015 de la colección de El Sidrón. **Izda.:** Vista con lupa binocular a 30 aumentos. **Dcha.:** Vista con microscopio electrónico de barrido a 40 aumentos.

Se sabe que los neandertales realizaban grandes y repetitivos esfuerzos masticatorios y esto se comprueba por la presencia de un alto grado de desgaste oclusal (comparado con el nuestro) y por la presencia de unos surcos en las caras interdenciales, principalmente de los premolares y molares, denominados surcos subverticales (Fig. 68). Este peculiar rasgo de desgaste dental también es muy frecuente en poblaciones cazadoras recolectoras de aborígenes australianos (Estalrich *et alii*, 2011).

En El Sidrón también se han encontrado estos surcos subverticales (en todos los dientes, no sólo en premolares y molares), lo que unido al grado de desgaste oclusal nos permite decir que éstos también realizaban grandes esfuerzos con su boca, tanto durante la masticación como en otras actividades como el curtido de pieles.

También se sabe que los neandertales utilizaban la boca como tercera mano (Bermúdez de Castro *et al.*, 1988), sobre todo la dentición anterior (incisivos y caninos). Esta actitud, usar la boca como tercera mano, se da cuando un individuo sujeta algún tipo de material entre los dientes y mientras con una mano lo agarra, con la otra lo corta, dejando, accidentalmente, pequeños arañazos microscópicos (conocidos como estrías culturales y cuyo análisis se realiza con microscopía electrónica de barrido) en su dentición anterior. No es un comportamiento que hoy en día se haya dejado de practicar desde luego, pero en los neandertales podía estar relacionado tanto con cortar carne sujeta entre los dientes como con la preparación y curtido de pieles (Fig. 69), tal y como ocurre en poblaciones actuales del pueblo inuit de Alaska.

Una de las implicaciones de lo anterior es que, al darse la circunstancia de que estas estrías se las originó el propio individuo a sí mismo, es posible inferir la lateralidad manual del individuo, es decir si era diestro o zurdo, interpretando la dirección en la que se produjo la marca y su localización en el diente. La identificación de

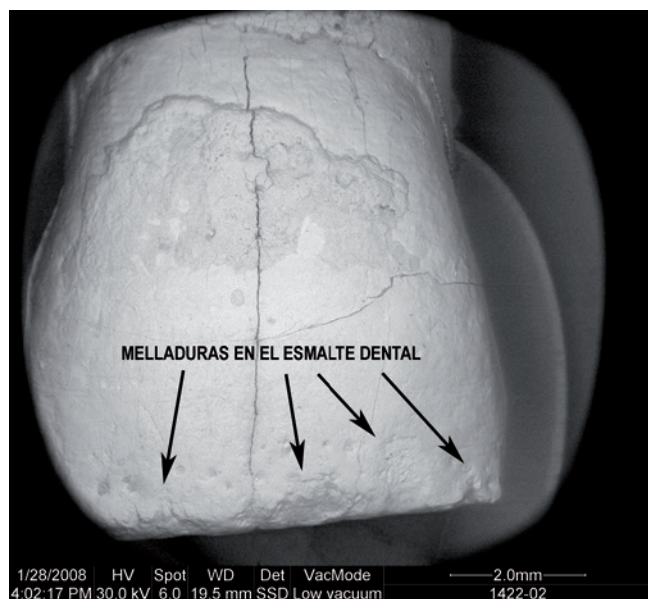


FIGURA 69: Diorama de mujer neandertal utilizando su boca como tercera mano (Museo Americano de Historia Natural. Nueva York. USA). Fotografía de microscopio electrónico de barrido de la cara labial de un incisivo (SD-331b) asignado al individuo Adolescente 2, en el que se muestran numerosas estriaciones culturales, producto del uso de la boca en tareas de sujeción de materiales para después cortarlos.

la lateralidad en individuos de especies fósiles es un hecho relevante, ya que nos ayuda a comprender parte del proceso evolutivo que ha experimentado la corteza cerebral en el linaje de los homínidos. El hecho de que los parientes vivos más próximos a nuestra especie, los chimpancés, presenten cierto grado de lateralidad manual, sugiere que antes de la separación humano-chimpancé, hace algo más de seis millones de años, este rasgo ya estaba presente en el ancestro común. Sin embargo, el modo en que fue desarrollándose en nuestro género es aún una incógnita. Con respecto a otras poblaciones neandertales descritas en la bibliografía, mayoritariamente se trata de individuos diestros. Sólo se han identificados dos individuos zurdos, pertenecientes a los yacimientos de L'Hortus (Francia) y Krapina (Croacia).

Los estudios realizados en la población de El Sidrón indican que estos individuos eran diestros (Fig. 69). Este hecho concuerda con la distribución de la lateralidad manual en humanos anatómicamente modernos, en la que en una población cualquiera, cabe esperar que entre el 3 y el 25% pueden ser individuos zurdos y el 75-97% diestros. Es un rango altamente variable, pero en el que se denota que la población diestra es más numerosa que la zurda.

Un caso especial es el Adulto 2, que presenta casi el mismo número de estriaciones características de diestros como de zurdos. Este individuo, además, presenta el canino mandibular incluido (ha migrado y se encuentra en la región del cuerpo mandibular debajo de los molares) y un granuloma. Es de suponer que la masticación con el lado izquierdo e incluso la sujeción de materiales para su procesamiento debió ser dolorosa. Así, es posible que



**FIGURA 70:** Melladuras en el esmalte dental en el incisivo SD-1422 asignado a Adulto 2. Se puede observar perfectamente la serie de melladuras, que afecta al borde completo del diente.

la aparición de estas dolencias motivara que el individuo empezara a utilizar el lado derecho de su dentición a la hora de sujetar materiales para después cortarlos con un instrumento lítico sujeto con la mano izquierda (disposición característica de individuos zurdos). Por otro lado, presenta unos severos depósitos de cálculo dental en el lado izquierdo de la dentición, que en los premolares y molares cubre la cara oclusal parcial o totalmente, lo que quiere decir que ese lado de la dentición no se empleaba ni durante el ciclo masticatorio, ni para sujetar ningún tipo de material, hecho que apoyaría la hipótesis anteriormente propuesta.

Respecto a la aparición ontogénica de la lateralidad manual en humanos anatómicamente modernos, ésta se encuentra claramente establecida en torno a los ocho o nueve años de edad (Faurie *et al.*, 2005). Algunos autores han defendido que en el caso de poblaciones neandertales la aparición de la lateralidad debía ocurrir de manera muy parecida a lo que sucede en las poblaciones actuales, o quizás algo más temprano, ya que su desarrollo parece ser un poco acelerado comparado con el nuestro. El Juvenil 1 (8-9 años) se ha identificado como diestro, lo cual implica un desarrollo ontogénico equiparable entre ambas especies, sin poder precisar sobre la mayor o menor precocidad en los neandertales.

Otro de los rasgos que ha permitido conocer que los neandertales utilizaban su boca como una tercera mano (Brothwell, 1981) es la presencia de pequeñas mellas o desconchones en el borde de los dientes, en especial en los

incisivos y caninos (Fig. 70). Esas marcas, que también deben ser observadas con el microscopio, se relacionan con la utilización de los dientes en tareas como afilar el borde de una pieza lítica.

Dentro del grupo de El Sidrón, el individuo identificado como Adulto 2 presenta una serie de pequeñas melladuras que recorren el borde de cada diente (Estalrich, 2008), de canino a canino en su dentición maxilar, no habiéndose encontrado la misma disposición ni en su dentición mandibular ni en ningún otro individuo. Los demás individuos adultos tienen alguna que otra mella, pero en ningún caso con una frecuencia tan alta como en el Adulto 2. Este hecho nos permite suponer que, dentro de este grupo, era el que más se dedicaba a esta tarea, probablemente antes de que se desarrollaran las afecciones antes citadas.

Los neandertales ya practicaban algunos hábitos de limpieza e higiene bucal. Utilizaban finos palillos de madera o «mondadientes» con el fin de limpiar los dientes tras la comida, o masajear la encía con alguna intención terapéutica, es decir, con fines paliativos o de higiene, de igual modo que hoy día se utilizan los mondadientes o la seda dental (Formicola, 1988). Las piezas dentales más afectadas por este comportamiento son los premolares y los molares, ya que son los principales efectores de la masticación y por tanto más proclives a que pequeños restos de materia se depositen en los espacios interdentes, y más a medida que avanza el desgaste de los dientes y, con la edad, la aparición de reabsorción alveolar y retraimiento de las encías. Este hábito produce en los dientes un pequeño surco paralelo a la línea de la encía (Fig. 71) y que en su interior tiene numerosas microestriaciones (nuevamente, para su análisis es necesario el microscopio) producidas por el palito de madera al rayar el esmalte dental, o bien por cordones o hilos realizados con tendones de animales.

En El Sidrón se ha comprobado que la presencia de este tipo de surcos corresponde a las etapas iniciales, en los que se observa la presencia de numerosas microestriaciones, finas y paralelas, pero que el desgaste no ha progresado lo suficiente como para ocasionar un surco. Este hecho nos vuelve a confirmar que se trataba de un grupo joven y cuyos dientes no sufrieron un desgaste severo. Sólo en un caso se ha llegado a formar una pequeña depresión en esta zona, un pequeño surco incipiente. Se trata del primer molar mandibular izquierdo del individuo Adulto 5 (Fig. 71).

#### LA ALIMENTACIÓN

Conocer el tipo de dieta de un grupo humano permite saber qué comían y comprender un poco más su conducta, en especial aquella relacionada con la adquisición

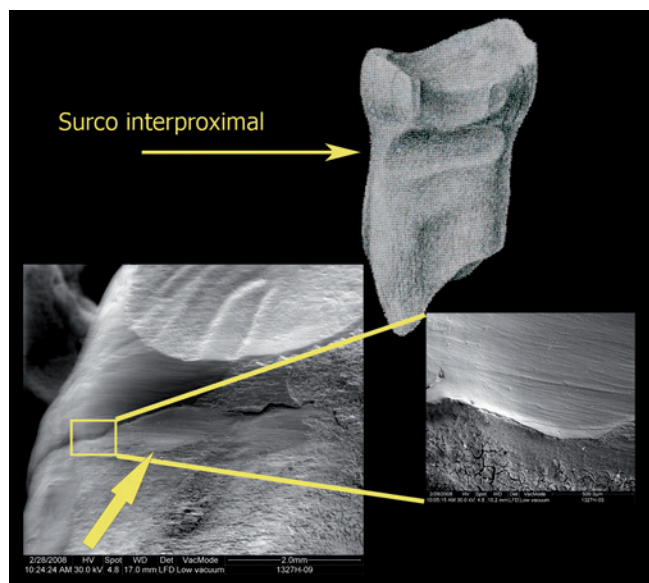


FIGURA 71: Surco interproximal producido por el uso reiterado de un palillo con el fin de limpiar los restos de comida. Detalle del surco interproximal incipiente del molar SD-1327i perteneciente a Adulto 5, en el que se aprecian la pequeñas y numerosas líneas paralelas causadas por la fricción con un palito de madera o con un hilo de tendón.

de la comida, su relación con el entorno y su capacidad de adaptación al medio ambiente, tanto biológica como cultural. También nos permite valorar su estado de salud.

Los neandertales eran cazadores y recolectores (Richards *et al.*, 2000; Rosas, 2010). Su modo de subsistencia consistía en la caza de diversos mamíferos, cuando las condiciones eran propicias para ello, y en la recolección de frutas y bayas silvestres. Diversos estudios han puesto de manifiesto que eran principalmente carnívoros, situándolos en la cúspide de la cadena alimentaria. No se descarta que, dado que se alimentaban principalmente de carne, siguieran a las diversas manadas de renos, bisontes, etc., en sus rutas migratorias y que, por consiguiente, ellos también desplazaran su residencia con asiduidad.

Se sabe que consumían carne de los grandes mamíferos de la época porque en los yacimientos neandertales se han encontrado numerosos restos de fauna. Estos restos aparecen en general fragmentados, con trazas de haber sido cazados, procesados y consumidos. Se trata de mamíferos como reno, bisonte, rinoceronte, caballo, ciervo o cabra montés. Varios yacimientos de Francia, Alemania y España atestiguan esta hipótesis. Además, en muchos huesos de los propios neandertales se han encontrado antiguas roturas, semejantes a las que hoy en día presentan los vaqueros que practican rodeo, lo que se ha interpretado como un signo de que la caza de los animales debía ser de tipo «cuerpo a cuerpo». Este dato nos da una idea acerca de la dureza de la vida de estos humanos. Otro dato que nos indica que

los neandertales eran activos cazadores es la industria lítica asociada a ellos, en la que se han encontrado algunos restos de antiguas lanzas, por ejemplo.

Más recientemente el estudio de isótopos de carbono y nitrógeno en los huesos neandertales, también los sitúan como carnívoros, con lo que se confirman los datos obtenidos mediante el estudio de la fauna asociada.

Otra fuente de información es el análisis de los restos de fitolitos (secreciones de sílice o de ópalo principalmente, que se producen en las plantas y que tienen la función principal de dar soporte estructural a la misma) en el sarro de los dientes, ya que nos aporta información acerca de los vegetales que comían, y de los granos de polen encontrados en el yacimiento. Ambas metodologías de estudio nos permiten saber que los neandertales también hacían uso de las plantas, bien para su alimentación bien con posibles fines curativos (por ejemplo, en el yacimiento de Shanidar, Irak).

En El Sidrón se ha comprobado que todos los individuos presentan depósitos de sarro (Fig. 72). Ninguno de los depósitos es extremadamente grande y no llevan asociada ninguna enfermedad o patología. Pero hay una excepción, el Adulto 2, cuya mandíbula muestra reabsorción alveolar del hueso y un absceso apical, asociados a una maloclusión y masticación posiblemente dolorosa. Este individuo, junto con Adulto 4, presenta grandes depósitos de sarro, incluso llega a cubrir la cara oclusal de los molares en el lado izquierdo de la dentición. Este hecho indica que no era capaz de masticar con ese lado, muy posiblemente a causa de la patología que se ha descrito anteriormente.

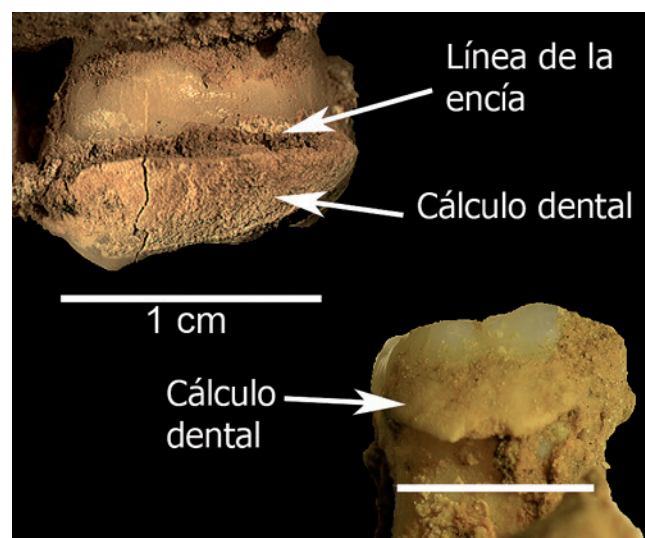


FIGURA 72: Depósitos de sarro en Adulto 2 (arriba izquierda) y Adulto 4 (abajo derecha). La barra de la escala representa 1 cm.

En la actualidad se está analizando el sarro fósil de El Sidrón y se ha averiguado que consumían vegetales, ya que han aparecido restos de celulosa y granos de almidón.

Otra fuente de información acerca de la dieta y que se está desarrollando en este yacimiento es el estudio del microdesgaste dental (Ungar, 1996). Consiste en el estudio de las marcas (microestrías y microagujeros) producidas por la atrición de los alimentos sobre la superficie del esmalte de las muelas durante el proceso de la masticación, y nos permite conocer el tipo de alimentación de los individuos en las últimas semanas de vida, así como posibles variaciones en la alimentación debidas a las estaciones, o las diferencias que hubiera entre los individuos del mismo grupo. Este tipo de estudio se ha realizado con éxito en numerosos primates, tanto vivos como fósiles, comprobándose su fiabilidad. También se han realizado estudios en otros mamíferos, como en ungulados y en algunos carnívoros.

Como resultado preliminar, se ha obtenido que las marcas que aparecen son principalmente los microagujeros, característicos de una alimentación constituida principalmente por alimentos resistentes, es decir que necesitan ser masticados repetidamente para poder ser digeridos, como es la carne. También se han encontrado varias microestrías, cuya formación es debida a la presencia de los fitolitos de los vegetales, o a pequeñas partículas de arena introducidas con la comida. Estas microestrías aparecen

aunque en un número considerablemente menor, y dado que en el estudio del sarro se ha encontrado presencia de vegetales, podemos suponer que los individuos de la cueva comieron vegetales, aunque no de forma mayoritaria.

En resumen, todas estas evidencias nos permiten suponer que algunos de los neandertales de El Sidrón, al menos durante las 2 o 3 últimas semanas de vida, tuvieron una dieta constituida principalmente por carne, en la que también incluían algunos vegetales, siempre en menor cantidad (Fig. 73).

#### MOVILIDAD DETECTADA CON ISÓTOPOS DE ESTRONCIO

Como se ha comentado anteriormente, los neandertales eran cazadores y recolectores, y como tales estaban sujetos a los cambios de las estaciones y a las migraciones de las presas que cazaban.

Actualmente se está desarrollando una nueva línea de investigación, en colaboración con el Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva (Leipzig, Alemania), que consiste en el estudio de los isótopos de estroncio en el esmalte dental. Este análisis nos permite conocer los patrones de movilidad de una especie (Copeland *et al.*, 2010).

A medida que un ser humano (y cualquier otro animal) va creciendo, se van fijando en su esqueleto y sus dientes unas pequeñas cantidades de un determinado isótopo de estroncio, iguales a las que se encuentran de manera natural en el medio ambiente en el que crece. Esto se debe a que el estroncio que se encuentra en un terreno es absorbido por las plantas que crecen en él, que más tarde serán el alimento de los herbívoros de la zona, y éstos, a su vez, de los carnívoros. En algún punto de esta cadena trófica, entraron los neandertales de El Sidrón y esas pequeñas concentraciones de estroncio que consumieron han permanecido inalterables con el tiempo, ya que el que se absorbió durante su niñez y adolescencia queda registrado en el esmalte dental y no se altera con el paso del tiempo. Es por eso que los isótopos de estroncio son un muy buen indicador del lugar donde uno ha crecido, ya que el estroncio que posee un individuo que ha crecido en una determinada región es diferente al de otro individuo que haya crecido en otra región.

Además de conocer que algunos momentos de la vida de los neandertales de El Sidrón transcurrieron en los alrededores de la cueva, es interesante conocer si ocupaban habitualmente la cueva, si sólo lo hacían en temporadas, o bien si alguno de los individuos creció en algún otro lugar y más tarde, al unirse al grupo, vivió en un entorno próximo a la cueva.

Para poder averiguar todas estas preguntas el estudio se basa en la diferencia de concentraciones de este isótopo en la naturaleza, es decir, el estroncio geológico, que va-



FIGURA 73: Dentición maxilar de Adulto 2, con fotografía de microscopio electrónico de barrido, en la que se aprecia la superficie rugosa del esmalte dental, debido a la masticación repetida de carne. Dos dibujos de hipotéticas escenas de caza de los neandertales.

ría según el lugar. Comparando los isótopos del esmalte de los dientes de los fósiles, con aquellos muestreados en diferentes lugares, se puede averiguar dónde ha crecido cada individuo y averiguar cuáles han sido los patrones de movilidad de nuestra población.

En El Sidrón se ha muestreado la microfauna, principalmente de ratas de agua, topillos y ratones de campo (*Arvicola*, *Microtus* y *Apodemus*, respectivamente) (que nos aportan datos acerca de la concentración de estroncio en las inmediaciones de la cueva) y de los individuos neandertales Adulto 4, Adulto 6 y Adolescente 2.

Para muestrear el estroncio de los dientes, éstos son sometidos a una ablación con láser en la que se toman muestras microscópicas (Fig. 74) de esmalte y dentina, y se va analizando su composición a medida que el láser avanza.

Con estos resultados preliminares se ha observado que, en los primeros años de su vida, los tres individuos no habitaban en las inmediaciones de la cueva, mientras que el Adolescente 2, que en el momento de su muerte debía tener unos 12 años, pasó los últimos 3 años de vida en el entorno del yacimiento.

#### CANIBALISMO EN EL SIDRÓN

Una de las particularidades de los neandertales de la Cueva de El Sidrón son las prácticas de canibalismo identificadas sobre sus restos óseos.

El canibalismo o antropofagia es el consumo de carne humana realizada por otros humanos del mismo grupo (endocanibalismo) o de otro grupo (exocanibalismo).

A lo largo de, como mínimo, el último millón de años de evolución humana, homínidos de diferentes especies y en diferentes momentos cronológicos han practicado el canibalismo. Los restos de *Homo antecessor* en el nivel 6 de la Gran Dolina (Sierra de Atapuerca) (Fernández-Jalvo *et al.*, 1996), de *H. heidelbergensis* de la cueva del Arago (Francia) o de neandertales en el yacimiento de Moulé-Guercy (Francia) (Delfeur *et al.*, 1999) son algunos de los conjuntos fósiles prehistóricos canibalizados.

Diferentes grupos humanos de nuestra especie, *H. sapiens*, han desarrollado la antropofagia. Esta práctica se ha relacionado con aspectos nutricionales como el caso de los habitantes de la Isla de Pascua (entre el siglo xv-xviii), pero también se ha vinculado con aspectos simbólicos y rituales entre las tribus aztecas (siglo xiv). Entre los grupos que han ejercido el canibalismo ritual se encuentran los fore (Nueva Guinea) que han practicado la antropofagia como mínimo hasta 1960 (Lalueza-Fox, 2006).

Prácticamente en todos los yacimientos prehistóricos en los que se ha evidenciado antropofagia, los restos humanos estaban asociados y mezclados con restos animales que también habían sido consumidos por los homínidos.

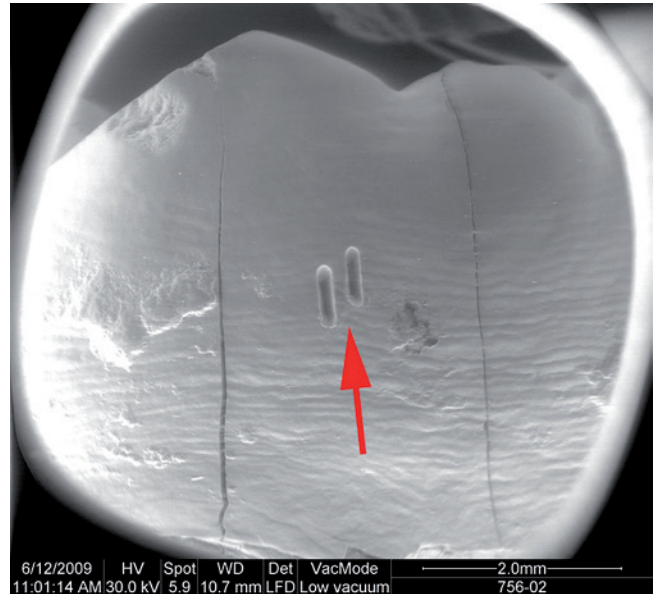


FIGURA 74: Fotografía de microscopía electrónica de barrido, en la que se muestra un molar asignado a Adolescente 2 con las dos pequeñas marcas producidas por la ablación láser.

La heterogeneidad del conjunto fósil de estos yacimientos ha hecho que la antropofagia documentada se relacionase con una finalidad únicamente nutricional por parte de los grupos consumidores/comensales.

Sin embargo, en la Cueva de El Sidrón los restos animales son muy escasos y, hasta el momento, no se ha identificado ningún tipo de actividad de origen antrópico sobre dichos restos. La homogeneidad a nivel específico de los fósiles recuperados en la Cueva de El Sidrón nos lleva a cuestionarnos cuál fue el motivo de la antropofagia documentada. ¿Practicaron los neandertales un canibalismo puramente nutricional o bien había algún componente ritual o simbólico detrás de dicha actividad?

La capacidad de simbolismo de los neandertales es uno de los temas más discutidos dentro del estudio de la evolución humana. Hasta hace relativamente poco tiempo, la mayoría de investigadores consideraban que sólo *H. sapiens* tenía un mundo simbólico, reflejado principalmente en las pinturas rupestres. No obstante, cada vez más son los autores que presentan hallazgos arqueológicos (enterramientos, ornamentos corporales o materiales) que relacionan los neandertales con el mundo simbólico (Fortea *et al.*, 2007; Zilhao *et al.*, 2010).

#### ¿Cómo sabemos que hay actividad antrópica?

Los neandertales utilizaban herramientas de piedra para sus actividades de carnicería. Estas actividades iban desde la caza de las presas hasta el consumo de todos sus nutrientes,

tanto carne como tuétano. En algunas ocasiones, al utilizar estas herramientas a modo de cuchillos para la obtención de carne, de forma accidental «tocaban hueso», provocando una serie de marcas, denominadas marcas de corte (Fig. 75). Por otro lado, al golpear los huesos para fracturarlos con el fin de obtener el tuétano también se producían algunas marcas que conocemos como marcas o impactos de percusión y se originan algunas morfologías en los huesos fracturados muy características de la fracturación antrópica.

Todas estas marcas y modificaciones han sido muy bien caracterizadas a partir de trabajos experimentales a lo largo de la historia de la tafonomía (que es el estudio de las modificaciones que han sufrido los restos orgánicos desde la muerte del organismo productor hasta su desenterramiento por parte de los excavadores) y de este modo hoy podemos afirmar sin ningún género de dudas que las marcas documentadas sobre los restos humanos de la Cueva de El Sidrón son de origen antrópico. La antigüedad de los neandertales de El Sidrón, de unos 49.000 años, excluye la posibilidad de que fueran humanos modernos los que hubieran practicado el canibalismo, lo que significa que dicha práctica fue desarrollada por los neandertales.

### ¿Qué nos dicen los huesos de la Cueva de El Sidrón?

En el yacimiento de El Sidrón se han recuperado un total de 2.018 restos. Hasta el momento, se ha documenta-



FIGURA 75: Marcas de corte en un húmero neandertal de El Sidrón. Se efectuaron en uno de los extremos para poder liberar el músculo, dado que es ahí donde se inserta en el hueso a través de los tendones.

do la actividad antrópica de forma directa sobre 210 restos (algo más del 10% del total del conjunto recuperado).

La mayoría de los elementos con marcas de canibalización corresponden a individuos adultos, aunque también hemos documentado estas marcas en restos de individuos infantiles y juveniles.

Todos los elementos del esqueleto, desde cráneos hasta falanges, presentan marcas de consumo por parte de los homínidos. Sin embargo, los huesos largos como húmero, tibia y ulna son los que presentan una mayor actividad antrópica.

A partir de la morfología de las marcas y de su situación en el esqueleto hemos podido saber que los homínidos realizaron un procesado completo, desde la extracción de la piel de los cuerpos hasta la fracturación de los huesos.

Las marcas de corte detectadas en diferentes fragmentos de cráneo fueron producidas al desollar los cuerpos. Tras extraer la piel, los cadáveres posiblemente fueron eviscerados. Esta actividad se ha documentado a partir de las marcas de corte localizadas en la cara interna de un par de costillas.

Posteriormente los cadáveres fueron desmembrados y desarticulados. Al hablar de desmembración nos referimos a la actividad de separar las extremidades del tronco. Este hecho ha sido documentado a partir de las marcas de corte localizadas en el acétabulo de un coxal. Estas marcas serían fruto de la separación de una de las extremidades inferiores del tronco.

Tras la desmembración del cadáver, los diferentes segmentos anatómicos fueron divididos en unidades más pequeñas, fueron desarticulados. Como el propio nombre indica este hecho se produce separando los elementos anatómicos por las zonas articulares de los huesos. En el caso de los neandertales de la Cueva de El Sidrón dicha actividad se ha identificado especialmente en elementos óseos distales como carpales y tarsales, aunque también se ha documentado sobre algún hueso largo como un húmero.

Posiblemente la desarticulación de los segmentos anatómicos lo que producía era una división de las extremidades en dos «subsegmentos»: el segmento proximal (húmero/fémur/radio/ulna/tibia/peroné) y el segmento distal (carpales/tarsales/metapodos/falanges). En el registro fósil de la Cueva de El Sidrón se han documentado algunos restos del «subsegmento» distal, concretamente un pie, en conexión anatómica.

Si bien hemos registrado una serie de marcas de corte que nos indican la realización de diferentes actividades de carnicería sobre los cuerpos, sin duda las marcas de corte más abundantes en el conjunto fósil son las relacionadas con la descarnación de los cadáveres. No podemos afirmar si ésta se producía antes o después de desmembrar y desarticular, aunque a partir de los trabajos experimentales realizados con cadáveres animales consideramos que la

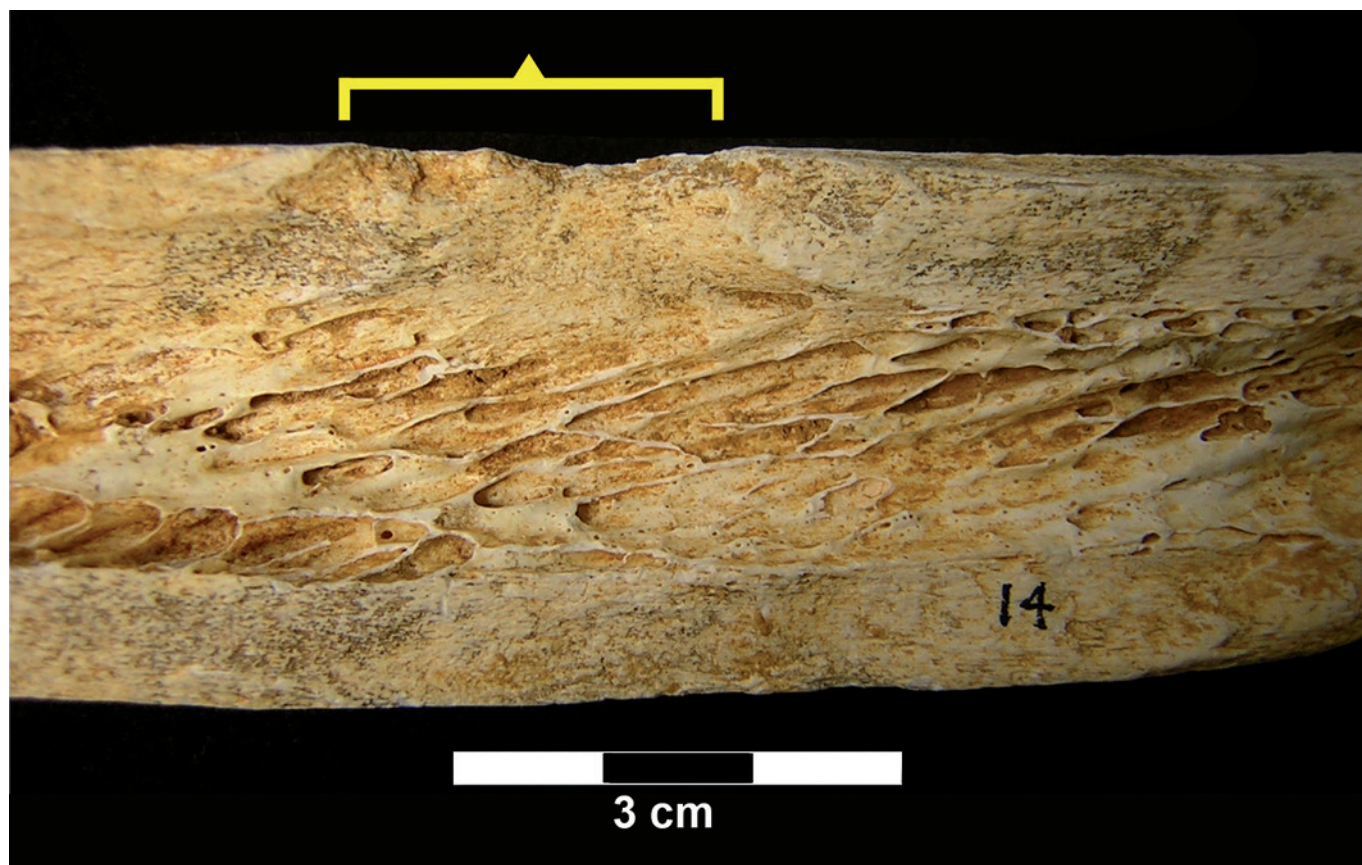


FIGURA 76: Marcas de percusión (bajo la llave amarilla) producidas sobre una diáfisis de fémur, seguramente para fracturar el hueso y acceder así al tuétano.

descarnación de los cuerpos humanos se produciría después de desmembrar.

Una vez descarnados, los huesos fueron fracturados y/o mordidos con el fin de acceder al tuétano de su interior (Fig. 76). Todos los huesos de un esqueleto humano no tienen la misma densidad y robustez. Esto hace que la técnica de fracturación llevada a cabo para acceder al tuétano no sea igual para todos los elementos óseos. Los huesos más densos, como los huesos largos, son golpeados con un objeto contundente como un canto, hasta fracturarlos y obtener el tuétano. En cambio los restos menos densos y más frágiles, como costillas o vértebras, son fracturados por flexión. De este modo, al flexionar el hueso, éste se rompe y astilla como una rama de árbol al ser flexionada. Tras su flexión los homínidos muerden el hueso y acceden al tuétano.

Un punto interesante en el conjunto fósil de la Cueva de El Sidrón es que, al igual que hemos documentado restos canibalizados, existe también un número de restos que no presentan ninguna evidencia de la actividad antrópica. De este modo, de las cuatro mandíbulas recuperadas sólo una presenta marcas de actividad antrópica (Fig. 77). Por otro lado, si bien hemos registrado huesos fracturados,

también se han recuperado algunos huesos largos que están prácticamente enteros.

Así podemos plantear que posiblemente no todos los cadáveres recuperados en El Sidrón fueron canibalizados o al menos no lo fueron siguiendo un mismo patrón de carnicería.

En resumen, a partir de los datos obtenidos podemos afirmar que los neandertales que habitaron en las inmediaciones de la Cueva de El Sidrón practicaron el canibalismo. No obstante, no podemos determinar si esta práctica estaba asociada a una función puramente nutricional o bien estamos ante una actividad ritual o simbólica.

#### UNA NOTA FINAL

Como hemos ido viendo en las páginas precedentes, la colección de fósiles neandertales de El Sidrón permite la exploración y estudio de un amplio espectro de aspectos sobre la vida y evolución de este grupo humano. Hoy en día existen técnicas científicas muy especializadas de la más alta tecnología que pueden aplicarse al estudio de los fósiles. En este marco, la aportación por parte de El Sidrón al



FIGURA 77: Mandíbula neandertal en la que se aprecian (imagen aumentada) las llamadas marcas de corte dejadas sobre el hueso por los cuchillos de piedra al descarnar. Las marcas de corte, junto a otras evidencias, son pruebas de prácticas de canibalismo.

escenario internacional de muestras «frescas» sobre las que aplicar toda esta batería de nuevas técnicas ha despertado un gran interés en la comunidad científica. Este hecho tiene a su vez una repercusión inmediata en los medios de comunicación, tanto los generales como en los más especializados, lo que contribuye a una mayor atención por parte de la sociedad. Todos estos aspectos hacen de los fósiles neandertales de El Sidrón un bien patrimonial de primer orden nacional e internacional.

Paralelamente, es imprescindible resaltar con énfasis que el gran valor de esta colección de huesos reposa sobre la investigación que se lleva y se pueda llevar a cabo sobre ellos. Su valor, por tanto, reside en su riqueza documental y en la información científica que proporcionan.

La investigación interdisciplinar llevada a cabo en esta muestra trata de estudiar a los neandertales en sí mismos y, de este modo, verles con una distancia y una objetividad que nos permita comprender mejor su naturaleza. Por eso, aspectos más exclusivos de su biología entran en un primer plano de la investigación. Ejemplos recientes de esta aproximación los tenemos, por ejemplo, en el genoma neandertal, o en el estudio de la demografía de sus poblaciones, buscando si había diferencias geográficas entre grupos geográficos. Todos estos aspectos, en conjunción con otros más clásicos del estudio de su posición evolutiva y sus modos de vida, dotan de plena actualidad al estudio de los neandertales.

Finalmente, quedan aún por dilucidar múltiples aspectos tanto de la biología general de los neandertales como otros concretos de la muestra de Borines. Entre estos últimos, y a modo de ejemplo y de acicate, señalaremos aquí que el determinar las relaciones interpersonales existentes entre los individuos del grupo de El Sidrón y determinar las condiciones de formación del yacimiento, en

el que esclarecer la modalidad de canibalismo practicado está en el núcleo de las respuestas.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIELLO, L. C. y DEAN, M. C. 1990. *The Microanatomy and Development of Teeth. An Introduction to Human Evolutionary Anatomy*. Academic Press Limited. London: 106-132.
- BASTIR, M.; O'HIGGINS, P. y ROSAS, A. 2007. «Facial ontogeny in Neanderthals and modern humans». *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274: 1125-1132
- BASTIR, M.; ROSAS, A.; TABERNEIRO, A. G.; PEÑA-MELIÁN, A.; ESTALRRICH, A.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2010. «Comparative morphology and morphometric assessment of the Neandertal occipital remains from the El Sidrón site (Asturias, Spain: years 2000-2008)». *Journal of Human Evolution*, 58: 68-78.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; BROMAGE, T. y FERNÁNDEZ-JALVO, Y. 1988. «Buccal striations on fossil human anterior teeth: evidence of handedness in the middle and early Upper Pleistocene». *Journal of Human Evolution*, 17: 403-412.
- BOGIN, B. 1999. «Evolutionary perspective on human growth». *Annual Review of Anthropology*, 28: 109-153.
- BRENNAN, M. U. 1987. «Hypoplasias in the Middle and Upper Paleolithic». *Paper presented at the 14th annual meeting of the Paleopathology Association*.
- BROTHWELL, D. R. 1981. *Digging up bones*. British Museum (Natural History) and Oxford University Press.
- COPELAND, S. R.; SPONHEIMER, M.; LEE-THORP, J. A.; LE ROUX, P. J.; RUITER, D. J. DE y RICHARDS, M. P. 2010. «Strontium isotope ratios in fossil teeth from South Africa: assessing laser ablation MC-ICP-MS analysis and the extent of diagenesis». *Journal of Archaeological Science*, 37: 1437-1446.
- CUNHA, E.; RAMÍREZ ROZZI, F. V.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; MARTINÓN-TORRES, M.; WASTERLAIN, S. N. y SARMIENTO, S. 2004. «Enamel Hypoplasias and Physiological Stress in the Sima de los Huesos Middle Pleistocene Hominins». *American Journal of Physical Anthropology*, 125: 220-231.

- DEFLEUR, A.; WHITE, T.; VALENSI, P.; SLIMAK, L. y CRÉGUT-BONNOURE, É. 1999. «Neanderthal cannibalism at Moula-Guercy, Ardèche, France». *Science*, 286: 128-131.
- ENLOW, D. H. y HANS, M. G. 1996. *Essentials of Facial Growth*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, London, New York.
- ESTALRRICH, A. 2008. *Análisis e identificación de marcadores de actividad en la dentición de los neandertales de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH)
- ESTALRRICH, A.; ROSAS, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Subvertical Grooves on Interproximal Wear Facets from the El Sidrón Neanderthal Dental Sample». *American Journal of Physical Anthropology*, 144: 154-161.
- FAURIE, C.; SCHIEFENHÖVEL, W.; LE BOMIN, S.; BILLIARD, S. y RAYMOND, M. 2005. «Variation in the frequency of left-handedness in traditional societies». *Current Anthropology*, 46: 142-147.
- FERNÁNDEZ CASCÓN, B.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA TABERNEIRO, A.; GARCÍA VARGAS, S.; HUGUET, R.; LÓPEZ-POLÍN, L.; BASTIR, M.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2009. *Restoration of the Neanderthal remains from El Sidrón cave (Asturias, Spain)*. Poster I Conservation Workshop: Finding Global Solutions for Natural History Collections. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Sabadell.
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; DÍEZ, J. C.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; CARBONELL, E. y ARSUAGA, J. L. 1996. «Evidence of Early Cannibalism». *Science*, 271: 277-278.
- FORMICOLA, V. 1988. «Interproximal Grooving of Teeth: Additional Evidence and Interpretation». *Current Anthropology*, 29: 663-668.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D. y ROSAS, A. 2007. «El Paleolítico superior antiguo en Asturias y su contexto». *La Prehistoria en Asturias. Un legado artístico único en el mundo*. La Nueva España. Oviedo. 2007: 355-388.
- FRAYER, D. y WOLPOFF, M. 1985. «Sexual Dimorphism». *Annual Reviews in Anthropology*, 14: 429-473.
- GOODMAN, A. H.; ARMELAGOS, G. J. y ROSE, J. C. 1984. «The chronological distribution of enamel hypoplasias from prehistoric Dickson Mounds populations». *American Journal of Physical Anthropology*, 65: 259-266.
- GUATELLI-STEINBERG, D.; REID, D. J.; BISHOP, T. A. y LARSEN, C. S. 2005. «Anterior Tooth Growth Periods in Neandertals Were Comparable to Those of Modern Human». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 14197-14202.
- HOLLIDAY, T. W. y RUFF, C. B. 1997. «Ecogeographical patterning and stature prediction in fossil hominids: comment on M. R. Feldesman and R. L. Fountain, American Journal of Physical Anthropology (1996) 100: 207-224». *American Journal of Physical Anthropology*, 103: 137-140.
- KERLEY, E. R. 1965. «The Microscopic Determination of Age in Human Bone». *American Journal of Physical Anthropology*, 23: 149-163.
- LALUEZA-FOX, C. 2006. *Cuando éramos canibales*. Premio Casa de las Ciencias 2005. *La Voz de Galicia*. A Coruña.
- LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GIGLI, E.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-QUINTO, F.; RAMÍREZ, O.; CIVIT, S.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Genetic evidence for patrilocal mating behaviour among Neanderthal groups». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (1): 250-253.
- OGILVIE, M. D. 1989. «Incidence and Patterning Of Dental Enamel Hypoplasia Among The Neandertals». *American Journal of Physical Anthropology*, 79: 25-41.
- PONCE DE LEÓN, M. y ZOLLIKOFER, C. 2001. «Neanderthal cranial ontogeny and its implications for late hominid diversity». *Nature*, 412: 534-538.
- PUECH, P. F., 1981. «Tooth wear in La Ferrassie man». *Current Anthropology*, 22: 424-430.
- PRIETO, J. L. 2005. «Hallazgos paleopatológicos en la mandíbula SDR-7-8 del Sidrón». En R. MONTES y J. A. LASHERAS (Coord.). Actas de la reunión científica: *Neandertales cantábricos: estado de la cuestión*. Museo de Altamira. Monografías, 20. Ministerio de Cultura: 397-403.
- RAMÍREZ ROZZI, F. V. y BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. 2004. «Surprisingly Rapid Growth in Neanderthals». *Nature*, 428: 936-939.
- RICHARDS, M. P.; PETTIT, P. B.; TRINKAUS, E.; SMITH, F. H.; PAUNOVIC, M. y KARAVANIC, I. 2000. «Neanderthal diet at Vindija and Neanderthal predation: The evidence from the stable isotopes». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97: 7663-7666.
- RITZ-TIMME, S.; CATTANEO, C.; COLLINS, M. J.; WAITE, E. R.; SCHÜTZ, H. W.; KAATSCH, H.-J. y BORRMAN, H. I. M. 2000. «Age Estimation: The State of the Art in Relation to the Specific Demands of Forensic Practice». *International Journal of Legal Medicine*, 113: 129-136.
- ROBLING, A. G. y STOUT, S. D. 2000. «Histomorphometry of Human Cortical Bone: Applications to Age Estimation». En M. A., KATZENBERG y S. R. SAUNDERS (Eds.). *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Wiley-Liss, New York: 187-213.
- ROSAS, A. 2010. «Los neandertales». En *Los libros de la Catarata*. Colección ¿Qué sabemos de? Ediciones CSIC. Madrid.
- ROSAS, A. y BASTIR, M. 2004. «Geometric morphometric analysis of allometric variation in the mandibular morphology from the hominids of Atapuerca, Sima de los Huesos Site». *The Anatomical Record Part A* 278A: 551-560.
- ROSAS, A.; BASTIR, M.; MARTÍNEZ MAZA, C. y BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. 2002. «Sexual Dimorphism in the Atapuerca-SH hominids. The evidence from the mandibles». *Journal of Human Evolution*, 42: 451-474.
- ROSAS, A.; BASTIR, M.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; GARCÍA-TABERNEIRO, A. y LALUEZA-FOX, C. 2006a. «Inquiries into Neanderthal craniofacial development and evolution: 'accretion' vs 'organismic' models». En HARRISON T. y HARVATI K. (Eds.). *Neanderthals Revisited*. Springer Verlag. New York University: 38-69.
- ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; TORRES, T. D.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIOL, J.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2006b. «Paleobiology and comparative morphology of a late Neanderthal sample from El Sidrón, Asturias, Spain». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103: 19266-19271.
- SÁNCHEZ MESEGUER, A. 2008. *Estatutura y proporciones corporales de los neandertales de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH).
- SCHEUER, L. y BLACK, S. 2000. *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press, London.
- SMITH, F. 1980. «Sexual differences in European Neanderthal crania with special reference to the Krapina crania». *Journal of Human Evolution*, 9: 359-375.
- SMITH, T. M.; TOUSSAINT, M.; REID, D. J.; OLEJNICZAK, A. J. y HUBLIN, J.-J. 2007. «Rapid Dental Development in a Middle Paleolithic Belgian Neanderthal». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 20220-20225.
- THOMPSON, D. D. 1979. «The Core Technique for the Determination of Age at Death in Skeletons». *Journal of Forensic Sciences*, 24: 902-915.

UNGAR, P. S. 1996. «Dental microwear of European Miocene catarrhines: evidence for diets and tooth use». *Journal of Human Evolution*, 31: 335-366.

ZILHÃO, J.; ANGELUCCI, D. E.; BADAL-GARCÍA, E.; D'ERRICO, F.; DANIEL, F.; DAYET, L.; DOUKA, K.; HIGHAM, T.; MARTÍNEZ-SÁN-

CHEZ, M. J.; MONTES-BERNÁRDEZ, R.; MURCIA, S.; PÉREZ-SIRVENH, C.; ROLDÁN-GARCÍA, C.; VANHAEREN, M.; VILLAVARDE, V.; WOOD, R. y ZAPATA, Z. 2010. «Symbolic use of marine shells and mineral pigments by Iberian Neandertals». *Proceedings of National Academy of Sciences*, 107(3): 1023-1028.

## 4.5. DESVELANDO EL MÁS ÍNTIMO CÓDIGO: LOS ESTUDIOS PALEOGENÉTICOS

**Carles Lalueza-Fox**

*Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona*

### INTRODUCCIÓN

Nuestra información genética es la que determinará, en mayor o menor medida, muchos rasgos de nuestra persona; por ejemplo, qué color de ojos tendremos, cuál será nuestro grupo sanguíneo, nuestra capacidad de notar gustos y olores, qué enfermedades sufriremos, y, quizás, cómo nos comportaremos y cómo reaccionaremos frente a determinadas situaciones. Al mismo tiempo, esta información que nos modela como individuos únicos nos conecta evolutivamente con todos los otros miembros de nuestra especie y, a una escala más profunda, con todos los seres vivos.

Toda esta inmensa cantidad de información está primariamente inscrita en la molécula de ADN (o ácido desoxirribonucleico), que se encuentra en el interior del núcleo, el compartimento central de casi todas las células de nuestro cuerpo. El conjunto de toda la información genética de una especie se denomina «genoma»; el conjunto de la información genética personal de un individuo es su «genotipo»; la expresión externa de este genotipo, que está modificada por el ambiente (como la dieta, los factores climáticos o incluso las condiciones intrauterinas durante el embarazo), se denomina «fenotipo». Por ejemplo, la estatura del individuo, su color de piel, la forma de su nariz, las enfermedades que padece (cuando tienen una base hereditaria) o su grupo sanguíneo ABO (cuando se determina con la típica reacción inmunológica antígeno-anticuerpo) son aspectos del fenotipo de cada persona.

El sistema de codificación del ADN está basado en combinaciones de únicamente cuatro componentes químicos, denominados «nucleótidos», que están compuestos a su vez por un azúcar (la desoxirribosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada. Las «bases nitrogenadas» son lo que diferencia un nucleótido de otro; hay cuatro: la adenina (abreviada A), la guanina (G), la citosina (C) y la timina (T). Si equiparamos el ADN a un lenguaje (un recurso apropiado, puesto que ambos son sistemas de almacenamiento y transmisión de información), se trataría de un extraño lenguaje que únicamente tendría cuatro letras, y no 28 como en castellano (pero más que los bits infor-

máticos, que están basados en un código de dos signos, 1 y 0). Combinaciones de tres nucleótidos determinan un «aminoácido», que son los componentes químicos que forman las «proteínas». Siguiendo con el símil lingüístico, los aminoácidos equivaldrían a las palabras.

Nosotros somos, desde nuestros cabellos y uñas hasta nuestras hormonas y neurotransmisores cerebrales, el producto directo o indirecto del funcionamiento de miles de proteínas diferentes y de sus interacciones. Hay 20 aminoácidos diferentes y hasta 64 combinaciones posibles de los cuatro nucleótidos en «tripletes» o grupos de tres. Esto significa que combinaciones diferentes de letras codifican para el mismo aminoácido (frecuentemente difieren en la tercera posición del triplete). Por ejemplo, TCT, TCC, TCA y TCG son cuatro combinaciones de nucleótidos que codifican para el mismo aminoácido, la serina (abreviada Ser). En cambio, ATG es la única combinación que codifica para el aminoácido metionina (abreviada Met). Las proteínas difieren en sus secuencias de aminoácidos y en su número (desde unas decenas a varios miles). La composición aminoacídica determina primariamente que la proteína adopte una u otra conformación tridimensional. Posteriormente la proteína puede ser modificada químicamente por otras proteínas (básicamente por la adición de carbohidratos y de grupos fosfato), lo cual hace que sea difícil inferir su función únicamente a partir de la secuencia de ADN.

El ADN forma una hélice constituida por dos cadenas, en una imagen familiar que se ha convertido en un icono popular de nuestra época. Las bases de una cadena son complementarias con las de la otra cadena, y siempre encajan de la misma manera: la complementaria de la A es la T (y viceversa) y la de la G es la C (y viceversa). Esto significa que, conociendo la «secuencia» (es decir, el orden de nucleótidos de un segmento de ADN) de una de las cadenas, inmediatamente podemos inferir la secuencia de su cadena complementaria. Por ejemplo, la secuencia GATTACA (como el título de la película de ciencia ficción dirigida por Andrew Niccol en 1997) será CTAATGT en su cadena complementaria. Como hay dos cadenas, los genetistas frecuentemente hablan de pares de nucleótidos

(abreviado «bp») para referirse a la longitud de un fragmento de ADN (en el caso de GATTACA, su longitud sería de únicamente 7 bp).

La estructura complementaria del ADN sugiere inmediatamente el mecanismo de copia de la información genética. Es decir, las cadenas complementarias se separan y los mecanismos celulares replican el ADN generando a su vez una cadena complementaria de cada cadena original. Este mecanismo tiene lugar cada vez que una célula de nuestro organismo se divide para formar dos células nuevas (cada una de ellas con una copia fidedigna del DNA original).

A pesar de la exactitud del mecanismo de copia, a veces se producen cambios (llamados mutaciones) en uno u otro nucleótido, que pueden no tener ningún efecto sobre la supervivencia del individuo (por ejemplo, si no cambian el aminoácido), con lo cual se llaman «neutros». Algunos cambios, sin embargo, pueden tener implicaciones negativas (como los que provocan las llamadas enfermedades hereditarias, como la fibrosis quística), provocando la muerte o la menor viabilidad del individuo afectado. Todavía otros pueden resultar ventajosos, ayudando a la supervivencia y a la reproducción del individuo e influyendo de esta forma en el futuro proceso evolutivo.

Los «genes» son las unidades funcionales de la herencia. Aunque su definición dista de estar consensuada, un concepto conveniente para nosotros es el de que un gen es una secuencia de ADN que generalmente codifica para una proteína (o una subunidad de una proteína) determinada. En el caso humano, se estima que hay unos 25.000 genes en el genoma. Los genes no son siempre secuencias continuas; la mayoría de las veces las secuencias codificantes (llamadas «exones», lo que equivaldría a párrafos de nuestro libro genético) están fragmentados por secuencias no codificantes (denominadas «intrones», que a veces se han comparado con páginas en blanco que interrumpen los párrafos del libro genético). Estos intrones no se emplean en el proceso para pasar de la secuencia de ADN a la proteína final (denominado traducción). El conjunto de proteínas de la especie humana se denomina «proteoma».

El ADN no se dispone en un único filamento, sino que viene empaquetado dentro del núcleo celular en unos corpúsculos característicos denominados «cromosomas», de los cuales nosotros los humanos poseemos 46 (o 23 pares). De éstos, 22 pares han sido numerados del 1 al 22, en orden decreciente de tamaño (con algunos pequeños errores); los dos restantes son los cromosomas sexuales (los que determinan el sexo del individuo), que son xx en las mujeres y xy en los hombres. El cromosoma y, que se hereda únicamente del padre, es el que determina el sexo masculino. Recibimos la mitad de nuestra dotación genética de nuestra madre y la otra mitad de nuestro padre. Esto significa que tenemos dos copias de cada gen, aunque

frecuentemente no son idénticas; puede haber diferencias sutiles en la secuencia del mismo gen, que implique un rasgo como tener los ojos azules en un cromosoma y tener los ojos oscuros en la otra copia del cromosoma. Cuando las dos copias del gen son diferentes, el individuo se denomina «heterocigoto»; cuando son idénticas, hablamos de «homocigotos». Las variantes de los genes se denominan «alelos». La longitud del mensaje genético de los cromosomas es vastísimo: en el caso humano, está alrededor de los 3.200 millones de nucleótidos.

No todo el ADN del organismo se encuentra en el núcleo celular; fuera de éste, en el citoplasma de la célula, hay unos orgánulos, llamados mitocondrias, que se encargan de fabricar energía para la célula, y que poseen un pequeño genoma circular (llamado mitogenoma) de unos 16.500 nucleótidos de longitud. El ADN mitocondrial se transmite únicamente por línea materna (al contrario que el cromosoma y, como hemos visto), puesto que las mitocondrias del espermatozoide no penetran en el óvulo materno en el momento de la fecundación. Esto y el hecho de que no haya dos copias de cada genoma (al contrario que en los cromosomas, que tienden a intercambiar fragmentos de material genético entre ellos) hace que la interpretación evolutiva de la diversidad mitocondrial sea más sencilla.

Básicamente, depende del tiempo; cuanto más diferentes sean dos linajes mitocondriales, más tiempo hará que han divergido entre sí. El análisis genético de nuestro ADN mitocondrial permitió descubrir, en 1987, que nuestra especie se originó en África hace únicamente unos 150.000-200.000 años. Esta hipótesis se conoce como la Eva mitocondrial y es uno de los apoyos genéticos de la llamada *Out of Africa* o hipótesis del reemplazamiento.

La paleogenética se define como el estudio de seres del pasado y de organismos extinguidos a través de la recuperación de su material genético. Aunque se inició como disciplina científica en 1984, con la recuperación de ADN del *Quagga*, una especie de cebra sudafricana extinguida en el siglo xix, los recientes avances tecnológicos de la biología molecular han permitido, en los últimos años, acceder a una mayor cantidad de datos genéticos, llegándose incluso a completar genomas enteros. Los límites máximos de antigüedad de la técnica dependen de un conjunto de variables que influyen en la degradación del ADN.

Desde la muerte del organismo, el ADN empieza a degradarse por una serie de procesos químicos, hasta llegar a su destrucción total. Factores como el calor, la humedad o la acidez del suelo favorecen este proceso de degradación. En condiciones ideales (por ejemplo, en zonas muy frías como el hielo ártico), se estima que el ADN podría sobrevivir hasta unos pocos centenares de miles de años; en zonas de latitudes templadas como la mayor parte de

Europa, no es previsible que sobreviva más allá de unas pocas decenas de miles de años. Afortunadamente, este marco temporal es suficiente para permitir estudiar algunas especies extinguidas fascinantes, como los mamuts, los rinocerontes lanudos o los osos de las cavernas, y también los últimos neandertales.

Durante casi 20 años, los estudios paleogenéticos se han visto circunscritos al estudio del genoma mitocondrial. Esto es debido a que éste se halla más representado que el genoma nuclear, del cual existen sólo dos copias por célula, mientras que hay varios miles de mitocondrias. La proporción de ADN nuclear respecto al mitocondrial parece estar en 1 a 500 o 1.000, aproximadamente. Únicamente con el advenimiento de nuevas técnicas de secuenciación masiva en paralelo, conocidas como técnicas de ultrasecuenciación, en el año 2006, y la existencia de muestras antiguas extraordinariamente bien conservadas han permitido empezar a estudiar el genoma nuclear.

## EL PRIMER ADN MITOCONDRIAL DE EL SIDRÓN

En el año 2004 procedimos al primer análisis paleogenético de un resto humano de El Sidrón. Se tomó una pequeña muestra de aproximadamente 200 miligramos del tejido de la raíz de un diente incisivo, etiquetado como SD-441. La muestra se extrajo con un protocolo basado en una incubación con proteinasa K y fases de fenol-cloroforno, que permite separar los ácidos nucleicos del resto de componentes proteicos y lípidos. El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de la Unidad de Biología Evolutiva de la Universidad Pompeu Fabra (UPF) de Barcelona, ahora adscrita al Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF) (Fig. 78).

Nuestro objetivo era intentar recuperar algún fragmento de ADN mitocondrial, lo que determinaría la futura potencialidad del yacimiento para estudios paleogenéticos. En aquel momento, se disponía únicamente de 8 secuencias de ADN mitocondrial neandertal, que correspondían a los especímenes de Feldhofer 1 y 2 (Alemania), Mezmaiskaya (Rusia), Engis 2 (Bélgica), La Chapelle-aux-Saints (Francia), y Vindija 75, 77 y 80 en Croacia (este último hueso ha sido posteriormente re-etiquetado como 33.16). Todas las secuencias de ADN mitocondrial neandertal eran muy parecidas unas a otras, y muy diferentes de las de los humanos actuales. De esta manera, incluso con fragmentos de ADN muy cortos (en varios estudios, de sólo 31 nucleótidos) había sido posible verificar la autenticidad de la secuencia obtenida.

Debido a la fragmentación y a la degradación química del ADN original, así como a la existencia de posibles secuencias de ADN contaminante humano moderno, no



FIGURA 78: Trabajo sobre la muestra SD-1253 en el Laboratorio de Genética.

es posible obtener, sin más, las secuencias deseadas. Se requiere un paso técnico previo, conocido como «reacción en cadena de la polimerasa» (abreviado PCR) (Fig. 79). La PCR es una reacción enzimática que imita el proceso que tiene lugar en nuestro organismo cuando las células se dividen, y es capaz de automatizarlo mediante una sucesión de ciclos de calentamiento y enfriamiento en una máquina de laboratorio conocida como «termociclador».

Para que el proceso funcione debemos de añadirle a nuestro ADN de partida una serie de reactivos, entre ellos un enzima que llevará a cabo la replicación de las cadenas (conocido como Taq DNA polimerasa) y una mezcla de nucleótidos A, C, G, T en iguales cantidades, para ir progresando en la construcción de las cadenas. Pero también necesitamos añadir a la reacción dos cortas cadenas de ADN (de unos 20 nucleótidos de longitud), llamadas cebadores, cada una de las cuales se hibrida en una de las dos cadenas y delimita de esta manera el segmento de ADN que se desea recuperar. Por así decirlo, los cebadores actúan como anzuelos moleculares que «pescan» la secuencia buscada entre el mar de secuencias del extracto; el conocer previamente la secuencia mitocondrial neandertal representa una ventaja metodológica, puesto que es posible diseñar cebadores que sean específicos de neandertal.

Si la PCR funciona correctamente, se habrán generado billones de copias idénticas del ADN original, que puede estar en cantidades tan bajas como una sola copia inicial. El producto de una reacción de PCR (caso de ser positiva, obviamente) es visualizado finalmente mediante un procedimiento llamado electroforesis. Después, este producto de PCR purificado es insertado dentro del genoma de bacterias que se dejan multiplicar en placas de cultivo hasta formar colonias. Posteriormente, se puede



Con la secuencia de SD-1252 pudimos confirmar los resultados de la anterior muestra (aunque no podemos asegurar que ambas correspondan al mismo individuo), y llevar a cabo algunas inferencias evolutivas sobre la propia historia de los neandertales. El linaje mitocondrial de SD-1252 presentaba las mutaciones típicas del resto de neandertales; su secuencia era idéntica a dos secuencias croatas de Vindija, con la excepción de una A en vez de una C en la posición 16182. El resto de la secuencia era muy parecida también a las de Feldhofer 1 y 2 en Alemania. En cambio, difería un poco más de las de Mezmaiskaya, Monti Lessini y las nuevas de Tesihk Tash (Uzbekistan) y Okladnikov (en Siberia), que ocuparían una zona más basal en la genealogía mitocondrial neandertal.

El núcleo de las secuencias de Centroeuropa y la Península Ibérica son muy parecidas entre sí y claramente pertenecen al mismo grupo de neandertales. Éstos, a su vez, presentan una baja diversidad genética como especie, menor que la que se encuentra entre las secuencias mitocondriales dentro de nuestra especie y al mismo nivel que las poblaciones europeas actuales. Nuestra baja diversidad genética puede atribuirse a nuestro origen reciente en África y a la existencia de un cuello de botella demográfico relacionado con dicho proceso evolutivo. La baja diversidad genética neandertal sería coherente con un dramático cuello de botella demográfico en algún momento de su pasado evolutivo, probablemente situado en Europa, en el origen de su linaje, a partir de poblaciones más arcaicas clasificadas generalmente como *Homo heidelbergensis*. La rama que delimita las secuencias más recientes, marcada por dos mutaciones compartidas (en las posiciones 16078 y 16154) indica una cierta estructuración filogenética dentro de los linajes neandertales, quizás asociada inicialmente a una estructuración geográfica.

