

ESTHER LÓPEZ ORTEGA

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE ACTIVIDAD E INTERACCIONES INTRA-SITE A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE REMONTAJES LÍTICOS EN EL PLEISTOCENO MEDIO EN EL NIVEL TD10.1 DE GRAN DOLINA (SIERRA DE ATAPUERCA, BURGOS)

TESIS DOCTORAL

2019



Tom Björklund

Esther López Ortega

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE ACTIVIDAD E
INTERACCIONES INTRA-SITE A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE
REMONTAJES LÍTICOS EN EL PLEISTOCENO MEDIO EN EL
NIVEL TD10.1 DE GRAN DOLINA (SIERRA DE ATAPUERCA,
BURGOS)**

TESIS DOCTORAL

Dirigida por el Dr. Xosé Pedro Rodríguez Álvarez
y el Dr. Andreu Ollé Cañellas

Departament d'Història i Història de l'Art



**UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI**

Tarragona

2019



FAIG CONSTAR que aquest treball, titulat "**Identificación de Áreas de Actividad e Interacciones Intra-site a través del Estudio de Remontajes Líticos en el Pleistoceno Medio en el nivel TD10.1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)**", que presenta **Esther López Ortega** per a l'obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la nostra direcció al Departament **Història i Història de l'Art** d'aquesta universitat.

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado "**Identificación de Áreas de Actividad e Interacciones Intra-site a través del Estudio de Remontajes Líticos en el Pleistoceno Medio en el nivel TD10.1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)**", que presenta **Esther López Ortega** para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo nuestra dirección en el Departamento **Historia e Historia del Arte** de esta universidad.

I STATE that the present study, entitled "**Identificación de Áreas de Actividad e Interacciones Intra-site a través del Estudio de Remontajes Líticos en el Pleistoceno Medio en el nivel TD10.1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)**", presented by **Esther López Ortega** for the award of the degree of Doctor, has been carried out under my supervision at the Department **History and History of Art** of this university.

Tarragona, 27 de novembre de 2019

Els directors de la tesi doctoral // Los directores de la tesis doctoral // Doctoral Thesis Supervisors

Xosé Pedro Rodríguez Álvarez

Andreu Ollé Cañellas

A mi familia,

AGRADECIMIENTOS

De puzzles va la cosa y cada una de mis partes, de lo que soy, de lo que pienso y de lo que siento, es resultado de las personas que me rodean. Todas ellas, todas, han participado de manera directa o indirecta en este trabajo.

En primer lugar, quiero reconocer el gran trabajo que han realizado mis directores. Es un tópico agradecerles a l@s director@s este tipo de trabajos, pero en mi caso los agradecimientos son sinceros y de corazón. Más allá de sus correcciones y comentarios, sin los que sin lugar a dudas este trabajo no sería ni la mitad de lo que es, sus ánimos y empuje han resultado vitales para seguir y acabar esta tesis. Gracias Xosé Pedro y Andreu porque sois los mejores directores que se pueden tener.

Mi agradecimiento se traslada a todo el equipo que forma el Iphes y que le da vida, desde los *Buenos días* cargados de alegría y energía de Félix hasta las miradas de complicidad de tantas otras colegas con las que, a pesar de no mediar palabra, sientes la complicidad del compañerismo. Mil gracias a los que cada verano dan vida a la excavación de Gran Dolina y participan en su excavación y gracias a los que en un momento u otro han colaborado de manera directa al estudio de remontajes y a los resultados de este estudio.

De manera muy pero que muy especial, quiero dar un gracias-abrazo a mi Iphes por endulzar estos últimos años de tesis. De entre todos los miembros, quiero destacar a Patri ("mi Patri"), Toni, Leo, Iván, Edgar, Joana, Montse y "la Bucchi" porque realmente han sido la parte más esencial en todo este proceso. Merci por vivir junto a mi todo este trabajo y por ser la mejor terapia que he podido tener.

A mi Ley, a Maria, Eli, Mari y Elisenda, que mantienen esta firme y cálida amistad desde hace más de diecisiete años. Gracias por vuestros ánimos, alientos, consejos, quedadas, recuerdos y por no necesitar vernos para saber que nos tenemos. Gracias porque no me canso de deciros que sois las raíces de todo esto.

No olvido mis orígenes en la arqueología, y pese a que el tiempo diluye el contacto no elimina los recuerdos ni las experiencias. A lo largo de toda la tesis he tirado de consejos, aprendizajes y vivencias que vosotros, el equipo del Cepap de la UAB, me enseñasteis.

Y a la familia que me ha acogido en Tarragona de manera muy especial, casi de rebote: a Arcadi y los *Toni's Drink Team*, a Núria, Iván, Neus, Oscar, Marta, Javi, Alba, Dani, Dolores, Álvaro, Ana, Iñaki, Sandra, Antoni, ... Gracias porque siempre dais una vuelta de tuerca, porque sin pretenderlo, me hacéis plantear nuevas perspectivas y porque los vermutos son más entretenidos cuando me *obligáis* a no hablar de arqueología.

Y para mi familia, la de verdad, la auténtica, es el GRACIAS más grande y claro. Gracias por mantenerme alerta, por exigirme un 12 mejor que un 10, por quitar muchos de los obstáculos de la vida pero dejarme unos cuantos para que aprendiera a superarlos. Papa y Mama, se quedan cortos los motivos por los que daros las gracias. Me habéis levantado y mantenido en pie tantas veces que he perdido la cuenta, y me habéis animado siempre, a pesar de que todo esto se os ha hecho incluso más largo que a mí. A mis hermanas, Sonia y Vanessa, las bases más empíricas que he tenido y con quienes he aprendido cómo afrontar y superar los retos que la vida te puede poner delante. De ellas y de ti, Ñoño, he aprendido que siempre de frente, con valentía y sacando lo mejor de uno mismo. Y mi hermano, Juan Diego, el Nene. Por tu apoyo desde el primer minuto en el que decidí embarcarme en la Arqueología y la Prehistoria y porque siempre me has recordado que hay que sentirse orgulloso de lo que se hace. Porque, junto a Sara, habéis sido el mayor ejemplo de perseverancia y constancia y porque no has evitado que me equivocara para que aprendiera a no volver a fallar.

Y a los peques (aunque algunos ya no tan peques) de la casa: Adriana, Enzo, Itziar, Ares y Guiu. Habéis crecido junto a este trabajo y hasta ahora no habéis conocido a otra Tati y Tieta que no fuera la que sigue en la universidad. Sois la mejor desconexión que existe y la alegría personificada.

Y a ti, Toni, porque apareciste en una clase de inglés y, casi siete años más tarde, seguimos aprendiendo juntos. Porque ya hemos pasado muchas cosas y porque lo mejor y más importante está por venir (en poquitos meses). Gracias por estar "aburrido" y "harto" de esta tesis pero también por enorgullecerte de lo que hago. Gracias por cuidarme física y mentalmente en los peores momentos y disfrutar conmigo en los mejores. Y a mi suegra, Amparo, gracias por recibirme con los brazos abiertos desde el primer momento en el que nos conocimos, por cuidarme y mimarme como una hija más y por haber sido, en algunos momentos, la confidente número uno.

Me siento afortunada de saber que soy un puzzle incompleto, que aún me faltan muchas piezas por conocer y por vivir. Por eso, quiero dar las gracias a los que me componen y, sobre todo, a los que me recomponen cuando lo necesito.

Esta Tesis Doctoral ha sido económicamente posible gracias a la financiación de la beca de Formación de Profesional Investigador del Ministerio de Economía y Competitividad (BES-2013_065048).

RESUMEN

El yacimiento de Gran Dolina y, especialmente, su nivel superior TD10.1 contiene el mayor conjunto arqueopaleontológico recuperado hasta la fecha en la Sierra de Atapuerca. Sobre él se han elaborado multitud de estudios multidisciplinarios, sin embargo carece de un análisis espacial en profundidad. Para salvar las carencias que el palimpsesto de materiales presenta en cuanto a su interpretación espacial, se planteó la opción de realizar un estudio de remontajes. Este análisis permitiría discernir áreas de producción o talla lítica, de uso de los artefactos y de abandono o reciclaje. Además, la reconstrucción de las cadenas operativas líticas reforzaría la hipótesis de una producción local documentándola físicamente y no indirectamente en base al volumen de materiales hallados (lascas completas y fracturadas y *debris*).

En esta línea, en 2010 se inició el estudio de remontajes sobre la zona noroeste del nivel TD10.1 que fue a la vez test y demostración de las posibilidades que el conjunto lítico ofrecía para este tipo de análisis. En su publicación en 2011 se detallaban los pormenores del estudio, en el que a pesar de las restricciones que supuso la mala conservación de algunas materias primas o las dificultades en el manejo de un conjunto de piezas tan elevado, las conexiones fueron hallándose y se fue ampliando la evidencia de una actividad de talla *in situ*.

A partir de la primera aproximación, se constataba el desarrollo de secuencias de producción lítica en el yacimiento, el aporte de ciertos configurados y soportes manufacturados en el exterior, pero, por el momento, no parecía documentarse ninguna agrupación de materiales característica ni importantes movimientos de piezas. Este estudio inicial dio paso a la consideración del conjunto de TD10.1 en su totalidad para corroborar los resultados obtenidos anteriormente. Precisamente los obstáculos hallados

durante la búsqueda de remontajes, exigieron de una adaptación metodológica del protocolo y, sobre todo, la mejora de los sistemas de búsqueda. Por este motivo, si bien los objetivos del trabajo se mantuvieron, sí se produjo una cierta reorientación del estudio hacia un sentido más metodológico.

La implementación de un dispositivo de reconocimiento automático del color resultó de gran ayuda para la agrupación de los materiales en grupos cromáticamente similares. Esta agrupación, muy parecida a la realizada para aislar grupos de materia prima, favorecía y agilizaba el proceso de clasificación de materiales y eludía problemas tales como la discordancia entre las percepciones de color entre los investigadores enrolados en el estudio. Asimismo, permitía una caracterización cromática de los remontajes ya hallados y un análisis estadístico del resto de materiales respecto a esas conexiones, favoreciendo la ampliación de los elementos involucrados en éstas.

Las conexiones halladas permitieron corroborar los métodos de talla anteriormente interpretados en base a los análisis tecnológicos; también se constató la talla *in situ* en el yacimiento de un grueso de producción de elementos lascas y la aportación de algunos configurados, principalmente de dimensiones medias y grandes, mientras que los configurados más pequeños parecen elaborarse en el mismo asentamiento.

A nivel espacial, los remontajes han supuesto un apoyo más a la interpretación de la unidad de TD10.1 como resultado de estancias más o menos duraderas en el tiempo realizándose una ocupación de tipo *base camp* en su parte inferior. La densa acumulación de materiales respondería a este tipo de ocupaciones y no a uno o varios eventos postdeposicionales de arrastre y deposición. Los análisis sedimentarios proponen una formación del paquete lenta pero continua durante la que se producirían las ocupaciones humanas. Las orientaciones de las conexiones corroboran esta posición primaria de los restos, sin grandes movimientos diagenéticos o postdeposicionales que los reorientaran o desplazaran de su lugar de abandono.

ABSTRACT

The Gran Dolina site and, especially, its upper level TD10.1 contains the largest archeopaleontological assemblage recovered in the Sierra de Atapuerca to date. Many multidisciplinary studies have been developed on it, however it lacks an in-depth spatial analysis. To overcome the shortcomings that the material palimpsest presents in terms of its spatial interpretation, the option of conducting a refitting study was raised. This analysis would allow to discern areas of knapping and lithic production, use of artifacts and their abandonment or recycling. In addition, the reconstruction of the lithic operational chains would reinforce the hypothesis of a local production documenting it physically and not indirectly based on the volume of materials found (complete and fractured flakes and *debris*).

Along these lines, in 2010 the study of traces on the northwest area of the TD10.1 level began, which was both a test and demonstration of the possibilities that the lithic assemblage offered for this type of analysis. In its publication in 2011 the details of the study were explained, in which despite the restrictions that the poor conservation of some raw materials or the difficulties in handling such a large set of remains meant, the connections were found and left expanding the evidence of knapping activities *in situ*.

From the first approach, the development of lithic production sequences in the settlement was confirmed, along with the contribution of some retouched pieces and elements manufactured outside the site, but, for the moment, no grouping of characteristic materials or important movements of pieces were evidenced. This initial study gave way to the consideration of the whole of TD10.1 in its entirety to corroborate the results obtained previously. Precisely the obstacles encountered during

the search for connections, required an adaptation of the methodology and, above all, the improvement of the searching systems. For this reason, although the objectives of the work were maintained, there was a certain reorientation of the study towards a more methodological sense.

The implementation of an automatic color recognition device was very helpful for grouping materials into chromatically similar groups. This clustering, very similar to that made to isolate groups of raw material, favored and streamlined the process of classifying materials and avoided problems such as the mismatch between color perceptions among researchers enrolled in the study. Likewise, it allowed a chromatic characterization of the refits already found and a statistical analysis of the rest of the materials with respect to those connections, favoring the extension of the elements involved in them.

The connections found allowed corroborating the previously interpreted size methods based on the technological analysis; there were also found *in situ* knapping activities at the site and the contribution of some retouched elements, mainly of medium and large dimensions, while smaller configurations seem to be made in the same settlement.

At the spatial level, refits have provided more support for the interpretation of the TD10.1 unit as a result of several occupational moments, more or less lasting in time, as a base-camp occupation. The dense accumulation of materials in the base of the unit would respond to this type of occupation and not to one or several postdepositional events of dragging and deposition. Sedimentary analyzes propose a slow but continuous formation of the sedimentary package during which human occupations would occur. The orientations of the connections corroborate this primary position of the remains, without major diagenetic or post-depositional movements that redirect or displace them from their place of abandonment.

Indice de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. La Prehistoria de los Remontajes	7
2.2. Los Remontajes de la Prehistoria	9
2.2.1. Remontajes y Tecnología	10
2.2.2. Remontajes y distribución espacial 'Intra' e 'Inter site'	13
2.2.3. Remontajes y procesos de formación	17
3. CONTEXTO CRONOLÓGICO: EL PLEISTOCENO MEDIO EUROPEO	21
3.1. El Achelense	22
3.2. Transición hacia el Paleolítico medio	28
4. SIERRA DE ATAPUERCA	33
4.1. Geografía	33
4.2. Geología	36
4.3. Yacimientos situados en la Sierra de Atapuerca	37
4.3.1. Cueva Mayor	39
<i>Sima de los Huesos</i>	41
<i>Galería del Sílex</i>	42
<i>Galería de las Estatuas</i>	42
<i>El Portalón</i>	43
4.3.2. Cueva de El Mirador	43
4.3.3. Yacimientos al aire libre	45
<i>Valle de las Orquídeas</i>	45
<i>Hundidero</i>	45
<i>Hotel California</i>	46
<i>Fuente Mudarra</i>	46
4.3.4. Trinchera del Ferrocarril	46
<i>Sima del Elefante</i>	46
<i>Galería</i>	49
<i>Cueva Fantasma</i>	51
5. GRAN DOLINA	55
6. TD10	63
6.1. TD10.1	71
Fauna y vegetación	71
Industria lítica	75

7. METODOLOGIA	81
7.1. Materiales	82
7.2. Métodos	86
7.2.1. La Metodología Clásica	86
7.2.2. Nuevas Aportaciones Metodológicas	99
<i>Fragmented Heritage</i>	99
<i>Orientación y Pendiente de las líneas de conexión.</i>	101
<i>La revolución del Color: Node+ Chroma.</i>	110
8. RESULTADOS.	115
8.1. El estudio inicial: Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain).	115
8.2. Desarrollo y ampliación: Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): Connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1.	129
8.3. Nueva aplicación de los remontajes para los estudios ‘intra-site’: Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis.	149
8.4. Las conexiones halladas.	166
8.4.1. Remontajes y Conjoins.	166
8.4.2. GMP/RMU – Grupos de Materia Prima.	179
8.5. Los arqueoniveles y las conexiones entre ellos	180
8.6. Digitalización y Reconocimiento automático en el Fragmented Heritage: ensayo –y error- del proceso.	182
8.7. Evitando obstáculos subjetivos: Avoiding the Blue and Black / White and Gold argument: an automated color reference system applied to lithic refit processes	187
9. DISCUSIÓN	217
9.1. Tipos de ocupación	217
9.2. Des-organización espacial	219
9.3. Información tecnológica	222
9.4. Sistemática de los remontajes	225
10. CONCLUSIONES	229
11. PERSPECTIVAS DE FUTURO	235
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	239
ANEXO 1	273
ANEXO 2	367

Índice de figuras

- Figura 2.1.** Gráfico de las publicaciones internacionales de trabajos de remontajes líticos entre los años 1880-1990 (*modificado de Arts y Czesla, 1990*). 9
- Figura 2.2.** Raspador lateral re-explotado como núcleo de laminillas. Tras su fractura (1), las laminillas se obtienen mediante la técnica de buril. Tras una segunda fractura (2), se insiste en la explotación de uno de los fragmentos (3) hasta el agotamiento del núcleo (4) (*extraído de Almeida, 2007*). 12
- Figura 2.3.** Reconstrucciones 3D de los negativos de dos lascas obtenidas mediante la explotación centrípeta en una primera fase (a) y en una posterior fase 5 (b) (*extraído de Delpiano y Peresani, 2007*). 13
- Figura 2.4.** Planetamiento estratégico integrado desarrollado para el análisis intra-site del yacimiento de Rekem. Los diferentes métodos de investigación (en trama punteada) permiten el estudio de los distintos temas relacionados con el análisis espacial (línea discontinua) (*modificado de De Bie, 2007*). 14
- Figura 2.5.** Distribución de los remontajes líticos hallados en el yacimiento de Meer II, Bélgica. Cada línea representa la conexión entre dos elementos remontados, aunque no representa el total de los remontajes hallados debido a recuperación sesgada del registro de las primeras campañas arqueológicas de los años '60 (*extraído de Cahen et al., 1979*). 15
- Figura 2.6.** Conexiones entre los yacimientos a orillas del lago Gyrinos (Noruega). Las flechas delgadas señalan la existencia de elementos elaborados en el mismo tipo de materia prima; las flechas gruesas señalan los remontajes directos (*extraído de Schaller-Åhberg, 1990*). 16
- Figura 3.1.** Yacimientos achelenses con las cronologías más antiguas de cada continente. África: Gona, Melka Kulture, Gadeb y Konso Gardula (Etiopía), Kokiselei (Kenia), Peninj y Olduvai (Tanzania), Sterkfontein y Rietputs (Sudáfrica). Asia: Ubeidiya y Gesher Benot Ya'aqov (Israel) y Attirampakkam (India). Europa: La Boella (España), Caune de l'Arago y La Noira (Francia) y Notarchirico (Italia) 22
- Figura 3.2.** Yacimientos achelenses en África con cronologías superiores a los 1.2 Ma: 1. Gona, 2. Melka Kulture, 3. Gadeb, 4. Konso Gardula, 5. Kokiselei, 6. Peninj, 7. Olduvai, 8. Sterkfontein y 9. Rietputs. 23
- Figura 3.3.** Yacimientos achelenses en Próximo Oriente y Asia con cronologías más antiguas: 1. Ubeidiya, 2. Gesher Benot Ya'aqov, 3. Evron, 4. Lantamne, 5. Attirampakkam, 6. Isampur, 7. Bose, 8. Danjianghou. 24
- Figura 3.4.** Yacimientos achelenses en Europa con cronologías más antiguas: 1. La Boella, 2. Caune de l'Arago, 3. La Noira y 4. Notarchirico. 25
- Figura 3.5.** Posibles relaciones temporales entre dos entidades arqueológicas autónomas. A. Superposición total en el tiempo. B. Separación temporal clara. C. Continuidad sin periodo de transición. D. Superposición parcial en el tiempo. E. Periodo de la interfaz de transición. F. Superposición parcial en el tiempo y las influencias mutuas pero las interfaces no transitorias (*según Santonja et al., 2016, modificado*). 26
- Figura 4.1.** Localización del complejo de la Sierra de Atapuerca. *De arriba abajo:* localización en la península Ibérica; emplazamiento entre los valles de los ríos Duero y Ebro y entre los sistemas montañosos de la cordillera Cantábrica y de la Sierra de la Demanda, en el Sistema Central, y en la entrada del Corredor de la Bureba; situación más en detalle, cercana a la ciudad de Burgos y entre los pueblos de Ibeas de Juarros y Atapuerca. 34
- Figura 4.2.** Modelos digitales del terreno de la Sierra de Atapuerca y del sector nororiental de la depresión del Duero (*extraído de Benito-Calvo, 2004*). 35
- Figura 4.3.** Regiones y provincias biogeográficas en las que se divide la península Ibérica. 36

Figura 4.4. Arriba: Mapa geológico de la península ibérica. En la leyenda se indican las principales formaciones (<i>modificado de https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Iberian_Peninsula_geological_map_ES.svg#filehistory</i>). Abajo: Detalle de la geología de la Sierra de Atapuerca y territorios colindantes (<i>extraído del IGME</i>).	37
Figura 4.5. Mapa en planta y en sección del sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca en los que se detallan las principales cavidades existentes (<i>modificado de Ortega et al., 2013</i>).	38
Figura 4.6. Vista mesial y oclusal del fragmento de mandíbula de Homo sp. hallada por Torres el 1976 (AT76-T1H).	39
Figura 4.7. Izquierda: Vista de Gran Dolina en 1981 (<i>foto de Grupo espeleológico Edelweiss</i>). Derecha, de arriba a abajo: Vista de Galería con el cierre de Zarpazos (<i>foto de J.L. García</i>), durante la campaña de 1986 (<i>foto de A. Rodrigo</i>) y en 1989 con E. Carbonell (<i>foto del Diario de Burgos</i>).	40
Figura 4.8. Vista a pie de la Trinchera del Ferrocarril en los años ochenta, con el complejo de Galería en primer plano a la derecha de la imagen y Gran Dolina en el centro más alejada (<i>foto de A. Rodrigo</i>).	40
Figura 4.9. A y B) Vista lateral y superior del cráneo 4; C) vista lateral del cráneo 6; D, E y F) vista lateral, facial y posterior del cráneo 5, también conocido como Miguelón (<i>extraído de Arsuaga et al., 1993</i>).	41
Figura 4.10. Excalibur. Bifaz de cuarcita de dos colores recuperada de la Sima de los Huesos (<i>extraída de Ollé et al., 2016</i>).	42
Figura 4.11. Arriba: Sección norte-sur y perfil estratigráfico (sección sur) de los niveles holocenos de la Cueva de El Mirador (<i>extraído de Vergès et al., 2016</i>). Abajo: sección este del sondeo en el que se visualiza la secuencia de fumier (<i>extraído de Angelucci et al., 2009</i>).	44
Figura 4.12. Sepultura colectiva en niveles Calcolíticos del sector 200 (<i>extraído de Gómez-Sánchez et al., 2014</i>).	45
Figura 4.13. Vista aérea de la Trinchera del Ferrocarril. Las cubiertas se corresponden con los tres principales yacimientos: Sima del Elefante (SE), Galería (G), Gran Dolina (GD) y Cueva Fantasma (CF) (<i>modificado de A. Ayala</i>).	46
Figura 4.14. a) Secuencia estratigráfica de la Sima del Elefante con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad y c) su representación esquemática (<i>extraído de de Lombera-Hermida et al., 2015</i>).	47
Figura 4.15. Selección de artefactos líticos recuperados en las unidades del Pleistoceno inferior de Sima del Elefante: unidad TE8, lasca en sílex cretácico (1); unidad TE9, lascas en sílex cretácico (2 y 6), lascas en sílex neógeno (5 y 7), núcleo en sílex cretácico (3) y pequeño nódulo fracturado en cuarzo (4); unidad TE13, configurados sobre lasca en sílex neógeno (8) y en sílex cretácico (9 y 10)	48
Figura 4.16. Vista vestibular y oclusal del fragmento de mandíbula recuperado en 2007 (TE9c_I31-19) y de la falange en 2008 (TE9c_I28-18) en Sima del Elefante.	49
Figura 4.17. a) Secuencia estratigráfica de Galería con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad (<i>foto de Al. Ortega</i>) y c) su representación esquemática (<i>modificado de García-Medrano et al., 2015</i>).	50
Figura 4.18. Vista mesial y oclusal del fragmento de mandíbula con las piezas dentales M2 y M3 (AT76-T1H) y fragmento craneal (AT95, GIII_K05-29) recuperados en el complejo Galería	51
Figura 4.19. Selección de bifaces (a) y hendedores (b) de la sub-unidad GIIb de Galería (<i>modificado de García-Medrano et al., 2014 y 2015</i>).	52
Figura 5.1. a) Secuencia estratigráfica de Gran Dolina con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad y c) su representación esquemática (<i>modificado a partir de Berger et al., 2008; Falguères et al., 2013; Moreno et al., 2015; Ollé et al., 2016 y Duval et al., 2018</i>).	56
Figura 5.2. Restos de Homo antecessor recuperados en el nivel TD6 de Gran Dolina	58
Figura 5.3. Selección de bifaces (a) y hendedores (b) de la unidad TD10.1 de Gran Dolina (<i>modificado de García-Medrano et al., 2015</i>).	60

Figura 6.1. Vista frontal de Gran Dolina y del nivel TD10 en que se evidencia la pendiente noreste de la superficie de excavación.	64
Figura 6.2. Sección este donde se visualicen las mantas de huesos de TD10.1 y TD10.2 junto con una foto del cuadro L20 en plena manta durante la campaña de 2002.	65
Figura 6.3. Proyección de las ocho unidades arqueostratigráficas identificadas en TD10.1 (<i>modificado de Obregón, 2012</i>).	65
Figura 6.4. Proyección en planta de los restos faunísticos coordinados en el lecho de huesos de TD10.2. El recuadro indica la procedencia de los materiales analizados para la tesis de Rodríguez-Hidalgo (<i>modificado de Rodríguez-Hidalgo, 2015</i>).	66
Figura 6.5. Reconstrucción paleoecológica de las subunidades TD10.1 y TD10.2 a partir de los microvertebrados (micromamíferos, anfibios y reptiles escamosos) y los análisis polínicos (<i>modificado de Rodríguez et al., 2011</i>).	68
Figura 6.6. Materiales líticos de TD10.1 (extraído de de Lombera-Hermida et al., <i>corrected proof</i>).	69
Figura 6.7. Materiales líticos de TD10.2 (extraído de Ollé et al., 2016a).	70
Figura 6.8. Uno de los tres artefactos con marcas de enmangue. ATA00_TD10-N20-66. Las trazas de uso señalan hacia un uso para el raspado de pieles en su borde derecho (<i>a, b</i>). Las cruces señalan la localización de las trazas asociadas al enmangue (<i>extraído de Pedergrana, 2017</i>).	70
Figura 6.9. Planta y proyección de los materiales de las subunidades TD10.1 y TD10.2 en las líneas N (<i>a</i>) y 21 (<i>b</i>) (<i>extraído de Rodríguez-Hidalgo, 2015</i>).	72
Figura 6.10. Proyección de la manta de TD10.1 en planta y en detalle (un cuadro).	73
Figura 6.11. Mapa de afloramientos disponibles en el entorno inmediato de la Sierra de Atapuerca.	76
Figura 6.12. Detalle de algunas de las herramientas sobre hueso halladas en TD10.1: ATA00_J19-19 y ATA01_N13-14 son fragmentos configurados y ATA01_M12-70 es un percutor/retocador (<i>extraída de Rosell et al., 2015</i>).	77
Figura 6.13. Muestra de materiales con caracteres técnicos presentes en conjuntos de Modo 2 y Modo 3 (<i>modificado de Ollé et al., 2016a</i>).	78
Figura 7.1. Proyección de los materiales recuperados en el subnivel TD10.1. Arriba: proyección de los restos líticos (verde) y restos faunísticos (naranja). Abajo: proyección de los restos líticos (verde).	83
Figura 7.2. Extendida de parte de los materiales en cuarcita en el Laboratorio de Lítica, en el IPHES.	86
Figura 7.3. Detalle de tres Grupos de Materia Prima de cuarcita. Las piezas englobadas en cada grupo muestran similitudes cromáticas y granulométricas.	87
Figura 7.4. Mech Scan Macro White Light 3D Scanner equipado con una cámara fotográfica Nikon supletoria.	100
Figura 7.5. Arriba: disposición del escáner respecto a la plataforma de rotación. Abajo: proceso de escaneado, con la pieza iluminada y el software Flex Scan 3D superpone las distintas nubes de puntos de cada proyección.	102
Figura 7.6. Detalle del proceso de escaneado de M12-1(96). Las imágenes representan secciones en las que se han dividido los 360º de la vista, para su escaneo pormenorizado, detallado en las imágenes más pequeñas.	102
Figura 7.7. Reconstrucción de la pieza M12-1(96) a partir de los escaneos visualizados en la <i>figura 7.6</i> . A la izquierda, y en distintos colores, se encuentran las secciones en las que la totalidad de la pieza ha sido escaneada; en la imagen principal estos colores se superponen para crear una nube de puntos completa. La imagen inferior es la reconstrucción tridimensional completa de la pieza escaneada.	103
Figura 7.8. Superficie de conexión de las piezas F10-48(99) y G10-7(00) procesada por Cloud Compare. Las tonalidades azuladas refieren a un mayor porcentaje de similitud entre ambas superficies.	103

Figura 7.9. Porcentaje de remontajes en función de la distancia que separa las piezas conectadas en corta (< 100 cm), media (100-500 cm), larga (500-1000 cm) y muy larga (> 1000 cm).	108
Figura 7.10. <i>Arriba:</i> proceso de muestreo con Node+ ChromaPro. <i>Abajo:</i> registro de las muestras tomadas con la aplicación CMGColor, con las tomas secuenciales y los respectivos códigos de color en formato #HEX.	111
Figura 8.1. Conexión REM2_6/3_1, como ejemplo de una conexión de tipo doble: presenta una conexión dorso-ventral (tipo 2) entre una lasca completa y una lasca fracturada y ésta, a su vez, presenta una conexión sagital (tipo 3) con otra lasca fracturada.	172
Figura 8.2. Proyección en planta de todo el conjunto lítico de TD10.1 y de las conexiones halladas.	173
Figura 8.3. Proyección en planta de las conexiones halladas.	173
Figura 8.4. Proyección en planta de los remontajes hallados (tipo 1, 2 y 5).	174
Figura 8.5. Proyección en planta de los conjoins hallados (tipos 3, 4, 6 y 8).	174
Figura 8.6. Proyección en planta de los remontajes de tipo 1.	175
Figura 8.7. Proyección en planta de los remontajes de tipo 2.	176
Figura 8.8. Proyección en planta de los conjoins de tipo 3.	176
Figura 8.9. Proyección en planta de los conjoins de tipo 4.	177
Figura 8.10. Proyección en planta de los remontajes de tipo 5.	178
Figura 8.11. Proyección en planta de los conjoins de tipo 6.	178
Figura 8.12. Proyección en planta de los conjoins de tipo 8.	179
Figura 8.13. Seis ejemplos de grupos de materia prima (RMU), en cuarzo y cuarcita, que no presentan agrupaciones de material características.	181
Figura 8.14. Tabla con el recuento del número de elementos líticos, faunísticos y naturales (bloques) considerados dentro de cada arqueonivel identificado (<i>extraído de Obregón 2012</i>).	182
Figura 8.15. Reconstrucción tridimensional de una pieza a partir de la nube de puntos creada por el escáner.	187
Figura 8.16. Detalle de la textura y rugosidad de una misma pieza antes y después de su cobertura con una pintura de tipo imprimación.	187
Figura 8.17. Proceso de limpieza de la pintura de imprimación aplicada en Londres a tres de las piezas del REM1_3 (<i>fotos cedidas por L. López-Polín</i>).	188

Índice de tablas

Tabla 6.1. Taxones de macro y microfauna documentados en la unidad TD10.	67
Tabla 6.2. Principales índices de cuantificación estimados para la muestra faunística del lecho de huesos de TD10.1 y frecuencia de las modificaciones antrópicas por grupos taxonómicos: marcas de corte (CM), percusiones (PM) y mordeduras humanas (HTM) (<i>modificado de Rodríguez-Hidalgo, 2015</i>).	74
Tabla 7.1. Tabla de porcentajes de material recuperado y no-recuperado por materias primas.	84
Tabla 7.2. Tabla de valores de categorías estructurales por materias primas.	85
Tabla 7.3. Valores de elementos seleccionados para su análisis de remontajes por sus a partir de las dimensiones de su eje mayor. *materias primas analizadas en su totalidad, independientemente de su tamaño. ** selección de los soportes > 15 mm.	85
Tabla 7.4. Relación de piezas escaneadas en las instalaciones del British Museum de Londres y de la Universidad de Bradford.	101
Tabla 7.5. Relación de las conexiones (remontajes y conjoins) hallados con la distancia entre las piezas conectadas, la pendiente y la orientación.	104
Tabla 7.6. Conexiones cuya distancia entre piezas es superior a 100 cm. Se especifica la distancia (en cm), la orientación y la pendiente.	109
Tabla 8.1. Conexiones halladas en el estudio preliminar sobre la zona noroeste de TD10.1.	116
Tabla 8.2. Grupos de materia prima (RMU) identificados en cuarzo, cuarcita, arenisca y sílex cretácico durante el estudio preliminar sobre la zona noroeste de TD10.1.	117
Tabla 8.3. Ampliación de la tabla 2 de <i>López-Ortega et al., 2019a</i> en la que se especifican las distancias, pendientes y orientaciones de las líneas de conexión entre los elementos remontados (solo aquellas que muestran una distancia >100 cm). Los colores distinguen las materias primas: naranja cuarcita, amarillo cuarzo, azul sílex cretácico.	165
Tabla 8.4. Listado de remontajes con los grupos de materia prima a los que pertenecen y los arqueoniveles identificados por Obregón (2012).	167
Tabla 8.5. Recuento de conexiones por grupos y tipos empleados en su clasificación.	171
Tabla 8.6. Datos de exposición y calibración de las piezas escaneadas durante la estancia en el British Museum de Londres y la University of Bradford.	184

Anexos

Anexo 1. Fichas descriptivas de las conexiones halladas con el código identificativo, el tipo de remontaje o <i>conjoin</i> , las piezas que lo forman y sus categorías estructurales, la distancia entre las piezas y una breve descripción física y tecnopológica	273
Anexo 2. Tabla de los Grupos de Materia Prima (GMP) identificados en arenisca (ARE), cuarcita (CTA), cuarzo (CZ) y sílex cretácico (SCRT). Abreviaturas: UMP - unidad materia prima, SOPOR - soporte, TIP SOPOR - tipo de soporte, OX FE - óxido de hierro, RUBEF - rubefacción, LIXIV - lixiviación, OX MANG - óxido de manganeso, PLNS CRIST - planos de cristalización, APTD TALLA - aptitud para la talla, GRANUMT - granulometría, DISTRIB - distribución [del color], TRNSP - transparencia, REM - código identificativo de la conexión	367

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han ido incrementando las evidencias que demuestran que los rasgos tradicionalmente reconocidos únicamente en *Homo sapiens* y empleados en marcar firmemente la distinción entre esta especie y homínidos anteriores, no son tan estrictos y se reconocen en especies anteriores, principalmente en *Homo neanderthalensis*. Comportamientos como la organización del espacio, el arte y la decoración personal o los enterramientos, entre otros muchos, han ido siendo constatados en cronologías cada vez más antiguas, diluyendo la frontera comportamental entre nuestra especie y los homínidos que nos precedieron.

Algo que nos parece tan básico como es la estructuración del espacio y, por tanto, la organización de las actividades desarrolladas dentro del asentamiento, ha sido verificado en yacimientos de autoría neandertal, incluso alguno no únicamente apoyado en la distinción de zonas en base a los desechos y a la composición de los residuos y los vacíos entre ellas, sino también en base a estructuras artificiales elaboradas con elementos del entorno, sean troncos y elementos vegetales, como en Abric Romaní, o fragmentos de estalagmitas, como en la Cueva de Bruniquel.

La pregunta que surge es ¿hasta dónde podemos reseguir este comportamiento? Por ahora, el límite se encuentra en los neandertales; pero no hace muchas décadas, el límite se encontraba en nuestra especie. ¿Es posible, por tanto, documentar una organización espacial en un yacimiento pre-neandertal?

El nivel TD10.1 de Gran Dolina destaca por su riqueza de materiales, tanto faunísticos como líticos (no en vano es, hasta la fecha, el nivel más cuantioso en restos arqueológicos de todos los que se encuentran en el complejo de la Sierra de Atapuerca). Esta abundancia ha permitido decenas de estudios multidisciplinarios, desde zooarqueológicos y tafonómicos, hasta tecnológicos, de materias primas e incluso de marcas de uso. Sin embargo, esta riqueza no ha venido exenta de problemáticas, sobre todo respecto a la dispersión de estos materiales y su presentación estratigráfica. Los más de 150,000 restos se presentan en un paquete sedimentario de, aproximadamente, un metro de espesor en el que la densidad máxima se encuentra en su base (coloquialmente denominada “lecho de huesos”), y en el que no parece haber ninguna estructuración vertical ni organización espacial horizontal, a pesar de que los estudios sedimentológicos señalan que su distribución no responde a ningún proceso postdeposicional.

Cronológicamente, este nivel se enmarca en el MIS 9, con diversas dataciones que lo sitúan en torno a 300 ka. Las características tecnológicas ubican el conjunto lítico en la línea de una evolución del Achelense hacia los métodos propios del Modo 3, con una propensión hacia la estandarización de los productos y una configuración de soportes de dimensiones más reducidas, junto con una explotación con tendencia a la jerarquización de las caras.

Dadas estas características, el estudio de remontajes se plantea como herramienta para alcanzar los siguientes objetivos:

- Reconstrucción de las secuencias de talla a partir de los remontajes para documentar los métodos de reducción desarrollados a lo largo de toda la explotación, desde el decortezado hasta las últimas extracciones y el agotamiento del núcleo. Así, se podrá corroborar o desmentir las hipótesis planteadas a partir de los análisis tecno-tipológicos realizados en base a la forma final de las piezas.

- Ubicar las zonas en las que se realizaba la explotación y/o configuración y reseguir los movimientos y desplazamientos de los núcleos y/o de los productos a otros lugares del asentamiento, discerniendo así las distintas áreas de actividad existentes.
- Identificación de áreas de talla y de movimientos individuales de piezas, abriendo la puerta a la caracterización de momentos ocupacionales más discretos dentro del palimpsesto de TD10.1, siendo posible aislarlos y analizarlos individualmente.
- Contrastar los eventos ocupacionales identificados a nivel arqueostratigráfico con la distribución y dispersión de las conexiones halladas para corroborar su validez o refutarla.
- A nivel más metodológico, aplicar la metodología más tradicional en la búsqueda de remontajes a un conjunto con diversas problemáticas: nivel arqueológico de grosor considerable, número muy elevado de efectivos líticos, problemas de conservación, etc.

La bibliografía sobre los trabajos de remontajes realizados en otros yacimientos de todo el mundo y de basta cronología y los resultados obtenidos, favorecía y alentaba la aplicación de este análisis al conjunto de TD10.1. Abundan los yacimientos en los que los estudios tecnológicos y espaciales han visto modificados y mejorados cualitativamente sus resultados tras el estudio de remontajes de sus conjuntos.

La aplicación de la búsqueda de remontajes a este nivel supone un alejamiento respecto al período más analizado bajo el prisma de los remontajes (Paleolítico Superior y Paleolítico Medio), su contextualización dentro del impulso que estos estudios están teniendo en cronologías más antiguas del Paleolítico Inferior, y una inmersión en la tarea de conectar el máximo de elementos posibles en un conjunto que supera los 34,000 restos líticos.

Esta Tesis Doctoral está estructurada en 11 capítulos entre los que se encuentran las cuatro publicaciones lideradas:

1. López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., Vaquero, M., 2011. **Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain).** *Journal of Archaeological Science* 38, pp. 3112-3121.
2. López-Ortega, E., Bargalló, A., de Lomberra-Hermida, A., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2017. **Quartz and Quartzite refits at Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos): connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1.** *Quaternary International* 433, pp. 85-102.
3. López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., Ollé, A., Lozano, S., 2019. **Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis.** *Archaeological and Anthropological Sciences* 11: 4555-4568.
4. López-Ortega, E., Morales, J.I., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2019. **Avoiding Blue and Black / White and Gold argument: an automated colour reference system applied to lithic refit processes.** *Journal of Archaeological Method and Theory* (in press.) <https://doi.org/10.1007/s10816-019-09426-w>

Antes de presentar estas publicaciones, en este primer capítulo se exponen los detalles que condujeron al planteamiento de este tipo de estudios sobre la unidad de TD10.1 y qué objetivos, a grandes rasgos, se marcaron en su inicio. En el Capítulo 2 se desarrolla una breve explicación del marco teórico y conceptual en el que se encuadra nuestra investigación, basándose ésta en el análisis de remontajes, pero haciendo hincapié en la evolución que estos estudios han experimentado desde su surgimiento y las distintas aplicaciones que se le han ido asignando en base a los conjuntos analizados. Para contextualizar mejor los detalles del conjunto arqueológico que se ha analizado, en el Capítulo 3

se detallan los rasgos del Pleistoceno Medio Europeo y las distintas corrientes explicativas en cuanto a su origen y características. Los Capítulos 4 y 5 tratan en profundidad el contexto arqueológico en el que se enmarca el yacimiento de Gran Dolina y, por consiguiente, del nivel analizado. En estos capítulos se explican los distintos yacimientos que forman el complejo arqueopaleontológico de la Sierra de Atapuerca, el entorno inmediato, las secuencias estratigráficas que presentan, la historia de sus excavaciones e investigaciones, etc., y, de manera más detallada, en el Capítulo 5 se trata el yacimiento de Gran Dolina, para dar paso, en el Capítulo 6, a la exposición de las características y peculiaridades del horizonte de TD10.

El Capítulo 7 está destinado a la descripción de la metodología y del protocolo seguidos durante el estudio. Los estudios previos, sobre todo de los años '80 y principios de los '90, asentaron las bases de unos métodos adecuadamente versátiles para su aplicación a un amplio abanico de conjuntos arqueológicos, pero las peculiaridades de cada caso, como ha sucedido con TD10.1, obligan a una cierta adaptación. El artículo 1, incluido en este capítulo, presenta sumariamente los detalles del protocolo puesto en práctica durante el estudio de remontajes de una zona delimitada del yacimiento. Los resultados obtenidos propiciarían su ampliación al resto del yacimiento y, consecuentemente, un incremento también del número de conexiones halladas, tal y como se detallan en el Capítulo 8. El cuerpo de este capítulo está formado, en su mayor parte, por el contenido de los artículos 2, 3 y 4.

El Capítulo 9 contiene la discusión general sobre los resultados obtenidos y cómo éstos se insertan dentro de las propuestas interpretativas realizadas sobre TD10.1. Así mismo, se discute en qué y cómo los remontajes hallados han proporcionado información sobre los principales aspectos considerados en los objetivos de este trabajo. Para finalizar, los Capítulos 10 y 11 contienen una síntesis de las conclusiones alcanzadas y de las perspectivas de futuro que se abren a raíz de los resultados obtenidos con este trabajo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La Prehistoria de los Remontajes

A finales del siglo XIX, F. C. J. Spurrell halló a orillas del río Cray, afluente del Támesis, lo que él denominó un “nivel de astillas de sílex”, y seguro de que los restos se encontraban en la posición original en la que cayeron durante la secuencia de talla, los recogió. El conjunto que recogió se componía, en su mayoría, de “*large and small flint flakes and minute chips, together with cores and spoilt hâches [and] hammers*” (Spurrell, 1884). Posteriormente, encajó como si fuera un puzle, prácticamente todas las lascas con los núcleos, reconstruyendo las formas originales y permitiendo conocer la explotación de esos soportes de manera secuencial. La reconstrucción, según él mismo afirmaba en la publicación de 1884, fue sencilla ya que la materia prima empleada había sido el sílex obtenido de los estratos yeseros de los acantilados de la zona, con particulares inclusiones y manchas de hierro, lo que facilitaba la búsqueda de máculas similares entre las piezas y su unión.

Spurrell no solo remontó las secuencias de talla halladas en Crayford sino que también señaló la importancia de la recogida sistemática de todos los elementos que conforman un conjunto arqueopaleontológico, experimentó con las mismas materias primas y artefactos similares a los hallados con el objetivo de conocer la manera y los gestos empleados en la técnica, e incluso interpretó la dispersión espacial de los materiales como resultado de una talla en la cual el tallador estaba sentado en el suelo con las piernas abiertas en forma de “V”. Si bien en su momento no parece que tuviera más

repercusión, es evidente que su posición pretendía una ruptura con los trabajos arqueológicos más clasicistas (en cuanto a recuperación y estudio de las herramientas), y son claras las referencias a lo que posteriormente se conocería como arqueología experimental y espacial.

A Spurrell le siguieron otros como Cels y Depauw, Munck y Smith, todo ellos aún en el siglo diecinueve, y reconstruyendo las secuencias de talla que se habían desarrollado en los yacimientos de Spiennes y Caddington, respectivamente. Si bien Spurrell se había centrado más en las características de la talla y los métodos de explotación ejecutados, estos últimos vieron la posibilidad de emplear la información de los remontajes como medio de reconstrucción de la conducta humana (Arts y Czesla, 1990).

A partir de ellos, y a pesar de que se demostró que los remontajes resultaban de interés dentro del ámbito de la arqueología y la prehistoria, su uso no se generalizó hasta fechas relativamente recientes. Fue a principios de la década de los setenta cuando se produjo un incremento exponencial de este tipo de estudios, principalmente en Europa (Arts y Czesla, 1990; Schurmans, 2007). Los análisis sobre secuencias de explotación lítica, de análisis espaciales y sobre la integridad de las secuencias estratigráficas empezaron a contemplar las posibilidades que ofrecían los remontajes y, por ende, a incorporarlos dentro de sus investigaciones. Pronto se constató que esta técnica no sólo era válida con elementos líticos sino también con otro tipo de registro arqueológico como son los huesos, permitiendo de igual manera ser mecánicamente reconstituidos a partir de sus fragmentos (Bunn et al., 1980; Enloe, 1995).

Poco a poco, el desarrollo metodológico de los remontajes fue aplicándose a un gran abanico de estudios, desde los más clásicos análisis tecnológicos hasta patrones de fracturación y consumo de animales pasando por los análisis espaciales (zonas de actividad, patrones inter e intra site, áreas de desecho primarias y secundarias, integridad estratigráfica, etc.). La toma de conciencia sobre la consideración de los yacimientos arqueológicos como reflejo directo del comportamiento humano pasado (Childe, 1956; Binford, 1981), supuso un paso más hacia

no solo la recuperación íntegra de todo el material arqueopaleontológico sino también su inclusión en los estudios que de él se derivaban.

A mediados de la década de los sesenta, y sobre todo a partir de la información obtenida con los remontajes en el yacimiento francés de Pincevent, la búsqueda de conexiones se comenzó a realizar de manera sistemática (Cattin, 2002) (figura 2.1). En Pincevent, los remontajes se mostraron como un método que permitía dar respuesta al cómo y dónde se desarrollaron las secuencias de talla; las conexiones líticas señalaban las relaciones existentes entre estructuras del asentamiento alejadas entre sí, lo que demostraba que pertenecían a la misma ocupación y que su formación y uso se hizo de manera sincrónica. Estudios sucesivos en base a los remontajes de este mismo yacimiento aportaron más información a nivel espacial y, de forma muy especial, sobre la conducta del grupo o grupos que lo habitaron (Bodu et al., 1990). Las diversas secuencias de talla remontadas permitieron, por un lado, reconocer áreas de actividad y clasificarlas según la recurrencia de su uso en puestos multifuncionales, puestos ocasionales y puestos temporales. Por otro lado, esos mismos remontajes propiciaron interpretaciones conductuales de los talladores: su lateralidad, los gestos correctivos de errores o accidentes de talla, los niveles de aprendizaje y experiencia en la talla e incluso una cierta organización y distribución espacial de estas personas en función de su experiencia y maestría (Cahen y Karlin, 1980; Cahen et al., 1980; Bodu et al., 1990; Karlin y Julien, 2019). Los estudios de Pincevent tenían su predecesor en el yacimiento también francés de Etiolles, si bien la naturaleza de los conjuntos sugería un uso diferencial del lugar: mientras que Pincevent mostraba un tipo de ocupación residencial, de campamento base, con zonas de talla, hogares y suelos de cabaña, Etiolles se interpretó como un taller donde las actividades desarrolladas estaban ligadas exclusivamente a la talla, como la obtención de materia prima y la configuración de herramientas. Las secuencias de explotación reconstruidas mediante los remontajes, permitieron interpretar la existencia de tres niveles de experiencia en los talladores que las realizaron: los mejores técnicos o especialistas, los técnicos menos “talentosos”, y los aprendices o debutantes. Estos mismos niveles se trasladaron a las interpretaciones

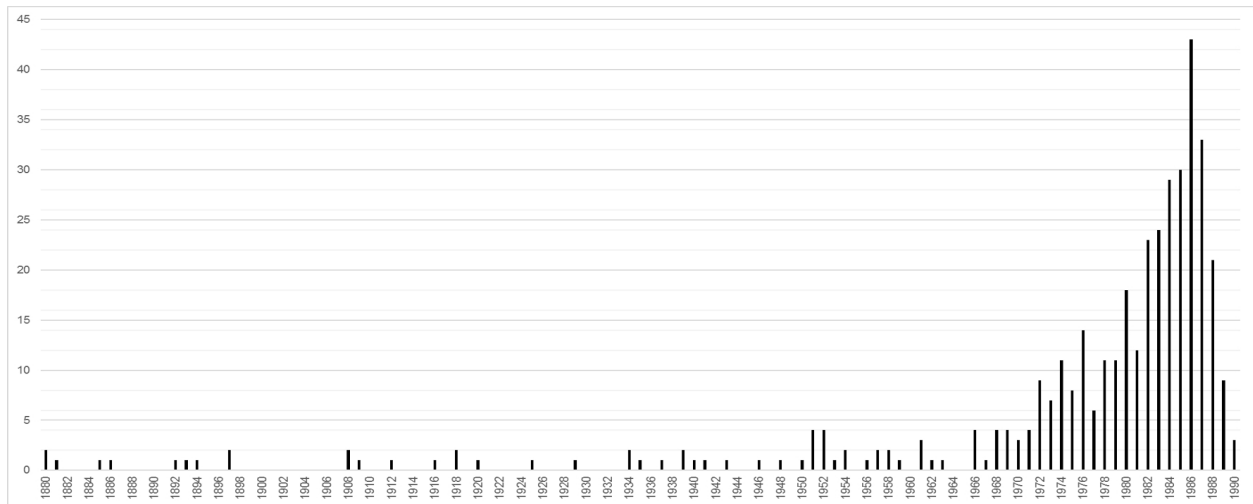


Figura 2.1. Gráfico de las publicaciones internacionales de trabajos de remontajes líticos entre los años 1880-1990 (modificado de Arts y Czieśla, 1990).

de Pincevent, si bien con una nomenclatura distinta en tanto que los yacimientos no son del mismo tipo (Cahen et al., 1980; Bodu et al., 1990; Olive, 1992).

A raíz de estos estudios pioneros, ya en la década de los años '70 y sobre todo en los '80, el notable incremento de publicaciones sobre el tema denota claramente que los remontajes se estaban constituyendo como un buen método complementario para analizar los conjuntos arqueológicos. Cahen, Keeley y Van Noten (1979) ya señalaron que, dado que los restos líticos acostumbran a ser el grueso del registro arqueológico de la mayoría de yacimientos pleistocenos, cualquier nuevo método que permita extraer más información de ellos debía ser considerado como una importante mejora e incorporarse al estudio en pro del avance de la investigación arqueológica. Por ello, ya a partir de los años '90, los remontajes demostraron ser una herramienta tremendamente útil para el análisis del desarrollo de las actividades llevadas a cabo por las comunidades humanas durante su ocupación del territorio, tales como la talla y la configuración de artefactos líticos, o la –re-distribución de recursos cárnicos, el análisis espacial, el control de las estratigrafías, la formación de los depósitos arqueológicos y los gestos individuales y movimientos de los artefactos (figura 2.1) (Cahen et al., 1979; Cooper y Qiu, 2006, entre otros).

2.2. Los Remontajes de la Prehistoria

La incorporación de la búsqueda de remontajes se empezó a realizar, como es lógico, en aquellos conjuntos que presentaban una cierta facilidad para su aplicación. Las secuencias de talla más propensas a ser reconstruidas fueron aquellas que se recuperaban en yacimientos excavados en toda o prácticamente toda su extensión, su grado de conservación era elevado y, *grosso modo*, ya durante su excavación era posible ver una cierta distribución espacial característica determinada por la presencia de hogares y fondos de cabaña (como fue el caso de Pincevent). Todos los materiales eran registrados y recuperados y, por tanto, ninguna parte ni ningún tiempo de la secuencia permanecía enterrado y desconocido. Así, las primeras y más abundantes reconstrucciones empezaron a realizarse en yacimientos del Paleolítico Superior, donde las áreas de actividad se encontraban bien delimitadas y en los que las zonas de talla eran claras. Los remontajes contemplaban decenas de elementos, y las reconstrucciones mostraban toda la reducción técnica, desde el núcleo final agotado hasta las primeras extracciones de descortezado de los nódulos.

Pero esta relativa facilidad y experiencia en el remontaje de soportes del Paleolítico Superior

no es la misma que nos llega de cronologías más antiguas. Los conjuntos líticos del Pleistoceno inferior y medio no han sido tan estudiados bajo el prisma de los remontajes. En algunas ocasiones el carácter sesgado de la superficie excavada en relación a la totalidad de la superficie del yacimiento o la exposición durante centenares de milenios a los procesos post-deposicionales, han alterado en mayor grado estos conjuntos y, por consiguiente, su estudio de remontajes no ha resultado tan atractivo y productivo. Únicamente algunos yacimientos como Lokalalei o Boxgrove son conocidos, en parte, por los remontajes líticos (Austin et al., 1999; Roche et al., 1999).

Tradicionalmente, el uso más recurrente que se le ha dado a la búsqueda de remontajes ha sido como método complementario a los análisis tecnológicos; las secuencias de talla reconstruidas permitían conocer la intencionalidad de la actividad y los gestos y decisiones involucradas desde sus primeros momentos hasta las últimas extracciones. Las conexiones reconstruidas de Spurrell ya tuvieron esta finalidad a finales del siglo XIX, y en el último cuarto del siglo XX este uso se intensificó, como demuestran los trabajos de Cahen et al., 1979, 1980; Hofman, 1981; Bodu et al., 1990; Schäfer, 1990; Larson e Ingbar, 1992; Bleed, 2001, 2002; Delagnes y Roche, 2005; Almeida, 2007; Ashton, 2007; Van Peer, 2007; Hiscock, 2007; Zieba et al., 2008; entre otros. Afortunadamente, y tal como ya señaló J. F. Hofman, no todos los tipos de fractura, y por consiguiente no todos los tipos de remontajes, presentan el mismo contenido de información (Hofman, 1992).

2.2.1. Remontajes y Tecnología

Como se ha comentado anteriormente, no son pocos los estudios de remontajes desarrollados como complemento de los análisis tecnológicos, pero sí que la orientación de dichos estudios ha variado sustancialmente en función del tipo de complementación buscada y de los resultados obtenidos. Hiscock ya afirmó que *“Refitting not only avoids the need to assume minimal variation but also encourages non-normative explorations of the archaeological record by facilitating an examination of human activities involved in the production of all components of the preserved assemblage, without*

presupposing that information resides only in ‘end products’. In this way refitting studies greatly contribute to descriptions of the overall production system” (2007, p. 13).

Dentro de la tecnología, el uso más habitual de los remontajes ha sido la constatación de las secuencias de talla desarrolladas, y que solían – y suelen – ser preestablecidas a partir del análisis de los productos finales que forman el conjunto lítico. Un ejemplo de ello, entre otros muchos, es el estudio de Bergman en la Cantera 2 de Boxgrove, donde se comprobó que la talla realizada en el lugar se orientó a la obtención rápida de soportes para un uso inmediato, probablemente para el desmembramiento y descarnado de algún animal cercano (no documentado) (Bergman et al., 1990). También en los años 90, Lamotte aplicó los remontajes a los yacimientos achelenses de Ferme de l'Épinette y l'Épinette à Cagny (en el valle del Somme, Francia), con el mismo objetivo de conocer las secuencias de reducción empleadas para la obtención de los diferentes soportes lascas y bifaciales (Lamotte, 1999). Este uso se sigue aplicando en estudios más recientes, como demuestran los resultados en diversos enclaves del Paleolítico medio inicial en la zona de Hummal, en Siria (Wojtczak y Demidenko, 2018), en el yacimiento de Okushirataki-1 (Takakura, 2011) o en los niveles del Paleolítico Superior de Cova Gran (Martínez-Moreno et al., 2019). Wojtczak y Demidenko (2018) reconstruyeron diversos episodios de talla y de reacondicionamiento de piezas y constataron que, tras la extracción de los primeros productos deseados, se efectuaba una intensa nueva preparación de los núcleos para la siguiente extracción, lo que generaba a su vez un volumen considerable de pequeñas piezas. Gracias a las secuencias reconstruidas, estos autores concluyeron que no solo las lascas y puntas Levallois conllevaban una intensa preparación del soporte, sino que también se realizaba para otros tantos útiles, demostrando así la alta variabilidad tecnológica del período. Los remontajes hallados entre el conjunto lítico de Okushirataki-1 demostraron que las láminas y laminillas se obtenían mediante unas secuencias interrumpidas en diversos momentos. También se constató que un volumen considerable de las piezas interpretadas como laminillas producidas *ex profeso* no eran más que desprendimientos y residuos generados durante la extracción de las láminas

de mayor tamaño o durante la preparación de las plataformas (Takakura, 2011).

Este último autor, también empleó la información obtenida con los remontajes para hacer una pequeña interpretación del conjunto a nivel espacial. Tanto Takakura como Bleed (2002) analizaron diversos yacimientos japoneses datados en cronologías de Paleolítico Superior y documentaron altos en las secuencias de talla, con consecuentes movimientos y desplazamientos por el yacimiento, para proseguir posteriormente con la reducción o configuración de los soportes en otras áreas. Estudios similares se desarrollaron en China, aunque en yacimientos más antiguos y con conjuntos industriales propios de un Modo 1 y Modo 2 (Shen y Qi, 2004; Feng, 2008).

Más en relación con las materias primas, su aportación al yacimiento y explotación, autores como Almeida (2007), Schäfer (1990), Lindly (2000), etc., se sirvieron de los remontajes para la constatación de diversas realidades en sus conjuntos estudiados. Las conexiones halladas en Lapa do Anecrial (Portugal) señalaron hacia una aportación diferencial de las materias primas en cuanto a su configuración; mientras que el sílex se introducía en el asentamiento en forma de nódulos ya descortezados y con una preparación básica para su explotación, el cuarzo era aportado sin modificaciones (Almeida, 2007). En el yacimiento musterriense de Schweinskopf-Karmelenberg (Alemania), Schäfer (1990) también documentó una explotación diferencial de las materias primas en función de su calidad y distancia respecto a las fuentes de aprovisionamiento, mientras que en el yacimiento Site J Maastricht-Belvedere, algunos soportes son altamente modificados y explotados en lo que parece ser una actitud más 'económica', mientras que otros (elaborados en la misma materia prima) son derrochados tras una explotación muy superficial (Roebroeks et al., 1997).

La actitud diferencial de los talladores respecto al uso de las materias primas supuso un cambio de paradigma; los remontajes no reflejaban escenas estáticas de actividades del pasado, tal que fotografías, sino que permitían hacer reconstrucciones dinámicas de procesos desarrollados durante un período más o menos largo de tiempo, en una o varias zonas del

asentamiento y de una o varias ocupaciones del lugar. Ya Shott (et al., 2011, p. 320) propuso que "*Lithic reduction is a fluid behavioural set conditioned by an intimate familiarity with techniques and materials and tempered by environmental and situational circumstances*" y, por tanto, la reconstrucción de esos procesos de reducción es la reconstrucción del comportamiento humano que las creó.

Este comportamiento humano se ha demostrado más complejo a medida que avanza el conocimiento de nuestras especies pasadas y a medida que retrocedemos en el tiempo; cada vez es más difícil afirmar qué capacidades son las que definen el comportamiento del humano moderno y que nos diferencian de las especies anteriores. Muchas de las capacidades afirmadas como únicas y propias de nuestra especie, tales como los enterramientos, el uso de pigmentos, decoración y ornamentación personal, la tecnología lítica laminar o la diversidad de artefactos, entre otros muchos, han sido sucesivamente propuestos como característicos del *Homo sapiens* moderno para, tiempo después, documentarse en homínidos anteriores, como el *Homo neanderthalensis* (Henshilwood y Marean, 2003; Zilhao, 2007). Es por ello que diversos autores abogan por una redefinición del concepto "comportamiento moderno" y su consideración dentro de cada contexto ambiental, biológico, demográfico y cultural en el que el *sapiens* se desarrolló (Ames et al., 2013; Will et al., 2019).

Las innovaciones en la producción lítica, tales como las anteriormente citadas tecnología laminar o la diversidad y variabilidad de los artefactos, han sido documentadas desde los primeros estudios tecnológicos. Los remontajes, en este sentido, han permitido conocer no solo los avances en la forma final de los artefactos sino también en el proceso mismo de su obtención. No son pocos los yacimientos en los que una parte del conjunto lítico había sido interpretado como aportado al yacimiento porque no existían evidencias de los núcleos de los cuales se habían obtenido; en estos casos, los remontajes demostraron que algunos de los elementos clasificados como configurados eran en realidad los núcleos de los que se obtenían los soportes "aportados" y las categorías establecidas inicialmente a partir del análisis tecnológico cambiaron substancialmente

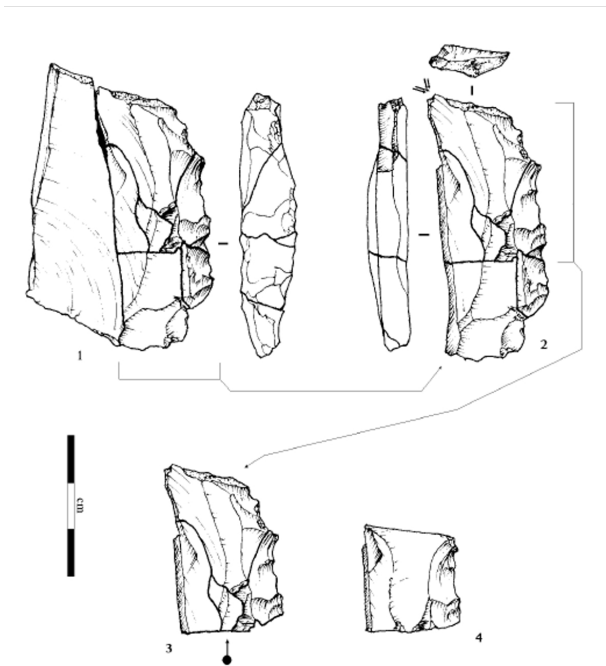


Figura 2.2. Raspador lateral re-explotado como núcleo de laminillas. Tras su fractura (1), las laminillas se obtienen mediante la técnica de buril. Tras una segunda fractura (2), se insiste en la explotación de uno de los fragmentos (3) hasta el agotamiento del núcleo (4) (extraído de Almeida, 2007).

(Ahler, 1992; Roebroeks et al., 1997; Goring-Morris et al., 1998; Almeida, 2007; Hiscock, 2007; De Bie, 2007) (figura 2.2).

Las nuevas capacidades cognitivas que los remontajes han podido documentar también hacen referencia a una conducta del individuo ante la tarea a desarrollar. Ashton (2007) documentó una actitud diferencial del sujeto respecto al tipo de reducción realizada: mientras que la talla ortogonal se organizaba a partir de la morfología del canto, la talla bifacial seguía un esquema mental muy estricto no basado en ninguna morfología existente. Esta explotación diferencial también la documentaron Nerudová y Neruda en el yacimiento de Moravský Krumlov IV (República Checa), en su conjunto Szeletense: los útiles foliáceos se obtenían mediante una técnica bifacial, las lascas a partir de núcleos discoides y las láminas de núcleos subprismáticos (Neruda y Nerudová, 2005, 2019; Nerudová y Neruda, 2017). Otro ejemplo de estas interpretaciones conductuales sobre la información tecnológica proporcionada por los remontajes lo encontramos en el estudio de A. Clark (2019). Esta investigadora

empleó los remontajes y la ubicación de estos para inferir un comportamiento que, tradicionalmente, no se había contemplado. La concepción general sobre las secuencias de talla organizadas o jerarquizadas (bipolar, centripeta, levallois, etc.) suele ser que su ejecución responde únicamente a la obtención de un soporte predeterminado que se empleará de forma más o menos inmediata. Clark demuestra que, en ocasiones, estas secuencias se desarrollan para la obtención no de un solo elemento sino de varios, y que, si bien uno de esos soportes se empleará posteriormente, el resto se “abandona” en la zona de talla donde se han obtenido no como desechos sino como material susceptible de ser utilizado ante cualquier otra necesidad. Por lo tanto, la denominación de “desechos” (traducción personal del original “debris” de la autora) de algunos soportes es incorrecta.

Las capacidades de los talladores también incluyen la toma de decisiones técnicas para la solución de problemas o errores ocurridos durante los procesos de talla. Un análisis tecno-tipológico de los artefactos únicamente puede documentar la existencia de núcleos abandonados por fracturas o malos gestos técnicos, de lascas sobrepasadas, de plataformas fracturadas o agotadas, etc., resultado de faltas o malos golpes. La subsanación de ese error y la adecuación del soporte para la progresión de la reducción únicamente es visible si la secuencia es reconstruida. Estas técnicas y las decisiones adoptadas por los individuos para solventar problemas ocurridos durante el proceso de talla han podido documentarse en diversos yacimientos, entre los que se encuentran los talleres holocenos de las Canteras de Page Creek, en Australia (Hiscock, 2007), y Site J Maastricht-Belvedere, en los Países Bajos (Roebroeks et al., 1997).

Pese a que el debate sobre las capacidades cognitivas de los homínidos pre-*sapiens* sigue abierto, lo que resulta evidente es que los remontajes permiten reconstruir comportamientos y momentos dinámicos del pasado que nos aportan esa pizca de conocimiento que el análisis tecnológico de las piezas no permite obtener. En este contexto, los remontajes hallados en los conjuntos de Lokalalei 1 y 2C, en Kenia, nos demuestran que ya en cronologías de 2,34 Ma existe una importante diversidad en el

comportamiento técnico de la talla, lo que demuestra que los homínidos tenían una alta capacidad cognitiva y habilidad motora, mucho mayor que las asumidas anteriormente para este horizonte temporal (Roche et al., 1999; Roche y Delagnes, 2005).

Las últimas innovaciones dentro de la aplicación de los remontajes al análisis de la industria lítica proponen el uso de escáneres y reconstrucciones 3D para la digitalización de las piezas y de las conexiones halladas. La visualización tridimensional de una secuencia de reducción reconstruida permite una óptima comprensión de los gestos del tallador o talladora, la rotación del núcleo para su preparación y/o explotación y conocer y aislar los elementos ausentes mediante las huellas que existen de ellos (que permiten, a su vez, la obtención de una copia tridimensional) (Delpiano et al., 2017; Delpiano y Peresani, 2017; Delpiano et al., 2019) (figura 2.3).

2.2.2. Remontajes y distribución espacial 'Intra' e 'Inter site'

Junto con la verificación de las cadenas operativas y de los gestos técnicos analizados con los estudios tecnológicos, los remontajes se han empleado ampliamente para la documentación y constatación de zonas de actividad dentro de los asentamientos. En muchos casos, la comprobación de las secuencias de talla desarrolladas y de las zonas de actividad han ido de la mano (Cahen y Keeley, 1980; Skar y Coulson, 1986; Adler et al., 2003; De Bie, 2007, Takakura, 2018, entre otros). Mediante la detección de estas zonas y la verificación de su uso, también se han podido inferir movimientos intra-site. En palabras de Angela E. Close, *"Movement is a universal part of human life. However, it normally leaves no material trace [...] Refitting artifacts across [...] provides a robust method of reconstructing individual acts of movement. When there are multiple individual movements, it is possible to reconstruct patterns*

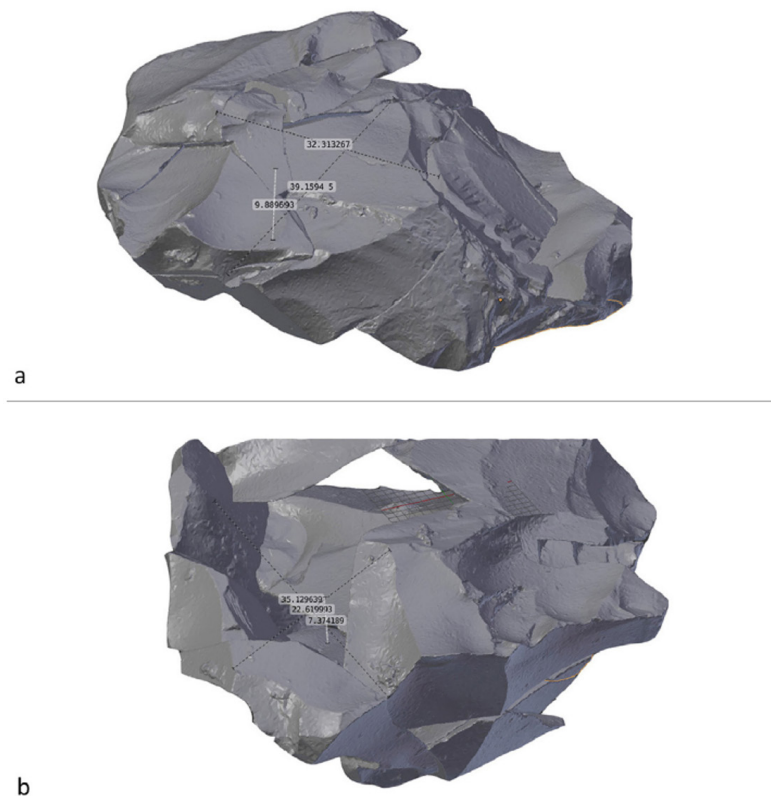


Figura 2.3. Reconstrucciones 3D de los negativos de dos lascas obtenidas mediante la explotación centrípeta en una primera fase (a) y en una posterior fase 5 (b) (extraído de Delpiano y Peresani, 2007).

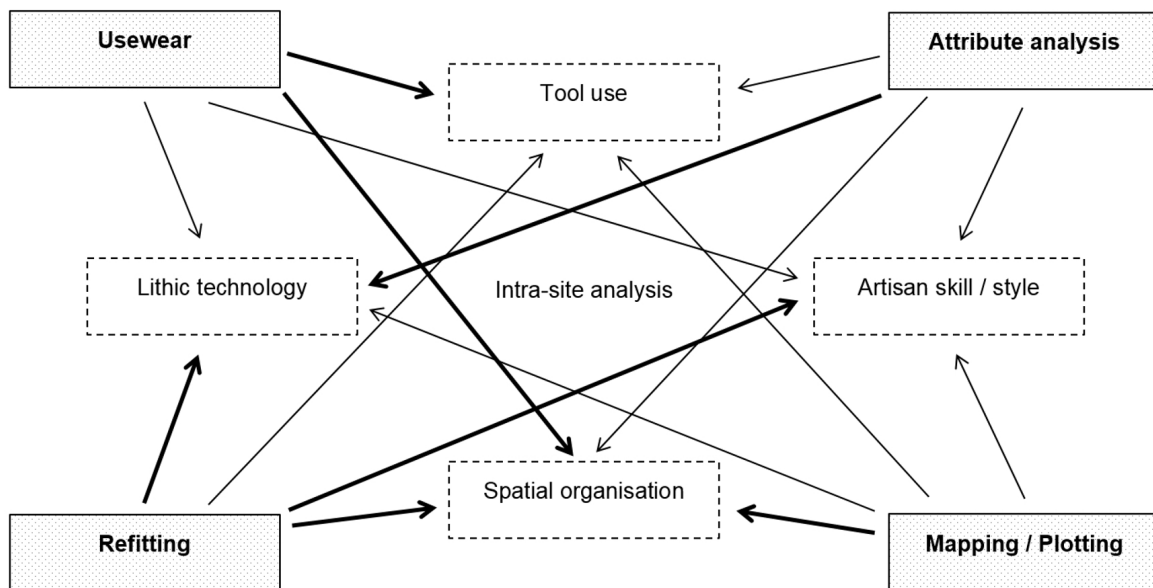


Figura 2.4. Planteamiento estratégico integrado desarrollado para el análisis intra-site del yacimiento de Rekem. Los diferentes métodos de investigación (en trama punteada) permiten el estudio de los distintos temas relacionados con el análisis espacial (línea discontinua) (modificado de De Bie, 2007).

of movement, and to differentiate between different types of movement made for different purposes, even in prehistory” (Close, 2000).

Así, ligando los estudios tecnológicos con el contexto espacial en el que los restos líticos fueron recuperados, las zonas de actividad relacionadas con la talla fueron emergiendo del registro. A partir de esta evidencia, y siempre en base a los estudios de remontajes, las diferentes áreas documentadas cobraron dinamismo y los movimientos de materiales –y de individuos- entre ellas fueron evidenciándose en más yacimientos.

Un claro ejemplo de ello lo encontramos en los estudios de Skar y Coulson (1986), de Eickhoff (1990) y, de manera más reciente, en Takakura (2018). A partir de las secuencias de talla reconstruidas, se pudieron hacer inferencias en cuanto a la organización y movimientos entre las diferentes zonas identificadas. En Rørmyr II (Noruega), se identificaron tres áreas con restos de talla pero de fases de la producción muy concretas: en el área I se preparaban los soportes que, posteriormente, se trasladaban al área II para su configuración como puntas. El área III funcionaba como zona de recuperación de puntas fracturadas (recuperadas con el descarnado y despiece del animal),

algunas de las cuales se trasladarían de nuevo a la zona II para su reconfiguración (Skar y Coulson, 1986). Una organización similar en la que se detectan diversas zonas de actividad pero íntimamente ligadas entre sí también se documentó en el yacimiento de Geshar Benot Ya’aqov (Israel), datado en 0.750 Ma, el límite entre Pleistoceno medio y superior (Alperson-Afil et al., 2009), en el yacimiento de Gönnesdorf (Alemania) y Rekem (Bélgica), de Paleolítico Superior (Eickhoff, 1990; Veil, 1990; De Bie, 2007) (figura 2.4), en Meer II (Bélgica), del Epipaleolítico (Cahen et al., 1979; Cahen y Keeley, 1980) (figura 2.5) y en el de Eaton site, una aldea iroquiense del siglo XVI al oeste de New York (Salisbury y Engelbrecht, 2018), lo que también demuestra que la metodología de los remontajes hace gala de una clara transversalidad tanto temporal como espacial (Hilbert y Fiedler, 1990; Roebroeks y Hennekens, 1990; Schmider y Croisset, 1990; Hofman, 1992; Adler et al., 2003; Folgado y Brenet, 2010). Takakura (2018) empleó la misma sistemática con el objetivo de documentar las conexiones entre los espacios del yacimiento de Kiusu-5. Sin embargo, los resultados señalaron hacia una ocupación de naturaleza distinta: Kiusu-5 es resultado de una única ocupación de corta duración, y si bien se han documentado distintas zonas de actividad, los remontajes líticos no demuestran la existencia de



Figura 2.5. Distribución de los remontajes líticos hallados en el yacimiento de Meer II, Bélgica. Cada línea representa la conexión entre dos elementos remontados, aunque no representa el total de los remontajes hallados debido a recuperación sesgada del registro de las primeras campañas arqueológicas de los años '60 (extraído de Cahen et al., 1979).

fuertes relaciones entre ellas. ¿Cómo discernir si esas actividades se formaron de manera contemporánea o son resultado de distintas ocupaciones discretas del lugar? Conard y Adler (1997) ya señalaron la dificultad de establecer la contemporaneidad de dos espacios o áreas de un mismo asentamiento que se produjeron durante una única ocupación, ya que los remontajes entre ellas podrían ser resultado de un reciclaje de esos elementos en una ocupación posterior. Estudios geológicos y de arqueoestratigrafía lidian con esta problemática en numerosos yacimientos, ya que los que presentan gruesos paquetes arqueopaleontológicos sin apenas hiatos estériles entre sí son mayoría. Algunos estudios han intentado arrojar un poco de luz sobre esta problemática y abogan por documentar determinados rasgos tales como dobles pátinas, reconversiones de lascas en núcleos o de núcleos en configurados, etc. (Amick,

2007; Baker, 2007; Hovers, 2007; Hiscock, 2009; Assaf et al., 2015), algunos de ellos sirviéndose de la metodología de los remontajes (Romagnoli, 2015; Romagnoli et al., 2018; Vaquero et al., 2015, 2019). Uno de los enclaves más y mejor estudiados y en el que la metodología de los remontajes ha resultado vital para la correcta interpretación de las ocupaciones ha sido el yacimiento de Abric Romaní (España). Los estudios encabezados por Vaquero, en cuanto al conjunto lítico, y Gabucio y Rosell, para la fauna, han obtenido abundante información acerca de las dinámicas de formación de los depósitos arqueológicos, las características ocupacionales de cada nivel, movimientos concretos de ciertos núcleos para su explotación en diversas zonas del asentamiento, la contemporaneidad de diferentes áreas de actividad, el reciclaje de elementos líticos, etc. (Gabucio et al., 2014, 2018; Rosell et al., 2012, 2019; Vaquero et al., 2001, 2007, 2012, 2015, 2017, 2019).

La conexión entre áreas no solo debemos contemplarla a nivel "micro"-espacial, sino que en algunos casos el yacimiento contempla una superficie mucho mayor o las conexiones se hallan entre yacimientos. En el primer caso, y como ejemplo pionero, se presentó el estudio de A. Close (1996, 2000). La zona estudiada de Safsaf (Egipto), contemplaba un total de 15 km² en los que se habían hallado 10 "sites", entendidos como agrupaciones de materiales donde el mínimo era de un artefacto y separadas por más de dos metros entre sí. Close no solo halló conexiones entre las diferentes dunas, sino también constató una direccionalidad más acusada de los movimientos de elementos hacia el noreste, lo que señalaría hacia un desplazamiento de individuos mayor hacia esta zona. Esta distancia queda corta si la comparamos con la conexión entre un núcleo hallado en RIV-1811 con tres lascas de descortezado recuperadas en RIV-1819, ambos en el valle de Chuckwalla, California, pero a 63 km de distancia (Singer, 1984). La interpretación propone un testado del nódulo en RIV-1819 y su posterior traslado a una zona de habitación (RIV-1811).

La conservación óptima y los estudios interdisciplinarios han permitido que, en unos pocos casos, se hayan podido reconstruir los movimientos inter-site (como los del valle de Chuckwalla). Es

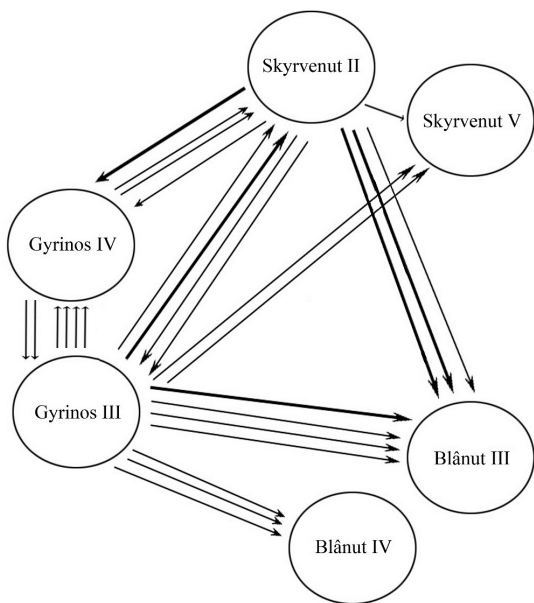


Figura 2.6. Conexiones entre los yacimientos a orillas del lago Gyrinos (Noruega). Las flechas delgadas señalan la existencia de elementos elaborados en el mismo tipo de materia prima; las flechas gruesas señalan los remontajes directos (extraído de Schaller-Åhberg, 1990).

decir, conexiones o movimientos de materia prima y de artefactos entre yacimientos, lo que a su vez permite inferir las posibles rutas estacionales de los grupos humanos en el territorio y conocer la selección diferencial de diversos materiales para su transporte y traslado. En consecuencia, la mayoría de los remontajes hallados entre diversos yacimientos corresponden a asentamientos de cronologías más recientes, principalmente a partir del Paleolítico superior y ya en el Holoceno. Ejemplo de ello es el estudio desarrollado por la investigadora Schaller-Åhberg (1990) a partir de los restos recuperados en seis yacimientos localizados a orillas del lago Gyrinos, en Noruega. Todos los depósitos se databan a finales del Mesolítico y principios del Neolítico, y se separaban por un mínimo de 300 metros y un máximo de 4-5 kilómetros. Los resultados concluyeron que diez de los doce grupos de materias primas documentadas se encontraban en más de un yacimiento, y cuatro de ellos se conectaban mediante remontajes (figura 2.6). Una situación muy similar presentó el estudio de Verhart (1990) a partir de los conjuntos recuperados en el complejo de yacimientos de Hekelingen-III (Países Bajos), fechados en el Neolítico. En ambos casos, y dadas las características de los asentamientos, los remontajes

entre ellos presentaban dos posibles explicaciones: o bien los materiales fueron transportados por un único grupo que se desplazaba por el territorio ocupando progresivamente estos enclaves, o bien existían relaciones directas entre los diversos grupos asentados en cada uno de los yacimientos. La naturaleza básica de algunos soportes, como son lascas o núcleos y de materias primas locales, no parece reforzar la idea de intercambios entre grupos.

Estos estudios son generalmente escasos ya que el hallazgo de conexiones entre diversos enclaves conlleva su estudio por el mismo investigador: su experiencia y memoria determinará el reconocimiento de patrones de color similares, de formas, de fracturas y/o de materias primas entre conjuntos y motivará que tome la decisión de analizarlos conjuntamente. El hallazgo de más conexiones inter-site conllevaría la creación de una base de datos general empleada por todos los equipos e investigadores que estudian los yacimientos de un vasto territorio y en la que los campos de análisis son generales y objetivos. Esto, sin embargo, se presenta como una utopía; cada equipo de trabajo emplea una base de datos que, por lo general, es específica, de desarrollo propio y muy adaptada a las características del yacimiento/s que trabajan. Además, los análisis siempre están sujetos a una cierta subjetividad del investigador, que puede ser mayor o menor en función del grado de descripción de éstos (tecnológico, tafonómico, identificativo...). La incorporación del uso de algunos dispositivos dentro del mismo proceso de análisis general de los restos podría derivar en el inicio de unos nuevos estudios menos sometidos a las interpretaciones subjetivas de los datos (ver capt. 7. Metodología y López-Ortega et al., *in press*).

En esta misma línea, y ya desde finales de los años '80 y principios de los '90, se han producido diversos intentos aproximativos al uso de sistemas informatizados para el hallazgo de remontajes, aunque su uso no se extendió dadas las dificultades en cuanto a creación y gestión del software y su poca efectividad en cuanto a la economización del tiempo: la digitalización de las características de los restos y su procesado suponía la misma inversión de tiempo que el remontaje manual (Lindenbeck, 1990; Wansleben, 1990). Aún a principios de la década de los 2000, y tal como demostró Riel-Salvatore

(et al., 2002), la computarización y caracterización tridimensional de los remontajes y de su búsqueda estaba muy en ciernes. De los tres métodos automatizados que él empleó para el hallazgo de conexiones entre elementos líticos, únicamente uno resultó fructífero y era lento y muy dependiente del usuario, lo que no facilitaba su uso para abreviar el proceso de remontaje.

En los siguientes capítulos de Metodología y Resultados (pp. 81 y 115, respectivamente) se señalarán proyectos, actualmente en curso, que pretenden desarrollar softwares capaces de hallar los remontajes y uniones entre los elementos de cualquier conjunto arqueológico (tanto lítico como óseo) mediante el uso de los escaneados 3D de los materiales.

2.2.3. Remontajes y procesos de formación

La investigadora Paola Villa ha sido una de las voces más críticas en cuanto al comportamiento, bastante generalizado, de los arqueólogos prehistoriadores de considerar las unidades arqueológicas como resultado de eventos discretos y significativos (Villa, 1982; Villa y Courtin, 1983). Sin embargo, estas hipótesis que establecen que los materiales recuperados en niveles más o menos delgados y aparentemente delimitados por finas capas estériles son conjuntos homogéneos en el tiempo y el espacio, rara vez se han sometido a un control riguroso y se suelen aceptar como válidas si a simple vista los niveles no parecen haber sido perturbados. Por ello, resulta vital conocer los rasgos de la deposición y de su evolución a lo largo del tiempo, ya que estos fenómenos afectaran a la composición del estrato y, por tanto, a su interpretación. Según Villa (1982), resulta esencial distinguir unidades estratigráficas discretas, y ello pasa por identificar eventos de actividad discretos (Vaquero, 2008).

Las características geológicas y sedimentarias de los yacimientos influyen directamente en esta conservación y, por consiguiente, en su estudio e interpretación. Los conjuntos hallados en depósitos arenosos y al aire libre son más susceptibles de experimentar movimientos y desplazamientos

postdeposicionales. Por esta razón, algunos autores como Villa y Courtin (1983) apuntaron la importancia de constatar la integridad del depósito y del conjunto arqueológico antes de hacer otros estudios como, por ejemplo, los análisis de vecindad. El experimento de Villa y Courtin demostró la movilidad de ciertos restos en un contexto sedimentario arenoso, y constataron cómo los remontajes constituían una metodología fiable para la documentación de estas distorsiones postdeposicionales y ayudaban a la reintegración de los elementos a su conjunto original.

Este estudio supuso un punto de inflexión en el análisis de otros conjuntos con características sedimentarias parecidas, como Hengistbury Head, Altwies-Haed, Terra Amata o Gruta da Oliveira, entre otros muchos (Villa, 1982; Villa y Courtin, 1983; Collcutt et al., 1990; Ziesaire, 1990; Deschamps y Zilhao, 2018). En esta línea, otros investigadores también apuntaron que la existencia de remontajes, *per se*, no certifica la posición primaria de los restos dentro del nivel sino que las conexiones deben contener piezas variables en tamaño y forma para ser un argumento sólido para esa consideración (Hofman, 1981; Collcutt et al., 1990).

El contexto sedimentario de otros yacimientos al aire libre ha sido más benévolo con la posición original de los restos y los estudios sedimentológicos y de remontajes han concluido que los conjuntos se hallan en una posición primaria, sin grandes distorsiones respecto a su ubicación original y con apenas leves desplazamientos postdeposicionales, y con cronologías que van desde la Early Stone Age africana hasta complejos del período Arcaico antiguo del norte de América (Bergman y Roberts, 1988; Morrow, 1996; Vallin et al., 2001; Sisk y Shea, 2008; Sumner y Kuman, 2014; Baena y Torres, 2019).

Por este motivo, un buen análisis geosedimentario y, como se viene defendiendo, de remontajes puede lograr una interpretación más o menos aproximada del tipo de ocupación que generó ese nivel arqueológico. Buen ejemplo de ello es el yacimiento de Abric Romaní (Barcelona); tal como se ha comentado anteriormente, un estudio en profundidad de los remontajes de diversos niveles ha concluido, entre otros muchos resultados, una ocupación diferencial de éstos. Estas conclusiones, y

tal como defiende Manuel Vaquero en sus trabajos, son resultado de la identificación de conjuntos de alta resolución, y esta identificación viene dada por la detección de eventos de actividad discretos que, actualmente, solo son detectables con los remontajes (Vaquero, 2008). De manera más reciente, los remontajes también han resultado esenciales para la constatación de la existencia de ocupaciones breves y esporádicas en el abrigo de El Pastor, en Alicante (Machado et al., 2013, 2019).

En determinadas ocasiones, las interpretaciones erróneas de las ocupaciones no vienen generadas por la consideración de varios conjuntos como uno solo sino por el contrario: el aislamiento extremo de una parte de éste descontextualizándolo de su total. Es el caso del yacimiento de Niederbieber (Alemania); inicialmente, se interpretó como resultado de una única ocupación, breve en el tiempo, durante la que se desarrollaron varias secuencias de talla. El proceso de remontaje del conjunto de sílex y calcedonia demostró que el conjunto no era producto de una ocupación esporádica, sino de un asentamiento más prolongado durante el que se realizaron diversas secuencias de talla así como otras tareas. Además, el investigador concluyó que la ausencia de ciertas conexiones (fragmentos de lascas “huérfanos” de sus otras mitades, vacíos puntuales en las secuencias, etc.) indicaría que tampoco se había excavado la totalidad de la superficie del asentamiento y nuevas zonas quedarían por descubrir (Winter, 1990).

Resulta evidente que el estudio de los remontajes se ha constituido como parte misma del proceso de análisis de prácticamente todos los conjuntos arqueológicos, ya sea como complemento de cualquier otro tipo de estudio o como método de contrastación de la información ya obtenida. Queda, sin embargo, mucho camino por delante. Principalmente en cuanto a la sistematización y economización del proceso de búsqueda. Los estudios de remontajes, aunque más aplicados, siguen sin desarrollarse a nivel metodológico. Su éxito continúa dependiendo, en esencia, de las capacidades visuales y memorísticas del investigador/a o equipo de investigación que lo realiza. Las primeras tentativas de una computarización de los restos para la posterior búsqueda automática fueron propuestas por Lindenbeck (1990) y Wansleben (1990). Pese a que

los resultados obtenidos podían considerarse como satisfactorios, el proceso de búsqueda en sí mismo no supuso ninguna ventaja considerable respecto al proceso manual, ya que la creación del software, la digitalización de las características de los restos y el procesado suponían la misma –o incluso una mayor– inversión de tiempo. A principios de los años 2000, aún no se había avanzado suficiente en este campo (Riel-Salvatore et al., 2002).

Los avances más recientes se han conseguido en el campo de la reconstrucción tridimensional. Si bien la automatización de la búsqueda de conexiones aún no parece haber sido alcanzada, si se han hecho reconstrucciones 3D de las secuencias ya remontadas para su visualización virtual (Delpiano et al., 2017; Delpiano y Peresani, 2017). Actualmente, existen proyectos internacionales que están desarrollando nuevos escáneres 3D y softwares de reconocimiento, como es el caso del proyecto internacional *Fragmented Heritage*, dirigido desde la University of Bradford (Reino Unido). *Fragmented Heritage* (<http://www.fragmentedheritage.com/>) se basa en el uso de escáneres alta precisión para realizar estudios ‘micro’, como desgaste de los artefactos y trazas de uso, hasta ‘macro’, como son levantamientos digitales de amplias zonas del este de África para su prospección a través de una pantalla de ordenador y por usuarios de todo el mundo. El nivel intermedio de este proyecto son precisamente los remontajes. El proyecto plantea el escaneo 3D de todas las piezas de los conjuntos a estudio y el desarrollo de un software capaz de reconocer las peculiaridades de las superficies y asociarlas entre ellas automáticamente.

Éste puede ser el inicio de una revolución metodológica que economice el proceso de búsqueda de remontajes, reduzca los requerimientos de espacio y minimice las limitaciones humanas.

3. CONTEXTO CRONOLÓGICO: EL PLEISTOCENO MEDIO EUROPEO

Los límites temporales del Pleistoceno Medio han sido establecidos marcando su inicio en torno al 0.774 Ma, con el cambio paleomagnético Matuyama – Bruhnes (MIS19) y finales de interglacial I del complejo Cromeriense, y su final en 0.121Ma, con el subcron *Blake* y el estadio interglacial Eemiense (MIS5e) (Cohen y Gibbard, 2016). Pese a que existen cada vez más registros datados en el Pleistoceno inferior, es muy notable el aumento de yacimientos con cronologías adscritas al Pleistoceno medio y, sobre todo, con fechas a partir de los 0.6 Ma. Diversos investigadores han apuntado un cierto vacío de presencia humana, aunque no completo, registrado hace 0.85 Ma y 0.5 Ma, aproximadamente, muy claramente ejemplificado en el vacío de registro arqueológico entre los niveles TD6 y TD9 de Gran Dolina (Mosquera et al., 2013; Ollé et al., 2013).

En torno al 0.6 Ma, también se documentan diversos cambios faunísticos, tales como la aparición de taxones de *Canis lupus*, *Cuon priscus*, *Ursus deningeri* y *Ursus arctos*, *Bison priscus*, *Stephanorhinus hemitoechus* o *Iberomys brecciensis*, entre otros, en sustitución de las formas precedentes (Rodríguez-Hidalgo, 2015).

En cuanto a las poblaciones humanas, este período también se presenta como una etapa de cambios poblacionales y de convivencia de diversas especies. Paleoantropólogos y genetistas como Tattersall (2011), Arsuaga (et al., 2014) o Meyer (et al., 2014), proponen la coexistencia de, al menos, dos linajes evolutivos en la Europa del Pleistoceno medio. Los análisis morfológicos de los restos dentales y cráneo-mandibulares y del genoma mitocondrial, sugieren que junto a las más tradicionales poblaciones de *Homo heidelbergensis* (representadas en yacimientos como Caune de l'Arago (Francia),

Monte Ceprano (Italia) y Bilzingsleben (Alemania), entre otros), existiría otra población, cuyo exponente máximo serían los individuos de la Sima de los Huesos, caracterizada por una mayor afinidad filogenética con *Homo neanderthalensis*.

Por ello, las dinámicas evolutivas biológicas y tecnológicas durante el Pleistoceno medio en Europa se han convertido desde hace años en algunos de los principales debates en Prehistoria. Existe acuerdo en su consideración como período clave en relación a dos aspectos relacionados entre sí: (1) la evolución –física y cultural– de unos homínidos protagonistas de (2) una ocupación sistemática del continente europeo que se verá sometido a continuos cambios ambientales. Sin embargo, en muchas otras cuestiones la unanimidad está lejos de conseguirse.

Uno de los debates con más tradición está relacionado con la aparición del tecno-complejo Achelense y las propuestas sobre su origen y datación; no obstante, de manera más reciente es el final del Achelense y la transición hacia el inicio del Paleolítico Medio el debate que acapara más atención.

3.1. El Achelense

Los primeros bifaces hallados y, por consiguiente, catalogados como un nuevo tipo de herramienta prehistórica, fueron los recuperados en el yacimiento francés de Saint Acheul, en el valle del Somme, en el siglo XIX (Gamble y Moutsiou, 2011). Estos bifaces, pese a ser los primeros en hallarse, distaban mucho de pertenecer a los primeros momentos del nuevo tecno-complejo Achelense. Su origen se encuentra, actualmente, a miles de kilómetros al sur, en los yacimientos de Kokiselei y Konso-Gardula, en la región del *West Turkana* (Kenia), con *ca.* 1.8 Ma, (Roche, 1995; Lepre et al., 2011; Beyene et al., 2013).

Tradicionalmente, la presencia de grandes instrumentos estandarizados como bifaces y hendedores (las conocidas como *Large Cutting Tools* (LCT)) ha sido condición *sine qua non* para considerar un complejo Achelense (Leakey, 1971), sin embargo, las características técnicas que envuelven la manufactura de estos complejos son identificables en conjuntos de cronología similar en África y en fechas



Figura 3.1. Yacimientos achelenses con las cronologías más antiguas de cada continente. África: Gona, Melka Kunture, Gadeb y Konso Gardula (Etiopía), Kokiselei (Kenia), Peninj y Olduvai (Tanzania), Sterkfontein y Rietputs (Sudáfrica). Asia: Ubeidiya y Gesher Benot Ya'akov (Israel) y Attirampakkam (India). Europa: La Boella (España), Caune de l'Arago y La Noira (Francia) y Notarchirico (Italia).

posteriores tanto en este continente como en Asia y Europa. En este sentido, investigaciones y hallazgos posteriores han demostrado que los conjuntos sin bifaces son abundantes tanto en África como en Levante y en el centro de Europa (Sharon, 2007; Rocca, 2016, et al., 2016), por lo que se ha tendido a su designación como Modo 2, eliminando así las connotaciones tipológicas (figura 3.1).

Actualmente, la tecnología Achelense se define en base a características como la manufactura de grandes herramientas sobre cantos o sobre grandes lascas, una lenta pero gradual estandarización de las formas, una explotación bifacial centrípeta de los núcleos y un incremento en la variedad de pequeños retocados (Clark, 1994; Santonja y Villa, 2006; Mosquera et al., 2013; García-Medrano et al., 2014). Esta definición, en esencia, es aplicable a conjuntos líticos fechados a lo largo de más un millón y medio de años, desde 1.8 Ma hasta aproximadamente los 0.2 Ma, y encajándolos dentro del anteriormente mencionado Modo 2 (Clark, 1969).

El Achelense definido en base a los utensilios líticos se complementa con herramientas y enmangues de madera, tal y como se ha documentado en los yacimientos de Clacton-on-sea (Allington-Jones, 2015), Bilzingsleben (Mania y Mania, 1998) y Schöningen (Thieme, 1997), lo que no solo constata el uso de la madera para otros fines diferentes al de combustible, sino también el total control a nivel morfológico que existía sobre este tipo de materia.

Como hemos comentado anteriormente, no son pocos los yacimientos en el este y sur de África que muestran industrias de tipo achelense, y sus dataciones los posicionan como los más antiguos del mundo, evidenciando un origen africano de este tecno-complejo. KS4 (Kokiselei) y KGA6-A1 (Konso Gardula), ambos en el este de África, contienen el registro Achelense más antiguo, fechado en *ca.* 1.8 Ma. Si bien son los que presentan las fechas más arcaicas, no son los únicos en este horizonte temporal y espacial; los yacimientos de Gona, Melka Kunture, Gadeb, Konso, Peninj, Olduvai o Sterkfontein, entre otros, presentan dataciones por encima de los 1.2 Ma (de la Torre, 2016), más antiguas que cualquier otro conjunto achelense en Europa, lo que ha llevado, a su vez, a considerar una dispersión cultural desde este

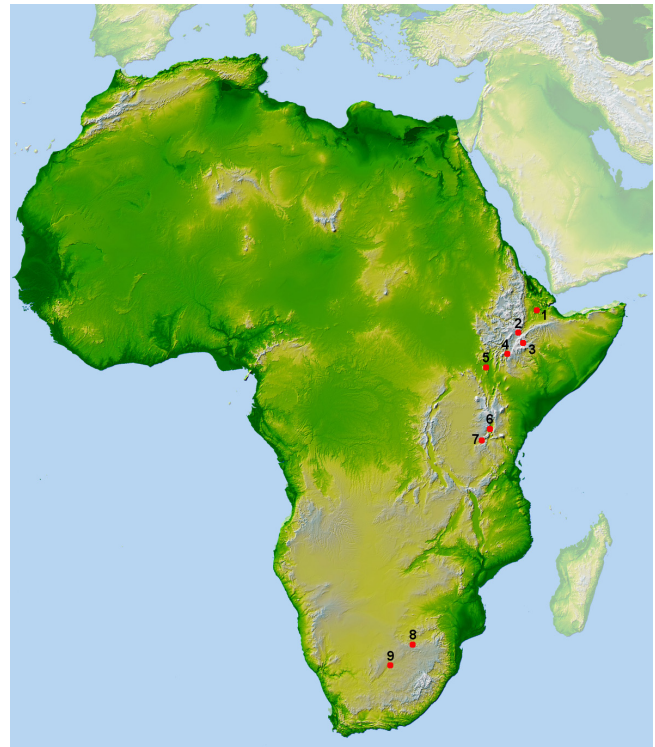


Figura 3.2. Yacimientos achelenses en África con cronologías superiores a los 1.2 Ma: 1. Gona, 2. Melka Kunture, 3. Gadeb, 4. Konso Gardula, 5. Kokiselei, 6. Peninj, 7. Olduvai, 8. Sterkfontein y 9. Rietputs.

continente hacia los otros. Esta propuesta, por ahora, encajaría con las fechas del Achelense en yacimientos asiáticos y europeos (figura 3.2).

En el Levante, los yacimientos con registros achelenses más antiguos están datados en 1.5 Ma. El yacimiento de Ubeidiya ha permitido secuenciar el Achelense en esta zona desde sus primeras fases, en las que había un predominio de picos, bifaces y esferoides (pero no hendedores), hasta fases más avanzadas en las que aparecen los hendedores y la producción se orienta hacia la obtención de grandes soportes lascas, como en Geshert Benot Ya'akov (Bar-Yosef et al., 1993; Goren-Inbar y Sharon, 2006). Más hacia el este, en el yacimiento de Attirampakkam, en la India, se ha recuperado industria achelense con dataciones que lo sitúan en 1.5 Ma (Pappu et al., 2011) (figura 3.3).

En el caso de Europa, el Achelense se documenta en dos grandes momentos. Las primeras evidencias son ciertamente antiguas, con cronologías de 0.8-0.9 Ma, en el yacimiento de La Boella (Vallverdú et al., 2014; Lozano-Fernández et al., 2014; Pineda

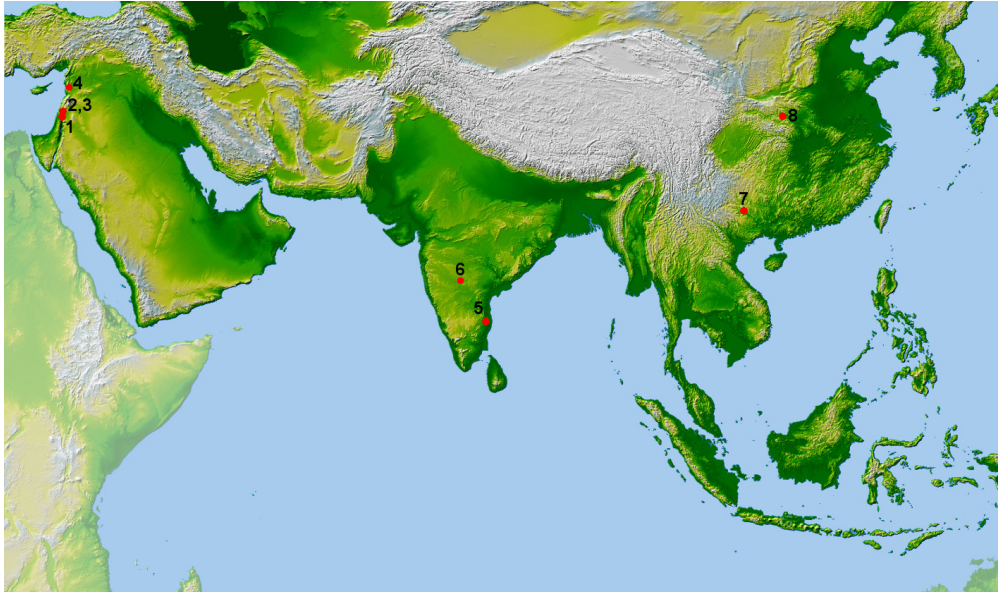


Figura 3.3. Yacimientos achelenses en Próximo Oriente y Asia con cronologías más antiguas: 1. Ubeidiya, 2. Gesher Benot Ya'aqov, 3. Evron, 4. Lantamne, 5. Attirampakkam, 6. Isampur, 7. Bose, 8. Danjianghou

et al., 2015; Mosquera et al., 2016), 0.7 Ma, en La Noira (Moncel et al., 2013, 2016) y Caune de l'Arago (Barsky y de Lumley, 2010; Barsky, 2013) o 0.65 en Notarchirico (Belli et al., 1991; Piperno y Tagliacozzo, 2001; Pereira et al., 2015). No obstante, no es hasta los 0.5 Ma cuando se generaliza y aparece en todos los yacimientos de este período y pervive hasta hace aproximadamente 0.2 Ma (Roberts y Parfitt, 1999; Piperno, 1999; Bahain et al., 2001; Falguères et al., 2013). Entre otros, algunos de los yacimientos más representativos de este período son, Boxgrove, Happisburg 1, High Lodge (Roberts y Parfitt, 1999; Ashton y Lewis, 2012; Preece y Parfitt, 2012; Lewis et al., 2019) y Clacton (Singer et al., 1973) en Inglaterra, Fontana Ranuccio (Segre y Ascenzi, 1984) en Italia, Terra Amata (Villa, 1983), Cagny-la-Garenne (Bahain et al., 2001) y Lazaret (Lumley et al., 2004) en Francia, Galería Pesada (Hoffmann et al., 2013) en Portugal, y Solana del Zamborino (Botella et al., 1975), Cueva de Santa Ana (Carbonell et al., 2005), Áridos (Mosquera, 1995) y Galería y Gran Dolina de la Sierra de Atapuerca (Carbonell et al., 1986; Ollé et al., 2013) en España (figura 3.4).

La escasez del Achelense desde aproximadamente 0.8 Ma hasta los 0.5 Ma no se debe a un cambio tecnológico hacia otro tecnocomplejo sino a los limitados registros arqueológicos para ese horizonte. Esta parquedad ha sido interpretada como resultado de toda una serie de eventos de

despoblación motivados por los rápidos e intensos cambios climáticos hasta el MIS14-MIS12; si bien durante los períodos interglaciares las poblaciones podrían ocupar latitudes más septentrionales, con la bajada de las temperaturas estos grupos se verían diezmos o desaparecerían sin llegar a ocupar y poblar de manera importante la zona norte de, sobre todo, Europa hasta ca. MIS12 (Mosquera et al., 2013). Dennell (et al., 2011) propone un modelo demográfico basado en “sources and sinks” (fuentes y sumideros) según el cual, los grupos humanos que habitaron la Europa central y septentrional durante el Pleistoceno medio provenían de fuentes o núcleos de población localizados al sur (África y Asia), considerados una especie de refugios glaciales. Esta población migrante hacia el norte se convertiría en sumideros durante los períodos más fríos, no teniendo continuidad y, por tanto, dejando escasas evidencias. Esta población escasa e intermitente del continente europeo coincidiría con el hiato poblacional entre el 0.8-0.5 Ma; la última oleada, mucho más numerosa y demográficamente exitosa, sería la portadora de la tecnología Achelense.

Las cronologías de los yacimientos europeos y de la zona del Levante, han generado –y aún siguen generando– discrepancias en torno no sólo a la autoría de esta industria sino, sobre todo, a cómo llegó a territorios de fuera de África.



Figura 3.4. Yacimientos achelenses en Europa con cronologías más antiguas: 1. La Boella, 2. Caune de l'Arago, 3. La Noira y 4. Notarchirico.

Tradicionalmente ha sucedido que cualquier novedad documentada en el registro arqueológico de cualquier yacimiento, acaba teniendo su origen en África (primeros homínidos, el primer *Homo sapiens*, las evidencias más antiguas de fuego, las industrias líticas más arcaicas, etc.). Es decir, que bien podríamos proponer que África no solo es la “cuna de la humanidad” en el sentido biológico de especie sino también es la cuna de esa cultura que nos define como especie. Es por ello que en cuanto se encontraron en África artefactos similares a los de Saint Acheul (Francia) y las dataciones apuntaron a fechas más antiguas, automáticamente se señaló la región del este de África como sede original de este nuevo complejo. A partir de aquí, la explicación de la llegada a Europa en cronologías más recientes era sencilla: las poblaciones portadoras de este nuevo tecno-complejo salieron de África y se extendieron gradualmente por Eurasia. A lo largo de buena parte de la segunda mitad del s. XX, las excavaciones en yacimientos del Pleistoceno inferior y medio con conjuntos asignados al Modo 2 / Achelense, presentaban dataciones que encajaban bien en esta propuesta: los grupos de población que ya mostraban un Achelense *ca.* 1.6-1.7 Ma, salieron de África por la zona del Levante (como demuestra el registro de

Ubeidiya, *ca.* 1.5 Ma) y llegaron a Europa ya superado el horizonte del millón de años. Los yacimientos comentados anteriormente de La Boella, La Noira o Caune de l'Arago pese a presentar cronologías un poco más antiguas, seguirían encajando cronológicamente bien en esta hipótesis de dispersión.

Las discrepancias, por tanto, no vienen dadas tanto por las cronologías de los yacimientos sino por el tipo o modo de aparición del denominado complejo Achelense.

Existen dos grandes corrientes explicativas, no excluyentes entre sí: la primera se basa en una llegada de nueva población originaria de África y portadora del Achelense que alcanzaría tierras europeas y que acabaría influyendo o substituyendo los tecnocomplejos previos (Modo 1, Olduvayense, *core-flake industry...*) por el nuevo Modo 2. La otra corriente propone una evolución más o menos local de formas preexistentes ya en el tecnocomplejo anterior, Modo 1.

1ª corriente explicativa

Autores como Santonja, Villa o Aguirre, entre otros, proponen una llegada del Achelense al

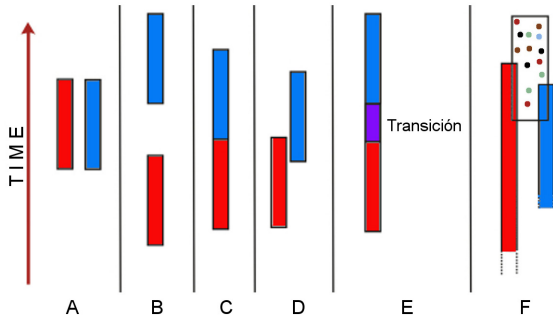


Figura 3.5. Posibles relaciones temporales entre dos entidades arqueológicas autónomas. A. Superposición total en el tiempo. B. Separación temporal clara. C. Continuidad sin periodo de transición. D. Superposición parcial en el tiempo. E. Período de la interfaz de transición. F. Superposición parcial en el tiempo y las influencias mutuas pero las interfaces no transitorias (según Santonja et al., 2016, modificado).

sur de Europa a través del estrecho de Gibraltar o resiguiendo la costa mediterránea (Alimen, 1975; Souville, 1998; Aguirre y Carbonell, 2001; Santonja y Villa, 2006; Santonja y Pérez-González, 2010; Vallverdú et al., 2014; Santonja et al., 2016). A su llegada, el Achelense se desarrollaría en paralelo a las industrias preexistentes en el territorio, las denominadas EAMP o *European Ancient Middle Palaeolithic* (figura 3.5)

Esta teoría se apoya en:

- Los conjuntos de la península Ibérica y sur de Francia muestran semejanzas tecnotipológicas con los de África, tales como la presencia de hendedores, el uso de rocas de mayor granulometría tales como la cuarcita, la mayor importancia de grandes soportes lascas, etc.,

- Las manifestaciones achelenses disminuyen en regiones más septentrionales, siendo inexistentes en el centro de Europa y llanuras del sur de Rusia,

- El Achelense documentado en la península Ibérica, en ningún caso, supera el MIS12 (ca. 0.5 Ma) y aparece en complejos hasta aproximadamente el MIS6 (0.2 Ma),

- La semejanza entre los conjuntos europeos y africanos junto con la disminución o inexistencia de registro achelense en el centro y norte de Europa son claros indicios que sugieren que la población llegó desde el sur y no desde el este (Asia o Próximo Oriente),

- Paralelamente, existe el EAMP, una tecnología más orientada hacia la obtención

de lascas de medio y pequeño tamaño, a partir de técnicas de explotación jerarquizadas. El EAMP aparecería en el MIS10 (0.4-0.36Ma), anterior a muchos de los registros achelenses, y

- El contacto entre los grupos que desarrollan ambas tecnologías propiciaría la aparición de múltiples y heterogéneas respuestas que culminarían en el Musteriense.

Se plantea, por tanto, como imprescindible la llegada de población portadora de la innovación Achelense. La ausencia de registros en zonas del centro de Europa y al norte del río Rhin, descarta una posible llegada de población desde el este y propone una alternativa vía de acceso desde el sur, a través del estrecho de Gibraltar. La emergencia simultánea en la península Ibérica y en el Levante de conjuntos muy similares de Achelense final sin hendedores y con el sílex como materia predominante, señalaría hacia un origen común en el norte de África (Sharon y Barsky, 2016).

De esta manera, la convivencia de esta tecnología con las preexistentes en el territorio (y catalogadas como EAMP) durante más de 150 Ka, propiciaría el desarrollo de nuevas adaptaciones que se manifestarían en un nuevo Modo 3 o Musteriense.

2ª corriente explicativa

Otros investigadores, consideran que no solo no se produjo un cambio cultural drástico, sino que muchas de las características del considerado “nuevo tecnocomplejo Achelense” ya existían en el Modo 1 (Lycett y Gowlett, 2008; Semaw et al., 2009; Carbonell et al., 2009, 2016; Beyene et al., 2013; entre otros).

A principios de los años setenta, ya M. Leakey (1971) acuñó el término “*Developed Oldowan*” (DO) para referirse a aquellas industrias que aparecían en diversos yacimientos de África, con cronologías arcaicas, y que presentaban rasgos de un Olduvayense evolucionado que antecedería a la posterior industria achelense. De esta manera, los conjuntos DO representarían una industria de transición entre el pleno Modo 1 u Olduvayense y el posterior Modo 2 o Achelense. Sin embargo, tras el análisis más en detalle de algunos de esos conjuntos, se confirmó que esos artefactos no eran, en esencia, tan

diferentes a los anteriores olduvayenses. Dataciones posteriores sobre los niveles que contenían esas industrias concluyeron un horizonte temporal común para ambas: en diferentes lugares de África y del Levante, el Achelense inicial y el *Developed Oldowan* coexisten y se alternan dentro de secuencias arqueostratigráficas, lo que hace improbable que el origen del Achelense se deba o sea resultado de una transición del DO (DOA, DOB, DO; Leakey, 1971) (Semaw et al., 2009; Carbonell et al., 2016).

Esta evolución del Modo 2 desde técnicas y recursos del Modo 1 puede suceder tanto por *convergencia*, entendida como una evolución tecnológica de las poblaciones nativas, como por *reemplazo*, como innovaciones tecnológicas más o menos impuestas por grupos migrantes (Carbonell et al., 2016). Ambos tipos de transmisión cultural no son excluyentes entre sí y puede suceder de manera contemporánea en diferentes zonas. Esta teoría del reemplazo se presenta como improbable en regiones geográficas distantes entre sí en las que el contacto y, por tanto, la transmisión cultural en un relativo corto espacio de tiempo es poco probable, como por ejemplo la relación entre los conjuntos europeos y los yacimientos de Levante/Ubeidiya e India/Attirampakkan, ambos con 1.5 Ma. Esta distancia se acorta si contemplamos algunos hallazgos que supondrían el puente por el que las tradiciones y/o los grupos humanos transitarían, como Keletepe Deresi 3, en la península de Anatolia, con industrias ca. 1 Ma y con similitudes con los conjuntos de Ubeidiya y Geshert Benot Ya'qov (Slimak et al., 2008; Kuhn et al., 2009).

De esta manera, la segunda corriente explicativa propone, *grosso modo*, que la denominada transición Olduvayense – Achelense se considere como un modelo estructural en constante cambio dados los sistemas tecno-adaptativos que engloba. Estos sistemas seleccionarían o descartarían ciertas tendencias tecnológicas, desarrollándose a lo largo del tiempo y siempre de acuerdo con las mejores ventajas de adaptación que ofrezcan para los grupos que las desarrollan. Un ejemplo es la deconstrucción del proceso de elaboración de un bifaz, que según diversos autores puede conducir a la obtención de otros muchos artefactos de manufactura similar (Boëda 2001; Nicoud, 2013). Asimismo, secuencias

arqueostratigráficas largas y bien datadas como las de Galería, en Atapuerca (García-Medrano et al., 2014), o con conjuntos muy ricos como Boxgrove (Roberts y Parfitt, 1999), permiten conocer en detalle esta tendencia evolutiva local. Por lo tanto, únicamente si se considera el cambio a partir de estos planteamientos, los morfotipos o sistemas de explotación que se consideraban anómalos para el tiempo o el espacio en el que se desarrollaron, dejarían de serlo (Carbonell et al., 2016).

Dada esta amplia variabilidad existente a lo largo de un período de tiempo de más de un millón de años y de un espacio geográfico tan amplio (desde el sur de Europa hasta el este de Asia), han sido numerosos los debates en torno a la definición del concepto “Achelense”. No existe acuerdo en cuanto a su desaparición o prolongación, en su datación ni origen, pero sí parece haber unanimidad en considerar un error el mantener el término Achelense como un tecnocomplejo único e invariable (Boëda, 2001; Nicoud, 2013; Moncel y Schreve, 2016) cuando es evidente que existió una clara variabilidad de herramientas y usos pero sin una discontinuidad esencial que muestra la transmisión de ciertas ideas esenciales entre talladores (Lycett y Gowlett, 2008). La escasez de restos humanos asociados a los conjuntos líticos no hace más que aumentar la problemática; resulta evidente que a lo largo de más del millón de años en el que el Modo 2 se desarrolla en África, Asia y Europa también hubo un desarrollo biológico considerable, resultando en una abundante diversidad taxonómica humana (Meyer et al., 2014; Prüfer et al., 2014). Estas especies, con todas sus peculiaridades biológicas, compartieron una cultura material muy similar y de base Achelense (de la Torre, 2016). Se desmoronan, así, los postulados más arcaicos que asociaban el desarrollo de un tecnocomplejo a la aparición de una especie biológica (Adler et al., 2014).

Lo que también parece ser generalmente aceptado es la inexistencia de una industria tradicionalmente considerada Achelense en el centro de Europa. Los conjuntos recuperados se caracterizan por no contener ni un solo bifaz, la explotación se orienta a la obtención de lascas de medio y pequeño tamaño y existe una relativa abundancia de pequeños configurados. En su defecto, en vez de emplear el

término Achelense, los conjuntos de Vértesszölös, Korolevo VI, Bilzingsleben y Schöningen, entre otros, han sido adscritos a un pre-Musteriense (Doronichev y Golovanova, 2010; Rocca, 2013, 2016).

3.2. Transición hacia el Paleolítico medio

La variabilidad presente en los complejos achelenses y que ha suscitado tanta controversia en torno a su origen, ya sea como formas evolucionadas de industrias anteriores o como aculturación a mano de nuevas poblaciones, parece persistir hasta cronologías recientes y plantea el mismo dilema en cuanto al cambio hacia el Modo 3 o Musteriense y los conjuntos denominados *Early Middle Paleolithic*.

Early Middle Palaeolithic es la denominación bajo la cual se engloban los registros que se encuentran en el momento de transición entre el Paleolítico inferior, o las industrias de tradición Achelense, y el Paleolítico medio o las industrias de tipo musterense. La controversia respecto a este tema es similar a la que rodea el cambio Modo 1 – Modo 2. Algunos autores afirman que este cambio en la tecnología en lugares como Próximo Oriente podría ser resultado de un cambio poblacional (Foley y Lahr, 1997; Valladas et al., 2013), bien por la llegada de *Homo heidelbergensis* desde Asia (Condemi, 2001) o por la llegada de humanos anatómicamente modernos (HAM) desde África (White y Ashton, 2003). Otros investigadores, en cambio, afirman que esta transición ocurrió de manera independiente dentro de poblaciones de homínidos geográficamente dispersos y tecnológicamente precoces, pero con una ascendencia tecnológica común compartida (Achelense) y, por lo tanto, sería erróneo afiliar el desarrollo de determinadas tecnologías a la aparición de determinados taxones humanos (Lycett, 2007; Adler et al., 2014).

En los últimos años, los complejos industriales datados en torno al MIS9 (0.33 Ma) que presentan tecnología Levallois, tradicionalmente considerado como propio del Musteriense, han aumentado exponencialmente. Estos nuevos conjuntos se caracterizan por un aumento de las estrategias de

talla centripetas con superficies jerarquizadas, una preparación de estas facetas para la obtención de unos productos predeterminados y estandarizados, y una cada vez más estricta selección de las materias primas empleadas (Chazan, 1997; White y Ashton, 2003; White et al., 2011). Estos complejos no se identifican únicamente en un territorio delimitado, que bien podría haber sufrido algún tipo de evolución local específica o una llegada puntual de población culturalmente influyente, sino que se documentan por toda Europa: Purfleet, en Inglaterra (White y Ashton, 2003), Kesselt-Op de Schans, en Bélgica (van Baelen et al., 2007), La Micoque (Falguères et al., 1997), Cagny l'Épinette (Tuffreau et al., 1997) y Orgnac 3, en Francia (Moncel y Combier, 1992; Falguères et al., 1988; Michel et al., 2013), Torre in Pietra (Villa et al., 2016), Monte delle Gioie, Sedia del Diavolo (Soriano y Villa, 2017) y Guado San Nicola (Peretto et al., 2016), en Italia, o Ambrona (Ordóñez et al., 1990; Falguères et al., 2006), Aridos 1 (Santonja y Villa, 1990) y Puig d'en Roca III (Carbonell y Rodríguez-Álvarez, 2007/2008) en España, entre otros. Todos ellos muestran un registro lítico considerado como Achelense final o *Ancient European Middle Palaeolithic* (EAMP), dada la presencia tanto de herramientas LCT y de métodos de explotación bifaciales como discoidales y Levallois, lo que difumina los límites entre una y otra tecnología.