Entre los años 2006 y 2010, se seleccionaron catorce muestras óseas, la mayoría extraídas con el protocolo de anticontaminación, con el fin de determinar las regiones hipervariables 1 y 2 de su ADN mitocondrial. Estos fragmentos óseos son demasiado pequeños como para permitir su identificación morfológica y su adscripción individual. El principal objetivo era determinar cuántos linajes mitocondriales diferentes podía haber en una muestra ósea tomada al azar de El Sidrón. Dependiendo de los resultados, se diseñaría una u otra estrategia metodológica para intentar caracterizar genéticamente todos los individuos del grupo.

Al final se pudo constatar que había al menos tres linajes mitocondriales diferentes, dos de los cuales estaban casi presentes al 50% en la muestra analizada. Estos dos linajes mayoritarios estaban representados por las muestras SD-1253-SDR-170-SD-1415-SD-1420-SD-1504 y las SD-1252-SD-1351c-1351d-SD-1351e-SD-1435 (Fig.78). El último

linaje estaba presente únicamente en la muestra SD-1416. El hecho de que hubiera secuencias mitocondriales distintas indicaba que nos hallábamos ante tres individuos diferentes, que no estaban relacionados maternalmente. Pero la imposibilidad de atribuir los fragmentos óseos a individuos concretos imposibilitaba estar seguros de la diversidad genética total dentro del grupo familiar. Es decir, no podíamos tener la certeza de que todos los individuos hubieran sido representados en esta muestra seleccionada al azar. La atribución individual debería de basarse en el análisis de la dentición, que es lo que permite distinguir cada individuo.

## GENES NUCLEARES DE EL SIDRÓN

### EL MCiR, UN GEN DE LA PIGMENTACIÓN

En el año 2006 nos propusimos llevar a cabo un estudio pionero a nivel mundial en las muestras de El Sidrón, después de poder constatar su grado de conservación genética a través del ADN mitocondrial: recuperar por primera vez genes nucleares de neandertal. Para poner a punto los procedimientos técnicos necesarios, previamente lo probamos en muestras de mamut de una antigüedad similar, procedentes de Siberia. Trabajar con animales extinguidos tiene una ventaja metodológica clara, porque permite distinguir fácilmente las secuencias contaminantes humanas de las originales (que serán, lógicamente, muy parecidas a las de los proboscídeos actuales). Los resultados del estudio de los mamuts fueron publicados en la revista *Science* en el año 2006 y sirvieron para poner a punto un protocolo de PCR altamente sensible, basado en dos reacciones sucesivas, que era capaz de recuperar incluso cadenas únicas de ADN nuclear original.

A continuación, nos dedicamos a seleccionar genes que pudieran ser de interés evolutivo y suficientemente variables como para que un pequeño fragmento (dada la imposibilidad técnica de recuperar fragmentos muy grandes debido a la fragmentación del ADN) fuera informativo. Además, debido a la absoluta ausencia de datos previos y la posibilidad de que las muestras tuvieran una cierta proporción de contaminación, queríamos buscar alguna variante genética que estuviera presente únicamente en neandertales y no en humanos modernos, ya que esto contribuiría a confirmar su autenticidad.

Se ha calculado que puede haber en total entre un millón y cuatro millones de dichos cambios a lo largo del genoma, con lo cual encontrar el primero era una tarea extremadamente complicada. Al final nos decidimos por el gen MCiR (el receptor 1 de la melanocortina), que se encuentra en el cromosoma 16, y que tiene un fuerte efecto en el color del pelo y también en la piel (aunque en este

POBLACIÓN	CONSENSO	VAL60LEU	ASP84GLU	VAL92MET	LEU106LEU	ARG142HIS	ARG151CYS
<b>ÁFRICA</b>							
Costa de Marfil	14	-	-	-	1	-	-
Gambia	13	-	-	-	-	-	-
Indeterminados	10	-	-	-	-	-	-
Afroamericanos	22	-	-	-	4	-	-
<b>Total (África)</b>	<b>59 (92%)</b>	-	-	-	<b>5 (8%)</b>	-	-
<b>ASIA</b>							
Sur de India	34	-	-	-	-	-	-
India	15	2	-	1	-	-	-
Nueva Guinea	20	-	-	3	-	-	-
Japón	4	-	-	2	-	-	-
Inuit	2	-	-	1	-	-	-
<b>Total (Asia)</b>	<b>75 (89%)</b>	<b>2 (2%)</b>	-	<b>7 (8%)</b>	-	-	-
<b>EUROPA</b>							
Inglaterra	30	7	-	12	-	1	4
Irlanda	63	16	4	15	-	-	11
Suecia	24	11	-	2	-	-	3
Finlandia	10	1	-	2	-	-	3
Saami	13	-	-	6	-	-	3
Italia	22	7	-	1	-	-	1
Cerdeña	19	5	-	-	-	-	-
<b>Total (Europa)</b>	<b>181 (61%)</b>	<b>47 (16%)</b>	<b>4 (1,2%)</b>	<b>38 (13%)</b>	-	<b>1 (0,3%)</b>	<b>25 (8,5%)</b>
<b>PELIRROJOS</b>	<b>4 (8,3%)</b>	<b>9 (19%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>1 (2%)</b>	-	<b>3 (6,2%)</b>	<b>30(62,5%)</b>

**TABLA 2:** Resultados parciales de la secuenciación del gen MC1R en humanos modernos de diferentes continentes y en una muestra de pelirrojos actuales. Puede observarse cómo la variación genética es menor en las poblaciones africanas (donde no hay ningún cambio de aminoácido) y mayor en las europeas. Más de la mitad de los pelirrojos tienen uno de los cambios (Arg151Cys) típicos de este rasgo fenotípico, aunque una proporción significativa de los europeos no pelirrojos también lo presentan. Este cambio está ausente en poblaciones africanas y asiáticas.

último carácter influyen también otros genes). El motivo de seleccionar este gen está relacionado con su función y la distribución geográfica de su variabilidad. En África y otras regiones ecuatoriales, el gen no presenta apenas ninguna variación y no se ha descrito en él ningún cambio de aminoácido. Esto es lógico porque en zonas de fuerte radiación ultravioleta, se requiere mantener la pigmentación oscura para protegerse del efecto dañino de dichas radiaciones. Es decir, la selección natural ejerce una fuerte presión selectiva sobre el gen en estas poblaciones; en cambio, en poblaciones fuera de África, que se hallan en latitudes más elevadas, dicha presión desaparece, y cual-

quier mutación que ocurra en el gen, ya sea cambiando un aminoácido o no, es aceptada y puede extenderse por la población.

El MC1R es un gen que codifica para una proteína que se encuentra en la membrana de los melanocitos, las células pigmentarias que se hallan en la dermis, en la raíz de los cabellos y en el iris de los ojos y que producen el pigmento llamado melanina, que da color a nuestra piel, cabello y ojos. En realidad, hay dos tipos de melanina, la eumelanina, que es de un color marrón oscuro, y la feomelanina, que es amarillo-rojiza. Ambos pigmentos se sintetizan a partir del mismo aminoácido, la tirosina, aunque

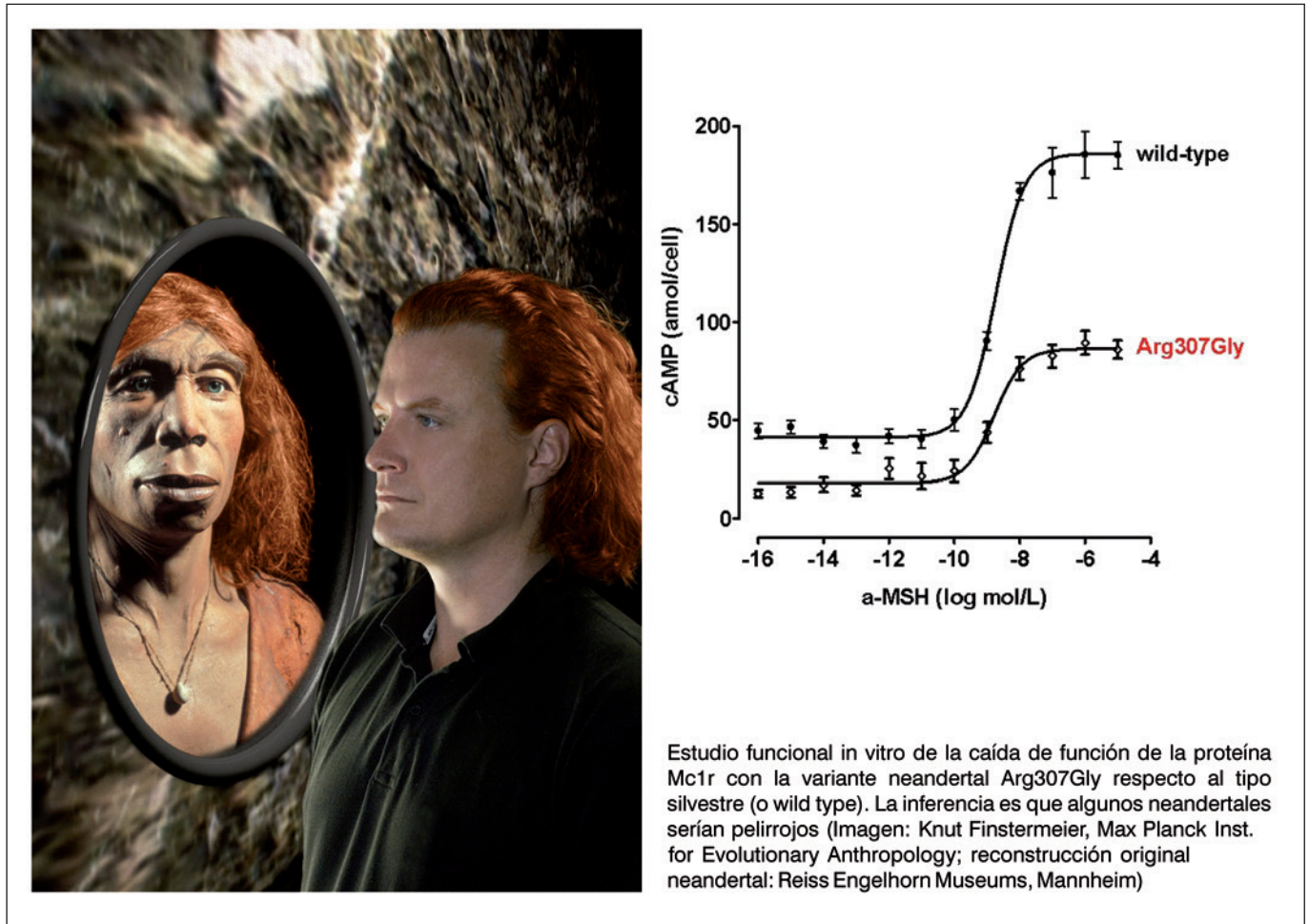


FIGURA 80: Un gen de la pigmentación: el MC1R.

siguen rutas bioquímicas diferentes. El que se fabrique uno u otro pigmento depende de la MC1R y su interacción con otra proteína, la MSH u hormona estimuladora de los melanocitos. Cuando la interacción de la MC1R con la MSH es correcta, aumentan los niveles de una molécula, la cAMP, dentro de los melanocitos y se desencadena la síntesis de eumelanina (es el mismo mecanismo que hace que nos pongamos morenos cuando tomamos el sol, nuestro organismo fabrica MSH, ésta interacciona con la MC1R y fabricamos más eumelanina). Cuando la interacción de la MC1R con la MSH no es correcta, disminuyen los niveles de cAMP y se sintetiza feomelanina. Los individuos pelirrojos tienen entre uno y tres cambios de aminoácido en el gen MC1R (en las posiciones aminoácidas 151, 160 y 294) que provocan cambios en la forma de la proteína resultante, la cual no pueden interaccionar correctamente con la MSH. Como consecuencia, estos individuos únicamente tienen feomelanina en su cabello (y además, lógicamente, tienen una casi nula capacidad de ponerse morenos, con lo cual no deberían tomar el sol sin precauciones).

Como tenemos dos copias del cromosoma 16 (una del padre y otra de la madre), podemos tener los cambios asociados a los pelirrojos en uno o ambos cromosomas, y el resultado en el aspecto externo será diferente. En general, un cambio en uno de los cromosomas puede pasar desapercibido en el color del cabello, que puede ser marrón-oscuro (la variante «normal» del MC1R domina sobre las variantes pelirrojas). Si hay dos cambios en uno de los cromosomas, frecuentemente resultan en tonos caobas o rubios ligeramente rojizos en el pelo. Pero si tenemos un cambio en un cromosoma y alguno más en su pareja, el pelo es espectacularmente pelirrojo (entonces está asociado a una piel muy clara y con muchas pecas).

En el año 2006 recuperamos un fragmento del gen MC1R en dos neandertales, uno de Italia procedente de Monti Lessini y datado en hace unos 50.000 años, y otro procedente de El Sidrón, y etiquetado como SD-1252. Escogimos una región muy conservada del gen, con la idea de que si encontrábamos algún cambio, sería muy probable que desestabilizara bastante la proteína y tuviera

por tanto, una repercusión en su función. Tras varios meses de trabajo y sucesivas recuperaciones mediante PCR, descubrimos que ambos individuos tenían un cambio en el aminoácido 307, que pasaba de ser una arginina (codificada por el triplete AGG) a ser una glicina (GGG). Este cambio no había sido descrito en varios miles de humanos modernos de todos los continentes estudiados por este gen, y por tanto, parecía ser exclusivo de los neandertales. Pero para estar más seguros, genotipamos a todos los investigadores implicados en el proyecto de El Sidrón, ninguno de los cuales mostraba cambios en el gen, y casi mil humanos de diferentes continentes (Tabla 2), nuevamente con resultados negativos.

Una cosa es observar un cambio en un gen y otra muy distinta es poder inferir directamente cuáles son las consecuencias de este cambio en la proteína resultante y en su función. Para hacer ese paso se necesita recurrir a técnicas de genómica funcional. Lo que hicimos con el gen MC1R consistió en sintetizarlo en forma de secuencia de ADN, insertar la secuencia en células pigmentarias *in vitro*, y hacer que éstas expresaran la proteína neandertal en su propia membrana celular (Fig. 80). Entonces las hicimos interactuar con la MSH, y pudimos estimar, mediante la observación de los niveles de cAMP, el grado de esta interacción. Posteriormente, repetimos todo el experimento con genes MC1R sin cambios (cuyo grado de interacción con la MSH era máximo) y con genes que tenían las variantes pelirrojas (cuyo grado de interacción era mínimo). La variante neandertal en el aminoácido 307 mostraba unos niveles de caída de función similares a aquellas variantes que en humanos producen el pelo rojo. Es decir, que al menos algunos neandertales tenían que tener la piel clara y el pelo rojo. El estudio de la pigmentación de neandertal fue publicado en la revista *Science* en octubre de 2007.

Desde un punto de vista evolutivo, esto no debería ser una sorpresa. Los europeos hemos desarrollado pigmentaciones claras en los 40.000 años que han transcurrido desde que nuestros antepasados entraron en Europa. Los neandertales, provenientes originalmente de antepasados africanos y que llevaban medio millón de años en Europa, deberían haber acumulado diez veces más variación en el gen MC1R que los europeos. Algunos de estos cambios habrían tenido un impacto funcional en la proteína; otros, sin duda, serían neutros desde un punto de vista selectivo.

## EL GEN FOXP2 Y EL LENGUAJE

El lenguaje es un rasgo que nos hace únicos y que por tanto se ha propuesto como definitorio de nuestra especie. Incluso se ha dicho que ésta sería la ventaja adaptativa

extra-somática que habría permitido la exitosa expansión de los humanos modernos por todo el mundo. Es, sin embargo, un tema problemático de estudiar evolutivamente por la razón obvia de que no fosiliza. La existencia de evidencias indirectas a favor de un lenguaje antiguo, como la presencia de huesos hioides (el hueso relacionado con el aparato fonador, emplazado debajo de la lengua) neandertales con morfologías modernas, o la existencia de tecnologías líticas de complicada realización en homínidos anteriores a nosotros, siempre están sujetas a controversias. Sin embargo, existe la posibilidad de estudiar el lenguaje desde los genes, porque esta compleja capacidad está imbricada en áreas cerebrales del hemisferio izquierdo, que han requerido forzosamente la modificación de numerosos genes. De momento conocemos uno de estos genes, que parece tener un papel basal en la estructuración neuronal de dichas áreas, ya que su función sería la de activar muchos otros genes durante el desarrollo del individuo. Se trata del gen FOXP2, localizado en el cromosoma 7, que comprende 17 exones y que codifica para una proteína de 715 aminoácidos en su forma transcrita más habitual.

El FOXP2 fue descubierto gracias a una familia inglesa (descrita en las publicaciones científicas como KE, ya que su nombre se mantiene en el anonimato) que fue descrita por primera vez en 1990 (Fig. 81). Se trata de una familia de tres generaciones (está llegando la cuarta), diez de cuyos 24 miembros muestran graves problemas en el lenguaje hablado, no sólo en movimientos orofaciales precisos asociados a la pronunciación, sino también en cuestiones gramaticales, como la utilización correcta de tiempos verbales, la comprensión de sufijos y prefijos o la formación de plurales.

Aunque para nosotros es difícil de imaginar, los miembros de la familia KE no pueden, por ejemplo, formar plurales como nosotros, sino que se ven obligados a recordar los plurales como si fueran palabras diferentes de los singulares. El mal funcionamiento de FOXP2 en la familia KE era debido a una mutación puntual en el exón 14 (el cambio de una G por una A), que desembocaba en un desarrollo neuronal anómalo en las áreas cerebrales del lenguaje.

En el año 2002, otro grupo de investigación secuenció el gen FOXP2 en una muestra grande de humanos modernos de todos los continentes y en otros primates como chimpancés, gorilas y orangutanes, y descubrieron dos cosas: el gen era idéntico en todos los humanos (lo cual es lógico porque todos los humanos tienen una capacidad innata para el lenguaje) y en cambio tenía dos cambios de aminoácido (en las posiciones 303 y 325 del gen) en los humanos comparados con los otros primates (Fig. 82). Es decir, sabemos que el gen es necesario para el lenguaje y sabemos que está modificado (presumiblemente, asociado

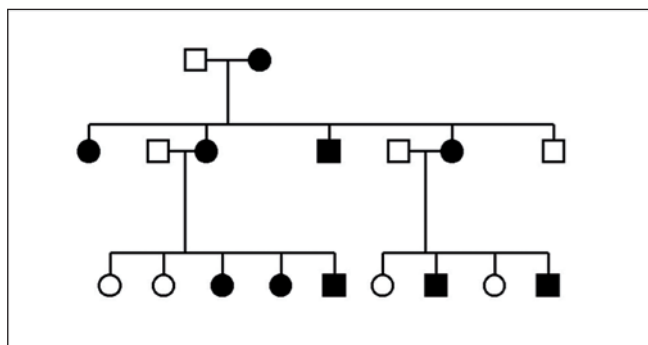


FIGURA 81: Esquema parcial de tres generaciones de la familia KE. Los individuos afectados por el trastorno lingüístico relacionado con FOXP2 se muestran en negro (los círculos representan mujeres, los cuadrados varones).

a esta función) en el linaje humano. El poder recuperarlo en neandertales abriría la posibilidad a saber si éstos tenían o no lenguaje.

En el año 2007 recuperamos por PCR ambas posiciones diagnósticas del FOXP2 en dos muestras de El Sidrón, SD-1253 y SD-1351C, que presentaban los mismos cambios de aminoácido que los humanos modernos. Para poder estar seguros que se trataba del ADN neandertal original y no de contaminantes modernos (que, en este caso, serían indistinguibles), recuperamos en las mismas reacciones otros marcadores genéticos como controles. Los más sólidos desde un punto de vista metodológico fueron los del cromosoma Y. Aunque de momento desconocemos cómo era este cromosoma en neandertales, sí podemos inferir que en algunas posiciones debía de diferir del humano, simplemente porque la antigüedad de todos los cromosomas Y humanos (el denominado Adán nuclear, por contraposición a la Eva mitocondrial) ha sido estimada en unos 90.000 años, muy posterior a la separación de ambos linajes, hace medio millón de años. Las posiciones que definen las ramas más basales del árbol genealógico humano del cromosoma Y resultaron ser idénticas al chimpancé en las dos muestras neandertales de El Sidrón, descartando al menos la presencia de contaminantes humanos masculinos (y demostrando, indirectamente, que se trataba de individuos masculinos). El estudio fue publicado en la revista *Current Biology*.

Las implicaciones evolutivas más plausibles que se derivan del estudio del FOXP2 es que los neandertales tenían también lenguaje. Podemos discutir si se trataba de un protolenguaje, o un lenguaje sin sofisticaciones gramaticales como el nuestro, y que este último habría requerido la modificación posterior de otros genes, todavía no identificados, pero parece evidente que al menos los cambios evolutivos básicos se habrían producido ya en los antepasados comunes de neandertales y humanos moder-

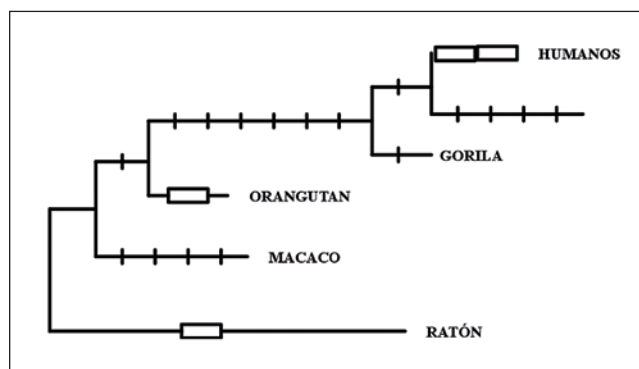


FIGURA 82: Árbol filogenético del gen FOXP2 en diferentes primates y en el ratón, mostrando las mutaciones no funcionales como rayas verticales y los cambios funcionales de aminoácidos como recuadros.

nos. Obviamente, esto contribuye a cambiar la imagen primitiva y atrasada que todavía tienen los neandertales a nivel popular.

#### EL GEN DEL GRUPO SANGUÍNEO ABO

El grupo sanguíneo ABO se determina normalmente mediante una reacción antígeno-anticuerpo (se llama antígeno a cualquier sustancia que, al penetrar en un organismo, desencadena en su contra una respuesta inmunológica específica, en forma de una síntesis de anticuerpos que la destruyen), en la cual se emplean anticuerpos conocidos y se observa cómo reaccionan en contacto con una muestra de sangre. Si el anticuerpo reconoce al antígeno, se forman unas aglomeraciones que pueden observarse a simple vista (el proceso se conoce como aglutinación). El comportamiento es distinto dependiendo de la variante que tengamos en nuestro grupo sanguíneo. Así, los individuos del grupo O no tienen antígenos en la membrana de sus glóbulos rojos y por tanto no aglutinan ni con el anticuerpo anti-A ni el anti-B. Los del grupo A tienen antígenos A y aglutinan con los anti-A (pero no con los anti-B); los del grupo B aglutinan con los anti-B (pero no con los anti-A) y los del grupo AB aglutinan con ambos anticuerpos. La presencia o no de antígenos determinan las posibles transfusiones: los O pueden dar sangre a todos los grupos, incluyendo el suyo propio (ya que, al no tener antígenos, no desencadenan la síntesis de anticuerpos en el receptor), los del grupo A únicamente pueden dar sangre a los del A y AB, y los del B a los del B y AB; los del AB sólo pueden dar sangre a otros AB (porque tienen tanto antígenos A como B), pero en cambio pueden recibir sangre de todos los grupos, A, B y O.

El gen ABO fue descubierto por el año 1990 en el cromosoma 9. Se trata de un gen de 1062 nucleótidos,

con seis exones cortos y un exón largo. El gen ABO codifica para una enzima, la glicosiltransferasa, que cataliza la síntesis de N-acetil galactosamina o GalNac (en las variantes A) o de galactosa (en las B) en la membrana de los glóbulos rojos de la sangre. Los grupos A y B diferían por cambios en siete nucleótidos, de los cuales únicamente dos (en las posiciones 796 y 803 del gen), eran esenciales para cambiar un enzima por otro. La mayoría de la gente que es del grupo O ostenta la pérdida de un único nucleótido en la posición 261, que altera la secuencia de aminoácidos y provoca posteriormente la interrupción de la síntesis del enzima glicosiltransferasa (de aquí que los del grupo O no tengan ningún antígeno en sus glóbulos rojos).

El elevado grado de variación que muestran los humanos en este sistema sanguíneo ha sido motivo de debate. Para la mayoría, sólo podría entenderse si diferentes variantes presentaran resistencias o predisposiciones a diferentes enfermedades, quizás en contextos climáticos diferentes. Esto parece lógico, porque los patógenos utilizan el reconocimiento de moléculas específicas en las membranas celulares de sus huéspedes para infectar las células, y el sistema ABO añade azúcares a la membrana de los glóbulos rojos. Por ejemplo, algunos estudios proponen que el O es más resistente a enfermedades como la tuberculosis o la malaria severa. Esto podría ser debido a su ausencia de antígenos y también a que los del grupo O poseen, de forma natural, anticuerpos anti-A y anti-B. Estos anticuerpos pueden actuar contra numerosos patógenos, que poseen en sus membranas antígenos parecidos a los antígenos A y B humanos. Por el contrario, los individuos del grupo AB parecen ser más resistentes a una enfermedad como el cólera que los del grupo A, y éstos que los del grupo B y O. Las presiones selectivas que pueden haber actuado sobre este sistema y sobre los humanos arcaicos pueden haber sido, sin embargo, variables y diferentes a las que podamos encontrar hoy día.

En el año 2008 recuperamos algunos fragmentos diagnósticos del gen ABO en dos muestras de El Sidrón, SD-1253 y SD-1351c. La presencia de la mutación 261 del exón 6 demostró que eran del grupo O, y la caracterización de la posición 297 indicó que se trataba de la variante O<sub>01</sub>, la más frecuente dentro del grupo O. La presencia de cualquiera de las variantes actuales en neandertales no constituye una sorpresa, ya que a partir de datos de variabilidad actual del gen, se había estimado que todas las variantes (A, B y O) tenían una gran antigüedad en la familia humana. Sin embargo, el hecho de que al menos algunos neandertales fueran del grupo O podría indicar un tipo de adaptación a algún patógeno del pasado, semejante a la asociación observada con resistencia a la malaria en los humanos actuales. En todo caso, se trata del primer gen recuperado en neandertales que puede ser asociado a re-

sistencia a enfermedades. El trabajo del ABO en El Sidrón fue publicado en la revista *BMC Evolutionary Biology* en diciembre de 2008.

### TAS2R38, UN GEN DEL GUSTO AMARGO

El descubrimiento de que existe una variación entre las personas en la percepción del gusto amargo se remonta al año 1931, cuando Arthur L. Fox, un trabajador químico de Pont de Nemours & Company estaba sintetizando un compuesto llamado feniltiocarbamida (abreviado como PTC) y éste se volatilizó accidentalmente en el laboratorio; uno de sus colegas manifestó lo amargo que era, para asombro de Fox, que no notaba nada. Una rápida encuesta entre los empleados mostró que éstos se dividían en dos bandos, los gustadores y los no gustadores. Ahora sabemos que cerca de un 30% de los humanos son no gustadores (es decir, no notan el gusto amargo de la PTC), aunque el umbral de gustación es variable para cada individuo y a nivel poblacional sigue una distribución bimodal. Aunque la PTC no existe en la naturaleza, su estructura química es muy parecida a la de otros compuestos amargos que se hallan en diversos vegetales, especialmente en el brócoli, la col, las coles de Bruselas, las endivias o algunas frutas. Estos compuestos pueden ser tóxicos si se ingieren en grandes cantidades, y por este motivo es difícil de entender la existencia evolutiva de individuos que no pueden notarlos.

En el año 2003, se descubrió que el gen TAS2R38 era el responsable de esta variación en la percepción del gusto. El gen codifica para una proteína que se encuentra en la membrana de las células gustatorias en las papilas gustativas de la lengua. La interacción de la proteína con la molécula amarga envía señales al cerebro sobre el gusto de lo que se está comiendo.

En el gen TAS2R38 hay tres variantes que explican el fenotipo gustador-no gustador, pero una de ellas, en el aminoácido 49, es la que tiene el mayor efecto en este rasgo. Los individuos que presentan una alanina en las dos copias de este gen en la posición 49, siempre son no gustadores.

En el año 2009 recuperamos el fragmento del gen TAS2R38 que contiene el aminoácido 49 en el individuo SD-1253 de El Sidrón. Pudimos determinar que tenía la variante alanina en una copia del gen pero no en la otra (era, por tanto, un individuo heterocigoto). A efectos prácticos, esto significa que este individuo podía notar el gusto amargo, pero menos (es decir, requeriría más cantidad de la sustancia para notarla) que otro individuo que no tuviera una copia de la variante alanina. Otra implicación del estudio es que la variante no-gustadora del gen ya estaba presente en los neandertales y que por tanto habría algu-

nos que, igual como ocurre en los humanos modernos, no notarían el gusto amargo ni siquiera en grandes dosis. Este es el primer gen que puede relacionarse con la percepción de los neandertales.

La existencia de individuos no-gustadores en los humanos arcaicos sigue siendo un misterio (curiosamente, esta dualidad también está presente en chimpancés). Podría explicarse por un posible efecto selectivo que confiriera a los no-gustadores alguna ventaja, como quizás el poder detectar algún otro compuesto todavía no identificado. Otros investigadores han sugerido que algunas sustancias amargas naturales pueden tener efectos medicinales y que por tanto su ingesta podría resultar beneficiosa para el individuo en determinadas circunstancias. Por otra parte, el estudio del TAS2R38 indicaría que, a pesar de las evidencias de que los neandertales eran esencialmente carnívoros, también debían de tener un componente vegetal en su dieta, puesto que éstos habían influido en al menos uno de sus genes.

## EL PROYECTO GENOMA NEANDERTAL

El 20 de julio del año 2006, el instituto Max Planck de Antropología Evolutiva de Leipzig –liderado por el profesor Svante Pääbo, director del Departamento de Genética Evolutiva– y la compañía tecnológica 454 Life Sciences (posteriormente adquirida por Roche Diagnostics) iniciaron oficialmente el proyecto Genoma Neandertal, cuyo objetivo era obtener un borrador genómico razonablemente completo del genoma de los neandertales y cuyo coste estimado era de unos cinco millones de euros. Como prueba piloto del proyecto, se generaron 15.701 secuencias correspondientes a casi un millón de nucleótidos a partir de la muestra de Vindija 33.16, que fue publicada en la revista *Nature* a finales de 2006.

El día 20 de marzo de 2007, en una rueda de prensa en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, Svante Pääbo y los científicos responsables de El Sidrón anunciaron oficialmente la incorporación a dicho proyecto del yacimiento asturiano. A partir de entonces, Vindija y El Sidrón, por sus condiciones especiales de conservación en el primer caso y también por el protocolo de excavación en el segundo, se convirtieron en los dos yacimientos sobre los que descansó fundamentalmente el proyecto genómico y sus subproyectos derivados. Aunque el gran borrador genómico se generó a partir de tres muestras óseas de Vindija, El Sidrón se empleó como marco de referencia genómico y también como muestra para la genotipación masiva de miles de posiciones específicas en el genoma.

El proyecto de secuenciación masiva del genoma neandertal se basó en técnicas moleculares nuevas y distintas de las empleadas tradicionalmente. Estas plataformas

tecnológicas, conocidas genéricamente como técnicas de ultrasecuenciación, permiten generar cantidades enormes de secuencias de un extracto antiguo, sin seleccionar previamente la región génica que se desea estudiar. El proyecto se basó inicialmente en la pirosecuenciación 454, que apareció a finales del año 2005, desarrollada por la compañía norteamericana Life Sciences. Posteriormente, a partir del otoño del 2008, el proyecto cambió a la plataforma de Solexa-Illumina, que permite una mayor producción, aunque las secuencias son un poco más cortas en promedio.

El procedimiento técnico de la pirosecuenciación y de las otras plataformas es muy complejo, pero la idea intuitiva es que, al contrario que la PCR, en la cual se selecciona *a priori* una determinada región del genoma, aquí se aprovechan todas las secuencias que hay en un extracto de una muestra antigua. Esta aproximación, en la cual no es posible aislar previamente el organismo que se secuencia, se conoce como metagenómica (Fig. 83). Primero se genera una librería genómica con la unión de dos secuencias cortas (llamadas adaptadores y específicas para cada proyecto) a los extremos de cualquier secuencia de ADN que haya en el extracto. Después, las cadenas complementarias se separan y el proceso prosigue con cadenas simples, que se unen por uno de los adaptadores a miles de cuentas microscópicas hechas de un polímero. Cada cuenta recibe una única cadena de ADN. En la siguiente fase, tiene lugar una PCR emulsionada, en la cual los reactivos están disueltos en agua, pero cada cuenta queda recubierta de una gota de aceite, dentro de la cual tiene lugar la replicación clonal de la cadena de ADN inicial. A continuación, cada una de estas cuentas se aloja en una microceldilla, en una especie de placa donde hay centenares de miles de pocillos (el diámetro de estos pocillos se ajusta al de la cuenta, de forma que sólo cabe una cuenta en cada uno). Luego tiene lugar propiamente el proceso de pirosecuenciación, que consiste en leer la secuencia empezando desde el adaptador externo, mediante la liberación secuencial de los cuatro nucleótidos. La reacción contiene una pirofosfatasa y una luciferasa, de modo que si un nucleótido concreto se une a la cadena de ADN, emite luz en el pocillo donde se encuentra.

Con este procedimiento, se generan hasta 250.000 secuencias en una sola reacción, con longitudes que van desde pocas decenas de nucleótidos hasta un máximo de unos 400 (todas estas capacidades están constantemente sujetas a mejoras en el rendimiento). Con la plataforma de Solexa el procedimiento general es parecido, aunque la captura de las secuencias de ADN tiene lugar en una placa transparente conocida como *microarray* y la lectura

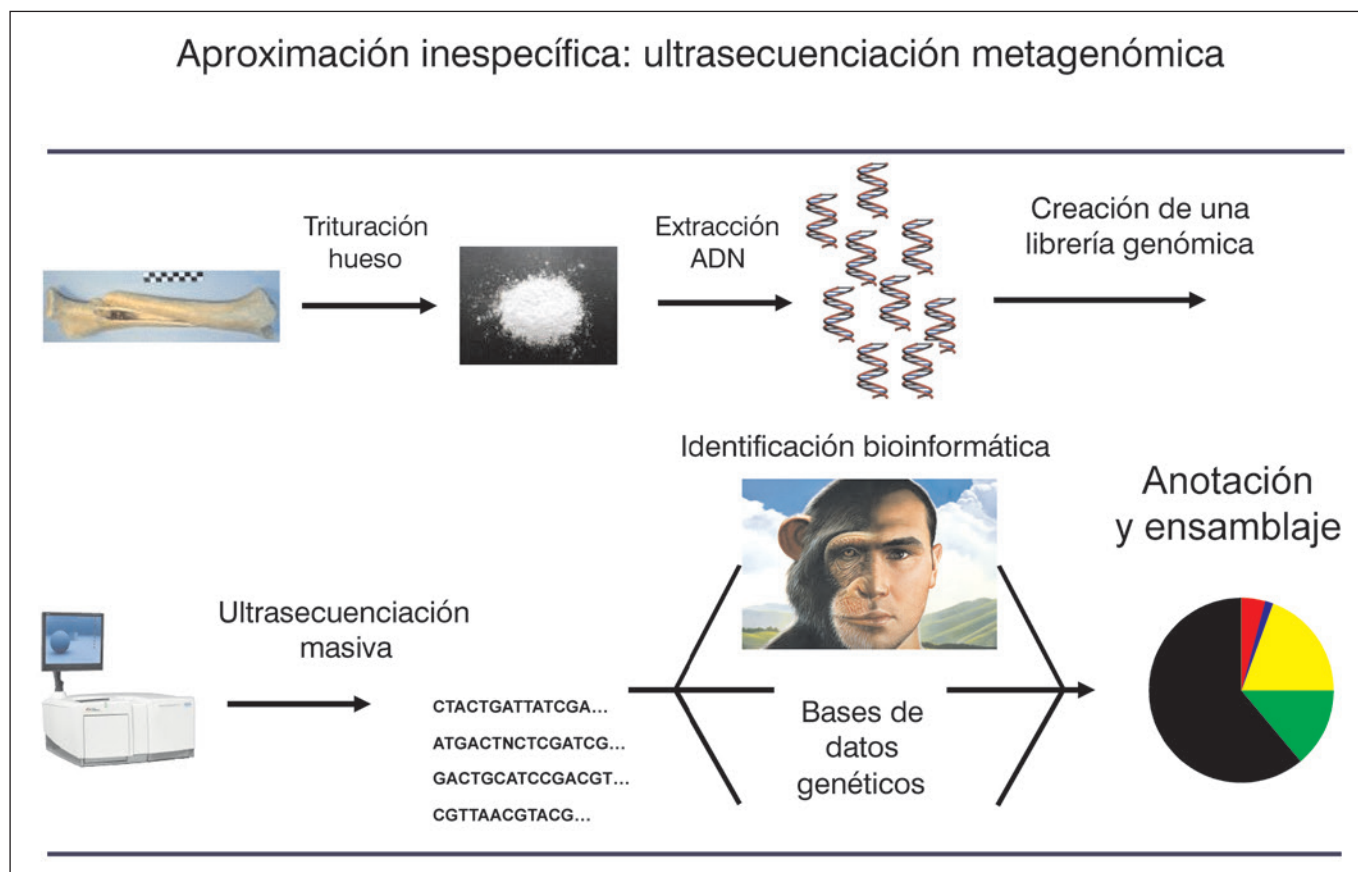


FIGURA 83: Ultrasecuenciación metagenómica.

final se realiza asignando una luz de distinto color a cada nucleótido.

Las secuencias obtenidas tienen que identificarse posteriormente con medios informáticos comparándolas con las bases de datos genéticos existentes como el gigantesco GenBank. Aunque pueda parecer lo contrario, la mayor parte del ADN que se encuentra en un hueso de un yacimiento no corresponde a su propietario, sino a multitud de microorganismos (preferentemente bacterias) que lo han colonizado y que originalmente han contribuido probablemente a la degradación del ADN endógeno original. Este ADN puede llegar a constituir una fracción minúscula del ADN total recuperado. En el caso de la mayoría de extractos de los huesos de Vindija, el porcentaje de secuencias neandertales estaba entre un 2 y un 4%. En el caso de las muestras de El Sidrón, el porcentaje era todavía menor, y se situaba siempre por debajo del 1%; no obstante, la cantidad de ADN endógeno absoluto en muchas muestras de El Sidrón era más elevada que en otras muestras de neandertales, lo que en su caso posibilitó la recuperación específica de genes nucleares con técnicas clásicas como la PCR.

La obtención del borrador genómico neandertal fue llevada a cabo mayoritariamente con tres muestras de Vindija (etiquetadas como Vi33.16, Vi33.25 y Vi33.26), que corresponden a tres individuos femeninos diferentes. Su finalización se anunció públicamente el 12 de febrero de 2009 (el aniversario del nacimiento de Darwin) y se publicó en la revista *Science* el 7 de mayo de 2010. Se trata de un borrador basado en el análisis, anotación y ensamblaje de unos 5,525 millones de nucleótidos, que tiene por tanto una cobertura genómica de 1,5x (esto significa que, en promedio, cada nucleótido del genoma está representado por una o quizás dos secuencias). En la práctica, esto implica que se conoce cerca del 63% del genoma, con una representatividad de secuencias más baja que en los proyectos genómicos hechos con especies vivas, que generalmente tienen una cobertura de entre 10x y 40x.

La contaminación de ADN moderno pudo estimarse por diversos medios en cerca del 0,5%, con márgenes de variación siempre menores del 1%. Por ejemplo, se miraron cuantas secuencias de ADN mitocondrial contaminante aparecían en los genomas mitocondriales, o cuantas secuencias de cromosoma Y aparecían entre las aproximadamente mil millones de secuencias de los tres individuos

REACCIONES DE SOLEXA	7
SECUENCIAS OBTENIDAS	61.299.051
SECUENCIAS HUMANAS	48.814
NÚMERO DE NUCLEÓTIDOS	2.234.572
COBERTURA GENÓMICA	0,1%

TABLA 3: Resultados de la secuenciación de la muestra de El Sidrón 1253 en el Proyecto Genoma Neandertal.

femeninos (obviamente, al no tener éstos cromosoma Y, deberían ser contaminantes).

A continuación, se calculó el tiempo de divergencia genómica, es decir, la profundidad evolutiva, del genoma de Vindija, que dio una cifra aproximada de 825.000 años. Después, se utilizaron datos de otras tres muestras de diferentes localidades y dataciones (Feldhofer 1, Mezmaiskaya y El Sidrón 1253) para comparar con la divergencia obtenida. En el caso de El Sidrón, se secuenció el 0,1% de su genoma, es decir, cerca de 2,2 millones de nucleótidos (Tabla 3). Todos estos individuos dieron fechas parecidas de divergencia, lo que indica que los neandertales no mostraban variación significativa entre ellos respecto a su historia evolutiva en común.

La inferencia más directa sobre los neandertales era observar detalladamente aquellos genes en los cuales ellos mostraban las mismas variantes genéticas que los chimpancés, y otros diferentes en los humanos modernos. Aquellas variantes que provocaran cambios de aminoácido entre las dos especies humanas serían más interesantes de estudiar, porque la función de la proteína se vería más o menos afectada. Se desarrolló un *microarray* o chip de captura donde situaron más de diez mil sondas de ADN que se hibridaron con el extracto de El Sidrón 1253 (Fig. 78). Posteriormente, se secuenció el producto de la captura con la tecnología de Solexa-Illumina. Se pudo comprobar que había 9.525 posiciones en las que neandertales y humanos modernos compartían la misma variante genética y únicamente 88 en las cuales diferían. Estas posiciones correspondían finalmente a 83 genes –porque cinco genes tenían dos cambios en su secuencia–. En el borrador de Vindija, la cifra de cambios de aminoácido encontrada por observación directa en el borrador era muy similar, 78 genes.

En esta lista se encuentran todo tipo de genes, implicados en procesos biológicos muy diferentes. Hay genes que están asociados al desarrollo esquelético, a la fisiología, al metabolismo, a la cicatrización de la piel, a la sudoración, a la pigmentación, al movimiento del esperma, a

receptores olfativos y a funciones cognitivas. Sabemos la función de algunos de ellos porque se han descrito asociados a enfermedades cuando alguna mutación los inactiva. Por ejemplo, hay en la lista genes como el AUTS2, que codifica para una proteína que se expresa en el cerebro durante el desarrollo neuronal y que está implicada en casos de autismo; el ACCN1 y el CADP2, también implicados en autismo cuando presentan mutaciones inactivantes; el NRG3, implicado en esquizofrenia; el gen THADA, que se ha asociado a diabetes de tipo II en algunos estudios, y el gen RUNX2, que interviene en la osificación esquelética y que está implicado en un trastorno conocido como displasia cleidocraneal. Sin embargo, un cambio en la secuencia de un gen no nos explica directamente cómo puede afectar su función y no digamos ya al individuo vivo. Para explorar qué significado tiene realmente este listado de genes, a partir de ahora deberemos estudiar cada uno de estos genes con estudios funcionales *in vitro* y con ratones transgénicos «neandertalizados». Estos estudios de genómica funcional, que pueden durar una década, nos permitirán comprender el alcance evolutivo real de todos estos cambios genéticos detectados.

Para situar el genoma neandertal en el contexto evolutivo humano, se secuenciaron, además, cinco genomas humanos completos: un individuo sudafricano del grupo San, un africano nigeriano de la tribu yoruba, un chino han, un francés y un nativo de Papúa-Nueva Guinea. El análisis conjunto de estos genomas ha permitido observar que algunas regiones cromosómicas de cerca de 100.000 nucleótidos de longitud y presentes en al menos 10 de los 23 cromosomas proceden de los neandertales. Estas regiones, que implican cerca de un 2% del total del genoma (con un margen de error entre un 1 y un 4%) son casi idénticas en neandertales y humanos modernos no africanos, pero muy diferentes en africanos (Fig. 84). Esto sugiere que hubo cruzamientos (o flujo génico) entre neandertales y humanos modernos, probablemente cuando éstos estaban saliendo de África, hace unos 80.000-100.000 años. La región implicada debió de ser el Próximo Oriente o el Oriente Medio, porque el fenómeno afectó por igual a los genomas de Europa, Asia y Oceanía. Sabíamos por la arqueología que en zonas como Israel, prácticamente coexistieron ambos grupos durante el periodo crítico de la salida de África. Por ejemplo, tenemos neandertales en los yacimientos de Tabun, Amud y Kebara, y humanos modernos en Skuhl y Qafzeh. Dicho flujo génico únicamente puede detectarse de neandertales a humanos modernos, por la dinámica expansiva de las poblaciones humanas modernas (que reparten estos genes por todos sus miles de millones de descendientes futuros), pero no es descartable que fuera bidireccional. Por el contrario, no hay rastros de que hubiera flujo génico posteriormente, cuando nuestros

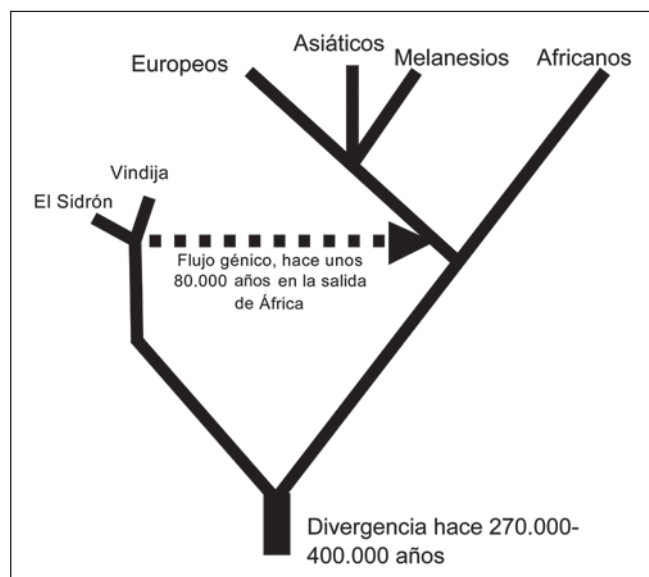


FIGURA 84: Esquema del hipotético flujo génico detectado entre humanos modernos no africanos y neandertales y que afecta a cerca de un 2% del genoma de los primeros.

antepasados entraron en Europa hace 40.000 años. Podría ser simplemente que no pudiéramos detectarlo o que cuando tuvo lugar este segundo encuentro, los efectivos demográficos de los emigrantes fueran mucho más grandes que los de los neandertales y que, por tanto, su posible aportación genética quedara totalmente diluida.

Pero el hecho de que se haya encontrado hibridación no significa que todos los genes que se habían propuesto anteriormente como indicadores de posible hibridación fueran ciertos. Entre estos últimos destacan el gen de la microcefalina y el de la proteína Tau; en el borrador genómico aparecieron las versiones que precisamente se creía que no derivaban de una hibridación de nuestros antepasados con neandertales.

Además, el genoma neandertal presenta otras regiones cromosómicas muy divergentes respecto a las mismas en los humanos modernos que presumiblemente derivarían de cruzamientos con homínidos más arcaicos, como *Homo erectus* u *Homo antecessor*. Esta evidencia, todavía no explorada en detalle (la falta de una referencia evolutiva apropiada, es decir, un genoma más arcaico, hace que sea difícil de comprobar), podría indicar que el modelo de expansiones humanas con hibridaciones con poblaciones arcaicas anteriores podría ser recurrente.

Por otra parte, el resto de hace unos 30.000-50.000 años procedente de la cueva siberiana de Denisova y recientemente analizado por el grupo del Instituto Max Planck, podría proporcionar información genómica sobre un nuevo homínido. Éste podría corresponder a un grupo contemporáneo de los neandertales que se habría desarro-

llado en Asia como un linaje evolutivo independiente, y que quizás también habría contribuido genéticamente a algunas poblaciones humanas actuales de Melanesia. El panorama, por tanto, se vuelve más y más complicado a medida que tenemos más datos genómicos. Podemos decir que se están acabando los modelos simplistas de la evolución humana.

La teoría de la evolución humana generada por el proyecto Genoma Neandertal es novedosa porque no se ajusta a ninguno de los dos modelos extremos tradicionalmente planteados y conocidos como hipótesis «fuera de África» e hipótesis «multirregional». El primero postulaba una salida reciente de África acompañada de la extinción completa de otras especies humanas más arcaicas. El segundo postulaba una evolución local en cada continente a partir de una emigración africana muy antigua, cercana a los dos millones de años, así como la existencia de un elevado flujo génico que conectaría todas estas poblaciones.

El nuevo modelo planteado por el genoma neandertal no deja de ser un modelo básicamente «fuera de África», pero con una contribución pequeña de los neandertales a los no-africanos. En términos de proceso histórico, no sabemos qué implica este 2% de fragmentos genéticos en nuestro genoma; quizás hibridaciones de baja intensidad durante bastante tiempo en un territorio muy amplio o, más probablemente, unos pocos cruces limitados en el espacio y en el tiempo, en un momento en que la población que salía de África era muy pequeña, de unos centenares o unos pocos miles de individuos. La existencia de linajes mitocondriales claramente diferenciados entre neandertales y humanos modernos puede indicar que el flujo génico fue uni-génico (hombres neandertales y mujeres humanas modernas), o simplemente, que los linajes mitocondriales neandertales se perdieron por efecto del azar al incorporarse en la población moderna general. Hay que tener en cuenta que el modo de transmisión de los linajes mitocondriales los hace muy susceptibles al efecto del azar en los entrecruzamientos, y que por definición no son buenos marcadores para detectar fenómenos de flujo génico minoritarios. Para esto se requieren genomas completos. La próxima publicación de un millar de genomas humanos permitirá acotar el alcance y la distribución de este rastro genético neandertal en las poblaciones humanas actuales.

## MITOGENOMAS DE EL SIDRÓN

A medida que la potencia de secuenciación en la muestra de Vindija 33.16 fue aumentando, fueron apareciendo, junto con las omnipresentes secuencias bacterianas, algunas secuencias nucleares, y cada 500 o 1.000 de éstas, una secuencia del genoma mitocondrial (abreviado como mitogenoma). Como el mitogenoma representa úni-

camente el 0,0005% del ADN de la célula, está mucho menos representado en las secuencias totales generadas. No obstante, cuando se habían obtenido algunas decenas de millones de nucleótidos del genoma nuclear, se habían acumulado al mismo tiempo tantas secuencias mitocondriales que fue posible ensamblarlas todas y crear así el primer mitogenoma neandertal, que fue publicado en la revista *Cell* en julio de 2008. Conseguir otros mitogenomas con la misma aproximación técnica, sin embargo, era casi imposible debido a la baja eficiencia de recuperación del ADN neandertal. Por ejemplo, en la muestra de El Sidrón SD-1253, únicamente un 0,4% de las secuencias obtenidas por pirosecuenciación eran de neandertal, y de éstas, 1 de cada 2.000 secuencias obtenidas era del ADN mitocondrial. Esto significa que, para generar el mitogenoma sin más modificaciones técnicas, se necesitarían unas 1.100 reacciones completas de pirosecuenciación, algo absolutamente inviable económicamente.

Con posterioridad, el grupo del Instituto Max Planck descubrió que se podía enriquecer una región concreta (por ejemplo, el genoma mitocondrial, pero podría funcionar igualmente para regiones cromosómicas) previamente a pirosecuenciar la muestra. Para enriquecer el extracto, emplearon una batería de más de 500 cebadores dispersos por todo el mitogenoma y llevaron a cabo con ellos una amplificación que tenía el efecto de sobre-representar las secuencias de ADN mitocondrial respecto de las nucleares y de las omnipresentes secuencias bacterianas. Después de enriquecer el extracto de El Sidrón SD-1253 para el mitocondrial, las secuencias de éste pasaban a representar el 40,2% del total, lo que significaba un incremento de 80.400 veces respecto al extracto original.

Con esta nueva aproximación, fuimos capaces de recuperar cinco metagenomas neandertales nuevos: dos de Feldhofer (individuos 1 y 2), otro nuevo de Vindija, distinto del primero (etiquetado como 33.25), uno de Mezmaiskaya (individuo 1) y uno de El Sidrón (la muestra SD-1253). Posteriormente, se intentó obtener el mitogenoma de otras muestras neandertales, y se consiguió parcialmente con una segunda muestra de Mezmaiskaya (etiquetada como individuo 2), de la cual fue posible generar 13.421 nucleótidos del mitogenoma, y de la muestra SD-1351e de El Sidrón, de la que se obtuvieron 5.583 nucleótidos (y de la cual previamente habíamos recuperado la región hipervariable 1 mediante PCR).

Los nuevos mitogenomas eran parecidos entre sí, con una longitud final de 16.555 nucleótidos en Vindija 33.25 y Feldhofer 1, 16.556 en El Sidrón SD-1253, 16.557 para Feldhofer 2 y 16.520 para Mezmaiskaya 1. La cobertura genómica alcanzaba su valor máximo en El Sidrón SD-1253, con un valor de 54,4 (esto significa que cada posición nucleotídica está representada, en promedio, por 54

secuencias diferentes superpuestas) y un rango que iba de 2 en su cobertura mínima a 154 en su máxima.

Para estimar la diversidad genética de los neandertales, calculamos el número de diferencias entre cada par de mitogenomas disponibles, y obtuvimos un valor de 20,4. A continuación repetimos los cálculos para cada par de mitogenomas de una amplia muestra de humanos modernos. Para estos últimos, el valor obtenido era de 60,4. Desglosando éstos por continentes, los africanos daban un valor de diversidad de 76,5, y los europeos de únicamente 22,5. Es decir, los neandertales tenían una diversidad mitocondrial mucho menor que la de los humanos actuales, y tan pequeña como la de los europeos.

Desde un punto de vista filogenético, los nuevos mitogenomas de El Sidrón, Vindija y Feldhofer pertenecían a ese núcleo muy homogéneo de neandertales del centro y oeste de Europa que ya habíamos detectado a través del estudio de la región hipervariable 1. En consonancia con esto, es notable que los mitogenomas de Vindija 33.25 y de Feldhofer 1, que están separados por más de 800 kilómetros, sean totalmente idénticos. La muestra de Mezmaiskaya 1 era la más diferente del resto, pero en cambio Mezmaiskaya 2, a pesar de no tener el mitogenoma completo, claramente se agrupaba con las otras. Es decir, que no parecía haber una clara estructuración geográfica en los últimos neandertales, si bien no es descartable que hubiera existido anteriormente y hubiera sido diluida por un flujo genético posterior asociado con los últimos neandertales.

Finalmente, empleando el concepto de reloj molecular (que permite, con algunas extrapolaciones, calcular el origen de la diversidad genética observada a nivel de una especie o de una población concreta), pudo calcularse el origen de los linajes mitocondriales neandertales en unos 110.000 años. Hay que recordar que esta fecha es virtual, y que puede desplazarse en el futuro dependiendo de si los próximos mitogenomas que se secuencien sean más o menos diversos respecto de los que ya tenemos; es probable que la fecha final esté más cercana a los 130.000 años. En todo caso, esto indica que la «Eva mitocondrial neandertal» es más reciente que nuestra «Eva mitocondrial», que data de hace unos 150.000 años y tiene un origen africano.

Los valores obtenidos mediante estos cálculos estadísticos coinciden bastante bien con un período de recuperación de las condiciones climáticas después de un máximo glacial dramático: el denominado estadio isotópico 6 (que terminó hace unos 135.000 años). La gran uniformidad genética de las poblaciones del centro y oeste de Europa podría deberse a otra recuperación posterior, después de un período de gran inestabilidad climática hace entre unos 60.000 y 50.000 años. La hipótesis evolutiva, generada a partir de las secuencias mitogenómicas, es que diversos y

sucesivos colapsos demográficos asociados a los máximos glaciales habrían modelado genéticamente las poblaciones neandertales, que habrían mantenido siempre un tamaño poblacional muy pequeño.

## LA FAMILIA DE EL SIDRÓN DESDE LA GENÉTICA

La demografía, el estudio de la fertilidad y la dinámica de las poblaciones, es clave para entender la evolución. Sin embargo, es un tema frecuentemente descuidado en el estudio de los neandertales porque en general no se dispone de yacimientos donde pueda asegurarse la contemporaneidad de varios individuos. Pero otra de las características que hacen único al yacimiento de El Sidrón es que la acumulación de restos neandertales parece corresponder a un fenómeno puntual y sincrónico, lo que indica que estamos delante de un grupo contemporáneo, de un grupo social que ha muerto de forma simultánea. Esto ofrece la posibilidad, única en el registro fósil, de estudiar cómo era un grupo familiar neandertal. Para llevar a cabo el objetivo de caracterizar genéticamente a cada uno de los individuos de la familia de El Sidrón, hemos tenido que muestrear en los restos dentales, y en algunos huesos de los juveniles, que sí están individualizados. La tarea ha sido enormemente complicada porque no necesariamente coinciden los restos que mejor han conservado el ADN con aquellos que han podido individualizarse. Además, se han adoptado medidas de conservación muy estrictas que limitan la posibilidad de obtener muestras destructivas en restos considerados científica o museísticamente valiosos.

La intención de esta aproximación es determinar la secuencia mitocondrial de los doce miembros identificados en la familia, para averiguar si los grupos familiares neandertales eran muy o poco diversos genéticamente. Dado que en el muestreo de esquirolas óseas postcraneales habíamos encontrado tres linajes mitocondriales distintos, todo parecía indicar que eran grupos muy homogéneos. Pero faltaba explorar cada individuo en detalle. Dicho estudio lo hemos concluido en 2010 (Lalueza *et alii*, 2011), después de varios años de trabajo en el laboratorio, gracias a la individualización llevada a cabo en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid por el grupo de paleontología de El Sidrón (Tabla 4).

Para clarificar la terminología, denominamos cada linaje mitocondrial distinto por una letra (A, B o C). Los linajes de El Sidrón se caracterizan por presentar cambios en tres posiciones de la región hipervariable 1 y 2 del ADN mitocondrial. Así, el linaje A tiene los siguientes nucleótidos en las posiciones diagnósticas; 200A-204T-16124A; el B 200G-204C-16124G y el C 200G-204T-16124G.

El linaje A es el mayoritario, y está presente en los tres adultos masculinos (individuos 1, 2 y 6), un adulto

femenino (Individuo 5), dos adolescentes (Adolescentes 2 y 3) y el Juvenil 1. Es decir, 7 de los 12 individuos de El Sidrón tienen este mismo linaje. El B está presente en un único individuo, una mujer joven (Individuo 3), y el C está presente en 4 de los doce individuos (Individuo 4, Adolescente 1, Juvenil 2 e Infantil).

Si miramos la distribución de sexos, edad y linajes de los individuos (Tabla 1), descubrimos un detalle interesante: todos los adultos masculinos poseen el mismo linaje mitocondrial (el A), mientras que las tres mujeres adultas poseen linajes mitocondriales que son distintos entre sí (A, B y C). Esto es lo que esperaríamos por un fenómeno de estrategia reproductiva que en genética de poblaciones se conoce como patrilocalidad. Esto ocurre en algunas sociedades humanas, en las cuales las mujeres se desplazan a los sitios de residencia de sus parejas, mientras que los hombres permanecen en el lugar donde han nacido, es decir, permanecen con sus entornos familiares.

Esto provoca a nivel genético esta heterogeneidad de linajes mitocondriales femeninos dentro de un mismo grupo familiar. A largo plazo conlleva también la uniformización genética de los marcadores genéticos de herencia materna (como el mitocondrial), por contraposición a los marcadores de herencia paterna (como el cromosoma Y), que son menos móviles. Desde un punto de vista social, la patrilocalidad tiene también algunas consecuencias, como el hecho de que los hombres estén relacionados por vínculos familiares (y por tanto, por redes de poder establecidas) y las mujeres se hallen, al menos hasta que tienen descendencia, en una posición social más débil. Sea como sea, los linajes mitocondriales de El Sidrón parecen indicar que los neandertales practicaban la patrilocalidad (es decir, la mayor movilidad entre grupos de las mujeres), igual que algunos grupos de cazadores recolectores actuales.

Al mismo tiempo, el hecho de que doce personas tengan únicamente tres linajes indica que los grupos neandertales eran muy poco diversos genéticamente. Para que nos entendamos, si escogemos doce individuos al azar en una ciudad europea actual, la probabilidad de que siete de ellos tengan el mismo mitocondrial es cero. Si vamos, en cambio, a muestrear doce individuos de una reunión familiar (como una boda o el cumpleaños de una persona mayor), la probabilidad de que siete de ellos tengan el mismo linaje es bastante elevada.

Pero las relaciones exactas de parentesco entre los individuos de El Sidrón son más complicadas de estudiar. Hay que tener en cuenta que el ADN mitocondrial se transmite únicamente por línea materna y que esto, como bien saben los forenses, enmascara algunas relaciones de parentesco muy estrechas (por ejemplo, un padre y sus hijos, a pesar de compartir el 50% de los genes, tendrán linajes mitocondriales distintos, porque los hijos lo habrán

INDIVIDUO	MUESTRA	EDAD (AÑOS)	SEXO MORFOLÓGICO	LINAJE MITOCONDRIAL
Adulto 1	Diente	Adulto joven	Masculino	A
Adulto 2	Diente	Adulto joven	Masculino	A
Adulto 3	Mandíbula	Adulto	Femenino	B
Adulto 4	Diente	Adulto joven	Femenino	C
Adulto 5	Diente	Adulto	Femenino	A
Adulto 6	Diente	Adulto	Masculino	A
Adolescente 1	Diente	(12-15)	Masculino	C
Adolescente 2	Diente	(12-15)	Masculino	A
Adolescente 3	Diente	(12-15)	Masculino	A
Juvenil 1	Diente	(8-9)	Masculino?	A
Juvenil 2	Fémur	(5-6)	?	C
Infantil	Falange	(2-3)	?	C

TABLA 4: Distribución de sexo, edad y linaje mitocondrial de los doce individuos de El Sidrón.

heredado únicamente de su madre). Si pudiéramos obtener datos nucleares, de al menos diez marcadores distribuidos por todo el genoma, podríamos incluso saber cuáles eran sus vínculos genealógicos. En todo caso, las inferencias genéticas y demográficas que se derivan del estudio de la familia de El Sidrón tendrán sin duda consecuencias en las interpretaciones evolutivas de su proceso de extinción, ya que parece claro que la baja diversidad genética de estos grupos habría favorecido indirectamente su desaparición cuando la llegada de nuestros antepasados a Europa fragmentó las poblaciones neandertales. Quizás se extinguieron únicamente por una cuestión de demografía.

## EL FUTURO DE LOS ESTUDIOS PALEOGENÉTICOS DE EL SIDRÓN

El disponer de un genoma neandertal es un paso revolucionario para la ciencia en general y para el estudio de la evolución humana en particular. Sin embargo, para confirmar los principales hallazgos de este proyecto, es igualmente importante poder explorar otros genomas neandertales.

La eficiencia en la recuperación metagenómica de las muestras de El Sidrón siempre se ha mantenido muy baja, debido a un elevado componente de ADN microbiano que no ha podido ser eliminado y que no parece estar relacionado con la hidratación de las muestras ni con su localización dentro del yacimiento. Con la tecnología actual, llevar a cabo un estudio genómico inespecífico con

las muestras de El Sidrón es factible, pero sustancialmente más caro que con muestras como las de Vindija.

Recuperar el genoma completo de El Sidrón con una cobertura de 1x requeriría cerca de 7.000 reacciones de la plataforma Solexa-Illumina, al menos con la productividad actual. El plausible abaratamiento de los precios debido al surgimiento de nuevas plataformas más eficientes y la esperable competencia comercial entre las compañías tecnológicas podría implicar que en pocos años el genoma de El Sidrón (o una parte sustancial de éste) fuera un proyecto viable desde un punto de vista económico.

Por otra parte, las muestras de El Sidrón poseen innegables ventajas metodológicas, como la baja o casi nula contaminación humana moderna y la gran cantidad de ADN endógeno presente. Esto implica que hay grandes probabilidades de llevar a cabo estudios genómicos específicos con El Sidrón. Por ejemplo, podría intentarse la recuperación de cromosomas concretos con una calidad de secuencia mayor que la del borrador genómico actual, la genotipación en varios individuos de los cambios genéticos más importantes encontrados en el borrador de Vindija, o incluso la recuperación de las regiones cromosómicas detectadas en Vindija atribuidas al flujo génico. En este último proyecto, al situarse la muestra de El Sidrón más cerca en el tiempo del presunto acontecimiento de hibridación que los genomas humanos modernos actuales, Vindija y El Sidrón deberían presentar entre ellos menos variación en estas regiones cromosómicas que respecto a los humanos modernos no africanos.

Todas estas aproximaciones futuras podrían englobarse dentro de la denominación genérica de Proyecto de

Diversidad Genómica Neandertal, y caso de llevarse a cabo en los próximos años, parece lógico que El Sidrón debería tener en él un papel fundamental.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRIGGS A.W.; GOOD J. M.; GREEN R. E.; KRAUSE J.; MARICIC T.; STENZEL U.; LALUEZA-FOX C.; RUDAN P.; BRAJKOVIC D.; KUCAN Z.; GUSIC I.; SCHMITZ R.; DORONICHEV V. B.; GOLOVANOVA L. V.; RASILLA M. DE LA; FORTEA J.; ROSAS A. y PÄÄBO S. 2009. «Targeted retrieval and analysis of five Neandertal mtDNA genomes». *Science* 325(5938): 318-321.
- BURBANO, H. A.; HODGES, E.; GREEN, R. E.; BRIGGS, A. W.; KRAUSE, J.; MEYER, M.; GOOD, J. M.; MARICIC, T.; JOHNSON, P. L.; XUAN, Z.; ROOKS, M.; BHATTACHARJEE, A.; BRIZUELA, L.; ALBERT, F. W.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; LACHMANN, M.; HANNON, G. J. y PÄÄBO, S. 2010. «Targeted investigation of the Neandertal Genome by array-based sequence capture». *Science* 328: 723-725.
- ENARD, W.; PRZEWORSKI, M.; FISHER, S. E.; LAI, C. S.; WIEBE, V.; KITANO, T.; MONACO, A. P. y PÄÄBO, S. 2002. «Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language». *Nature* 418: 869-872.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; GARCÍA-TABERNERO, A.; GIGLI, E.; ROSAS, A. y LALUEZA-FOX, C. 2008. «Excavation protocol of bone remains for Neandertal DNA analysis in El Sidrón cave (Asturias, Spain)». *Journal of Human Evolution* 2: 353-357.
- GIGLI, E.; RASMUSSEN, M.; CIVIT, S.; ROSAS, A.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; GILBERT, M. T. P.; WILLERSLEV, E. y LALUEZA-FOX, C. 2009. «An improved PCR method for endogenous DNA retrieval in contaminated Neandertal samples based on the use of blocking primers». *Journal of Archaeological Science* 36: 2676-2679.
- GREEN, R. E.; KRAUSE, J.; PTAK, S. E.; BRIGGS, A. W.; RONAN, M. T.; SIMONS, J. F. DU, L.; EGHOLM, M.; ROTHBERG, J. M.; PAUNOVIC, M. y PÄÄBO, S. 2006. «Analysis of one million base pairs of Neandertal DNA». *Nature* 444(7117): 330-336.
- GREEN, R. E.; MALASPINAS, A. S.; KRAUSE, J.; BRIGGS, A.; JOHNSON, P. L. F.; UHLER, C.; MEYER, M.; GOOD, J. M.; MARICIC, T.; STENZEL, U.; PRÜFER, K.; SIEBAUER, M.; BURBANO, H. A.; RONAN, M.; ROTHBERG, J. M.; EGHOLM, M.; RUDAN, P.; BRAJKOVIĆ, D.; KUĆAN, Z.; GUŠIĆ, I.; WIKSTRÖM, M.; LAAKKONEN, L.; KELSO, J.; SLATKIN, M. y PÄÄBO, S. 2008. «A complete Neandertal mitochondrial genome sequence determined by high-throughput sequencing». *Cell* 134: 416-426.
- GREEN, R. E.; KRAUSE, J.; BRIGGS, A. W.; MARICIC, T.; STENZEL, U.; KIRCHER, M.; PATTERSON, N.; LI, H.; ZHAI, W.; FRITZ, M. H.; HANSEN, N. F.; DURAND, E. Y.; MALASPINAS, A. S.; JENSEN, J. D.; MARQUES-BONET, T.; ALKAN, C.; PRÜFER, K.; MEYER, M.; BURBANO, H. A.; GOOD, J. M.; SCHULTZ, R.; AXIMU-PETRI, A.; BUTTHOF, A.; HÖBER, B.; HÖFFNER, B.; SIEGMUND, M.; WEIHMANN, A.; NUSBAUM, C.; LANDER, E. S.; RUSS, C.; NOVOD, N.; AFFOURTIT, J.; EGHOLM, M.; VERNA, C.; RUDAN, P.; BRAJKOVIC, D.; KUCAN, Z.; GUSIC, I.; DORONICHEV, V. B.; GOLOVANOVA, L. V.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; SCHMITZ, R. W.; JOHNSON, P. L.; EICHLER, E. E.; FALUSH, D.; BIRNEY, E.; MULLIKIN, J. C.; SLATKIN, M.; NIELSEN, R.; KELSO, J.; LACHMANN, M.; REICH, D. y PÄÄBO, S. 2010. «A draft sequence of the Neandertal genome». *Science* 328: 710-722.
- HARDING, R. M.; HEALY, E.; RAY, A. J.; ELLIS, N. S.; FLANAGAN, N.; TODD, C.; DIXON, C.; SAJANTILA, A.; JACKSON, I. J.; BIRCH-MACHIN, A. y REES, J. L. 2000. «Evidence for Variable Selective Pressures at MC1R». *American Journal of Human Genetics* 66: 1351-1361.
- HOFREITER, M.; SERRE, D.; POINAR, H. N.; KUCH, M. y PÄÄBO, S. 2001. «Ancient DNA». *Nature Reviews* 2: 353-359.
- HUBLIN, J.-J. y PÄÄBO, S. 2006. «Neandertals». *Current Biology* 16(4): R113-R114.
- KRAUSE, J.; ORLANDO, L.; SERRE, D.; VIOLA, B.; PRÜFER, K.; RICHARDS, M. P.; HUBLIN, J.-J.; HÄNNI, C.; DEREVIANKO, A. P. y PÄÄBO, S. 2007. «Neandertals in Central Asia and Siberia». *Nature* 444: 902-904.
- KRAUSE, J.; LALUEZA-FOX, C.; ORLANDO, L.; ENARD, W.; GREEN, R. E.; BURBANO, H. A.; HUBLIN, J.-J.; BERTRANPETIT, J.; HÄNNI, C.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A. y PÄÄBO, S. 2007. «The derived FOXP2 variant of modern humans was shared with Neanderthals». *Current Biology* 17(21): 1908-1912.
- KRINGS, M.; STONE, A.; SCHMITZ, R. W.; KRAINITZKI, H.; STONEKING, M. y PÄÄBO, S. 1997. «Neandertal DNA sequences and the origin of modern humans». *Cell* 90: 19-30.
- KRINGS, M.; GEISERT, H.; SCHMITZ, R. W.; KRAINITZKI, H. y PÄÄBO, S. 1999. «DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the Neandertal type specimen». *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 96: 5581-5585.
- KRINGS, M.; CAPELLI, C.; TSCHENTSCHER, F.; GEISERT, H.; MEYER, S.; VON HAESSELER, A.; GROSSSCHMIDT, K.; POSSNERT, G.; PAUNOVIC, M. y PÄÄBO, S. 2000. «A view of Neandertal genetic diversity». *Nature Genetics* 26(2): 144-146.
- LALUEZA-FOX, C. 2005. *Genes de neandertal*. Ed. Síntesis, Madrid.
- LALUEZA-FOX, C.; SAMPIETRO, M. L.; CARAMELLI, D.; PUDEY, Y.; LARI, M.; CALAFELL, F.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; BERTRANPETIT, J. y ROSAS, A. 2005. «Neandertal evolutionary genetics: mitochondrial DNA data from the Iberian Peninsula». *Molecular Biology and Evolution* 22(4): 1077-1081.
- LALUEZA-FOX, C.; KRAUSE, J.; CARAMELLI, D.; CATALANO, G.; MILANI, L.; SAMPIETRO, L.; CALAFELL, F.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; PÄÄBO, S.; BERTRANPETIT, J. y ROSAS, A. 2006. «Mitochondrial DNA of an Iberian Neandertal suggests a population affinity with other European Neandertals». *Current Biology* 16(16): R629-R630.
- LALUEZA-FOX, C.; RÖMPLER, H.; CARAMELLI, D.; STÄUBERT, C.; CATALANO, G.; HUGHES, D.; ROHLAND, N.; PILLI, E.; LONGO, L.; CONDEMI, S.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; STONEKING, M.; SCHÖNEBERG, T.; BERTRANPETIT, J. y HOFREITER, M. (2007). «A melanocortin 1 receptor allele suggests varying pigmentation among Neanderthals». *Science* 318: 1453-1455.
- LALUEZA-FOX, C.; GIGLI, E.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; BERTRANPETIT, J. y KRAUSE, J. 2008. «Neandertal paleogenomics in the ABO blood group gene». *BMC Evolutionary Biology* 8: 342.
- LALUEZA-FOX, C.; GIGLI, E.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J. y ROSAS, A. (2009). «Bitter-taste perception in Neandertals through the analysis of TAS2R38 gene». *Biology Letters* 5: 809-811.
- LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A.; ESTALRRIICH, A.; GIGLI, E.; CAMPOS P. F.; GARCÍA-TABERNERO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-QUINTO, F.; RAMÍREZ, O.; CIVIT, S.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; SANTAMARÍA, D.; P. GILBERT, M. T.; WILLERSLEV, E. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Genetic evidence for patrilocal mating behavior among Neandertal groups». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (1): 250-253.
- NOONAN, J. P.; COOP, G.; KUDARAVALLI, S.; SMITH, D.; KRAUSE, J.; ALESSI, J.; CHEN, F.; PLATT, D.; PÄÄBO, S.; PRITCHARD, J. K. y RUBIN, E. M. 2006. «Sequencing and Analysis of Neandertal Genomic DNA». *Science* 314: 1113-1118.

ORLANDO, L.; DARLU, P.; TOUSSAINT, M.; BONJEAN, D.; OTTE, M. y HANNI, C. 2006. «Revisiting Neandertal diversity with a 100,000 year old mtDNA sequence». *Current Biology* 16(11): R400-402.

OVCHINNIKOV, I. V.; GÖTHERSTRÖM, A.; ROMANOVA, G. P.; KHARITONOV, V. M.; LIDÉN, K. y GOODWIN, W. 2000. «Molecular analysis of Neandertal DNA from the northern Caucasus». *Nature* 404: 490-493.

PENNISI, E. 2006. «Paleogenetics. The dawn of Stone Age genomics». *Science* 314: 1068-1071.

PENNISI, E. 2009. «Tales of a prehistoric human genome». *Science* 323: 866-871.

ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; TORRES, T. DE; MARTÍNEZ, E.; CANAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA Y FORTEA, J. 2006. «Paleobiology and comparative

morphology of a late Neandertal sample from El Sidron, Asturias, Spain». *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103(51): 19266-19271.

SCHMITZ, R.W.; SERRE, D.; BONANI, G.; FEINE, S.; HILLGRUBER, F.; KRAINITZKI, H.; PÄÄBO, S. y SMITH, F. 2002. «The Neandertal type site revisited; interdisciplinary investigations of skeletal remains from the Neander Valley, Germany». *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 99: 13342-13347.

SERRE, D.; LANGANEY, A.; CHECH, M.; TESCHLER-NICOLA, M.; PAUNOVIC, M.; MENNECIER, P.; HOFREITER, M.; POSSNERT, G. y PÄÄBO, S. 2004. «No evidence of Neandertal mtDNA contribution to early modern humans». *PLoS Biology* 2(3): 1-5.

VALVERDE, P.; HEALY, E.; JACKSON, I. J.; REES, J. L. y THODY, A. J. 1995. «Variants of the melanocyte-stimulating hormone receptor gene are associated with red-hair and fair skin in humans». *Nature Genetics* 11: 328-330.



## 4.6. LAS HERRAMIENTAS Y SU INTERPRETACIÓN CULTURAL Y ECONÓMICA

David Santamaría Álvarez (1), Marco de la Rasilla Vives (1), Lucía Martínez Fernández (1), Antonio Tarrío Vinagre (2)

(1) Área de Prehistoria, Departamento de Historia, Universidad de Oviedo. (2) CENIEH, Burgos

### INTRODUCCIÓN

El conjunto lítico del Osario suma un total de 399 ejemplares procedentes del atestado de la Guardia Civil (colección Instituto Anatómico Forense, 23 piezas), las prospecciones realizadas por la Comisión de Estudio entre 1998 y 1999 (3 piezas) y las campañas arqueológicas, todavía en curso, iniciadas en el 2000 (373 piezas). Hasta la fecha se han recuperado más de 230 productos de lascado (lascas, láminas y laminillas), 11 bases de lascado (núcleos y núcleos-útiles) y 155 desechos de talla (lasquitas y fragmentos indeterminados (Tabla 5). Asimismo, se han

	n	%
<b>GRUPOS TECNOLÓGICOS</b>		
<i>Productos de lascado</i>	233	58,4
Lascas	223	95,7
Láminas	4	1,7
Laminillas	6	2,6
<i>Bases de lascado</i>	11	2,8
Núcleos	10	90,9
Núcleo-útil (bifaz)	1	9,1
<i>Desechos de talla</i>	155	38,8
Lasquitas (< 25 mm)	152	98,1
Fragmentos indeterminados	3	1,9
TOTAL	399	100
<b>ÚTILES</b>	62	26,6
<i>Raederas</i>	6	9,7
<i>Denticulados</i>	33	53,2
<i>Levallois</i>	8	12,9
<i>Bifaz</i>	1	1,6
<i>Otros (buril, lascas retocadas)</i>	14	22,6

Tabla 5: Clasificación tecno-tipológica de la industria lítica del Osario.

identificado 62 útiles según la lista tipológica de F. Bordes (1961).

La cifra de efectivos es ligeramente inferior a la publicada en otros estudios (Santamaría *et al.*, 2010), pero esa reducción responde a una reflexión que progresivamente fue tomando cuerpo a medida que avanzaban las excavaciones en el interior y en el exterior del yacimiento; porque en ambos casos aparecían restos de nódulos de sílex naturales, los cuales se encuentran tanto en los conglomerados de la cavidad como en la zona externa, bien dentro del propio conglomerado bien en otros depósitos tras la disgregación de aquéllos.

La progresiva experiencia que se fue acumulando y el exhaustivo análisis de las formas de fracturación y la morfología de esos materiales nos llevaron a hacer, con otra perspectiva, una revisión de la colección lítica. Así pues, se han descartado algunas piezas cuyas características morfológicas se relacionan con la fragmentación natural de los nódulos silíceos (Maillo, 2000: 130), que en la literatura científica se denominan «tectoclasto».

Los tectoclastos se producen durante las fases de deformación y compresión a las que están sujetos los nódulos de sílex en la roca encajante, fenómeno que se observa claramente en numerosos nódulos de sílex presentes en los conglomerados calcáreos de la cueva, y una vez desprendidos los nódulos de la roca madre, como consecuencia de varios procesos sin y postsedimentarios (desplazamiento de los nódulos, presión de los sedimentos, etc.). Se trata, por lo tanto, de fragmentos naturales incorporados al registro arqueológico junto a las herramientas líticas y los restos de talla.

En ese sentido, el primer problema al que nos enfrentamos en este yacimiento es la discriminación entre productos de lascado (de origen humano) y tectoclastos (de origen geológico), tratando siempre de justificar ambas decisiones con todos los argumentos posibles.

### LA MATERIA PRIMA

Una de las líneas de investigación desarrollada en los últimos años por algunos miembros del Área de Prehisto-

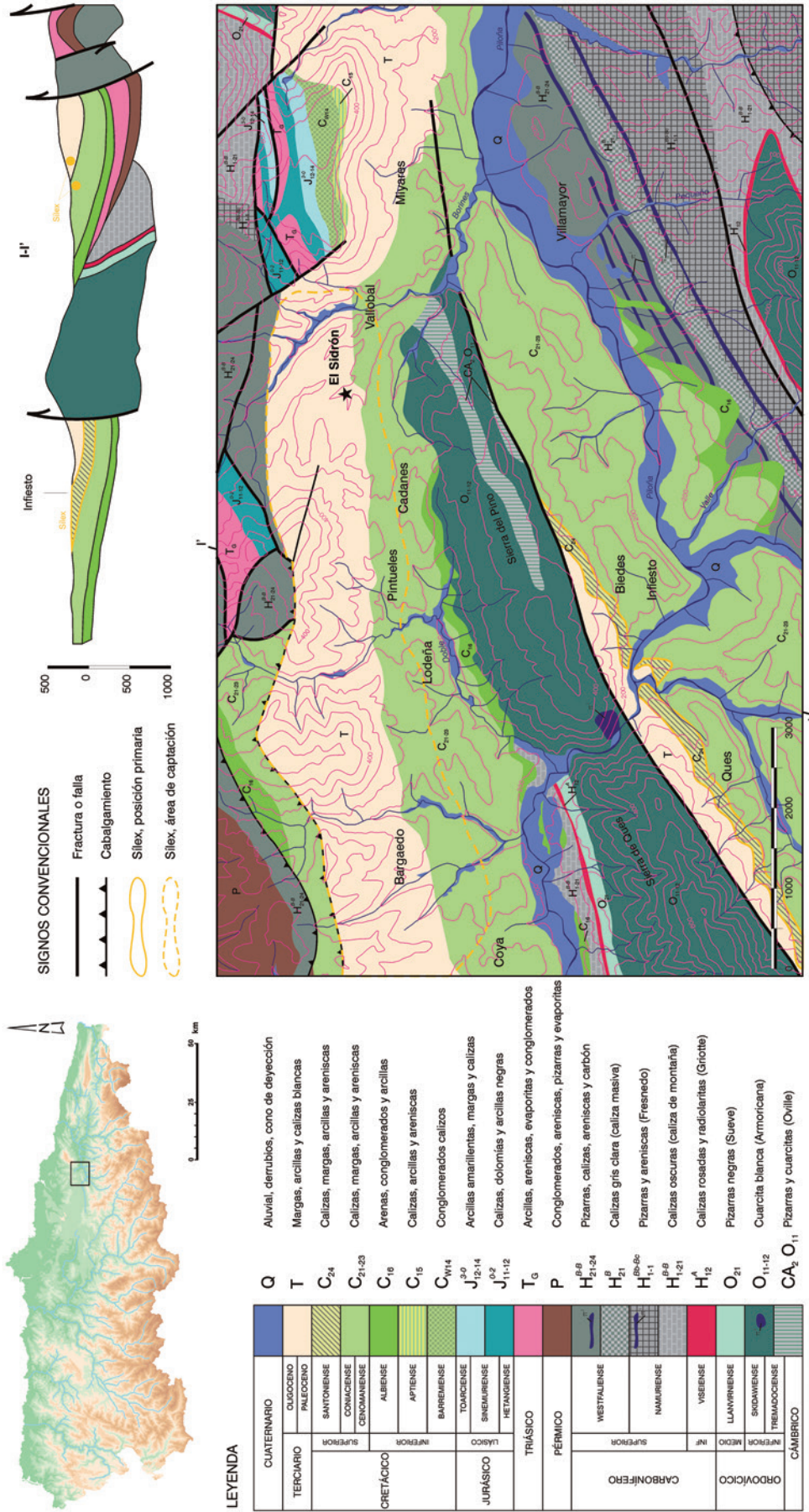


FIGURA 85: Área donde está presente el silex de Piloña sobre el mapa geológico (escala 1:50.000) de la zona de El Sidrón, realizado según la cartografía geológica del IGME existente. En línea amarilla continua la fuente primaria del silex, y en línea amarilla discontinua el área de captación del mismo en posición secundaria.

ria de la Universidad de Oviedo es la caracterización petrológica, mineralógica y geoquímica de los recursos líticos explotados por las bandas neandertales de El Sidrón, así como la localización de las fuentes de aprovisionamiento de dichos recursos minerales. Ese estudio se hace extensivo a los grupos humanos del Paleolítico medio y superior presentes en los yacimientos de La Viña (Oviedo), Cueto de la Mina (Llanes) y Llonin (Peñamellera Alta). De este modo, se pretende definir las estrategias adoptadas por las poblaciones neandertales (y por extensión de los humanos modernos) en lo referente a la disponibilidad, accesibilidad, selección y transporte de las materias primas.

Para ello, se ha prospectado una superficie de  $\sim 80$  km<sup>2</sup> en torno a la Cueva de El Sidrón. Hasta el momento, se han identificado dos tipos de materia prima, cuya presencia en la Galería del Osario constituye más del 95% de los recursos minerales explotados, y se han localizado algunas zonas potenciales de captación de esas materias primas. La caracterización petrológica, mineralógica y geoquímica de los recursos líticos identificados durante los trabajos de prospección está actualmente en curso de investigación a cargo de Antonio Tarrío (avances parciales en Fortea *et alii*, 2010 y Santamaría *et alii*, 2010), y de momento sólo describiremos las características morfológicas y macroscópicas de esas materias primas.

*Sílex de Piloña (Santoniense-Cretácico superior)*. Este sílex ha sido localizado en posición primaria en las calizas cretácicas (Santoniense-Cretácico superior) de Infiesto (formación La Cueva o formación Oviedo, Bernárdez, 2005; González *et alii*, 2004), y en posición secundaria en los conglomerados terciarios paleocenos (formación Posada o Pudinga de Posada), arenas cretácicas y suelos de la zona comprendida entre Coya y Vallobal (Figs. 85 y 86).

Son sílex bioclásticos de origen marino (plataforma carbonatada marina); colores claros (en la gama de los cremas o marrones-amarillentos), aunque suelen patinar en colores blanquecinos, con gran cantidad de inclusiones de cuarzo detrítico de tamaño arena fina y presencia esporádica de macroforaminíferos (ooides milimétricos reconocibles a simple vista).

La textura de los sílex es predominantemente criptocristalina (cristales de cuarzo  $< 5$   $\mu\text{m}$ ) a microcristalina (cristales de cuarzo entre 5 y 20  $\mu\text{m}$ ), con cementaciones de megacuarzo ( $> 20$   $\mu\text{m}$ ) y calcedonia (sílice fibroso) (Santamaría *et alii*, 2010). Se presenta en cantos ovoidales a subsféricos y nódulos aplanados de tamaño variable (que pueden superar los 50 cm en su dimensión mayor). El córtex de los cantos es poroso y relativamente fino ( $\sim 5$  mm), de colores marrones-amarillentos.

Su aptitud para la talla es, en general, buena, aunque depende, entre otros factores, del grado de alteración

(generalmente desilificación) e impurezas del nódulo seleccionado.

Este sílex aparece en porcentajes variables en numerosos yacimientos asturianos del Paleolítico medio y su-

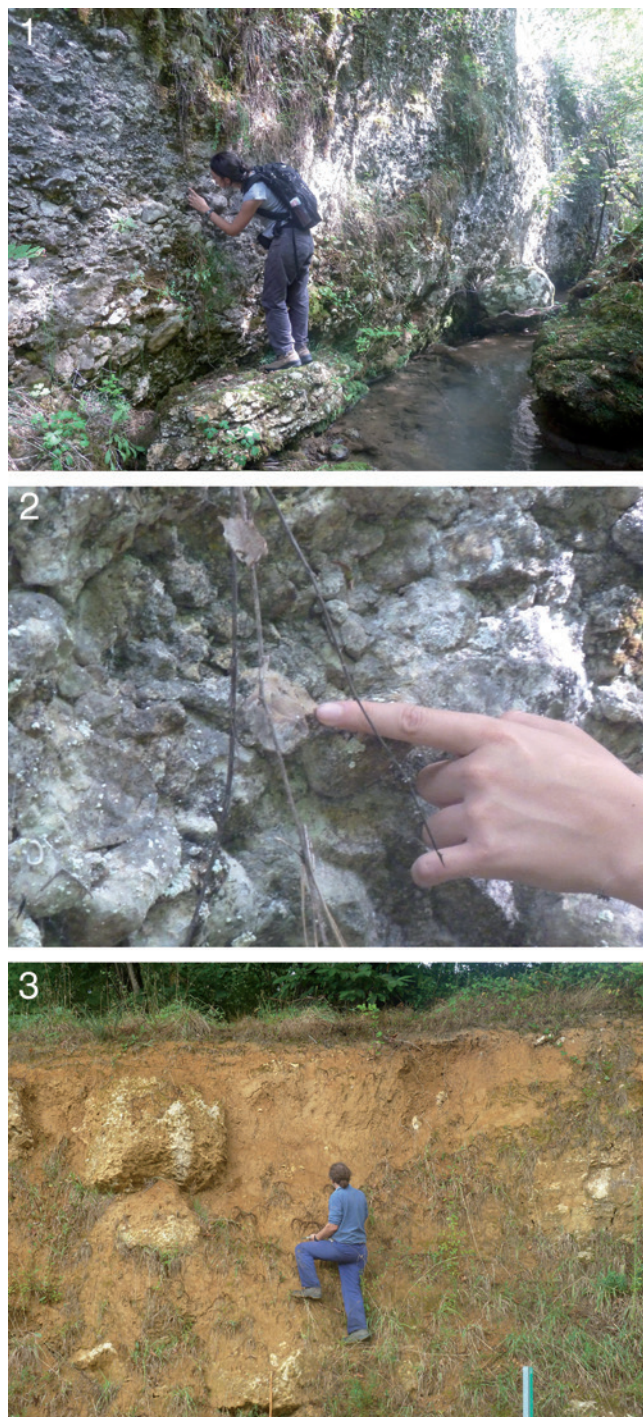


FIGURA 86: Localización de sílex de Piloña en afloramientos secundarios. 1: Afloramientos de la Pudinga de Posada en las inmediaciones del yacimiento de El Sidrón. 2: Detalle de bloque de sílex incluido en los conglomerados (Pudinga de Posada). 3: Sílex incluidos en suelos en las inmediaciones de Coya.

perior: La Viña, Las Caldas, La Lluera (valle medio del Nalón, ~50 km de distancia en dirección oeste), El Sidrón (< 5 km de distancia) y Llonin (~70-90 km de distancia en dirección este) y recientemente se han identificado (Tarrío, en prensa) en yacimientos cántabros del Paleolítico superior (El Linar, Cualventi y Las Aguas), situados en las proximidades de Altamira (~120 km en dirección este), lo que lo convierte en el sílex regional con mayor movilidad de todos los identificados hasta el momento.

*Cuarcita de Barrios (Arenig-Skiddawiense, Ordovícico inferior)*. Denominada indistintamente como cuarcita armoricana, cuarcita de los Cabos, cuarcita ordovícica o cuarcita de Barrios (Aramburu, 1989, Bernárdez *et alii*, 2006), estas cuarcitas tienen una edad ordovícica o cambro-ordovícica (procedentes en todo caso de la formación Barrios, Aramburu, 1989).

La formación Barrios se extiende por gran parte de la geografía asturiana con una potencia máxima de ~1.000 m en la Sierra del Sueve (Aramburu, 1989). Se compone principalmente de cuarzoarenitas de grano fino-muy fino a grueso-muy grueso, bien estratificadas, en general granocrecientes, con intercalaciones de pizarras, limonitas y conglomerados silíceos según la zona (Aramburu, 1989); las cuarcitas pueden tener un aspecto arenoso o cristalino (según el tamaño del grano y el grado de recristalización) y colores claros, en general, en la gama de los blancos-muy blancos, en ocasiones con tonos grisáceos-pardos (Aramburu, 1987, 1989; Gutiérrez y Rodríguez, 1987), aunque en algunas zonas del occidente de Asturias (dominio del Navia) hay tramos verdosos-grisáceos (Marcos, 1973).

Los afloramientos cuarcíticos (formación Barrios-Ordovícico inferior) más cercanos a la Cueva de El Sidrón se localizan en el Picu Viyao y en las sierras de Ques y del Pino (Fig. 85). Con todo, las características morfológicas de las cuarcitas arqueológicas (superficies externas de los bloques lisas, cantos redondeados a bien redondeados y con baja esfericidad, presencia esporádica de diaclasas) indican que las cuarcitas explotadas por los neandertales de Piloña son aportes fluviales, por lo tanto, debemos descartar como áreas potenciales de captación los depósitos de clastos desprendidos por meteorización de la roca madre (eluviones), acumulados junto a los afloramientos primarios (Picu Viyao y sierras de Ques y del Pino). Así, las zonas de abastecimiento de esta materia prima deben localizarse en los aluviones y terrazas fluviales de los ríos cuaternarios.

Su aptitud para la talla es, en general, media-baja, aunque depende, entre otros factores, del número y disposición de las diaclasas (o, si se prefiere, volumen no fracturado del canto seleccionado), no obstante su efecto puede ser minimizado parcialmente con la experiencia del tallador (por ejemplo, evitando los golpes de percusión

muy profundos o las zonas donde convergen dos o más diaclasas).

La industria lítica del Osario está realizada principalmente en sílex de Piloña (~75%) y en cuarcita de la Formación Barrios (~20%), con una explotación marginal de otras materias primas como las radiolaritas rojas y la lutita (en conjunto estas materias primas representan menos del 5%). Se trata, por lo tanto, de una explotación local de materias primas líticas con un radio de captación inferior a los 5 km.

Todas las fases de producción lítica (apertura de los núcleos, producción de soportes, mantenimiento de las superficies del núcleo) están bien representadas en sílex y en cuarcita, lo que refuerza la hipótesis de una explotación local de estas materias primas, pues a medida que las fuentes de aprovisionamiento de los recursos líticos se alejan de los yacimientos arqueológicos la representatividad de esas materias primas disminuye notablemente; asimismo las fases de producción lítica de los materiales alóctonos están peor representadas, es decir más fragmentadas, que las de los materiales locales.

## LA TECNOLOGÍA Y LA TIPOLOGÍA

Desde un punto de vista tecno-tipológico, la industria lítica del Osario se enmarca en un Musteriense de denticulados clásico, en el que no se observa ningún atributo técnico característico del Paleolítico superior (laminaridad, microlitismo, diversificación y estandarización del utillaje; Fortea *et alii*, 2008: 363-368).

Se han identificado dos cadenas operativas diferentes, una de desbastado-configuración, la otra de lascado. La primera de estas cadenas operativas, de desbastado-configuración, se caracteriza por la fabricación de un útil masivo (bifaz de ~500 gramos de peso) a partir de un canto rodado de cuarcita. Aquí, el objetivo-fin del artesano paleolítico es la creación de un útil sobre canto (el peso desempeña un papel fundamental en este tipo de útiles), formado por dos aristas cortantes (filos) y secantes, es decir apuntadas. Estas aristas, y la punta resultante, son consideradas las partes funcionales-útiles de la pieza. Naturalmente, las lascas obtenidas durante este proceso pueden ser transformadas a su vez en utensilios o usadas en estado bruto.

La segunda cadena operativa, de lascado, se caracteriza por la producción de lascas a partir de núcleos lenticulares (este grupo incluye todos los núcleos estructurados en dos superficies opuestas, de las que, al menos, una es convexa, convergentes perimetralmente, y delimitadas por un plano de intersección a partir del cual se organiza la talla del núcleo; por ejemplo, núcleos Levallois, Discoide y Quina); son estas lascas las que serán transformadas posteriormente en utensilios.

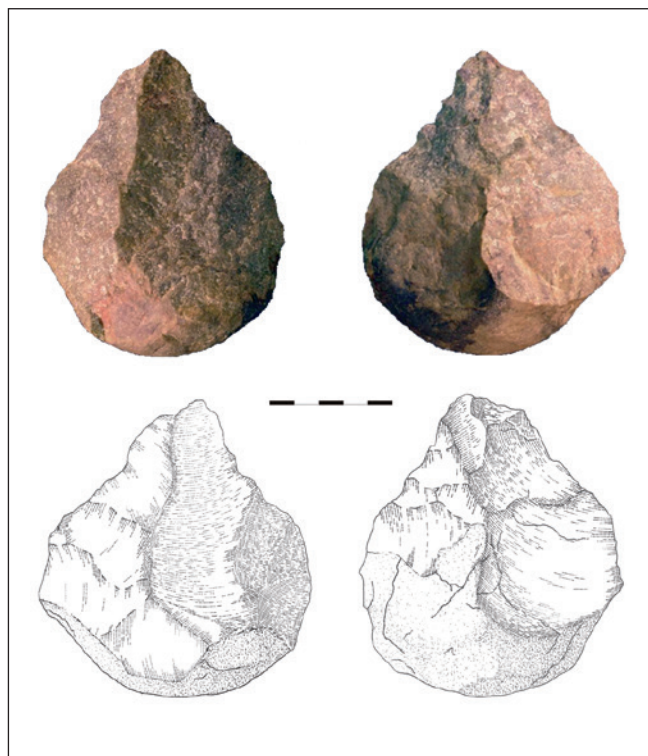


FIGURA 87: Bifaz cordiforme en cuarcita. Dibujo: David Santamaría.

Hay una representación completa de todas las fases de producción lítica, desde la apertura del nódulo (esta fase está representada por numerosas lascas con restos de córtex en la cara dorsal) hasta la fabricación de los utensilios (representada por todos los útiles sobre lasca y las lascas de retoque). Así, los nódulos de materia prima (sílex de Piloña y cuarcita de Barrios) fueron introducidos en el yacimiento en estado bruto, a lo sumo una vez testados, y tallados *in situ*.

Hasta la fecha no se ha identificado ningún percutor con marcas inequívocas de impacto y/o fracturas-astillados de percusión. Sin embargo, las características morfológicas y tipométricas de los productos de lascado (lascas, láminas y laminillas) ponen de manifiesto la utilización preferente de la percusión directa con percutores minerales (cantos de cuarcita, caliza y/o arenisca). Algunas lascas fueron seleccionadas por su forma y/o tamaño, y transformadas en útiles, o usadas en estado bruto.

La clasificación tipológica del material retocado (según la lista tipológica de F. Bordes, 1961) ofrece un total de cincuenta útiles en el cómputo real y cuarenta y uno en el cómputo esencial (ocho productos levallois, seis raederas, dos útiles del Paleolítico superior, un cuchillo de dorso

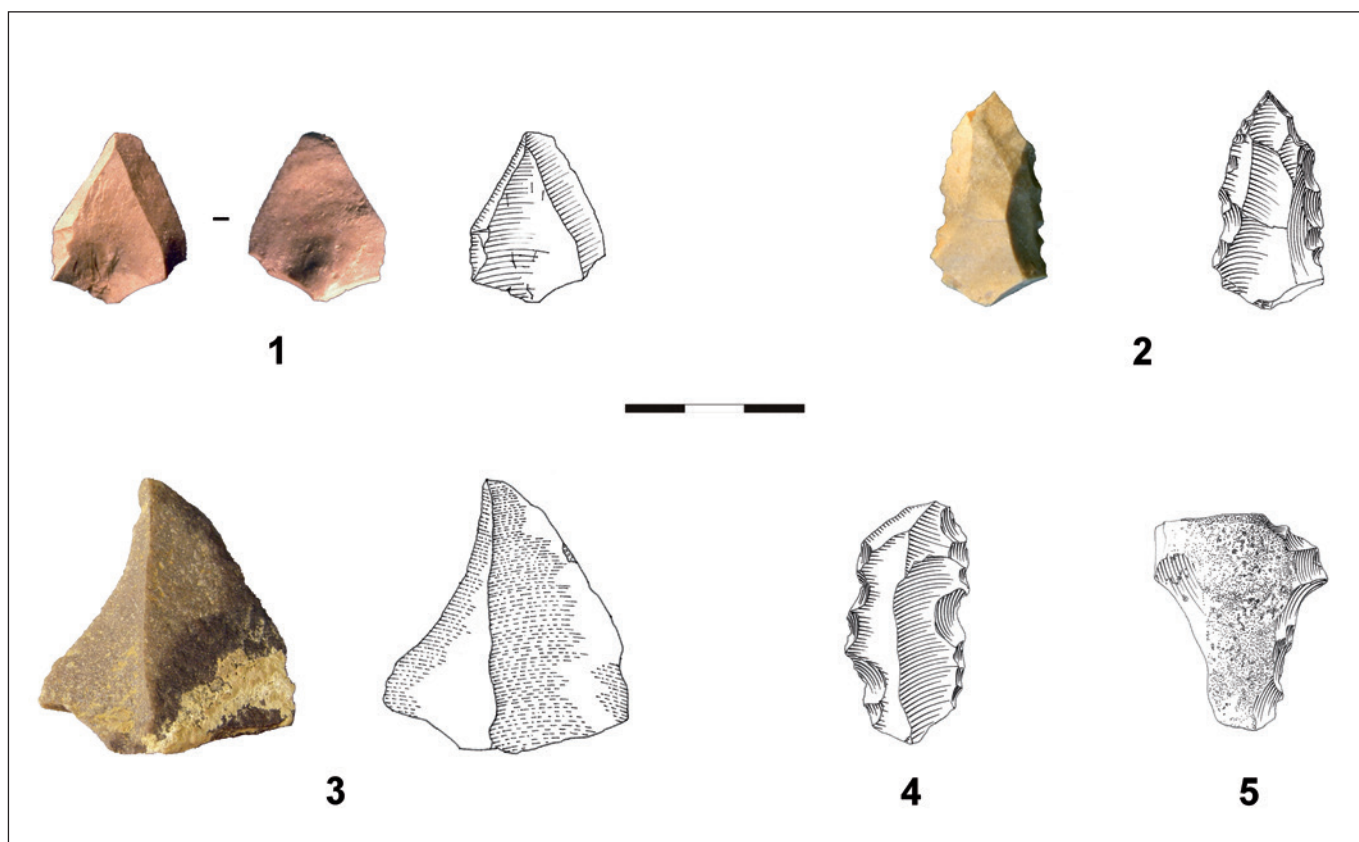


FIGURA 88: Industria lítica. 1, 3: Punta Levallois. 2: Punta de Tayac. 4, 5: Denticulados. Todas en sílex excepto la nº 3 en cuarcita. Dibujo: David Santamaría.

natural y treinta y tres denticulados) a los que habría que añadir un bifaz cordiforme en cuarcita y once lascas con retoque discontinuo (Figs. 87 y 88).

El ~95% de los utensilios líticos está realizado en una de las dos materias primas locales descritas anteriormente (~75% en sílex de Piloña y ~20% en cuarcita de Barrios). La mayor parte de los útiles recuperados procede de las bandas 5 a 10, solamente se han hallado seis piezas (entre las que destaca el bifaz) en las bandas 23 a 26. El grupo levallois está bien representado en el conjunto con un ~15% del total. Dentro de este grupo destacan las puntas y lascas levallois.

Entre el material retocado *sensu stricto* destacan los tipos pertenecientes al grupo de los denticulados (el filo de las piezas está formado por una o más muescas contiguas y regulares, Fig. 88, nº 4 y 5). En este grupo se observa una amplia variedad morfológica con ejemplares realizados sobre lascas y láminas. Asimismo se ha recuperado una excelente punta de Tayac realizada en sílex (Fig. 88, nº 2).

El grupo de las raederas (lasca con un retoque continuo y regular en uno o más bordes) está representado por seis ejemplares. De todos modos, la mayor parte de las piezas presentan un retoque marginal en uno de sus bordes difícilmente distinguible a simple vista del retoque de uso, lo que cuestiona su adscripción a este grupo y concede mayor relevancia al grupo de los denticulados y muescas.

Por último, señalar la presencia de un bifaz sobre canto de cuarcita que, de acuerdo con la clasificación tipológica de Bordes (1961), se correspondería con un bifaz cordiforme.

Estas características tipológicas permiten clasificar provisionalmente la industria lítica del Osario como un musteriense rico en denticulados. De todos modos conviene tener presente que el reducido número de ejemplares disponibles (inferior a 50) confiere a esta clasificación un significado meramente orientativo.

## LOS REMONTAJES LÍTICOS

Uno de los aspectos más interesantes de la industria lítica del Osario es el hallazgo de numerosas piezas líticas que remontan entre sí. Un remontaje lítico consiste en unir dos o más artefactos líticos (lascas, láminas, laminillas, núcleos) en el orden en que han sido obtenidos durante el proceso de talla; también se denomina con este término a la unión de dos o más fragmentos líticos (fragmentación que puede ser accidental o intencional) que restablecen la forma original del artefacto.

Un remontaje lítico puede ser analizado desde varias perspectivas: en primer lugar, los remontajes proporcionan una información tecnológica de primera mano sobre los métodos y técnicas de talla empleados por los artesanos

paleolíticos; en segundo lugar, la distribución espacial de las piezas remontadas permite evaluar la integridad estratigráfica de uno o varios niveles arqueológicos (posición primaria o secundaria del registro arqueológico, contaminaciones inter-estratigráficas...); asimismo se pueden identificar diferentes áreas de actividad dentro de un asentamiento (organización espacial del yacimiento) y, por último, la presencia de un porcentaje significativo de remontajes pone de manifiesto la contemporaneidad del registro arqueológico.

Hasta el momento se han conseguido remontar 79 piezas líticas, lo que representa un ~20% del conjunto total. Con todo, si nos atenemos a los productos de lascado y a los núcleos (estos grupos constituyen el núcleo principal de nuestra investigación) el porcentaje de remontajes se eleva hasta un insólito ~33%. Si se comparan estos porcentajes con los ofrecidos por Czesla (1990: 24-25), se observa cómo el Osario se sitúa entre los yacimientos paleolíticos con una tasa de remontaje más alta. Este porcentaje podría aumentar considerablemente en los próximos años, ya que la mayor parte del conjunto lítico no remontado presenta unas características morfológicas (materia prima, córtex, color, pátinas) y tecnológicas (método de talla, dimensiones de los soportes, morfología de la cara dorsal) afines a la serie remontada.

Todas las piezas remontadas están realizadas en sílex de Piloña y cuarcita de Barrios, es decir en las dos materias primas locales descritas anteriormente. Se han podido remontar entre sí piezas procedentes de las tres colecciones líticas (IAF, prospecciones realizadas durante los años 1998 y 1999 y excavaciones arqueológicas), confirmando de esa manera la unidad del conjunto.

Las piezas remontadas se distribuyen de la siguiente manera: 3 núcleos o fragmentos de núcleo (~4%), 13 útiles (~16%) y 63 productos de lascado (~80%). Existe, por lo tanto, una representación completa de todas las fases de la cadena operativa (apertura del núcleo, producción de soportes y fabricación de útiles). Los remontajes de 2 y 3 piezas conciernen solamente al ~38% (n = 30), el resto se agrupan en conjuntos de más de 3 piezas, superando en ocasiones los 20 artefactos (Fig. 89). Independientemente del conjunto al que pertenezcan, la mayor parte de las piezas remontadas presentan unas características morfológicas (materia prima, córtex, color, pátinas) y tecnológicas (método de talla, dimensiones de los soportes, etc.) afines. Es decir, existen razones suficientes para considerar las 79 piezas remontadas como partes inconexas de dos procesos operatorios paralelos, uno específico de los sílex y otro de las cuarcitas. Todo esto pone de manifiesto la contemporaneidad de la industria lítica del Osario, de manera que la acumulación de los restos líticos, y por extensión óseos, en este yacimiento no fue el resultado de una ocupación prolongada (tipo campamento base o estacional) y/o reiterada, sino de una ocupación breve y única de ese lugar.

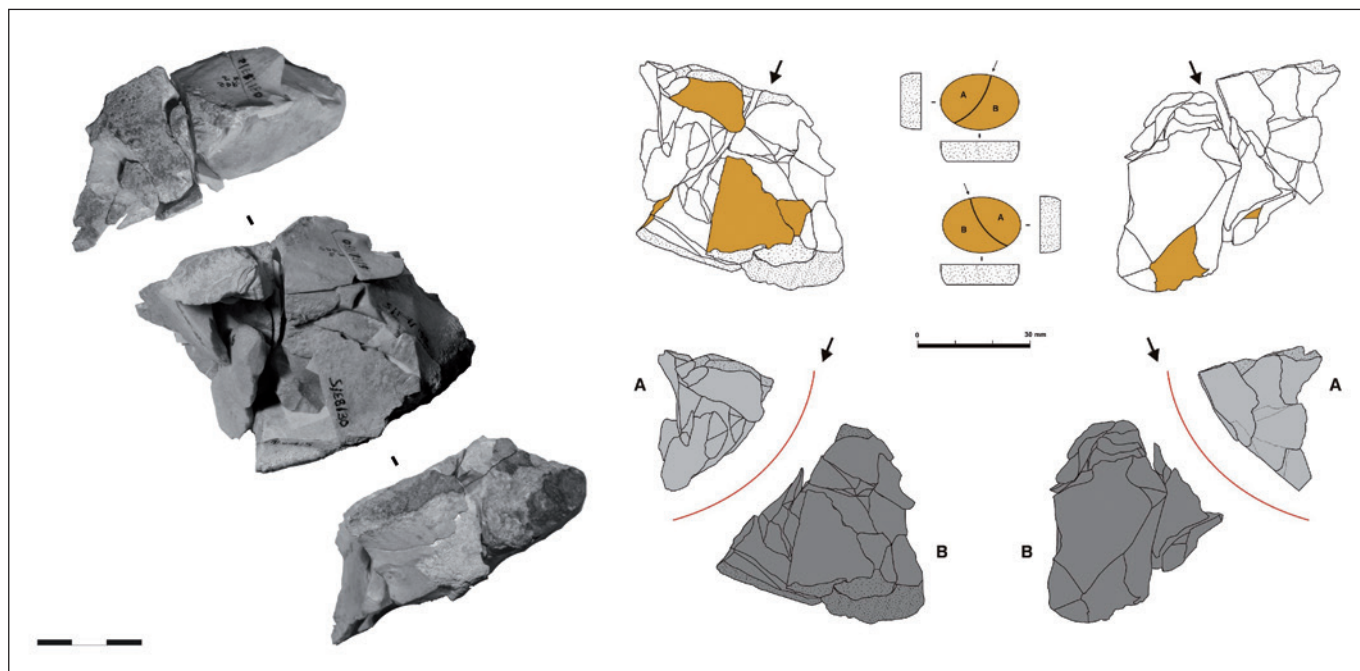


FIGURA 89: Foto y dibujo de uno de los conjuntos remontados que totalizan veintiuna piezas líticas. Dibujo: David Santamaría.

El hecho de haber remontado un 20% de la industria lítica y que estos remontajes fuesen el resultado de un proceso de talla intencional (es decir, que no se debiesen a procesos naturales) supuso en un primer momento un desafío al modelo de relleno sedimentario, ya que en general la presencia de remontajes en un yacimiento arqueológico suele interpretarse como un indicio de la posición primaria del registro arqueológico.

La distribución espacial de los remontajes ha permitido contrastar de modo independiente el modelo de relleno sedimentario propuesto desde la geología (Fortea *et alii*, 2003; Sánchez-Moral *et alii*, 2007), demostrando de forma paralela la posición secundaria de los restos óseos y líticos.

Todas las piezas remontadas han sido halladas en el sector 3, en una superficie aproximada de ~6 metros cuadrados (Fig. 90, izquierda), coincidiendo de esa manera con el área de dispersión de los restos óseos. La proyección espacial en planta de los remontajes muestra una gran concentración de éstos en la banda 8 (~80%), en una superficie de ~2 m<sup>2</sup>. La escasa presencia de restos líticos y óseos en las bandas D y E debe relacionarse por una parte, con la existencia de canales fluvio-cársticos procedentes del sur de la galería, que circularían junto a la pared este de la misma, desplazando los restos arqueológicos depositados en esa zona (Fig. 90, izquierda, flecha negra punteada), y por otra, con la reactivación ocasional de un sumidero en los cuadros E/F-9, que evacuaría los restos óseos y líticos de esa zona a un nivel cárstico inferior.

Por otra parte, la proyección espacial de las piezas líticas respecto al eje Z (cortes longitudinal y transversal, Fig. 90, derecha) muestra una acusada pendiente de los restos líticos en dirección oeste-este. El ~90% de los remontajes se localiza en un paquete estratigráfico de ~100 cm de espesor, con unos valores máximos de ~200 cm (estos valores coinciden con la zona donde se localiza el sumidero, es decir en los cuadros E/F-9). Esta distribución (en forma de abanico, con una acusada pendiente oeste-este y en un paquete estratigráfico de ~200 cm de espesor) contradice la posición primaria (originaria) del registro arqueológico, es decir los restos fósiles humanos y líticos forman parte de un cono de deyección, cuya entrada en el Osario se produjo tras un episodio de colapso, lo que nos conduce al exterior de la cueva o a una de sus galerías superiores como lugar originario del depósito, cuestión ésta que esperamos resolver definitivamente en las próximas campañas arqueológicas.

De todos modos, el hecho de haber remontado un porcentaje relativamente importante de artefactos, unido a la tipometría de alguno de ellos (lasquitas de retoque) sugiere que el desplazamiento de los materiales desde su posición originaria fue el resultado de un episodio único de colapso y que desde un punto de vista tafonómico no tuvo un impacto grande en la dispersión y estado de conservación de los restos arqueológicos.

En resumen, no hay discordancias significativas entre la geología-sedimentología y la arqueología-tecnología. La entrada de los materiales arqueológicos en la Galería del

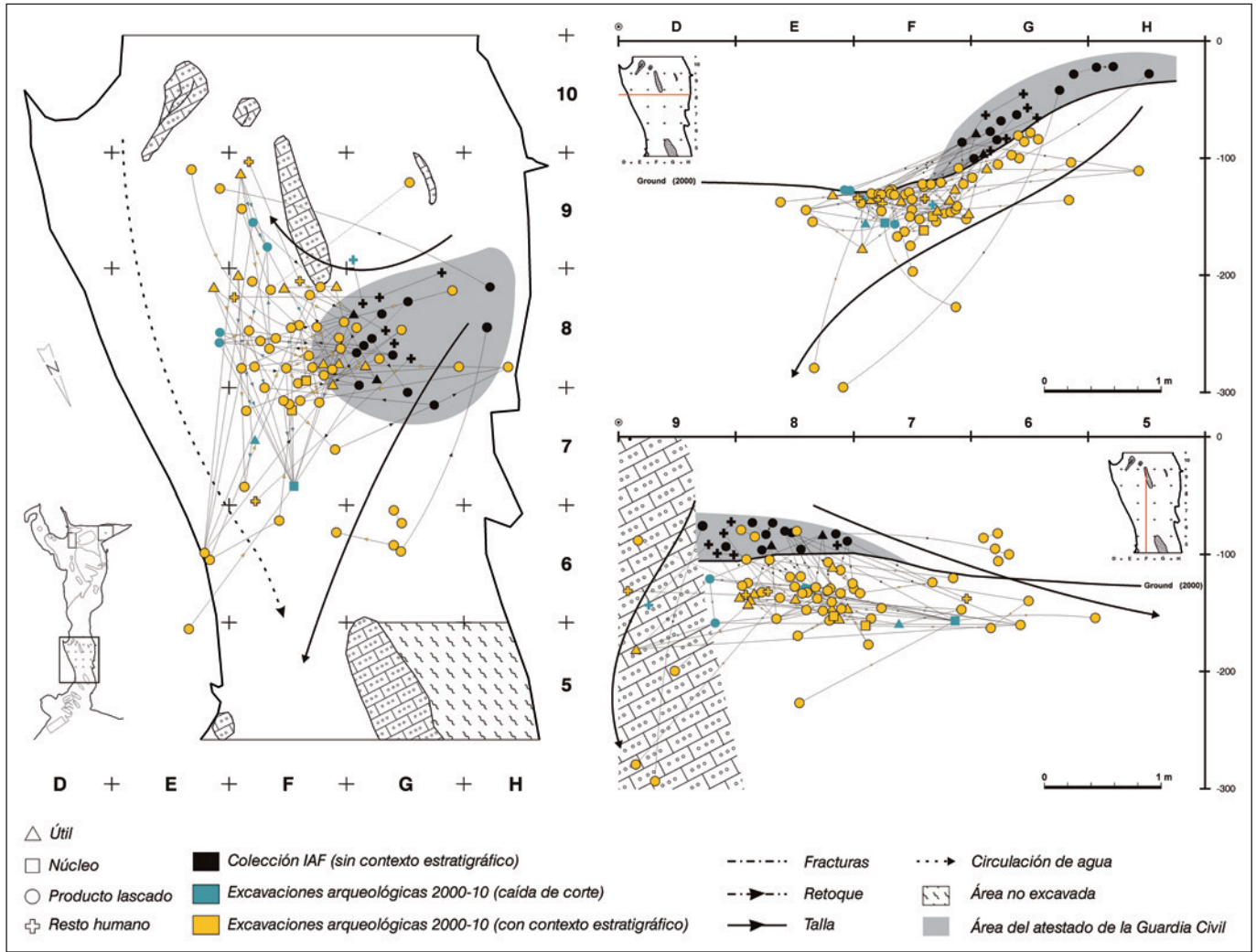


FIGURA 90: Proyección de los remontajes en planta y alzado transversal y longitudinal.

Osario se produjo como consecuencia de un proceso del medio físico (colapso), bajo la forma de un episodio único de colada de barro; la proyección espacial de los remontajes respalda esa teoría y demuestra que los restos líticos y óseos del Osario forman parte de un cono de deyección (es decir, están en posición secundaria).

Una vez depositados los restos fósiles y líticos en la Galería del Osario se produjo el desplazamiento de algunos materiales hacia la Galería Principal (Galería del Río), o hacia un nivel cárstico inferior, a causa de la circulación fluvio-cárstica procedente del sur de la galería y de la reactivación puntual de un sumidero en los cuadros E7-F-9.

## CONCLUSIÓN

Aunque no es una colección muy significativa desde un punto de vista cuantitativo, la importancia de la in-

dustria lítica del Osario radica fundamentalmente en su capacidad para contextualizar culturalmente el repertorio fósil neandertal recuperado en el yacimiento.

El conjunto lítico del Osario se encuadra culturalmente en un Musteriense de denticulado clásico, en el que no se aprecian atributos específicos del Paleolítico superior. El aprovisionamiento de materias primas (sílex de Piloña y cuarcita de Barrios) se hizo en las inmediaciones de la cueva; los nódulos seleccionados fueron introducidos en el yacimiento en estado bruto y tallados *in situ*.

La producción de soportes se realizó fundamentalmente a partir de métodos y técnicas de talla simples pero rápidos de ejecutar (métodos de talla centrípetos y percusión directa con percutores minerales), y muy flexibles y productivos desde un punto de vista tecnológico. Los soportes obtenidos (en general, las lascas de mayor tamaño) fueron transformados principalmente en denticulados (denticulados, muescas, punta de Tayac), y utilizados, jun-

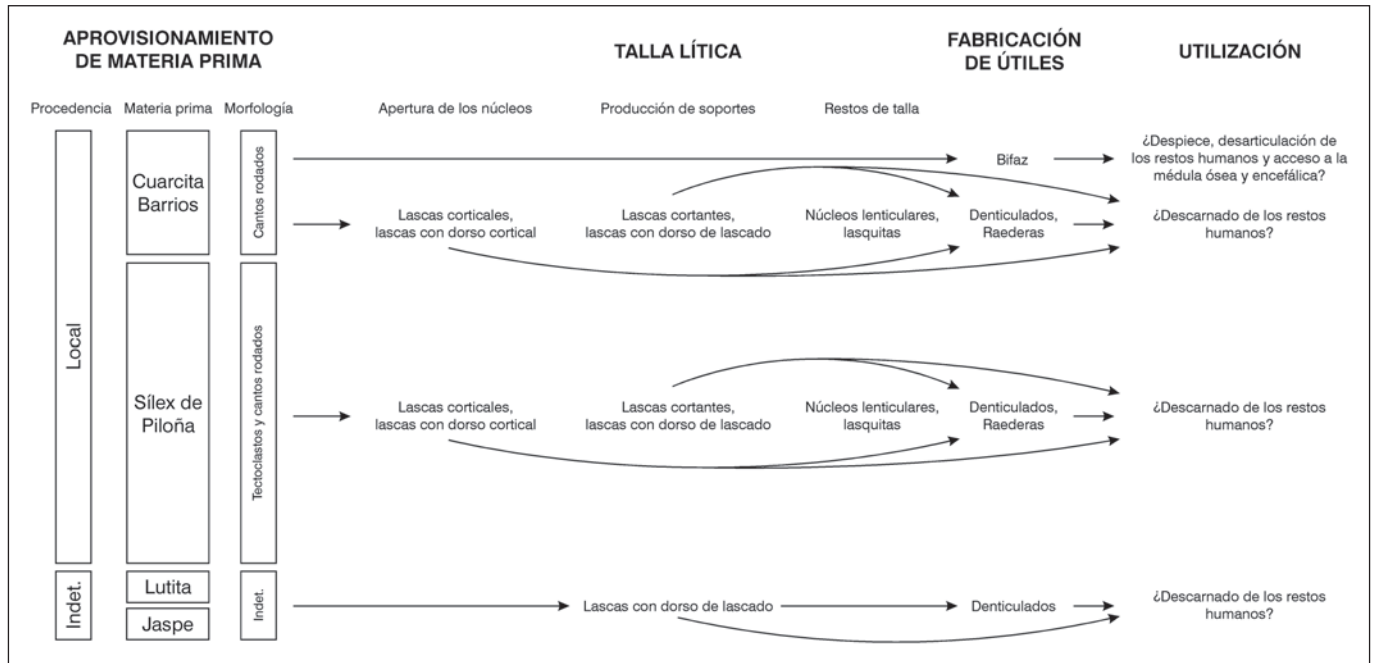


FIGURA 91: Cuadro sinóptico de la cadena operativa de la producción lítica.

to con algunas lascas no retocadas y útiles masivos (bifaz), en el procesamiento de los restos humanos (descarnado, desarticulación, acceso a la médula ósea y a la masa encefálica) (Fig. 91)

Las características tecno-tipológicas de la industria lítica y la distribución espacial de las piezas remontadas indican que la acumulación de los restos óseos y líticos en la Galería del Osario fue el resultado de un evento natural y cultural único. Aún desconocemos el lugar originario del depósito, no obstante las características específicas de la industria lítica (reducido número de ejemplares, industria de lascas realizada en materias primas locales, con una representación completa de todas las fases de la cadena operativa y orientada a la fabricación de denticulados, ~33% de remontajes incluyendo útiles, núcleos y productos de lascado) respaldan la idea de una ocupación breve y única de ese lugar, directamente relacionada con la acumulación de los restos fósiles humanos; en este sentido, conviene recordar una vez más que un porcentaje significativo de restos óseos presentan marcas de corte y fracturas antrópicas relacionadas con procesos de desarticulación y de acceso a la médula ósea y a la masa encefálica, o si se prefiere, de canibalismo.

Uno de los objetivos de las campañas previas y venideras es la localización del lugar de entrada de los restos y de los lugares de asentamiento y habitación de los grupos neandertales en las inmediaciones de la cueva, hecho nada fácil por la abundante cobertera vegetal y masa rocosa,

lo que permitirá una caracterización socio-cultural más detallada de los fósiles de El Sidrón.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARAMBURU, C. 1987. «Descubrimiento de graptolitos arenigienses en la escama de Rioseco (Zona Cantábrica, N. de España): Discusión». *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 11: 221-223.
- ARAMBURU, C. 1989. *El Cambro-Ordovícico de la Zona Cantábrica (N. O. de España)*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- BERNÁRDEZ, E. 2005. «Discusión sobre la Revisión y síntesis litoestratigráfica del sector occidental de la cuenca cretácica de Asturias». *Trabajos de Geología*, 25: 117-137.
- BERNÁRDEZ, E.; GUTIÉRREZ-MARCO, J. C. y HACAR, M. 2006. «Sedimentos glaciomarininos del Ordovícico terminal en la Zona Cantábrica (NO de España)». *Geogaceta*, 40: 239-242.
- BORDES, F. 1961. *Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen*. Bordeaux. Ed. Delmas.
- CZIESLA, E. 1990. «On refitting of stone artifacts. En E. Cziesla, S. Eickhoff, N. Arts, D. Winter». *The big puzzle. Studies in Modern Archaeology* 1: 9-44.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; JULIÀ, R.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; CASTRO, J.; BADAL, E.; ALTUNA, J. y ALONSO, J. 2003. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias): Primeros resultados». *Estudios Geológicos*, 59: 159-179.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA.; SANTAMARÍA, D. y ROSAS, A. 2008. «El Paleolítico superior antiguo en Asturias y su contexto». *La Prehistoria en Asturias. Un legado artístico único en el mundo*. La Nueva España. Oviedo: 355-388.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA.; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E. y FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J. 2010. «El Paleolítico superior

en Asturias en los albores del siglo XXI». En *El Paleolítico superior peninsular. Novedades del siglo XXI*. Barcelona: 271-289.