Ya desde el MIS10 ya medida que nos acercamos al MIS7 empiezan a aparecer nuevos elementos más típicos aún del considerado Musteriense clásico, tales como una clara estandarización de la producción lascar, una disminución considerable del tamaño de las herramientas (Moncel et al., 2012; Turq et al., 2013), el uso del hueso y del asta como materia prima para la talla y para el enmangue (Chase, 1990; Rosell et al., 2011; Moncel et al., 2012; Rodríguez-Hidalgo, 2015), el uso regular del fuego (Roebroeks y Villa, 2011; Fernández-Peris et al. 2012), un aumento de las técnicas especializadas de caza (White et al., 2011, Rodríguez-Hidalgo et al., 2017) etc., que acabará resultando, ya en el Pleistoceno superior, en las características referenciales típicas del modo de vida neandertal.

Estas características y al igual que ocurría con la transición entre las industrias de Modo 1 y Modo 2, pueden haberse sucedido rápidamente y ser resultado de una ruptura con las industrias anteriores, o pueden haber surgido de manera paulatina a lo

largo de territorios geográficamente distantes. Esta última propuesta se vería apoyada por la presencia de rasgos propios del Modo 3 en conjuntos del Achelense final, lo que reforzaría el planteamiento de algunos investigadores según los cuales la tecnología Levallois es una propiedad relativa al tecnocomplejo Achelense y que evoluciona desde los sistemas tecnológicos de éste (Adler et al., 2014).

Por ello, autores como White, Ashton y otros (White et al., 2011; White y Ashton, 2003) han apuntado hacia la presencia de elementos y tendencias catalogadas como propias de las industrias del Paleolítico medio en no pocos conjuntos de Pleistoceno medio inicial (e incluso inferior). Características tecno-tipológicas asociadas al Modo 3 han sido halladas en conjuntos más arcaicos, como por ejemplo sistemas de reducción que muestran una clara predeterminación de los productos *ca.* 1 Ma en yacimientos del este de África, como Peninj (Tanzania); técnicas de explotación de núcleos con superficies jerarquizadas con más de 1 Ma, como Nyabudosi (Uganda); métodos Kombewa, con 0.75 Ma en Gesher Benot Ya'akov (Israel); o técnica Levallois en Koimilot (Kenia) y en Casablanca (Marruecos) con 0.5 Ma (Texier, 1995; Raynal et al., 2001; de la Torre et al., 2003; Tryon, 2006; White y Ashton, 2003; White et al., 2011).

En Europa, el yacimiento francés de Cagny-la-Garenne, ha proporcionado ejemplos de núcleos Levallois que, en origen, fueron bifaces rotos durante su manufactura o de gran espesor (Truffreau, 1995). Es decir, que ya en cronologías del MIS12 – MIS11 existían las correcciones o reorientaciones en cuanto al objetivo de la talla, en este caso de bifaces a una obtención de lascas predeterminadas. Orgnac 3 también presenta complejas secuencias de explotación, una producción normalizada de piezas Levallois y herramientas estandarizadas (Moncel et al., 2012). En los niveles G y D de Caune de l'Arago se han hallado de manera conjunta métodos discoide y levallois, choppers, bifaces y configurados de pequeño tamaño (Barsky, 2013). En torno al MIS10 – MIS9, el Levallois se documenta en la península Ibérica, en los yacimientos de Gran Dolina, Ambrona y Áridos, en Orgnac 3 (Francia), en Wallendorf (Alemania), y en Korolevo (Ucrania), entre otros (White et al., 2011).

El conjunto de TD10, de Gran Dolina (MIS11 – MIS9) muestra una alta estandarización de configurados de pequeño formato, estrategias de explotación con una clara predeterminación morfológica de los productos, algunas herramientas bifaciales, e incluso retocadores de hueso (Ollé et al., 2013; Rodríguez-Hidalgo, 2015).

En diversas áreas de Europa y del Levante, la presencia de bifaces disminuye a favor de la aparición cada vez más frecuente del método Levallois; en el centro de Europa, por el contrario, se produce un incremento de los bifaces donde antes eran prácticamente inexistentes (Ashton y Lewis, 2012). Este hecho apoya la consideración del Modo 3 no como una evolución o avance técnico unidireccional desde un tecnocomplejo anterior, sino como resultado de una convergencia tecnológica en la que los diversos grupos que lo elaboran cambian entre las diferentes opciones tecnológicas según las necesidades. Por ello, se puede considerar que algunos métodos de producción del Modo 3 fueron, desde el primer momento, una opción a ejecutar dentro del tecnocomplejo Achelense y su desarrollo y consolidación, en algunos casos, favoreció la aparición de otros como el Discoide o el Quina. Paralelamente a estos conjuntos, algunos de ellos ya fechados en el MIS10-MIS9 como Cueva de Bolomor, Cueva del Ángel, Ambrona o Solana de Zamborino, existen otros registros que mantienen rasgos y características típicas del Achelense durante más tiempo, hasta entrado el MIS6, en asentamientos ubicados en los valles del Duero, del Tajo y del Miño (de Lombera-Hermida et al., *submitted*).

Al contrario de lo que sucede a principios del Pleistoceno medio, en el que el vacío de registro arqueológico dificulta la identificación de posibles relaciones entre los modos 1 y 2, entre el Modo 2 y el Modo 3 sí que disponemos de largas secuencias ocupacionales en diversos yacimientos del sur de Europa. Sitios como Payre, Orgnac 3 o Gran Dolina (TD10), entre otros, muestran en sus secuencias una progresiva aparición de elementos tecnológicos considerados propios del Modo 3. Estos rasgos no aparecen de manera general, contemporánea ni lineal en todas las regiones, pero sí que en todas ellas se producen a partir del tecnocomplejo achelense.

Para dar respuesta a estas realidades,

algunos autores proponen un cambio en los patrones ocupacionales de los espacios que habitan y otros apuestan por la cohabitación de los dos tecnocomplejos en tanto que son el resultado de poblaciones con raíces culturales y demográficas distintas (Santonja et al., 2016). Esta teoría explicaría las diferencias que existen entre muchos de los yacimientos de este horizonte temporal y, sobre todo, localizados distantes entre sí. Sin embargo, la presencia de registros muy cercanos espacialmente y que desarrollan tecnologías muy distintas, socaban las bases de esta hipótesis. Tal es el caso de los yacimientos de Gran Dolina y Galería, ambos en la Sierra de Atapuerca, y a apenas 50 metros el uno del otro. Mientras que en los niveles GII y GIII de Galería se ha documentado un conjunto de Achelense pleno, en el casi coetáneo nivel TD10.1 de Gran Dolina el conjunto se define como transicional entre Modo 2 y Modo 3. Es más, las dataciones más recientes sugieren que el complejo achelense de las unidades GII y GIII de Galería pertenecería al MIS9, fechas que posicionarían sus conjuntos en un momento más reciente que el transicional de TD10.1 (Ollé et al., 2013, 2016;). Es más, esos conjuntos de Galería se asemejarían más al recuperado en la subunidad TD10.3, que muestra más claramente las características típicas del Modo 2, como por ejemplo abundantes bifaces, diversos hendedores y un pico, y cuya cronología se aleja aún más (de Lombera-Hermida et al., *submitted*). Si en estos dos lugares, tan próximos entre sí en el espacio y en el tiempo, no se da una misma tradición, resulta difícil sostener una hipótesis como la de Santonja en un marco espacio-temporal más amplio.

En este sentido, el equipo de Gran Dolina TD10 propone que, quizá, las diferencias existentes entre los registros de GII-GIII de Galería y de TD10.1 de Gran Dolina respondan a razones funcionales (Ollé et al., 2016). El conjunto tecnológico de TD10 no representa una ruptura respecto al Modo 2 ni un cambio cultural o biológico, sino que es un cambio progresivo hacia nuevas tendencias tecnológicas, que culminará en la asociación lítica de TD10.1.

Desde el MIS11 hasta el MIS6, en Europa, se produce una evolución en mosaico desde un sustrato cultural y tecnológico achelense hacia las industrias del Modo 3. White (et al., 2011) ya planteó que, para conocer más sobre este proceso, las cuestiones clave

eran “how and why Levallois flaking, as a particular local tradition, became the dominant technological strategy utilised in northwest Europe during the Early Middle Palaeolithic”. Las respuestas, probablemente, tengan más relación con el contexto ecológico y socio-cultural de los grupos humanos que con las habilidades cognitivas de la especie.

4. SIERRA DE ATAPUERCA

En 1896, la compañía británica The Sierra Company Limited obtiene la autorización que le permitirá construir la línea ferroviaria que conectaría las poblaciones de Monterrubio de la Demanda y Villafría. Las obras suponían el corte del extremo suroeste de la formación rocosa de la Sierra de Atapuerca. Ya en funcionamiento, y desde 1901 hasta 1910, el ferrocarril se empleó para el transporte de hierro y carbón, pero a inicios de la segunda década del s. XX la línea ferroviaria se cerró y en 1917 la compañía quebró y cerró puertas. Pocos años después, el corte realizado en la formación rocosa, reveló galerías kársticas que contenían sedimentos ricos en material arqueológico y paleontológico.

Cerca de allí había una cavidad ya conocida por sus restos de la Edad del Bronce y su arte parietal, llamada Cueva Mayor. Las visitas de personajes ilustres como Breuil y Obermaier, despertaron más interés en la zona hasta que ya pasado el primer cuarto de siglo, Royo y Gómez señaló la importancia de todo el complejo de la Sierra de Atapuerca (Rodríguez-Álvarez et al., 2001).

Los yacimientos que en ella se encuentran y la larga secuencia arqueopaleontológica que contienen, favorecieron su declaración como Bien de Interés Cultural el año 1991, y nueve años después, su inclusión como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

4.1. Geografía

La Sierra de Atapuerca es un conjunto montañoso de unos 25 km² localizado a 15 km al este de la ciudad de Burgos y entre las poblaciones de

Ibeas de Juarros, al suroeste, y Atapuerca, al noreste (N 42º 22' 17"; W 3º 32' 50) (figura 4.1).

Encuadrada en un valle con una altitud media de 950 metros sobre el nivel del mar (msnm), la sierra oscila entre los 1000 y los 1100 msnm, siendo el punto de San Vicente el de mayor altura con 1082 m. Geográficamente se localiza en una posición intermedia entre la Sierra de la Demanda, ubicada al sureste, con una altitud máxima de 2262 m, y los sistemas montañosos de Ubierna, Peñahoradada y Temiño de la Cordillera Cantábrica, al norte, que alcanzan los 2600 m. La sierra también se encuentra a aproximadamente 2 km del río Arlanzón, y se

ve acotada por los valles de dos de los ríos más importantes de la Península Ibérica, el Duero al suroeste y el Ebro en el noreste, ubicándose justo en la entrada del corredor natural de la Bureba que conecta ambas cuencas (figura 4.2).

La localización de la Sierra de Atapuerca la dota de un clima de tipo mediterráneo continental en el que los inviernos son largos, fríos y con abundantes precipitaciones en contraste con los veranos, que acostumbran a ser cortos, cálidos y con poca humedad. Las temperaturas suelen ser bajas, con una media de 5°C en los meses de invierno, aunque fácilmente alcanzables temperaturas bajo cero, y una

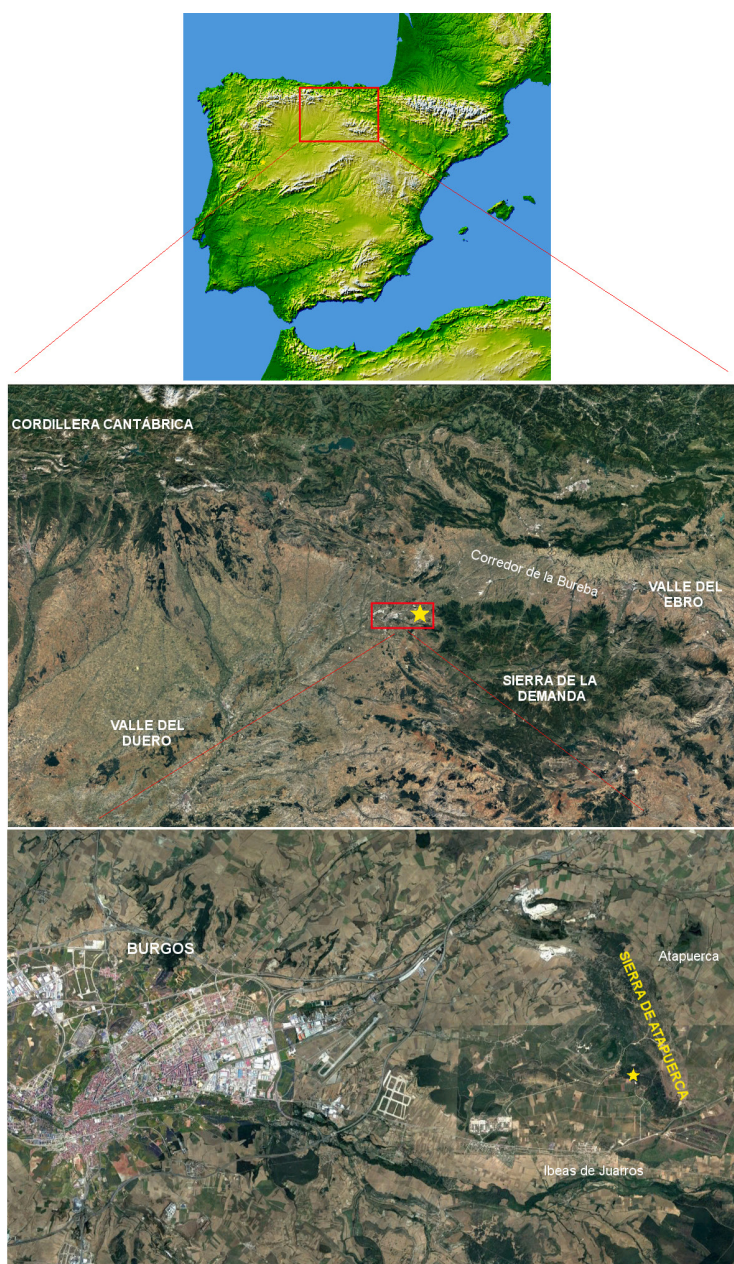


Figura 4.1. Localización del complejo de la Sierra de Atapuerca. De arriba abajo: localización en la península Ibérica; emplazamiento entre los valles de los ríos Duero y Ebro y entre los sistemas montañosos de la cordillera Cantábrica y de la Sierra de la Demanda, en el Sistema Central, y en la entrada del Corredor de la Bureba; situación más en detalle, cercana a la ciudad de Burgos y entre los pueblos de Ibeas de Juarros y Atapuerca.

Perspectiva oblicua del modelo digital de elevaciones MDE10

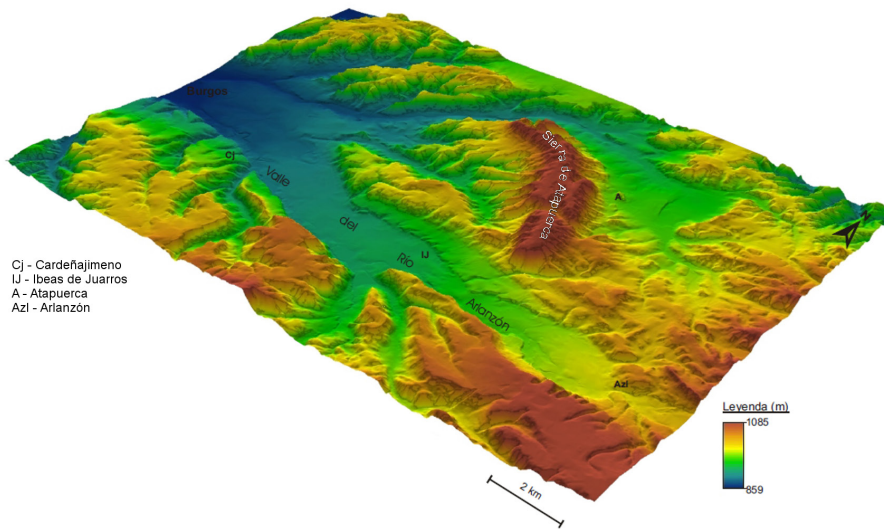
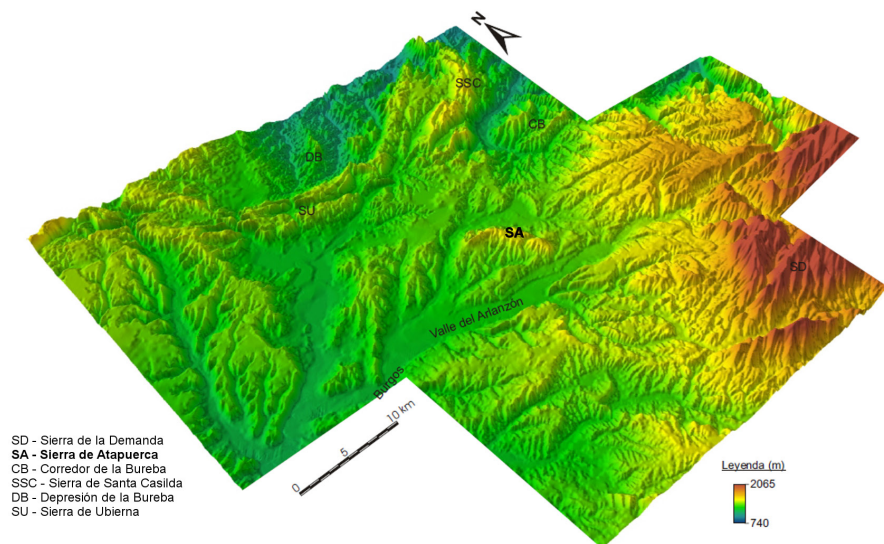


Figura 4.2. Modelos digitales del terreno de la Sierra de Atapuerca y del sector nororiental de la depresión del Duero (extraído de Benito-Calvo, 2004).

Perspectiva oblicua del modelo digital de elevaciones MDE20



máxima media anual de 15°C.

Así como la geografía determina el clima, éste determina la biología de la zona. La Sierra se encuentra en la confluencia entre la región eurosiberiana y la mediterránea, caracterizándose en un ambiente propio de la provincia mediterránea ibérica oriental (figura 4.3). Esta localización estratégica resultó básica para su ocupación desde inicios del Pleistoceno dada la gran variedad de biotopos y biodiversidad (Perez-González et al., 2001). La proximidad de los ríos Arlanzón, Pico y Vena dota a la Sierra de una elevada diversidad vegetal; en zonas muy cercanas a los cursos fluviales encontramos una vegetación de ribera,

caracterizada por fresnos y alisos, chopos, sauces y álamos. En la misma Sierra, pese a que se encuentra a escasos dos kilómetros de los ríos, la vegetación es más propia del tipo de bosque mediterráneo, con encinas, robles, endrinos y plantas como el tomillo, el romero, el espliego y la salvia.

Esta localización es clave, también, en lo que respecta a las materias primas líticas ya que todas ellas se encuentran en un radio de 2 km. Los cauces fluviales funcionan como afloramientos secundarios en los que abundan los cantos de cuarcita, de cuarzo y las areniscas, y en la misma sierra existen importantes afloramientos primarios de materias silíceas, como



Figura 4.3. Regiones y provincias biogeográficas en las que se divide la península Ibérica.

el sílex cretácico y el neógeno (García-Antón et al., 2002; García-Antón y Mosquera, 2007).

4.2. Geología

Geológicamente se encuentra en la región NE de la cuenca cenozoica del Duero, en el límite entre los afloramientos mesozoicos compuestos principalmente por carbonatos marinos del Cretácico Superior y las formaciones neógenas. La Sierra de Atapuerca se corresponde con un anticlinal tumbado con convergencia NE y con dirección NNW-SSE, compuesto por conglomerados, arenas y gravas del Cretácico inferior. Este anticlinal fue sucesivamente levantado y en parte desmantelado por movimientos tectónicos durante el Mioceno y el Plioceno inferior. Su geología se caracteriza por una estructura formada por calizas, dolomías y calcarenitas del Turolense al Santoniense, del Cretácico Superior, que ha facilitado la formación de un gran sistema kárstico por toda la Sierra. Sobre estos materiales cretácicos se asientan conglomerados oligocenos en discordancia angular y erosiva que forman el relieve de la zona, caracterizado por suaves vertientes que se abren a valles poco profundos (Pérez-González et al., 1995; 2001; Benito-Calvo y Pérez-González, 2007) (figura 4.4).

Durante el Neógeno hubo una fuerte actividad kárstica durante la cual se desarrollaron las formas exocársticas y endocársticas que actualmente

se documentan en la formación geológica de la Sierra de Atapuerca. El karst de Atapuerca es de origen freático y se trata de una formación cubierta cuya fase principal de desarrollo coincide con la sedimentación de la piedra caliza del páramo inferior la cual coincidiría con el Mioceno superior (Vallesiense). Posteriormente, el descenso de las aguas de los ríos Vena, Pico y sobre todo el Arlanzón, a apenas 2 km en línea recta del extremo sur de la Sierra, y la erosión de las zonas colindantes, drenó las cavidades kársticas y permitió el relleno sedimentario de éstas de manera casi contemporánea al inicio de la ocupación humana del lugar. Este proceso generó una secuencia de terrazas muy útiles no solo para la comprensión de la formación geológica sino también para diversos estudios cronológicos (Zazo et al., 1987; Pérez-González et al., 2001; Pérez-González y Benito-Calvo, 2002; Ortega et al., 2010; Moreno et al., 2012).

Se han diferenciado 15 niveles de terrazas, desde la más alta o T1, que se encuentra a 80-85 metros por encima del cauce, hasta la T15 que correspondería a los canales de circulación de aguas actuales. La terraza T5, a 49-57 metros por encima del cauce del Arlanzón, se formaría durante el Pleistoceno Medio; la terraza T4, a 60-67 metros, correspondería al límite entre el Pleistoceno Medio e Inferior; y la T3, a 70-79 metros, al Pleistoceno Inferior. Como se ha comentado anteriormente, la apertura y el relleno de las diferentes cavidades de la Sierra correspondería cronológicamente a la formación de éstas terrazas (Benito-Calvo, 2004; Benito-Calvo y Pérez-González, 2015, Benito-Calvo et al., 2017, 2018).

Actualmente se conocen aproximadamente 5 km de karst formados por galerías, pozos, salas y cuevas. Estos espacios se encuentran organizados en tres niveles situados a +60m, +70m y +90m sobre el actual curso del río Arlanzón: en el nivel superior se clasifican Galería de las Estatuas, Sala del Coro y Galería del Sílex; en el nivel intermedio encontramos Galería Baja y Galería del Silo de Cueva Mayor, y Sima del Elefante, el Complejo Galería y Gran Dolina, de Trinchera del Ferrocarril; en el nivel más profundo se encuentran la Cueva del Silo, Cueva del Compresor, Cueva Peluda y Sima de los Huesos (Ortega, 2009; Ortega et al., 2013) (figura 4.5).

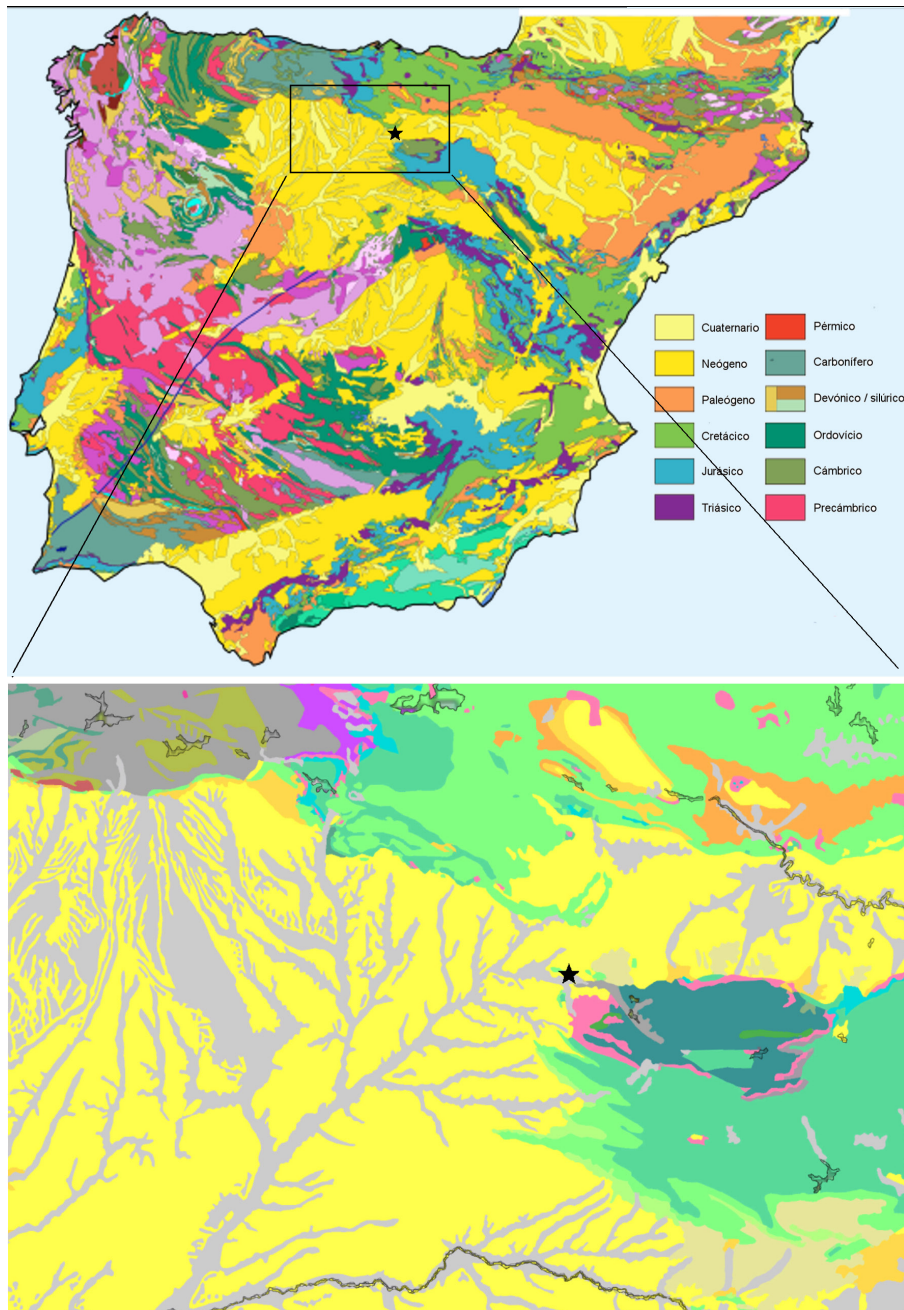


Figura 4.4. *Arriba*: Mapa geológico de la península ibérica. En la leyenda se indican las principales formaciones (modificado de https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Iberian_Peninsula_geological_map_ES.svg#filehistory). *Abajo*: Detalle de la geología de la Sierra de Atapuerca y territorios colindantes (extraído del IGME).

4.3. Yacimientos situados en la Sierra de Atapuerca

Algunas de estas cavidades se encuentran completamente colmatadas de sedimentos de origen endógeno y/o exógeno, a causa de sucesivos colapsos y aberturas al exterior, y es en estos sedimentos de colmatación donde se han documentado restos arqueológicos desde el Pleistoceno inferior.

En 1923, José Royo y Gómez visitó la Sierra de Atapuerca y tres años después, en su publicación del XIV Congreso Geológico Internacional, señaló a gran importancia geológica y paleontológica que el complejo de Atapuerca tenía (Royo y Gómez, 1926). Sin embargo, no fue hasta pasada la mitad del siglo cuando las investigaciones se hicieron más

concienzadas y se empezaron a contextualizar los restos que se hallaban.

En los años '60, y en parte a raíz de los fósiles hallados durante los trabajos de cantería desarrollados en la Trincher del Ferrocarril, el Grupo Espeleológico Edelweiss inicia sus trabajos de prospección, durante los que documentaron muchos más restos arqueopaleontológicos en el relleno de las cavidades localizadas en dicha Trincher. En 1972, un equipo norteamericano dirigido por Straus y Clark realizó diversos estudios durante los que documentaron abundante fauna. Paralelamente, en la entrada de Cueva Mayor realizaron un pozo para documentar la estratigrafía del lugar. Estos trabajos fueron reemprendidos unos años después por Apellániz y Clark con la primera excavación en Cueva Mayor, con campañas entre 1973 – 1983. También en el 1972, el Grupo Edelweiss documentó una nueva galería en el complejo de Cueva Mayor a la que denominaron Galería del Sílex (Ortega, 1999, Rodríguez-Álvarez et al., 2001).

Figura 4.5. Mapa en planta y en sección del sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca en los que se detallan las principales cavidades existentes (modificado de Ortega et al., 2013).

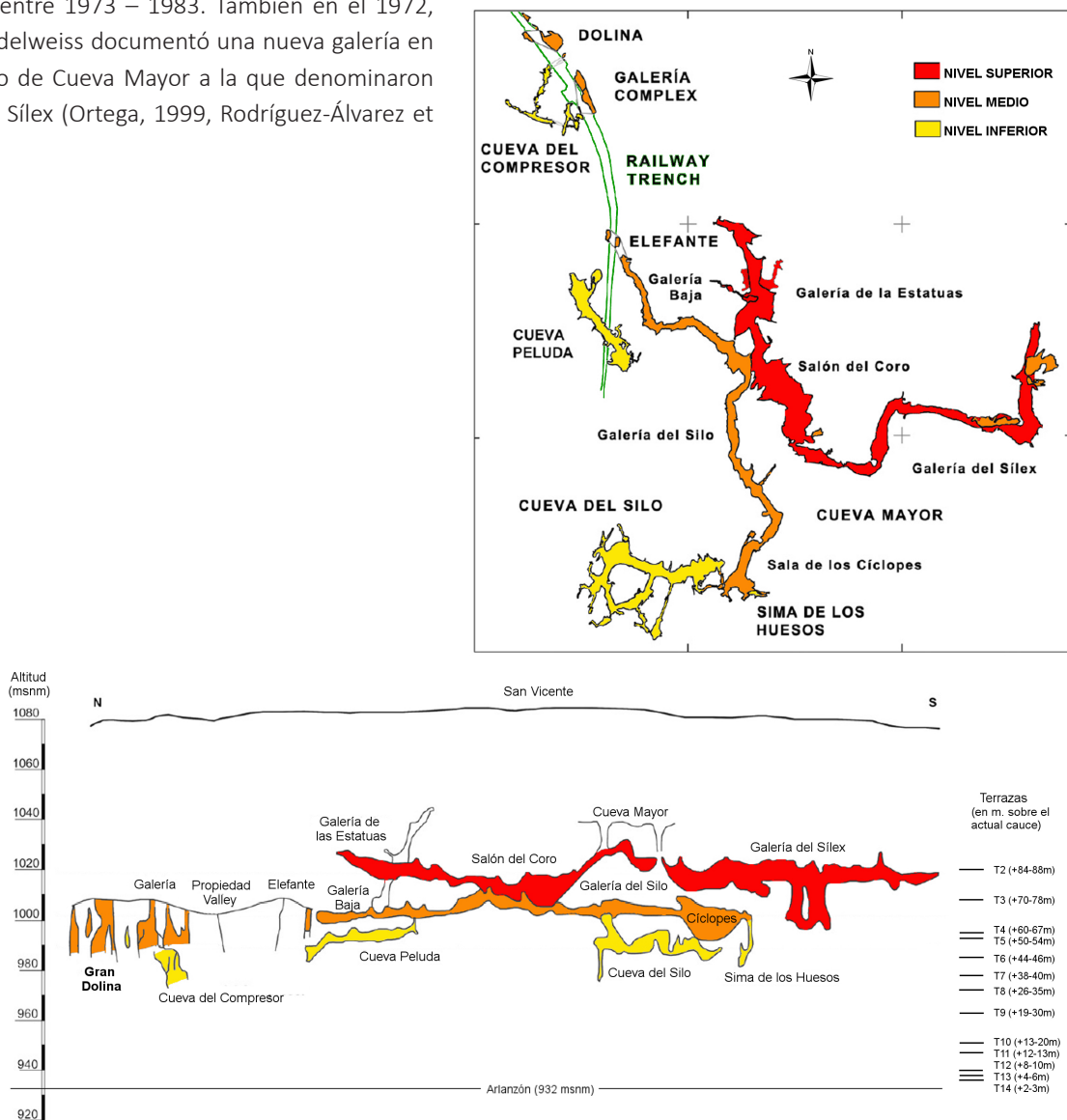




Figura 4.6. Vista mesial y oclusal del fragmento de mandíbula de *Homo* sp. hallada por Torres el 1976 (AT76-T1H)

Posteriormente, y de la mano de Trinidad Torres, se iniciarán las excavaciones en Trincheras del Ferrocarril, principalmente en la base de Gran Dolina y Galería, con el objetivo de obtener más ejemplares de úrsidos para su tesis doctoral. De este último enclave recuperará un fragmento de mandíbula, desafortunadamente fuera de contexto (Bermúdez de Castro y Rosas, 1992) (figura 4.6). Un caso similar, si bien en contexto estratigráfico, le sucederá en Sima de los Huesos, donde aparte de recuperar restos de osos también documentará un considerable volumen de restos humanos. Su subsiguiente estudio, a cargo de Emiliano Aguirre y Marie-Antoniette de Lumley, los atribuirá a una especie “anteneandertal” (Aguirre y Lumley, 1977).

Todos estos hallazgos incitaron a Emiliano Aguirre a emprender un proyecto de investigación global y multidisciplinario de los depósitos de Atapuerca en 1978. A lo largo de los años '80 se emprendieron los trabajos sistemáticos en Cueva de los Zarpazos (1980), cavidad adyacente a Galería, Sima de los Huesos (1980 y 1984), Trincheras Penal (1986), frente a Gran Dolina, etc., trabajos que fueron publicados en una primera monografía el 1987 (Aguirre et al., 1987) (figura 4.7 y 4.8).

En 1991 se produjo un cambio de dirección; E. Aguirre se retiró y dejó paso a una dirección compartida entre Eudald Carbonell, José María Bermúdez de Castro y Juan Luís Arsuaga. Tan solo un año después, en 1992, se amplió la superficie de excavación de los niveles superiores de Gran Dolina y se hallaron tres cráneos en la Sima de los Huesos (Arsuaga et al., 1993; Rodríguez-Álvarez et al., 2001) (figura 4.9). Los hallazgos antropológicos no cesaron ya que en las campañas de 1994-1996, en los niveles de Pleistoceno inferior de Gran Dolina, se recuperaron restos que fueron clasificados como la –nueva- especie *Homo antecessor*, dada la mezcla de caracteres arcaicos y modernos que presentaban (Bermúdez de Castro et al., 1997).

A finales de los años '90, los trabajos en Galería y Gran Dolina, en Trincheras, y la Sima de los Huesos ya se habían sistematizado y se abrieron nuevos horizontes en el otro yacimiento de la misma Trincheras, Sima del Elefante. Poco a poco, y en sucesivos años, se iniciaron los trabajos arqueológicos en las cuevas de El Mirador, Portalón–Cueva Mayor, Galería de las Estatuas y Cueva Fantasma, y en los yacimientos al aire libre de Valle de las Orquídeas, Hundidero, Hotel California, Fuente Mudarra y, recientemente, La Paredaja.

Las ocupaciones que hasta la fecha se han documentado en todos estos yacimientos de la Sierra de Atapuerca contemplan prácticamente el último millón y medio de años, es decir, desde el Pleistoceno inferior (1,2 Ma, con el fragmento de mandíbula de Sima del Elefante) hasta momentos ya del Holoceno (Edad del Bronce y del Hierro y época clásica, en Portalón), proporcionando así algunos de los depósitos arqueológicos de más potencia e importancia de Europa (Rodríguez et al., 2011; Bermúdez de Castro et al., 2013; Carbonell et al., 2014).

4.3.1. Cueva Mayor

Cueva Mayor es un sistema kárstico que comprende kilómetros de galerías y cavidades y que alberga en su interior los yacimientos de Sima de los Huesos, Galería del Sílex, Galería de las Estatuas y El Portalón (Arsuaga et al., 1997a; Bischoff et al., 1997, 2007).

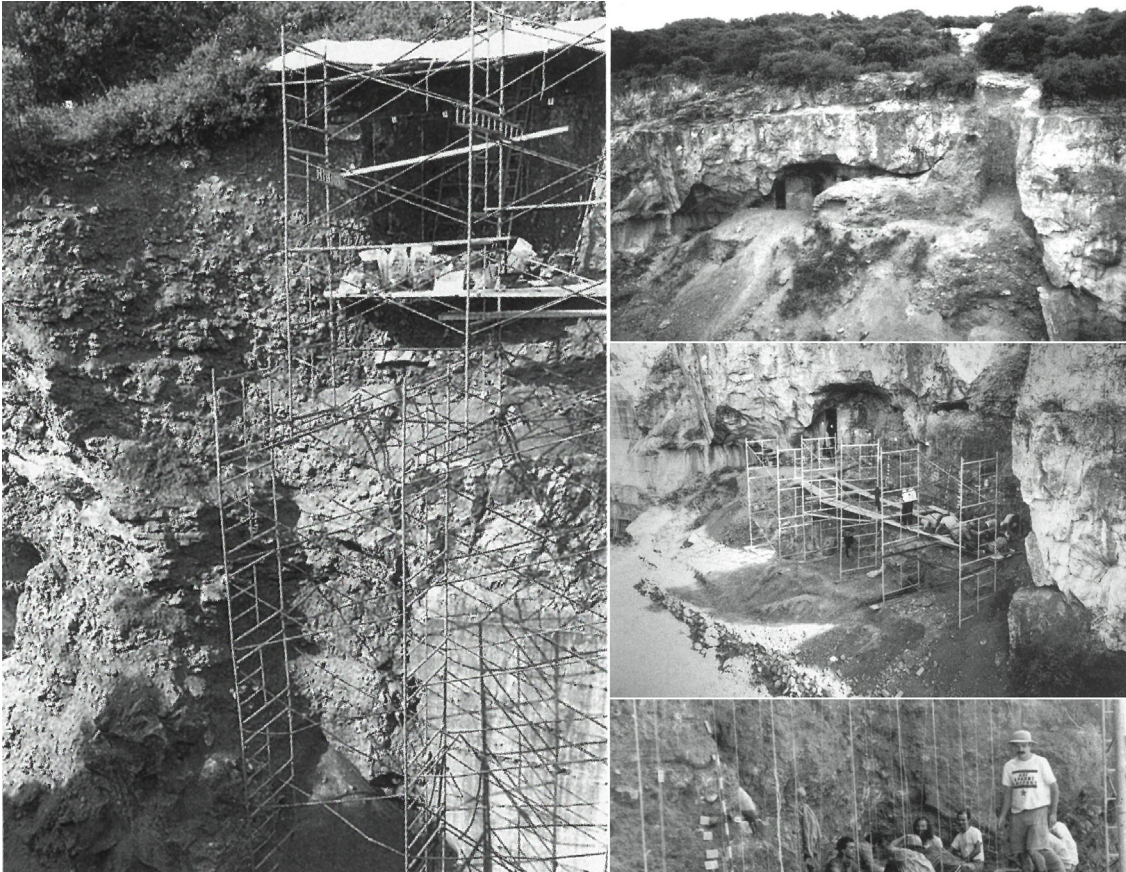


Figura 4.7. *Izquierda*: Vista de Gran Dolina en 1981 (foto de Grupo espeleológico Edelweiss). *Derecha, de arriba a abajo*: Vista de Galería con el cierre de Zarpazos (foto de J.L. García), durante la campaña de 1986 (foto de A. Rodrigo) y en 1989 con E. Carbonell (foto del Diario de Burgos).

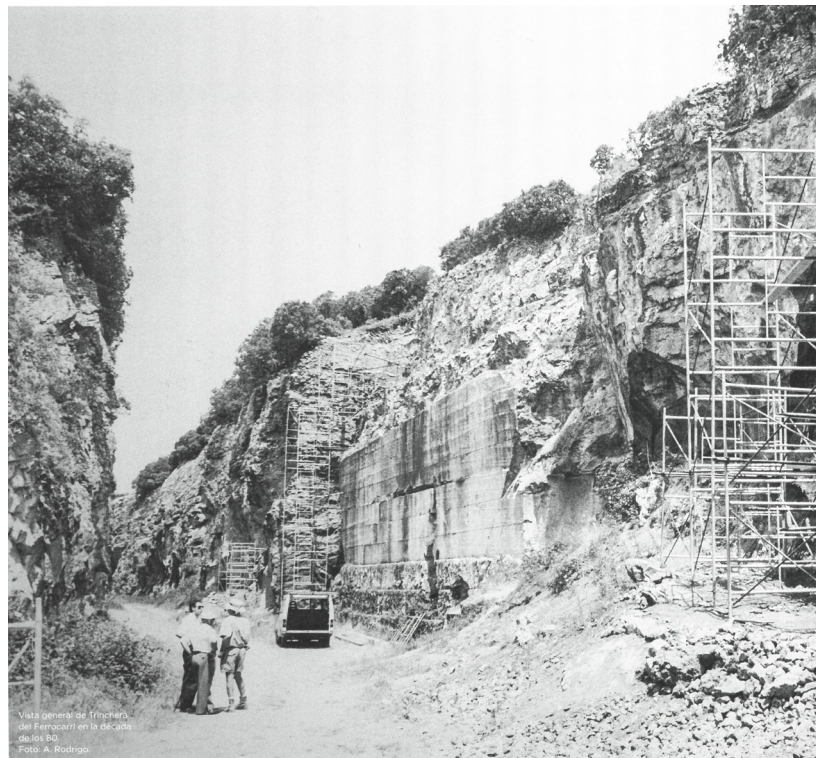


Figura 4.8. Vista a pie de la Trinchera del Ferrocarril en los años ochenta, con el complejo de Galería en primer plano a la derecha de la imagen y Gran Dolina en el centro más alejada (foto de A. Rodrigo).

Sima de los Huesos

Sima de los Huesos se encuentra en el nivel inferior del karst, a unos 30m de la superficie (Arsuaga et al., 1997a, 1997b) (figura 4.5). Su acceso se realiza a través de Cueva Mayor y de una sima que nace en la Sala de los Cíclopes y que tiene una profundidad de 13m. La cavidad no presenta actualmente ninguna vía o entrada con el exterior y únicamente existen tres chimeneas que la comunican con el piso superior (Sala de los Cíclopes).

A nivel sedimentológico, se han documentado un total de cinco unidades aloestratigráficas (AU1 – AU5) que engloban doce unidades litoestratigráficas (LU1 – LU12), de las cuales LU6 y LU7 contienen fósiles humanos y de carnívoros (*Ursus deningeri* y en menor medida *Vulpes vulpes*, *Canis lupus*, *Lynx sp.*, *Panthera leo* y *Mustela putorius y nivalis*) (Aranburu et al., 2017; García y Arsuaga, 2011). Sin embargo, los estudios tafonómicos señalan una muy baja incidencia de los carnívoros sobre los huesos y las pocas mordeduras existentes se encuentran tanto en los restos humanos como en los carnívoros y la ausencia de restos de fauna herbívora descartarían a los depredadores como agentes acumuladores (Sala et al., 2014, 2015).

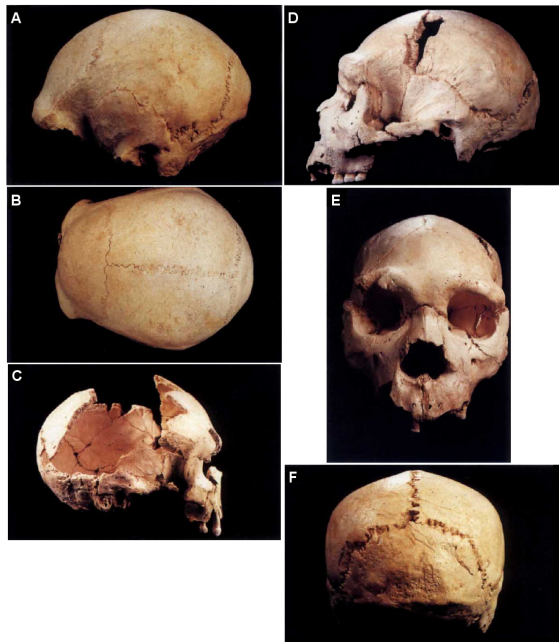


Figura 4.9. A y B) Vista lateral y superior del cráneo 4; C) vista lateral del cráneo 6; D, E y F) vista lateral, facial y posterior del cráneo 5, también conocido como Miguelón (extraído de Arsuaga et al., 1993).

Las dataciones más recientes efectuadas sobre los sedimentos que contenían los fósiles humanos por TT-OSL han arrojado unas fechas de 455 ± 17 ka y 440 ± 15 ka, con una media de 448 ± 15 ka, situándolos en MIS 12 (Demuro et al., 2019a).

Entre todo el conjunto de huesos, ha sido hallado un único elemento lítico. Se trata de un bifaz manufacturado en cuarcita de muy buena calidad y de grandes dimensiones. Los análisis de microdesgaste no han proporcionado resultados concluyentes, ya que el borde del útil presenta modificaciones postdeposicionales que dificultan la lectura de posibles huellas de uso (Carbonell et al., 2003) (figura 4.10).

Hasta la fecha, se han identificado restos de 28 individuos, de ambos sexos y cubriendo todas las franjas de edad. El gran volumen de restos ha permitido estudios detallados sobre los dientes (Bermúdez de Castro et al., 1988; Lozano et al., 2008; Martín-Torres et al., 2012), las paleopatologías existentes (Pérez et al., 1997; Gracia et al., 2009, 2010, 2013), la destrialidad de los individuos (Lozano et al., 2009; Frayer et al., 2012; Poza-Rey et al., 2017) y su capacidad de habla (Martínez et al., 2008, 2013), etc. La primera adscripción taxonómica los identificó como *Homo heidelbergensis* (Arsuaga et al., 1997a), pero estudios posteriores propusieron una nueva especie, aún por definir, que los acercaba más al linaje neandertal. Actualmente, y gracias a la buena conservación de los fósiles, ha sido posibles diversos análisis genéticos. En 2014 se publicaron los resultados obtenidos por el ADN mitocondrial, concluyendo que los individuos de la Sima de los Huesos se encontraban más próximos a las poblaciones denisovanas de la Siberia meridional de hace 40 ka que al *Homo neanderthalensis* (Meyer et al., 2014). Dos años más tarde, se empleó el ADN nuclear, cuyos resultados alteraban las conclusiones previas y acercando la población de la Sima de los Huesos al linaje neandertal (Meyer et al., 2016). En cualquier caso, todos los estudios y análisis realizados sobre los fósiles humanos coinciden en señalar la existencia de una organización y cohesión social muy parecida a la nuestra. La más que posible capacidad de hablar de esta especie, con un lenguaje complejo y articulado, le permitiría un grado de cohesión reforzado por los

cuidados ofrecidos a diversos miembros del grupo con traumas y patologías severas.

Por todo ello, se propone que la acumulación de homínidos en el fondo de la cavidad de la Sima de los Huesos sería resultado de un aporte antrópico e intencional de éstos. La interpretación del bifaz localizado en la Sima de los Huesos como posible elemento votivo no hace más que reforzar este planteamiento, asignando a estos individuos un comportamiento funerario que se constituiría como el más antiguo en una especie que no es la nuestra (Arsuaga et al., 1997a, 1997b; Carbonell et al., 2003; Carbonell y Mosquera, 2006).

Galería del Sílex

Se trata de un conducto de casi un kilómetro de desarrollo total. Como su nombre indica, en esta galería existe un afloramiento de nódulos de sílex que parece haber sido explotado desde, como mínimo, el Neolítico.

A este carácter de cantera, se le suma un uso sepulcral y simbólico. En sus sedimentos se han hallado diferentes sepulturas clasificadas en tres tramos: un tramo inicial donde podría haber existido una sala sepulcral, muy maltrecha por sucesivos derrumbes; un tramo central, caracterizado por el hallazgo de diversos individuos infantiles; y el tramo final donde los cuerpos se acompañan de ajuar.

El conjunto cerámico es de un alto nivel cuantitativo y cualitativo, ya que muchos objetos presentan ricas decoraciones y hasta un ídolo antropomorfo femenino que parece tener un símil en las figuras parietales del Gran Panel (Alday et al., 2019). La Galería del Sílex presenta pinturas y grabados en un total de 53 paneles, siendo el Gran Panel el de mayor importancia (García-Díez et al., 2003, 2005).

Galería de las Estatuas

Esta galería se inicia en la Sala del Coro y su nombre le viene dado por la presencia de grandes columnas de calcita.

Se han realizado dos sondeos que han mostrado una secuencia estratigráfica con 5 niveles litoestratigráficos. En ellos se han recuperado materiales líticos y óseos que se ubicarían en cronologías superiores a 45 ka. Esta fecha se ha planteado mediante la asociación de microvertebrados y la geocronología, y por dataciones radiocarbónicas. La industria lítica, con artefactos propios del musteriense, apoyaría este horizonte neandertal (Arsuaga et al., 2017).

Recientemente se han publicado las dataciones por TT-OSL realizadas en la secuencia del yacimiento y los resultados envejecen ligeramente el horizonte hasta finales del MIS 5 y principios del MIS 4 (ca. 80 ka) (Demuro et al., 2019b).



Figura 4.10. Excalibur. Bifaz de cuarcita de dos colores recuperada de la Sima de los Huesos (extraída de Ollé et al., 2016).

El Portalón

Se encuentra en la entrada de Cueva Mayor. Apellániz (1979) hizo una recopilación de los materiales recuperados en las primeras excavaciones en los años '70. En el año 2000 se retomaron los trabajos de excavación, con una metodología mucho más sistemática y documental. Se han recuperado materiales del Holoceno, especialmente del Neolítico y Edad del Bronce, y la excavación de un sondeo de más de diez metros de profundidad ha permitido conocer la secuencia estratigráfica del lugar, que alcanza ocupaciones del Pleistoceno superior final.

Se han identificado un total de once niveles (de 0 a 10), de los que la unidad inferior (nivel 10) corresponde al Pleistoceno superior con una cronología de 17-30 ka, aunque contiene pocos restos arqueológicos. Por encima del sellado de guano de este nivel, los nueve restantes pertenecen al Holoceno y muestran una clara evolución de la cavidad desde el Mesolítico hasta sus últimos usos durante la Edad Media. En estos niveles se han recuperado miles de elementos y de restos de fauna que dan buena cuenta de las actividades humanas desarrolladas en el lugar (Galindo-Pellicena et al., 2017a, 2017b). También existe un uso sepulcral de la cueva durante el final del Neolítico y el Calcolítico en forma de túmulo, lo que supone uno de los pocos ejemplos de ritos funerarios de este tipo en la península Ibérica (Carretero et al., 2008). En 2012 se halló intacto la inhumación individual de un individuo joven, cuyo análisis antropológico concluyó que padecía de raquitismo y escorbuto (Castilla et al., 2014).

4.3.2. Cueva de El Mirador

El Mirador se encuentra en la vertiente sur de la Sierra de Atapuerca y se presenta como una baja hendidura en la roca de unos 23 metros de ancho y 15 de profundidad.

Las primeras intervenciones sistemáticas se iniciaron en el año 1999 y consistieron en un sondeo de 6m² ubicado en el centro de la cavidad. En él se documentaron 20 m de secuencia: 6 m con niveles de ocupación holocena y 14 m que corresponden a depósitos pleistocenos, fundamentalmente compuestos por bloques caídos en sucesivos colapsos de la visera de la cueva (Vergès et al., 2016) (figura

4.11).

Los niveles holocenos fueron originados por el uso del espacio como redil para el ganado. Así, la secuencia se compone de una sucesión de niveles de acumulación de estiércol y restos vegetales quemados periódicamente para el saneamiento del espacio y la reducción de la acumulación de estos materiales (fumier) (Angelucci et al., 2009). Otras evidencias del uso de la cavidad como redil son la erosión y pulido de las paredes por parte del rebaño (Vergès y Morales, 2016) y el elevado número de individuos fetales y neonatales de ovicaprinos. Si bien la presencia de marcas de corte en algunos de los individuos neonatales (no tanto en los fetales) podría señalar la explotación del recurso cárnico que suponen y/o de la leche de la hembra (Martín et al., 2016), la optimización del aprovechamiento de los recursos faunísticos de El Mirador se evidencia a través del procesado y consumo de pequeños carnívoros, tales como perros domésticos o animales salvajes (Martín et al., 2014). Esta economía se complementaría con la práctica de la agricultura de cereales, leguminosas y especies posiblemente empleadas como forraje para el rebaño (Vergès et al., 2016). Las dataciones radiocarbónicas procedentes de esta secuencia indican una ocupación que transcurre entre el Neolítico antiguo (finales del VI milenio cal.BC) y el Bronce medio (II milenio cal BC), con una interrupción de la ocupación durante el Calcolítico y el Bronce inicial (Vergès et al., 2016)

Además del uso de la cueva como redil, se han hallado dos conjuntos sepulcrales y un enterramiento individual. En una pequeña repisa en la zona noroeste de la cavidad se halló recientemente el cuerpo de un individuo juvenil, fechado en 1720-1520 cal BC. En cuanto a los enterramientos colectivos, uno de ellos se halló durante los trabajos en el sondeo central. Se trata de al menos 6 individuos cuyos restos fueron canibalizados ya que muestran marcas de corte, de mordeduras humanas, de fracturas intencionales y de procesado culinario (Cáceres et al., 2007). Fueron hallados desarticulados en una pequeña fosa excavada en un nivel del Bronce medio, sin embargo, la datación directa de los restos los sitúa en el Calcolítico o inicios de la Edad del Bronce (4400-4100 cal BP). El segundo conjunto de restos humanos fue recuperado en la zona noreste y se trata de un total

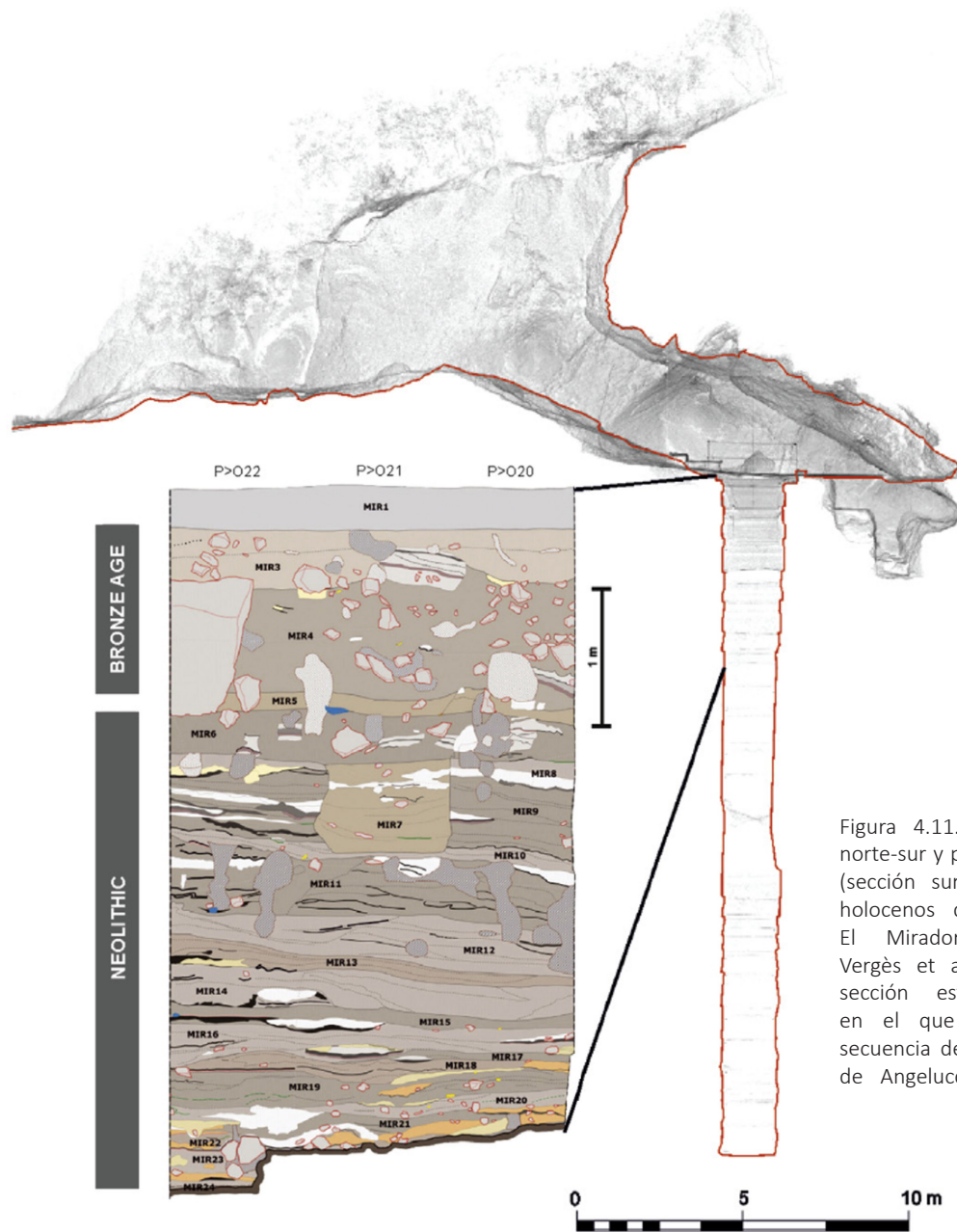


Figura 4.11. *Arriba*: Sección norte-sur y perfil estratigráfico (sección sur) de los niveles holocenos de la Cueva de El Mirador (extraído de Vergès et al., 2016). *Abajo*: sección este del sondeo en el que se visualiza la secuencia de fumier (extraído de Angelucci et al., 2009).



de 23 individuos, algunos en conexión anatómica, en asociación con cerámicas, astas de venado y conchas, fechados en el Calcolítico (4760-4200 cal BP) (figura 4.12).

Por lo que respecta al material arqueológico recuperado en general en la cavidad, cabe destacar la presencia de elementos líticos y cerámicos. Los materiales líticos recuperados superan los 3000, perteneciendo la mayor parte de ellos a los niveles neolíticos. Son representativas las láminas, los denticulados y muescas, los segmentos y los núcleos explotados intensamente, prácticamente todos ellos en rocas silíceas. También son abundantes los morteros, las manos de mortero y los percutores. Todos estos restos se encuentran térmicamente alterados, presentando fracturas, cúpulas térmicas y estallidos, que se corresponden con los episodios de incendio intencional de los residuos animales.



Figura 4.12. Sepultura colectiva en niveles Calcolíticos del sector 200 (extraído de Gómez-Sánchez et al., 2014).

4.3.3. Yacimientos al aire libre

En el año 2000 se iniciaron toda una serie de prospecciones arqueológicas en el entorno de la Sierra de Atapuerca con el objetivo de ampliar el número de yacimientos con asentamientos al aire libre. De los más de 200 enclaves documentados, treinta de ellos mostraban restos del Paleolítico medio (Navazo, 2006; Navazo y Carbonell, 2014). Hasta la fecha, los yacimientos excavados han sido Valle de las Orquídeas, Hundidero, Hotel California, Fuente Mudarra y, de manera muy reciente, La Paredeja (sin publicaciones hasta la fecha).

Valle de las Orquídeas

Se excavó durante las campañas de 2000 y 2001, mostrando una potencia arqueológica de 40 centímetros de espesor. Las ocupaciones del lugar se realizaron directamente sobre el sustrato geológico de un afloramiento de sílex cretácico, lo que justifica que más del 80% del conjunto lítico se elaborase sobre esta materia prima. Buena parte del conjunto está representado por lascas de medio y pequeño tamaño, con algunos denticulados, raederas y pocos raspadores. En general, el conjunto lítico se asocia claramente al tipo musteriense, aunque muestra ciertos rasgos más complejos propios del Paleolítico superior (Mosquera et al., 2007).

Las dataciones realizadas por termoluminiscencia arrojan una fecha de ca. 30 ka (Mosquera et al., 2007).

Hundidero

Hundidero se excavó en 2004 y 2005. Originalmente, se localizaría a orillas de una paleolaguna. Presentó una potencia arqueológica de 2m, en los que se documentaron 4 niveles arqueológicos con presencia humana. Los restos han sido interpretados como resultado de reiteradas visitas de corta duración durante más de 10.000 años, ya que las dataciones sitúan los niveles inferiores en ca. 70 ka y los superiores ca. 56 ka. El conjunto recuperado se basa exclusivamente en herramientas líticas: lascas, configurados tales como raederas, denticulados y raspadores, principalmente sobre sílex

neógeno aunque también en menor medida en sílex cretácico y cuarcita (Navazo et al., 2011).

Hotel California

Este yacimiento se encuentra muy próximo al río Pico, a pocos metros por encima de su cauce. Su excavación se inició en 2006 hasta 2010, habiéndose trabajado sobre un total de 23m².

Sus 6 niveles arqueológicos han sido datados por termoluminiscencia en una horquilla cronológica entre 71 – 48 ka (Arnold et al., 2013). Estos niveles serían el resultado de reiteradas ocupaciones de corta duración, cuyas actividades pretenden inferirse a través de los análisis traceológicos que están en curso (Navazo et al., 2011).

Fuente Mudarra

Su excavación se inició el año 2012 y finalizó en el 2017. Se ha constatado una potencia arqueológica de más de 2m de espesor.

La materia prima empleada es, en su mayoría, el sílex neógeno que se encuentra en el entorno inmediato del yacimiento. También se han recuperado herramientas sobre sílex cretácico, probablemente de la zona del Valle de las Orquídeas, aunque su origen sigue en estudio.

4.3.4. Trinchera del Ferrocarril

Como se ha comentado anteriormente, a principios del siglo XX se realizaron unos trabajos de construcción de una línea de ferrocarril entre las localidades de Villafraía y Moterrubio de la Demanda que contemplaban el corte de una parte del extremo suroeste de la Sierra de Atapuerca. Este corte suponía un rebaje del terreno de unos 20m de profundidad y más de 500m de longitud, en forma de trinchera con una dirección sur-norte. Este corte dejó al descubierto las secciones de varias cavidades colmatadas de sedimento, algunas de ellas con importantes registros arqueológicos: Sima del Elefante, Galería-Zarpazos y Gran Dolina (figura 4.13).

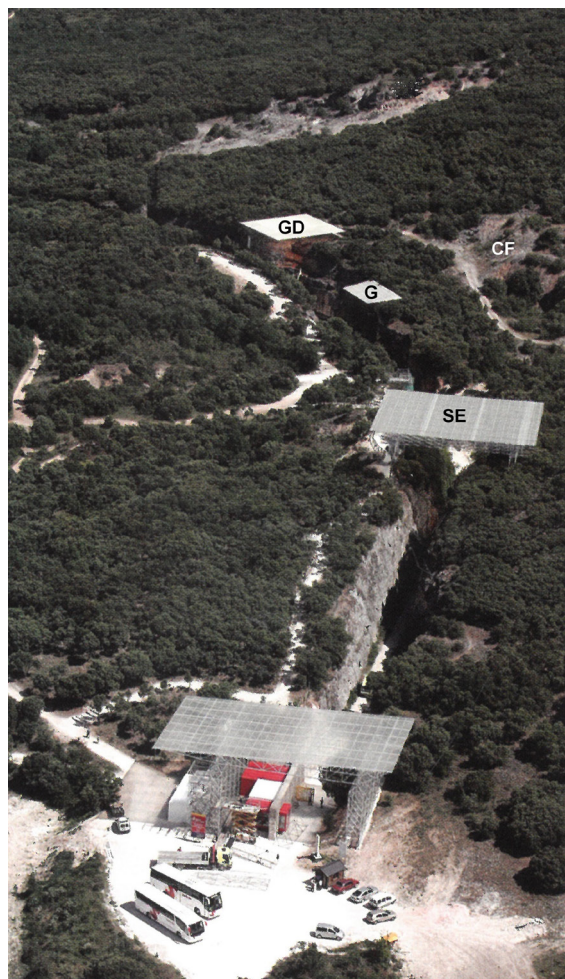


Figura 4.13. Vista aérea de la Trinchera del Ferrocarril. Las cubiertas se corresponden con los tres principales yacimientos: Sima del Elefante (SE), Galería (G), Gran Dolina (GD) y Cueva Fantasma (CF) (modificado de A. Ayala).

Sima del Elefante

Es el yacimiento más meridional de la Trinchera del Ferrocarril, aunque geológicamente forma parte del nivel medio del sistema kárstico de Cueva Mayor, localizándose en su extremo más noroccidental (figura 4.5). La Sima del Elefante es en realidad una galería de unos 18 m de ancho y totalmente colmatada de sedimentos, con una potencia de –al menos– 25 metros. Actualmente, el yacimiento no solo se encuentra en la pared occidental de la trinchera sino también por debajo del mismo camino, habiéndose habilitado un puente para poder acceder al resto de los yacimientos que se localizan más al norte.

Las primeras intervenciones en 1986, de la mano de Emiliano Aguirre, consistieron en un

muestreo de toda la secuencia para conocer el rango cronológico en el que se comprendían los restos arqueo-paleontológicos recuperados. Diez años después, se iniciaban las excavaciones sistemáticas de una superficie total de unos 40 m², aproximadamente (Rosas et al., 2001; Huguet, 2007).

En los más de 25 metros de potencia estratigráfica se han documentado –hasta la fecha– 3 fases sedimentarias alóctonas que engloban 21 unidades (nombradas de abajo a arriba): la Fase I contiene las unidades TE14-TE7; la Fase II engloba las unidades TE15 y TE19; y la Fase III incluye las unidades TE20 y TE21. En la base de la unidad TE17 se identificó un cambio en la polaridad magnética, siendo inversa desde el TE16 al TE9 y adscribiéndose al cron Matuyama y, por tanto, a una cronología superior al 0.78 Ma. (Rosas et al., 2004, 2006; Parés et al., 2006) (figura 4.14).

Los niveles superiores (TE18, TE19 y TEsup), están fechados en el Pleistoceno medio, con una datación del techo por U-Th de TE18 de 254-307 ka y por biocronología en 250-350 ka (López-García et al. 2011), una horquilla cronológica similar a los conjuntos de GIII-GII de Galería y la unidad TD10 de Gran Dolina. El conjunto lítico recuperado en estas unidades está formado por 41 artefactos, de los cuales 36 son de TE19, y con una predominancia de la cuarcita sobre el resto de materias primas. Pese a que es un conjunto parco, parece clara su adscripción al Modo 2 dada la presencia de configurados de talla media y grande, de diversas Large Cutting Tools (LCT), una alta estandarización morfológica de útiles sobre lasca y un predominio de las secuencias de talla longitudinales y centripetas (de Lombera-Hermida et al., 2015).

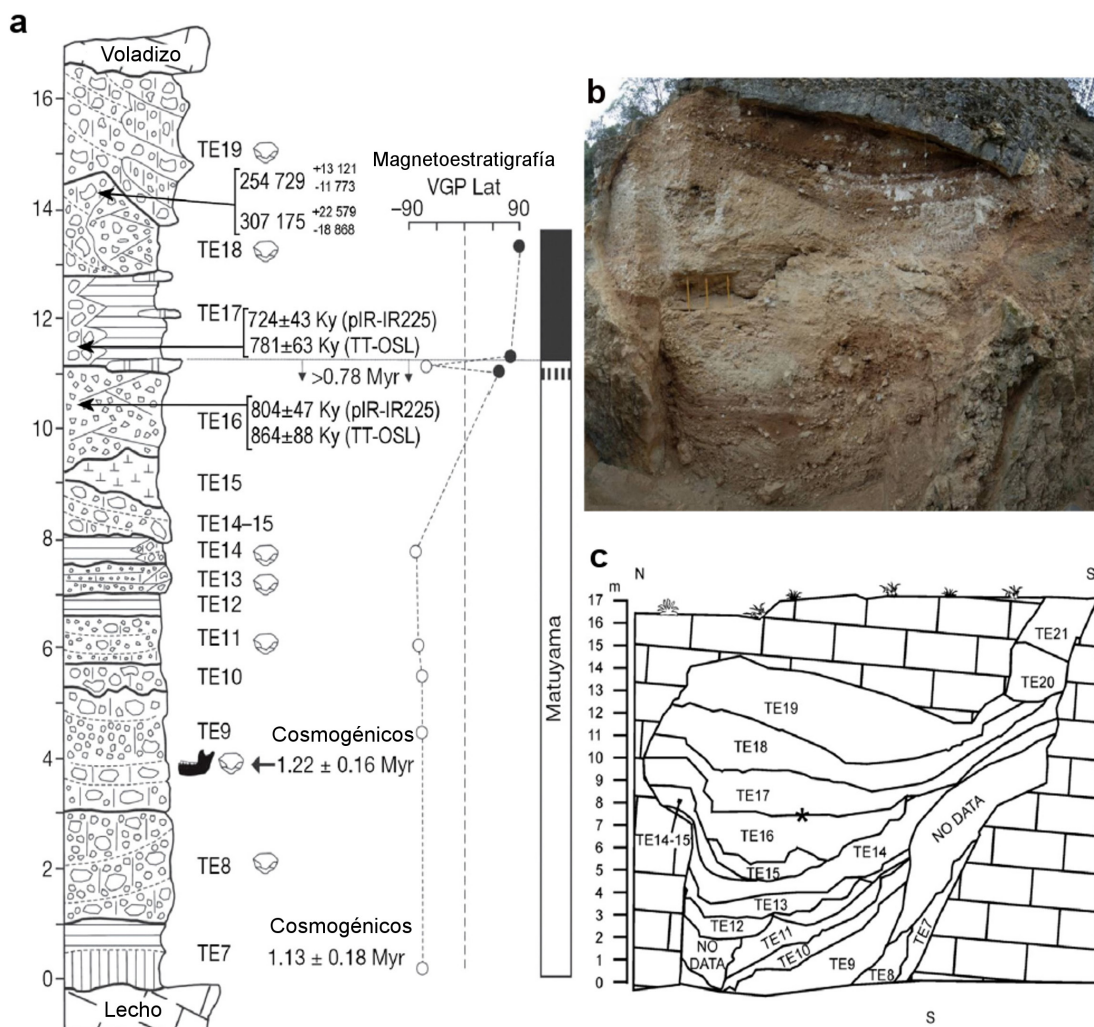


Figura 4.14. a) Secuencia estratigráfica de la Sima del Elefante con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad y c) su representación esquemática (extraído de de Lombera-Hermida et al., 2015).

De los ocho niveles que presentan materiales arqueológicos, el nivel TE9 es el más rico de todos. TE9 ha reportado un pequeño conjunto lítico adscrito al Modo 1 (Ollé et al., 2013; de Lombera-Hermida et al., 2015) (figura 4.15), abundante fauna con marcas antrópicas (Huguet, 2007; Cuenca-Bescós et al., 2013; Huguet et al., 2013). TE9 ha sido datado mediante la combinación de la bioestratigrafía, del paleomagnetismo y de nucleidos cosmogénicos en 1.2 Ma. (Parés et al., 2006; Cuenca-Bescós y García 2007; Carbonell et al., 2008).

Dentro de la mencionada unidad TE9, en el subnivel TE9c, se han recuperado tres fósiles humanos. El primer hallazgo fue en 2007 y se trataba de un fragmento de mandíbula; en 2008 y 2009 se recuperaron una falange y un fragmento de húmero (figura 4.16). Inicialmente, los restos fueron clasificados como *Homo antecessor*, la misma especie documentada en la unidad TD6 de Gran Dolina, pero su estudio en profundidad los ha separado de esa especie y, actualmente, están asignados a *Homo sp.* (Carbonell et al., 2008; Bermúdez de Castro et al., 2010).

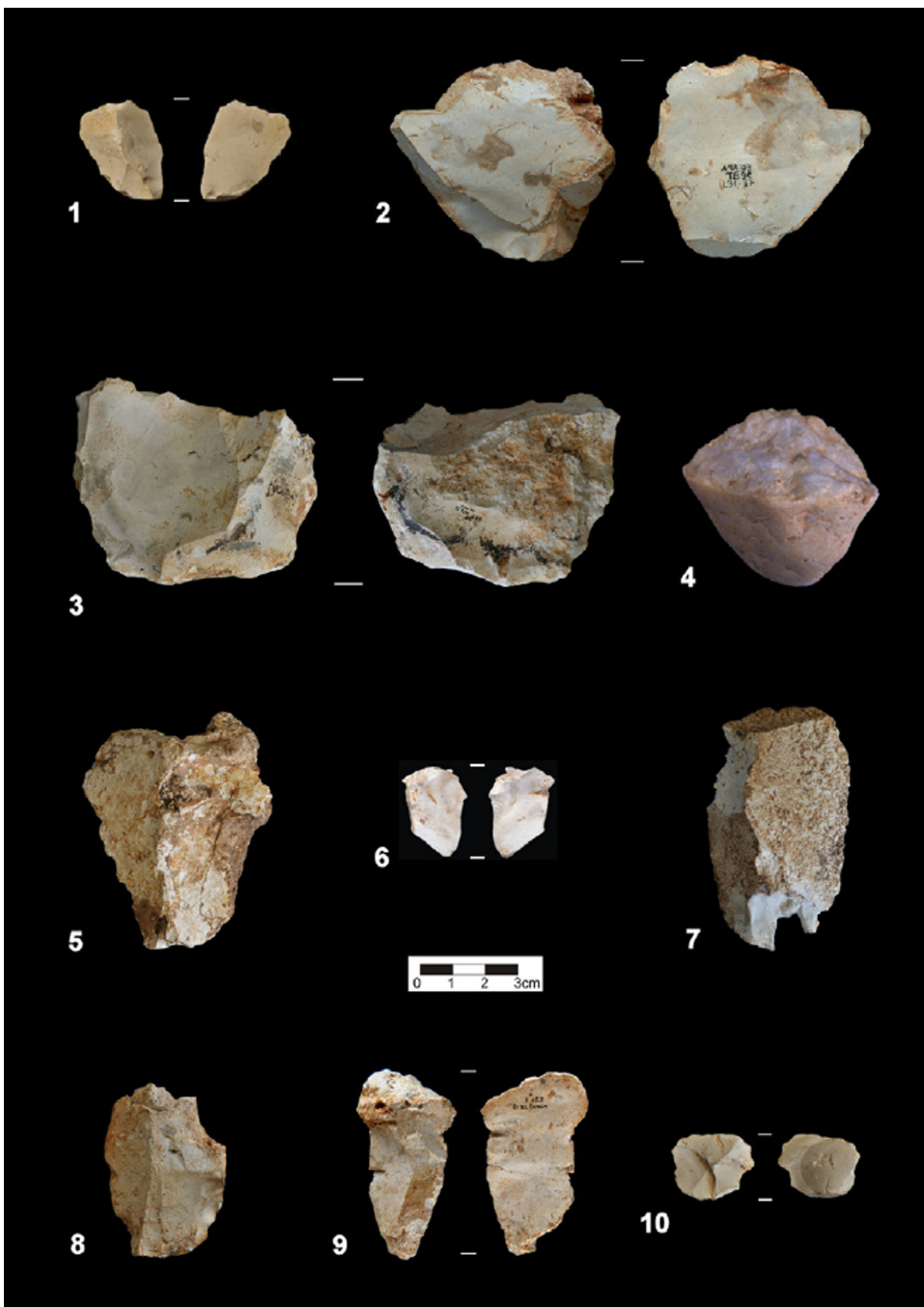


Figura 4.15. Selección de artefactos líticos recuperados en las unidades del Pleistoceno inferior de Sima del Elefante: unidad TE8, lasca en sílex cretácico (1); unidad TE9, lascas en sílex cretácico (2 y 6), lascas en sílex neógeno (5 y 7), núcleo en sílex cretácico (3) y pequeño nódulo fracturado en cuarzo (4); unidad TE13, configurados sobre lasca en sílex neógeno (8) y en sílex cretácico (9 y 10).



Figura 4.16. Vista vestibular y oclusal del fragmento de mandíbula recuperado en 2007 (TE9c_I31-19) y de la falange en 2008 (TE9c_I28-18) en Sima del Elefante

Galería

El Complejo Galería incluye tres áreas: una sala central conocida como Galería (TG), un corredor orientado hacia el norte denominado Cueva de los Zarpazos (TZ), y un conducto o chimenea vertical localizado al sur conocido como Tres Simas – Boca Norte o Trinchería Norte (TN). Actualmente, la Cueva

de los Zarpazos ya ha sido totalmente excavada y se está trabajando en los niveles intermedios de Galería y Trinchería Norte.

Tanto la Cueva de los Zarpazos como Trinchería Norte resultan especialmente importantes en cuanto al relleno y colmatado de sedimentos de la sala de Galería. Estos sedimentos de colmatación son de origen autóctono y alóctono, proviniendo estos últimos de diversas coladas desde TZ y del conducto de TN. El relleno se compone de 5 unidades, denominadas GI a GV, de base a techo (Pérez-González et al., 1999, 2001). La unidad GI está formada por sedimentos de origen autóctono, presenta el cambio de polaridad magnética Matuyama-Brunhes y es estéril en materiales arqueo-paleontológicos. Las unidades GII y GIII, de donde provienen los conjuntos más ricos, se han datado mediante diversos métodos en 420 ± 55 ka y 470 ± 40 ka y 260 ± 20 ka, respectivamente, mediante TL y IRSL. El nivel GIV, el último con evidencias de ocupación humana, ha sido datado en 185 ± 26 ka y el espeleotema que lo sella en 177 ± 23 ka, por ESR (Berger et al., 2008; Falguères et al., 2013). Estas dataciones ubican de manera contemporánea GII y GIII con la deposición del nivel superior TD10 de Gran Dolina. La unidad GV corresponde a un relleno vertical que representa la última obstrucción de la cavidad (figura 4.17).

Pese a que GII y GIII parecen ser niveles comparables cronológicamente a TD10, la composición de los conjuntos líticos y faunísticos de ambos yacimientos divergen considerablemente. La fauna de Galería (GII y GIII) está principalmente representada por caballos y ciervos y, en menor medida, bisontes y rinocerontes. Los restos de estos animales de talla media y grande pertenecen, principalmente, al esqueleto axial. También se han recuperado huesos de aves y lepóridos, si bien la representación esquelética de estos animales es más completa. Los huesos muestran un índice mayor de mordeduras de carnívoros que de marcas de corte, lo que sugeriría que el acceso antrópico a los herbívoros no sería primario (Díez Fernández-Lomana et al., 1999; Huguet et al., 1999, 2001). Por otra parte, Huguet y otros (1999, 2001) han apuntado hacia el alto índice de inmaduros y seniles en el conjunto, interpretándolo como un perfil de mortalidad catastrófico.

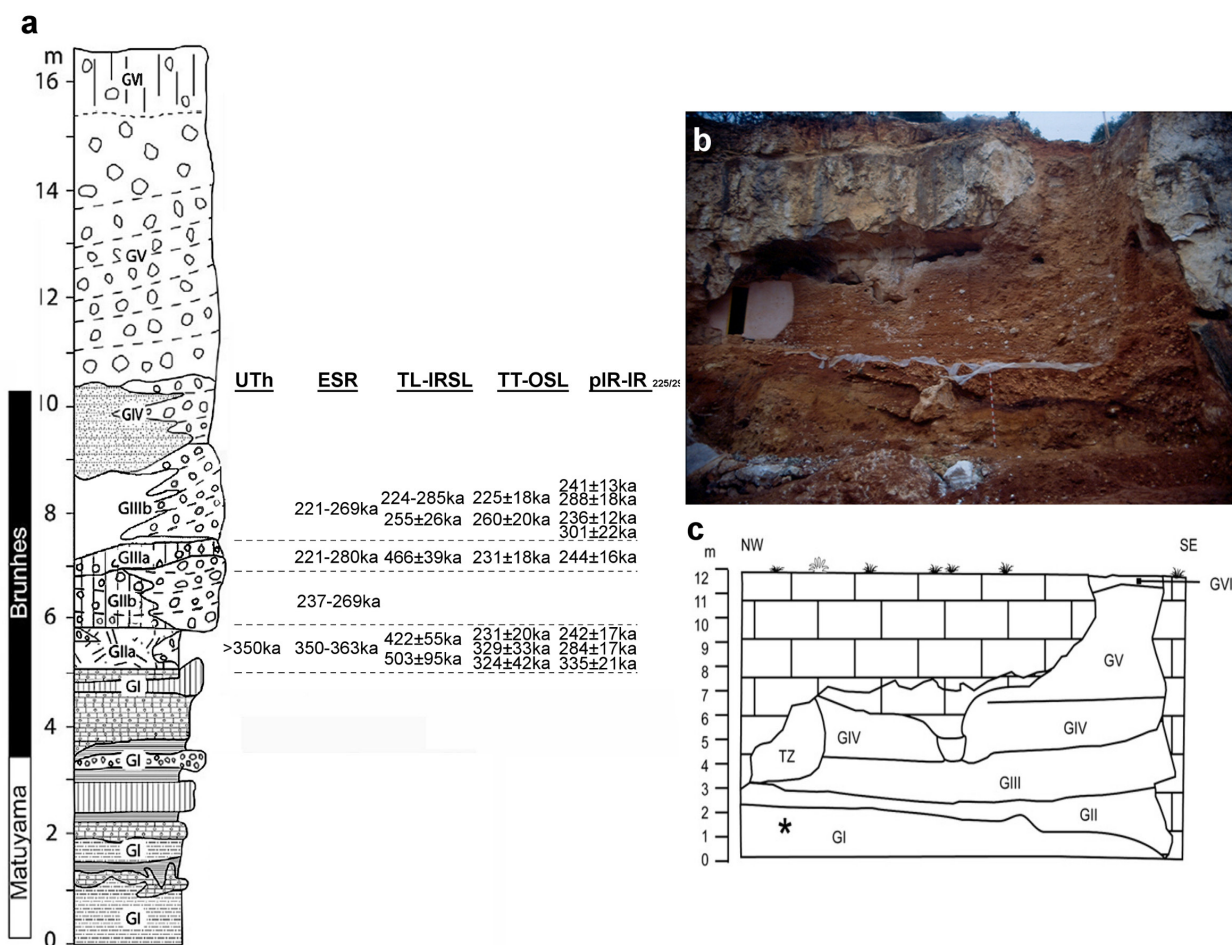


Figura 4.17. a) Secuencia estratigráfica de Galería con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad (foto de Al. Ortega) y c) su representación esquemática (modificado de García-Medrano et al., 2015).

Dentro del registro del Complejo Galería, también existen dos restos humanos. El primero, un fragmento mandibular (AT76-T1H), con los molares M2 y M3, se encontró fuera de un contexto estratigráfico claro pero sí proveniente de la unidad GII de TG-TN (Bermúdez de Castro y Rosas, 1992). El segundo fósil es un fragmento craneal hallado durante la campaña de 1995 en la entrada a TZ, en la base de la unidad GIII (Arsuaga et al., 1999). Ambos fósiles corresponden a individuos adultos y podrían pertenecer a la misma especie que los individuos de la Sima de los Huesos dados los rasgos similares y la cronología casi contemporánea de las unidades que los contienen (García-Medrano et al., 2017) (figura 4.6 y 4.18).

En cuanto a la industria lítica, el conjunto recuperado parece representar claramente el Modo

2 o Achelense. Existen escasas evidencias de talla in situ y se ciñen a secuencias cortas y sesgadas, de tipo expeditivo. Por el contrario, se han recuperado abundantes configurados de pequeño tamaño con un alto grado de estandarización y que parecen haber sido introducidas al yacimiento ya elaboradas, al igual que el gran volumen de LCT, como bifaces y hendedores (Mosquera, 1995; Ollé et al., 2005, 2013; García-Medrano et al., 2014, 2015) (figura 4.19).

Cáceres (2002, et al., 2010) ya señaló que las características de la cavidad y de los restos que en ella se han hallado, si bien no parecen propios de ocupación humana residencial, tampoco lo son de un cubil de carnívoros. Parece evidente que tanto la fauna como la lítica evidencian que Galería funcionó como una trampa natural de herbívoros explotada tanto por homínidos como por carnívoros. Los individuos más

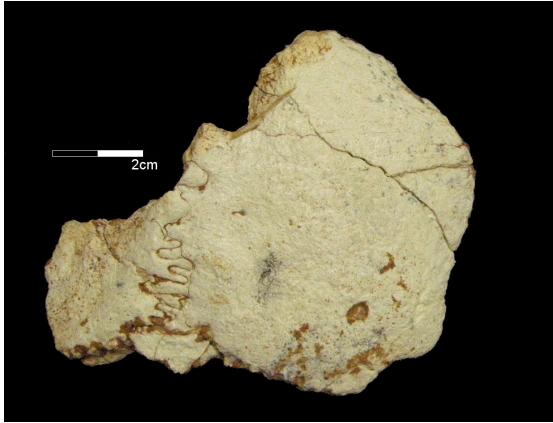


Figura 4.18. Vista mesial y oclusal del fragmento de mandíbula con las piezas dentales M2 y M3 (AT76-T1H) y fragmento craneal (AT95, GIII_K05-29) recuperados en el complejo Galería.

jóvenes y seniles caerían por el conducto vertical de TN y ya dentro de la cavidad, muertos o moribundos, serían presa de carnívoros que podrían acceder desde el mismo conducto o a través de TZ. Estos carnívoros consumirían totalmente los animales más pequeños y parcialmente los animales de talla media y grande. Los homínidos accederían a estas carcasas (de forma secundaria para la unidad GIII y primaria para GII) y aprovecharían las partes apendiculares, explotando la médula ósea de los huesos más largos. Esta explotación, y tal como señala la representación esquelética de los restos, se llevaría a cabo fuera de Galería (Díez Fernández-Lomana et al., 1999; Huguet et al., 1999; Cáceres, 2002).

Cueva Fantasma

Este yacimiento no está exactamente en la Trinchera de Ferrocarril, sino a unos 20 metros por encima del camino de la propia Trinchera. La apertura de esta cavidad, al contrario de que lo que sucedió con Gran Dolina, Galería y Sima del Elefante, no se produjo durante la construcción de la vía del ferrocarril sino durante los posteriores trabajos de cantería que se desarrollaron en la sierra.

En los años 2003 y 2005, Ana Isabel Ortega (investigadora del CENIEH) realizó diversos trabajos de prospección geofísica en la zona, concluyendo que era muy probable que existiese una potencia de casi veinte metros de relleno por debajo de los

escombros de cantería. Esta hipótesis se confirmó en 2015 cuando se hicieron nuevos trabajos geofísicos y se constató un espesor de más de 11 metros de sedimentos con contenido arqueo-paleontológico. Por ello, al año siguiente se iniciaron los trabajos de limpieza y adecuación de la zona para su excavación, y en el 2018 se inició la excavación de un sondeo en el sector afectado por la actividad de la cantera. En 2019 se ha instalado la cubierta del yacimiento y se empiezan las excavaciones exhaustivas en toda la superficie.

Durante los trabajos de limpieza se halló un resto humano. Se trataba de un fragmento de parietal recogido en sedimentos que parecen pertenecer al Pleistoceno superior (J. Vallverdú, com. pers.). La fauna asociada representa équidos, bóvidos y cérvidos, y pequeños carnívoros y coprolitos de hiena. El conjunto lítico, actualmente muy escaso, se compone de lascas simples y algunas raederas.

Las próximas excavaciones proporcionaran información más precisa sobre la cronología, los homínidos y la fauna que habitaron la cueva.

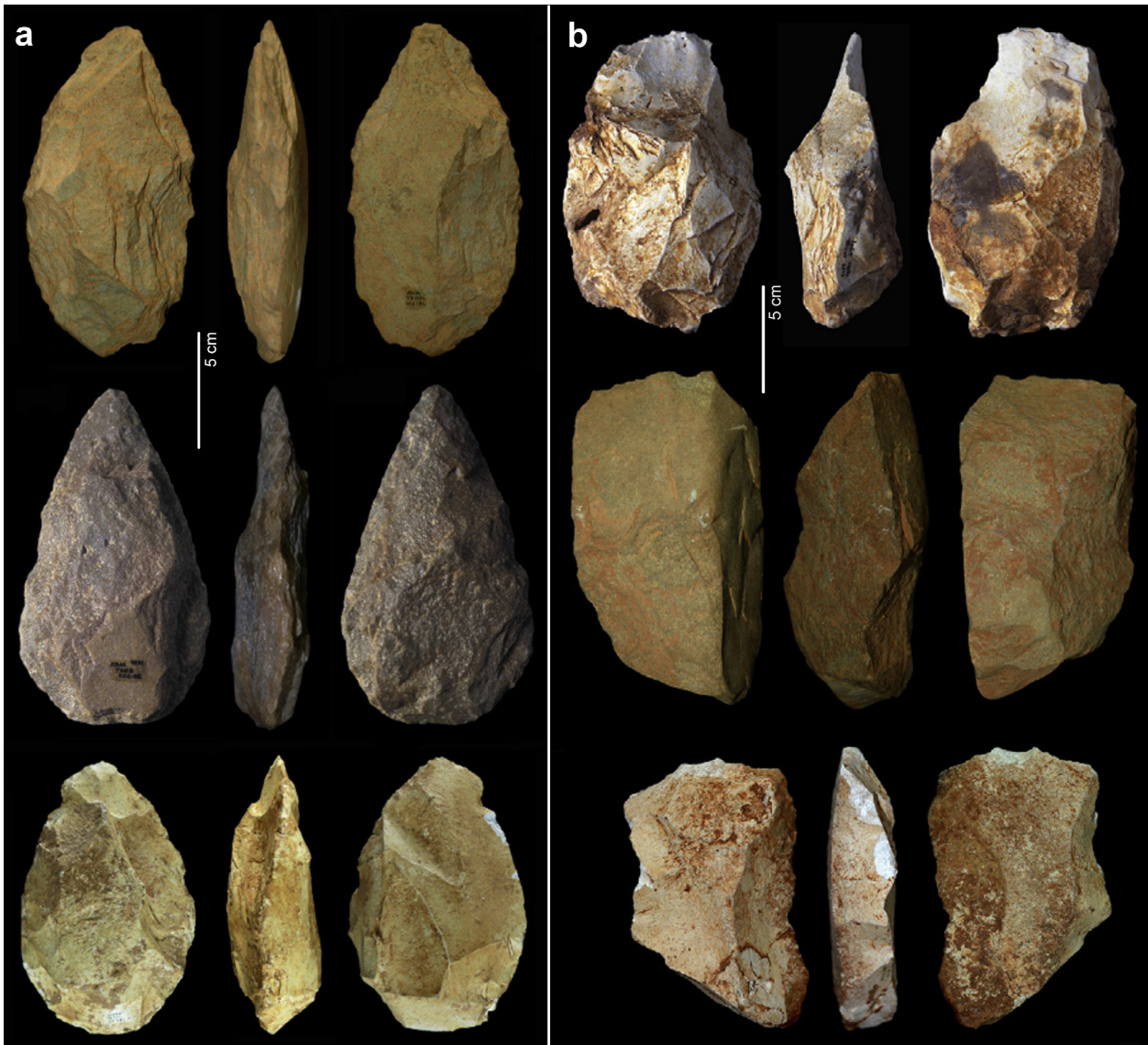


Figura 4.19. Selección de bifaces (a) y hendedores (b) de la sub-unidad GI1b de Galería (modificado de García-Medrano et al., 2014 y 2015).

5. GRAN DOLINA

Pese a que junto con Sima del Elefante y Complejo Galería es uno de los yacimientos de la Trinchera del Ferrocarril, se le asigna un apartado especial por contener el nivel a estudio en esta tesis doctoral.

Gran Dolina es el yacimiento más septentrional de la Trinchera del Ferrocarril y se localiza a apenas 30 metros de Galería. Es una paleosurgencia del karst de la Sierra de aproximadamente 18 metros de profundidad y que se relaciona con el nivel superior del sistema de Cueva Mayor (figura 4.5) (Ortega, 2009).

La realización de un sondeo de 6 m² en los años '90 permitió conocer la secuencia de este yacimiento en detalle y describir las unidades que lo formaban (Carbonell et al., 1999a; Pérez-González et al., 2001) (figura 5.1).

La estratigrafía de Gran Dolina se compone de 11 niveles litoestratigráficos, denominados de base de techo, de TD1 a TD11, formados entre el MIS 25 y el MIS 3. Existen dos grandes fases sedimentarias: los horizontes de TD1 y TD2 muestran sedimentos endógenos, y de TD3 a TD11 son de procedencia exógena, conteniendo estrictamente restos paleontológicos o en asociación con restos de presencia humana (Parés y Pérez-González, 1999; Pérez-González et al., 2001; Parés et al., 2013).

El tramo inferior de Gran Dolina se caracteriza por estar dividido por un saliente rocoso; esta división condiciona la formación de los depósitos en la base (TD1, TD2, TD3, TD4 y TD5). Para la correcta identificación de los niveles en ambos lados del saliente, se diferenciaron los rellenos en base a

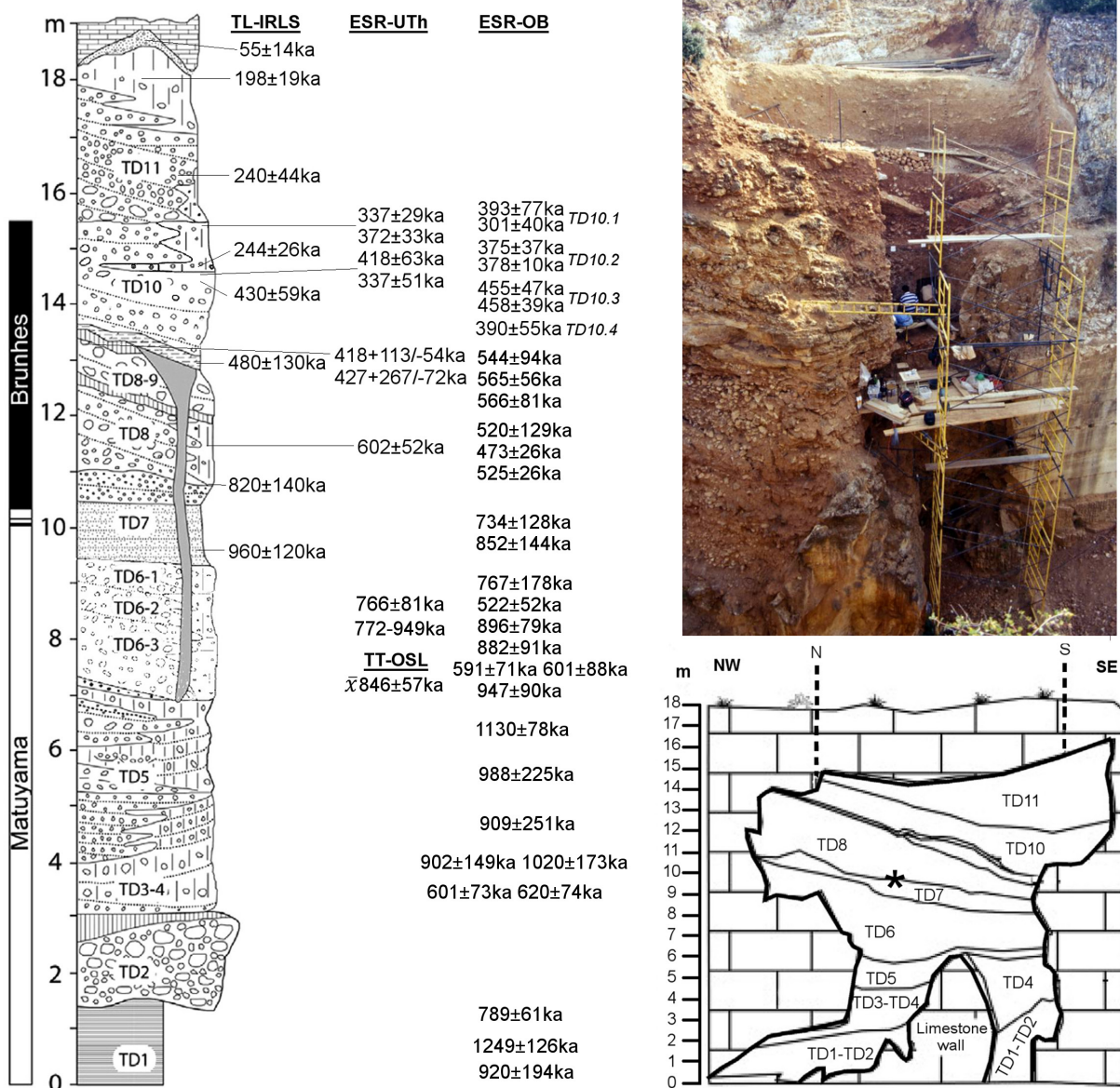


Figura 5.1. a) Secuencia estratigráfica de Gran Dolina con las dataciones disponibles. b) Perfil estratigráfico de la cavidad (foto: Bermúdez de Castro) y c) su representación esquemática (modificado a partir de Berger et al., 2008; Falguères et al., 2013; Moreno et al., 2015; Ollé et al., 2016 y Duval et al., 2018).

su posición cardinal, siendo E (TDE) o W (TDW). Esta nomenclatura fue básica ya que la relación de los depósitos de ambos lados no resultó fácil de establecer.

A continuación, se describen los niveles de la secuencia de Gran Dolina a partir de los estudios de Parés y Pérez-González (1995, 1999), y de Vallverdú (2017), de las descripciones de Rodríguez (et al., 2011); Huguet (2007), Ortega (2009), Blasco (2011), Rodríguez-Hidalgo (2015) y Parés (et al., 2018) y

de las dataciones de Falguères (et al., 1999, 2013), Berger (et al., 2008), Arnold (et al., 2015), Moreno (et al., 2015) y Álvarez-Posada (et al., 2018):

- **TD1 – TD2:** los sectores E y W de estos niveles han podido correlacionarse y se ha eliminado esta especificación (Rodríguez et al., 2011). Estos niveles están formados por facies endógenas caracterizadas por matrices arcillosas depositadas en contextos de baja energía. El paleomagnetismo del nivel TD1, de carácter negativo, presenta una breve excursión

positiva que se identificaría con el evento Jaramillo (ca. 1 Ma) o con el Coob Mountain (ca. 1.2 Ma) (Pérez-González et al., 2001).

Los sedimentos de TD1 se ven alterados por una importante imbricación de bloques y calizas angulosas resultado de alguna serie de colapsos del techo y/o paredes, que forman el nivel TD2. El techo de esta unidad está sellado por un espeleotema de aproximadamente 60 cm (Ortega, 2009). El volumen de bloques presentes en TD2 junto con la erosión que muestra el espeleotema que lo cubre, evidencian la apertura al exterior de la cueva en este momento.

- **TD3 – TD4:** al igual que en TD1 y TD2, los sectores E y W han sido correlacionados y unificados bajo la nomenclatura de TD3-4, presentando una potencia cercana a los 2 m y ubicándose inmediatamente por encima del espeleotema de TD2. La base del nivel la conforma una brecha de clastos angulosos de caliza en una matriz de arcillas arenosas. El techo de esta unidad lo forman diversas coladas de clastos y bloques calizos y lutitas prismáticas rojas (Parés y Pérez-González, 1999).

La predominancia de restos de úrsidos entre el conjunto de fauna, sugiere un uso de la cavidad como osera de hibernación (Rosell et al., 1998). La presencia humana se ha constatado por el hallazgo de un conjunto de herramientas, que muestran estrategias de reducción simples, y marcas de corte en los restos de fauna (Carbonell y Rodríguez, 1994; Carbonell et al., 2001, 2014; Rodríguez-Álvarez, 2004). El hallazgo de este conjunto lítico a inicios de los años '90 supuso una revisión de las teorías que abogaban por un poblamiento de Europa "reciente" o anterior a los 500 ka y atrasaban la cronología hasta el Pleistoceno inferior.

Las dataciones por ESR indicaban unas fechas de 0.91 ± 25 ka (Moreno et al., 2015), corroboradas por los análisis paleomagnéticos más recientes que señalan su formación en un momento post-Jaramillo (< 0.9 Ma) (Álvarez-Posada et al., 2018).

- **TD5:** esta unidad presenta un paquete inferior separado por la pared de caliza y una parte superior continua de este a oeste. Recientemente, su sección oriental se ha reasignado como unidad TD4.

La sección occidental, por el contrario, muestra un hiato respecto a TD4 formado por grandes bloques angulosos y lutitas rojas con microconglomerados formados por flujos de agua.

La parte superior de TD5, continua de este a oeste, tiene un espesor de unos 50 cm y lo forman lutitas rojas prismáticas con restos de microfauna. Abundantes restos de osos y de hienas sugieren su uso como osera y cubil. La presencia humana es puntual, evidenciada por escasas herramientas líticas y marcas de corte en diversos huesos.

- **TD6:** esta unidad presenta un espesor de 2 – 2.5 m, con alto contenido en clastos y lutitas y arenas finas, ordenándose hacia la parte superior. En este paquete superior, donde las arenas se estratifican, se encuentra el conocido *Estrato Aurora*, un estrato de 25 cm de potencia formado por lutitas rojizas y bloques calizos, en el que se han hallado más de un centenar de fósiles humanos clasificados como *Homo antecessor* (Bermúdez de Castro et al., 1999; 2008; 2017; Carbonell et al., 2010) (figura 5.2). Las dataciones efectuadas arrojan fechas de 770 ± 117 ka, 676 ± 101 ka por ERS y U-Th, 856 ± 75 ka y 831 ± 90 ka por TT-OSL, con una media de 846 ± 57 ka, y 960 ± 120 ka por TL (en la base de TD7) (Berger et al., 2008; Arnold et al., 2015). La más reciente datación por ESR sobre uno de los dientes humanos ha fechado este horizonte en una horquilla cronológica entre 624-949 ka (Duval et al., 2018).

Los restos humanos se han hallado sin ninguna conexión anatómica y mezclados con el resto de la fauna. Esta disposición de aparente "deshecho" junto con la presencia de marcas de corte y de mordeduras humanas sobre las superficies de los huesos, evidencian la práctica más antigua de canibalismo documentada hasta la fecha (Saladié et al., 2011, 2012). Campaña (et al., 2016) sugirió un aporte natural, causado por procesos postdeposicionales, de los restos humanos y del conjunto de fósiles del nivel; estudios tafonómicos sobre la fauna y sobre los remontajes líticos se contraponen a esta hipótesis dada la posición *in situ* de los restos líticos (Saladié et al., 2011; Mosquera et al., 2018).

El conjunto tecnológico de TD6 contempla más de 1000 piezas, repartidas entre las subunidades



Figura 5.2. Restos de *Homo antecessor* recuperados en el nivel TD6 de Gran Dolina (foto: MNCN)

TD6.3 (=84), TD6.2 (=831) y TD6.1 (=124). Este conjunto ha sido interpretado como representativo de la evolución y diversificación del Modo 1 europeo, dada la diversidad de materias primas empleadas, la configuración de pequeños útiles y una cierta estandarización de estos. Estos rasgos más evolucionados conviven claramente con los rasgos más arcaicos de este modo, como la explotación orientada a la obtención de lascas (Carbonell et al., 1995, 1999b; Mosquera et al., 2018).

- **TD7:** esta unidad muestra dos fases sedimentarias: la primera fase, inferior, la forman calcarenitas amarillas, mientras que la segunda fase, superior, la conforman conglomerados de clastos soportados y brechas. En el límite superior de TD7 se encuentra el cambio paleomagnético Matuyama – Brunhes (0.77 ka) y la base de éste ha sido fechada por termoluminiscencia en 960 ± 120 ka. Se han hallado algunos macromamíferos, como el *Stephanorhinus etruscus*, en conexión anatómica, y una única lasca de cuarzo.

- **TD8:** nivel de aproximadamente 3 m de espesor en su extremo más occidental acunado hacia el este, donde se presenta un grosor de 1 m, generado por diversas coladas desde una boca de entrada ubicada en el norte teórico de la excavación. TD8 está formado por lutitas rojas brechificadas y clastos angulosos. Las dataciones U-Th sitúan la formación de esta unidad en torno al 602 ± 52 ka y la TL en 816 ± 140 ka (Falguères et al., 1999, 2013; Berger et al., 2008).

Actualmente se diferencia entre TD8a, superior, y TD8b, inferior. TD8a es un paquete estéril; TD8b ha proporcionado un conjunto faunístico caracterizado por especies de ungulados y carnívoros, siendo preeminentes los gamos. Buena parte de los restos de herbívoros evidencian marcas de mordeduras de carnívoros, y no existe testimonio de presencia humana.

- **TD8/9:** durante unos trabajos de perfilado de la sección de Gran Dolina, se identificó una nueva

unidad que previamente, durante la excavación del sondeo bioestratigráfico, había sido asociada a TD8 y denominada TD8b (Cuenca-Bescós et al., 2001). TD8/9 es un depósito de arcillas encajado entre dos capas estalagmíticas con abundantes restos de lepóridos. La asociación de microfauna fecha esta unidad en < 500 ka y la costra estalagmítica que sella esta unidad se ha datado en 418+113/-54 ka y 427+267/-72 ka (Falguères et al., 2013).

- **TD9:** se trata de un paquete de unos 35 cm de espesor principalmente compuesto en su base por arenas rojo-amarillentas y una parte superior de guano marrón verdoso. Durante los trabajos del sondeo, se recuperaron cuatro artefactos líticos. Las dataciones por termoluminiscencia arrojan una fecha de 480±130 ka (Berger et al., 2008).

- **TD10:** es un depósito de un grosor máximo de 3 m, que contiene cuatro subunidades litoestratigráficas denominadas TD10.1 a TD10.4 de techo a base, siendo TD10.1 una de las unidades que más registro ha proporcionado (120,000 restos de fauna y 35,000 de lítica). Además, el conjunto lítico muestra caracteres propios el Modo 2 o Achelense y del Modo 3 o Musteriense, lo que resulta de vital importancia para entender la transición tecnológica de un modo a otro en el sur de Europa y oeste del Mediterráneo (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 2004; Menéndez, 2009; Ollé et al., 2013, 2016) (figura 5.3).

Son numerosas las dataciones realizadas en esta unidad; en general, los métodos empleados (TL-IRLS, ESR-UTh, ESR-OB) proporcionan un marco cronológico bastante acorde entre sí, a pesar de la existencia de ciertas discrepancias. Las dataciones más recientes situarían esta unidad entre 350-450 ka (Falguères et al., 1999, 2001; Berger et al., 2008; Arnold et al. 2015; Arnold y Demuro, 2015) (fig. 5.1).

Referente al nivel TD10, existen algunas contradicciones entre las especies de micromamíferos y las de los anfibios y reptiles escamosos (Cuenca-Bescós et al., 2005; Blain et al., 2008). Mientras que los micromamíferos señalarían hacia un entorno con predominio de un ambiente abierto y seco, con ausencia de grandes bosques, la herpetofauna indica

la presencia de espacios húmedos y de agua a lo largo de toda la secuencia de Gran Dolina. Únicamente la parte superior de TD10 presentaría unas condiciones más áridas y frías en invierno y veranos más suaves (Blain et al., 2008, 2009). Las contradicciones entre los micromamíferos y la herpetofauna puede deberse, por tanto, a razones tafonómicas.

En el siguiente capítulo se detallará este nivel en profundidad al ser el continente del conjunto lítico estudiado.

- **TD11:** depósito de 3 m de potencia con alternancia de bloques y lutitas rojas en matriz arenarcillosa. Es una unidad estéril en cuanto a materiales arqueológicos y colmata por completo la cavidad de Gran Dolina. Las dataciones ubican su formación entre 240±44 y 55±14 ka (Berger et al., 2008).

Los resultados de diversos análisis paleoclimáticos indican que no se produjeron grandes cambios a lo largo de la secuencia de Gran Dolina, descartando la existencia de condiciones climáticas muy severas (Blain et al., 2009; Cuenca-Bescós et al., 2010, 2011; Rodríguez et al., 2011). Tal y como describe Rodríguez-Hidalgo (2015), existen dos fases en las que Gran Dolina sería un emplazamiento de alta frecuentación antrópica (TD6 y TD10), otras dos fases en las que la presencia humana sería de carácter más puntual (TD4, TD5 y TD9), y en tres fases la cavidad no sería habitada o empleada por grupos humanos sino por carnívoros y otros mamíferos (TD5, TD7 y TD8).

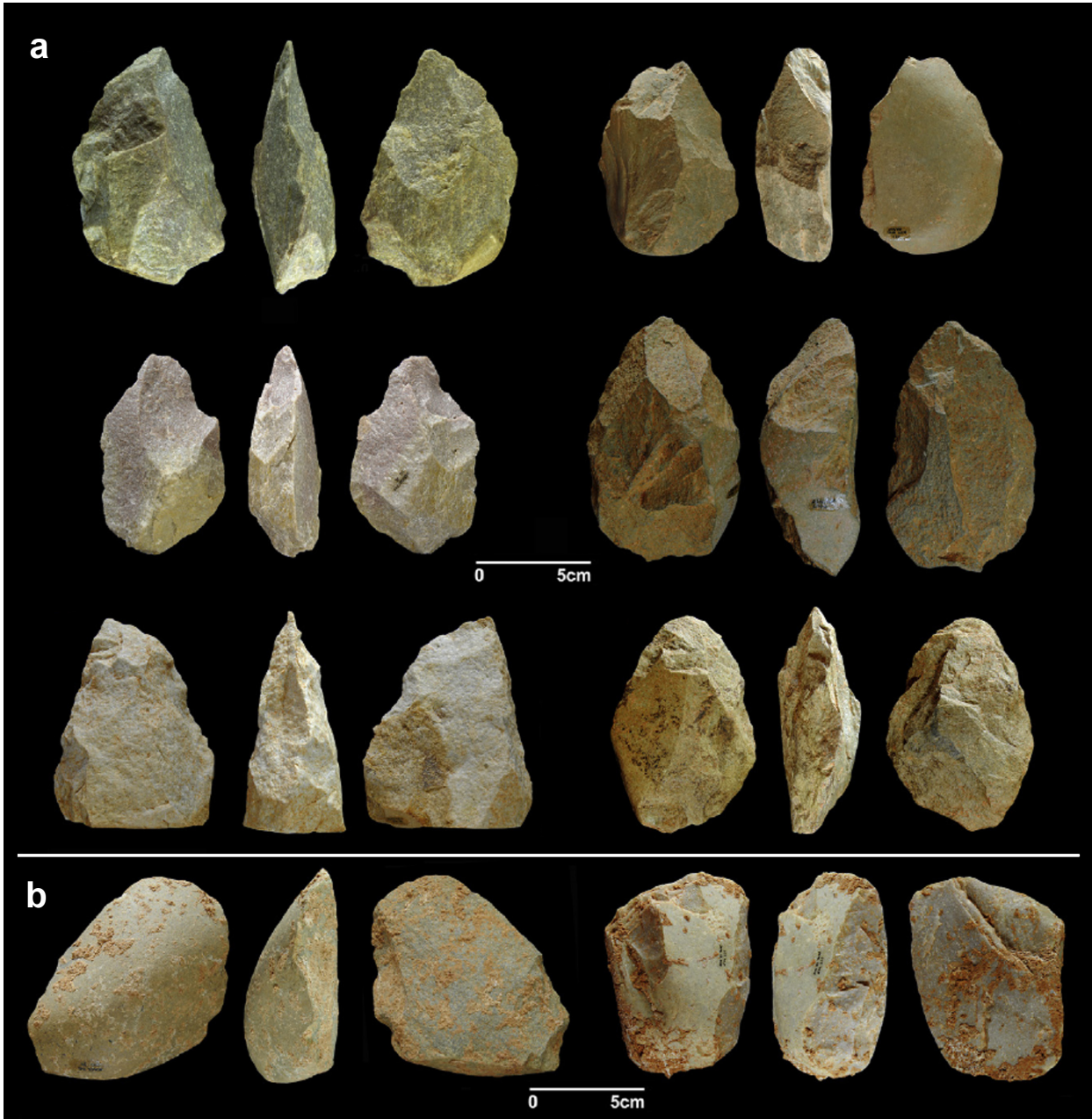


Figura 5.3. Selección de bifaces (a) y hendedores (b) de la unidad TD10.1 de Gran Dolina (modificado de García-Medrano et al., 2015).

6. TD10

TD10 es la unidad más reciente que contiene registro arqueopaleontológico, situándose su formación entre los 250-450 ka aproximadamente, lo que correspondería con los estadios isotópicos MIS11 – MIS8 (Berger et al., 2008; Falguères et al., 2013; Moreno et al., 2015) (figura 5.1). Su formación se sitúa en un momento en el que la cavidad se encuentra abierta al exterior, por lo que sus aproximadamente tres metros de espesor lo forman sedimentos exógenos. Este paquete presenta dos fases sedimentarias: una inferior, en contacto con TD9 y de unos 20-30 cm de espesor, compuesta por microconglomerados en matriz arenosa y lutitas y con muy pocos bloques, y una superior de más de 2.5 metros de potencia, con grandes bloques y gravas angulares en matriz arcillosa rojizo-amarillenta (Pérez-González et al., 2001) (figura 6.1). Se identificaron cuatro subunidades litoestratigráficas denominadas TD10.4 a TD10.1, de base a techo.

Los análisis micromorfológicos sobre TD10 señalan hacia un retroceso progresivo de la bóveda de la cavidad y con dos puntos de entrada de relleno sedimentario localizados en el noroeste y en el suroeste que condicionarían la deposición y orientación de los sedimentos (Mallol y Carbonell, 2008; Vallverdú, 2013). Mallol definió la subunidad TD10.1 como un depósito de entrada de cueva, bien conservado, y compuesto por fragmentos de la estructura de la cavidad en arcillas limosas originadas con la degradación de un suelo cercano. El depósito se desarrollaría en gradación de muro a techo, desde una sedimentación con un alto aporte de restos antrópicos (base de TD10.1) a una sedimentación más rápida provocada por el desmantelamiento del techo de la cavidad y una exposición mayor al exterior (2004; et al., 2008).

La excavación de esta unidad ha sido

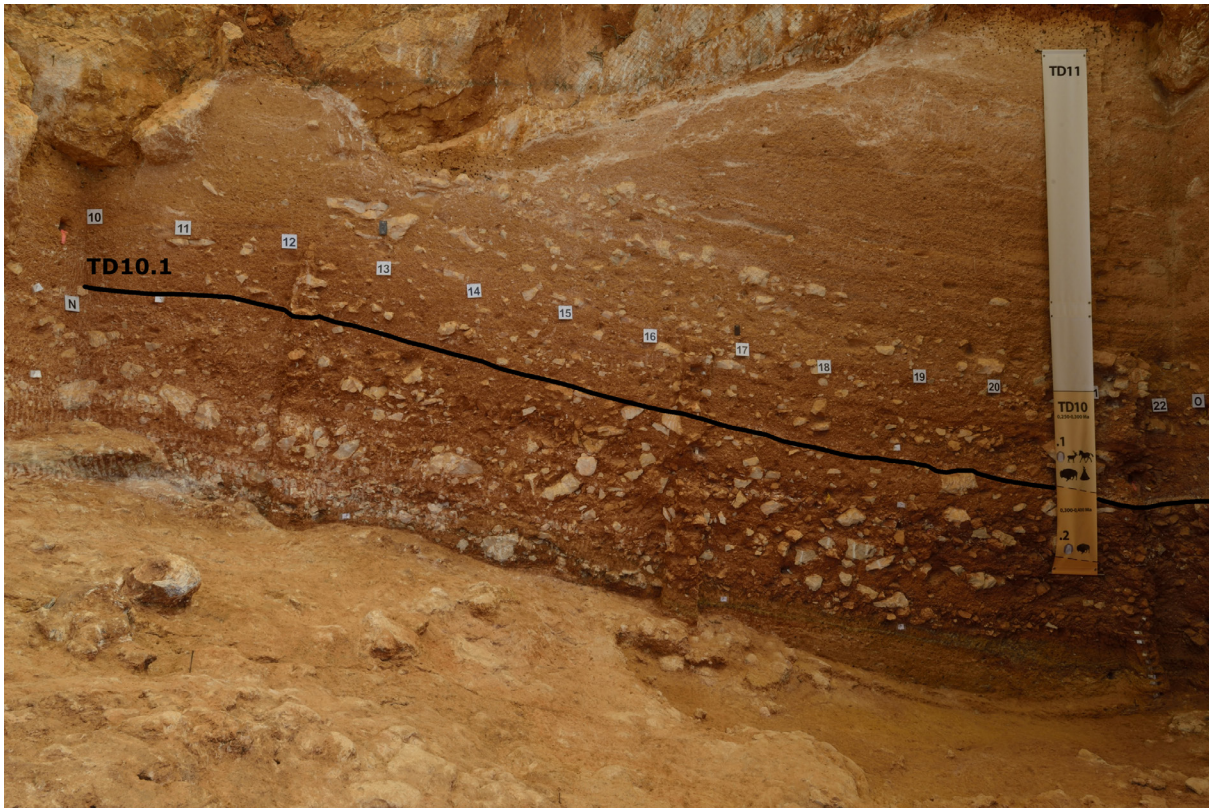


Figura 6.1. Vista frontal de Gran Dolina y del nivel TD10 en que se evidencia la pendiente noreste de la superficie de excavación (foto de A. Ollé)

recientemente finalizada y ya se trabaja en el nivel subyacente TD9. TD10 es uno de los niveles de la Sierra de Atapuerca con más extensión excavada (> 95 m²) y con más densidad de materiales, habiéndose recuperado casi 120,000 restos faunísticos y 35,000 de lítica, buena parte de ellos en los conocidos como “lechos de huesos” de los subniveles TD10.1 y TD10.2 (figura 6.2). En estas grandes acumulaciones existe una muy alta densidad de restos de fauna altamente antropizada y de restos líticos, algunos de ellos configurados como instrumentos (Rodríguez-Hidalgo, 2015). Esta densidad se extiende ininterrumpidamente por toda la superficie y se adentra en las secciones norte y este teóricas del yacimiento¹, por lo que se desconocen los límites reales de la cavidad y el volumen de materiales es probablemente mayor al recuperado.

Con el objetivo de aislar al máximo los niveles de ocupación que forman los palimpsestos de las subunidades TD10.1 y TD10.2, se han realizado

¹ Las orientaciones señaladas en este capítulo y en adelante en referencia a la unidad TD10, se presentan como puntos cardinales teóricos en los que el Norte es la sección opuesta a la Trinchera del Ferrocarril. Este Norte teórico se encuentra a 38,21° del Norte geográfico real.

varias aproximaciones arqueoestratigráficas. La primera, llevada a cabo por Obregón (2012) sobre la subunidad TD10.1, se basa en la identificación de unidades discretas indivisibles y separadas por vacíos estratigráficos; estas unidades, pese a que no garantizan la sincronía de los elementos que en cada una de ellas se engloban, sí permiten una cierta resolución ocupacional. Se identificaron 8 arqueoniveles, denominados de la *a* a la *h* de techo a muro, con un espesor que oscila entre los 8-20 cm, y con una superficie variable que va desde los 6 m² hasta la totalidad de la superficie de excavación (figura 6.3).