GONZÁLEZ, B.; MENÉNDEZ, E.; GUTIÉRREZ-CLAVEROL, M. y GARCÍA-RAMOS, J. 2004. «Litoestratigrafía del sector occidental de la cuenca cretácica de Asturias». *Trabajos de Geología*, 24: 43-80.

GUTIÉRREZ, J. C. y RODRÍGUEZ, L. 1987. «Descubrimiento de graptolitos arenigienses en la escama de Rioseco (Zona Cantábrica, N. de España)». *Cuaderno do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 11: 209-220.

MAILLO, J. M. 2000. «Útiles sobre soportes naturales (tectoclastos) en el Auriñaciense: el ejemplo de Cueva Morín (Villanueva de Villaescusa, Cantabria)». *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I Prehistoria y Arqueología*, 13: 125-139.

MARCOS, A. 1973. «Las series del Paleozoico inferior y la estructura Herciniana del occidente de Asturias (NW de España)». *Trabajos de Geología*, 6: 1-255.

SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVÉRAS, J. C.; LARIO, J.; CUEZVA, S.; SILVA, P. G.; RASILLA M. DE LA y FORTEA, J. 2007. «Caracterización del relleno sedimentario de la Galería del Osario (Cueva de El Sidrón, Asturias, España)». En J. LARIO y P. G. SILVA (Eds.). *XII Reunión Nacional de Cuaternario* (Ávila, junio 2007). AEQUA: 123-124.

SANTAMARÍA, D.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, L.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVÉRAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A. y LALUEZA-FOX, C. 2010. «The technological and typological behaviour of a Neandertal group from El Sidrón Cave (Asturias, Spain)». *Oxford Journal of Archaeology*, 29(2): 119-148.

TARRIÑO, A. En prensa. «Procedencia de los sílex del proyecto: "Los tiempos de Altamira" (yacimientos de El Linar, Cualventi y Las Aguas)». *Monografías del Museo de Altamira*.

## 4.7. LOS COMPONENTES BIÓTICOS

### 4.7.1. FAUNA DE MACROMAMÍFEROS EN LA GALERÍA DEL OSARIO

**Antonio Rosas (1), Rosa Huguet (2), Almudena Estalrich (1), Antonio García-Taberner (1), Samuel García-Vargas (1), Markus Bastir (1), Ángel Peña-Melián (3)**

(1) Grupo de Paleoantropología, Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (2) IPHES, Área de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. (3) Dpto. de Anatomía y Embriología Humana I, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

Uno de los rasgos más peculiares del yacimiento arqueopaleontológico de la Galería del Osario de la Cueva de El Sidrón es el bajo número de restos de animales que allí se conservan. Simplificando mucho las cosas, la mayor parte de los yacimientos se pueden clasificar en dos grandes grupos. Por un lado, los que sólo conservan industria lítica, sin apenas o ningún resto de fauna. Esta circunstancia se da con frecuencia en yacimientos al aire libre, donde las condiciones de los suelos vegetales suelen haber destruido por disolución los huesos. Por otro lado, los depósitos en cueva, en un entorno dominado por la presencia de carbonatos, son muy propicios a conservar los restos óseos, donde pueden aparecer en gran cantidad y es frecuente encontrarlos en asociación con restos líticos. Es en esos contextos donde suelen aparecer los restos humanos neandertales, por lo general en muy bajo número, siendo mucho más abundantes los huesos de otros mamíferos y aves. En el caso de El Sidrón este patrón se invierte y lo que encontramos son abundantes fósiles humanos concentrados en un espacio reducido y un número muy bajo de restos de animales.

Acabamos de mencionar lo poco habitual que es que un conjunto arqueopaleontológico con industria lítica y restos humanos tenga un registro de animales tan escaso, con sólo 51 especímenes que representan el 2,5% del total del registro óseo recuperado en el conjunto.

A pesar de la escasez de los restos recuperados se han podido identificar seis especies diferentes (véase también el capítulo de los micromamíferos): ciervos (*Cervus elaphus*), gamos (*Dama dama*), grandes bóvidos (*Bos/Bison*) caballos, (*Equus ferus*), rebecos (*Rupicapra rupicapra*), lobos (*Canis lupus*) y osos (*Ursus spealeus*), los cuales habitaban las inmediaciones de la Cueva de El Sidrón. Probablemente los

osos pasasen parte del año en el interior de la cavidad y el oso debió ser un compañero frecuente de los neandertales en sus andanzas por el entorno de El Sidrón.

La representación anatómica de los diferentes animales hallados en el conjunto es muy baja. Los elementos de gran bóvido (*Bos/bison*) y de gamo (*Dama dama*) son los más abundantes aunque apenas representan el 5% del total de elementos de un esqueleto de estos animales. Excepto en el caso de los ciervos, para todas las especies identificadas sólo se ha documentado la representación de un individuo adulto. En el caso de los ciervos se han registrado restos de un individuo adulto y otro inmaduro.

La presencia de carnívoros en el entorno no sólo se ha evidenciado a partir de los restos fósiles, sino que también se ha documentado a partir de la actividad de estos animales (Fig. 92). Una costilla de un herbívoro de talla media, posiblemente un ciervo, presenta una depresión producida por el diente del carnívoro al morder el hueso. A partir de los datos obtenidos no podemos afirmar cuál ha sido el carnívoro que ha realizado el mordisco pero posiblemente sea un predador de talla media tipo lobo.

En los estudios prehistóricos, a menudo los restos faunísticos aportan información sobre el medio o entorno natural en el que vivían los neandertales. La escasez de restos de mamíferos impide caracterizar propiamente



FIGURA 92: Huella en forma de fosa producida por la muela carnífera de un carnívoro de talla media, posiblemente lobo, en una costilla de cérvido.

algunos aspectos del medio ambiente. No obstante, las especies documentadas en el conjunto fósil nos indican que la Cueva de El Sidrón se rodeaba de un paisaje mixto con espacios abiertos, fondos de valle, en los que se moverían los caballos y ciervos, y espacios cerrados, más montañosos, en los que vivían rebecos y gamos.

#### 4.7.2. LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS DEL YACIMIENTO DE EL SIDRÓN

**Carmen Sesé**

*Dpto. de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid*

##### ¿QUÉ GRUPOS SE INCLUYEN EN LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS?

Los pequeños mamíferos, denominados generalmente micromamíferos, se llaman así debido a su pequeño tamaño por lo general. Comprenden los siguientes grupos u órdenes de mamíferos: Erinaceomorfos (erizos), Soricomorfos (musarañas y topos), Quirópteros (murciélagos), Roedores (ratas, ratones, topillos, hámsteres, ardillas, lirones, marmotas, castores, etc.) y Lagomorfos (conejos, liebres y pikas).

Los Erinaceomorfos y Soricomorfos estaban hasta hace poco reunidos en el orden de los Insectívoros, nombre por el que a veces se les sigue conociendo, que hace referencia a su régimen alimenticio basado fundamentalmente en insectos (aunque también comen otro tipo de invertebrados, pequeños vertebrados y algunas plantas), para el que están perfectamente adaptados, ya que sus dientes tienen cúspides agudas que en los molares están conectadas por crestas cortantes.

Los Quirópteros, con un régimen alimenticio muy similar y dientes parecidos a éstos, son los únicos mamíferos capaces de desarrollar un vuelo auténtico que constituye su modo habitual de locomoción. Los Roedores y Lagomorfos tienen una dentición adaptada a una alimentación fundamentalmente herbívora, con dos incisivos en la parte anterior del maxilar y otro par en la mandíbula, que crecen de forma continua a medida que se van desgastando en la acción de roer, y un largo espacio o diastema que separa los incisivos de una serie de premolares y molares que usan para triturar el alimento; en los Lagomorfos hay en el maxilar además otro par de pequeños incisivos por detrás del par de incisivos anteriores.

Entre los micromamíferos están los mamíferos más pequeños que existen actualmente que son: el murciélago moscardón (*Craseonycteris thonglongyai*) de Tailandia, con un peso entre 1,5 y 3 g y una longitud corporal entre 2,9 y 3,3 cm, y haciéndole la competencia, el musgaño enano

(*Suncus etruscus*), que vive en España y en toda la región mediterránea, que, aunque algo más liviano, con un peso entre 1,2 y 2,7 g, es un poco más largo, con una longitud corporal entre 3,5 y 5,2 cm. Aunque por lo general los micromamíferos son de tamaño pequeño a mediano, también los hay de tamaño relativamente grande como la marmota, el castor, el puercoespín y el capibara. El capibara sudamericano (*Hydrochoerus hydrochaeris*) es sin duda el roedor más grande que existe en el mundo con una longitud de la cabeza a la cola entre 100 y 130 cm y un peso entre 50 y 60 kg.

También hay algunos mamíferos de pequeño tamaño en el orden de los Carnívoros, comparable a algunos de estos micromamíferos (mustélidos como por ejemplo la comadreja), pero por convención y para unificar criterios de tipo taxonómico todo el orden de los carnívoros se incluye dentro de los grandes mamíferos y se reserva el nombre de micromamíferos para los cinco grupos mencionados al principio.

Los micromamíferos se suelen estudiar por separado de los grandes mamíferos en los yacimientos paleontológicos y arqueológicos por varias razones, entre otras porque sus métodos de obtención y también las causas de la acumulación de sus restos en los yacimientos suelen ser diferentes, como se verá más adelante.

##### ¿CÓMO SE OBTIENEN SUS RESTOS FÓSILES?

Mientras que en una excavación arqueológica y paleontológica se encuentran a simple vista los restos fósiles de los grandes mamíferos, y también de algunos pequeños mamíferos de talla mediana a grande como los conejos, castores y marmotas, debido al pequeño tamaño de los micromamíferos en general, sus restos no se suelen ver, a no ser excepcionalmente ciertas piezas como fragmentos craneales y huesos largos. Hay que tener en cuenta que algunos dientes de micromamíferos, como por ejemplo de las musarañas, con dimensiones de poco más de 0,5 mm, son casi del tamaño de un grano de arena.

Para buscarlos, por lo tanto, hay que aplicar técnicas especiales, parecidas a las que emplean los buscadores de oro. Lo que se hace es lavar con agua el sedimento que se va sacando de la excavación, haciéndolo pasar al mismo tiempo por una serie de tamices de distintas luces o grosores de malla, con lo cual el sedimento se disgrega y se elimina el limo y la arcilla.

Los tamices de mayor luz de malla, de 1 y 2 mm, retienen las piezas más grandes. Es necesario, por tanto, utilizar también un tamiz de luz de malla de 0,5 mm para asegurar que quedan retenidas las piezas fósiles más pequeñas que sirven para su clasificación; no obstante, no siempre es viable la utilización de este último para procesar

todo el sedimento cuando un yacimiento se excava en gran extensión, ya que la enorme cantidad de tierra a lavar y tamizar, y la gran cantidad de residuo que se acumularía, ralentizaría mucho el ritmo y eficacia de todo el proceso. El residuo resultante, hay que mirarlo a través del microscopio con varios aumentos para seleccionar los restos fósiles de entre los detritos.

### ¿CÓMO SE CLASIFICAN LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS?

No todas las piezas dentarias y esqueléticas sirven para clasificar los micromamíferos. Las más útiles son los dientes, porque reflejan el régimen alimenticio y la adaptación al medio de los distintos mamíferos. Con los dientes, se puede clasificar un mamífero y, una vez atribuido a un grupo de rango superior (Reino, Filo, Clase, Orden, Suborden, Familia, Subfamilia, Tribu) darle un nombre científico, tal como se hizo en el siglo XVIII, denominando a cada especie diferente con un nombre para el Género y otro para la Especie (y a veces otro para la Subespecie) que siempre deben ir unidos, de forma que un mismo nombre genérico puede tener una o varias especies (y éstas a su vez varias subespecies).

Recordemos a este respecto que en la naturaleza la especie es la unidad básica de clasificación de los diferentes tipos de seres vivos, ya que, en el caso de los animales, está constituida por aquellos que pueden cruzarse entre sí produciendo una descendencia viable y fértil. Para algunos grupos de micromamíferos, basta con cualquier diente para poder clasificarlo, especialmente aquellos en que el género tiene una sola especie. Para otros grupos, sobre todo cuando se trata de un género que tiene varias especies, hay algún diente que es especialmente importante para la clasificación porque es el que muestra la variabilidad y características de la especie.

Por ejemplo, en los arvicolininos en general, como es el caso de los topillos (género *Microtus*), que tienen muchas especies, es el primer molar inferior el que presenta la morfología característica de cada una de ellas. En los lagomorfos, es el tercer premolar inferior el que permite su clasificación. En los quirópteros, erinaceomorfos y soricomorfos, son importantes todos los dientes, y en estos últimos también la forma de la mandíbula y especialmente la parte de su articulación con el cráneo.

Se pueden ver a este respecto los diferentes tipos de dientes que tienen los dos sorícidos, el quiróptero, y entre los roedores, el glírido, el múrido y los tres arvicolininos de El Sidrón en la figura 93, en la que está dibujado el primer molar inferior de cada uno de ellos. Los dientes, además, suelen conservarse muy bien debido a que su composición química les hace mucho más resistentes que otro tipo de piezas esqueléticas.

En algunos pequeños mamíferos también sirven algunos huesos para su clasificación, como por ejemplo en los topos, en los que, debido a sus hábitos cavadores, sus huesos están muy desarrollados para realizar dicha actividad y son tan característicos que algunas piezas como los húmeros sirven para identificarlos.

Para poder clasificar los restos fósiles de mamíferos de un yacimiento lo que se hace es compararlos con especies afines actuales, procedimiento llamado de anatomía comparada. En El Sidrón, al ser un yacimiento del Pleistoceno Superior, todas las especies que se encuentran son las mismas que las actuales y por tanto es muy fácil poder compararlas con material actual de dichas especies para poder clasificarlas.

A veces la clasificación no se puede realizar con seguridad dando al material fósil el nombre del género y de la especie, lo que se expresa en su denominación de distintas maneras según el grado de incertidumbre:

1) Cuando se ha encontrado poco material, o en mal estado (roto o erosionado), o el que se ha encontrado no es suficientemente característico y no podemos saber de qué especie se trata pero sí el género; en ese caso la denominación lleva el nombre del género seguido de la abreviatura de «especies» (sp.); por ejemplo, en el caso del ratón de El Sidrón se escribe *Apodemus* sp.

2) Cuando las piezas fósiles se parecen mucho a un género o especie determinados, pero no son suficientes para clasificarlas con seguridad, la incertidumbre en tal caso se indica con la abreviatura de la palabra *confer* (cf. que significa «comparable a») delante; por ejemplo, si, como ocurre en El Sidrón, se parecen a la marmota alpina, pero no estamos totalmente seguros, al ser un género que tiene una sola especie la denominamos cf. *Marmota marmota*.

3) Si los restos fósiles a lo que más se parecen es a un género o especie determinados, como en el caso anterior, pero presentan ciertas diferencias en la morfología o en la talla con respecto a los mismos, la denominación sería con la abreviatura de la palabra *affinis* (aff. que significa «afín o relacionado con») delante; este caso no se ha presentado en El Sidrón.

4) Finalmente, puede haber piezas fósiles que presentan caracteres de dos especies que ya de por sí pueden ser difíciles de distinguir incluso actualmente disponiendo del animal entero; en este caso la denominación se hace poniendo juntos los dos nombres de las especies separadas por un guión, como en el caso de El Sidrón: murciélago mediterráneo de herradura (*Rhinolophus euryale*) - murciélago mediano de herradura (*Rhinolophus mehelyi*).

En El Sidrón hay varios ejemplos de especies que no se han podido clasificar con total seguridad, como se verá más adelante, aunque es posible que si se recupera más

material en próximas campañas, como es de esperar, se pueda precisar la denominación de alguna de ellas en el futuro.

### ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS?

Los pequeños mamíferos son importantes porque desde que aparecieron, a lo largo de millones de años han evolucionado mucho, de forma que sus cambios sirven para ordenarlos de forma secuencial en la escala del tiempo según su estado evolutivo y también utilizando especies que se han extinguido o aparecido a lo largo del tiempo.

Así, se han podido realizar cuadros denominados bioestratigráficos utilizando estos cambios que han experimentado a lo largo del tiempo los mamíferos, especialmente los micromamíferos, y teniendo en cuenta la antigüedad de los estratos en los que aparecen sus restos. Los restos fósiles tienen normalmente la misma antigüedad que los sedimentos que los cubrieron, y, puesto que estos se han depositado capa a capa, en condiciones normales las capas inferiores son más antiguas que las superiores (lo que constituye el principio de superposición estratigráfica), siempre que las capas no hayan sido afectadas por fenómenos geológicos, como por ejemplo por movimientos de la corteza terrestre, y con la excepción de las terrazas fluviales en las que como el río va depositando sedimento y a la vez va ahondando el cauce, las terrazas superiores son por lo general más antiguas que las inferiores.

Los mencionados cuadros bioestratigráficos permiten, por tanto, situar en la escala temporal relativa los yacimientos y la fauna que aparece en ellos. A medida que algunos de estos yacimientos y las faunas asociadas se pueden datar utilizando diversas técnicas de cronología absoluta, la secuencia se va completando con fechas o dataciones absolutas.

Los micromamíferos han evolucionado más rápidamente en general que los grandes mamíferos, debido a que se reproducen más rápidamente y tienen mucha más descendencia que cualquier macromamífero, de forma que las variaciones genéticas, que son las que posibilitan los cambios, se transmiten con mucha más rapidez y a mayor número de individuos.

Los pequeños mamíferos, por otra parte, debido precisamente a su pequeño tamaño, están adaptados a distintos hábitats, por lo que son muy útiles para poder reconstruir las condiciones climáticas y el tipo de paisaje del entorno del yacimiento en el momento en el que aquellos vivían. Muchos de ellos han alcanzado una gran especialización. Así por ejemplo, hay roedores planeadores y saltadores, roedores y soricomorfos de hábitos subterráneos y cavadores, ripícolas que viven en la orilla del agua y pueden nadar con agilidad, etc. Su gran capaci-

dad de adaptación les ha permitido conquistar casi toda la superficie terrestre, incluso áreas que presentan unas condiciones medioambientales inhóspitas, desde desiertos muy calurosos hasta zonas extremadamente frías, desde el nivel del mar hasta la alta montaña. Por otra parte, así como el hombre desde tiempos pasados ha ejercido una enorme presión sobre los grandes mamíferos, reduciendo sus áreas de distribución e influyendo en la práctica desaparición de muchos de ellos, el pequeño tamaño de los micromamíferos les ha preservado a muchos de ellos en cierto modo de esta influencia tan negativa e incluso algunos en tiempos recientes se han aprovechado de la extensión de hábitats artificiales como los cultivos y se han adaptado al entorno humano.

Hay muchos predadores, como muchos carnívoros y numerosas aves rapaces, que se alimentan fundamentalmente o en gran parte de pequeños mamíferos. Eso hace que en las guaridas, refugios y posaderos habituales de estos predadores se produzcan a veces grandes acumulaciones de restos de micromamíferos que pueden ser potencialmente fosilizables si se dan las condiciones adecuadas de sedimentación rápida que les cubra y, por tanto, los preserve, antes de que las piezas se descompongan, dispersen o se destruyan por la acción de bacterias, carroñeros o factores meteorológicos.

Así, algunos carnívoros (como las hienas) pueden acumular muchos restos de sus presas en sus cubiles. Pero sobre todo las aves rapaces, especialmente las nocturnas, que tragan pequeños animales enteros, son grandes acumuladores de restos de micromamíferos. Esto es debido a que en su aparato digestivo, con los huesos y pelos que no se pueden digerir se forma una bola llamada egagrópila, que las aves regurgitan en sus lugares habituales de reposo, al pie de árboles, abrigos y aleros de cuevas, de forma que se amontonan muchas de ellas.

El hombre desde tiempos prehistóricos ha sido también un gran cazador y, por tanto, está en el origen de la acumulación de restos, no sólo de grandes mamíferos, sino también de micromamíferos de tamaño mediano a relativamente grande como el conejo en yacimientos del Pleistoceno superior. Es por todas estas razones por las que los micromamíferos suelen ser muy abundantes en los yacimientos, por lo general más que los macromamíferos, reflejando no sólo su gran abundancia en el medio en el que vivían, sino también el origen de la acumulación de sus restos por parte de tantos predadores como tienen.

Por lo que respecta a la bibliografía general de la que se puede obtener información sobre los micromamíferos, están las síntesis de los micromamíferos del Cuaternario de toda Europa, de Kowalski (2001), de España de Sesé (1994), Sesé y Sevilla (1996) y Arribas (2004) (este último

de todos los vertebrados); y la síntesis sobre los micromamíferos del Cuaternario de la Región Cantábrica, en la que se localiza el yacimiento, de Sesé (2005). La información sobre la distribución y hábitats de los micromamíferos actuales la hemos extraído, para España, de Blanco (1998) y Palomo y Gisbert (2002), y para Europa de Mitchell-Jones *et al.* (1999).

### LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS DE EL SIDRÓN

Durante todas las campañas de excavación en El Sidrón se ha lavado todo o gran parte del sedimento por el procedimiento que hemos expuesto anteriormente. A finales del año 2008 se empezó a triar con microscopio el residuo resultante para separar los restos fósiles de microfauna. Fue por tanto en el 2009 cuando comenzamos el estudio de los micromamíferos que está todavía en curso. Presentamos aquí los resultados preliminares del trabajo que estamos realizando sobre ellos, al que se irá sumando el nuevo material procedente de las campañas que se seguirán realizando en el futuro.

En El Sidrón se han encontrado restos fósiles de Soricomorfos, Quirópteros, Roedores y Lagomorfos de los que damos a continuación las características más importantes (Fig. 93).

#### Soricomorfos (Orden Soricomorpha)

##### Sorícidos (Familia Soricidae)

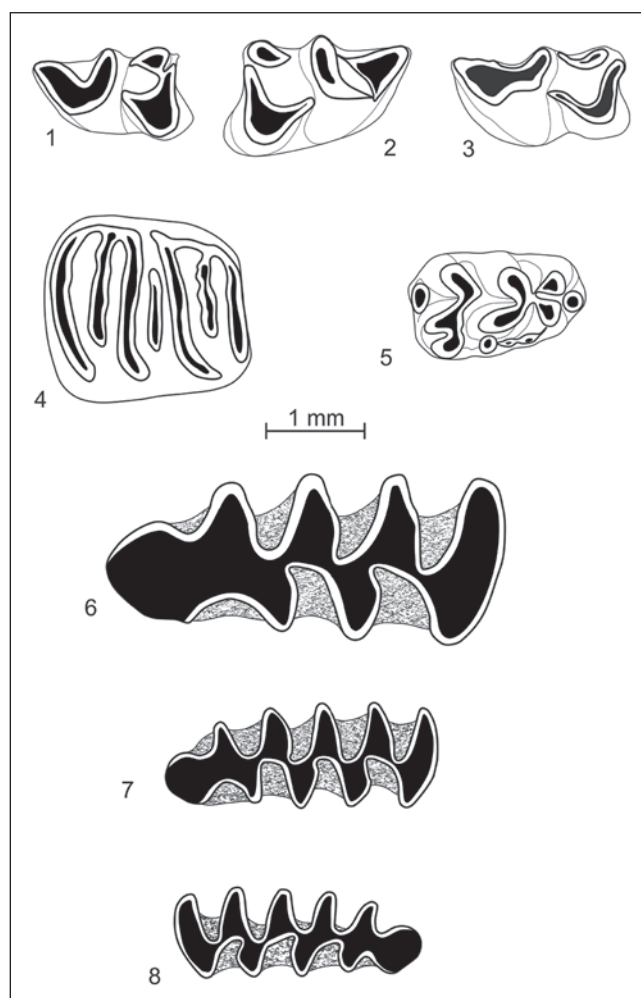
##### Musaraña (*Sorex* sp.)

La musaraña de El Sidrón se parece a la musaraña bicolor (*Sorex araneus*) y a la musaraña tricolor (*Sorex coronatus*).

La musaraña bicolor está distribuida por casi toda Europa hasta Siberia. En España sólo se encuentra actualmente en el norte de Cataluña: en parte del Pirineo, Prepirineo y región oriental húmeda del Montseny. Estas poblaciones y las de la vertiente francesa del Pirineo están aisladas de las del resto de Europa, supuestamente debido a la retracción que sufrió la especie en su distribución al final de la última glaciación, ya que durante el Pleistoceno medio y Pleistoceno superior estuvo mucho más ampliamente distribuida en España y Europa.

Esta musaraña vive en bosques caducifolios, mixtos y de coníferas, y en pastizales húmedos. Habita en ambientes de gran humedad ambiental, en zonas con una pluviosidad superior a los 800 mm anuales, lo que explica que en Cataluña se encuentre entre los 600 y 2.300 m de altitud, a cotas muy superiores a las del resto de Europa.

La musaraña tricolor sólo vive en la franja norte de la Península Ibérica, en Francia y en el occidente de Alemania, Suiza y Austria.



**FIGURA 93:** Dibujos de la superficie oclusal o masticadora del primer molar inferior ( $M_1$ ) de los siguientes micromamíferos encontrados en el yacimiento de El Sidrón: Soricomorfos: **1:** Musaraña (*Sorex* sp.):  $M_1$  izquierdo (C. 28); **2:** Musgaño patiblanco (*Neomys fodiens*):  $M_1$  derecho (C. 23). Quirópteros: **3:** Murciélago mediterráneo de herradura (*Rhinolophus euryale*) - Murciélago mediano de herradura (*Rhinolophus mehelyi*):  $M_1$  izquierdo (C. 24). Roedores: **4:** Lirón gris (*Glis glis*):  $M_1$  derecho (C.27). **5:** Ratón (*Apodemus* sp.):  $M_1$  derecho (C.38); **6:** Rata topera (*Arvicola terrestris*):  $M_1$  izquierdo (C. 17); **7:** Topillo campesino (*Microtus arvalis*) - Topillo agreste (*Microtus agrestis*):  $M_1$  izquierdo (C. 14); **8:** Topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*):  $M_1$  derecho (C. 4).

Esta última musaraña necesita para vivir ambientes y suelos húmedos con bastante vegetación. Se encuentra en bosques caducifolios, pastizales y riberas de los ríos, desde el nivel del mar hasta los 2.200 m de altitud.

Aunque las dos musarañas ocupan un hábitat muy similar, en las zonas en las que coexisten actualmente, la musaraña bicolor ocupa los ambientes más húmedos.

En Asturias y en general en la Cornisa Cantábrica sólo se encuentra actualmente la musaraña tricolor, aunque hay numerosas citas de la musaraña bicolor en yacimientos del Pleistoceno superior de esta última región.

### Musgaño patiblanco (*Neomys fodiens*)

Es la musaraña más acuática y de mayor talla de Europa. Está perfectamente adaptada para la natación. En España en la actualidad sólo está en la franja norte peninsular. Se extiende por casi toda Europa hasta el Asia central y Corea.

El musgaño patiblanco está ligado a ambientes ribereños y encharcados, ocupando toda clase de riberas y litorales. Suele vivir en las orillas de cursos de aguas permanentes, oxigenadas y ricas en invertebrados (principalmente remansos de arroyos de curso rápido), aunque también se puede encontrar ocasionalmente en ambientes húmedos de bosques y praderas húmedas. Su presencia en yacimientos como El Sidrón es, por tanto, indicadora de la existencia de un curso de agua en los alrededores.

### Tálpidos (Familia Talpidae)

#### Topo (*Talpa* sp.)

El topo está completamente adaptado a la vida subterránea, especialmente sus extremidades delanteras. Por eso es uno de los pocos micromamíferos que se pueden clasificar no sólo por la dentición sino también por algunas piezas esqueléticas, especialmente el húmero, debido a su singularidad.

En España hay actualmente dos especies: el topo europeo (*Talpa europaea*) y el topo ibérico (*Talpa occidentalis*).

El topo europeo está en el tercio norte de la Península Ibérica desde el Pirineo catalán oriental y Cornisa Cantábrica hasta el oriente asturiano, y en casi toda Europa hasta Siberia occidental.

El topo ibérico recibe este nombre debido a que es una especie endémica de la Península Ibérica, que sólo se encuentra en España excepto en el cuadrante nororiental.

En Asturias en la actualidad sólo está el topo ibérico, mientras que en un yacimiento asturiano del Pleistoceno superior se citan las dos especies.

En su origen, durante el Pleistoceno, el topo europeo habitaba en bosques caducifolios, pero la extensión de los cultivos y pastizales por parte del hombre ha ampliado sus hábitats.

El hábitat del topo europeo y del topo ibérico es muy similar, ya que ambos requieren suelos profundos de tierra húmeda, fácilmente excavables y ricos en presas de invertebrados que les permitan construir los túneles que les sirven de refugio y para encontrar alimento. Suelen vivir en prados y también en bosques con suelos bien formados. Ambos se encuentran desde el nivel del mar hasta una altitud en torno a los 2.000 m.

### Quirópteros (Orden Chiroptera)

#### Rinolófididos (Familia Rhinolophidae)

#### Murciélagos mediterráneos de herradura (*Rhinolophus euryale*) – Murciélagos medianos de herradura (*Rhinolophus mehelyi*)

El murciélagos mediterráneo de herradura, tal como su nombre indica, se extiende por toda la cuenca mediterránea hasta el Cáucaso, Oriente Medio y Turkmenistán. En España está ampliamente extendido, excepto en el extremo suroccidental, zonas áridas, y de media y alta montaña. Es una especie termófila que escasea en España en zonas con clima continental y atlántico, en las que ocupa los valles, y es más abundante en la mitad meridional y región mediterránea peninsular. Es un murciélagos cavernícola que vive en zonas con vegetación arbórea o arbustiva.

El murciélagos mediano de herradura tiene una distribución más restringida todavía al entorno mediterráneo, alcanzado el Próximo Oriente e Irán por el este. Es una especie termófila que en España vive en la actualidad en las regiones más cálidas y prácticamente sólo se encuentra al sur del Sistema Central y en la región mediterránea oriental. Es estrictamente cavernícola y habita en zonas con vegetación de tipo mediterráneo, con bosques de encinas y alcornoques, y arbustos.

No hay ninguna cita de estas dos especies en la Región Cantábrica durante el Pleistoceno.

En la actualidad en Asturias sólo se encuentra el murciélagos mediterráneo de herradura.

### Roedores (Orden Rodentia)

#### Esciuridos (Familia Sciuridae)

#### Marmota alpina (cf. *Marmota marmota*)

Es el roedor más grande que hay actualmente en España, con 50 a 60 cm de tamaño corporal.

En España se ha encontrado sólo en yacimientos de la mitad norte peninsular del final del Pleistoceno inferior, Pleistoceno medio y Pleistoceno superior, habiéndose extinguido al final de este último periodo. Tanto en la Región Cantábrica como en Cataluña y la Meseta norte, es una especie que aparece en yacimientos situados a baja o moderada altura, por lo que no hay indicios de que en el Pleistoceno fuera una especie de montaña sino que más bien podría estar ligada a un tipo de hábitat de pradera o herbazal.

Este roedor, que estuvo ampliamente distribuido en Europa durante el Pleistoceno, sufrió una reducción de su área de distribución al final de dicho periodo muy posiblemente a causa de cambios medioambientales, encontrando refugio en el dominio alpino de algunas zonas montañosas como los Alpes y los Altos Tatra (Cárpatos).

En tiempos recientes se extendió hasta encontrarse actualmente en Francia en el sureste, Macizo Central, Montes Jura y Vosgos, Selva Negra en Alemania, Apeninos en Italia, Eslovenia, baja Austria y Rumanía. Fue reintroducida con éxito en los Pirineos de Francia y España a mediados del siglo pasado.

La marmota vive actualmente por encima de la zona forestal de alta montaña, en espacios abiertos herbáceos son suelos suficientemente profundos y fácilmente excavables, en laderas de orientación sur bien soleadas. Necesita madrigueras para refugiarse y hierba para comer, lo que encuentra en abundancia en la vertiente española de los Pirineos, cuya orientación meridional atempera el duro clima de montaña, en dónde se encuentra entre los 1.300 y los 2.900 m de altitud.

#### Glíridos (Familia Gliridae)

##### Lirón gris (*Glis glis*)

Es un roedor que durante el Pleistoceno superior en España sólo se ha encontrado en yacimientos del norte peninsular.

Igualmente, en la actualidad sólo vive en el norte de España, y en casi toda Europa.

Habita actualmente sobre todo en bosques caducifolios húmedos aunque también se encuentra en bosques de coníferas en los Pirineos y en pinares en la región mediterránea.

El lirón gris es un buen indicador medioambiental durante el Pleistoceno, ya que es una especie típicamente forestal y termófila. Fue más abundante en los periodos más benignos asociados a un mayor desarrollo forestal, y menos abundante en los periodos más fríos, en los que hubo una retracción del bosque.

#### Muridae (Familia Muridae)

##### Ratón (*Apodemus* sp.)

En España durante el Pleistoceno y en la actualidad hay dos especies: el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y el ratón leonado (*Apodemus flavicollis*).

El ratón de campo está ampliamente distribuido en toda Europa y en Asia hasta Siberia e Himalaya. En España es uno de los micromamíferos más abundantes. Vive en hábitats muy variados, aunque generalmente con bastante vegetación en la que encuentra refugio: bosques, matorrales, praderas y brezales. Se encuentra desde zonas subdesérticas a nivel del mar hasta altitudes en torno a los 2.000 m.

El ratón leonado en España sólo se encuentra en el tercio norte peninsular. Es una especie centroeuropea que está ampliamente distribuida en casi toda Europa hasta

Rusia, Asia Menor y Palestina. Es una especie típicamente forestal, que vive en bosques húmedos caducifolios con abundante vegetación herbácea o arbustiva. Habita en zonas en las que la pluviosidad es de más de 1.000 mm anuales.

En Asturias se encuentran ambas especies.

En el Pleistoceno, tanto el ratón de campo como el ratón leonado son muy buenos indicadores ambientales, ya que son roedores termófilos y forestales: fueron más abundantes cuando el clima era más benigno y había un mayor desarrollo forestal, y más escasos cuando el clima era más frío y había menos bosque. De forma que las fluctuaciones en sus poblaciones son una buena indicación de los cambios del clima y el paisaje durante el Pleistoceno.

#### Cricétidos (Familia Cricetidae)

##### Arvicolinos (Subfamilia Arvicolinae)

##### Rata topera (*Arvicola terrestris*)

La rata topera durante el Pleistoceno superior en España sólo se ha encontrado en yacimientos del norte peninsular.

En la actualidad vive en España igualmente sólo en el norte peninsular, en toda Europa y en gran parte de Asia hasta Siberia.

La rata topera o cavadora se llama así porque construye madrigueras subterráneas. Debido a sus hábitos cavadores, necesita para vivir suelos profundos, blandos y húmedos, por lo que se suele encontrar en praderas, en altitudes que van desde unos pocos metros por encima del nivel del mar hasta los 2.000 metros.

#### Topillo campesino (*Microtus arvalis*) – Topillo agreste (*Microtus agrestis*)

Los dientes fósiles de estas dos especies se parecen mucho, por lo que muchas veces no se pueden distinguir y se nombran en conjunto, como en este caso. Puede ocurrir que en el yacimiento de El Sidrón esté sólo una u otra, o incluso las dos especies.

Se encuentran en muchos yacimientos del Pleistoceno Superior de la mitad norte de la Península Ibérica.

El topillo campesino se encuentra actualmente en la mitad norte de la Península Ibérica y en casi toda Europa hasta el centro de Rusia. Vive en espacios abiertos con abundante vegetación herbácea o arbustiva.

El topillo agreste vive en España en el norte peninsular y en casi toda Europa hasta Siberia y noroeste de China. Habita en espacios con mucha vegetación, en praderas, herbazales y juncales, y también en bosques, desde el nivel del mar hasta más de 1.600 m de altitud.

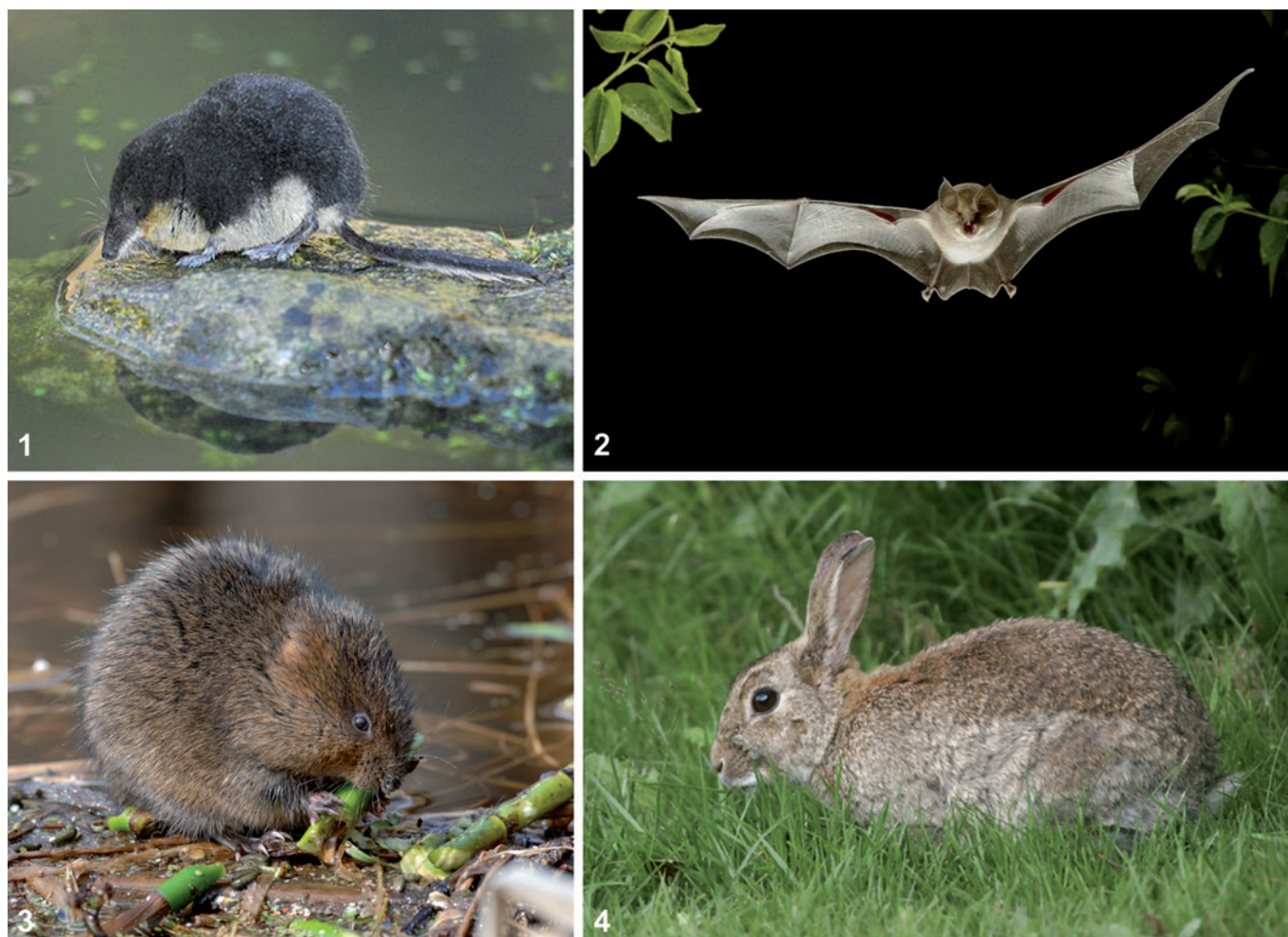


FIGURA 94: **1:** Soricomorfo: Musgaño patiblanco (*Neomys fodiens*) actual (Foto Josef Hlasek). **2:** Quiróptero: Murciélago mediterráneo de herradura (*Rhinolophus euryale*) actual (Foto Milan Podany). **3:** Roedor: Rata topera (*Arvicola terrestris*) actual (Foto Tomas Belka). **4:** Lagomorfo: Conejo (*Oryctolagus cuniculus*) actual (Foto: Jiri Bohdal).

#### Topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*)

El topillo lusitano es un roedor típicamente ibérico, de ahí el nombre que recibe, que en la actualidad sólo está en el noroeste de la Península Ibérica y extremo suroeste de Francia.

Durante el Pleistoceno superior sólo se encuentra en yacimientos situados en dichas regiones.

Es un topillo excavador que construye galerías subterráneas, por lo que vive en zonas donde hay suelos blandos y húmedos con mucha vegetación, generalmente herbácea, desde el nivel del mar hasta los 2.000 m de altitud.

#### Lagomorfos (Orden Lagomorpha)

Lepóridos (Familia Leporidae)

Conejo (*Oryctolagus cuniculus*)

El conejo es originario de la Península Ibérica desde el Pleistoceno medio. Está ampliamente distribuido por

toda la Península Ibérica, desde donde se ha extendido a Europa occidental, y en tiempos recientes a otros continentes transportada por el hombre. En España sin embargo es muy escasa en el norte, especialmente en Asturias, y en zonas frías de alta montaña.

También en el Pleistoceno superior y Holoceno el conejo es muy poco frecuente en los yacimientos del norte de la Península Ibérica. Por el contrario, en algunos yacimientos del sur hay numerosos restos de conejo y se tienen evidencias de que fue cazado por el hombre al menos desde el final del Pleistoceno superior.

El conejo necesita suelos que le permitan construir sus madrigueras, por lo que evita sustratos calizos. Los factores limitantes de su distribución actual son las bajas temperaturas y las precipitaciones elevadas. Es más abundante en la región mediterránea y mitad sur peninsular, en donde se dan las condiciones de clima mediterráneo ideales para la especie, con veranos secos y calurosos y

precipitaciones en torno a los 500 mm anuales, en zonas de matorral y dehesas, por debajo de los 1.000 m, siendo raro a partir de los 1.500 m de altitud.

### ¿QUÉ INDICAN LOS PEQUEÑOS MAMÍFEROS ACERCA DEL CLIMA Y EL PAISAJE DEL YACIMIENTO DE EL SIDRÓN?

El conjunto de los pequeños mamíferos de El Sidrón muestra el tipo de fauna que vivía en aquellos momentos del Pleistoceno superior y ayuda a interpretar los cambios faunísticos que ha habido desde entonces hasta nuestros días. De cada una de las especies de micromamíferos que aparecen en El Sidrón se puede extraer una valiosa información medioambiental, tal como hemos visto, y del conjunto de todas ellas se pueden inferir las condiciones climáticas y paisajísticas que caracterizaron el momento en el que vivieron, murieron y se depositaron sus restos en el yacimiento.

Los pequeños mamíferos de El Sidrón son muy comunes en los yacimientos del Pleistoceno superior, especialmente de la Región Cantábrica, que muestra ya en este periodo las características climáticas y paisajísticas propias de la España húmeda, que la diferencian del sur peninsular actualmente.

Todas las especies de micromamíferos que hay en El Sidrón están en la actualidad en la zona, excepto la marmota, que se extinguió en España al final de Pleistoceno, y que ha sido reintroducida a mediados del siglo pasado en los Pirineos; algunas de ellas se distribuyen por toda la Península Ibérica, otras sólo en la mitad norte peninsular y otras sólo en el tercio norte peninsular (Fig. 94).

No hay ninguna especie que sea propia de climas fríos y, por el contrario, hay algunas especies termófilas propias de climas relativamente benignos. El conjunto de especies sugiere que el clima era templado y húmedo, similar al actual. Los pequeños mamíferos indican que en el entorno del yacimiento había una abundante vegetación, con bosques y espacios abiertos con praderas húmedas y vegetación herbácea y arbustiva, y también algún curso de agua permanente, posiblemente un arroyo.

### BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, O. 2004. *Fauna y paisaje de los Pirineos en la Era Glaciar*. Lynx. Ed.
- BLANCO, J. C. 1998. *Mamíferos de España: I: Insectívoros, Quirópteros, Primates y Carnívoros de las Península Ibérica, Baleares y Canarias y II: Cetáceos, Artiodáctilos, Roedores y Lagomorfos de las Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Geoplaneta.
- KOWALSKI, K. 2001. «Pleistocene rodents of Europe». *Folia Quaternaria*, 72.
- MITCHELL-JONES, A. J.; AMORI, G.; BOGDANOWICH, W.; KRYTUFEK, B.; REINJNDERS, P. J. H.; SPITZENBERGER, F.; STUBBE, M.; THISSEN,

J. B. M.; VOHRALIK, V. y ZIMA, J. 1999. *The Atlas of European Mammals*. Academic Press. T & AD Poyser Ltd. UK.

PALOMO, L. J. y GISBERT, J. (Eds.). 2002. *Atlas de los mamíferos terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - SECEM - SECEMU.

SESÉ, C. 1994. «Paleoclimatical interpretation of the Quaternary small mammals of Spain». *Geobios*, 27, 6: 753-767.

SESÉ, C. 2005. «Aportación de los micromamíferos al conocimiento paleoambiental del Pleistoceno Superior de la Región Cantábrica: Nuevos datos y síntesis». En MONTES BARQUÍN, R. y LASHERAS CORRUCHAGA, J. A. (Eds.): *Neandertales cantábricos: estado de la cuestión*. Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira, 20: 167-200.

SESÉ, C. y SEVILLA, P. 1996. «Los micromamíferos del Cuaternario peninsular español: cronoestratigrafía e implicaciones bioestratigráficas». *Rev. Esp. Paleont.*, nº extraordinario: 278-287.

### 4.7.3. LA HERPETOFAUNA DEL YACIMIENTO DE EL SIDRÓN

**Borja Sanchiz (1), Carolina Martín (2)**

(1) Dpto. de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (2) Dpto. de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid

#### INTRODUCCIÓN

Aquí nos referimos a los restos de anfibios y reptiles que se han encontrado en las excavaciones realizadas en las campañas de 2001 a 2008. Como el estudio se encuentra en fase preliminar, se limitará a los aspectos básicos de identificación y primeras inferencias tafonómicas y paleoambientales que permite la herpetofauna. Posibles complementos para este estudio, como son la analítica mineralógica ósea, el estudio de señales *post mortem* mediante microscopía electrónica, y la identificación taxonómica cuantitativa, se posponen hasta haber completado la colección en futuras intervenciones arqueológicas.

#### IDENTIFICACIÓN

La identificación de los restos aparecidos de *Anguis fragilis*, *Bufo bufo* y *Salamandra salamandra* resulta relativamente fiable, por haberse encontrado elementos diagnósticos diferenciales con respecto a otras especies ibéricas semejantes. No es el caso de los restos de ránidos encontrados, al haber recuperado únicamente elementos con información taxonómica relativamente baja. Sin embargo, algunas piezas como escápulas y coracoides, en comparación con esqueletos actuales de las tres especies de ránidos existentes en Asturias, parecen indicar mayor similitud en proporciones con *Rana temporaria* que con *Rana iberica* o *Pelophylax perezi*. Los húmeros de machos, por su parte, diferencian bien entre *Rana* y *Pelophylax perezi*. Por ello, y

en tanto no se disponga de una identificación biométrica, este material de El Sidrón queda identificado meramente como *Rana cf. temporaria*.

Existen piezas de anuros que concuerdan con *Bufo* y *Rana*, pero que, por su estado de conservación, no permiten una identificación precisa. Se indican como *Bufo* vs *Rana*, y no implican la presencia de otras especies de anuros en el yacimiento.

Los criterios de identificación en anuros se fundamentan en los publicados por Bailon (1999) y Böhme (1977), complementados con Sanchiz (1977) para bufónidos. Para urodelos se sigue a Haller-Probst & Schleich (1994), realizándose también comparaciones directas con esqueletos de la colección del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC, Madrid).

En relación con la herpetofauna actual, en la cuadrícula de 10 x 10 km correspondiente al yacimiento o en cuadrículas inmediatas vecinas, el *Atlas herpetológico nacional* (Pleguezuelos *et al.*, 2002) indica la presencia en la actualidad de todas las especies halladas en El Sidrón.

#### LA HERPETOFAUNA RECUPERADA

Desde un punto de vista sistemático, los taxones recuperados son los siguientes:

##### Orden Anura

###### Familia Bufonidae

*Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). Sapo común, Escuerzo.

###### Familia Ranidae

*Rana cf. Rana temporaria* (Linnaeus, 1758). Rana bermeja.

##### Orden Caudata

###### Familia Salamandridae

*Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). Salamandra común.

##### Orden Squamata

###### Familia Anguillidae

*Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758). Lución.

#### NOTAS TAFONÓMICAS

Los resultados para los diferentes estratos son similares. En lo que respecta a su conservación, el material frecuentemente presenta fracturas recientes, derivadas del proceso de lavado y tamizado de sedimentos, y también restos de sedimento y concreciones calizas. Ambos factores dificultan observar las señales de digestión y fragmentación que pudiera haber producido la ingestión de estas presas por depredadores. Con todo, parece relativamente claro que los posibles niveles de alteración por digestión, siguiendo los criterios de Fernández-Jalvo & Andrews

(1992) y Pinto Llonca & Andrews (1999), serían observables en parte del material disponible. Además de este estado general de conservación, es interesante reseñar la aparición de muy pocas piezas con señales de disolución parcial del hueso, quizás originada por la acción de ácidos húmicos.

Con respecto al Lución (*Anguis fragilis*), la única pieza disponible no presenta señales de alteración digestiva. Esta especie es depredada fundamentalmente por mamíferos carnívoros, siempre de manera esporádica.

Tanto *Bufo bufo* como *Salamandra salamandra* son consumidos ocasionalmente por mamíferos, y el primero de ellos rara vez también por rapaces (nunca por Lechuza común, *Tyto alba*). En El Sidrón no hay señales tafonómicas claras de que hayan sido digeridos, aunque como ya se ha indicado antes su observación es dificultosa. Esta aparente ausencia de alteraciones digestivas, junto a la existencia de esqueletos en articulación, apunta a la posibilidad de que estos animales no fueran ingeridos. Su origen en ese caso podría proceder de depredación sin ingestión, casos infrecuentes que hemos observado en varios depredadores, pero quizás más probablemente sea debido a muerte accidental en la cueva originaria, asociada a eventos catastróficos o durante la hibernación.

En el caso de la Rana bermeja, por el contrario, parece que quizás pudieran existir señales reales de digestión, aunque con un nivel de alteración leve que únicamente sería atribuible a la Lechuza común, y no a otras rapaces diurnas o nocturnas, ni a carnívoros. Sin embargo, es en el estudio aún pendiente de otros componentes más numerosos de la microfauna, como los roedores, donde pudiera encontrarse evidencia más clara sobre el origen de estos restos.

#### INFERENCIAS PALEOAMBIENTALES

La escasa muestra herpetológica recolectada proporciona poca precisión para la inferencia paleoambiental. El Lución (*Anguis fragilis*) es una especie muy higrófila, asociada en Iberia a zonas con alta pluviosidad, y no especialmente restringido por temperatura, habitando la franja ibérica atlántica y algunos sistemas montañosos interiores (Galán, 2002).

La salamandra común (*Salamandra salamandra*) es una especie politípica, bien diferenciada genética y ecológicamente en la Península Ibérica, pero los restos recuperados no son por el momento identificables a nivel subespecífico, resultando por ello poco informativos en el plano medioambiental más allá de su claro componente higrófilo.

Tanto el Sapo común (*Bufo bufo*) como la Rana bermeja (*Rana temporaria*), de confirmarse la identificación

taxonómica, son taxones con amplísima distribución en Europa y que habitan una gran diversidad de hábitats. Si nos circunscribimos a la Iberia atlántica, un modelo virtual de idoneidad de su distribución potencial conjunta (lugares habitados por ambas especies) fue ya establecido por Sanchiz & Lobo (2006).

La estimación paleoambiental deducida de la herpetofauna apunta como más probables unas condiciones ligeramente más frías y algo más húmedas, particularmente en invierno, pero que no difieren significativamente de la situación actual.

## BIBLIOGRAFÍA

BAILON, S. (1999). *Diférenciation ostéologique des anoures (Amphibia, Anura) de France*. Fiches d'Osteologie Animale pour l'Archeologie (Serie C: Varia) 1.

BÖHME G. 1977. «Zur Bestimmung quartärer Anuren Europas and Hand von Skelettelementen». *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe*. 36(3): 283-300.

FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; ESTARRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-MESEGUER, A.; LEÓN, S.; LALUEZA-FOX, C.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; GRÜN, R.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÈRAT-LABORDE, N.; SOLER, V.; SILVA, P. G.; CARRASCO, P.; AYARZA, P.; ÁLVAREZ, F.; SANTOS, G.; ALTUNA, J.; BADAL, E. y ALONSO, J. 2009. «La Cueva de El Sidrón, Borines, (Piloña). Campañas de excavación 2003 a 2006». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 2003-2006*, 6: 367-384.

GALÁN, P. (2002). «*Anguis fragilis*». En PLEQUEZUELOS, J. M.; MÁRQUEZ, R. y LIZANA, M. (Eds.). *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Asociación Herpetológica Española. Madrid (2ª reimpresión): 157-159.

PLEQUEZUELOS, J. M.; MÁRQUEZ, R. y LIZANA, M. (Eds.). 2002. *Atlas y Libro Rojo de los anfibios y reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Asociación Herpetológica Española. Madrid (2ª reimpresión).

ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; TORRES, T. DE; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2006. «Paleobiology and comparative morphology of a late Neandertal sample from El Sidrón, Asturias, Spain». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(51): 19266-19271.

SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; LARIO, J.; CUEZVA, S.; SILVA, P. G.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2007. «Caracterización del relleno sedimentario de la Galería del Osario (Cueva de El Sidrón, Asturias, España)». *XII Reunión Nacional de Cuaternario*, J. LARIO y P. G. SILVA (Eds.). AEQUA. Ávila (junio 2007): 123-124.

SANCHIZ, B. 1977. «La familia Bufonidae (Amphibia, Anura) en el Terciario europeo». *Trabajos sobre Neogeno-Cuaternario*, 8: 75-111.

SANCHIZ, B. y LOBO, J. M. 2006. «Restos herpetológicos de niveles auriniacienses de la Cueva de El Castillo (Puente Viesgo, Cantabria)». En CABRERA, V., BERNALDO DE QUIRÓS, F. y MAILLO, J. M. (Eds.).

*En el centenario de la Cueva de El Castillo: El ocaso de los neandertales*. Centro Asociado a la UNED en Cantabria. Santander: 403-416.

## 4.7.4. LA MATERIA VEGETAL CARBONIZADA

**Ernestina Badal García**

*Área de Prehistoria, Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Valencia*

En la matriz sedimentaria de la Galería del Osario aparecieron lenticulas de materia vegetal carbonizada susceptibles de un análisis antracológico. La totalidad de las 16 muestras estudiadas procedentes de los cuadros F/G-8, tienen un grado de conservación deficiente, la mayoría tenían incrustaciones de arcillas y otros elementos que dificultaron su observación tanto en el microscopio meta-lógico como en el electrónico de barrido.

La flora identificada es la siguiente:

*Quercus* caducifolio: Todos los *Quercus* identificados en El Sidrón son caducifolios, ya que al principio de la estación de crecimiento tienen un anillo de vasos grandes, de más 250 µm de diámetro. Por la curvatura del anillo podemos saber que corresponden a troncos de gran calibre y en un caso se trataba de un nudo de la ramificación del árbol.

La carencia de una identificación específica dificulta hacer una valoración ecológica. Los robles de hoja caduca tienen una gran resistencia al frío, pero, por el contrario, son muy sensibles a las heladas tardías. Por otro lado, necesitan lluvias regulares y abundantes para su desarrollo.

*Leguminosae*: La identificación genérica de las leguminosas es muy difícil, en base a criterios anatómicos, ya que muchos géneros de esta familia presentan unas características muy similares. A esto hay que unir que los dos fragmentos identificados como leguminosas de El Sidrón no presentaban una buena conservación de sus elementos anatómicos.

En ambos casos se han observado fenómenos de fusión de las paredes celulares. Pocas precisiones ecológicas se pueden obtener a partir de una identificación tan laxa como es *Leguminosae*. Probablemente, se trate de arbustos y matas leñosas asociadas a las formaciones de robles o a zonas abiertas de dichos bosques.

Hay, asimismo, un fragmento de semilla pero es imposible conocer su género o especie botánica y varios restos de plantas angiospermas en mal estado de conservación, lo que también dificulta su adscripción.

La flora documentada es, todavía, insuficiente para hacer una valoración precisa; no obstante nos indica que todos los restos conservados son de angiospermas y pueden desarrollarse bajo un clima templado y húmedo. En el norte peninsular, se ha identificado madera carboniza-

da de *Quercus* de hoja caduca tanto en yacimientos tanto pleistocenos como holocenos.

Las observaciones sedimentológicas indican aportes procedentes del exterior e introducidos por corrientes de agua (véase capítulo 4.2). Es posible que se deban a in-

cendios naturales, como sucede en otras zonas del norte peninsular. El tipo de carbonización de algunos de ellos hace pensar en un incendio de la vegetación local, pero habrá que profundizar en el análisis y en la obtención de más muestras para desarrollar esa proposición.

## 4.8. LA DATACIÓN DE LOS FÓSILES DE EL SIDRÓN: UNA COMPLEJA APROXIMACIÓN MULTIDISCIPLINAR

**Trinidad de Torres (1), José Eugenio Ortiz (1), Rainer Grün (2), Stephen Eggins (2), Helène Valladas (3), Norbert Mercier (3), Nadine Tisnérat-Laborde (3), Ramon Julià (4), Vicente Soler (5), David Santamaría (6), Marco de la Rasilla (6)**

(1) LEB, ETSIM, Universidad Politécnica de Madrid. (2) Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia. (3) LSCE /IPSL, CEA-CNRS-UVSQ, Gif Sur Yvette Cedex, Francia. (4) Institut Jaume Almera de Ciències de la Terra, CSIC, Barcelona. (5) Estación Volcanológica de Canarias, IPNA-CSIC, Tenerife. (6) Área de Prehistoria, Departamento de Historia, Universidad de Oviedo

### INTRODUCCIÓN

La clasificación taxonómica de los restos fósiles del Osario como *Homo neanderthalensis* (Rosas y Aguirre, 1999) abría una dilatada horquilla temporal (*grosso modo* entre 250.000 y 30.000 años BP), que había que precisar mediante procedimientos estrictamente cronométricos. Era necesario, por tanto, conseguir la mayor precisión en la ubicación cronológica de los restos fósiles por las especiales características del yacimiento, con los restos óseos y líticos ubicados en el interior de una cavidad y depositados en un lugar hoy alejado de la superficie y por sus implicaciones en el modelo evolutivo de la población neandertal.

Dado que nos movíamos en un rango de edad que podía estar fuera del alcance del  $^{14}\text{C}$ , por pura prudencia científica había que hacer las pruebas necesarias que permitieran descartar o no este supuesto; y para ello, se ideó una estrategia de datación en la que se fijaron los siguientes objetivos:

- Determinar los *termini ante et post quem* de la unidad sedimentaria que contiene los restos arqueológicos (fósiles humanos e industria lítica).
- Precisar la edad de los materiales, orgánicos e inorgánicos, recuperados en el mismo contexto estratigráfico que los restos fósiles neandertales.
- Datar directamente los restos fósiles neandertales.

Se han utilizado varios métodos de datación: paleomagnetismo, luminiscencia ópticamente estimulada (OSL), relaciones isotópicas de uranio-torio (U/Th), racemización de aminoácidos (AARD), radiocarbono ( $^{14}\text{C}$  AMS) y resonancia de espín electrónico (ESR) (Torres *et alii*, 2010) (Fig. 95).

### RESULTADOS (TABLA 6)

En 1996 J. L. Prieto (del Instituto Anatómico Forense de Madrid) envió una muestra de hueso a la Universidad de Arizona (muestra SID-0/BS01) para su datación por radiocarbono ( $^{14}\text{C}$  AMS). No se obtuvo ningún resultado positivo, ya que la muestra en cuestión no tenía colágeno suficiente, lo cual sucede cuando el estado de conservación del colágeno es defectuoso o cuando la edad de la muestra supera el rango de aplicabilidad del radiocarbono, hoy por hoy estimado en ~50.000 años. Ese resultado y la amplitud cronológica de la especie a datar (*Homo neanderthalensis*) aconsejaban utilizar otros métodos de datación alternativos, sin descartar, por el momento, el radiocarbono.

En 1998 los Drs. B. Vandermeersch y D. Garralda enviaron un fragmento de diáfisis femoral (procedente de la colección del IAF) al Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (Gif-sur-Yvette, Francia) para su datación por radiocarbono. Los resultados no se conocieron hasta el año 2006 (*vid infra*).

Desde el año 2000, coincidiendo con el inicio de las excavaciones arqueológicas en la Galería del Osario, se reanudó el programa de dataciones de los restos fósiles neandertales. En 2001, se dataron cinco dientes humanos por Racemización de Aminoácidos (AAR) en el Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular de la Universidad Politécnica de Madrid (muestras SID-2B, SID-3B, SID-7, SID-8A y SID-9). La edad media de las muestras humanas se estableció en  $32.000 \pm 11.000$  años BP. Asimismo, se dataron tres muestras de gasterópodos (pertenecientes a la familia *Helicidae*) recuperados en la misma unidad sedimentaria que los restos fósiles humanos (muestras SID-10, SID-11 y SID-12). La edad media de los gasterópodos se fijó en ca.  $40.000 \pm 7.000$  años BP.

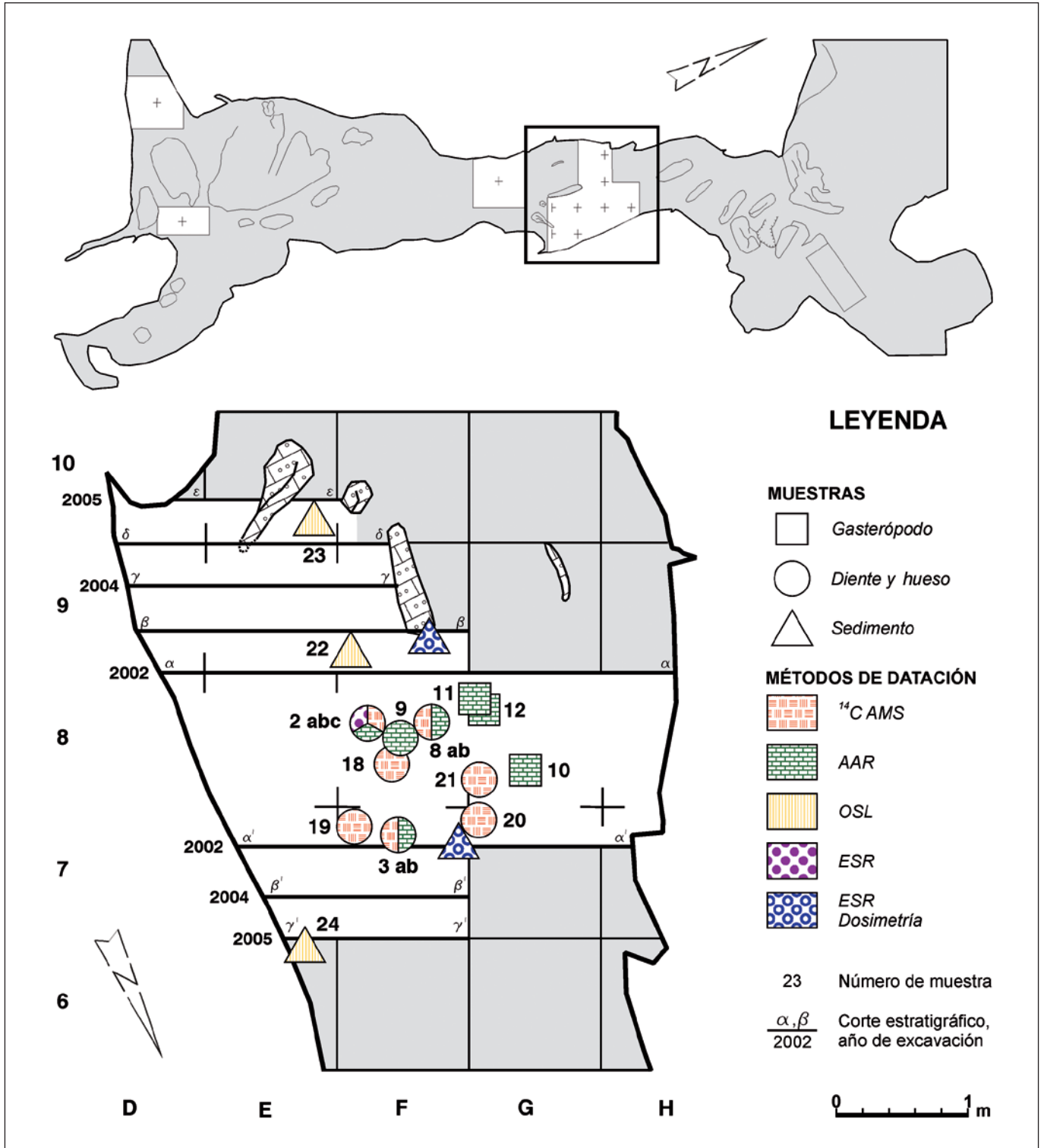


FIGURA 95: Localización en la Galería del Osario de las muestras para datación según tipo de muestra y método utilizado.

También en 2001 se envió una muestra de esmalte (muestra SID-2C) al Research School of Earth Sciences (Universidad Nacional de Australia) para su datación por resonancia de espín electrónico (ESR). La edad de la muestra se estableció en  $\sim 40.000 \pm 3.000$  años BP, reforzando

la edad de los restos fósiles estimada a partir de la AARD. Asimismo, se recogieron doce muestras de sedimento y se enviaron al Instituto de Productos Naturales del CSIC (Tenerife) para datar por paleomagnetismo. Como era de esperar, todas las muestras en las que se pudo establecer

Nº MUESTRA	Nº INVT.	LABORATORIO	MÉTODO	ESPÉCIMEN	EDAD BP
SID-o/BSO1	IAF	AA20283	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	Colágeno insuficiente.
SID-00a	IAF	GifA-99167	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	48.500 ± 2.600
SID-00b	IAF	GifA-99704	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	49.200 ± 2.500
SID-2A	44I	GX-30241	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	11.289 ± 79
SID-3A	53I	GX-30242	<sup>14</sup> C AMS	Molar Hum.	10.340 ± 70
SID-1	9	GX-28272	<sup>14</sup> C AMS	<i>Quercus sp.</i>	6.070 ± 40
SID-4	3	GX-30243	<sup>14</sup> C AMS	<i>Quercus sp.</i>	2.230 ± 50
SID-5	7	GX-30244	<sup>14</sup> C AMS	<i>Quercus sp.</i>	5.990 ± 60
SID-6	12	GX-30245	<sup>14</sup> C AMS	<i>Quercus sp.</i>	6.200 ± 60
SID-8B	312	Beta-89644	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	34.940 ± 680
SID-13	566	Beta-189645	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	Colágeno insuficiente.
SID-14	736	Beta-189646	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	Colágeno insuficiente.
SID-15	756	Beta-189647	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	Colágeno insuficiente.
SID-16	775	Beta-189648	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	Colágeno insuficiente.
SID-17	748	Beta-189649	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	Colágeno insuficiente.
SID-18	50	Beta-192064	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	Colágeno insuficiente.
SID-19	500	Beta-192065	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	40.840 ± 1.200
SID-20 <sup>o</sup>	599a	Beta-192066	<sup>14</sup> C AMS	Hueso humano.	37.300 ± 830
SID-21 <sup>o</sup>	763a	Beta-192067	<sup>14</sup> C AMS	Diente humano.	38.240 ± 890
SID-2B	44I	BSL-4069	AARD	Diente humano.	44.400 ± 8.500 (media)
SID-3B	53I	BSL-4374	AARD	Molar humano.	
SID-8A	312	BSL-4064	AARD	Diente humano.	
SID-9	313	BSL-4063	AARD	Diente humano.	
SID-7	311	BSL-4068	AARD	Diente humano.	Colágeno insuficiente.
SID-10		BSL-4179	AARD	Gasterópodo	39.400 ± 7.100 (media)
SID-11		BSL-4180	AARD	Gasterópodo	
SID-12		BSL-4181	AARD	Gasterópodo	
SID-2C	44I	ANU	ESR	Diente humano.	EU: 37.000 ± 3.000 LU: 40.000 ± 3.000
SID-22		OSL-1	OSL	Sedimento	46.900 ± 5.200
SID-23		OSL-5	OSL	Sedimento	30.400 ± 2.700
SID-24		OSL-7	OSL	Sedimento	28.000 ± 2.500

TABLA 6: Dataciones obtenidas en el yacimiento de El Sidrón.

una dirección paleomagnética resultaron ser de polaridad directa (o positiva), es decir posteriores a ±780.000 años BP (cron Bruhnes).

Durante la campaña arqueológica de 2002 se muestrearon varias costras estalagmíticas para su datación por

Uranio-Torio (U/Th) en el Instituto Jaume Almera del CSIC (Barcelona). Las muestras en cuestión procedían de diversas capas estalagmíticas interestratificadas con los limos y arenas que contenían los restos fósiles, y de diferentes depósitos estalagmíticos que cubrían o soportaban esos

sedimentos, o marcaban interrupciones en la dinámica cárstica de la galería. Asimismo, se recogieron y analizaron 1,5 litros de agua de goteo del interior de la cueva. Todas las muestras estudiadas estaban fuertemente contaminadas con  $^{232}\text{Th}$  (torio detrítico), incluso las que a simple vista parecían más esparíticas y blancas. Todo esto imposibilitó la utilización directa de este método de datación.

De forma paralela, se enviaron dos muestras de dientes (SID-2A y SID-3A) y cuatro de carbón (SID-1, SID-4, SID-5 y SID-6) a los Laboratorios Geochron (USA) para su datación por radiocarbono. En esta ocasión se pudo establecer la edad  $^{14}\text{C}$  de las muestras enviadas. No obstante, las fechas obtenidas resultaron ser sorprendentemente recientes; según Geochron la edad media de las muestras humanas no excedía los 11.000 años BP (naturalmente estas fechas no concordaban con la clasificación taxonómica de los restos fósiles), mientras que las edades de los carbones se fijaron entre 2.000 y 6.000 años BP.

En 2003, se tomaron dos muestras de sedimento en la Galería del Osario para su datación por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL) y, como se justifica más abajo, los resultados obtenidos se conocieron en 2006.

Teniendo en cuenta que las fechas obtenidas con la AARD y la ESR entraban dentro del rango de aplicabilidad del radiocarbono y que las fechas de Geochron eran demasiado recientes, en 2004 se enviaron diez muestras óseas (huesos y dientes humanos, SID-8B, SID-13, SID-14, SID-15, SID-16, SID-17, SID-18, SID-19, SID-20 y SID-21) a un nuevo laboratorio de datación (Beta Analytic, USA) con el propósito de conseguir una nueva estimación  $^{14}\text{C}$  de los restos fósiles. Sólo se pudieron datar cuatro dientes humanos (cuyas edades oscilaban entre ~35.000 y 40.000 años BP). Estos resultados confirmaban los obtenidos a partir de la AAR y la ESR.

En 2005, el Laboratorio de Estratigrafía Biomolecular de la UPM elaboró un algoritmo de calibración para las muestras de colágeno dentario, a partir de las edades  $^{14}\text{C}$ , U/Th y ESR obtenidas en varios yacimientos peninsulares (Tabla 6). La edad AAR de las muestras SID-2B, SID-3B, SID-8A y SID-9 fue calculada de nuevo mostrando una mayor coherencia con el resto de fechas. Durante la campaña arqueológica de ese año se tomaron siete muestras más de sedimento para datar por luminiscencia ópticamente estimulada (OSL).

En 2006, se conocieron las fechas OSL de las muestras de sedimento recogidas durante los años 2003 y 2005 (Fig. 96). En seis de las nueve muestras, la señal estaba saturada, impidiendo de ese modo establecer la edad. No obstante, se consiguió determinar la edad OSL de la unidad sedimentaria I (situada por debajo de los restos fósiles y datada en  $\sim 47.000 \pm 5.000$  años BP, muestra SID-22), de la parte superior de la unidad sedimentaria III (que

contenía los restos fósiles neandertales, datada en  $\sim 30.000 \pm 3.000$  años BP, muestra SID-23) y de la unidad sedimentaria IV (situada por encima de los restos fósiles y datada en  $\sim 28.000 \pm 2.500$  años BP, muestra SID-24). De este modo, se fijaban los *termini ante et post quem* de la unidad sedimentaria fosilífera.

Ese mismo año, se conocieron las edades  $^{14}\text{C}$  de la muestra ósea (un fragmento de diáfisis femoral humano, muestras SID-00a y SID00b) enviada por Vandermeersch y Garralda al LSCE (Gif-sur-Yvette). La edad media  $^{14}\text{C}$  estimada por este laboratorio se fijó en  $\sim 49.000 \pm 2.500$  años BP.

De la estrategia diseñada y del calendario de eventos cronométricos explicitado conviene destacar, por su novedad, la aplicación de diferentes métodos de datación sobre un mismo espécimen:  $^{14}\text{CAMS}$ , AARD y ESR sobre un incisivo superior izquierdo (muestras SID-2A, SID-2B y SID-2C, nº de inventario 441) y  $^{14}\text{CAMS}$  y AARD, sobre un molar (muestras SID-3A y SID-3B, nº de inventario 531) y un premolar (muestras SID-8A y SID-8B, nº de inventario 312). Ello permite contrastar la fiabilidad y precisión de los métodos utilizados. En estos casos, las edades  $^{14}\text{C}$  son mucho más recientes que las estimaciones AARD y ESR obtenidas en los mismos individuos, oscilando las diferencias entre -10.000 años y -34.000 años. Por lo tanto, es muy posible que las fechas  $^{14}\text{C}$  obtenidas en los laboratorios Geochron (SID-2A y SID-3A) y Beta Analytic (SID-8B) estén contaminadas por carbono moderno, lo que explicaría las diferencias constatadas entre el radiocarbono por una parte, y la racemización de aminoácidos y la resonancia de espín electrónico por otra.

De otro lado, las edades  $^{14}\text{C}$  obtenidas en los laboratorios Beta Analytic y LSCE se agrupan en dos conjuntos en torno a  $\pm 38.000$  y  $\pm 49.000$  años BP. Los resultados obtenidos en cada laboratorio son internamente coherentes; sin embargo las fechas de Beta son en promedio ~10.000 años más recientes que las del LSCE. Estas diferencias pueden explicarse asumiendo que el yacimiento fue ocupado en varias ocasiones durante ese intervalo (entre ~38.000 y 49.000 años BP), pero esa hipótesis entra en contradicción con el modelo de relleno sedimentario y con las conclusiones derivadas del análisis tecno-tipológico de la industria lítica: la sincronía del registro arqueológico y la distribución espacial de los remontajes. Otra alternativa, más coherente con el modelo y el análisis tecno-tipológico citados, es que el yacimiento fue ocupado únicamente durante una parte de este periodo, y por lo tanto, que algunas fechas de radiocarbono están subestimadas (rejuvenecidas), debido a la contaminación por carbono moderno.

En relación con esta hipótesis, conviene tener presente que el rejuvenecimiento de una fecha de radiocarbono es inversamente proporcional al contenido de  $^{14}\text{C}$  rema-

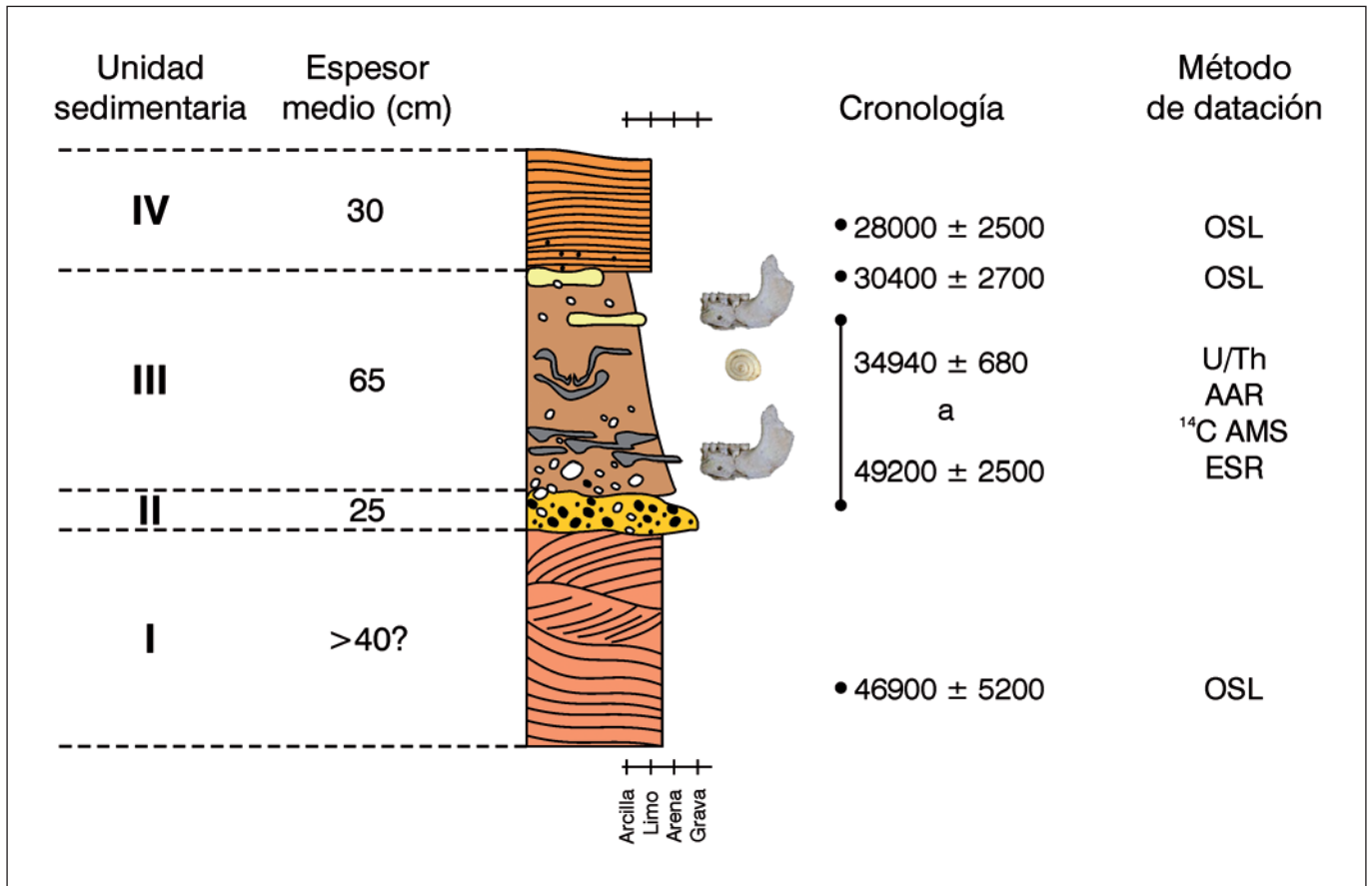


FIGURA 96: Síntesis de las dataciones obtenidas y su posición según las desviaciones y los episodios culturales afectados.

nente, o si se prefiere directamente proporcional a la edad verdadera de la muestra. Esto significa que las muestras más antiguas son, en la práctica, mucho más sensibles a los efectos de la contaminación que las muestras más recientes.

A partir de ±38.000 años BP la cantidad de <sup>14</sup>C presente en una muestra orgánica es inferior al 1% del contenido inicial. A partir de esta edad cualquier contaminación de la muestra por carbono moderno producirá unos efectos significativos en la edad de radiocarbono estimada. Por ejemplo, la presencia de un 0,5% de carbono moderno en una muestra arqueológica cuya edad real se estimase en ±50.000 años BP implicaría una subestimación (o rejuvenecimiento) de esa fecha de ~9.000 años (Delibrias, 1985; Bronk-Ramsey *et alii*, 2004). El protocolo utilizado en los laboratorios Beta Analytic para eliminar el carbono exógeno (los contaminantes) y aislar el carbono intrínseco de la muestra (la materia a datar) es en la práctica menos efectivo que el utilizado en el LSCE, sin que esto signifique que este laboratorio haya conseguido eliminar toda la contaminación presente en la muestra (Torres *et alii*, 2010).

## CONCLUSIONES

La mayor parte de las fechas obtenidas se distribuyen entre 38.000 y 50.000 años BP. Las edades AAR cubren *grosso modo* todo ese intervalo y el resto de dataciones se agrupan en los dos extremos de ese intervalo.

Así, las estimaciones ESR y <sup>14</sup>C (Beta Analytic) se sitúan en torno a 38/40.000 años BP, mientras que las fechas <sup>14</sup>C (LSCE) se ubican en torno a 48/50.000 años BP (Fig. 97). Por su parte, las fechas OSL obtenidas en los tramos superior e inferior de la secuencia estratigráfica, esto es por encima y debajo de la unidad sedimentaria que contiene los restos arqueológicos, permiten fijar los *termini ante et post quem* de la unidad fosilífera entre ~52.000 y 30.000 años BP.

Si se tiene en cuenta que la acumulación de los restos fósiles humanos (neandertales) y líticos (musteriense de denticulados) en la Galería del Osario es el resultado de un evento natural y cultural único (Santamaría *et alii*, 2010, Torres *et alii*, 2010), las implicaciones culturales de este yacimiento varían sustancialmente si lo situamos en ~38/40.000 años BP (en plena transición Paleolítico me-

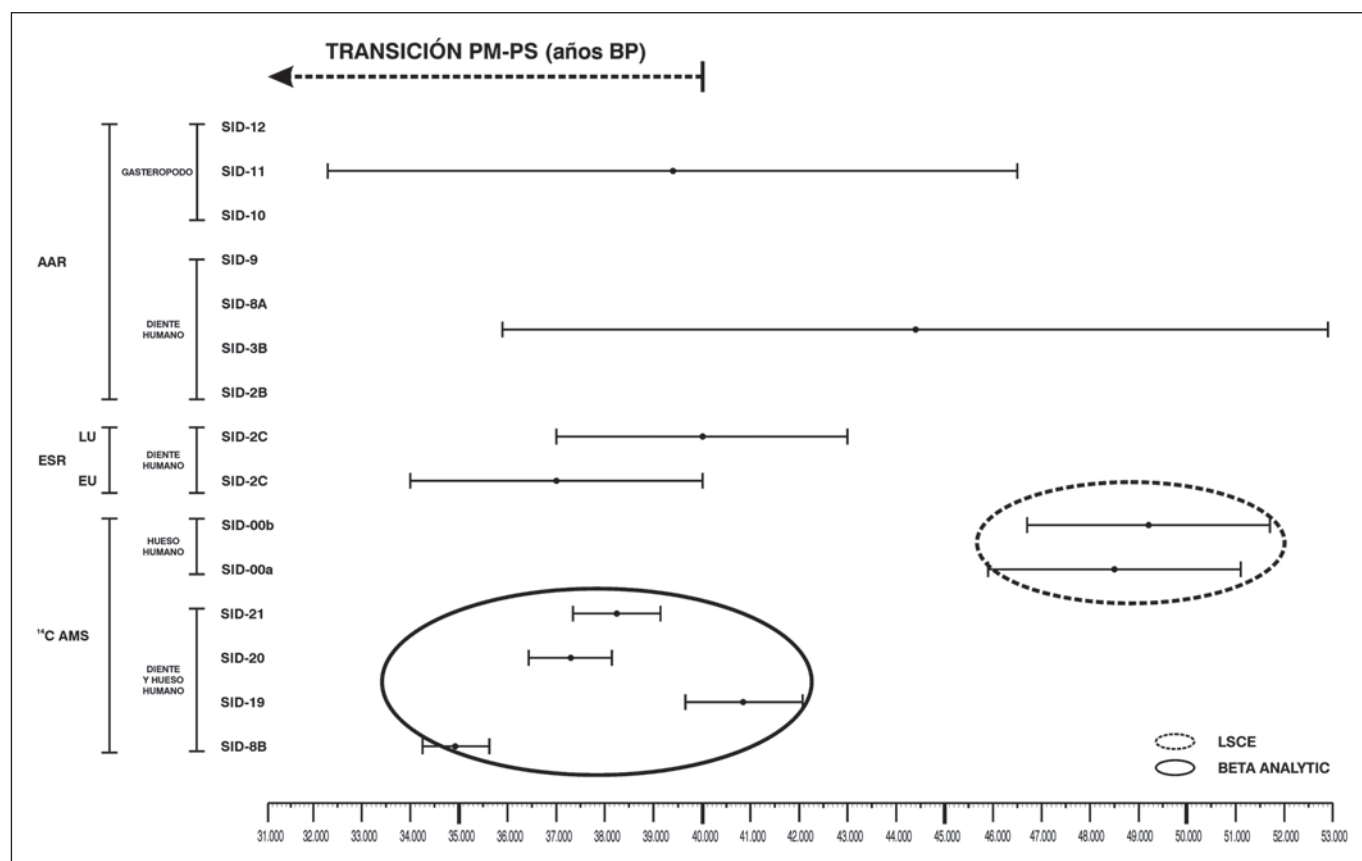


FIGURA 97: Desarrollo de las dataciones, particularmente las de OSL, en el corte-tipo.

dio-superior) o en ~48-50.000 años BP (antes de la llegada de *Homo sapiens* a la Península Ibérica) (Fig. 97). A este respecto, conviene señalar que las fechas de radiocarbono obtenidas en el LSCE son desde un punto de vista metodológico (pretratamiento de las muestras para eliminar el carbono exógeno, moderno o fósil) más fiables que las de Beta Analytic, no obstante estas últimas coinciden con las determinaciones ESR.

A fin de solventar este problema y poder así precisar la edad de los restos fósiles de El Sidrón se han enviado ocho muestras óseas a un nuevo laboratorio (Oxford Radiocarbon Accelerator Unit) para datar por radiocarbono. El protocolo anticontaminación utilizado en este laboratorio (denominado ultrafiltración) ha sido probado con éxito en otros yacimientos arqueológicos de cronologías similares (Higham *et alii*, 2009), por lo que esperamos sea útil en el caso de El Sidrón.

Con seguridad, los restos arqueológicos del Osario (restos fósiles humanos e industria lítica) se sitúan en el estadio isotópico 3 antes de la llegada de *Homo sapiens* a la Península Ibérica. Estos resultados sitúan a El Sidrón en la última fase del Paleolítico medio, como en otros yacimientos cantábricos tales como el asturiano de La Viña,

los cántabros de El Mirón, El Castillo y los vascos de Arriñor, Axlor o Kurtzia (Hoyos *et al.* 1999; Fortea 2001; Jöris *et al.* 2003; Straus y González Morales 2003; Bernaldo de Quirós *et alii*, 2006).

## BIBLIOGRAFÍA

- BERNALDO DE QUIRÓS, F. C.; CABRERA, V. y STUART, A. J. 2006. «Nuevas dataciones para el Musteriense y el Magdaleniense de la Cueva de El Castillo», en *En el centenario de la Cueva de El Castillo: El ocaso de los neandertales* (CABRERA, V.; BERNALDO DE QUIRÓS, F. y MAILLO, J. M.). UNED. Santander.
- BRONK-RAMSEY, C.; HIGHAM, T.; BOWLES, A. y HEDGES, R. 2004. «Improvements to the pretreatment of bone at Oxford». *Radiocarbon*, 46(1): 155-63.
- DELIBRIAS, G. 1985. «Le carbone 14. En Roth, E. y Poty, B. (Dir.)». *Méthodes de datations par les phénomènes nucléaires naturels*. Masson. Paris.
- HIGHAM, T.; BROCK, F.; PERESANI, M.; BROGLIO, A.; WOOD, R. y DOUKA, K. 2009. «Problems with radiocarbon dating the Middle to Upper Palaeolithic transition in Italy». *Quaternary Science Reviews*, 28: 1257-1267.
- HOYOS, M.; SÁENZ DE BURUAGA, A. y ORMAZABAL, A. 1999. «Cronoestratigrafía y paleoclimatología de los depósitos prehistóricos de la cueva de Arriñor (Araba, País Vasco)». *Munibe*, 51: 137-51.

JÖRIS, O.; ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E. y WENINGER, B. 2003. «Radiocarbon evidence of the Middle to Upper Palaeolithic transition in southwestern Europe». *Trabajos de Prehistoria*, 60(2): 15-38.

SANTAMARÍA, D.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, L.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; ROSAS, A.; ESTARRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A. y LALUEZA-FOX, C. 2010. «The technological and typological behaviour of a Neandertal group from El Sidrón Cave (Asturias, Spain)». *Oxford Journal of Archaeology* 29(2): 119-148.

STRAUS, L. G. y GONZÁLEZ MORALES, M. 2003. «El Mirón cave and the 14C chronology of Cantabrian Spain». *Radiocarbon*, 45(1): 41-58.

TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; GRÜN, R.; EGGINS, S.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÉRAT-LABORDE, N.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; LARIO, J.; BADAL, E.; ROSAS, A.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2010. «Dating of the hominid (*Homo Neanderthalensis*) remains accumulation from El Sidrón cave (Borines, Asturias, North Spain): an example of multi-methodological approach to the dating of Upper Pleistocene sites». *Archaeometry*, 52, 4. 2010: 680-705.



## 4.9. LAS INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL EXTERIOR Y EN OTRAS GALERÍAS INTERIORES DEL COMPLEJO CÁRSTICO

**Marco de la Rasilla Vives (1), David Santamaría Álvarez (1), Lucía Martínez Fernández (1), Elsa Duarte Matías (1), Paloma Suárez Ferruelo (1), Patricia Suárez Manjón (2), Carmen Tormo Cuñat (3)**

(1) *Área de Prehistoria, Departamento de Historia, Universidad de Oviedo.* (2) *Área de Arqueología, Departamento de Historia, Universidad de Oviedo.* (3) *Servicio de Investigación Prehistórica, Museo de Prehistoria, Valencia.*

### LOS RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS

Como ya se ha referido, este apartado es complementario de los relacionados con el estudio geológico, sedimentológico y geomorfológico del exterior y del interior del sistema cárstico de El Sidrón. Se buscaba (y se sigue haciendo) una demostración fehaciente del lugar de entrada de los materiales arqueológicos y antropológicos y, paralelamente, el de la ocupación. Para tal fin, una vez formuladas las preguntas y analizados los resultados, se practicaron unas excavaciones en las zonas consideradas más apropiadas.

### ZONA EXTERIOR

#### ABRIGO DE LA CABAÑINA

Aparentemente este abrigo era un lugar perfecto por su situación y morfología para explorar el lugar de habitación de los grupos neandertales. La decisión de intervenir en él se adelantó tras conocer los datos que iba ofreciendo la Galería del Osario y, además, cabía la posibilidad de que se hallaran materiales arqueológicos de otras épocas. No encontramos restos musterienses, pero hemos recogido una interesante colección de objetos de industria lítica, ósea, fauna y malacofauna acompañada en una parte de la secuencia de una considerable cantidad de cerámicas<sup>4</sup>.

Antes de comenzar se realizaron unos sondeos manuales y una tomografía eléctrica, descubriendo, de un lado, algunos restos arqueológicos y, de otro, que en la zona elegida para intervenir teníamos diversos puntos con

una potencia de dos metros aproximadamente. En la campaña de 2004 abrimos las cuadrículas B-C-D/2 y D<sub>3</sub> en el área protegida por la visera –que denominamos Cabañina– para hacer un corte perpendicular y otro transversal al sistema cárstico de El Sidrón, y en la campaña de 2005 se decidió ampliar ahí dos cuadrículas más (A<sub>2</sub> y D<sub>1</sub>), y, también, abrir nuevos cuadros en el área no protegida por la visera –que denominamos Cabañina II– (cuadros B/1-2 y E-D/10) (Figs. 11 y 12). En todos ellos aparecieron diferentes materiales arqueológicos que atestiguan la estancia de grupos prehistóricos e históricos pero, insistimos, no hay evidencias musterienses.

#### La secuencia estratigráfica y cultural de La Cabañina

La secuencia estratigráfica en La Cabañina está compuesta por cinco niveles en los cuadros A-B-C-D/2, D<sub>1</sub> y D<sub>3</sub>, aunque el nivel v sólo aparece en la cuadrícula D<sub>1</sub>; mientras que en el sector de la Cabañina II hay cuatro niveles en los cuadros B/1-2, pero el nivel iv sólo está en el cuadro B<sub>1</sub>, y en los cuadros D-E/10 también se han definido cinco niveles.

Es importante destacar que en el sector de los cuadros A-B-C-D/2, D<sub>1</sub> y D<sub>3</sub>, el límite entre los niveles iii y iv, esto es entre lo perteneciente al Calcolítico/Bronce y al Paleolítico/Epipaleolítico respectivamente, se produjo una mezcla en tiempos pretéritos. En efecto, al llegar los primeros grupos portadores de cerámica del Calcolítico/Bronce, se asentaron sobre la superficie, desigual e irregular, del nivel iv Paleolítico/Epipaleolítico, hicieron un fuego (evidenciado por la presencia de piedras quemadas, carbones, cenizas, etc.) y, como consecuencia del permanente pisoteo y acondicionamiento del terreno, se produjeron mezclas de materiales en dicha zona.

De modo que en una franja de espesor variable hay restos que pueden pertenecer a uno u otro horizonte cultural. No obstante, se pueden separar algunos objetos singu-

<sup>4</sup> En relación con la presencia de grupos humanos prehistóricos (no paleolíticos) e históricos en Piloña véase entre otros Prieto *et al.*, (2001: 21) y Martínez Vega (2003).

lares sujetos a esa indefinición estratigráfica por contraste con los resultados obtenidos en el resto de cada nivel, que no tienen esos problemas de ubicación en el espacio aludidos: por ejemplo, las cerámicas están siempre en el nivel III y nunca en el IV y, según los testimonios arqueológicos disponibles, si aparece alguna en el límite entre niveles ésta pertenecerá al III y no al IV.

La aparición de cerámicas en varios niveles ofrece una perspectiva interesante de la distribución territorial y espacial correspondiente al mundo medieval, romano y de las sociedades metalúrgicas, que se corrobora con la presencia de fauna doméstica. Acompañado de una colección atribuible al Paleolítico superior/Epipaleolítico con la correspondiente fauna salvaje.

En general los objetos hallados no son especialmente diagnósticos y, en concreto, las cerámicas están muy fragmentadas y en el caso de las prehistóricas no hay, salvo alguna excepción, piezas determinantes. No obstante, hay datos que permiten establecer la siguiente secuencia sumando la información de ambos sectores de La Cabañina:

1. Medieval y Romano. Al encontrarse a techo de la serie estratigráfica el material está mezclado, pero siempre aparecen esos tipos en esa parte de dicha serie y predominan las cerámicas medievales.

2. Edad del Hierro.

3. Calcolítico/Bronce. No es posible precisar más, pero hay indicios que pueden decantar la balanza hacia el Calcolítico.

4. Paleolítico superior/Epipaleolítico.

### El material arqueológico recuperado

#### *La cerámica (Fig. 98. Tabla 7)*<sup>5</sup>

Los fragmentos cerámicos medievales se componen de piezas de bordes exvasados y cuerpos globulares tipo olla, con predominio de cocción alterna y decoración de líneas incisas a peine en distintas variedades (líneas verticales, horizontales y retícula). Los paralelos en el registro de cerámicas de época medieval en el contexto regional nos sitúan en una cronología de los siglos XII-XIII (Gutiérrez, 2003).

El conjunto se completa con una pequeña muestra de cerámica romana, entre las que hay cerámica común con engobe exterior y *Terra sigillata*. El pequeñísimo tamaño y la mala conservación de la *sigillata* no permiten precisar más el tipo o la cronología de la pieza.

<sup>5</sup> Agradecemos la colaboración prestada por Cristina Vega Maeso, Eduardo Carmona Ballesteros, Aurora Rodríguez García (Universidad de Cantabria), Otilia Requejo Pagés (Oviedo), Valentín Álvarez Martínez, J. Ignacio Martínez Chaparro, Elías Carrocera Fernández y J. Avelino Gutiérrez González (Universidad de Oviedo).

A continuación se señala un grupo de cerámicas con una pasta y factura muy similar y que pueden asociarse a la Edad del Hierro. Se trata de piezas de cocción irregular (alterna), con una pasta de aspecto poroso en la que se observan multitud de alveolos fruto de la desintegración de parte de los minerales que servirían de desgrasante durante el proceso de cocción. Esta particularidad parece encajar con la descripción de las pastas de algunas cerámicas características de la Edad del Hierro en el sector central de la Cornisa Cantábrica (Ruiz, 1996: 124). Por otro lado, unas piezas muy similares a las recuperadas en la Cueva de El Sidrón han sido halladas en la excavación del yacimiento de la Finca San Nicolás, en Corao (Cangas de Onís), atribuyéndoseles una cronología de la Edad del Hierro.

La única pieza fácilmente reconocible y que cuenta con paralelos contrastados apareció en el nivel I del cuadro D2 de La Cabañina. Se trata de un borde con labio de perfil redondeado, con un acabado espatulado al exterior y decoración incisa de líneas horizontales en la zona del labio y verticales en el cuello. La banda de líneas horizontales se encuentra enmarcada por una línea de punciones oblicuas en la parte superior y dos líneas con punciones horizontales en la zona inferior de la serie de líneas paralelas horizontales. Los paralelos formales y decorativos de esta pieza nos acercan a las denominadas cerámicas de tipo Trespando, datadas en el periodo Calcolítico final/inicios del Bronce antiguo (Arias *et alii*, 1986).

Esa pieza está, indudablemente, fuera de contexto, pero a pesar de ello ofrece una información interesante para aquilatar la adscripción de otros objetos que se encuentran en niveles inferiores y que hemos situado en un ambiente del Calcolítico/Bronce.

Y en ese sentido, ha aparecido en el nivel IV del cuadro E-10 un fragmento de cuerpo con decoración de cordón impreso aplicado que, pese a ser un motivo decorativo reiterativo desde el Neolítico hasta la Edad del Bronce, podemos integrarlo en la cronología establecida para la pieza tipo Trespando (Calcolítico/Bronce), dado, además, que aparece en la base de la serie estratigráfica cerámica. Incluso hay propuestas que apuran más la adscripción cultural y sitúan a los tipos Trespando en el Calcolítico (Vega, en prensa), de modo que ambos efectivos podrían corresponder a ese período.

Finalmente, en el nivel II el cuadro C2 de La Cabañina, donde la cantidad y calidad de los fragmentos cerámicos impiden asignarlos a un episodio concreto, se ha inventariado una pieza de barro cocido con un orificio central, interpretable como un posible fragmento de tobera que podría relacionarse con trabajos metalúrgicos. Esto no es más que una hipótesis, dada la ausencia de materiales metálicos o de otros indicios de actividad metalúrgica entre los materiales catalogados.

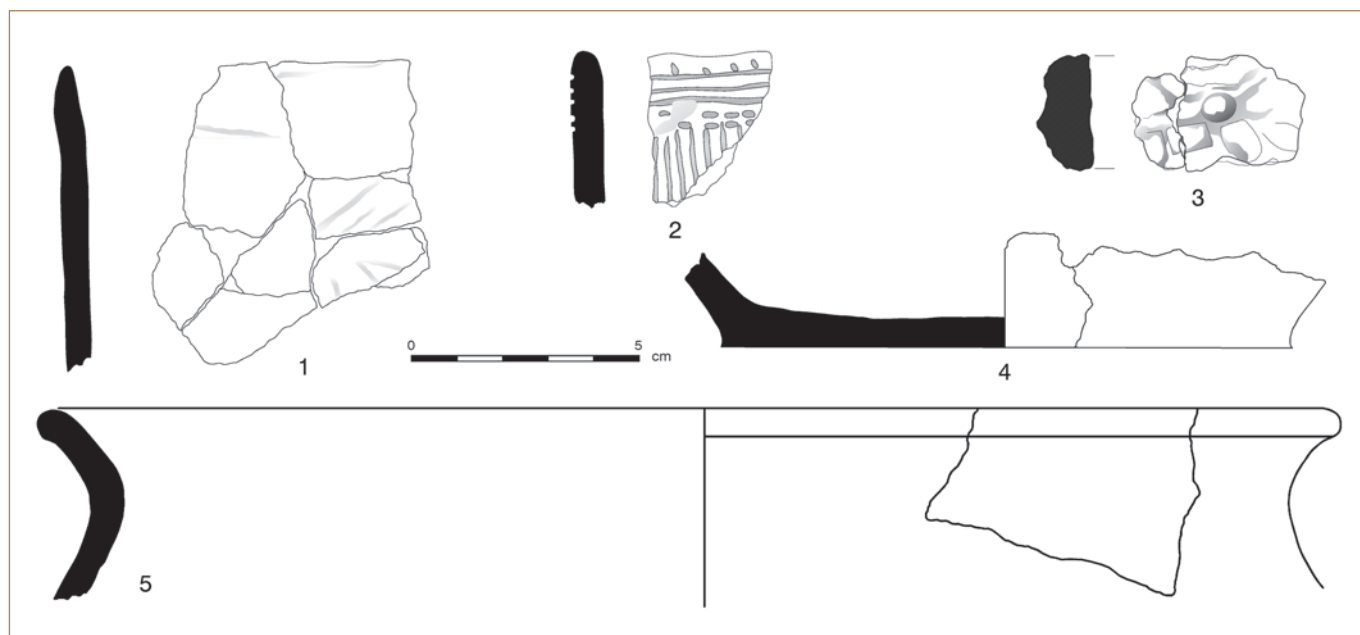


FIGURA 98: 1, 2 y 3: Fragmentos cerámicos del Calcolítico/Bronce. El nº 2 pertenece al tipo Trespando del Calcolítico/Bronce. 4 y 5: Fragmentos cerámicos de la Edad del Hierro.

HORIZONTES CULTURALES		FORMAS						DECORACIÓN		
N total = 170	N	Bordes	Cuellos	Asas	Bases	Fondos	Cuerpos	Incisa	Bruñida	Punzada
Medieval	55	2	6	2	5	10	38	21		
Romano	7	1			2	1	9			
E. del Hierro	18	4	2				11			
Calcolítico/ Bronce	1	1	1					1		1
Cer. prehist.*	46	4					35		5	
Indeterminado	43	6	4		4	4	31	3	2	
<b>Subtotal</b>		18	13	2	11	15	124	25	7	1
Hay 6 fragmentos hechos en pasta porosa, ligera y de aspecto tosco incluidos en indeterminados que podrían ser improntas de barro endurecido.										
Debido a su pequeño tamaño no se han podido definir ni formas ni decoraciones en 8 fragmentos.										
Hay 17 piezas que tienen dos formas diferentes en la misma pieza.										
El bruñido de las piezas está en el exterior y en el interior.										

TABLA 7: Distribución de los efectivos cerámicos por formas y decoraciones. \*Cer. prehist. = cerámicas prehistóricas: hace referencia a aquellas cerámicas que por sus atributos macroscópicos no pueden ser adscritas a un horizonte cultural preciso, pero ciertas características (factura, degreasante, etc.) permiten afirmar que genéricamente pertenecen al mundo prehistórico.

### La industria ósea

Asimismo, el Abrigo de la Cabañina ha entregado un exiguo conjunto de industria ósea concentrado en el sector Cabañina.

Lo primero que apareció en estratigrafía (nivel 1, cuadro D3) es un fragmento de costilla (26 x 17 x 2 mm) per-

forado (Fig. 99, nº 1), que con toda probabilidad está fuera de posición estratigráfica. A ambos lados de la perforación se ha realizado un rebaje, así como en el borde del lateral derecho, formando una sección plano-convexa que tiende a poligonal. La parte distal ha sido modelada (describe una forma semicircular) mediante recorte. Tiene marcas

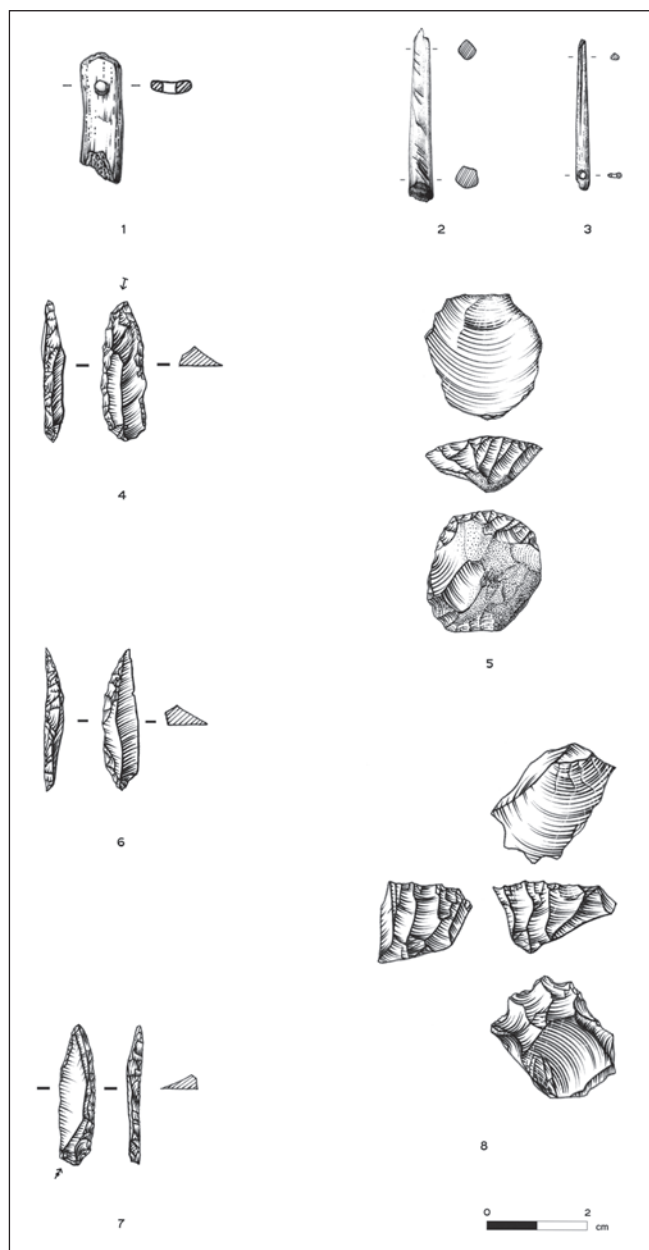


FIGURA 99: Piezas óseas y líticas del Abrigo de La Cabañina. 1: Costilla perforada. 2: Fragmento de azagaya. 3: Aguja. 4, 6 y 7: Puntas de dorso. 5 y 8: Raspadores nucleiformes. Dibujo: Elsa Duarte.

de abrasión y está pulido. En cuanto a la perforación, ésta se encuentra totalmente concrecionada, pero los bordes superiores de cada cara muestran un rebaje, que bien pudiera haber sido generado por el pulido o más verosímilmente por una perforación bicónica.

En el nivel III, aparte de alguna pieza menor una de las cuales podría ser un dudoso fragmento de azagaya de sección subcircular, se ha recuperado en el cuadro B2 un fragmento de punzón o azagaya (19 x 5 x 4 mm) de sección subcircular y delineación longitudinal es un tanto sinuosa. Muestra estrías muy marcadas, que se podrían conside-

rar más de raspado que de abrasión, máxime teniendo en cuenta el tipo de delineación indicada. Está pulida toda su superficie.

La pieza más relevante de todo lo hallado, aparecida en la zona del límite entre los niveles III y IV que venimos insistentemente aludiendo, nos sirve para controlar el carácter de la mezcla prehistórica y, sobre todo, permite acotar la matización expresada en el apartado de cerámica en relación con la presencia de individuos del Calcolítico o del Bronce. Se trata de una espátula (107 x 24 x 2 mm) (Fig. 100) procedente del cuadro A2, realizada sobre parte de la costilla de un mamífero grande, sirviendo la zona externa para configurar la cara superior de la pieza y la interna, pues conserva el tejido esponjoso, para la cara inferior.

Al estar completamente trabajada la pieza no se puede inferir el tipo de trabajo de producción, máxime cuando han sido eliminadas muchas de las huellas de fabricación al tener marcas de pulido en su totalidad.

Tiene forma alargada con un doble estrangulamiento en ambos lados del tercio proximal y la base tiene forma convexa. Los bordes laterales son rectilíneos y paralelos, ensanchándose un poco hacia la mitad de la pieza. Por su parte, el extremo distal tiene una delineación convexa, estando más elevado en la parte derecha que en la opuesta. Su espesor (2 mm) no varía a excepción de la base y sobre todo del extremo distal y ahí se produce la intersección entre ambas caras.

En la cara inferior se observa un pulido que la abarca completamente, sin marcas de fabricación, mientras que en la superior aparecen estrías longitudinales paralelas poco profundas en la zona meso-distal separadas entre sí de forma relativamente homogénea. Éstas indican una abrasión anterior al pulido, impidiendo este último ver todo su desarrollo a lo largo de la pieza. Por otra parte, existen unas estrías oblicuas en la cara superior, de mayor anchura, longitud y profundidad que las anteriores. Se concentran en el lateral derecho, con inclinación descendente. En ningún caso se ha podido precisar el punto de arranque. Son muy pocas las que llegan al borde de la pieza y las partes más elevadas de los surcos están pulidas, de modo que éstas son anteriores al pulido final.

Esas mismas estrías, con la misma inclinación, están presentes en la cara inferior. Sin embargo, aquí sólo llegan al borde derecho en tres casos. Se perciben principalmente en la parte central, que cuenta con una mayor depresión y es donde mejor se percibe la parte esponjosa del hueso.

El pulido es más intenso en los bordes, de modo que se rebaja ligeramente el extremo de cada borde en ambas caras generando una arista. La arista está marcada, aunque redondeada, a excepción del extremo proximal y el distal. En el extremo proximal, sin embargo, se diferencian a medida que nos acercamos a las muescas laterales, es



FIGURA 100: Dibujo y foto de la espátula del Calcolítico/Bronce. Dibujo: Elsa Duarte.

decir, es más intenso en la parte central que en los bordes. Y también en los tres salientes de los estrangulamientos, aunque los bordes convexos de éstos no presentan señales de pulido pero sí de trabajo quizá con un útil especializado con un movimiento longitudinal, como las marcas documentadas en el mismo.

En el extremo distal el adelgazamiento ha sido tan intenso que el borde del espesor de la pieza ha desaparecido. Aquí se aprecian estrías longitudinales, cortas y profundas. Tienden a desaparecer según se adentran en la pieza y a los 4 mm ya no son perceptibles, lugar donde cesa la pendiente que describen dichas estrías respecto al resto de la cara inferior. Otro tanto ocurre en la superior, siendo la pendiente y la longitud de penetración más reducida: 2 mm.

En el extremo distal, tanto de la cara superior como en la inferior, hay una concentración de saltados, pequeñas muescas y estrías en la parte distal de ambas caras. Ésta sería la parte opuesta al lugar donde se concentran la estrías

oblicuas. Quizá se trate de unas marcas relacionadas con el uso de la espátula. Esta concentración apunta también a una alternancia de las dos caras.

Denominamos pulido final al que se puede ver actualmente, puesto que desconocemos si ha habido uno anterior al uso y este último pulido fuese destinado a utilizar la pieza de nuevo. En cuanto al estrangulamiento, como carece de marcas de uso, saltados, etc., quizá no haya tenido una finalidad funcional sino decorativa, aunque no así el borde proximal, por el gran desarrollo de su pulido —¿acaso roce con la mano o adecuación de las aristas para su uso?—.

Aunque las espátulas sobre costilla tienen una cronología amplia, las que tienen escotaduras se ajustan más al Calcolítico y, sobre todo, el tratamiento empleado para confeccionarlas recuerda más al trabajo en esa época que a las anteriores o posteriores. Podemos encontrar paralelos, sin pretender ser exhaustivos, en el sureste hispano, como por

N = 1.901	ÚTILES		RESTO TALLA		NÚCLEOS		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CZA.)		SP		SPD		RAD	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	177	9,3	1.664	87,5	60	3,1	1.556	81,9	296	15,6	49	2,6	839	53,9	79	5,1	34	2,2
<b>Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y etapas históricas.</b>																		
N = 581	ÚTILES		RESTO TALLA		NÚCLEOS		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CZA.)		SP		SPD		RAD	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	43	7,4 <sup>0</sup>	525	90,4	13	2,2	445	76,6	119	20,5	17	2,9	201	45,2	15	3,4	5	1,1
<b>Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico.</b>																		
N = 1.320	ÚTILES		RESTO TALLA		NÚCLEOS		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CZA.)		SP		SPD		RAD	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	134	10,6	1.139	86,3	47	3,6	1.113	84,2	177	13,4	32	2,4	638	57,4	64	5,8	29	2,6

TABLA 8A: Nº de efectivos y frecuencia de la industria lítica de La Cabañina: total (arriba) y total por episodios culturales. SP = Sílex de Piloña. SPD = Sílex de Piedramuelle. RAD = Radiolarita. El resto de piezas de sílex no computadas en esas tres últimas variables se incluyen en los sílex indeterminados o alterados; además dichas variables se dividen siempre sobre el nº de efectivos del sílex.

<b>ÚTILES. Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y de las etapas históricas.</b>																		
N= 43	SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CZA.)		SP		SPD		RAD		LASCA		LÁMINA		LAMINILLA	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	31	72	10	23,3	2	7,4	15	48,4	0	0	2	6,5	30	69,8	5	11,6	6	14
<b>Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico.</b>																		
N= 134	SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CZA.)		SP		SPD		RAD		LASCA		LÁMINA		LAMINILLA	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	99	73,9	25	18,7	10	7,5	49	49,5	5	5	10	10	73	54,4	18	15,4	37	27,6

TABLA 8B: Nº de efectivos y frecuencia de los útiles. SP = Sílex de Piloña. SPD = Sílex de Piedramuelle. RAD = Radiolarita. El resto de las piezas de sílex no computadas en las tres variables correspondientes se incluyen en los sílex indeterminados o alterados; y los soportes no computados en las tres últimas variables se incluyen en los fragmentos indeterminados.

ejemplo en el yacimiento almeriense de Campos<sup>6</sup>. Esta pieza se sumaría a la propuesta de abogar por una adscripción al Calcolítico de la fase cultural citada como perteneciente al Calcolítico/Bronce, apoyándose en las cerámicas de Trespando y la acordonada citadas en el apartado anterior.

<sup>6</sup> Agradecemos a Ruth Maicas Ramos (Museo Arqueológico Nacional, Madrid) la colaboración prestada.

El nivel v ha entregado varias piezas, algunas muy menores con probables líneas grabadas, entre las que destaca un fragmento distal de azagaya (34 x 5x 4 mm) procedente del cuadro D1 (Fig. 99, nº 2), al que le falta un pequeño fragmento en la parte distal. El tipo de fractura proximal es en dientes de sierra, astillada, mientras que la distal, también astillada, podría ser considerada, aunque en este caso con dudas, como lengüeta en escalón propia

de una fractura de impacto. Su sección es cuadrangular, aunque mal definida, sobre todo en la parte proximal, donde conserva una zona redondeada, ofreciendo una sección tendente a trapezoidal. Este rasgo nos permite decir que el proceso de fabricación habría sido una sección redonda que pasaría a cuadrangular. Cuenta con una serie de líneas oblicuas, paralelas entre sí, pero que no mantienen una separación idéntica, que se prolonga a lo largo de la azagaya pasando de una cara a la contigua izquierda. Conserva estrías longitudinales paralelas y está completamente pulida.

Contamos también en el mismo cuadro D1 con un fragmento casi entero de aguja (29 x 3 x 2 mm) fabricada en hueso D1 (Fig. 99, nº 3). Tiene una fractura en escalón en el extremo distal. Su sección es ovalada en el extremo proximal y plano-convexa en el distal,

interrumpida por una ranura en la cara superior que va desde el extremo distal hasta casi la perforación (1 mm de diámetro, bicónica). Está pulida y tiene estrías de abrasión. Su conservación no es muy buena y presenta improntas de raíces.

Por último, también en D1, hay dos piezas de malacofauna marina de *Trivia sp.* con doble perforación. Una de ellas, la mayor (11 x 8 x 6 mm), está pulida en la parte convexa, mientras que la pequeña (7 x 5 x 4 mm) mantiene intacta su estructura general.

*La industria lítica (Fig. 99, nº 4-8. Tablas 8a-d y 10a).*

El sílex es la roca más utilizada, identificándose además tres variedades (sílex de Piloña, sílex de Piedramuelle y radiolarita) que reflejan cómo se ha organizado su reco-

RESTO DE TALLA. Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y de las etapas históricas.																						
N = 525		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (Czo. Cza.)		SP		SPD		RAD		LASCA		LÁMINA		LAMINILLA				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
	403	76,8	107	20,4	15	2,9			182	45,2	15	5,7	3	0,7			402	76,6	36	6,9	70	13,3
Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico.																						
N = 1.139		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (Czo. Cza.)		SP		SPD		RAD		LASCA		LÁMINA		LAMINILLA				
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
	967	84,9	150	13,2	22	1,9			566	58,5	58	6	18	1,9			687	60,3	88	7,7	332	29,2

TABLA 8C: N° de efectivos y frecuencia de resto de talla. SP = Sílex de Piloña. SPD = Sílex de Piedramuelle. RAD = Radiolarita. El resto de las piezas de sílex no computadas en las tres variables correspondientes se incluyen en los sílex indeterminados o alterados; y los soportes no computados en las tres últimas variables se incluyen en los fragmentos indeterminados.

NÚCLEOS. Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y de las etapas históricas.														
N = 13		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (Czo. Cza.)		SP		SPD		RAD		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	11	84,6	2	15,4	0	0			4	34,4	0	0	0	0
Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico.														
N = 47		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (Czo. Cza.)		SP		SPD		RAD		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	45	94	2	4	0	0			23	51,1	1	2,2	1	2,2

TABLA 8D: N° de efectivos y frecuencia de los núcleos. SP = Sílex de Piloña. SPD = Sílex de Piedramuelle. RAD = Radiolarita. El resto de las piezas de sílex no computadas en las tres variables correspondientes se incluyen en los sílex indeterminados o alterados.

lección: mayoritaria del sílex local (Piloña, *vid. supra*), pero también hay algunos ejemplares –con porcentajes muy bajos– de radiolarita que se localiza en las cercanías relativas del abrigo (por ejemplo, cantera de La Fontechina) y, sobre todo, del llamado sílex de Piedramuelle procedente de las proximidades de Oviedo.

Ciertamente los dos últimos son muy minoritarios en las fases metalúrgicas e históricas, pero su mayor frecuencia en los episodios paleolíticos y epipaleolíticos ratifica lo conocido sobre la integración de más variedades de materiales silíceos en esas etapas. Con todo, el grueso de conjunto se incluye en los sílex indeterminados o alterados por desilificación o rubefacción.

Siguiendo los mismos criterios que para los apartados precedentes, organizaremos el análisis de la industria lítica incluyendo ambos sectores de La Cabañina en dos grupos, en función de la existencia o no de cerámica.

Así, en los niveles del Calcolítico/Bronce (Fig. 99, nº 5), Hierro y de las etapas históricas los útiles están compuestos por denticulados, raspadores, muescas, laminillas de dorso, raederas, buriles y lascas retocadas. Respecto a los soportes a partir de los cuales están realizados los útiles y los restos de talla domina la lasca, seguida de la laminilla y luego la lámina.

En los niveles del Paleolítico/Epipaleolítico (Fig. 99, nº 4, 6, 7, 8) los útiles presentes son raspadores, buriles, muescas, denticulados, raederas, puntas y laminillas de dorso y lascas retocadas. Los soportes sobre los que están realizados los útiles y los restos de talla se distribuyen como en los casos anteriores en un claro dominio de la lasca, seguida de la laminilla y de la lámina.

Los núcleos de cuarcita son claramente minoritarios, de tipo discoide y orientados a la producción de lascas, siendo también en los núcleos el sílex de Piloña el más usado (básicamente de tipo prismático unipolar y bipolar y los núcleos-raspadores carenados) orientados principalmente hacia la producción de soportes de tipo laminar y microlaminar, aunque en algunos se observa que algunas de las últimas extracciones se corresponden con la obtención de lascas de pequeño tamaño.

Por otra parte, es llamativo el estado avanzado de abandono de dichos núcleos, bien por el agotamiento de la materia prima o debido a la imposibilidad de continuar con el proceso de talla ante la aparición de diversos accidentes de talla, como impurezas o diaclasas, que vienen determinados por la escasa calidad de la materia prima.

### La fauna (Tablas 9 y 10b)

El Abrigo de la Cabañina ha aportado un total de 3.119 restos, de los que se determinan 15 especies de vertebrados y un número mínimo de 100 individuos. La muestra se caracteriza por una elevada fragmentación y, por eso,

muchos de los restos son generalmente esquirlas de pequeño tamaño, quedando dentro de los indeterminados.

La fragmentación de los huesos puede deberse a diferentes agentes: unos antrópicos derivados de las prácticas carniceras (descarnado, desarticulación, limpieza de los huesos, fracturación para extraer la médula) y culinarias (asado, hervido de los huesos); y otros naturales (características del suelo, bacterias, carnívoros y la propia naturaleza de los huesos que ocasiona, con el paso del tiempo, una conservación diferencial por la cual se preservan las partes más duras del hueso –diáfisis o caña– y se deterioran o desaparecen las partes más blandas y esponjosas –epífisis o zona articular–.

Las modificaciones que se han observado en los huesos de la muestra responden a incisiones y fracturas ocasionadas por las prácticas carniceras, alteraciones por la acción del fuego, mordeduras de carnívoros y corrosión, debido a las condiciones edáficas.

Nuevamente, para una mejor comprensión de la fauna dividiremos el análisis incluyendo ambos sectores en dos grupos, en función de la existencia o no de cerámica:

### Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y de las etapas históricas

Del total de restos óseos (N = 1.370) existentes 209 son identificables y 1.161 no lo son. De los primeros se han identificado seis especies mamíferas y una de ave perteneciente a la familia *Phasianidae*, de los que se ha calculado un número mínimo de 62 individuos. Las especies mamíferas repartidas entre domésticos y silvestres son *Bos taurus* (bovino), *Equus caballus* (caballo), Ovicaprino (oveja/cabra), *Ovis aries* (oveja), *Canis familiaris* (perro), *Sus* sp. (cerdo/jabalí), *Cervus elaphus* (ciervo), *Capra pyrenaica* (cabra montés) y *Canis lupus* (lobo).

La especie doméstica mejor representada es la ovi-caprina, de la que sólo se ha podido identificar específicamente un resto de *Capra hircus* (cabra). Las edades de muerte están dominadas por los animales adultos de más de tres años con nueve individuos, además de constatar la presencia de un subadulto, dos juveniles y tres infantiles. Le sigue en importancia el ganado bovino con un número mínimo de siete individuos con unas edades de sacrificio correspondientes a dos adultos viejos, tres adultos, un subadulto y un infantil.

Este modelo de gestión de la cabaña ovina y caprina en el que prima el mantenimiento de los animales adultos está relacionado con el aprovechamiento cárnico, pero también con el de obtener productos secundarios como leche, queso, lana y pieles. El sacrificio de los juveniles estaría destinado al consumo de carne. En el caso del ganado bovino también se mantienen a los animales adultos, incluso de edad avanzada, por lo que no se descarta su utilización como fuerza de tracción o de tiro.

FAUNA

Niveles del Calcolítico/Bronce, Hierro y de las etapas históricas.				
ESPECIE	N	%	NMI	%
<i>Bos taurus</i>	55	4,01	15	24,2
<i>Equus caballus</i>	1	0,1	1	1,6
Ovicaprino	50	3,6	20	32,3
<i>Capra hircus</i>	1	0,1	1	1,6
<i>Canis familiaris</i>	1	0,1	1	1,6
<i>Sus</i> sp.	22	1,60	9	14,5
<i>Ovis aries</i>	2	0,1	2	3,2
<b>Subtotal domésticos</b>	<b>132</b>	<b>9,6</b>	<b>49</b>	<b>79</b>
<i>Capra pyrenaica</i>	1	0,1	1	1,6
<i>Cervus elaphus</i>	73	5,3	10	16,1
<i>Canis lupus</i>	2	0,1	1	1,6
Phasianidae	1	0,1	1	1,6
<b>Subtotal silvestres</b>	<b>77</b>	<b>5,6</b>	<b>13</b>	<b>21</b>
<b>Indeterminados</b>	<b>1.161</b>	<b>84,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Total	1.370	100	62	100

Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico.				
ESPECIE	N	%	NMI	%
<i>Capra pyrenaica</i>	9	0,9	5	25
<i>Cervus elaphus</i>	59	5,8	9	45
<i>Capreolus capreolus</i>	2	0,2	2	10
<i>Sus scrofa</i>	1	0,1	1	5
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	2	0,2	1	5
<i>Fulica atra</i>	1	0,1	1	5
Avifauna indet.	2	0,2	1	5
<b>Subtotal silvestres</b>	<b>76</b>	<b>7,5</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<b>Indeterminados</b>	<b>937</b>	<b>92,5</b>	<b>0</b>	
Total	1.013	100	20	100

TABLA 9: N° de efectivos, número mínimo de individuos (NMI) y frecuencias de la fauna de La Cabañina.