La segunda, encabezada por Rodríguez-Hidalgo (2015), y centrada en la unidad TD10.2, también se basó en toda una serie de proyecciones verticales y horizontales con el objetivo de detectar la capa de mayor densidad de materiales para su estudio. En base a ese objetivo, se descartaron las zonas más periféricas, dado que mostraban una densidad menor, y se centró en un paquete de unos 35 cm de espesor a lo largo de aproximadamente 55 m², junto a las secciones este y norte del yacimiento



Figura 6.2. Sección este donde se visualicen las mantas de huesos de TD10.1 y TD10.2 junto con una foto del cuadro L20 en plena manta durante la campaña de 2002 (foto de A. Ollé)

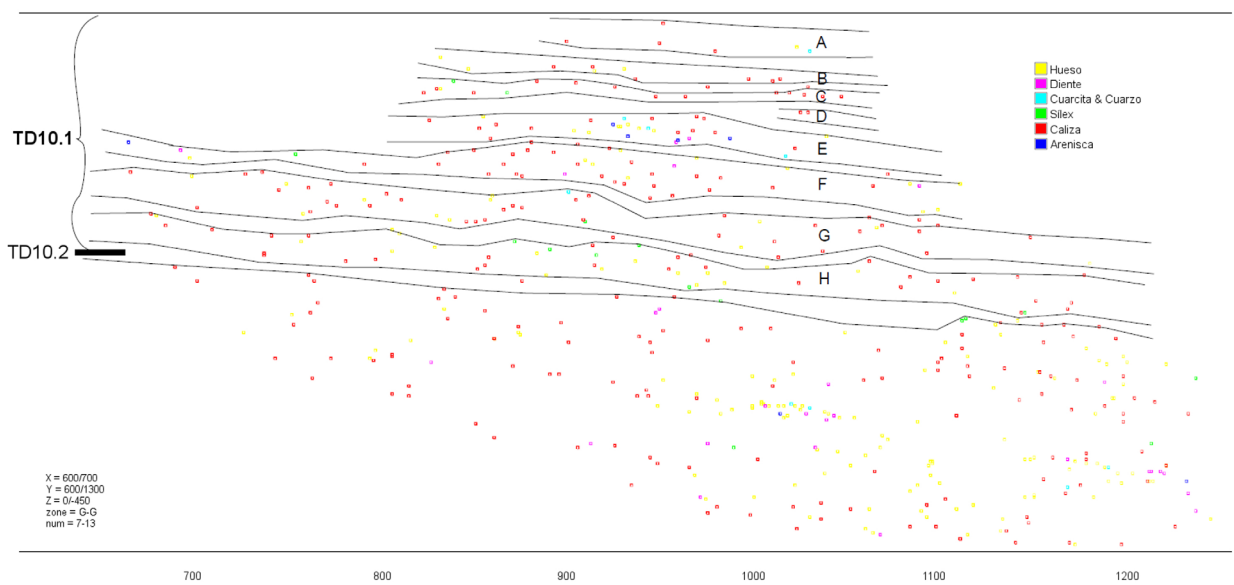


Figura 6.3. Proyección de las ocho unidades arqueostratigráficas identificadas en TD10.1 (modificado de Obregón, 2012).

(figura 6.4).

Como se ha comentado anteriormente, la formación de TD10 se data entre los estadios MIS8 y MIS11. La fecha media por ESR/U-Th para la parte superior de la secuencia de TD10.1 es de 337 ± 29 ka, y la datación directa con este mismo método para la base o lecho de huesos, es de 379 ± 57 ka (muestra AT9606, Falguères et al., 1999). Los datos más recientes por ESR-OB son consistentes con estas fechas para la secuencia superior, pero rejuvenecen ligeramente la parte inferior (Moreno et al., 2015). Actualmente, se está llevando a cabo una revisión geocronológica integral de toda la secuencia de TD10; el muestreo se basa en una selección sistemática de grano único y su datación por TT-OSL y pIR-IR (Arnold y Demuro, 2015).

En la subunidad TD10.2, las dataciones mediante la misma técnica de ESR/UTH proporcionan unas fechas de 418 ± 63 ka y 337 ± 51 ka, si bien el método de TL rejuvenece su formación a una edad media de 244 ± 26 ka (Falguères et al., 1999, 2013;

Parés y Pérez-González, 1999; Berger et al., 2008).

Las dataciones más recientes realizadas por Moreno (et al., 2012, 2015) con ESR-OB, fechan TD10.1 en 393 ± 77 ka y 301 ± 40 ka, TD10.2 en 375 ± 37 ka y 378 ± 10 ka, TD10.3 en 455 ± 47 ka y 458 ± 39 , y TD10.4 en una fecha un tanto discordante de 399 ± 55 ka. Estos resultados se alinean mejor con los obtenidos mediante ESR y U-series que con los de TL-IRSL (figura 5.1).

La bioestratigrafía en base a los micro y macrovertebrados es acorde con las dataciones absolutas disponibles. El conjunto faunístico de TD10 se relaciona con la unidad faunística FU6 de Atapuerca, que en este caso también engloba las unidades TD8 y TD8-9, y contiene restos de hasta 18 especies de macromamíferos, 22 especies de micromamíferos, 10 especies de anfibios, 8 especies de reptiles y escamosos y 1 especie de lagomorfo (tabla 6.1). Dentro de este amplio abanico de especies, es particularmente importante la presencia de determinados taxones como el *Stephanorhinus*

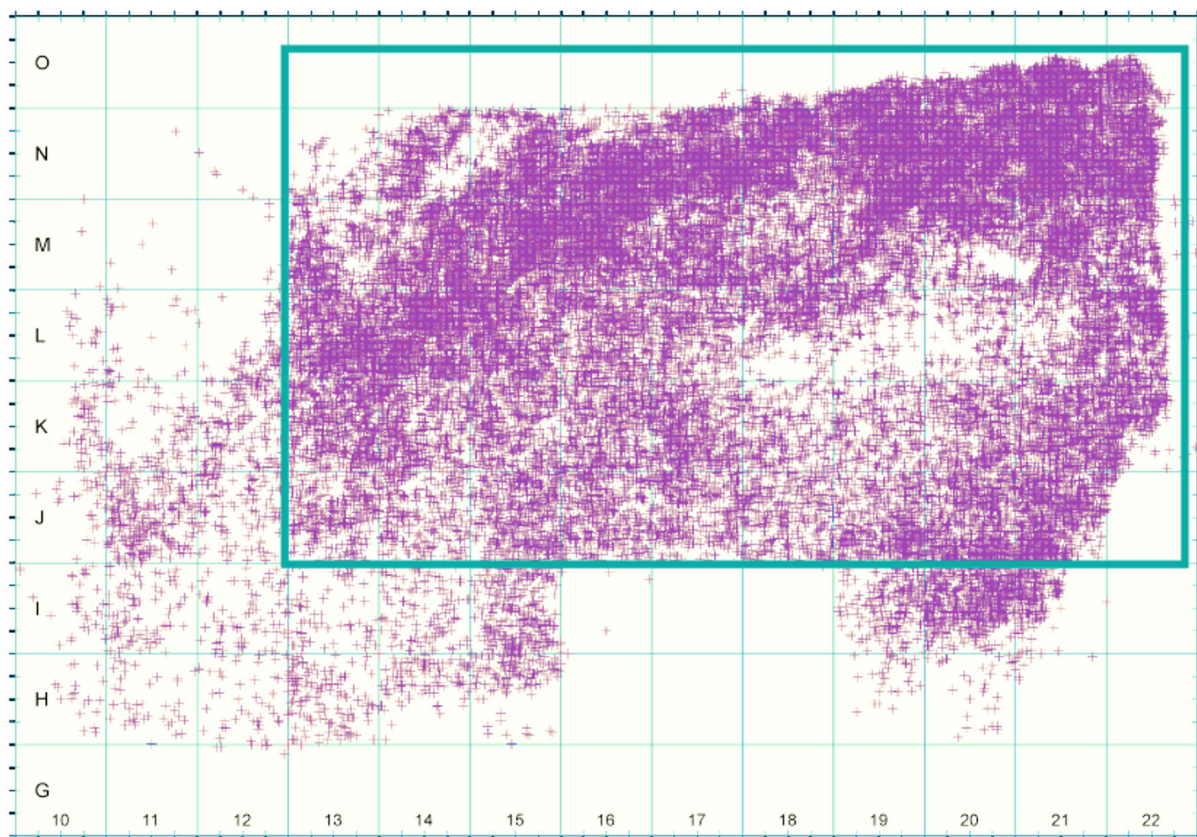


Figura 6.4. Proyección en planta de los restos faunísticos coordinados en el lecho de huesos de TD10.2. El recuadro indica la procedencia de los materiales analizados para la tesis de Rodríguez-Hidalgo (modificado de Rodríguez-Hidalgo, 2015).

etrucus, *Equus altidens*, *Dama vallonnetensis*, *Homotherium* cf. *latidens* y *Bison* cf. *voigtstedtensis*, dado que sus restos suponen su última aparición, y *Terricola atapuerquensis*, *Iberomis brecciensis*, *Allocricetus correzensis*, *Canis lupus*, *Panthera leo fossilis*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus ferus*, *Dama dama clactoniana* y *Bison schoetensackil*, que representan su primera aparición (Rosell et al., 1998; Rodríguez et al., 2011; Rodríguez-Hidalgo, 2015).

Esta asociación faunística, y especialmente la de micromamíferos y herpetofauna, evidencian unas condiciones suaves a lo largo de toda la secuencia y sin

condiciones extremas de tipo glaciario, especialmente en la unidad superior, TD10. La asociación de los microvertebrados, sin embargo, es parcialmente contradictoria: mientras que los micromamíferos señalan hacia un hábitat abierto y seco, sin grandes masas boscosas, los anfibios y reptiles apuntan a un ambiente más húmedo y frondoso. Esta diferencia podría explicarse tanto por motivos tafonómicos como por las fluctuaciones entre las estaciones. En cualquier caso, las temperaturas serían ligeramente superiores a las actuales y las precipitaciones mucho más abundantes, lo que muy probablemente sería el factor determinante para la presencia de

Carnívoros		<i>Linx</i> sp.	<i>Panthera leo</i>
		<i>Homotherium</i> sp.	<i>Felis silvestris</i>
		<i>Meles meles</i>	<i>Canis lupus</i>
		<i>Ursus</i> sp.	Mustelidae indet.
		<i>Vulpes vulpes</i>	Canidae indet.
Ungulados y sub-ungulados		<i>Bison schoetensacki</i>	<i>Bison</i> sp.
		<i>Dama dama clactoniana</i>	<i>Stephanorhinus</i> cf. <i>hemitoechus</i>
		<i>Equus ferus</i>	<i>Capreolus priscus</i>
		<i>Cervus elaphus priscus</i>	<i>Equus</i> cf. <i>hydruntinus</i>
Micromamíferos	Insectívoros	<i>Talpa</i> cf. <i>europa</i>	<i>Sorex minutus</i>
		<i>Sorex</i> sp.	<i>Galemys</i> sp.
		<i>Crocidura</i> sp.	<i>Neomys</i> sp.
		<i>Erinaceus europaeus</i>	
	Quirópteros	<i>Myotis</i> sp.	<i>Moniopterus schreibersii</i>
		<i>Rhinolophus</i> sp.	
	Roedores	<i>Sciurus</i> sp.	<i>Allocricetus correzensis</i>
		<i>Elyomys quercinus</i>	<i>Microtus arvalis</i>
		<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Microtus agrestis</i>
		<i>Marmota</i> sp.	<i>Pliomys lenki</i>
		<i>Terricola atapuerquensis</i>	<i>Arvicola sapidus</i>
		<i>Iberomys brecciensis</i>	<i>Myodes</i> sp.
Anfibios	<i>Alytes obstetricans</i>	<i>Hyla arborea</i>	
	<i>Pelobates cultripes</i>	<i>Rana temporaria</i>	
	<i>Pelodytes punctatus</i>	<i>Rana</i> cf. <i>dalmatina</i>	
	<i>Bufo bufo</i>	<i>Rana</i> (<i>temporaria</i>) sp.	
	<i>Bufo calamita</i>	<i>Pelophylax (ridibunda)</i> sp.	
Reptiles escamosos	Lacertidae indet.	<i>Coronella</i> cf. <i>girondica</i>	
	<i>Anguis fragilis</i>	<i>Rhinechis scalaris</i>	
	<i>Natrix</i> cf. <i>maura</i>	<i>Vipera</i> cf. <i>aspis</i>	
	<i>Coronella austriaca</i>	<i>Vipera</i> cf. <i>latasti</i>	
Lagomorfos	<i>Oryctolagus</i> sp.		

Tabla 6.1. Taxones de macro y microfauna documentados en la unidad TD10.

determinados proxies paleoambientales (Blain et al., 2008; Cuenca-Bescós et al., 2010; Rodríguez et al., 2011) (figura 6.5).

Los datos polínicos refuerzan los datos de los micromamíferos ya que, si bien existe un cierto cambio a lo largo de la secuencia, la presencia de especies como los árboles de tipo mediterráneo o las gramíneas, señalan que el clima fue relativamente templado. En TD10.4 se documenta un aumento de

las especies Poaceae en contraposición a las especies mediterráneas, lo que apuntaría hacia unos espacios más abiertos. En TD10.3, las especies mediterráneas presentes son mínimas, con las Poaceae dominando casi por completo el espectro polínico. Esta situación mejorará considerablemente en el horizonte de TD10.2, cuando la vegetación mediterránea experimentará una considerable recuperación, volviéndose dominante junto con especies místicas ya en TD10.1 (Rodríguez et al., 2011) (figura 6.5).

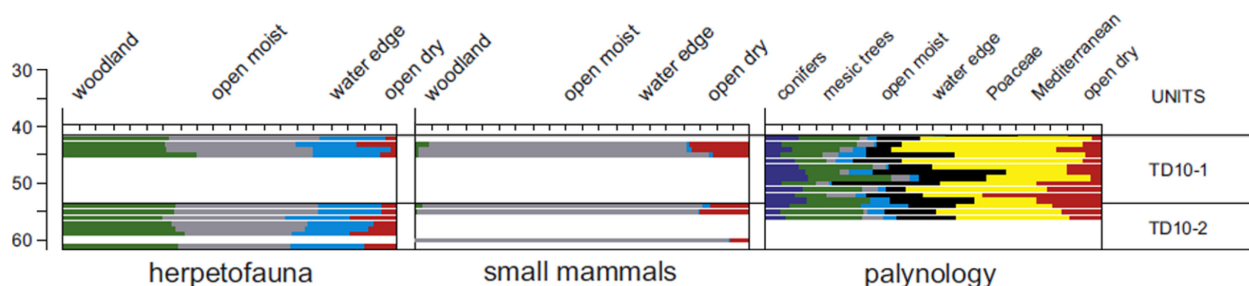


Figura 6.5. Reconstrucción paleoecológica de las subunidades TD10.1 y TD10.2 a partir de los microvertebrados (micromamíferos, anfibios y reptiles escamosos) y los análisis polínicos (modificado de Rodríguez et al., 2011).

En lo que respecta a la industria lítica, TD10.1 y TD10.2 son las dos subunidades mejor analizadas hasta la fecha y muestran similitudes y diferencias en su composición. TD10.3 y TD10.4 siguen bajo estudio y a la espera de la publicación de los primeros resultados.

Tanto TD10.1 como TD10.2 presentan un uso de las materias primas líticas locales, con un abastecimiento de las síliceas en la misma Sierra de Atapuerca y las fluviales o detríticas en los cursos fluviales, a apenas 2 km de los yacimientos (García-Antón, 2002; García-Antón y Mosquera, 2007). Sin embargo, el porcentaje de uso de estas materias primas varía substancialmente de una subunidad a otra: si bien la materia más empleada en TD10.1 es el sílex neógeno, con más de un 51.2% del total, la cuarcita y la arenisca también contemplan un volumen considerable de elementos (> 17% cada una de ellas) y, en menor medida, el sílex cretácico (6.6%), el cuarzo (3.2%) y la caliza (0.3%). Por el contrario, en TD10.2, el sílex neógeno supone más del 90% del conjunto, empleándose de manera casi exclusiva la cuarcita y la arenisca para grandes configurados (Ollé

et al., 2013).

La variabilidad también se hace evidente dentro de los mismos subniveles. En el caso de TD10.1, en su parte superior encontramos una abundancia de bases naturales y artefactos configurados, con una cierta escasez de productos intermedios tales como lascas corticales y/o de retoque. Los núcleos muestran métodos de talla unipolar y multipolar, y evidencia de una jerarquización de las caras explotadas. Las secuencias de talla son sesgadas y fragmentadas, en las que una parte de la reducción se realiza fuera del asentamiento y que han sido interpretadas como resultado de ocupaciones cortas y esporádicas. La base de TD10.1, por el contrario, presenta un alto volumen de lascas y deshechos propios del ejercicio de la talla. Se han documentado elementos que representan todos los estadios de las secuencias de producción, desde lascas de descortezado hasta núcleos en diferentes grados de explotación y configurados de diversas tipologías. El conjunto se caracteriza por la presencia de un importante número de núcleos bipolares y discoides, algunos sobre grandes lascas, y de *Large Cutting Tools* (LCT). Las secuencias muestran una diversidad

y estandarización orientadas a la obtención de lascas de medio y pequeño formato pero manteniendo elementos propios del Achelense final europeo (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 2004; Ollé et al., 2013; Terradillos-Bernal y Rodríguez-Álvarez, 2014; García-Medrano et al., 2015; de Lombera-Hermida et al., *submitted*) (figura 6.6).

En el caso de TD10.2, se documentan secuencias de talla completas sobre sílex, con una reducción de tipo bifacial centrípeto y con una incipiente jerarquización de las caras. Existe un mayor porcentaje de LCT (en referencia a TD10.1) y los configurados de talla media y pequeña más abundantes son las raederas, los denticulados y las puntas, estos dos últimos muy estandarizados en su forma carenada (figura 6.7).

Parece evidente, que a lo largo de la secuencia de TD10 (y a la espera de los análisis de TD10.3 y TD10.4), se produce un progresivo desarrollo de la preparación y configuración del núcleo previo a su explotación, principalmente de tipo centrípeto con

tendencia hacia el discoide y Levallois. También se documenta una gradual disminución del porcentaje de grandes configurados en favor de una producción de herramientas de medio y pequeño formato, a la vez que se incrementa la estandarización y diversidad morfológica de estos útiles. Así, las características tecnológicas de los conjuntos de TD10.1 y TD10.2 reflejan, tal como han afirmado diversos investigadores, una transición local entre el Modo 2 y el Modo 3 (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 2004; Menéndez, 2009; Terradillos-Bernal y Díez-Fernández-Lomana 2012; Mosquera et al., 2013; Ollé et al., 2013, 2016; Terradillos-Bernal y Rodríguez-Álvarez 2014; Terradillos-Bernal, 2013; de Lombera-Hermida et al., *in press*). Esta industria tendría un símil en los niveles coetáneos del yacimiento de Galería (García-Medrano et al., 2015).

Los análisis de huellas de uso, hasta el momento referentes a TD10.1 y muy limitadas a la muestra de cuarcita debido a la alteración que presentan los objetos de sílex, han permitido constatar actividades interpretadas como propias de ocupaciones con un



Figura 6.6. Materiales líticos de TD10.1 (modificado de de Lombera-Hermida et al., *corrected proof*.)

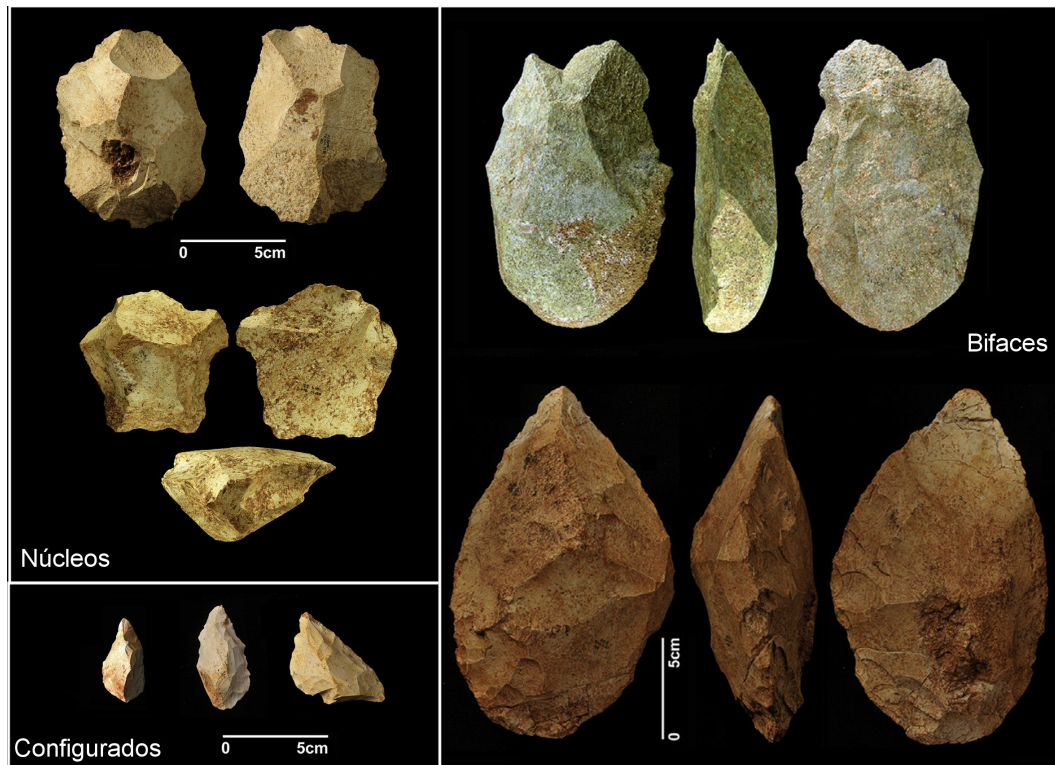


Figura 6.7. Materiales líticos de TD10.2 (modificado de Ollé et al., 2016a)

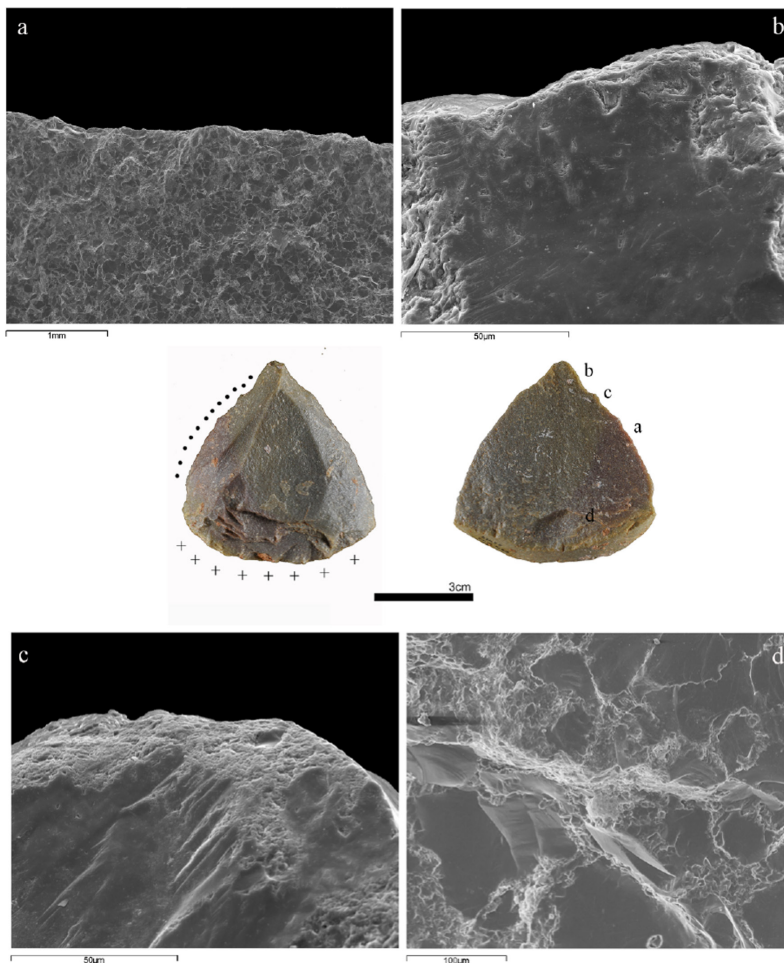


Figura 6.8. Uno de los tres artefactos con marcas de empuñadura. ATA00_TD10-N20-66. Las trazas de uso señalan hacia un uso para el raspado de pieles en su borde derecho (a, b). Las cruces señalan la localización de las trazas asociadas al empuñadura (extraído de Pedernana, 2017).

alto grado de estructuración (Márquez et al., 2001; Pedergrana, 2017). Más allá de las actividades de carnicería, que son las mejor documentadas, diversos artefactos muestran señales del trabajo de la piel y de acciones sobre vegetales duros (madera). La mayor estandarización de los instrumentos puede relacionarse con una cierta adecuación a actividades específicas, aunque la muestra estudiada no ha permitido establecer relaciones directas entre tipos concretos y acciones específicas. Todo ello encaja con la interpretación del conjunto como producto de ocupaciones de tipo campamento residencial (Márquez et al., 2001; Pedergrana 2017; Pedergrana y Ollé 2019). Además, Pedergrana (2017) documentó el enmague en al menos tres artefactos de TD10.1 (figura 6.8).

6.1. TD10.1

Como se ha comentado anteriormente, en TD10.1 se identifican dos paquetes sedimentarios: el techo de la subunidad denominado TD10.1-sup, anteriormente considerado TD11, y la parte inferior, *Lower* TD10.1, en cuya parte basal se encuentra el comúnmente conocido como “lecho de huesos”. Este lecho se extiende a lo largo de toda la superficie expuesta del nivel, volviéndose mucho más densa y espesa hacia la esquina noreste e identificándose con el arqueonivel H (Obregón, 2012) (figura 6.9 y 6.10).

Los análisis micromorfológicos de los sedimentos basales de TD10.1 sugieren una diagénesis leve, resultado de una estasis sedimentaria o de unas ratios de sedimentación muy lentas a lo largo de las intensas ocupaciones humanas. Por ello, existen pocas evidencias de perturbaciones físicas y químicas postdeposicionales (Mallol y Carbonell, 2008). Los estudios tafonómicos sobre los restos faunísticos corroborarían estos datos (Rosell y Blasco, 2009; Blasco et al., 2013).

Esta sedimentación pausada sería la causante del grueso palimpsesto de ocupaciones superpuestas y de difícil distinción. Los múltiples eventos de ocupación se solapan e imbrican, habiéndose interpretado únicamente el nivel arqueostratigráfico *h* (o “la manta”) como un nivel resultado de un uso

prolongado de este lugar como campamento base, con poca evidencia de acceso secundario y modificación de los restos por parte de los carnívoros (Obregón, 2012; Rodríguez-Hidalgo, 2015; de Lombera-Hermida et al., in press).

Fauna y vegetación

La abundancia de restos de fauna recuperados en esta subunidad, y principalmente de los materiales de la *manta*, ha permitido el desarrollo de diversos estudios faunísticos y tafonómicos en profundidad (Rosell, 2001; Blasco, 2011; Rodríguez-Hidalgo, 2015) y de abundantes publicaciones internacionales (Rosell et al., 1998, 2011; Rosell y Blasco, 2009; Blasco et al., 2010, 2013; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015; Saladié et al., 2018; entre otros).

El conjunto de TD10.1 muestra una predominancia de más del 80% de *Cervus elaphus* (NMI=7) y *Dama dama clactoniana* (NMI=2), y de cérvidos no identificados a nivel taxonómico (NMI=8); también están presentes *Bison schoetensacki* (NMI=2), *Equus ferus* (NMI=2) y *Equus cf. hydruntinus* (NMI=1), y *Stephanorhinus cf. hemitoechus* (NMI=1). En menor medida, y siendo su presencia casi testimonial, y con un NMI de 1, se han identificado restos de *Hemitragus bonali* y *Capreolus priscus*. Los restos de carnívoros también son escasos: un radio de *Panthera leo*, un húmero distal de *Felis silvestris* y dos fragmentos de fémur de *Canis lupus* o *Cuon alpinus europaeus*. La talla media se encuentra principalmente representada por un NMI de 3 *Oryctolagus* sp. indet. (Rodríguez-Hidalgo, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2015). En total, suman un mínimo de 34 individuos, de los cuales 26 son adultos, 7 son juveniles y 1 único individuo es viejo (tabla 6.2).

Esta alta densidad de restos ha sido interpretada por Rodríguez-Hidalgo (2015, et al., 2015) como resultado de un campamento base residencial en el que se desarrollaron gran variedad de actividades, entre ellas las de carnicería. La caza mayor sería el principal mecanismo de obtención de recursos cárnicos, principalmente de cérvidos en su edad adulta, lo que sugiere una cierta especialización, pero también de otras especies entre las que se encuentran los grandes felinos (Blasco et al., 2010). Tras la caza de estos animales, se seleccionarían

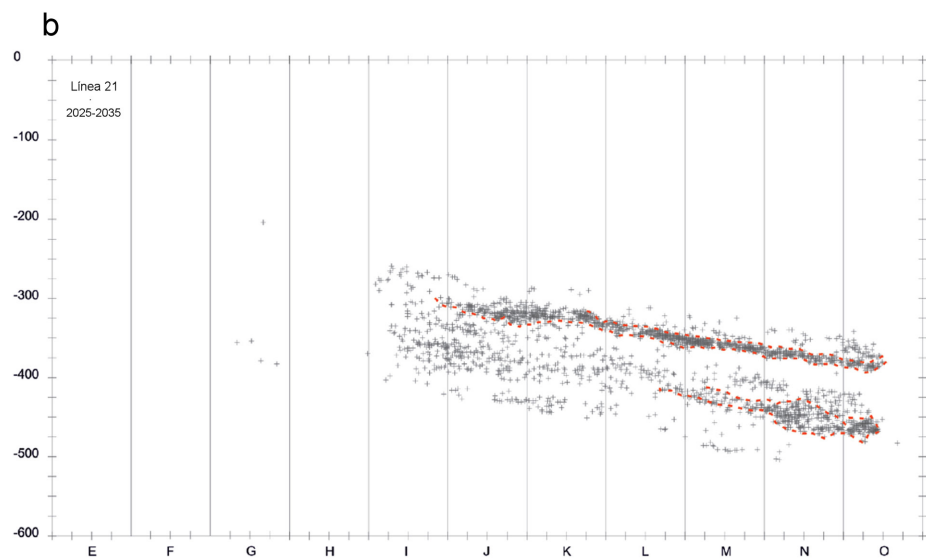
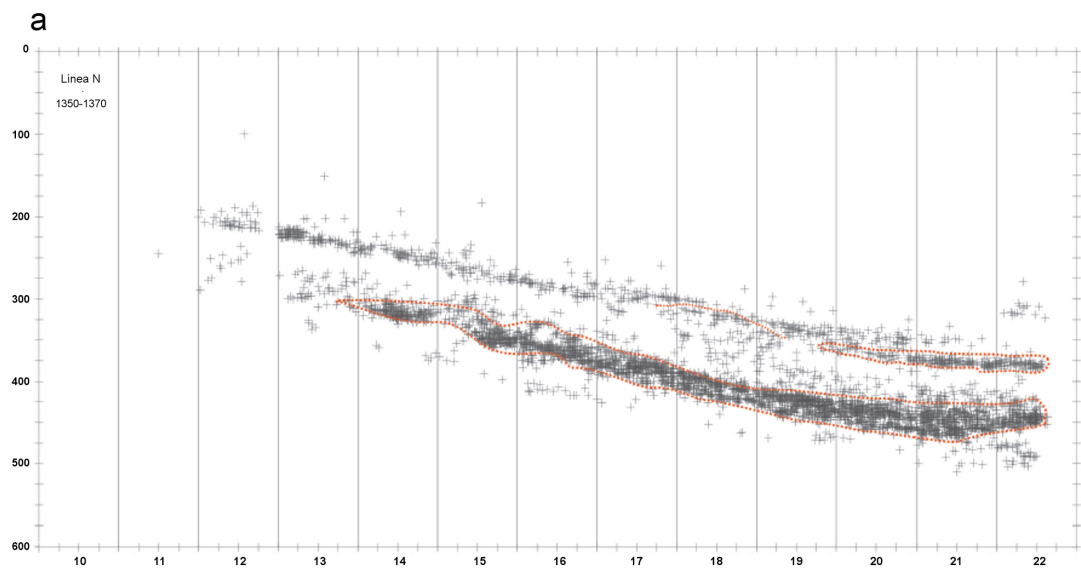
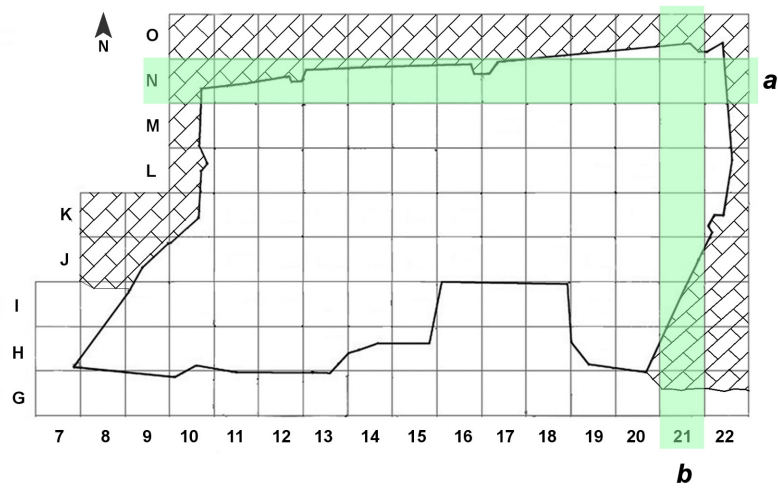


Figura 6.9. Planta y proyección de los materiales de las subunidades TD10.1 y TD10.2 en las líneas N (a) y 21 (b) (extraído de Rodríguez-Hidalgo, 2015).

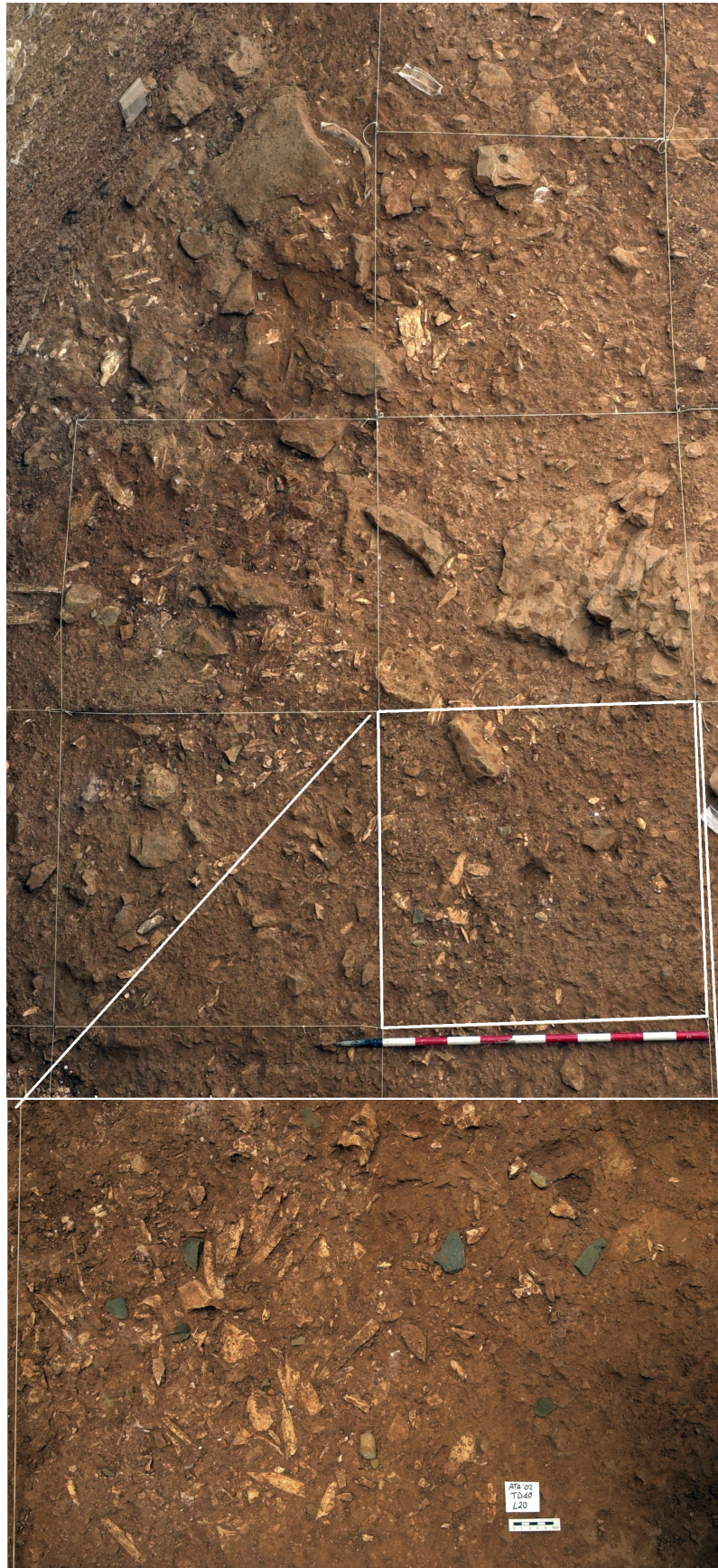


Figura 6.10. Proyección de la manta de TD10.1 en planta y en detalle del cuadro L20 durante la campaña de 2002 (foto de A. Ollé)

Taxón	NISP	%	NME	%	NMI	Juv.	Adult.	Viejo	CM	%	PM	%	HTM	%
<i>Cervus / Dama</i> sp. indet.	1484	79.6	325	71.1	8	4	12	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cervus elaphus</i> <i>priscus</i>	22	1.2			7				397	44	167	52	19	29
<i>Dama dama</i> <i>clactoniana</i>	9	0.5			2									
<i>Bison</i> <i>schoetensaki</i>	136	7.3	46	10.1	2	0	2	0	40	4.4	11	3.4	1	1.5
<i>Equus</i> sp. indet.	132	7.1	45	9.8	1	1	3	0	-	-	-	-	-	-
<i>Equus ferus</i>	2	0.1			2				27	3	8	2.5	0	0
<i>Equus</i> cf. <i>hydruntinus</i>	1	0.1			1									
<i>Stephanorhinus</i> cf. <i>hemitoechus</i>	46	2.5	12	2.6	1	1	0	0	3	0.3	2	0.6	0	0
<i>Hemitragus</i> <i>bonali</i>	3	0.2	3	0.7	1	0	1	0	0	0	0	0	2	3
<i>Capreolus priscus</i>	5	0.3	4	0.9	1	0	1	0	1	0.1	0	0	0	0
<i>Panthera leo</i>	1	0.1	1	0.2	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-
<i>Canis / Cuon</i> sp. indet.	2	0.1	2	0.4	1	1	0	0	1	0.1	0	0	0	0
<i>Felis silvestris</i>	1	0.1	1	0.2	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-
<i>Oryctolagus</i> sp. indet.	16	0.9	15	3.3	3	0	3	0	-	-	-	-	-	-
Ave	4	0.2	3	0.7	2	0	2	0	-	-	-	-	-	-
Total NISP - NME - NMI	1864	-	457	-	34	7	26	1	-	-	-	-	-	-
Talla muy grande	12	-	2	-	-	-	-	-	2	0.2	1	0.3	0	0
Talla grande	119	-	23	-	-	-	-	-	167	18.5	58	18	8	12
Talla media	1759	-	11	-	-	-	-	-	208	23.1	68	21	31	47
Talla pequeña	148	-	18	-	-	-	-	-	12	1.3	2	0.6	4	6.1
Talla muy pequeña	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inderterminados	2092	-	0	-	-	-	-	-	44	4.9	5	1.6	1	1.5
Total	6994	-	511	-	-	-	-	-	902	-	322	-	66	-

Tabla 6.2. Principales índices de cuantificación estimados para la muestra faunística del lecho de huesos de TD10.1 y frecuencia de las modificaciones antrópicas por grupos taxonómicos: marcas de corte (CM), percusiones (PM) y mordeduras humanas (HTM) (modificado de Rodríguez-Hidalgo, 2015).

determinadas partes esqueléticas para su transporte al asentamiento. El transporte, pese a las modificaciones de carnívoros que existen en el conjunto faunístico, parece diferencial en función a las tallas de peso de los animales y basado en el alto rendimiento de médula ósea. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en el Paleolítico medio europeo, por lo que conjuntos como los de TD10.1 señalan hacia una emergencia de estas tendencias en momentos anteriores, como mínimo hasta el Achelense final.

Como se ha comentado anteriormente, los análisis sedimentarios, bioestratigráficos y polínicos de la secuencia de TD10 señalan una evolución desde ambientes más fríos y húmedos a ambientes más abiertos y templados. En TD10.1 esta dinámica se completa en una apertura del paisaje con prados húmedos, pero con ambientes boscosos cercanos que podrían localizarse próximos a los cursos hídricos, como sugieren a su vez los pólenes de especies de flora mediterránea junto con los de árboles de ribera (Rodríguez et al., 2011; Cuenca-Bescós et al., 2011). Las estimaciones de temperatura y precipitación realizadas por Blain (et al., 2008), sugieren unas condiciones más cálidas y húmedas que las actuales, con una media de 2º C más y unas precipitaciones más abundantes.

Industria lítica

El conjunto tecnológico de TD10.1 se elaboró sobre seis tipos de materia prima: sílex neógeno, sílex cretácico, arenisca, cuarcita, cuarzo y caliza (García-Antón, 2002; García-Antón y Mosquera, 2007). El sílex neógeno se encuentra en las inmediaciones de la sierra; los afloramientos sub-primarios y secundarios proporcionan bloques de hasta 1 m de longitud. La calidad de esta materia prima puede variar mucho entre bloques, siendo frecuente la presencia de geodas, fisuras, etc. Pese a esto, su inmediata disponibilidad y el gran formato de los soportes parecen haber facilitado su selección y uso, siendo la materia prima más empleada en los asentamientos.

En la misma sierra de Atapuerca también se encuentran los afloramientos de las variedades de sílex cretácico de Rasa de San Vicente, con nódulos de hasta 15 cm de longitud, y Valdecuende, de buena calidad pero con nódulos de menor tamaño.

De los cercanos ríos Arlanzón, Vena y Pico se obtienen los cantos de caliza, arenisca y cuarcitas de grano medio y grueso. Estas cuarcitas se presentan en soportes de medio y gran tamaño, lo que facilita su uso como elementos de percusión o para la producción de grandes herramientas. Las cuarcitas y cuarzos de grano más fino y, por tanto de mejor calidad, provienen de las formaciones de conglomerados de Arenas de Utrillas, a menos de 5 km del yacimiento, y pueden ser hallados tanto *in situ* como en las terrazas del río Vena, que erosiona la formación y desplaza algunos cantos (de Lombera-Hermida et al., *submitted*) (figura 6.11).

Se ha documentado un uso compartido de estas materias primas en todas las unidades de Gran Dolina, si bien los porcentajes de éstas varían en cada unidad y subunidad. El sílex es la materia prima más empleada, sobre todo su variedad de sílex neógeno. El sílex cretácico está muy presente, principalmente para la elaboración de útiles configurados de pequeño formato. En TD10.1^{sup} existe una clara predominancia del sílex (*ca.* 65%), pero en la base de TD10.1 los materiales fluviales ganan importancia llegando a suponer casi el 40% del conjunto.

Para el cuarzo se presenta una situación similar a la de la cuarcita, si bien en un porcentaje mucho menor (3.4%); los nódulos de mejor calidad se orientan a la producción de lascas y configurados (de Lombera-Hermida et al., *submitted*).

En TD10.1, se han identificado todas las categorías líticas y, por tanto, están representadas todas las fases de producción y configuración lítica. A pesar de los escasos núcleos hallados, más de la mitad del conjunto está formado por elementos lascas, siendo los restos de talla o *debris* los predominantes y evidenciando la importancia de las actividades de talla desarrolladas en el lugar (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 2004; Ollé et al., 2013). Los elementos de mayor tamaño, así como algunas LCT, se elaboran sobre areniscas y cuarcitas de granulometría fina. Los percutores, por el contrario, se suelen seleccionar de entre areniscas más toscas y cuarcitas de grano grueso, y su tamaño influye directamente en su uso: aquellos con unas dimensiones de entre 50-100 mm muestran marcas de golpeo y percusión,

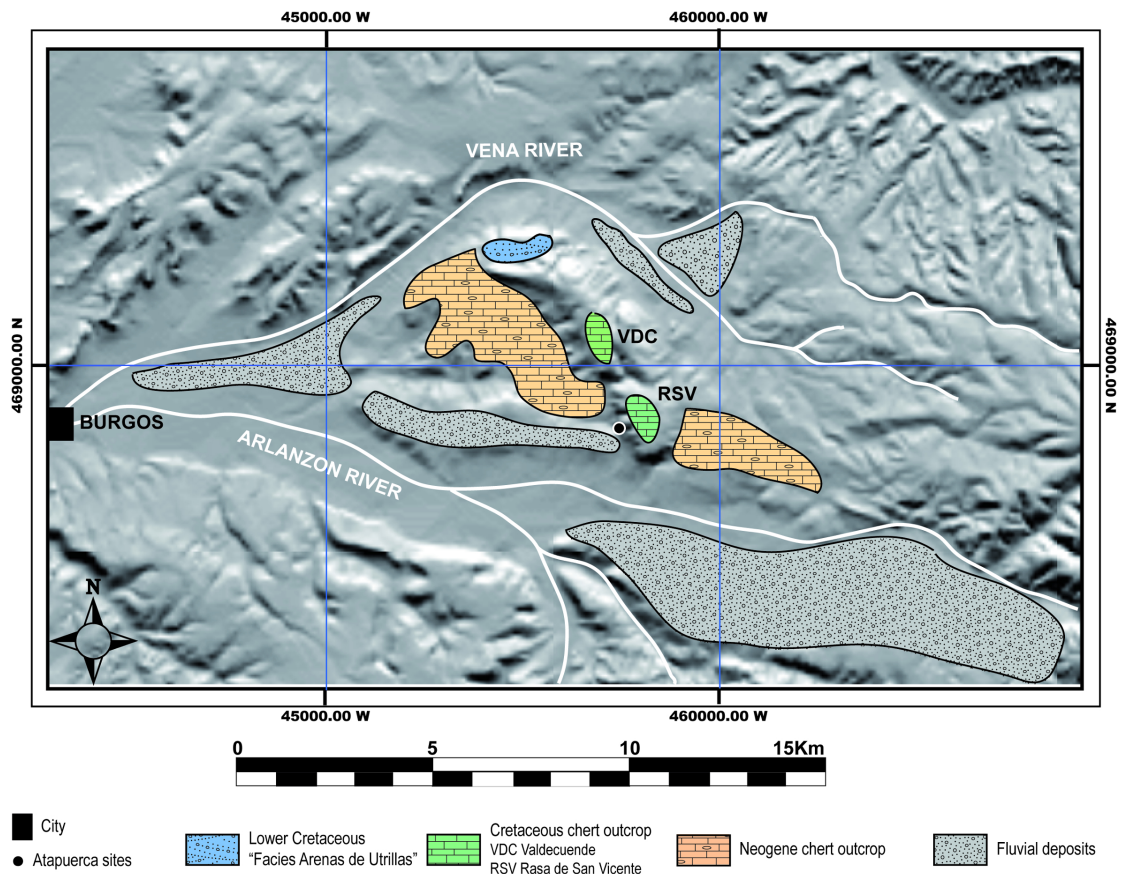


Figura 6.11. Mapa de afloramientos disponibles en el entorno inmediato de la Sierra de Atapuerca (extraído de Ollé et al., 2013)

lo que sugiere un uso como percutor, mientras que los más pequeños podrían haberse empleado como retocadores. Algunos cantos superan el $\frac{1}{2}$ kg de peso, hecho que dificultaría el control del golpe sobre los núcleos; por ello se han asociado a la fracturación de huesos para el consiguiente acceso al tuétano de éstos (de Lombera-Hermida et al., *submitted*). También se ha documentado un reciclaje de los percutores fracturados como núcleos o como soportes para su configuración, a partir de las marcas de percusión presentes en las zonas corticales remanentes en estas piezas (López-Ortega et al., 2017).

Aunque son escasos los núcleos hallados, parecen mostrar estrategias de explotación diferenciales. En TD10.1sup existe un mayor uso del sílex (neógeno y cretácico) y existen diversos núcleos en estados iniciales de explotación, siguiendo un método de reducción unipolar longitudinal o bifacial centrípeta y orientados a una producción ligeramente estandarizada de lascas de pequeño y medio tamaño (Rodríguez-Álvarez, 1997). En la base de TD10.1, existe una priorización del método bifacial centrípeta, en ocasiones jerarquizado, con tendencia discoide y

Levallois. El alto grado de reducción que muestran estos núcleos y el gran volumen de *lascas* y *debris* halladas, sugieren una intensa actividad de talla.

La materia prima también influye en la explotación; el sílex neógeno y la arenisca presentan una reducción longitudinal en sus primeras fases y una adecuación posterior, a medida que avanza la reducción, hacia la reducción bifacial centrípeta y discoide. Para la cuarcita, y en base a su granulometría, se documenta una mayor tendencia hacia talla centrípeta, en algunos casos jerarquizada. Existen diversos núcleos que muestran una reducción discoide jerarquizada y que se encuentran en diferentes fases de explotación, lo que evidencia que no es un gesto técnico puntual sino que existe una clara intención de mantener y emplear este método a lo largo de toda la secuencia de reducción. En sílex cretácico muestra un método multifacial ortogonal, lo que propicia su total explotación. En general, el conjunto de TD10.1 debe ser entendido más en términos de eficiencia que de estandarización morfológica dado que, por ejemplo, la talla bifacial centrípeta se traduce en una explotación intensa de

los núcleos con un alto número de extracciones en ambas caras (de Lombera-Hermida et al., *submitted*).

En lo que respecta a los productos de talla, tanto lascas (completas y fracturadas) como los *debris* aumentan en la base del nivel. Por otra parte, un porcentaje muy bajo de estas lascas muestran caras dorsales corticales. Ambas características refuerzan las evidencias de una intensa explotación lítica; por una parte, la ausencia de corticales sugiere el testado de los nódulos fuera del asentamiento y una introducción de estos ya en un estado inicial de explotación. Por otra, el desarrollo de secuencias de reducción completas *in situ* supone un volumen mucho mayor de productos no corticales. Así mismo, la heterogénea morfología de las lascas apunta que no existe, en este sentido, una estandarización clara y estricta.

Las LCT son escasas dentro del conjunto de TD10.1 (n=25) y se propone su aportación al asentamiento en un formato ya definitivo. Morfológicamente las LCT cubren un amplio abanico de formas, dimensiones y rasgos morfotécnicos (García-Medrano et al., 2015). Una situación similar ocurre con los configurados de pequeño y medio formato, entre los que existe una gran diversidad de morfotipos. Pese a que más del 90% de los configurados son denticulados y raederas, también se han analizado abundantes útiles de morfología

apuntada y/o con retoque convergente, con triedros naturales potenciados mediante el retoque de zonas proximales o distales, con adelgazamientos en las caras ventrales para su empuje, etc. (Márquez et al., 2001; Pedergrana, 2017).

El conjunto lítico se complementa con la presencia de algunos soportes sobre hueso. Solo en TD10.1 se ha documentado la presencia de dos raederas, tres formas apuntadas sobre fragmentos de diáfisis y cuatro retocadores/percutores en hueso, algunos de ellos con esquirlas de sílex incrustadas en los estigmas de percusión (figura 6.12) (Rosell et al., 2011, 2015; Rodríguez-Hidalgo et al., 2013; Rodríguez-Hidalgo, 2015).

El principal factor limitante para el estudio funcional y traceológico del conjunto lítico de TD10.1 ha sido la conservación de los materiales y, principalmente del sílex (en su variedad neógena que, a su vez, es la predominante sobre las demás). Por esta razón, los resultados más positivos han sido con la cuarcita (Pedergrana et al., 2017) y, en menor medida, con piezas bien preservadas de sílex cretácico (Vergès, 1996; Márquez et al., 2001).

A principios de los años 2000, Márquez y colegas trazólogos concluyeron que las actividades documentadas eran propias de ocupaciones con un cierto grado de estructuración (Márquez et al.,

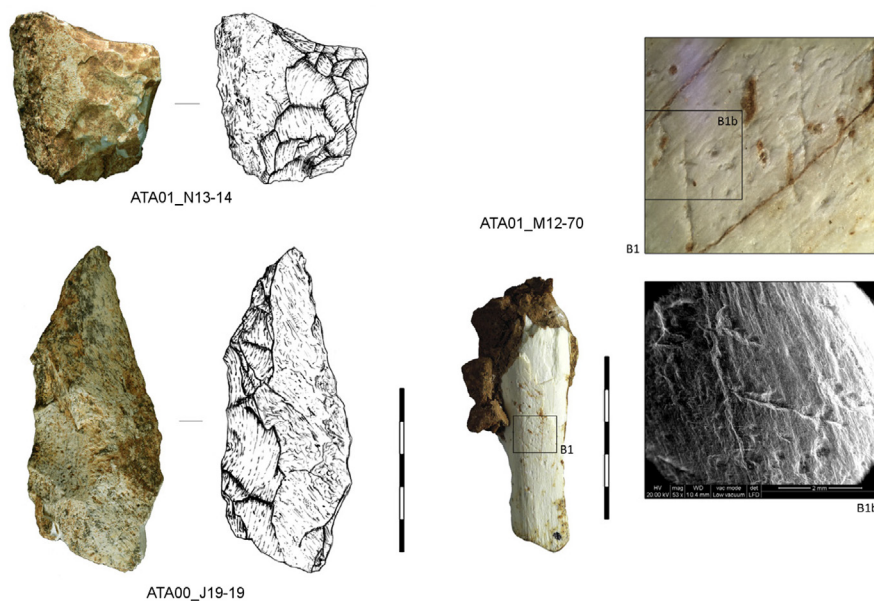


Figura 6.12. Detalle de algunas de las herramientas sobre hueso halladas en TD10.1: ATA00_J19-19 y ATA01_N13-14 son fragmentos configurados y ATA01_M12-70 es un percutor/retocador (extraída de Rosell et al., 2015).

2001). Más allá de las actividades relacionadas con el descarte y desmembramiento de los recursos faunísticos, se documentaba también el trabajo de la piel y de la madera y se identifican útiles cuya morfopotencialidad propició su uso para diversas funciones (Pederagnana, 2017). Por ello, las conclusiones evidencian una utilización intensa de algunos soportes que podría estar en relación con actividades de larga duración y ocupaciones de una cierta complejidad, como es el caso del trabajo de la piel, identificado en TD10 pero no en el vecino yacimiento de Galería.

Tecno-tipológicamente, el conjunto de TD10.1 se traduce en una combinación de formas típicas achelenses, como se constata por la presencia de útiles como bifaces y hendedores (ya documentados en los niveles inferiores de TD10.2 y TD10.3), y nuevas características más propias del Modo 3, como la estandarización de algunos productos, la diversificación de materias primas, los útiles en pequeño y medio formato, el aumento de configurados sobre lascas, etc. (Carbonell et al., 2001; Rodríguez Álvarez, 2004; Ollé et al., 2013; de Lombera-Hermida et al., *submitted*) (figura 6.13). Paralelamente al desarrollo de secuencias de explotación *in situ*, se documenta el aporte de soportes ya configurados al asentamiento. La presencia de estos útiles demuestra una planificación a largo plazo que implica su selección, adquisición y transporte. Este comportamiento se constata también en el abastecimiento y en la gestión de los recursos cárnicos, en los que se realiza una caza mayor con tendencia a la especialización (en este caso en los cérvidos) (Rodríguez-Hidalgo et al., 2015; Rodríguez-Hidalgo, 2015). La interpretación del conjunto como propio de ocupaciones intensas se refuerza con la reconstrucción de secuencias de talla y conexiones entre piezas en todas las fases de la reducción, y por las evidencias del uso de configurados para gran variedad de funciones (Márquez et al., 2001; Pederagnana, 2017; López-Ortega et al., 2011, 2017).

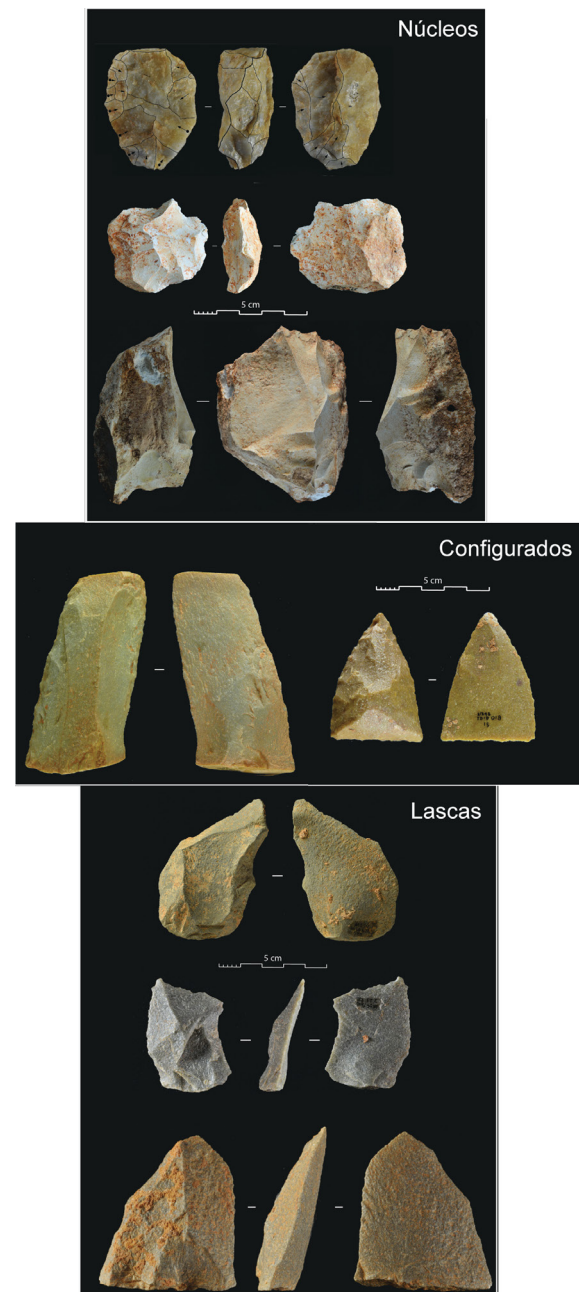


Figura 6.13. Muestra de materiales con caracteres técnicos presentes en conjuntos de Modo 2 y Modo 3 (modificado de Ollé et al., 2016a)

7. METODOLOGIA

El hallazgo y la correcta interpretación de los remontajes requiere, en primer lugar, de una exhaustiva recuperación y registro de datos durante los trabajos de campo. Es esencial que los materiales a estudio hayan sido recuperados con una metodología adecuada en la que cada objeto contenga un registro completo de su localización geoespacial y descripción tecnotipológica básica. En este sentido, en todos los yacimientos de la Sierra de Atapuerca se aboga por una excavación que contemple la superficie del lugar como un suelo de ocupación, intentando respetar las pendientes e inclinaciones del paleorelieve de cada unidad. En estos yacimientos, la recuperación de los restos se realiza y registra tridimensionalmente, mediante coordenadas cartesianas, lo que resulta vital no solo para el hallazgo de remontajes sino también para su estudio e interpretación a nivel espacial y conductual.

Los materiales registrados en la subunidad TD10.1 de Gran Dolina son de diversa naturaleza y su recuperación y anotación se ha realizado en base a ésta. Todos los restos faunísticos de macrovertebrados (huesos, dientes, astas y cuernos) se recuperan y se registran como entidades propias, con su información estratigráfica y espacial individual. Únicamente aquellos fragmentos óseos menores de 20 mm de longitud cuya identificación no sea posible, se recuperan como *objeto no coordinable* y almacenan en bolsas de nivel (creadas diariamente y contextualizadas espacial [cuadro] y estratigráficamente [profundidad y sub-unidad]) (Rodríguez-Hidalgo, 2015). En estas bolsas de nivel también se incluyen los restos de mesofauna, que en TD10.1 está principalmente formada por lagomorfos, y aves. La microfauna, por el contrario, no se recupera durante la excavación sino posteriormente,

durante los trabajos de lavado de sedimentos. Los restos se almacenan siguiendo el mismo protocolo de anotación que el registro de las bolsas de nivel (cuadro y profundidad).

El registro espacial también incluye los bloques de caliza, aunque estos no formen parte de ninguna secuencia de talla ni sean origen ni producto de procesos de producción. Aquellos bloques mayores de 100 mm en su eje mayor serán coordinados: se localizan tridimensionalmente y sus dimensiones, orientación y pendiente se anotan en la base de datos. Estos bloques, por no ser material arqueológico, no se almacenan pero su registro resulta esencial para comprender vacíos espaciales que, sin su registro, serían difíciles de comprender. Así mismo, su presencia o ausencia, o la mayor o menor densidad de estos, junto con su orientación y pendiente, resulta clave para la correcta comprensión de los procesos de formación y modificación de las unidades sedimentarias.

En cuanto a los restos líticos, se registran y almacenan todos, incluso los de dimensiones milimétricas. Dadas las características del yacimiento, no se contempla la aparición de cantos rodados o materias primas fluviales mediante procesos naturales; el sílex, aunque presenta afloramientos en la misma sierra, no aparece en la ubicación de Gran Dolina (ver capt. 4. La Sierra de Atapuerca, p. 33). Por ello, todos los materiales líticos sobre sílex, cuarzo, cuarcita, arenisca, cuarzoarenitas, o cualquier otra materia prima que no sea caliza, serán recuperados. Incluso la caliza, si se presenta en formato de nódulos impropios del entorno cárstico, como por ejemplo cantos rodados fluviales, también se registrará, y guardará como tal. Todo el conjunto lítico será analizado siguiendo el Sistema Lógico Analítico (SLA).

7.1. MATERIALES

Los materiales líticos analizados en este trabajo provienen, en su totalidad, de la subunidad TD10.1.

Como se ha comentado anteriormente, en TD10.1 se han documentado diversos niveles

arqueostratigráficos (Obregón, 2012) y existe una clara progresión hacia la acumulación de materiales en la base de esta subunidad. El objetivo de Obregón (2012) consistió en aislar unidades más discretas que pudieran coincidir con distintos momentos de ocupación de la cavidad. Su estudio concluyó con la identificación de 8 arqueoniveles (a-h), todos ellos con un espesor y una superficie variable (figura 6.3). Sin embargo, en la realización de este trabajo no se han tenido en cuenta las divisiones arqueostratigráficas del subnivel por dos motivos: en primer lugar, el análisis de remontajes se inició con anterioridad a la publicación del estudio arqueostratigráfico y, si bien solo contemplaba un sector de la zona noroeste de la excavación, los materiales analizados provenían de la totalidad de la potencia de la subunidad (López-Ortega et al., 2011). Por esta razón, los arqueoniveles no fueron considerados para la separación de materiales o para una búsqueda de remontajes aislada dentro de cada uno de ellos. En segundo lugar, y tal como se especifica al inicio del trabajo (ver capt. 1. Introducción, p. 1), uno de los objetivos del mismo es el cotejo entre los resultados obtenidos con los remontajes y los arqueoniveles identificados y, para ello, se requiere entender el conjunto como un todo indivisible y no introducir sesgos preestablecidos.

En términos numéricos, TD10.1 contiene el conjunto arqueológico lítico más grande de la Sierra de Atapuerca (figura 7.1). Han sido documentados un total de 22,389 restos líticos, representando todas las fases de la secuencia de producción. De estos, un 10,5% no ha sido recuperado debido a la mala conservación de determinadas materias primas. De los más de 2,300 restos documentados en campo, pero no recuperados, prácticamente el 73% son de sílex de variedad neógena; el sílex, sin variedad especificada, y la arenisca también presentan un porcentaje considerable de materiales no recuperados, con un 13% y un 11.2% respectivamente. El resto de las materias primas muestra una conservación mucho mejor, presentando todas ellas un valor inferior al 2% de restos no recuperados (tabla 7.1).

Para la conservación de estos materiales más alterados, se han empleado diversos métodos y técnicas en restauración para contener y mantener la integridad física de algunos artefactos, por mínima que sea. Sin embargo, buena parte de ellos

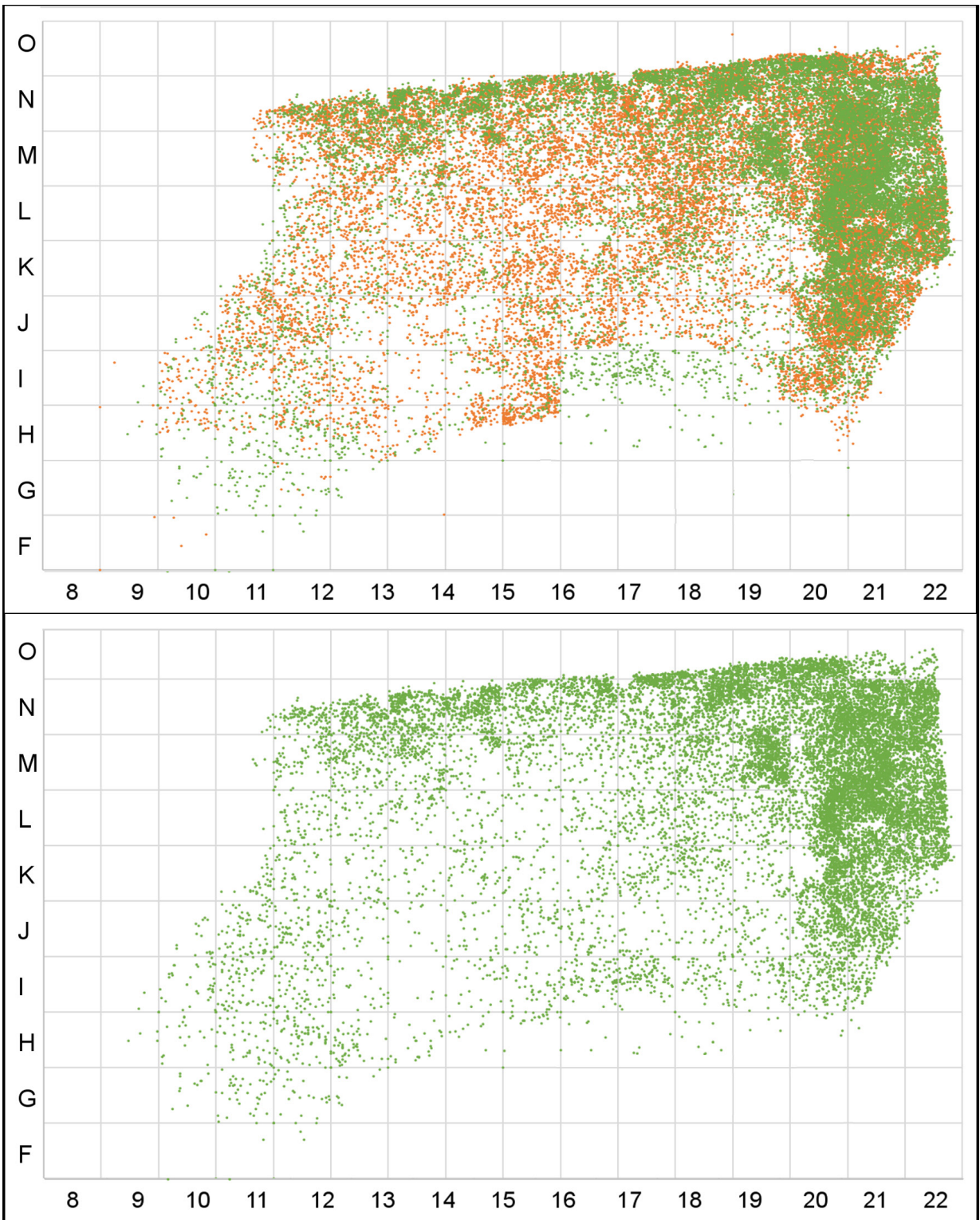


Figura 7.1. Proyección de los materiales recuperados en el subnivel TD10.1. Arriba: proyección de los restos líticos (verde) y restos faunísticos (naranja). Abajo: proyección de los restos líticos (verde).

Mat. Prima	n =	No recuperados	%	% sobre total	Recuperados	%	% sobre total
ARENISCA	4014	264	11.26	1.18	3750	18.71	16.75
CALIZA	31	1	0.04	0.00	30	0.15	0.13
CUARCITA	3896	40	1.71	0.18	3856	19.24	17.22
CUARZO	751	13	0.55	0.06	738	3.68	3.30
SÍLEX	691	307	13.09	1.37	384	1.92	1.72
S. CRETÁCICO	1474	8	0.34	0.04	1466	7.31	6.55
S. NEÓGENO	11510	1710	72.92	7.66	9800	48.89	43.77
OTRAS ROCAS	22	2	0.09	0.01	20	0.10	0.09
Total	22389	2345	100%	10.47%	20044	100%	89.26%

Tabla 7.1. Tabla de porcentajes de material recuperado y no-recuperado por materias primas.

sufren una desintegración estructural similar a la pulverización que no permite su manipulación y se disgregan en el mismo yacimiento en el momento de su extracción. Las materias primas que han sido más intensamente restauradas y sometidas a trabajos de conservación son el sílex neógeno y la arenisca, en su mayor parte consolidadas con disoluciones de resinas acrílicas (Font et al., 2010; Zornoza-Indart et al., 2017). Estas disoluciones, si bien resultan útiles para mantener una cierta integridad estructural en la pieza, en algunos casos modifica la apariencia de ésta. El color de la superficie de los elementos restaurados, principalmente de la arenisca, se ve intensamente oscurecido e influye de manera importante en el proceso de distinción de grupos de materia prima y de remontaje.

Los más de 20,000 restos líticos que presentan un buen estado de conservación se clasifican de manera desigual en función de su materia prima. El grueso del conjunto está elaborado sobre sílex neógeno, con un total de 11,510 restos recuperados (51.41%), si bien el porcentaje de elementos conservados es menor (43.77%). La arenisca y la cuarcita se presentan como materias primas de considerable importancia dentro del conjunto, pero sus valores se encuentran lejos de los del sílex neógeno. Ambas materias muestran una presencia en el conjunto similar, siendo los restos de arenisca ligeramente superiores (n = 4,014) a los de la cuarcita (n = 3,896); sin embargo, la conservación diferencial entre estas materias provoca que el conjunto final recuperado –y analizable– de las cuarcitas sea superior al de las areniscas, con un 17.2% y

16.7% respectivamente. En menor porcentaje nos encontramos con el sílex cretácico (6.5% del registro), y del que, al contrario de lo que le sucede con el sílex neógeno, apenas se encuentra afectada su integridad estructural por lo que prácticamente todas las piezas halladas pudieron ser recuperadas. Un 3.3% de los materiales se realizaron sobre cuarzo, y la caliza y otras rocas ya muestran unos valores residuales, con un 0.13% y un 0.09% respectivamente (tabla 7.2).

El elevado volumen de materiales, la conservación diferencial entre las distintas materias primas empleadas, y la practicidad en la organización y el desarrollo del propio proceso de remontajes, obliga a una selección de aquellas piezas que ofrecen una mayor posibilidad de ser conectadas con otras. Esta selección se ha realizado, principalmente, en base a las dimensiones de los restos, excluyéndose los de menor tamaño (tabla 7.3). De esta manera, se han seleccionado las piezas de arenisca, sílex y sílex neógeno iguales o mayores a 20 mm en su eje mayor; en el caso de la cuarcita, el cuarzo y el sílex cretácico, la longitud mínima de su eje mayor se estableció en 15 mm. Las posibilidades que ofrecen por su buena preservación y la variedad cromática y de rasgos morfológicos que presentan, permiten la consideración de estos restos de menores dimensiones como parte del conjunto a analizar.

Asimismo, todas las piezas de caliza y del grupo “otras rocas” han sido contempladas en el estudio, ya que se consideró contraproducente realizar una selección de unos conjuntos tan escasos.

Mat. Prima	Bases naturales			Soportes tallados		Núcleos			Configurados				Productos de talla				Natural / Indeterm.		Total	
	Bna	Bnb	Bnc	Bnd	BN1G	BN2G	BN1GE	BN2GE	FBNE	BN1GC	BN2GC	FBNC	BP	BPF	FBP	Frag./ nat.	Indet.	n =	%	
ARENISCA	13	5	28	13	0	3	18	14	5	7	96	2	1535	416	689	17	859	4014	17.93	
CALIZA	8	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	11	3	0	1	2	31	0.14	
CUARCITA*	13	23	35	28	7	3	31	23	2	4	211	13	1640	882	741	10	47	3896	17.40	
CUARZO*	1	3	1	3	0	4	4	0	0	0	27	6	293	133	144	8	10	751	3.35	
SÍLEX	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	5	1	132	16	31	0	470	691	3.09	
S.CRETÁCICO*	0	0	0	0	0	1	20	4	4	1	112	6	868	144	219	0	26	1474	6.58	
S.NEÓGENO	0	0	0	0	2	10	62	75	6	1	287	13	4498	651	1378	0	3962	11510	51.41	
OTRAS ROCAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5	3	22	0.10	
Total	35	31	66	44	14	23	135	117	17	13	739	41	8981	2245	3202	41	5379			
%	0.16	0.14	0.29	0.20	0.06	0.10	0.60	0.52	0.08	0.06	3.30	0.18	40.11	10.03	14.30	0.18	24.03	22389	100.00	
Recuento Total	176	0.79%	37	0.17%	269	1.20%	793	3.54%	15694	70.10%	5420	24.21%								

Tabla 7.2. Tabla de valores de categorías estructurales por materias primas.

Mat. Prima	piezas	< 20 mm	% no anal.	> 20 mm	% anal.	> 15 mm	% anal.	total anal.	total %
ARENISCA	3750	2156	57.49	1594	42.51		1594	42.51	
CALIZA *	30	2	6.67	28	93.33		30	100	
CUARCITA **	3856	1880	48.76	1976	51.24	2656	68.88	68.88	
CUARZO **	738	517	70.05	221	29.95	360	48.78	48.78	
SÍLEX	384	171	44.53	213	55.47		213	55.47	
S. CRETÁCICO **	1466	845	57.64	621	42.36	917	62.55	65.55	
S. NEÓGENO	9800	5385	54.95	4415	45.05		4415	45.05	
OTRAS ROCAS *	20	14	70.00	6	30.00		20	100	
Total	20044	10970	54.73	9074	45.27	3933	10205	50.91	

Tabla 7.3. Valores de elementos seleccionados para su análisis de remontajes por sus a partir de las dimensiones de su eje mayor. * materias primas analizadas en su totalidad, independientemente de su tamaño. ** selección de los soportes > 15 mm.

En total, 10,205 piezas fueron analizadas en busca de remontajes, cifra que supone el estudio de más del 50% del conjunto total recuperado. Cabe subrayar la importancia de adaptar los criterios, en este caso selectivos, de los conjuntos estudiados; si se aplica el requisito de analizar únicamente las piezas mayores de 20 mm para todas las materias primas, se considerarían 9,074 piezas, 1,131 elementos menos que flexibilizando estos requerimientos y adaptando el protocolo a las peculiaridades del conjunto a estudio (tabla 7.3).

7.2. MÉTODOS

La metodología empleada en la elaboración de esta tesis se basó originalmente en los postulados más tradicionales para los estudios de remontajes. Si bien se identificaron diversas conexiones en cuarcita, cuarzo, arenisca y sílex cretácico, el desarrollo del análisis y algunos de los obstáculos y dificultades que se presentaron en él, promovieron la búsqueda de nuevos métodos que salvaran las limitaciones existentes y optimizaran los recursos y los resultados obtenidos.

7.2.1. La Metodología Clásica

Los métodos empleados al inicio de este estudio siguieron de manera fiel los protocolos establecidos anteriormente por autores como Cahen (et al., 1979), Hofman (1981; 1992), Roebroeks (1988), Schäfer (1990), Cziesla (1990), Cattin (2002), Odell (2004), Sisk y Shea (2008) y Vaquero (2008), entre otros.

Esta metodología más "clásica" consiste en la sucesión de toda una serie de pasos que permiten una búsqueda y hallazgo relativamente fácil de remontajes. El protocolo tiene en cuenta las siguientes fases:

- Selección de los materiales susceptibles/ aptos de ser analizados, descartando aquellos cuya conservación o características físicas no permitan su inclusión en el proceso de remontado.
- Extensión de los materiales para su visualización, preferiblemente en un



Figura 7.2. Extendida de parte de los materiales en cuarcita en el Laboratorio de Lítica, en el IPHES.

espacio amplio con capacidad para todo o prácticamente todos los conjuntos divididos por materias primas (figura 7.2).

- Una primera asociación de los materiales por tipo de fractura que facilitaría el hallazgo de *conjoins* (uniones de piezas separadas por fracturas no concoidales, tales como las Siret), o por paños de fractura de accidentes de talla.
- Posteriormente, y en función del éxito de la primera asociación, se realizará una disposición de los materiales reconstruyendo su posición original en el yacimiento, respetando las coordenadas y/o la cuadrícula de excavación. El objetivo de esta disposición es facilitar la identificación de elementos muy similares, susceptibles de pertenecer a una misma secuencia de talla y, por tanto, a un mismo nódulo y que han sido obtenidos en una zona más o menos delimitada del yacimiento.

- La identificación de rasgos comunes en cuanto al color, la granulometría, las inclusiones o fisuras, puede permitir la diferenciación de los materiales en conjuntos más pequeños y su asociación en los denominados Grupos de Materia Prima (GMP) (figura 7.3).
- Por último, se realiza un registro detallado de todas las conexiones halladas, asignándoles a todas ellas un código individual que las identifique dentro de su grupo y tipo (tabla 2, López-Ortega et al., 2011), y las enumere secuencialmente para su correcto registro.

Con el fin de conocer de manera práctica el conjunto de TD10.1 durante su estudio de remontajes, se realizó una primera aproximación seleccionando un área específica del yacimiento y aplicando el protocolo descrito (López-Ortega et al., 2011).

El área analizada constaba de un total de 18 m² y se localizaba en la esquina noroeste de la superficie de TD10.1, de los cuadros L/N-11/16. Los materiales líticos procedentes de esta zona y de toda la secuencia del subnivel eran un total de 2,644 piezas. Una selección de las piezas aptas para estudio, más exhaustiva que la anteriormente descrita, se aplicó con el fin de agilizar su análisis en el tiempo disponible.

Los materiales excluidos de la muestra, independientemente de la naturaleza de su materia prima, fueron los elementos inferiores a 15 mm. La exclusión de estos materiales respondía a la dificultad que presentaban en el reconocimiento e identificación de rasgos morfológicos característicos, considerándose una posible ampliación del estudio posteriormente.



Figura 7.3. Detalle de tres Grupos de Materia Prima de cuarcita. Las piezas englobadas en cada grupo muestran similitudes cromáticas y granulométricas.

La selección, por tanto, excluyó un 73.5% de la muestra; de éstas, más del 60% de las piezas eran menores de 15 mm y un 36% mostraban una degradación que no permitía su análisis completo ni su manipulación.

El conjunto final apto para la búsqueda de remontajes estaba formado por 700 piezas (26.5%) distribuidas de la siguiente manera por materias primas: 143 piezas en arenisca, 143 piezas en cuarcita, 84 en cuarzo, 125 en sílex cretácico y 205 en sílex neógeno. Esta última materia, sin embargo, presentó más problemas de conservación de los aparentes en un primer momento, y se realizó una nueva criba entre sus elementos con el fin de no degradar o destruir más su superficie, lo que resultó en una pequeña muestra de 17 piezas.

Este estudio se realizó como tesis de máster y fue publicado en el *Journal of Archaeological Science*, el año 2011. En él se invirtieron más de 550 horas y pese a que el conjunto analizado no era muy grande, se encontraron remontajes y *conjoins* que mostraban el desarrollo de secuencias de talla en el lugar y el aporte de ciertos elementos ya configurados al yacimiento, lo que corroboraba algunas teorías anteriormente planteadas a partir del análisis tecno-tipológico del conjunto (Menéndez, 2009; Ollé et al., 2013, 2016; Terradillos-Bernal, 2013). También se identificaron numerosos Grupos de Materia Prima (GMP), que se interpretaron como *remontajes indirectos*, en tanto que los integraban piezas susceptibles de formar parte del mismo nódulo, pese a no mostrar una conexión directa entre sus superficies.



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Archaeological Science

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/jas>

Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10-1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)

Esther López-Ortega^{a,b,*}, Xosé Pedro Rodríguez^{a,b}, Manuel Vaquero^{a,b}

^aÀrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain

^bInstitut de Paleoeccologia Humana i Evolució Social (IPHES), Escorxador s/n, 43003 Tarragona, Spain

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18 April 2011
Received in revised form
11 July 2011
Accepted 13 July 2011

Keywords:

Lithic refit
Activity areas
Spatial connection
Individual movement
Middle Pleistocene
Atapuerca

ABSTRACT

The first lithic refit studies were carried out at the end of 19th century, but the method was not considered an area of real interest to archaeology until quite recently. Today, lithic refitting is applied in a multitude of areas of enquiry including lithic technology, intra-site and inter-site spatial distribution, archaeostratigraphy and formation processes. In this paper, we present a refit study of the lithic materials recovered in the base of the NW sector of level TD10 at the site of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Spain). We aim to provide information about spatial distribution through identifying activity areas and the internal connections between those areas. Our work resulted in various refits whose connections reveal the movements of the pieces and/or knappers that once occupied the site. Our results also show the importance of studying the set of materials as a whole and the bias involved in analyzing only a small sample. The refits, connections and directions of movement allow us to infer areas in which an activity took place, but these results must be confirmed in future works covering the entire lithic assemblage of TD10.

© 2011 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

At the end of the 19th century, F.C.J. Spurrell fit together, like a puzzle, various flakes found at a site to the core from which they were sequentially extracted. This first work opened the door to new refit studies, which attempt to reconstruct knapping sequences in order to show the type of the exploitation that the prehistoric knapper employed.

Thus, the first and most numerous reconstructions date to Upper Pleistocene and, especially, Upper Palaeolithic assemblages (Almeida, 2007; Bleed, 2002; Bodu et al., 1990; Cahen et al., 1979, 1980; De Bie, 2007; Eickhoff, 1990; Villa, 1982, among others). But more ancient sites have not enjoyed the same attention. Few Lower and Middle Pleistocene assemblages have been studied through the use of refits. Sometimes the biased nature of the excavated surface or the high temporal exposure to postdepositional processes has altered the layout of these assemblages, making refit studies less attractive. Only a few sites such as Lokalalei (Delagnes and Roche, 2005), Monte Poggiolo (Peretto, 2006; Peretto and Ferrari, 1995), Beeches Pit (Hallos et al., 2004; Preece et al., 2007), Boxgrove

(Bergman et al., 1990; Pope and Roberts, 2005; Roberts et al., 1997) and Omo Kibish (Sisk and Shea, 2008) are partially known for their refit studies.

This paper presents a refit study of a selection of lithic materials from the base of NW sector of level TD10-1 at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos). The most recent dating was done using the thermo-luminescence method (Berger et al., 2008), and places the materials at a chronology of between 240 ± 44 and 244 ± 26 ka. However, dating by means of the ESR/U-Th method places level TD10-1 at between 337 ± 29 ka and 379 ± 57 ka (Falguères et al., 2001).

This lithic refit study of a Middle Pleistocene assemblage is presented as one of the first approaches of this kind on the Iberian Peninsula. Only Villa, at the Áridos site, has conducted refit work with lithic assemblages dating from before *Homo neanderthalensis* (Villa, 1990).

In keeping with this background, the aims of this study are:

- 1/ to propose a method by which all the steps required to extract the maximum quantity of information from the objects and refits are structured;
- 2/ to determine activity areas within the studied sample by distinguishing significant associations of elements that belong to the same Raw Material Unit;

* Corresponding author. Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain.

E-mail address: esther.lopezort@gmail.com (E. López-Ortega).

- 3/ to recognize interactions between two or more areas of the site from the connections between the refits and their spatial movements;
- 4/ to differentiate occupation floors and discrete occupation layers; and
- 5/ to obtain information about the formation processes of the lithic assemblage that may inform about site function.

2. Materials and methods

2.1. Materials

2.1.1. Sierra de Atapuerca

Sierra de Atapuerca is a small hill measuring about 25 km² and located approximately 15 km from the city of Burgos. The elevations of the hill range between 1000 and 1100 m above sea level, with the highest peak at the crest of San Vicente reaching an elevation of 1082 m. The hill is located in the Bureba corridor about 3 km from the Arlanzón River, and is bordered by the basins of two of the largest rivers on the Iberian Peninsula: the Duero River in the southwest, and Ebro River in the northeast (Fig. 1).

This strategic location was fundamental to its occupation dating from the early Pleistocene, due to the huge variety of biotopes and biodiversity in the region (García Antón, 1995; Pérez-González et al., 2001; Vallverdú et al., 2001). There are numerous archaeological sites in the Sierra de Atapuerca, spanning over approximately the past one million years, i.e. most of the Pleistocene and the beginning of the Holocene. These sites date from some of the earliest human occupation events, and are keys to the behaviour and development of those humans on the Iberian Peninsula.

2.1.2. Gran Dolina site

The Gran Dolina site is the northernmost site in the railway trench of Sierra de Atapuerca, located at UTM X 427426, UTM Y 468887 H30 N (Fig. 1).

Gran Dolina is a cavity filled with 18 m of sediments divided into 11 lithostratigraphic units called TD1 to TD11 from bottom to top (Gil and Hoyos, 1987; Pérez-González et al., 2001) identified by a test pit, with a chronology that goes from the Lower to the Middle Pleistocene (Fig. 2).

The cavity was filled in by exokarstic and endokarstic sediments, depending on whether the cavity was open to the outside or not. The sediments of level TD10 were deposited when the roof collapsed. It is a 2–3 m thick deposit composed of reddish-brown clays with limestone gravel and blocks, derived from the structural degradation of the cave. TD10 has been subdivided into four major lithostratigraphic units (from top to base): TD10-1, TD10-2, TD10-3 and TD10-4 (Mallol and Carbonell, 2008; Pérez-González et al., 2001). The occupation layers are within these subunits.

2.1.3. Level TD10-1

The topmost of these subunits, TD10-1, is between 0.8 and 1 m thick. Pending a detailed archaeostratigraphic study, this subunit has been preliminarily subdivided into three assemblages (from top to base): TD10-1a, TD10-1b and TD10-1c (where the sample studied comes from).

Lithostratigraphic field observations show that TD10-1 is texturally very homogeneous. It is composed of reddish-brown silty clays with scattered limestone gravel and localized beds of medium and large-sized limestone blocks that conform the slope. The location of the largest amounts of blocks is in agreement with the previous hypothesis that the original cave entrance was located at the western end of the excavation area.

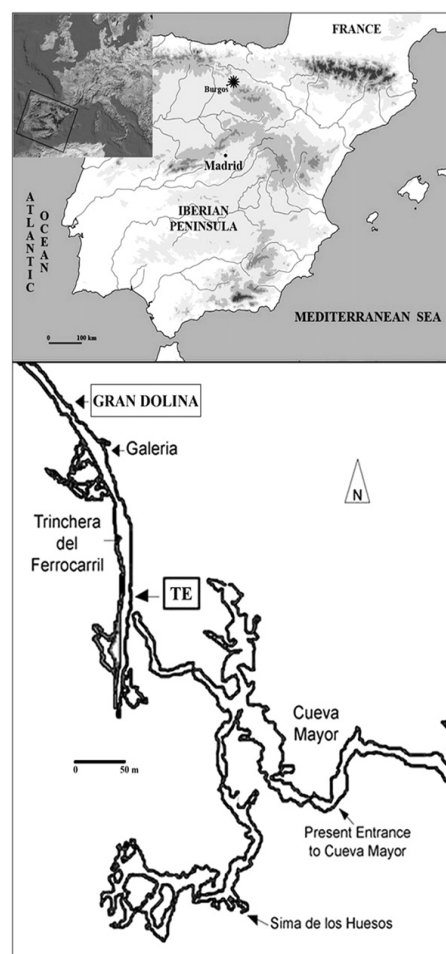


Fig. 1. Geographic setting of Sierra de Atapuerca and map of the Atapuerca karst system.

The basal TD10-1 sediments show a decalcified state and presence of dissolved bone and a localized occurrence of phosphatic grains and infillings. These suggest a mild subsurface diagenesis and could be an indication of sedimentary stasis or at least very slow rates of sedimentation during the times of intense hominin occupation of the cave. The diagenetic process is explained by high moisture in the cave and the presence of high amount of anthropogenic organic matter (Mallol and Carbonell, 2008).

TD10-1 is the richest level of Gran Dolina in terms of the quantity of lithic and faunal remains recovered to date. Approximately 21,000 lithic artefacts and 80,000 faunal remains have been documented on the 80 m² of the open surface. Micro-faunal studies indicate the presence of open, dry land and temperature and precipitation levels higher than those experienced today, as evidenced by small mammals, amphibians and squamates (Blain et al., 2008; Cuenca-Bescós et al., 2010, 2011). The results of pollen analyses largely agree with these studies (Carrión et al., 2009; Rodríguez et al., 2011).

The cultural evidence manifested in the lithic assemblage shows a combination of Mode 2 and Mode 3 technologies. The assemblage of the top of TD10-1 (TD10-1a) features Mode 3 technology, with

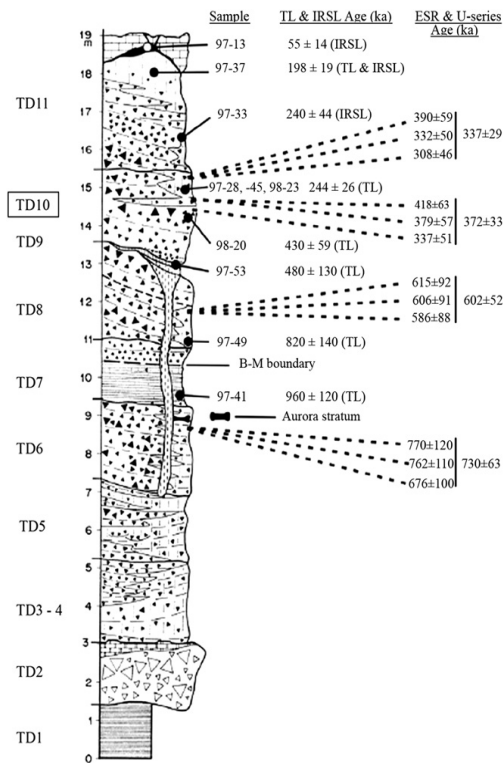


Fig. 2. Stratigraphic profile of Gran Dolina. The locations of the luminescence samples, TL & IRSL luminescence ages and ESR & U-series ages (from Falguères et al., 2001) (extract from Berger et al., 2008).

centripetal cores oriented towards small and middle-sized flake production, some of which show a high degree of standardization (Rodríguez, 1997). The lower part of the level (TD10-1b and TD10-1c) contains a transition assemblage between Mode 2 and Mode 3. Some centripetal cores feature a Levallois-type trend and a reduction process oriented towards achieving standardized end products, with typical Mode 2 elements such as big flakes used as cores to make other flakes, some of them with bifacial reduction (Carbonell et al., 2001; Rodríguez, 2004).

The excavation has followed the natural paleorelief, which is guided by sedimentary and archaeological remains. The unit surface has a slope down of 15–20° to the northeast, giving rise to large vertical distances between the materials from one side of the excavation surface to the other. Archaeological material has been found throughout all the subunit surfaces, with a high concentration of remains at the base of this subunit and near the eastern section.

Micromorphological analysis indicate that the TD10-1 archaeological assemblage have not undergone long transport or strong postdepositional physical or chemical disturbance, and there are not signs of faunal bioturbation. The samples studied have yield evidence of slow and steady sedimentary input from the immediate surroundings, and that sediment deposition has not disturbed archaeological remains (Mallol and Carbonell, 2008).

TD10-2 is still in the process of excavation and analysis, so all studies are still preliminary. Furthermore, TD10-3 and TD10-4 have not yet been surface excavated; they have only been examined via a test pit excavated in 1993 (Carbonell et al., 1999).

2.2. Methods

2.2.1. Fieldwork: documentation and record

The materials studied for the refit were recovered in the north-western area of level TD10-1 in squares L-M-N, 11-12-13-14-15-16, a surface measuring approximately 17 m², during fieldwork conducted between 1998 and 2002 (Fig. 3). This area was selected because contained a high density of lithic remains, but not so much as in the east section and not a low density as in the south section, near to the railway trench. From this area was recovered an appropriate sample of artefacts which allow this first refit study of TD10-1.

This level was surface excavated using a grid of 1 m² over approximately 80 m². All materials found were recorded as individual points on a three-dimensional diagram representing the site. All objects were plotted using Cartesian coordinates (X, Y and Z). This method allows us to visualize the three-dimensional space, facilitating the study of activity areas and any possible spatial connections between these sectors and other activity areas throughout the site. This preliminary work is essential for the lithic refit study of intra-site distribution.

2.2.2. Lithic refitting

The lithic refitting process seems as though it would be easy, but it requires time, space and a skilled researcher to conduct the study. The refit process has not been widely described in publications on the subject, but certain steps must be followed to achieve the maximum number of refits and the best results.

2.2.3. Raw materials

Artefacts are first classified according to raw material. As several researchers have pointed out (Cahen et al., 1979; Cattin, 2002), a greater abundance and diversity of raw materials facilitates the work of finding connections between pieces. Distinguishing raw

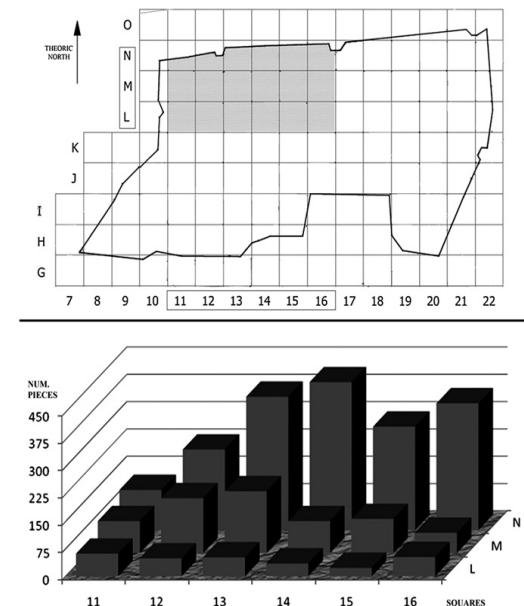


Fig. 3. Top: Plot of the TD10 excavation surface showing the north-western area of study (dark). Bottom: Graphic distribution of the materials in the 18 squares of the studied area.

materials and subgroups within them is one of the essential first steps. The objects are divided according to physical criteria (Table 1), which allows for greater flexibility during the refitting process.

Six raw materials have been identified in level TD10-1: quartz, quartzite, sandstone, limestone, cretaceous flint and neogene flint. Limestone has only been documented in natural bases used as hammerstones and anvils. Only a single knapped piece on limestone was found in the assemblage studied.

These five raw materials did not present the same degree of conservation. Quartz and quartzite were optimally conserved, but other raw materials such as sandstone, and especially neogene flint, show a high degree of degradation (García-Antón et al., 2002). The study of lithic refits requires a minimum level of integrity of the sample studied; therefore, some pieces were excluded from the study:

- Objects smaller than 15 mm, because their small size hindered the recognition and characterization of morphological features;
- Objects with concretion on the surfaces, because it is impossible to recognize the raw material, negatives and macroscopic features; and
- Poorly conserved pieces: damaged surface, dorsal and ventral faces and incomplete edges by recent fractures, etc.

After the selection of suitable materials for the study, the pieces were separated again into Raw Material Units (RMUs) (Roebroeks, 1988; Schäfer, 1990; Odell, 2004; Vaquero, 2008). Some subgroups of the same raw material were formed, when objects were found with individual features that distinguished them from the rest of the RMU and associated them with the other pieces in the subgroup. This initial grouping is based on macroscopic characteristics, which are hierarchized and prioritized based on the raw material and its degree of preservation. The macroscopic features considered are grain size and the colour of the cortical surfaces, if present, grain size and the colour of the non-cortical surfaces, internal inclusions, such as veins of other raw materials and other characteristics like incipient fractures, micro-fossils, etc. The description of the colour is an essential component in the creation of subgroups made up of the most well preserved raw materials. Furthermore, fracture types and dorsal face negatives are also taken into consideration for classification, as their shapes and sizes are useful in identifying elements that may fit together (Table 1).

Identifying and grouping artefacts with the same characteristics preliminarily separates out objects that likely belong to the same core. Consequently, although there may not be any direct fits between pieces belonging to the same unit, this process can be considered indirect refitting.

2.2.4. Reconstruction and refit

Once the objects have been separated into groups according to their general raw materials and specific RMUs, the reassembly process *per se* begins.

This phase is more subjective than the previous stages, as the retention and storage capacity of the morphologies and the characteristics of each object depend on the time spent as well as on the experience and individual skill of the researcher.

Cooper and Qiu (2006) used a computer model to perform refits. Their model uses the physical features of the pieces as associating criteria, such as the raw material, cortex, the size of the piece and spatial proximity. Some of these features are the same characteristics used for this refit project.

When the pieces are distinguished by its features it is possible to found and differentiate the connections between them. Sisk and Shea (2008) point out the importance of the differentiated use of *conjoin* and *refit*. *Refit* will be used to identify the union of artefacts that were separated by a controlled conchoidal fracture. *Conjoin* will be used for the union of artefact fragments that were not separated by a controlled conchoidal fracture.

A sequential number was assigned to each connection and it was recorded in an Excel spreadsheet. The number of pieces, the square where they were recovered, the raw material, the coordinates and the type and the code of the refit or conjoin were entered into the database (Table 2).

The abundance of a particular type of refit or conjoin may suggest that certain activities or processes have affected not just the stone tools but also the entire site and the spatial distribution of the assemblage.

The refitting process, which took approximately 550 h, is followed by the process of making projections of these refits within the entire lithic assemblage. This allows us to identify material movements and, consequently, discrete activity areas.

2.2.5. 3D projections

The program *ParaView* 3.6.1 was used for the projections. This software creates 3D maps with very large databases and allows a reconstruction of the site to be drawn up from every angle (Ahrens et al., 2005).

Each refit was individually projected within the remainder of the lithic materials recovered in the NW sector of level TD10-1 with two main objectives: 1/ to look for any patterns of directionality in the movement of the pieces that fit together, and 2/ to use the refits, when possible, to identify discrete occupation layers within the archaeological levels documented stratigraphically.

With these aims, different lines are drawn depending on the type of refit, in keeping with that proposed by Czesla (1990) (Table 2):

Table 1
Physical criteria used for the classification of the artifacts in Raw Material Units.

Cortical surface		Non-cort. surface		Internal inclusions		Fractures		
Colour/s	Grain size	Colour/s	Grain size	Veins	Fossil	Fract. incipients	Fissures	Broke types
	Very fine/fine		Very fine/fine					Longitudinal
	Medium		Medium					Siret
	Coarse/very coarse		Coarse/very coarse					Transversal
Dorsal face negatives								
* If there is something characteristic, for a special mention								
General remarks								
* If there is something characteristic, for a special mention								

Table 2

Refit groups and types used to code the different connections. Each type of connection is represented in the projections by a specific line or arrow if the movement of the connection was identified.

GROUPS	CODE	TYPES	CONNECTION LINES
Knapping sequences	1	core-flake	—————→
	2	dorso-ventral	—————→
Fractures	3	sagittal	=====>
	4	transversal	=====>
Re-elaboration	5	→
Post-depositional	6		- - - - ->
Thermo-alteration	7		- - - - ->

- Knapping sequence refits: involve the refit of the products resulting from a basic lithic production sequence.
- Fracture refits: involve the broken and fragment refits from a basic production sequence.
- Modification or reuse refits: involve the refits of products obtained by the modification or reuse of blank edges.

The categories proposed by Cziesla (1990) can be expanded to include other refit categories:

- Postdepositional fracture refits: involve the union between fragments of pieces that have been broken after disposal.
- Thermal fracture refits: include the reconstruction of the fragments caused by the explosion of the support subjected to heat, high temperature or direct contact with fire, whether intentional or not.

The surface map showing all the lithic materials and the line connections between the pieces of the refits allow all the connections found in the entire assemblage to be viewed. It shows connections between areas and serves as the basis for an interpretative approach towards identifying possible activity areas and the sequential movements between them.

Representations using connection lines between areas or objects have been used in spatial analyses since the inception of the surface excavation method (Leroi Gourhan, 1952). These different types of lines are the best way to view the different types of refits found in an occupation layer (Cziesla, 1990).

3. Results

The distribution projection of the materials of the study area (Fig. 3) shows that each square has a different density of lithic elements. The distribution of artefacts indicates a trend towards a concentration in the north and east, mainly in squares N13, N14, N15 and N16, where 53% of the entire lithic assemblage was recovered.

The entire lithic assemblage recovered from the TD10-1 sample could not be studied, as a high percentage of materials could not be manipulated because their surface was so altered that no morphological or distinctive features were recognizable. There were also numerous objects that were excluded due to their small size.

Of the 2644 sample elements, 1944 were excluded and 650 were included in the refit study.

3.1. Raw Material Units (RMUs)

With some raw materials, such as neogene flint, it was impossible to associate the lithic elements sufficiently to form an RMU. Only 8.45% of the neogene flint pieces could be analyzed, and the high degree of surface damage made it impossible to identify distinctive features and the associations between them. On the other hand, other raw materials such as quartzite were well preserved and many RMUs could be identified.

Each RMU was projected to determine its distribution and to check whether any characteristic spatial concentrations were present.

We identified 44 quartzite, 9 quartz, 21 cretaceous flint and 27 sandstone RMUs. We classified approximately 30–35% of the pieces of quartz, quartzite and cretaceous flint into RMUs, while sandstone was classified to a lesser degree. Neogene flint was not classified into any RMUs due to the poor preservation of the surfaces and features of the pieces (Table 3). Only some RMUs, such as SC1 and SC13 of cretaceous flint and A4 and A11 of sandstone, show a characteristic spatial dispersion pattern that might correspond to a human activity like knapping.

3.2. Refits and conjoins

The refitting process provided a few connections, most of them in quartzite and one in sandstone. Each refit and conjoin has its own code consisting of the group and refit type (Table 2), an individual and sequential refit number, the coordinate number and the other piece or pieces that it was associated with.

Table 3

Distribution of the elements in the sample by their raw material, the number of Raw Material Units that were created and the number and percentage of pieces included in each of them.

Raw material	N° of pieces in sample	N° of RMU	N° of pieces in RMU	% of pieces classified
Quartz	84	9	27	32.14
Quartzite	425	44	146	34.35
Sandstone	611	27	79	12.92
Cret. Flint	163	21	55	33.74
Neog. Flint	1119	—	—	0
Total ^a	2402	101	307	12.78

^a This table does not consider the few limestone elements and flint pieces recovered without a specified variety.

Eleven connections between 21 pieces have been found, and most of them are knapping sequence refits, such as core-flake or dorso-ventral joint associations (Fig. 4). Seven refits and four conjoins have been identified (Table 4).

The spatial distribution projection of the connection lines between refits and conjoins points to a dynamic that follows the slope of the material assemblage (Figs. 5, 7 and 8).

One of our most important findings is the identification of two separate transport events. Conjoin R3_1 also fits with refit R2_6. This conjoin is of a sirt fracture and the two fragments were recovered side by side without any postdepositional distortion, suggesting a knapping activity that took place where the two pieces were found. But piece N14-60 (34 × 25 × 15 mm) was found 184 cm away and may have been intentionally transported outside the knapping area (Fig. 6).

Similarly, pieces R2_2 and R6_2 belong to the same RMU. This raw material group features a concentration of elements around squares N15. While the conjoined pieces are close to one another, flake N13-40 is more than 2 m away. Although there is no direct connection such as a complete refit between the four pieces of the same RMU, the distribution suggests a transport event involving the movement of the largest flake (N13-40) out of the area where the other pieces were found. These movement directionalities are represented by an arrow line on the map shown in Figs. 5 and 6.

Few connections have been found and none of them exceeds a distance of 6 m from E–W or 3 m from N–S, as the area under study measures 17 m². The average distance of the connections is 78.8 cm. The greatest distances were found with connections involving R2_2 at 203 cm, R2_6 at 184 cm, and the R2_4 refits at 157 cm, and the shortest distance occurs with the R6_2 conjoin, with 1 cm between pieces. These distances may increase if the study is extended to include a larger area.

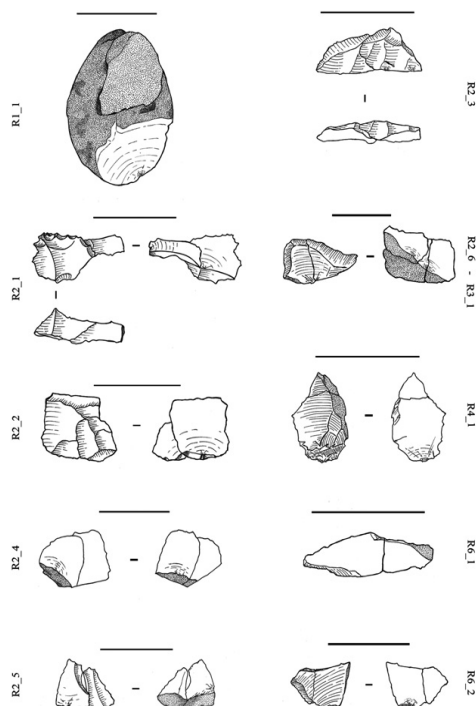


Fig. 4. Refits and conjoins. Scale: 50 mm.

Table 4

Refits and conjoins. Types of connection, pieces involved, vertical and horizontal distances between pieces and pertinent remarks about the connections.

Code	Type connect	Pieces	Dist. betw. pieces (cm)		Remarks
			VRTCL	HRZNT.	
R1_1	Refit	L13-16 L13-17	1	9	Core-flake refit, both of them were in the same square. The core has few extractions, one of them are the flake refit.
R2_1	Refit	N15-143 N16-58	29	70	Dorso-ventral refit, after the extraction of the BN2GC, it was conditioned the core edge by the extraction of the edge-flake.
R2_2	Refit	N13-40 N15-116	43	203	There is a conjoin (R6_2) in the same RMU C27, and this fact points to a movement of the biggest flake out of the knapping area.
R2_3	Refit	N12-51 N15-122	53	256	This refit shows the longest distance between refit pieces. An absence of more connections prevents to know more about which piece has been displaced or if the movement was intentional.
R2_4	Refit	M13-46 M15-54	35	157	This refit is between kombewa flakes. Probably one of them is from the bulb of other piece.
R2_5	Refit	N12-17 N13-36	17	53	Is not an exactly dorso-ventral union. The pieces connect by the upper edge of the knapping platform.
R2_6	Refit	L13-46 N14-60	26	184	Conjoin between two flake fragments with Siret's fracture and a refit with a BP. The fragments are near between them, but the flake is nearly 2 m away from them. It can be proposed two ways: the flake was moved outside the knapping area for its use or configuration or, after the extraction of the fail flake Siret, the core was moved outside the knapping area to the area around N14 square and there, the complete flake was extracted.
R3_1	Conjoin	L13-46 L13-56 N14-60	0	2	Conjoin between two pieces with a transversal fracture. Both pieces were founded in the same square.
R4_1	Conjoin	N16-13 N16-65	0	27	There are two fragments, with no dorsal or ventral faces. The pieces were founded next to each other, so probably the fracture was by trampling or sediment pressure.
R6_1	Conjoin	N13-133 N13-134	0	3	The two fragments were broken may be by the same pressure phenomena. This conjoin and the R2_2 refit belongs to the same RMU. Both connections allows us to inferring a knapping activity around the N15 square.
R6_2	Conjoin	N15-14 N15-15	0	1	

However, it should be noted that despite the low number of connections, it has been possible to identify two movement directionalities. These directionalities are very important because they allow us to infer the individual movement of pieces. On the other hand, refit R2_2 and conjoin R6_2, which belong to the same RMU, allow us to recognize the directionality of the transported piece from the knapping area. This emphasizes the importance and the usefulness of identifying RMUs.

The connections and refits may indicate a knapping episode on quartzite at the site. However, the lack of refits of complete knapping sequences means that the rest of the excavation surface of TD10-1 must be studied to verify this speculation.

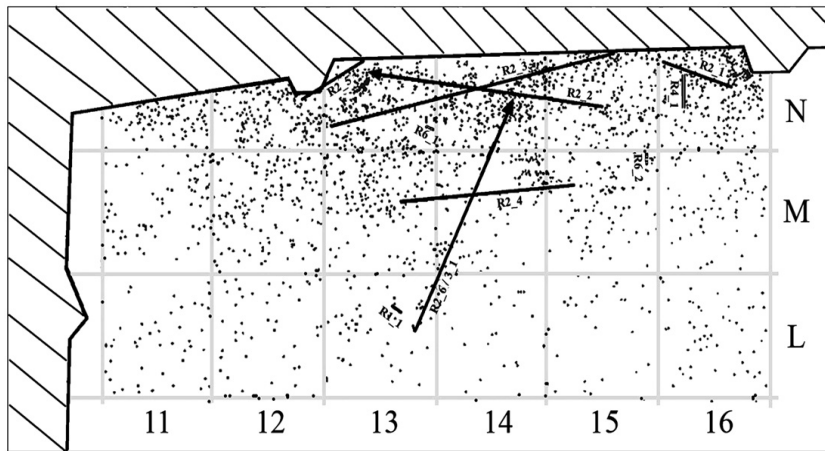


Fig. 5. Spatial distribution of lithic remains in the studied area with the connection lines by the different types of refit or conjoin. Arrows indicate the known movements of the pieces in the refits. The shaded area corresponds to a part of the north and western section of the excavation.

4. Discussion

Very few Lower and Middle Pleistocene sites have been studied for the purpose of examining spatial distribution and the movements of individuals and materials, although Boxgrove (Pope and Roberts, 2005) and Áridos (Villa, 1990), Sainte-Anne (Daujeard et al., in press) and Melka-Kunture (Galloti and Piperno, 2004) are some exceptions. Probably less research has been done on spatial dispersion from a refit perspective. The studies that have been done tend to place heavy emphasis on lithic technology and types and forms of sustenance, mainly focussing on meat consumption. But these lithic studies have not provided insight into other aspects of human activity and behaviour. Issues such as the degree of a core's versatility during its reduction process, spatial distribution, the creation and use of activity areas within the settlement, the partitioning of activities and people's movements during an activity, among others, are not analyzable by means of a mere technological study of the lithic assemblage.

This is why refitting studies began to be used. At first they were used as a complement to technological studies (Bodu et al., 1990; Cahen et al., 1979; Hofman, 1981) and then as a way of exploring connections between activity spaces at sites (Caspar and de Bie, 1996; Eickhoff, 1990; Hofman, 1992; Roebroeks and Hennekens, 1990). But in this respect, it has mostly been applied in Upper

Palaeolithic sites. These are high resolution sites, with large excavated surfaces in which the archaeological record is well defined and delimited and, in most cases, they contain hearths which indicate activity areas. However, there are few refit studies on archaeological sites older than 150–200 ka. Fortunately, this trend has begun to change and in recent years studies have emerged such as those of Delagnes and Roche (2005) at the Lokalalei site with lithic technology dating to approximately 2.5–2 Ma, Shen and Qi (2004) and Feng (2008) in Cenjiawan, Maliang, Xuentanglianzi, Gongwangling and the sites in the Bose Valley dating to over 600 ka, and Bergman et al. (1990), Pope and Roberts (2005) and Roberts et al. (1997) in Boxgrove, dated to about 500 ka. These refit studies were used as sources of information about lithic industries and technologies. This study of the sample from level TD10-1 was not used for this purpose.

The connections found do not lead to any firm hypotheses, but some inferences can be drawn regarding the discrete movements of

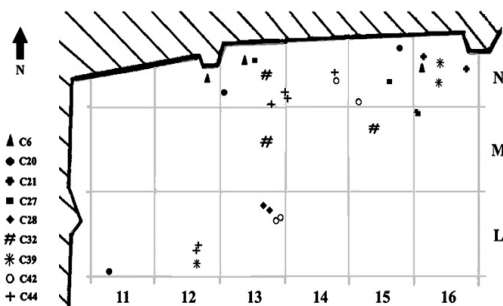


Fig. 6. Spatial distribution of Raw Material Units which refits and conjoins founded belongs.

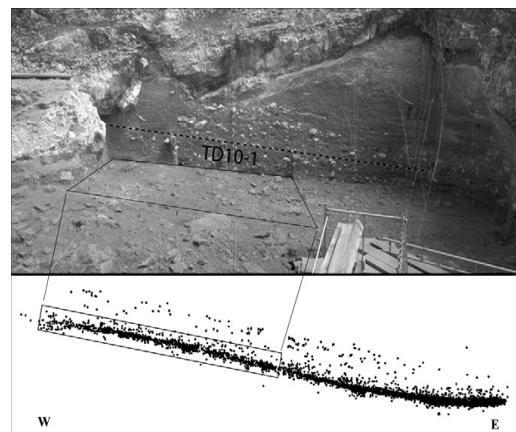


Fig. 7. Up: view of surface of TD10-1 during field works in 2002. The dashed line marks the top of the unit (approximately, not precisely), and the sample area is squared. Bottom: W–E profile of N line of TD10-1 with all the materials from N10 to N22 and the sample area marked.

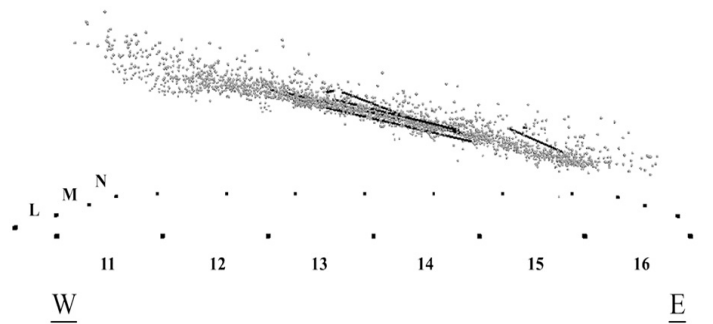


Fig. 8. W–E profile of TD10-1 lithic remains studied and the connection lines of refits and conjoins.

pieces through the refits and conjoins R2_2 and R6_2, and R2_6 and R3_1. These connections point to directionality in the movement of some pieces, but without complete knapping sequences it is difficult to establish the directionality of every piece.

Villa (1982) and Villa et al. (1983) used refits as a way to recognize postdepositional movements in the archaeological record. In our case, it was impossible to apply this approach because the spatial projections of the RMUs, which were made up of only a few objects each, did not provide enough information to infer postdepositional modifications to the primary location of the pieces. But for TD10-1 a postdepositional analysis is already done. As we say before, the postdepositional study of Mallol and Carbonell (2008) indicates that TD10-1 is a well preserved cave entrance deposit and it was not affected by postdepositional processes which altered the primary location of archaeological remains although the slope of the paleorelief (Fig. 7).

It should be noted that this study is one of the few cases in which the refit method is applied to a Middle Pleistocene site on the Iberian Peninsula. Although refits have been found in some assemblages such as in Ambrona Santonja and Pérez-González, 2006), they were not discovered by means of an exhaustive refit method. Only Villa's study (1990) in Áridos constitutes a thorough application of the refit approach. Other Middle Pleistocene sites such as Orcasitas, Arriaga IIa and Áridos 2 (Madrid, Spain) have not been subjected to any refit studies (Santonja and Pérez-González, 2010).

On the other hand, level TD10-1 of Gran Dolina has been the subject of numerous studies including research into lithic technology and fauna. Rosell (2001) analyzed the upper part of TD10-1 in order to extract patterns of biomass exploitation. His projections show a differential pattern in the spatial dispersion of bones according to size. Long bones tend to be accumulated around the periphery of the excavated area, leaving a central area in which bones and fragments smaller than 50 mm were found. He suggests the existence of an actively used central area, kept free from large bones and fragments.

Rosell also mentions the difficulty posed by the thickness of the sedimentary level in which TD10-1 is located. Slow sedimentation has caused overlaps in the archaeological assemblages generated by various occupations, forming a palimpsest (Bailey, 2007).

Rosell's results cannot be compared with our refit results because the two studies did not analyze the same area or depth.

In addition to the huge time investment that any refit study implies, this case also faced the challenge of assigning materials that had been recovered from a palimpsest to discrete occupation layers. Moreover, other problems such as the poor conservation of some raw materials, like neogene flint and sandstone, have

hampered not only the process of finding refits but also the association of pieces into RMUs.

The uppermost part of TD10-1 level of Gran Dolina has been interpreted as the result of successive and repeated short-term occupations. Meanwhile, the base of level TD10-1 was interpreted as a base camp from the remains found in the main test pit (Carbonell et al., 1995; Rodríguez, 1997). But the most recent studies of faunal dispersion that have analyzed the entire assemblage of faunal remains recovered in surface, interpret all the TD10-1 assemblage as a result of succession of multiple human occupations (Rosell and Blasco, 2009; Rosell et al., 2011). In line with these studies, a complete study of the whole lithic assemblage is in course that aims to shed more light on the interpretation of this level. The refits and conjoins found are connections between two or three pieces, and there is no evidence of a complete exploitation sequence. Within the RMUs, over 70% of the pieces are smaller than 4–5 cm. However, only 12.78% of the sample pieces have been classified into RMUs, so only a complete study of the whole lithic assemblage of TD10-1 will provide a more accurate interpretation about incomplete or biased knapping sequences caused either by the introduction of these already produced pieces from outside the site, or by their movement or transport to another place for retouch or use. And only a complete study can yield more precise data about the existence of knapping sequences, well-defined activity areas, the inter-relationships between such areas, and the different types of occupation that produced the thick deposit of level TD10-1.

Refits and conjoins have been found through a complete refit process. Some of the most important results, such as the directionality of movements, have emerged by means of the analysis of the refits in association with the RMUs to which they belong (Fig. 8). Therefore, proposals such as that of Laughlin and Kelly (2010), who argue that refit studies should be abandoned when the investment of more effort and time in searching is counterproductive and will not provide more significant results, must not be completely accepted. However, Hallos (2005) suggested that the refit studies that have been most successful in terms of the number or refits found are those in which the most time has been invested and the most researchers involved. More information will be obtained when the entire assemblage has been thoroughly reviewed and the results thoroughly analyzed.

5. Conclusions

Although few refits have been found, they have yielded important information. Some of the conclusions we might draw include the following:

- The method employed led to the identification of several refits, conjoins and connections, despite the handicaps present in the assemblage and at the site. Furthermore, this method will allow the study to be continued and updated with a larger number of items recovered from the entire surface of the level.
- Small pieces such as debris that were included in the sample studied point to the existence of knapping activities at the site.
- The knapping sequences documented by the refits are short sequences and seem to represent mainly the production of small artefacts. It seems that knapping activities started with small nodules and all the resulting products are also small. Refits of larger elements were not found. It seems that the larger artefacts represented isolated elements introduced into the site as already shaped objects, and were not produced at the site. The assemblage consists of small flakes and larger shaped products, but the middle-sized pieces of the sequence are absent.
- Most of the refits are type 1 and type 2 resulting from production sequences: a core-product refit, five refits between complete flakes and a dorso-ventral refit between a broken flake (which conjoins with another fragment) and a complete flake.
- Two refits suggest a directionality of movement for their probable transport. Refit R2_6 with conjoin R3_1 points to a transport episode involving piece N14-60. Similarly, refit R2_2 and conjoin R6_2, which belong to the same RMU, show a transport episode involving piece N13-40. These directionality of movement may be in direct relation with knapping activities and use activities carried out during the occupation of the site.
- It was not possible to differentiate occupation layers within the thick archaeological deposit of TD10-1. The few connections found did not allow discrete occupational floors to be distinguished (Fig. 7).
- **Newcomer and Sieveking's (1980)** experimental study on the distribution of elements produced by a knapping sequence indicates a scatter radius measuring up to 4 m. In our case we have worked with a small area which is likely to encompass only half or a quarter of the dispersion radius of a single sequence. However, the exploitation of a core produces a large amount of debris, and such concentrations have not been documented, not even in the larger RMUs.
 - These assumptions suggest, in relation to the area of study, that the assemblage from the base of level TD10-1 is the result of successive short-term occupations.

This refit study is presented as the first step towards a larger study which considers the entire set of lithic material recovered in TD10-1 and perhaps towards a new work that summarizes the refit studies conducted at sites with chronologies of over 120 ka.