Los suidos (*Sus* sp.) presentan un patrón de sacrificio orientado preferentemente hacia los subadultos, cuando los animales han alcanzado un peso óptimo. El principal producto que aportan los cerdos es el cárnico, pues se aprovecha todo de este animal.

El caballo sólo está representado por un diente hallado en el nivel III, siendo su presencia en el abrigo muy marginal. Lo mismo ocurre con el perro, también repre-

sentado por un único resto en el nivel I, correspondiente a un canino inferior.

El ciervo aparece como la única especie cazada y su presencia ha disminuido de manera considerable con respecto a los niveles inferiores (*vid. infra*). Los ciervos son cazados preferentemente a edad adulta, y transportados enteros al abrigo para su procesado.

N = 425	ÚTILES		RESTO TALLA		NÚCLEOS		SÍLEX		CUARCITA		OTROS (CZO. CLZA.)	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	16	3,8	409	96,2	0	0	348	81,9	62	14,6	15	3,5

TABLA 10A: Industria lítica de la capa 6ª del nivel IV, sector La Cabañina.

ESPECIE	N	%	NMI	%
<i>Bos taurus</i>	8	1,1	3	14,3
Ovicaprino	15	2,1	3	14,3
<i>Ovis aries</i>	3	0,4	1	4,8
<i>Capra hircus</i>	1	0,1	1	4,8
<i>Canis familiaris</i>	1	0,1	1	4,8
<i>Sus sp.</i>	12	1,7	5	23,8
<b>Subtotal domésticos</b>	<b>40</b>	<b>5,5</b>	<b>14</b>	<b>66,7</b>
<i>Cervus elaphus</i>	36	4,9	3	14,3
<i>Capreolus capreolus</i>	1	0,1	1	4,8
<i>Dama dama</i>	1	0,1	1	4,8
<i>Sus scrofa</i>	1	0,1	1	4,8
<i>Fulica atra</i>	1	0,1	1	4,8
<b>Subtotal silvestres</b>	<b>40</b>	<b>5,5</b>	<b>7</b>	<b>33,3</b>
<b>Indeterminados</b>	<b>647</b>	<b>89</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>727</b>	<b>100</b>	<b>21</b>	<b>100</b>

TABLA 10B: Fauna de la capa 6ª del nivel IV, sector La Cabañina.

Cabe destacar que Cabañina II ofrece una menor cantidad de restos en todos sus niveles, excepto en el nivel III que proporciona el grueso del registro óseo (88,6%) de este sector. En el nivel V, sólo representado en los cuadros D-10 y E-10, las únicas especies identificadas son ciervo y cabra montés y se caracteriza por la ausencia de domésticos, que aparecen a partir del nivel IV con el registro del bovino. En los niveles con domésticos de esta zona contienen más animales de edad juvenil en el caso de los ovicaprinos.

El ciervo sigue siendo la especie cazada por excelencia manteniéndose la preferencia por los animales adultos. Mencionamos también el hallazgo de dos molares de lobo (el primer molar superior mide: longitud: 14,86 mm y anchura: 21,45 mm) en el nivel III pertenecientes a un

individuo adulto de gran tamaño si lo comparamos con las medidas de lobos actuales (Pérez Ripoll *et al.*, 2010).

#### Niveles del Paleolítico/Epipaleolítico

En este caso, del total de restos óseos (N = 1.749) existentes, 165 son identificables y 1.584 no lo son. Sin embargo, a la hora de estudiar la fauna, como ocurre con la industria lítica, se pone de manifiesto lo ya expuesto relativo a la mezcla en tiempos pretéritos de materiales en la zona del límite entre los niveles III y IV del sector denominado Cabañina (Calcolítico/Bronce *versus* Paleolítico/Epipaleolítico); pero a diferencia de lo que ocurre con la cerámica o la industria ósea, en donde es factible asignar ciertas piezas singulares a un horizonte cultural u otro, con la fauna y la industria lítica es materialmente imposible o, cuando menos, muy difícil.

La solución está en individualizar la capa límite incluida en el nivel IV –que es la 6ª– de las restantes capas inferiores (7ª y 8ª). Así, en dicha capa 6ª (N = 736) aparecen *Bos taurus* (bovino), *Ovis aries* (oveja), *Capra hircus* (cabra), Ovicaprino (oveja/cabra), *Canis familiaris* (perro), *Sus sp.*, además de *Cervus elaphus* (ciervo), *Capreolus capreolus* (corzo), *Dama dama* (gamo), *Sus scrofa* (jabalí) y *Fulica atra* (focha común) –que son silvestres–; mientras que en las capas 7ª y 8ª (N = 1.013) de ese nivel están presentes las siguientes especies silvestres: *Capra pyrenaica* (cabra montés), *Cervus elaphus* (ciervo), *Capreolus capreolus* (corzo), *Dama dama* (gamo), *Sus scrofa* (jabalí)<sup>7</sup> y *Fulica atra* (focha común).

Las especies silvestres dominan en número de restos, sin embargo las domésticas están mejor representadas en número mínimo de individuos, apreciándose, además, cierta proporción entre ambos grupos de especies. Esto nos indica que el aporte cárnico derivado de las actividades cinegéticas era de gran importancia y constituía un complemento importante del obtenido en la cabaña ganadera.

El grupo ovicaprino (ovejas y cabras) es el mejor representado entre las especies domésticas. Dentro de este grupo se han podido distinguir tres restos de *Ovis aries* y uno de *Capra hircus* (Boessneck, 1980). Las edades de muerte de los individuos son de un adulto, un subadulto, un juvenil y dos neonatos. De bovino se ha determinado un número mínimo de tres individuos con edades de sacrificio correspondientes a un adulto, un subadulto y un infantil, mientras que los suidos (*Sus sp.*) están representados por seis individuos, en los que encontramos un adulto, un subadulto, dos juveniles, un infantil, además de un nonato (Silver, 1980; Bull y Payne, 1982).

Se observa en los tres taxones un patrón de sacrificio orientado hacia los animales jóvenes y, por tanto, un modelo de explotación enfocado principalmente a la obtención de carne, aunque también pueden aprovechar otros elementos como los tendones, la piel, las cornamentas y los huesos; estos últimos para la elaboración de utensilios o para ser utilizados como combustible (Iborra, 2004).

Por lo que respecta a los animales silvestres el peso de la caza recaía sobre el ciervo, preferiblemente de individuos adultos, aunque también se han hallado restos de un infantil (Mariezkurrena, 1983). Esta especie contiene todas las partes esqueléticas indicando que los animales

abatidos fueron transportados íntegramente al abrigo, donde se procedía a su procesado. Además de su carne, el ciervo también es cazado por sus huesos y por sus astas para la fabricación de instrumentos. Su hábitat es amplio, aunque prefiere las zonas colindantes entre el bosque y los espacios abiertos.

Las otras especies silvestres identificadas, la cabra montés, el corzo, el gamo y el jabalí tienen una baja representación en la muestra, y en este sentido, parecen ser especies cazadas de manera puntual. También se han registrado dos restos correspondientes a un fémur y un tibiatarso de *Fulica atra* (focha común), que no presentan ningún tipo de marca de carnicería por lo que su presencia en el abrigo podría estar relacionada con un aporte natural y no antrópico. Es un ave que habita en aguas tranquilas de charcas, ríos o lagos poco profundos.

Respecto a la fauna del nivel V las especies determinadas son: *Cervus elaphus* (ciervo), *Capra pyrenaica* (cabra montés), *Capreolus capreolus* (corzo) y *Oryctolagus cuniculus* (conejo).

El ciervo y la cabra montés son las especies dominantes tanto en número de restos como en número mínimo de individuos. El ciervo está representado por todas las partes anatómicas, la craneal, incluyendo fragmentos de asta, así como por los miembros anteriores y posteriores; sin embargo la cabra montés no presenta en la muestra ningún resto craneal.

Las prácticas carniceras derivadas del descarnado y descuartizamiento de los animales se constatan por las incisiones y fracturas observadas en los huesos. En este sentido, han aparecido numerosos fragmentos longitudinales de diáfisis de huesos largos con fracturas producidas por golpeo, además de una falange primera de ciervo de gran tamaño fracturada de forma longitudinal con el objetivo de extraer la médula y poder aprovechar al máximo la materia grasa. Estos patrones de fracturación ósea tan intensivos son característicos de los momentos finales del Paleolítico, donde el máximo aprovechamiento de los recursos coincide con el desarrollo de la caza especializada y una menor movilidad de los grupos humanos (Pérez Ripoll y Martínez Valle, 2001). También se han documentado en diversas costillas incisiones profundas relacionadas con el proceso de descarnado.

En la caza del ciervo hay una preferencia por los animales subadultos y jóvenes, mientras que en la cabra montés encontramos la presencia de dos adultos, un juvenil y un infantil. El corzo y el conejo tienen una representación poco relevante en la muestra.

En definitiva, el amplio abanico estratigráfico aportado por el Abrigo de la Cabañina nos ha entregado un sugestivo repertorio relacionado uno con la economía

<sup>7</sup> En relación con los suidos de las capas 6ª y 7ª ha surgido una dificultad, debido a la fragmentación de la muestra, al no poderse en muchos de los casos diferenciar con seguridad entre la forma doméstica (*Sus domesticus*) y la silvestre (*Sus scrofa*); motivo por el cual se ha dado la denominación genérica.

caza-recolectora y otro con la economía de producción, que también ofrece información sobre prácticas alimenticias diferenciadas: en las fases históricas domina la fauna doméstica sobre la salvaje, indicando una gestión del ganado dirigida a la obtención de productos secundarios además del consumo cárnico. En la etapa metalúrgica están equilibrados ambos tipos faunísticos, y de acuerdo con las cohortes de edad determinadas en los bovinos, los ovinos y los cerdos hay una selección en el sacrificio de animales jóvenes, de manera que en este caso la gestión del ganado estaría orientada fundamentalmente al consumo de carne, manteniendo, al mismo tiempo, las especies silvestres un papel económico importante. Y, obviamente, en el episodio Paleolítico/Epipaleolítico se produce un consumo exclusivo de fauna salvaje.

### *La malacofauna*

Este estudio ha comenzado recientemente, por lo que los datos son provisionales. Puede avanzarse que hay una significativa cantidad de caracoles terrestres (*Helix nemoralis* entre otros) y un discreto número de lapas (*Patella sp.*) de pequeño tamaño y de alguna otra especie marina. Esto es interesante porque demuestra la conocida diversificación alimenticia desde las fases finales del Paleolítico en adelante y corrobora el movimiento de personas (y viandas) hacia y desde el mar que, aunque no está muy lejos, se encuentra aproximadamente a 20 km de Colunga y a 30 km de Villaviciosa.

### *Conclusión*

La incorporación del complejo cárstico de El Sidrón al reducido elenco de cavidades con evidencias pertenecientes a la prehistoria reciente y a épocas históricas, y no sólo a sociedades cazadoras-recolectoras, confiere al lugar un interés todavía mayor.

Es cierto que el material arqueológico no ofrece grandes posibilidades interpretativas, pero es otro punto en el mapa poblacional de la larga historia asturiana, y los datos reflejan bien los procesos socio-económicos allí vividos, y, claro, siempre se podrá volver a excavar en el abrigo a fin de recuperar más información.

De todo lo expuesto, y precisamente por la fragilidad demostrativa de algunos elementos recuperados, hay que apurar la argumentación referente a la asignación de los materiales atribuidos al Calcolítico/Bronce. En efecto, como a veces ocurre en arqueología, los artefactos no están exactamente donde deberían estar, por lo que es preciso hacer un ejercicio analítico específico para aprovechar su potencial informativo: la muy ilustrativa cerámica tipo Trespando catalogada como de época Calcolítico final/Bronce antiguo ha aparecido fuera de su posición estratigráfica correcta, pero es una de las pocas piezas cuyas

características morfológicas son inconfundibles y, además, hay propuestas nuevas que la asignan al Calcolítico y no al Bronce.

Por otra parte, la magnífica espátula ósea tampoco estaba en su exacto contexto estratigráfico, aunque en este caso no hay duda de que pertenece a esa atribución genérica Calcolítico/Bronce, como hemos razonado en páginas precedentes; y por algunas particularidades de la misma todo apunta a que es más posible que pertenezca al Calcolítico que al Bronce. Ello induce, pues, a proponer una estancia de individuos calcolíticos en el Abrigo de la Cabañina.

Asimismo, hay que apurar la asignación de los restos registrados como del Paleolítico/Epipaleolítico. Su presencia sólo se atestigua en los niveles IV y V del sector de La Cabañina, es decir el protegido por la visera del abrigo y, además, el nivel V sólo apareció en la base del cuadro DI en una pequeña parte del mismo, debido a la presencia de un gran bloque de conglomerado. Entregó unas pocas piezas, principalmente óseas, que en nuestra opinión pertenecen al Magdaleniense, aunque bien podrían ser azilienses. En esa misma zona el nivel IV, que no ofrece nada determinante, presenta unos objetos que no desentonan en contextos epipaleolíticos, sin embargo, puede haber muy tímidos indicios de que podamos estar en otros entornos culturales posteriores, apoyándonos en la duda relacionada con la posible pertenencia de los suidos de ese nivel a la especie doméstica en vez de a la silvestre, en la cerámica acordonada recuperada y en los testimonios malacológicos. A la espera de los resultados definitivos de la malacofauna, queda en cuarentena su definitiva atribución del nivel IV aunque la proposición de partida es que por La Cabañina también transitaban grupos epipaleolíticos.

### ABRIGO DE LA TUMBA

Ante la falta de hallazgos musterienses en La Cabañina focalizamos la atención en este abrigo que, a pesar de estar bastante desmantelado, también tiene unas condiciones relativamente favorables. En las campañas de 2006 y 2007 hicimos varios sondeos entre el interior de la cueva y puntos del exterior, pero tan sólo encontramos algunas piezas líticas que imposibilitan hacer cualquier dictamen arqueológico (Fig. 13).

### VERTICAL EXTERIOR DE LA GALERÍA DEL OSARIO

La información proporcionada por el Osario, La Cabañina y La Tumba unida al descubrimiento de materiales de industria lítica en un área bastante amplia en los alrededores de la vertical aludida y a la búsqueda de datos objetivos sobre el lugar de entrada de los restos a la

consabida Galería del Osario, aconsejaron intensificar las acciones ya emprendidas, y más arriba explicitadas, mediante la realización de sondeos mecánicos y arqueológicos (Fig. 10), de más perfiles tomográficos y gravimétricos y la pertinente topografía.

Los sondeos arqueológicos, organizados en la vertical del Osario y en la parte superior, media e inferior del talud que desciende al poljé y en la terraza subsiguiente, se emprendieron en función de las necesidades de la investigación geomorfológica para compaginar los datos de la tomografía, la gravimetría y la topografía con el estudio directo del terreno, y cuyos resultados están expuestos en páginas precedentes de esta monografía y en las conclusiones generales. En dichos sondeos, que tuvieron diferentes tamaños (10, 6, 4 y 3 m<sup>2</sup>), aparecieron, sobre todo en los primeros cincuenta centímetros, algunos cristales, plásticos, tejas, piezas líticas, etc., y siempre nódulos o fragmentos de nódulos de sílex en estado natural; lo cual impide afirmar con rotundidad que ahí se encuentra el yacimiento arqueológico *sensu stricto*.

Esto no significa, en absoluto, que no haya evidencias en otro lugar próximo o que éstas se encuentren, y será también posible, a mayor profundidad; y además en las prospecciones realizadas hasta la fecha hemos encontrado tres lugares que tienen muy buenas posibilidades de contener un yacimiento previsiblemente del Musteriense, que vamos a estudiar en detalle en próximas campañas.

## ZONA INTERIOR

### CAMPAÑAS ESPELEOTÉCNICAS<sup>8</sup> Y ARQUEOLÓGICAS EN LA VERTICAL INTERIOR DE LA GALERÍA DEL OSARIO.

Antes de levantar todo el depósito de la zona comprendida entre F-G-H/II-8 (Fig. 9), se realizaron dos breves campañas espeleotécnicas para explorar el techo de la Galería del Osario a fin de localizar posibles zonas de aporte de material procedentes de galerías colgadas y situadas por encima de la del Osario (Fig. 15). Tras advertir que había buenas posibilidades y la viabilidad del estudio se hizo una instalación fija para poder hacer las maniobras de acceso y, naturalmente, asegurar la integridad de los miembros del equipo.

En la campaña de 2009 se exploraron todos los posibles conductos de conexión de la Galería del Osario con un hipotético nivel superior del que podrían proceder los restos óseos y de industria lítica. En algunos de ellos se pudo obtener muestra de sedimentos que fueron anali-

zados e inspeccionados *in situ*. En muchos de los casos se corroboró que la mayor parte de estos conductos no muestran continuidad con niveles superiores y acaban en roca caja.

Ante los resultados obtenidos en la repisa formada a favor de una colada estalagmítica situada sobre las cuadrículas H/II-12 (Fig. 9), por contener varias etapas de formación del depósito estalagmítico sobre y entre las cuales existe un relleno sedimentario arenoso que proviene de varios conductos abiertos en la pared oeste de la Galería del Osario y que van a dar a dicha colada. De modo que en 2009 y 2010 se intervino en esos conductos, denominados colada-1, colada-2 y colada-3 (Fig. 15), en los que aparece abundante microfauna ya en la superficie del depósito, y según se avanza en la excavación se observa que el relleno sedimentario se encuentra entre dos fases de colada y junto a la fauna aparecen gravas dispersas y entre ellas algunos cantos negros de pequeño tamaño (5-8 mm), lo cual augura buenas perspectivas para explicar el modelo de relleno de la galería.

### GALERÍA DE LOS HUESOS

Por los datos conocidos en esta galería (Fig. 3) aparecieron restos faunísticos y, además, estaba muy próxima a la Galería de las Pinturas, lo que avala una intervención en tres sondeos para comprobar si se encontraban más evidencias arqueofaunísticas.

### Industria lítica

Frente al significativo volumen de material faunístico, las excavaciones en la Galería de los Huesos han proporcionado una exigua colección lítica que engloba 13 piezas (dos útiles, tres núcleos y ocho restos de talla). Esos elementos definen una industria caracterizada por el empleo dominante del sílex para la producción lítica, con un total de 10 piezas realizadas sobre esta materia prima (76,92%), mientras que sólo tres han sido realizadas sobre cuarcita. Destaca, asimismo, el predominio del sílex de Piloña que, con un total de 8 piezas representa un 61,54% del conjunto, y dentro del cual podrían quizás incluirse los dos restantes elementos silíceos cuya materia prima específica no ha podido reconocerse como consecuencia de su elevado grado de desilificación.

Si se atiende, finalmente, a las características específicas de las piezas retocadas, se observa que los dos útiles identificados en la colección presentan retoque abrupto sobre un borde, definiendo una lámina con borde abatido parcial y una laminilla con dorso apun-

<sup>8</sup> Agradecemos a Javier Lario y a Ángel Fernández Cortés la colaboración prestada en este punto.

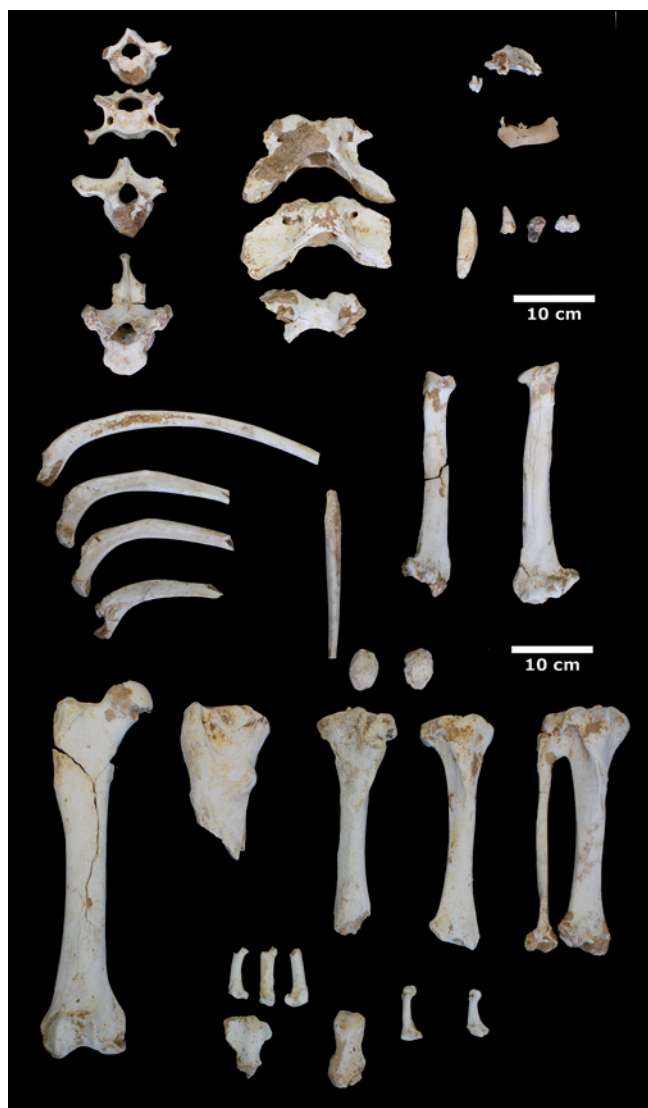


FIGURA 101: Selección de restos esqueléticos de diferentes individuos de oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*) recuperados en los sondeos 1 y 3 de la Galería de los Huesos. Es destacable el buen estado de conservación de los fósiles.

tada; además de la presencia de una gran lámina en sílex (94,5 x 33,3 x 7,9 mm) con pseudo-retoque de uso en ambos bordes.

La laminilla de dorso apuntada adquiere especial interés por cuanto su morfo-tipometría se aproxima a la de las puntas de La Gravette presentes en otros yacimientos de la región, si bien no desentona tampoco con las características propias de las puntas de dorso presentes en los momentos finales del Paleolítico o del Epipaleolítico y que han sido identificadas también en el Abrigo de la Cabañina en el ámbito exterior de la cueva.

En este marco, la atribución cultural del conjunto se ve limitada por el carácter notablemente reducido de la serie lítica, así como por la escasez de útiles y la restringida



FIGURA 102: Algunos fósiles del sondeo 1 de la Galería de los Huesos. 1: Molares de ciervo (*Cervus elaphus*). 2: Molares de caballo (*Equus sp.*). 3: Metatarsos y metacarpos de cérvido.

significación de los mismos de tal forma que es objetivamente imposible determinar el periodo tecno-cultural concreto de su producción.

### La fauna<sup>9</sup>

En la Galería de los Huesos se han recuperado 89 restos óseos de los cuales 33 se recuperaron en el sondeo 1, 11 en el sondeo 2 y 45 en el sondeo 3 (Figs. 101 y 102). No se han encontrado restos humanos, pero, como se expone en el apartado anterior, sí hay industria lítica. Esta colección está todavía siendo estudiada, pero pueden avanzarse algunos resultados. Los fósiles aparecen muy bien conservados, con muy poca concreción calcárea. Algunos huesos presentan surcos y depresiones resultantes del consumo realizado por una o varias especies de carnívoros, entre los que estarían los osos y las hienas. En algunas costillas se han documentado huellas de haber sido roídos.

Entre las especies identificadas podemos citar al caballo (*Equus sp.*, un individuo adulto), varios cérvidos, como el ciervo común *Cervus elaphus* (un individuo adulto), y

<sup>9</sup> El texto relacionado con la fauna de la Galería de los Huesos ha sido realizado por Antonio Rosas, Rosa Huguet, Almudena Estalrich, Antonio García-Taberner, Samuel García-Vargas, Markus Bastir, y Ángel Peña-Melián.

también posiblemente gamo (*Dama dama*). Hay también carnívoros como la hiena de las cavernas (*Crocuta crocuta spelaea*, un individuo inmaduro) y la más numerosa de todas, el oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*), con seis individuos de los cuales cuatro son adultos (al menos uno de ellos macho) y dos juveniles.

Como ya se ha mencionado de la totalidad de restos recuperados, la mayoría (56,2%) pertenecen al oso de las cavernas. Éste es uno de los animales más conocidos del final del Pleistoceno, junto con el mamut y el rinoceronte lanudo. En esa época era muy abundante en toda Europa, excepto en las zonas de estepas, ya que su hábitat preferido son los bosques mixtos. En la Península Ibérica se han encontrado numerosas cuevas con restos de este animal principalmente en la Cordillera Cantábrica (por ejemplo, Eirós en Galicia, Arrikruz en el País Vasco, Cueva de La Lucía en Cantabria, Cueva de Tito Bustillo en Asturias). Vivía en cuevas (de ahí su nombre) y en ellas pasaba el invierno, traía sus crías al mundo y también moría. Solía adentrarse mucho en las cuevas, buscando refugio. Era omnívoro, es decir consumía tanto carne como vegetales, aunque tendría preferencia por estos últimos. Era de tamaño mayor que el oso pardo actual (*Ursus arctos*), pudiendo llegar a pesar un macho más de 400 kg, y había gran dimorfismo sexual, siendo los machos mucho mayores que las hembras.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS CABAL, P.; MARTÍNEZ VILLA, A. y PÉREZ SUÁREZ, C. 1986. «La cueva sepulcral de Trespando (Corao, Cangas de Onís, Asturias)», BIDEA, 120: 1259-1289.
- BOESSNECK, J. 1980. «Diferencias osteológicas entre las ovejas (*Ovis aries* Linne) y cabras (*Capra hircus* Linne)». En BROTHWELL, D. y HIGGS, E. (Eds.): *Ciencia en Arqueología*. Fondo de Cultura Económica. México: 338-366.
- BULL, G. y PAYNE, S. 1982. «Tooth eruption and epiphysial fusion in pigs and wild boar». En PAYNE, S.; WILSON, B. y GRIGSON C. (Eds.): *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. B.A.R. 109. Oxford: 55-72.
- GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, J. A. 2003. *Peñaferruz (Gijón). El castillo de Curiel y su territorio*. VTP Editorial. Gijón.
- IBORRA, M. P. 2004. «La ganadería y la caza desde el Bronce final hasta el Ibérico final en el territorio valenciano». *Serie de Trabajos Varios del Servicio de Investigación Prehistórica*, 103. Valencia.
- MARIEZKURRENA, K. 1983. «Contribución al conocimiento del desarrollo de la dentición y el esqueleto post-craneal de *Cervus elaphus*». *Munibe*, 35: 149-202.
- MARTÍNEZ VEGA, A. 2003. *La población primitiva en el valle del Piloña*. Discurso de recepción en el RIDEA. Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo.
- PÉREZ MIPOLL, M. y MARTÍNEZ VALLE, R. 2001. «La caza, el aprovechamiento de las presas y el comportamiento de las comunidades cazadoras prehistóricas». En VILLAVEDE, V. (Coord.). *De Neandertales a Cromañones. El inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas*. Universidad de Valencia. Valencia: 73-98.
- PÉREZ RIPOLL, M.; MORALES, J. V.; SANCHIZ, A.; AURA, E. y SARRIÓN, I. 2010. «Presence of the genus *Cuon* in upper Pleistocene and initial Holocene sites of the Iberian Peninsula: new remains identified in archaeological contexts of the Mediterranean region». *Journal of Archaeological Science*, 37: 437-450.
- PRIETO, J. L.; ABENZA, J. M.; MONTES, R.; SANGUINO, E. y MUÑOZ, E. 2001. «Hallazgos antropológicos y arqueológicos en el complejo kárstico de El Sidrón (Vallobal, Infesto, Concejo de Piloña, Asturias)». *Munibe*, 53: 19-29.
- RUIZ COBO, J. 1996. «La cerámica de la Edad del Hierro en el sector central de la Cornisa Cantábrica». En *La arqueología de los cántabros. Actas de la Primera Reunión sobre la Edad del Hierro en Cantabria* (Santander, mayo de 1995). Santander: 115-147.
- SILVER, I. 1980. «La determinación de la edad de los animales domésticos». En BROTHWELL, D. y HIGGS, E. (Eds.): *Ciencia en Arqueología*. Fondo de Cultura Económica. México: 289-308.
- VEGA MAESO, C. En prensa. «La cerámica calcolítica en la región Cantábrica: los restos de la Cueva de La Llana. Andrín. Asturias». *III Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica* (Barcelona, mayo de 2010).



## 5. CONCLUSIONES



En las páginas precedentes se ofrecen argumentos que explican muchas de las preguntas formuladas al principio. Es cierto que todavía quedan varias cosas por encontrar, algunos temas que abordar, ciertas inferencias que pulir y, siempre, repensar los resultados obtenidos para entregar una proposición interpretativa coherente, razonada, verosímil y lo más aproximada posible a la realidad de partida. ¡Ésa al menos es nuestra intención!

La investigación es –y ha sido– extraordinariamente atractiva porque nos obliga a buscar fórmulas que perfilen, con el debido rigor, las incertidumbres y las sombras, y porque constituye un desafío a la hora de indagar los más variados procedimientos que, a partir de evidencias complejas, ahonden en la presentación cabal de qué hacían y cómo se comportaron nuestros antepasados neandertales.

Si resumiéramos lo más explícito de nuestra interpretación, como por ejemplo juntando las imágenes representadas en las figuras 19, 41, 59, 60, 79, 89 y 90, podríamos concluir lo siguiente: unos determinados procesos del medio físico construyeron un sistema cárstico susceptible de haber sido ocupado por unos grupos humanos (en diferentes épocas y distintas culturas) y que, además, sirvió de contenedor de sus restos como consecuencia, en el caso de los neandertales, de un, hoy afortunado, evento excepcional y catastrófico.

Ahora sabemos con bastante aproximación el área por donde entraron, la cual se encuentra colapsada, llena de grandes bloques y a unos siete o diez metros de profundidad. Lo interesante es que ahí pueden quedar todavía más restos que nos revelarían con detalle qué pasó allí (¿los enterraron, los tiraron?, etc.) y, también, si era un lugar de habitación o sólo de agregación para las particulares tareas culinarias deducidas.

Al menos eran doce personas, seis adultas y seis repartidas entre la adolescencia, lo juvenil y lo infantil, corpulentas y de estatura media, de las cuales se han podido identificar tres especímenes femeninos (todos ellos adultos) y seis masculinos. Tenían una constitución física especializada e inconfundible (neandertales clásicos), con una

cara más ancha y menos prognata que sus homólogos del norte de Europa; todos eran diestros y sufrieron en algún momento estrés fisiológico, y varios usaron la boca como una tercera mano.

Uno de los adultos masculinos tuvo serios problemas bucales y dolores; casi con seguridad una de las mujeres adultas era pelirroja; algunos individuos, pero no todos, fueron canibalizados, y el varón Adolescente 1, es decir el protagonista de El Sidrón en el proyecto del Genoma Neandertal (el inventariado con el nº 1253) tenía el grupo sanguíneo O 01, podía detectar el gusto amargo –pero menos– y su gen relacionado con el lenguaje (FOXP2) presentaba los mismos cambios de aminoácido que los humanos modernos.

Además, fabricaron preferentemente herramientas con el sílex local, que nosotros hemos identificado en otros yacimientos musterienses en las cercanías de Oviedo por ejemplo, pero también en estaciones de otras épocas paleolíticas a distancias incluso mayores hacia el oriente cantábrico; y todos los restos de la industria lítica se trabajaron ahí, acompañaron a los huesos humanos en su viaje al interior de la cavidad y se han podido remontar unos cuantos fragmentos de modo que podemos inferir que el proceso de entrada y el cultural constituyen un evento único. Y todo ello hace unos 49.000/50.000 años antes del presente.

Visto de esa manera, esos vestigios adquieren una dimensión mucho más próxima en relación a nosotros, son humanos con sus grandezas y sus miserias; así al menos es como lo sentimos.

## EL FUTURO

La investigación debe seguir inexorable porque quedan bastantes cosas por hacer. Hay que continuar extrayendo el registro arqueológico y antropológico que permanece en el interior; hay que indagar en la zona externa identificada como lugar de entrada del material; hay que buscar el yacimiento arqueológico y los que puedan estar vinculados con El Sidrón en las cercanías relativas; hay que

profundizar en los estudios antropológicos y genéticos y abrir nuevas líneas de investigación y hay que estudiar los filos de las piezas líticas (traceología), etc. En resumen,

aunque ya tengamos un elocuente panorama de ese grupo humano, tenemos que dar la forma definitiva a la interpretación de su mismidad.

## 6. LA GALERÍA DE LAS PINTURAS



El texto de este apartado fue redactado íntegramente por Javier Fortea para el preceptivo informe a la Consejería de Cultura de la campaña de 2000. El carácter de la investigación en el complejo de El Sidrón obligaba, metodológicamente, a separar el estudio de la Galería de las Pinturas del de la Galería del Osario y otras áreas, hasta haber finalizado la primera fase de intervención en el yacimiento. Lo reproducimos aquí para dejar constancia de las observaciones preliminares sobre el arte parietal de la cueva.

\* \* \*

La denominada Galería de las Pinturas (Pinto, 1975) se encuentra hacia la mitad del eje longitudinal de la cueva. Se trata de una galería elevada, fósil y sin circulación de agua, perteneciente al nivel superior de la cueva y es prácticamente paralela a dicho eje. Su longitud es de unos 28 m, que pasan a una estrecha gatera en su tercio final (Fig. 103). Las primeras manifestaciones gráficas aparecen en su pared S, al poco de traspasar la verja, y consisten en dos conjuntos adyacentes de grabados. Salvo algún que otro resto menor desperdigado, las paredes de los 18 m lineales siguientes carecen de pinturas y grabados hasta llegar al punto grafiado en el plano con P4.

A partir de aquí, en los 8 m lineales del tercio final de la galería (véase escala específica en la figura 103) aparece

un nutrido conjunto de grabados y algunas pinturas en sus paredes N y S (Fig. 104); y la galería se convierte en un paso angosto y de escasa altura, siendo necesario el desplazamiento a gatas o a rastras. Las pinturas y grabados no aparecen uniformemente a lo largo de aquellos 8 m, sino que se sitúan en tres zonas bien delimitadas. La primera zona se extiende entre los puntos 0,5 y 3,5 m. Nada más franquear un paso muy angosto, el comienzo del dispositivo gráfico está anunciado por un corto trazo plafonante de color rojo carmín. Siguen por la pared S varios conjuntos de líneas grabadas subparalelas dispuestas más o menos en vertical u oblicuamente, que se asocian a algunos trazos rectilíneos o curvilíneos pintados con el mismo color. En los mismos metros de la opuesta pared N no hay prácticamente nada, salvo alguna raya grabada y varios trazos verticales en rojo carmín.

La segunda zona va de los puntos 3,5 a 6 m, donde se produce un estrechamiento de la gatera. En ella no hay pinturas, sino algunos pocos grabados por la pared S y, mayormente, en el techo.

La tercera zona, sin duda la más compleja, se desarrolla entre los puntos 6 y 8 m. Los grabados se extienden profusamente por ambas paredes y techo, pero las pinturas, salvo un trazo en la pared N, se encuentran en la opuesta, destacando unos curiosos signos en forma de omega.

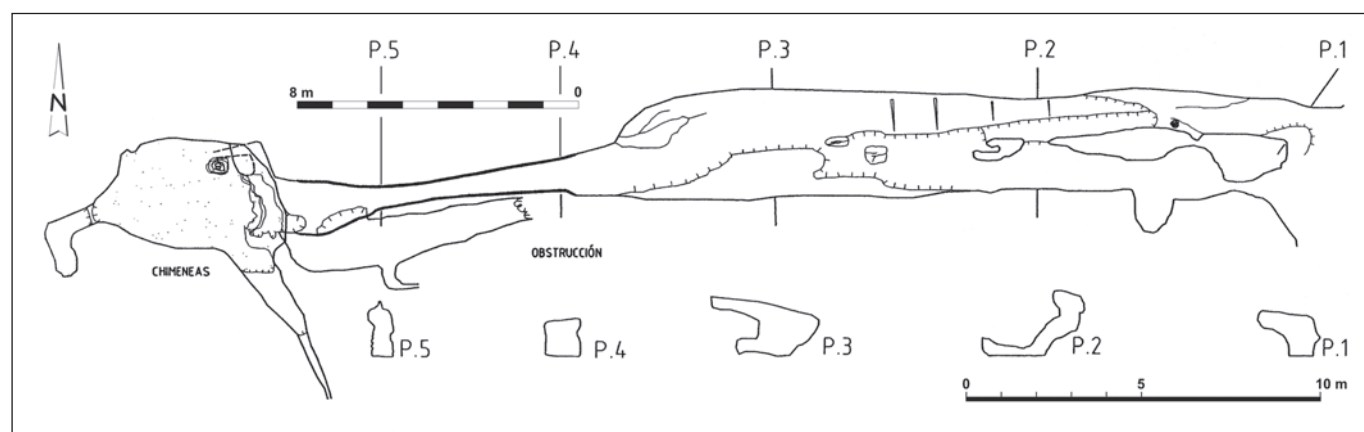


FIGURA 103: Plano de la Galería de las Pinturas. Las líneas más gruesas corresponden a la zona donde se encuentran las representaciones.

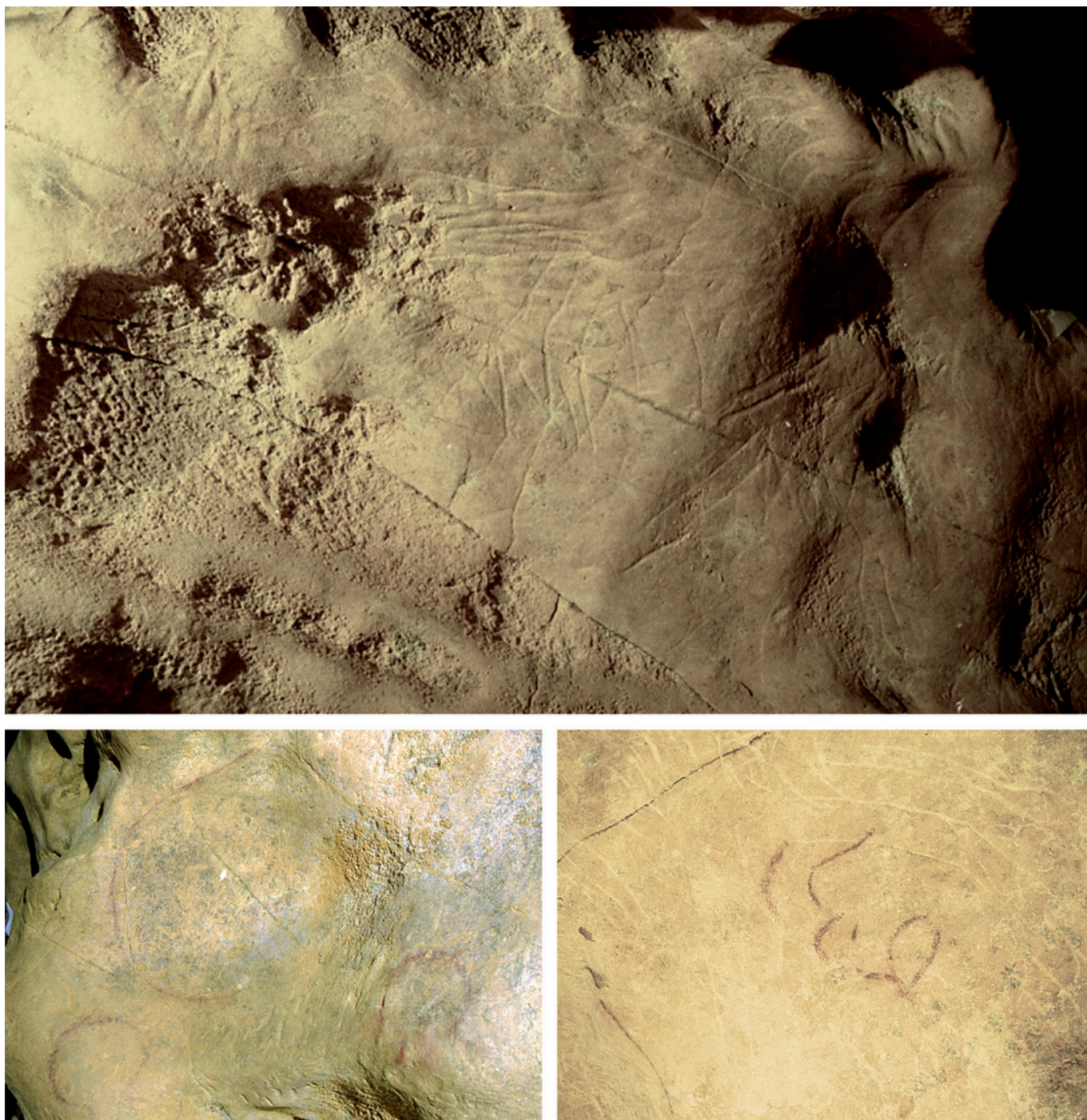


FIGURA 104: Ejemplos de las representaciones parietales de la Galería de las Pinturas.

Los grafismos de El Sidrón no tienen por soporte la caliza carbonífera de la inmensa mayoría de las cuevas asturianas; por el contrario, éste es un arenisca terciaria, arcillosa y algo carbonatada. Las paredes de El Sidrón no son las más aptas para pintar, están muy alteradas por decalcificación y desecación y, zonalmente, muestran placas de descascarillamiento: ello hace que el estado de conservación de los grafismos sea precario.

Los grabados tienen una anchura de 2 a 4 mm y su sección no es en V, sino en U. Las pinturas son de trazo lineal, obtenido, aparentemente, por la pasada a modo de lápiz de un fragmento mineral rico en óxidos de hierro, pero se plantean interrogantes sobre su composición, que serán oportunamente muestreados.

Entre los grabados existe uno en el techo, entre los puntos 7,5 y 8 m, con forma romboidal que recordaría

signos grabados en los artes mueble y también rupestre. No obstante, hacen pensar en la intervención del oso el carácter subvertical, con desviaciones oblicuas, de algunos grabados y su cruce, creando vagos esquemas reticulares.

De forma preliminar, las pinturas están generalmente por encima de los grabados, pero también existe el caso contrario. Llama la atención el hecho de que varias de las pinturas más formalizadas son solidarias con la morfología de la pared. Así, en el lienzo S, el borde exterior de dos oquedades naturales está contorneado por pintura roja (entre los puntos 1,5 y 2 y entre 6 y 6,5 m); incluso se copian esas oquedades, como puede verse entre las naturales de la parte superior de la pared hacia el punto 3,5 y las pintadas inmediatamente debajo. El contorneo de resaltes y oquedades es algo característico del arte rupestre paleolítico de Asturias, aunque la versión de El Sidrón es algo original. El mismo calificativo merecerían los signos en forma de omega, partidos o no por un trazo basal bisectriz, que se encuentran entre los puntos 6 y 7 m de la misma pared.

Pinto (1975) señaló su similitud con las vulvas de Tito Bustillo (Balbín y Moure, 1981). Es cierto que guardan parecidos con esas vulvas, pero en los signos más complejos de la cueva riosellana el esquema en omega está invertido y aloja en su interior claros esquemas vulvares en posición normal. No obstante, los signos de El Sidrón encuentran un paralelo más ajustado en un esquema circular sin cerrar pintado en el ángulo superior derecho de la pared derecha del Camarín de las Vulvas de Tito Bustillo y, muy particularmente, con otro del comienzo de la pared izquierda del mismo Camarín, descrito como un círculo abierto con un pequeño trazo vertical en su interior (Balbín y Moure, 1981: 12, fig. 3).

La figura no está suficientemente bien copiada y descrita, pues otras versiones exvasan lateralmente el final del trazo circular de la mitad derecha, con lo que el esquema en omega y su trazo basal bisectriz tendría un paralelo directo en El Sidrón. Más alejados son los esquemas del «placentiforme» de Valmori (Mallo y Suárez, 1973). Tampoco deben olvidarse parecidos genéricos con las vulvas auriñacienses de las estaciones francesas de Blanchard, Castanet, Ferrasie, Cellier y Laussel (Delluc, 1991: 336).

Los signos de El Sidrón se encuentran al final de una galería angosta y apartada y, ortodoxamente, el comienzo del dispositivo está señalado por un signo. Desde que Breuil y Obermaier lo indicaran por primera vez (1935: 68), no son excepción los casos en los que los signos formalizados se encuentran en camarines o en espacios topográficamente singularizados, incluso en lugares apartados de los ejes de circulación. ¿Quiere esto decir que podrían existir pinturas y grabados figurativos en las

paredes de las zonas de tránsito de una cueva corredor como El Sidrón? En el hipotético caso de que hubieran existido, es difícil que llegaran hasta nosotros, dadas las características poco favorables de la roca soporte; además, por esas zonas circula agua activa y las corrientes de aire son sensibles.

Otro dato curioso es el de la lateralidad: todo lo que tenga relación con la curva, sean óvalos, omegas o líneas incurvadas, se encuentra en la pared S, mientras que los rectilíneos (salvo en un solo caso) están en la opuesta. También llama la atención la práctica ausencia de pinturas y grabados entre los metros 3,5 y 6, aunque la explicación podría estar en que ésta es una zona de paso particularmente angosta. Si finalmente no se excluyen los zarpazos de oso, choca su preferencia por la pared S y el techo. Las superposiciones muestran que el uso de la galería fue alternativo por ¿osos? y humanos, pero implicándose los segundos en los primeros, pues la pared con más grabados, la S, es la que tiene con mucho la mayoría de pinturas y las más formalizadas; aunque, obviamente, aquel uso no fue simultáneo.

\* \* \*

Tras el paréntesis operativo explicitado al inicio, el análisis de las representaciones parietales continuará en las próximas campañas, siendo, lo que antecede, resultado de observaciones provisionales y naturalmente está sujeto a modificaciones según avancen los estudios. Sólo pueden añadirse dos asuntos: el primero es que el doctor Trinidad de Torres (ETSIM, UPM), cuyo conocimiento de los osos pleistocenos y actuales está sobradamente acreditado, giró visita al yacimiento en fecha posterior a 2000 y corroboró que hay algunos zarpazos de oso en esta galería; y, el segundo, que los datos arqueológicos disponibles hasta el momento en la zona del complejo cárstico de El Sidrón nos informan que estuvieron presentes grupos del Paleolítico superior final y del Epipaleolítico y, posteriormente, de las sociedades metalúrgicas, del mundo romano y del medieval.

## BIBLIOGRAFÍA

- BALBÍN, R. de y MOURE, A. 1981. «Las pinturas y grabados de la cueva de Tito Bustillo. El sector oriental». *Studia Archaeologica*, 66. Valladolid.
- BREUIL, H. y OBERMAIER, H. 1935. *La cueva de Altamira en Santillana del Mar*. Madrid. Tipografía de Archivos.
- DELLUC, B. y G. 1991. *L'art pariétal archaïque en Aquitaine. XX-VIIIe supplément à Gallia Préhistoire*. Paris. Éd. du CNRS.
- MALLO, M. y SUÁREZ, J. M. 1973. «Las pinturas de las cuevas de La Riera y de Balmori». *Zephyrus*, XXIII-XXIV: 19-37.
- PINTO, T. 1975. «Complejo cárstico del Sidrón (Borines)». *Torrecedredo*, 8 (2ª ép.): 31-34.



## 7. AGRADECIMIENTOS



Cualquier empresa de esta envergadura y carácter requiere el concurso, la voluntad, el oficio, el conocimiento y, también, la inteligencia emocional de muchas personas. Queremos, pues, expresarles nuestro más sincero agradecimiento por habernos dedicado su tiempo, su esfuerzo, su sensibilidad y, sobre todo, por habernos ayudado, muchas veces de forma altruista, a llevar a buen fin la primera fase de la investigación en este yacimiento ubicado en un singular y atractivo paraje de Asturias.

A los diferentes equipos de gobierno de la Consejería de Cultura que han apoyado y financiado todas las actuaciones relacionadas con la investigación y la infraestructura llevadas a cabo en el marco del proyecto, y a los miembros de la misma que han participado en las tareas administrativas, así como a los representantes municipales del concejo de Piloña en estos años.

Al equipo de excavación que con una acreditada tolerancia al frío y la humedad, más una infinita delicadeza, tenacidad, habilidad y, también, por crear un magnífico ambiente, han sido (y son) los verdaderos artífices de que El Sidrón sea un reputado yacimiento arqueológico:

Félix Martínez Lombán, Ana Díaz-Maroto de Pablos, Alba Fernández Rey, Ever Calvo Rodríguez, Catalina Yáñez Solís, María García Menéndez, Audino Villa Cabañín, Paula Bartolomé Ovejero, Iván García Peláez, Cristina García-Sampedro Clérigo, Juan Trenor Allen, Ana Belén Díez Solano, Azucena Bernardo Fernández, Héctor López Brimez, Covadonga Goitia Fuertes, Araceli Soto Flórez, Javier Fernández de la Vega Medina, Natalia Zardaín Díaz, Aurora M.<sup>a</sup> Rodríguez García, Zorione Torrontegui Pérez, José M.<sup>a</sup> Vázquez Rodríguez, Miguel Busto Zapico y Laura Bécares Rodríguez<sup>10</sup>.

A todos los integrantes de los equipos de Paleantropología, Geología (en sus diferentes variantes), Paleogenética, Paleontología (en sus diferentes variantes), Pa-

leobotánica, Cronometría (en sus diferentes variantes), y Espeleotopografía.

A las personas que, primero en el Hotel Boulevard y luego en el Hotel Benidorm, nos dan (y han dado) cobijo, alimento (siempre rico y abundante), atención y mucho cariño, de tal modo que la sensación de todos los que pasan por ahí ha sido siempre la de «estar como en casa»: Luis, Carmina, Ángel, Charo, Begoña, Estela, Clara, Laura, Pura, Raquel, Obdulia, Loli, M.<sup>a</sup> Jesús, Pepe, Castaño, Marisa, Fina, Sonia, Silvia, Alberto, Patricia, Merce, Manuel, Vanessa, Kiko, Luli, Marité y...

A quienes en diferentes instancias han contribuido a que el engranaje funcionara correctamente y siempre están (y han estado) dispuestos a ayudar: Ferrería Carlos Torano, Autoservicio La Tienda Nueva, Autoservicio Boulevard, Carpintería Bernardino Blanco, Farmacia de Villamayor, Oviedo Car, Riomar, Geopayma, Jorge Montes García, centros de Salud de Villamayor y de Infiesto (especialmente Xuan de Con y Rosa González Vena), Enrique Caso, Nieves Álvarez, Luis Sánchez, Pilar Otero González, Justo y Manuel del Acebal de Arriba, Manolín y José Manuel del Acebal de Abajo. José Elías Martín Cortina, Rafael Martín Prieto, Marina Allende Sánchez, Avelina Cortina Martino y Pilar López Estrada.

A los medios de comunicación en general y, en particular, a los del Principado de Asturias, por su seguimiento e interés constante en los resultados del proyecto de investigación; y a cuantas personas anónimas y a las que por un error nuestro –y pidiendo de antemano todas las disculpas– no estén nominalmente incluidas aquí.

Al yacimiento han venido muchas personas movidas por la curiosidad o la amistad, así como colegas que han querido conocer de primera mano el lugar y nos han ofrecido su compañía y su opinión sobre la realidad y los problemas presentes en una estación de este carácter. Ante la imposibilidad de citarlos a todos baste reunir nuestro agradecimiento en una afectiva y evocadora fotografía de Ignacio Barandiarán y Javier Fortea en la campaña de 2007 (Figura 105).

Queda, finalmente, mencionar el gratísimo recuerdo que tenemos de la inolvidable tarde/noche que pasamos

<sup>10</sup> Varios firmantes de algunos capítulos de esta monografía (David Santamaría Álvarez, Lucía Martínez Fernández, Elsa Duarte Matías y Paloma Suárez Ferruelo) también participaron en varias campañas de excavación.



FIGURA 105: Ignacio Barandiarán y Javier Fortea (Sidrón, 2007).

con Luz Casal y Paco Pérez Bryan el 17 de septiembre de 2002; y referirnos a dos personas que merecen una mención especial por su inteligencia, disposición y buen hacer: Marcelino Riestra y Eduardo (Lalo) Forcelledo Arena.

Este trabajo ha sido íntegramente financiado por la Consejería de Cultura del Principado de Asturias, y realizado en el marco de varios convenios entre la Consejería de Cultura del Principado de Asturias y la Universidad de

Oviedo e, integrados en ellos, con el CSIC, la Universidad de Alicante y la de Salamanca. Plan I+D+I Concertada (Ficyt/Consejería de Cultura), Principado de Asturias «Programa Severo Ochoa» PCTI 2006/2009, Programa FPU del Ministerio de Educación 2009/2013, Proyectos del Plan Nacional (MCYT) BOS2003-01531, CGL 2006-03987, CGL2008-03881, CGL2009-02131, CGL2008-03881 y Proyecto BFU2009-06974.

**8. ANEXO 1.  
BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL SIDRÓN**



A djuntamos un listado, lo más completo posible, de las publicaciones directamente relacionadas con El Sidrón hasta diciembre de 2010.

ARES, M. y BARRAL, M. 2008. «La Cueva de El Sidrón: en busca del ADN de los neandertales». *Clío: Revista de Historia*, 75: 60-67.

BALARI, S.; BENÍTEZ BURRACO, A.; CAMPS, M.; LONGA MARTÍNEZ, V. M.; LORENZO GONZÁLEZ, G. J. y URIAGEREKA, J. 2008. «¿Homo loquens neanderthalensis? En torno a las capacidades simbólicas y lingüísticas del Neandertal». *Munibe*, 59: 3-24.

BASTIR, M.; ROSAS, A.; GARCÍA-TABERNEIRO, A.; PEÑA-MELIÁN, A.; ESTALRRICH, A.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2010. «Comparative morphology and morphometric assessment of the Neandertal occipital remains from the El Sidrón site (Asturias, Spain: years 2000–2008)». *Journal of Human Evolution*, 58:68-78.

BENÍTEZ BURRACO, A.; LONGA MARTÍNEZ, V. M.; LORENZO GONZÁLEZ, G. J. y URIAGEREKA, J. 2008. «Also sprach Neanderthalis... Or Did She?». *Biolinguistics*, 2.2-3: 225-232.

BENÍTEZ BURRACO, A.; URIAGEREKA, J.; LONGA MARTÍNEZ, V. M. y LORENZO GONZÁLEZ, G. J. 2008. «Así Habló (o tal vez no) el neandertal». *Teorema*, XXVII (1): 73-83.

BRIGGS, A. W.; GOOD, J. M.; GREEN, R. E.; KRAUSE, J.; MARICIC, T.; STENZEL, U.; LALUEZA-FOX, C.; RUDAN, P.; BRAJKOVIĆ, D.; KUĆAN, Ž.; GUŠIĆ, I.; SCHMITZ, R.; DORONICHEV, V. B.; GOLOVANOVA, L. V.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A. y PÄÄBO, S. 2009. «Targeted retrieval and analysis of five Neandertal mtDNA genomes». *Science*, 325, 5938: 318-321.

BURBANO, H. A.; HODGES, E.; GREEN, R. E.; BRIGGS, A. W.; KRAUSE, J.; MEYER, M.; GOOD, J. M.; MARICIC, T.; JOHNSON, P. L. F.; XUAN, Z.; ROOKS, M.; BHATTACHARJEE, A.; BRIZULEA, L.; ALBERT, F. W.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; LACHMANN, M.; HANNON, G. J. y PÄÄBO, S. 2010. «Targeted investigation of the Neandertal genome by Array-Based sequence capture». *Science*, 328: 723-725.

CABO, L. L. 2000. *Análisis morfológico del Húmero 1 de la Cueva de El Sidrón (Cadanes, Piloña, Asturias)*. Memoria del Seminario de Investigación del Programa de Doctorado Recursos Naturales Biológicos. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo.

CABO, L. L. y EGOICHEAGA, J. E. 2000. «Breve nota sobre el Húmero 1 de la Cueva de El Sidrón (Cadanes, Piloña, Asturias)». En VARELA, T. A. (Ed.). *Investigaciones en Biodiversidad Humana*. Actas del XI Congreso SEAB. (Santiago de Compostela, 1999). Universidad de Santiago de Compostela: 201-207.

CASO, E. 1979. «La Cueva del Sidrón». *Les Fueyes*. INB de Infiesto.

CASO, E. 1990. «La Cueva del Sidrón». *El Piloñés*, 17.

CASO, E. 1998. «La Cueva de El Sidrón». *Piloña*, 22: 5-9.

EGOCHEAGA, J. E. 2002. *Los fósiles del hombre de Sidrón*. Lección de apertura de curso 2001-2002 en el RIDEA. Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo.

EGOCHEAGA, J. E. 2003. «Caracterización paleoantropológica del hombre de Sidrón». *XI Reunión Nacional del Cuaternario (AEQUA)*, (Oviedo, 2003). Consejería de Cultura, Universidad de Oviedo, AEQUA. Oviedo: 17-26.

EGOCHEAGA, J. E. 2004. *Reflexiones de un antropólogo físico sobre la génesis del poblamiento de Asturias*. Discurso de ingreso como miembro de número permanente del RIDEA. Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo.

EGOCHEAGA, J. E. 2005. «Evidencia de lesión osteolítica tumoral en una tibia del hombre de Sidrón». *VIII Congreso Nacional de Paleopatología*, Cáceres.

EGOCHEAGA, J. E.; TRABAZO, R.; RODRÍGUEZ, L.; CABO, L. L. y SIERRA, M. J. 2000. «Avance sobre el descubrimiento, características del yacimiento y estudio paleoantropológico de los restos óseos de homínidos mesopleistocénicos de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)». *Boletín de Ciencias de la Naturaleza del RIDEA*, 46: 219-263.

EGOCHEAGA, J. E.; PÉREZ-PÉREZ, A.; RODRÍGUEZ, L.; GALBANY, J.; MARTÍNEZ, L. M. y TELLES, M. 2004. «New Evidence and Interpretation of Subvertical Grooves in Neanderthal Teeth from Cueva de Sidron (Spain) and Figueira Brava (Portugal)». *Anthropologie*, XLII(1): 49-52.

EGOCHEAGA, J. E. y SIERRA, M. J. 2004-2005. «Rasgos etográficos del hombre de Sidrón». *Boletín de Ciencias de la Naturaleza del RIDEA*, 49 (1): 195-216.

EGOCHEAGA, J. E. y SIERRA, M. J. 2005. «Identificación de un infante en la colección SDR-1994 de fósiles del hombre de Sidrón». *Revista Española de Antropología Física*, 25(1): 1-6.

EGOCHEAGA, J. E.; CABO, L.; RODRÍGUEZ, L.; SIERRA, M. J. y TRABAZO, R. 2007. «Memoria de resultados (1999-2002) de los estudios paleoantropológicos de la muestra SDR-1994 de los fósiles del Hombre de Sidrón». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1999-2002*, 5: 179-190.

ESTALRRICH ALBO A. 2008. *Análisis e identificación de marcadores de actividad en la dentición de los neandertales de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH).

FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; CASTRO, J.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; BADAL, E.; ALTUNA, J. y ALONSO, J. 2003. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Primeros resultados». *Estudios Geológicos*, 59(1-4): 159-179.

FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; CUEZVA, S.; ROSAS, A.; SOLER, V.; CASTRO, J.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; BADAL GARCÍA, E.; ALTUNA, J. y ALONSO PEÑA, J. 2007. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Campañas arqueológicas de 2000 a 2002». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 1999-2002*, 5: 191-205.

- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; ROSAS, A.; LALUEZA-FOX, C.; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S. y CAÑAVÉRAS, J. C. 2007. «El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). La presencia del *Homo neanderthalensis* en Asturias». *La Prehistoria en Asturias. Un legado artístico único en el mundo*. La Nueva España. Oviedo: 321-354.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; GARCÍA-TABERNERO; GIGLI, E.; ROSAS, A. y LALUEZA-FOX, C. 2008. «Excavation protocol of bone remains Neandertal DNA analysis in El Sidrón Cave (Asturias, Spain)». *Journal of Human Evolution*, 55, 2: 353-357.
- FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVÉRAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-MESEGUER, A.; LEÓN, S.; LALUEZA-FOX, C.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; GRÜN, R.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÉRAT-LABORDE, N.; SOLER, V.; SILVA, P. G.; CARRASCO, P.; AYARZA, P.; ÁLVAREZ, F.; SANTOS, G.; ALTUNA, J.; BADAL, E. y ALONSO, J. 2009. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Campañas arqueológicas de 2003 a 2006». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 2003-2006*, 6: 367-384.
- GARCÍA VARGAS S. 2008. *Estudio de la extensión del esmalte dental en los neandertales de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH).
- GARRALDA, M. D. 2005. «Los neandertales en la Península Ibérica». *Munibe*, 57: 289-314.
- GIGLI, E.; RASMUSSEN, M.; CIVIT, S.; ROSAS, A.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; GILBERT, T.; WILLERSLEV, E. y LALUEZA-FOX, C. 2009. «An improved PCR method for endogenous DNA retrieval in contaminated Neandertal samples based on the use of blocking primers». *Journal of Archaeological Science*, 36: 2676-2679.
- GÓMEZ-TABANERA, J. M. 2007. «Los fósiles de Sidrón (Piloña, Asturias) y la cuestión de la extinción del *homo neanderthalensis*». *Caesaraugusta*, 78: 73-90.
- GREEN, R. E.; KRAUSE, J.; BRIGGS, A. W.; MARICIC, T.; STENZEL, U.; KIRCHER, M.; PATTERSON, N.; LI, H.; ZHAI, W.; FRITZ, M. H.-Y.; HANSEN, N.; DURAND, E. Y.; MALASPINAS, A. S.; JENSEN, J.; MARQUES-BONET, T.; ALKAN, C.; PRÜFER, K.; MEYER, M.; BURBANO, H. A.; GOOD, J. M.; SCHULTZ, R.; AXIMU-PETRI, A.; BUTTHOF, A.; HÖBER, B.; HÖFNER, B.; SIEGEMUND, M.; WEIHMANN, A.; NUSBAUM, C.; LANDER, E. S.; RUSS, C.; NOVOD, N.; AFFOURTIT, J.; EGHOLM, M.; VERNA, C.; RUDAN, P.; BRAJKOVIĆ, D.; KUČAN, Ž.; GUŠIĆ, I.; DORONICHEV, V. B.; GOLOVANOVA, L. V.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; SCHMITZ, R.; JOHNSON, P.; EICHLER, E. E.; FALUSH, D.; BIRNEY, E.; MULLIKIN, J.; SLATKIN, M.; NIELSEN, R.; KELSO, J.; LACHMANN, M.; REICH, D. y PÄÄBO, S. 2010. «A draft sequence of the Neandertal genome». *Science*, 328: 710-722.
- KRAUSE, J.; LALUEZA-FOX, C.; ORLANDO, L.; ENARD, W.; GREEN, R. E.; BURBANO, H. A.; HUBLIN, J.-J.; BERTRANPETIT, J.; HÄNNI, C.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A. y PÄÄBO, S. 2007. «The derived *FOXP2* variant of modern humans was shared with Neandertals». *Current Biology*, 17, 21: 1908-1912.
- LALUEZA-FOX, C.; SAMPIETRO, M. L.; BASTIR, M.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BERTRANPETIT, J.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J. y ROSAS, A. 2005. «Neandertales, ADN antiguo y restos fósiles de la Cueva de El Sidrón (Asturias)». *Biojournal.net*, 2: 1-10.
- LALUEZA-FOX, C.; SAMPIETRO, M. L.; CARAMELLI, D.; PUDER, Y.; LARI, M.; CALAFELL, F.; BASTIR, M.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; BERTRANPETIT, J. y ROSAS, A. 2005. «Neanderthals evolutionary genetics, mitochondrial DNA data from the Iberian Peninsula». *Molecular Biology and Evolution*, 22(4): 1077-1081.
- LALUEZA-FOX, C.; KRAUSE, J.; CARAMELLI, D.; CATALANO, G.; MILANI, L.; SAMPIETRO, M. L.; CALAFELL, F.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; PÄÄBO, S.; BERTRANPETIT, J. y ROSAS, A. 2006. «Mitochondrial DNA of an Iberian Neandertal suggests a population affinity with other European Neandertals». *Current Biology*, 16: R629-R630.
- LALUEZA-FOX, C.; ROMPLER, H.; CARAMELLI, D.; STAUBERT, C.; CATALANO, G.; HUGHES, D.; ROHLAND, N.; PILLI, E.; LONGO, L.; CONDEMI, S.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; STONEKING, M.; SCHONEBERG, T.; BERTRANPETIT, J. y HOFREITER, M. 2007. «A Melanocortin 1 Receptor Allele Suggests Varying Pigmentation Among Neanderthals». *Science*, 318: 1453-1455.
- LALUEZA-FOX, C.; GIGLI, E.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J.; ROSAS, A.; BERTRANPETIT, J. y KRAUSE, J. 2008. «Genetic characterization of the ABO blood group in Neandertals». *BMC Evolutionary Biology*, 8: 342.
- LALUEZA-FOX, C.; GIGLI, E.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J. y ROSAS, A. 2009. «Bitter-taste perception in Neanderthals as deduced from the analysis of TAS2R38 gene». *Biology Letters*, 5: 809-811.
- LEÓN GONZÁLEZ S. 2007. *Aproximación al estudio de los patrones de fusión de epifisis y estimación de la edad de muerte en los individuos inmaduros de los neandertales de El Sidrón (Asturias)*. Proyecto de Licenciatura en Ciencias Biológicas (UAM).
- MARTÍNEZ-MAZA, C. 2007. *Ontogenia y Filogenia del modelado óseo en el esqueleto facial y la mandíbula de los homínidos. Estudio de la línea filogenética neandertal a partir de las muestras de Atapuerca-SH y El Sidrón*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- OLEJNICZAK, A. J.; SMITH, T. M.; MACCHIARELLI, R. M.; MAZURIER, A.; BONDIOLI, I.; ROSAS, A.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; GARCÍA-TABERNERO, A.; SKINNER, M. M. y HUBLIN, J.-J. 2006. «Enamel volume and thickness in Neandertal molars: a microtomographic investigation». *Terra Nostra*, 2: 128-129.
- OLEJNICZAK, A. J.; SMITH, T. M.; FEENEY, R. N. M.; MACCHIARELLI, R.; MAZURIER, A.; BONDIOLI, L.; ROSAS, A.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; GARCÍA-TABERNERO, A.; RADOVCIĆ, J.; SKINNER, M. M.; TOUSSAINT, M. y HUBLIN, J.-J. 2008. «Dental tissue proportions and enamel thickness in Neandertal and modern human molars». *Journal of Human Evolution*, 55, 1: 12-23.
- PELÁEZ, M. C. y SALGADO, J. M. 2006. «Los Carabidae (Coleoptera) del Macizo del Sueda (Asturias, España): Estudio faunístico y biogeográfico». *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38: 121-139.
- PELÁEZ, M. C. y SALGADO, J. M. 2006. «Los Carabidae (Coleoptera) del Macizo del Sueda (Asturias, España): Análisis ecológico y biogeográfico en relación con la vegetación». *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, 30 (3-4): 131-183.
- PÉREZ-PÉREZ, A.; GALBANY, J.; MARTÍNEZ, L. M.; EGOICHEAGA, J. E.; RODRÍGUEZ, L. y ANTUNES, M. T. 2004. «Patrón de desgaste interdentario en forma de «suvertical grooves» en piezas dentarias de los neandertales de Cueva de Sidrón (Asturias)». En EGOICHEAGA, J. E. (Ed.). *Biología de poblaciones humanas: Diversidad, tiempo, espacio*. Actas del XIII Congreso SEAB (Oviedo, 2003). Universidad de Oviedo: 359-365.
- PINTO, T. 1975. «Complejo cárstico del Sidrón (Borines)». *Torrecedredo*, 8 (2.ª ép.): 31-34.
- PRIETO, J. L. 2005. «Hallazgos paleopatológicos en la mandíbula SDR-7-8 del Sidrón». En MONTES, R. y LASHERAS, J. A. (Coord.). *Neandertales Cantábricos: Estado de la Cuestión*. Museo de Altamira. Monografías, 20. Ministerio de Cultura. Madrid: 397-403.
- PRIETO, J. L. y ABENZA, J. M. 1999. «Anomalías de la dentición en la mandíbula SDR 7-8 del Sidrón». *V Congreso de Paleopatología* (Alcalá La Real, Jaén, 1999).
- PRIETO, J. L.; ABENZA, J. M.; MONTES, R.; SANGUINO, E. y MUÑOZ, E. 2001. «Hallazgos Antropológicos y Arqueológicos en el

- complejo kárstico de El Sidrón (Vallobal, Infiesto, Concejo de Piloña, Asturias)». *Munibe*, 53: 19-29.
- RAMÍREZ-ROZZI, F. V.; RODRÍGUEZ, L. y EGOICHEAGA, J. E. 2003. «Desarrollo dental del hombre de Sidrón (Piloña, Asturias, España)». En EGOICHEAGA, J. E. (Ed.). *Biología de poblaciones humanas: Diversidad, tiempo, espacio*. Actas del XIII Congreso SEAB (Oviedo, 2003), Universidad de Oviedo: 367-374.
- RODRÍGUEZ, L. 2000. *Antropología dental de los restos humanos hallados en la Cueva de Sidrón (Cadanes, Piloña, Asturias)*. Memoria de la Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Oviedo.
- RODRÍGUEZ, L.; CABO, L. L. y EGOICHEAGA, J. E. 2002. «Breve nota sobre el hioides neandertalense de Sidrón (Piloña, Asturias)». En ALUJA, M. P.; MALGOSA, A. y NOGUÉS, R. M. (Coord.). *Antropología y biodiversidad*. Actas del XII Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica (Barcelona, 2001), vol. 1. Ediciones Bellaterra. Barcelona: 484-493.
- RODRÍGUEZ, L. y EGOICHEAGA, J. E. 2000. «Dientes aislados del «hombre del Sidrón» (Cadanes, Piloña, Asturias)». En VARELA, T. (Ed.). *Investigaciones en biodiversidad humana*. Actas del XI Congreso de la SEAB (Santiago de Compostela, 1999). Universidad de Santiago de Compostela: 358-366.
- ROSAS A. 2010. *Los Neandertales*. CSIC y Catarata. Madrid.
- ROSAS A. y AGUIRRE E. 1999. «Restos humanos neandertales de la Cueva del Sidrón, Piloña, Asturias. Nota preliminar». *Estudios Geológicos*, 55: 181-190.
- ROSAS, A. y AGUIRRE, E. 2000. «Neandertales de la Cueva del Sidrón». *Investigación y Ciencia*, 289: 28-29.
- ROSAS, A.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; BASTIR, M. y MARTÍNEZ-MAZA, C. 2004. «Neanderthals from El Sidrón Cave (Asturias, Spain). Presentation of a new sample». *American Journal of Physical Anthropology*, 123: 169.
- ROSAS, A.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; FERNÁNDEZ, P.; HIDALGO, A.; LACASA, E. y MARTÍNEZ-MAZA, C.; GARCÍA-TABERNERO, A. y BASTIR, M. 2005. «Restos neandertales de la Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias): una restauración al servicio de la investigación paleontológica». *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 53: 70-73.
- ROSAS, A.; MARTÍNEZ MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; ORTIZ, J. E.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; TORRES, T. DE; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVÉRAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2006. «Paleobiology and comparative morphology of a late Neandertal sample from El Sidrón (Asturias, Spain)». *Proceedings of the National Academy Sciences*, 103, 51: 19266-19271.
- ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2007. «Paleobiological aspects of El Sidrón (Asturias, Spain) Neandertals». *American Journal of Physical Anthropology*, 132: 202.
- ROSAS, A.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-MESEGUER, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; PEÑA A.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2007. «Evolutionary place of the Neandertals from El Sidrón (Asturias, Spain)». *I Congreso de la Sociedad Española de Biología Evolutiva*. Libro de Resúmenes. (Tarragona, 27-29, septiembre).
- ROSAS, A.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2008. «Comparative morphology and morphometric assessment of the occipitals from El Sidrón (Asturias, Northern Spain)». *American Journal of Physical Anthropology*, 135: 182.
- ROSAS, A.; PEÑA-MELIÁN, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2008. «Endocranial occipito-temporal anatomy of SD-1219 from the Neandertal El Sidrón site (Asturias, Spain)». *The Anatomical Record*, 291, 5: 502-512.
- SALGADO, J. M. 1980. «Un nuevo género de Bathysciinae de los Montes Cantábricos (Col. Catopidae)». *Mémoires de Biospéologie*, 7: 157-162.
- SALGADO, J. M. 1993. «Los Bathysciinae (col. Cholevidae) cantábricos: «sección *Speocharis*»». *Mémoires de Biospéologie*, 20: 221-230.
- SALGADO, J. M. y FRESNEDA, J. 2009. «Descripción de *Quaestus (Quaesticulus) bustilloi* n. sp. de Asturias, España. Actualización del inventario de los Leptodirini de la región asturiana (Coleoptera: leioididae: cholevinae)». *Heteropterus Revista de Entomología*, 9 (1): 1-16.
- SÁNCHEZ MESEGUER A. 2008. *Estatura y proporciones corporales de los neandertales de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Paleontología (UCM-UAM-UAH).
- SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVÉRAS, J. C.; LARIO, J.; CUEZVA, S.; SILVA, P. G.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2007. «Caracterización del relleno sedimentario de la Galería del Osario (Cueva de El Sidrón, Asturias, España)». En LARIO, J. y SILVA, P. G. (Eds.). *Contribuciones al estudio del período cuaternario*. XII Reunión Nacional de Cuaternario. AEQUA (Ávila, 2007): 123-124.
- SANTAMARÍA ÁLVAREZ, D. 2006. *Clasificación y estudio de los materiales musterienses de la Cueva de El Sidrón*. Trabajo de Suficiencia Investigadora. Doctorado en Historia (UNIOVI).
- SANTAMARÍA, D.; FORTEA, J.; RASILLA, M. DE LA; MARTÍNEZ, L.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVÉRAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A. y LALUEZA-FOX, C. 2010. «The technological and typological behaviour of a Neanderthal group from El Sidrón Cave (Asturias, Spain)». *Oxford Journal of Archaeology*, 29, 2: 119-148.
- SIERRA, M. J. 2001. *Estudio de los restos humanos del autópodo superior de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)*. Memoria de la Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Oviedo.
- SIERRA, M. J. 2003. *Los restos del Zeugópodo superior de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)*. Memoria del Seminario de Investigación. Programa de Doctorado Biología de Organismos y Sistemas aplicada a la gestión e investigación de modelos de desarrollo sostenible. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas. Universidad de Oviedo.
- SIERRA, M. J. y EGOICHEAGA, J. E. 2002. «Los restos óseos del autópodo superior de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)». En ALUJA, M. P.; MALGOSA, A. y NOGUÉS, R. M. (Coord.). *Antropología y biodiversidad*. Actas del XII Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica (Barcelona, 2001), vol. 1. Ediciones Bellaterra. Barcelona: 494-501.
- SIERRA, M. J. y EGOICHEAGA, J. E. 2004. «Los restos del Zeugópodo superior de la Cueva de Sidrón (Piloña, Asturias)». En EGOICHEAGA, J. E. (Ed.). *Biología de poblaciones humanas: Diversidad, tiempo, espacio*. Actas del XIII Congreso SEAB (Oviedo, 2003), Universidad de Oviedo: 375-384.
- TORGA LLAMEDO, S. 2009. *San Martín de Borines. Piloña. Apuntes de una parroquia*. Gráficas La Morgal. Llanera, Asturias.
- TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; GRÜN, R.; EGGINS, S.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÉRAT-LABORDE, N.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; MARTÍNEZ, E.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVÉRAS, J. C.; LARIO, J.; BADAL, E.; ROSAS, A.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2010. «Dating of the hominid (*Homo Neanderthalensis*) remains accumulation from El Sidrón cave (Borines, Asturias, North Spain): an example of multi-methodological approach to the dating of Upper Pleistocene sites». *Archaeometry*, 52, 4: 680-705.
- TRABAZO, R. y EGOICHEAGA, J. E. 2000. «Resultados preliminares del análisis tafonómico de los restos de El Sidrón: (I) Autototipismo de los fósiles e identificación del yacimiento». En VARELA, T. A. (Ed.). *Investigaciones en biodiversidad humana*. Actas del XI

Congreso de la SEAB (Santiago de Compostela, 1999). Universidade de Santiago de Compostela: 381-394.

TRABAZO, R. y EGOICHEAGA, J. E. 2003. «Análisis tafonómico de los restos óseos de la cueva de Sidrón, Asturias (NW Spain): (II) Formación del depósito y edad relativa de los fósiles mandibulares». En ALUJA, M. P.; MALGOSA, A. y NOGUÉS, R. M. (Coord.). *Antropología y Biodiversidad*. Actas del XII Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica (Barcelona, 2001), vol.1. Ediciones Bellaterra. Barcelona: 545-556.

Asimismo hay documentación relacionada con actividades de divulgación científica: vídeos, publicaciones de divulgación (*Investigación y Ciencia*, septiembre 2008; *National Geographic*, octubre 2008; *El País Semanal*, 13-04-2008), etc., además de colaboraciones con los medios de comunicación.

## 9. ANEXO 2. EVIDENCIAS DESOLADORAS



Presentamos los datos de los cartuchos y el proyectil<sup>11</sup> recuperados a lo largo de las campañas de excavación en el Abrigo de la Cabañina y en el de la Tumba.

PARTE DEL CARTUCHO <sup>a</sup>	CALIBRE (MM)	MARCAJE	FÁBRICA	PAÍS DE ORIGEN	AÑO DE FABRICACIÓN
Vaina 1	9 x 19	G. L. F.	Giulio Fiocchi Lecco	Italia	? <sup>b</sup>
Vainas 2 y 3	7,92 x 57	P25/34/S*/18	Metallwarenfabrik Treuenbritzen GmbH Sebalduhof (hla)	Alemania	1934
Vainas 4 y 5	7 x 57	SB/19/35/IX	Sellier & Bellot	Checoslovaquia	1935
Vaina 6	7,92 x 57	P131/36/S*/68	Deutsche Waffen und Munitionsfabriken Berlin Worsigwalde	Alemania	1936
Proyectil <sup>c</sup>	7,92 x 57 (Mod. 1888)				

<sup>a</sup> En todas las vainas la percusión es central.

<sup>b</sup> Aunque la fecha en que se produce el encartuchado no aparece reflejada en el marcaje del culote, se puede proponer un hiato cronológico que abarcaría la década de 1930. Según el fabricante, esta empresa inició sus exportaciones a partir de 1930 y comenzó a poner en el culote el año de producción a finales de esa década.

<sup>c</sup> Valdría para cualquier cartucho de los fabricados en Alemania.

<sup>11</sup> Agradecemos a Valentín Álvarez Martínez (Becario FICYT del Área de Prehistoria de la Universidad de Oviedo) la información ofrecida sobre estos objetos.



## 10. EL SIDRÓN 2011-2014



**ENRIQUE MARTÍNEZ GARCÍA (1940-2015)**

*El equipo de El Sidrón también le quiere dedicar  
esta monografía con toda nuestra admiración,  
cariño y reconocimiento*

## 10.1. EL SIDRÓN 2011-2014. EL DESARROLLO DE LAS EXCAVACIONES E INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN LAS DIFERENTES ZONAS DEL SISTEMA CÁRSTICO

Marco de la Rasilla (I), David Santamaría (I), Elsa Duarte (I), Lucía Martínez (I), Paloma Suárez (I), Ana Belén Díez (I), Cristina López Tascón (I)

(I) Área de Prehistoria, Dpto. Historia, Universidad de Oviedo

En el cuatrienio han continuado las excavaciones arqueológicas en distintas zonas del sistema cárstico orientadas, por un lado, a la recuperación de más registro arqueológico y antropológico y, por otro, a la búsqueda del lugar original de depósito de esos materiales, de la eventual galería, conducto o grieta próximos al exterior y de los conductos por los que accedieron a la Galería del Osario. En este caso se ha dado prioridad a las intervenciones en las galerías que están a ambos lados del Osario

(llamadas Salomón-Cimera y Caracoles) a fin de evitar el enorme depósito que está en el exterior y acercarse en lo posible al –y desde el– nivel intermedio de dicho sistema (Figs. 31 y 106).

### GALERÍA DEL OSARIO

Se han abierto las cuadrículas G/6-5-4 y D-E-F-G/4 y 3 recuperándose más huesos humanos, industria lítica y algo de fauna, así como las cuadrículas F/22-21-20 hallando industria lítica y restos faunísticos. Por su parte, tras la continuación de los trabajos en la vertical interior se hizo necesario abrir las cuadrículas E-F-G/13-14-15, donde también han aparecido industria lítica y restos faunísticos (Fig. 107). En todos los casos se han recogido restos de micromamíferos y gasterópodos.

Asimismo, a medida que las distintas actividades emprendidas iban dando resultados, fue preciso insistir en dos zonas de la Galería del Osario que ya fueron intervenidas en su día. Una se encuentra al final de dicha galería (sec-

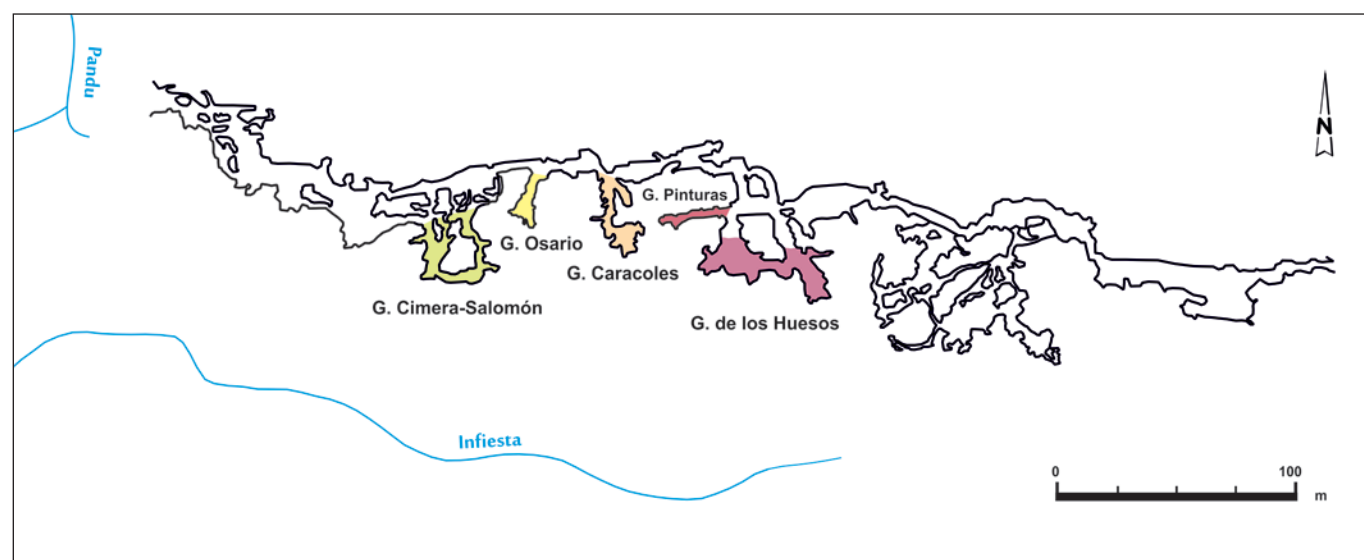


FIGURA 106: Intervenciones arqueológicas en el interior del sistema cárstico de El Sidrón.

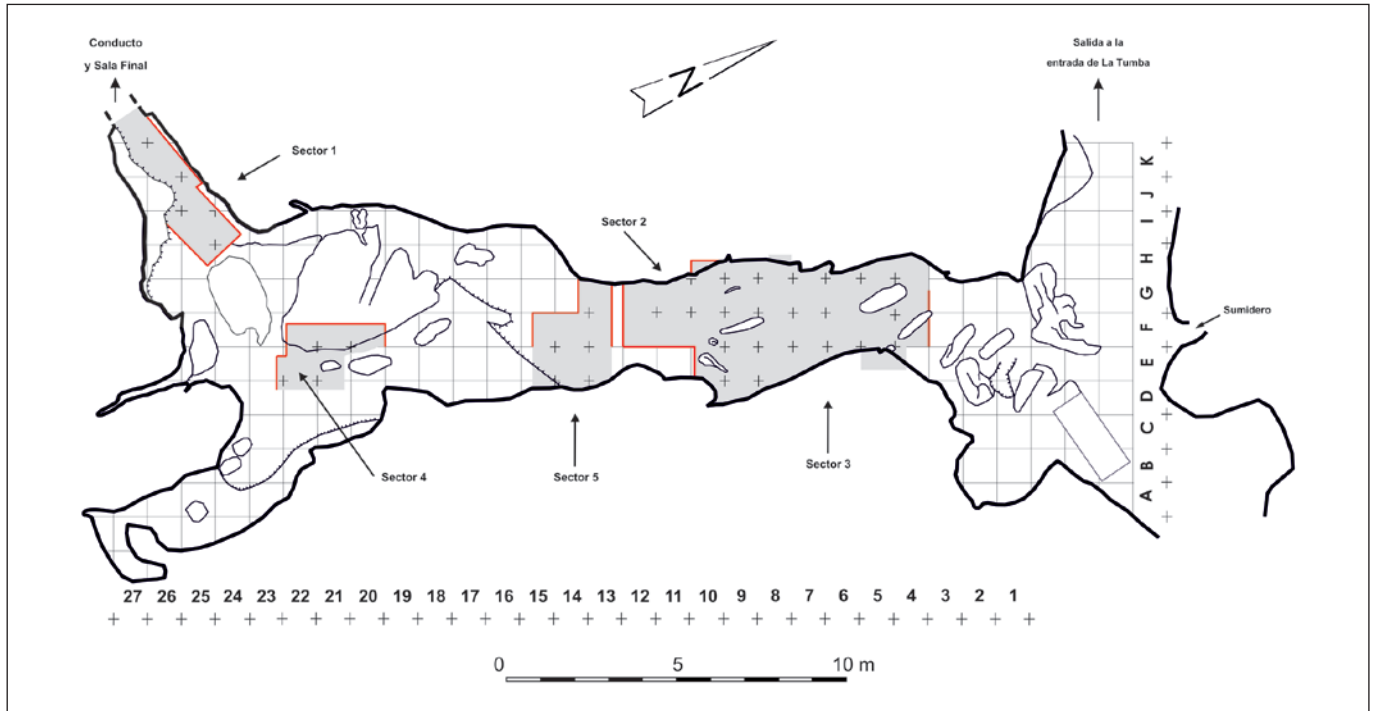


FIGURA 107: Plano final con la situación de las intervenciones arqueológicas en la Galería del Osario.

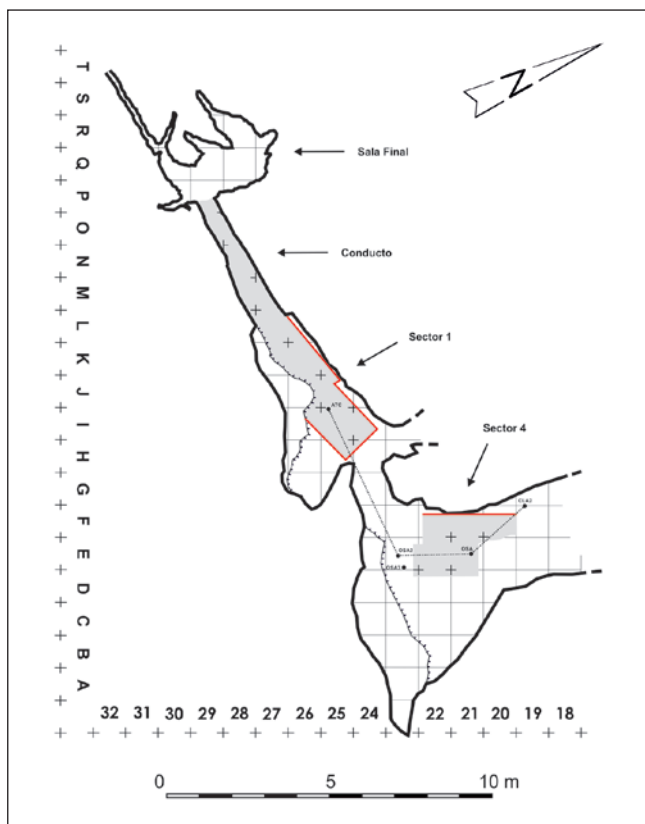


FIGURA 108: Plano del sector sur de la Galería del Osario con representación del croquis de la Sala Final realizado en la campaña de 2013. El croquis se ha ajustado en distancia respecto del punto ATC tras las mediciones hechas en la campaña de 2014.

tor 1 y Sala Final) (Fig. 108) y otra en la vertical interior coincidente con las cuadrículas F-G-H/9-12.

Respecto a la primera de destaponó un conducto de ~8 m desde el que se alcanza por un estrechísimo acceso la llamada Sala Final, en donde no se ha hallado resto arqueológico alguno. En la segunda, se continuaron destaponando los espeleotemas de los conductos presentes en la vertical interior descubriendo un conducto cuasi vertical ( $\varnothing$ -30 cm) que es por donde previsiblemente llegaron los materiales desde la parte superior al Osario (Fig. 109). Tampoco han aparecido materiales arqueológicos relevantes, pero sí evidencias sedimentarias y biológicas interesantes.

#### ZONA GALERÍA CIMERA-SALOMÓN Y GALERÍA DE LOS CARACOLES

A cada lado de la Galería del Osario se encuentran dos espacios situados en el nivel superior del sistema cársico, uno al oeste, denominado Zona Galería Cimera-Salomón (Fig. 110) y otro al este llamado Galería de los Caracoles, cuya situación y morfología los hacían particularmente interesantes para acceder desde el interior a la zona más próxima al depósito externo o bien al lugar más cercano de los eventuales conductos o galerías intermedias donde pudo haberse acumulado el registro fósil y el material arqueológico.

Los sondeos realizados en cada caso no han ofrecido ni datos ni restos arqueológicos ni antropológicos rele-



FIGURA 109: **A:** Conducto cuasi-vertical posible vía de entrada de los restos a la Galería del Osario. **B:** Trabajos de replanteo de la cuadrícula en la «Rotonda» de la Galería del Osario. Materialización de plano vertical con nivel láser. **C:** Cuadrícula aérea en el sector 5 de la Galería del Osario antes de la excavación.

vantes, y más bien corroboran el desmantelamiento tanto del nivel superior como del intermedio en esa zona, impidiendo el acceso o, al menos, el reconocimiento del área original donde estuvo depositada la colección arqueológica y antropológica recuperada y, por extensión, su posición primaria: esto es, si hubo un enterramiento o bien quedaron allí después de su procesamiento y abandono.

#### VERTICAL EXTERIOR Y ALEDAÑOS EXTERNOS DE LA GALERÍA DEL OSARIO

Los resultados conseguidos mediante la topografía detallada en el interior y el exterior del sistema, complementados con las intervenciones arqueológicas en la zona Cimera-Salomón y Caracoles y los análisis geológicos, geomorfológicos, geofísicos y gravimétricos, aconsejaron hacer alguna intervención más en la vertical exterior del Osario en torno a las cotas de 173, 174 y 176 m (SA 13, SA14 y SA15) (Fig. 111). La información obtenida ha sido similar a la de otros sondeos, de modo que no hemos podido encontrar ningún dato que nos permitiera acceder a la eventual área de depósito o abrigo en la que quedaron abandonados los materiales para luego entrar en la Galería del Osario. Además, la información disponible muestra que esa zona está desmantelada por procesos del medio físico y, por tanto, su estructura y morfología originales están muy modificadas (Fig. 106).



FIGURA 110: Zona Cimera-Salomón. Vista del acceso al extremo oriental de la «Lengua» tras el vaciado del relleno sedimentario.

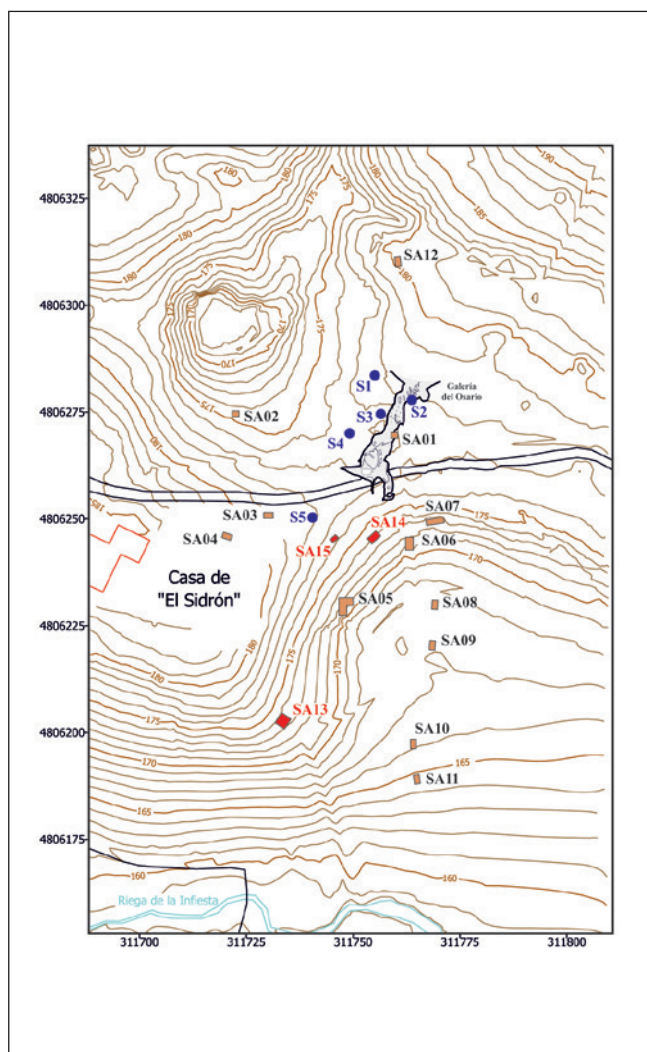


FIGURA III: Localización de los nuevos sondeos arqueológicos (SA13, SA14 y SA15) en la zona de la vertical exterior de la Galería del Osario y del *polje*.

### GALERÍA DE LAS PINTURAS

Contamos con un estudio pormenorizado de las pinturas y los grabados y de la posición de esas representaciones en el contexto y morfología de la pared y de la galería. Ahora estamos procesando la información y elaborando los argumentos para su adscripción cronológica específica dentro del mundo paleolítico al que consideramos pertenece, tras descartar otras posibilidades crono-culturales. Con todo, siguen sin encontrarse paralelos formalmente iguales en el arte peninsular o francés, lo que dificulta su integración en el conjunto rupestre prehistórico.

Asimismo, los grabados son especialmente complicados, pues no hay evidencias claras de que en su mayoría sean humanos, incluso algunos son recientes; y hay otros que corresponden a marcas de animales de difícil adscripción a una u otra especie. Cabe esperar que varios sean de oso, puesto que en las cercanías hay oseras, pero estamos buscando los pasos por donde pudieron haber accedido a esta galería y confirmar que efectivamente corresponden a este animal.

Además se ha prospectado con detalle una amplia zona de la cueva, salvo de momento dos áreas espeleológicamente difíciles del sector final del sistema cárstico, en donde, por su dificultad, no es esperable que haya más graffías, para comprobar si existían otras representaciones parietales prehistóricas y marcas similares de animales. En lo que se refiere a las antrópicas, sólo podemos añadir una muy dudosa mancha de pigmento en la sala que se abre al final del Paso Salomón, que podría tratarse de una señal de época reciente relacionada con las intensas actividades espeleológicas realizadas en la cueva.

Dentro de los análisis sobre conservación que se están llevando a cabo en el sistema cárstico, entre otras razones por la existencia de manifestaciones rupestres, esta galería



FIGURA II2: Ubicación en 2015 de los termohigrómetros en la Galería de las Pinturas (izda.) y en la Galería del Osario (dcha.).

tiene una especial dedicación; pero también estamos tomando datos en otras zonas de la caverna y en el exterior. Así, a fin de tener un registro anual hemos colocado varios termohigrómetros HOBO Pro v2 y TINYTAG de registro continuo, distribuidos anualmente por distintas partes del sistema, y hemos tomado muestras de temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ), humedad relativa (%), metano (ppm),  $\text{CO}_2$  (ppm),  $^{13}\text{C}$  (‰) y radón ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) (Fig. 112). En este sentido, es importante tener la información sobre diversos parámetros en una cavidad activa y a lo largo de varios años, a fin de conocer cómo funciona, cómo pueden afectar los desequilibrios o perturbaciones y así tener un registro para compararlo con el de otras cavidades con arte rupestre de la región, y de otros lugares.

## 10.2. LA ARRIBADA DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO

**Juan Carlos Cañaveras (1), Sergio Sánchez-Moral (2), Ángel Fernández Cortés (3), M.<sup>a</sup> Concepción Muñoz (1), Soledad Cuezva (2), Elena García Antón (2), Marina Sáez Andreu (1), Pablo G. Silva (4), Gabriel Santos (5)**  
 (1) Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. (2) Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. (3) Dept. of Earth Sciences, Royal Holloway, University of London, UK. (4) Dpto. Geología, Universidad de Salamanca. (5) Dpto. Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Universidad de Salamanca

Todas las actuaciones en este cuatrienio han confirmado el modelo propuesto para el relleno de la Galería del Osario. Así, en el relleno de los sectores 2 y 3 de la galería los eventos de alta energía quedan representados por las unidades II y III; si bien la unidad III muestra una disminución progresiva de la energía hacia techo y el desarrollo de encostramientos carbonatados (IIIc). Los episodios de baja energía (unidades 0, I y IV) se encuentran a muro y a techo de la serie deposicional. La unidad III es la que contiene los restos arqueológicos y antropológicos, y representa un depósito en masa tipo *debris flow* o colada de barro compuesto por una mezcla caótica de cantos, fango y agua, como consecuencia de un evento catastrófico (colapso y/o un episodio de tormenta) (Figs. 17, 18, 19 y 30).

La zona inicial de caída de los restos se localiza en los cuadros G-9/10, habiendo entrado por el conducto situado en la vertical de H-14 (Fig. 113). En E-F/9 hay zonas de subsidencia o incluso un sumidero interno de la Galería del Osario hacia niveles inferiores del sistema cárstico (Fig. 24). Durante la etapa de actividad, toda el área E-F/6-9 quedaría como zona deprimida y funcionaría

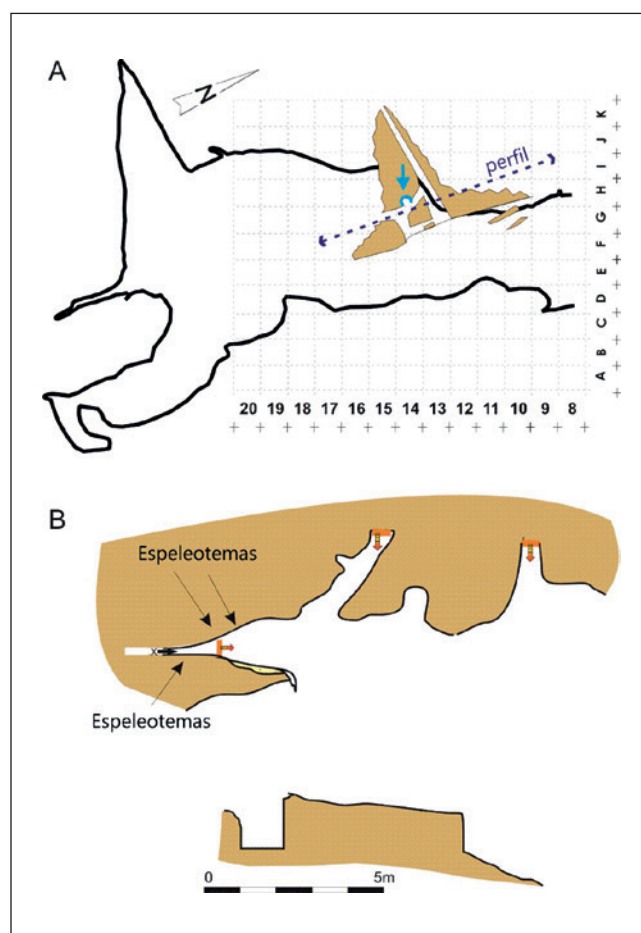


FIGURA 113: Localización de los conductos en el techo de la zona central de la Galería del Osario. **A.** Representación en planta con indicación en azul del conducto en H-14. **B.** Perfil.

como trampa para los sedimentos y los restos arqueológicos procedentes de la gran acumulación de materiales en el sector occidental. Dicha acumulación actuaría a su vez como área fuente local de materiales y como obstáculo para la circulación del agua procedente de la zona alta (meridional), condicionándola a circular junto a la pared este. Esa circulación tendría carácter erosivo, dejando colgados materiales más antiguos en posiciones superiores topográficamente a los materiales acumulados en la zona de la banda 6 (Fig. 107), y probablemente sea la responsable de los canales huecos observados en las facies infrayacentes a la unidad III como resultado del progresivo encajamiento de la corriente procedente de las zonas altas.

La acumulación de materiales producto del hundimiento que se observa en la zona alta de la galería (F-20/22 y Sala Final) pudo provocar la oclusión casi total de la entrada de materiales por la parte superior de la Galería del Osario, dejando paso sólo a débiles corrientes de agua, en una situación similar a la observada en la actualidad.

Por último, se ha estudiado la señal geoquímica de los materiales que conforman el relleno sedimentario de la Galería del Osario, de modo que se han definido y caracterizado unidades geoquímicas mediante análisis estadístico al objeto de que sirvan de complemento de las definidas mediante la sedimentología (Sáez, 2013). Se realizaron análisis multi-elementales sobre dos fracciones granulométricas (arenas y limos-arcillas), así como en muestras seleccionadas de areniscas de la roca encajante y sedimentos actuales del sistema cárstico. Un primer tratamiento estadístico de los datos ha revelado un gran número de factores que regulan el comportamiento geoquímico del sistema (área madre, condiciones ambientales, hidrodinámica...).

Todos los sedimentos analizados están compuestos básicamente por sílice (80 % en su fracción arenosa y ~90 % en la fina –limos y arcillas–). Las muestras de arenisca encajante y de arenas actuales se discriminan bien geoquímicamente, lo que es coherente con que la alteración (disolución, disgregación mecánica) de estos materiales puede contribuir al relleno arenoso de la cavidad, pero probablemente sea un área de procedencia minoritaria. Por otro lado, las muestras de sedimento actual parecen tener una composición más parecida a la de las arenas del relleno, concretamente a las más recientes, las correspondientes a la unidad IV.

El contenido en elementos incompatibles de pequeño radio iónico y alta carga, como son Th, U, Ce, Pb<sup>4+</sup>, Zr, Hf, Ti, Nb y Ta en la fracción arena, nos ha permitido discriminar sedimentos en función de su área de origen o procedencia. El contenido en Ti y Zr se divide en tres grandes grupos: uno compuesto por materiales ricos en Fe y Mn presente localmente en algunos cortes, especialmente en la zona E-F/5-7; otro de materiales no productivos, inmediatamente al sur de la zona de mayor abundancia de restos óseos, y un tercer grupo que representa el grueso de los depósitos.

Cuando se discriminan estos grupos por su área de procedencia (TiO<sub>2</sub>/Zr) y por su ambiente redox, se observa que el depósito con mayor contenido arqueo-antropológico (unidad III deposicional y E/D geoquímica) y que corresponden a depósitos tipo *debris flow*, facies *Diamicton*, tienen una señal geoquímica característica. A esto se añadiría la unidad II deposicional y unidad C geoquímica, que es el más rico en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, bien porque los sedimentos originalmente lo eran, o bien porque el agua que los acompañaba era más anóxica y, una vez depositados los sedimentos, en el ambiente oxidante de la cavidad, precipitó óxido de hierro autigénico (Figs. 107 y 114).

En resumen, el relleno sedimentario que alberga el registro arqueológico y antropológico de la Galería del Osario presenta una alta complejidad, tanto en la naturaleza de los sedimentos como en su distribución espacial en la

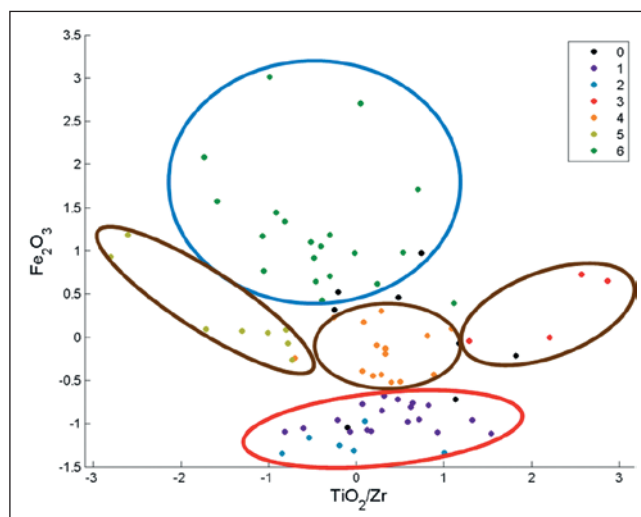


FIGURA 114: Gráfico de dispersión de los grupos geoquímicos por su área de procedencia (TiO<sub>2</sub>/Zr) y por su ambiente redox (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

cavidad. Los principales factores que rigen esa complejidad son la irregular geometría del propio conducto, que compartimenta significativamente las áreas de deposición, y la naturaleza episódica y altamente energética de algunas unidades litoestratigráficas reconocidas, en concreto de la unidad III, que es la que alberga la mayor parte de dicho registro arqueo-antropológico. El área fuente se sitúa en niveles superiores a la galería, produciéndose el depósito o entrada de material óseo a la misma como resultado de episodios de alta energía relacionados con eventos de inundación y/o tormenta.

### 10.3. LA NATURALEZA DE LA COLECCIÓN AN-TROPOLÓGICA Y SU PALEOGENÓMICA

**Antonio Rosas (1), Carles Lalueza Fox (2), Almudena Estalrich (1), Antonio García-Tabernero (1), Markus Bastir (1), Rosa Huguet (3), Beatriz Fernández Cascón (1), Ángel Peña-Melián (4)**

(1) Grupo Paleoaantropología, Dpto. Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (2) Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona. (3) IPHES, Unidad Asociada al CSIC, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. (4) Dpto. Anatomía y Embriología Humana I, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

#### PALEOANTROPOLOGÍA

El número total de registros es de 2.560 y el número mínimo de individuos ha subido a trece, y está formado por siete adultos (4♀, 3♂), tres adolescentes (2♂, 1♀), dos juve-

niles (2♂) y un infantil. Once de ellos han sido identificados a partir de la dentición (Adulto 1, Adulto 2, Adulto 3, Adulto 4, Adulto 5, Adulto 6, Adulto 7, Adolescente 1, Adolescente 2, Adolescente 3, Juvenil 1), un individuo juvenil (Juvenil 2) identificado a partir de huesos del antebrazo (ulna y radio), y de la mano (falanges y metacarpo). El individuo infantil (Infantil 1) está determinado a partir de un fragmento de tibia y algunos huesos del pie (metatarso y falange) (Rosas *et alii*, 2012a, 2012b, 2013). Como parte y punto de partida del estudio antropológico, se están consiguiendo remontar numerosos fragmentos y restos óseos procedentes tanto de las campañas de excavación como de los recogidos durante el atestado de la Guardia Civil en 1994, reforzando además la unicidad de la muestra (Fig. 115).

Se ha continuado con el estudio de las distintas partes del esqueleto neandertal para conocer los rasgos anatómicos de los neandertales, variaciones intraespecíficas y su significado biológico y evolutivo. En lo que se refiere al **cráneo**, el sistema de drenaje venoso muestra una clara asimetría del encéfalo, tanto en la estructura general como en el riego venoso. Si bien la asimetría encefálica es normal en organismos con alto grado de encefalización, en neandertales se manifiesta en mayor medida en el patrón de drenaje venoso, esto es, las vías primordiales por las que la sangre abandona el cráneo. Un cerebro muy asimétrico es interpretado como un cerebro muy especializado (Peña-Melián *et alii*, 2011).

La cara endocraneal de los restos óseos de El Sidrón conserva con gran nitidez huellas de las estructuras y tejidos. El análisis de la superficie endocraneal en el hueso temporal de estos neandertales revela una diferencia significativa entre el lóbulo temporal de neandertales y humanos modernos en algunas regiones específicas (como la fosa postarcuata), así como en la localización y orientación del giro temporal inferior. Igualmente, se aprecia una diferencia a nivel vascular con mayor incidencia de algunos vasos venosos secundarios en neandertales (seno petroscaumoso). Las reorganizaciones corticales pueden tener implicaciones funcionales, relacionadas con el comportamiento social y la teoría de la mente (Rosas *et alii*, 2014).

El estudio de los **dientes** también ha proporcionado interesantes resultados. Los individuos de la colección muestran estrías labiales en la dentición anterior (incisivos y caninos), que se relacionan con el uso de la boca como tercera mano, cuya orientación ha posibilitado la asignación de una lateralidad manual diestra a los 11 neandertales de El Sidrón con dentición asociada (Estalrich *et alii*, 2012; Estalrich y Rosas, 2013). Se ha identificado la presencia de caninos deciduos mandibulares en un adulto y un adolescente, que deberían haber sido sustituidos por los permanentes (Rosas *et alii*, 2012a). Dado que ambos tienen parentesco materno (Lalueza-Fox *et alii*, 2011) se ha

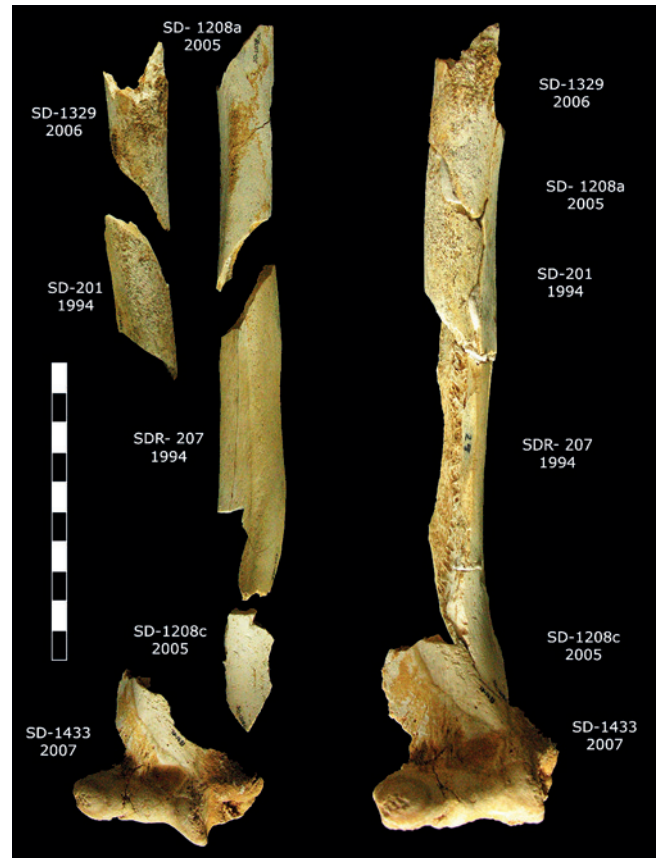


FIGURA 115: Húmero parcialmente reconstruido a partir de fragmentos recuperados en diferentes campañas.

pensado en un posible origen genético de esta anomalía. En el Adulto 2, como consecuencia de la retención de la pieza dental decidua, el diente permanente se ha visto desplazado hacia el cuerpo mandibular. La rotura de la corona del canino deciduo le provocó además importantes episodios de infección en el cuerpo mandibular que se reflejan en una gran cavidad quística a lo largo de esta estructura, así como perforaciones de drenaje de esta infección (Dean *et alii*, 2013). Asimismo, este individuo presenta estrías labiales típicas de individuos zurdos superpuestas a las más numerosas, lo que significaría que ha pasado de ser diestro a zurdo debido posiblemente a la infección dental (Dean *et alii*, 2013; Estalrich y Rosas, 2013).

Otro de los rasgos analizados son las melladuras en el esmalte dental, las cuales muestran una mayor incidencia en la dentición maxilar en el caso de los hombres y mandibular en el de las mujeres. Esto, junto con las diferencias en el número y la morfología de las estrías labiales entre los hombres y las mujeres, parece indicar que los neandertales utilizaban sus dientes de manera diferente según el sexo, sugiriendo un cierto grado de división del trabajo en neandertales hasta ahora no conocido (Estalrich y Rosas, 2015).

En cuanto a las **costillas**, se ha visto que pese a la alta fragmentación de los restos, existe una elevada diversidad morfológica, debido posiblemente a la variedad de grupos de edad/sexos presentes en el yacimiento (adultos e inmaduros, mujeres y hombres). Se ha constatado no obstante la típica morfología robusta neandertal, así como otras más gráciles, que podrían relacionarse con la alta variabilidad intrapoblacional (Bastir *et alii*, 2015; García-Martínez y Bastir, 2015). Además, se han analizado varios fragmentos de costilla con el fin de realizar una estimación de edad de muerte de los individuos mediante el análisis morfológico y métrico de los elementos microscópicos del tejido óseo o histomorfometría (Menacho, 2012; Bañuelos *et alii*, 2015). Esto puede ayudar a entender tanto el desarrollo de los neandertales como de nuestra propia especie, y que es el actual debate sobre si las edades biológicas de las especies *Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis* se corresponden a una misma edad cronológica. El estudio de las costillas de los individuos inmaduros y juveniles apuntan a un menor tamaño de las primeras costillas de neandertales frente a *H. sapiens*, lo cual está relacionado con la configuración total del tórax, que sería, en los individuos estudiados de El Sidrón, menos curvado, más extendido en sentido antero-posterior comparándolo con *sapiens* (Martín, 2011; Bastir *et alii*, 2015). Todo ello tendría una serie de implicaciones fisiológicas en determinadas funciones (tales como la respiración) y sus relaciones con los distintos ecosistemas.

Respecto al esqueleto axial, los aspectos más interesantes provienen del estudio del estadio de fusión de las **vértebras**. En el caso del Juvenil 1 el atlas, primera vértebra cervical, no presenta la fusión del arco vertebral, lo que podría indicar un caso de espina bífida, si bien todavía habría que constatarlo con posteriores estudios. Esta anomalía se ha confirmado también en un atlas de adulto de El Sidrón, lo cual, dada la probable base genética –así como la baja incidencia– de este tipo de particularidades anatómicas (conocidos como Defectos Tipo A), añade un dato más a la caracterización de los individuos de El Sidrón como grupo familiar (Ríos *et alii*, 2015).

La estimación del **tamaño corporal** del Juvenil 1, entendido este como estatura y masa, se ha llevado a cabo mediante la correlación existente entre esas variables y determinadas dimensiones de huesos largos postcraneales (principalmente de los miembros superiores e inferiores). De forma preliminar se puede decir que el Juvenil 1 tendría una estatura estimada en unos 112 cm y un peso de en torno a 26 kg, lo cual refleja tanto la típica complexión robusta, como el patrón de crecimiento propios de *Homo neanderthalensis* (Baquero López, 2014).

En lo que se refiere al **húmero**, se han visto grandes diferencias entre los diferentes grupos analizados (chim-

pancés, neandertales y humanos modernos), en las regiones anatómicas estudiadas (epífisis distal, diáfisis, epífisis proximal y húmero completo). Entre otros hallazgos destaca la importancia del húmero para la taxonomía en especies humanas y la posible morfología primitiva del húmero de *H. sapiens*. En relación a los neandertales, se plantea la hipótesis de que la mayoría de los llamados *rasgos neandertales*, responsables de las diferencias con los humanos anatómicamente modernos, podrían estar asociados con distintas configuraciones estructurales en la cintura escapular y en la estructura del hombro (Pérez Criado, 2013; Rosas *et alii*, 2015).

En las **falanges** y **metacarpianos** se ha podido identificar la característica hipertrofia muscular de neandertales, pues las crestas de inserción muscular en metacarpos neandertales están más desarrolladas. Asimismo, las falanges proximales y distales son más robustas y poseen crestas laterales de inserción muscular más desarrolladas que en poblaciones humanas actuales. Por tanto, el rango de movimientos del dedo 1 podría ser diferente al de humano anatómicamente moderno, teniendo una mayor fuerza pero con menor rango de movimientos prensiles (García Cossío, 2011; Sierra Soria *et alii*, 2015).

Respecto a la **clavícula** se han detectado diferencias entre las de humano anatómicamente moderno y neandertal tanto en tamaño como en forma, siendo las de estos últimos más largas y con mayor perímetro diafisario. En cuanto a la forma cabría indicar el mayor tamaño de las áreas de inserción y paso de músculos y ligamentos en neandertales comparado con *Homo sapiens* (Rodríguez-Pérez *et alii*, 2015; Rosas *et alii*, en revisión).

Dado el carácter altamente fragmentario de los restos de **fémur** de El Sidrón, este estudio se ha centrado solamente en las regiones mejor conservadas: diáfisis y porción proximal. Como avance se puede afirmar que se aprecian ciertas diferencias en cuanto a forma entre fémures neandertales y los de la muestra analizada de *H. sapiens*, mostrando los primeros un incremento de la anchura relativa de la diáfisis, un aumento del ángulo cuello-diáfisis así como de la cabeza femoral (Anaya García *et alii*, 2015).

En el **calcáneo** se ha comprobado que la variabilidad existente en la anatomía de este elemento anatómico en neandertales entraría dentro de la variabilidad humana normal, si bien el registro SDR-112 presenta cierta peculiaridad en las carillas articulares que deben ser exploradas con más detenimiento (Fernández-Cerezo *et alii*, 2015).

El estudio comparativo del **astrágalo** entre las dos especies arroja diferencias en determinados caracteres anatómicos, si bien dentro de la misma morfología general característica de una locomoción bípeda. Estas diferencias apuntan a una mayor robustez en neandertales encaminada a ser más eficaces a la hora de soportar un gran peso

corporal, permitiendo un mayor esfuerzo biomecánico y posiblemente un rango también mayor de determinados movimientos (Ferrando *et alii*, 2015).

### CANIBALISMO

Ya se habían reconocido en la superficie de los huesos diferentes tipos de marcas de corte, fracturación y procesamiento relacionados con la práctica del canibalismo (Fig. 116). La investigación actual se centra en definir el modelo de canibalización presente en los restos neandertales de El Sidrón (Huguet *et alii*, en preparación).

### PALEODIETA Y MOVILIDAD

Por último, se están llevando a cabo diversos estudios con el fin de conocer la dieta e ingesta de sustancias procedentes del medio y la eventual reconstrucción de las pautas de movilidad de los neandertales (Fig. 117).

El estudio del microdesgaste dental en 3D (análisis fractal de la superficie oclusal del esmalte) permite conocer el tipo de alimentación durante las últimas dos o tres se-

manas de vida. Los resultados indican que se trata de una dieta mixta, compuesta tanto de carne como de vegetales. Además, se ha visto que existían ciertas diferencias en la dieta entre los individuos de El Sidrón. Las mujeres tomaron más componentes vegetales que los hombres. Estos resultados son similares a los que se han observado en las sociedades actuales de cazadores recolectores: las mujeres incluyen más vegetales en su dieta que los hombres adultos, puesto que a la vez que recolectan alimentos, pueden ingerir parte de ellos. La ingesta de componente vegetal en este grupo parece ser mayor que la encontrada en otros neandertales de ecosistemas similares (Estalrich, 2015; Estalrich *et alii*, en preparación).

Mediante el análisis por desorción térmica secuencial, cromatografía de gases y espectrometría de masas (TD-GC-MS) y pirólisis, cromatografía de gases y espectrometría de masas (Py-GC-MS), junto con el estudio morfológico de los microfósiles vegetales, se ha investigado el sarro dental de cinco individuos (Adulto 2, 3, 4 y 5 y Juvenil 1). Hemos podido observar la inhalación de madera quemada y la ingesta de gránulos de almidón triturados y cocidos procedentes de diferentes plantas. Además, el Adulto 2



FIGURA 116: Fragmento de fémur con marcas antrópicas recuperado en la campaña de 2011.

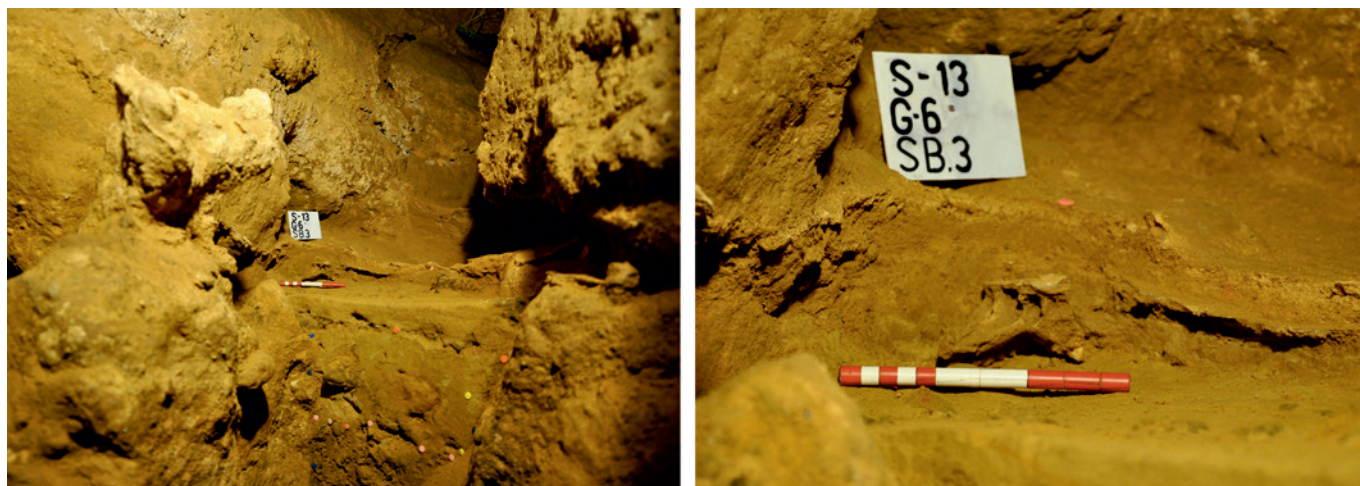


FIGURA 117: Maxilar procedente de la cuadrícula G-6 levantado en la campaña de 2013.

tenía restos de bitumen, procedente probablemente de las pizarras bituminosas que existen en las inmediaciones del yacimiento (Llames de Parres) (Hardy *et alii*, 2012). El uso de esas sustancias se ha señalado en otros yacimientos para, entre otras posibilidades, el enmangue de las piezas líticas. Por su parte, el individuo Adulta 4, femenino, había ingerido aquileia y camomila, y como estas plantas son amargas y, dado que los neandertales ya contaban con el gen del gusto amargo (Lalueza-Fox *et alii*, 2009), no serían seleccionadas por su sabor, lo que sumado al escaso valor nutricional de las mismas, ha llevado a plantearse su consumo con fines medicinales (Hardy *et alii*, 2012). Todo ello pone de manifiesto un amplio conocimiento del medio y una selección determinada de los recursos (Hardy *et alii*, 2012, 2013).

Están en curso los estudios de estroncio que completarán los análisis previos (Rasilla *et alii*, 2011) mediante la elaboración de un mapa con los ratios isotópicos del estroncio biodisponible en cada uno de los distintos pisos geológicos asturianos, para lo cual se ha realizado un muestreo de plantas y caracoles en ellos.

#### CONSERVACIÓN/RESTAURACIÓN

Los trabajos de conservación/restauración han continuado, simultaneando la limpieza mecánica con la química en aquellos restos que estaban altamente concrecionados y para ello se ha investigado en el empleo de diferentes elementos químicos (Fig. 118). Para el almacenaje y la conservación, los fósiles están guardados en polietileno de burbujas y colocados en los cajones-bandejas de unos armarios metálicos diseñados especialmente para la colección que permiten un continuo control de humedad (60-70 %) y de temperatura (15-17°).