Acknowledgements

We thank the reviewers' advice and corrections to improve the article and propose new ideas for future refit studies. The Atapuerca Research Project is supported by the Ministerio de Ciencia e Innovación, Proyecto CGL2009-12703-C03-02, the Consejería de Cultura y Turismo de the Junta de Castilla y León, the Catalan AGAUR project 2009SGR-188, and the Fundación Atapuerca.

References

- Ahrens, J., Geveci, B., Law, C., 2005. ParaView: an end-user tool for large data visualization. In: Hansen, C.D., Johnson, C.R. (Eds.), *The Visualization Handbook*. Elsevier.

- Almeida, F., 2007. Refitting at Lapa Do Anecrial: studying technology and micro scale spatial patterning through lithic reconstructions. In: Schurmans, U., De Bie, M. (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic Refitting Examined*.
- Bailey, G., 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26, 198–223.
- Berger, G.W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Ku, T.L., 2008. Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution* 55, 300–311.
- Bergman, C., Roberts, M., Collcutt, S., Barlow, P., 1990. Refitting and spatial analysis of artefacts from Quarry 2 at the middle Pleistocene Acheulean site of Boxgrove, West Sussex, England. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*.
- Blain, H.-A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., 2008. The early-middle Pleistocene palaeoenvironmental change based on the squamate reptile and amphibian proxy at the Gran Dolina site, Atapuerca, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 261 (1–2), 177–192.
- Bleed, P., 2002. Obviously sequential, but continuous or staged? Refits and cognition in three late Paleolithic assemblages from Japan. *Journal of Anthropological Archaeology* 21, 329–343.
- Bodu, P., Karlin, C., Ploux, S., 1990. Who's who? The Magdalenian flintknappers of Pincevent (France). In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle. International Symposium on Refitting stone artefacts*.
- Cahen, D., Keeley, L., 1980. Not less than two, no more than three. *World Archaeology* 12 (2), 166–180.
- Cahen, D., Keeley, L., Van Noten, F., 1979. Stone tools, toolkits, and human behavior in prehistory. *Current Anthropology* 20 (4), 661–683.
- Carbonell, E., Giral, S., Márquez, B., Martín, A., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Sala, R., Vaquero, M., Vergés, J.M., Zaragoza, J., 1995. El conjunto lito-técnico de la Sierra de Atapuerca en el marco del Pleistoceno Medio europeo. In: Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E. (Eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca. Actas II. Valladolid, Junta de Castilla y León*, pp. 445–533.
- Carbonell, E., Esteban, M., Martín, A., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Sala, R., Vergés, J.M., Bermúdez de Castro, J.M., Ortega, A.I., 1999. The Pleistocene site of Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain: a history of the archaeological investigations. *Journal of Human Evolution* 37, 313–324.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergés, J.M., 2001. Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 259–280.
- Carrion, J.S., Fernández, S., González-Sampériz, P., Leroy, S.A.G., Bailey, G.N., López-Sáez, J.A., Burjachs, F., Gil-Romera, G., García-Antón, M., Gil-García, M.J., Parra, I., Santos, L., López-García, P., Yll, E.I., Dupré, M., 2009. Quaternary pollen analysis in the Iberian Peninsula: the value of negative results. *Internet Archaeology* 25, 1e53. <http://intarch.ac.uk/journal/issue25/5/toc.html>.
- Caspar, J.P., de Bie, M., 1996. Preparing for the hunt in the late Paleolithic camp at Rekem, Belgium. *Journal of Field Archaeology* 23 (4), 437–460.
- Cattin, M.I., 2002. El remuntatge de les restes lítiques: organització interna dels assentaments i lligams entre jaciments. *Cota Zero* 17, 117–128.
- Cooper, J., Qiu, F., 2006. Expediting and standardizing stone artifact refitting using a computerized suitability model. *Journal of Archaeological Science* 33, 987–998.
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J.M., Blain, H.A., De Marfá, R., Galindo-Pellicena, M.A., Bennásar, M.L., Melero, M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2010. Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. *Quaternary International* 212, 109–119.
- Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, I., Arsuaga, J.L., Blain, H.A., López-García, J.M., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., 2011. The Early-Middle Pleistocene environmental and climatic change and the human expansion in western Europe: a case study with small vertebrates (Gran Dolina, Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 60 (4), 481–491.
- Czesla, E., 1990. On refitting of stone artefacts. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle. International Symposium on Refitting stone artefacts*.
- De Bie, M., 2007. Benefiting from refitting in intra-site analysis: lessons from Rekem (Belgium). In: Schurmans, U., De Bie, M. (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic Refitting Examined*.
- Daujeard, C., Fernandes, P., Guadelli, J.L., Moncel, M.-H., Santagata, C., Raynal, J.-P., Neanderthal subsistence strategies in Southeastern France between the plains of the Rhone Valley and the mid-mountains of the Massif Central (MIS 7 to MIS 3). *Quaternary International*, in press. doi:10.1016/j.quaint.2011.01.047.
- Delagnes, A., Roche, H., 2005. Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution* 48, 435–472.
- Eickhoff, S., 1990. A spatial analysis of refitted flint artefacts from the Magdalenian site of Gönnersdorf, Western Germany. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*.
- Falguères, Ch., Bahain, J., Yokoyama, Y., Bischoff, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Dolo, J.M., 2001. Datation par RPE et U–Th des sites pléistocènes d'Atapuerca: Sima de los Huesos, Trincheras Dolina et Trincheras Galería. *Bilan géochronologique. L'Anthropologie* 105, 71–81.
- Feng, X., 2008. Stratégie de débitage et mode de façonnage des industries du Paléolithique inférieur en Chine et en Europe entre 1 Ma et 400 000 ans. Ressemblances et différences de la culture de l'homme de Yunxian et Acheuléen européen. *L'Anthropologie* 112, 423–447.

- Galloti, R., Piperno, M., 2004. Prehistoric archaeology. The site of Garba IV. Spatial analysis of the lithic material from level D. In: Chavaillon, J., Piperno, M. (Eds.), *Studies on the Early Paleolithic Site of Melka Kunture, Ethiopia*.
- García Antón, M.D., 1995. Pollen analysis of middle Pleistocene paleovegetation at Atapuerca. In: Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E. (Eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*, Actas. Junta de Castilla y León, Valladolid.
- García-Antón, M.D., Morant, N., Mallol, C., 2002. L'approvisionnement en matières premières lithiques au Pléistocène inférieur et moyen dans la Sierra de Atapuerca, Burgos (Espagne). *L'Anthropologie* 106, 41–55.
- Gil, E., Hoyos, M., 1987. Contexto estratigráfico. In: Aguirre, E., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.), *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar Social, Valladolid.
- Hallos, J., Cowllett, J.A., Brant, V., Hounsell, S., 2004. Missing Links: Refitting Studies at Beeches Pit as an Approach to Understanding Tool Production in the Middle Pleistocene Abstracts for the Paleoanthropology Society Meeting, Montreal – Canada.
- Hallos, J., 2005. "15 Minutes of Fame": exploring the temporal dimension of Middle Pleistocene lithic technology. *Journal of Human Evolution* 49, 155–179.
- Hofman, J., 1981. The refitting of chipped-stone artifacts as an analytical and interpretive tool. *Current Anthropology* 22 (6), 691–693.
- Hofman, J., 1992. Putting the pieces together: an introduction to refitting. In: Hofman, J., Enloe, J. (Eds.), *Piecing Together the Past: Applications of Refitting Studies in Archaeology*.
- Laughlin, J., Kelly, R., 2010. Experimental analysis of the practical limits of lithic refitting. *Journal of Archaeological Science* 37, 427–433.
- Leroi-Gourhan, A., 1952. Les fouilles préhistoriques (Technique et Methods). *The Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland* 82 (1), 73–77.
- Mallol, C., Carbonell, E., 2008. The collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: site formation processes of layer TD10-1. *Geochronology* 23 (1), 13–41.
- Newcomer, M., Sieveking, G., 1980. Experimental flake scatter-patterns: a new interpretative technique. *Journal of Field Archaeology* 7 (3), 345–352.
- Odell, G.H., 2004. *Lithic Analysis*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Pérez-González, A., Parés, J.M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A.I., Benito, A., Martín-Merino, M.A., 2001. Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 27–43.
- Peretto, C., 2006. The first peopling of southern Europe: the Italian case. *Comptes Rendus Palevol* 5, 283–290.
- Peretto, C., Ferrari, M., 1995. Techno-typological considerations on the industry from Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Forlì, Italy). *Cahier Noir* 7, 3–16.
- Pope, M., Roberts, M., 2005. Observations on the relationship between Palaeolithic individuals and artefact scatters at the Middle Pleistocene site of Boxgrove, UK. In: Gamble, C., Porr, M. (Eds.), *The Individual Hominid in Context. Archaeological Investigations of Lower and Middle Paleolithic Landscapes, Locales and Artefacts*.
- Preece, R., Parfitt, S., Bridgland, D., Lewis, S., Rowe, P., Atkinson, T., Candy, I., Debenham, N., Penkman, K., Rhodes, E., Schwenninger, J., 2007. Terrestrial environments during MIS 11: evidence from the Palaeolithic site at West Stow, Suffolk, UK. *Quaternary Science Reviews* 26, 1236–1300.
- Roberts, M., Parfitt, S., Pope, M., Wenban-Smith, F., 1997. Boxgrove, West Sussex: rescue excavations of a Lower Palaeolithic landscape (Boxgrove Project B, 1989–91). *Proceedings of the Prehistoric Society* 63, 303–358.
- Rodríguez, J., Burjachs, F., Cuenca-Bescós, G., García, N., Van der Made, J., Pérez-González, A., Blain, H.A., Expósito, I., López-García, J.M., García-Antón, M., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J.M., Rodríguez, X.P., Díez, C., Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennisar, M.L., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews* 30 (11–12), 1396–1412.
- Rodríguez, X.P., 1997. *Sistemas técnicos de producción lítica del Pleistoceno Inferior y Medio de la Península Ibérica: variabilidad tecnológica entre yacimientos del Noreste y de la Sierra de Atapuerca*. Ph. D. Thesis, History Department, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 1997.
- Rodríguez, X.P., 2004. Technical systems of lithic production in the lower and middle Pleistocene of the Iberian Peninsula. In: *Technological Variability between North-eastern Sites and Sierra de Atapuerca Sites*. BAR International Series 1323.
- Roebroeks, W., Hennekens, P., 1990. Transport of lithics in the middle Palaeolithic: conjoining evidence from Maastricht-Belvédère (NL). In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting Stone Artefacts.
- Roebroeks, W., 1988. From Find Scatters to Early Hominid Behaviour: a Study of Middle Palaeolithic Riverside Settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands), vol. 21. *Analecta Praehistorica Leidensia*.
- Rosell, J., Blasco, R., 2009. Home sharing: carnivores in anthropogenic assemblages of the Middle Pleistocene. *Journal of Taphonomy* 7 (4), 305–324.
- Rosell, J., Blasco, R., Campeny, G., Díez, J.C., Alonso, R., Menéndez, L., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. Bone as a technological raw material at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 61, 125–131.
- Rosell, J., 2001. Patrons d'aprofitament de les biomasses animals durant el Pleistocè Inferior i Mig (Sierra de Atapuerca, Burgos) i Superior (Abric Romaní, Barcelona). Ph. D. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Santonja, M., Pérez-González, A., 2006. La industria lítica del miembro estratigráfico medio de Ambrona (Soria, España) en el contexto del Paleolítico Antiguo de la Península Ibérica. *Zephyrus* 59, 7–20.
- Santonja, M., Pérez-González, A., 2010. Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula. *Quaternary International* 223–224, 154–161.
- Schäfer, J., 1990. Conjoining of artefacts and consideration of raw-material: their application at the Middle Palaeolithic site of the Schweinskopf-Karmelenberg. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, D. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting Stone Artefacts.
- Shen, C., Qi, W., 2004. Lithic technological variability of the middle Pleistocene in the eastern Nihewan basin, Northern China. *Asian Perspectives* 43 (2), 281–301.
- Sisk, M.L., Shea, J.J., 2008. Intrasite spatial variation of the Omo Kibish Middle Stone Age assemblages: artifact refitting and distribution patterns. *Journal of Human Evolution* 55, 486–500.
- Vaquero, M., 2008. The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science* 35, 3178–3185.
- Vallverdú, J., Courty, M.A., Carbonell, E., Canals, A., Burjachs, F., 2001. Les sédiments d'Homo Antecessor de Gran Dolina, (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. *L'Anthropologie* 105, 45–69.
- Villa, P., Courtin, J., 1983. The interpretation of stratified sites: a view from underground. *Journal of Archaeological Science* 10, 267–281.
- Villa, P., 1982. Conjoinable pieces and site formation processes. *American Antiquity* 47 (2), 276–290.
- Villa, P., 1990. Torralba and Aridos: elephant exploitation in middle Pleistocene Spain. *Journal of Human Evolution* 19, 299–309.

Los resultados obtenidos abrieron la puerta a la ampliación del estudio de remontajes a la totalidad de la superficie y del conjunto lítico recuperado en el subnivel TD10.1.

A raíz de los problemas documentados en este estudio inicial, principalmente relacionados con la conservación de determinadas materias primas, pero también con la restricción que supone la indisponibilidad de un espacio adecuadamente amplio para la extensión de todos los materiales a estudio, surgió una doble necesidad. Por un lado, debía reconsiderarse en profundidad el análisis de determinadas materias primas, sobre todo del sílex neógeno. Si bien es cierto que más de la mitad del conjunto lítico está elaborado sobre esta materia, ésta presenta toda una serie de obstáculos que dificultan (llegando a imposibilitar) su estudio de remontajes. La baja tasa de conservación se traduce en la pérdida de casi un 15% de los restos; posteriormente, de entre las piezas sí recuperadas y catalogadas, en torno a un 55% son menores a 20 mm. Una revisión visual de parte de estos restos concluyó que, pese a que fueron recuperados y muchos de ellos restaurados, su estructura no se conservaba de manera íntegra y su manipulación provocaba más fracturas. Por este motivo, finalmente se decidió descartar esta materia prima del estudio general. Una situación similar se produjo con la arenisca. Pese a que la ratio de conservación de esta materia era mayor que la del sílex, los procedimientos de conservación aplicados modificaban sustancialmente la apariencia de las piezas. Las superficies se encontraban erosionadas (por la propia naturaleza de la sepultación en el yacimiento) y por las dificultades en su recuperación, y la aplicación de resinas para su preservación oscurecía la superficie, homogeneizando las características cromáticas de numerosas piezas. Al contrario de lo que se decidió con el sílex, la arenisca no se descartó del estudio pero los condicionantes mencionados provocaron grandes dificultades en su análisis y, por tanto, la inversión de tiempo en su estudio se redujo considerablemente.

Por otra parte, la dificultad en la extensión de las piezas y la gran inversión de tiempo empleado

en su reconocimiento y el hallazgo de conexiones, evidenció la necesidad de agilizar este proceso. La cantidad de esfuerzo que este tipo de estudios requiere, aumenta exponencialmente con el tamaño del ensamblaje y, en general, no es factible estudiar conjuntos voluminosos completos. Por este motivo, la exploración de nuevos métodos y la tecnificación del proceso se convirtió en uno de los objetivos principales de este trabajo.

7.2.2. Nuevas Aportaciones Metodológicas

El estudio de remontajes según la “metodología clásica” y aplicado a todo el TD10.1 continuó adelante, centrándose en primer lugar en el cuarzo y la cuarcita, cuya conservación y características físicas se prestaban a obtener mayores resultados (López-Ortega et al., 2017). Una vez realizado, se obtuvieron nuevas conexiones que ampliaban y reforzaban los planteamientos tecnológicos surgidos a partir de los análisis líticos (ver capt. 8. Resultados, p. 115).

En paralelo al análisis más tradicional, y en línea con el interés en hacer mejoras en el proceso de remontaje, surgió la posibilidad de emplear las nuevas tecnologías que una universidad del Reino Unido estaba desarrollando. La aplicación de estos nuevos métodos se encuentra ampliamente detallada en los artículos López-Ortega et al., 2019a y b (in press)), que se encuentran en el capítulo de Resultados y, por ello, se resumirán brevemente a continuación.

Fragmented Heritage

La creación del proyecto *Fragmented Heritage, From the Kilometre to the Nanometre: Automated 3D Technology to Revolutionize Landscape, Size and Artefact Analyses*¹, diseñado y liderado por la University of Bradford y formado por un equipo internacional, abrió la posibilidad de una mecanización de la búsqueda de remontajes mediante la digitalización del conjunto a estudio y el procesado automático de éste.

El proyecto contempla el uso de nuevas metodologías aplicadas a un amplio marco de estudios arqueológicos. El empleo de escáneres 3D se realiza desde una escala microscópica, para el análisis de trazas de uso, de microdesgaste, de residuos, etc.,

¹ <http://www.fragmentedheritage.com>

a niveles macro, como la digitalización de amplias zonas próximas al lago Turkana, en Kenia. A este nivel de paisaje, el uso de la grabación digital, la captura automática y el procesado de estos datos mejora la capacidad de registrar sitios y restos arqueológicos y resolver dispersiones de superficie a largas distancias o en zonas remotas, reduciendo el coste económico y de tiempo de las prospecciones tradicionales.

En un nivel intermedio, *Fragmented Heritage* también contempla el estudio de remontajes a partir de los escáneres 3D y el uso de softwares de reconocimiento digital. El equipo de investigación, liderado por los doctores A. Evans y A. Wilson, considera que la automatización del proceso de búsqueda de remontajes puede transformar sustancialmente las prácticas de trabajo, estimulando el proceso en sí mismo y poniéndolo al alcance de más proyectos de investigación.

Con el objetivo de aplicar las innovaciones en la digitalización y procesado informático de los datos al conjunto de TD10.1, se realizó una estancia de dos meses en los centros de investigación del Departamento de Prehistoria, del *British Museum* (Londres), y en la University of Bradford. El objetivo principal era verificar si esta nueva metodología era potencialmente aplicable al conjunto a estudio.

Durante la estancia, se empleó el escáner *Mech Scan Macro White Light 3D Scanner*, que dispone de un proyector de luz y dos cámaras de alta resolución, para la digitalización de una muestra del material a estudio (figura 7.4). Un total de 75 restos líticos fueron escaneados y procesados con los softwares *Flex Scan 3D* y *Cloud Compare v.2.6.1* (tabla 7.4). El proceso mismo de escaneo de las piezas se controla con *Flex Scan*; desde este software es posible controlar la plataforma rotatoria en la que se deposita la pieza y el conjunto del escáner, formado por proyector y cámaras (figura 7.5). El usuario determina, en función del tamaño y forma de la pieza y del grado de precisión deseado de la imagen final, el número de escaneos en el que se dividirán los 360º de la vista. Este software registra una media de 1,8 millones de puntos por superficie escaneada, en un tiempo de entre 1 y 4 segundos (figura 7.6). Tras el escaneo, el software solapa todas las nubes de puntos buscando zonas en común a partir del



Figura 7.4. Mech Scan Macro White Light 3D Scanner equipado con una cámara fotográfica Nikon supletoria.

relieve, la textura, las concavidades y convexidades y los ángulos de la superficie, resultando una imagen final en formato tridimensional (figura 7.7).

Posteriormente, estas imágenes son procesadas con el software *Cloud Compare v. 2.6.1.*, encargado de gestionar el reconocimiento del relieve de distintas imágenes y calcular el porcentaje de afinidad que existen entre aquellas superficies que presenten unas características similares (figura 7.8).

Durante el proceso de escaneo, algunas piezas mostraban problemas relacionados con el correcto solapado de las diferentes capas de puntos. Algunos puntos parecían alejarse de la superficie o adentrarse en ella en unos valores muy discordantes con el resto. Ante la posibilidad de que este contratiempo se debiera al grosor de la granulometría de las piezas y al incorrecto reflejo de la luz sobre los granos, se planteó la opción de aplicar una capa de pintura de imprimación opaca sobre los artefactos que homogeneizara el brillo de las superficies. Dado que esta opción no se había realizado anteriormente sobre elementos de otro tipo de materia excepto el sílex, no se conocía la viabilidad que esta cierta transformación de la pieza –arqueológica- tendría sobre la resolución de la imagen, y tampoco existía un antecedente sobre la eliminación total de la pintura en este tipo de materiales, se decidió pintar solamente seis piezas. Para ello, se empleó una imprimación de color gris en spray: *diall all Surface primer – grey*, de la marca B&Q.

ARTEFACTS		
year	square	nº
1996	L16	28
1996	M12	1
1996	N19	10
1999	N20	14
1999	M14	93
1999	M14	93
2001	K20	185
2002	N21	317
2002	M21	99
2002	M22	432
2003	N22	399
2003	L20	1049
2003	L20	711
2003	N20	804
2004	M20	406
2004	L20	519
2005	N20	46
2005	N20	8
2005	I21	80
2006	N20	195
REFITS		
REM1_3		
REM1_5		
REM2_1		
REM2_6 / 3_1		
REM2_7 / 3_7		
REM2_8 / 3_22		
REM2_13		
REM2_14		
REM2_20 / 3_12		
REM2_21		
REM2_23		
REM2_25		
REM2_27		
REM2_28 / 3_3		
REM2_34		
REM3_14		
REM3_15		
REM3_19		
REM4_1		
REM4_11		

Tabla 7.4. Relación de piezas escaneadas en las instalaciones del British Museum de Londres y de la Universidad de Bradford.

Orientación y Pendiente de las líneas de conexión

El avance del estudio y el registro cada vez más numeroso de las conexiones halladas requería de una aritmética básica para conocer la distancia real que existía entre las piezas remontadas. A partir del cálculo de la hipotenusa, se registró la distancia entre los remontajes y los elementos que los conformaban: $h^2 = \sqrt{c_1 (y_2 - y_1)^2 + c_2 (x_2 - x_1)^2}$ (tabla 7.5, figura 7.9).

Tras el cálculo de estos datos, resultó interesante conocer la orientación de los remontajes. Durante la excavación, como se ha mencionado anteriormente, todos los restos coordinados (lítica, fauna y bloques naturales) se registran especificando, entre otros, su orientación y pendiente. Estos datos resultan de especial interés en tanto que permiten conocer la naturaleza de la deposición del estrato, las posibles particularidades en la deposición a lo largo de la superficie, la existencia de procesos sedimentológicos que afecten a los restos, etc. En este sentido, si bien se dispone de la orientación y la pendiente de las piezas, nos resultó interesante conocer la orientación de la línea (o distancia) que separa los restos remontados. Es decir, dado que la mayoría de las conexiones son entre dos elementos, la línea recta entre ellos puede tomarse como un eje mayor cuya orientación puede conocerse y considerarse como un dato más para un análisis de fábrica. Se planteó que la existencia de una orientación preferencial de estas distancias proporcionaría información sobre posibles desplazamientos homogéneos resultado de procesos postdeposicionales que acumularan los materiales hacia una misma zona del yacimiento. De no existir una orientación homogénea, podrían identificarse movimientos intencionales discretos de las piezas o descartar la incidencia de fuertes procesos postdeposicionales.

Los cálculos de la orientación, ampliamente desarrollados en la publicación López-Ortega et al., 2019a (ver capt. 8. Resultados, p. 151) se obtienen mediante las coordenadas cartesianas y al cálculo de la tangente de ambas: $90 - \alpha (= \arctg y/x)$. Las conexiones entre elementos hallados a una distancia inferior a 100 cm fueron excluidas del análisis de orientaciones para evitar el ruido en el análisis estadístico (tabla 7.6).

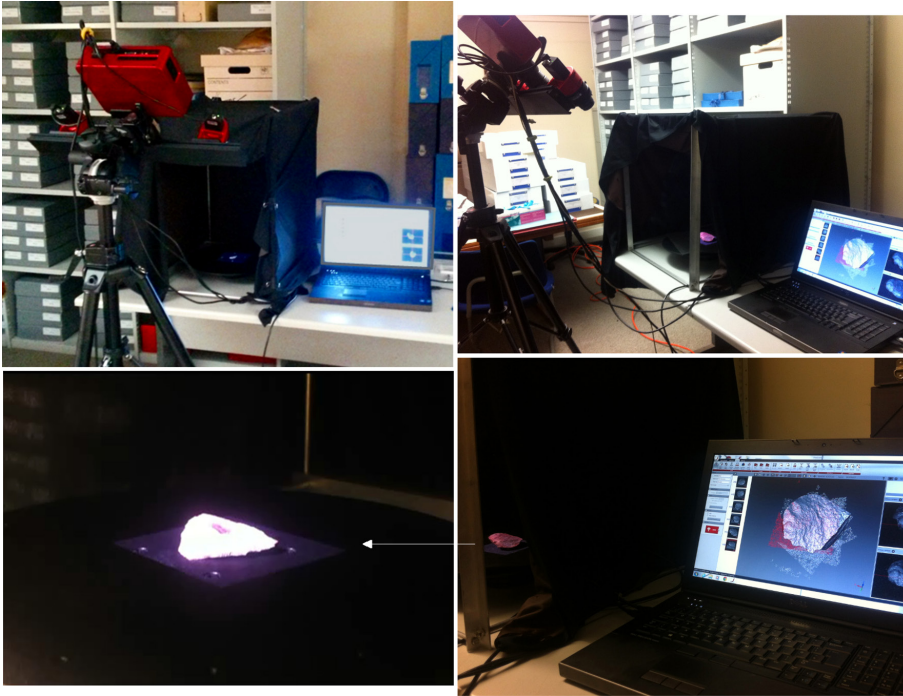


Figura 7.5. Arriba: disposición del escáner respecto a la plataforma de rotación. Abajo: proceso de escaneado, con la pieza iluminada y el software Flex Scan 3D superpone las distintas nubes de puntos de cada proyección.

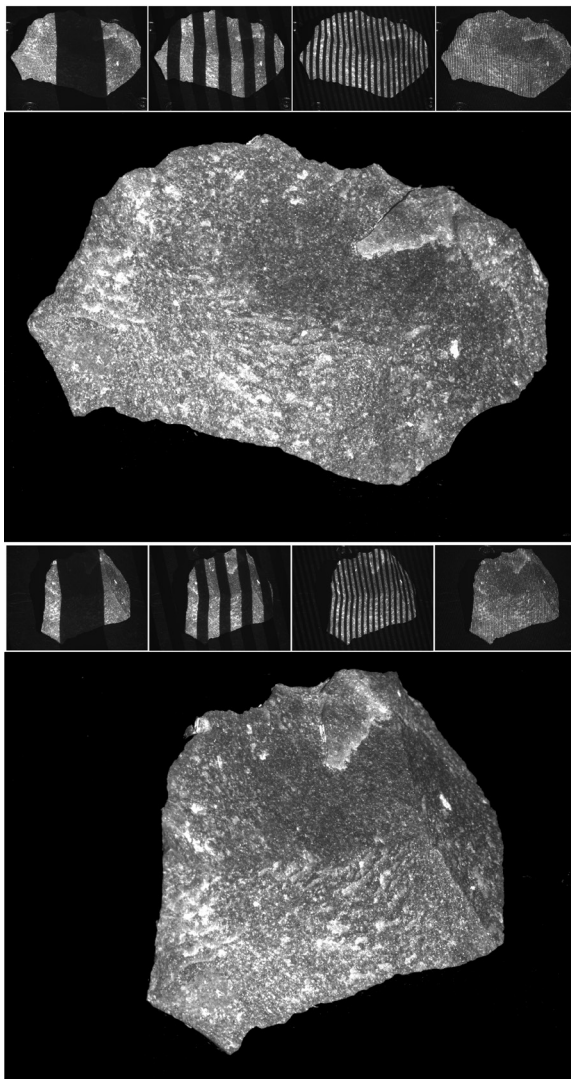


Figura 7.6. Detalle del proceso de escaneado de M12-1(96). Las imágenes representan dos secciones en las que se han dividido los 360° de la vista del elemento, para su escaneo pormenorizado, detallado en las imágenes más pequeñas.

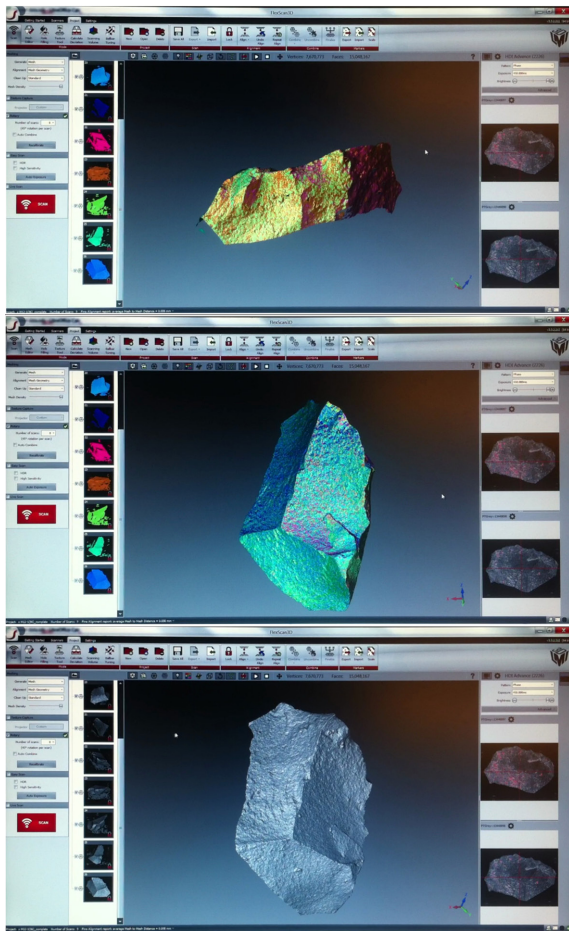
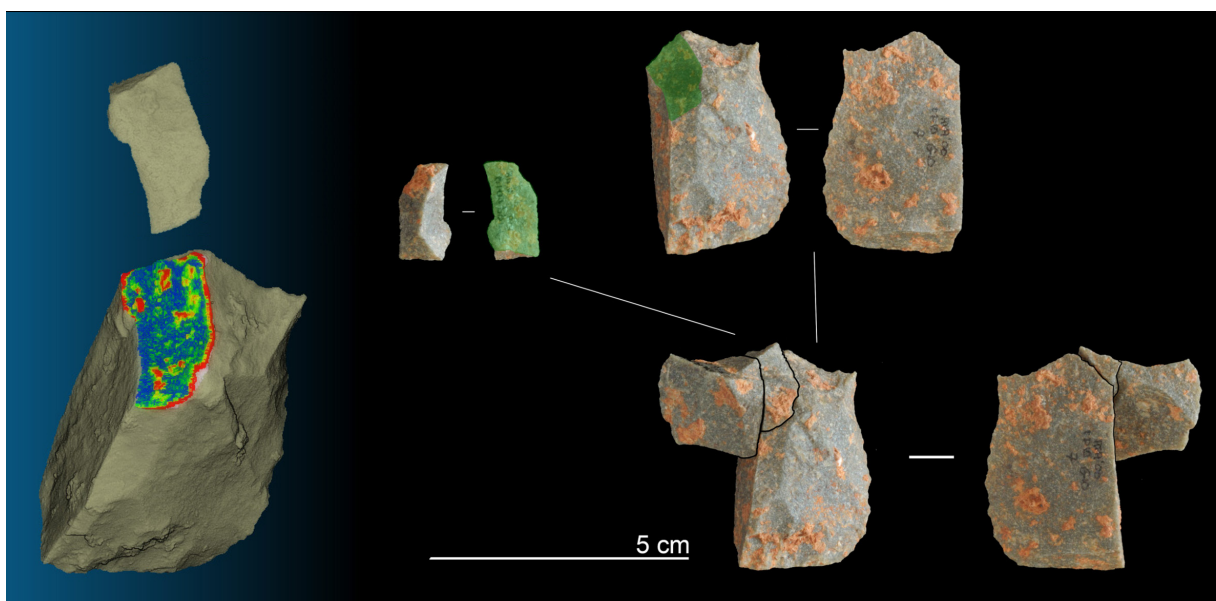


Figura 7.7. Reconstrucción de la pieza M12-1(96) a partir de los escaneos visualizados en la figura 7.6. A la izquierda, y en distintos colores, se encuentran las secciones en las que la totalidad de la pieza ha sido escaneada; en la imagen principal estos colores se superponen para crear una nube de puntos completa. La imagen inferior es la reconstrucción tridimensional completa de la pieza.

Posteriormente, y con el objetivo de homogeneizar la naturaleza de los datos para su correcta comparación con los remontajes, fue necesario asignar a cada resto lítico, óseo y bloque un grado específico dentro del rango de grados de una posición cardinal. Para ello, se empleó el software *R*, que aplicó una distribución aleatoria para cada una de las nomenclaturas cardinales e intermedias (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW). De esta manera, todos los elementos hallados con una orientación norte fueron aleatoriamente distribuidos entre 337.5° y 22.5° ; los de orientación noreste entre 22.5° y 67.5° , y así sucesivamente (López-Ortega et al., 2019a, fig. 2).

Los resultados fueron sometidos de los test de Kuiper y Rayleigh, en los que la hipótesis nula es la uniformidad en la distribución. La prueba de Kuiper se aplicó para distinguir una distribución orientada y homogénea de una de formación isotrópica. El test de Rayleigh se empleó para comprobar la significación estadística de una orientación preferencial única.

Figura 7.8. Superficie de conexión de las piezas F10-48(99) y G10-7(00) procesada por Cloud Compare. Las tonalidades azuladas refieren a un mayor porcentaje de similitud entre ambas superficies.



REM	año	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z	dist.X	dist.Y	Hipot.	pend.%	Grados
1_1	2000	L13	16	are	BN1GE	1251	1187	-213	-9	5	10.30		
	2000	L13	17	are	BP	1260	1182	-212					
1_2	2001	J21	22	cta	BN2GE	2068	923	-290	-28	-75	80.06		
	2001	J21	85	cta	BP	2096	998	-307					
1_3	2002	J18	57	cta	BN1GE	1763	926	-285	-76	-444	450.46	13.10	170.29
	2002	N19	171	cta	BP	1839	1370	-344	-311	53	315.48	7.29	80.33
	2003	N22	143	cta	BP	2150	1317	-367	1095	497	1202.51	20.46	65.59
	1999	I11	107	cta	BN2GC	1055	820	-121	-1057	-556	1194.31	21.77	117.75
	2003	N22	571	cta	FBP	2112	1376	-381	201	-17	201.72	8.43	94.83
1_4	2005	N20	97	cta	BP	1911	1393	-364					
	2003	N22	293	cta	BP	2137	1373	-375	123	-43	130.30	5.37	109.27
1_5	2005	O21	3	cta	BN2GC	2014	1416	-382					
	2004	N21	332	cta	BN1GE	2018	1335	-369	3	4	5.00		
2_1	2004	N21	181	cta	BP	2021	1331	-369	24	69	73.05		
	2005	M21	1269	cta	BPF	2045	1262	-368					
2_2	2000	N15	143	cta	BP	1412	1351	-253	152	-17	152.95	18.96	96.38
	2000	N16	58	cta	BN2GC	1564	1368	-282					
2_3	2001	N15	116	cta	BP	1441	1350	-269	203	-21	204.08	21.07	95.91
	2002	N13	40	cta	BP	1238	1371	-226					
2_4	2000	N12	51	cta	BP	1197	1329	-211	256	-65	264.12	20.70	104.25
	2000	N15	122	cta	BP	1453	1394	-264					
2_5	2000	M13	46	cta	BP	1257	1269	-219	157	-15	157.71	22.19	95.46
	2001	M15	54	cta	BP	1414	1284	-254					
2_6/3_1	2000	N12	17	cta	BPF	1173	1349	-206	53	-23	57.78		
	2002	N13	36	cta	BP	1226	1372	-223					
2_7	1999	I20	26	cta	BP	1956	824	-269	599	528	798.49	3.63	48.60
	2000	N14	60	cta	BP	1357	1352	-240	86	-184	203.11	4.63	154.95
	2000	L13	46	cta	BPF	1271	1168	-214					
2_8	2006	O22	244	cta	BPF	2136	1432	-390	5		5.10		
	2006	O22	245	cta	BPF	2141	1433	-390	3	-4	5.00		
	2006	O22	246	cta	BPF	2138	1437	-390					
2_9	1996	M16	2	cta	BPF	1565	1296	-207	423	-19	423.43	19.13	92.57
	1996	N12	25	cta	BP	1142	1315	-126	7	0	7.00		
	1996	N12	26	cta	BP	1135	1315	-127					
2_10	1996	M12	29	cta	BP	1197	1225	0	14	-50	51.92		
	1996	M13	9	cta	BP	1211	1275	-132					
2_11	1996	L16	46	cta	BN2GC	1555	1119	-195	131	-169	213.83	8.89	142.22
	1996	M15	5	cta	BPF	1424	1288	-176					
2_12	1996	M17	36	cta	BP	1638	1297	-243	87	14	88.12		
	1996	M18	65	cta	BP	1725	1283	-253					
2_13	1996	N19	27	cta	BP	1819	1339	-275	172	49	178.84	8.95	74.10
	1997	M17	31	cta	BP	1647	1290	-259					
	1996	M18	45	cta	BPF	1769	1290	-258	71	20	73.76		
2_13	1996	M19	4	cta	BP	1840	1270	-261	56	-54	77.79		
	1996	N18	22	cta	BP	1784	1324	-267					

REM	año	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z	dist.x	dist.Y	Hipot.	pend.º	Grados
2_14	1998	L22	50	cta	BP	2150	1150	-315	150	50	158.11	3.16	71.57
	1999	L21	33	cta	BPF	2000	1100	-320	151	0	151.00	4.16	90.00
	1999	L21	48	cta	BP	2000	1100	-325					
2_15/8_1	2002	N18	351	cz	BP	1770	1343	-334	153	78	171.74	6.16	62.99
	2005	M21	314	cz	FBP	2096	1265	-363					
2_17	2002	K21	265	cz	BP	2007	1070	-322	108	-288	307.58	16.91	159.44
	2003	N22	366	cz	BP	2115	1358	-374					
2_18	2005	N21	107	cz	BP	2018	1362	-377	154	177	234.62	9.80	41.03
	2006	L22	124	cz	BP	2172	1185	-354					
2_19	1998	K21	30	cz	BN2G	2050	1050	-295	76	41	86.35		
	2001	K20	144	cz	BP	1974	1009	-307					
2_20 / 3_12	2000	G10	7	cta	BN2GC	970	651	-136	78	61	99.02		
	1999	F10	48	cta	BPF	966	590	-115					
2_21	2000	H15	19	cta	BP	1431	780	-207	100	-149	179.45	18.95	146.13
	2000	J16	90	cta	BP	1531	929	-241					
2_22	2002	N18	669	cta	BP	1726	1381	-333	84	64	105.60	10.42	52.70
	2002	N17	394	cta	BP	1642	1317	-322					
2_23	2001	I21	31	cta	BP	2009	855	-275	2	-52	52.04		
	2002	J21	32	cta	BPF	2007	907	-295					
2_24	2002	L19	89	cta	BPF	1883	1164	-326	8	-252	252.13	12.30	178.18
	2003	O19	127	cta	BPF	1891	1416	-357	156	305	342.58	5.25	27.09
	2004	L21	804	cta	BPF	2047	1111	-339					
2_25	2004	M20	546	cta	BPF	1955	1298	-356	84	11	84.72		
	2004	M21	627	cta	BP	2039	1287	-365	11	-17	20.25		
	2004	N21	600	cta	BP	2028	1304	-367					
2_26	2003	N19	142	cta	BP	1863	1306	-351	22	-24	32.56		
	2004	N19	165	cta	BP	1885	1330	-358					
2_27	2005	N21	496	cta	BP	2036	1386	-382	59	17	61.40		
	2005	N21	505	cta	BP	2095	1369	-381					
2_28	2002	M20	122	cta	BPF	1955	1249	-346	3	5	5.83		
	2002	M20	159	cta	BPF	1952	1244	-347	34	-44	55.61		
	2002	M20	143	cta	BP	1986	1288	-354					
2_29	2003	N19	124	cta	BP	1850	1383	-354	142	74	160.12	12.49	62.47
	2006	N20	71	cta	BP	1992	1309	-374					
2_30	2002	N21	228	cta	BPF	2024	1317	-363	7	-6	9.22		
	2002	N21	280	cta	BP	2031	1323	-364					
2_31	2002	L20	394	cta	BPF	1906	1158	-331	223	-225	316.79	14.84	135.26
	2004	N22	187	cta	BPF	2129	1383	-378					
2_32	2002	O20	382	cta	FBP	1933	1419	-365	173	63	184.11	4.89	69.99
	2003	N22	382	cta	BP	2106	1356	-374					
2_33	2001	J20	134	cta	BPF	1901	901	-290	129	218	253.31	29.61	30.61
	2002	G21	26	cta	BP	2030	683	-215					
2_34	1996	N13	12	cta	BP	1270	1363	-146	34	-4	34.23		
	1996	N14	6	cta	BP	1304	1367	-154					
2_35	2001	J20	96	cta	BP	1951	923	-294	104	-316	332.67	11.42	161.78
	2002	M19	215	cta	BP	1847	1239	-332					

REM	año	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z	dist.X	dist.Y	Hipot.	pend.º	Grados
2_36	2003	M20	229	cta	Frag	1972	1260	-356	7	125	125.20	17.57	3.21
	2003	L20	671	cta	BPF	1965	1135	-334					
2_37	2003	L20	491	scret	BP	1974	1175	-343	141	149	205.14	11.70	43.42
	2003	N22	102	scret	BP	2115	1324	-367					
2_38	2004	M21	407	scret	BP	2012	1296	-364	50	139	147.72	15.57	19.78
	2005	O21	473	scret	BP	2062	1435	-387					
2_39	2004	K22	14	scret	BP	2114	1048	-325	7	341	341.07	17.01	1.18
	2006	N22	40	scret	BP	2121	1389	-383					
2_40	2005	M22	79	scret	BP	2104	1232	-358	59	55	80.66		
	2006	M22	829	scret	BP	2163	1287	-383					
2_41	2006	L21	218	cta	BP	2092	1127	-349	1	31	31.02		
	2006	L21	366	cta	BPF	2093	1158	-360					
3_1/2_6	2000	L13	46	cta	BPF	1271	1168	-214	2	0	2.00		
	2000	L13	54	cta	BPF	1269	1168	-214					
3_2	2005	M19	17	cta	BP	1840	1244	-345	1	1	1.41		
	2005	M19	18	cta	BP	1839	1243	-344					
3_3	2002	N19	610	are	BPF	1821	1377	-349	1	2	2.24		
	2002	N19	622	are	BPF	1820	1375	-350					
3_4	2004	L21	670	cta	BPF	2045	1110	-335	1	6	6.08		
	2004	L21	689	cta	FBP	2044	1104	-335					
3_5	1996	M20	2	cta	BPF	1977	1228	-264	179	-194	263.96	18.18	137.30
	2001	O22	16	cta	BP	2156	1422	-312					
3_6	2003	L20	427	cta	BPF	1989	1181	-345	1	1	1.41		
	2003	L20	440	cta	BPF	1990	1180	-345					
3_7	2006	O22	244	cta	BPF	2136	1432	-390	5		5.10		
	2006	O22	254	cta	BPF	2141	1433	-390					
3_8	2002	M17	101	cz	BPF	1692	1294	-317	2	3	3.61		
	2002	M17	102	cz	BPF	1694	1291	-317					
3_9	2006	M22	56	cz	BPF	2153	1290	-367	46	3	46.10		
	2005	M22	394	cz	BPF	2107	1293	-369					
3_10	1999	I11	78	cz	BPF	1057	823	-115	848	-121	856.59	21.36	98.12
	2002	J20	78	cz	BPF	1905	944	-298					
3_11	2006	O22	163	cz	BPF	2116	1420	-390	9	-28	29.41		
	2006	O22	317	cz	BPF	2125	1448	-395					
3_20 /2_20	1999	F10	48	cta	BPF	966	590	-115	5	-2	5.39		
	1999	F10	50	cta	BPF	961	592	-115					
3_13	2006	M22	747	cta	BPF	2157	1292	-383	8	-11	13.60		
	2006	N22	163	cta	BPF	2149	1303	-373					
3_14	2002	N18	696	cta	BPF	1750	1331	-335	10	0	10.00		
	2002	N18	691	cta	BPF	1740	1331	-335					
3_15	2002	K20	343	cta	BPF	1972	1069	-322	5	-23	23.54		
	2003	K20	529	cta	BPF	1977	1092	-328					
3_16	2002	M22	436	cta	BPF	2144	1288	-361	289	-22	289.84	2.42	94.35
	2002	N19	185	cta	BPF	1855	1310	-354					
3_17	2002	K20	24	cta	BPF	1932	1026	-310	6	-2	6.32		
	2002	K20	37	cta	BPF	1938	1028	-312					

REM	año	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z	dist.X	dist.Y	Hipot.	pend-%	Grados
3_18	2003	I20	54	cta	BPF	1991	876	-286	0	1	1.00		
	2003	I20	58	cta	BPF	1991	875	-287					
3_19	2003	L20	671	cta	BPF	1965	1135	-334	87	-45	97.95		
	2004	L21	111	cta	BPF	2052	1180	-348					
3_20	2005	K18	27	cta	BPF	1703	1099	-310	2	0	2.00		
	2005	K18	28	cta	BPF	1705	1099	-310					
3_21	2000	N13	211	cta	BPF	1264	1318	-224	524	-79	529.92	21.70	98.57
	2002	N18	155	cta	BPF	1788	1397	-339					
3_22	1996	M16	2	cta	BP	1565	1296	-207	423	-19	423.43	19.13	92.57
	1996	N12	25	cta	BP	1142	1315	-126	7		7.00		
	1996	N12	26	cta	BP	1135	1315	-127					
3_23	2004	L20	343	cta	BPF	1952	1119	-335	115	164	200.30	3.49	35.04
	2006	J21	27	cta	BPF	2067	955	-328					
3_24	2002	M22	185	scret	BPF	2137	1270	-360	77	-4	77.10		
	2005	M21	1356	scret	BPF	2060	1266	-368					
3_25	2007	I20	72	cta	BPF	1950	850	-290	0	0	0.00		
	2007	I20	93	cta	BPF	1950	850	-295					
4_1	1998	N16	13	cta	BPF	1512	1374	-252	0	27	27.00		
	1998	N16	65	cta	FBP	1512	1347	-252					
4_2	2003	O20	219	cta	BPF	1959	1427	-370	1	-4	4.12		
	2003	O20	236	cta	FBP	1958	1431	-371					
4_3	2003	N20	568	cta	FBP	1943	1346	-362	3	0	3.00		
	2003	N20	569	cta	BPF	1940	1346	-362					
4_4	2002	L20	409	cz	FBP	1931	1147	-333	31	-119	122.97	8.95	165.40
	2002	M19	657	cz	BPF	1900	1266	-344					
4_5	1996	N19	9	cta	FBP	1900	1333	-275	194	89	213.44	16.40	65.36
	1996	M18	9	cta	BP	1706	1244	-240					
4_6	2003	N20	569	cta	BPF	1940	1346	-362	3	0	3.00		
	2003	N20	568	cta	FBP	1943	1346	-362					
4_7	2001	O17	42	cta	FBP	1670	1407	-310	215	269	344.36	3.19	38.63
	2002	L19	5	cta	BPF	1885	1138	-321					
4_8	2002	N18	3	cta	BN2GC	1789	1381	-352	44	-16	46.82		
	2002	N18	373	cta	FBN2GC	1745	1397	-332					
4_9	2003	M19	119	cta	FBNC	1851	1208	-347	114	-143	182.88	12.58	141.44
	2004	N20	506	cta	FBNC	1965	1351	-370					
4_10	2002	N19	170	cta	FBP	1820	1389	-345	8	7	10.63		
	2002	N19	632	cta	FBP	1812	1382	-350					
4_11	2004	N21	615	cta	FBP	2010	1379	-376	5	2	5.39		
	2004	N21	923	cta	FBP	2015	1377	-377					
4_12	1999	I10	48	cta	FBP	900	800	-110	380	-556	673.45	17.97	145.65
	2001	N13	90	cta	FBP	1280	1356	-231	386	-43	388.39	22.40	96.36
	2001	N17	389	cta	FBP	1666	1399	-318					
4_13	2002	L21	415	scret	FBP	2069	1185	-346	5	213	213.06	8.92	1.34
	2002	N21	150	scret	BPF	2064	1398	-365					
4_14	2003	L20	963	scret	BP	1946	1169	-342	137	243	278.96	1.79	29.41
	2003	O19	188	scret	FBP	1809	1412	-347					

REM	año	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z	dist.X	dist.Y	Hipot.	pend.º	Grados
5_1	2004	N21	560	cz	FBNC	2048	1337	-372	5	4	6.40		
	2004	N21	573	cz	FBNC	2043	1333	-372					
5_2	1997	I10	36	cz	BN2GC	920	821	-62	287	-489	567.00	23.81	149.59
	1999	N13	9	cz	FBP	1207	1310	-197					
5_3	2002	N21	498	cta	BP	2023	1334	-366	89	-112	143.06	18.17	141.53
	2006	O22	313	cta	BN2GC	2112	1446	-392					
5_4	2004	J21	842	cta	BP	2006	952	-321	3	105	105.04	31.42	1.64
	2005	I21	35	cta	BN2GC	2009	847	-288					
5_5	2004	J20	198	scret	BP	1979	986	-311	126	439	456.72	17.52	16.01
	2006	O22	121	scret	BN2GC	2105	1425	-391					
6_1	2001	N13	133	cta	FBP	1283	1330	-233	1	3	3.16		
	2001	N13	134	cta	FBP	1284	1327	-233					
6_2	2001	N15	14	cta	FBP	1483	1308	-270	1		1.41		
	2001	N15	15	cta	BPF	1482	1309	-270					
6_3	2006	J19	23	scret	FBP	1853	944	-304	87	351	361.62	13	13.92
	2002	M20	434	scret	FBP	1940	1295	-351	82	-148	169.20	4.73	151.01
	2004	L21	420	scret	FBP	2022	1147	-343					
8_1/2_15	2005	M21	314	cz	FBP	2096	1265	-363	11	128	128.47	9.34	4.91
	2006	L21	189	cz	Frag	2085	1137	-351					
8_2	2003	I20	53	cz	BPF	1950	874	-289	32	38	49.68		
	2004	I20	98	cz	BP	1918	836	-282	96	-186	209.31	20.54	152.70
	2004	K21	598	cz	Frag	2014	1022	-325	30	-27	40.36		
	2004	K21	633	cz	FBP	2044	1049	-325					
8_3	2005	I21	69	cz	Frag	2055	881	-288	1	-444	444.00	19.59	179.87
	2005	N21	428	cz	BP	2054	1325	-375					
8_4	1993	I18	8	cta	FBP	1780	863	-274	0	3	3.00		
	1993	I18	9	cta	Frag	1780	860	-274	0	0	0.00		
	1993	I18	10	cta	FBP	1780	860	-274					
8_5	1996	N17	3	cta	FBP	1669	1385	-244	376	-50	379.31	18.98	97.57
	2001	O21	50	cta	FBP	2045	1435	-316					

Tabla 7.5. Relación de las conexiones (remontajes y conjoins) hallados con la distancia entre las piezas conectadas, la pendiente y la orientación.

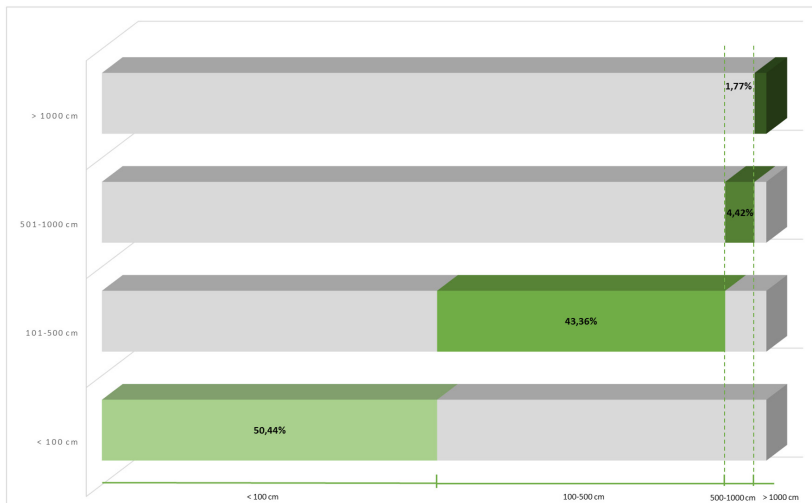


Figura 7.9. Porcentaje de remontajes en función de la distancia que separa las piezas conectadas en corta (< 100 cm), media (100-500 cm), larga (500-1000 cm) y muy larga (> 1000 cm).

REMONTAJES	dist. Xs	dist. Ys	Hipot.	pend. %	Grados
REM1_3_J18-57(02)_N19-171(02)_N22-143(03)_I11-107(99)_N22-571(03)_N20-97(05)	-76	-444	450,46	13,10	170,29
	-311	53	315,48	7,29	80,33
	1095	497	1202,51	20,46	65,59
	-1057	-556	1194,31	21,77	117,75
	201	-17	201,72	8,43	94,83
REM1_4_N22-293(03)_O21-3(05)	123	-43	130,30	5,37	109,27
REM2_1_N15-143(00)_N16-58(00)	152	-17	152,95	18,96	96,38
REM2_2_N15-116(01)_N13-40(02)	203	-21	204,08	21,07	95,91
REM2_3_N12-51(00)_N15-122(00)	256	-65	264,12	20,70	104,25
REM2_4_M13-46(00)_M15-54(01)	157	-15	157,71	22,19	95,46
REM2_6_L13-46(00)_N14-60(00)_I20-26(99), REM3_1_L13-54(00)_L13-46(00)	599	528	798,49	3,63	48,60
	86	-184	203,11	4,63	154,95
REM2_8_M16-2(96)_N12-25(96)_N12-26(96)	423	-19	423,43	19,13	92,57
	7	0	7,00		
REM2_10_L16-46(96)_M15-5(96)	131	-169	213,83	8,89	142,22
REM2_12_N19-27(96)_M17-31(97)	172	49	178,84	8,95	74,10
REM2_14_L21-48(99)_L22-50(98)_L21-33(99)	150	50	158,11	3,16	71,57
	151	0	151,00	4,16	90,00
REM2_15_M21-314(05)_N18-351(02), REM8_1_L21-189(06)_M21-314(05)	153	78	171,74	6,16	62,99
REM2_17_K21-265(02)_N22-366(03)	108	-288	307,58	16,91	159,44
REM2_18_N21-107(05)_L22-124(06)	154	177	234,62	9,80	41,03
REM2_21_H15-19(00)_J16-90(00)	100	-149	179,45	18,95	146,13
REM2_22_N18-669(02)_N17-394(02)	84	64	105,60	10,42	52,70
REM2_24_L19-89(02)_O19-127(03)	8	-252	252,13	12,30	178,18
	156	305	342,58	5,25	27,09
REM2_29_N19-124(03)_N20-71(06)	142	74	160,12	12,49	62,47
REM2_31_L20-394(02)_N22-187(04)	223	-225	316,79	14,84	135,26
REM2_32_O20-382(02)_N22-382(03)	173	63	184,11	4,89	69,99
REM2_33_J20-134(01)_G21-26(02)	129	218	253,31	29,61	30,61
REM2_35_J20-96(01)_M19-215(02)	104	-316	332,67	11,42	161,78
REM2_36_M20-229(03)_L20-671(03)	7	125	125,20	17,57	3,21
REM2_37_L20-491(03)_N22-102(03)	141	149	205,14	11,70	43,42
REM2_38_M21-407(04)_O21-473(05)	50	139	147,72	15,57	19,78
REM2_39_K22-14(04)_N22-40(06)	7	341	341,07	17,01	1,18
REM3_5_M20-2(96)_O22-16(01)	179	-194	263,96	18,18	137,30
REM3_10_I11-78(99)_J20-78(02)	848	-121	856,59	21,36	98,12
REM3_16_M22-436(02)_N19-185(02)	289	-22	289,84	2,42	94,35
REM3_21_N13-211(00)_N18-155(02)	524	-79	529,92	21,70	98,57
REM3_22_N12-25(96)_N12-26(96)_M16-2(96)	423	-19	423,43	19,13	92,57
	7	0	7,00		
REM3_23_L20-343(04)_J21-27(06)	115	164	200,30	3,49	35,04
REM4_4_L20-409(02)_M19-657(02)	31	-119	122,97	8,95	165,40
REM4_5_N19-9(96)_M18-9(96)	194	89	213,44	16,40	65,36
REM4_7_O17-42(01)_L19-5(02)	215	269	344,36	3,19	38,63

REMONTAJES	dist.X	dist.Y	Hipot.	pend.º	Grados
REM4_9_M19-119(03)_N22-506(04)	114	-143	182,88	12,58	141,44
REM4_12_I10-48(99)_N13-90(01)_N17-389(01)	380	-556	673,45	17,97	145,65
	386	-43	388,39	22,40	96,36
REM4_13_L21-415(02)_N21-150(02)	5	213	213,06	8,92	1,34
REM4_14_L20-963(03)_O19-188(03)	137	243	278,96	1,79	29,41
REM5_2_I10-36(97)_N13-9(99)	287	-489	567,00	23,81	149,59
REM5_3_N21-498_O22-313	89	-112	143,06	18,17	141,53
REM5_4_J21-842(04)_J21-35(05)	3	105	105,04	31,42	1,64
REM5_5_J20-198(04)_O22-121(06)	126	439	456,72	17,52	16,01
REM6_3_M20-434(02)_L21-420(04)_J19-23(06)	87	351	361,62	13	13,92
	82	-148	169,20	4,73	151,01
REM8_1_L21-189(06)_M21-314(05), REM2_15_M21-314(05)_N18-351(02)	11	128	128,47	9,34	4,91
REM8_2_I20-53(03)_I20-98(04)_K21-598(04)_K21-633(04)	32	38	49,68		
	96	-186	209,31	20,54	152,70
	30	-27	40,36		
REM8_3_I21-69(05)_N21-428(05)	1	-444	444,00	19,59	179,87
REM8_5_N17-3(96)_O21-50(01)	376	-50	379,31	18,98	97,57

Tabla 7.6. Conexiones cuya distancia entre piezas es superior a 100 cm. Se especifica la distancia (en cm), la orientación y la pendiente.

La revolución del Color: Node+ Chroma

Como se ha comentado anteriormente, desde los primeros estudios de remontajes líticos, el color ha sido una de las características principales consideradas por los especialistas en su búsqueda de conexiones entre artefactos. El color se ha impuesto como un rasgo determinante sobre otras características físicas como la rugosidad y la granulometría, las fracturas o fisuras internas y las impurezas de la roca. Parece lógico suponer que dos fragmentos de piedra que presentan colores idénticos o muy similares deben provenir del mismo nódulo o bloque de materia prima. Sin embargo, el color de un artefacto es difícil de definir y lo es aún más de medir o cuantificar, ya que es una variable subjetiva. La determinación del color depende no solo de la evaluación personal del investigador, sino también de factores externos, como los tipos de materias primas utilizadas, el grado de variabilidad cromática en el ensamblaje y si el análisis se realiza en condiciones de iluminación natural o artificial.

Este dilema surgió desde dos frentes distintos y sólo ya en una fase avanzada del estudio se pudo presentar una posible solución. La clasificación de las materias primas en grupos más discretos (GMP)

es una fase esencial dentro de cualquier estudio de remontajes, pero, a nivel general, resulta compleja. En diversas ocasiones a lo largo de este estudio, los GMP realizados eran separados y agrupados una y otra vez; a menudo, algunos de los grupos ya elaborados se desunían porque visualmente no se reconocían los rasgos cromáticos que inicialmente habían propiciado su formación, y sus piezas pasaban a formar parte de otros grupos. Posteriormente, y a raíz de la cooperación de diversos investigadores en el análisis de algunas materias primas, esta problemática se acentuó: a la percepción propia y subjetiva, y en cierta medida cambiante, del principal investigador, se le sumaban las percepciones propias y subjetivas, y también cambiantes, del resto del equipo involucrado en el estudio. La percepción de los colores y sobre todo de los tonos difería considerablemente entre investigadores, lo que dificultaba la clasificación de GMP y, aún más, la localización de remontajes.

Con el objetivo de resolver estas restricciones, o minimizarlas al máximo, se realizó un ensayo sobre el uso de *NODE + ChromaPro* (López-Ortega et al., *in press.*). Éste es un sistema, de desarrollo y fabricación de *Variable Inc.*, de captura de color que genera un código de color para cada artefacto, basado en

modelos de color como RGB, CMYK, XYZ o Pantones. *Node+ Chroma* es un mecanismo inalámbrico de forma cilíndrica de 10.6 cm de largo por 2.5 cm de diámetro, de fácil portabilidad, que emplea tecnología de reflexión lumínica para transformar la información sensorial captada en datos. Para captar el color, su sensor de 8 mm de diámetro se apoya sobre la muestra y una apertura con iluminación LED niega las condiciones lumínicas del exterior a la vez que escanea la superficie en, aproximadamente, un segundo.

La conexión inalámbrica de *Node+ Chroma* es vía *bluetooth* y su manejo se realiza a través de un dispositivo inteligente (teléfono móvil, tableta, reloj inteligente, etc.) que contenga las aplicaciones pertinentes para realizar la vinculación, la recopilación, el almacenaje y la descarga o envío de las muestras recogidas. En este caso, las aplicaciones empleadas han sido *myNode* y *CMG Colors*, ambas desarrolladas por la misma corporación *Variable Inc* (figura 7.10).

Dado que el objetivo principal era testar las posibilidades y la viabilidad de este nuevo implemento, éste se aplicó sobre una muestra del conjunto de cuarcita ya analizado con la metodología clásica. En el conjunto analizado se incluían diversos remontajes como elementos de control; estos elementos servirían para comprobar si el análisis estadístico realizado en base a los códigos de color obtenidos con el colorímetro permitía su identificación.

El registro de color se realizó tomando tres muestras en cada una de las caras de la pieza (dorsal, ventral y, en ocasiones, talonar) para considerar las posibles variaciones en los tonos cromáticos o la distorsión de luz que pudiera provocar la granulometría. Estas tres muestras eran reformuladas para obtener un valor medio con el que trabajar a nivel estadístico.

Los detalles del protocolo metodológico se encuentran en López-Ortega et al., *in press*. (ver capt. 8. Resultados, p. 189). *Grosso modo*, y tras un primer análisis de Componentes Principales, los datos fueron procesados con el software *R* con un objetivo doble:

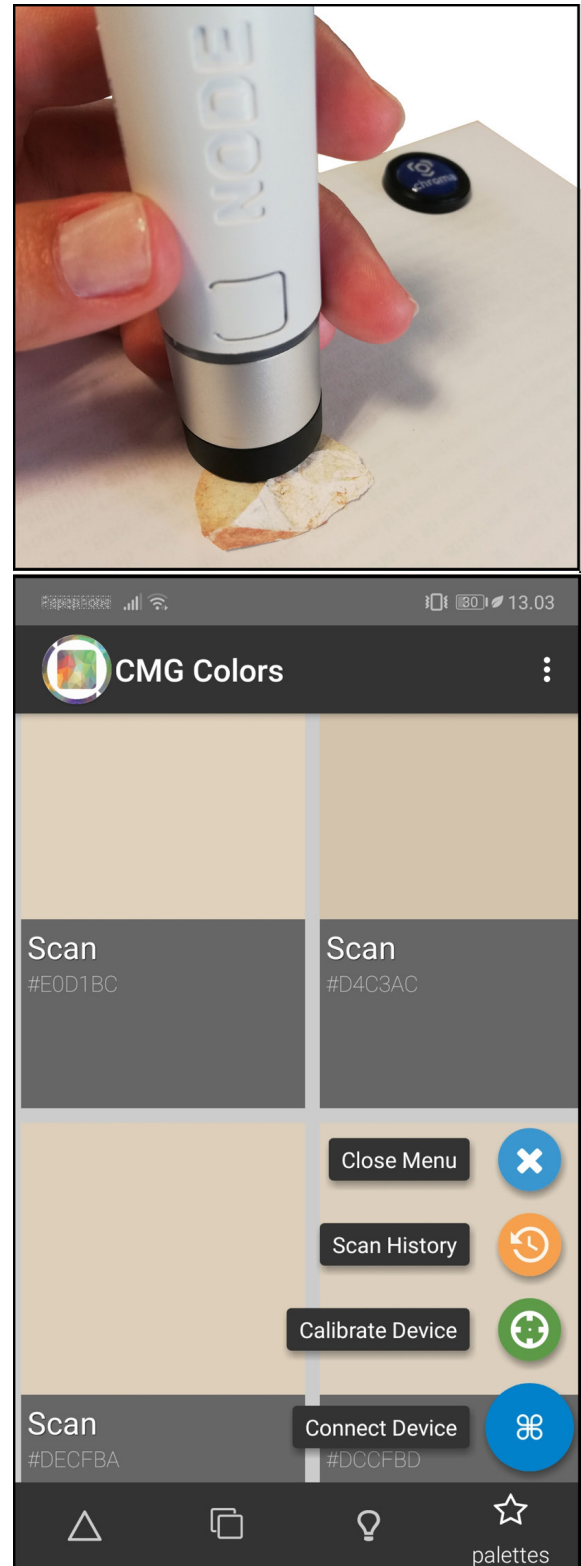


Figura 7.10. Arriba: proceso de muestreo con el Node+ ChromaPro. Abajo: registro de las muestras tomadas con la aplicación CMGColor, donde aparecen las tomas secuenciales y los respectivos códigos de color en formato #HEX.

- Agrupar los materiales según sus características cromáticas en grupos interpretables como GMP (o RMU).
- Para ello, se emplea el algoritmo *“density-based spatial clustering of applications with noise”* (DBSCAN) (Ester et al., 1996) y *“factoextra”* para la visualización gráfica (Kassambara y Mundt, 2017). El algoritmo DBSCAN opera con patrones espaciales mixtos que contemplan la inclusión de ruido o valores atípicos del patrón de puntos y no requieren de un valor predeterminado de agrupaciones. Cada punto o dato se clasifica en función a un radio y a una densidad preestablecidos.
- Relacionar los materiales con los centroides más próximos para completar los remontajes previamente hallados.
- Los remontajes existentes se proyectarán gráficamente para conocer sus centroides; la proyección el resto de materiales (que no pertenecen a ningún remontaje conocido) y su distribución en torno a estos centroides y su relación más próxima con uno de ellos, señalará una cercanía cromática mayor y, por tanto, una mayor posibilidad de encajar con las piezas conectadas.
- El registro de color es objetivo, rápido, portable e inocuo para los restos, lo que facilita la toma de muestras sobre cualquier tipo de resto, la creación –y ampliación- de una vasta base de datos cromática y la comparación de estos datos para la ayuda a estudios de remontajes y de otras muchas disciplinas.

8. RESULTADOS

Los resultados que aquí se presentan se han obtenido de manera gradual en diferentes fases del estudio. Algunas de estas fases se han visto condicionadas por la aplicación de nuevas metodologías. En ciertas ocasiones, éstas han sido ventajosas y, en otras, no han proporcionado ninguna mejora respecto al método tradicional, por lo que, si bien no han ofrecido un aumento del número de conexiones o una mayor y mejor resolución de la búsqueda de remontajes, tampoco han supuesto un retroceso en el estudio, más allá de la demora temporal. Ahora ya sabemos que, para futuros estudios de este tipo sobre conjuntos similares, estas metodologías no fructíferas pueden ser evitadas con el consecuente ahorro de tiempo y esfuerzo.

Por ello, los resultados se expondrán de manera secuencial, según fueron obteniéndose y publicándose, hasta la finalización del estudio.

8.1. El estudio inicial: Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain)

Tal como se ha detallado en el correspondiente apartado de metodología, el estudio de remontajes precursor que asentó las bases para el análisis posterior sobre todo el conjunto, contempló el sector noroeste de la superficie excavada de la unidad TD10.1. Los materiales a estudio fueron recuperados en un área de 18 m² y de todo el paquete sedimentario

de esta unidad, presentando un total de 2,644 artefactos; de éstos, únicamente un 19% pudo ser finalmente estudiado dado el grado de conservación de los materiales.

Para este estudio, se empleó la metodología tradicional más aplicada (y ampliamente testada) en la búsqueda de remontajes y en su registro, tanto a nivel de codificación como de representación gráfica, y que ha sido anteriormente descrita en el correspondiente capítulo de metodología.

Los resultados obtenidos se podrían dividir en dos tipos: las conexiones propiamente dichas (remontajes y *conjoins*¹) y las GMP (grupos de materia prima) (López-Ortega et al., 2011, p. 89). Estos resultados, a pesar de que no fueron abundantes en número ni en cuanto a artefactos involucrados (tanto en remontajes como en GMP), sí que proporcionaron una base relativamente sólida sobre la que asentar el posterior y más amplio análisis de conexiones de la unidad de TD10.1.

Ya en este estudio preliminar se constató una correlación espacial entre los cuadros que presentaban una mayor densidad material, ubicados de manera colindante con la sección norte del yacimiento, y un mayor número de remontajes (figura 7.1). La considerable abundancia de materiales en los límites de la excavación no solo se documenta en la esquina noroeste sino a lo largo de toda la sección norte y este, lo que sugiere no solo la continuación del yacimiento hacia estas direcciones sino también la probable presencia de un gran volumen de restos aún por recuperar y que complementarían el conjunto arqueológico ya conocido.

Finalmente, el estudio preliminar concluyó con la localización de 10 conexiones entre 21 artefactos; 7 conexiones eran remontajes y 4 *conjoins*. Todas las conexiones se habían identificado sobre el conjunto de cuarcita, a excepción de un solo remontaje, que se halló entre las areniscas (tabla 8.1).

Las conexiones halladas se complementaron con una identificación y clasificación de 121 GMP. La caracterización de estos GMP fue diferencial respecto a las materias primas analizadas; los distintos rasgos

1 Descripción de remontaje y conjoin en capt. 7. Metodología, p. 115

REM	Y	Q	Nº	MAT	CAT	X	Y	Z
1_1	2000	L13	16	are	BN1GE	1251	1187	-213
	2000	L13	17	are	BP	1260	1182	-212
2_1	2000	N15	143	cta	BP	1412	1351	-253
	2000	N16	58	cta	BN2GC	1564	1368	-282
2_2	2001	N15	116	cta	BP	1441	1350	-269
	2002	N13	40	cta	BP	1238	1371	-226
2_3	2000	N12	51	cta	BP	1197	1329	-211
	2000	N15	122	cta	BP	1453	1394	-264
2_4	2000	M13	46	cta	BP	1257	1269	-219
	2001	M15	54	cta	BP	1414	1284	-254
2_5	2000	N12	17	cta	BPF	1173	1349	-206
	2002	N13	36	cta	BP	1226	1372	-223
2_6 / 3_1	1999	I20	26	cta	BP	1956	824	-269
	2000	N14	60	cta	BP	1357	1352	-240
4_1	2000	L13	46	cta	BPF	1271	1168	-214
	1998	N16	13	cta	BPF	1512	1374	-252
6_1	1998	N16	65	cta	FBP	1512	1347	-252
	2001	N13	133	cta	FBP	1283	1330	-233
6_2	2001	N13	134	cta	FBP	1284	1327	-233
	2001	N15	14	cta	FBP	1483	1308	-270
6_2	2001	N15	15	cta	BPF	1482	1309	-270

Tabla 8.1. Conexiones halladas en el estudio preliminar sobre la zona noroeste de TD10.1.

y características empleadas para la separación y asociación de las piezas se conservaban de manera diferencial en función de la materia prima del objeto, influyendo así en los criterios empleados y, sobre todo, en el número de unidades identificadas. Un claro ejemplo se encuentra en el color de los materiales; si bien el conjunto de cuarcitas presenta un diverso abanico de coloraciones y tonalidades muy útiles en la distinción de nódulos o cantos, para el caso del sílex cretácico y neógeno, este criterio no ha sido tan útil, dada la presencia de una pátina blanquecina total de los artefactos. Por otra parte, para el cuarzo la granulometría y los planos de cristalización fueron esenciales para la clasificación en grupos morfoestructurales. De esta manera, los criterios de clasificación se adecuaban a las características de las materias primas con el objetivo de lograr una correcta identificación de sub-unidades (GMP).

El conjunto de cuarcita fue el más propenso a ser clasificado, con un total de 44 GMP. En segundo lugar, la arenisca proporcionó 27 GMP, si bien seis

de estos grupos los formaban una única pieza (coincidiendo con grandes soportes y configurados). Una situación similar se dio con el sílex cretácico; se identificaron 21 GMP, de los cuales 10 contenían una única pieza. El cuarzo fue el conjunto con un menor número de GMP, identificándose un total de 9 grupos. En determinados casos, se consideró oportuno crear un grupo de materia prima específica para un único artefacto, ya que son piezas de formato medio y grande y se correspondían con bases negativas

de explotación o configuración. En estos casos, se consideró que tanto sus dimensiones como sus características físicas y tecnológicas, permitirían hallar, en el posterior estudio general sobre todo el conjunto de TD10.1, rasgos en común con otros soportes y, por tanto, ampliar el GMP al que pertenecen (Tabla 8.2).

Este estudio fue publicado en el *Journal of Archaeological Science* (p. 89).

RMU	PIEZAS		DESCRIPCIÓN	
	año	cuadro & nº		
CUARCITA				
C1	2000	N15-221	<i>color</i>	ocre-rosado, con vetas oscuras
	2001	L14-53	<i>grano</i>	medio
		N13-90	<i>córtex</i>	ocre-anaranjado, muy fino
		N13-147 N16-271	Las piezas son de pequeño formato. Las tonalidades rosáceas se encuentran en el interior en forma de manchas y cerca del córtex formando vetas paralelas a éste.	
C2	2000	N15-324	<i>color</i>	ocre-azulado
	2001	N14-49	<i>grano</i>	medio
		N14-59	<i>córtex</i>	-
		Las piezas son de pequeño formato, medidas uniformes. El color es uniforme, y no existen manchas distintivas.		
C3	1998	N15-18	<i>color</i>	ámbar
	2002	N14-66	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	pálido-blanco, muy fino
		Ambas piezas son de pequeño formato. El color es uniforme.		
C4	2000	N15-25	<i>color</i>	ocre-ámbar
	2001	L14-60	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	ocre, muy fino. Se encuentra en la plataforma de percusión
		Las piezas son de formato medio; las fracturas (una sagital y otra transversal) sugieren un formato original mayor. El color es uniforme. A destacar: ambas piezas han sido retocadas en, al menos, uno de los lados.		
C5	1999	N13-40	<i>color</i>	ocre-violáceo
	2001	N11-211	<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	pálido-ámbar-azulado, muy fino. En plataforma y distalmente
		Las piezas son de gran formato. El color violáceo-rosado se encuentra en el interior de las piezas, mientras que el ocre se localiza en una franja bajo el córtex.		
C6	2000	N12-17*	<i>color</i>	gris-violáceo
	2001	N15-108	<i>grano</i>	fino
	2002	N13-36*	<i>córtex</i>	ocre, muy fino. Se localiza en plataforma
		Las piezas son de pequeño formato. El color violáceo se encuentra como una gran mancha bajo una franja más pálida, que está junto al córtex.		
C7	2001	N14-320	<i>color</i>	gris-azulado, rosado
		N16-41	<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	ocre pálido, fino. Presenta numerosos conos hertzianos
		Piezas de mediano y gran formato: un hendedor (hacheraux). La pieza N16-41 presenta una alteración de su cara ventral, como patinada. El color rosado se encuentra en forma de manchas.		

C8	1999	M11-6	<i>color</i>	gris-azulado
	2000	N15-121	<i>grano</i>	muy fino
			<i>córtex</i>	ámbar, muy fino. En plataforma Piezas de pequeño formato, de color uniforme.
C9	2000	N15-59	<i>color</i>	gris-azulado
	2001	N11-145	<i>grano</i>	muy fino
			<i>córtex</i>	ocre, muy fino, localizado en la plataforma Las piezas son de pequeño formato, de color uniforme. Las fracturas de ambas piezas son silet.
C10	2001	N16-86	<i>color</i>	gris-pálido
		N16-522	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	- Piezas de pequeño formato, de color uniforme. Plataformas pequeñas.
C11	2000	N11-37	<i>color</i>	pálido-blanquecino
		N13-230	<i>grano</i>	medio
		N16-10	<i>córtex</i>	- Piezas de pequeño formato, de color uniforme. Fracturas 'complejas'.
C12	1999	M12-48	<i>color</i>	gris, manchas rosadas
	2000	L12-11	<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	ocre pálido, muy fino Piezas de medio formato. Pátina ligera en una zona de la cara dorsal de la pieza L12-11. El color gris es uniforme, mientras que el rosado se localiza en forma de manchas muy concretas.
C13	2001	M13-208	<i>color</i>	gris-azulado, manchas rosadas
		N14-134	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	- Piezas de pequeño formato. El color es uniforme y se ve interrumpido por pequeñas manchas de color rosado. Las piezas muestran una pátina muy ligera, apenas distinguible.
C14	2000	N14-31	<i>color</i>	gris-ámbar
	2001	M13-74	<i>grano</i>	muy fino
		N15-24	<i>córtex</i>	ocre, muy fino.
2002	N13-52	Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme y el córtex se presenta tanto en la cara dorsal como en la plataforma.		
C15	2001	N13-7	<i>color</i>	ámbar oscuro, tonalidades azuladas bajo el córtex
	2002	N12-24	<i>grano</i>	muy fino
			<i>córtex</i>	ocre, muy fino Piezas de medio tamaño. El color es uniforme y el córtex se presenta en una de ellas en la mitad izquierda de la cara dorsal.
C16	2000	M12-60	<i>color</i>	ámbar pálido
	2001	N14-321	<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	ocre, muy fino Piezas de pequeño y medio formato, con más índice de alargamiento que el resto (cierta tendencia morfométrica a la laminaridad).
C17	2000	M14-66	<i>color</i>	gris-gris pálido
	2001	N12-120	<i>grano</i>	muy grueso
			<i>córtex</i>	gris-ocre pálido, medio Piezas de medio tamaño. Se han recogido dos fracturadas, con misma coordenada. El color más pálido junto al córtex; hacia interior adquiere una tonalidad más oscura.

C18	2000	N12-62	<i>color</i>	gris
		N15-341	<i>grano</i>	fino
	2001	N14-88	<i>córtex</i>	-
C19	2001	L12-39	<i>color</i>	gris-blanquinoso, ocre pálido
		N12-273	<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	gris-ocre, muy fino
C20	1999	L11-16	<i>color</i>	gris
	2000	N12-51*	<i>grano</i>	grueso
		N15-122*	<i>córtex</i>	-
C21	2000	N15-43*	<i>color</i>	gris-azulado, vetas ámbar
		N16-58*	<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	pálido, muy fino
C22	2000	N12-7	<i>color</i>	blanquecino-azulado, vetas ámbar
	2001	N12-292	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	-
C23	2000	N13-108	<i>color</i>	gris-blanquecino, manchas oscuras
		N14-196	<i>grano</i>	medio
	2001	M11-10	<i>córtex</i>	-
		N13-254	Piezas de pequeño formato. El color es uniforme, y se presentan pequeñas manchas oscuras. También aparecen en alguna pieza vetas de cuarzo.	
		N14-33		
		N14-176		
C24	1999	M11-9	<i>color</i>	gris-ámbar
	2002	L14-39	<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	pálido, muy fino, con fisuras
C25	2000	N13-152	<i>color</i>	gris-blanquecino
	2001	L11-71	<i>grano</i>	fino-medio, como fundido
			<i>córtex</i>	-
C26	1999	N12-38	<i>color</i>	gris oscuro
	2001	L11-38	<i>grano</i>	fino
	2002	M11-76	<i>córtex</i>	-

C27	2001	N15-14*	<i>color</i>	gris-anaranjado	
		N15-15*	<i>grano</i>	muy fino	
		N15-116*	<i>córtex</i>	-	
	2002	N13-40*	Remontan en pares. Piezas de pequeño formato. El color es uniforme y la materia es de muy buena calidad. Piezas delgadas, de poco grosor, en las que los negativos están muy definidos.		
C28	2000	L13-16*	<i>color</i>	ocre, manchas oscuras	
		L13-17*	<i>grano</i>	muy grueso	
			<i>córtex</i>	ocre, medio	
		Piezas de gran formato. Percutor con una extracción voluntaria o accidental en uno de los extremos. La concreción no permite una mejor descripción de los caracteres.			
C29	2000	M13-104	<i>color</i>	gris oscuro, reflejos violáceos	
		N14-30	<i>grano</i>	fino	
	2001	M13-193	<i>córtex</i>	-	
		M14-122	Piezas de pequeño formato y color uniforme. Algunos de los planos muestran unas impurezas brillantes. Diversas fracturas Siret en este grupo.		
	2002	N14-89			
C30	2000	L13-55	<i>color</i>	gris-gris oscuro	
		N14-46	<i>grano</i>	medio	
		N15-381	<i>córtex</i>	-	
	2001	M12-64	Piezas de pequeño formato. El color es uniforme, en algunas son visible pequeños granos de cuarzo.		
		M13-29			
		N13-207			
		N16-479			
C31	2000	N15-237	<i>color</i>	gris-verdoso	
		N15-365	<i>grano</i>	muy fino	
	2001	N11-166	<i>córtex</i>	anaranjado, muy fino, en plataforma	
		N16-155	Piezas de pequeño formato, de color uniforme. Materia de muy buena calidad; los negativos en las caras dorsales son muy claros. En una pieza se presentan vetas de cuarzo.		
C32	2000	M13-46*	<i>color</i>	negro	
		N13-71	<i>grano</i>	fino	
	2001	M15-54*	<i>córtex</i>	negro pálido-gris oscuro, fino con fisuras	
	Piezas de medio y gran formato. El color es uniofmre y no existen impurezas. Materia de buena calidad. El remontaje se compone de dos lascas de obtención kombewa.				
C33	2001	N13-12	<i>color</i>	gris-verdoso, claro	
		N14-122	<i>grano</i>	medio	
	2002	N14-14	<i>córtex</i>	-	
	Piezas de pequeño formato y color uniforme. Las fracturas son 'complejas'. Se presentan algunas vetas de una tonalidad más oscura.				
C34	2000	M12-141	<i>color</i>	gris oscuro-negro pálido	
	2001	M13-173	<i>grano</i>	medio	
		N12-251	<i>córtex</i>	-	
	Piezas de formato medio. El color cambia de tonalidad hacia el interior de las piezas, más oscura. Algunas fracturas presentan un grano más fino que otras, lo que sugiere impurezas internas.				

C35	1998	M12-27	<i>color</i>	negro	
	1999	N12-14	<i>grano</i>	muy fino	
		N14-16	<i>córtex</i>	negro-marrón oscuro, muy fino	
	2000	N13-49	Piezas de pequeño, medio y gran formato. Color uniforme. Una zona de la pieza N16-33 presenta una posible pátina. Materia de muy buena calidad. Todo tipo de soportes, enteros y fragmentados, y de explotación.		
		N13-123			
		N14-118			
		N15-81			
	2001	N16-33			
		L12-27			
	2002	N15-53			
M12-68					
N16-16					
C36	2000	M15-70			
		N15-345	<i>grano</i>	fino	
		N14-141	<i>córtex</i>	-	
	2002	M11-46	Piezas de pequeño y medio formato. Color uniforme en cada cara, pero que puede ser diferente entre éstas. Algunas facies muestran impurezas que varían el color y el grano. La concreción impide una mejor y mayor descripción.		
C37	2000	N15-28	<i>color</i>	gris-azulado oscuro	
	2001	N13-73	<i>grano</i>	muy fino	
		N16-163	<i>córtex</i>	-	
	Piezas de pequeño formato y color uniforme. Materia de buena calidad, pero sin soportes grandes ni de explotación.				
C38	2000	N15-50	<i>color</i>	gris-violáceo	
	2001	N12-140	<i>grano</i>	fino	
		N15-113	<i>córtex</i>	-	
	Piezas de pequeño formato y color uniforme. En ocasiones la fractura es en pequeñas lascas que muestran unas superficies como lijadas. Las fracturas son 'complejas'.				
C39	1998	N16-13*	<i>color</i>	gris-violáceo oscuro	
		N16-65*	<i>grano</i>	fino	
	2001	L12-32	<i>córtex</i>	ocre, muy fino	
	Piezas de pequeño formato y color muy uniforme. En una de ellas la concreción dificulta la descripción. El remontaje es transversal.				
C40	2000	M16-10	<i>color</i>	negro-verde-blanquinoso-violáceo	
		N13-46	<i>grano</i>	fino	
			<i>córtex</i>	mismos colores (transparente), muy fino	
	Pieza de gran formato con una lasca de configuración. Los colores se presentan formando vetas de la misma materia. Es de muy buena calidad.				
C41	1999	M12-37	<i>color</i>	granate-oscuro	
	2002	L16-55	<i>grano</i>	medio	
				<i>córtex</i>	mismo color, muy fino
	Piezas de medio formato y color uniforme. Sin impurezas. Materia de buena calidad, pese al grosor del grano.				
C42	2000	L13-46*	<i>color</i>	negro	
		L13-54*	<i>grano</i>	grueso	
		N14-60*	<i>córtex</i>	ocre-anaranjado, medio	
		N14-87	Piezas de medio formato y color uniforme. La materia no presenta impurezas. El remontaje realizado es de una fractura Siret y de una secuencia de talla (dorso-ventral).		

C43	1999	M14-93	<i>color</i>	gris-verdoso, manchas oscuras
	2000	M12-99	<i>grano</i>	grueso
	2001	M11-42	<i>córtex</i>	verdoso pálido, con manchas oscuras
		M15-33	Piezas de gran formato, de color uniforme hacia el centro de las piezas. Pese al grosor del grano, es una materia de buena calidad. Alguna pieza presenta vetas de cuarzo.	
		N16-190		
2002	N12-44			
C44	2000	N13-211	<i>color</i>	gris-gris oscuro
	2001	N13-133*	<i>grano</i>	medio
		N13-134*	<i>córtex</i>	pálido, fino
		N14-239	Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme en cada cara, pero distinto entre ellas. Las fracturas se producen en lajas. Algunas de las caras presentan impurezas que condicionan ciertas fracturas.	
	2002	L12-10		
		N13-22		
ARENISCA				
A1	2000	N12-69	<i>color</i>	gris-verdoso, negro
	2001	N13-1	<i>grano</i>	fino
		N16-391	<i>córtex</i>	gris pálido, muy fino
				Piezas de pequeño y medio formato. El color gris-verdoso se encuentra cerca de la superficie, bajo el córtex, mientras que el negro se encuentra en la zona central de la pieza. Fracturas planas, no concoides.
A2	2000	N13-170	<i>color</i>	gris, con manchas negras
		N16-46	<i>grano</i>	medio
		N16-56	<i>córtex</i>	muy fino, del mismo gris, pálido
	2001	M12-51	Piezas de pequeño y medio formato. Se caracterizan por pequeñas manchas y puntos oscuros (negros) por toda la superficie. También son característicos pequeños granitos de cuarzo que brillan.	
		M13-13		
	N13-103			
2002	L13-29			
A3	1998	M13-14	<i>color</i>	gris-anaranjado
	2002	M14-35	<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	muy fino, naranja-ocre
				Piezas de medio formato. Color uniforme, solo interrumpido por alguna fina veta de cuarzo. Fracturas complejas, sin ningún bulbo.
A4	1998	L12-52	<i>color</i>	gris añil
	2001	N12-162	<i>grano</i>	grueso
		N12-241	<i>córtex</i>	medio e irregular, gris-verdoso
		N13-223	Una pieza grande y las demás de pequeño formato. El córtex se presenta en la dorsal de la grande y es irregular. El grano es grueso y en él se distinguen los colores de cada grano.	
	2002	L12-27		
A5	2000	L14-52	<i>color</i>	gris-azulado-negro
		M12-31	<i>grano</i>	muy fino
	2001	N12-20	<i>córtex</i>	-
		N14-332	Piezas de pequeño y medio formato y color uniforme. El grano es muy fino, lo que permite unas fracturas limpias, aunque algunas resulten complejas. Negativos claros y bien definidos en las caras dorsales.	
A6	2001	M16-122	<i>color</i>	gris oscuro-negro
		N13-74	<i>grano</i>	muy fino
		N16-416	<i>córtex</i>	-
				Piezas de pequeño formato y color uniforme. Fracturas limpias. Buena calidad.

A7	2001	N16-294	<i>color</i>	gris-verdoso	
	2002	L16-78	<i>grano</i>	fino	
		N11-41	<i>córtex</i>	-	
					Piezas de pequeño formato y color uniforme, con pequeñas manchas más oscuras-negras. Buena calidad de la arenisca.
A8	2000	N12-25	<i>color</i>	gris oscuro-pálido, veteado	
	2001	M16-129	<i>grano</i>	medio	
				<i>córtex</i>	fino, mismo color veteado
					Las piezas son de medio y gran formato, y presentan un color característico que se alterna en forma de vetas. Las fracturas son complejas.
A9	1999	N12-42	<i>color</i>	gris oscuro-negro	
	2000	M14-41	<i>grano</i>	fino	
		N14-43	<i>córtex</i>	-	
	2001	M14-207	Piezas de pequeño formato y color uniforme. Algunas presentan concreción anaranjada. Irregularidades en cuanto al grano; en algunas caras es más fino que en otras.		
N16-209					
A10	1999	M14-76	<i>color</i>	gris-azulado	
	2000	N15-247	<i>grano</i>	fino	
		2001	L11-4	<i>córtex</i>	fino, gris muy pálido
	L11-20		Piezas de pequeño y medio formato, de color uniforme con pequeños puntos de color negro. Buenos negativos en las dorsales. Las lascas presentan de manera muy clara todos los atributos de su categoría.		
	N11-204				
	2002	N14-90			
A11	2000	N15-372	<i>color</i>	gris-azulado muy pálido	
	2001	L12-50	<i>grano</i>	fino	
		N13-445	<i>córtex</i>	-	
		N14-99	Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme, y posiblemente responde a su restauración. También presentan concreción.		
2002	N13-58				
A12	2001	L11-58	<i>color</i>	gris	
		M14-103	<i>grano</i>	fino	
	2002	N12-16	<i>córtex</i>	-	
					Piezas de pequeño formato, color uniforme. Fracturas complejas en algunas de las piezas.
A13	2000	N15-135	<i>color</i>	gris	
	2001	L11-61	<i>grano</i>	medio	
		L11-66	<i>córtex</i>	fino-muy fino, mismo color más pálido	
					Piezas de pequeño formato y color uniforme. Dos de ellas presentan cortical en la dorsal.
A14	2000	M12-132	<i>color</i>	gris-azulado	
	2002	N11-32	<i>grano</i>	fino	
		N11-37	<i>córtex</i>	fino, muy pálido-blanquecino	
		N12-34	Piezas de medio formato y color uniforme. Las diferencias entre ellos se deben a su restauración. Buen estado de conservación en general.		
A15	1999	M11-29	<i>color</i>	gris-azulado	
	2001	M12-101	<i>grano</i>	medio	
		N12-23	<i>córtex</i>	muy fino, mismo color	
					Piezas de pequeño formato y color uniforme. Los negativos en las dorsales únicamente son claros en dos de ellas; en la otra las fracturas y aristas en general están melladas.

A16	2001	M11-61	<i>color</i>	gris pálido-blanquecino, brillante	
		M11-74	<i>grano</i>	medio	
	2002	M16-20	<i>córtex</i>	-	
		N16-30	Las piezas son de pequeño formato y el color es uniforme. Es característica la brillantez de las piezas; a la luz se ven puntos brillantes sobre su superficie.		
A17	2000	L14-45	<i>color</i>	gris oscuro	
		N14-194	<i>grano</i>	medio	
	2001	N16-146	<i>córtex</i>	fino, mismo color	
				Piezas de pequeño y medio formato y color uniforme. Son lascas con todos sus atributos bien definidos y claros.	
A18	2000	M13-129	<i>color</i>	gris oscuro-azulado pálido	
	2001	N14-177	<i>grano</i>	fino	
			<i>córtex</i>	-	
	Piezas de medio formato y color uniforme. Abundantes negativos en las dorsales; avanzado estado de explotación pese a su métrica. Arenisca de buena calidad.				
A19	2000	M12-74	<i>color</i>	gris-azulado, anaranjado por la concreción	
	2001	L12-26	<i>grano</i>	fino	
			<i>córtex</i>	-	
	Piezas de medio formato. El color es uniforme y se presentan minúsculos puntos oscuros por toda la superficie. Las fracturas son "lajadas" y las caras muy planas, casi sin concavidades ni convexidades.				
A20	1999	N12-3	<i>color</i>	gris-azulado, anaranjado por la concreción	
	2001	M11-37	<i>grano</i>	grueso	
			<i>córtex</i>	-	
	Piezas de medio tamaño, color uniforme. Ambas son fragmentos de lasca. Mala conservación y mucha concreción.				
A21	2000	N12-18	<i>color</i>	gris pálido	
		N15-16	<i>grano</i>	grueso	
			<i>córtex</i>	fino, gris muy pálido	
	Piezas de medio formato. Pese a que no están muy degradadas, sobre la superficie se ve una mala conservación. El color es uniforme y las fracturas son rectas.				
A22	1998	L13-46	<i>color</i>	gris-verdoso	
				<i>grano</i>	medio
				<i>córtex</i>	muy fino, mismo color con manchas oscuras
	Pieza de gran formato que presenta córtex en más de la mitad de su superficie. Los negativos y las aristas de las caras dorsales están mellados, y las caras ventrales son rectas, sin prácticamente bulbo.				
A23	2000	L13-6	<i>color</i>	gris-verdoso oscuro, negro	
				<i>grano</i>	muy grueso
				<i>córtex</i>	muy fino, mismo color
	Bifaz de gran formato. Color uniforme con puntos más oscuros. Muchas extracciones reflejadas en la dorsal.				
A24	1998	L16-7	<i>color</i>	gris-verdoso pálido, anaranjado por concreción	
				<i>grano</i>	medio
				<i>córtex</i>	muy fino, mismo color
	Una única pieza de gran formato. Su color es uniforme y sólo cerca de la plataforma de perc. se localizan manchas más oscuras.				

A25	2000	N14-3	<i>color</i>	gris
			<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	fino, gris pálido con puntos oscuros
	Pieza medio formato. El córtex se encuentra en la plataforma de percusión, que no está facetada.			
A26	2001	L12-33	<i>color</i>	gris-verdoso, manchas oscuras
			<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	-
	Pieza de medio formato y color uniforme, con manchas más oscuras. La concreción no permite una mejor descripción cromática. Los negativos de la dorsal son claros.			
A27	1998	L14-5	<i>color</i>	gris-verdoso oscuro, negro
			<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	-
	Pieza de gran formato y color uniforme. Presenta algún tipo de porosidad en la superficie; quizá alguna forma de erosión.			
CUARZO				
Cz1	2002	N14-2	<i>color</i>	blanco, manchas moradas, ocre y azuladas
			<i>grano</i>	muy fino, laminar-lajado
			<i>córtex</i>	muy fino, translúcido
	Pieza de medio formato, posible fractura no intencional. No parece presentar cara ventral y las extracciones que parten hacia la dorsal son recientes.			
Cz2	2000	N15-216	<i>color</i>	blanco-azulado
	2001	N13-166	<i>grano</i>	muy fino
		N16-331	<i>córtex</i>	-
		N16-414	Piezas de pequeño formato y color uniforme. En algunas facetas no existe el mismo brillo que en otras, quizá por impurezas. En algunos, fracturas complejas.	
Cz3	2001	N13-337	<i>color</i>	blanco-azulado-grisáceo
			<i>grano</i>	fino, granulado
			<i>córtex</i>	-
	Pieza de pequeño formato. Presenta abundante concreción. No muestra impurezas ni microfacturas. Buena calidad.			
Cz4	2000	M13-42	<i>color</i>	blanco-rosado
	2001	M12-95	<i>grano</i>	grueso, granulado
		M12-194	<i>córtex</i>	muy fino, translúcido, blanco-rosado
		M13-108	Piezas de pequeño y medio formato. El color rosado puede venir definido por la concreción adosada a la superficie de la pieza. El grano grueso condicionaría la fractura de las piezas.	
		N14-117		
2002	N12-94			
Cz5	2000	M12-46	<i>color</i>	blanco
		N16-69	<i>grano</i>	fino, granulado
	2001	M14-27	<i>córtex</i>	muy fino, ocre muy pálido
		N15-74	Piezas de medio formato y color uniforme. No presentan impurezas en su interior.	
Cz6	2002	N11-30	<i>color</i>	blanco opaco
			<i>grano</i>	muy fino, granulado
			<i>córtex</i>	-
	Pieza de gran formato. El color es uniforme, pero su tipo de materia prima es muy diferente a las demás; no presenta ningún tipo de translucidez.			

Cz7	1999	N13-9	<i>color</i>	blanco, manchas ocre y amarillentas
		N13-46	<i>grano</i>	fino, granulado y lajado
	2001	M13-52	<i>córtex</i>	grueso, ocre con estrías
	2002	M11-77	Piezas de pequeño y medio formato. Presentan manchas e impurezas en su interior que condicionan la fractura. El córtex es irregular, se distingue bien de la parte interna, y presenta estrías y surcos.	
Cz8	2000	M13-77	<i>color</i>	blanco
		M15-96	<i>grano</i>	fino, lajado
		M16-58	<i>córtex</i>	muy fino, ocre muy pálido
	2001	N16-475	Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme, sin manchas, y el córtex se diferencia bien ya que es de un color distinto, más opaco. La concreción le da un color anaranjado.	
Cz9	2000	N14-100	<i>color</i>	blanco
	2001	N11-195	<i>grano</i>	muy fino, lajado
			<i>córtex</i>	-
			Piezas de pequeño formato y color uniforme. Pequeñas lascas de mayor amplitud que longitud. Sin impurezas.	
SÍLEX CRETÁCICO				
SC1	1998	N15-64	<i>color</i>	blanco-anaranjado, pálido
	1999	N13-16	<i>grano</i>	muy fino
	2000	N15-95	<i>córtex</i>	anaranjado, regular
		N16-88	Piezas de pequeño, medio y gran formato. Color en superficie homogéneo, pero presenta pálidas vetas de colores más grisáceos. El córtex es regular. Sílex de muy buena calidad.	
	2001	N15-30		
SC2	2000	N11-3	<i>color</i>	anaranjado pálido
		N14-36	<i>grano</i>	fino
	2001	L12-10	<i>córtex</i>	-
			Piezas de pequeño formato. Su superficie se ha visto alterada, modificándose su color original y siendo anaranjado, y siendo más rugosa. Pese a eso es de buena calidad.	
SC3	2001	N13-71	<i>color</i>	gris, manchas blancas
			<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	-
			Pieza de medio formato. Su superficie es de color grisáceo y las modificaciones son en bandas blancas. Sílex de muy buena calidad	
SC4	2002	N11-12	<i>color</i>	gris, líneas blancas
			<i>grano</i>	muy fino
			<i>córtex</i>	-
			Pieza de medio formato. Su superficie es gris, con diminutos puntos oscuros y finas vetas de color blanquecino. Sílex de muy buena calidad.	
SC5	2000	N16-35	<i>color</i>	blanco-anaranjado
	2001	M16-165	<i>grano</i>	fino
		N11-11	<i>córtex</i>	-
		N13-19	Piezas de pequeño y medio formato. El color de la superficie es homogéneo; las modificaciones se encuentran en el grano, mayor en algunas zonas y menor en otras.	
		N13-371		
SC6	2000	N13-13	<i>color</i>	blanco, manchas negras
	2002	N12-68	<i>grano</i>	medio
			<i>córtex</i>	-
			Piezas de medio formato. Su superficie, principalmente la cara ventral, ha sufrido alteraciones que le provocado unas manchas oscuras. Las caras dorsales se encuentran en mejor estado.	

SC7	2000	M12-21	<i>color</i>	blanco-amarillento, puntos oscuros	
	2001	L12-3	<i>grano</i>	muy fino	
			<i>córtex</i>	ocre, muy regular	
	Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme, pero se ve interrumpido por pequeños puntos y manchas de color más oscuro. El córtex es regular. Sílex de muy buena calidad.				
SC8	1998	M14-29	<i>color</i>	blanco, manchas grises	
			<i>grano</i>	medio	
			<i>córtex</i>	rosáceo, regular y erosionado	
	Pieza de gran formato. En la cara ventral aparecen alteraciones pero se presentan manchas bien delimitadas de color grisáceo. En la dorsal, parece un córtex más o menos regular pero alterado.				
SC9	2002	M11-98	<i>color</i>	blanco-rosáceo, bandas grisáceas	
			<i>grano</i>	muy fino	
			<i>córtex</i>	-	
	Pieza de medio formato. Su superficie presenta una alteración que modifica la superficie coloreándola con tonos rosáceos. En la cara ventral aparecen unas bandas grisáceas. Muy buena calidad.				
SC10	1999	M12-62	<i>color</i>	pardo, manchas grises	
	2000	M12-12	<i>grano</i>	medio	
	2001	M11-23	<i>córtex</i>	-	
		N13-157	Piezas de medio y gran formato. Su color es heterogéneo, con manchas más grisáceas bien delimitadas en su superficie. La mala conservación afecta a la superficie resultando un grano mayor.		
2002	N14-62				
SC11	1999	M13-39	<i>color</i>	blanco	
	2001	N14-1	<i>grano</i>	muy fino	
	2002	M11-99	<i>córtex</i>	-	
	Piezas de pequeño formato. Su superficie y color es completamente uniforme. Sílex de muy buena calidad.				
SC12	2000	N14-135	<i>color</i>	blanco, gris	
	2001	N16-265	<i>grano</i>	medio	
	2002	N13-38	<i>córtex</i>	-	
		N14-19	Piezas de pequeño formato. El grano de las zonas blanquecinas de las piezas es más fino que el de las partes grisáceas.		
SC13	1999	N13-17	<i>color</i>	blanco-grisáceo	
	2000	N12-13	<i>grano</i>	fino	
		N12-40	<i>córtex</i>	marrón, irregular	
	2002	L14-62	Piezas de medio y gran formato. Su superficie es heterogénea, con manchas de color grisáceo, y en algunas piezas aparenta una superficie oleosa.		
		N11-48			
N12-82					
SC14	2000	L14-31	<i>color</i>	blanco-amarillento	
			<i>grano</i>	fino	
			<i>córtex</i>	marrónáceo, regular pero erosionado	
	Pieza de medio formato, característica de una explotación masiva unipolar. El color es uniforme y presenta córtex en la parte lateral carenada de la lasca.				
SC15	2001	N13-298	<i>color</i>	blanco amarillento, manchas más oscuras y grises	
			<i>grano</i>	muy fino	
			<i>córtex</i>	-	
	Pieza de medio formato. Los colores más oscuros se presentan como puntos y pequeñas manchas muy delimitadas, que hacen que el color no parezca homogéneo. Sílex de buena calidad.				

SC16	2002	M11-49	<i>color</i>	blanco-rosáceo, alguna zona grisácea
			<i>grano</i>	muy fino
			<i>córtex</i>	-
			Pieza de medio formato. Su color es uniforme y se ve modificado en alguna zona por una débil mancha de color grisácea, poco delimitada. Sílex de muy buena calidad.	
SC17	2000	M13-118	<i>color</i>	blanco-gris
		N14-92	<i>grano</i>	muy fino
		N15-142	<i>córtex</i>	blanco irregular
	2001	N16-459	Piezas de pequeño y medio formato. El color gris se presenta en franjas o manchas muy bien delimitadas por el color. El sílex es de muy buena calidad. Impurezas que marcan algunas fracturas.	
	2002	L16-37		
		N12-28		
N14-162				
SC18	1999	N12-46	<i>color</i>	blanco roto, grisáceo
		2001	M13-165	<i>grano</i>
	N15-64		<i>córtex</i>	-
			Piezas de pequeño y medio formato. El sílex es de muy buena calidad, mostrando franjas y manchas ovaladas de un gris muy pálido. La pátina acaba formando una superficie similar al córtex.	
SC19	2002	N14-18	<i>color</i>	blanco
			<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	-
			Pieza de gran formato. Presenta extracciones posteriores a la producción del propio soporte. La conservación es buena pero presenta abundante concreción.	
SC20	2000	L13-12	<i>color</i>	blanco pálido
			<i>grano</i>	grueso
			<i>córtex</i>	-
			Pieza de gran formato. Su superficie es irregular dada la mala conservación; parece que haya córtex por toda la superficie. No se le presentan cambios de color ni ninguna otra característica.	
SC21	2001	N14-334	<i>color</i>	blanco roto
			<i>grano</i>	fino
			<i>córtex</i>	marrón, irregular
			Pieza de medio formato. Su color es uniforme, y su grano es fino interrumpido en algunas zonas por un grano más pronunciado. Pese a eso es de muy buena calidad.	

Tabla 8.2. Grupos de materia prima (RMU) identificados en cuarzo, cuarcita, arenisca y sílex cretácico durante el estudio preliminar sobre la zona noroeste de TD10.1.

8.2. Desarrollo y ampliación: Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): Connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1

Tras los resultados iniciales obtenidos en el área noroeste de la unidad TD10.1, se inició el análisis de todo el conjunto recuperado en esta unidad, empezando por las materias primas que se habían documentado como más aptas para la búsqueda de remontajes: el cuarzo y la cuarcita. Estos materiales presentaban una buena conservación e integridad física que permitía, en primer lugar, su manipulación y, en relación con el análisis de conexiones, unas características físicas favorables a una *rápida* identificación, descripción y asociación entre las piezas que las mostraban.

El conjunto analizado constó de 4,302 artefactos, de los cuales 709 eran de cuarzo y 3,593 de cuarcita.

La asociación entre conexiones y GMP permitió distinguir algunas concentraciones espaciales específicas que podrían corresponder a eventos singulares de talla y el movimiento de determinadas piezas fuera de su área de obtención para un posible uso.



Contents lists available at ScienceDirect

Quaternary International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/quaint

Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): Connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1



Esther López-Ortega^{a, b, *}, Amèlia Bargalló^{a, b}, Arturo de Lombra-Hermida^{a, b, c},
Marina Mosquera^{b, a}, Andreu Ollé^{a, b}, Xosé Pedro Rodríguez-Álvarez^{a, b}

^a Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (W3 building), 43007 Tarragona, Spain

^b Area de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Av. Catalunya, 35, 43002 Tarragona, Spain

^c Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste (GEPN), Dpto. Historia I, Universidade de Santiago de Compostela, Pz. da Universidade, n°1, 15782, Santiago de Compostela, Spain

ARTICLE INFO

Article history:
Available online 16 October 2015

Keywords:
Lithic refit
Spatial connection
Gran Dolina site
Sierra de Atapuerca
Middle Pleistocene

ABSTRACT

This paper expands upon the preliminary refit analysis of the NW area of unit TD10.1 at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) (López-Ortega et al., 2011). The refit study described here has been conducted on the quartz and quartzite assemblage recovered from unit TD10.1, consisting of a total of 4302 artefacts (709 quartz and 3593 quartzite pieces). Following the previously established methodological protocol, we found additional elements associated with already known connections as well as new refits in quartz and quartzite. The association between refits and raw material units (RMUs) has allowed us to distinguish specific concentrations and spatial clusters that could correspond to singular knapping events, and to identify the movements of pieces within the same raw material unit outside of their clusters, which could point to the use of these artefacts.

These results, together with the presence of artefacts of every phase of the *chaîne opératoire*, point to developed knapping activities carried in the settlement and the areas where they took place. A new interdisciplinary study will identify the role played by intentionally moved pieces.

© 2015 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

1. Introduction

Generally speaking, research on the behaviour of Middle Pleistocene populations has always been secondary to the study of those from the Upper Pleistocene. In most cases, the ancient chronology of the settlements means that the assemblages left behind by these human groups are not optimally preserved (particularly with regard to faunal remains and certain lithic raw materials), which makes it impossible to develop studies as detailed as those carried out on the more recent chronologies of the Upper Pleistocene. Nevertheless, it is essential to study the skills and knowledge of *Homo heidelbergensis* and of the early representatives of the Neandertal lineage in order to infer patterns of behaviour and intra-

site and inter-site mobility, just as has been done at more recent sites.

In most cases, behavioural interpretations have been based on archaeological assemblages primarily made up of objects grouped and identified by layers. However, a lack of an exact correspondence between geological time and the archaeological time formation of these assemblages continues to be a key problem (Binford, 1981; Schiffer, 1985; Vaquero et al., 2012). This problem becomes more evident with assemblages such as that of unit TD10.1 at the Gran Dolina site. Archaeostratigraphic studies have established several archaeolayers within unit TD10.1 (Obregón, 2012) because the very slow sedimentation rate and high density of faunal and lithic remains at the site make identifying occupation layers difficult. Therefore, the unit constitutes a deposit with a formation that could have covered hundreds or even thousands of years, and in which several cultural and natural processes took place (Bailey, 2007). Palimpsests are the result of several occupations, and every occupation is the result of several consecutive decisions and activities. It is for this reason that the objective of any

* Corresponding author. Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (W3 building), 43007 Tarragona, Spain.

E-mail address: elopez@iphes.cat (E. López-Ortega).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.026>

1040-6182/© 2015 Elsevier Ltd and INQUA. All rights reserved.

behavioural study of hominids must be based on short temporal ranges, closer to singular moments within an occupation, and the temporal scale with which to make inferences about human behaviour is likely to be the 'event' (Brooks, 1982).

It is difficult to discern an individual knapping event within an assemblage, but the study of such events could represent a useful way to break away from the 'average behaviour' inferred from the general studies of palimpsests (Vaquero, 2008). In this regard, refit studies are one of the most suitable tools, not just for identifying singular events, but also for studying and contextualising them within a human occupation.

The previous refit study in the NW sector of TD10.1 (López-Ortega et al., 2011) found numerous refits and connections between artefacts, pointing to the existence of short knapping sequences and towards the possibility of obtaining more data about the identification of clusters, knapping areas and singular activity events with a broader study.

This paper presents the expansion of that initial refit study, including the entire quartz and quartzite assemblage in unit TD10.1. The aim of this analysis is to identify new connections between artefacts, to recognise the different types of connections and their positions, and to distinguish raw material units whose distribution may correspond to a knapping activity carried out in that place. Since two raw materials are analysed, we sought to identify any possible differential patterns in the location and distribution of those materials, as well as their types of refits and conjoins.

With this aim, unit TD10.1 of the Gran Dolina site represents a unique opportunity to explore the potential of this type of analysis with a large Middle Pleistocene assemblage.

2. Materials

2.1. Sierra de Atapuerca

The Sierra de Atapuerca is a small hill measuring about 25 km² and located approximately 15 km from the city of Burgos. The elevation of the hill ranges between 1000 and 1100 m above sea level. It is located in the Bureba corridor, about 3 km from the Arlanzón River, and is bordered by the basins of two of the largest rivers on the Iberian Peninsula: the Duero in the southwest, and Ebro in the northeast (Fig. 1).

This strategic location was fundamental to its occupation dating from the Early Pleistocene, due to the huge variety of biotopes and biodiversity in the region (García Antón, 1995; Vallverdú et al., 2001).

There are numerous archaeological sites in the Sierra de Atapuerca, spanning over approximately the past one million years, i.e. most of the Pleistocene and the beginning of the Holocene. These sites date from some of the earliest known human occupation events in Europe, and are keys to the behaviour and development of those humans on the European continent. Examples include unit TE9 of Sima del Elefante, dated at 1.2 My, and unit TD6 of Gran Dolina, dated at 0.8–0.9 My (Falgüeres et al., 1999; Parés and Pérez-González, 1999; Parés et al., 2006; Berger et al., 2008), both of which have yielded some of the oldest human remains in Europe.

2.2. Gran Dolina

Gran Dolina is one of the cavities located in the Trincheras del Ferrocarril (railway trench). It is filled with 18 m of sediments divided into 11 lithostratigraphic units called TD1 to TD11 from bottom to top, and with a chronology that goes from the Lower to the Middle Pleistocene (Gil and Hoyos, 1987; Pérez-González et al., 2001; Berger et al., 2008; Falguères et al., 2013; Arnold et al., 2014;

Arnold and Demuro, 2015), which have been slightly revised in later works (Rodríguez et al., 2011).

The topmost of these units is TD10, a 2–3 m thick deposit made up of reddish-brown clays with limestone gravel and blocks derived from the structural degradation of the cave. TD10 has been subdivided into four major lithostratigraphic subunits (from top to bottom): TD10.1 (which has been archaeologically separated in Upper and Lower), TD10.2, TD10.3 and TD10.4 (Pérez-González et al., 2001; Mallol and Carbonell, 2008; Rodríguez et al., 2011; Ollé et al., 2013). The occupation layers are within these subunits (Fig. 2).

2.3. Unit TD10.1

Lithostratigraphic field observations show that TD10.1 is texturally very homogenous (Campaña et al., in press). It is composed of reddish-brown silty clays with scattered limestone gravel and localised beds of medium and large-sized limestone blocks that form the slope and support the hypothesis that the main entrance of the cave was at the south-western end of the excavation area.

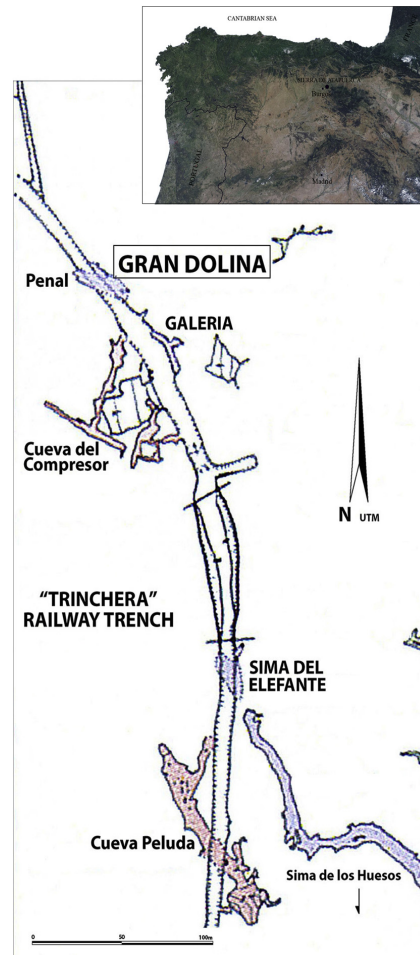


Fig. 1. Top: Location of the Atapuerca sites. Bottom: Map of the karst system of Trincheras del Ferrocarril, and the location of the Gran Dolina site in the topmost part.

GRAN DOLINA

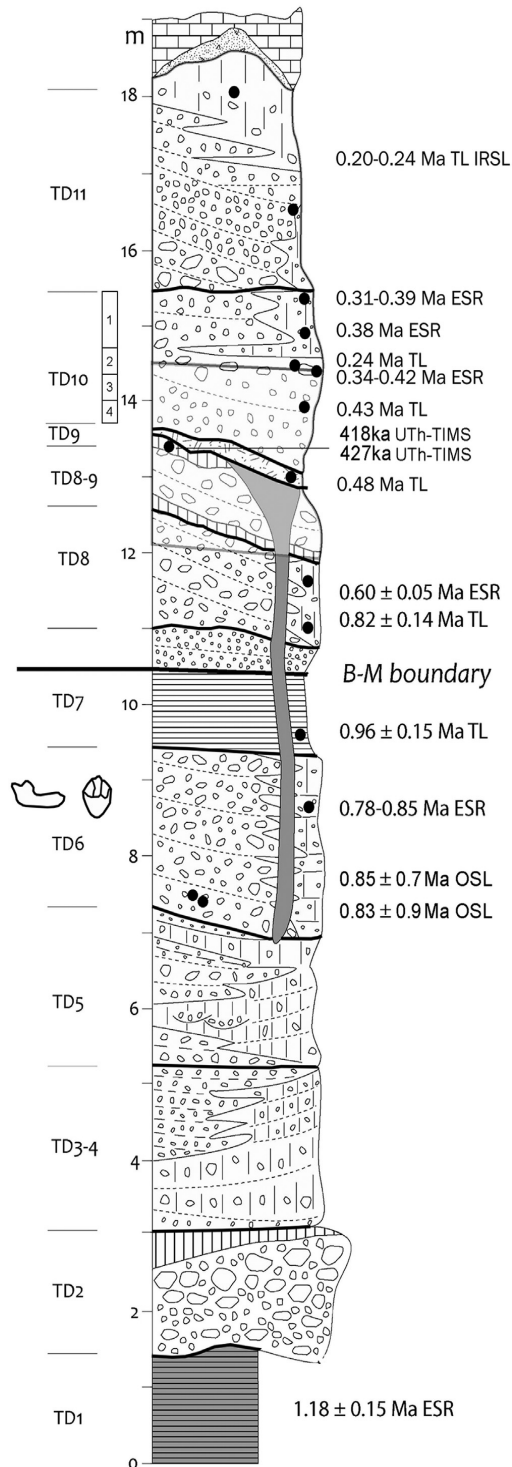


Fig. 2. Stratigraphic profile of the Gran Dolina site with a synthesis of the available dates (modified from Falguères et al., 2013).

The decalcified state of the basal sediments of TD10.1, together with the presence of dissolved bone and the localised occurrence of phosphatic grains and infillings, suggests mild subsurface diagenesis. This could be an indication of sedimentary stasis or at least very slow rates of sedimentation during the times of intense hominin occupation of the cave. The diagenetic process can be explained by a combination of two conditions for which we have micro-morphological evidence: high moisture in the cave and the presence of large amounts of anthropogenic organic matter. Micro-morphological analysis also found little physical or chemical post-depositional disturbance that could have modified the archaeological assemblage, moving pieces long distances from where they were originally deposited (Mallol and Carbonell, 2008). This data is corroborated by the taphonomic studies on faunal remains; there is any post-depositional feature or pattern on bones surface that points to a great disturbance of the remains but a sedimentary stasis result of a slow sedimentation (Rosell and Blasco, 2009; Blasco et al., 2010, 2013).

The available geochronological studies of unit TD10 have provided a TL date of 430 ± 59 ka for sub-unit TD10.3 and a series of ESR/UTH dates: two dates of 418 ± 63 and 337 ± 51 ka for TD10.2, a date of 379 ± 57 ka for the bottom of TD10.1 and a mean date of 337 ± 29 ka for its topmost part (Fig. 2). However, a slightly discordant TL mean date of 244 ± 26 ka has also been reported for TD10.2. The stratigraphic succession finishes with an archaeologically sterile unit dated between 240 ± 44 and 55 ± 14 ka (Falguères et al., 1999, 2013; Berger et al., 2008; Rodríguez et al., 2011).

Fieldwork has followed the natural palaeo-relief of the layer, guided by the arrangement of the archaeological and sedimentary remains. This palaeo-relief exhibits a slope of $15-20^\circ$ towards the north-eastern corner (from now on we will refer to the theoretical archaeological North, which is deviated 38.2° towards East with respect to the UTM North [ETRS89]), although it varies over the surface of the unit (Fig. 3).

TD10.1 is the richest unit of Gran Dolina, both in terms of lithic and faunal remains. The unit has yielded roughly 21,000 lithic artefacts and 48,000 faunal remains, most of them near the north and east sectors of the excavation (Ollé et al., 2013). Small-vertebrate studies suggest warm-temperate conditions for Lower TD10.1, while in Upper TD10.1 there is a step-like transition to cooler conditions with higher rainfalls (Blain et al., 2008, 2009, 2012; Cuenca-Bescós et al., 2010, 2011). The results obtained by pollen analyses support this data (Carrión et al., 2009; Rodríguez et al., 2011).

With regard to technology, the lithic remains likely represent evolution on a local scale from Mode 2 to Mode 3 technology at Sierra de Atapuerca. While the lithic remains of Lower TD10.1 show the typical features of the Mode 2 to Mode 3 transition, those from Upper TD10.1 make up an assemblage mainly comprised of centripetal cores, with diversity and standardisation in reduction sequences aimed at obtaining small and medium-sized flakes (Rodríguez-Álvarez, 1997; Ollé et al., 2013). Along all unit TD10.1, there is a considerable number of Levallois cores combined with typical elements of Mode 2, such as large flakes used as cores, some of them with bifacial reduction, and some large cutting tools (Table 1) (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 2004).

3. Methods

The assemblage studied is made up of the quartz and quartzite artefacts from Upper and Lower unit TD10.1. Starting from the results obtained in the previous refit study in the 18 m^2 north-western sector of TD10.1 (López-Ortega et al., 2011), this study proceeds using the same protocol and methodology, applying them to the whole assemblage recovered from the entire surface of the unit.

Table 1
Lithic assemblage of Gran Dolina Upper TD10.1 and Lower TD10.1. Categories by raw materials (% of entire assemblage). All the items recovered are considered, including those from the 1993 test pit and the projection section (from [Ollé et al., 2013](#)).

	Upper TD10.1												Total	%						
	Natural bases			Cores			Shaped tools			Shaped T/Cores					Flaking products		Indet. and nat. frag.			
	nBa	nBb	nBc	nBd	1GNBE	2GNBE	FNBE	1GNBC	2GNBC	FNGC	1GNB	2GNB			PB	FPB	Frag. of PB	Frag.	Indet. nat. Frag.	Indet.
Neogene Chert	–	–	–	–	6	3	2	–	25	1	–	2	159	13	35	36	–	188	470	53.90
Cretaceous chert	–	–	–	–	1	–	–	–	5	–	–	1	22	3	8	1	–	–	41	4.70
Chert (indet)	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	1	16	–	5	8	–	27	59	6.77
Sandstone	4	2	2	–	–	1	–	2	7	–	1	–	24	3	12	9	8	23	98	11.24
Quartzite	4	10	4	1	4	2	–	–	9	3	–	1	87	26	20	8	2	3	184	21.10
Quartz	–	–	–	1	2	–	–	–	1	1	–	–	4	1	1	–	–	–	11	1.26
Limestone	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	7	0.80
Other rocks	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	2	0.23
Subtotal	13	12	6	2	13	6	2	2	49	5	1	5	314	46	81	64	10	241	872	–
%	1.49	1.38	0.69	0.23	1.49	0.69	0.23	0.23	5.62	0.57	0.11	0.57	36.01	5.28	9.29	7.34	1.15	27.64	100%	–
TOTAL	33	3.78	21	2.41	21	2.41	56	6.42	56	6.42	6	0.69	505	57.91	–	–	251	28.78	–	100%
	Lower TD10.1												TOTAL	%						
	Natural bases			Cores			Shaped tools			Shaped T/Cores					Flaking products		Indet. and nat. frag.			
	nBa	nBb	nBc	nBd	1GNBE	2GNBE	FNBE	1GNBC	2GNBC	FNGC	1GNB	2GNB			PB	FPB	Frag. of PB	Frag.	Indet. nat. Frag.	Indet.
Neogene Chert	–	–	–	–	56	66	4	1	249	11	5	10	4291	626	1309	527	–	3871	11026	51.21
Cretaceous chert	–	–	–	–	19	4	4	1	103	6	–	1	846	139	210	68	–	27	1428	6.63
Chert (indet)	1	–	–	–	–	1	–	–	3	–	4	1	118	17	27	22	–	468	663	3.08
Sandstone	9	3	24	13	17	13	5	4	88	2	–	3	1501	409	666	284	8	868	3917	18.19
Quartzite	9	13	31	26	28	21	2	4	199	10	8	2	1553	851	719	175	8	47	3706	17.21
Quartz	1	3	1	3	2	–	–	–	26	5	–	4	289	132	143	114	8	11	742	3.45
Limestone	4	–	–	–	–	–	–	–	1	–	2	–	10	3	–	3	1	4	30	0.14
Other rocks	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	8	–	4	20	0.09
Subtotal	24	19	58	42	122	105	15	10	669	35	19	21	8611	2177	3074	1201	30	5300	21532	–
%	0.11	0.09	0.27	0.20	0.57	0.49	0.07	0.05	3.11	0.16	0.09	0.10	39.99	10.11	14.28	5.58	0.14	24.61	100%	–
TOTAL	143	0.66	242	1.12	242	1.12	714	3.32	714	3.32	40	0.19	15063	69.96	–	–	5330	24.75	–	100%

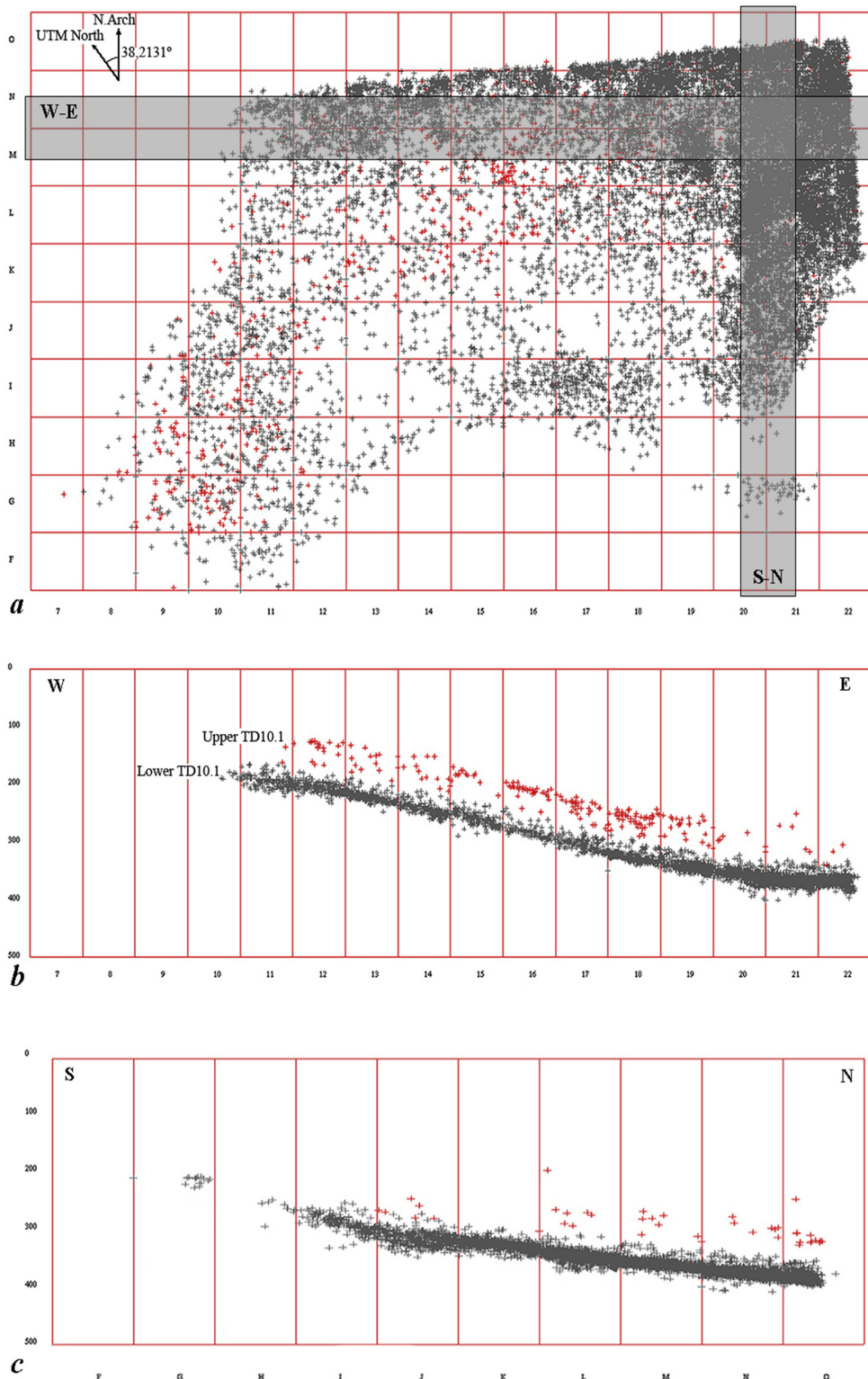


Fig. 3. a: Excavated surface of TD10.1. Upper TD10.1 artefacts appear as red dots and Lower TD10.1 lithics as black dots. Two bands of 1 m thick are represented in grey: X band (W–E section) of line M–N, and Y band (S–N section) of line 20–21. b: Vertical distribution of lithic remains in west-east section, with the sub-units Upper TD10.1 (red) and Lower TD10.1 (black). c: Vertical distribution of lithic remains in south-north section. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

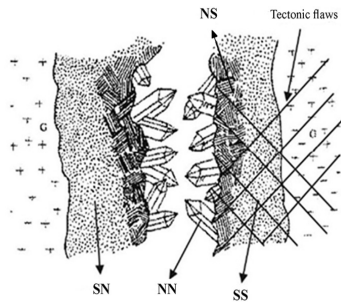


Fig. 4. Vein quartz formation and morpho-structural groups (from de Lombera-Hermida, 2009).

To conduct a refit study, it is essential to locate all of the artefacts using Cartesian coordinates (X, Y and Z) during fieldwork and to accurately record them. These coordinates allow for the 3D spatial reconstruction of the original position of the archaeological layer and let us discern activity areas and the spatial connections between the artefacts and those areas.

Three experienced researchers were involved in more than a year refitting study, a process that requires time, space to lay out the materials and a special skill for refits. The process *per se* has not been described in-depth because a large part of it lies in the personal skill of the researcher doing the analysis. Although descriptions of the entire refit process are rare, there are references and analyses describing discrete stages of that process: the distinction of raw materials (Cahen et al., 1979; Cattin, 2002), the sorting of raw material units (Roebroeks, 1988; Schäfer, 1990; Odell, 2004; Vaquero, 2008), the graphic presentation of connections

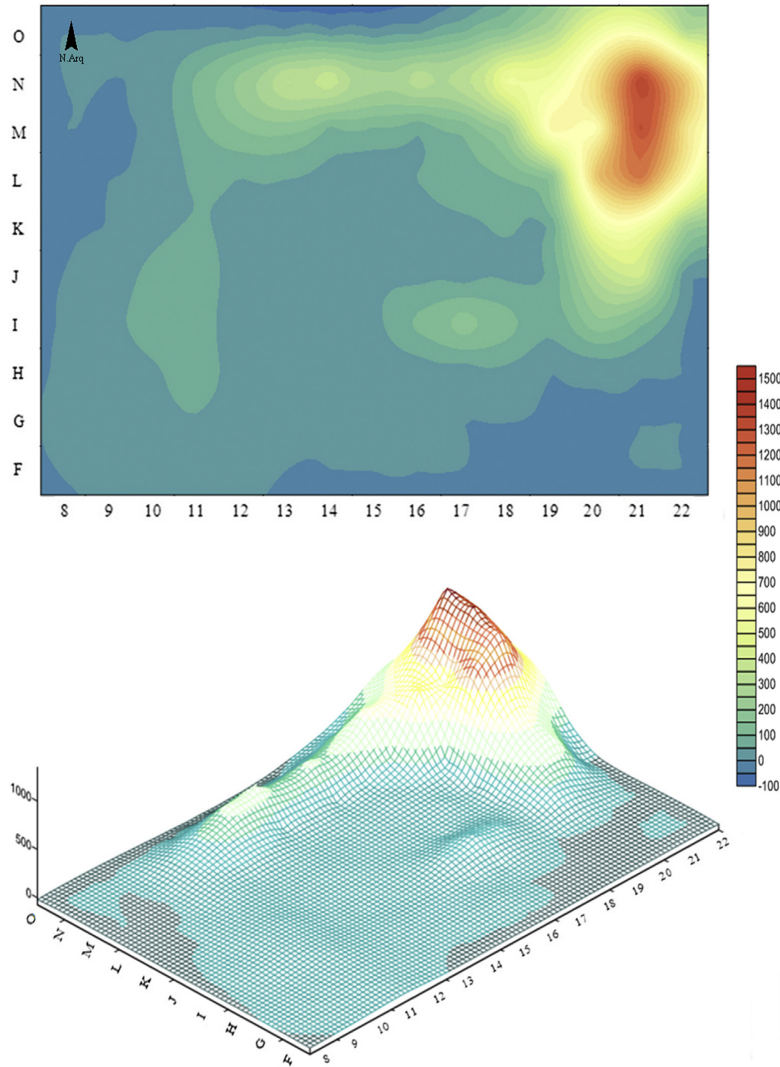


Fig. 5. Density charts of lithic remains in unit TD10.1.

(Cziesla, 1990), the precise nomenclature for each type of connection (Sisk and Shea, 2008), as well as computer processing to identify refits and conjoins (Cooper and Qiu, 2006).

3.1. Raw materials

Unit TD10.1 has yielded five primary types of rocks that have been archaeologically identified: chert (with Neogene and Cretaceous varieties), quartzite, quartz, sandstone and limestone. All of these raw materials are local and can be found in outcrops no further than 4 km from the site (García-Antón, 2010).

In this analysis, the quartzite and quartz assemblages were chosen due to the high degree of preservation of their identifying elements. Both raw materials are located in fluvial terraces and palaeo-channels of the Arlanzón River in the south, and in the conglomerates of the Cretaceous formation of the Arenas of Utrillas facies to the north of the Sierra de Atapuerca, with quartzite cobbles more abundant than quartz ones. Quality and shape also differ depending on the material: While quartz is found in pebbles and small and medium-sized cobbles and with a low-medium quality for knapping, quartzite appears in large cobbles with a medium–high knapping quality, providing a significant degree of control of the products obtained during knapping (Terradillos and Rodríguez-Álvarez, 2014).

This abundance and diversity of raw materials used to produce artefacts makes the process of identifying connections and refits between them easier (Cahen et al., 1979; Cattin, 2002). Both quartz and quartzite have better preservation qualities than other raw materials from the Atapuerca assemblages (for instance the Neogene chert, which is the most common raw material in TD10.1, shows a loss of integrity of the tool's surfaces that strongly restrict the refitting study). Furthermore, quartz and quartzite assemblages present physical and surface features greatly different between pieces, facilitating the process of distinguishing Raw Material Units (Roebroeks, 1988; Schäfer, 1990; Odell, 2004; Vaquero, 2008) or Minimum Analytical Nodules (MAN) (Bleed, 2004; Hall, 2004; Larson, 2004; Cooper and Qiu, 2006) and making refitting faster and easier.

Before identifying Raw Material Units, we must first decide which pieces are capable of being refitted, as not all of them are suitable for surface analysis. Refit analyses require a minimum degree of physical integrity: for this reason, pieces smaller than 15 mm and/or exhibiting poor surface preservation were excluded.

3.1.1. Raw material units

After discerning which pieces were unsuitable for study, the remainder of the assemblage was analysed and those that shared physical features were classified into Raw Material Units (hereafter RMUs). This type of association is made hierarchically based on the macroscopic features of the artefacts, giving priority to the surface features and their preservation. The macroscopic features examined in our study were granulometry characteristics and colour of cortical surfaces, if present; granulometry and colour of non-cortical surfaces; and internal inclusions (such as veins, emerging fractures, microfossils, etc.). In the case of the quartz assemblage, the artefacts were first divided into four morpho-structural groups defined by the presence/absence of two textural variables: grain and plane. The presence of grain is typical in quartz formed by crystal aggregation, which gives them a grainy texture (saccharoidal quartz). Planes were defined by the presence of internal flaws or crystallization surfaces which affect the homogeneity of the artefact. In line with this criteria, quartz elements were classified into four morpho-structural groups: NN (no grain, no plane), NS (no grain, plane), SN (grainy, no plane) and SS (grainy, plane) (from de Lombera-Hermida, 2009) (Fig. 4).

The different types of fracture of incomplete flakes, fragments of flakes, dorsal negatives and even platforms types were also recorded because their size and shape are useful in identifying connections between artefacts. Furthermore, artefacts were extended according to the original position in which each piece was recovered at the site: the table becomes the excavation surface and materials are positioned according to their contextually grid. This step facilitates the finding of conjoins and short connections. The distinction of RMUs is an essential step in the refit process because each group might be from a single cobble and, therefore, all the pieces within the same RMU, even if they do not directly interconnect, constitute an indirect refit.

3.2. Refits and connections

Once the pieces were divided by raw material and RMU, the refit process began. Every connection that was found was given a specific code to identify it as a refit or a conjoin. This consisted of a sequential number depending on whether the piece was a refit or a conjoin, the inventory number of the pieces involved, and the archaeological layer. While *refit* identifies the joining of two or more pieces split by an intentional conchoidal fracture, *conjoin* signifies the joining of two or more pieces split by an unintentional conchoidal fracture (Sisk and Shea, 2008), consisting of, for instance, knapping breakage, postdepositional fractures or thermal cracks.

Cziesla (1990) suggests a clear method of distinguishing connections based on their nature: production sequences, breakages and modifications. With the aim of complementing Cziesla's proposal, three types of connections have been added: post-depositional breakage, which is different from knapping fractures; thermal cracks, only produced by the direct effect of heat and/or fire; and natural breakage, caused by internal veins that determine the intentional fracture during the knapping process.

In the type classification developed by López-Ortega et al. (2011), Cziesla's proposals correspond to types 1, 2, 3, 4 and 5; while 6, 7 and 8 are new refit types (Table 2). On a statistical level, the abundance of one connection type or another would point to the performance of certain activities or processes that not only affect the stone tools but also the entire unit, as well as the spatial distribution of the archaeological record.

Table 2
Groups and types of connections used to classify the refits and conjoins.

Groups	Types		
Knapping sequences	1	Core-flake	REFIT
	2	Dorso-ventral	
Fractures	3	Sagittal	CONJOIN
	4	Transversal	
Re-making	5		REFIT
Post-depositional	6		CONJOIN
Thermal break	7		
Natural break	8		

3.3. Projections

Several scatter graphs were made, prioritising different variables that influence the graphic representation and posterior interpretation of the connections.

First of all, all the refits and conjoins were graphically represented in order to determine the horizontal and vertical distances between the connected pieces. These distances make it possible to calculate the real distances between artefacts, the slope angle and orientation. We also projected refits and conjoins onto different slides to identify different patterns in their

positions and dispersal depending on the connection type. Finally, each connection was individually represented within the pieces that made up the same RMU; looking at the analytic categories of the artefacts of the RMUs it is possible to infer clusters and distributions resulting from a knapping activity or the dispersion and movement of specific elements in the *chaîne opératoire* (retouched tools and cores) that point to possible events of intentional transport.

4. Results

The dispersion of the archaeological remains shows a clear trend towards the north and the east section of the excavation (Figs. 3 and 5). The discovered connections, especially those covering medium and long distances (>5 m), seem to reinforce (ongoing study) the palaeo-relief slope proposed by Mallol and Carbonell (2008) of 15–20° towards the northeast, which in fact was the one followed during excavation. Furthermore, their examination of the post-depositional processes in the unit concluded that TD10.1 is a well preserved deposit in which these processes have not affected the original position and deposition of the remains. The connections documented between pieces with Siret fracture also support this proposal, because almost all of these pieces were recovered in proximity.

4.1. RMUs

Of the total quartz assemblage analysed ($n = 710$), 75.35% ($n = 535$) was classified into morpho-structural groups (Fig. 4) and 30.28% ($n = 215$) into 42 RMUs, nine of which contained elements that connected together. In terms of quartzite, of a total of 2967 pieces, 29.29% ($n = 869$) were classified into 148 RMUs, 41 of which included one or more direct connections between some of their elements (Table 3). Each of these RMUs was individually projected to determine its distribution and check for any spatial clustering (see Section 4.3).

Table 3

Values of quartz and quartzite assemblage analysed.

	Morphostruct.	Pieces involved	RMU identified	Pieces involved in RMUs	%	Refits	Pieces involved in Refits	% of refitted pieces
Quartz	NN	207	16	75	36.20%	4	9	4.34%
	NS	297	22	115	38.72%	4	11	3.72%
	SN	31	4	25	80.60%	1	2	6.45%
	None	175	–	–	–	6	14	8%
	TOTAL	710	42	215	–	15	36	5.07%
			RMU identified	Pieces involved in RMUs	%	Refits	Pieces involved in Refits	% of refitted pieces
Quartzite	148	869	29.29%	65	153	5.15%		
	None	2098	70.71%	7	14	0.47%		
	TOTAL	2967	100%	72	167	5.62%		

4.2. Refits and conjoins

Fifteen quartz connections and 72 quartzite connections (Table 3) were found, representing a refit rate of 5.07% and 5.62%, respectively – a similar percentage in both materials.

Thirty-six pieces made up the 15 quartz connections, identified as seven refits and eight conjoins. The 72 quartzite connections, divided into 38 refits and 34 conjoins, were made up of 167 elements (Table 2, Fig. 6). More than 80% ($n = 71$) of the connections in both raw materials were refits and conjoins of two elements; nearly 15% ($n = 13$) were connections among three elements; there were two connections of four pieces each; and a single refit made up of six pieces (Fig. 7; Table 4).

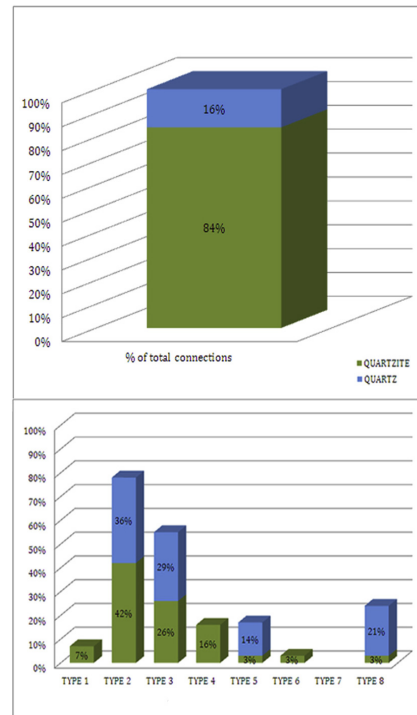


Fig. 6. Top: Percentages of quartz and quartzite connections in relation to the total. Bottom: Percentages of quartz and quartzite connections by type.

Refits and conjoins show a certain concentration towards the north and east sections, coinciding with the highest concentration of remains in Upper and Lower unit TD10.1. There is no clear preferential location of the different connection types; both refits

and conjoins are intermingled in the same area of the site, albeit some medium and long distance refits included pieces closer to the exterior of the cave, near the southern and western boundaries (Fig. 8). Of the total number of connections found, 52 were short-distance connections (<1 m), 39 were medium-distance (1–5 m), five were long-distance (5–10 m) and two were very long-distance (>10 m) (Fig. 9). The majority of the short-distance connections were conjoins and non-conchoidal fractures, such as Siret or transversal fractures, which confirms the primary position of the remains resulted from knapping activities and that minimal displacement occurred due to postdepositional processes. With this information, it can be inferred that the connected pieces separated by more than 5 or 10 m are the result of intentional displacements

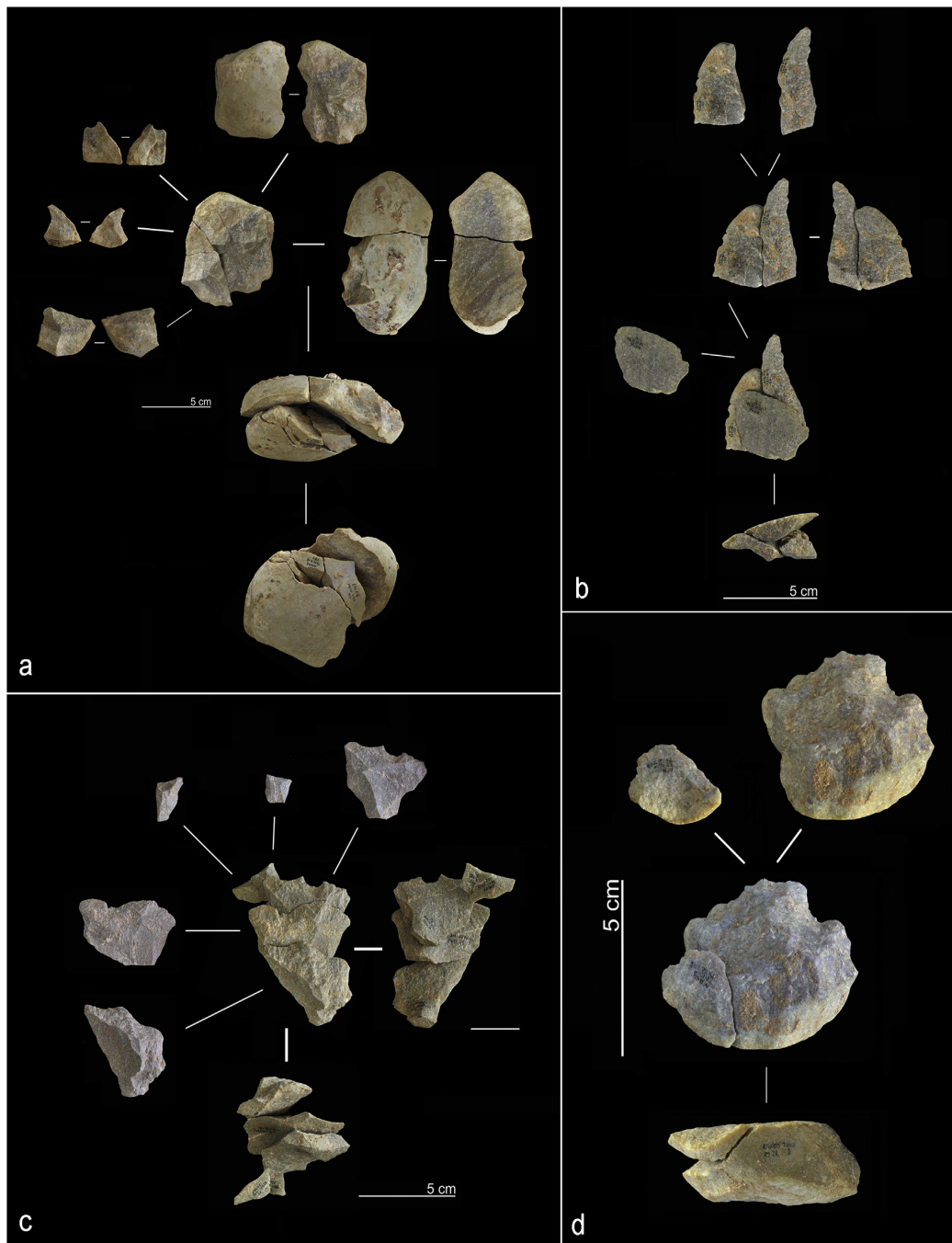


Fig. 7. a: REM1_3, 6 artefacts; b: REM2_8, 3 artefacts; c: REM2_13, 4 artefacts and d: REM1_4, 2 artefacts.

Table 4

Largest connections found in TD10.1. *R = refit, C = conjoin, and the code number of the type connection (see Table 2).

Set	Artif (n)	Catalog numbers	SetType*	RMU	Description
REM_1_3	6	J18-57(02)_N19-171(02)_N22-143(03)_I11-107(99)_N22-571(03)_N20-97(05)	R1 – C4	CTA 25a	Fine-grained quartzite. Almost complete refit, with 5 flakes and a core (J18–57). Firstly, it was detached a cortical flake, which broke leaving the proximal fragment (I11–107) in the south-western corner and the distal part (N22–571) in the north-eastern section. The proximal part of the flake (I11–107) was subsequently retouched as a denticulate. After that, there were produced three flakes (N19–171, N22–143, N20–97), which show a dorsal-ventral refits between them and with a multipolar orthogonal disposition. Unifacial detachment from the cortical face of the core. Percussion marks on the cortical faces (on the core and flakes) point to a previous use of the pebble as a hammerstone.
REM_1_5	3	N21-332(04)_N21-181(04)_M21-1269(05)	R1	n/a	Refit of a centripetal core (N21–332) and two flakes (N21–181 and M21–1269)
REM_2_6_REM_3_1	4	L13-46(00)_L13-54(00)_N14-60(00)_I20-26(99), REM3_1_TD10_L13-54(00)_L13-46(00)	R2 – C3	CTA-32	Dorsal-ventral refit between two flakes (N14–60, I20–26) and another flake conjoined by two flake fragments (splitted by a Siret fracture) (L13–54, L13–46). They were produced by a unipolar exploitation from a cortical percussion plane.
REM_2_7_REM_3_7	3	O22-244(06)_O22-245(06)_O22-246(06)	R2 – C3	CTA-19	Fine-grained Quartzite. Dorsal-ventral refit between a flake fragment (O22–246) and a flake conjoined by two flake fragments (split by a Siret fracture) (O22–244, O22–245).
REM_2_8_REM_3_22	3	M16-2(96)_N12-25(96)_N12-26(96)	R2 – C3	CTA-6	Coarse-grained Quartzite. It is a dorsal-ventral refit between a cortical flake (M16–2) and a flake conjoined by two flake fragments (N12–25, N12–26). Alternating bifacial series.
REM_2_13	5	M18-45(96)_M19-4(96)_N18-22(96)_M18-22(97)_M18-23(97)	R2	CTA-4	Dorsal-ventral refit between three flakes (M18–45, M19–4, N18–22) which belong to an alternating exploitation that could be Levallois. The final series is composed by two little opposite flakes (M18–22, M18–23), and is related to a volumetric configuration of the core.
REM_2_14	3	L21-48(99)_L22-50(98)_L21-33(99)	R2	CTA-18	Fine-grained Quartzite. It is a dorsal-ventral refit between three flakes (L21–48, L22–50, L21–33) that belong to a longitudinal series of exploitation from a cortical percussion plane. Lasts two removals have an step termination (L21–48, L21–33).
REM_2_20_REM_3_12	3	F10-50(99)_G10-7(00)_F10-48(99), REM3_12_TD10_F10-48(99)_F10-50(99)	R2 – C3	CTA-95	Fine-grained Quartzite. It is a conjoin between two flake fragments (F10–48, F10–50) and they connect by a dorsal-ventral refit with a retouched tool (G10–7).

Table 4 (continued)

Set	Artif (n)	Catalog numbers	SetType*	RMU	Description
REM_2_25	3	M20-546(04)_M21-627(04)_N21-600(04)	R2	CTA-18a	Fine-grained Quartzite. It is a dorsal-ventral between three flakes (M20–546, M21–627, N21–600) which belong to a longitudinal extraction series (with a slight centripetal tendency) made from a cortical percussion plane. They have step terminations.
REM_2_28	3	M20-122(02)_M20-159(02)_M20-143(02)	R2 - C3	CTA-122	Dorsal-ventral refit between a flake (M20–143) and a flake conjoined by two flake fragments (split by a Siret fracture) (M20–122, M20–159). They were produced by a longitudinal exploitation.
REM_4_12	3	I10-48(99)_N13-90(01)_N17-389(01)	C4	CTA-20b	Conjoin between two distal cortical fragments (N13–90, I10–48) and a lateral fractured fragment (N17–389).
REM_8_4	3	I18-8(93)_I18-9(93)_I18-10(93)	C8	n/a	Coarse-grained Quartzite. It is a conjoin between a mesial fragment (I18–9) and two distal fragments (I18–9, I18–10).

and movements, and did not occur naturally. These movements would have met some kind of need and would have taken place for a particular action, especially in refits whose sequencing and mobility suggests a counterslope movement of the pieces (refit REM1_3 and REM5_2).

At the same time, refits such as REM1_3_TD10_I18-57(02)_N19-171(02)_N22-143(03)_I11-107(99)_N22-571(03)_N20-97(05) demonstrate the presence of almost complete knapping sequences in the site (Fig. 7a). Other refits such as REM2_13_TD10_M18-45(96)_M19-4(96)_N18-22(96)_M18-22(97)_M18-23(97) point to the existence of a hiatus in the knapping sequence as a result of biased *chaînes opératoires* and the individual transport of some elements inside the settlement (Fig. 7c).

On the other hand, and although there are few refits between shaped tools and retouch flakes, some dorsal-ventral refits were found between flakes and small fragments, both in quartz and in quartzite, which testify to the presence not only of reduction processes but also tool-shaping processes (Fig. 10).

4.3. Groups and clusters

The distinction of RMUs and the existence of refits and conjoins between some of their pieces have, in some cases, made it possible to identify clusters and to relate them, provisionally, to the knapping activity that generated them.

Not all the RMUs exhibit characteristic dispersions resulting from knapping activities; some of them exhibit widespread scattering of lithic fragments, reaching 10–12 m² across the surface. However, other RMUs are made up of elements that are highly concentrated within a few square metres, and some of them with one or two elements which were moved from the knapping area. These RMUs allow us to infer a knapping activity in the occupied area and, in those with a clear movement of one or some of their pieces, to analyse the aim of that movement.

To date, 10 RMUs (six quartzite and four quartz) have exhibited unique scattering patterns:

- CTA1 with REM2_11 and REM3_5 refits (10 elements): displays a clustering of elements around squares M17, M18 and N18, with a

few pieces at a slight distance, reaching four metres (square O22) (Fig. 11i);

- CTA6 with REM2_8, REM2_34 refits and REM3_22 conjoins (7 elements): an assembly of pieces within squares N12, N13 and N14, with two pieces moved to squares M15 and M16, at a distance of two metres (Fig. 11h);

- CTA25a with REM1_3 refit (6 elements): an RMU formed by only directly refitted pieces, which makes it possible to assert the correct association of the elements to a single RMU. There are percussion marks on the dorsal and striking cortical surfaces of the core and on some flakes, and their refit establishes the first use of the element as a hammerstone, and its subsequent use as a core. The two further artefacts are a core, of multipolar orthogonal centripetal reduction, and a sharpened tool used as a denticulate. This tool was made on the proximal fragment of a flake from the first phase of core exploitation. Both negative bases were found more than six metres from the flakes and fragments, which would suggest the spatial fragmentation of the knapping and shaping sequences and the use of the artefacts, and even an intentional movement of the flakes and fragments to the northeast corner and the cores to the south section. Some of the flakes removed from the core remain to be identified and refitted, which could indicate the transport of some elements to the exterior of the settlement or their location in unexcavated or non-preserved areas thereof (north and east sections or Trinchera del Ferrocarril, in the south) (Fig. 11f);

- CTA32 with REM2_6 refit and REM3_1 conjoin (6 elements): suggests certain dispersion of the elements, but all of them form part of a sequential dorsal-ventral refit, without a hiatus between them. A Siret conjoin between two flakes that were found lying almost together suggests that the dispersion is not natural and is not due to postdepositional processes, and one could hypothesise a mobile knapping activity within the settlement in which the knapper or the core were moved over the surface, producing lithic wastes in more than one area (Fig. 11g);

- CTA46 with REM1_4 refit (7 elements): a well-defined cluster around squares N20 and O21. One of the pieces is a flake which refits with the core, thereby pointing to a more or less short knapping sequence in that location (Fig. 11e);

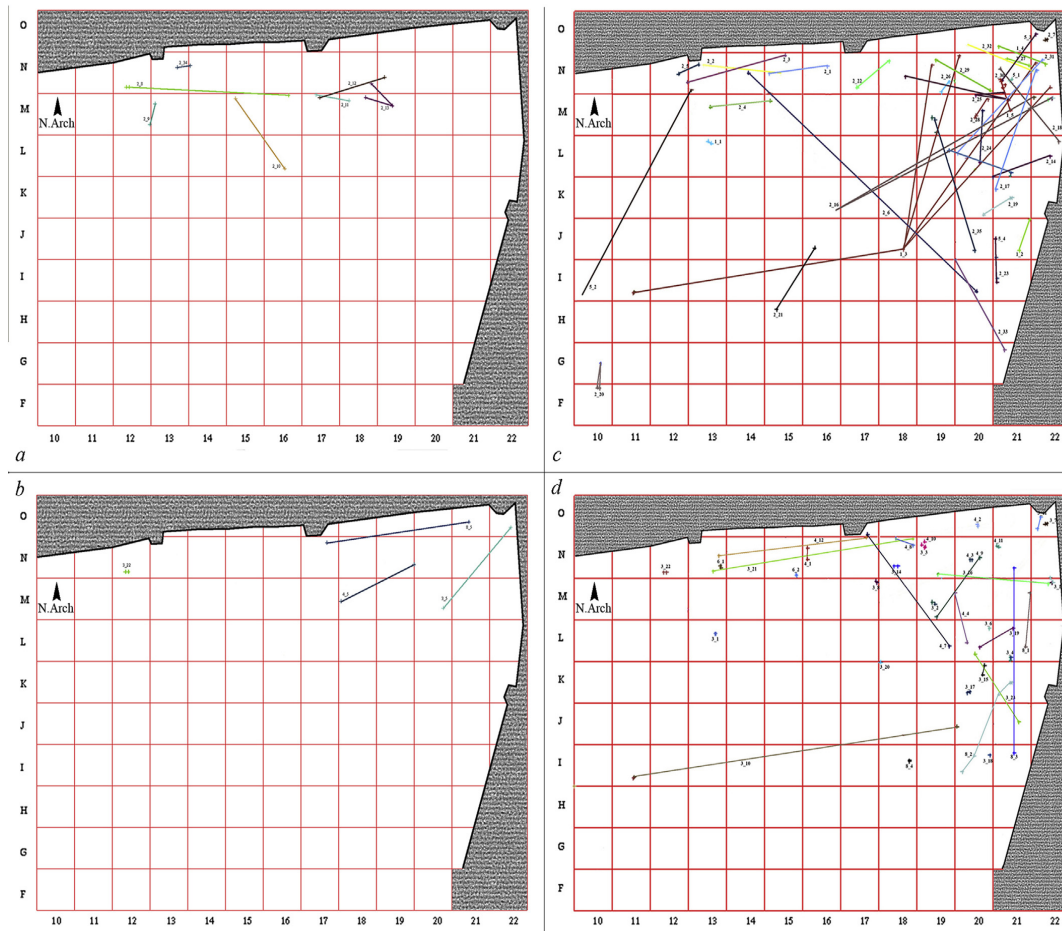


Fig. 8. a: Upper TD10.1 refits; b: Upper TD10.1 conjoins; c: Lower TD10.1 refits; d: Lower TD10.1 conjoins.

- CTA97 with REM3_21 conjoins (12 elements): an important cluster within 7 m² (lines M, N and O, 19–21) and two elements moved to squares N12 and N13. One moved piece is a half-flake and its fracture fits with another fragment inside the cluster. The farthest artefact exhibits an edge with negatives of previous extractions, configuring it as a similar retouched piece with steep angles. A future examination may also be warranted to assess its function (Fig. 11j);
- CZ NS8a with REM8_2 conjoin (7 elements): all the pieces are close together, within squares I20 and K21. REM8_2 is a conjoin of a natural fracture, and the close locations of the refitted pieces may suggest a fracture or break-off of the element during the knapping activity due to natural veins or internal impurities typical in this type of material (Tallavaara et al., 2010) (Fig. 11d);
- CZ NS8b with REM2_15 refit and REM8_1 conjoin (14 elements): all the pieces were found within 6 m²; the dorsal-ventral and the natural break refit were found together, with a minimum degree of shift between them. This data suggest a knapping activity carried out in that place (Fig. 11a);
- CZ NN6 with REM2_17 refit (7 elements): two well defined clusters, at a slight distance from one another. There is a flake in

each cluster, and both of these fit in a dorsal-ventral refit, which relates the two pieces. Flakes have cortical striking platforms and are small, which could suggest a knapping activity in those areas (Fig. 11b);

- CZ SN4 with REM4_4 conjoin (5 elements): contains elements that are highly concentrated within 2 m² and all of them have cortical surfaces on their dorsal faces or on their striking platforms, which points to the first steps of the reduction sequence. Nevertheless, the angle of the dorsal faces indicates a small cobble, so a complete core reduction carried out in this area cannot be ruled out (Fig. 11c).

Moreover, the classification into RMUs makes it possible to distinguish intentional individual movements that, with ongoing use-wear analysis, can reveal the aim of these shifts.

5. Discussion

The expansion and further development of the preliminary survey conducted in the north-western sector of Lower TD10.1 of the Gran Dolina site to include the entire lithic assemblage has not only resulted in improved quantitative results, but also in more and

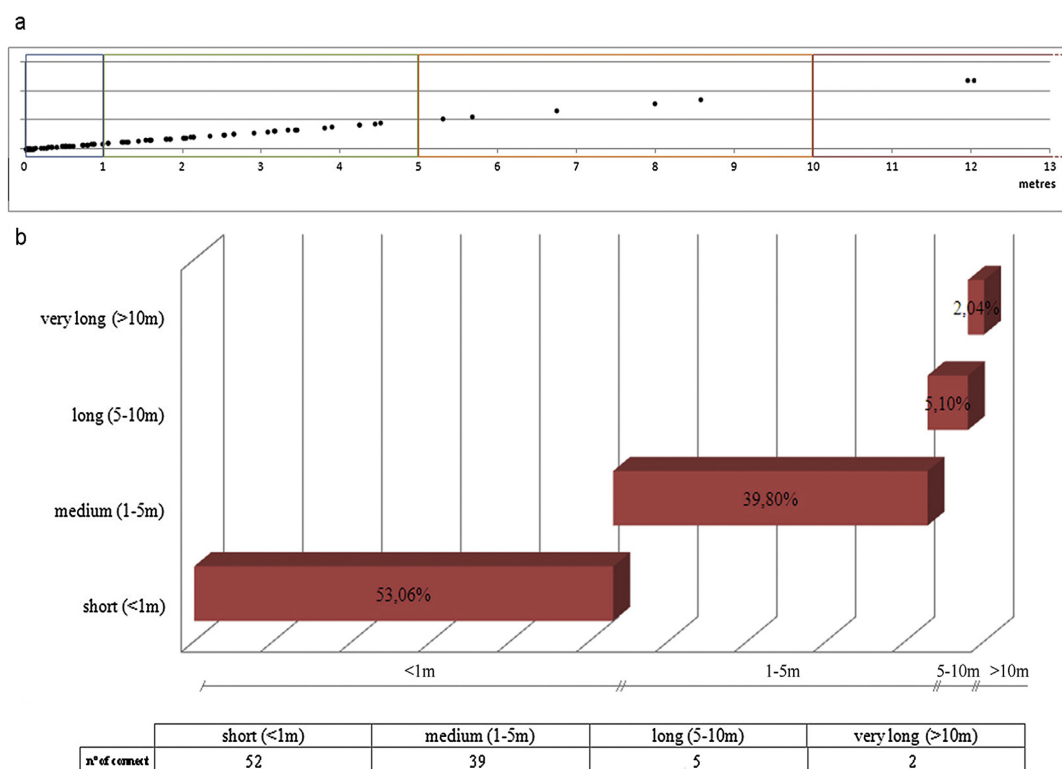


Fig. 9. Distances between refit and conjoin connections. a: number of connections by distance; b: percentage of connections in relation to the total (100%) in each distance range.

better qualitative data. New connections have increased the total number of refits and conjoins found, and the grouping of large numbers of lithic elements into RMUs has allowed them to be projected, thus identifying spatial clusters, which represents a significant advance in the study of the lithic assemblage of unit TD10.1.

In this article, we present one of the relatively scarce refit studies conducted in sites with chronologies older than the end of the Middle Pleistocene. The reason for this dearth is often the poor preservation of the remains and of the site in general. There are few archaeological sites with archaic chronologies in which detailed studies of spatial distribution have been conducted, with the notable exceptions of those published of Melka-Kunture (Galloti and Piperno, 2004) Áridos (Santonja et al., 1980; Villa, 1990) and Ca'Belvedere di Monte Poggiolo (Peretto et al., 1998), and even fewer in which such studies have been carried out based on refit analyses. Among these scarce cases, we could point to studies such as those conducted by Delagnes and Roche (2005) in Lokalalei or de la Torre et al. (2014) in Mieso Valley, both in east Africa; Shen and Qi (2004) and Feng (2008) in the Bose Valley sites (China); Bergman et al. (1990), Pope and Roberts (2005) and Roberts et al. (1997) in Boxgrove, Ashton et al. (2005) in Elveden and Hallos (2002) in Beeches Pit, in Great Britain.

Refit studies have recently moved from being a simple subsidiary analysis to technological studies (Cahen et al., 1979; Hofman, 1981; Bodu et al., 1990) to become a new analytical method in and of themselves, which have not only supported but have also rectified many assertions and hypotheses regarding Pleistocene assemblages (Turq et al., 2013). Refits can be used for spatial distribution, but also provide essential information concerning the

versatility of a core during its reduction process, the establishment and use of activity areas within the settlement, the different phases of development of each activity and the movement of the people associated with those activities, among other questions (Ashton, 2004). And these are the goals of this refit study. The connections found allow us to make inferences about the *in situ* positioning of archaeological remains and possible activity areas and to assert the existence of more or less complete *chaînes opératoires* in several areas within the settlement.

The main obstacles in identifying discrete human occupations in TD10.1 are the thickness of the layer and the hard to follow boundaries, in addition to the large volume of materials it contains. However, neither Upper nor Lower TD10.1 shows evident signs of considerable postdepositional distortions corroborated by sedimentary analysis (Mallol and Carbonell, 2008) and by faunal studies (Blasco et al., 2010, 2013), which is confirmed by Siret conjoins, the single movement of some pieces and the spatial clustering of various RMUs. In most cases, flakes with Siret fracture have been found within 5 cm from one another. These conjoins therefore point to knapping areas with little distortion of the elements during the burial process (Ashton et al., 2005; de la Torre et al., 2014). On the other hand, long and very long distance connections, some of them counterslope, suggest that the movement of these artefacts did not occur naturally and are not attributable to a general distortion by postdepositional processes, but rather are the result of human factors and intentional decisions which only affect these lithic elements (Vaquero et al., 2015).

Therefore, it can be inferred that the associations and clusters identified are not the result of natural or postdepositional accumulations, but rather originate in specific activities carried out in

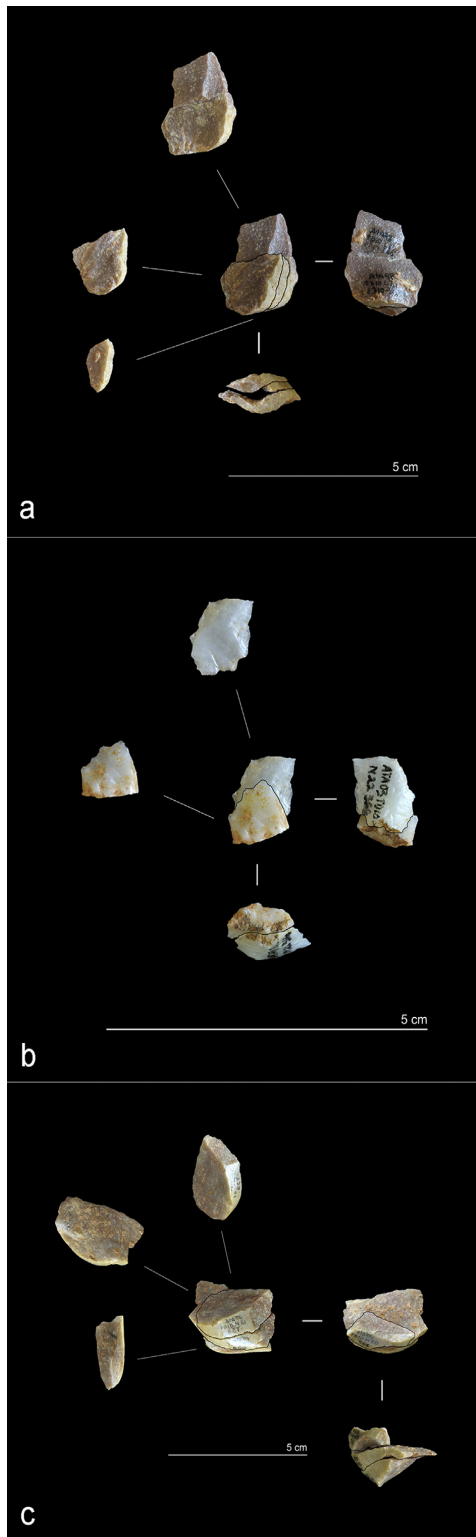


Fig. 10. Possible re-working refits (type 5) and their configuration. a: REM2_14; b: REM2_17; c: REM2_25.

these places. Although no different spatial patterns have been documented based on the raw material or the subunit using refits and conjoins (Upper or Lower TD10.1), there are differences in terms of RMU grouping and their spatial layout in quartz and quartzite. Connections have been found among 5.15% of the quartzite remains associated with RMUs; however, and though more than 75% of the quartz pieces have been classified into morpho-structural groups, a large part of the quartz connections were made with pieces outside any RMU (8%). Nonetheless, four quartz RMUs and six quartzite RMUs exhibit specific concentrations near the north and east section and, more specifically for quartz, in the northeast corner of the site. It is clear that classifying the pieces into RMUs is a necessary part of the refit process, and even more so with raw materials such as quartzite. However, taking into account that in the case of the quartz assemblage a higher percentage of connections was found among elements that had not been classified into an RMU, the method must also be applied to other raw materials to determine whether they may be useful in the refit process.

These groups and the nature of the elements that form them seem to point to knapping activities carried out in these areas. The RMUs contain flakes of various sizes that may correspond to different reduction phases, some of them with cortical surfaces, shaped tools and cores; this, together with the presence of refits of almost complete reduction sequences, attests to the local performance of knapping activities close to the northern and eastern boundaries of the site. There were also numerous dorsal-ventral connections of two and three pieces, appearing “orphaned” from the other flakes or the core in their production sequence, as well as biased sequences in which refits leave a hiatus between the pieces. This data represents technological assemblages in which connections and RMUs are in well-defined areas, with fragmented reduction sequences and a certain proportional deficit in cores, which suggests a high degree of segmentation in reduction patterns (Hallos, 2005).

Furthermore, the analysis of two long distance refits (REM3_10 and REM5_2) confirms the mobility of some pieces (both are retouched pieces) from the clusters identified on the north and east edges to the south-western area of the site, in the vicinity of the main entrance to the cave, where an activity area unrelated to lithic production may have been located and that only future functional studies can help to identify (Fig. 8).

These results endorse the hypothesis that Lower TD10.1 was a base camp where several successive human groups settled and performed complete and segmented knapping activities, supplementing their products with external artefacts (with functional edges).

With regard to Upper TD10.1, the technological study and refit analysis demonstrate the presence of biased reduction sequences, with an emphasis on the presence of medium-sized artefacts with suitable functional edges, all of them from the same RMU and which refit almost in their entirety (REM2_8-3_22 and REM2_13) but with a hiatus between them (alternating knapping, etc.). This would suggest the introduction into the settlement of already knapped and shaped tools and, in Upper unit TD10.1, this would be related to shorter and more sporadic occupations of the cave (Ollé et al., 2013).

Regarding the technological analysis, refits support the knapping methods previously identified in the TD10.1 quartz and quartzite assemblages, stressing the importance of the unipolar longitudinal and centripetal methods (Ollé et al., 2013). Within the assemblages of these materials, dorsal-ventral refits and Siret conjoins of flakes corroborate the existence of longitudinal or centripetal direction knapping sequences using cortical striking platforms in the initial phases (REM2_6, Fig. 11g) and non-cortical striking platforms in subsequent stages (REM2_28).

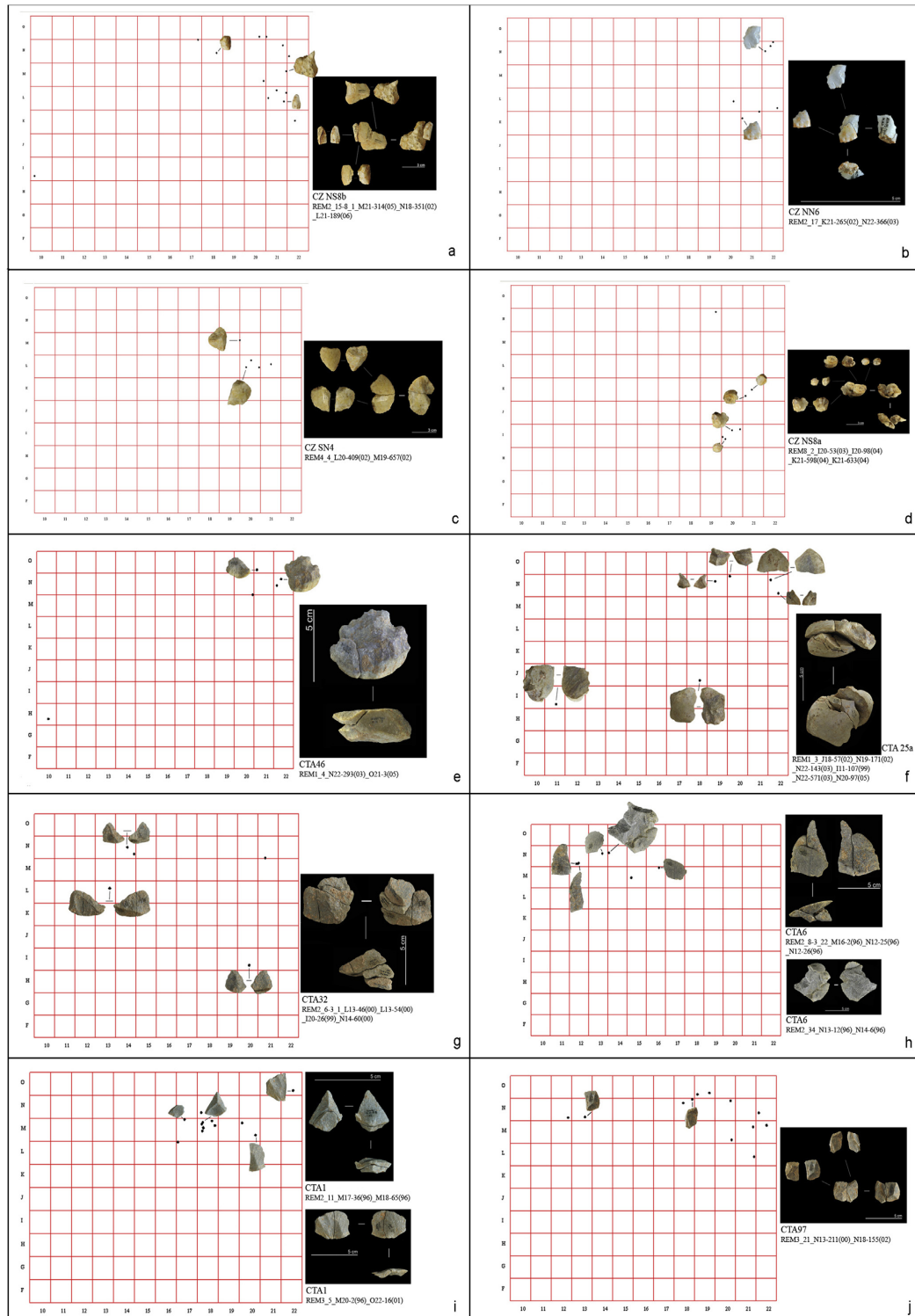


Fig. 11. Raw material units with special distribution and characteristic clusters: a-d: quartz raw material units; e-j: quartzite raw material units.

On the other hand, connections among quartzite pieces, such as REM1_3, REM1_4, REM2_30, REM2_34, REM2_35, and among quartz pieces like REM2_18, REM2_19, REM8_1 and REM8_2, were found to contain cortex on at least one of their components. Both the size of the artefacts and the angle of the cortical surfaces suggest the knapping reduction of small and medium-sized quartzite cobbles and small quartz cobbles.

In other cases, dorsal-ventral refits of flakes with non-cortical dorsal surfaces and platforms, and intertwined negatives were related to centripetal and discoidal knapping sequences in the advanced final stages of the reduction process (REM3_5, Fig. 11i and REM2_13, Fig. 7c), as occurs with core-flake refits (REM1_4, Fig. 7d). REM1_3 is an almost complete reconstruction of a multipolar orthogonal exploitation sequence with a centripetal tendency on a quartzite cobble from which numerous flakes had been removed (Fig. 7a).

In general, the refit and conjoin process is a lengthy and in-depth procedure which is frequently hindered by a shortage of sufficient space and the great amount of time that it requires. However, sometimes the most important results are not the connections found, but rather the analysis of these refits and conjoins within the RMUs they belong to. In this regard, proposals such as Laughlin and Kelly's (2010), which suggests that no refit study should be completed when investing more time in finding connections would be counterproductive and would not yield additional results, must be rejected. The reality is, in fact, quite the opposite; as Hallos (2005) proposed, the more time invested and researchers involved, the more successful a refit study is likely to be.

These data are of paramount importance for the unit we are working on. TD10.1 is a palimpsest resulting from the succession of several human occupations (Rosell and Blasco, 2009; Rosell et al., 2011; Ollé et al., 2013), or a "slow-accumulation palimpsest" by the Malinsky-Buller et al. (2011) classification, so beginning to distinguish discrete moments and individual activity events is essential to understanding the site. Among this tangle of human occupations, discrete and singular activity episodes can be identified, such as the hunting of a lion and the processing of its carcass (Blasco and Rosell, 2009) and almost complete knapping sequences (REM1_3), which are temporally and spatially well-defined activities resulting from a single occupation.

The identification of these episodes is a step forward, as future studies may be able to establish synchrony between them (confirming direct relationships with one another and identifying occupational sublayers).

We aim to extend this study even further by including raw materials that have not yet been analysed in depth (such as Cretaceous chert and sandstone) to identify new refits and conjoins. We are also planning an interdisciplinary study in which the artefacts pointing to an intentional movement from the area in which they were obtained would be analysed by means of use-wear methods to find the reason for their movement and to identify new activity areas.

6. Conclusion

The refit process in unit TD10.1 has yielded a high volume of connections. Although some authors have proposed that after a certain point the time investment in refit work, unless a minimum number of connections have been found, is counterproductive and imbalanced and does not potentially add any new information to the study (Laughlin and Kelly, 2010), the fact is that this study has greatly broadened the results obtained in the previous refit work (López-Ortega et al., 2011), in spite of its labour intensity.

Numerous raw material units have been identified with several lithic elements within each one. This data, together with the

presence of cores in different stages of reduction and the representation of every phase of the *chaîne opératoire*, suggest that considerable knapping activity took place in the settlement. Some RMUs had refits and conjoins within their elements, which allowed us to identify significant groupings and clusters which point to knapping activities, as these occur in well delimited spaces and within the typical radius of knapping dispersion (Newcomer and Sieveking, 1980).

Nevertheless, the identification of representative clusters for some RMUs remains preliminary, and an in-depth study is required to confirm their origin and formation. An interdisciplinary study which includes other analyses, such as use-wear analysis, could shed light and confirm both the nature of the production and reduction in some areas of the site as well as the purpose of the movement and use of the more distant pieces, such as butchering, wood or hide working, among others.

Acknowledgements

We would like to acknowledge the Atapuerca's team involved in the recovery and the study of the archaeological remains. Field work at Sierra de Atapuerca is founded by Junta de Castilla y León and Fundación Atapuerca. The Atapuerca Research Project is supported by the Spanish Ministry of Economy and Competitiveness (MINECO) project CGL2012-38434-C03-03, and the Government of Catalonia Project n°. SGR 2014-899. We also thank the anonymous reviewer for their helpful comments. This research has been developed in the framework of the Arts and Humanities Research Council (UK) AH/L00688X/1 project. E. López-Ortega's research has been supported by a predoctoral grant of MINECO. A. de Lombera-Hermida has been benefited from a predoctoral grant from Fundación Atapuerca.

References

- Arnold, L.J., Demuro, M., 2015. Insights into TT-OSL signal stability from single-grain analyses of known-age deposits at Atapuerca, Spain. *Quaternary Geochronology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quageo.2015.02.005> (in press).
- Arnold, L.J., Demuro, M., Parés, J.M., Pérez-González, A., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2014. Evaluating the suitability of extended-range luminescence dating techniques over early and Middle Pleistocene time-scales: published datasets and case studies from Atapuerca, Spain. *Quaternary International*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.010> (in press).
- Ashton, N., 2004. The role of refitting in the British Lower Palaeolithic: a time for reflection. In: Walker, E.A., Wenban-Smith, F., Healy, F. (Eds.), *Lithics in Action*. Oxbow Books, Oxford, pp. 57–64.
- Ashton, N., Lewis, S., Parfitt, S., Candy, I., Keen, D., Kemp, R., Penkman, K., Thomas, G., Whittaker, J., White, M., 2005. Excavations at the lower Palaeolithic site at Elvedon, Suffolk, UK. *Proceeding of the Prehistoric Society* 71, 1–61.
- Bailey, G., 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26, 198–223.
- Berger, G.W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Ku, T., 2008. Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca palaeoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution* 55, 300–311.
- Bergman, C., Roberts, M., Collcutt, S., Barlow, P., 1990. Refitting and spatial analysis of artefacts from Quarry 2 at the Middle Pleistocene Acheulean site of Boxgrove, West Sussex, England. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, E. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting stone artefacts, Bonn, Holos.
- Binford, L., 1981. Behavioural archaeology and the "Pompeii premise". *Journal of Anthropological Research* 37, 195–208.
- Blain, H.A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., 2008. The Early-Middle Pleistocene palaeoenvironmental change based on the squamate reptile and amphibian proxy at the Gran Dolina site, Atapuerca, Spain. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 261 (1–2), 177–192.
- Blain, H.A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2009. Long-term climate record inferred from early-middle Pleistocene amphibian and squamate reptile assemblages at the Gran Dolina cave, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution* 56, 55–65.
- Blain, H.A., Cuenca-Bescós, G., Lozano-Fernández, I., López-García, J.M., Ollé, A., Rosell, J., Rodríguez, J., 2012. Investigating the Mid-Brunhes Event in the Spanish terrestrial sequence. *Geology* 40, 1051–1054.
- Blasco, R., Rosell, J., 2009. Who was the first? An experimental application of carnivore and hominid overlapping marks at the Pleistocene archaeological sites. *Comptes Rendus Palevol* 8 (6), 579–592.

- Blasco, R., Rosell, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2010. The hunted hunter: the capture of a lion (*Panthera leo fossilis*) at the Gran Dolina site, Sierra de Atapuerca, Spain. *Journal of Archaeological Science* 37, 2051–2060.
- Blasco, R., Rosell, J., Fernández Peris, J., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2013. Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quaternary Science Reviews* 70, 124–144.
- Bleed, P., 2004. Refitting as aggregate analysis. In: Hall, C.T., Larson, M.L. (Eds.), *Aggregate Analysis in Chipped Stone*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Bodu, P., Karlin, C., Ploux, S., 1990. Who's who? The Magdalenian flintknappers of Pincevent (France). In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, E. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting stone artefacts, Bonn, Holo.
- Brooks, R., 1982. Events in the archaeological context and archaeological explanation. *Current Anthropology* 23 (1), 67–75.
- Cahen, D., Keeley, L., Van Noten, F., 1979. Stone tools, toolkits and human behavior in Prehistory. *Current Anthropology* 20 (4), 661–683.
- Campana, I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Ortega, A.I., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2015. Pleistocene sedimentary facies of the Gran Dolina archaeo-paleoanthropological site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.023> (in press).
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Sahnouni, M., Sala, R., Vergés, J.A., Burjachs, F., Gil-Romera, G., García-Antón, M., Gil-García, M.J., Parra, I., Santos, L., López-García, P., Yll, E.I., Dupré, M., 2009. Quaternary pollen analysis in the Iberian Peninsula: the value of negative results. *Internet Archaeology* 25, 1e53. <http://intarch.ac.uk/journal/issue25/5/toc.html>.
- Cattin, M.L., 2002. El remuntatge de les restes lítiques: organització interna dels assentaments i lligams entre jaciments. *Cota Zero* 17, 117–128.
- Cooper, J., Qiu, F., 2006. Expediting and standardizing stone artifact refitting using a computerized suitability model. *Journal of Archaeological Science* 33, 987–998.
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J.M., Blain, H.A., De Marfá, R., Galindo-Pellicena, M.A., Bennisar, M.L., Melero, M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2010. Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. *Quaternary International* 212, 109–119.
- Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, L., Arsuaga, J.L., Blain, H.A., López-García, J.M., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., 2011. The Early-Middle Pleistocene environmental and climatic change and the human expansion in Western Europe: a case study with small vertebrates (Gran Dolina, Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution* 60 (4), 481–491.
- Cziesla, E., 1990. On refitting of stone artefacts. In: Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, E. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting stone artefacts, Bonn, Holo.
- de la Torre, I., Mora, R., Arroyo, A., Benito-Calvo, A., 2014. Acheulean technological behaviour in the middle Pleistocene landscape of Mieso (East-Central Ethiopia). *Journal of Human Evolution* 76, 1–25.
- de Lombera-Hermida, A., 2009. The scar identification of lithic quartz industries. In: Sternke, F., Costa, L.J., Eigeland, L. (Eds.), *Non-flint Raw Material Use in Prehistory*. Old Prejudices and New Directions. Proceedings of the XV World Congress of the UISPP. BAR International Series, Archaeopress, Oxford.
- Delagnes, A., Roche, H., 2005. Late Pliocene hominid knapping skills: the case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution* 48, 435–472.
- Falguères, C., Bahain, J.J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Bischoff, J.L., Dolo, J.M., 1999. Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution* 37, 343–352.
- Falguères, C., Bahain, J.J., Bischoff, J.L., Pérez-González, A., Ortega, A.I., Ollé, A., Quiles, A., Chaleb, B., Moreno, D., Dolo, J.M., Shao, Q., Vallverdú, J., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., 2013. Combined ESR/U-series chronology of Acheulean hominid-bearing layers at Trinchera Galería site, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution* 65, 168–184.
- Feng, X., 2008. Stratégie de débitage et mode de façonnage des industries du Paléolithique inférieur en Chine et en Europe entre 1 Ma et 400 000 ans. Ressemblances et différences de la culture de l'homme de Yunxian et Acheuléen européen. *L'Anthropologie* 112, 423–447.
- Galloti, R., Piperno, M., 2004. Prehistoric archaeology. The site of Garba IV. Spatial analysis of the lithic material from level D. In: Chavaillon, J., Piperno, M. (Eds.), *Studies on the Early Paleolithic Site of Melka Kunture, Ethiopia*. Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze.
- García Antón, M., 1995. Pollen analysis of Middle Pleistocene paleovegetation at Atapuerca. In: Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J.L., Carbonell, E. (Eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*. Actas Junta de Castilla y León, Valladolid.
- García-Antón, M.D., 2010. Methodological approach to the selection of Palaeolithic raw material in supply areas located in secondary deposits. *Human Evolution* 25 (1–2), 49–66.
- Gil, E., Hoyos, M., 1987. Contexto estratigráfico. In: Aguirre, E., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.), *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*. Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Bienestar Social, Valladolid.
- Hall, C.T., 2004. Evaluating prehistoric hunter-gatherer mobility, land use, and technological organization strategies using minimum analytical nodule analysis. In: Hall, C.T., Larson, M.L. (Eds.), *Aggregate Analysis in Chipped Stone*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Hallo, J., 2002. Artefact Dynamics in the Middle Pleistocene. A Comparative Analysis of Evidence from Eastern England and Northern France (PhD. dissertation), University of Liverpool.
- Hallo, J., 2005. "15 Minutes of Fame": exploring the temporal dimension of Middle Pleistocene lithic technology. *Journal of Human Evolution* 49, 155–179.
- Hofman, J., 1981. The Refitting of Chipped-Stone artifacts as an analytical and interpretive tool. *Current Anthropology* 22 (6), 691–693.
- Larson, M.L., 2004. Chipped stone aggregate analysis in archaeology. In: Hall, C.T., Larson, M.L. (Eds.), *Aggregate Analysis in Chipped Stone*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Laughlin, J., Kelly, R., 2010. Experimental analysis of the practical limits of lithic refitting. *Journal of Archaeological Science* 37, 427–433.
- López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X.P., Vaquero, M., 2011. Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Archaeological Science* 38, 3112–3121.
- Malinsky-Buller, A., Hovers, E., Marder, O., 2011. Making time: 'Living floors', 'palimpsest' and site formation processes – a perspective from the open-air Lower Paleolithic site of Revadim Quarry, Israel. *Journal of Anthropological Archaeology* 30, 89–101.
- Mallol, C., Carbonell, E., 2008. The collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: site formation processes of layer TD10.1. *Geoarchaeology* 23 (1), 13–41.
- Newcomer, M., Sieveking, G., 1980. Experimental flake scatter-patterns: a new interpretative technique. *Journal of Field Archaeology* 7 (3), 345–352.
- Obregón, R., 2012. Estratigrafía cultural en el nivel TD10-1 de Gran Dolina, Sierra de Atapuerca (Burgos): secuencia arqueostratigráfica de los asentamientos contenidos en sedimento homogéneo (PhD thesis). Universidad de Burgos.
- Odell, G.H., 2004. *Lithic Analysis*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M.D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., Carbonell, E., 2013. The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International* 295, 138–167.
- Parés, J.M., Pérez-González, A., 1999. Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 37, 325–342.
- Parés, J.M., Pérez-González, A., Rosas, A., Benito, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Huguet, R., 2006. Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (Northern Spain). *Journal of Human Evolution* 50, 163–169.
- Peretto, C., Amore, F.O., Antoniazzi, A., Antoniazzi, A., Bahain, J.J., Cattani, L., Cavallini, E., Esposito, P., Falguères, C., Gagnepain, J., Hedley, I., Laurent, M., Lebreton, V., Longo, L., Milliken, S., Monegatti, P., Ollé, A., Pugliese, N., Renault-Miskovsky, J., Sozzi, M., Ungaro, S., Vannucci, S., Vergés, J.M., Wagner, J.J., Yokoyama, Y., 1998. L'industrie lithique de Ca'Belvedere di Monte Poggiolo: stratigraphie, matière première, typologie, remontages et traces d'utilisation. *L'Anthropologie* 102, 343–465.
- Pérez-González, A., Parés, J.M., Carbonell, E., Alexandre, T., Ortega, A.I., Benito, A., Martín-Merino, M.A., 2001. Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería y Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105, 27–43.
- Pope, M., Roberts, M., 2005. Observations on the relationship between Palaeolithic individuals and artifact scatters at the Middle Pleistocene site of Boxgrove, UK. In: Gamble, C., Porr, M. (Eds.), *The Individual Hominid in Context*. Archaeological Investigations of Lower and Middle Palaeolithic Landscapes, Locales and Artefacts.
- Roberts, M., Parfitt, S., Pope, M., Wenban-Smith, F., 1997. Boxgrove, west Sussex: rescue excavations of a lower Palaeolithic landscape (Boxgrove project B, 1989–1991). *Proceedings of the Prehistoric Society* 63, 303–358.
- Rodríguez, J., Burjachs, F., Cuenca-Bescós, G., García, N., Made, J.v.d., Pérez-González, A., Blain, H.A., Expósito, I., López-García, J.M., García-Antón, M., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J.M., Rodríguez-Álvarez, X.P., Díez, J.C., Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennisar, L., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews* 30, 1396–1412.
- Rodríguez-Álvarez, X.P., 2004. Technical Systems of Lithic Production in the Lower and Middle Pleistocene of the Iberian Peninsula. In: *Technological Variability between North-Eastern Sites and Sierra de Atapuerca Sites*, vol. 1323. BAR International Series.
- Rodríguez-Álvarez, X.P., 1997. Sistemas técnicos de producción lítica del Pleistoceno Inferior y Medio en la Península Ibérica: variabilidad tecnológica entre yacimientos del Noreste y de la Sierra de Atapuerca (Ph. D. thesis). History Department, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Roebroeks, W., 1988. From Find Scatters to Early Hominid Behavior: a Study of Middle Palaeolithic Riverside Settlements at Maastricht-belvédère (The Netherlands). In: *Analecta Praehistorica Leidensia*, vol. 21.
- Rosell, J., Blasco, R., 2009. Home sharing: carnivores in anthropogenic assemblages of the Middle Pleistocene. *Journal of Taphonomy* 7 (4), 305–324.
- Rosell, J., Blasco, R., Campeny, G., Díez, J.C., Alonso, R., Menéndez, L., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., 2011. Bone as a technological raw

- material at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution* 61, 125–131.
- Santonja, M., López Martínez, N., Querol, M.Á., Soto, E., 1980. Estudio de las dispersiones de la industria lítica y de los restos de vertebrados en Áridos-1 (Arganda – Madrid). In: Santonja, M., López Martínez, N., Pérez-González, A. (Eds.), *Ocupaciones Achelenses en el Valle del Jarama*, Servicios de Extensión Cultural y Divulgación. Diputación Provincial de Madrid, Madrid, pp. 279–295.
- Schäfer, J., 1990. Conjoining of artefacts and consideration of raw-material: their application at the Middle Palaeolithic site of the Schweinskopf-Karmelenberg. In: Cziessla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter, E. (Eds.), *The Big Puzzle*. International Symposium on Refitting Stone Artefacts, Bonn, Holos.
- Schiffer, M.B., 1985. Is there a "Pompeii premise" in archaeology? *Journal of Anthropological Archaeology* 41, 18–41.
- Shen, C., Qi, W., 2004. Lithic technological variability of the middle Pleistocene in the Eastern Nihewan Basin, Northern China. *Asian Perspectives* 42 (2), 281–301.
- Sisk, M., Shea, J., 2008. Intrasite spatial variation of the Omo Kibish Middle Stone Age assemblages: artifact refitting and distribution patterns. *Journal of Human Evolution* 55, 486–500.
- Tallavaara, M., Manninen, M., Hertell, E., Rankama, T., 2010. How flakes shatter: a critical evaluation of quartz fracture analysis. *Journal of Archaeological Science* 37, 2442–2448.
- Terradillos, M., Rodríguez-Álvarez, X.P., 2014. The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): a view from experimental archaeology. *Comptes Rendus Palevol* 13, 527–542.
- Turq, A., Roebroeks, W., Bourguignon, L., Faivre, J.P., 2013. The fragmented character of Middle Palaeolithic stone tool technology. *Journal of Human Evolution* 65 (5), 641–655.
- Vallverdú, J., Courty, M.A., Carbonell, E., Canals, A., Burjachs, F., 2001. Les sédiments d'Homo antecessor de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. *L'Anthropologie* 105, 45–69.
- Vaquero, M., 2008. The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science* 35, 3178–3185.
- Vaquero, M., Chacón, M.G., García-Antón, M.D., Gómez de Soler, B., Martínez, K., Cuartero, F., 2012. Time and space in the formation of lithic assemblages: the example of Abric Romaní level J. *Quaternary International* 247, 162–181.
- Vaquero, M., Bargalló, A., Chacón, M.G., Romagnoli, F., Sañudo, P., 2015. Lithic recycling in a Middle Paleolithic expedient context: evidence from the Abric Romaní (Capellades, Spain). *Quaternary International* 361, 212–228.
- Villa, P., 1990. Torralba and Aridos: elephant exploitation in middle Pleistocene Spain. *Journal of Human Evolution* 19, 299–309.

8.3. Nueva aplicación de los remontajes para los estudios ‘intra-site’: Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis

A medida que avanzaba el estudio y el número de remontajes y *conjoins* hallados aumentaba entre los conjuntos de cuarzo y cuarcita, se procuró estudiar no sólo las características técnicas de esas conexiones sino también su disposición espacial. Ya en el análisis de las cuarcitas y cuarzos (López-Ortega et al., 2017), en línea con los resultados obtenidos en el estudio preliminar (López-Ortega et al., 2011), se documentaron ciertas asociaciones espaciales de algunos GMP que podían identificarse como zonas de talla y/o de obtención de productos y soportes líticos.

Son conocidos los abundantes estudios *intra-site* en los que los remontajes han permitido la identificación de zonas de actividad (talla, descarnado, trabajo de pieles, etc.) y las relaciones internas entre

ellas. Estas relaciones se basan en los movimientos de restos líticos y/o faunísticos entre las distintas zonas y, por lo tanto, se interpretan como espacios que se ocupan de manera contemporánea. Sin embargo, en nuestro caso, existen dos obstáculos que dificultan la identificación de auténticas zonas de actividad bien delimitadas: los escasos elementos involucrados en cada uno de los remontajes y conexiones halladas (la gran mayoría asocian dos o tres piezas), y la baja resolución temporal de la unidad TD10.1 de Gran Dolina. Esta unidad se define como un palimpsesto de aproximadamente 1 metro de espesor en el que se han superpuesto y solapado diversas ocupaciones de la cavidad, recuperándose en ella un conjunto arqueológico de casi 70,000 restos líticos y faunísticos.

Teniendo en cuenta esta problemática sobre la formación de TD10.1 y la mayor o menor incidencia de los procesos postdeposicionales sobre los restos, surgió la idea de emplear los remontajes como una herramienta más para su estudio. El objetivo era corroborar o descartar la ocurrencia de grandes distorsiones producidas por procesos postdeposicionales durante la sepultura del registro arqueológico. Para ello, las distancias entre los artefactos remontados fueron contempladas como ejes de orientación susceptibles de ser analizados como orientaciones individuales y comparadas con las orientaciones de los otros tipos de restos, contemplando la totalidad del conjunto de TD10.1.



Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis

Esther López-Ortega^{1,2} · Xosé-Pedro Rodríguez-Álvarez^{1,2} · Andreu Ollé^{1,2} · Sergi Lozano^{1,2}

Received: 30 March 2018 / Accepted: 31 January 2019 / Published online: 14 February 2019
© Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature 2019

Abstract

Studies of archaeological assemblages recovered from palimpsests encounter difficulties related not only to their nature (the preservation of the remains), but also to the formation of the accumulation itself: the evidence of the different human occupations that the accumulation contains and its temporal resolution. Layer TD10.1 of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) is a 1-m-thick palimpsest from which 48,000 faunal remains and more than 21,000 lithic artefacts have been recovered. Several interdisciplinary studies have shown that TD10.1 is not the result of an intense and long-term occupation of the cavity, but rather the consequence of several repeated occupation events. Additionally, micro-morphological analyses demonstrate that there were only minimal postdepositional disturbances of the sedimentary context containing the artefacts. This paper presents results obtained from the study of lithic refits in a sample from the TD10.1 assemblage, posing the hypothesis that the position and relative distance separating the refitted elements show that they were in fact found in primary position. While in other cases, “raw material units” have been used as a tool to distinguish activity areas and occupational episodes, in this study we use refits to learn about the possible movement—or lack thereof—of the artefacts within the area of the site due to postdepositional factors. The use of refits is proposed as a support or supplement to other kinds of analyses of the postdepositional processes that affect the formation of archaeological layers.

Keywords Lithic artefacts · Refits · Postdepositional processes · Middle Pleistocene · Gran Dolina

Introduction

Traditionally, geologists and micro-morphologists have conducted studies predominantly on the formation and deformation of archaeological deposits. They detected disruptions, alterations and postdepositional processes that affected the archaeological deposits by plotting geological and sedimentary elements and studying the archaeosedimentary succession by means of petrographic thin sections. In some of these studies, sedimentary fabric analyses, which look at the strike and dip angle range of sedimentary components such as clasts, detect preferential orientations and spatial distribution patterns that are the result of different postdepositional processes.

Although originally the fabric analysis of blocks and natural pebbles was developed and employed in geology to study formation processes, these types of analyses were subsequently transferred to the domain of archaeology (Bar-Yosef and Tchernov 1972; Schick 1991). Some authors realised that these depositional processes not only affect the sedimentary components, but also the archaeological assemblages included within them. That gave rise to new fabric studies on archaeological sites, not only considering the dip and strike of the natural elements but also the dip and strike of the archaeological remains (Bertrand and Texier 1995; Bertrand and Lenoble 2002; García-Moreno et al. 2016; Lenoble and Bertran 2004; McPherron 2005; Benito-Calvo et al. 2009; Benito-Calvo and de la Torre 2011; Roy-Sunyer et al. 2014, among others).

Some authors have compared the results obtained by these two types of fabric studies in order to identify any possible differences between natural or sedimentary and archaeological preferential strikes and dips (Benito-Calvo et al. 2009, 2011; Roy-Sunyer et al. 2014). Thus, knowing that fabric studies of natural sedimentary components can determine whether the paleo-surface and deposits have

✉ Esther López-Ortega
esther.lopezort@gmail.com; elopez@iphes.cat

¹ Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educativa 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain

² Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain

been affected by disturbances and postdepositional processes, and that fabric studies of archaeological elements could be used in the same way, we propose that refits and their directions and distances between the conjoined elements are another factor to consider within fabric analysis.

Accordingly, the aim of this study is to apply the above-mentioned fabric-study method to the TD10.1 assemblage, and especially to refits, to determine whether it can yield useful information about postdepositional processes which have affected the archaeological preservation, comparing the data with that obtained from other types of studies, such as sediment micromorphology.

Our work is based on two working hypotheses:

- All of the elements (both natural and archaeological remains) present a clear preference towards a specific orientation, which could point to a postdepositional phenomenon that modified the whole assemblage.
- or
- The anthropic remains present different orientations to those of the natural elements, which could rule out the existence of most major postdepositional occurrences (even though the results may show possible isolated disturbance processes).

Materials and methods

Materials

Sierra de Atapuerca is a small hill (1085 m.a.s.l.) 15 km east of the city of Burgos (Spain). It is located in the Bureba corridor, about 3 km from the Arlanzón River, and is bordered by the basins of two of the largest rivers on the Iberian Peninsula: the Duero in the southwest, and Ebro in the northeast (Fig. 1a).

With a huge variety of biotopes and biodiversity in the region (García Antón 1995; Vallverdú et al. 2001; Rodríguez et al. 2011), Sierra de Atapuerca has yielded evidence of early human occupations dating from the Lower Pleistocene, such as those recovered in unit TE9 of Sima del Elefante, dated to 1.2 My (de Lombera-Hermida et al. 2015; Parés et al. 2006), and unit TD6 of Gran Dolina, dated to 0.8–0.9 My (Arnold et al. 2015; Parés et al. 2013; Moreno et al. 2015), to the Holocene (Angelucci et al. 2009; Carbonell et al. 2014). Furthermore, both Sima del Elefante and Gran Dolina have yielded some of the oldest human remains in Europe, which have been a key to understanding human behaviour and development on the European continent (Bermúdez de Castro et al. 2011, 2013; Carbonell et al. 1995, 2008).

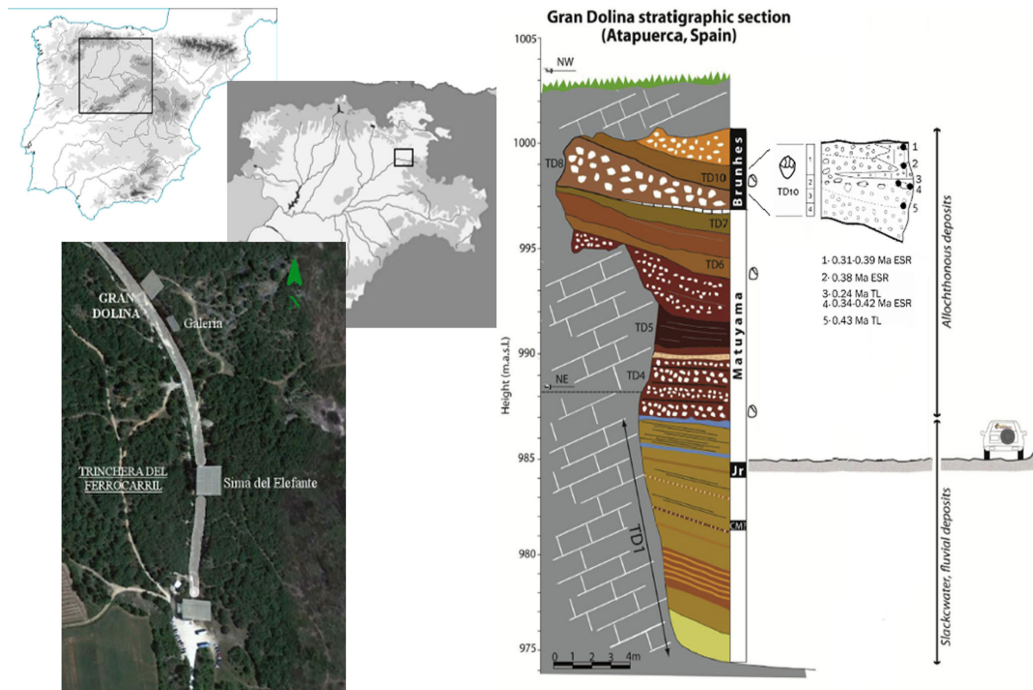


Fig. 1 Left Up: location of Atapuerca range in the Iberian Peninsula; down: railway trench where Sima del Elefante, Galeria and Gran Dolina sites are located. Right Synthetic stratigraphic profile with the available

dates (TL, IRSL and EST/UTH) (from Falguères et al. 1999 and Berger et al. 2008). TD10.1 unit is squared in green

Gran Dolina

The site of Gran Dolina is one of the cavities located in the Trinchera del Ferrocarril (the railway trench). It is filled with 25 m of endokarstic and exokarstic sediments divided into 11 lithostratigraphic units called TD1 to TD11 from bottom to top (Parés et al. 2018). Palaeomagnetism analyses place the Matuyama-Bruhnes boundary within level TD7, dividing the sequence into the units formed during the Early Pleistocene (from TD1–2 to TD7) and units deposited during the Middle Pleistocene (from TD8 to TD11) (Campaña et al. 2017). Geochronological studies have determined a time span that goes from the Lower to the Middle Pleistocene (Arnold and Demuro 2015; Arnold et al. 2015; Berger et al. 2008; Falguères et al. 2013; Moreno et al. 2015; Pérez-González et al. 2001).

Evidence of human presence has been identified in most of the Gran Dolina units through the recovery of stone tools and even human remains. Within unit TD6, and more precisely in bed TD6.2, called Aurora Stratum, a significant collection of *Homo antecessor* remains was discovered, belonging to at least eight individuals of all ages. The lithic assemblage of TD6 also points to a different pattern of settlement within the subunits: TD6.3 has a poor lithic assemblage, mainly made up of pebbles, while TD6.2 and TD6.1 contain a wealth of items resulting from several production processes and consisting of different raw materials used for diverse purposes (Bermúdez de Castro et al. 2017; Campaña et al. 2017; Mosquera et al. 2018).

The topmost of the archaeological units of the Gran Dolina site is TD10. This is a 3-m-thick deposit made up of reddish-brown clays with limestone gravel and blocks derived from the structural degradation of the cave. TD10 has been subdivided into four major lithostratigraphic subunits (from top to bottom): TD10.1, TD10.2, TD10.3 and TD10.4 (Ollé et al. 2013; Pérez-González et al. 2001; Rodríguez et al. 2011). The occupation layers are within these subunits (Fig. 1b).

Subunit TD10.1

TD10.1 is one of the richest subunits of the Gran Dolina and Atapuerca sites, having yielded roughly 21,000 lithic artefacts and 48,000 faunal remains within its 1-m thickness and approximately 100 m² of excavation. The surface of the basal layer has an overall dip of 15 to 20° towards the archaeological northeast corner. Geochronological studies of unit TD10 have provided a TL date of 430 ± 59 ky for subunit TD10.3 and a series of ESR/UTH dates: two dates of 418 ± 63 and 337 ± 51 ky for TD10.2, a date of 379 ± 57 ky for the bottom of TD10.1 and a mean date of 337 ± 29 ky for its topmost part (Fig. 1b). However, OSL dates rejuvenated the contact between TD10.1–2 giving a slightly discordant mean date of 244 ± 26. The stratigraphic succession finishes with an

archaeologically sterile unit TD11 which has been dated to between 240 ± 44 and 55 ± 14 ky by IRSL (Álvarez-Posada et al. 2018; Berger et al. 2008; Falguères et al. 2013; Rodríguez et al. 2011; Rodríguez-Hidalgo et al. 2017).

With regard to technology, the TD10.1 assemblages have been assigned to the beginning of the Middle Palaeolithic as a transitional Mode 2 to Mode 3 complex (Ollé et al. 2013, 2016). The most used raw materials are local, with a clear predominance of Neogene chert (51.2%); the other raw materials found in the unit are sandstone (17.8%), quartzite (17.2%), Cretaceous chert (6.6%), quartz (3.2%) and limestone (0.3%). The assemblage is characterised by some Levallois cores combined with large flakes used as cores, some of them with bifacial reduction, and some large cutting tools (typical elements of Mode 2) and diversity and standardisation in reduction sequences aimed at obtaining small and medium-sized flakes (Carbonell et al. 2001; García-Medrano et al. 2015; Ollé et al. 2013; Rodríguez-Alvarez 2004; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez 2014). However, the assemblage is not considered a classical Levallois complex, but rather a local evolution of predetermined knapping methods.

Initial refit studies on the northwest sector of the surface of TD10.1 pointed to short and incomplete knapping activities carried out at the cave (López-Ortega et al. 2011). The more recent and amplified refit analysis identified some lithic clusters related to knapping activities, but none of them had a high volume of associated artefacts and none of them showed complete reduction sequences (López-Ortega et al. 2017).

The faunal assemblage of TD10.1 is mainly characterised by medium-sized and large ungulates in which deer remains (*Cervus elaphus/Dama dama*) account for almost 80%. There is also an over-representation of elements with a high marrow value, such as femura, humeri, radii and tibiae, which could be interpreted as the product of anthropogenic selective transport (Rosell et al. 2015). Selective transport is linked to the primary access to prey, which has been documented in a big cat hunting (Blasco et al. 2010), and by tooth marks identified on remains over anthropogenic cut marks (Rosell 2001; Blasco et al. 2013). Therefore, the TD10.1 basal layer accumulation, called a “bone bed” due to its richness, represents a residential base camp in which a large variety of butchering activities occurred (Rodríguez-Hidalgo et al. 2015).

The decalcified state of the basal sediments of TD10.1, together with the localised occurrence of phosphatic grains and infillings, suggests mild subsurface diagenesis. This could be an indication of sedimentary stasis or at least very slow rates of sedimentation during the times of intense hominin occupation of the cave. Micro-morphological analysis also found little physical or chemical postdepositional disturbance that could have modified the archaeological assemblage, moving pieces long distances from where they were originally deposited (Mallol and Carbonell 2008). This data is

corroborated by taphonomic studies on the faunal remains that did not find any postdepositional features or patterns on bone surfaces that point to a major disturbance of the remains (Rosell and Blasco 2009; Blasco et al. 2010, 2013).

Methodology

The archaeological remains and natural blocks recovered at the Sierra de Atapuerca sites were documented by means of three-dimensional coordinates during fieldwork: all of the lithic items were coordinated, as were the faunal elements larger than 2 cm, those measuring less than 2 cm but identifiable and the calcareous blocks of more than 10 cm on their major axis. All the items have *X*, *Y* and *Z* coordinates within each 1 × 1-m square, which automatically lead to absolute *X*, *Y* and *Z* coordinates across the entire surface of the level. Dip and strike were also recorded following a protocol based on a nomenclature for a theoretical point 0, which is flat for slope and archaeological north (which is 38.21° northeast of UTM north) for orientation or strike. This nomenclature is based on four qualitative terms for strike (north-south, east-west, northeast-southwest and northwest-southeast) and eight for dip (north, northeast, east, southeast, south, southwest, west and northwest).

This record allows basic studies and analyses to be conducted that require precise documentation of the three-dimensional position and the layout of the orientation of the major axes, such as refit and fabric analyses.

Refits

Starting from the results obtained in the previous refit studies of TD10.1 (López-Ortega et al. 2011, 2017), this study proceeds using the same protocol and methodology applied to the whole assemblage recovered from the entire surface of the subunit.

The method employed to identify refits and conjoins was developed at the beginning of this refit project and was adapted to the different features of the raw materials. It has already been published by López-Ortega et al. (2017) and it was influenced by the previous studies of Cahen et al. (1979) and Cattin (2002) for the distinction of raw materials; Roebroeks (1988), Schäfer (1990) and Vaquero (2008) in the sorting of raw materials units; the works of Czesla (1990) for the graphic representation of the connections and Sisk and Shea (2008) with regard to the type of connection nomenclature.

The raw materials examined to date are quartzite, quartz and a small part of the sandstone set. Although Neogene chert is the most abundant raw material in the TD10.1 lithic assemblage, it has not yet been studied given the poor preservation of the pieces. Among the total number of more than 7500 lithic remains in quartzite, quartz and sandstone, those smaller

than 20 mm were excluded, leaving over 3500 artefacts in our refitting analysis.

Throughout the refit process, some materials were classified and grouped together in raw material units (RMU) (Odell 2004; Roebroeks 1988; Schäfer 1990; Vaquero 2008) or minimum analytical nodules (MAN) (Bleed 2004; Hall 2004; Larson 2004) based on their physical features to make refitting faster and easier. While the positioning of the artefacts in their relative original position on the table is a step that facilitates the identification of conjoins and short connections, the distinction of RMUs is an essential step to reconstruct groups that might be from a single cobble and, therefore, even if they do not directly interconnect, it might constitute an indirect refit.

Fabric analysis

As all the items from TD10.1 were dip and strike located, the first step was to assign a numerical value to the strike of the refit connections. Most of the refits and conjoins are between two elements, so the straight line between them can be taken as a major axis whose orientation can be obtained in degrees. We calculated the straight distance between refitted pieces (hypotenuse) by taking the *X* and *Y* coordinates thusly:

$$h = c1 (Y2-Y1)^2 + c2 (X2-X1)^2.$$

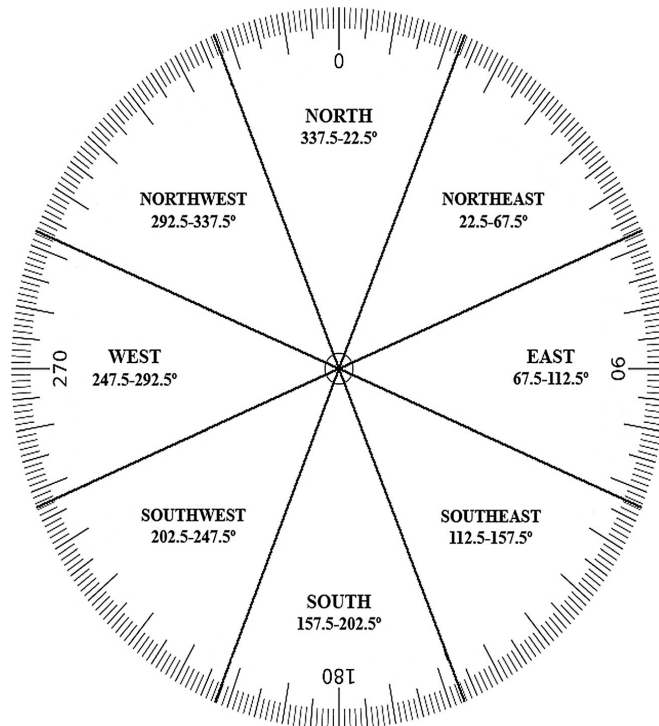
Give the data of two refitted pieces as an example: N22-143: *X* 2150, *Y* 1317, *Z* 367 and I11-107: *X* 1055, *Y* 820, *Z* 121. The formulation is as follows: $h = c1 (1317-820)^2 + c2 (2150-1055)^2$, $h = c1 (497)^2 + c2 (1095)^2$, $h = 247009 + 1199025$, $h = 1446034$, $\sqrt{1446034} = 1202, 51$.

Connections shorter than 100 cm were excluded from the study to avoid the possibility of noise in the statistical analysis. For connections longer than 100 cm, we worked out the orientation (in degrees) of the distance also using the *X* and *Y* coordinates and the arctangent of both: $90-\alpha (= \arctg \frac{Y}{X})$.

The second step was to prepare and standardise the recorded strikes in the TD10.1 archaeological assemblage in order to apply a statistical analysis by translating the cardinal nomenclature into numerical values. The 360° of a complete circumference was divided into the four cardinal points (N, E, S and W) and the four intercardinal points (NE, SE, SW and NW) in order to assign a range of degrees to each remain within the position it was found (Fig. 2). As the strike of the major axis of each item always has two directions, the 360° was divided into the four ranges north-south, northeast-southwest, east-west and southeast-northwest. The remains with square dimensions were not included within this study (Table 1).

Because the remains have a cardinal orientation, it was necessary to assign them a specific degree within the range of degrees of a cardinal position by means of random distribution. This random distribution ensures that not all the

Fig. 2 Numerical value ranges in which the four cardinal and four subcardinal points were divided into



records within the same orientation range have the same exact degree and do not influence the results of the subsequent statistical analysis.

After randomly distributing the archaeological material within each orientation range and standardising the data into numerical values, we proceeded to analyse the data statistically. R and RStudio software was used to randomly distribute the orientation degrees to blocks, lithics and bone assemblages, and to apply two statistical tests, both based on the uniformity of a dataset: Kuiper and Rayleigh tests.

Kuiper and Rayleigh statistical tests are used to quantitatively analyse orientation patterns in the data. Kuiper’s test is

usually applied to distinguish an orientated distribution from an isotropic one (i.e. uniform in all angular directions). Rayleigh’s test checks for the statistical significance of a single preferential orientation (unimodal distribution) (Benito-Calvo and de la Torre 2011; García-Moreno et al. 2016; Lenoble and Bertran 2004). In both cases, the null hypothesis is uniformity of projection orientation. The implementation of the two tests included in the “circular” package of the R statistical software (Agostinelli and Lund 2017) was used to conduct the study.

Results

A total of 96 refit sets were plotted and analysed to exclude connection lines shorter than 100 cm from the study. Those connections, especially conjoins, between two pieces with Siret fracture or broken by sedimentary or trampling pressure (postdepositional breakage) are mostly characterised by their spatial proximity. Among the total of 96 sets, 34 refit sets whose elements display a connection of farther than 1 m were selected to calculate the strike angle of the refitted elements (Table 2). Of those, 41.03% were separated by a distance of less than 2.5 m, but the same percentage had connections between 2.5 and 5 m long. So, more than three-quarters of the refitted elements are split by a range of between 1 and

Table 1 Range degrees within each cardinal designation regarding strike positions

Strike	
Square	–
North-south	– 22.5 to 22.5° 157.5 to 202.5°
Northeast-southwest	22.5 to 67.5° 202.5 to 247.5°
East-west	67.5 to 112.5° 247.5 to 292.5°
Southeast-northwest	112.5 to 157.5° 292.5 to 337.5°

Table 2 Lithic refits selected by their distance between refitted elements, with a minimum of 100 cm far from each other

Connections	Distance Xs	Distance Ys	Hypotenuse ²	Distance	Dip (°)	Strike (°)
REM1_3_TD10_J18-57(02)_N19-171(02)_N22-143(03)_I11-107(99)_N22-571(03)_N20-97(05)	-76	-444	202,912	450,46	13,10	170,29
	-311	53	99,530	315,48	7,29	80,33
	1095	497	1,446,034	1202,51	20,46	65,59
	-1057	-556	1,426,385	1194,31	21,77	117,75
	201	-17	40,690	201,72	8,43	94,83
REM2_1_TD10_N15-143(00)_N16-58(00)	152	-17	23,393	152,95	18,96	96,38
REM2_2_TD10_N15-116(01)_N13-40(02)	203	-21	41,650	204,08	21,07	95,91
REM2_3_TD10_N12-51(00)_N15-122(00)	256	-65	69,761	264,12	20,70	104,25
REM2_4_TD10_M13-46(00)_M15-54(01)	157	-15	24,874	157,71	22,19	95,46
REM2_6_TD10_L13-46(00)_L13-54(00)_N14-60(00)_I20-26(99)_REM3_1_TD10_L13-54(00)_L13-46(00)	599	-528	637,585	798,49	3,63	131,40
REM2_8_TD10_M16-2(96)_N12-25(96)_N12-26(96)	423	-19	179,290	423,43	19,13	92,57
REM2_10_TD11_L16-46(96)_M15-5(96)	131	-169	45,722	213,83	8,89	142,22
REM2_12_TD11_N19-27(96)_M17-31(97)	172	49	31,985	178,84	8,95	74,10
REM2_14_TD10_L21-48(99)_L22-50(98)_L21-33(99)	150	50	25,000	158,11	3,16	71,57
REM2_17_TD10_K21-265(02)_N22-366(03)	108	-288	94,608	307,58	16,91	159,44
REM2_18_TD10_N21-107(05)_L22-124(06)	154	177	55,045	234,62	9,80	41,03
REM2_21_TD10_H15-19(00)_J16-90(00)	100	-149	32,201	179,45	18,95	146,13
REM2_24_TD10_L19-89(02)_O19-127(03)	156	305	117,361	342,58	5,25	27,09
REM2_29_TD10_N19-124(03)_N20-71(06)	142	74	25,640	160,12	12,49	62,47
REM2_31_TD10_L20-394(02)_N22-187(04)	223	-225	100,354	316,79	14,84	135,26
REM2_32_TD10_O20-382(02)_N22-382(03)	173	63	33,898	184,11	4,89	69,99
REM2_33_TD10_J20-134(01)_G21-26(02)	129	218	64,165	253,31	29,61	30,61
REM2_35_TD10_J20-96(01)_M19-215(02)	104	-316	110,672	332,67	11,42	161,78
REM2_36_TD10_M20-229(03)_L20-671(03)	7	125	15,674	125,20	17,57	3,21
REM3_5_TD11_M20-2(96)_O22-16(01)	179	-194	69,677	263,96	18,18	137,30
REM3_10_TD10_I11-78(99)_J20-78(02)	848	-121	733,745	856,59	21,36	98,12
REM3_16_TD10_M22-436(02)_N19-185(02)	289	-22	84,005	289,84	2,42	94,35
REM3_21_TD10_N13-211(00)_N18-155(02)	524	-79	280,817	529,92	21,70	98,57
REM3_22_TD11_N12-25(96)_N12-26(96)_M16-2(96)	423	-19	179,290	423,43	19,13	92,57
REM3_23_TD10_L20-343(04)_J21-27(06)	115	164	40,121	200,30	3,49	35,04
REM4_5_TD10_N19-9(96)_M18-9(96)	194	89	45,557	213,44	16,40	65,36
REM4_7_TD10_O17-42(01)_L19-5(02)	215	269	118,586	344,36	3,19	38,63
REM4_9_TD10_M19-119(03)_N22-506(04)	114	-143	33,445	182,88	12,58	141,44
REM4_12_TD10_I10-48(99)_N13-90(01)_N17-389(01)	380	-556	453,536	673,45	17,97	145,65
	386	-43	150,845	388,39	22,40	96,36
REM5_2_TD11b_I10-36(97)_TD10_N13-9(99)	287	-489	321,490	567,00	23,81	149,59
REM8_2_TD10_I20-53(03)_I20-98(04)_K21-598(04)_K21-633(04)	96	-186	43,812	209,31	20,54	152,70
REM8_3_TD10_I21-69(05)_N21-428(05)	1	-444	197,137	444,00	19,59	179,87
REM8_5_TD11_N17-3(96)_O21-50(01)	376	-50	143,876	379,31	18,98	97,57

5 m from one another. Moreover, while longer distances (5–7.5 m) are only exhibited in 7.69% of the refits, the longest connections, exceeding 7.5 m of separation, account for 10.26% of the refits (Fig. 3).

Since the refit connections were calculated by exact degrees, the measurements and graphics are more accurate. All the materials indicate a trend towards the northeast (Fig. 4).

The blocks, if left undisturbed by postdepositional processes, would present a strike responding to their natural drop from the roof of the cave, are mostly orientated towards the north-east and, to a lesser extent, towards the north. East-west strike is less represented and the least common is a northwest-southeast orientation (Fig. 4a). Lithics and bones produce a similar graph. Most of the lithic remains (Fig. 4c) presented a

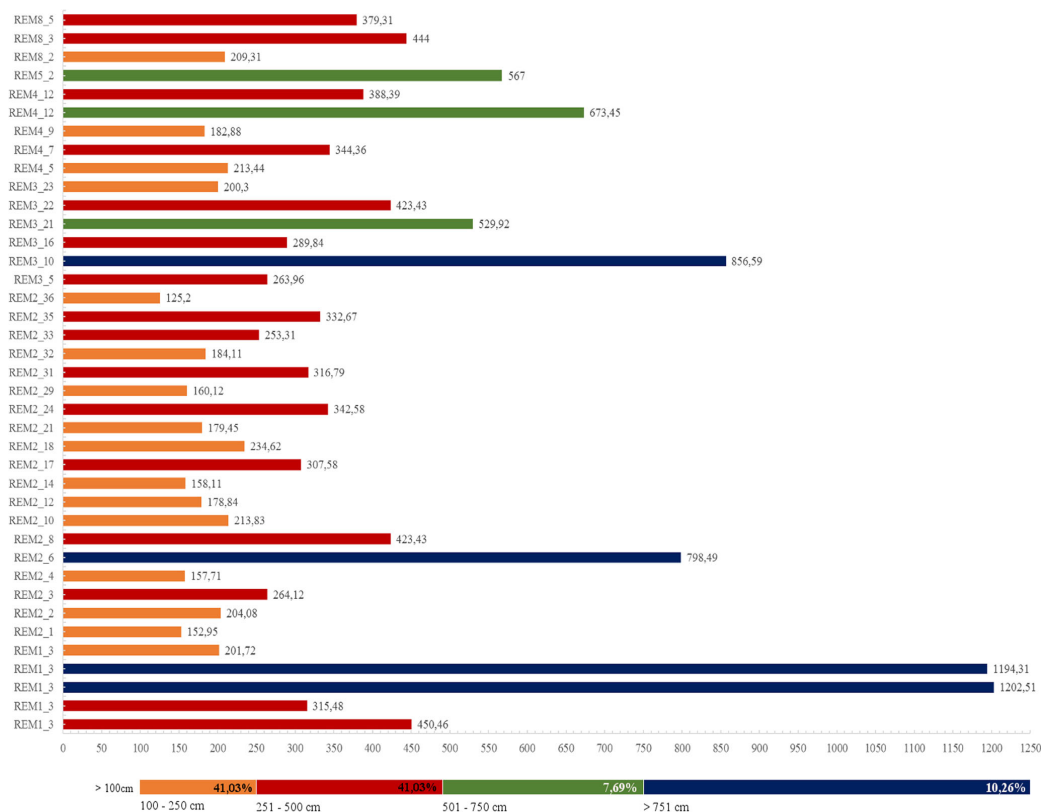


Fig. 3 Length (in cm) between the elements of each refit set. Refits showing a distance between 100 and 250 cm are in orange; in red those between 251 and 500 cm; in green those between 501 and 750 cm and in

blue those longer than 751 cm. The line below shows the percentage of refits within these distances

north-south strike closely followed by a northeast-southwest orientation. East-west and northwest-southeast strikes are the least common strikes among the remains. In the case of the bones (Fig. 4b), it seems there is a clearly predominant strike towards the northeast-southwest. However, a similar percentage of elements were found with north-south, east-west and northwest-southeast strikes. The graph of the refits points to a double orientation trend: while there are connections within all the circular degrees, the longest connections present southwest-northeast and northeast-southwest strike (Fig. 4d).

However, despite the graphs, the statistical results point to a divergence in the orientation of the remains depending on their nature. Although the radial graphs seem to reveal a trend of the remains (lithic and bones) and the blocks towards a northeast orientation (Fig. 4), the statistical results indicate that only blocks and lithic remains have a real preferential orientation towards that direction. The Kuiper test yields different results among all the analysed elements and diverges from the visual interpretation of the radial graphs. Kuiper’s *P* value is higher than 0.15 in blocks and lithic remains, which would point towards a

preferential distribution of the remains. On the other hand, Rayleigh’s test also shows a clear divergence between the elements: blocks and lithics have a *P* value far from 0, which would point towards a certain homogeneity in their distribution, in contrast with the results obtained for the bones and the lithic refits (Table 3).

In turn, the bones and lithic refits have a lower *P* value in both the Kuiper and Rayleigh tests: $0.05 < 0.10$ and < 0.01 and 0.0398 and 0 , respectively. These results would indicate an isotropic distribution of the remains and, therefore, no preferential orientation.

Discussion and conclusion

To begin with, it is important to bear in mind that, normally, each knapping process (roughing out, platform preparation, flake detachment, retouching, etc.) tends to be performed in one or two locations within the settlement area, so stone tools coming from the same core tend to be close to one another. On this basis, the displacements of some

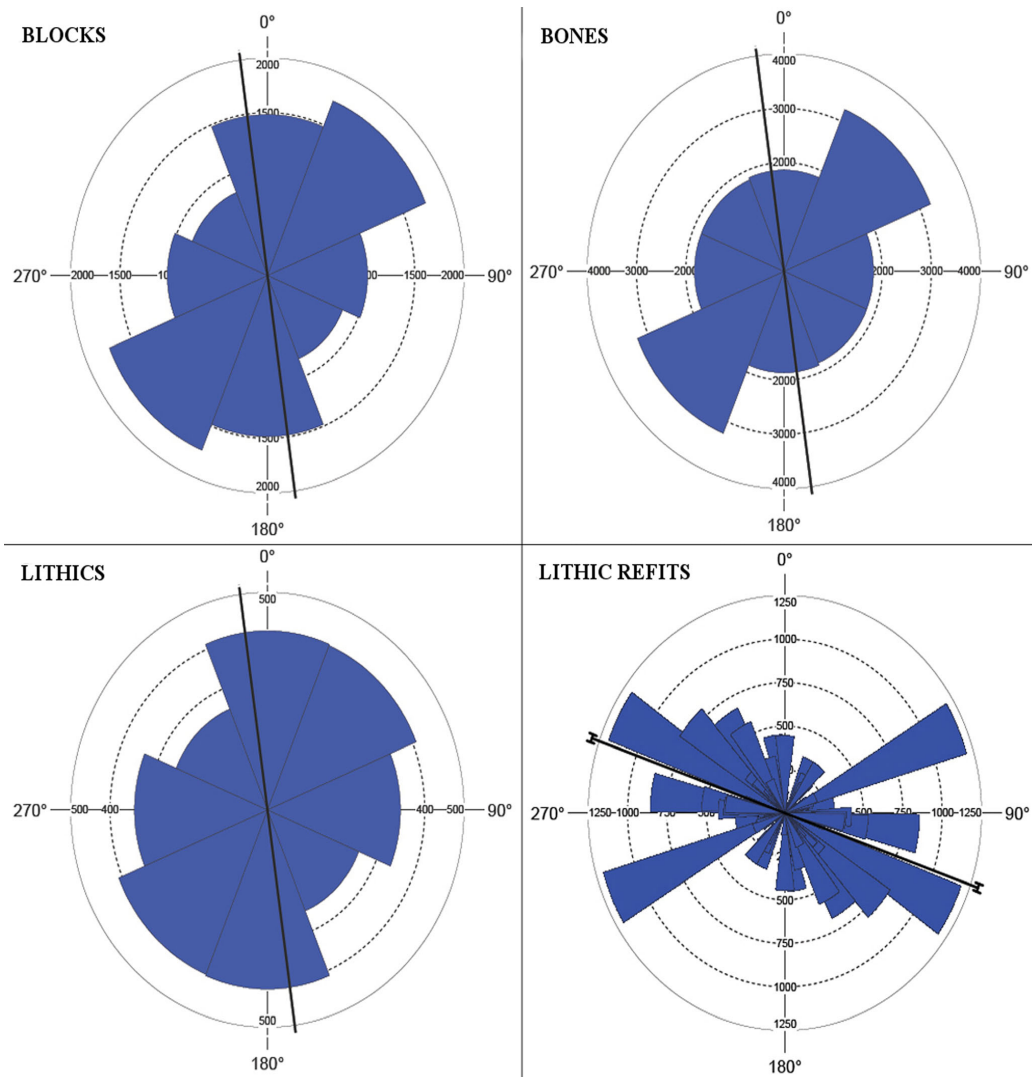


Fig. 4 Graphic results of the distribution in degrees of nominal orientations of archaeological materials

Table 3 Kuiper and Rayleigh statistical results from natural blocks and archaeological remains (bones, lithics and lithic refits)

	Strike			
	Kuiper		Rayleigh	
	Tests statistic	P value	Tests statistic	P value
Blocks	1.3305	> 0.15	0.0051	0.8088
Bones	1.6444	0.05 < 0.10	0.0192	0.0398
Lithics	1.2582	> 0.15	0.0247	0.4048
Refits	3.5886	< 0.01	0.7303	0

elements may indicate an intentional movement or an anthropic agent who used the artefact in a different activity. However, fabric analysis does not usually accept that the position of each remain or natural block is the result of an intentional human decision, but rather is a natural result. Normally, it is assumed that the item is not in situ and that its ultimate position could be result of postdepositional processes.

Assuming that the arrangement (strike) of the pieces at the archaeological level does not respond to any intentional anthropic action, it is possible to propose that the distance between the refitted elements may be due to postdepositional processes (the same ones that may have oriented

blocks, stone tools, bones, etc.). Therefore, calculating the orientation of these lines would show the existence of a preferential strike and, therefore, a postdepositional phenomenon that has removed (and reoriented) all the remains equally.

However, the results obtained in this study point towards a divergence in the orientations of the materials analysed (both archaeological and natural). This disparity would rule out the possibility of a postdepositional process that would have affected the entire record in a generalised manner. Thus, the first working hypothesis which proposes that the whole assemblages of natural and archaeological remains present a clear preference caused by a postdepositional phenomenon is rejected.

As Bertrand and Texier contended (1995), the distributions of remains are always due both to human activities and to sedimentological processes; therefore, they cannot be interpreted within a behavioural framework alone. In other words, Amy Clark states: “spatial analysis is important for learning whether or not humans structured space, and if so, which humans, in what places, and how it was done. Before addressing these questions, however, we need to understand how that structure was formed” (Clark 2017). But, how can we explain the difference in the orientation of the lithic refits and bones as compared to other materials (natural blocks and the lithic assemblage)?

Statistical results demonstrate that the refits and bones of TD10.1 do not show any preferential orientation. This may be due to the following:

- Postdepositional processes that have only selectively affected the lithics and the blocks or the bones and refits. Still, to date, there is no known postdepositional phenomenon that only displaces certain types of remains and not others, especially since the refits are on stones, and the overall lithic assemblage does not seem to be affected in the same way.
- The position of all the refits responds to anthropic activities and their final context was not affected by postdepositional processes. As the bone assemblage points to an isotropic distribution (as the refit set does), it would also mean that postdepositional processes did not affect it either. So, the situation is the same as in the previous options and refutes the existence of postdepositional phenomenon.

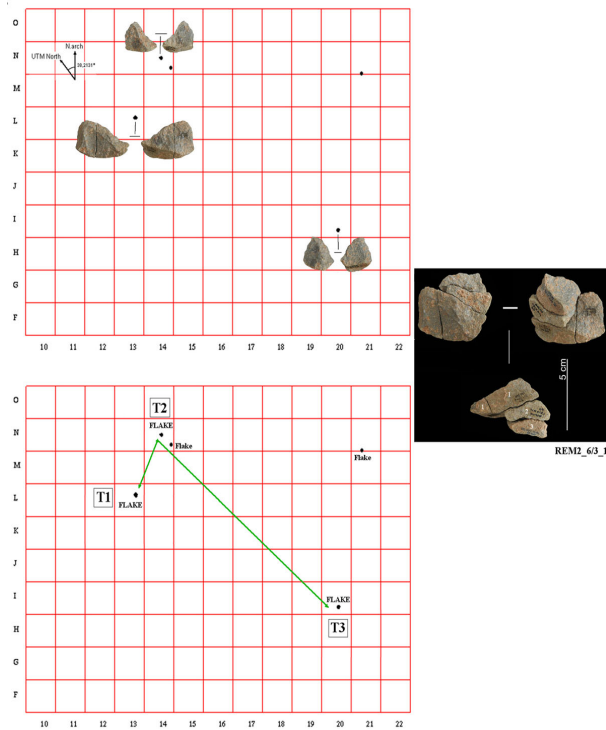
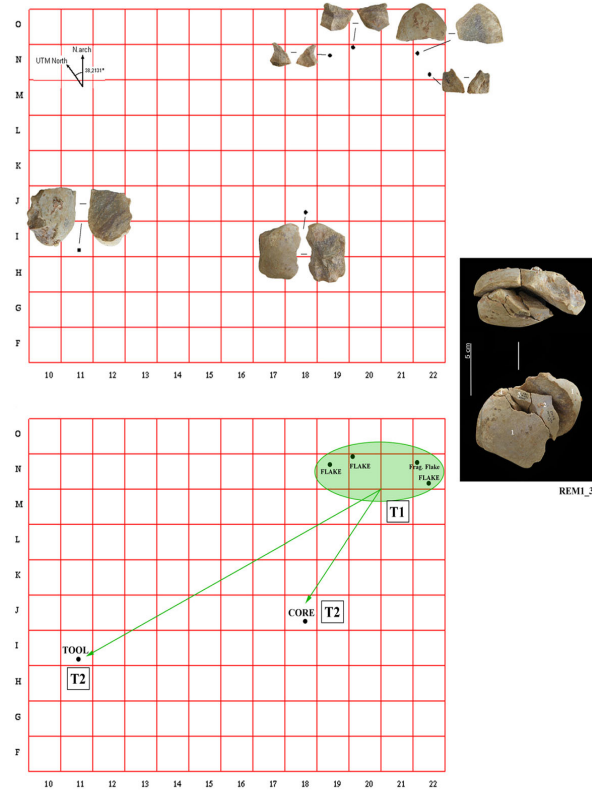
In addition, some of the refitted elements were reoriented or moved away from the place where they were supposed to be and sometimes in the opposite direction, towards the primary direction of the slope. This is the case of refit REM1_3 and REM2_6/3_1; in the first case, the core was first knapped near the northeast corner of the surface of TD10.1, where some small and middle-sized flakes were found, and at a later time the core and one of the main flakes were transported

upward towards the south and southwest area. In the second refit (REM2_6/3_1), there is a certain dispersion of the elements, but all of them form part of a sequential dorsal-ventral refit, without hiatus between them. A Siret conjoin between two flakes that were found lying almost together and the third flake found upward towards the southeast area suggest that the dispersion is not natural (Fig. 5) (López-Ortega et al. 2017). This kind of movements contradicts the hypothesis of a general displacement process.

It is known that paleosoils undergo periods of non-deposition and during these hiatuses, for which no sedimentary record is preserved, a variety of displacing agents could have affected the assemblages (Benito-Calvo and de la Torre 2011). It is difficult to find a single cause that could respond to each situation and, admittedly, and as Bertrand and Texier expressed (1995), a long period of soil movement is necessary to produce a well-expressed preferred orientation. However, while the bones and refits of TD10.1 plot an isotropic distribution that does not indicate that strong or heavy postdepositional processes affected their position, orientation and slope, the blocks and lithics do follow a preferred orientation (Fig. 6).

This may be due to a multitude of formation processes. It has been shown that in clay deposits, fluctuation in humidity can cause postdepositional volume changes in sediments, producing mass wasting or crawl processes in soils. However, these processes tend to increase the random distribution of the archaeological assemblages being disturbed. Nevertheless, if the humidity increases and the clays become saturated in water, solifluction or the downslope flow of the sediments could occur, producing strongly linear fabrics (Lenoble and Bertrand 2004). We can also consider the proposal of Benito-Calvo and de la Torre (2011) who suggest that a displacement of deposits caused by faulting during the downslope rearrangement of an assemblage could change the slope direction. Subsequent incidents of fluvial, gravitational or sheet erosion processes could reorientate some of the items in a new direction. Other kind of erosions, such as rainwash or runoff processes, can also rework the layout of assemblages. When these processes occur, the items tend to orientate parallel to the local slope, although some items are positioned perpendicular to the slope, producing similar patterns to those of fluvial processes (Bertrand et al. 2010).

Still, none of these proposals has been sedimentologically demonstrated in the framework of TD10.1. In principle, the sedimentary context of TD10.1 does not suggest the existence of high-energy episodes (Mallol and Carbonell 2008). Moreover, to date, no postdepositional process has been documented that differentially affects the archaeological record, affecting the distribution and orientation of a single type of remains or, in this case, natural blocks and lithic remains before bones and refits.