Paralelamente se han realizado réplicas de algunos de los fósiles de la colección para la exposición permanente del Museo Arqueológico Nacional (tres réplicas) y del Museo Arqueológico de Asturias (cinco réplicas), que han sido producidas por la técnica de prototipado rápido (a partir de datos DICOM obtenidos por tomografía axial computerizada de los fósiles originales). En el acabado final de las mismas, se han aplicado pigmentos y sedimentos de manera manual, de tal modo que la reproducción sea lo más similar posible a la pieza original y así conseguir una alta calidad expositiva.

#### PALEOGENÉTICA

Los estudios genéticos se han centrado en reducir el impacto de la contaminación humana moderna y mejorar la cobertura genética de 1,3x del borrador del genoma neandertal (Green *et alii*, 2010), además de continuar con la caracterización de la variación genética dentro de la muestra de El Sidrón. Mejorar la cobertura es importante para entender la diversidad intraespecífica neandertal y también aquellos cambios genéticos que han tenido lugar únicamente en el linaje neandertal.

Se ha capturado el exoma (conjunto de secuencias codificantes) completo en la muestra SD-1253 a una cobertura comprendida entre 10x y 20x y también se ha conseguido capturar el cromosoma 21 completo a una cobertura elevada. En el caso del exoma, esto representa cerca de 35 millones de nucleótidos (es decir, un poco más del 1 % del genoma), pero engloba todos los genes conocidos. La cobertura conseguida es de 12x, semejante a la de algunos genomas humanos secuenciados. Conjuntamente, se ha capturado el exoma de Vindija 33.16 (Croacia) y también se dispone de un neandertal a alta cobertura proceden-



FIGURA 118: Maxilar SD-2010a, hallado en la campaña de 2010. **Arriba.** Antes de la intervención de limpieza. **Abajo.** Después de la limpieza y la restauración.

te del Altai (Siberia). El análisis conjunto de estos tres exomas permite, por primera vez, conocer la diversidad genómica intraespecífica de los neandertales, rastrear cambios genéticos específicos de su linaje, e inferir cuestiones demográficas a través del análisis de su diversidad (cuanto menor es una población, menor es su diversidad genética).

Los resultados indican que durante buena parte de su historia evolutiva, los neandertales tuvieron un tamaño poblacional bajo y que su diversidad genómica interna es más baja incluso que los karitiana del Amazonas, conocidos por su elevada consanguinidad. En el caso del neandertal del Altai, además de la baja diversidad, hay que añadir evidencias de consanguinidad reciente (Castellano *et alii*, 2014)

El siguiente paso será intentar recuperar algún otro exoma en nuevas muestras de El Sidrón, para investigar posibles relaciones genealógicas dentro del grupo familiar identificado a partir de las relaciones maternas determinadas por el ADN mitocondrial de los doce individuos con que se contaba en 2011 (Lalueza-Fox *et alii*, 2011). Según este estudio, realizado a partir del ADN mitocondrial,

tres hombres adultos tenían el mismo ADN mitocondrial y por tanto compartían el mismo linaje materno, mientras que las tres mujeres adultas identificadas contaban con diferente ADN mitocondrial. Se puede deducir, entonces, que además de que existía una baja diversidad genética, eran las mujeres las que cambiaban de núcleo familiar, registrándose por tanto la patrilocalidad (Lalueza-Fox *et alii*, 2011). Los exomas se recuperarán a partir de lascas óseas que permiten muestreos más efectivos que los dientes. Aunque dichos fragmentos no tienen en general atribución individual, hasta el momento se han recuperado con certeza exomas de tres individuos distintos. Esto será un primer paso para reconocer la diversidad genómica nuclear de un grupo neandertal.

También se ha investigado en las denominadas regiones HAR («*Human Accelerated Regions*»), que según las comparaciones entre el genoma humano con el del chimpancé y otros grandes simios aparecerían en un momento posterior a la separación entre estos linajes y configurarían rasgos específicos humanos. El objetivo era saber en qué momento del proceso evolutivo se habían desarrollado

dichas HAR. Los datos muestran que los neandertales comparten la mayoría de los cambios y que, por tanto, no serían regiones específicas de nuestra especie sino probablemente compartidas con todos los representantes del género *Homo* (Burbano *et alii*, 2012).

Por otra parte, se han buscado aquellas diferencias fenotípicas en las que influyen los factores relacionados con la regulación genómica. El marcador es un microRNA (etiquetado como 1304) que en los neandertales presenta una versión ancestral y distinta al mismo microRNA que poseen los humanos modernos. Según los resultados obtenidos, en los neandertales este microRNA 1304 regula genes distintos de su versión equivalente en los humanos modernos, como el AMTN y el ENAM implicados en la formación del esmalte dentario (López-Valenzuela *et alii*, 2012).

Asimismo se ha investigado en la región regulatoria cercana al gen FOXP2 relacionado con las capacidades lingüísticas humanas, y se ha encontrado una variante regulatoria ancestral (es decir, compartida con el chimpancé) en los neandertales. En cambio, la gran mayoría de los humanos modernos (con la excepción de un pequeño porcentaje de individuos en poblaciones del África Subsahariana) presentan una variante derivada, lo que hace suponer que dicha regulación funciona de forma distinta en general en nuestra especie (Maricic *et alii*, 2012).

Por último, se ha recuperado el cromosoma 21 completo en la muestra SD-1253 hasta una cobertura genómica de 14,1x y se ha comparado con las secuencias del mismo cromosoma del neandertal de Altai y de Vindija 33.15. El análisis, por vez primera, de tres cromosomas neandertales completos permitirá afinar procesos de modelización demográfica y conocer exhaustivamente las consecuencias de los episodios de hibridación con los humanos modernos.

#### 10.4. LAS CUALIDADES DE LA CULTURA MATERIAL Y DE LOS RECURSOS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

**David Santamaría (1), Marco de la Rasilla (1), Lucía Martínez (1), Elsa Duarte (1), Paloma Suárez (1), Antonio Tarrío (2)**

(1) Área de Prehistoria, Dpto. Historia, Universidad de Oviedo.

(2) Centro Nacional sobre la Evolución Humana, Burgos

Asociados a los fósiles humanos se han hallado unos ~400 artefactos líticos con unas inequívocas condiciones tipo-tecnológicas musterienses (Fig. 119) y unos pocos restos de fauna. Destaca sobremanera el tipo de materia prima generalmente empleada –sílex de Piloña– (Santamaría,

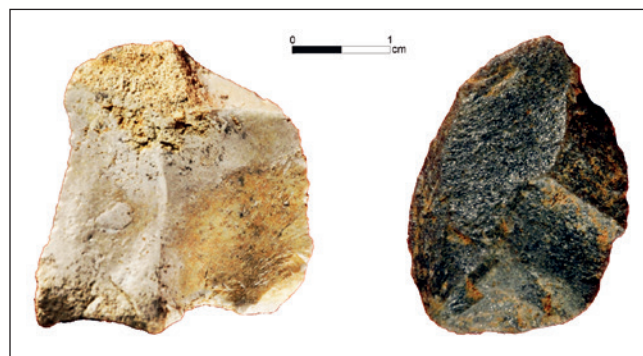


FIGURA 119: Piezas líticas recuperadas en F-14 y G-13 de sílex y cuarcita respectivamente.

2012; Rasilla *et alii*, 2011: 137-146; Tarrío *et alii*, 2013); el remontaje de varias piezas líticas, que por ahora constituye un 20 %, pero que se incrementará con el análisis definitivo de todo el material; la distribución espacial del registro arqueológico y la escasez y propiedades de la fauna macromamífera (ciervo, gran bóvido, rebeco, caballo, lobo y oso).

Un asunto que hemos ido comprobando a lo largo de los años, por la presencia de cantos de sílex y cuarcita en los conglomerados que forman la cavidad y su integración en el sustrato, ha impuesto el estudio de los tectoclastos, es decir, piezas cuyas características morfológicas se asocian a la fragmentación natural durante las fases de deformación, compresión y transporte a la que están sujetos en la roca encajante o en el sedimento. Estamos estableciendo una serie de criterios objetivos y contrastables para discriminar las piezas seguras de las que no lo son, teniendo en cuenta que algunas son muy difíciles de diferenciar, por lo que quedarán en la categoría de dudosos. Además, estamos haciendo una importante colección de referencia de tectoclastos para efectuar comparativas, y facilitar el análisis *in situ* de los criterios establecidos.

La existencia de sílex cretácico tanto en posición primaria como en secundaria en los conglomerados neógenos tiene un interés notable, porque los neandertales tomaron esa materia prima, más algún canto de cuarcita, para hacer sus herramientas en relación directa con la actividad prioritaria deducida de los datos expuestos: utensilios para el procesado de sus congéneres. Y ello se apoya en que ese material entró a la vez que los fósiles a la Galería del Osario, y su remontaje también muestra que se cogieron los núcleos en la cercanía inmediata, se manipularon, se usaron determinados soportes (lascas, denticulados, etc.) y se dejaron en el mismo sitio.

Por su parte, un elemento alimenticio clave como es la fauna no tiene, en principio, nada que ver con la actividad planteada, porque sólo presenta marcas de carnívoros

y, por tanto, aquí no estaba directamente asociada a los humanos. Estaba en ese depósito por la acción de los carnívoros u otros elementos y cuando se produjo el evento mencionado entraron a la vez todos los materiales que estaban en esa parte del yacimiento, quedando atrapados en las trampas naturales de la Galería del Osario.

Los datos apuntan a que es un hecho cultural único y rápido en el tiempo, focalizados en una tarea prominente, por lo que es fundamental descubrir –y en ello estamos– otros asentamientos musterienses próximos a El Sidrón para documentar esa otra parte del quehacer humano que no está reflejada en el que nos ocupa.

### 10.5. LA CRONOMETRÍA DE LOS FÓSILES Y DE LAS HERRAMIENTAS LÍTICAS

**Marco de la Rasilla (1), David Santamaría (1), Thomas Higham (2), Rachel Wood (2, 3), José Eugenio Ortiz (4), Trinidad de Torres (4)**

(1) Área de Prehistoria, Dpto. Historia, Universidad de Oviedo. (2) ORAU, University of Oxford, United Kingdom. (3) Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, Australia. (4) LEB, ETSIM, Universidad Politécnica de Madrid

Un proyecto liderado por la Universidad de Oxford, en el que básicamente se ha tratado de datar el lapso temporal de la extinción neandertal y el espacio geográfico y duración y de la coexistencia entre éstos y los humanos anatómicamente modernos, ha facilitado la datación de más muestras de El Sidrón. A las ya conocidas (apartado 4.8 de este libro, Torres *et alii*, 2010), se suma ahora una fecha de  $14\text{CAMS [OxA-21776]}$  sobre hueso humano de  $48.400 \pm 3.200$  BP (Wood *et alii*, 2013; Higham *et alii*, 2014). Como fácilmente puede colegirse hay un desacuerdo entre las dataciones de Geochron/Beta y de Gif/Oxford, y la razón principal del mismo es el pre-tratamiento utilizado para eliminar las contaminaciones: en el caso de Geochron/Beta se ha aplicado el sistema convencional, mientras que en Gif/Oxford se hizo mediante unos protocolos más sofisticados, respectivamente nynhidrina y ultrafiltración.

Por ello, es más sensato asumir las dataciones más antiguas, siendo  $48.800 \pm 1.600$  BP la media ponderada de las obtenidas entre los laboratorios de Gif-sur Ivette y el ORAU de Oxford. Además éstas están genéricamente de acuerdo con las de Racemización de Aminoácidos, Resonancia por Electro Espín y Luminiscencia Ópticamente Estimulada. Así pues, el registro arqueológico y antropológico de El Sidrón tiene al menos, y redondeando, 49.000 años BP.

### 10.6. EXPOSICIÓN LOS 13 DE EL SIDRÓN. UN EJEMPLO DE LA DIVULGACIÓN EMPRENDIDA

**Marco de la Rasilla (1), Antonio Rosas (2), Juan Carlos Cañaveras (3), Carles Lalueza-Fox (4), David Santamaría (1), Sergio Sánchez-Moral (5), Almudena Estalrrich (2), Antonio García-Taberner (2), Rosa Huguet (2), Pablo G. Silva (6), Gabriel Santos (7)**

(1) Área de Prehistoria, Dpto. Historia, Universidad de Oviedo. (2) Grupo Paleoantropología, Dpto. Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (3) Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. (4) Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona. (5) Dpto. Geología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. (6) Dpto. Geología, Universidad de Salamanca. (7) Dpto. Ingeniería Cartográfica y del Terreno, Universidad de Salamanca

En 2013 se diseñó la exposición titulada *Los 13 de El Sidrón* como parte de las actividades programadas en el convenio existente entre la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Principado de Asturias y la Universidad de Oviedo para la investigación y difusión del proyecto sobre el yacimiento<sup>12</sup> (Fig. 120). Ésta se ha exhibido en el Museo Arqueológico de Asturias (febrero-mayo 2014), en el Centro de Arte Rupestre de Tito Bustillo (junio-septiembre 2014), en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Oviedo (diciembre 2014-marzo 2015), en el Museo de Altamira (junio-septiembre 2015), estando previsto que continúe su itinerancia por otras instituciones (por ejemplo Museo de la Universidad de Alicante en 2016)<sup>13</sup>.

Realizadas por el Equipo de Paleoantropología del MNCN-CSIC, se exhibieron las ocho reproducciones de distintas partes anatómicas procedentes de las vitrinas del museo asturiano y se crearon cinco más (frontal, mandíbula, radio, húmero y occipital) para alcanzar la cifra de trece, alusiva al número de individuos existentes. Exceptuando una, todas ellas son reproducciones hechas a partir de modelos virtuales mediante técnicas de prototipado que

<sup>12</sup> Además de los firmantes, que formaron parte del comisariado de la exposición, participaron las siguientes personas y entidades: *Idea y Concepto*: Juan Stové. *Diseño y Montaje*: Pictures & Things. *Ilustraciones*: Albert Álvarez Marsal/DBÖLIT. *Fotografías*: Javier Fortea Pérez, Equipo de Investigación de El Sidrón y Riki de Andrés. *Audiovisuales*: Servicio de Medios Audiovisuales de la Universidad de Oviedo, Albert Álvarez Marsal/DBÖLIT, Grupo de Paleoantropología MNCN-CSIC. *Documental*: Wanda Films. *Asesoría Museográfica*: Cilnius; y personal del Museo Arqueológico de Asturias, Recrea Asturias, Centro de Arte Rupestre de Tito Bustillo (Asturias), Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Oviedo y Museo de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria).

<sup>13</sup> Hasta la fecha el número de visitantes a la exposición es de 77.152.

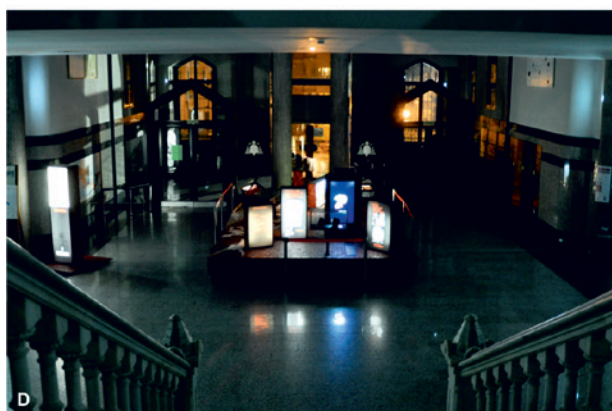


FIGURA 120: Particulares de la exposición en: **A:** Museo Arqueológico de Asturias. **B:** CAR de Tito Bustillo (Ribadesella). **C:** Museo de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria). **D:** Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Oviedo. (Foto B: J. Stové).

reproducen exactamente el tamaño y la forma, pero no el color, que se hizo a mano siguiendo el patrón del original. También se incluyeron varios utensilios y restos líticos hallados junto a los huesos humanos (algunos de los cuales remontan entre sí), además de varios fragmentos de sílex de Piloña que es una materia prima local de gran importancia.

Como complemento a la exposición se editó un pequeño catálogo y un tríptico que resume lo que está expuesto siguiendo los apartados en los que se organiza la misma (Fig. 121).

### 10.7. EL FUTURO

**Marco de la Rasilla (1), Antonio Rosas (2), Juan Carlos Cañaveras (3), Carles Lalueza-Fox (4)**

(1) Área de Prehistoria, Dpto. Historia, Universidad de Oviedo. (2) Grupo Paleoantropología, Dpto. Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. (3) Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante. (4) Instituto de Biología Evolutiva (CSIC-UPF), Barcelona

Los resultados obtenidos en la campaña de 2014 permiten afirmar que se ha agotado el yacimiento en lo que afecta al registro arqueológico y antropológico en la Galería del Osario. Por su parte, la búsqueda de evidencias en otras partes del sistema cárstico, tanto del posible yacimiento como del lugar donde se depositaron los restos humanos e industria lítica, no ha ofrecido ningún material relevante, salvando naturalmente lo hallado en el Abrigo de la Cabañina que no se corresponde con el horizonte cultural musteriense propio de los neandertales.

No obstante, el hecho de que ya no aparezcan más restos no impide que la investigación prosiga; y para ello, hemos tenido una reunión de trabajo en junio de 2015<sup>14</sup>, en la que se ha hecho balance de lo realizado y de los resultados obtenidos hasta la fecha, a la vez que se han evaluado las líneas de trabajo abiertas y las propuestas de investigación futuras (Fig. 122). En resumen se ha convenido lo siguiente:

1. Continuar las líneas de investigación abiertas en las diferentes disciplinas: huellas de uso y remontajes líticos, tectoclastos, distribución espacial del registro arqueológico, modelo de acumulación del registro arqueológico y antropológico, modelo de canibalización, asociación de los restos postcraneales a los individuos definidos, análisis morfométricos, pautas alimentarias, paleoecología y filo-

<sup>14</sup> Celebrada en el Centro Social de la Parroquia Rural de Villamayor (Piloña). Agradecemos a Andrés Rojo del Valle la ayuda y colaboración dispensada.

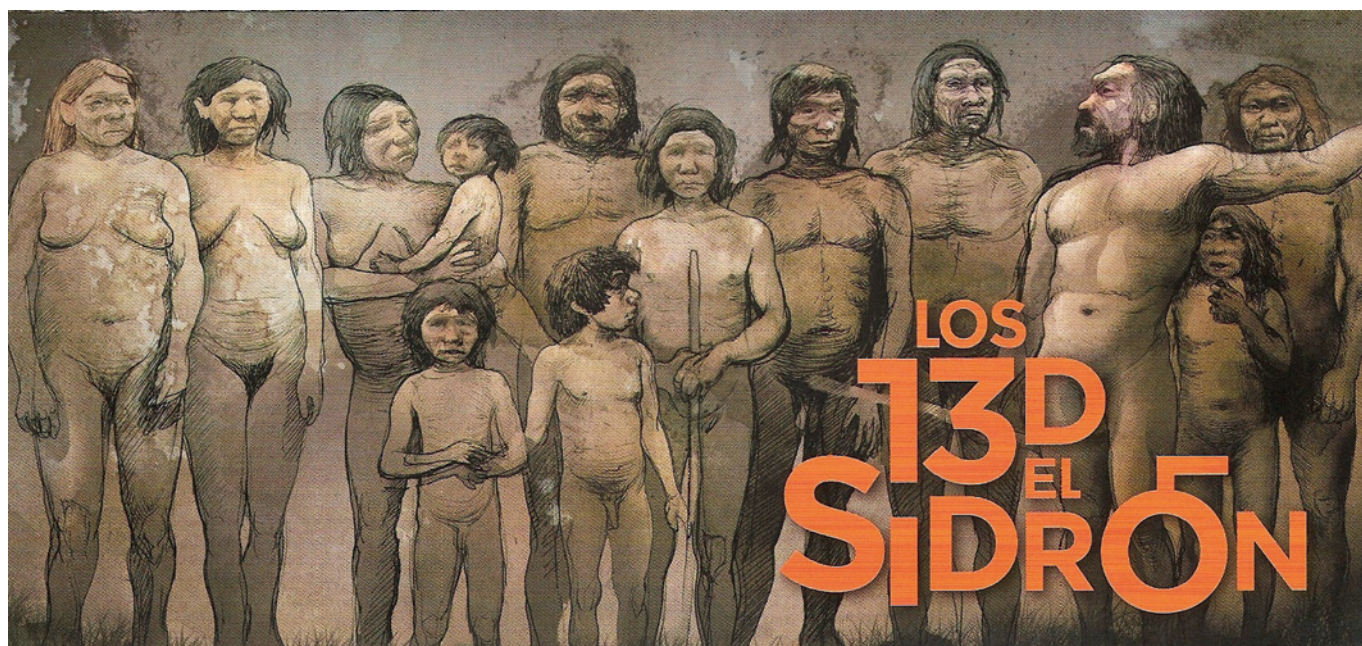


FIGURA 121: Portada del catálogo y del tríptico de la exposición *Los 13 de El Sidrón*.



FIGURA 122: Reunión al final de la primera fase de investigación celebrada el 18 de junio de 2015 en el Centro Social de la Parroquia Rural de Villamayor (Piloña). De derecha a izquierda: L. Pérez Criado, G. Santos, J. C. Cañaveras, A. Rosas, A. García Tabernero, M. de la Rasilla, D. Santamaría, E. Forcelledo, C. Rubio, E. Duarte y A. Estalrich.

geografía neandertal, análisis de ADN y genómica, análisis faunísticos y antracológicos, entre otros.

2. Prolongar las actuaciones relativas al estudio de la conservación de las pinturas y de un sistema cárstico activo, al objeto de tener datos de diferentes parámetros que permitan conocer las cualidades ambientales de El Sidrón y contrastarlos con los de otros lugares con arte rupestre.

3. Realizar estudios o análisis puntuales de acuerdo con la evaluación que resulte del examen de los resultados y las preguntas que puedan plantearse al ir cerrando el modelo explicativo general de lo sucedido en El Sidrón hace 49.000 años BP.

4. Difundir tanto en revistas y publicaciones especializadas como de tipo general, y en cualquier otro medio, los resultados obtenidos en la investigación.

## 10.8. BIBLIOGRAFÍA

Adjuntamos un listado, lo más completo posible, de la bibliografía relacionada con El Sidrón entre enero de 2011 y octubre de 2015<sup>15</sup>. Asimismo, la bibliografía citada en este apartado 10 puede estar tanto en este listado como en el del anexo I.

<sup>15</sup> A la que deben sumarse los siguientes trabajos de investigación inéditos: García Cossío, B. 2011. *Identificación Anatómica y Caracterización Morfológica de los Huesos de la Mano de los Neandertales de El Sidrón (Asturias)*. Trabajo de Fin de Máster Interuniversitario de Antropología Física: Evolución y Biodiversidad Humanas (UAM, UCM, UAH). Standing Lázaro, M. 2011. *Análisis topográfico y geofísico de la zona norte del poljé del complejo cárstico de El Sidrón (Piloña, Asturias)*. Trabajo de Fin de Carrera de Ingeniería Geológica (USAL). Martín González, M. 2011. *Identificación Anatómica y Caracterización Morfológica de las Costillas de los Neandertales de El Sidrón (Asturias)*. Trabajo de Fin de Máster Interuniversitario de Antropología Física: Evolución y Biodiversidad Humanas (UAM, UCM, UAH). Menacho Blázquez, M. 2012. *Estimación de la edad de muerte en restos neandertales de El Sidrón (Asturias) mediante métodos de histomorfometría*. Memoria del proyecto final de carrera de la Licenciatura en Ciencias Biológicas (UAM). Pérez Criado, L. 2013. *Alometría y dimorfismo sexual del húmero de Homo sapiens y su comparación con el neandertal*. Memoria del trabajo de fin de Máster Interuniversitario en Antropología Física: Evolución y Biodiversidad Humana (UCM, UAM, UAH). Sáez Andreu, M. 2013. *Estudio geoquímico del relleno sedimentario de la Galería del Osario (Cueva de El Sidrón, Asturias)*. Trabajo de Fin de Carrera de Ingeniería Geológica. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. Baquero López, J. 2014. *Estimación del tamaño corporal (estatura y masa) en neandertales juveniles: el caso del Juvenil 1 de El Sidrón (Asturias)*. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Ciencias Biológicas (UCM). Rubio Cabrerres, C. 2015. *Cálculo de los parámetros de transformación de coordenadas entre los sistemas WGS84, ED50 y ETRS89 para la hoja 30-IV «Arriondas» del MTN a escala 1:25000. Aplicación en cartografías previas*. Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Geológica. Facultad de Ciencias Geológicas (USAL).

ANAYA-GARCÍA, N.; ROSAS, A.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNEO, A.; HUGUET, R.; RASILLA, M. DE LA Y PASTOR, J. F. 2015. «Alometría y dimorfismo sexual del fémur de *Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis* en un contexto evolutivo». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 25-27.

BAÑUELOS, L.; ROSAS, A. y RÍOS, L. 2015. «Estimación de edad de muerte en neandertales mediante histomorfometría». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 55-57.

BASTIR, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, D.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNEO, A.; HUGUET, R.; RÍOS, L.; BARASH, A.; RECHEIS, W.; RASILLA, M. DE LA Y ROSAS, A. 2015. «The relevance of the first ribs of the El Sidrón site (Asturias, Spain) for the understanding of the Neandertal thorax». *Journal of Human Evolution*, 80: 64-73.

BURBANO, H. A.; GREEN, R. E.; MARICIC, T.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; KELSO, J.; POLLARD, K. S.; LACHMANN, M. y PÄÄBO, S. 2012. «Analysis of Human Accelerated DNA Regions Using Archaic Hominin Genomes». *PLoS ONE*, 7: e32877.

CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; MUÑOZ, M. C.; LARIO, J.; SILVA, P. G.; SANTOS-DELGADO, G.; DUARTE, E.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. En prensa. «Estudio geoarqueológico de la cueva de El Sidrón (Piloña, Asturias)». *Boletín Geológico y Minero*.

CASTELLANO, S.; PARRA, G.; SÁNCHEZ-QUINTO, F. A.; RACIMO, F.; KUHLWILM, M.; KIRKHER, M.; SAWYER, S.; FU, Q.; HEINZE, A.; NICKEL, B.; DABNEY, J.; SIEBAUER, M.; WHITE, L.; BURBANO, H. A.; RENAUD, G.; STENZEL, U.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; RUDAN, P.; BRAJKOVIC, D.; KUCAN, Ž.; GUŠIĆ, I.; SHUNCOV, M. V.; DEREVIANKO, A. P.; VIOLA, B.; MEYER, M.; KELSO, J.; ANDRÉS, A. M. y PÄÄBO, S. 2014. «Patterns of coding variation in the complete exomes of three Neandertals». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, III: 6.666-6.671.

DEAN, M. C.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNEO, A.; HUGUET, R.; LALUEZA-FOX, C.; BASTIR, M. y RASILLA, M. DE LA. 2013. «Longstanding dental pathology in Neandertals from El Sidrón (Asturias, Spain) with a probable familial basis». *Journal of Human Evolution*, 64: 678-686.

ENGELKEN, L.; CARNERO-MONTORO, E.; PYBUS, M.; ANDREWS, G. K.; LALUEZA-FOX, C.; COMAS, D.; SEKLER, I.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; STONEKING, M.; VALVERDE, M. A.; VICENTE, R. y BOSCH, E. 2014. «Extreme population differences in the human zinc transporter ZIP4 (SLC39A4) are explained by positive selection in Sub-Saharan African». *PLOS Genetics*, 10 (2): 1-14.

ESTALRRICH, A. 2015. *Paleobiología del linaje neandertal: paleo-dieta y marcadores de actividad en la dentición de los fósiles humanos de la cueva de El Sidrón (Asturias)*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

ESTALRRICH, A. y ROSAS, A. 2013. «Handedness in Neandertals from the El Sidrón (Asturias, Spain): evidence from instrumental striations with ontogenetic inferences». *PLoS ONE*, 8: e62797.

ESTALRRICH, A. y ROSAS, A. 2015. «Division of labor by sex and age in Neandertals: an approach through the study of activity-related dental wear». *Journal of Human Evolution*, 80: 51-63.

ESTALRRICH, A.; ROSAS, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; GARCÍA-TABERNEO, A.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Brief communication: Subvertical grooves on interproximal wear facets from the El Sidrón (Asturias, Spain) Neandertal dental sample». *American Journal of Physical Anthropology*, 144: 154-161.

ESTALRRICH, A.; ROSAS, A.; GARCÍA-TABERNEO, A.; HUGUET, R.; BASTIR, M. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «Handedness on 11 Neandertals from the El Sidrón cave (Asturias, Spain): Evidence from the non-dietary dental wear». *Proceedings of the ESHE*, 1: 74.

- FERNÁNDEZ-CEREZO, S.; ROSAS, A.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; HUGUET, R.; RASILLA, M. DE LA Y PASTOR, J. F. 2015. «Alometría y dimorfismo sexual del calcáneo de *Homo sapiens* y su comparación con el de neandertal desde una perspectiva evolutiva». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 111-113.
- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; CUEZVA, S.; ÁLVAREZ-GALLEGO, M.; GARCÍA-ANTÓN, E.; PLA, C.; BENAVENTE, D.; JURADO, V.; SAIZ-JIMÉNEZ, C. y SÁNCHEZ-MORAL, S. 2015. «Subterranean atmospheres may act as daily methane sinks». *Nature Communications*, 6: 7003.
- FERRANDO, A. I.; ROSAS, A.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; HUGUET, R.; RASILLA, M. DE LA Y PASTOR, J. F. 2015. «Hábitos posturales de los neandertales I: facetas de acuclillamiento (*squatting facets*) en los astrágalos fósiles de El Sidrón (Asturias, España)». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 114-115.
- FRAYER, D. W.; FIORE, I.; LALUEZA-FOX, C.; RADOVČIĆ, J. y BONDIOLO, L. 2012. «Reply to Benítez-Burraco & Longa: When is enough, enough?». *Journal of Anthropological Sciences*, 90: 1-6.
- GARCÍA-GARCERÀ, M.; GIGLI, E.; SÁNCHEZ-QUINTO, F.; RAMÍREZ, O.; CALAFELL, F.; CIVIT, S. y LALUEZA-FOX, C. 2011. «Fragmentation of contaminant and endogenous DNA in ancient samples determined by shotgun sequencing; prospects for human palaeogenomics». *PLoS ONE*, 6 (8): e24161.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, D. y BASTIR, M. 2015. «La naturaleza modular de la caja torácica humana y sus implicaciones para el entendimiento del tórax neandertal: el estado de la cuestión». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 144-146.
- HARDY, K.; BUCKLEY, S.; COLLINS, M.; ESTALRRICH, A.; BROTHWELL, D.; COPELAND, L.; GARCÍA-TABERNERO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; RASILLA, M. DE LA; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; BASTIR, M.; SANTAMARÍA, D.; MADELLA, M.; WILSON, J.; FERNÁNDEZ CORTÉS, A. y ROSAS, A. 2012. «Neandertal medics? Evidence for food, cooking, and medicinal plants entrapped in dental calculus». *Naturwissenschaften*, 99: 617-626.
- HARDY, K.; BUCKLEY, S. y HUFFMAN, M. 2013. «Neandertal self-medication in context». *Antiquity*, 87: 873-878.
- HIGHAM, T.; DOUKA, K.; WOOD, R.; BRONK RAMSEY, C.; BROCK, F.; BASELL, L.; CAMPS, M.; ARRIZABALAGA, A.; BAENA, J.; BARROSO-RUIZ, C.; BERGMAN, C.; BOITARD, C.; BOSCATO, P.; CAPARRÓS, M.; CONARD, N. J.; DRAILY, C.; FROMENT, A.; GALVÁN, B.; GAMBASSINI, P.; GARCÍA-MORENO, A.; GRIMALDI, S.; HAESAERTS, P.; HOLT, B.; IRIARTE-CHIAPUSSO, M.-J.; JELINEK, A.; JORDÁ PARDO, J. F.; MAÍLLO-FERNÁNDEZ, J. M.; MAROM, A.; MAROTO, J.; MENÉNDEZ, M.; METZ, L.; MORIN, E.; MORONI, A.; NEGRINO, F.; PANAGOPOULOU, E.; PERESANI, M.; PIRSON, S.; RASILLA, M. DE LA; RIEL-SALVATORE, J.; RONCHITELLI, A.; SANTAMARÍA, D.; SEMAL, P.; SLIMAK, L.; SOLER, J.; SOLER, N.; VILLALUENGA, A.; PINHASI, R. y JACOBI, R. 2014. «The timing and spatio-temporal patterning of Neandertal extinction». *Nature*, 512: 306-309.
- KUHLWILM, M.; GRONAU, I.; HUBISZ, M.; PRADO-MARTÍNEZ, J.; KIRCHER, M.; FU, Q.; FILIPPO, C. DE; BURBANO, H.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; RUDAN, P.; BRAJKOVIC, D.; KUCAN, Ž.; GUŠIĆ, I.; MARQUES-BONET, T.; ANDRÉS, A.; VIOLA, B.; PÄÄBO, S.; MEYER, M.; SIEPEL, A. y CASTELLANO, S. En revisión. «Ancient gene flow from modern humans into Siberian Neandertals». *Nature*.
- LALUEZA-FOX, C. 2013. *Palabras en el tiempo. La lucha por el genoma neandertal*. Editorial Crítica. Barcelona.
- LALUEZA-FOX, C. y GILBERT, M. T. P. 2011. «Paleogenomics of Archaic Hominins». *Current Biology*, 21: R1002-R1009.
- LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A.; RASILLA, M. DE LA; GILBERT, M. T. P. y WILLERSLEV, E. 2011. «Reply to Vigilant and Langergraber: Patrilocality in Neandertals is still the most plausible explanation». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: E88.
- LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GIGLI, E.; CAMPOS, P. F.; GARCÍA-TABERNERO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-QUINTO, F.; RAMÍREZ, O.; CIVIT, S.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; SANTAMARÍA, D.; GILBERT, M. T.; WILLERSLEV, E. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Genetic evidence for patrilocal mating behavior among Neandertal groups». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (1): 250-253.
- LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «Palaeogenetic research at the El Sidrón Neandertal site». *Annals of Anatomy*, 194: 133-137.
- LALUEZA-FOX, C.; GIGLI, E.; SÁNCHEZ-QUINTO, F.; RASILLA, M. DE LA; FORTEA, J. y ROSAS, A. 2012. «Issues from Neandertal genomics: Diversity, adaptation and hybridisation revised from the El Sidrón case study». *Quaternary International*, 247: 10-14.
- LÓPEZ-VALENZUELA, M.; RAMÍREZ, O.; ROSAS, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; RASILLA, M. DE LA; LALUEZA-FOX, C. y ESPINOSA-PARRILLA, Y. 2012. «An ancestral miR-1304 allele present in neandertals regulates genes involved in enamel formation and could explain dental differences with modern humans». *Molecular Biology and Evolution*, 29: 1.797-1.806.
- LÓPEZ-VALVERDE, A.; LÓPEZ-CRISTÍ, M.; PRADOS-FRUTOS, J. C.; GÓMEZ DE DIEGO, R.; VICENTE, J. DE Y CUTANDO, A. 2012. «Oral pathology in the Iberian Neandertals». *African Journal of Biotechnology*, 11 (23): 6.359-6.363.
- MARICIC, T.; GUNTHER, V.; GEORGIEV, O.; GEHRE, S.; CURLIN, M.; SCHREIWEIS, C.; NAUMANN, R.; BURBANO, H. A.; MEYER, M.; LALUEZA-FOX, C.; RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; GAJOVIC, S.; KELSO, J.; ENARD, W.; SCHAFFNER, W. y PÄÄBO, S. 2013. «A recent evolutionary change affects a regulatory element in the human FOXP2 gene». *Molecular Biology and Evolution*, 30: 844-852.
- MARTÍNEZ-MAZA, C.; ROSAS, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; ESTALRRICH, A. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Bone remodelling in Neandertal mandibles from the El Sidrón site (Asturias, Spain)». *Biology Letters*, 7: 593-596.
- PÄÄBO, S. 2015. *El hombre del Neandertal. En busca de los genes perdidos*. Alianza Editorial. Madrid.
- PEÑA-MELIÁN, A.; ROSAS, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Paleoneurology of Two New Neandertal Occipitals from El Sidrón (Asturias, Spain) in the Context of *Homo* Endocranial Evolution». *The Anatomical Record*, 294: 1.370-1.381.
- RASILLA, M. DE LA. 2013. «Las encrucijadas de la especie neandertal y sus evidencias asturianas. La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña) y el poblamiento musteriano regional». En BLAS, M. Á. DE (Coord.). *De neandertales a albiones: cuatro lugares esenciales en la prehistoria de Asturias*. Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo: 13-36.
- RASILLA, M. DE LA Y SANTAMARÍA, D. 2011-2012. «El Paleolítico medio en Asturias». *Mainake*, xxxiii: 37-68.
- RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; CAÑAVERAS, J. C. y LALUEZA-FOX, C. (Eds.). 2011. *La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Investigación interdisciplinaria de un grupo neandertal*. Consejería de Cultura y Turismo y Ediciones Trabe SLU. Oviedo.
- RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÉRAT-LABORDE, N.; GRÜN, R.; EGGINS, S.; JULIÁ, R.; SOLER, V.; LALUEZA-FOX, C.; ROSAS, A.; SILVA, P. G.; SÁNCHEZ-MORAL, S. y CAÑAVERAS, J. C. 2013. «La cronometría de la Cueva de El Sidrón (Piloña, Asturias). Problemas e implicaciones derivadas». En BAENA, R.; FERNÁNDEZ, J. J. y GUERRERO, I. (Eds.). *El Cuaternario ibérico. Investigación en el siglo XXI*. VIII Reunión de Cuaternario Ibérico (La Rinconada, 2013). AEQUA. Sevilla: 306-308.
- RASILLA, M. DE LA; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J.; SUÁREZ, P.; DÍEZ, A. B.; MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; FERNÁNDEZ CORTÉS, A.; GARCÍA ANTÓN, E.; LARIO, J.; ROSAS, A.; GARCÍA-TABERNERO;

- A.; ESTALRRICH, A.; HUGUET, R.; BASTIR, M.; FERNÁNDEZ CASCIÓN, B.; SESÉ, C.; LALUEZA-FOX, C.; SILVA, P. G.; CARRASCO, P.; SANTOS, G.; HUERTA, P.; RODRÍGUEZ, L.; PICÓN, I.; FERNÁNDEZ, B.; STANDING, M.; BADAL, E.; TARRIÑO, A.; SALAZAR-GARCÍA, D. C. y FORTEA, J. 2013. «La Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña, Asturias). Campañas de excavación e investigación 2007-2012». *Excavaciones arqueológicas en Asturias 2007-2012*, 7: 69-85.
- RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; CAÑAVERAS, J. C. y LALUEZA-FOX, C. 2014. *Catálogo de la exposición Los 13 de El Sidrón*. Museo Arqueológico de Asturias. Universidad de Oviedo y Gobierno del Principado de Asturias. Oviedo. [Reeditado para la Exposición en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Oviedo].
- RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; CAÑAVERAS, J. C. y LALUEZA-FOX, C. 2014. *Trípticos de la exposición Los 13 de El Sidrón*. Museo Arqueológico de Asturias. Universidad de Oviedo y Gobierno del Principado de Asturias. Oviedo. (Oviedo). [Reeditado para la Exposición en el Centro de Arte Rupestre de Tito Bustillo (Ribadesella, Asturias) y en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Oviedo].
- RASILLA, M. DE LA; ROSAS, A.; CAÑAVERAS, J. C.; LALUEZA, C.; SANTAMARÍA, D.; SÁNCHEZ MORAL, S.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA TABERNERO, A.; SILVA, P. G.; MARTÍNEZ, E.; SANTOS, G.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E.; HUGUET, R.; BASTIR, M.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, F.; SUÁREZ, P.; DÍEZ, A. B.; FERNÁNDEZ CASCIÓN, B.; CUEZVA, S.; FERNÁNDEZ CORTÉS, A.; GARCÍA ANTÓN, E.; MUÑOZ, C.; LARIO, J.; CARRASCO, P.; HUERTA, P.; AYARZA, P.; ÁLVAREZ LOBATO, F.; RODRÍGUEZ, L.; PICÓN, I.; FERNÁNDEZ, B.; STANDING, M.; SESÉ, C.; TORRES, T. DE; ORTIZ, J. E.; VALLADAS, H.; MERCIER, N.; TISNÈRAT-LABORDE, N.; GRÜN, R.; EGGINS, S.; HIGHAM, T.; WOOD, R. E.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; BADAL, E.; TARRIÑO, A.; SALAZAR, D. C. y ALONSO, J. 2014. «La Cueva de El Sidrón (Piloña, Asturias)». En SALA, R. (Ed.), CARBONELL, E.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. y ARSUAGA, J. L. (Coords.). *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar: Estado actual del conocimiento del registro arqueológico*. Universidad de Burgos y Fundación Atapuerca. Burgos: 122-128. [También se ha publicado por los mismos editores un libro con el texto en inglés].
- RÍOS, L.; ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M.; HUGUET, R.; PASTOR, F.; SANCHÍS-GIMENO, J. A. y RASILLA, M. DE LA. 2015. «Possible further evidence of low genetic diversity in the El Sidrón (Asturias, Spain) Neandertal group: congenital clefts of the Atlas». *Plos One*, 19 (9): 1-17.
- ROSAS, A. 2012. «Paleoantropología de la Península Ibérica: el Paleolítico». En MENÉNDEZ, M. (Ed.). *Prehistoria Antigua de la Península Ibérica*. UNED. Madrid: 121-201.
- ROSAS, A. 2013. «Origen, evolución y muerte del linaje neandertal: catorce preguntas básicas y una propuesta arriesgada». En RASILLA, M. DE LA (Coord.). *F. Javier Fortea Pérez. Universitatis Ovetensis Magister. Estudios en homenaje*. Universidad de Oviedo & Ménsula Ediciones. Oviedo: 101-113.
- ROSAS, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; BASTIR, M.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; PEÑA-MELIÁN, A.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2011. «La imagen de los neandertales a la luz de los últimos descubrimientos. El caso de El Sidrón (Asturias)». En FERNÁNDEZ, J. J. y BAENA, R. (Eds.). *Arqueología, paleontología y geomorfología del Cuaternario en España*. X Aniversario del Seminario Francisco Sousa (La Rinconada, Sevilla). Ayuntamiento de La Rinconada-AEQUA. Sevilla: 95-122.
- ROSAS, A.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; HUGUET, R.; PEÑA-MELIÁN, A.; ALARCÓN, J. A. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «A juvenile mandible from the El Sidrón (Asturias, Spain) site and the growth of the Neandertal craniofacial system». *Proceedings of the ESHE*, 1: 151.
- ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; GARCÍA-TABERNERO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; BASTIR, M.; PEÑA-MELIÁN, A.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «Los Neandertales de El Sidrón (Asturias): contexto y paleobiología». En MATEOS-CACHORRO, A. y PEROTE-ALEJANDRE, A. (Eds.). *Visiones del ser humano: Del pasado al presente*. Cátedra Tomás Pascual-CENIEH. Ed. ICM. Madrid: 49-60.
- ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M.; GARCÍA-VARGAS, S.; SÁNCHEZ-MESEGUER, A.; HUGUET, R.; LALUEZA-FOX, C.; PEÑA-MELIÁN, A.; KRANIOTI, E.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. DE LA y FORTEA, J. 2012a. «Les Néandertaliens d'El Sidrón (Asturies, Espagne). Actualisation d'un nouvel échantillon». *L'Anthropologie*, 116: 57-76.
- ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; GARCÍA-TABERNERO, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; BASTIR, M.; PEÑA-MELIÁN, A.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2012b. «Los Neandertales de El Sidrón (Asturias): contexto y paleobiología». En MATEOS-CACHORRO, A. y PEROTE-ALEJANDRE, A. (Eds.). *Visiones del ser humano: Del pasado al presente*. Cátedra Tomás Pascual-CENIEH. Ed. ICM. Madrid: 49-60.
- ROSAS, A.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-VARGAS, S.; GARCÍA-TABERNERO, A.; HUGUET, R.; LALUEZA-FOX, C. y RASILLA, M. DE LA. 2013. «Identification of Neandertal individuals in fragmentary fossil assemblages by means of tooth associations: The case of El Sidrón (Asturias, Spain)». *Comptes Rendus Palevol*, 12: 279-291.
- ROSAS, A.; PEÑA-MELIÁN, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; BASTIR, M. y RASILLA, M. DE LA. 2014. «Temporal Lobe Sulcal Pattern and the Bony Impressions in the Middle Cranial Fossa: The Case of the El Sidrón (Spain) Neandertal Sample». *The Anatomical Record*, 297 (12): 2.331-2.341.
- ROSAS, A.; PÉREZ-CRIADO, L.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; HUGUET, R.; GARCÍA-TABERNERO, A.; PASTOR, J. F. y RASILLA, M. DE LA. En prensa 2015. «A geometric morphometrics comparative analysis of Neandertal humeri (epiphyses-fused) from the El Sidrón cave site (Asturias-Spain)». *Journal of Human Evolution*, 82: 51-66.
- ROSAS, A.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, F. J.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; HUGUET, R.; GARCÍA-TABERNERO, A.; PASTOR, J. F. y RASILLA, M. DE LA. En revisión. «Adult Neandertal clavicles from the El Sidrón site (Asturias, Spain) in the context of *Homo* pectoral girdle evolution». *Journal of Human Evolution*.
- SÁNCHEZ-QUINTO, F. y LALUEZA-FOX, C. 2015. «Almost 20 years of Neandertal palaeogenetics: adaptation, admixture, diversity, demography and extinction». *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370: 20130374.
- SANTAMARÍA, D. 2012. *La transición del Paleolítico medio al superior en Asturias. El abrigo de La Viña (La Manzaneda, Oviedo) y la Cueva de El Sidrón (Borines, Piloña)*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/19328>.
- SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; DUARTE, E.; CAÑAVERAS, J. C.; ROSAS, A.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; SILVA, P. G.; LALUEZA-FOX, C. y RASILLA, M. DE LA. 2011. «Los remontajes líticos musterienses de la Cueva de el Sidrón (Borines, Piloña, Asturias)». En TURU, V. y CONSTANTE, A. (Eds.). *El Cuaternario en España y áreas afines, avances en 2011*. XIII Reunión Nacional de Cuaternario (Andorra, 2011). AEQUA y Fundación Marcel Chevalier. Andorra la Vella: 229-233.
- SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2013. «Datando el final del Paleolítico medio en la Península Ibérica. Problemas metodológicos y límites de la interpretación». *Trabajos de Prehistoria*, 70 (2): 241-263.
- SANTOS, G.; SILVA, P. G.; STANDING, M.; HUERTA, P.; FERNÁNDEZ, B.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «Análisis topográfico y geomorfológico del complejo kárstico de El Sidrón (Piloña, Asturias)». VIII Congreso Nacional de Geología (Oviedo, 2012). *Geo-Temas*, 13: 224.



FIGURA 123: CEIP Benito Pérez Galdós (Móstoles, Madrid). Miembros del equipo de investigación de El Sidrón en una actividad divulgativa con niñas y niños de cinco años. La actividad tuvo como responsables a las tutoras Esther López Escobar y María Vicario Vázquez, con la colaboración de Marcos González Notario, Francisco Román, Ainoa Casares Medina, María del Mar Montalvo Bravo y Eva Castuera Pinto.

SANTOS, G.; MARTÍNEZ, J.; SILVA, P. G.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C. y RASILLA, M. DE LA. 2012. «Contribución al conocimiento de la Cueva de El Sidrón (Piloña, Asturias) con técnicas de láser escáner 3D». En GONZÁLEZ-DÍEZ, A. (Coord.) y GONZÁLEZ-DÍEZ, A. *et alii* (Eds.). *Avances de la Geomorfología en España 2010-2012*. XII Reunión Nacional de Geomorfología (Santander, 2012). PubliCan-Ediciones de la Universidad de Cantabria: 255-258.

SIERRA SORIA, E.; ROSAS, A.; BASTIR, M.; ESTALRRICH, A.; GARCÍA-TABERNERO, A.; HUGUET, R.; RASILLA, M. DE LA; PASTOR, J. F. 2015. «Morfometría geométrica en 3D del primer metacarpiano y falange proximal en *Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis*, con especial atención a la muestra de El Sidrón (Asturias)». In: *Current Trends in Paleontology and Evolution XIII EJIP*: 239-241.

TARRIÑO, A.; DUARTE, E.; SANTAMARÍA, D.; MARTÍNEZ, L.; FERNÁNDEZ DE LA VEGA, J.; SUÁREZ, P.; RODRÍGUEZ, V.; FORCELLEDO, E. y RASILLA, M. DE LA. 2013. «El sílex de Piloña. Caracterización de una

nueva fuente de materia prima lítica en la Prehistoria de Asturias». En RASILLA, M. DE LA (Coord.). *F. Javier Fortea Pérez. Universitatis Ovetensis Magister. Estudios en homenaje*. Universidad de Oviedo & Ménsula Ediciones. Oviedo: 115-132.

WOOD, R. E.; HIGHAM, T. F. G.; TORRES, T. DE; TISNÉRAT-LABORDE, N.; VALLADAS, H.; ORTIZ, J. E.; LALUEZA-FOX, C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CAÑAVERAS, J. C.; ROSAS, A.; SANTAMARÍA, D. y RASILLA, M. DE LA. 2013. «A new date for the Neanderthals from El Sidrón cave (Asturias, Northern Spain)». *Archaeometry*, 55: 148-158.

Asimismo, se han realizado diversas actividades de divulgación científica: conferencias, cursos, audiovisuales, documentales, publicaciones de divulgación y colaboraciones con los medios de comunicación (Fig. 123).







PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN . . . . .	I	
Genaro Alonso Megido		
NOTA DE LOS EDITORES . . . . .	III	
PRÓLOGO . . . . .	7	
Vicente Álvarez Areces		
DEDICATORIA . . . . .	II	
JAVIER FORTEA PÉREZ . . . . .	13	
I. INTRODUCCIÓN . . . . .	15	
<i>Marco de la Rasilla Vives.</i>		
El descubrimiento de los fósiles de El Sidrón: el principio y el después. . . . .	17	
Bibliografía . . . . .	19	
2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL COMPLEJO CÁRSTICO Y SUS CONEXIONES EXTERIORES. . . . .	21	
<i>Jesús Alonso Peña.</i>		
Sector de Entrada . . . . .	24	
Galería del Río o Principal . . . . .	24	
Sector de Salida. . . . .	24	
Laberintos laterales . . . . .	24	
Galería del Osario . . . . .	25	
3. EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA DE EL SIDRÓN Y SUS ÁREAS LIMÍTROFES. . . . .	27	
<i>Enrique Martínez García.</i>		
Introducción. . . . .	29	
Las etapas geológicas anteriores a la actual división de los continentes . . . . .	29	
La geología del área de la Cueva de El Sidrón con referencia a Pangea. . . . .	30	
Características geológicas del área de El Sidrón . . . . .	30	
Formación de la Cueva de El Sidrón . . . . .	30	
Bibliografía . . . . .	33	
4. UNA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINAR EN PARALELO. . . . .	35	
		4.1. Los interrogantes planteados y su concreción en el proceso de excavación y análisis. . . . . 37
		<i>Marco de la Rasilla Vives, Antonio Rosas, Juan C. Cañaveras, Carles Lalueza-Fox, Enrique Martínez García, Sergio Sánchez-Moral, Pablo G. Silva, Gabriel Santos.</i>
		Justificación del planteamiento de la excavación en las diferentes zonas del complejo cárstico . . . . . 38
		Galería del Osario . . . . . 38
		Vertical exterior de la Galería del Osario . . . . . 39
		Abrigo de la Cabañina . . . . . 39
		Abrigo de la Tumba . . . . . 39
		Galería de los Huesos. . . . . 39
		Galería de las Pinturas . . . . . 41
		4.2. El modelo de relleno, o cómo llegaron los restos a la Galería del Osario . . . . . 43
		<i>Juan C. Cañaveras, Sergio Sánchez-Moral, Javier Lario, Soledad Cuezva, Ángel Fernández Cortés, M.<sup>a</sup> Concepción Muñoz.</i>
		La especial naturaleza de las cavidades cársticas . . . . . 43
		El método de trabajo . . . . . 44
		El conducto: morfología de la Galería del Osario . . . . . 46
		El relleno y su interpretación . . . . . 49
		Unidad 0 . . . . . 50
		Unidad I . . . . . 51
		Unidad II . . . . . 52
		Unidad III . . . . . 53
		Unidad IV . . . . . 56
		Rellenos de la zona sur de la galería:
		corte 4 . . . . . 56
		Depósitos en el techo de la galería . . . . . 58
		Costras carbónicas asociadas a restos óseos . . . . . 58
		Costras e impregnaciones de manganeso . . . . . 58
		Modelo integrado del relleno . . . . . 60
		Los sedimentos . . . . . 60
		El material arqueológico y antropológico . . . . . 61
		Integración en el esquema evolutivo de la Cueva de El Sidrón . . . . . 62

#### 4.3. La geomorfología, topografía y prospección geofísica del complejo de El Sidrón. La búsqueda del lugar de procedencia de los restos fósiles. . . . . 65

*Pablo G. Silva, Gabriel Santos, Pedro Carrasco, Pedro Huerta, Puy Ayarza, Fernando Álvarez Lobato, Begoña Fernández Macarro, Melanie Standing.*

Topografía y geología: geomorfología del entorno de la depresión cárstica de El Sidrón. . . . .	65
Prospección geofísica en el exterior del sistema cárstico de El Sidrón: los datos del subsuelo. . . . .	68
Prospección gravimétrica sobre la vertical de la Galería del Osario: metodología e interpretación. . . . .	68
Prospección geoelectrica sobre la Galería del Osario: metodología. . . . .	69
Prospección geoelectrica sobre la Galería del Osario: interpretación. . . . .	71
Prospección geoelectrica del abrigo cárstico de La Cabañina: metodología e interpretación. . . . .	76
Datos geológicos, geomorfológicos y geofísicos: modelo geológico interpretativo. . . . .	76

#### 4.4. Los fósiles neandertales de la Cueva de El Sidrón . . . . . 81

*Antonio Rosas, Almudena Estalrrich, Samuel García-Vargas, Antonio García-Tabernero, Markus Bastir, Rosa Huguet, Ángel Peña-Melián.*

Introducción . . . . .	81
Los neandertales de El Sidrón en un contexto mundial . . . . .	81
Los fósiles humanos de la Galería del Osario . . . . .	82
Restauración y conservación . . . . .	84
Paleontología virtual aplicada a los fósiles de El Sidrón. . . . .	85
Modelo evolutivo. . . . .	86
Clasificación de los restos humanos de la Galería del Osario. . . . .	86
Modelo de evolución de los neandertales. . . . .	90
La contribución de los fósiles de El Sidrón al modelo evolutivo . . . . .	90
Grupos geográficos . . . . .	92
Variabilidad de los neandertales . . . . .	93
Crecimiento ontogenético. . . . .	95
Los individuos neandertales de El Sidrón. . . . .	96
Estimación del número mínimo de individuos . . . . .	97
Cálculo de la edad de muerte . . . . .	99
Estimación del sexo y dimorfismo sexual . . . . .	101
Estimación de la estatura. . . . .	103
El estado de salud (paleopatología) . . . . .	104
El modo de vida. . . . .	106
Uso intensivo de la boca . . . . .	106
La alimentación . . . . .	108

Movilidad detectada con isótopos de estroncio. . . . .	110
Canibalismo en El Sidrón. . . . .	111
Una nota final . . . . .	113
Bibliografía . . . . .	114

#### 4.5. Desvelando el más íntimo código: los estudios paleogenéticos. . . . . 117

*Carles Lalueza-Fox.*

Introducción . . . . .	117
El primer ADN mitocondrial de El Sidrón. . . . .	119
Genes nucleares de El Sidrón . . . . .	121
El MC1R, un gen de la pigmentación . . . . .	121
El gen FOXP2 y el lenguaje. . . . .	124
El gen del grupo sanguíneo ABO . . . . .	125
TAS2R38, un gen del gusto amargo. . . . .	126
El Proyecto Genoma Neandertal . . . . .	127
Mitogenomas de El Sidrón. . . . .	130
La familia de El Sidrón desde la genética . . . . .	132
El futuro de los estudios paleogenéticos de El Sidrón. . . . .	133
Bibliografía . . . . .	134

#### 4.6. Las herramientas y su interpretación cultural y económica. . . . . 137

*David Santamaría Álvarez, Marco de la Rasilla Vives, Lucía Martínez Fernández, Antonio Tarrío Vinagre.*

Introducción . . . . .	137
La materia prima . . . . .	137
La tecnología y la tipología. . . . .	140
Los remontajes líticos. . . . .	142
Conclusión . . . . .	144
Bibliografía . . . . .	145

#### 4.7. Los componentes bióticos. . . . . 147

##### 4.7.1. Fauna de macromamíferos en la Galería del Osario . . . . . 147

*Antonio Rosas, Almudena Estalrrich, Samuel García-Vargas, Antonio García-Tabernero, Markus Bastir, Rosa Huguet, Ángel Peña-Melián.*

##### 4.7.2. Los pequeños mamíferos del yacimiento de El Sidrón . . . . . 148

*Carmen Sesé.*

¿Qué grupos se incluyen en los pequeños mamíferos? . . . . .	148
¿Cómo se obtienen sus restos fósiles? . . . . .	148
¿Cómo se clasifican los pequeños mamíferos? . . . . .	149
¿Por qué son importantes los pequeños mamíferos? . . . . .	150
Los pequeños mamíferos de El Sidrón . . . . .	151
¿Qué indican los pequeños mamíferos acerca del clima y el paisaje del yacimiento de El Sidrón? . . . . .	155
Bibliografía . . . . .	155

4.7.3. La herpetofauna del yacimiento de El Sidrón . . . . .	155	5. CONCLUSIONES . . . . .	183
<i>Borja Sanchiz, Carolina Martín.</i>		El futuro . . . . .	185
Introducción . . . . .	155	6. LA GALERÍA DE LAS PINTURAS . . . . .	187
Identificación . . . . .	155	Bibliografía . . . . .	191
La herpetofauna recuperada . . . . .	156	7. AGRADECIMIENTOS . . . . .	193
Notas tafonómicas . . . . .	156	8. ANEXO I. BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL SIDRÓN. . . . .	197
Inferencias paleoambientales . . . . .	156	9. ANEXO 2. EVIDENCIAS DESOLADORAS. . . . .	203
Bibliografía . . . . .	157	10. EL SIDRÓN 2011-2014. . . . .	207
4.7.4. La materia vegetal carbonizada . . . . .	157	10.1. El Sidrón 2011-2014. El desarrollo de las excavaciones e investigaciones arqueológicas en las diferentes zonas del sistema cárstico. . . . .	209
<i>Ernestina Badal García.</i>		<i>Marco de la Rasilla, David Santamaría, Elsa Duarte, Lucía Martínez, Paloma Suárez, Ana Belén Díez, Cristina López Tascón.</i>	
4.8. La datación de los fósiles de El Sidrón: una compleja aproximación multidisciplinar. . . . .	159	10.2. La arribada del registro arqueológico . . . . .	213
<i>Trinidad de Torres, José Eugenio Ortiz, Rainer Grün, Stephen Eggins, Helène Valladas, Norbert Mercier, Nadine Tisnérat-Laborde, Ramon Julià, Vicente Soler, David Santamaría, Marco de la Rasilla.</i>		<i>Juan Carlos Cañaveras, Sergio Sánchez-Moral, Ángel Fernández Cortés, M.ª Concepción Muñoz, Soledad Cuezva, Elena García Antón, Marina Sáez Andreu, Pablo G. Silva, Gabriel Santos.</i>	
Introducción . . . . .	159	10.3. La naturaleza de la colección antropológica y su paleogenómica . . . . .	214
Resultados . . . . .	159	<i>Antonio Rosas, Carles Lalueza Fox, Almudena Estalrriich, Antonio García-Tabernero, Markus Bastir, Rosa Huguet, Beatriz Fernández Cascón, Ángel Peña-Melián.</i>	
Conclusiones . . . . .	163	10.4. Las cualidades de la cultura material y de los recursos bióticos y abióticos . . . . .	220
Bibliografía . . . . .	164	<i>David Santamaría, Marco de la Rasilla, Lucía Martínez, Elsa Duarte, Paloma Suárez, Antonio Tarriño.</i>	
4.9. Las intervenciones arqueológicas en el exterior y en otras galerías interiores del complejo cárstico . . .	167	10.5. La cronometría de los fósiles y de las herramientas líticas. . . . .	221
<i>Marco de la Rasilla Vives, David Santamaría Álvarez, Lucía Martínez Fernández, Elsa Duarte Matías, Paloma Suárez Ferruelo, Patricia Suárez Manjón, Carmen Tormo Cuñat.</i>		<i>Marco de la Rasilla, David Santamaría, Thomas Higham, Rachel Wood, José Eugenio Ortiz, Trinidad de Torres.</i>	
Los resultados de las intervenciones arqueológicas . . . . .	167	10.6. Exposición Los 13 de El Sidrón. Un ejemplo de la divulgación emprendida . . . . .	221
Zona exterior . . . . .	167	<i>Marco de la Rasilla, Antonio Rosas, Juan Carlos Cañaveras, Carles Lalueza-Fox, David Santamaría, Sergio Sánchez-Moral, Almudena Estalrriich, Antonio García-Tabernero, Rosa Huguet, Pablo G. Silva, Gabriel Santos.</i>	
Abrigo de la Cabañina . . . . .	167	10.7. El futuro . . . . .	222
La secuencia estratigráfica y cultural de La Cabañina . . . . .	167	<i>Marco de la Rasilla, Antonio Rosas, Juan Carlos Cañaveras, Carles Lalueza-Fox.</i>	
El material arqueológico recuperado . .	168	10.8. Bibliografía . . . . .	224
<i>La cerámica . . . . .</i>	168		
<i>La industria ósea. . . . .</i>	169		
<i>La industria lítica. . . . .</i>	173		
<i>La fauna . . . . .</i>	174		
<i>La malacofauna . . . . .</i>	178		
<i>Conclusión . . . . .</i>	178		
Abrigo de la Tumba. . . . .	178		
Vertical exterior de la Galería del Osario . .	178		
Zona interior . . . . .	179		
Campañas espeleotécnicas y arqueológicas en la vertical interior de la Galería del Osario . .	179		
Galería de los Huesos . . . . .	179		
Industria lítica . . . . .	179		
La fauna. . . . .	180		
Bibliografía . . . . .	181		