◀ Fig. 5 Location of the refitted pieces of REM1_3 (up) and REM2_6/3_1 (down) with the *tempos* in which some elements were obtained and in which they were displaced from the knapping area to upward slope directions

In any case, the fact that the bones and refits present a statistical difference from the blocks and lithics shows that it is necessary to continue these types of studies to shed light on

the formation processes of these contexts. As a future study, and as an extension of this one, it would be interesting to map the orientations of all the archaeological materials and the natural blocks by different sectors of the surface of the level for the purpose of determining the possible existence of different influxes of, for example, water flows or other postdepositional processes. Finding new connections between

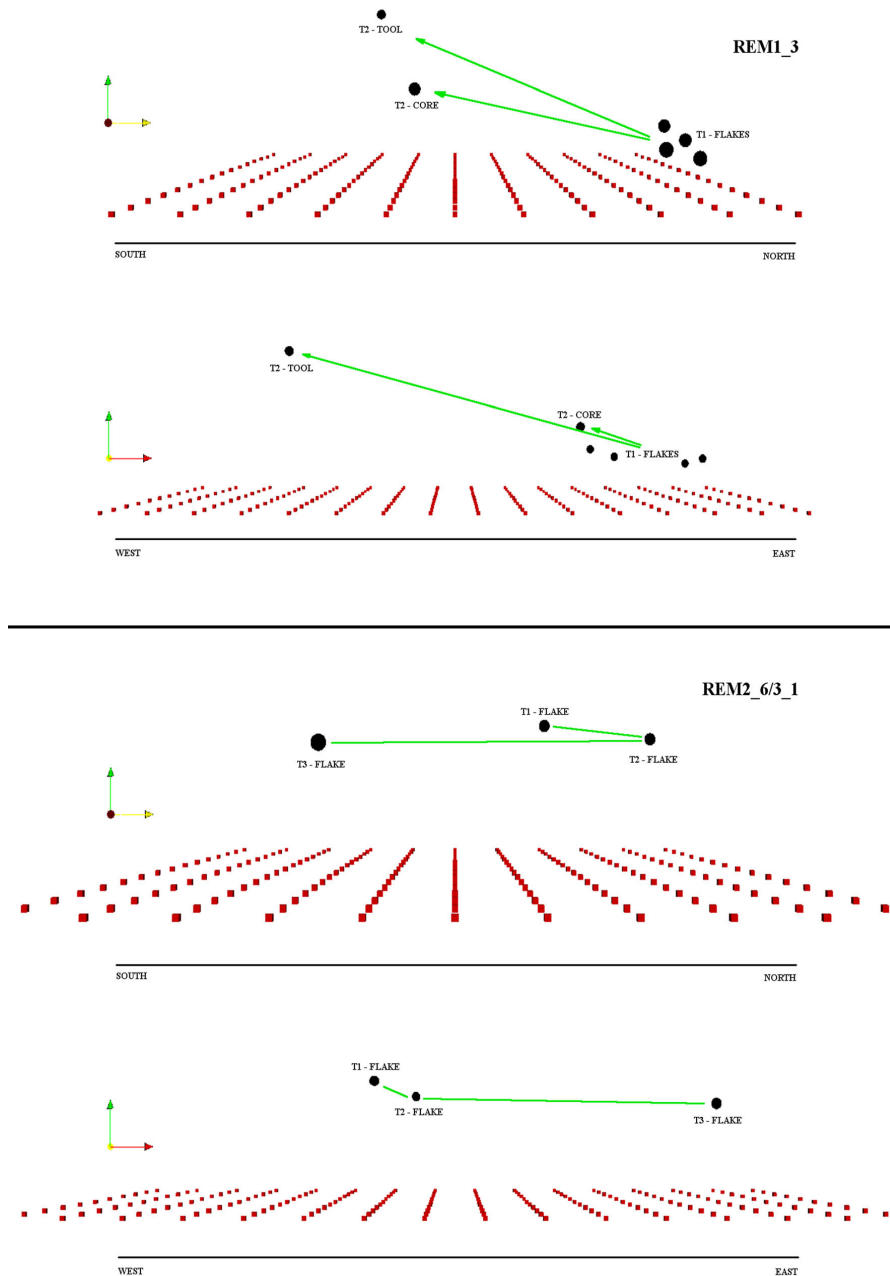


Fig. 6 Distribution and vertical view of refits REM1_3 (up) and REM2_6/3_1 (down)

elements in all the raw materials would also increase the sample size analysed and yield more accurate results.

In addition, use-wear analyses on the refitted elements are currently in progress in order to verify their transport for use as stone tools. The results will offer a new and valuable perspective for confirming or rejecting the hypothesis of anthropic transport and on the sources or causes of the movements of these items far from their “relatives”.

With this study, we suggest that is also possible to incorporate the dip and strike of refits into fabric analyses, while the distance between refitted remains provides information about the orientation of the displacement of the pieces and their slope, corroborating or refuting postdepositional processes that would have affected the deposit. Thus, displacement directions of refits are presented as a dataset that is as good as any other to be considered in future fabric analyses.

Acknowledgments We would like to acknowledge our colleagues at Atapuerca, and especially those involved in the Gran Dolina fieldwork, whose comments and opinions have been very valuable. Fieldwork at Atapuerca is supported by the Junta de Castilla y León and Fundación Atapuerca. The research has been conducted within the framework of projects CGL2015-65387-C3-1-P and HAS2012-32548 of the Spanish Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO-FEDER), Catalan AGAUR projects 2017SGR1040 and 2017SGR836, URV projects 2014-2016PFR-URV-B2-17, under the aegis of the CERCA Programme of the Generalitat de Catalunya.

Special thanks go to F. Romagnoli and M. Vaquero for organising and kindly inviting us to the workshop “The big puzzle 30 years after: a shared, multidisciplinary, Palaeolithic perspective”, held at the Universitat Rovira i Virgili (URV) and at Institut de Paleoeccologia Humana i Evolució Social (IPHES), both in Tarragona (Spain), in May 2017 and kindly supported by the Wenner-Gren Foundation Ref.: Gr CONF-737.

Esther López-Ortega is the beneficiary of a predoctoral FPI scholarship from the MINECO (BES-2013-065048).

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

References

- Agostinelli C, Lund U (2017) R package ‘circular’: circular statistics (version 0.4-93). URL <https://r-forge.r-project.org/projects/circular/>
- Álvarez-Posada C, Parés JM, Cuenca-Bescós G, Van der Made J, Rosell J, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2018) A post-Jaramillo age for the artefact-bearing layer TD4 (Gran Dolina, Atapuerca): new paleomagnetic evidence. *Quat Geochronol* 45:1–8
- Angelucci DE, Boschian G, Fontanals M, Pedrotti A, Vergès JM (2009) Shepherds and karst: the use of caves and rock-shelters in the Mediterranean region during the Neolithic. *World Archaeol* 41:191–214
- Arnold LJ, Demuro M (2015) Insights into TT-OSL signal stability from single-grain analyses of known-age deposits at Atapuerca, Spain. *Quat Geochronol* 30(B):472–478
- Arnold LJ, Demuro M, Parés JM, Pérez-González A, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2015) Evaluating the suitability of extended-range luminescence dating techniques over early and Middle Pleistocene timescales: published datasets and case studies from Atapuerca, Spain. *Quat Int* 389:167–190
- Bar-Yosef O, Tchernov E (1972) On the palaeo-ecological history of the site of Ubeidiya. *Publications of the Israel Academy of Sciences and Humanities, Israel*
- Benito-Calvo A, de la Torre I (2011) Analysis of orientation patterns in Olduvai Bed I assemblages using GIS techniques: implications for site formation processes. *J Hum Evol* 61:50–60
- Benito-Calvo A, Martínez-Moreno J, Jordá JF, de la Torre I, Mora R (2009) Sedimentological and archaeological fabrics in Palaeolithic levels of the South-Eastern Pyrenees: Cova Gran and Roca dels Bous Sites (Lleida, Spain). *J Archaeol Sci* 36:2566–2577
- Benito-Calvo A, Martínez-Moreno J, Mora R, Roy M, Roda X (2011) Trampling experiments at Cova Gran de Santa Linya, Pre-Pyrenees, Spain: their relevance for archaeological fabric of the Upper-Middle Paleolithic assemblages. *J Archaeol Sci* 38(12):3652–3661
- Berger GW, Pérez-González A, Carbonell E, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Ku T (2008) Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *J Hum Evol* 55:300–311
- Bermúdez de Castro JM, Martínón-Torres M, Gómez-Robles A, Prado-Simón L, Martín-Francés L, Lapresa M, Olejniczak A, Carbonell E (2011) Early Pleistocene human mandible from Sima del Elefante (TE) cave site in Sierra de Atapuerca (Spain): a comparative morphological study. *J Hum Evol* 61(1):12–25
- Bermúdez de Castro JM, Martínón-Torres M, Blasco R, Rosell J, Carbonell E (2013) Continuity or discontinuity in the European Early Pleistocene human settlement: the Atapuerca evidence. *Quat Sci Rev* 76:53–95
- Bermúdez de Castro JM, Martínón-Torres M, Martín-Francés L, Modesto M, Martínez de Pinillos M, García C, Carbonell E (2017) *Homo antecessor*: the state of the art eighteen years later. *Quat Int* 433(A):22–31
- Bertrand P, Lenoble A (2002) Fabriques des niveaux archéologiques: méthode et premier bilan des apports à l'étude taphonomique des sites paléolithiques. *Paleo* 14:13–28
- Bertrand P, Texier JP (1995) Fabric analysis: application to Paleolithic sites. *J Archaeol Sci* 22:521–535
- Bertrand P, Laurent K, Lenoble A, Masson B, Vallin L (2010) The impact of periglacial processes on paleolithic sites: the case of sorted patterned grounds. *Quat Int* 214:17–29
- Blasco R, Rosell J, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2010) The hunted hunter: the capture of a lion (*Panthera leo fossilis*) at the Gran Dolina site, Sierra de Atapuerca, Spain. *J Archaeol Sci* 37:2051–2060
- Blasco R, Rosell J, Fernández Peris J, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2013) Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quat Sci Rev* 70:124–144
- Bleed P (2004) Refitting as aggregate analysis. In: Hall CT, Larson ML (eds) *Aggregate analysis in chipped stone*. University of Utah Press, Salt Lake City
- Cahen D, Keeley L, Van Noten F (1979) Stone tools, toolkits and human behavior in Prehistory. *Curr Anthropol* 20(4):661–683
- Campana I, Benito-Calvo A, Pérez-González A, Ortega A, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2017) Pleistocene sedimentary facies of the Gran Dolina archaeo-paleoanthropological site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quat Int* 433:68–84
- Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Díez JC, Rosas A, Cuenca-Bescós G, Sala R, Mosquera M, Rodríguez XP (1995) Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science* 269:826–830
- Carbonell E, Mosquera M, Ollé A, Rodríguez XP, Sahnouni M, Sala R, Vergès JM (2001) Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105(2):259–280

- Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Parés JM, Pérez González A, Cuenca-Bescós G, Ollé A, Mosquera M, Huguet R, van der Made J, Rosas A, Sala R, Vallaverdú J, García N, Granger D, Martínón-Torres M, Rodríguez XP, Stock G, Vergès JM, Allué E, Burjachs F, Cáceres I, Canals A, Benito A, Díez C, Lozano M, Mateos A, Navazo M, Rodríguez J, Rosell J, Arsuaga JL (2008) The first hominin of Europe. *Nature* 452:465–469
- Carbonell E, Huguet R, Cáceres I, Lorenzo C, Mosquera M, Ollé A, Rodríguez XP, Saladié P, Vergès JM, García-Medrano P, Rosell J, Vallverdú J, Carretero JM, Navazo M, Ortega AI, Martínón-Torres M, Morales JJ, Allué E, Aramburu A, Canals A, Carrancho A, Castilla M, Expósito I, Fontanals M, Francés M, Galindo-Pellicena MA, García-Antón MD, García N, Gracia A, García R, Gómez-Merino G, Iriarte E, de Lombera-Hermida A, López-Polín L, Lozano M, van der Made J, Martínez I, Mateos A, Pérez-Romero A, Poza E, Quam R, Rodríguez-Hidalgo A, Rodríguez J, Rodríguez L, Santos E, Terradillos M, Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL (2014) Sierra de Atapuerca archaeological sites. In: Sala R (ed) *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: the current archaeological record*. Universidad de Burgos / Fundación Atapuerca, Burgos, pp 534–560
- Cattin MI (2002) El remuntatge de les restes lítiques: organització interna dels assentaments i lligams entre jaciments. *Cota Zero* 17:117–128
- Clark A (2017) From activity areas to occupational histories: new methods to document the formation of spatial structure in hunter-gatherer sites. *J Archaeol Method Theory* 24:1300–1325
- Cziesla E (1990) On refitting of stone artefacts. In: Cziesla E, Eickhoff S, Arts N, Winter E (eds) *The big puzzle*. International symposium on refitting stone artefacts. Bonn, Holos
- De Lombera-Hermida A, Bargalló A, Terradillos Bernal M, Huguet R, Vallverdú J, García-Antón MD, Mosquera M, Ollé A, Sala R, Carbonell E, Rodríguez-Álvarez XP (2015) The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *J Hum Evol* 82:95–106
- Falguères C, Bahain JJ, Yokoyama Y, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E, Bischoff JL, Dolo JM (1999) Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J Hum Evol* 37:343–352
- Falguères C, Bahain JJ, Bischoff JL, Pérez-González A, Ortega AI, Ollé A, Quiles A, Ghaleb B, Moreno D, Dolo JM, Shao Q, Vallverdú J, Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL (2013) Combined ESR/U-Series chronology of Acheulian Hominid-bearing layers at Trinchera Galería site, Atapuerca, Spain. *J Hum Evol* 65:168–184
- García Antón M (1995) Pollen analysis of Middle Pleistocene paleovegetation at Atapuerca. In: Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL, Carbonell E (eds) *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*. Actas Junta de Castilla y León, Valladolid
- García-Medrano P, Ollé A, Mosquera M, Cáceres I, Carbonell E (2015) The nature of technological changes: the Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina – subunit TD10.1 (Atapuerca, Spain). *Quat Int* 368:92–111
- García-Moreno A, Smith G, Kindler L, Pop E, Roebroeks W, Gaudzinski-Windheuser S, Klinkenberg V (2016) Evaluating the incidence of hydrological processes during site formation through orientation analysis. A case study of the middle Palaeolithic Lakeland site of Neumark-Nord 2 (Germany). *J Archaeol Sci Rep* 6:82–93
- Hall CT (2004) Evaluating prehistoric hunter-gatherer mobility, land use, and technological organization strategies using minimum analytical nodule analysis. In: Hall CT, Larson ML (eds) *Aggregate analysis in chipped stone*. University of Utah Press, Salt Lake City
- Larson ML (2004) Chipped stone aggregate analysis in archaeology. In: Hall CT, Larson ML (eds) *Aggregate analysis in chipped stone*. University of Utah Press, Salt Lake City
- Lenoble A, Bertrand P (2004) Fabric of Palaeolithic levels: methods and implications for site formation processes. *J Archaeol Sci* 31:457–469
- López-Ortega E, Rodríguez XP, Vaquero M (2011) Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *J Archaeol Sci* 38(11):3112–3121
- López-Ortega E, Bargalló A, de Lombera-Hermida A, Mosquera M, Ollé A, Rodríguez-Álvarez XP (2017) Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1. *Quat Int* 433:85–102
- Mallol C, Carbonell E (2008) The collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: site formation processes of layer TD10.1. *Geoarchaeology* 23(1):13–41
- McPherron SJP (2005) Artefact orientation and site formation processes from total station proveniences. *J Archaeol Sci* 32:1003–1014
- Moreno D, Falguères C, Pérez-González A, Voinchet P, Ghaleb B, Despriée J, Bahain JJ, Sala R, Carbonell E, Bermúdez de Castro JM, Arsuaga JL (2015) New radiometric dates on the lowest stratigraphical section (TD1 to TD6) of Gran Dolina site (Atapuerca, Spain). *Quat Geochronol* 30:535–540
- Mosquera M, Ollé A, Rodríguez-Álvarez XP, Carbonell E (2018) Shedding light on the Early Pleistocene of TD6 (Gran Dolina, Atapuerca, Spain): the technological sequence and occupational inferences. *PLoS One* 13(1)
- Odell GH (2004) *Lithic analysis*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York
- Ollé A, Mosquera M, Rodríguez XP, de Lombera-Hermida A, García-Antón MD, García-Medrano P, Peña L, Menéndez L, Navazo M, Terradillos M, Bargalló A, Márquez B, Sala R, Carbonell E (2013) The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca. *Quat Int* 295:138–167
- Ollé A, Mosquera M, Rodríguez-Álvarez XP, García Medrano P, Barsky D, de Lombera-Hermida A, Carbonell E (2016) The Acheulean from Atapuerca: three steps forward, one step back. *Quat Int* 411:316–328
- Parés JM, Pérez-González A, Rosas A, Benito A, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E, Huguet R (2006) Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (Northern Spain). *J Hum Evol* 50:163–169
- Parés JM, Arnold L, Duval M, Demuro M, Pérez-González A, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E, Arsuaga JL (2013) Reassessing the age of Atapuerca – TD6 (Spain): a new paleomagnetic results. *J Archaeol Sci* 40:4586–4595
- Parés JM, Álvarez C, Sier M, Moreno D, Duval M, Woodhead JD, Ortega AI, Campaña I, Rosell J, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2018) Chronology of the cave interior sediments at Gran Dolina archaeological site, Atapuerca (Spain). *Quat Sci Rev* 186:1–16
- Pérez-González A, Parés JM, Carbonell E, Aleixandre T, Ortega AI, Benito A, Martín-Merino MA (2001) Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie* 105:27–43
- Rodríguez J, Burjachs F, Cuenca-Bescós G, García N, Made J, Pérez-González A, Blain HA, Expósito I, López-García JM, García-Antón M, Allué E, Cáceres I, Huguet R, Mosquera M, Ollé A, Rosell J, Parés JM, Rodríguez-Álvarez XP, Díez JC, Rofes J, Sala R, Saladié P, Vallverdú J, Bennàsar L, Blasco R, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2011) One millions years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quat Sci Rev* 30:1396–1412
- Rodríguez-Álvarez XP (2004) Technical systems of lithic production in the lower and middle Pleistocene of the Iberian Peninsula: technological variability between north-eastern sites and Sierra de Atapuerca sites, vol. 1323. BAR International Series
- Rodríguez-Hidalgo A, Saladié P, Ollé A, Carbonell E (2015) Hominin subsistence and site function of TD10.1 bone bed level at Gran Dolina site (Atapuerca) during the late Acheulean. *J Quat Sci* 30(7):679–701

- Rodríguez-Hidalgo A, Saladié P, Ollé A, Arsuaga JL, Bermúdez de Castro JM, Carbonell E (2017) Human predatory behaviour and the social implications of communal hunting based on evidence from the TD10.2 bison bone bed at Gran Dolina (Atapuerca, Spain). *J Hum Evol* 105:89–122
- Roebroeks W (1988) From find scatters to Early Hominid behavior: a study of Middle Palaeolithic riverside settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands). *Analecta Praehistorica Leidensia* 21
- Rosell J (2001) Patrons d'aprofitament de biomasses animals durant el Pleistocè Inferior i Mig (Sierra de Atapuerca, Burgos) i Superior (Abric Romani, Barcelona). Ph. D. Thesis, History Department, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona 2001
- Rosell J, Blasco R (2009) Home sharing: carnivores in anthropogenic assemblages of the Middle Pleistocene. *J Taphon* 7(4):305–324
- Rosell J, Blasco R, Fernández-Peris J, Carbonell E, Barkai R, Gopher A (2015) Recycling bones in the Middle Pleistocene: some reflections from Gran Dolina TD10.1 (Spain), Bolomor Cave (Spain) and Qesem Cave (Israel). *Quat Int* 361:297–312
- Roy-Sunyer M, Roda X, Benito-Calvo A, Martínez-Moreno J, Mora R (2014) Verificando la integridad del registro arqueológico: análisis de fábricas en las unidades arqueológicas del paleolítico medio / superior de la Cova Gran (Santa Linya, Lleida). *Treballs d'Arqueologia* 20:55–77
- Schäfer J (1990) Conjoining of artefacts and consideration of raw-material: their application at the Middle Palaeolithic site of the Schweinskopf-Karmelenberg. In: Czesla E, Eickhoff S, Arts N, Winter E (eds) *The big puzzle. International symposium on refitting stone artefacts*. Holos, Bonn
- Schick KD (1991) On making behavioral inferences from early archaeological sites. In: Desmond Clark J (ed) *Cultural beginnings*, vol 19, pp 79–107
- Sisk M, Shea J (2008) Intrasite spatial variation of the Omo Kibish Middle Stone Age assemblages: artifact refitting and distribution patterns. *J Hum Evol* 55:486–500
- Terradillos-Bernal M, Rodríguez-Álvarez XP (2014) The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): a view from experimental archeology. *CR Palevol* 13(6):527–542
- Vallverdú J, Courty MA, Carbonell E, Canals A, Burjachs F (2001) Les sediments d'Homo antecessor de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne). Interprétation micromorphologique des processus de formation et enregistrement paléoenvironnemental des sédiments. *L'Anthropologie* 105:45–69
- Vaquero M (2008) The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic. *J Archaeol Sci* 35:3178–3185

La actualización de los datos, con la incorporación de las últimas conexiones halladas entre el conjunto de sílex cretácico, encajan con los resultados obtenidos en el estudio de las direcciones y orientaciones (tabla 8.3).

CONEXIONES	dist. Xs	dist. Ys	Hipot ²	Hipot.	Pend. (%)	Orient. (°)
REM1_3_J18-57(02)_N19-171(02)_N22-143(03)_I11-107(99)_N22-571(03)_N20-97(05)	-76	-444	202912	450.46	13.10	170
	-311	53	99530	315.48	7.29	80
	1095	497	1446034	1202.51	20.46	66
	-1057	-556	1426385	1194.31	21.77	118
	201	-17	40690	201.72	8.43	95
REM2_1_N15-143(00)_N16-58(00)	152	-17	23393	152.95	18.96	96
REM2_2_N15-116(01)_N13-40(02)	203	-21	41650	204.08	21.07	96
REM2_3_N12-51(00)_N15-122(00)	100	-149	32201	179.45	18.95	146
REM2_4_M13-46(00)_M15-54(01)	8	-252	63568	252.13	12.30	178
REM2_6_L13-46(00)_L13-54(00)_N14-60(00)_I20-26(99), REM3_1_L13-54(00)_L13-46(00)	142	74	25640	160.12	12.49	62
REM2_8_M16-2(96)_N12-25(96)_N12-26(96), REM3_22_ N12-25(96)_N12-26(96)	256	-65	69761	264.12	20.70	104
	423	-19	179290	423.43	19.13	93
REM2_10_L16-46(96)_M15-5(96)	223	-225	100354	316.79	14.84	135
REM2_12_N19-27(96)_ (b)M17-31(97)	173	63	33898	184.11	4.89	70
REM2_13_M18-45(96)_M19-4(96)_N18-22(96)_M18- 22(97)_N18-13(99)	71	-20	5441	73.76	-0.04	89
	-56	54	6052	77.79	0.11	91
	-56	-34	4292	65.51	-0.11	93
	21	-36	1737	41.68	-0.14	92
REM2_14_L21-48(99)_L22-50(98)_L21-33(99)	129	218	64165	253.31	29.61	31
REM2_17_K21-265(02)_N22-366(03)	104	-316	110672	332.67	11.42	162
REM2_18_N21-107(05)_L22-124(06)	141	149	42082	205.14	0.00	43
REM2_21_H15-19(00)_J16-90(00)	7	125	15674	125.20	17.57	3
REM2_24_L19-89(02)_O19-127(03)	50	139	21821	147.72	0.00	20
REM2_29_N19-124(03)_N20-71(06)	7	341	116330	341.07	0.00	1
REM2_31_L20-394(02)_N22-187(04)	59	55	6506	80.66	0.00	47
REM2_32_O20-382(02)_N22-382(03)	157	-15	24874	157.71	22.19	95
REM2_33_J20-134(01)_G21-26(02)	599	-528	637585	798.49	3.63	131
REM2_35_J20-96(01)_M19-215(02)	423	-19	179290	423.43	19.13	93
REM2_36_L20-491(03)_N22-102(03)	131	-169	45722	213.83	8.89	142
REM2_37_M21-407(04)_O21-473(05)	150	50	25000	158.11	3.16	72
REM2_38_K22-14(04)_N22-40(06)	108	-288	94608	307.58	16.91	159
REM2_39_M22-79(05)_M22-829(06)	154	177	55045	234.62	9.80	41
REM3_5_M20-2(96)_O22-16(01)	179	-194	69677	263.96	18.18	137
REM3_10_I11-78(99)_J20-78(02)	848	-121	733745	856.59	21.36	98
REM3_16_M22-436(02)_N19-185(02)	289	-22	84005	289.84	2.42	94
REM3_21_N13-211(00)_N18-155(02)	524	-79	280817	529.92	21.70	99
REM3_23_L20-343(04)_J21-27(06)	115	164	40121	200.30	3.49	35
REM3_24_M22-185(02)_M21-1356(05)	-75	-4	5641	75.11	0.00	87

REM4_5_N19-9(96)_M18-9(96)	194	89	45557	213.44	16.40	65
REM4_9_M19-119(03)_N22-506(04)	114	-143	33445	182.88	12.58	141
REM4_11_I10(99)_N13-90(01)_N17-389(01)	380	556	453536	673.45	0.32	34
	386	43	150845	388.39	0.23	84
REM4_12_L21-415(02)_N21-150(02)	-5	213	45394	213.06	-1.80	179
REM4_13_L20-963(03)_O19-188(03)	-155	243	83074	288.23	-0.15	147
REM5_2_I10-36(97)_N13-9(99)	287	-489	321490	567.00	23.81	150
REM5_5_J20-198(04)_O22-121(06)	126	439	208597	456.72	2.72	16
REM5_6_O17-42(01)_L19-5(02)	215	269	118586	344.36	3.19	39
REM6_3_M20-434(02)_L21-420(04)_J19-23(06)	82	-148	28628	169.20	0.28	151
	169	203	69770	264.14	0.03	40
REM8_2_I20-53(03)_I20-98(04)_K21-598(04)_K21-633(04)	32	38	2468	49.68	-	-
	96	-186	43812	209.31	20.54	153
	30	-27	1629	40.36	-	-
REM8_3_I21-69(05)_N21-428(05)	1	-444	197137	444.00	19.59	180
REM8_5_N17-3(96)_O21-50(01)	376	-50	143876	379.31	18.98	98
			dist. med. 319,14 cm		pend. med. 11,74°	

Tabla 8.3. Ampliación de la tabla 2 de López-Ortega et al., 2019 en la que se especifican las distancias, pendientes y orientaciones de las líneas de conexión entre los elementos remontados (solo aquellas que muestran una distancia > 100 cm). Los colores distinguen las materias primas: *naranja* cuarcita, *amarillo* cuarzo, *azul* sílex cretácico.

8.4. Las conexiones halladas

El conjunto de sílex cretácico fue el último en ser analizado en profundidad. Con las conexiones halladas entre sus piezas, el recuento final es de 95 conexiones entre 199 artefactos líticos (tabla 8.4). Si consideramos que el conjunto analizado ha sido de 10,205 piezas, esta cifra supone apenas un 1.95% sobre el total.

8.4.1. Remontajes y Conjoins

Desglosando los datos de las conexiones, podemos realizar una primera diferenciación entre los remontajes, propiamente dichos, y los *conjoins*. Tal como se señala en el capítulo de Metodología (p. 81), los remontajes son conexiones entre piezas separadas por fracturas concoidales; por ejemplo, las uniones entre núcleos y lascas o entre lascas mediante su conexión dorso-ventral (tipos 1, 2 y 5). Aquellas uniones entre piezas que no fueron separadas por este tipo de fracturas concoidales, son clasificadas como *conjoins*; sirva como ejemplo las

unionen entre fragmentos que presentan una fractura sagital o transversal, o fracturas por tramplng, impacto térmico, etc. (tipos 3, 4, 6, 7 y 8) (ver tabla 2 en López-Ortega et al., 2011, p. 93).

El recuento total de ambos tipos de conexiones es muy similar: 50 remontajes, con 112 piezas involucradas, y 46 *conjoins*, con 101 piezas (tabla 8.5). Seis de estas conexiones halladas son dobles, o *mixtas*; es decir, que las piezas que los componen remontan en diversa tipología. Sirva como ejemplo el REM2_6/3_1 (figura 8.1): esta conexión presenta un *conjoin* de tipo *Siret* entre dos fragmentos de lasca (tipo 3), uno de los cuales, a su vez, presenta un remontaje de tipo dorso-ventral con otras dos lascas (tipo 2).

Si desglosamos los remontajes y *conjoins* hallados según su tipología, existen:

- 5 remontajes de tipo núcleo-lasca (tipo 1) (Anexo 1 REM1_1 – REM1_4),

AÑO	ArqNiv	Q	Nº	MAT	CATEG	X	Y	Z	REM cod.	GMP
2000	h	L13	16	ARE	BN1GE	1251	1187	-213	REM1_1	
2000	h	L13	17	ARE	BP	1260	1182	-212		
2001	g	J21	22	CTA	BN2GE	2068	923	-290	REM1_2	
2001	h	J21	85	CTA	BP	2096	998	-307		
1999	g	I11	107	CTA	BN2GC	1055	820	-121	REM1_3	CTA25a
2002		J18	57	CTA	BN1GE	1763	926	-285		
2002	h	N19	171	CTA	BPF	1839	1370	-344		
2003	h	N22	143	CTA	BPF	2150	1317	-367		
2003	h	N22	571	CTA	FBP	2112	1376	-381		
2005	h	N20	97	CTA	BP	1911	1393	-364		
2003	h	N22	293	CTA	BP	2137	1373	-375	REM1_4	
2005	h	O21	3	CTA	BN2GE	2014	1416	-382		
2004	h	N21	181	CTA	BP	2021	1331	-369	REM1_5	
2004	h	N21	332	CTA	BN1GE	2018	1335	-369		
2005	h	M21	1269	CTA	FBP	2045	1262	-368		
2000	h	N15	143	CTA	BP	1412	1351	-253	REM2_1	CTA70
2000	h	N16	58	CTA	BN2GC	1564	1368	-282		
2001	h	N15	116	CTA	BP	1441	1350	-269	REM2_2	
2002	h	N13	40	CTA	BP	1238	1371	-226		
2000	h	N12	51	CTA	BP	1197	1329	-211	REM2_3	CTA26b
2000	h	N15	122	CTA	BP	1453	1394	-264		
2000	h	M13	46	CTA	BP	1257	1269	-219	REM2_4	CTA34b
2001	h	M15	54	CTA	BP	1414	1284	-254		
2000	h	N12	17	CTA	BPF	1173	1349	-206	REM2_5	
2002	h	N13	36	CTA	BP	1226	1372	-223		
1999	h	I20	26	CTA	BP	1956	824	-269	REM2_6 - REM3_1	CTA32
2000	h	L13	46	CTA	BPF	1271	1168	-214		
2000	h	L13	54	CTA	BPF	1269	1168	-214		
2000	h	N14	60	CTA	BP	1357	1352	-240	REM2_7 - REM3_7	CTA19
2006		O22	244	CTA	BPF	2136	1432	-390		
2006		O22	254	CTA	BPF	2141	1433	-390		
2006		O22	256	CTA	FBP	2133	1435	-391	REM2_8 - REM3_22	CTA6
1996	d	M16	2	CTA	BP	1565	1296	-207		
1996	d	N12	25	CTA	BP	1142	1315	-126		
1996	d	N12	26	CTA	BP	1135	1315	-127	REM2_9	CTA14
1996		M12	29	CTA	BP	1197	1225	-130		
1996		M13	9	CTA	BP	1211	1275	-132	REM2_10	CTA13
1996	e	L16	46	CTA	BN2GC	1555	1119	-195		
1996	d	M15	5	CTA	BPF	1424	1288	-176	REM2_11	CTA1
1996	e	M17	36	CTA	BP	1638	1297	-243		
1996	d	M18	65	CTA	BP	1725	1283	-253	REM2_12	CTA16
1996		N19	27	CTA	BP	1819	1339	-275		
1997	e	M17	31	CTA	BP	1647	1290	-259	REM2_13	CTA4
1996	d	M18	45	CTA	BPF	1769	1290	-258		
1996	d	M19	4	CTA	BP	1840	1270	-261		

AÑO	ArqNiv	Q	Nº	MAT	CATEG.	X	Y	Z	REM cod.	GMP
1996	e	N18	22	CTA	BP	1784	1324	-267	REM2_13	CTA4
1997	d	M18	22	CTA	FBP	1728	1290	-261		
1997	h	M18	23	CTA	BP	1749	1254	-264		
1998	f	L22	50	CTA	BP	2150	1150	-315	REM2_14	CTA18
1999	g	L21	33	CTA	BPF	2000	1100	-320		
1999	h	L21	48	CTA	BP	2000	1100	-325	REM2_15 - REM8_1	
2002	h	N18	351	CZ	BP	1770	1343	-334		
2005	h	M21	314	CZ	FBP	2096	1265	-363		
2006	h	L21	189	CZ	Frag.	2085	1137	-351	REM2_17	
2002	h	K21	265	CZ	BP	2007	1070	-322		
2003	h	N22	366	CZ	BP	2115	1358	-374	REM2_18	
2005	h	N21	107	CZ	BP	2018	1362	-377		
2006	h	L22	124	CZ	BP	2172	1185	-354	REM2_19	
1998	f	K21	30	CZ	BN2GC	2050	1050	-295		
2001	h	K20	144	CZ	BP	1974	1009	-307	REM2_20 - REM3_12	CTA95
1999	g	F10	48	CTA	BPF	966	590	-115		
1999	g	F10	50	CTA	BPF	961	592	-115		
2000	h	G10	7	CTA	BN2GC	970	651	-136	REM2_21	CTA31a
2000	h	H15	19	CTA	BP	1431	780	-207		
2000		J16	90	CTA	BP	1531	929	-241	REM2_22	CTA39
2002	i	N17	394	CTA	BP	1642	1317	-322		
2002	h	N18	669	CTA	BP	1726	1381	-333	REM2_23	CTA31a
2001	h	I21	31	CTA	BP	2009	855	-275		
2002	h	J21	32	CTA	BPF	2007	907	-295	REM2_24	
2002	h	L19	89	CTA	BPF	1883	1164	-326		
2003	h	O19	127	CTA	BPF	1891	1416	-357	REM2_25	CTA18a
2004	h	M20	546	CTA	BPF	1955	1298	-356		
2004	h	M21	627	CTA	BP	2039	1287	-365		
2004	h	N21	600	CTA	BP	2028	1304	-367	REM2_26	
2003	h	N19	142	CTA	BP	1863	1306	-351		
2004	h	N19	165	CTA	BPF	1885	1330	-358	REM2_27	CTA104
2005	h	N21	496	CTA	BP	2036	1386	-382		
2005	h	N21	505	CTA	BP	2095	1369	-381		
2002	h	M20	122	CTA	BPF	1955	1249	-346	REM2_28 - REM3_3	CTA122
2002	h	M20	143	CTA	BP	1986	1288	-354		
2002	h	M20	159	CTA	BPF	1952	1244	-347		
2003	h	N19	124	CTA	BP	1850	1383	-354	REM2_29	CTA36a
2006	h	N20	71	CTA	BP	1992	1309	-374		
2002	h	N21	228	CTA	Bnd	2024	1317	-363	REM2_30	
2002	h	N21	280	CTA	Bnd	2031	1323	-364		
2002	h	L20	394	CTA	BPF	1906	1158	-331	REM2_31	CTA112
2004	h	N22	187	CTA	BPF	2129	1383	-378		
2002	h	O20	382	CTA	FBP	1933	1419	-365	REM2_32	CTA90
2003	h	N22	382	CTA	BP	2106	1356	-374		

AÑO	ArqNiv	Q	Nº	MAT	CATEG	X	Y	Z	REM cod.	GMP
2001	h	J20	134	CTA	BP	1900	900	-300	REM2_33	CTA46
2002		G21	26	CTA	BP	2030	683	-215		
1996	d	N13	12	CTA	BP	1270	1363	-146	REM2_34	CTA6
1996	d	N14	6	CTA	BP	1304	1367	-154		
2001	h	J20	96	CTA	BP	1951	923	-294	REM2_35	CTA73
2002	h	M19	215	CTA	BP	1847	1239	-332		
2003		L20	491	SCRET	BP	1974	1175	-343	REM2_36	
2003	h	N22	102	SCRET	BP	2115	1324	-367		
2004	h	M21	407	SCRET	BP	2012	1296	-364	REM2_37	
2005	h	O21	473	SCRET	BP	2062	1435	-387		
2004	h	K22	14	SCRET	BP	2114	1048	-325	REM2_38	
2006	h	N22	40	SCRET	BP	2121	1389	-383		
2005	h	M22	79	SCRET	BP	2104	1232	-358	REM2_39	
2006		M22	829	SCRET	BP	2163	1287	-383		
2006	h	L21	218	CTA	BP	2092	1127	-349	REM2_40	
2006		L21	366	CTA	BPF	2093	1158	-360		
2005	h	M19	17	CTA	BPF	1840	1244	-345	REM3_2	CTA96
2005	h	M19	18	CTA	BPF	1839	1243	-344		
2004	h	L21	670	CTA	BPF	2045	1110	-335	REM3_4	CTA119
2004	h	L21	689	CTA	FBP	2044	1104	-335		
1996	d	M20	2	CTA	BPF	1977	1228	-264	REM3_5	CTA1
2001	d	O22	16	CTA	BPF	2156	1422	-312		
2003	h	L20	427	CTA	BPF	1989	1181	-345	REM3_6	CTA66
2003	h	L20	440	CTA	BPF	1990	1180	-345		
2002	h	M17	101	CZ	BPF	1692	1294	-317	REM3_8	
2002	h	M17	102	CZ	BPF	1694	1291	-317		
2005	h	M22	394	CZ	BPF	2107	1293	-369	REM3_9	
2006		M22	56	CZ	BPF	2153	1290	-367		
1999	f	I11	78	CZ	BPF	1057	823	-115	REM3_10	
2002	h	J20	78	CZ	BN2GC	1905	944	-298		
2006		O22	163	CZ	BPF	2116	1420	-390	REM3_11	
2006		O22	317	CZ	BPF	2125	1448	-395		
2006		M22	747	CTA	BPF	2157	1292	-383	REM3_13	
2006	h	N22	163	CTA	BPF	2149	1303	-373		
2002	h	N18	691	CTA	BPF	1740	1331	-333	REM3_14	CTA104
2002	h	N18	696	CTA	BPF	1750	1331	-335		
2002	h	K20	343	CTA	BPF	1972	1069	-322	REM3_15	CTA23
2003	h	K20	529	CTA	BPF	1977	1092	-328		
2002	h	M22	436	CTA	BPF	2144	1288	-361	REM3_16	
2002	h	N19	185	CTA	BPF	1855	1310	-354		
2002	h	K20	24	CTA	BPF	1932	1026	-310	REM3_17	CTA2i
2002	h	K20	37	CTA	BPF	1938	1028	-312		
2003	h	I20	54	CTA	BPF	1991	876	-286	REM3_18	CTA49
2003	h	I20	58	CTA	BPF	1991	875	-287		

AÑO	ArqNiv	Q	Nº	MAT	CATEG	X	Y	Z	REM cod.	GMP
2003	h	L20	671	CTA	BPF	1965	1135	-334	REM3_19	CTA42
2004	h	L21	111	CTA	BPF	2052	1180	-348		
2005		K18	27	CTA	BPF	1703	1099	-310	REM3_20	CTA40b
2005		K18	28	CTA	BPF	1705	1099	-310		
2000	h	N13	211	CTA	FBP	1264	1318	-224	REM3_21	CTA97
2002	h	N18	155	CTA	FBP	1788	1397	-339		
2004	h	L20	343	CTA	Frag.	1952	1119	-335	REM3_23	CTA98
2006	h	J21	27	CTA	BPF	2067	955	-328		
2002	h	M22	185	SECRET	BPF	2137	1270	-360	REM3_24	
2005	h	M21	1356	SECRET	BPF	2062	1266	-368		
2007	h	I20	72	CTA	BPF	1950	850	-292	REM3_25	
2007		I20	93	CTA	BPF	1950	850	-293		
1998	g	N16	13	CTA	BPF	1512	1374	-252	REM4_1	CTA19
1998	g	N16	65	CTA	FBP	1512	1347	-252		
2003	h	O20	219	CTA	BPF	1959	1427	-370	REM4_2	CTA90
2003	h	O20	236	CTA	FBP	1958	1431	-371		
2003	h	N20	568	CTA	FBP	1943	1346	-362	REM4_3	
2003	h	N20	569	CTA	BPF	1940	1346	-362		
2002	h	L20	409	CZ	FBP	1931	1147	-333	REM4_4	
2002	h	M19	657	CZ	BPF	1900	1266	-344		
1996	d	M18	9	CTA	BPF	1706	1244	-240	REM4_5	CTA14
1996	d	N19	9	CTA	FBP	1900	1333	-275		
2001	h	O17	42	CTA	FBP	1670	1407	-310	REM4_6	CTA40b
2002	h	L19	5	CTA	BPF	1885	1138	-321		
2003	i	M19	119	CTA	BN2GC	1851	1208	-347	REM4_8	CTA100
2004	h	N20	506	CTA	BN2GC	1965	1351	-370		
2002	h	N19	170	CTA	FBP	1820	1389	-345	REM4_9	CTA65
2002	h	N19	632	CTA	BPF	1812	1382	-350		
2004	h	N21	615	CTA	FBP	2010	1379	-376	REM4_10	CTA95
2004	h	N21	923	CTA	FBP	2015	1377	-377		
1999	g	I10	48	CTA	FBP	900	800	-110	REM4_11	CTA20b
2001	h	N13	90	CTA	FBP	1280	1356	-231		
2001	h	N17	389	CTA	BPF	1666	1399	-318		
2002	h	L21	415	SECRET	FBP	2069	1185	-346	REM4_12	
2002	g	N21	150	SECRET	BPF	2064	1398	-365		
2003	h	L20	963	SECRET	Frag.	1964	1169	-342	REM4_13	
2003	h	O19	188	SECRET	FBP	1809	1412	-347		
2004	h	N21	560	CZ	FBNC	2048	1337	-372	REM5_1	
2004	h	N21	573	CZ	FBNC	2043	1333	-372		
1997	d	I10	36	CZ	BN2GC	920	821	-62	REM5_2	
1999	g	N13	9	CZ	FBP	1207	1310	-197		
2002	h	N21	498	CTA	BP	2023	1334	-366	REM5_3	CTA68a
2006		O22	313	CTA	BN2GC	2112	1446	-392		
2004	h	J21	842	CTA	BP	2006	952	-321	REM5_4	
2005	h	I21	35	CTA	BN2GC	2009	847	-288		

AÑO	ArqNiv	Q	Nº	MAT	CATEG	X	Y	Z	REM cod	GMP
2004	h	J20	198	SECRET	BP	1979	986	-311	REM5_5	
2006		O22	121	SECRET	FBNC	2105	1425	-391		
2002	h	N18	373	CTA	FBNC	1745	1397	-332	REM5_6	CTA60
2004	h	N18	3	CTA	FBNC	1798	1381	-352		
2001	h	N13	133	CTA	FBP	1283	1330	-233	REM6_1	CTA125
2001	h	N13	134	CTA	FBP	1284	1327	-233		
2001	h	N15	14	CTA	FBP	1483	1308	-270	REM6_2	
2001	h	N15	15	CTA	BPF	1482	1309	-270		
2002	h	M20	434	SECRET	FBP	1940	1295	-351	REM6_3	
2004	h	L21	420	SECRET	FBP	2022	1147	-343		
2006	i	J19	23	SECRET	FBP	1853	944	-304		
2003	h	I20	53	CZ	BPF	1950	874	-289	REM8_2	
2004	h	I20	98	CZ	BP	1918	836	-282		
2004	h	K21	598	CZ	Frag.	2014	1022	-325		
2004	h	K21	633	CZ	FBP	2044	1049	-325		
2005	h	I21	69	CZ	Frag.	2055	881	-288	REM8_3	CZ-NS-2
2005	h	N21	428	CZ	BP	2054	1325	-375		
1993	h	I18	8	CTA	FBP	1780	863	-274	REM8_4	
1993	h	I18	9	CTA	Frag.	1780	860	-274		
1996	d	N17	3	CTA	BP	1669	1385	-244	REM8_5	
2001		O21	50	CTA	FBP	2045	1435	-316		

Tabla 8.4. Listado de remontajes con los grupos de materia prima a los que pertenecen y los arqueoniveles identificados por Obregón (2012).

GRUPOS		TIPOS	CONEXIONES	PIEZAS INVOLUC.
Secuencias de talla	1	núcleo-producto	5	15
	2	dorso-ventral	39	85
Fracturas	3	sagital	25	50
	4	transversal	12	25
Re-elaboración	5		6	12
Post-deposicional	6		3	7
Térmica	7		0	0
Fractura natural	8		5	12
* de tipo doble			6	19
TOTAL				
Refits		tipos 1, 2, 5	50	112
Conjoins		tipos 3, 4, 6, 7, 8	45	87
<i>Total</i>			95	199

Tabla 8.5. Recuento de conexiones por grupos y tipos empleados en su clasificación.

- 39 remontajes dorso-ventrales entre lascas (tipo 2) (Anexo 1 REM2_1 – REM2_40),
- 25 *conjoins* entre fragmentos de lasca con fracturas sagitales (tipo 3) (Anexo 1 REM3_2 – REM3_25) y 13 con fracturas transversales (tipo 4) (Anexo 1 REM4_1 – REM4_13),
- 6 remontajes entre pequeñas lascas o *debris* y artefactos configurados (tipo 5) (Anexo 1 REM5_1 – REM5_6),
- 3 *conjoins* entre elementos fracturados por procesos postdeposicionales (tipo 6) (Anexo 1 REM6_1 – REM6_3),
- y 5 *conjoins* entre fragmentos separados “naturalmente” (por fisuras, impurezas, planos internos, etc.) (tipo 8) (Anexo 1 REM8_2 – REM8_5).

A nivel general, más del 82% de las conexiones se dan entre 2 piezas; un 14.4% entre 3 piezas y únicamente existen dos casos de un remontaje entre 4 y uno entre 6 piezas. Si bien los estudios tecnopológicos concluyen en señalar que existe representación lítica de todas las fases de la secuencia de talla, no existe ninguna secuencia reconstruida totalmente. Únicamente en un caso (REM1_3) se ha

podido reconstruir prácticamente todo el proceso de talla, desde el núcleo finalmente abandonado hasta el -casi completo- canto original, a pesar de que faltan algunas lascas y productos de las fases intermedias (Anexo 1 REM1_3_lam).

Las ratios de remontaje/*conjoin* también difieren de manera considerable entre materias primas. Mientras que se ha remontado un 8% de los materiales analizados de cuarzo, en el caso de la cuarcita el porcentaje es del 5.7% y para el sílex cretácico desciende hasta un 2.1%. En cuarzo, se han hallado un total de 14 conexiones, de las cuales seis son remontajes y ocho son *conjoins* (con una conexión mixta entre lascas y una fractura natural por fisura interna). Las conexiones en cuarcita son más numerosas: 37 remontajes y 34 *conjoins*, siendo ocho de ellas conexiones de carácter mixto. En lo que respecta al sílex cretácico, se han encontrado 5 remontajes y 4 *conjoins*. Y en cuanto a la arenisca, el número es prácticamente residual, con únicamente una conexión de tipo núcleo-lasca.

Las características de cada conexión se detallan en el Anexo 1, especificándose qué piezas la forman, la distancia que las separa y las características más relevantes en cuanto a su unión y aspectos tecnológicos (pág. XX).

La dispersión de los remontajes es muy similar a la dispersión de los materiales de la unidad TD10.1. Existe una mayor y muy clara concentración hacia las secciones norte y noreste de la excavación, lo que permite pensar que el yacimiento se desarrolla de manera importante hacia estas direcciones (figura 8.2 y 8.3). Buena parte de las conexiones presentan todas o al menos una de sus piezas involucradas cerca de estas secciones; las distancias que separan sus elementos, en algunas ocasiones, se alejan más separando los elementos por más de 5 metros. Los remontajes (tipos 1, 2 y 5) presentan distancias mayores, con 170 cm de media entre las piezas; los *conjoins* (tipos 3, 4, 6 y 8) muestran unas distancias un tanto menores, con una media de 145 cm entre las piezas (figura 8.4 y 8.5).

Repasando las conexiones y su localización, vemos como los remontajes entre núcleos y lascas (completas y/o fracturadas), pese a ser escasos, se



Figura 8.1. Conexión REM2_6/3_1, como ejemplo de una conexión de tipo doble: presenta una conexión dorso-ventral (tipo 2) entre una lasca completa y una lasca fracturada y ésta, a su vez, presenta una conexión sagital (tipo 3) con otra lasca fracturada.

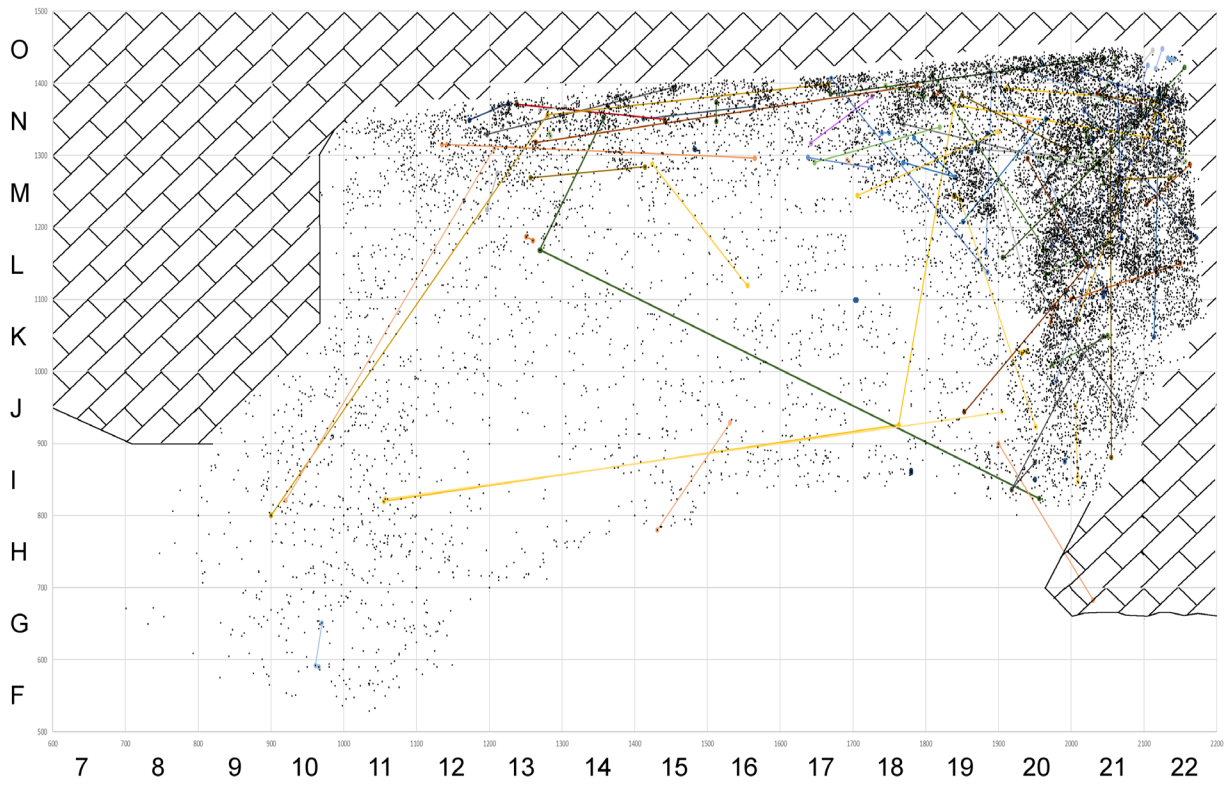


Figura 8.2. Proyección en planta de todo el conjunto lítico de TD10.1 y de las conexiones halladas.

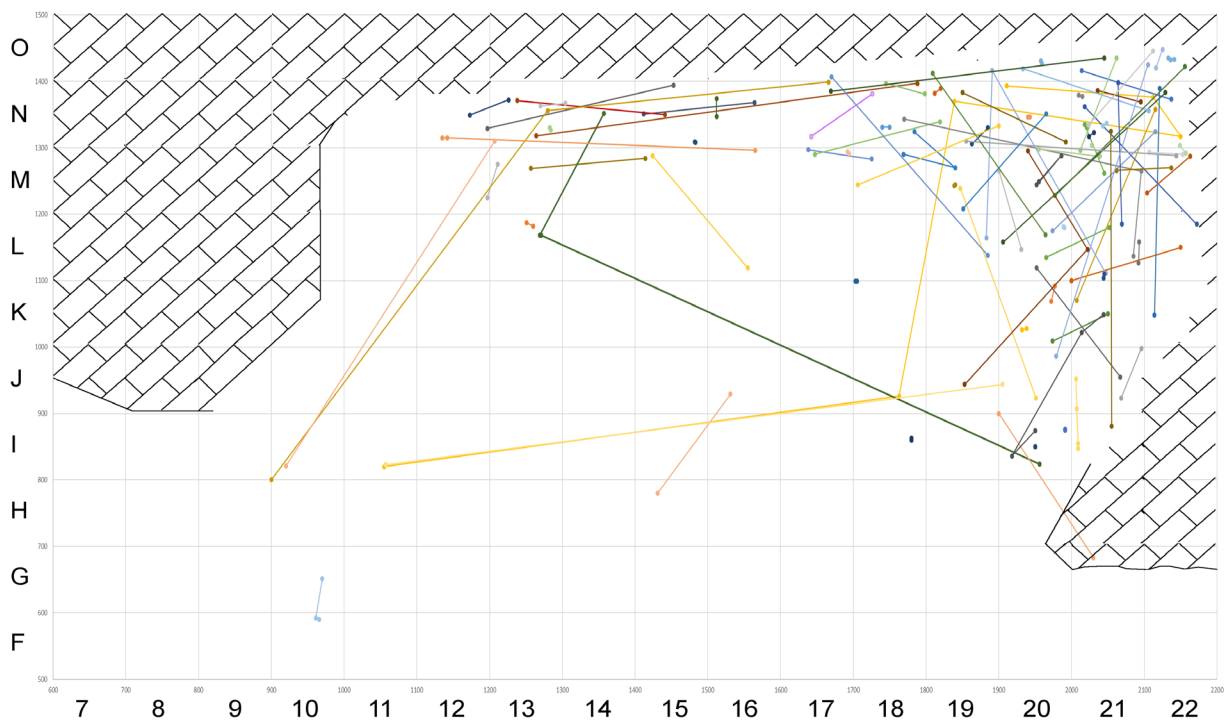


Figura 8.3. Proyección en planta de las conexiones halladas.

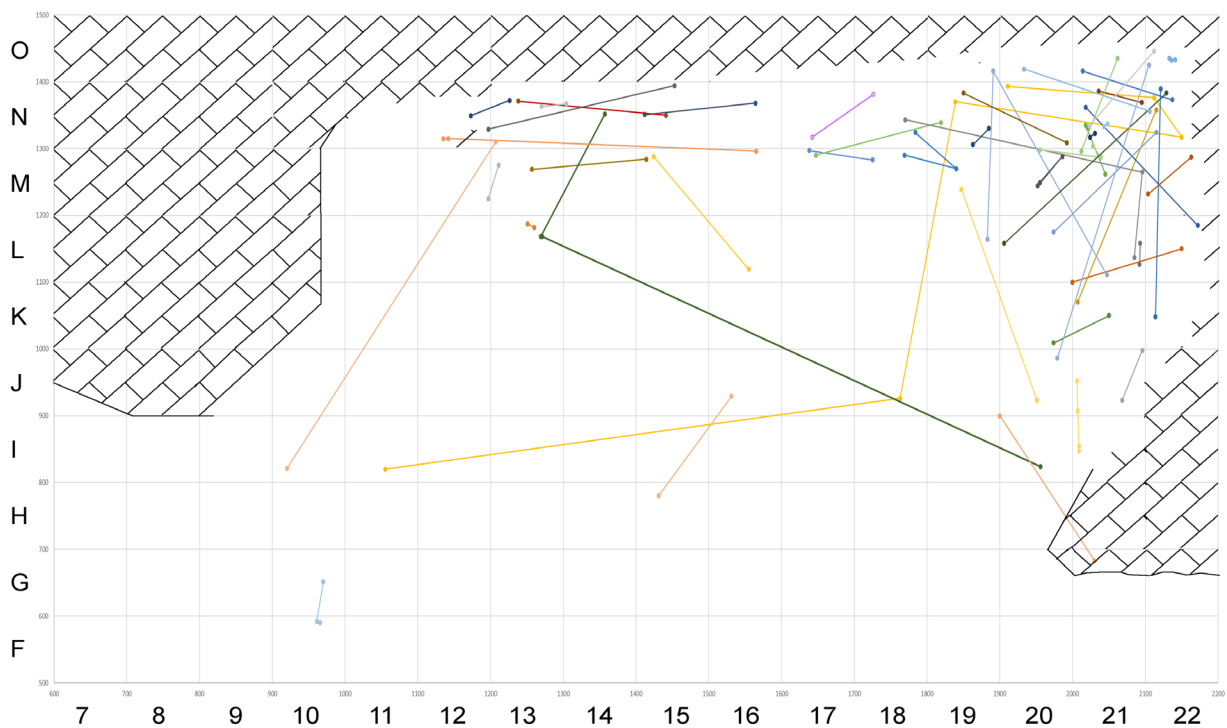


Figura 8.4. Proyección en planta de los remontajes hallados (tipo 1, 2 y 5).

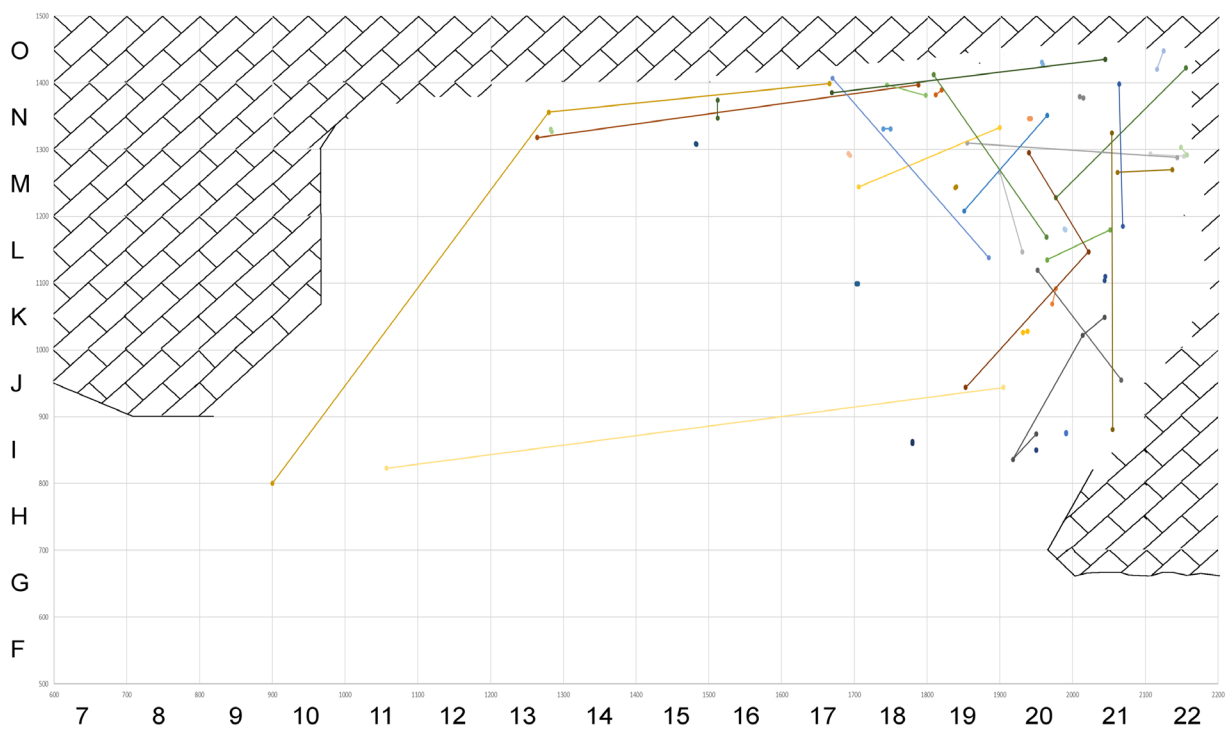


Figura 8.5. Proyección en planta de los conjoints hallados (tipos 3, 4, 6 y 8).

localizan cercanos a la esquina noreste (figura 8.6). Las piezas se encuentran cercanas en todos ellos, a excepción del REM1_3, que es el más completo hallado, y que localiza alguna de sus piezas más alejadas. Tal como se describe en el anexo 1 (p. 273), parece que la talla del soporte se realizó en la zona noreste del yacimiento, encontrándose ahí diversas lascas fracturadas; posteriormente, los dos fragmentos mayores fueron desplazados hacia el sur, encontrándose el núcleo en la zona central y la mitad proximal de una lasca de grandes dimensiones en el área suroeste, donde se configuró y/o se empleó como configurado.

Las conexiones dorso-ventrales entre lascas son las más abundantes y se localizan de manera muy característica cercanas a las secciones norte y noreste. En torno al 75% de los remontajes se dan entre piezas recuperadas en los dos metros más próximos a la sección norte y en los tres metros colindantes con la sección este; el resto de materiales se localizaron repartidos de manera heterogénea por el resto de la superficie pero sin mostrar ninguna otra agrupación importante (figura 8.7).

Centrándonos en las fracturas sagitales, o *Siret*, de los veinticinco *conjoins* de este tipo que se encontraron, sólo cinco de ellas presentan unas distancias superiores a 1 metro. El resto, presenta una separación media de 21.17 cm, lo que coincidiría con una posición *in situ* de los restos depositados tras su talla fallida (figura 8.8).

En cuanto a los *conjoins* entre fragmentos fracturados durante la talla, y en línea con las conexiones de tipo 3 descritas anteriormente, éstas se presentan localizadas en el norte-noreste. Sin embargo, y al contrario de lo que sucede con algún *conjoin Siret*, las conexiones entre los fragmentos de lascas fracturadas transversalmente muestran unas distancias medias (1-5 m), mientras que la de tipo 3 suelen ser distancias cortas (< 1 m), y únicamente la conexión REM4_11, entre 3 piezas, muestra una distancia muy larga (> 10 m) (figura 8.8 y 8.9).

Los remontajes entre pequeñas lascas y configurados son escasos, así como las conexiones de tipo 6. Los remontajes de reelaboración (tipo 5)

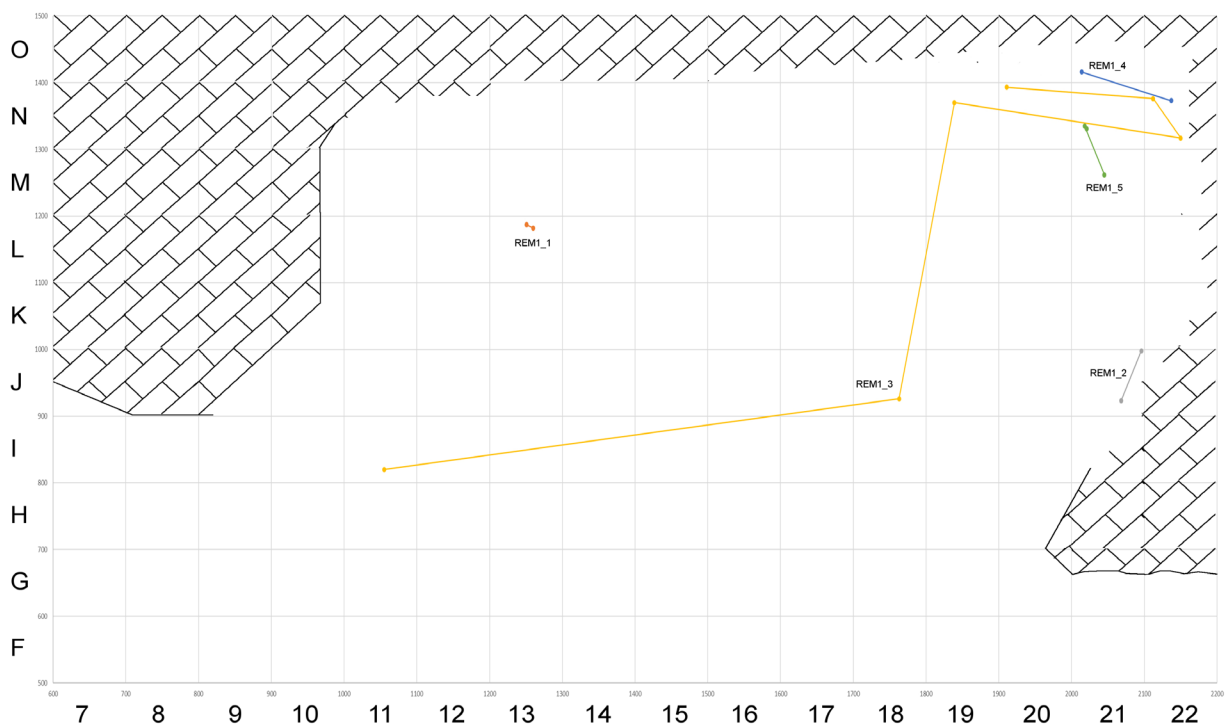


Figura 8.6. Proyección en planta de los remontajes de tipo 1.

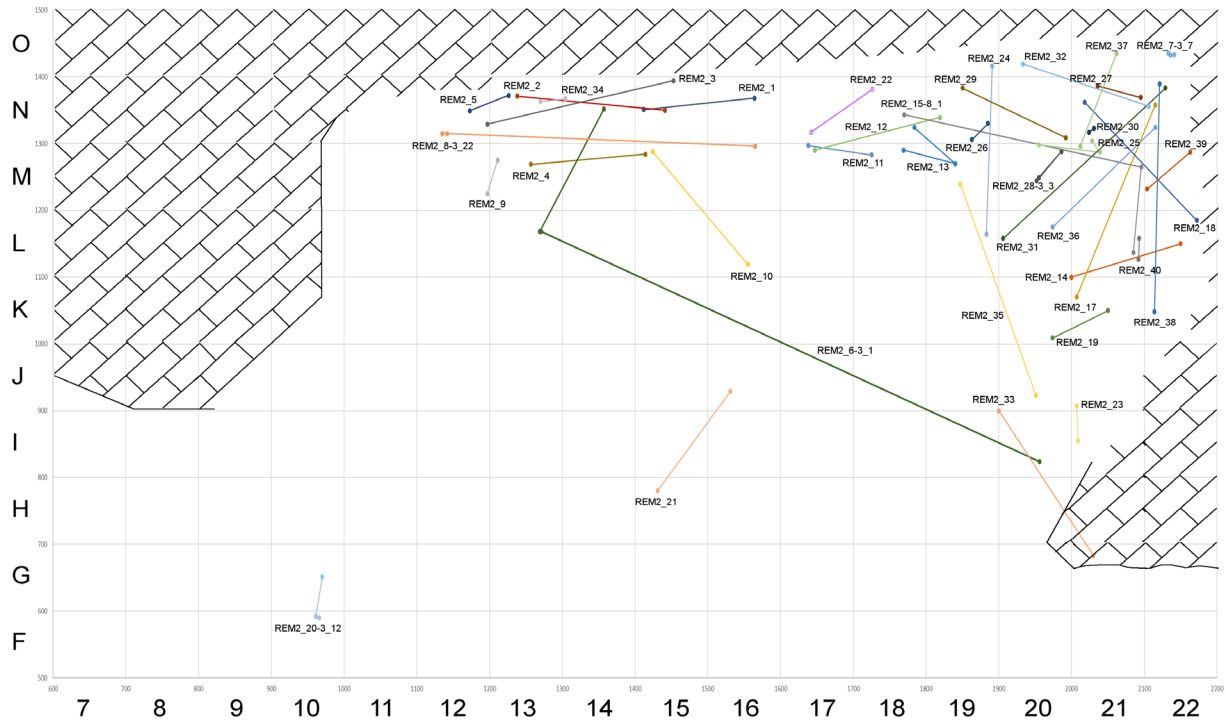


Figura 8.7. Proyección en planta de los remontajes de tipo 2.

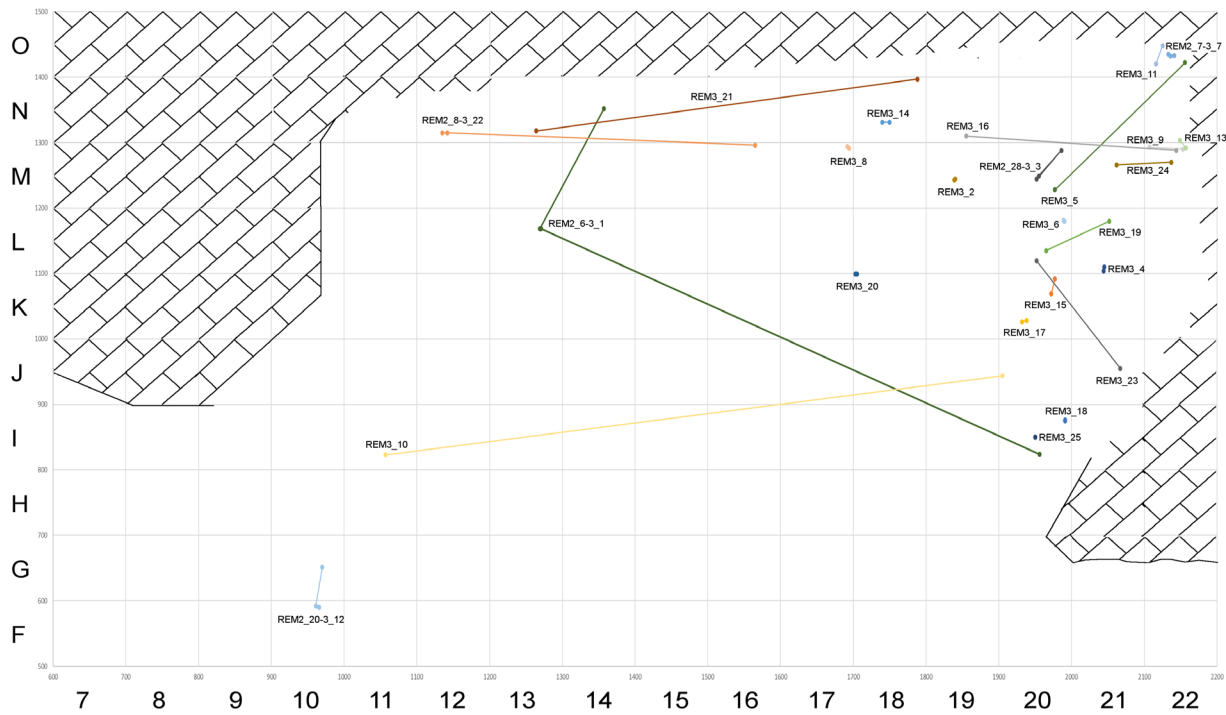


Figura 8.8. Proyección en planta de los conjoints de tipo 3.

se localizan principalmente cercanos a la sección este del yacimiento, si bien una de las conexiones se encuentra hacia el oeste, con una distancia entre las piezas de más de cinco metros (figura 8.10). Dos de las tres conexiones entre fragmentos fracturados por procesos postdeposicionales se hallan junto a la sección norte, y la distancia entre las piezas es de apenas unos 2-3 cm. En sólo un caso (REM6_3), la distancia es mayor, pero como sucede en otras ocasiones, la ausencia de más elementos remontados no permite una aproximación interpretativa (figura 8.11).

Los remontajes entre elementos separados entre sí por fracturas naturales o impurezas en la materia prima, presentan distancias cortas y medias y se localizan en el tercio este del yacimiento, similar a la disposición de otras conexiones entre piezas fracturadas durante la talla como las de tipo 3 y 4 (figura 8.12).

A excepción de unas pocas conexiones, la mayor parte de éstas se encuentran en las zonas donde más material arqueológico ha sido recuperado. Este hecho, junto al bajo número de piezas involucradas en cada remontaje o *conjoin*, dificultan una interpretación en cuanto a su localización y a un posible desplazamiento intencional para su uso.

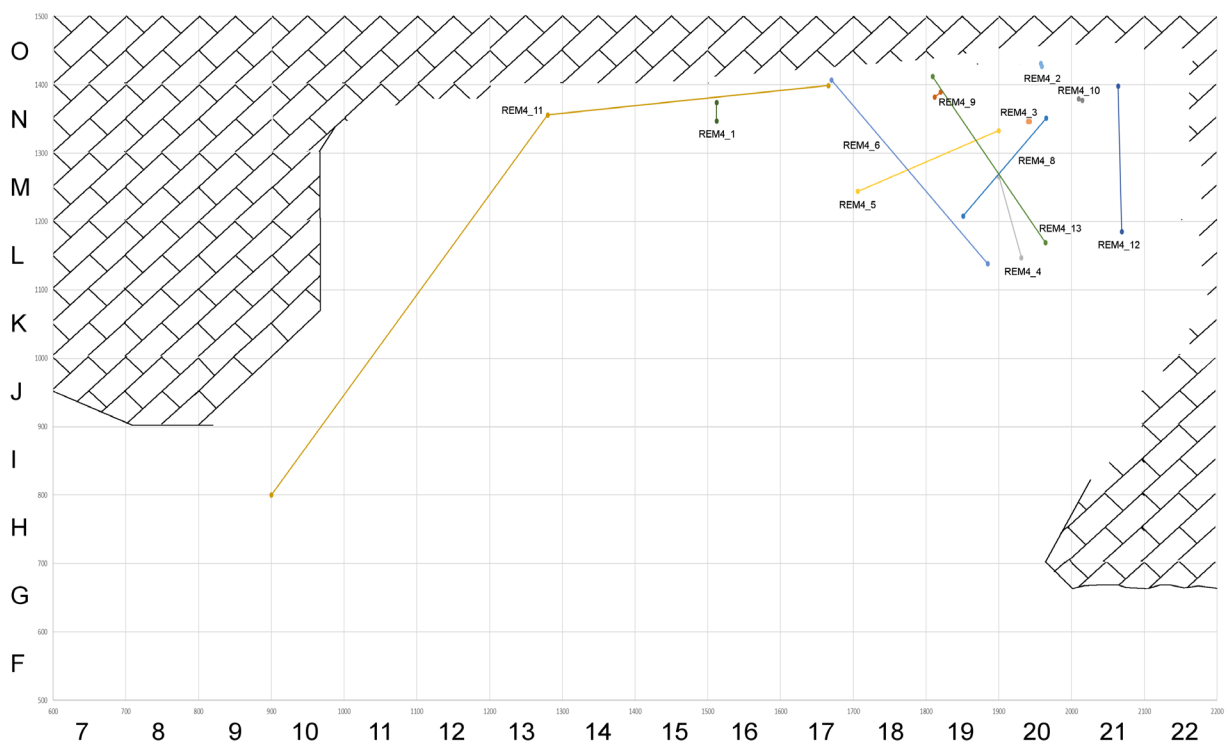


Figura 8.9. Proyección en planta de los conjoins de tipo 4.

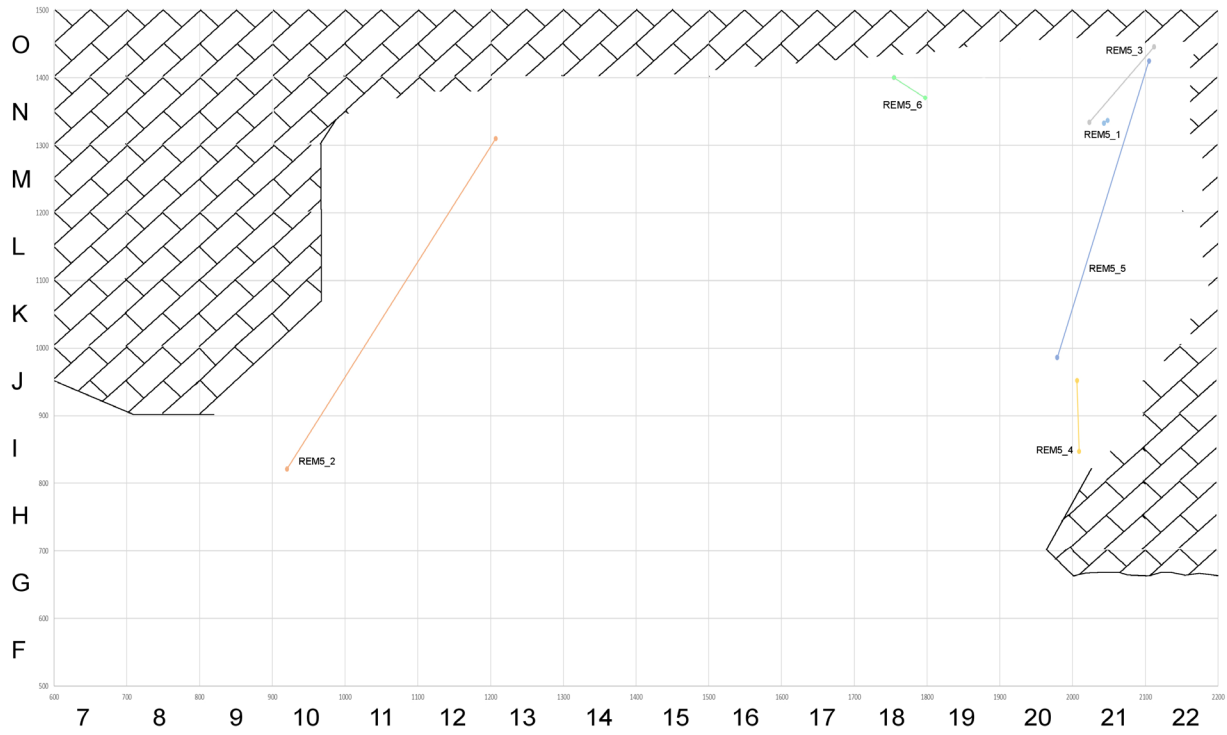


Figura 8.10. Proyección en planta de los remontajes de tipo 5.

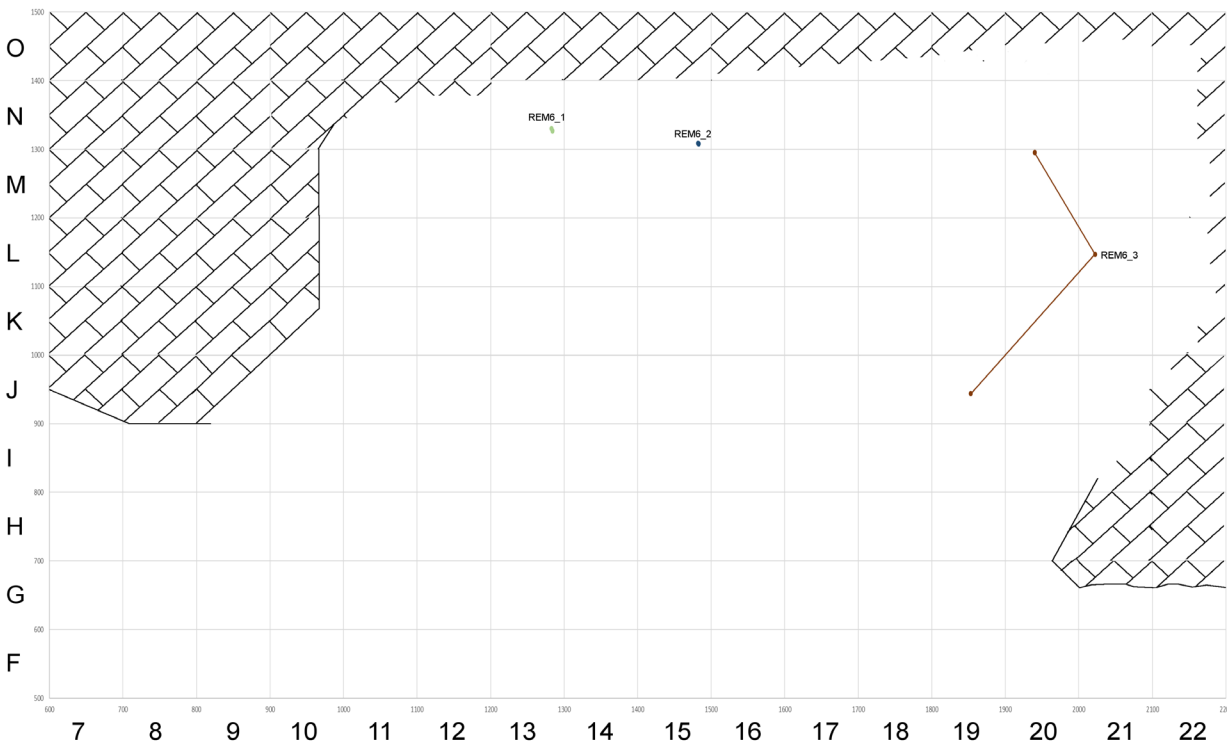


Figura 8.11. Proyección en planta de los conjoints de tipo 6.

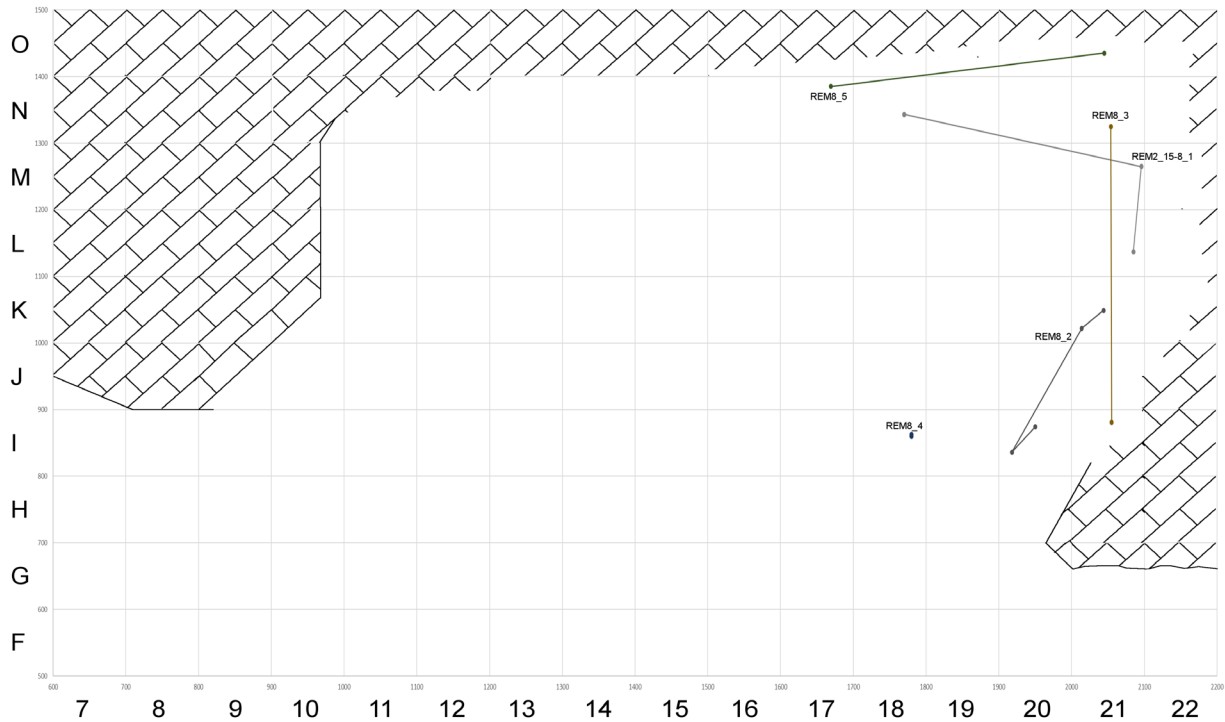


Figura 8.12. Proyección en planta de los conjoins de tipo 8.

8.4.2. GMP/RMU – Grupos de Materia Prima

Los GMP, o grupos de materia prima, pretenden englobar todas aquellas piezas que durante su análisis muestran rasgos y características muy semejantes, tales como el color, vetas e impurezas, granulometría, etc. que las hacen tan semejantes que se busca un remontaje (conexión directa) entre ellas. En ocasiones, esa conexión no existe pero no por ello se descarta la relación que puede haber entre ellas; probablemente sus superficies no conecten entre sí porque haya más elementos de por medio, elementos que no se han hallado (en campo o en el estudio). Por lo tanto, estos elementos que comparten características en común se asocian bajo un mismo grupo de materia prima (Roebroeks, 1988; Schäfer, 1990; Vaquero, 2008).

De la misma manera, y tal como señaló Schäfer (1990), en ocasiones la asignación a uno u otro GMP es complicada o incluso errónea, y sólo el hallazgo de conexiones directas ayuda a corregir estas equivocaciones. Por tanto, la identificación y agrupación de GMP y el hallazgo de remontajes son complementarios y definitorios entre ellos.

Los grupos de materia prima establecidos en el estudio preliminar (López-Ortega et al., 2011) fueron relativamente abundantes, dado el volumen del conjunto analizado y las escasas conexiones directas halladas. Estos grupos, posteriormente, han sido modificados, ampliados, eliminados, substituidos y complementados con nuevos elementos del total del conjunto de TD10.1 (ver anexo 2, p. 367). Su número se ha visto incrementado hasta 230 GMPs y se distribuyen de manera heterogénea en función de las peculiaridades de cada materia prima:

- 27 grupos en arenisca; son los grupos establecidos en el estudio preliminar. Pese a la ampliación del análisis a todo el conjunto lítico de TD10.1, no se modificaron los grupos preestablecidos dada la mala conservación de la materia prima y los cambios físicos (color y textura de la granulometría) que presentaban todas las piezas restauradas.

- 38 grupos en cuarzo; de estos, 20 son grupos de morfoestructura NS (sin grano pero con planos de cristalización), 13 grupos de NN (sin grano y sin planos) y 5 de SN (con grano pero sin planos) (de Lombera-Hermida, 2009).
- 148 grupos en cuarcita; se ampliaron considerablemente las asociaciones realizadas en el estudio inicial y el número de elementos incluidos en ellas.
- 17 grupos en sílex cretácico; lo que supone una pequeña reducción de los grupos creados al inicio. Esta reducción en el número de grupos identificados se debe a la identificación de rasgos “híbridos” entre distintos grupos en algunas piezas, lo que lleva a pensar en variaciones dentro de un mismo nódulo o canto y, por tanto, la unión de dos o más grupos en uno solo (con la consiguiente eliminación de otros).

En algunas ocasiones, la identificación de estas GMP ha permitido la localización de algunas conexiones (ver anexo 2, p. 367), y en unas pocas, la distribución espacial de los elementos agrupados en ellas, ha permitido ciertas inferencias espaciales, como áreas de actividad y desplazamientos intencionales de determinadas piezas (López-Ortega et al., 2017). Sin embargo, el grueso de las GMP no presenta agrupaciones significativas; en ellas, no abundan los elementos conectados lo que, a su vez, sugeriría que diversos elementos de esa secuencia de talla no han sido hallados (o relacionados entre sí) (figura 8.13). Los elementos ausentes podrían aportar más información espacial acerca del lugar de obtención o talla y si existió un desplazamiento para alguna de las piezas. Estas últimas hipótesis restan aún por analizar en profundidad y contrastar con análisis de microdesgaste y residuos.

8.5. Los arqueoniveles y las conexiones entre ellos

Gran Dolina es uno más de los cada vez más numerosos yacimientos en cueva que presentan unas secuencias estratigráficas con múltiples niveles de

ocupación humana, pero estos niveles se ubican en estratos difíciles de discernir por sus características físicas homogéneas. Por lo general, estas unidades o estratos presentan una gran potencia y se formaron por bajos ratios de sedimentación acumulada a lo largo de grandes períodos de tiempo, intercalados con procesos de erosión total o parcial de las superficies expuestas, y nuevas fases de resedimentación (de Lumley et al., 2004). Las divisiones geológicamente establecidas no dan solución al problema de discernir ocupaciones humanas discretas, ya que se basan en fenómenos naturales cuyos límites temporales pocas veces coinciden con los momentos de ocupación antrópicos. Es en este contexto en el que se encuentra TD10.1. Esta unidad presenta un registro atribuible a numerosas ocupaciones más o menos esporádicas y sucesivas en el tiempo dentro de un paquete sedimentario relativamente homogéneo. A pesar del amplio margen cronológico en el que probablemente se desarrolló su formación, los procesos tafonómicos no parecen haber tenido una incidencia drástica ni haber alterado de manera importante la posición original de los restos arqueológicos.

Los resultados obtenidos en el estudio de las orientaciones de los remontajes (y otros tipos de restos) y su uso como herramienta de soporte en los análisis espaciales y de distorsiones postdeposicionales (comentado en el apartado anterior) corroboraron estudios sedimentarios anteriores que proponían la escasa incidencia de estos procesos durante el sellado sedimentario de los restos.

Como se comentó anteriormente (ver capt. 6. TD10, p. 63), la problemática sobre la integridad de la unidad fue analizada por Mallol y Carbonell (2008). En su trabajo concluyeron que, en la base de la unidad, se habían producido unas bajas tasas de sedimentación ligadas a una alta intensidad de las ocupaciones humanas. En el resto del depósito, los análisis mostraban signos de una degradación de las paredes y techo de la cueva que proporcionaron una mayor cantidad de sedimentación, así como la acción de raíces en momentos de no-ocupación del lugar. Las orientaciones isotrópicas documentadas para los conjuntos de fauna y remontajes, reforzaban estas conclusiones. Mallol y Carbonell, además, concluían que resultaba necesario, entre otros, un análisis

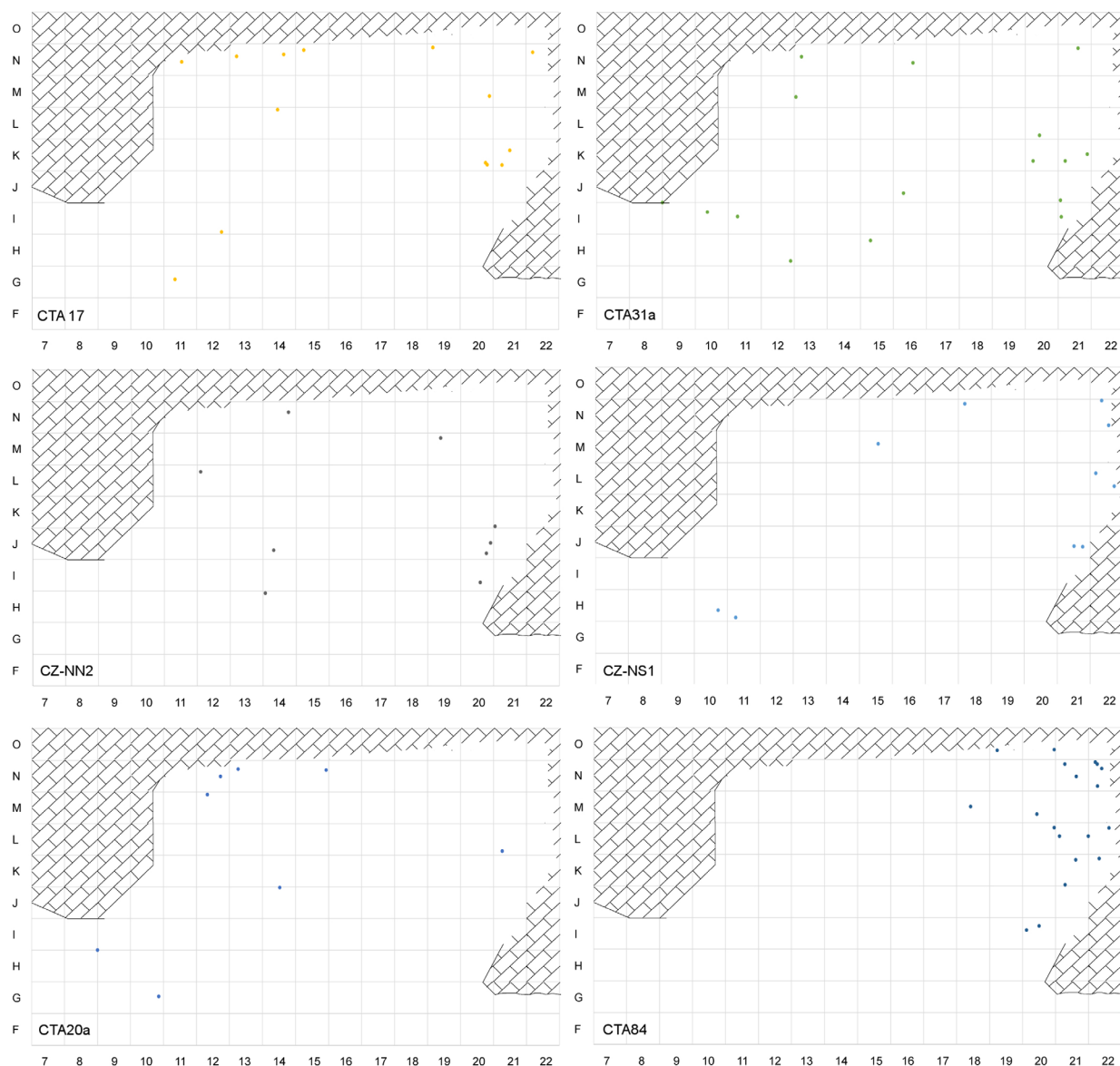


Figura 8.13. Seis ejemplos de grupos de materia prima (RMU), en cuarzo y cuarcita, que no presentan agrupaciones de material características.

arqueoestratigráfico que ayudara a desenmarañar el palimpsesto de TD10.1.

Años después y como continuación de estos estudios sedimentarios y espaciales, se presentó la tesis de R.A. Obregón (2012). En ella, Obregón analizó el conjunto arqueológico de TD10.1 desde una mirada arqueoestratigráfica con el objetivo de aislar al máximo los niveles de ocupación contenidos en esta unidad. Obregón identificó 8 unidades discretas e indivisibles que se separaban entre sí por vacíos

estratigráficos. Estos ‘arqueoniveles’ ocupaban una superficie variable, desde 6 m² hasta la totalidad de la superficie excavada (más de 95 m²), y un espesor que oscila entre los 8 cm y los 20 cm. La investigadora concretó que, si bien este estudio no garantizaba la sincronía de los elementos englobados en cada uno de los arqueoniveles, sí ofrecían una cierta resolución temporal a la unidad.

En este estudio arqueoestratigráfico, se clasificaron más de 65,000 restos, 17,324 de los

cuales eran restos de industria. La proporción de elementos líticos englobados en cada arqueonivel es heterogénea, siendo un volumen menor en los seis arqueoniveles superiores (a-f) y de mayor volumen en dos inferiores (g-h), especialmente en el último (figura 8.14).

Unidades	Industria	Fauna	Bloque caliza	total
Unidad a	4	22	34	60
Unidad b	18	77	102	197
Unidad c	45	111	188	344
Unidad d	329	523	608	1.463
Unidad e	267	623	908	1.799
Unidad f	333	1.346	1.507	3.188
Unidad g	1.408	5.952	2.248	9.618
Unidad h	14.920	31.057	2.360	48.349
Total	17.324	39.711	7.955	65.018

Figura 8.14. Tabla con el recuento del número de elementos líticos, faunísticos y naturales (bloques) considerados dentro de cada arqueonivel identificado (extraído de Obregón 2012).

Partiendo de estos datos, la comparativa con los remontajes hallados resulta necesaria. Pese a que son pocas las conexiones halladas (ver apartado 8.4. Las conexiones halladas, p. 166), existe una cierta discrepancia en la asignación de los elementos que conforman algunos de los remontajes y *conjoins* identificados:

- 16 conexiones presentan al menos uno de los elementos sin asignación arqueostratigráfica.
- 58 conexiones (4 de ellas de tipo doble, tabla 8.5) presentan coherencia en la asignación del arqueonivel; es decir, que todos los elementos de un mismo remontaje/*conjoin* se engloban en el mismo arqueonivel.
- 12 conexiones (1 de ellas doble), muestran asignaciones distintas, encontrándose los elementos en, al menos, dos arqueoniveles diferentes pero consecutivos: d-e, f-g, g-h, etc. Teniendo en cuenta los sedimentos estériles y discontinuidades verticales y horizontales consideradas para la distinción y separación de los arqueoniveles, estas piezas se encuentran separadas por, al menos, 10 cm en el caso de los arqueoniveles d-e y e-f; 5-8 cm para los arqueoniveles f-g; y 2-5 cm para los arqueoniveles g-h.
- 3 conexiones muestran los elementos en

distintos arqueoniveles no consecutivos: d-g y f-h. En este caso, las distancias entre los elementos remontados asociados a cada arqueonivel distan, al menos, por una distancia igual al espesor de los estériles más la de los arqueoniveles intermedios. En el caso de REM2_19 y REM3_10, que presentan piezas en los arqueoniveles f y h, estas piezas distan 5-8 cm de sedimento estéril con el arqueonivel g, los 20-25 cm de espesor de éste, y los 2-5 cm del estéril hasta el arqueonivel h.

Las distancias son relativas, ya que el espesor de los arqueoniveles y de los estériles que los separan son heterogéneos y muy variables a lo largo de la superficie y la potencia excavada. Si tomamos las dos conexiones especificadas anteriormente como ejemplo, vemos que REM2_19 presenta sus piezas en cuadros colindantes (K20 y K21), y las cotas de profundidad son -295 y -307. En cambio, REM3_10 es una conexión entre lascas fracturadas recuperadas en líneas continuas pero en cuadros alejados (I11 y J20), y con unas cotas muy distantes: -115 y -298, respectivamente. Ambas conexiones contienen sus piezas en los arqueoniveles f y h, lo que demostraría la amplia variedad del grosor vertical de los arqueoniveles señalados y las fluctuaciones de estos en sus límites horizontales (tabla 8.4).

Por otra parte, 53 de las conexiones halladas (3 de ellas dobles), se encuentran en el arqueonivel h. Esto supone más del 60% del total de remontajes y *conjoins*. Sin embargo, este dato resulta coherente, ya que el arqueonivel h es el más rico y, por tanto, el más susceptible de contener conexiones.

8.6. Digitalización y Reconocimiento automático en el Fragmented Heritage: ensayo -y error- del proceso

A medida que avanzaba el estudio resultaba más evidente su dificultad y la certeza de que ésta estaba enraizada, principalmente, en la disponibilidad de tiempo y de espacio. Estas dos variables resultaban, en cierta manera, imposibles de cambiar.

Sin embargo, otra variable que dificultaba el estudio y que, desde el primer momento, se hizo evidente, fue el fuerte grado de subjetividad de los criterios de búsqueda de remontajes.

Como se ha comentado anteriormente en el capítulo XX de Metodología, la percepción de los rasgos y características físicas de los elementos a estudio puede variar en distintos momentos del estudio por un mismo investigador y fluctúa considerablemente entre distintos investigadores. Por ello, y con el propósito de objetivar al máximo el proceso de búsqueda de remontajes, se recurrió a la oportunidad ofrecida por el departamento de Prehistoria del British Museum, de Londres, y la University of Bradford de colaborar en su proyecto *Fragmented Heritage* (apartado *Fragmented Heritage*, p. 99). En las instalaciones de Londres y Bradford, se escanearon toda una serie de materiales de cuarcita entre los que se encontraban diversos remontajes; el objetivo era corroborar que el sistema de digitalización y procesado tridimensional era adecuado para el reconocimiento automático de superficies complementarias.

Se digitalizaron un total de 54 piezas líticas, entre las que se contaban los remontajes REM1_3, REM1_5, REM2_1, REM2_6/3_1, REM2_8/3_22, REM2_13, REM2_14, REM2_20/3_12, REM2_25, REM2_28, REM2_34, REM3_19, REM4_12, y toda una serie de piezas (sin conexiones entre ellas) que presentaban diferentes características cromáticas y granulométricas. El escaneo se realizó a partir de tres calibraciones diferentes, cada una de ellas adaptada, principalmente, al tamaño de las piezas (tabla 8.6). Cada archivo resultante es una nube de puntos que reconstruye las peculiaridades físicas de la superficie de la cara o faceta escaneada (figura 8.15). Con todas las caras de la pieza escaneadas, el software procesa los archivos y busca zonas comunes (concauidades/convexidades, ángulos, etc.) para encajarlas entre sí y formar una imagen tridimensional de la pieza (figura 7.7).

Durante el proceso de digitalización, surgieron problemas relacionados con el solapado de las diversas capas de puntos que el escáner generaba debido a que algunos puntos se aislaban del resto, mostrando cotas discordantes que los alejaban o

adentraban anormalmente respecto a la superficie. Dado que el equipo inglés únicamente había trabajado con sílex de muy buena calidad, se planteó la posibilidad de que la granulometría de la cuarcita afectara negativamente al reflejo de la luz y, por tanto, al escaneo. Para evitar este contratiempo, se aplicó una imprimación de pintura opaca sobre algunos elementos para homogeneizar sus superficies.

Tras la pintura y la nueva digitalización de estas piezas, se compararon las imágenes obtenidas. Si bien es cierto que las superficies de las piezas aparecieron más homogeneizadas, no se sabe con certeza si esto se debió a un mayor y mejor reflejo de la luz sobre una superficie opaca (eliminando así los reflejos producidos por los granos más gruesos) o al relleno de las concavidades de la granulometría con pintura y, por tanto, una modificación de la textura de las piezas (figura 8.16).

Finalmente, y tras todo el procesado de las piezas y las imágenes, el reconocimiento automático de conexiones entre las superficies escaneadas no fue factible. Los softwares de reconocimiento requerían de un mejor desarrollo (muy incipiente en el momento de su uso) ya que el procesado de archivos tan extensos ralentizaba el proceso y únicamente proporcionaban el porcentaje de ajuste entre dos superficies que previamente se habían indicado como conectables. Es decir, que el software no reconocía superficies complementarias sino que éstas debían ser seleccionadas previamente por el investigador y el programa calculaba el porcentaje de acopladura o ajuste que existía entre ambas (figura 7.8).

Por otra parte, la pintura empleada para la cobertura de las piezas generó problemas durante su posterior limpieza. Si bien el spray de imprimación empleado era de fácil limpieza durante unas pocas horas después de su aplicación, pasadas las 24 horas su eliminación resultó mucho más difícil. Las tareas de limpieza se realizaron en el laboratorio de Restauración del IPHES, y tras pruebas con distintos disolventes que no dieron buenos resultados, la pintura se eliminó mediante la inmersión de las piezas en ácido clorhídrico (HCl), diluido al 15% en agua. Posteriormente, se realizaron diversos lavados con el fin de retirar completamente el ácido residual, así como una limpieza final completa en cubeta

* Calibration Ref.	Field of View (cm)	Calibration Board (mm)	Average Reprojection Error (microns)	S.D. (microns)	Nº Discarded Images	Calibration Space Coverage (%)	Z-near (mm)	Z-far (mm)	Expected point to point distance (mm)	Disparity Error	Disparity vs. point distance ratio	Date
13	8	3	3.111	±3.9	0	89.7	733	854	0.043	0.092	2.149	14/04/15
14	4	2	2.208	±2.6	0	89.9	402	470	0.021	0.046	2.155	15/04/15
15	8	3	3.164	±3.9	0	89.9	729	849	0.043	0.091	2.147	20/04/15
ARTEFACT												
REFIT	year	square	nº	FACE		EXPOSURE	CALIBRAT. REF*		PAINTED			
							FACE	EXPOSURE	CALIBRAT. REF*	FACE	EXPOSURE	
REM1_3	1999	I11	107	ventral	ventral	300	13		compl.	300	15	
	1999	I11	107	dorsal	dorsal	250	13					
	2003	N22	571	ventral	ventral	300	13		compl.	300	15	
	2003	N22	571	dorsal	dorsal	300	13					
	2002	J18	57	ventral	ventral	250	13		compl.	283	15	
	2002	J18	57	dorsal	dorsal	300	13					
	2003	N22	143	compl.	compl.	350	13		compl.	283	15	
	2002	N19	171	compl.	compl.	350	13		compl.	300	15	
	2005	N20	97	compl.	compl.	350	13		compl.	300	15	
REM1_5	2004	N21	332	compl.	compl.	400	15		compl.	300	15	
	2005	M21	1269	compl.	compl.	350	15		compl.	300	15	
	2004	N21	181	compl.	compl.	400	15		compl.	300	15	
REM2_1	2000	N15	143	compl.	compl.	150	14		compl.	333	15	
	2000	N16	58	compl.	compl.	150	14		compl.	283	15	
REM2_6 / 3_1	2000	L13	54	compl.	compl.	216	14		-	-	-	
	2000	N14	60	compl.	compl.	200	14		-	-	-	
	2004	N21	610	compl.	compl.	200	14		-	-	-	
	2000	L13	46	compl.	compl.	250	14		-	-	-	
	1999	I20	26	compl.	compl.	250	14		-	-	-	
REM2_7 / 3_7	2006	O22	244	compl.	compl.	400	14		-	-	-	

	2006	O22	254	compl.	400	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2006	O22	255	compl.	400	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_8 / 3_22	1996	M16	2	compl.	500	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	N12	25	compl.	483	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	N12	26	compl.	450	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_13	1996	N18	22	compl.	450	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1997	M18	45	compl.	450	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	M19	4	compl.	450	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_14	1998	L22	50	compl.	400	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1999	L21	33	compl.	300	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1999	L21	48	compl.	300	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_20 / 3_12	2000	G10	7	compl.	216	14	compl.	300	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1999	F10	50	compl.	216	14	compl.	300	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1999	F10	48	compl.	216	14	compl.	300	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_21	2000	H15	19	compl.	400	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2000	J16	90	compl.	350	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_23	2001	I21	31	compl.	400	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2002	J21	32	compl.	400	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_25	2004	M21	627	compl.	200	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004	M20	546	compl.	183	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2004	N21	600	compl.	183	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_27	2005	N21	496	compl.	300	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2005	N21	600	compl.	300	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_28 / 3_3	2002	M20	159	compl.	200	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2002	M20	122	compl.	166	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2002	M20	143	compl.	216	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM2_34	1996	N13	12	compl.	500	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1996	N14	6	compl.	450	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
REM3_14	2002	N18	691	compl.	300	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	2002		N18		696		compl.	350		15		-							
REM3_15	2002		K20		343		compl.	300		14		-							
	2003		K20		529		compl.	400		14		-							
REM3_19	2003		L20		671		compl.	250		14		-							
	2004		L21		111		compl.	200		14		-							
REM4_1	1998		N16		13		compl.	350		14		-							
	1998		N16		65		compl.	350		14		-							
REM4_11	2004		N21		615		compl.	350		15		-							
	2004		N21		923		compl.	350		15		-							
-	1996		L16		28		compl.	500		15		-							
-	1996		M12		1		compl.	450		15		-							
-	1996		N19		10		compl.	550		15		-							
-	1999		N20		14		compl.	383		15		-							
-	1999		M14		93		compl.	350		15		-							
-	1999		M14		93		compl.	400		15		-							
-	2001		K20		185		compl.	350		15		-							
-	2002		N21		317		compl.	333		15		-							
-	2002		M21		99		compl.	400		15		-							
-	2002		M22		432		compl.	350		15		-							
-	2003		N22		399		compl.	333		15		-							
-	2003		L20		1049		compl.	383		15		-							
-	2003		L20		711		compl.	300		15		-							
-	2003		N20		804		compl.	383		15		-							
-	2004		M20		406		compl.	550		15		-							
-	2004		L20		519		compl.	483		15		-							
-	2005		N20		46		compl.	483		15		-							

Tabla 8.6. Datos de exposición y calibración de las piezas escaneadas durante la estancia en el British Museum de Londres y la University of Bradford.

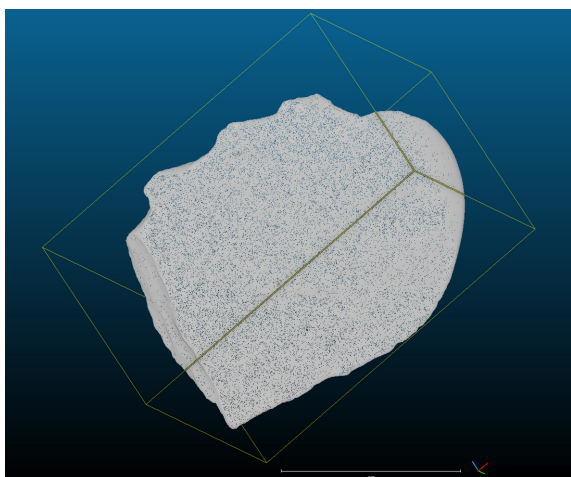


Figura 8.15. Reconstrucción tridimensional de una pieza a partir de la nube de puntos creada por el escáner.

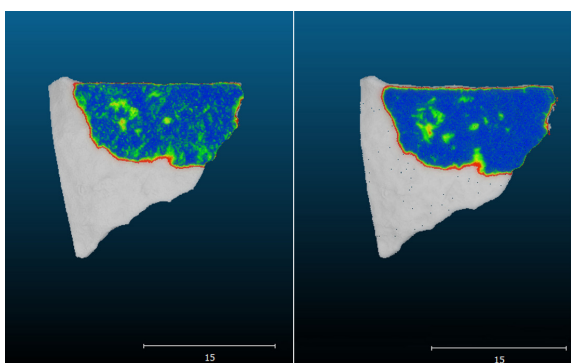


Figura 8.16. Detalle de la textura y rugosidad de una misma pieza antes y después de su cobertura con una pintura de imprimación.

de ultrasonidos con agua y jabón neutro (informe interno, L. López-Polín) (figura 8.17).

Ante los inconvenientes descritos, la aplicación de este método a todo el conjunto de TD10.1 ha sido pospuesta hasta una mejora en el proceso de reconocimiento digital.

8.7. Evitando obstáculos subjetivos: Avoiding the Blue and Black / White and Gold argument: an automated color reference system applied to lithic refit processes

Como se ha comentado anteriormente, en diversas ocasiones a lo largo de la elaboración de esta tesis doctoral, la colaboración con compañeros generó discusiones en torno a la división o clasificación de los materiales. La mayoría de las discrepancias se originaban en el momento de definir el color de las piezas y agruparlas en función a éste. Si bien el color de un artefacto es objetivo, su percepción y determinación dependen de variables subjetivas que, a su vez, se subyugan a factores como el tipo de materia prima empleada y las alteraciones que haya podido sufrir, el grado de variabilidad cromática, las condiciones lumínicas del espacio de análisis, etc.

En línea con el propósito de objetivar y optimizar al máximo el proceso de búsqueda de remontajes comentado en el apartado anterior, se revisaron los trabajos de McNeil (et al., 2015) y Clarkson (et al., 2017). Estos autores proponían el uso de un dispositivo de captura y referencia de color automático y, por tanto desligado de cualquier subjetividad por parte del investigador, para el hallazgo de remontajes a partir de la comparación de los códigos de color obtenidos.

El estudio del equipo de McNeil (et al., 2015) se realizó sobre dos conjuntos de rocas silíceas de gran calidad, uno experimental y otro arqueológico. En nuestro caso, el objetivo era aplicarlo a un conjunto más heterogéneo en cuanto a materias primas y a la conservación de éstas. Por un lado, el conjunto de cuarcitas presenta una gran variabilidad en cuanto a granulometría, dimensiones, presencia/ausencia de córtex y color. Por otro, el conjunto en sílex cretácico se presenta como mucho más homogéneo, siendo de muy buena calidad, pero con unas coloraciones muy similares entre todas las piezas, lo que dificulta

considerablemente la tarea del investigador para la identificación de GMP y de remontajes.

Con el objetivo de testar la validez del método del colorímetro, su implementación se realizó sobre una muestra del conjunto lítico de TD10.1, previamente estudiado para el hallazgo de conexiones, formada por una combinación de piezas que formaban parte de remontajes y *conjoins* ya documentados y otras que no.

El análisis estadístico de la codificación cromática obtenida con el colorímetro, permite ubicar grupos de piezas susceptibles de ser remontadas. Sin embargo, los resultados no sólo se ciñen a la obtención de nuevas conexiones, sino a la validez o idoneidad de su aplicación en distintas fases del estudio y en función de las características del conjunto. Además, la proliferación del uso de este tipo de dispositivos y la creación de una base de datos general cromática facilitaría las comparaciones inter-site no solo de los conjuntos líticos sino de todos aquellos materiales cuyas tonalidades cromáticas sean de interés para su estudio.



Figura 8.17. Proceso de limpieza de la pintura de imprimación de tres de las piezas del REM1_3 (fotos cedidas por L. López-Polín).



Avoiding the Blue and Black/White and Gold Argument: an Automated Colour Reference System Applied to Lithic Refit Processes

Esther López-Ortega^{1,2}  · Juan Ignacio Morales³ · Andreu Ollé^{1,2} ·
Xosé Pedro Rodríguez-Álvarez^{1,2}

Published online: 28 August 2019
© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

Since the first studies on lithic assemblage refitting, colour has been one of the main features considered by specialists looking for connections between artefacts. Colour has prevailed as a determinant element over other physical features such as roughness and grading, fractures or internal flaws and rock impurities. It appears logical to assume that two pieces of stone presenting identical or very similar colouring should have come from the same nodule or raw material block. However, despite the fact that the colour of an artefact is objective, its perception and determination depend on diverse subjective variables that make more arduous to measure and quantify it. Determining colour depends not only on the researcher's personal evaluation but also on external factors such as the kinds of raw materials used, the degree of chromatic variability in the assemblage, and whether the analysis is performed in natural or artificial lighting conditions. In order to resolve these constraints, here we present the use of NODE+ ChromaPro in lithic refitting, which is a colour capture system that generates, based on colour models, such as RGB, CMYK, XYZ or Pantones, a colour code for each artefact. In this preliminary study, statistical analysis of the chromatic coding allows us to locate refitting lithic groups and raw material units in our sample from TD10.1 unit of Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Spain). We go on to suggest that this automated process can be applied to search for lithic refits, where it should be implemented as a way to avoid subjective hurdles and how to obtain faster and more objective results.

Keywords Lithic refits · Colour · ChromaPro · Gran Dolina · Middle Pleistocene

Electronic supplementary material The online version of this article (<https://doi.org/10.1007/s10816-019-09426-w>) contains supplementary material, which is available to authorized users.

✉ Esther López-Ortega
elopez@iphes.cat; esther.lopezort@gmail.com

Extended author information available on the last page of the article

Introduction

In mid-February 2015, a bride's mother sent her daughter a photograph of the dress she wanted to wear for her wedding. A week later, Ceitlin McNeill, a member of a Scottish folk music group and friend of the bride, uploaded the photo of the dress to her Tumblr account. In less than 12 h, the photo experienced a viral spread, getting more than 840,000 views per minute, and within the first week after it was uploaded, more than ten million Twitter comments mentioned the dress using the hashtags #thedress, #whiteandgold and #blackandblue. This quandary could have remained within the home environment, as an anecdote to be remembered at Christmas, but in today's digital age, it became a topic of worldwide debate. Beyond the media repercussions, this dilemma led to new discussions on the nature of vision and reality (Fig. 1).

We are not going to discuss the colour of the dress again, but it is obvious that the vision and perception of colour and hues can vary greatly between individuals. Do all people perceive colours equally, or is it possible that a certain wavelength is interpreted by one individual as green and another individual as blue? In simpler terms: do I see green as you see it?

This question, so trivial for many scientific disciplines, carries great weight in others. In archaeology, perception is of the utmost importance: distinguishing colour and hues

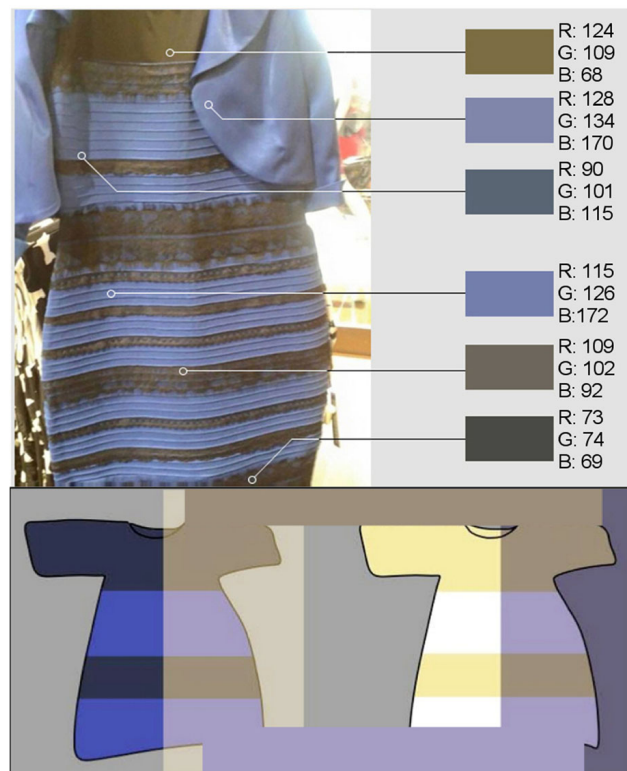


Fig. 1 Images about the dress of contention and visual explanation of the optical phenomenon (images obtained in—up—www.zenia.com/dressgate and—down—www.collegian.com). Colours are expressed in RGB codes, a colour model based on additive synthesis of the three primary colours (red, green, blue)

is essential in field excavations, sediment registration and stratigraphy, the location and study of hearths or bioturbation zones, the classification of stones, recognising chemical and/or physical alterations of remains (such as thermal variations), rock art, and even when describing coprolites. Indeed, Pantone or Munsell colour charts have often been applied to these issues (Pineda et al. 2017; Reidsma et al. 2016; Ruiz and Pereira 2014; Wadley 2012, among others).

At the beginning of the twentieth century, the philosopher and mathematician Ludwig Wittgenstein stated: “To the question ‘What do the words ‘red’, ‘blue’, ‘white’, ‘black’ mean?’, we can easily point immediately to things that are so coloured, but our ability to explain the meaning of these words goes no further” (Gerharz et al. 1988). Recently, several researchers have noticed these problems and the corresponding difficulties in using Munsell and Pantone colour maps when the comparison between the archaeological sample and the chart is subjective and depends on the eyes and perception of the observer (Bradfield 2018; Chen et al. 2002; Gerharz et al. 1988; Ruiz and Pereira 2014).

In the case at hand, the use of colour and hues for finding and identifying refits (between lithics and bones) is also essential. At first glance, colour is the most easily distinguishable macroscopic feature, and this distinction, not only of the surface of the pieces but also of the stains, veins and impurities that may exist, is probably the first step in the process of arranging the assemblage into smaller groups, such as raw material units (RMU) (Odell 2004; Roebroeks 1988; Schäfer 1990; Vaquero 2008), and the basis for recognising the affinity between elements. Once this first division has been established, the next step in the lithic refitting process is usually to classify the raw material by grain size, structural category or type of fractures, but the main division from which the rest of the process will be developed is already established. Although the smaller the group of remains, the easier it is to find connections between elements; this becomes more difficult if the primary colour division is not correct. From experience, details such as the lighting in the analysis room and natural daylight (variable depending on the time) directly influence the researcher’s visual perception: a piece or cluster, classified within a colour range or hue 1 day, may not seem correct the next. As if this colour distinction process was not already complex enough, it becomes even more complicated when more than one researcher participates in the search for refits, since the visual perceptions of colour are then diversified and opinions on how to group the pieces differ considerably.

With the main objective of minimising the subjective perception of colours, in this article, we present a proposal for the use of a colour and tone detection device in the refit search protocol: the NODE+ ChromaPro (Variable Inc.). Through this device, it is possible to objectively describe the colour of the pieces to be analysed and, based on the results obtained, use statistical methods to separate the pieces into groups of similar hues. This type of study is very recent and has only been applied to a few groups of samples, such as those from Madjedbebe, in northern Australia (Clarkson et al. 2017, McNeil et al. 2015). Although this first attempt appears to have been fruitful, we do not know to what extent it can be generalised to other archaeological ensembles, especially given the good degree of conservation and homogeneous chromatic range displayed by the Madjedbebe lithic assemblage. We must therefore ascertain whether it is possible to apply this method to any assemblage and determine the limits to the technique.

In this study, we not only present the application and results obtained by using the colour device on a selected assemblage from the TD10.1 unit of the Gran Dolina site,

but we also highlight possible problems when applying it and achieving results, and we suggest alternatives as well as possibilities for including this type of tool in refit studies.

Materials and Methods

As the main aim of this study is to test whether NODE+ ChromaPro is a useful tool for recording the colour of the various elements involved in a refit study, and a stronger objective way of associating them, we selected an already known and partially refitted sample, with existing refits, and supplemented it with more pieces from the same context that, *a priori*, were not part of those refitted sets.

Context

The lithic assemblage used to test the new method is from TD10.1, one of the richest layers from not only the Gran Dolina site, but the entire Sierra de Atapuerca complex. Sierra de Atapuerca is a hill, 1085 masl, located 15 km east of the city of Burgos (Spain) and 3 km north of the Arlanzón river, in the Bureba corridor (Fig. 2). It is a strategic location with a wide range of resources available in the almost immediate surroundings (García Antón 1995; Rodríguez et al. 2011). The Sierra de Atapuerca karst system has yielded evidence of early human occupation dating from the Lower Pleistocene (1.2 My in unit TE9 of Sima del Elefante (Carbonell et al. 2008; Huguet et al. 2017; de Lombra-Hermida et al. 2015) and 0.8–0.9 My in unit TD6 of Gran Dolina (Carbonell et al. 1995; Parés et al. 2013, Moreno et al. 2015) to the Holocene (Angelucci et al. 2009, Carbonell et al. 2014).

TD10.1 is the topmost subunit of TD10, a 3-m-thick deposit within which there are three further subunits: TD10.2, TD10.3 and TD10.4, from top to bottom, each of which contains occupation layers (Ollé et al. 2013; Pérez-González et al. 2001; Rodríguez et al. 2011). Multiple datings have been made throughout the TD10 sequence; the TD10.1 subunit has provided a mean date of 337 ± 29 ky in its uppermost section and 379 ± 57 ky at the bottom (both ESR/UTh). Although the boundary between TD10.1 and TD10.2 has been dated to 244 ± 26 OSL, ESR/UTh dates TD10.2 as 337 ± 51 ky to 418 ± 63 ky, which would fit with the first series of dates (Berger et al. 2008; Falguères et al. 1999, 2013). In addition, dating from correlation with river terraces also provides dates of 400 ± 90 ky and 370 ± 70 ky for TD10.1 (Moreno et al. 2012) (Fig. 2).

Micro-morphological analysis of the basal sediments of TD10.1 suggests mild sub-surface diagenesis resulting from sedimentary stasis or very slow rates of sedimentation during intense hominin occupation, with little physical or chemical postdepositional disturbance modifying the archaeological assemblage (Mallol and Carbonell 2008). Taphonomic studies of the fauna (Rosell and Blasco 2009; Blasco et al. 2013) and non-preferential orientations of lithic refits (López-Ortega et al. 2019) corroborate this data.

In terms of technology, the TD10.1 assemblage shows transitional features between mode 2 and mode 3 technocomplexes, pointing to an early Middle Palaeolithic context. It is not a classical Levallois toolkit, but rather, it seems to represent a local evolution of predetermined knapping methods characterised by some Levallois cores as well as with large cutting tools and large flakes used as cores to obtain small- and medium-sized flakes (Carbonell et al. 2001; García-Medrano et al. 2015; Ollé et al. 2013, 2016; Rodríguez-

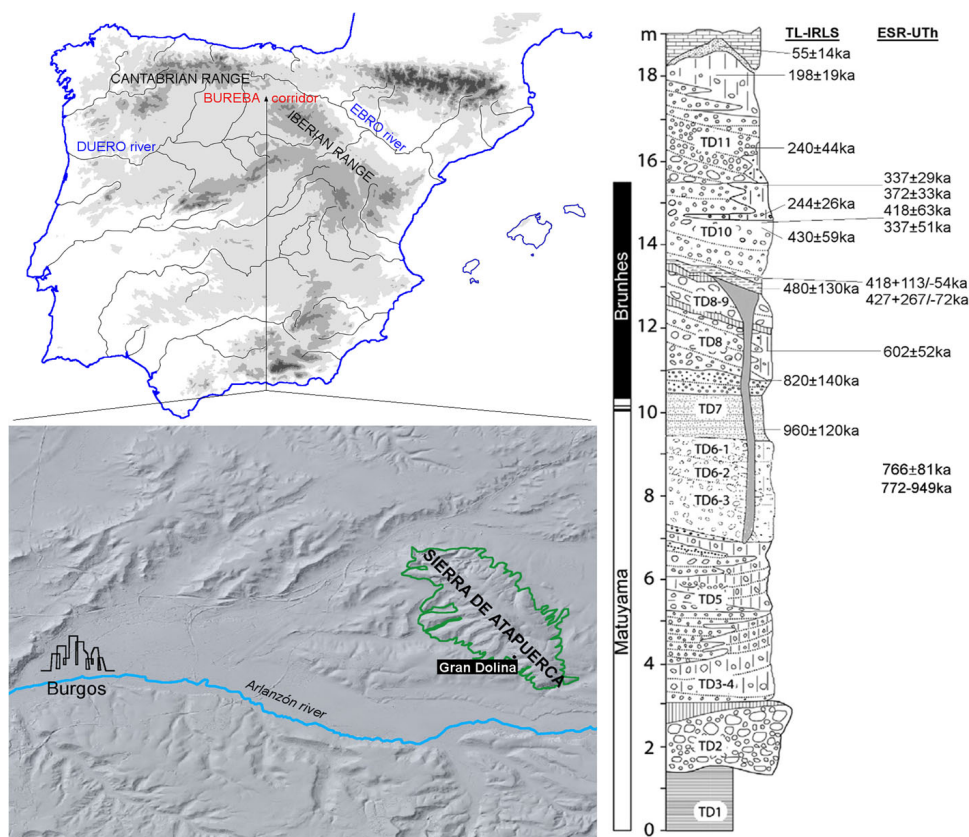


Fig. 2 Left: location of the archaeopalaeontological complex of the Sierra de Atapuerca. Right: stratigraphic profile with available TL-IRSL and ESR-UTH dates

Álvarez 2004; Terradillos-Bernal and Rodríguez-Álvarez 2014). The most widely used raw materials are of local origin (García-Antón 2016), with a clear predominance of Neogene chert (51.2%). Other materials found in the unit are as follows: sandstone (17.8%), quartzite (17.2%), Cretaceous chert (6.6%), quartz (3.2%), and limestone (0.3%). Preliminary refit studies identified some lithic clusters related to knapping activities, but none had a high volume of associated artefacts or showed complete reduction sequences (López-Ortega et al. 2011, 2017). However, all the technological categories had been identified among the lithic assemblage, where the most represented category is the knapping product (complete and fragmented flakes), with more than 70% of the remains. Retouched tools and cores are less represented, with a percentage of 3.54% and 1.20% respectively.

The refitting study of this assemblage began in 2010 (López-Ortega et al., 2011) among the lithic remains of the 18-m² north-western sector of TD10.1. After that, the study was developed including all the lithic remains recovered in this unit (López-Ortega et al., 2017). Firstly, artefacts were extended according to the original position in which each piece was recovered at the site: the table becomes the excavation, and materials are positioned according to their contextually grid. This step facilitates the finding of conjoins (connections between artefacts split by non-conchoidal fracture) and short connections. After this distribution, the materials are rearranged according to

their technological category, type of fractures or features such as the presence of cortex. This reorganisation allows finding core-and-flake refits (connections between artefacts split by conchoidal fractures) and connections related to knapping sequences.

Material Selection

For this study, a random selection of quartzite and Cretaceous chert raw materials was made from the total lithic assemblage of TD10.1. The elements chosen were larger than 20 mm as this is the minimum surface area required for correctly resting the device on, because the colour sensor has an 8-mm-diameter opening and the sensor platform is 15 mm. In addition, several refits and conjoins were included in the sample, of both quartzite and Cretaceous chert, to test whether or not the device and colour sampling protocol are actually valid for detecting refits from among the other samples.

The final assemblage for analysis was a group of 122 pieces: 56 of quartzite and 66 of Cretaceous chert. The full set included 18 already known refits, involving 36 pieces: 9 connections of 17 quartzite elements and 9 connections of 19 Cretaceous chert pieces (Table 1—suppl. data). Of the 9 quartzite connections, 6 were dorso-ventral refits between flakes and the remaining connections were conjoins between split Siret fragments. One of those connections involves both a refit and a conjoin: REM2_7-3_7 links the ventral surface of a complete flake and the dorsal surface of a flake made up of two Siret fragments (Fig. 3). In the case of the Cretaceous chert, there are 4 dorso-



Fig. 3 Quartzite refits within the sample. Left to right and up to down: REM2_4, REM2_41, REM2_24, REM3_13, REM2_31, REM3_25, Rem2_35, REM2_7-3_7

ventral refits between flakes and 5 conjoins of different types: 1 connection between two split Siret fragments, 2 connections between proximal and distal flake fragments, a link between fragments broken during the retouching process and a conjoin between fragments split by post-depositional processes (Fig. 4).

The wide range of colours and hues in the elements of the quartzite set, as well as the variety of colour often seen even in a single piece, has helped it be included within the RMUs, and a high number of connections and refits have been found. Distinguishing RMUs is an essential step in the refitting process because each group could pertain to a single cobble and, therefore, even if they do not directly connect, they constitute an indirect refit (López-Ortega et al. 2011, 2017; Roebroeks 1988; Schäfer 1990; Vaquero 2008). For Cretaceous chert, the physical differentiation was more difficult than for the quartz and quartzite assemblages because this material appears very homogeneous, with no large marks, inclusions or veins. Even the cortical zone, when present, is very similar in all cases and does not aid in identification and differentiation of individual cobbles. As it will be discussed in the corresponding “[Discussion and Conclusions](#)” section, Cretaceous chert presents a patina that affects the colour of the surfaces, turning them whitish. Only the presence of light grey, circular spots can help identify a join between the pieces. However, these are relatively abundant within the assemblage, so they do not allow to clearly separate RMUs. The quartzite assemblage does not show any alteration. There are no thermal alterations, and the sampled remains are free from concretions that could affect the colour of the items.

Colour Sampling

NODE+ ChromaPro (both designed and manufactured by Variable Inc., that approximately costs 550 €, depending on duties and taxes) is a portable, wireless, colour sensor platform that uses light reflecting technology to transform gathered sensory information into data. Node+ has an 8-mm-diameter aperture with LED illumination to negate



Fig. 4 Cretaceous chert refits within the sample. Left to right and up to down: REM2_37, REM2_39, REM4_13, REM2_38, REM5_5, REM4_14, REM6_3, REM2_40, REM3_24

ambient lighting issues, and the scanning measurement time is about 1 s. This device requires different digital applications to gather, store and reference colour, which must be installed on a smart device. Bluetooth connection allows it to be linked with the smart device to download the data obtained with the colorimeter. The apps employed are myNODE and CMG Color, both developed by Variable Technologies LLC.

The first app used is myNODE, which links the smart tool to the colorimeter by Bluetooth. This app also allows you to view device info and manage it, and it provides access to other NODE apps. Once the devices are linked, the CMG Color app is used. This supports user streamlining of the colour data gathering and selection process. CMG Color also allows you to scan, store, file and reference colours in customised palettes; colour match from physical objects; and it also allows to organise personal palettes and attach pictures to them. Palette data can be exported *via* Bluetooth or email in .csv format, which can be processed by statistical software.

NODE+ ChromaPro and CMG Color were used to sample, by way of three shots taken of each removal negative, both ventral and dorsal faces (Fig. 5). It must be remembered that ventral samples require dorsal samples to enable dorsal-ventral connections to be found, and flakes need core negatives to refit with, as the result of production or shaping knapping sequences. An averaged measurement of the colour codes was obtained from the three shots on each facet and used in the statistical analysis.

The CMG Color app provides alphanumeric HEX code data for the samples. These codes are converted into numerical data through the online application Color Hexa, a colour encyclopaedia that converts the HEX code to many different colour codes (RGB, CMYK, binary, *etc.*). We selected the XYZ code, since this is one of the most common and easily identifiable codes for graphic and design editors and is suitable for processing and analysis with statistical software, such as R (Fig. 6).

XYZ is a similar colour model to RGB, but it is not based on the additive synthesis of the three primary colours (red-green-blue). Instead, it uses spectral characterisation, which better represents the colour visible to the “standard observer”. XYZ is more closely related to the human sensation of colour, as X is a mixture of the sensitivity curve from red to green (L and M eye cones), Y is luminosity, and Z is the stimulus of blue (S cones) (Commission Internationale de l’Éclairage 1931) (Fig. 7).

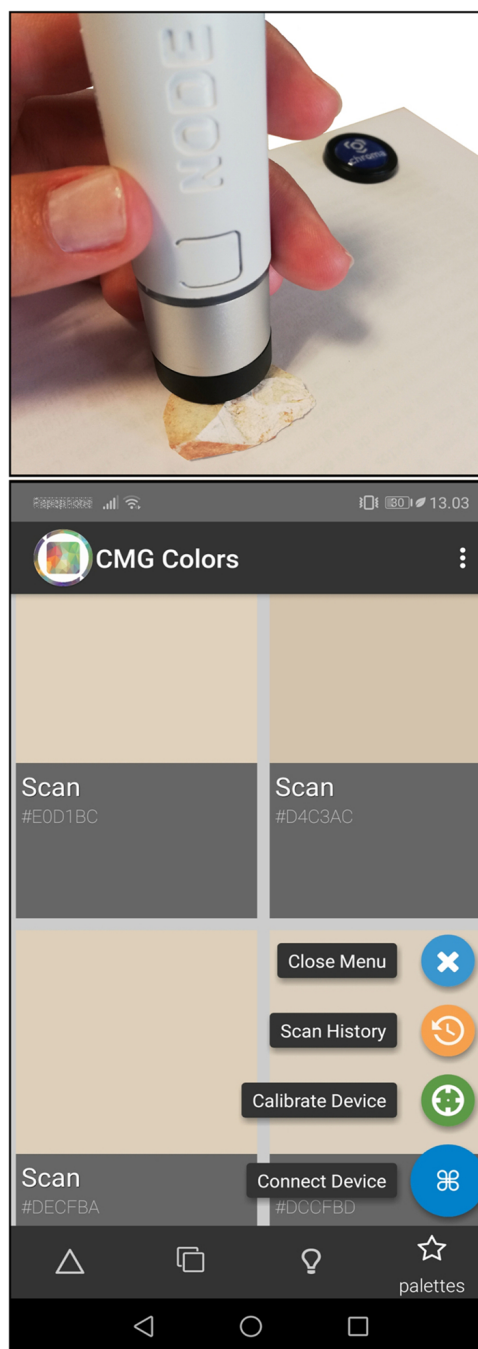
Statistical Analysis

Once we had obtained the average values of the samples from each surface of all the lithics, we proceeded to analyse them. The values obtained were introduced into a principal component analysis that allowed us to reduce the three colour variables (XYZ) to a two-dimensional space, where the information is summarised in the first two principal components obtained. The XY location of each element in the resulting coordinate system of the PCA was used to analyse the spatial distribution of the sample analysed.

Density-Based Creation of Raw Material Groups

In this step, the objective was to find clusters of points in the PCA XY spatial distribution allowing us to more easily recognise potential refits. To do this, we applied the *density-based spatial clustering of applications with noise* (DBSCAN) algorithm

Fig. 5 Up. Sampling process. Three samples were taken in each face of the lithic (dorsal and ventral), fully supporting the sensor on the surface. Down. Screenshot of the samples taken with the Node Chroma sensor and processed by CMG Color app, where the successive shots and the respective colour codes #HEX appear



(Ester et al., 1996) to the point distribution of colours in the PCA coordinate space. The DBSCAN classification was performed in R (R Core Team 2017) using the *fpc* (Hennig 2018) and *dbscan* (Hahsler and Piekenbrock 2018) packages for the analysis and *factoextra* for visualisation (Kassambara and Mundt 2017).

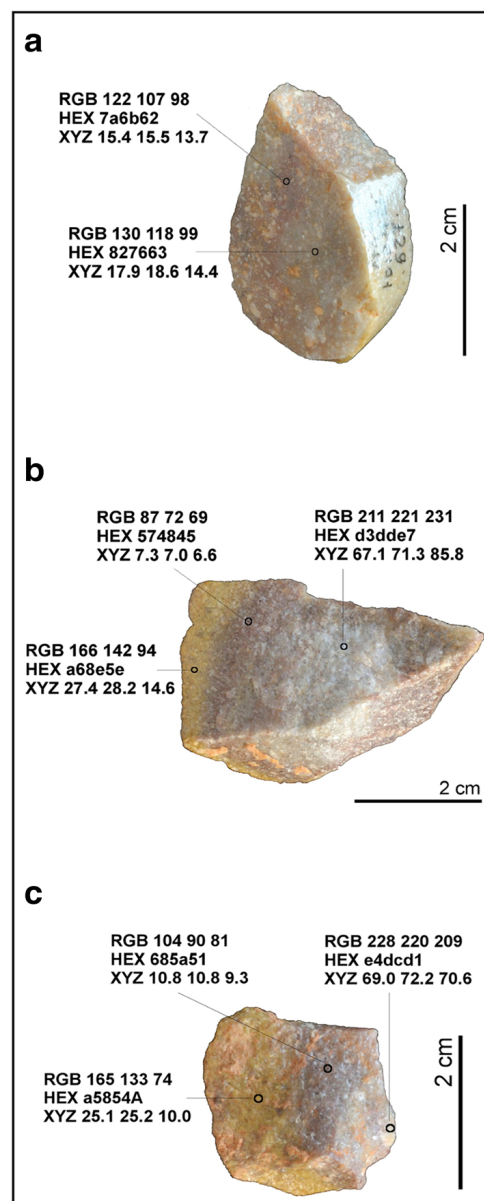


Fig. 6 Examples of sampling points in quartzite tools and their colour codes in RGB (red, green blue), HEX (hexadecimal) and XYZ codes (CIE xyz). Notice how the first piece (**a**), despite showing slight differences in the hue of its raw material, the colour codes (and their description) are similar. In the other two pieces (**b**, **c**), there is a greater difference in the colours and hues of its surface. **a** M21–627 (2004), colour description of both spots is dark greyish orange. **b** G21–26 (2002), colour descriptions are: right spot as a light greyish blue; centre spot as a very dark greyish red; and left spot as a mostly desaturated dark orange. **c** J20–134 (2001) colour descriptions are: right spot as a light greyish orange; centre spot as a very dark greyish orange; and left spot as a dark moderate orange (descriptions obtained by Colorhexa)

The DBSCAN algorithm is a partitioning method especially designed to operate on mixed spatial patterns involving noise or possible outliers in the point patterning. The number of clusters to be found is not determined *a priori*, unlike other partitioning

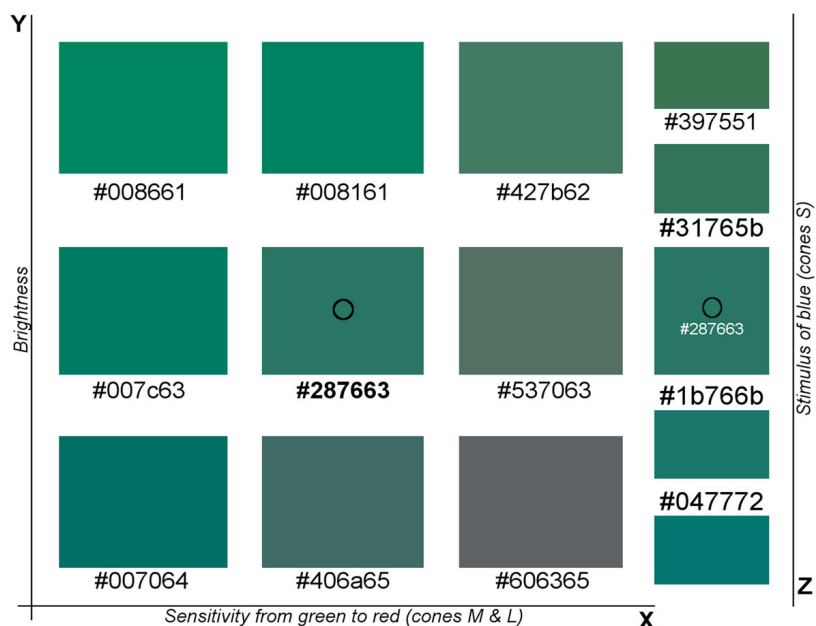


Fig. 7 Example of variation in X, Y and Z of the colour “dark cyan” (#287663, RGB 15.7-46.3-38.8, XYZ 9.605-14.308-14.059). The values have been increased/decreased by 2 points throughout the axes: #008661, RGB 0-52.5-38, XYZ 10.682-17.912-14.203; #008161, RGB 0-50.6-38, XYZ 10.007-16.562-13.978; #427b62, RGB 25.9-48.2-38.4, XYZ 11.534-16.205-14.075; #007c63, RGB 0-48.6-38.8, XYZ 9.459-15.315-14.261; #537063, RGB 32.5-43.9-38.8, XYZ 11.613-14.328-13.957; #007064, RGB 0-43.9-39.2, XYZ 8.094-12.508-14.044; #406a65, RGB 25.1-41.6-39.6, XYZ 9.617-12.337-14.186; #606365, RGB 37.6-38.8-39.6, XYZ 11.634-12.35-14.082; #397551, RGB 22.4-45.9-31.8, XYZ 9.533-14.186-10.02; #31765b, RGB 19.2-46.3-35.7, XYZ 9.633-14.364-12.162; #1b766b, RGB 10.6-46.3-42, XYZ 9.583-14.251-16.155; #047772, RGB 1.6-46.7-44.7, XYZ 9.683-14.433-18.194

methods, and depends on two parameters: (1) the point density or the value established as a radius of neighbourhood around a given point and (2) the minimum points within this given neighbourhood required for a point to be clustered. DBSCAN classifies each point in the dataset into three categories according to the density of neighbours within the radius of neighbourhood: core point, when the number of neighbours is equal to or higher than the minimum points; border point, when the neighbour count is lower than the minimum points but it is within the neighbourhood of a core point; and outlier point, or noise, when the point is neither a core point nor a border point. Finally, point clusters are defined based on breaks in the density connections between the groups of core and border points.

In our case, the minimum point value was set at 2, as the minimum number of points required to build a refit or a conjoin. To set up the point density value, we used the k -nearest neighbour distances in the dataset through the $kNNdistplot()$ function included in the *R dbscan package*. This function calculates the average distance of every point in the dataset to its k -nearest neighbours, with $k =$ minimum points. The point-distance sorting produced by $kNNdistplot()$ was used to define the point density value. To test for differences, and ensure the minimum spatial patterning, different values along the plot were tested as point density values. When low values were selected, the number of clusters increased significantly, creating many different clusters formed by few points

and overrepresenting the outliers. In contrast, when higher values were selected, the spatial patterning disappeared, and all the points were classified into only one or two spatial clusters (Fig. 8).

Once the clusters had been defined, the cluster classification of each point was added as a new variable to the XY dataset. Finally, the convex hulls defining the colour space occupied by every single group of refits were plotted together with the DBSCAN-defined clusters to test for consistency between the colour space clusters and the refit groups.

Spatial Relationships with the Refitted Groups

Once the density-based clustering had been established and the first refits identified, these refitted groups were used as spatial features, or references, to classify the remaining non-refitted material in terms of their spatial (*cf.* chromatic) proximity. The purpose of this was to generate a second classification scheme and screen the lithic remains to look for new refits. In this case, the clustering was determined by the distance between any single tool in the PCA coordinate space and the coordinates of the centroid of each refit group.

To do this, firstly, the coordinates of the refitted tools in the PCA space were obtained. For each refitted group, the XY coordinates of its centroid were then calculated. A centroid is the central point (or centre) of a geographical object; in this case, the object is drawn by the points of the associated artefacts. The coordinates of the non-refitted materials were predicted as supplementary individuals and scaled according to the results of the PCA of the refitted groups. To relate the non-refitted tools with

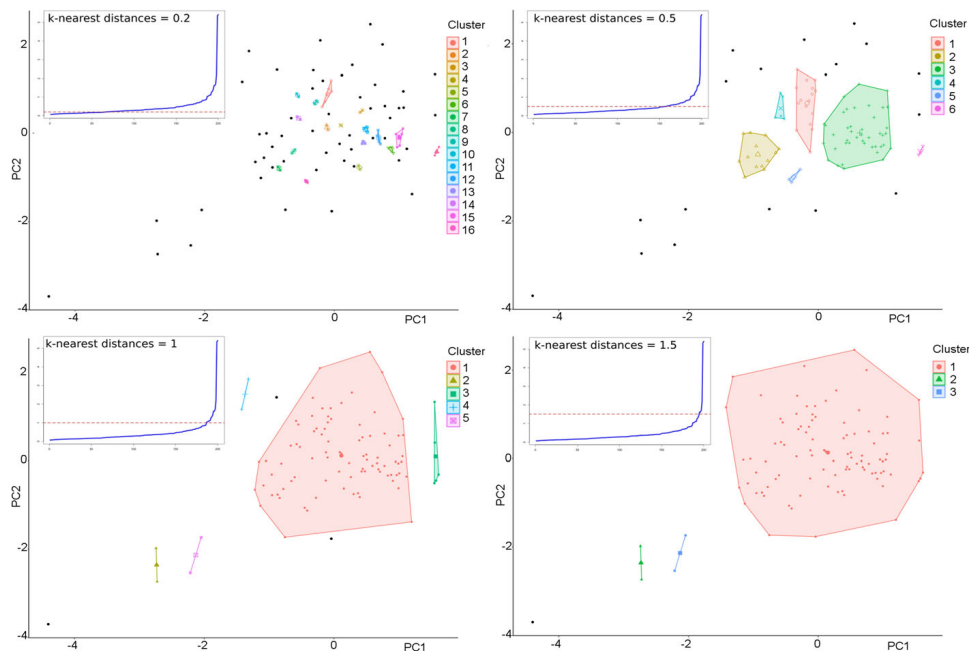


Fig. 8 Differences tested modifying the k -nearest distances to select the correct point density value that provides a coherent clustering, avoiding the inclusion of outliers or extreme individualisation of the elements

the centroids, first we computed the distance between each non-refitted tool and each centroid using the *crossdist.default()* function in the spatstat R package (Baddeley et al. 2015). The shortest distance of a tool to a centroid was retained, and new clusters were created using the closest centroid as a grouping variable.

Results

Cretaceous Chert

From the parameters established (point neighbourhood and minimum number of points), and by applying these to the Cretaceous chert sample, a total of ten clusters were generated. The groups ranged from 80 samples, in cluster 1, to 2 samples, in clusters 2, 6 and 9. Cluster 10 included three samples; clusters 4, 5 and 8 comprised four samples each; cluster 3 included thirteen samples; and cluster 7 had eight samples (Table 1—suppl. data).

Only fifteen samples appeared as outliers, with no clear association with any chromatic cluster (Fig. 9). However, seven of these outliers were samples belonging to one or several known refits (18.4% of the refitted samples): one to the connection Rem2_37, three to Rem2_39, two to Rem3_24 and one to Rem4_13.

No cluster contained more refitted pieces than unrefitted ones; only cluster 4 presented a proportion of 50–50%, comprising two samples that belong to the re-assembly Rem4_14 and two others that do not.

All the elements of one of the refitted groups were included within a single cluster: Rem6_3, with six samples, formed part of cluster 1 ($n = 80$). The elements of Rem2_37, Rem2_38, Rem2_39, Rem2_40, Rem4_13, and Rem4_14 were distributed between two different clusters, and the pieces from Rem3_24 and Rem5_5 were found in three clusters.

The results of the sample association to the centroids obtained from the already known refits are very diverse. There is a clear dissociation between the ventral and dorsal samples of most of the pieces analysed. Only in 41.41% ($n = 41$) of the samples are both faces associated within the same centroid; in the remaining 58.59% ($n = 58$), the samples from the two faces are grouped into distinct centroids. Within these dissociations, there are some cluster combinations with more samples than others: combinations 1–7, 2–7, 5–7 and 7–9 contain thirty samples that reflect clear chromatic differences between the dorsal and ventral faces of single lithic elements, representing more than 50% of these dissociations (Fig. 10; Table 1—suppl. data).

Moreover, the association of the samples to the centroids of the refits gives us some groupings that are partially similar to those obtained by applying the dbSCAN algorithm to the entire sample. The association to centroid 3 ($n = 5$ plus Rem2_39) overlaps the samples included in cluster 3. Similarly, centroid 2 ($n = 5$ plus Rem2_38) superposes three of the five samples in cluster 10. On the other hand, the samples associated with centroids 6 ($n = 6$ plus Rem4_13), 8 ($n = 5$ plus Rem5_5) and 9 ($n = 7$ plus Rem6_3) are included generally within the large cluster, 1, so there does not seem to be a more specific relationship between them isolating them into individualised clusters. Centroid 5 ($n = 7$ plus Rem3_24) includes not only samples from cluster 1 but also two samples that dbSCAN considers outliers. Centroid 7 has the most samples associated with it ($n = 52$ plus Rem4_14), and there is more disparity with respect to the density of clustering.

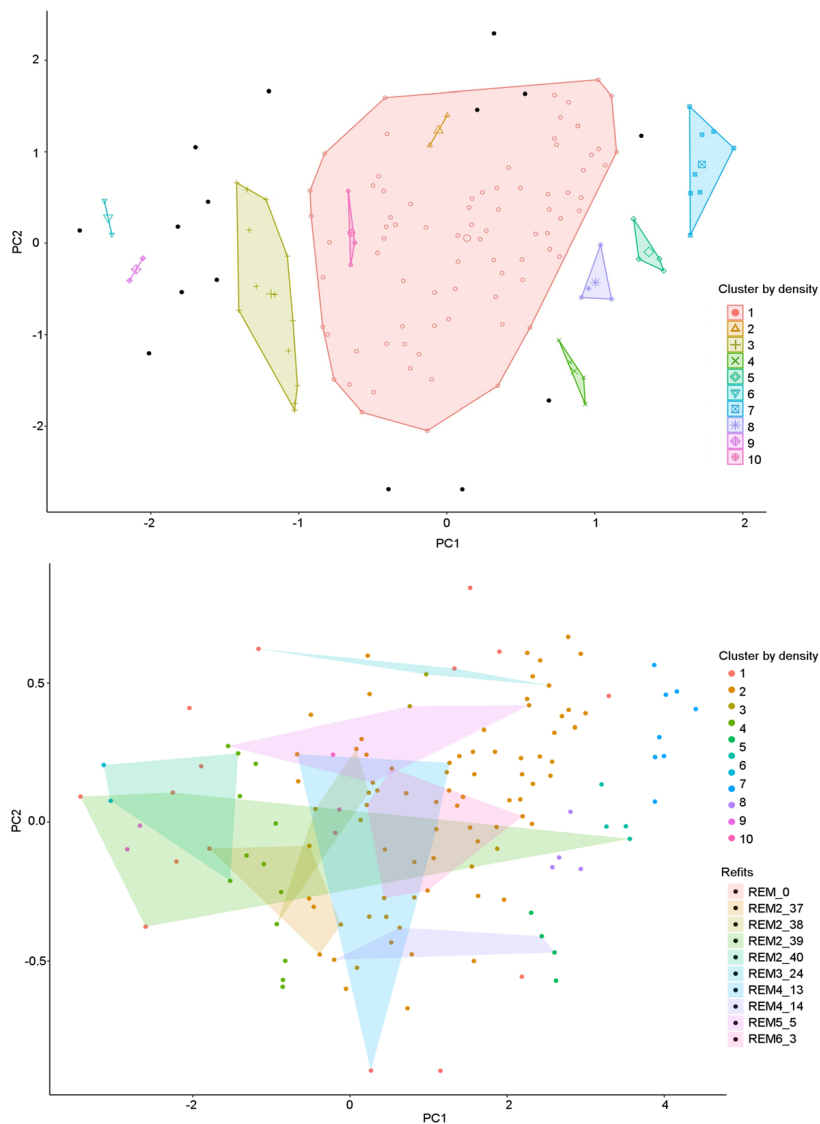


Fig. 9 Graphical representation of the dbscan algorithm analysis on Cretaceous chert assemblage. Up: clusters obtained by the algorithm in which the minimum points were set at 2. Down: Convex hulls defining the colour space occupied by each refit. Note how a considerable part of refitted elements within each connection belongs to the same cluster, while others were classified into other clusters

This centroid associates samples from up to five different clusters and three outlying samples. Finally, centroid 4 ($n = 5$ plus Rem2_40) associates the majority of the outliers and the three samples from cluster 9.

Quartzite

The dbscan analysis of the quartzite assemblage generated a total of six clusters. The largest is number 3, with a total of forty-two samples. There are two intermediate

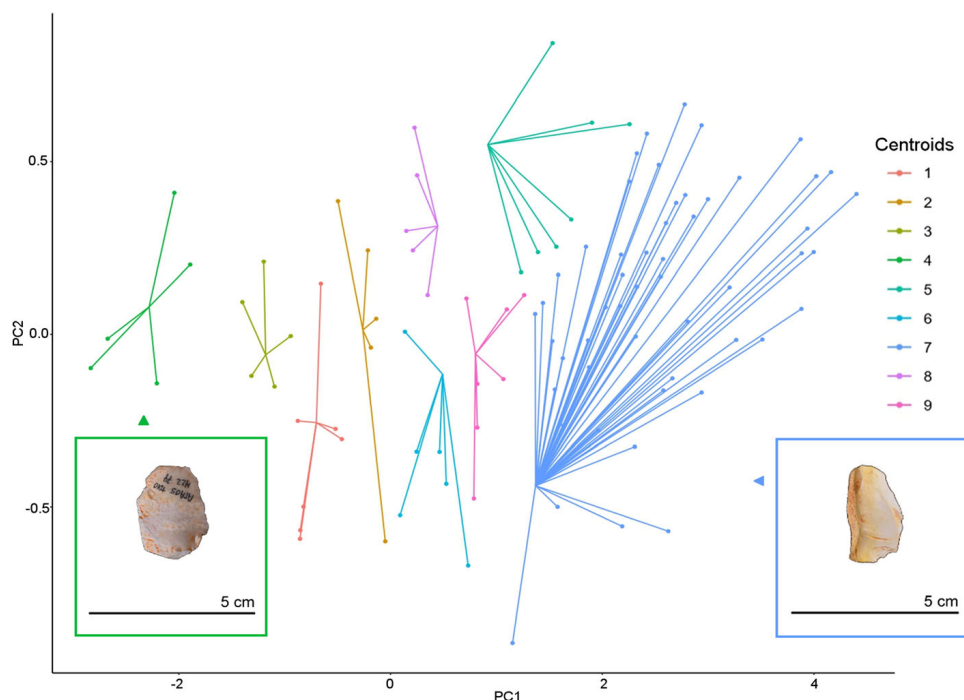


Fig. 10 Example of pieces on Cretaceous chert within two centroids with their colour differences: 05-M22-829 (Rem2_40) for centroid 4 and 03-O19-188 (Rem4_14) for centroid 7

groups, clusters 1 and 2, containing sixteen and thirteen samples, respectively, and three smaller groups, 4, 5 and 6, including five, three and three samples, respectively (Table 1—suppl. data).

Of the one hundred samples, eighteen lie beyond any cluster, presented as outliers (Fig. 11). Similarly to the Cretaceous chert, there are also refit samples in the quartzite set that are considered outliers; however, in this case, there is only a single sample (C00-M13-46V).

Most of the clusters contain fewer refitted items than non-reassembled pieces, but cluster 1 ($n = 16$) has more refits than isolated pieces (56.25% versus 43.75%). Clusters 2, 3 and 4 present between 20 and 30% refits; this percentage drops even further in cluster 0, where just over 5% are refitted pieces, and in clusters 5 and 6, none of the samples are refits.

With regard to the pieces that refit, on two occasions, there are two refits that show very similar values to one another: Rem2_4 and Rem2_35, Rem2_31 and Rem2_41. Their colour codes are so similar that in both cases, they have been considered a single set (RFG1 and RFG6).

In the case of two refits, all their samples fall within a single cluster: Rem2_7-3_7, with six samples, and Rem2_24, with two samples, form part of cluster 3 ($n = 42$). In no case are the pieces of established refits found in more than two clusters.

The centroid results are also more successful in associating the ventral-dorsal readings from a single piece within the same centroid. In 55.26% ($n = 42$), the samples from the two faces are associated to the same centroid, while 44.74% are located in different ones. Within these dissociations, the ventral and dorsal samples of six pieces

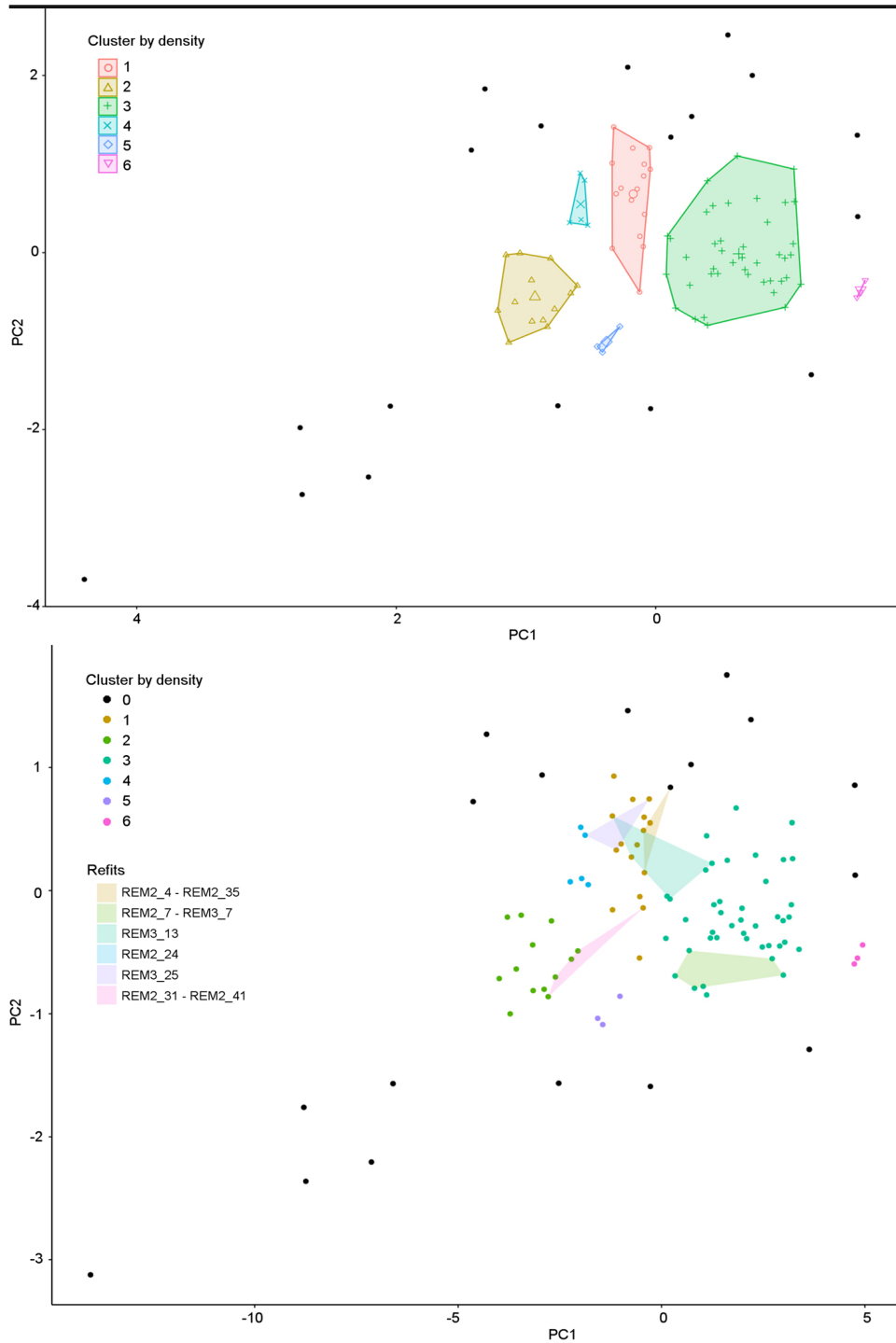


Fig. 11 Graphical representation of the dbscan algorithm analysis on quartzite assemblage. Up: clusters obtained by the algorithm in which the minimum points were set at 2. Down: Convex hulls defining the colour space occupied by each refit. Note how most of refitted elements within each connection belongs to the same cluster, while others were classified into other clusters

($n = 12$) are separated from one another in centroid combinations 1–4, 2–3 and 3–5. In addition, the combination of clusters 1–6 contains fourteen samples, representing more than 40% of the wrongly associated readings. This greater volume of dissociations was found in clusters 1 and 6 points towards a certain similarity of chromatic characteristics, and, by comparing this with the dbscan graph, we can verify that both centroids fall within cluster 3, which also includes Rem2_7-3_7, Rem2_24 and part of Rem3_13.

On the other hand, projecting the samples onto the refit centroids gives us some groupings that are partially similar to those obtained with the dbscan of the whole sample set. Eleven of the centroid 2 associations ($n = 24$ plus Rem2_31 and Rem2_41) represent part of the samples included in cluster 2. Centroids 3 ($n = 5$ plus Rem3_25) and 5 ($N = 3$ plus Rem2_4 and Rem2_35) not only contain samples within cluster 1 but also present samples from other clusters in addition to some of the outliers. The samples in centroid 4 ($n = 6$ plus Rem3_13) fall within clusters 1 and 3, which are very close to one another, in addition to an outlier (Fig. 12).

Special mention must be made of centroids 1 ($n = 16$ plus Rem2_7-3_7) and 6 ($n = 21$ plus Rem2_24), since together, these represent almost half of the sample. The two centroids are located very close to one another and both fall within cluster 3. Centroid 1 shares all its samples within cluster 3. Centroid 6, in contrast, also includes samples from cluster 6 and five outliers.

Discussion and Conclusions

Nowadays, there are thousands of colour scales, hundreds of devices with the ability to record colour tones and hues, digital cameras that capture images with a resolution that

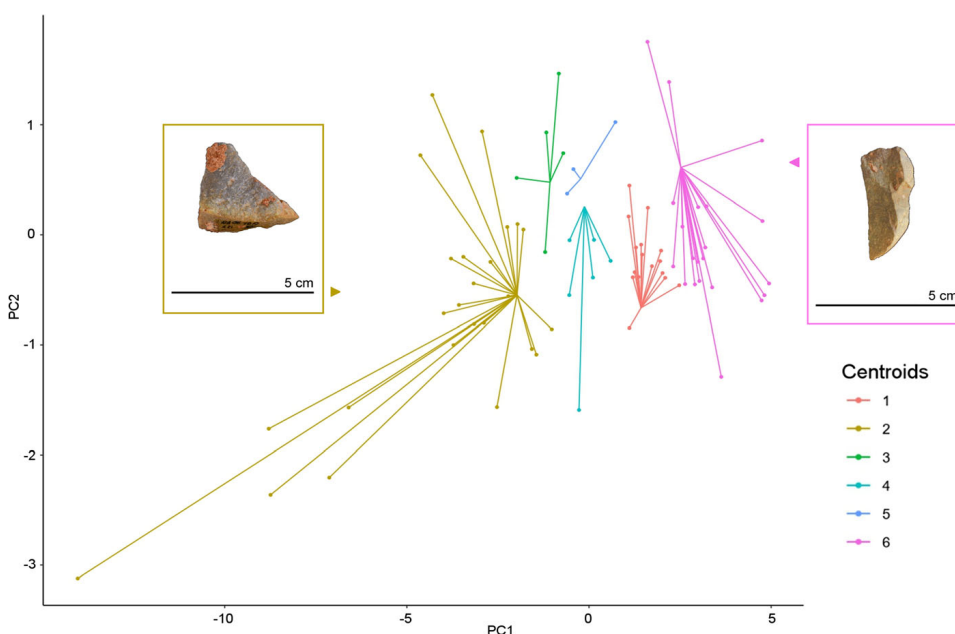


Fig. 12 Example of pieces on quartzite within two centroids with their colour differences: 06-L21-366 (Rem2_41) for centroid 2 and 02-L19-89 (Rem2_24) for centroid 6

exceeds the visual capacity of a large part of the population and even eyeglasses that mitigate the aggression our eyes suffer every day by being overexposed to excessive hours of digital screens. However, none of these provide a solution for the fact that it is almost impossible for two or more different people to see the same colour or the same hue.

The objects have no colour but reflect different wavelengths of light, and this reflection is captured by the eye and processed by the brain, which ends up interpreting a colour. The human visible spectrum goes between ultraviolet and red light (which means a ratio up to 10 million colours). When the light hits an object, it absorbs part of the light and reflects the rest, which enters the human eye through the cornea. The cornea tilts the light towards the pupil, which regulates the amount of light that reaches the crystalline lens. This, in turn, focuses the light on the retina, which is the layer of nerve cells that detect this light and react to it. These cells are cones and rods. The rods are activated in low light conditions; the cones are stimulated in environments with greater illumination and are sensitive to different wavelengths (red, green and blue pigments) (Fig. 13). Under normal conditions and with a vision without anomalies, the light reflected on an object activates both red and green cones, located in the retina. The cones send a signal through the optic nerve to the visual cortex in the brain, which processes the amount of activated cones and the strength of the signal they sent. After processing the nerve impulses, we see the colour of the object. However, in a darker environment, the light reflecting the object would only stimulate the rods, so is not possible to see the colour, but only shades of grey (Neitz and Neitz 2008, 2011).

Genetic individualities, as well as visual problems and even defects, directly influence a person's visual perception. Usually, that neural system works fine, but sometimes, colour processing hits perceptual boundaries, as in the example of the white-and-gold or black-and-blue dress (Fig. 1). Some researchers state that humans are daytime animals, and, as such, their vision is adapted to daylight colour changes as part of their circadian activity, from the pinkish red of dawn to reddish twilight, and the blue-white

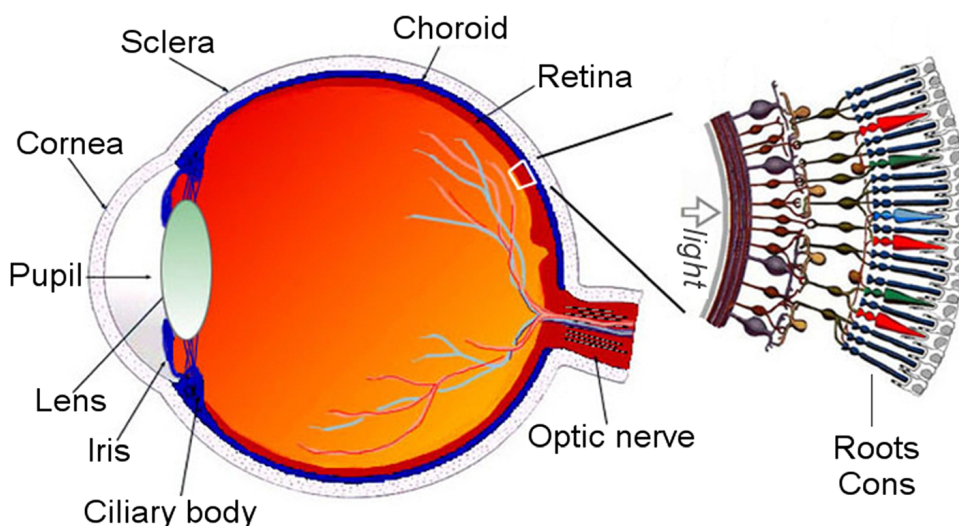


Fig. 13 Drawing of an anatomical section of a human eye with a schematic enlargement of the retina where cones and rods are located (extracted from Webvision: the Organization of the Retina and Visual System)

of noontime (Lafer-Sousa et al. 2015; Pauers et al. 2012). Therefore, when somebody looks at something, their neural connections “clean” the colour and tones of daylight to obtain the “real” colours of the object. Moreover, there are many genetic variations that affect this colour perception and the neural system that processes it. Individuals who suffer light or colour perception deficiencies experience a certain neural normalisation, where their perception is greatly conditioned by their past visual history. However, in practice, this experience seems to affect not only people with a perceptible defect, but actually a large part of the population (Neitz et al. 2002). For example, the images of certain visual illusions, like those pictures in which two animals are represented but, once the eye sees one of them, it is difficult to see the other. This is because an illusion is a mental product elaborated with sensory and cognitive phenomena; it is a combination of what we perceive of reality and what we expect from it and, always dependent on a person’s accumulated experience, a statistical calculation and prediction.

In this way, it seems obvious that an individual’s colour perception is influenced by possible genetic, innate or acquired, factors; the temporal and luminous context of the observation; and the visual experience of the observer, among others. The same object can be perceived differently not only by two independent observers but also by the same observer at different times of the day and also in terms of their visual experience prior to the observation of that particular object. Is it possible, therefore, that the time invested by a researcher in observing the lithic elements influences the observation itself? Is it beneficial to observe a lithic set for hours since the eye creates a greater colour experience? Or, on the contrary, is it detrimental to observe the assemblage for a long time since the visual memory becomes accustomed to the colours and incorrectly groups them by similarity, extending the boundaries of the tones? There is little consensus. Laughlin and Kelly (2010) established that there was a time limit after which the search for refits was counterproductive. However, other studies, such as Hallos (2005), have shown that investing a great deal of time—and a high number of colleagues—in this type of study is basic and necessary. Still, and again, we face the same problem: the individual and different perception of each of the scientists involved. Regarding the length of the study, the total time devoted in the refitting of TD10.1 assemblage has not been accounted given its characteristics (diversity of raw materials, number of elements, *etc.*) and the intermittent availability of a suitable space for the study. However, the initial analysis (with a classical methodology) on a sample of 700 lithic remains was calculated: a total amount of 550 h was spent in the first searching step (López-Ortega et al. 2011). On the contrary, the time devoted in the sampling with Node+ Chroma is 1 s per shot. Taking into account the time spent in the preparation of the pieces and the download and transcription of the codes, sampling 122 lithic elements took approximately 15 h, which means an 85% of time saving. This time consumption, as Romagnoli and Vaquero states (2009), is the worst trait of refitting studies as it affects the scientific productivity: a high production with stunning results is expected, and refits are not the fastest method, by now, to achieve them. New technologies are required to improve this issue.

In the world of archaeology, many requirements have become evident and most have been addressed through new technologies and the systematisation of certain processes that were slow and, consequently, costly in financial and human terms. Classifications and chromatic definitions, both of the sediment and archaeological remains, have become more ordered than in the past, with systematic definitions based on tables

(such as Munsell) and pantones. This process now requires a qualitative step towards its objectivity. An independent colour reference, objective and external to any variation or subjective condition, is necessary, not only for this kind of study, but also for all archaeological analysis procedures that use colour as a significant variable.

In this respect, the Node Chroma device was incorporated into the field of archaeology in the early 2000s, when it was used to study refits from the Madjedbebe rock shelter (northern Australia). The initial study, conducted by McNeil et al. (2015), used archaeological and experimental assemblages to test the viability of the Chroma device. The results were very productive, as the number of associated remains was extended until the exploitation sequences were completely reconstructed. However, the characteristics of the Madjedbebe samples are very different from those of TD10.1. In the case of Madjedbebe, the samples come from the same type of raw material and have a very restricted colour range. In our case, the colour is only restricted in the Cretaceous chert, as the quartzite displays a much wider chromatic range (not only between pieces, but also on the surface of a single element). In addition, the “monochromatic” character of the Cretaceous chert sample is not due to the raw material type, but rather to its post-depositional deterioration; while quartzites do not seem to be affected by tough burial processes, the whitish colour present on Cretaceous chert is related to the patina that covers almost all the objects, so it is impossible to know whether or not the entire chert set comprises the same type of raw material, or there are different types that have degraded to produce the same result. There are no fresh or recent fractures that show different tonalities between the inner part and the surface of the pieces, and in any case, there is no option to intentionally break the artefacts to check their internal colour. This alteration does not seem to have affected the Madjedbebe assemblage, so the sample colour represents the real colour of the raw material.

The team of McNeil (2015) and Clarkson et al. (2017) concluded that the Chroma device was optimal for identifying raw material groups and refits. In the study presented here, we corroborate this use, highlighting some of the limitations we have encountered, which should be taken into account when applying this to successive studies: (1) the preservation of the assemblage for analysis must be very good or optimal or, at least, any alterations suffered by the remains must not have significantly affected the colour of their surfaces; (2) readings should be taken on elements of at least 10 mm in size, although 15 mm is preferable whenever possible, to correctly support the sensor on the sample. This means that the smallest remains, such as retouching flakes, cannot be included in the set; and (3) the pieces must be very clean, free of dust and concretions. Any sediment remains will considerably alter the colour of the samples, and the results will not be valid for classifying reassembly groups.

These limitations, together with the results obtained in this study, have enabled us to verify the fact that there is a duality in the use of this device:

- On the one hand, Node Chroma can be used as the first step in the refitting analysis. Readings should be taken from the entire assemblage and, by statistically processing the colour codes obtained from these samples and the *dbscan* algorithm, these can be used to obtain smaller groups or subgroups, such as RMU or refitting groups (RFG). It must be remembered in mind that refit studies always involve a large investment of time and, particularly, space (which is often more difficult to find), so any division of the assemblage under study into smaller groups is helpful.

This allows the remains to be handled more easily and visualised better and enables the detection of more defining features. Therefore, during the search for refits, any features or physical characteristics of the artefacts, from colour to possible fissures or physiognomy of the fractures, can be taken into account. Fractures are often defined according to a morphometric protocol; a trapezoidal or triangular section is identifiable as such by anyone. The colour of a surface cannot be defined by such delimited parameters; only by making large groupings under very general colours can confusion be avoided. However, these large groups will include so many variations of hue that, in practice, they will be useless. The key to studying these specimens is the identification of very specific, very individualised characteristics, using these as the basis by which to subdivide the assemblage and to approximate, as far as possible, the cobbles and cores exploited and, therefore, the refits.

The results from this study partially support this. Although in the case of the Cretaceous chert the initial clustering does not seem to be very reliable, for quartzite, there is a certain degree of overlap between the known refits and the clusters. The aforementioned differences in the conservation of the surface original colour of the pieces between chert and quartzite, the presence of practically total patina in the Cretaceous variety and the total absence in the fluvial raw material seem the main causes of the relative success of this method for a quartzite type raw material and not for the other. While the homogeneity of the colour of the Cretaceous chert assemblage makes it difficult to distinguish groups or units of raw material and, therefore, the isolated identification of refits, the heterogeneity of the quartzite elements acts in the opposite way, facilitating this task.

Therefore, with no prior knowledge of any connections and as a technique for looking for refits within the groups created, we would have found at least five of the eight existing connections.

- On the other hand, Node Chroma can also be used as a final stage in the analysis: once the “traditional” study of refits has been carried out, readings of the assemblage, or of those elements that are suspected of being connected, can be taken. The statistical processing is similar to that used to initially separate the entire assemblage into chromatically similar clusters: by calculating and plotting the centroid of each known refit, the rest of the set of readings is projected. The samples are organised according to their chromatic proximity to the centroids. The samples associated with each centroid are likely to belong to the same RFG as the refit and, therefore, that small group allows a much more individualised and quicker search for new conjoins that is also spatially more affordable.

Just as with the previous possibility, of applying the device when initiating the study, this suggestion is also proposed as valid for assemblages of raw materials like quartzite, that do not present taphonomic alterations like those seen in the Cretaceous chert.

As previously published (López-Ortega et al. 2017), from a total of almost three thousand pieces of quartzite found in layer TD10.1, more than a hundred RMU have been recognised. From these, 29.3% ($n = 869$) pieces belong to 148 RMUs that, in turn, allowed the identification of 65 connections (refits and conjoins) involving 153 lithic artefacts. The remaining 70.7% ($n = 2098$) were not associated with any RMU and,

despite these being the vast majority, only 7 connections were found involving 14 elements. It is, therefore, clear that classifying and associating pieces to RMUs (or RFG through the Chroma device) is an essential step that greatly facilitates the recognition of refits and conjoins, due, in part, to the possibility that all the pieces of that RMU-RFG belong to the same nodule (López-Ortega et al. 2017; Roebroeks 1988; Schäfer 1990; Vaquero 2008).

The results from the Chroma device show that the samples cluster together in accordance with their objective colour affiliation, thus supporting the integration of this type of device into refitting studies, and even into many other types of archaeological analyses since it allows obtain objective results that can be compared with other findings. To date, it has only been possible to compare the data gathered from two different sites if the same researcher analysed the assemblages: the basis of the analysis is the experience and memory of that individual researcher. If collections are analysed by different researchers, no intra-site connections can be found. Using this type of colour device allows the chromatic registration of each of the remains, objectively and with alphanumeric data, permitting the comparison of far-distant sites in search of similar elements and connections between them, regardless of who the researcher is or how many researchers are involved.

In this sense, we can formulate new questions on the behaviour and decisions made by human groups and knappers. Did the colour of the materials influence in the selection of certain raw materials? Does the colour play a role in a technical and qualitative evaluation of the raw material? Only an exhaustive record of the colours and hues of the archaeological lithic assemblages and their comparison with samples of the raw materials present in the catchment areas can reveal a differential selection of cobbles with specific chromatic characteristics from within the range of possibilities offered by the raw materials. This selection can be interpreted in a basic cultural context, as a preferential use of, for example, the dark quartzite rather than the pale one merely as an aesthetic option or within a much broader and more complex cultural and technical context that demonstrates a deep knowledge of stone resources and their selection based on physical qualities closely linked to the surface tone. These questions, however, should be contemplated as part of a much broader future study.

To summarise, NODE+ ChromaPro is a simple, easy-to-use and non-invasive device, which optimises the classification of lithic artefacts using their real colour, assigning a colour code to each sample and making statistical management of the data possible. The use of chromatic measurements allows two complementary proposals to be developed that could change the paradigm: the question should not be “can we use it?” but “when do we use it?” The characteristics of lithic assemblages, such as conservation, post-depositional alterations and integrity, and, above all, the state of previous studies, will determine the appropriate moment to introduce the data obtained with the colorimeter. As a starting point, the distribution of the material in the colour space created from the samples (XYZ) can be used to automate the creation of raw material units or refitting groups, dividing the overall assemblage into different groups characterised by their proximity in this colour space and simplifying the search for refits. Moreover, it can also be used as a tool for chromatically characterising the refits found; from the colour information on these, the rest of the sample can be classified based on its chromatic proximity to a refit, thus refining the search and enabling further connections to be found. This second option, although contemplated for a later time in the study process than the first, is fully compatible with it.

Acknowledgements We would like to acknowledge our colleagues at Atapuerca, especially those involved in the fieldwork and research at the Gran Dolina site, whose comments and opinions during fieldwork are always very valuable. Research at IPHES is part of the Generalitat de Catalunya CERCA Programme.

Funding information Fieldwork at Atapuerca is supported by the Junta de Castilla y León and the Fundación Atapuerca. The research was conducted as part of the PGC2018-093925-B-C3-2 project of the Spanish Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICINN) and European ERDF, the Catalan AGAUR projects 2017 SGR 1040, 2017 SGR 836, and 2017 SGR 11, and the URV project 2018PFR-URV-B2-91. Esther López-Ortega was the beneficiary of a predoctoral FPI scholarship from MINECO (BES-2013-065048). Juan I. Morales is the beneficiary of a postdoctoral Juan de la Cierva—Incorporación grant (JCI-2017-31445) from the Spanish Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICINNU).

References

- Angelucci, D. E., Boschian, G., Fontanals, M., Pedrotti, A., & Vergès, J. M. (2009). Shepherds and karst: the use of caves and rock-shelters in the Mediterranean region during the Neolithic. *World Archaeology*, 41(2), 191–214. <https://doi.org/10.1080/00438240902843659>.
- Baddeley, A., Rubak, E., & Turner, R. (2015). *Spatial point patterns: methodology and applications with R* (p. 2015). London: Chapman and Hall/CRC Press.
- Berger, G. W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Ku, T. (2008). Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution*, 55(2), 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.02.012>.
- Blasco, R., Rosell, J., Fernández Peris, J., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2013). Environmental availability, behavioural diversity and diet: a zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 70, 124–144. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.03.008>.
- Bradfield, J. (2018). Some thoughts on bone artefact discolouration at archaeological sites. *Journal of Archaeological Science Reports*, 17, 500–509. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.12.022>.
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Díez, J. C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M., & Rodríguez, X. P. (1995). Lower Pleistocene hominids and artifacts from Atapuerca-TD6 (Spain). *Science*, 269(5225), 826–830. <https://doi.org/10.1126/science.7638598>.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sahnouni, M., Sala, R., & Vergès, J. M. (2001). Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie*, 105(2), 259–280. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80016-9).
- Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., Parés, J. M., Pérez González, A., Cuenca-Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M., Huguet, R., van der Made, J., Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D., Martínón-Torres, M., Rodríguez, X. P., Stock, G., Vergès, J. M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Canals, A., Benito, A., Díez, C., Lozano, M., Mateos, A., Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J., & Arsuaga, J. L. (2008). The first hominin of Europe. *Nature*, 452(7186), 465–469. <https://doi.org/10.1038/nature06815>.
- Carbonell, E., Huguet, R., Cáceres, I., Lorenzo, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Saladié, P., Vergès, J. M., García-Medrano, P., Rosell, J., Vallverdú, J., Carretero, J. M., Navazo, M., Ortega, A. I., Martínón-Torres, M., Morales, J. I., Allué, E., Aramburu, A., Canals, A., Carrancho, A., Castilla, M., Expósito, I., Fontanals, M., Francés, M., Galindo-Pellicena, M. A., García-Antón, M. D., García, N., Gracia, A., García, R., Gómez-Merino, G., Iriarte, E., de Lombera-Hermida, A., López-Polín, L., Lozano, M., van der Made, J., Martínez, I., Mateos, A., Pérez-Romero, A., Poza, E., Quam, R., Rodríguez-Hidalgo, A., Rodríguez, J., Rodríguez, L., Santos, E., Terradillos, M., Bermúdez de Castro, J. M., & Arsuaga, J. L. (2014). Sierra de Atapuerca archaeological sites. In R. Sala (Ed.), *Pleistocene and Holocene hunter-gatherers in Iberia and the Gibraltar Strait: the current archaeological record* (pp. 534–560). Burgos: Universidad de Burgos / Fundación Atapuerca.
- Chen, J., Ji, J., Balsam, W., Chen, Y., Liu, L., & An, Z. (2002). Characterization of the Chinese loess-paleosol stratigraphy by whiteness measurement. *Palaeo3*, 183, 287–297. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(02\)00246-8](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(02)00246-8).

- Clarkson, C., Jacobs, Z., Marwick, B., Fullagar, R., Wallis, L., Smith, M., Roberts, R. G., Hayes, E., Lowe, K., Carah, X., Florin, S. A., McNeil, J., Cox, D., Arnold, L. J., Hua, Q., Huntley, J., Brand, H. E. A., Manne, T., Fairbairn, A., Chulmeister, J., Lyle, L., Salinas, M., Page, M., Connel, K., Park, G., Norman, K., Murphy, T., & Pardoe, C. (2017). Human occupation of northern Australia by 65,000 years ago. *Nature*, 547(7663), 306–310. <https://doi.org/10.1038/nature22968>.
- de Lomberra-Hermida, A., Bargalló, A., Terradillos-Bernal, M., Huguet, R., Vallverdú, J., García-Antón, M. D., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Carbonell, E., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2015). The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *Journal of Human Evolution*, 82, 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.03.002>.
- Ester, M., Kriegel, H.P., Sander, J., Xu, X. (1996). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. In E. Simoudis, J. Han & U. M. Fayyad (Eds.), *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)* (pp. 226–231). AAAI Press.
- Falguères, C., Bahain, J. J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Bischoff, J. L., & Dolo, J. M. (1999). Earliest humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, 37(3–4), 343–352. <https://doi.org/10.1006/jhevol.1999.0326>.
- Falguères, C., Bahain, J. J., Bischoff, J. L., Pérez-González, A., Ortega, A. I., Ollé, A., Quiles, A., Ghaleb, B., Moreno, D., Dolo, J. M., Shao, Q., Vallverdú, J., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., & Arsuaga, J. L. (2013). Combined ESR/U-series chronology of Acheulian Hominid-bearing layers at Trinchera Galería site, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, 65(2), 168–184. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.05.005>.
- García Antón, M. (1995). Pollen analysis of Middle Pleistocene paleovegetation at Atapuerca. In J. M. Bermúdez de Castro, J. L. Arsuaga, & E. Carbonell (Eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*. Valladolid: Actas Junta de Castilla y León.
- García-Antón, M. D. (2016). *La captación, selección y gestión de recursos líticos en la prehistoria: una visión diacrónica del uso del territorio y sus recursos en el entorno de la Sierra de Atapuerca (Burgos) durante el Pleistoceno Inferior y Medio*. PhD thesis, Història i Història de l'Art. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., & Carbonell, E. (2015). The nature of technological changes: the Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina – subunit TD10.1 (Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 368, 92–111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.006>.
- Gerharz, R. R., Lantermann, R., & Spennemann, D. R. (1988). Munsell color charts: a necessity for archaeologists? *Australian Journal of Historical Archaeology*, 6, 88–95.
- Hahsler, M., Piekenbrock, M. (2018). dbSCAN: density based clustering of applications with noise (DBSCAN) and related algorithms. R package version 1.1–3. <https://CRA.R-project.org/package=dbscan>. Accessed 4 Feb 2019.
- Hallós, J. (2005). “15 Minutes of Fame”: exploring the temporal dimension of Middle Pleistocene lithic technology. *Journal of Human Evolution*, 49(2), 155–179. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.002>.
- Hennig, C. (2018). fpc: flexible procedures for clustering. R package version 2.1–11.1. <https://CRAN.R-project.org/package=fpc>. Accessed 4 Feb 2019.
- Huguet, R., Vallverdú, J., Rodríguez-Álvarez, X. P., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., de Lomberra-Hermida, A., Modesto-Mata, M., van der Made, J., Blain, H.-A. A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, E., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Bennàsar, M., Nuñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Menéndez, L., Modesto-Mata, M., van der Made, J., Soto, M., Blain, H.-A. A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, E., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Bennàsar, M., Nuñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2017). Level TE9c of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Spain): a comprehensive approach. *Quaternary International*, 433, 278–295. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.030>.
- Kassambara, A., Mundt, F. (2017). factoextra: extract and visualize the results of multivariate data analyses. R package version 1.0.5. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. Accessed 4 Feb 2019.
- Lafer-Sousa, R., Hermann, K. L., & Conway, B. R. (2015). Striking individual differences in color perception uncovered by ‘the dress’ photograph. *Current Biology*, 25, R1–R2. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.04.053>.
- Laughlin, J., & Kelly, R. (2010). Experimental analysis of the practical limits of lithic refitting. *Journal of Archaeological Science*, 37(2), 427–433. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.007>.

- López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X. P., & Vaquero, M. (2011). Lithic refitting and movement connections: the NW area of level TD10.1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 38(11), 3112–3121. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.011>.
- López-Ortega, E., Bargalló, A., de Lombera-Hermida, A., Mosquera, M., Ollé, A., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2017). Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1. *Quaternary International*, 433, 85–102. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.026>.
- López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X. P., Ollé, A., & Lozano, S. (2019). Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis. *Archaeol Anthropol Sci* (in press), 11(9), 4555–4568. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00808-5>.
- Mallol, C., & Carbonell, E. (2008). The collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: site formation processes of layer TD10.1. *Geoarchaeology*, 23-1(1), 13–41. <https://doi.org/10.1002/gea.20206>.
- McNeil, J.L., Marginson, A., Mackay, A., Clarkson, C. (2015). *Colour signature analysis: using objective colour quantification techniques towards refitting lithic assemblages*. 2015 Annual Meeting of the Society for American Archaeologists, San Francisco, California, April 15-19th 2015.
- Moreno, D., Falguères, C., Pérez-González, A., Duval, M., Voinchet, P., Benito-Calvo, A., Ortega, A. I., Bahain, J. J., Sala, R., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., & Arsuaga, J. L. (2012). ESR chronology of alluvial deposits in the Arlanzón valley (Atapuerca, Spain): contemporaneity with Atapuerca Gran Dolina site. *Quaternary Geochronology*, 10, 418–423. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.04.018>.
- Moreno, D., Falguères, C., Pérez-González, A., Voinchet, P., Ghaleb, B., Desprée, J., Bahain, J. J., Sala, R., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M., & Arsuaga, J. L. (2015). New radiometric dates on the lowest stratigraphical section (TD1 to TD6) of Gran Dolina site (Atapuerca, Spain). *Quaternary Geochronology*, 30, 535–540. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2015.05.007>.
- Neitz, J., & Neitz, M. (2008). Colour vision: the wonder of hue. *Current Biology*, 18-16(16), 700–702. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.062>.
- Neitz, J., & Neitz, M. (2011). The genetics of normal and defective color vision. *Vision Research*, 51(7), 633–651. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.12.002>.
- Neitz, J., Carroll, J., Yamauchi, Y., Neitz, M., & Williams, D. R. (2002). Color perception is mediated by a plastic neural mechanism that is adjustable in adults. *Neuron*, 35(4), 783–792. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00818-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00818-8).
- Odell, G. H. (2004). *Lithic analysis*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X. P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M. D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., & Carbonell, E. (2013). The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International*, 295, 138–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.009>.
- Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X. P., García-Medrano, P., Barsky, D., de Lombera-Hermida, A., & Carbonell, E. (2016). The Acheulean from Atapuerca: three steps forwards, one step back. *Quaternary International*, 411, 316–328. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.042>.
- Parés, J. M., Arnold, L., Duval, M., Demuro, M., Pérez-González, A., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., & Arsuaga, J. L. (2013). Reassessing the age of Atapuerca – TD6 (Spain): a new paleomagnetic results. *Journal of Archaeological Science*, 40(12), 4586–4595. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.013>.
- Pauers, M. J., Kuchenbecker, J. A., Neitz, M., & Neitz, J. (2012). Changes in the colour of light cue circadian activity. *Animal Behaviour*, 83(5), 1143–1151. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.01.035>.
- Pérez-González, A., Parés, J. M., Carbonell, E., Alexandre, T., Ortega, A. I., Benito, A., & Martín-Merino, M. A. (2001). Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *L'Anthropologie*, 105(1), 27–43. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80004-2](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80004-2).
- Pineda, A., Saladié, P., Expósito, I., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., López-Polín, L., Estalrich, A., García-Tabernero, A., & Vallverdú, J. (2017). Characterizing hyena coprolites from two latrines of the Iberian Peninsula during the Early Pleistocene: Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) and la Mina (Barranc de la Boella, Tarragona). *Palaeo3*, 480, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.04.021>.
- R Core Team. (2017). *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R foundations for statistical computing <http://www.R-project.org/>.
- Reidsma, F. H., van Hoesel, A., van Os, B. J. H., Megens, L., & Braadbaart, F. (2016). Charred bone: physical and chemical changes during laboratory simulated heating under reducing conditions and its relevance for

- the study of fire use in archaeology. *Journal of Archaeological Science Reports*, 10, 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.10.001>.
- Rodríguez, J., Burjachs, F., Cuenca-Bescós, G., García, N., van der Made, J., Pérez-González, A., Blain, H. A., Expósito, I., López-García, J. M., García-Antón, M., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J. M., Rodríguez-Álvarez, X. P., Díez, J. C., Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennàsar, L., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2011). One millions years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 30(11-12), 1396–1412. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.02.021>.
- Rodríguez-Álvarez, X. P. (2004). Technical systems of lithic production in the lower and middle Pleistocene of the Iberian Peninsula: technological variability between north-eastern sites and Sierra de Atapuerca sites, vol. 1323. *BAR International Series*.
- Roebroeks, W. (1988). From find scatters to Early Hominid behavior: a study of Middle Palaeolithic riverside settlements at Maastricht-Belvédère (The Netherlands). *Analecta Praehistorica Leidensia* 21.
- Romagnoli, F., & Vaquero, M. (2009). The challenges of applying refitting analysis in the Palaeolithic archaeology of the twenty-first century: an actualized overview and future perspectives. *Archaeological and Anthropological Sciences*, in press, 11(9), 4387–4396. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00888-3>.
- Rosell, J., & Blasco, R. (2009). Home sharing: carnivores in anthropogenic assemblages of the Middle Pleistocene. *Journal of Taphonomy*, 7-4, 305–324.
- Ruiz, J. F., & Pereira, J. (2014). The colours of rock art. Analysis of colour recording and communication systems in rock art research. *Journal of Archaeological Science*, 50, 338–349. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.06.023>.
- Schäfer, J. (1990). Conjoining of artefacts and consideration of raw-material: their application at the Middle Palaeolithic site of the Schweinskopf-Karmelenberg. In E. Cziesla, S. Eickhoff, N. Arts, & E. Winter (Eds.), *The big puzzle, International symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.
- Terradillos-Bernal, M., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2014). The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): a view from experimental archeology. *Comptes Rendus Palevol*, 13-6(6), 527–542. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.02.002>.
- Vaquero, M. (2008). The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science*, 35(12), 3178–3185. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.07.006>.
- Wadley, L. (2012). Some combustion features at Sibudu, South Africa, between 65,000 and 58,000 years ago. *Quaternary International*, 247, 341–349. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.026>.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Affiliations

Esther López-Ortega^{1,2} · Juan Ignacio Morales³ · Andreu Ollé^{1,2} · Xosé Pedro Rodríguez-Álvarez^{1,2}

¹ Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain

² Universitat Rovira i Virgili (URV), Àrea de Prehistòria, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain

³ SERP, Departament d'Història i Arqueologia, Secció de Prehistòria, Universitat de Barcelona, C/ Montalegre 6-8, 08001 Barcelona, Spain

9. DISCUSIÓN

La realización de una tesis doctoral por compendio de artículos presenta la peculiaridad de contener una discusión en cada uno de los artículos previamente publicados y contenidos en esta, tratando de manera específica las problemáticas que en ellos se desarrollan. Por este motivo, y con el propósito de presentar una visión general sobre el conjunto de resultados obtenidos, se hará una discusión general haciendo especial hincapié en las cuestiones más importantes tratadas.

En el caso del estudio que nos ocupa en esta tesis, y como se ha descrito en los capítulos anteriores, se trata de un rico conjunto arqueológico recuperado en un depósito de compleja definición arqueostratigráfica. Su estudio y caracterización contempla un repaso de los tipos de ocupación descritos y establecidos a lo largo de los últimos años en base a un creciente registro arqueopaleontológico.

9.1. Tipos de ocupación

La Arqueología siempre ha tendido a definir los asentamientos humanos desde el punto de vista de su funcionalidad. Esta definición ha venido, en la mayoría de los casos, determinada por la forma y el tamaño del asentamiento, su localización dentro del entorno natural, la densidad de los restos líticos y faunísticos y la proporción entre ellos, el uso más o menos recurrente del emplazamiento o el período estacional de la ocupación, la composición y el tamaño del grupo y las relaciones con otros asentamientos cercanos (Schiffer, 1987; Delson et al., 2000), y a menudo en base a estudios de referencia etnográficos. Quizá la clasificación más empleada desde su formulación fue la de Mary Leakey (1971),

quién estableció cuatro tipos básicos de yacimientos (para el *Oldowan* africano): los *living floors*, o suelos de ocupación con una distribución vertical limitada de los restos; los *butchery* o *kill sites*, o mataderos y zonas de despiece de uno o más animales; los yacimientos con materiales difusos a escala vertical; y los *channel sites*, o lugares cercanos a cursos de agua tales como ríos o arroyos. Uno de los investigadores que de manera más evidente desarrolló su propuesta a partir de la de Leakey fue Glynn Isaac (1978a y 1978b). Éste, teniendo en cuenta que las categorías de Leakey no eran excluyentes entre sí, propuso el modelo de *home base*, o campamento base, como símil de los *living floors* y el *residential camp* de Delson (et al., 2000), entendido como un punto en el territorio en el que los homínidos se reúnen cada día y donde realizan sus actividades de subsistencia y de socialización. A estos puntos, por ejemplo, se trasladarían determinadas porciones de las carcasas animales para su procesamiento, redistribución y consumo grupal, carcasas que podrían haber sido obtenidas en un *butchery/kill site*. Estos mataderos o zonas de despiece son lugares de poca o baja visibilidad arqueológica ya que los conjuntos que presentan suelen ser escasos: restos de fauna (normalmente de partes anatómicas con poco o escaso contenido cárnico) que los homínidos han desechado o han decidido no transportar, y unas pocas herramientas líticas empleadas en el descarte o despiece (Leakey, 1971; Isaac, 1978b; Enloe y David, 1997).

Si bien los *living floors* y los *butchery/kill sites* se caracterizan y vienen definidos por la integridad vertical de sus conjuntos, los *channel sites* suelen ser resultado de la incidencia de procesos naturales (corrientes de agua en este caso), así como también en aquellos registros en los que la dispersión vertical sea más difusa. Originariamente estos son tipos que pudieron corresponder a un campamento base o a un matadero, pero los procesos tafonómicos los alteraron hasta perder su caracterización arqueológica.

Ahora bien, la evolución de los grupos humanos y de su interacción con el medio se concreta en el desarrollo de nuevos asentamientos, con una complejidad mayor, y un incremento en la abundancia del registro. Por ello, a partir de las nuevas realidades arqueológicas, tanto dentro como fuera del continente africano, se han propuesto “nuevos” tipos

de yacimientos, tales como campamentos de caza o cazaderos especializados (Olsen, 1989; Enloe, 2003; Costamagno et al., 2006), refugios (Villa y Soressi, 2000), talleres líticos (Alcaraz Castaño et al. 2012), lugares extractivos de fauna (Huguet et al., 2001) y de recursos líticos (Ortiz y Baena, 2017), puestos vigía (Delson et al., 2000) o espacios sepulcrales (Arsuaga et al. 1997a, 1997b; Carbonell y Mosquera, 2006), todos ellos con diferencias sustanciales en cuanto a la duración, a la intensidad de su ocupación o uso y a los residuos generados.

Esta tipología, tal como ya indicó Isaac a finales de los años setenta en base a la clasificación de Leakey, no es excluyente entre sí y cada yacimiento puede haber sido de diferentes tipos en diferentes momentos de su formación. Así, una gran acumulación de restos antrópicos puede haber sido el resultado de diferentes tipos de ocupación y de distintas actividades a lo largo del tiempo, las cuales se pueden presentar de manera uniforme como parte de un todo, mientras que otra acumulación puede responder a un yacimiento de tipo especializado donde las ocupaciones solo se dedican a una actividad concreta o solo se ocuparon una vez para desarrollar una única actividad (Rodríguez-Hidalgo, 2015).

En el caso de TD10.1 nos encontramos con una unidad con un grueso paquete sedimentario en el que se ha recuperado un rico conjunto arqueopaleontológico. La potencia de esta unidad responde a una lenta tasa sedimentaria a lo largo de un período prolongado en el que las ocupaciones humanas fueron intensas, de cierta continuidad y reiteradas en el tiempo (ver capt. 7. Metodología, p. 81).

Si bien los sitios utilizados por los cazadores-recolectores varían según los parámetros que incluyen la organización del comportamiento de subsistencia, la temporada, la naturaleza y duración de la ocupación, y la composición y el tamaño del grupo, se pueden distinguir dos clases amplias de tipos de sitio para estos grupos: campamentos residenciales y campamentos para propósitos especiales.

En el caso del nivel de TD10.1 nos encontramos con dos tipos de acumulaciones diferentes: la parte

superior correspondería a una fase de ocupaciones breves durante la cual los homínidos aportarían diversas carcasas de cérvidos y équidos y procesarían en el lugar; posteriormente, desocupada la cavidad, accederían diversas especies de carnívoros que también aportarían restos faunísticos (Saladié et al., 2018). La base de la unidad, por el contrario, presenta una ingente acumulación de carcasas animales, sin ningún orden aparente ni concreto, acompañadas de un gran volumen de materiales líticos generados y empleados en el despiece y procesado de estos recursos faunísticos. Rodríguez Hidalgo lo definió como un *gran basurero* en el que no existe ningún tipo de estructuración, bien sea por el carácter de palimpsesto o bien por la ausencia de elementos estructuradores como, por ejemplo, los hogares (Rodríguez-Hidalgo, 2015). Más del 80% del registro faunístico está representado por cérvidos de tamaño medio (*Cervus elaphus* y *Dama dama clactoniana*) (Rodríguez Hidalgo et al., 2015) y en cuanto a la industria lítica, los elementos lascas son claramente predominantes, evidenciando la importancia de las actividades de talla desarrolladas en el lugar (Rodríguez-Álvarez, 2004; Ollé et al., 2013; de Lombera-Hermida et al., *submitted*). La amalgama de materiales no solo se da en TD10.1 sino que se repite en el nivel inmediatamente subyacente, TD10.2. Sin embargo, los taxones representados y la composición esquelética de los restos de fauna, junto con una importante estandarización y especialización de los configurados líticos en este segundo nivel, apuntarían hacia una funcionalidad diferencial de ambos niveles: mientras que TD10.1 funcionaría como un campamento referencial con períodos ocupacionales de varios meses, TD10.2 respondería a un lugar de matanza, o *kill-site*, en el que la ocupación del lugar sería recurrente, quizás estacional, y de apenas unos días de duración (Isaac, 1978b; Kuhn, 1992; Kelly, 2013). Los resultados obtenidos a partir del análisis detallado del conjunto faunístico de TD10.1 concluyen un elevado número de individuos, el predominio de consumidores primarios entre los taxones, una escasez de restos de carnívoros, un protagonismo de los elementos anatómicos con alto valor nutritivo, una alta incidencia de modificaciones antrópicas sobre los huesos, etc., datos que refuerzan esta consideración, ya que las dinámicas económicas, subsistenciales y sociales documentadas, coincidirían con las características propuestas para este tipo de

asentamientos residenciales (Rodríguez-Hidalgo, 2015).

La interpretación de TD10.1 como un lugar en el que se desarrollaron intensas ocupaciones de una cierta larga duración se basa en el volumen de materiales y el amplio abanico de actividades que parecen haber sido desarrolladas en este lugar (Carbonell et al., 2001; Márquez et al., 2001; Rosell, 2001; López-Ortega et al., 2011; Terradillos-Bernal y Díez-Fernández-Lomana, 2012; Terradillos-Bernal, 2013; García-Medrano et al., 2017). Algunos autores, han propuesto un modelo de ocupación distinto, más orientado a una ocupación en eventos cortos y sucesivos, muy intensos, pero de tipo no residencial, lo que coincidiría en parte con el estudio espacial de Obregón, en el que se señaló la existencia de, al menos, siete unidades arqueostratigráficas dentro de la unidad litoestratigráfica de TD10.1 (Rosell y Blasco, 2008, 2009; Obregón, 2012; Blasco et al., 2013). Sin embargo, la última de estas unidades, la unidad *h*, correspondería al “lecho de huesos”, es decir el horizonte de mayor densidad de toda la unidad y el que más indicios aporta para su interpretación como campamento residencial. Esta mayor acumulación no responde a cuestiones tafonómicas o postdeposicionales o a una parada sedimentaria en la que se acumularon los residuos de diversas ocupaciones esquivando las capas de sedimento estéril. En sus estudios micromofológicos, Mallol determinó que el ritmo y la tasa de sedimentación fue continuo y leve a lo largo de toda la formación, incrementándose sólo ya a techo de la unidad (Mallol, 2004; Mallol y Carbonell, 2008). Por tanto, la gran acumulación de materiales no es el resultado de la incidencia de un agente tafonómico natural sino a su formación humana.

9.2. Des-organización espacial

Lamentablemente, en TD10.1 no se han documentado elementos estructuradores del espacio, como por ejemplo hogares o construcciones delimitadoras, que arrojen un poco de luz acerca de la disposición de las actividades o la existencia de

espacios dormitorio.

Enmarcados entre el MIS11 y el MIS9, en el rango cronológico en el que se encuadra la unidad TD10.1, existen diversos yacimientos europeos que ofrecen evidencias del uso del fuego: Verteszöllos (Hungría), Terra Amata, Baume Bonne y Menez-Dregan (Francia), Bilzingsleben y Shöningen (Alemania), Beeches Pit (Reino Unido) o Maastricht-Belvedere (Países Bajos). Por desgracia, sobre estas evidencias recaen algunas incoherencias y problemas relacionados con su asignación cronológica y los procesos tafonómicos documentados, constatándose en la mayoría de ellos elementos más o menos termoalterados pero sin evidentes estructuras de hogares (Ravon, 2019; Monnier et al., 2016; Roebroeks y Villa, 2011; Stahlschmidt et al., 2015; Vidal-Matutano et al., 2017). Centrándonos en los registros seguros, que no parecen contener problemas contextuales, hallamos un cierto vacío arqueológico en cuanto a la presencia innegable de estructuras de combustión hasta bien entrado el MIS7. En momentos anteriores, y en unos pocos yacimientos, se documenta la existencia de cenizas, carbones y/o piezas termoalteradas (lítica y hueso), pero estas señales no certifican al control del fuego sino un simple uso de éste (Ollé et al., 2016). No es hasta el nivel XIII de Cueva de Bolomor (Valencia) cuando se documenta una serie de hogares estructurados que, a su vez, organizan espacialmente las actividades desarrolladas en el lugar, constatando la existencia de una compleja capacidad social e intelectual de los grupos que los crearon (Gómez de la Rúa y Díez-Martín, 2009; Fernández-Peris et al., 2012).

Dentro del horizonte MIS11 – MIS9, tampoco existen construcciones artificiales que organicen y delimiten el espacio en respuesta a las actividades desarrolladas. Las primeras compartimentaciones mediante elementos físicos se documentan en la cueva de Bruniquel, en Francia, con fechas de finales del Pleistoceno Medio y ya protagonizada por grupos neandertales. Se trata de diversas estructuras (dos de ellas de forma anular de varios metros de diámetro) construidas con fragmentos de estalagmitas que parecen haber sido fracturadas con este propósito (Jaubert et al., 2016).

La ausencia de estas estructuras o su

presencia de manera más o menos puntual en muchos yacimientos, promovió la complementación de los estudios espaciales con los de remontajes. Un análisis espacial basado en la puesta en común entre la localización de los hogares y la distribución de los remontajes resultó muy útil en yacimientos como Maastricht-Belvédère site K (Países Bajos), La Folie (Francia), Abric Romaní (España), Tor Faraj (Jordania), o Kebara y Quneitra (Israel), entre otros (Vaquero y Pastó, 2001; Vallverdú et al., 2005, 2012; Alperson-Afil y Hovers, 2005; Henry, 2012; Speth et al., 2012; Oron y Goren-Inbar, 2014; Villa y Roebroeks, 2014). Sin embargo, nos enfrentamos a la misma paradoja: la cronología de estos lugares que evidencian una organización del espacio ocupado no supera el MIS7, encuadrándose la mayoría de ellos en cronologías más recientes, cercanas al MIS3-4.

Por lo tanto, el nivel TD10.1 no presenta ningún rasgo diferenciador en cuanto a su distribución espacial respecto al resto de evidencias arqueológicas con cronología similar. A esta ausencia, se le suma la naturaleza de palimpsesto. Como se ha descrito en el apartado correspondiente de TD10.1 (p. 71), este nivel presenta un espesor de aproximadamente un metro en el que los materiales aparecen de manera continua, pero con una densidad variable que aumenta de techo a base, y con una distribución isotrópica, sin amplios vacíos ni capas de sedimentos estériles en contenido arqueológico entre ellos, y con un incremento en el número de registros hacia la base del nivel (“lecho de huesos”).

Esta amalgama y profusión de materiales puede conllevar un cierto escepticismo en cuanto a su consideración como depósito *in situ*. A este respecto, el estudio micromorfológico de Mallol (2004) y Mallol y Carbonell (2008) determinó que si bien el registro se depositó durante una estasis sedimentaria y su enterramiento fue lento, no muestra evidencias claras de una alteración postdeposicional de media o alta energía. Además, los estudios tafonómicos sobre restos faunísticos señalan hacia una baja incidencia de carnívoros en base a la frecuencia y a la localización anatómica de las mordeduras por número de restos (Rodríguez-Hidalgo, 2015). Estos rasgos encajarían con la propuesta de Malinsky-Buller et al. (2011), en parte elaborada a partir de las categorías previamente establecidas por Bordes (1975), Villa

(1976), Binford (1987) y Bailey (2007), de un “slow-accumulation palimpsest”. Este tipo de palimpsesto sería resultado de la acumulación de los restos generados durante diversos episodios de actividad humana en una superficie sedimentológicamente estable, en la que las ratios de deposición natural conducirían a una exposición prolongada de cada una de las superficies ocupadas. El efecto sería una mezcla de restos de origen antrópico y de agentes no-humanos, en los cuales se detectarían algunas señales tafonómicas (tales como pátinas, abrasiones, rodamientos, etc.) fruto de una exposición más dilatada a los agentes naturales. Estos mismos procesos diagenéticos condicionarían la posición de los restos y generarían su distribución homogénea, sin agrupaciones claramente discernibles. Por lo tanto, hablaríamos de un nivel en el que la deposición sedimentaria fue lenta pero continua durante la cual se asentaron los grupos humanos durante un período de tiempo relativamente prolongado y después de éste, la cobertura de los restos, se siguió realizando de manera pausada pero sin sufrir alteraciones postdeposicionales importantes que alteraran su posición.

Los remontajes y *conjoins* hallados refuerzan esta hipótesis sobre la formación lenta del nivel TD10.1. Los resultados obtenidos mediante el análisis de las conexiones, en su vertiente más espacial, corroboran una posición primaria de los objetos en base a:

La proximidad que muestran los elementos conectados por *conjoins* de tipo 3 y 6 (fracturas sagitales y postdeposicionales). Aunque algunas conexiones presentan distancias medias y, raramente, largas, la mayor parte de ellas muestran escasos centímetros entre las piezas lo que sugiere que su posición tras su fractura durante la talla o de manera posterior, durante su sepultura, no se vio alterada significativamente.

Las orientaciones de las líneas de conexión de remontajes y *conjoins* señalan hacia una distribución isotrópica, es decir que no muestran una orientación preferencial fruto de corrientes hídricas o procesos reorientadores. El estudio de las alineaciones de los materiales concluyó una disposición diferencial en función al tipo de material; el conjunto lítico

(bloques naturales y artefactos) mostraba una tendencia direccional hacia el noreste teórico de la excavación, si bien las líneas de los remontajes líticos y los restos faunísticos no se orientaban según ninguna tendencia. Esta disparidad de orientaciones descartaría la posibilidad de un proceso que hubiera afectado todo el registro de manera generalizada.

En algunas de las conexiones en las que se ha podido indicar la dirección del transporte de alguna de las piezas, ésta ha sido contrapendiente (REM1_3, REM2_6/3_1), lo que refuerza la idea de un transporte antrópico intencional hacia otras zonas donde esos elementos se utilizan con distintos fines (López-Ortega et al., 2019a).

No existen acumulaciones excepcionales de materiales en una determinada área del asentamiento, una ordenación generalizada o un sesgo de materiales en función a su tamaño.

Bien es cierto que, como expresaron Bertrand y Texier (1995), se requiere de un largo período de movimiento sedimentario para producir una clara orientación preferencial. En depósitos arcillosos, la fluctuación de la humedad causa cambios de volumen en el sedimento, produciendo procesos de arrastre en los suelos. Si la humedad aumenta, las arcillas experimentan una saturación de agua y ocurren solifluxiones y flujos descendentes de sedimentos, generando unas distribuciones lineales (Lenoble y Bertran, 2004). También podría considerarse la propuesta de Benito-Calvo y de la Torre (2011), según la cual el desplazo de un depósito por fallas durante la organización de un conjunto de pendiente podría cambiar la dirección misma de la pendiente, reorientando así algunos restos en una nueva dirección. Otro tipo de procesos erosivos, como los procesos de tipo fluvial o de escorrentía, tienden a orientar los elementos en paralelo a la pendiente y paleorelieve existentes, aunque algunos pueden resultar en una posición perpendicular (Bertrand et al., 2010). Sin embargo, ninguno de estos procesos ha sido documentado ni demostrado visualmente, sedimentológicamente ni geológicamente a nivel general en TD10.1; únicamente se documentó en la base del nivel, y durante las campañas arqueológicas de 2003-2004, lo que podría responder a un

pequeño canal de escorrentía en la parte centro-sud del yacimiento (en torno al cuadro J16) y con una orientación noreste, pero de escaso caudal.

Las conexiones halladas no permiten la identificación o el reconocimiento de áreas de actividad específica, más allá de la cierta acumulación de alguna RMU en espacios más o menos delimitados. La ausencia de elementos estructuradores como pueden ser los hogares dificulta la identificación de la organización espacial de la ocupación u ocupaciones que tuvieron lugar en el asentamiento y, por tanto, se ve entorpecida la capacidad de reconocer momentos aislados de dichas ocupaciones. A nivel general, la presencia de hogares demuestra una organización de las actividades que se desarrollan a su alrededor; por tanto, la ausencia de éstos en TD10.1 impide justificar arqueológicamente tal organización o si, por el contrario, las actividades tuvieron lugar en cualquier espacio del asentamiento.

Por tanto, la formación sedimentaria de TD10.1 facilitó la preservación de la posición primaria de los objetos sin importantes alteraciones, pero su sepultura lenta y pausada evitó la acumulación de capas estériles entre las ocupaciones que permitieran su distinción. La baja tasa de elementos asociados a cada conexión no permite hacer inferencias en cuanto a su localización espacial; en la mayoría de los casos, no es posible interpretar si hubo una pieza intencionalmente desplazada y cuál fue, con la consecuente incertidumbre acerca de la zona de talla y obtención de éstas.

Esta situación da pie a la consideración de otras hipótesis, tales como la existencia de una zona de ocupación más residencial en la zona más exterior (área no conservada por su eliminación durante el trazado de la Trinchera del Ferrocarril). Esta parte, más cercana a la boca de la cueva, recibiría más iluminación y por tanto resultaría más atractiva e idónea para la realización de las principales actividades desarrolladas por el grupo humano. La zona más interior, más alejada de la claridad, equivaldría a la parte del yacimiento excavada y estudiada y los restos recuperados corresponderían a los deshechos abandonados en esta zona fruto del mantenimiento y la limpieza de la zona de entrada (Rodríguez-Hidalgo, 2015). Algunas de las conexiones, como el REM1_3,

el REM2_20/3_12, el REM2_21, el REM3_10 o el REM5_2 serían ejemplos de este movimiento de elementos hacia la boca de la cavidad (Fig. 8.11, 8.12, 8.13 y 8.15).

9.3. Información tecnológica

Las características tecnológicas del conjunto lítico de TD10.1 han sido ampliamente estudiadas y publicadas. Los estudios realizados han contemplado desde las primeras fases de las cadenas operativas, en relación a la captación y el uso de las materias primas (García-Antón, 2002; García-Antón y Mosquera, 2007; Terradillos-Bernal y Rodríguez-Álvarez, 2014), hasta el análisis de microdesgaste y trazas de uso sobre los elementos empleados para distintas actividades (Vergès, 1996; Márquez et al., 2001; Pedergrana, 2017; Pedergrana y Ollé, 2019 *in press*), pasando por los análisis tecno-tipológicos más tradicionales sobre el total o parte del conjunto lítico (Carbonell et al., 2001; Rodríguez-Álvarez, 1997, 2004; Ollé et al., 2013, 2016; García-Medrano et al., 2015; entre otros).

Dadas las características del conjunto, eminentemente marcado por su gran volumen de materiales, resulta evidente que los análisis publicados se presentan como un cuerpo sólido de datos, con suficientes efectivos para construir interpretaciones consistentes acerca de la producción y uso de los artefactos. Sin embargo, y como ya señaló Hiscock (2007), la información tecnológica no únicamente reside en los *end-products* o productos finales, sino que debería contemplarse todo el proceso que conduce a su obtención, y es a este respecto en el que los remontajes aportan una nueva dimensión temporal más dinámica al análisis tecnológico. La visión más dinámica de las secuencias de producción también permite conocer cómo se solventaron los distintos desafíos que pudieron aparecer durante la talla o reasignar las categorías de elementos erróneamente clasificados por su morfotipo final (Takakura, 2011).

Sin embargo, y al igual de lo que sucede con el estudio espacial, el bajo número de piezas involucradas en cada conexión impide la obtención

de considerable información tecnológica a nivel cuantitativo o cualitativo, tanto acerca de los objetos finales como de la secuencia o actividad de talla que ha conducido a su obtención.

El 89% de las piezas remontadas muestran unas dimensiones inferiores a 5 cm, y poco más de un 10% de las piezas conectadas presentan un tamaño de entre 5 y 7.5 cm. Estos formatos permiten una doble interpretación sobre su origen, no siendo excluyentes entre sí: pudieron ser obtenidos en fases medias o finales de la explotación de los núcleos, o bien se explotaron nódulos y cantos de medio y pequeño tamaño. De todo el conjunto remontado, una única pieza se aproxima a los 10 cm en su eje mayor, siendo este un elemento de percusión con dos extracciones, una en cada uno de sus extremos. Esta pieza, involucrada en el REM1_1, así como los elementos del REM1_3 y del REM2_30, se presentan como claros ejemplos del proceso de reciclaje al que se sometieron algunos soportes percutores (ver anexo 1, p. 273). En estos casos, las superficies corticales de las piezas muestran estigmas de percusión, tales como hendiduras y depresiones, que justificarían su uso inicial como percutores y su reciclaje como núcleos y bases negativas. Aparte de estas piezas, existen hasta una cincuentena de elementos más (lascas y núcleos) que muestran este tipo de estigmas en sus zonas corticales (de Lombera-Hermida et al., *submitted*). Algunas materias primas, en especial la cuarcita, presentan unas cualidades muy aptas en cuanto a la absorción de la energía producida durante su uso como percutores. En ocasiones, y a menudo fruto de su intenso uso como tal, sufren alguna fractura, lo que condicionaría su uso continuado con este fin; por este motivo, o por otras razones técnicas, los percutores se reciclarían como soportes de explotación.

Los núcleos recuperados en TD10.1 son, en términos porcentuales, ciertamente escasos, pero no son de menospreciar teniendo en cuenta la sobrerrepresentación de las lascas, sobre todo las de medio y pequeño tamaño; estos productos atestiguan la importancia de las actividades de talla y explotación que se desarrollaron en el asentamiento. Las conexiones halladas son un buen ejemplo de este dato: únicamente se han encontrado 5 conexiones entre bases de explotación y productos, lo que supone apenas un 7.5% del total de remontajes, mientras que

el resto se da entre lascas completas, fracturadas y fragmentos.

En cuanto a los tipos de explotación desarrollados, los métodos documentados a partir del análisis tecnológico del conjunto de núcleos y bases negativas han concluido una dominancia del método centrípeto, documentado también en tres de las cinco uniones de tipo 1 (núcleo-producto), con una alta frecuencia de jerarquización de las caras talladas (REM1_5), y una incipiente emergencia del método Levallois (Ollé et al., 2016). Si bien estas características (talla bifacial centrípeta jerarquizada) coincidirían con la definición más básica del método Levallois, los núcleos presentan una escasa configuración de las convexidades latero-transversales de ambas caras y la finalidad de la explotación no parece ser la obtención de soportes estandarizados sino maximizar el uso de la materia prima *per se* y la obtención de elementos que abarcan un amplio abanico de morfologías (de Lombera-Hermida et al., *submitted*).

Junto con el método centrípeto, existe un predominio del tipo de explotación bifacial sobre la unifacial, el método ortogonal y estrategias estrictamente longitudinales. Estos métodos se constatan no solo por los núcleos sino también por los patrones de negativos que se presentan en las facetas dorsales de los productos y el tipo de conexiones, principalmente dorso-ventrales, que se han identificado. A pesar de que el número de elementos dentro de cada conexión es bajo, y siempre considerando el sesgo que este hecho supone, muchas de las morfologías y alineaciones de las plataformas de percusión y negativos dorsales de las lascas refuerzan la existencia –y predominancia– de estos métodos de talla. La mayoría de las conexiones dorso-ventrales entre bases positivas muestran unas plataformas paralelas, muy similares en forma, y siguiendo una misma alineación; en este sentido, el método de talla interpretado es el unipolar (REM2_2, REM2_3, REM2_13, REM2_14, etc.). Sin embargo, cabe no olvidar que son conexiones, la mayoría de ellas, entre dos elementos, con las limitaciones interpretativas que esto supone. Además, también existe un número nada menospreciable de elementos que muestran alineaciones diversas (multipolar) u opuestas (bipolar) de sus plataformas (REM2_9, REM2_25, REM2_27, REM2_34, etc.) (ver anexo 1).

Como se ha comentado anteriormente, el tamaño reducido de los elementos del conjunto apuntaría, por una parte, hacia una explotación intensiva a la que se someterían los núcleos y, por otra, a una búsqueda o intencionalidad en la obtención de soportes de medias y pequeñas dimensiones (Ollé et al., 2016). Tal como resume de Lombera-Hermida (et al., *submitted*), la intensidad de la reducción se constata en el predominio de las caras dorsales no-corticales, el alto número de negativos en estas caras (> 3) y en el tamaño de los productos. La abundancia de materia prima en los alrededores de la Sierra de Atapuerca y, por consiguiente, del yacimiento de Gran Dolina sugiere que este intenso aprovechamiento de los núcleos no se debe a cuestiones económicas de materia sino a intereses más particulares en relación al tipo de explotación y a los productos deseados (García-Antón, 2002; García-Antón y Mosquera, 2007; Terradillos-Bernal y Rodríguez-Álvarez, 2014). La mayoría de los núcleos se encuentran en un estadio de explotación avanzado o final, con escasas facetas corticales, y los elementos que remontan con algunos de esos núcleos tampoco muestran ninguna superficie cortical, más allá de alguna porción residual o en la plataforma de percusión (REM1_2, REM1_4).

En relación a los configurados, se documenta una predilección por los soportes de tamaño medio y pequeño y se prioriza su manufactura sobre sílex cretácico. Sin embargo, las seis conexiones halladas en referencia a la reelaboración o configuración de piezas (tipo 5) se dan entre cuarzo y cuarcita a excepción de una única unión en sílex cretácico (REM5_5). Los remontajes de tipo 5 se dan entre las pequeñas lascas extraídas durante el retoque y el configurado original del que se extraen (REM5_3, REM5_5); también se han incluido aquellas conexiones entre fragmentos de piezas fracturadas durante su configuración, bien por una mayor fuerza en el golpe de retoque (REM5_1, REM5_4) bien por la presencia de alguna impureza o falla interna de la materia prima (REM5_2).

Los bifaces y hendedores recuperados en TD10.1 parecen haber sido aportados al yacimiento en su formato final, a juzgar por la ausencia de remontajes entre lascas o *debris* de retoque y estos grandes configurados.

Los números totales ascienden a un 1.95% de los materiales remontados sobre el conjunto analizado (=10,205 piezas). Este porcentaje se vuelve más representativo si se considera por materias primas: ha sido remontado un 8% del material sobre cuarzo, un 5.7% del de cuarcita y un 2.1% del de sílex cretácico. Aun así, ¿es este porcentaje suficiente? ¿Ha merecido la pena el estudio y el tiempo invertido? Laughlin y Kelly, considerando la inversión de tiempo y los resultados obtenidos, probablemente responderían con un tajante “no” (2010). Estos autores proponen un registro continuo de las conexiones halladas en lapsos de tiempo regulares a lo largo del estudio; en aquél punto de inflexión en el que el número de remontajes hallados disminuya considerablemente respecto al ‘éxito’ obtenido anteriormente, la búsqueda debería cesar. O, como mínimo, le permitiría al investigador calcular el tiempo que debería seguir invirtiendo para obtener el mínimo de conexiones deseadas. Por el contrario, algunos años antes, Hallos había afirmado que “*The number of refits found in an assemblage is more often a reflection of the amount of time (and consequently funding) that has been invested in the refitting program, rather than a reflection of patterning produced by hominin behaviour*” (Hallos, 2005, p. 160). Es decir, que la mayoría de los estudios de remontajes se beneficia de una continua y mayor inversión de tiempo y esfuerzo, sin reparar en si esa dedicación proporciona rápidos y abundantes resultados. Por tanto, la cifra de 1.95% puede no ser considerada muy elevada pero debe tenerse en cuenta que la información obtenida, si bien no es muy abundante cuantitativamente hablando, resulta muy útil para corroborar los estudios previos que anteriormente hemos mencionado.

En esta línea, los remontajes y conjoins hallados refuerzan y confirman las hipótesis y conclusiones señaladas en los estudios previos. Se constata el desarrollo de actividades de talla y de secuencias de producción más o menos completas en el yacimiento durante las que se ejecutarían métodos unipolares, bipolares y multipolares, con preferencia por la bifacialidad de los núcleos y una cierta tendencia a la jerarquización de las caras. Algunos de los productos obtenidos con un formato medio y pequeño, se aprovecharían para su configuración

y –más que probable- uso en diferentes actividades, algunas de las cuales se desarrollarían más cerca de la entrada de la cavidad (suroeste del yacimiento). El conjunto de herramientas se complementaría con el aporte de elementos manufacturados en el exterior del asentamiento e importados a éste, tales como los denominados *Large Cutting Tools*.

9.4. Sistemática de los remontajes

La metodología clásica empleada para la búsqueda de remontajes se presenta débil cuando se pretende aplicarla a conjuntos diferentes a los tradicionalmente estudiados bajo el prisma de las conexiones. Cuando el conjunto a analizar no se encuentra dentro de unos límites horizontales y verticales claros y relativamente bien definidos, la conservación de las materias primas es diferencial y/o muy baja y, sobre todo, el volumen de artefactos es muy elevado, la sistemática empleada en la búsqueda de remontajes requiere de innovaciones y mejoras que faciliten y agilicen el proceso.

El primer impulso innovador en el trascurso de esta tesis, nos lo ofreció el proyecto *Fragmented Heritage, From the Kilometre to the Nanometre: Automated 3D Technology to Revolutionize Landscape, Size and Artefact Analyses*¹. La digitalización 3D de los artefactos era ya conocida y empleada en el mundo de la arqueología y de otras muchas disciplinas, pero este proyecto de la University of Bradford ofrecía para el campo de los remontajes un procesado automático de esos datos y su comparación simultánea, con el reconocimiento totalmente automatizado de las superficies complementarias entre los artefactos y, por tanto, de las conexiones entre ellos.

Fragmented Heritage engloba un campo de estudio mucho más amplio, y tal como se especifica en su nombre, contempla desde los microanálisis de trazas hasta la digitalización de superficies de centenares de hectáreas para su prospección a distancia y la reconstrucción de lugares y monumentos. El proyecto ha resultado fructífero en

publicaciones sobre estas aplicaciones: digitalización y modelización de arte parietal (Büster et al., 2019) y mueble (Little et al., 2016), análisis de marcas de uso y residuos (Stemp et al., 2016; Ungar y Evans, 2016; Macdonald et al., 2018a, 2018b) y reconstrucción y recreación de lugares declarados patrimonio histórico y mundial (Wilson, 2016; Faber et al., 2017).

Desgraciadamente, no sucede lo mismo en los estudios de remontajes. Si bien el protocolo de escaneo, digitalización y procesado estaba bien establecido y era relativamente sencillo en su desarrollo y aplicación, los resultados obtenidos en cuanto al reconocimiento automático no fueron los esperados. El software requería de un mayor desarrollo y del solventado de algunos obstáculos que impidieron completar el proceso de automatización.

Ante esta escasez de resultados, se volvió *por ende* al estado inicial: la búsqueda de un método que elimine las restricciones de tiempo y espacio y que minimice el factor de error humano. El coste económico de un análisis de remontajes es directamente proporcional al volumen de materiales del conjunto a estudio y, por lo tanto, el estudio de TD10.1 requiere de una inversión considerable. Éste es, probablemente, el peor rasgo de los estudios de remontajes, en tanto que afecta a la productividad y, a menudo, no se obtienen resultados impactantes (Romagnoli y Vaquero, 2019). La colaboración entre distintos colegas puede facilitar la tarea, ya que más personas involucradas cubren más materiales analizados. Sin embargo, al igual que el contexto de la observación influye en ésta, también lo hace la experiencia visual y la percepción del investigador que realiza la observación. El mismo objeto puede percibirse de manera distinta no solo por dos observadores, sino por el mismo observador en distintos momentos del proceso. Este hecho no influye en el hallazgo de conexiones propiamente dichas, pero sí en la organización y agrupación de materiales durante su búsqueda. ¿Es, por tanto, aconsejable la cooperación de varios miembros en análisis de remontajes? ¿Es posible poner en común las distintas opiniones y percepciones de los investigadores?

En diversos momentos a lo largo del estudio de remontajes de TD10.1, se produjo la colaboración de diversos miembros del equipo. Durante estas

1 Ver capt. 7. Metodología, apartado *Fragmented Heritage*, p. 99

cooperaciones, las mayores discrepancias surgieron en torno al color de los materiales y las clasificaciones de los materiales en base a esta característica.

Un estudio de remontajes sobre un yacimiento de Australia nos dio la clave de lo que se convirtió en el ‘segundo impulso innovador’. En el estudio del conjunto lítico de Madjedbebe se empleó el Node+ Chroma Pro, un dispositivo de reconocimiento del color que evita las consideraciones personales y subjetivas en torno a las clasificaciones cromática de los materiales (McNeil et al., 2015; Clarkson et al., 2017). Su aplicación en el conjunto de TD10.1 fue, en cierta medida, satisfactoria porque no solo se confirmó la utilidad del sensor para la correcta clasificación de los artefactos en base a las tonalidades cromáticas, sino que también se pudieron establecer algunos límites y obstáculos que el dispositivo no podía superar y que, en base al estudio de Madjedbebe, no parecían existir.

Node+ Chroma Pro, al ser un dispositivo totalmente electrónico, elude las restricciones naturales del ojo y el cerebro humanos tales como los problemas o defectos de visión o el grado de normalización neurológica de la propia percepción visual del investigador. Node+ elude la designación de un color o de una tonalidad basada en una escala cromática o Pantone, ya que al final la comparativa entre la muestra a clasificar y la escala vuelve a estar sujeta a la percepción del individuo, lo que supone las mismas limitaciones y restricciones. Estas limitaciones, además, varían entre individuos. La experiencia visual (entendida como el aprendizaje neurológicamente acumulado a través de la vivencia visual) no es la misma en cada persona, y su ritmo circadiano tampoco; nuestro cerebro y sistema neurológico está “acostumbrado” a un ritmo diurno que, a su vez, viene condicionado por las horas de luz natural que recibimos diariamente y el grado de iluminación que existe durante esas horas: un individuo escandinavo no presenta el mismo ritmo circadiano que un individuo mediterráneo. Por lo tanto, sus experiencias visuales y su percepción son distintas (Neitz et al., 2002; Neitz y Neitz, 2008, 2011). Node+ ha permitido eliminar las trabas humanas a la ordenación cromática de los materiales y, siendo esta característica una de las principales tomadas en cuenta en cualquier estudio de remontajes, supone

un salto cualitativo y cuantitativo considerable.

Más allá de las limitaciones subjetivas, Node+ Chroma Pro también permite reducir en más de tres cuartas partes el tiempo invertido en la clasificación de los materiales, incluyendo la inversión temporal en la toma de muestras, de transcripción de los códigos y su procesado estadístico. Por lo tanto, este dispositivo no solo permite hacer una primera clasificación de los materiales en grupos dentro de los cuales buscar las conexiones, sino que también permite, a partir de los códigos de los remontajes ya hallados, hacer una segunda subdivisión buscando piezas que muestren una semejanza mayor con éstos para complementar y completar las conexiones ya halladas.

Cabría, pues, recapacitar sobre la implementación y el uso de este tipo de métodos dentro de los análisis de remontajes, independientemente de la cronología del conjunto. Las características de cada yacimiento y de cada conjunto a estudio determinarán el momento más adecuado para su uso, y quizá desvelará nuevas aplicaciones y resultados. En cualquier caso, resulta un recurso muy válido para el estudio de remontajes y muestra buenas perspectivas para su aplicación en otros muchos campos de investigación.

10. CONCLUSIONES

Este trabajo ha pretendido reconstruir las secuencias de producción lítica de TD10.1 mediante el estudio de remontajes, con dos objetivos fundamentales: (1) proporcionar una dimensión más dinámica a las secuencias de talla para conocer todos los métodos de reducción desarrollados, el solventado de errores y/o accidentes ocurridos durante la actividad, y, en definitiva, los procesos ejecutados; y (2) identificar una posible estructuración espacial latente, invisibilizada por el volumen de materiales y su presentación como palimpsesto, donde poder diferenciar una organización del asentamiento con zonas delimitadas para las distintas actividades desarrolladas y posibles áreas de descanso o dormitorio. Las secuencias de talla completas no han sido halladas y, por tanto, los objetivos no han podido ser alcanzados de una manera directa a partir de las conexiones. Sin embargo, el desarrollo y la evolución de este estudio ha permitido, por una parte plantear ciertas adaptaciones metodológicas al protocolo de búsqueda de remontajes y, por otra, alcanzar unos resultados que han reforzado algunas de las hipótesis interpretativas sobre las dinámicas de producción lítica de TD10.1.

Frente a las dificultades que fueron surgiendo a lo largo del trabajo con el análisis del conjunto lítico, tales como la constatación de los condicionantes que suponían la conservación diferencial de las materias primas, la imposibilidad de hacer una auténtica extendida de materiales (por problemas de espacio), los plazos de devolución de los materiales, etc., la implementación de nuevos métodos de búsqueda de conexiones que agilizaran el proceso pasó de ser un objetivo más a una necesidad prioritaria. Si el protocolo y la metodología tradicional no proporcionaban resultados (o al menos unos resultados impactantes a nivel cuantitativo y cualitativo), quizá unas nuevas

técnicas procedimentales sí lo lograrán. La tesis adquirió, entonces, un carácter más metodológico.

Los sistemas de reconocimiento morfológico basados en elementos tridimensionales, tan ampliamente desarrollados y aplicados a tantos aspectos del día a día, como el reconocimiento digital y facial, no parecen haber alcanzado los estudios de remontajes. Los trabajos realizados dentro del proyecto *The Fragmented Heritage* toparon con ciertas dificultades técnicas que no pudieron ser solventadas; las piezas escaneadas y reconstruidas tridimensionalmente no hallaron sus productos potencialmente remontables (o ya previamente remontados) debido a diversos factores limitantes que se encontraban en el desarrollo de software y en la capacidad de procesamiento de los equipos informáticos. Los archivos resultantes de los escaneos eran muy pesados, y el sistema informático no estaba preparado para gestionar decenas (no ya miles) de archivos similares en busca de las superficies complementarias. Una posible solución que se consideró en ese momento fue disminuir y/o homogeneizar la granulometría de las piezas con pintura de imprimación o, sin modificar los restos, reducir la resolución del escáner. En ambos casos, al perder calidad en la textura de las piezas, la conexión resultaba aún más difícil de establecer, por lo que ninguna de las opciones resultó válida. No obstante, es un campo aún en desarrollo y se espera que sea factible en un futuro muy próximo.

Otros sistemas, también extensamente aplicados a otros aspectos de nuestra vida, sí han resultado eficaces. Un dispositivo de registro del color se ha demostrado como uno de los mejores aliados en la búsqueda de conexiones. Su aplicación únicamente pudo realizarse en los momentos finales de este trabajo, pero los resultados obtenidos abren de par en par las puertas a su implementación en este tipo de análisis y en otros muchos en los que las características cromáticas de los materiales tengan una relevancia especial.

Las conexiones halladas, a pesar de no ser muy numerosas, han permitido corroborar las hipótesis planteadas anteriormente en cuanto a la formación del horizonte de TD10.1, su preservación y disposición, y las actividades de producción lítica ejecutadas.

Se han hallado un total de 95 conexiones entre 199 artefactos, es decir un 1.95% de los materiales del conjunto de TD10.1. Pese a ser un valor muy bajo, no es un caso único en los estudios de remontajes: en los yacimientos de Southsider Shelter y Allen Site, en Estados Unidos, y Lousberg y Gönnesdorf, en Alemania, los porcentajes de elementos conectados también se sitúan en torno al 2% (Weiner, 1990; Eichoff, 1990; Bamforth y Becker, 2000; Laughlin y Kelly, 2010). Los estudios más similares, tanto en los criterios de análisis empleados como en la ratio de éxito, son los de Gönnesdorf y Lousberg; en ambos casos, el umbral de tamaño mínimo de los elementos a analizar se situó en 1-2 cm, respectivamente. En los yacimientos estadounidenses, pese a que el tamaño mínimo requerido fue inferior (1.3 cm, aproximadamente, para Allen Site y 0.6 cm para Southsider Shelter), el porcentaje de elementos remontados es el mismo. Es remarcable que, a pesar de los bajos índices de piezas remontadas, en ningún caso se consideran estudios fallidos o fútiles.

Por tanto, las conexiones halladas dentro del conjunto lítico han permitido:

- Ratificar la posición primaria de los restos arqueológicos, en base a la orientación isotrópica de las líneas de conexión y la distribución relativamente concentrada de algunas RMU y la dispersión de otras, descartando la incidencia de cualquier factor natural que las reorientara y reagrupara significativamente. Por lo tanto, se aboga por una alta integridad del paquete de TD10.1 sin grandes distorsiones de su conjunto arqueológico.
- Confirmar los métodos de explotación inferidos a partir de los morfotipos de los núcleos y los artefactos hallados a partir de los estudios tecnológicos. Los breves lapsos de actividad de talla reflejados en las conexiones halladas muestran características propias de los métodos señalados.
- Corroborar una mayor incidencia de

las actividades de talla en las zonas colindantes con el norte y este del yacimiento, con especial atención en la esquina noreste. En estas zonas, y también coincidiendo con la mayor abundancia de registro lítico y faunístico, se localizan el mayor porcentaje de las conexiones de corta y media distancia. Aquellos remontajes de larga o muy larga distancia (5-10 m), se identifican entre piezas ubicadas próximas al N y E y otras que se encuentran hacia el sur y el oeste, lo que correspondería con espacios más cercanos a la boca de la cavidad y donde, quizá, se desarrollaran otro tipo de actividades de subsistencia.

- Se rebate, en parte, la propuesta de los arqueoniveles identificados dentro del paquete de TD10.1. La presencia de remontajes entre distintos arqueoniveles, consecutivos y no consecutivos, objetaría esta clasificación si bien no desmiente la formación del nivel TD10.1 a partir de la sucesión de diversas ocupaciones del asentamiento durante períodos de tiempo relativamente largos.

Así mismo, la ausencia de determinadas conexiones también certifica que:

- La manufactura y configuración de los artefactos de mayor tamaño, tales como bifaces o hendedores, se realizaron fuera del asentamiento y se trasladaron a éste en su formato final.
- En este sentido, y a partir de la presencia de abundantes elementos de reducidas dimensiones pero ninguna conexión entre éstos y grandes configurados, se puede proponer una posible manufactura local de algunos de estos instrumentos y su exportación fuera, en forma de *toolkit* móvil.
- La mayoría de las secuencias de producción y uso de los productos obtenidos no se realizan de manera

continua e ininterrumpida en un mismo lugar, sino que sufren altos en el proceso de talla durante los cuales estas piezas se desplazan a otras zonas donde forman parte de otras actividades, ya sea de configuración de su forma, de uso, reciclaje o abandono. Estas zonas, como se ha comentado anteriormente, podrían localizarse cercanas al sureste del yacimiento, donde se localizaría la entrada a la cavidad y donde habría una mayor iluminación natural.

La formación del paquete arqueopaleontológico de TD10.1, definido como resultado de una estasis sedimentaria con un leve pero continuo aporte de sedimento y unas altas e intensas ocupaciones humanas, junto con su cobertura sin grandes distorsiones ni alteraciones post-deposicionales, quedaría también constatada por una orientación y distribución isotrópica de los materiales y de sus movimientos, certificando su posición por causas humanas y no naturales. Estas ocupaciones se intensificarían en uso y duración hacia la base del nivel, siendo su capa más basal el “lecho de huesos” e interpretándose como una ocupación de muy alta intensidad. La densidad de las conexiones en esta base del nivel, además de las conclusiones obtenidas en los estudios faunísticos, abogarían por su interpretación como un *base camp* y ocupaciones más esporádicas y puntuales en cotas superiores del nivel.

11. PERSPECTIVAS DE FUTURO

Tal y como se comprobó con el colorímetro Node+ Chroma Pro, este dispositivo permitiría una revisión del conjunto lítico de TD10.1 para su caracterización cromática y un afinado estudio de remontajes a partir de los centroides de las conexiones ya conocidas. Sin embargo, esta revisión debería realizarse en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana (CENIEH), en Burgos, en las que se hallan actualmente los materiales.

Resultaría interesante su aplicación en los paquetes subyacentes del mismo yacimiento y/o de otros de la Sierra de Atapuerca, dado que las fuentes de aprovisionamiento de materia prima lítica son las mismas y algunos niveles son de formación contemporánea a TD10. La creación de una base de datos cromáticos con los códigos de las piezas líticas analizadas, abriría la puerta a la comparación entre yacimientos. Como se ha descrito en el capítulo de Metodología (pág. XXX), la toma de muestras es un proceso muy rápido, totalmente inocuo para los restos arqueológicos, y que permite una identificación cromática que supera los límites y condicionantes de la visión humana.

El registro de los códigos de color apenas supondría un paso más en el análisis morfotecnológico de cada pieza y lo podría realizar cualquier investigador, independientemente de su habilidad para los remontajes. La identificación de una posible relación directa entre ocupaciones mediante conexiones inter-site ya no estaría solo al alcance de aquél investigador/a que analizara todos los conjuntos y tuviera una memoria prodigiosa, sino que permitiría una búsqueda y una comparación basada en unos datos objetivos.

Para el caso de TD10.2, el porcentaje de materias primas empleadas en la elaboración de artefactos varía substancialmente respecto a TD10.1. Mientras que en el nivel superior existe un mayor uso del sílex neógeno pero con un valor nada desdeñable de las materias fluviales y detríticas (que supone cerca del 40% en el “lecho de huesos”), en TD10.2 existe una explotación casi exclusiva del sílex neógeno que prácticamente alcanza el 75%, relegando el resto de materias a unos porcentajes muy inferiores.

A pesar de que el hallazgo de remontajes entre los materiales fluviales se ve facilitado por el bajo número de piezas (en tanto que su extensión es factible y es posible contemplar la totalidad del conjunto), no sucede lo mismo con el conjunto de sílex neógeno (*com. pers. A. Arteaga*). La aplicación del colorímetro al conjunto de sílex neógeno podría tener unos resultados muy dispares pero ciertamente valiosos en cuanto a las capacidades y limitaciones del dispositivo: por un lado, podría descartarse su uso para conjuntos de materias fuertemente alteradas por pátinas dada la homogeneidad de las superficies, o por otro, podrían hallarse pequeñas diferencias que el ojo humano no es capaz de discernir pero que Node+ Chroma sí, permitiendo una subdivisión del conjunto y favoreciendo la consideración de grupos más pequeños entre los que hallar las conexiones.

En cualquier caso, los estudios de remontajes deberían proseguir en los niveles siguientes a TD10.1. Dada la sucesión estratigráfica y cronológica que presentan las ocupaciones, y la evolución tecnológica que parece vislumbrarse en la comparación de los conjuntos, sería también interesante analizar si el porcentaje de conexiones aumenta y si los resultados obtenidos en cuanto a la tecnología o la distribución espacial varían substancialmente entre los distintos horizontes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A

Adler, D. S., Prindiville, J., & Conard, N. (2003). Patterns of spatial organization and land use during the Eemian interglacial in the Rhineland: new data from Wallertheim, Germany. *Eurasian Prehistory*, 1(2), 25–78.

Adler, D. S., Wilkinson, K. N., Blockley, S., Mark, D. F., Pinhasi, R., Schmidt-Magee, B. A., Nahapetyan, S., Mallol, C., Berna, F., Gauberman, P.J., Raczynski-Henk, Y., Wales, N., Frahm, E., Jöris, O., MacLeod, A., Smith, V.C., Cullen, V.L., Gasparian, B. (2014). Early Levallois technology and the Lower to Middle Paleolithic transition in the Southern Caucasus. *Science*, 345(6204), 1609–1613. <https://doi.org/10.1126/science.1256484>

Aguirre, E., & Carbonell, E. (2001). Early human expansions into Eurasia: The Atapuerca evidence. *Quaternary International*, 75(1), 11–18. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00073-2](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00073-2)

Aguirre, E., & de Lumley, M. A. (1977). Fossil men from atapuerca, Spain: their bearing on human evolution in the Middle Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 6(8), 681-688. [https://doi.org/10.1016/s0047-2484\(77\)80094-8](https://doi.org/10.1016/s0047-2484(77)80094-8)

Aguirre, E., Carbonell, E., & Bermúdez de Castro, J. M. (1987). *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca* (E. Aguirre, E. Carbonell, & J. M. Bermúdez de Castro, eds.). Valladolid: Junta de Castilla y León.

Ahler, S. A. (1992). Use-phase classification and manufacturing technology in Plains Village arrowpoints. En J. L. Hofman & J. G. Enloe (Eds.), *Piecing Together the Past: Applications of Refitting Studies in Archaeology*. Oxford: BAR International Series 578.

Alcaraz-Castaño, M., López-Recio, M., Roca, M., Tapias, F., Rus, I., Baena, J., Morín, J., Pérez-González, A., Santonja, M. (2012). Nuevos datos sobre le yacimiento paleolítico de Las Delicias: un taller solutrense en el valle del Manzanares (Madrid, España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I Prehistoria y Arqueología*, 5, 427–446. <https://doi.org/10.5944/etf>

Alday, A., Pérez-Romero, A., Iriarte, E., Francés-Negro, M., Arsuaga, J. L., & Carretero, J. M. (2019). Pottery with ramiform-anthropomorphic decoration from El Portalón de Cueva Mayor site (Sierra de Atapuerca, Burgos) and the globalized symbolic world of the first Neolithic. *Quaternary International*, 515, 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.10.044>

Alimen, H. (1975). Les «isthmes» hispano-marocain et siculo-tunisien aux temps acheuleens. *L'Anthropologie*, 79(3), 399–436.

Allington-Jones, L. (2015). The Clacton Spear: The Last One Hundred Years. *Archaeological Journal*, 172(2), 273–296. <https://doi.org/10.1080/00665983.2015.1008839>

Almeida, F. (2007). Refitting at Lapa Do Anecrial: studying technology and micro scale spatial patterning through lithic reconstructions. En U. Schurmans & M. De Bie (Eds.), *Fitting Rocks: Lithic Refitting Examined* (pp. 55–74). BAR International Series 1596.

Alperson-Afil, N., & Hovers, E. (2005). Differential use of space in the Neanderthal site of Amud Cave, Israel. *Eurasian Prehistory*, 3(1), 3–22.

Alperson-Afil, N., Sharon, G., Kislev, M., Melamed, Y., Zohar, I., Ashkenazi, S., Rabinovich, R., Biton, R., Werker, E., Hartman, G., Feibel, C., Goren-Inbar, N. (2009). Spatial Organization of Hominin Activities at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science*, 326(December), 1677–1680. <https://doi.org/10.1126/science.1180695>

Álvarez-Posada, C., Parés, J.M., Cuenca-Bescós, G., Van der Made, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M. & Carbonell, E. (2018). A post-Jaramillo age for the artefact-bearing layer TD4 (Gran Dolina, Atapuerca): New paleomagnetic evidence. *Quaternary Geochronology*, 45 (January), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.01.003>

Ames, C., Riel-Salvatore, J., & Collins, B. (2013). Why We Need an Alternative Approach to the Study of Modern Human Behaviour. *Canadian Journal of Archaeology*, 37(1), 21–47.

Amick, D. S. (2007). Investigating the Behavioral causes and Archaeological effects of Lithic Recycling. En S. P. McPherron (Ed.), *Tools versus Cores. Alternative Approaches to Stone Tool Analysis*. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.

Angelucci, D. E., Boschian, G., Fontanals, M., Pedrotti, A., & Vergés, J. M. (2009). Shepherds and karst: The use of caves and rock-shelters in the Mediterranean region during the Neolithic. *World Archaeology*, 41(2), 191–214. <https://doi.org/10.1080/00438240902843659>

Apellániz, J. M. (1979). Analysis of artifactual materials from test excavations at the Cueva Mayor de Atapuerca, Ibeas de Juarros, Burgos, Spain. En G. A. Clark (Ed.), *The North Burgos Archaeological Survey. Bronze and Iron Age Archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North Central Spain)* (pp. 158–209). Arizona: Arizona State University.

Aranburu, A., Arsuaga, J. L., & Sala, N. (2017). The stratigraphy of the Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) and implications for the origin of the fossil hominin accumulation. *Quaternary International*, 433, 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.02.044>

Arnold, L. J., & Demuro, M. (2015). Insights into TT-OSL signal stability from single-grain analyses of known-age deposits at Atapuerca, Spain. *Quaternary Geochronology*, 30, 472–478. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2015.02.005>

Arnold, L. J., Demuro, M., Navazo, M., Benito-Calvo, A., & Pérez-González, A. (2013). OSL dating of the Middle Palaeolithic Hotel California site, Sierra de Atapuerca, north-central Spain. *Boreas*, 42(2), 285–305. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3885.2012.00262.x>

Arnold, L. J., Demuro, M., Parés, J. M., Pérez-González, A., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2015). Evaluating the suitability of extended-range luminescence dating techniques over early and Middle Pleistocene timescales: Published datasets and case studies from Atapuerca, Spain. *Quaternary International*, 389, 167–190. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.010>

Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J. M., & Carbonell, E. (1993). Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature*, 362, 534–537.

Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J. M., Lorenzo, C., García, N., & Ortega, A. I. (1997a). Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). The site. *Journal of Human Evolution*, 33(2–3), 109–127. <https://doi.org/10.1006/jhev.1997.0132>

Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., & Lorenzo, C. (1997b). The Sima de los Huesos crania (Sierra de Atapuerca, Spain). A comparative study. *Journal of Human Evolution*, 33(2–3), 219–281. <https://doi.org/10.1006/jhev.1997.0133>

Arsuaga, J. L., Gracia, A., Lorenzo, C., Martínez, I., & Pérez, P. J. (1999). Resto craneal humano de Galería / Cueva de los Zarpazos (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Memorias. Arqueología En Castilla y León*, 7, 233–235.

Arsuaga, J. L., Martínez, I., Arnold, L. J., Aranburu, A., Gracia-Téllez, A., Sharp, W. D., Quam, R.M., Falguères, C., Pantoja-Pérez, A., Bischoff, J., Poza-Rey, E., Parés, J.M., Carretero, J.M., Demuro, M., Lorenzo, C., Sala, N., Martínón-Torres, M., García, N., Alcázar de Velasco, A., Cuenca-bescós, G., Gómez-Olivencia, A., Moreno, D., Pablos, A., Shen, C.C., Rodríguez, L., Ortega, A.I., García, R., Bonmatí, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2014). Neandertal roots: Cranial and chronological evidence from Sima de los Huesos. *Science*, 344(6190), 1358–1363. <https://doi.org/10.1126/science.1253958>

Arsuaga, J. L., Gómez-Olivencia, A., Sala, N., Martínez-Pillado, V., Pablos, A., Bonmatí, A., Pantoja-Pérez, A., Lira-Garrido, J., Alcázar de Velasco, A., Ortega, A.I., Cuenca-Bescós, G., García, N., Aranburu, A., Ruiz-Zapata, B., Gil-García, M.J., Rodríguez-Álvarez, X.P., Ollé, A., Mosquera, M. (2017). Evidence of paleoecological changes and Mousterian occupations at the Galería de las Estatuas site, Sierra de Atapuerca, northern Iberian plateau, Spain. *Quaternary Research*, 88(2), 345–367. <https://doi.org/10.1017/qua.2017.46>

Arts, N., & Czesla, E. (1990). Bibliography (1880-1988). On the subject of refitting stone artefacts. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts* (pp. 651–683). Bonn: Holos.

Ashton, N. (2007). Refitting and Technology in the British Lower Palaeolithic: Where are we? En U. Schurmans & M. De Bie (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic refitting examined*. (pp. 45–53). BAR International Series 1596.

Ashton, N., & Lewis, S. G. (2012). The environmental contexts of early human occupation of north-west Europe: The British Lower Palaeolithic record. *Quaternary International*, 271, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.022>

Assaf, E., Parush, Y., Gopher, A., & Barkai, R. (2015). Intra-site variability in lithic recycling at Qesem Cave, Israel. *Quaternary International*, 361, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.07.071>

Austin, L.A. & Roberts, M.B. (1999). Quarry 1 Area B. En Roberts, M.B. & Parfitt, S.A. (Eds.), *Boxgrove: a Middle Pleistocene hominid site at Earham Quarry, Boxgrove, West Sussex*. London: English Heritage Archaeological Report 17.

B

Baena, J., & Torres, C. (2019). Explaining links from the past: material distribution in Charco Hondo 2 Acheulian archeological site (Madrid, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4397–4421. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00816-5>

Bahain, J. J., Falguères, C., & Laurent, M. (2001). Datation par résonance paramagnétique électronique (RPE) de sédiments et par combinaison des méthodes RPE/U-Th de restes paléontologiques (provenant des sites paléolithiques de Cagny). En L. Université des Sciences et Technologies de Lille (Ed.), *Publications du CERP* 6.

Bailey, G. (2007). Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology*, 26(2), 198–223. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2006.08.002>

Baker, T. (2007). *Recycling* (pp. 1–8). pp. 1–8. Extraído de <http://www.ele.net/recycling/diffsurf.htm>

Bamforth, D. B., & Becker, M. S. (2000). Core/biface ratios, mobility, refitting, and artifact use-lives: a paleoindian example. *Plains Anthropologist*, 45, 272-290.

Barsky, D. (2013). The Caune de l'Arago stone industries in their stratigraphical context. *Comptes Rendus - Palevol*, 12(5), 305–325. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2013.05.007>

Barsky, D., & de Lumley, H. (2010). Early European Mode 2 and the stone industry from the Caune de l'Arago's archeostratigraphical levels "P." *Quaternary International*, 223–224, 71–86. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.12.005>

Bar-Yosef, O., Gilead, N., & Goren-Inbar, N. (1993). *The lithic assemblages of Ubeidiya: a lower palaeolithic site in the Jordan valley* (O. Bar-Yosef, N. Gilead, & N. Goren-Inbar, Eds.). Jerusalem: Hebrew University of Jerusalem, Institute of Archaeology.

Belli, G., Belluomini, G., Cassoli, P. F., Cecchi, S., Cucarzi, M., Delitala, L., Fornaciari, G., Mallegni, F., Piperno, M., Segre, A.G., Segre-Naldini, E. (1991). Découverte d'un fémur humain acheuléen à Notarchirico (Venosa, Basilicata). *L'Anthropologie*, 95(1), 47–88.

Benito-Calvo, A. (2004). *Análisis geomorfológico y reconstrucción de paleopaisajes neógenos y cuaternarios en la Sierra de Atapuerca y el valle medio del río Arlanzón* (Universidad Complutense de Madrid). <https://doi.org/ISBN 84-669-2585-6>

Benito-Calvo, A., & de la Torre, I. (2011). Analysis of orientation patterns in Olduvai Bed I assemblages using GIS techniques: Implications for site formation processes. *Journal of Human Evolution*, 61(1), 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.02.011>

Benito-Calvo, A., & Pérez-González, A. (2007). Erosion surfaces and Neogene landscape evolution in the NE Duero Basin (north-central Spain). *Geomorphology*, 88(3–4), 226–241. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.11.005>

Benito-Calvo, A., & Pérez-González, A. (2015). Geomorphology of the Sierra de Atapuerca and the Middle Arlanzón Valley (Burgos, Spain). *Journal of Maps*, 11(4), 535–544. <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.909339>

Benito-Calvo, A., Ortega, A. I., Pérez-González, A., Campaña, I., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2017). Palaeogeographical reconstruction of the Sierra de Atapuerca Pleistocene sites (Burgos, Spain). *Quaternary International*, 433, 379–392. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.034>

Benito-Calvo, A., Ortega, A. I., Navazo, M., Moreno, D., Pérez-González, A., Parés, J. M., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2018). Evolución geodinámica pleistocena del valle del río Arlanzón: implicaciones en la formación del sistema endokársito y los yacimientos al aire libre de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). *Boletín Geológico y Minero*, 129(1–2), 59–82. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.129.1.003>

Berger, G. W., Pérez-González, A., Carbonell, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Ku, T. L. (2008). Luminescence chronology of cave sediments at the Atapuerca paleoanthropological site, Spain. *Journal of Human Evolution*, 55(2), 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.02.012>

Bergman, C. A., & Roberts, M. B. (1988). Flaking technology at the acheulean site of Boxgrove (West Sussex, England). *Revue Archéologique de Picardie*, 1–2, 105–113. <https://doi.org/10.3406/pica.1988.1581>

Bergman, C., Roberts, M., Collcutt, S., & Barlow, P. (1990). Refitting and spatial analysis of artefacts from Quarry 2 at the Middle Pleistocene Acheulean site of Boxgrove, West Sussex, England. En E. Ciesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Bermúdez de Castro, J. M., & Rosas, A. (1992). A human mandibular fragment from the Atapuerca Trench (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 22(1), 41–46. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(92\)90028-8](https://doi.org/10.1016/0047-2484(92)90028-8)

Bermúdez de Castro, J., Bromage, T., & Fernández Jalvo, Y. (1988). Buccal striation on fossil anterior teeth: evidence of handedness in the middle and early Upper Palaeolithic. *Journal of Human Evolution*, 17, 403–412.

Bermúdez De Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Carbonell, E., Rosas, A., Martínez, I., & Mosquera, M. (1997). A hominid from the lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neandertals and modern humans. *Science*, 276, 1392–1395. <https://doi.org/10.1126/science.276.5317.1392>

Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Cáceres, I., Díez, J. C., Fernández-Jalvo, Y., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, J., Rodríguez, X.P., Rosas, A., Rosell, J., Sala, R., Vergés, J.M., van der Made, J. (1999). The TD6 (Aurora stratum) hominid site. Final remarks and new questions. *Journal of Human Evolution*, 37, 695–700.

Bermúdez de Castro, J. M., Pérez-González, A., Martín-Torres, M., Gómez-Robles, A., Rosell, J., Prado, L., Sarmiento, S., Carbonell, E. (2008). A new early Pleistocene hominin mandible from Atapuerca-TD6, Spain. *Journal of Human Evolution*, 55, 729–735. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.03.006>

Bermúdez de Castro, J. M., Martín-Torres, M., Robles, A. G., Prado, L., & Carbonell, E. (2010). New human evidence of the Early Pleistocene settlement of Europe, from Sima del Elefante site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, 223–224, 431–433. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.07.024>

Bermúdez de Castro, J. M., Martín-Torres, M., Blasco, R., Rosell, J., & Carbonell, E. (2013). Continuity or discontinuity in the European Early Pleistocene human settlement: The Atapuerca evidence. *Quaternary Science Reviews*, 76, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.06.023>

Bermúdez-de-Castro, J. M., Martín-Torres, M., Martín-Francés, L., Modesto-Mata, M., Martínez-de-Pinillos, M., García, C., & Carbonell, E. (2017). Homo antecessor: The state of the art eighteen years later. *Quaternary International*, 433, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.049>

Bertran, P., & Texier, J. P. (1995). Fabric Analysis: Application to Paleolithic Sites. *Journal of Archaeological Science*, 22, 521–535. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0050>

Bertran, P., Klaric, L., Lenoble, A., Masson, B., & Vallin, L. (2010). The impact of periglacial processes on Palaeolithic sites: The case of sorted patterned grounds. *Quaternary International*, 214, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.10.021>

Beyene, Y., Katoh, S., Woldegabriel, G., Hart, W. K., Uto, K., Sudo, M., Kondo, M., Hyodo, M., Renne, P.R., Suwa, G., Asfaw, B. (2013). The characteristics and chronology of the earliest Acheulean at Konso, Ethiopia. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(5). <https://doi.org/10.1073/pnas.1221285110>

Binford, L. R. (1981). *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. New York: Academic Press.

Binford, L.R., 1987. Were there elephant hunters at Torralba? en: M.H. Nitecki, D.V. Nitecki (Eds.), *The evolution of humans hunting*. Plenum Press, New York, pp. 47-105.

Bischoff, J. L., Fitzpatrick, J. A., León, L., Arsuaga, J. L., Falguères, C., Bahain, J. J., & Bullen, T. (1997). Geology and preliminary dating of the hominid-bearing sedimentary fill of the Sima de los Huesos Chamber, Cueva Mayor of the Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain. *Journal of Human Evolution*, 33, 129-154.

Bischoff, J. L., Williams, R. W., Rosenbauer, R. J., Aramburu, A., Arsuaga, J. L., García, N., & Cuenca-Bescós, G. (2007). High-resolution U-series dates from the Sima de los Huesos hominids yields 600±66 kys: implications for the evolution of the early Neanderthal lineage. *Journal of Archaeological Science*, 34, 763-770.

Blain, H. A., Bailon, S., & Cuenca-Bescós, G. (2008). The Early-Middle Pleistocene palaeoenvironmental change based on the squamate reptile and amphibian proxies at the Gran Dolina site, Atapuerca, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261, 177–192. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.01.015>

Blain, H. A., Bailon, S., Cuenca-Bescós, G., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2009). Long-term climate record inferred from early-middle Pleistocene amphibian and squamate reptile assemblages at the Gran Dolina Cave, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, 56(1), 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.08.020>

Blasco, R. (2011). *La amplitud de la dieta cárnica en el Pleistoceno medio peninsular: una aproximación a partir de la Cova del Bolomor (Tavernes de la Vallidigna, Valencia) y del subnivel TD10-1 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. Universitat Rovira i Virgili.

Blasco, R., Rosell, J., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2010). The hunted hunter: The capture of a lion (*Panthera leo fossilis*) at the Gran Dolina site, Sierra de Atapuerca, Spain. *Journal of Archaeological Science*, 37(8), 2051–2060. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.03.010>

Blasco, R., Rosell, J., van der Made, J., Rodríguez, J., Campeny, G., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2011). Hiding to eat: The role of carnivores in the early Middle Pleistocene from the TD8 level of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3373–3386. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.023>

Blasco, R., Rosell, J., Fernández Peris, J., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2013). Environmental availability, behavioural diversity and diet: A zooarchaeological approach from the TD10-1 sublevel of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 70, 124–144. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.03.008>

Bleed, P. (2001). Trees or chains, links or branches: Conceptual alternatives for consideration of stone tool production and other sequential activities. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 8(1), 101–127. <https://doi.org/10.1023/A:1009526016167>

Bleed, P. (2002). Obviously sequential, but continuous or staged? Refits and cognition in three late paleolithic assemblages from Japan. *Journal of Anthropological Archaeology*, 21(3), 329–343. [https://doi.org/10.1016/S0278-4165\(02\)00001-6](https://doi.org/10.1016/S0278-4165(02)00001-6)

Bleed, P. (2004). Refitting as aggregate analysis. En C. T. Hall & M. L. Larson (Eds.), *Aggregate Analysis in Chipped Stone*. Salt lake City: University of Utah Press.

Bodu, P., Karlin, C., Ploux, S. (1990). Who's Who? The Magdalenian Flintknappers of Pincevent. En D. Czesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts* (pp. 143–163). Bonn: Holos.

Boëda, E. (2001). Détermination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I. En D. Cliquet (Ed.), *Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale* (pp. 51–76). Caen.

Bordes, F. (1975). Sur la notion de sol d'habitat en préhistoire paléolithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 72, 139–143.

Botella, M.C., Vera, J.A., de Porta, J. (1975). El yacimiento achelense de la "Solana del Zamborino". Fonelas (Granada) (1ª campaña de excavaciones). *Cuadernos de Prehistoria de La Universidad de Granada*, 1, 1–4.

Bunn, H., Harris, J. W. K., Isaac, G., Kaufulu, Z., Kroll, E., Schick, K., Toth, N., Behrensmeier, A. K. (1980). FxJj50: An early Pleistocene site in northern Kenya. *World Archaeology*, 12(2), 109–136. <https://doi.org/10.1080/00438243.1980.9979787>

Büster, L., Warmenbol, E., & Mlekuž, D. (2019). *Between Worlds: Understanding Ritual Cave Use in Later Prehistory* (L. Büster, E. Warmenbol, & D. Mlekuž, Eds.). Springer

C

Cáceres, I. (2002). *Tafonomía de yacimientos antrópicos en Karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard Cave (Gibraltar) y Abric Romaní (Capellades, Barcelona)*. Universitat Rovira i Virgili.

Cáceres, I., Lozano, M., & Saladié, P. (2007). Evidence for Bronze Age Cannibalism in El Mirador Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *American Journal of Physical Anthropology*, 133, 899–917. <https://doi.org/10.1002/ajpa>

- Cáceres, I., Huguet, R., Rosell, J., Esteban-Nadal, M., Saladié, P., Díez, J. C., Ollé, A., Vallverdú, J., García, P., Carbonell, E. (2010). El yacimiento de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, España): un enclave para la obtención de recursos cárnicos en el Pleistoceno Medio. *Zona Arqueológica*, 13(January 2018), 157–166. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Cahen, D., & Karlin, C. (1980). Les artisans de la préhistoire. *La Recherche*, 116, 1258–1268.
- Cahen, D., & Keeley, L. H. (1980). Not less than two, not more than three. *World Archaeology*, 12(2), 166–180. <https://doi.org/10.1080/00438243.1980.9979790>
- Cahen, D., Keeley, L. H., & Van Noten, F. L. (1979). Stone Tools, Toolkits, and Human Behaviour in Prehistory. *Current Anthropology*, 20(4), 661–683.
- Cahen, D., Keeley, L. H., & Van Noten, F. L. (1980). Méthodes d'analyse technique, spatiale et fonctionnelle d'ensembles lithiques. *Helinium*, 20, 209–259.
- Campaña, I., Pérez-González, A., Benito-Calvo, A., Rosell, J., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Arsuaga, J. L. (2016). New interpretation of the Gran Dolina-TD6 bearing Homo antecessor deposits through sedimentological analysis. *Scientific Reports*, 6(May), 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep34799>
- Carbonell, E., & Mosquera, M. (2006). The emergence of a symbolic behaviour: the sepulchral pit of Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain. *Comptes Rendus - Palevol*, 5, 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2005.11.010>
- Carbonell, E., & Rodríguez, X. P. (2004). Early Middle Pleistocene deposits and artifacts in the Gran Dolina site (TD4) of the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 26, 291–311.
- Carbonell, E., & Rodríguez, X. P. (2007–2008). El Paleolítico Inferior en Cataluña. *Veleia*, 24–25, 331–343.
- Carbonell, E., Díez-Fernández-Lomana, J. C., & Enamorado, J. (1986). El Pleistoceno medio en Atapuerca (Burgos). *Revista de Arqueología*, 63, 12–24.
- Carbonell, E., Bermúdez De Castro, J. M., Arsuaga, J. L., Díez, J. C., Rosas, A., Cuenca-Bescós, G., Sala, R., Mosquera, M., Rodríguez, X. P. (1995). Lower pleistocene hominids and artifacts from atapuerca-TD6 (Spain). *Science*, 269, 826–830. <https://doi.org/10.1126/science.7638598>
- Carbonell, E., Esteban, M., Martín, A., Mosquera, M., Rodríguez, X. P., Ollé, A., Sala, R., Vergès, J.M., Bermúdez de Castro, J.M., Ortega, A. I. (1999a). The Pleistocene site of Gran Dolina, Sierra de Atapuerca, Spain: a history of the archaeological investigations. *Journal of Human Evolution*, 37, 313–324.
- Carbonell, E., Márquez, B., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sala, R., & Vergès, J. M. (1999b). The TD6 level lithic industry from Gran Dolina, Atapuerca (Burgos, Spain): production and use. *Journal of Human Evolution*, 37, 653–693.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sahnouni, M., Sala, R., & Vergès, J. M. (2001). Structure morphotechnique de l'industrie lithique du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *Anthropologie*, 105, 259–280. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80016-9](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80016-9)
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sala, R., Vergès, J. M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J. M. (2003). Les premiers comportements funéraires auraient-ils pris place à Atapuerca, il y a 350 000 ans? *Anthropologie*, 107, 1–14. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(03\)00002-5](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(03)00002-5)
- Carbonell, E., Canals, A., Saucedo, I., Barrero, N., Carbajo, Á., Díaz, Ó., Díaz, I., Fernández, R., García, F.J., Peña, L., García, M., García, M., Gil, J., Guerra, S., León, L.M., Mancha, S., Mancha, E., Mejías, D., Merino, R.M., Morano, M., Morcillo, A., Muñoz, L., Rodríguez-Hidalgo, A., Julià, R., Giralt, S., Falguères, C. (2005). Santa Ana Cave (Cáceres, Spain) and the technological evolution during the Pleistocene in the Iberian Peninsula. *Anthropologie*, 109, 267–285. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2005.04.016>

Carbonell, E., Bermúdez De Castro, J. M., Parés, J. M., Pérez-González, A., Cuenca-Bescós, G., Ollé, A., Mosquera, M., Huguet, R., van der Made, J., Rosas, A., Sala, R., Vallverdú, J., García, N., Granger, D.E., Martínón-Torres, M., Rodríguez, X.P., Stock, G.M., Vergès, J.M., Allué, E., Burjachs, F., Cáceres, I., Canals, A., Benito-Calvo, A., Díez, C., Lozano, M., Mateos, A., Navazo, M., Rodríguez, J., Rosell, J., Arsuaga, J. L. (2008). The first hominin of Europe. *Nature*, 452, 465–469. <https://doi.org/10.1038/nature06815>

Carbonell, E., Sala, R., Barsky, D., & Celiberti, V. (2009). From Homogeneity to multiplicity: a new approach to the study of Archaic Stone Tools. En E. Hovers & D. Braun (Eds.), *Interdisciplinary Approaches to the Oldowan* (pp. 25–37). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9059-2>

Carbonell, E., Cáceres, I., Lozano, M., Saladié, P., Rosell, J., Lorenzo, C., Vallverdú, J., Huguet, R., Calans, A., Bermúdez de Castro, J. M. (2010). Cultural cannibalism as a paleoeconomic system in the European lower pleistocene: the case of level TD6 of Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Current Anthropology*, 51(4), 539–549. <https://doi.org/10.1086/653807>

Carbonell, E., Huguet, R., Cáceres, I., Lorenzo, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X.P., Saladié, P., Vergès, J.M., García-Medrano, P., Rosell, J., Vallverdú, J., Carretero, J.M., Navazo, M., Ortega, A.I., Martínón-Torres, M., Morales, J.I., Allué, E., Aramburu, A., Canals, A., Carrancho, A., Castilla, M., Expósito, I., Fontanals, M., Francés, M., Galindo-Pellicena, M., García-Antón, D., García, N., Gracia, A., García, R., Gómez-Merino, G., Iriarte, E., de Lombera-Hermida, A., López-Polín, L., Lozano, M., van der Made, J., Martínez, I., Mateos, A., Pérez-Romero, A., Poza, E., Quam, R., Rodríguez-Hidalgo, A., Rodríguez, J., Rodríguez, L., Santos, E., Terradillos, M., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J. L. (2014). Los yacimientos arqueológicos de la Sierra de Atapuerca. En R. Sala, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, & J. L. Arsuaga (Eds.), *Los Cazadores-Recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el estrecho de Gibraltar: estado actual del conocimiento del registro arqueológico* (Universida, pp. 534–560).

Carbonell, E., Barsky, D., Sala, R., & Celiberti, V. (2016). Structural continuity and technological change in Lower Pleistocene toolkits. *Quaternary International*, 393, 6–18. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.008>

Carretero, J. M., Ortega, M. C., Pérez-Martínez, R., Arsuaga, J. L., Pérez-González, A., Juez, L., & Ortega, A. I. (2008). A Late Pleistocene-Early Holocene archaeological sequence of Portalón de Cueva Mayor (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Munibe Antropología-Arkeologia*, 59, 67–80.

Castilla, M., Carretero, J. M., Gracia, A., & Arsuaga, J. L. (2014). Evidence of rickets and/or scurvy in a complete chalcolithic child skeleton from the el portalón site (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Anthropological Sciences*, 92, 257–271. <https://doi.org/10.4436/JASS.92005>

Cattin, M. I. (2002). El remuntatge de les restes lítiques: organització interna dels assentaments i lligams entre jaciments. *Cota Zero*, 17, 117–128.

Chase, P. G. (1990). Tool-Making Tools and Middle Paleolithic Behavior. *Current Anthropology*, 31(4), 443–447.

Chazan, M. (1997). Redefining Levallois. *Journal of Human Evolution*, 33, 719–735.

Childe, V. G. (1956). *Society and Knowledge*. New York: Harper and Brothers.

Clark, G. (1969), *World Prehistory: a New Outline*. Cambridge University Press, Cambridge.

Clark, J.D., 1994. The Acheulian industrial complex in Africa and elsewhere. En: R.S. Corrucini, R.L. Ciochon (Eds.), *Integrative paths to the past. Paleo-anthropology advances in honor of F. Clark Howell*. Prentice-Hall, New Jersey, 451-469.

Clark, A. E. (2019). Using spatial context to identify lithic selection behaviors. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 24, 1014–1022. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.03.011>

- Clarkson, C., Jacobs, Z., Marwick, B., Fullagar, R., Wallis, L., Smith, M., Roberts, R.G., Hayes, E., Lowe, L., Carah, X., Florin, A., McNeil, J., Cox, D., Arnold, I.J., Hua, Q., Huntley, J., Brand, H.E.A., Manne, T., Fairbain, A., Shulmeister, J., Lyle, L., Salinas, M., Page, M., Connell, K., Park, G., Norman, K., Murphy, T., Pardoe, C. (2017). Human occupation of northern Australia by 65,000 years ago. *Nature*, *547*, 306–310. <https://doi.org/10.1038/nature22968>
- Close, A. E. (1996). Carry That Weight: The Use and Transportation of Stone Tools. *Current Anthropology*, *37*(3), 545–553. <https://doi.org/10.1086/204517>
- Close, A. E. (2000). Reconstructing movement in Prehistory. *Journal of Archaeological Method and Theory*, *7*(1), 49–77. <https://doi.org/10.1023/A:1009560628428>
- Cohen, K. M., & Gibbard, P. L. (2016). *Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years, v. 2016a*.
- Collcutt, S., Barton, N., & Bergman, C. (1990). Refitting in context: a taphonomic case study from a Late Upper Palaeolithic site in sands on Hengistbury Head, Dorset, Great Britain. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts* (pp. 219–235). Bonn: Holos.
- Conard, N. J., & Adler, D. S. (1997). Lithic reduction and hominid behavior in the Middle Paleolithic of the Rhineland. *Journal of Anthropological Research*, *53*(2), 147–175. <https://doi.org/10.1086/jar.53.2.3631275>
- Condemi, S. (2001). *Les Néandertaliens de La Chaise (Abri Bourgeois - Delaunay)*. Paris: Editions du CTHS.
- Cooper, J. R., & Qiu, F. (2006). Expediting and standardizing stone artifact refitting using a computerized suitability model. *Journal of Archaeological Science*, *33*, 987–998. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.11.005>
- Costamagno, S., Liliane, M., Cédric, B., Bernard, V., Bruno, M. (2006). Les Pradelles (Marillac-le-Franc, France): A Mousterian reindeer hunting camp? *Journal of Anthropological Archaeology*, *25*, 466–484.
- Cuenca-Bescós, G., & García, N. (2007). Biostratigraphic succession of the Early and Middle Pleistocene mammal faunas of the Atapuerca cave sites (Burgos, Spain). *CFS Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, *259*, 99–110.
- Cuenca, G., Canudo, J. I., & Laplana, C. (2001). La séquence des rongeurs (Mammalia) des sites du Pléistocène inférieur et moyen d' Atapuerca (Burgos, Espagne). *Anthropologie*, *105*, 115–130. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80009-1](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80009-1)
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., & Garcia-Pimienta, J. (2005). Environmental change across the Early-Middle Pleistocene transition: Small mammalian evidence from the Trinchera Dolina cave, Atapuerca, Spain. En M. J. Head & P. L. Gibbard (Eds.), *Early-Middle Pleistocene Transitions: the land-ocean evidence*. (Geological, Vol. 247, pp. 277–286). <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2005.247.01.16>
- Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J. M., Blain, H. A., De Marfá, R. J., Galindo-Pellicena, M. A., Bennásar-Serra, Ll., Melero-Rubio, M., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2010). Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. *Quaternary International*, *212*, 109–119. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.06.007>
- Cuenca-Bescós, G., Melero-Rubio, M., Rofes, J., Martínez, I., Arsuaga, J. L., Blain, H. A., López-García, J.M., Carbonell, E., Bermudez de Castro, J. M. (2011). The Early-Middle Pleistocene environmental and climatic change and the human expansion in Western Europe: A case study with small vertebrates (Gran Dolina, Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, *60*, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2010.04.002>

Cuenca-Bescós, G., Rofes, J., López-García, J. M., Blain, H. A., Rabal-Garcés, R., Sauqué, V., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2013). The small mammals of Sima del Elefante (Atapuerca, Spain) and the first entrance of Homo in Western Europe. *Quaternary International*, 295, 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.12.012>

Cziesla, E., Eickhoff, S., Arts, N., & Winter, D. (1990). *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts* (E. Cziesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter, Eds.). Bonn: Holos.

D

Daujeard, C., Fernandes, P., Guadelli, J. L., Moncel, M. H., Santagata, C., & Raynal, J. P. (2012). Neanderthal subsistence strategies in Southeastern France between the plains of the Rhone Valley and the mid-mountains of the Massif Central (MIS 7 to MIS 3). *Quaternary International*, 252, 32–47. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.01.047>

de Bie, M. (2007). Benefiting from Refitting in intra-site analysis: lessons from Rekem (Belgium). En U. Schurmans & M. de Bie (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic refitting examined*. (pp. 31–44). BAR International Series 1596.

de la Torre, I. (2016). The origins of the acheulean: Past and present perspectives on a major transition in Human Evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371. <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0245>

de la Torre, I., Mora, R., Domínguez-Rodrigo, M., de Luque, L., & Alcalá, L. (2003). The Oldowan industry of Peninj and its bearing on the reconstruction of the technological skills of Lower Pleistocene hominids. *Journal of Human Evolution*, 44, 203–224. [https://doi.org/10.1016/S0047-2484\(02\)00206-3](https://doi.org/10.1016/S0047-2484(02)00206-3)

de la Torre, I., Vanwezer, N., Benito-Calvo, A., Proffitt, T., & Mora, R. (2019). Spatial and orientation patterns of experimental stone tool refits. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(9), 4569–4584. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0701-z>

de Lombera Hermida, A. (2009). The Scar Identification of Lithic Quartz Industries. En F. Sternke, L. J. Costa, & L. Eigeland (Eds.), *Non-flint raw material use in Prehistory. Old prejudices and new direction*. (pp. 5–11). BAR International Series, Archaeopress, Oxford.

de Lombera-Hermida, A., Bargalló, A., Terradillos-Bernal, M., Huguet, R., Vallverdú, J., García-Antón, M. D., Mosquera, M., Ollé, A., Sala, R., Carbonell, E., Rodríguez-Álvarez, X. P. (2015). The lithic industry of Sima del Elefante (Atapuerca, Burgos, Spain) in the context of Early and Middle Pleistocene technology in Europe. *Journal of Human Evolution*, 82, 95–106. <http://doi.org/10.1016/j.hevol.2015.03.002>

de Lombera-Hermida, A., Rodríguez-Álvarez, X.P., Mosquera, M., Ollé, A., García-Medrano, P., Pedergnana, A., Terradillos, M., López-Ortega, E., Bargalló, A., Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. The dawn of the Middle Palaeolithic in Atapuerca: the lithic assemblage of TD10.1 from Gran Dolina. *Journal of Human Evolution*, corrected proof.

Delagnes, A., & Roche, H. (2005). Late Pliocene hominid knapping skills: The case of Lokalalei 2C, West Turkana, Kenya. *Journal of Human Evolution*, 48, 435–472. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.12.005>

Delpiano, D., & Peresani, M. (2017). Exploring Neanderthal skills and lithic economy. The implication of a refitted Discoid reduction sequence reconstructed using 3D virtual analysis. *Comptes Rendus - Palevol*, 16, 865–877. <https://doi.org/10.1016/j.crvp.2017.06.008>

Delpiano, D., Peresani, M., & Pastoors, A. (2017). The contribution of 3D visual technology to the study of Palaeolithic knapped stones based on refitting. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 4, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2017.02.002>

Delpiano, D., Cocilova, A., Zangrossi, F., & Pisansani, M. (2019). Potentialities of the virtual analysis of lithic refitting: case studies from the Middle and Upper Paleolithic. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4467–4489. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00779-7>

Delson, E., Tattersall, I., Van Couvering, J. A., & Brooks, A. (2000). *Encyclopedia of Human Evolution and Prehistory*. London - New York: Garland Publishing.

Demuro, M., Arnold, L. J., Aranburu, A., Gómez-Olivencia, A., & Arsuaga, J. L. (2019a). Single-grain OSL dating of the Middle Palaeolithic site of Galería de las Estatuas, Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Geochronology*, 49, 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.02.006>

Demuro, M., Arnold, L. J., Aranburu, A., Sala, N., & Arsuaga, J. L. (2019b). New bracketing luminescence ages constrain the Sima de los Huesos hominin fossils (Atapuerca, Spain) to MIS 12. *Journal of Human Evolution*, 131, 76–95. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2018.12.003>

Dennell, R. W., Martínón-Torres, M., & Bermúdez de Castro, J. M. (2011). Hominin variability, climatic instability and population demography in Middle Pleistocene Europe. *Quaternary Science Reviews*, 30, 1511–1524. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.11.027>

Deschamps, M., & Zilhão, J. (2018). Assessing Site formation and assemblage integrity through stone tool refitting at gruta da oliveira (Almonda karst system, Torres Novas, Portugal): A middle paleolithic case study. In *PLoS ONE* (Vol. 13). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192423>

Díez Fernández-Lomana, J.C., Moreno, V., Rodríguez, J., Rosell, J., Cáceres, I., Huguet, R. (1999). Estudio arqueológico de los restos de macrovertebrados de la Unidad GIII de Galería (Sierra de Atapuerca). En E. Carbonell, A. Rosas, J.C. Díez (Eds.) *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, Zamora, 265-282.

Doronichev, V., & Golovanova, L. (2010). Beyond the Acheulean: A view on the Lower Paleolithic occupation of Western Eurasia. *Quaternary International*, 223-224, 327-344. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2009.12.003>

Duval, M., Grün, R., Parés, J. M., Martín-Francés, L., Campaña, I., Rosell, J., Shao, Q., Arsuaga, J.L., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J. M. (2018). The first direct ESR dating of a hominin tooth from Atapuerca Gran Dolina TD-6 (Spain) supports the antiquity of Homo antecessor. *Quaternary Geochronology*, 47, 120–137. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2018.05.001>

E

Eickhoff, S. (1990). A spatial analysis of refitted flint artefacts from the Magdalenian site of Gönnersdorf, Western Germany. En E. Ciesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Enloe, J. G. (1995). Remontatge en Zooarqueologia: Tafonomia, Economia i Societat. *Cota Zero*, 11, 31–37.

Enloe, J.E. (2003). Acquisition and processing of reindeer in the Paris Basin, en: S. Costamagno, V. Laroulandie (Eds.), *Mode de Vie au Magdalénien: Les Apports de l'Archéozoologie*, BAR International Series, Oxford, 23-31.

Enloe, J.G., David, F. (1997). Rangifer herd behavior: seasonality of hunting in the magdalenian of the Paris basin, en: L.J. Jackson, P.T. Thacker (Eds.), *Caribou and Reindeer Hunters of the Northern Hemisphere*, Avebury Press, Aldershot.

Ester, M., Kriegel, H. P., Sander, J., & Xu, X. (1996). A Density-Based Algorithm for discovering Clusters in large spatial databases with noise. In *KDD'96 Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 226–231). <https://doi.org/10.1016/B978-044452701-1.00067-3>

F

Faber, E., Sparrow, T., Murgatroyd, A. S., Wilson, A., Gaffney, V., Gaffney, C., Ch'ng, E., Cuttler, R., Sears, G. (2017). Curious Travellers. Preserving endangered heritage across the world. *Current World Archaeology*, (January).

Falguères, C., Shen, G., & Yokoyama, Y. (1988). Datation de l'aven d'Orgnac III : comparaison par les méthodes de la Résonance de Spin Electronique (ESR) et du déséquilibre des familles de l'uranium. *L'Anthropologie*, *92*, 727–729.

Falguères, C., Bahain, J. J., & Saleki, H. (1997). U-Series and ESR dating of teeth from acheulian and mousterian levels at La Micoque (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science*, *24*, 537–545. <https://doi.org/10.1006/jasc.1996.0137>

Falguères, C., Bahain, J. J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J. L., Bermudez De Castro, J. M., Carbonell, E., Bicho, J.L., Dolo, J. M. (1999). Earliest humans in Europe: The age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, *37*, 343–352. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0326>

Falguères, C., Bahain, J. J., Yokoyama, Y., Bischoff, J. L., Arsuaga, J. L., Bermudez De Castro, J. M., Carbonell, E., Dolo, J. M. (2001). Datation par RPE et U-TH des sites pléistocènes d'Atapuerca: Sima de los Huesos, Trinchera Dolina et Trinchera Galería. Bilan géochronologique. *Anthropologie*, *105*, 71–81. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80006-6)

Falguères, C., Bahain, J. J., Pérez-González, A., Mercier, N., Santonja, M., & Dolo, J. M. (2006). The Lower Acheulian site of Ambrona, Soria (Spain): Ages derived from a combined ESR/U-series model. *Journal of Archaeological Science*, *33*, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.07.006>

Falguères, C., Bahain, J. J., Bischoff, J. L., Pérez-González, A., Ortega, A. I., Ollé, A., Quiles, A., Ghalib, B., Moreno, D., Dolo, J.M., Shao, Q., Vallverdú, J., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J. L. (2013). Combined ESR/U-series chronology of acheulian hominid-bearing layers at Trinchera Galería site, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, *65*, 168–184. <https://doi.org/10.1016/j.jhev.2013.05.005>

Feng, X. (2008). Stratégie de débitage et mode de façonnage des industries du Paléolithique inférieur en Chine et en Europe entre 1 Ma et 400 000 ans. Ressemblances et différences de la culture de l'homme de Yunxian et Acheuléen européen. *Anthropologie*, *112*, 423–447. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2008.04.014>

Fernández Peris, J., González, V. B., Blasco, R., Cuartero, F., Fluck, H., Sañudo, P., & Verdasco, C. (2012). The earliest evidence of hearths in Southern Europe: The case of Bolomor Cave (Valencia, Spain). *Quaternary International*, *247*, 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.014>

Foley, R., & Lahr, M. M. (1997). Mode 3 Technologies and the Evolution of Modern Humans. In *Cambridge Archaeological Journal* (Vol. 7). <https://doi.org/10.1017/s0959774300001451>

Folgado, M., & Brenet, M. (2010). Économie de débitage et organisation de l'espace technique sur le site du Paléolithique moyen de plein-air de La Mouline (Dordogne, France). En N. Conard & A. Delagnes (Eds.), *Settlement dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*. Tübingen.

Font, B., López-Polín, L., & Ollé, A. (2010). Description and characterization of the natural alteration of chert artefacts from Atapuerca (Burgos, Spain), Cansaladeta (Tarragona, Spain) and Orgnac 3 (Ardèche, France). *Annali Dell'Università Di Ferrara - Museologia Scientifica e Naturalistica*, *6*, 103–110. <https://doi.org/10.15160/1824-2707/418>

Frayer, D. W., Lozano, M., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Arsuaga, J. L., Radović, J., Fiore, I., Bondioli, L. (2012). More than 500,000 years of right-handedness in Europe. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 17(1), 51–69. <https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.529451>

G

Gabucio, M. J., Cáceres, I., Rodríguez-Hidalgo, A., Rosell, J., & Saladié, P. (2014). A wildcat (*Felis silvestris*) butchered by neanderthals in level O of the Abric Romaní site (Capellades, Barcelona, Spain). *Quaternary International*, 326–327, 307–318. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.051>

Gabucio, M. J., Cáceres, I., Rivals, F., Bargalló, A., Rosell, J., Saladié, P., Vallverdú, J., Vaquero, M., Carbonell, E. (2018). Unraveling a Neanderthal palimpsest from a zooarcheological and taphonomic perspective. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10, 197–222. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0343-y>

Galindo-Pellicena, M. A., Martín-Francés, L., Gracia, A., de Gaspar, I., Arsuaga, J. L., & Carretero, J. M. (2017). Evidences of the use of cattle as draught animals in Chalcolithic of El Portalón (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Quaternary International*, 438, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.052>

Galindo-Pellicena, M. A., Pérez-Romero, A., Francés-Negro, M., Álvarez-Fernández, A., Iriarte, E., Arsuaga, J. L., & Carretero, J. M. (2017). The equids from the Bronze Age levels of the El Portalón site (Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, 433, 124–141. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.120>

Gallotti, R., & Peretto, C. (2015). The Lower/early Middle Pleistocene small débitage productions in Western Europe: New data from Isernia La Pineta t.3c (Upper Volturno Basin, Italy). *Quaternary International*, 357, 264–281. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.06.055>

Gallotti, R., & Piperno, M. (2004). Spatial analysis of the lithic material from Level D. En J. Chavaillon & M. Piperno (Eds.), *Studies on the Early Palaeolithic sites of Melka Kunture, Ethiopia* (Istituto I, pp. 599–635).

Gamble, C., & Moutsiou, T. (2011). The time revolution of 1859 and the stratification of the primeval mind. *Notes and Records of the Royal Society of London*, 65(1), 43–63. <https://doi.org/10.1098/rsnr.2010.0099>

García, N., & Arsuaga, J. L. (2011). The Sima de los Huesos (Burgos, northern Spain): Palaeoenvironment and habitats of *Homo heidelbergensis* during the Middle Pleistocene. *Quaternary Science Reviews*, 30, 1413–1419. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.11.008>

García-Antón, M. D., & Mosquera, M. (2007). Données préliminaires sur des aires d'approvisionnement et de selection des matières premières lithiques dans les occupations du Pléistocène Moyen du niveau TD10-1. En M. H. Moncel, A. M. Moigne, M. Arzarello, & C. Peretto (Eds.), *Aires d'approvisionnement en matières premières et aires d'approvisionnement en ressources alimentaires: approche intégrée des comportements* (pp. 171–185). Oxford: BAR International Series 1725.

García-Antón, M. D., Morant Sabater, N., & Mallol Duque, C. (2002). L'approvisionnement en matières premières lithiques au Pléistocène inférieur et moyen dans la Sierra de Atapuerca, Burgos (Espagne). *L'Anthropologie*, 106, 41–55. [https://doi.org/10.1016/s0003-5521\(02\)01086-5](https://doi.org/10.1016/s0003-5521(02)01086-5)

García-Díez, M., Martín-Uixan, J., Martín-Merino, M. A., & Ortega-Martínez, A. I. (2003). Dates for rock art at a Bronze Age sanctuary at the Galería del Sílex cave. *Antiquity*, 77(296).

García-Díez, M., Martín-Uixan, J., Martín-Merino, M. A., & Ortega, A. I. (2005). The Galería del Sílex (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): AMS radiocarbon dates of post-Palaeolithic rock art. *Rock Art Research*, 22(1), 17–21.

García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., Díez, C., & Carbonell, E. (2014). The earliest Acheulean technology at Atapuerca (Burgos, Spain): Oldest levels of the Galería site (GII Unit). *Quaternary International*, 353, 170–194. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.03.053>

García-Medrano, P., Ollé, A., Mosquera, M., Cáceres, I., & Carbonell, E. (2015). The nature of technological changes: The Middle Pleistocene stone tool assemblages from Galería and Gran Dolina-sub-unit TD10.1 (Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 368, 92–111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.006>

García-Medrano, P., Cáceres, I., Ollé, A., & Carbonell, E. (2017). The occupational pattern of the Galería site (Atapuerca, Spain): A technological perspective. *Quaternary International*, 433, 363–378. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.013>

Gómez de la Rúa, D., & Díez Martín, F. (2009). La domesticación del fuego: durante el Pleistoceno Inferior y Medio. Estado de la cuestión. *Veleia*, 26, 189–216.

Gómez-Sánchez, D., Olalde, I., Pierini, F., Matas-Lalueza, L., Gigli, E., Lari, M., Civit, S., Lozano, M., Vergès, J.M., Caramelli, D., Ramírez, O., Lalueza-Fox, C. (2014). Mitochondrial DNA from El Mirador cave (Atapuerca, Spain) reveals the heterogeneity of Chalcolithic populations. *PLoS ONE*, 9(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105105>

Goren-Inbar, N., & Sharon, G. (2006). Axe Age. Acheulian Tool-making from quarry to discard. En N. Goren-Inbar & G. Sharon (Eds.), *Approaches to Anthropological Archaeology*. <https://doi.org/10.2307/2787389>

Goring-Morris, N., Marder, O., Davidzon, A., & Ibrahim, F. (1998). Putting humpty together again: preliminary observations on refitting studies in the Eastern Mediterranean. En S. Milliken (Ed.), *The Organization of Lithic Technology in Late glacial and Early Postglacial Europe* (pp. 149–182). BAR International Series 700.

Gracia, A., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Lorenzo, C., Carretero, J. M., De Castro, J. M. B., & Carbonell, E. (2009). Craniosynostosis in the Middle Pleistocene human cranium 14 from the Sima de los Huesos, Atapuerca, Spain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(16), 6573–6578. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900965106>

Gracia, A., Martínez-Lage, J. F., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Lorenzo, C., & Pérez-Espejo, M. Á. (2010). The earliest evidence of true lambdoid craniosynostosis: The case of “Benjamina”, a Homo heidelbergensis child. *Child’s Nervous System*, 26(6), 723–727. <https://doi.org/10.1007/s00381-010-1133-y>

Gracia-Téllez, A., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Martín-Francés, L., Martín-Torres, M., Bermúdez de Castro, J. M., Bonmatí, A., Lira, J. (2013). Orofacial pathology in Homo heidelbergensis: The case of Skull 5 from the Sima de los Huesos site (Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 295, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.02.005>

H

Hallos, J. (2005). “15 Minutes of Fame”: Exploring the temporal dimension of Middle Pleistocene lithic technology. *Journal of Human Evolution*, 49(2), 155–179. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.002>

Henry, D. (2012). The palimpsest problem, hearth pattern analysis, and Middle Paleolithic site structure. *Quaternary International*, 247, 246–266. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.10.013>

Henshilwood, C. S., & Marean, C. W. (2003). The origin of Modern Human Behavior: Critique of the models and their test implications. *Current Anthropology*, 44(5), 627–651. <https://doi.org/10.1086/377665>

Hilbert, K., & Fiedler, L. (1990). Rejoining artefacts from a middle Palaeolithic habitation in Buhlen, Hessen. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Hiscock, P. (2007). Australian point and core reduction viewed through refitting. En U. Schurmans & M. De Bie (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic refitting examined*. BAR International Series 1596.

Hiscock, P. (2009). Reduction, Recycling, and Raw Material Procurement in Western Arnhem Land, Australia. En B. Adams & B. S. Blades (Eds.), *Lithic Materials and Paleolithic Societies* (pp. 78–93). <https://doi.org/10.1002/9781444311976.ch6>

Hoffmann, D. L., Pike, A. W. G., Wainer, K., & Zilhão, J. (2013). New U-series results for the speleogenesis and the Palaeolithic archaeology of the Almonda karstic system (Torres Novas, Portugal). *Quaternary International*, 294, 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.05.027>

Hofman, J. L. (1981). The refitting of chipped-stone artifacts as an analytical and interpretive tool. *Current Anthropology*, 22(6), 691–693. <https://doi.org/10.1086/202754>

Hofman, J. L. (1992). Putting the pieces together: an introduction to Refitting. En J. L. Hofman & J. G. Enloe (Eds.), *Piecing together the Past: applications of refitting studies in Archaeology1* (pp. 1–20). BAR International Series 578.

Hovers, E. (2007). The many faces of Cores-on-Flakes: a perspective from the Levantine Mousterian. En S. P. McPherron (Ed.), *Tools versus Cores. Alternative Approaches to Stone Tool Analysis* (pp. 42–74). Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.

Huguet, R. (2007). *Primeras ocupaciones humanas en la península Ibérica: Paleoeconomía en la Sierra de Atapuerca (Burgos) y la cuenca de Guadix-Baza (Granada) durante el Pleistoceno Inferior*. Universitat Rovira i Virgili.

Huguet, R., Cáceres, I., Díez, J.C., Rosell, J. (1999). Estudio tafonómico y zooarqueológico de los restos óseos de macromamíferos de la unidad GII de Galería (Sierra de Atapuerca). En E. Carbonell, A. Rosas, J.C. Díez (Eds.) *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleoecología del Yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, Burgos, pp. 245-264.

Huguet, R., Díez-Fernández-Lomana, J. C., Rosell, J., Cáceres, I., Moreno, V., Ibáñez, N., & Saladié, P. (2001). Le gisement de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Espagne): Un modèle archéozoologique de gestion du territoire au Pléistocène. *Anthropologie*, 105, 237–257. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80015-7](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80015-7)

Huguet, R., Saladié, P., Cáceres, I., Díez, C., Rosell, J., Bennàsar, M., Blasco, R., Esteban-Nadal, M., Gabucio, J., Rodríguez-Hidalgo, A., Carbonell, E. (2013). Successful subsistence strategies of the first humans in south-western Europe. *Quaternary International*, 295, 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.11.015>

Huguet, R., Vallverdú, J., Rodríguez-Álvarez, X. P., Terradillos-Bernal, M., Bargalló, A., de Lombera-Hermida, A., Menéndez, L., Modesto-Mata, M., Van der Made, J., Soto, M., Blain, H.A., García, N., Cuenca-Bescós, G., Gómez-Merino, G., Pérez-Martínez, R., Expósito, I., Allué, A., Rofes, J., Burjachs, F., Canals, A., Bennàsar, M., Nuñez-Lahuerta, C., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2017). Level TE9c of Sima del Elefante (Sierra de Atapuerca, Spain): A comprehensive approach. *Quaternary International*, 433, 278–295. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.030>

I

Isaac, G. (1976). Early hominids in action: a commentary on the contribution of archaeology to understanding the fossil record in East Africa. *Yearbook of Physical Anthropology*, 19–35.

Isaac, G. (1978a). The food-sharing behavior of protohuman hominids. *Scientific American*, 238(4), 90–109.

Isaac, G. L. L. (1978b). The Harvey Lecture Series, 1977-1978. Food Sharing and Human Evolution: Archaeological Evidence from the Plio-Pleistocene of East Africa. *Journal of Anthropological Research*, 34(3), 311–325. <https://doi.org/10.1086/jar.34.3.3629782>

J

Jaubert, J., Verheyden, S., Genty, D., Soulier, M., Cheng, H., Blamart, D., Buret, C., Camus, H., Delaby, S., Deldicque, D., Edwards, R., Ferrier, C., Lacrampe, F., Lévêque, F., Maksud, F., Mora, P., Muth, X., Réginer, E., Rouzaud, J., Santos, F. (2016). Early Neanderthal constructions deep in Bruniquel Cave in southwestern France. *Nature*, *534*, 111–114. <https://doi.org/10.1038/nature18291>

K

Karlin, C., & Julien, M. (2019). An autumn at Pincevent (Seine-et-Marne, France): refitting for an ethnographic approach of a Magdalenian settlement. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 4437–4465. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00860-1>

Kassambara, A., & Mundt, F. (2017). *factoextra* : Extract and Visualize the results of multivariate data analyses. R package version 1.0.5. Retrieved from <http://cran-r-project.org/package=factoextra>

Kelly, R. L. (2013). *The Lifeways of Hunter-Gatherers. The foraging spectrum* (2nd editio). Cambridge: Cambridge University Press.

Kuhn, S. L. (1992). On planning and curated technologies in the Middle Paleolithic. *Journal of Anthropological Research*, *48*(3), 185–214. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2397-7_5

Kuhn, S., Balkan-Atli, N., & Dinçer, B. (2009). 2008 Excavations at Kaletpe Deresi 3. *Anatolia Antiqua*, *17*, 291–299. <https://doi.org/10.3406/anata.2009.1288>

L

Lamotte, A. (1999). L'apport des remontages dans la compréhension des méthodes de débitage et de façonnage des gisements acheuléens de la Somme: les exemples de la Ferme de l'Épinette et de l'Épinette à Cagny (Somme, France). *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, *96*(2), 117–131. <https://doi.org/10.3406/bspf.1999.10936>

Larson, M. L., & Ingbar, E. E. (1992). Perspectives on Refitting: critique and a complementary approach. En J. L. Hofman & J. G. Enloe (Eds.), *Piecing together the Past: applications of refitting studies in Archaeology1* (pp. 151–161). BAR International Series 578.

Laughlin, J. P., & Kelly, R. L. (2010). Experimental analysis of the practical limits of lithic refitting. *Journal of Archaeological Science*, *37*, 427–433. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.007>

Leakey, M. D. (1971). *Olduvai Gorge, Vol. III. Excavations in Beds I and II, 1960–1963*. London: Cambridge University Press.

Lenoble, A., & Bertran, P. (2004). Fabric of Palaeolithic levels: Methods and implications for site formation processes. *Journal of Archaeological Science*, *31*, 457–469. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2003.09.013>

Lepre, C. J., Roche, H., Kent, D. V., Harmand, S., Quinn, R. L., Brugal, J. P., Texier, P.J., Lenoble, A., Feibel, C. S. (2011). An earlier origin for the Acheulian. *Nature*, *477*, 82–85. <https://doi.org/10.1038/nature10372>

Lewis, S. G., Ashton, N., Field, M. H., Hoare, P. G., Kamermans, H., Knul, M., Mùcher, H.J., Parfitt, S.A., Roebroeks, W., Sier, M. J. (2019). Human occupation of northern Europe in MIS 13: Happisburgh Site 1 (Norfolk, UK) and its European context. *Quaternary Science Reviews*, *211*, 34–58. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.02.028>

Lindenbeck, J. (1990). Sitefit – 3D-refitting with the PC. A preview. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Lindly, J. M., Beck, R., & Clark, G. (2000). Core reconstructions and lithic reduction sequences at WHS 623X, an Upper Paleolithic site in the Wadi al-Hasa, West-Central Jordan. En N. R. Coinman (Ed.), *The Archaeology of the Wadi al-Hasa, West-Central Jordan, volume 2: Excavations at Middle, Upper and Epipaleolithic sites*. Arizona: Anthropological Research Papers n°52.

Little, A., Elliott, B., Conneller, C., Pomstra, D., Evans, A. A., Fitton, L. C., Holland, A., Davis, R., Kershaw, R., O'Connor, S., O'Connor, T., Sparrow, T., Wilson, A., Jordan, P., Collins, M.J., Colonese, A.C., Craig, O., Knight, R., Lucquin, A.J.A., Taylor, B., Milner, N. (2016). Technological analysis of the world's earliest shamanic costume: A multi-scalar, experimental study of a red deer headdress from the early holocene site of Star Carr, North Yorkshire, UK. *PLoS ONE*, *11*(4), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152136>

López-García, J. M., Blain, H. A., de Marfà, R., García, A., Martinell, J., Bennàsar, M. L., & Cuenca-Bescós, G. (2011). Small-mammals from the middle pleistocene layers of the sima del elefante (Sierra de Atapuerca, Burgos, Northwestern Spain). *Geologica Acta*, *9*(1), 29–43. <https://doi.org/10.1344/105.000001644>

López-Ortega, E., Rodríguez, X. P., & Vaquero, M. (2011). Lithic refitting and movement connections: The NW area of level TD10-1 at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Archaeological Science*, *38*, 3112–3121. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.011>

López-Ortega, E., Bargalló, A., de Lombra-Hermida, A., Mosquera, M., Ollé, A., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2017). Quartz and quartzite refits at Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos): Connecting lithic artefacts in the Middle Pleistocene unit of TD10.1. *Quaternary International*, *433*, 85–102. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.026>

López-Ortega, E., Rodríguez-Álvarez, X. P., Ollé, A., & Lozano, S. (2019). Lithic refits as a tool to reinforce postdepositional analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 4555–4568. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00808-5>

López-Ortega, E., Morales, J. I., Ollé, A., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2019). Avoiding the Blue and Black/White and Gold Argument: an Automated Colour Reference System Applied to Lithic Refit Processes. *Journal of Archaeological Method and Theory*, in press. <https://doi.org/10.1007/s10816-019-09426-w>

Lozano, M., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., & Arsuaga, J. L. (2008). Non-masticatory uses of anterior teeth of Sima de los Huesos individuals (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, *55*, 713–728. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.04.007>

Lozano, M., Mosquera, M., de Castro, J. M. B., Arsuaga, J. L., & Carbonell, E. (2009). Right handedness of *Homo heidelbergensis* from Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) 500,000 years ago. *Evolution and Human Behavior*, *30*, 369–376. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2009.03.001>

Lozano-Fernández, I., Bañuls-Cardona, S., Blain, H. A., López-García, J. M., Vallverdú, J., Agustí, J., & Cuenca-Bescós, G. (2014). Biochronological data inferred from the Early Pleistocene small mammals of the Barranc de la Boella site (Tarragona, north-eastern Spain). *Journal of Quaternary Science*, *29*(7), 722–728. <https://doi.org/10.1002/jqs.2744>

Lumley, H., Echassoux, A., Bailon, S., Cauche, D., Marchi, M. P., Desclaux, E., El Guennoni, K., Khatib, S., Lacombat, F., Thierry, R., Valenci, V. (2004). *Le sol d'occupation acheuléen de l'unité archéostratigraphique UA 25 de la grotte du Lazaret (Nice, Alpes-Maritimes)*. Edisud.

Lycett, S. J. (2007). Why is there a lack of Mode 3 Levallois technologies in East Asia? A phylogenetic test of the Movius-Schick hypothesis. *Journal of Anthropological Archaeology*, *26*, 541–575. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2007.07.003>

Lycett, S. J., & Gowlett, J. A. J. (2008). On questions surrounding the Acheulean “tradition.” *World Archaeology*, *40*(3), 295–315. <https://doi.org/10.1080/00438240802260970>

M

Macdonald, D. A., Harman, R., & Evans, A. A. (2018a). Replicating surface texture: Preliminary testing of molding compound accuracy for surface measurements. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *18*(December 2017), 839–846. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.02.033>

Macdonald, D. A., Stemp, W. J., & Evans, A. A. (2018b). Exploring the microscale: Advances and novel applications of microscopy for archaeological materials. *Journal of Archaeological Science: Reports*, *18*, 804–805. <https://doi.org/10.1016/j.jas-rep.2018.02.036>

Machado, J., Hernández, C. M., Mallol, C., & Galván, B. (2013). Lithic production, site formation and Middle Palaeolithic palimpsest analysis: in search of human occupation episodes at Abric del Pastor Stratigraphic Unit IV (Alicante, Spain). *Journal of Archaeological Science*, *40*, 2254–2273. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.01.002>

Machado, J., Mayor, A., Hernández, C. M., & Galván, B. (2019). Lithic refitting and the analysis of Middle Palaeolithic settlement dynamics: a high-temporal resolution example from El Pastor rock shelter (Eastern Iberia). *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 4539–4554. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00859-8>

Malinsky-Buller, A., Hovers, E., & Marder, O. (2011). Making time: “Living floors”, “palimpsests” and site formation processes- A perspective from the open-air Lower Paleolithic site of Revadim Quarry, Israel. *Journal of Anthropological Archaeology*, *30*, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2010.11.002>

Mallol, C. (2004). *Micromorphological observations from the archaeological sediments of Ubeidiya (Israel), Dmanisi (Georgia) and Gran Dolina TD-10 (Spain) for the reconstruction of hominid occupation contexts*. University of Harvard.

Mallol, C., & Carbonell, E. (2008). The Collapse of Gran Dolina cave, Sierra de Atapuerca, Spain: site formation processes of layer TD10-1. *Geoarchaeology: An International Journal*, *23*(1), 13–41. <https://doi.org/10.1002/GEA>

Mania, D., & Mania, U. (1998). Geräte aus Holz von der altpaläolithischen Fundstelle bei Bilzingsleben. *Praehistorica Thuringia*, *2*, 32–72.

Márquez, B., Ollé, A., Sala, R., & Vergès, J. M. (2001). Perspectives méthodologiques de l'analyse fonctionnelle des ensembles lithiques du Pléistocène inférieur et moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *Anthropologie*, *105*, 281–299. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80017-0](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80017-0)

Martín, P., Saladié, P., Nadal, J., & Vergès, J. M. (2014). Butchered and consumed: Small carnivores from the Holocene levels of El Mirador Cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternary International*, *353*, 153–169. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.011>

Martín, P., García-González, R., Nadal, J., & Vergès, J. M. (2016). Perinatal ovicaprine remains and evidence of shepherding activities in Early Holocene enclosure caves: El Mirador (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, *414*, 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.024>

Martínez, I., Arsuaga, J. L., Quam, R., Carrettero, J. M., Gracia, A., & Rodríguez, L. (2008). Human hyoid bones from the middle Pleistocene site of the Sima de los Huesos (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, *54*, 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2007.07.006>

Martínez, I., Rosa, M., Quam, R., Jarabo, P., Lorenzo, C., Bonmatí, A., Gómez-Olivencia, A., Gracia, A., Arsuaga, J. L. (2013). Communicative capacities in Middle Pleistocene humans from the Sierra de Atapuerca in Spain. *Quaternary International*, *295*, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.07.001>

Martínez-Moreno, J., Mora Torcal, R., Benito-Calvo, A., Roy Sunyer, M., & Sánchez-Martínez, J. (2019). A bunch of refits: 497D blade knapping assemblage of the Early Upper Paleolithic in Cova Gran (Northeast Iberia). *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 4585–4600. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0726-3>

Martinón-Torres, M., Bermúdez De Castro, J. M., Gómez-Robles, A., Prado-Simón, L., & Arsuaga, J. L. (2012). Morphological description and comparison of the dental remains from Atapuerca-Sima de los Huesos site (Spain). *Journal of Human Evolution*, *62*, 7–58. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.08.007>

McNeil, J.L., Marginson, A., Mackay, A., & Clarkson, C. (2015). Colour Signature Analysis : Using objective colour quantification techniques towards refitting lithic assemblages. *Annual Meeting of the Society for American Archaeologists*. San Francisco.

Menéndez Granda, D. L. (2009). *La transición del Modo 2 al Modo 3 vista a través de la industria lítica de Gran Dolina TD10 (Atapuerca, Burgos) y Orgnac 3 (Ardèche, Francia)*. *Desarrollo tecnológico y posibles implicaciones ocupacionales de los conjuntos*. Universitat Rovira i Virgili.

Meyer, M., Fu, Q., Aximu-Petri, A., Glocke, I., Nickel, B., Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Pääbo, S. (2014). A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos. *Nature*, *505*, 403–406. <https://doi.org/10.1038/nature12788>

Meyer, M., Arsuaga, J. L., De Filippo, C., Nagel, S., Aximu-Petri, A., Nickel, B., Martínez, I., Gracia, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Viola, B., Kelso, J., Prüfer, K., Pääbo, S. (2016). Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins. *Nature*, *531*, 504–507. <https://doi.org/10.1038/nature17405>

Michel, V., Shen, G., Shen, C. C., Wu, C. C., Vérafi, C., Gallet, S., Moncel, M.H., Combier, J., Khatib, S., Manetti, M. (2013). Application of U/Th and ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating to Orgnac 3, a Late Acheulean and Early Middle Palaeolithic site in Ardèche, France. *PLoS ONE*, *8*(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082394>

Moncel, M.H., & Combier, J. (1992). Industrie lithique du site Pléistocène moyen d'Orgnac 3 (Ardèche). *Gallia Préhistoire*, *34*, 1–55.

Moncel, M. H., & Schreve, D. (2016). The Acheulean in Europe: origins, evolution and dispersal. *Quaternary International*, *411*(B).

Moncel, M. H., Moigne, A. M., & Combier, J. (2012). Towards the Middle Palaeolithic in Western Europe: The case of Orgnac 3 (southeastern France). *Journal of Human Evolution*, *63*, 653–666. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.08.001>

Moncel, M. H., Despriée, J., Voinchet, P., Tisoux, H., Moreno, D., Bahain, J. J., Courcimault, G., Falguères, C. (2013). Early evidence of acheulean settlement in northwestern Europe- La Noira site, a 700 000 year-old occupation in the center of France. *PLoS ONE*, *8*(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075529>

Moncel, M. H., Despriée, J., Voinchet, P., Courcimault, G., Hardy, B., Bahain, J. J., Puaud, S., Gallet, X., Falguères, C. (2016). The Acheulean workshop of la Noira (France, 700 ka) in the European technological context. *Quaternary International*, *393*, 112–136. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.051>

Monnier, J. L., Ravon, A. L., Hinguant, S., Hallégouët, B., Gaillard, C., & Laforge, M. (2016). Menez-Dregan 1 (Plouhinec, Finistère, France) : un site d'habitat du Paléolithique inférieur en grotte marine. Stratigraphie, structures de combustion, industries riches en galets aménagés. *Anthropologie (France)*, *120*, 237–262. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2016.05.003>

Moreno, D., Falguères, C., Pérez-González, A., Duval, M., Voinchet, P., Benito-Calvo, A., Ortega, A.I., Bahain, J.J., Sala, R., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J. L. (2012). ESR chronology of alluvial deposits in the Arlanzón valley (Atapuerca, Spain): Contemporaneity with Atapuerca Gran Dolina site. *Quaternary Geochronology*, *10*, 418–423. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2012.04.018>

Moreno, D., Falguères, C., Pérez-González, A., Voinchet, P., Ghaleb, B., Despriée, J., Bahain, J.J., Sala, R., Carbonell, E., Bermúdez de Castro, J.M., Arsuaga, J. L. (2015). New radiometric dates on the lowest stratigraphical section (TD1 to TD6) of Gran Dolina site (Atapuerca, Spain). *Quaternary Geochronology*, *30*, 535–540. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2015.05.007>

Morrow, T. M. (1996). Lithic refitting and archaeological site formation processes. A case study from the twin Dicht site, Greene County, Illinois. En G. H. Odell (Ed.), *Stone tools: theoretical insights into human prehistory* (pp. 345–373). New York: Plenum.

Mosquera, M. (1995). *Procesos técnicos y variabilidad en la industria lítica del Pleistoceno Medio de la meseta: Sierra de Atapuerca, Torralba, Ambrona y Aridos* (Universidad Complutense de Madrid). <https://doi.org/ISBN:978-84-693-1123-3>

Mosquera, M., Ollé, A., Pérez-González, A., Rodríguez, X. P., Vaquero, M., Verges, J. M., & Carbonell, E. (2007). Valle de las Orquídeas: Un yacimiento al aire libre del Pleistoceno superior en la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Trabajos de Prehistoria*, 64(2), 143–155. <https://doi.org/10.3989/tp.2007.v64.i2.113>

Mosquera, M., Ollé, A., & Rodríguez, X. P. (2013). From Atapuerca to Europe: Tracing the earliest peopling of Europe. *Quaternary International*, 295, 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.01.031>

Mosquera, M., Ollé, A., Saladié, P., Cáceres, I., Huguet, R., Rosas, A., Villalaín, J., Carrancho, A., Bourlès, D., Braucher, R., Pineda, A., Vallverdú, J. (2016). The Early Acheulean technology of Barranc de la Boella (Catalonia, Spain). *Quaternary International*, 393, 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.005>

Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez-Álvarez, X. P., & Carbonell, E. (2018). Shedding light on the Early Pleistocene of TD6 (Gran Dolina, Atapuerca, Spain): The technological sequence and occupational inferences. *PloS one*, 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190889>

N

Navazo, M. (2006). *Sociedades cazadoras-recolectoras en la sierra de Atapuerca durante el Paleolítico Medio: patrones de asentamiento y estrategias de movilidad*. Universidad de Burgos.

Navazo, M., & Carbonell, E. (2014). Neanderthal settlement patterns during MIS 4-3 in Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International*, 331, 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.03.032>

Navazo, M., Alonso-Alcalde, R., Benito-Calvo, A., Díez, J. C., Pérez-González, A., & Carbonell, E. (2011). Huididero: MIS 4 open air Neanderthal occupations in Sierra de Atapuerca. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 39(4), 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.aee.2012.02.004>

Neitz, J., & Neitz, M. (2008). Colour Vision: The Wonder of Hue. *Current Biology*, 18(16), 700-702. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.06.062>

Neitz, J., & Neitz, M. (2011). The genetics of normal and defective color vision. *Vision Research*, 51(7), 633-651. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2010.12.002>

Neitz, J., Carroll, J., Yamauchi, Y., Neitz, M., & Williams, D. R. (2002). Color perception is mediated by a plastic neural mechanism that is adjustable in adults. *Neuron*, 35(4), 783-792. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(02\)00818-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(02)00818-8)

Neruda, P., & Nerudová, Z. (2005). The development of the production of lithic industry in the Early Upper Palaeolithic of Moravia. *Archeologické Rozhledy*, 57, 263–292.

Neruda, P., & Nerudová, Z. (2019). Technology of Early Szeletian leaf point shaping: a refitting approach. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4515–4538. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00818-3>

Nerudová, Z., & Neruda, P. (2017). Technology of Moravian Early Szeletian leaf point shaping: A case study of refittings from Moravský Krumlov IV open-air site (Czech Republic). *Quaternary International*, 428, 91–108. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.065>

Newcomer, M. H., & De Sieveking, G. G. (1980). Experimental flake scatter-patterns: A new interpretative technique. *Journal of Field Archaeology*, 7(3), 345–352. <https://doi.org/10.1179/009346980791505392>

Nicoud, E. (2013). *Le Paradoxe Acheuleen*. Publications du CTHS.

O

Obregón, R.-A. (2012). *Estratigrafía cultural en el nivel TD10-1 de Gran Dolina, Sierra de Atapuerca (Burgos): secuencia arqueostratigráfica de los asentamientos contenidos en sedimento homogéneo*. Universidad de Burgos.

Odell, G. H. (2004). Lithic Analysis. *Manuals in Archaeological Method, Theory, and Technique*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Olive, M. (1986). Une forme particulière d'une économie de débitage à Etiolles. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 83.

Olive, M. (1992). En marge des unités d'habitation d'Étiolles: les foyers d'activité satellites. *Gallia Préhistoire*, 34, 85–140. <https://doi.org/10.3406/galip.1992.2298>

Ollé, A., Cáceres, I., Vergès, J.M. (2005). Human occupations at Galería site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) after the technological and taphonomical data. En N. Molines, M.H. Moncel, J.L. Monnier (Eds.), *Les premiers peuplements en Europe. Colloque international: Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique, géologique et paléogéographique des industries du Paléolithique ancien et moyen en Europe*. Oxford, John and Erika Hedges Ltd., 269-280.

Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez, X. P., de Lombera-Hermida, A., García-Antón, M. D., García-Medrano, P., Peña, L., Menéndez, L., Navazo, M., Terradillos, M., Bargalló, A., Márquez, B., Sala, R., Carbonell, E. (2013). The Early and Middle Pleistocene technological record from Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary International*, 295, 138–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.11.009>

Ollé, A., Mosquera, M., Rodríguez-Álvarez, X. P., García-Medrano, P., Barsky, D., de Lombera-Hermida, A., & Carbonell, E. (2016). The Acheulean from Atapuerca: Three steps forward, one step back. *Quaternary International*, 411, 316–328. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.042>

Ollé, A., Vergès, J. M., Rodríguez-Álvarez, X. P., Cáceres, I., Angelucci, D. E., Vallverdú, J., Demuro, M., Arnold, L.J., Falguères, C., Bennàsar, M., López-García, J.M., Blain, H.A., Bañuls-Cardona, S., Burjachs, F., Expósito, I., López-Polín, L., López-Ortega, E. (2016). The Middle Pleistocene site of La Cansaladeta (Tarragona, Spain): Stratigraphic and archaeological succession. *Quaternary International*, 393, 137–157. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.053>

Olsen, S. L. (1989). Solutré: A theoretical approach to the reconstruction of Upper Palaeolithic hunting strategies. *Journal of Human Evolution*, 18, 295-327.

Ordóñez, S., González, J. A., & García del Cura, M. A. (1990). Datación radiogénica (U234-U238 y TH230-U234) de sistemas travertínicos del Alto Tajo (Guadalajara). *Geogaceta*, 8, 53–56.

Oron, M., & Goren-Inbar, N. (2014). Mousterian intra-site spatial patterning at Quneitra, Golan Heights. *Quaternary International*, 331, 186–202. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.04.013>

Ortega, A. I. (2009). *La evolución geomorfológica del karst de la Sierra de Atapuerca (Burgos) y su relación con los yacimientos pleistocenos que contiene*. Universidad de Burgos.

Ortega, A. I., Benito-Calvo, A., Porres, J., Pérez-González, A., & Martín-Merino, M. A. (2010). Applying Electrical Resistivity Tomography to the Identification of Endokarstic Geometries in the Pleistocene sites of the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain). *Archaeological Prospection*, 17, 233–245. <https://doi.org/10.1002/arp>

Ortega, A. I., Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Martín-Merino, M. A., Pérez-Martínez, R., Parés, J. M., Aramburu, A., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2013). Evolution of multilevel caves in the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain) and its relation to human occupation. *Geomorphology*, 196, 122–137. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.05.031>

Ortiz Nieto-Márquez, I., & Baena Preysler, J. (2017). Did stones speak about people? Flint catchment and Neanderthal behavior from Area 3 (Cañaverál, Madrid-Spain). *Quaternary International*, 435, 144–163. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.019>

P

Pappu, S., Gunnell, Y., Akhilesh, K., Braucher, R., Taieb, M., Demory, F., & Thouveny, N. (2011). Early pleistocene presence of acheulian hominins in South India. *Science*, 331, 1596–1599. <https://doi.org/10.1126/science.1200183>

Parés, J. M., & Pérez-González, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca Archaeological Site, Spain. *Science*, 269, 830–832. <https://doi.org/10.1126/science.7638599>

Parés, J. M., & Pérez-González, A. (1999). Magnetochronology and stratigraphy at Gran Dolina section, Atapuerca (Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, 37, 325–342. <https://doi.org/10.1006/jhev.1999.0331>

Parés, J. M., Pérez-González, A., Rosas, A., Benito, A., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., & Hugué, R. (2006). Matuyama-age lithic tools from the Sima del Elefante site, Atapuerca (northern Spain). *Journal of Human Evolution*, 50, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.08.011>

Parés, J. M., Arnold, L., Duval, M., Demuro, M., Pérez-González, A., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Arsuaga, J. L. (2013). Reassessing the age of Atapuerca-TD6 (Spain): New paleomagnetic results. *Journal of Archaeological Science*, 40, 4586–4595. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.013>

Parés, J. M., Álvarez, C., Sier, M., Moreno, D., Duval, M., Woodhead, J. D., Ortega, A.I., Campaña, I., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2018). Chronology of the cave interior sediments at Gran Dolina archaeological site, Atapuerca (Spain). *Quaternary Science Reviews*, 186, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.02.004>

Pederagnana, A. (2017). *Microwear and residue analyses of quartzite stone tools. Experimental development of a method and its application to the assemblages from the Pleistocene sites of Gran Dolina-TD10 (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain) and Payre (Ardèche, France)*. Universitat Rovira i Virgili.

Pederagnana, A., & Blasco, R. (2016). Characterising the exploitation of avian resources: An experimental combination of lithic use-wear, residue and taphonomic analyses. *Quaternary International*, 421, 255–269. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.07.025>

Pederagnana, A., & Ollé, A. (2017). Monitoring and interpreting the use-wear formation processes on quartzite flakes through sequential experiments. *Quaternary International*, 427, 35–65. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.053>

Pederagnana, A., & Ollé, A. (2018). Building an Experimental Comparative Reference Collection for Lithic Micro-Residue Analysis Based on a Multi-Analytical Approach. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 25, 117–154. <https://doi.org/10.1007/s10816-017-9337-z>

Pederagnana, A., & Ollé, A. (2019). Use-wear analysis of the late Middle Pleistocene quartzite assemblage from the Gran Dolina site, TD10.1 subunit (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, in press. <http://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.11.015>

Pederagnana, A., García-Antón, M. D., & Ollé, A. (2017). Structural study of two quartzite varieties from the Utrillas facies formation (Olmos de Atapuerca, Burgos, Spain): From a petrographic characterisation to a functional analysis design. *Quaternary International*, 433, 163–178. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.031>

Pereira, A., Nomade, S., Voinchet, P., Bahain, J. J., Falguères, C., Garon, H., Lefèvre, D., Raynal, J.P., Scao, V., Piperno, M. (2015). The earliest securely dated hominin fossil in Italy and evidence of Acheulian occupation during glacial MIS 16 at Notarchirico (Venosa, Basilicata, Italy). *Journal of Quaternary Science*, 30(7), 639–650. <https://doi.org/10.1002/jqs.2809>

Peretto, C., Arzarello, M., Bahain, J. J., Boulbes, N., Dolo, J. M., Douville, E., Falguères, C., Frank, N., Garcia, T., Lembo, G., Moigne, A.M., Muttillio, B., Nomade, S., Pereira, A., Rufo, M.A., Sala, B., Shao, Q., Thun-Hohenstein, U., Tessari, U., Turrini, M.C., Vacca-ro, C. (2016). The Middle Pleistocene site of Guado San Nicola (Monteroduni, Central Italy) on the Lower/Middle Palaeolithic transition. *Quaternary International*, 411, 301–315. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.056>

Pérez, P. J., Gracia, A., Martínez, I., & Arsuaga, J. L. (1997). Paleopathological evidence of the cranial remains from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Sierra de Atapuerca, Spain). Description and preliminary inferences. *Journal of Human Evolution*, 33, 409–421. <https://doi.org/10.1006/jhev.1997.0154>

Pérez-González, A., & Benito-Calvo, A. (2002). Análisis geomorfológico de la Sierra de Atapuerca y del valle del río Arlanzón (Provincia de Burgos). En A. Pérez-González, J. Vegas, & M. J. Machado (Eds.), *Aportaciones a la Geomorfología de España en el inicio del tercer milenio*. Madrid: IGME.

Pérez-González, A., Aleixandre, T., Pinilla, A., Gallardo, J., Benayas, J., Martínez, M. J., & Ortega, A. I. (1995). An approach to the Galería stratigraphy in the Sierra de Atapuerca trench (Burgos). En J. M. Bermúdez de Castro, J. L. Arsuaga, & E. Carbonell (Eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca*. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Pérez-González, A., Parés, J. M., Carbonell, E., Aleixandre, T., Ortega, A. I., Benito, A., & Martín Merino, M. Á. (2001). Géologie de la Sierra de Atapuerca et stratigraphie des remplissages karstiques de Galería et Dolina (Burgos, Espagne). *Anthropologie*, 105, 27–43. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80004-2](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80004-2)

Pineda Alcalá, A. (2018). *El rol de los homínidos en la formación de los conjuntos arqueopaleontológicos al aire libre: La Mina y El Forn (Barranc de La Boella, La Canonja, Tarragona) y Torralba (Torralba del Moral, Soria)*. Universitat Rovira i Virgili.

Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., García-Taberner, A., Estalrich, A., Mosquera, M., Ollé, A., Vallverdú, J. (2015). Coexistence among large predators during the Lower Paleolithic at the site of La Mina (Barranc de la Boella, Tarragona, Spain). *Quaternary International*, 388, 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.006>

Pineda, A., Saladié, P., Huguet, R., Cáceres, I., Rosas, A., Estalrich, A., García-Taberner, A., Vallverdú, J. (2017). Changing competition dynamics among predators at the late Early Pleistocene site Barranc de la Boella (Tarragona, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 477, 10–26. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.03.030>

Piperno, M. (1999). *Notarchirico. Un sitio del Pleistoceno Medio iniziale nel bacino de Venosa*. Venosa: Edizioni Osanna.

Piperno, M., & Tagliacozzo, A. (2001). The Elephant Butchery Area at the Middle Pleistocene site of Notarchirico (Venosa , Basilicata , Italy). En G. Carverretta (Ed.), *The World of Elephants - International Congress, Rome* (pp. 230–236). Roma: Roma: Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Poza-Rey, E. M., Lozano, M., & Arsuaga, J. L. (2017). Brain asymmetries and handedness in the specimens from the Sima de los Huesos site (Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 433, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.10.004>

Preece, R. C., & Parfitt, S. A. (2012). The Early and early Middle Pleistocene context of human occupation and lowland glaciation in Britain and northern Europe. *Quaternary International*, 271, 6–28. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.04.018>

Prüfer, K., Racimo, F., Patterson, N., Jay, F., Sankararaman, S., Sawyer, S., Heinze, A., Renaud, G., Sudmant, P., Filippo, C., Li, H., Mallick, S., Dannemann, M., Fu, Q., Kircher, M., Kuhlwilm, M., Lachmann, M., Meyer, M., Ongyerth, M., Siebauer, M., Theunert, C., Tandon, A., Moorjani, P., Pickrell, J., Mullikin, J., Vohr, S.H., Green, R.E., Hellmann, I., Johnson, P., Blanche, H., Cann, H., Kitzman, J., Shendure, J., Eichler, E.E., Lein, E., Bakken, T., Golovanova, L., Doronichev, V., Shunkov, M., Derevianko, A., Viola, B., Slatkin, M., Reich, D., Kelso, J., Pääbo, S. (2014). The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains. *Nature*, 505, 43–49. <https://doi.org/10.1038/nature12886>

R

Ravon, A.-L. (2019). Early human occupations at the westernmost tip of Eurasia: The lithic industries from Menez-Dregan I (Plouhinec, Finistère, France). *Comptes Rendus Palevol*, in press. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2019.06.001>

Raynal, J. P., Sbihi Alaoui, F. Z., Geraads, D., Magoga, L., & Mohi, A. (2001). The earliest occupation of North-Africa: The Moroccan perspective. *Quaternary International*, 75, 65–75. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(00\)00078-1](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(00)00078-1)

Riel-Salvatore, J., Bae, M., McCartney, P., & Razdan, A. (2002). Palaeolithic archaeology and 3D visualization technology: recent developments. *Antiquity*, 76, 929–930. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00091614>

Roberts, M. B., & Parfitt, S. A. (1999). *Boxgrove. A Middle Pleistocene hominid site at Eartham Quarry, Boxgrove, West Sussex* (M. B. Roberts & S. A. Parfitt, Eds.). English Heritage.

Rocca, R. (2013). *Peut-on définir des aires culturelles au Paléolithique inférieur? Originalité des premières industries lithiques dans la moitié Est de l'Europe dans le contexte des premiers peuplements de l'Europe*. Université Paris - Ouest Nanterre La Défense.

Rocca, R. (2016). First settlements in Central Europe: Between originality and banality. *Quaternary International*, 409, 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.08.066>

Rocca, R., Abruzzese, C., & Aureli, D. (2016). European Acheuleans: Critical perspectives from the East. *Quaternary International*, 411, 402–411. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.025>

Roche, H. (1995). Les industries de la limite Plio-Pleistocène et du Pleistocène ancien en Afrique. En J. Gibert (Ed.), *Congreso Internacional de Paleontología Humana*. Orce: Fundación Caja de Granada.

Roche, H., Delagnes, A., Brugal, J. P., Felbel, C., Kibunjia, M., Mourre, V., & Texler, P. J. (1999). Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 Myr ago in West Turkana, Kenya. *Nature*, 399, 57–60. <https://doi.org/10.1038/19959>

Rodríguez, J., Burjachs, F., Cuenca-Bescós, G., García, N., Van der Made, J., Pérez-González, A., Blain, H.A., Expósito, I., López-García, J.M., García-Antón, D., Allué, E., Cáceres, I., Huguet, R., Mosquera, M., Ollé, A., Rosell, J., Parés, J.M., Rodríguez, X.P., Díez, J.C., Rofes, J., Sala, R., Saladié, P., Vallverdú, J., Bennàsar, M.Ll., Blasco, R., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2011). One million years of cultural evolution in a stable environment at Atapuerca (Burgos, Spain). *Quaternary Science Reviews*, 30, 1396–1412. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.02.021>

Rodríguez-Álvarez, X. P. (1997). *Los sistemas técnicos de producción lítica del Pleistoceno Inferior y Medio en la Península Ibérica: variabilidad tecnológica entre yacimientos del Noreste y de la Sierra de Atapuerca*. Universitat Rovira i Virgili.

Rodríguez-Álvarez, X. P. (2004). *Technical systems of lithic production in the Lower and Middle Pleistocene of the Iberian Peninsula. Technological variability between north-eastern sites and Sierra de Atapuerca sites*. BAR International Series 1323.

Rodríguez-Álvarez, X., Carbonell, E., & Ortega, A. I. (2001). Historique des découvertes préhistoriques de la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne) et perspectives du futur. *Anthropologie*, 105, 3–12. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80002-9](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80002-9)

Rodríguez-Hidalgo, A. (2015). *Dinámicas subsistenciales durante el Pleistoceno Medio en la Sierra de Atapuerca: los conjuntos arqueológicos de TD10.1 y TD10.2*. Universitat Rovira i Virgili.

Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., Cáceres, I., Huguet, R., de Lombera-Hermida, A., Mosquera, M., Morales, J.I., Pedergnana, A., Rodríguez-Alvarez, X.P., Carbonell, E. (2013). Ancient bone retouchers at Gran Dolina site: a recurrent technical behaviour during the Middle Pleistocene. Abstracts of the ESHE Meeting, Viena.

Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., & Carbonell, E. (2015). Hominin subsistence and site function of TD10.1 bone bed level at Gran Dolina site (Atapuerca) during the late Acheulean. *Journal of Quaternary Science*, 30(7), 679–701. <https://doi.org/10.1002/jqs.2815>

Rodríguez-Hidalgo, A., Saladié, P., Ollé, A., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., & Carbonell, E. (2017). Human predatory behavior and the social implications of communal hunting based on evidence from the TD10.2 bison bone bed at Gran Dolina (Atapuerca, Spain). *Journal of Human Evolution*, 105, 89–122. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2017.01.007>

Roebroeks, W. (1988). From Find Scatters to Early Hominid Behavior: a Study of Middle Palaeolithic Riverside Settlements at Maastricht-Belvedere (The Netherlands). *Analecta Praehistorica Leidensia*, 21.

Roebroeks, W., & Hennekens, P. (1990). Transport of lithics in the Middle Palaeolithic: conjoining evidence from Maastricht-Belvédère (NL). En E. Czielska, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Roebroeks, W., & Villa, P. (2011). On the earliest evidence for habitual use of fire in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(13), 5209–5214. <https://doi.org/10.1073/pnas.1018116108>

Roebroeks, W., Kolen, J., Van Poecke, M., & Van Gijn, A. (1997). <Site J>: an early Weichselian (Middle Palaeolithic) flint scatter at Maastricht-Belvedere, The Netherlands. *Paléo*, 9, 143–172. <https://doi.org/10.3406/pal.1997.1231>

Romagnoli, F. (2015). A second life: Recycling production waste during the Middle Palaeolithic in layer L at Grotta del Cavallo (Lecce, Southeast Italy). *Quaternary International*, 361, 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.07.033>

Romagnoli, F., & Vaquero, M. (2019). The challenges of applying refitting analysis in the Palaeolithic archaeology of the twenty-first century: an actualised overview and future perspectives. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4387–4396. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00888-3>

Romagnoli, F., Gómez de Soler, B., Bargalló, A., Chacón, M. G., & Vaquero, M. (2018). Here and now or a previously planned strategy? Rethinking the concept of ramification for micro-production in expedient contexts: Implications for Neanderthal socio-economic behaviour. *Quaternary International*, 474, 168–181. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.036>

Rosas, A., Pérez-González, A., Carbonell, E., Van Der Made, J., Sánchez, A., Laplana, C., Cuenca-Bescós, G., Parés, J.M., Huguet, R. (2001). Le gisement pléistocène de la «Sima del Elefante» (Sierra de Atapuerca, Espagne). *Anthropologie*, 105, 301–312. [https://doi.org/10.1016/S0003-5521\(01\)80018-2](https://doi.org/10.1016/S0003-5521(01)80018-2)

Rosas, A., Huguet, R., Carbonell, E., Vallverdú, J., Made, J. Van Der, Allué, E., García, N., Martínez-Pérez, R., Rodríguez, J., Sala, R., Saladié, P., Simón, G., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sánchez, A., Parés, J. M. (2004). Initial approach to the site formation and paleoecology of the “Sima del Elefante”: a Pleistocene karst site at Atapuerca Hill. En E. Baquedano & S. Rubio Jara (Eds.), *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre* (pp. 134–155). Alcalá de Henares: Museo Arqueológico Regional.

Rosas, A., Huguet, R., Pérez-González, A., Carbonell, E., De Castro, J. M. B., Vallverdú, J., Van der Made, J., Allué, E., García, N., Martínez-Pérez, R., Rodríguez, J., Sala, R., Saladié, P., Benito-Calvo, A., Martínez-Maza, C., Bastir, M., Sánchez, A., Parés, J. M. (2006). The “Sima del Elefante” cave site at Atapuerca (Spain). *Estudios Geológicos*, *62*(1), 327–348. <https://doi.org/10.3989/egeol.0662129>

Rosell, J. (2001). *Patrons d'aprofitament de les biomasses animals durant el Pleistocè Inferior i Mig (Sierra de Atapuerca, Burgos) i Superior (Abric Romaní, Barcelona)*. Universitat Rovira i Virgili.

Rosell, J., & Blasco, R. (2008). La presencia de carnívoros en conjuntos antrópicos del Pleistoceno medio: el caso del nivel TD10-Sup de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos) y del nivel XII de la Cova del Bolomor (La Valldigna, Valencia). En J. C. Díez-Fernández-Lomana (Ed.), *Zoarqueología hoy. Encuentros hispano-argentinos*. Universidad de Burgos.

Rosell, J., & Blasco, R. (2009). Home sharing: carnivores in anthropogenic assemblages of the Middle Pleistocene. *Journal of Taphonomy*, *7*(4), 305–324.

Rosell, J., Cáceres, I., & Huguet, R. (1998). Systèmes d'occupation anthropique pendant le Pléistocène inférieur et moyen à la Sierra de Atapuerca (Burgos, Espagne). *Quaternaire*, *9*(4), 355–360. <https://doi.org/10.3406/quate.1998.1617>

Rosell, J., Blasco, R., Campeny, G., Díez, J. C., Alcalde, R. A., Menéndez, L., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2011). Bone as a technological raw material at the Gran Dolina site (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *Journal of Human Evolution*, *61*, 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.02.001>

Rosell, J., Blasco, R., Fernández-Laso, M. C., Vaquero, M., & Carbonell, E. (2012). Connecting areas: Faunal refits as a diagnostic element to identify synchronicity in the Abric Romaní archaeological assemblages. *Quaternary International*, *252*, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.019>

Rosell, J., Blasco, R., Fernández Peris, J., Carbonell, E., Barkai, R., & Gopher, A. (2015). Recycling bones in the middle pleistocene: Some reflections from gran dolina TD10-1 (Spain), bolomor cave (Spain) and qesem cave (Israel). *Quaternary International*, *361*, 297–312. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.009>

Rosell, J., Modesto-Mata, M., Fernández-Laso, M. C., Modolo, M., & Blasco, R. (2019). Refitting bones to reconstruct the diversity in Middle Palaeolithic human occupations: the case of the Abric Romaní site (Capellades, Barcelona, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, *11*, 4601–4619. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00887-4>

Royo Gómez, J. (1926). Terciario continental de Burgos. Excursión A-6. *Congreso Geológico Internacional*. Madrid: Instituto Geológico de España.

S

Sala, N., Arsuaga, J. L., Martínez, I., & Gracia-Téllez, A. (2014). Carnivore activity in the Sima de los Huesos (Atapuerca, Spain) hominin sample. *Quaternary Science Reviews*, *97*, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.05.004>

Sala, N., Arsuaga, J. L., Pantoja-Pérez, A., Pablos, A., Martínez, I., Quam, R. M., Gómez-Olivencia, A., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2015). Lethal interpersonal violence in the middle pleistocene. *PLoS ONE*, *10*(5), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126589>

Saladié, P., Huguet, R., Díez, C., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Vallverdú, J., Rosell, J., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2011). Carcass transport decisions in Homo antecessor subsistence strategies. *Journal of Human Evolution*, *61*, 425–446. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.05.012>

Saladié, P., Huguet, R., Rodríguez-Hidalgo, A., Cáceres, I., Esteban-Nadal, M., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2012). Intergroup cannibalism in the European Early Pleistocene: The range expansion and imbalance of power hypotheses. *Journal of Human Evolution*, 63, 682–695. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.07.004>

Saladié, P., Rodríguez-Hidalgo, A., Marín, J., Vallverdú i Poch, J., & Carbonell, E. (2018). The top of the Gran Dolina (Atapuerca, Spain) sequence: A zooarchaeological and occupational perspective. *Quaternary Science Reviews*, 195, 48–71. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.07.010>

Salisbury, R. B., & Engelbrecht, W. (2018). Broken points and social cohesion in Iroquoian villages: A point refit study. *Journal of Anthropological Archaeology*, 51, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2018.06.002>

Santonja, M., & Pérez-González, A. (2010). Mid-Pleistocene Acheulean industrial complex in the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 223–224, 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.02.010>

Santonja, M., & Villa, P. (1990). The Lower Palaeolithic of Spain and Portugal. *Journal of World Prehistory*, 4(1), 45–94.

Santonja, M., Villa, P. (2006). The Acheulean in Southwestern Europe, en: N. Goren-Inbar, G. Sharon (Eds.), *Axe age: Acheulean toolmaking. From quarry to discard*. Equinox Publishing, London, 429-478.

Santonja, M., Pérez-González, A., Panera, J., Rubio-Jara, S., & Méndez-Quintas, E. (2016). The coexistence of Acheulean and Ancient Middle Palaeolithic techno-complexes in the Middle Pleistocene of the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 411, 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.056>

Schäfer, J. (1990). Conjoining artefacts and consideration of raw-material: their application at the Middle Palaeolithic site of the Schweinskopf-Karmelberg. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts* (pp. 83–100). Bonn: Holos.

Schaller-Åhberg, E. (1990). Refitting as a method to separate mixed sites: a test with unexpected results. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Schiffer, M.B. (1987). *Formation processes of the ar-chaological record*. University of Utah Press, Salt Lake City.

Schmider, B., & de Croisset, E. (1990). The contribution of lithic refittings for spatial analysis of campsite H17 and D14 at Marsangy. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Schurmans, U. (2007). Refitting in the Old and New Worlds. En U. Schurmans & M. De Bie (Eds.), *Fitting rocks: lithic refitting examined* (pp. 7–23). Oxford: BAR International Series 1596.

Segre, A., & Ascenzi, A. (1984). Fontana Ranuccio : Italy ' s Earliest Middle Pleistocene Hominid Site. *Current Anthropology*, 25(2), 230–233.

Semaw, S., Rogers, M., & Stout, D. (2009). The Oldowan-Acheulian Transition: is there a “Developed Oldowan” artifact tradition? En M. Camps & P. Chauhan (Eds.), *Sourcebook of Paleolithic Transitions*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-76487-0>

Sharon, G. (2007). *Acheulian large flake industries technology chronology and significance*. BAR International Series 1701.

Sharon, G., & Barsky, D. (2016). The emergence of the Acheulian in Europe – A look from the east. *Quaternary International*, 411, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.108>

Shen, C., & Qi, W. (2004). Lithic technological variability of the Middle Pleistocene in the Eastern Nihewan Basin, Northern China. *Asian Perspectives*, 43(2), 281–301. <https://doi.org/10.1353/asi.2004.0029>

Shott, M. J., Lindly, J. M., & Clark, G. A. (2011). Continuous modeling of core reduction: lessons from refitting cores from WHS 623x, an Upper Paleolithic site in Jordan. *PaleoAnthropology*, (Reduction Sequence, Chaîne Opératoire, and Other Methods: The Epistemologies of Different Approaches to Lithic Analysis), 320–333. <https://doi.org/10.4207/PA.2011.ART62>

Singer, C. A. (1984). The 63-kilometer fit. En J. Ericson & B. Purdy (Eds.), *Prehistoric Quarries and Lithic Production* (pp. 35–48). Cambridge: Cambridge University Press.

Singer, R., Wymer, J., Gladfelter, B. G., & Wolff, R. G. (1973). Excavation of the Clactonian Industry at the Golf Course, Clacton-on-Sea, Essex. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 39, 6–74.

Sisk, M. L., & Shea, J. J. (2008). Intrasite spatial variation of the Omo Kibish Middle Stone Age assemblages: Artifact refitting and distribution patterns. *Journal of Human Evolution*, 55, 486–500. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2008.05.016>

Skar, B., & Coulson, S. (1986). Evidence of Behaviour from Refitting—A Case Study. *Norwegian Archaeological Review*, 19(2), 90–102. <https://doi.org/10.1080/00293652.1986.9965434>

Slimak, L., Kuhn, S. L., Roche, H., Mouralis, D., Buitenhuis, H., Balkan-Atli, N., Binder, D., Kuzucuoglu, C., Guillou, H. (2008). Kaletepe Deresi 3 (Turkey): Archaeological evidence for early human settlement in Central Anatolia. *Journal of Human Evolution*, 54, 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2007.07.004>

Soriano, S., & Villa, P. (2017). Early Levallois and the beginning of the Middle Paleolithic in central Italy. *PLoS ONE*, 12(10), 1–28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186082>

Souville, G. (1998). Contacts et échanges entre la péninsule Ibérique et le Nord-Ouest de l'Afrique durant les temps préhistoriques et protohistoriques. *Comptes-Rendus Des Séances de l'Année - Académie Des Inscriptions et Belles-Lettres*, 142(1), 163–177. <https://doi.org/10.3406/crai.1998.15845>

Speth, J. D., Meignen, L., Bar-Yosef, O., & Goldberg, P. (2012). Spatial organization of Middle Paleolithic occupation X in Kebara Cave (Israel): Concentrations of animal bones. *Quaternary International*, 247, 85–102. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.03.001>

Spurrell, F. C. J. (1884). On Some Palaeolithic Knapping Tools and Modes of Using Them. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 13, 109–118.

Stahlschmidt, M. C., Miller, C. E., Ligouis, B., Hambach, U., Goldberg, P., Berna, F., Richter, D., Urban, B., Serangeli, J., Conard, N. J. (2015). On the evidence for human use and control of fire at Schönning. *Journal of Human Evolution*, 89, 181–201. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.04.004>

Stemp, W. J., Watson, A. S., & Evans, A. A. (2016). Surface analysis of stone and bone tools. *Surface Topography: Metrology and Properties*, 4(1). <https://doi.org/10.1088/2051-672X/4/1/013001>

Sumner, T. A., & Kuman, K. (2014). Refitting evidence for the stratigraphic integrity of the Kudu Koppie Early to Middle Stone Age site, northern Limpopo Province, South Africa. *Quaternary International*, 343, 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.04.017>

T

Takakura, J. (2011). Refitted material and consideration of lithic reduction sequence among the microblade assemblages: A view from the Okushirataki-1 site, Hokkaido, Northern Japan. *Asian Perspectives*, 49(2), 332–347. <https://doi.org/10.1353/asi.2010.0009>

Takakura, J. (2018). Lithic refitting and its implication for the integrity and duration of site occupation: The case of the Late Upper Paleolithic site of Kiusu-5 in Hokkaido, Northern Japan. *Quaternary International*, 474, 156–167. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.03.013>

Tattersall, I., 2011. Before the Neanderthals: Hominid evolution in Middle Pleistocene Europe. En S. Condemi, G.-C. Weniger (Eds.), *Continuity and discontinuity in the peopling of Europe: one hundred fifty years of neanderthal study*. Springer, New York, 47–53.

Terradillos-Bernal, M. (2013). Les gisements de Galería, Gran Dolina TD10et Ambrona (le Complexe Inférieur): Trois modèles technologiques dans le deuxième tiers du Pléistocène moyen. *Anthropologie*, 117, 494–514. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2013.10.004>

Terradillos-Bernal, M., & Díez-Fernández-Lomana, J. C. (2012). La transition entre les Modes 2 et 3 en Europe : Le rapport sur les gisements du Plateau Nord (Péninsule Ibérique). *Anthropologie*, 116, 348–363. <https://doi.org/10.1016/j.anthro.2012.06.001>

Terradillos-Bernal, M., & Rodríguez-Álvarez, X. P. (2014). The influence of raw material qualities in the lithic technology of Gran Dolina (Units TD6 and TD10) and Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A view from experimental archeology. *Comptes Rendus - Palevol*, 13, 527–542. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2014.02.002>

Texier, P. J. (1995). The Oldowan assemblage from NY 18 site at Nyabusosi (Toro-Uganda). *Comptes Rendus - Academie Des Sciences, Serie II: Sciences de La Terre et Des Planetes*, 320, 647–653.

Thieme, H. (1997). Lower Palaeolithic hunting spears from Germany. *Nature*, 385, 807–810.

Tryon, C. A. (2006). “Early” Middle Stone Age Lithic technology of the Kapthurin Formation (Kenya). *Current Anthropology*, 47(2), 367–375. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Tuffreau, A. (1995). The variability of Levallois technology in northern France and neighbouring areas. En H. L. Dibble & O. Bar-Yosef (Eds.), *The Definition and Interpretation of Levallois Technology* (pp. 413–427). Monographs in World Archaeology 23.

Tuffreau, A., Lamotte, A., Antoine, P., & Marcy, J. (1997). Le gisement acheuléen de la Ferme de l’Epinette à Cagny (Somme, France). *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 27(4), 513–530.

Turq, A., Roebroeks, W., Bourguignon, L., & Faivre, J. P. (2013). The fragmented character of Middle Palaeolithic stone tool technology. *Journal of Human Evolution*, 65, 641–655. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.07.014>

U

Ungar, P. S., & Evans, A. (2016). Exposing the past: Surface topography and texture of paleontological and archeological remains. *Surface Topography: Metrology and Properties*, 4(4). <https://doi.org/10.1088/2051-672X/4/4/040302>

V

Valladas, H., Mercier, N., Hershkovitz, I., Zaidner, Y., Tsatskin, A., Yeshurun, R., Vialettes, L., Joron, J.L., Reyss, J.L., Weinstein-Evron, M. (2013). Dating the Lower to Middle Paleolithic transition in the Levant: A view from Misliya Cave, Mount Carmel, Israel. *Journal of Human Evolution*, 65, 585–593. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.07.005>

Vallin, L., Masson, B., & Caspar, J. P. (2001). Taphonomy at Hermies, France: A Mousterian knapping site in a loessic context. *Journal of Field Archaeology*, 28(3–4), 419–436. <https://doi.org/10.1179/jfa.2001.28.3-4.419>

Vallverdú i Poch, J. (2017). Soil-stratigraphy in the cave entrance deposits of Middle Pleistocene age at the Trinchera del Ferrocarril sites (Sierra de Atapuerca, Spain). *Quaternary International*, 433, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.031>

Vallverdú, J., Allué, E., Bischoff, J. L., Cáceres, I., Carbonell, E., Cebrià, A., García-Antón, D., Huguet, R., Ibáñez, N., Martínez, K., Pastó, I., Rosell, J., Saladié, P., Vaquero, M. (2005). Short human occupations in the Middle Palaeolithic level i of the Abric Romaní rock-shelter (Capellades, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution*, 48, 157–174. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.10.004>

Vallverdú, J., Alonso, S., Bargalló, A., Bartrolí, R., Campeny, G., Carrancho, Á., Expósito, I., Fontanals, M., Gabucio, J., Gómez, B., Prats, J.M., Sañudo, P., Solé, À., Vilalta, J., Carbonell, E. (2012). Combustion structures of archaeological level O and mousterian activity areas with use of fire at the Abric Romaní rockshelter (NE Iberian Peninsula). *Quaternary International*, 247, 313–324. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.012>

Vallverdú, J., Saladié, P., Rosas, A., Huguet, R., Cáceres, I., Mosquera, M., Garcia-Taberner, A., Estalrich, A., Lozano-Fernández, I., Pineda-Alcalá, A., Carrancho, Á., Villalain, J.J., Boursès, D., Braucher, R., Lebatard, A., Vilalta, J., Esteban-nadal, M., Bennàsar, M.Ll., Bastir, M., López-Polín, L., Ollé, A., Vergès, J.M., Ros-Montoya, S., Martínez-Navarro, B., García, A., Martinell, J., Expósito, I., Burjachs, F., Agustí, J., Carbonell, E. (2014). Age and date for early arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain). *PLoS ONE*, 9(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103634>

Van Baelen, A., Meijs, E. P. M., Van Peer, P., De Warrimont, J.-P., & De Bie, M. (2007). An early Middle Palaeolithic site at Kesselt- Op de Schans (Belgian Limburg). Preliminary results. *Notae Praehistoricae*, 27, 19–26.

Van Peer, P. (2007). Refitting of lithic reduction sequences, formal classification systems, and Middle Palaeolithic individuals at work. En U. Schurmans & M. De Bie (Eds.), *Fitting Rocks. Lithic refitting examined*. (pp. 91–103). BAR International Series 1596.

Vaquero, M. (2008). The history of stones: behavioural inferences and temporal resolution of an archaeological assemblage from the Middle Palaeolithic. *Journal of Archaeological Science*, 35, 3178–3185. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2008.07.006>

Vaquero, M., & Pastó, I. (2001). The definition of spatial units in Middle Palaeolithic sites: The hearth-related assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 28, 1209–1220. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0656>

Vaquero, M., Chacón, M. G., García-Antón, M. D., Gómez de Soler, B., Martínez, K., & Cuartero, F. (2012). Time and space in the formation of lithic assemblages: The example of Abric Romaní Level J. *Quaternary International*, 247, 162–181. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.015>

Vaquero, M., Bargalló, A., Chacón, M. G., Romagnoli, F., & Sañudo, P. (2015). Lithic recycling in a middle paleolithic expedient context: Evidence from the Abric Romaní (Capellades, Spain). *Quaternary International*, 361, 212–228. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.055>

Vaquero, M., Fernández-Laso, M. C., Chacón, M. G., Romagnoli, F., Rosell, J., & Sañudo, P. (2017). Moving things: Comparing lithic and bone refits from a Middle Paleolithic site. *Journal of Anthropological Archaeology*, 48, 262–280. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2017.09.001>

Vaquero, M., Romagnoli, F., Bargalló, A., Chacón, M. G., Gómez de Soler, B., Picin, A., & Carbonell, E. (2019). Lithic refitting and intrasite artifact transport: a view from the Middle Paleolithic. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, 4491–4513. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00832-5>

Vergès, J. M. (1996). *Impacte antròpic i pautes tecnofuncionals al Plistocè Mitjà: la indústria lítica del nivell TD10 de Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. Universitat Rovira i Virgili.

Vergès, J. M., & Morales, J. I. (2016). Polished walls as indirect evidence of both the use of caves and stone enclosures as livestock folds and dung management strategies: Ethnological and archaeological examples. *Quaternary International*, 414, 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.049>

Vergès, J. M., Allué, E., Fontanals, M., Morales, J. I., Martín, P., Carrancho, Á., Expósito, I., Guardiola, M., Lozano, M., Marsal, R., Oms, X., Euba, I., Rodríguez, A. (2016). El Mirador cave (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain): A whole perspective. *Quaternary International*, 414, 236–243. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.01.044>

Verhart, L. (1990). Refitting and the problems of simultaneous habitation: the Hekelingen example. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Vidal-Matutano, P., Blasco, R., Sañudo, P., & Fernández Peris, J. (2017). The Anthropogenic Use of Firewood During the European Middle Pleistocene: Charcoal Evidence from Levels XIII and XI of Bolomor Cave, Eastern Iberia (230–160 ka). *Environmental Archaeology*, 24(3), 269–284. <https://doi.org/10.1080/14614103.2017.1406026>

Villa, P. (1982). Conjoinable Pieces and Site Formation Processes. *1 American Antiquity*, 47(2), 276–290.

Villa, P. (1983). *Terra Amata and the Middle Pleistocene archaeological record of Southern France*. Berkeley: University of California Press.

Villa, P., & Courtin, J. (1983). The interpretation of stratified sites: A view from underground. *Journal of Archaeological Science*, 10, 267–281. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(83\)90011-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(83)90011-0)

Villa, P., & Roebroeks, W. (2014). Neandertal demise: An archaeological analysis of the modern human superiority complex. *PLoS ONE*, 9(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096424>

Villa, P., & Soressi, M. (2000). Stone tools in carnivore sites: The case of Bois Roche. *Journal of Anthropological Research*, 56, 187–215. <https://doi.org/10.1086/jar.56.2.3631362>

Villa, P., Soriano, S., Grün, R., Marra, F., Nomade, S., Pereira, A., Boschian, G., Pollarolo, L., Fang, F., Bahain, J. J. (2016). The Acheulian and Early Middle Paleolithic in Latium (Italy): Stability and Innovation. *PLoS ONE*, 11(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160516>

W

Wansleben, M. (1990). Fitting into a computer. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Weiner, J. (1990). Intra-site analysis by refitting lithic artefacts from a flint-workshop on the Neolithic flint-mine “Lousberg” in Aachen (Northrhine Westfalia, FRG). En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

White, M., & Ashton, N. (2003). Lower Palaeolithic core technology and the origins of the Levallois Method in North-Western Europe. *Current Anthropology*, 44(4), 598–609.

White, M., Ashton, N., & Scott, B. (2011). The Emergence, Diversity and Significance of Mode 3 (Prepared Core) Technologies. *Developments in Quaternary Science*, 14, 53–65. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53597-9.00005-4>

Will, M., Conard, N. J., & Tryon, C. A. (2019). Timing and trajectory of cultural evolution on the African continent 200,000–30,000 years ago. En J. Sahle, H. Reyes-Centeno, & C. Bentz (Eds.), *Modern Human Origins and Dispersal*. Tübingen: Kens Verlag Tübingen.

Wilson, A. (2016). Your tourist snaps can help preserve threatened heritage sites for the future. *The Conversation*, pp. 1–4.

Winter, D. (1990). “The refitters failure” – some criteria concerning the duration of settlement through refitting. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Wojtczak, D., & Demidenko, Y. E. (2018). Small artefacts for special activity? A better understanding of the variability within the Hummalian industry through lithic refitting, Hummal, Syria. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 20, 135–157. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.04.024>

Z

Zazo, C., Goy, J.L., Hoyos, M., 1987. Contexto geológico y geomorfológico. En E. Aguirre, E. Carbonell, J.M. Bermúdez de Castro (Eds.), *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, Junta de Castilla y León, Valladolid, pp. 41-46.

Zieba, A., Sitlivy, V., Sobczyk, K., & Kolesnik, A. V. (2008). Raw Material Exploitation and Intra-Site Spatial Distribution At Two Late Middle and Early Upper Paleolithic Sites in the Krakow Region: Piekarylia and Ksiecia Jozefa. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 33(1), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.aeae.2008.04.013>

Ziesaire, P. (1990). Refitting flaking tools from an Early Mesolithic site at Altwies-Haed, Grand Duchy of Luxembourg. En E. Czesla, S. Eickhoff, N. Arts, & D. Winter (Eds.), *THE BIG PUZZLE. International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Bonn: Holos.

Zilhão, J. (2007). The Emergence of Ornaments and Art: An archaeological perspective on the origins of “Behavioral Modernity.” *Journal of Archaeological Research*, 15, 1–54. <https://doi.org/10.1007/s10814-006-9008-1>

Zornoza-Indart, A., López-Arce, P., & López-Polín, L. (2017). Durability of traditional and new nanoparticle based consolidating products for the treatment of archaeological stone tools: Chert artifacts from Atapuerca sites (Burgos, Spain). *Journal of Cultural Heritage*, 24, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.10.019>

ANEXO 1

REM1_1	Núcleo-lasca
L13-16 (00)	BN1GE
L13-17 (00)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 10.3 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

La pieza L13-16 (00) es una base natural empleada como percutor (quedan estigmas en los extremos opuestos de su forma ovalada). Tras su uso como percutor, y quizá a consecuencia de alguna fractura en forma de lasca, se empleó como núcleo. Presenta dos extracciones opuestas en la misma cara (unifacial bipolar).

La pieza L13-17 (00) es una lasca cuya cara dorsal es totalmente cortical.

El remontaje es de esta lasca sobre uno de los negativos del núcleo. La cercanía de las piezas entre sí podría deberse a un abandono en el mismo lugar de explotación y único aprovechamiento de la otra lasca (no hallada) o a su abandono por la fractura del percutor con la consecuente obtención de la lasca.



REM1_2	Núcleo-lasca
J21-22 (01)	BN2GE
J21-85 (01)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 80.06 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 17 cm

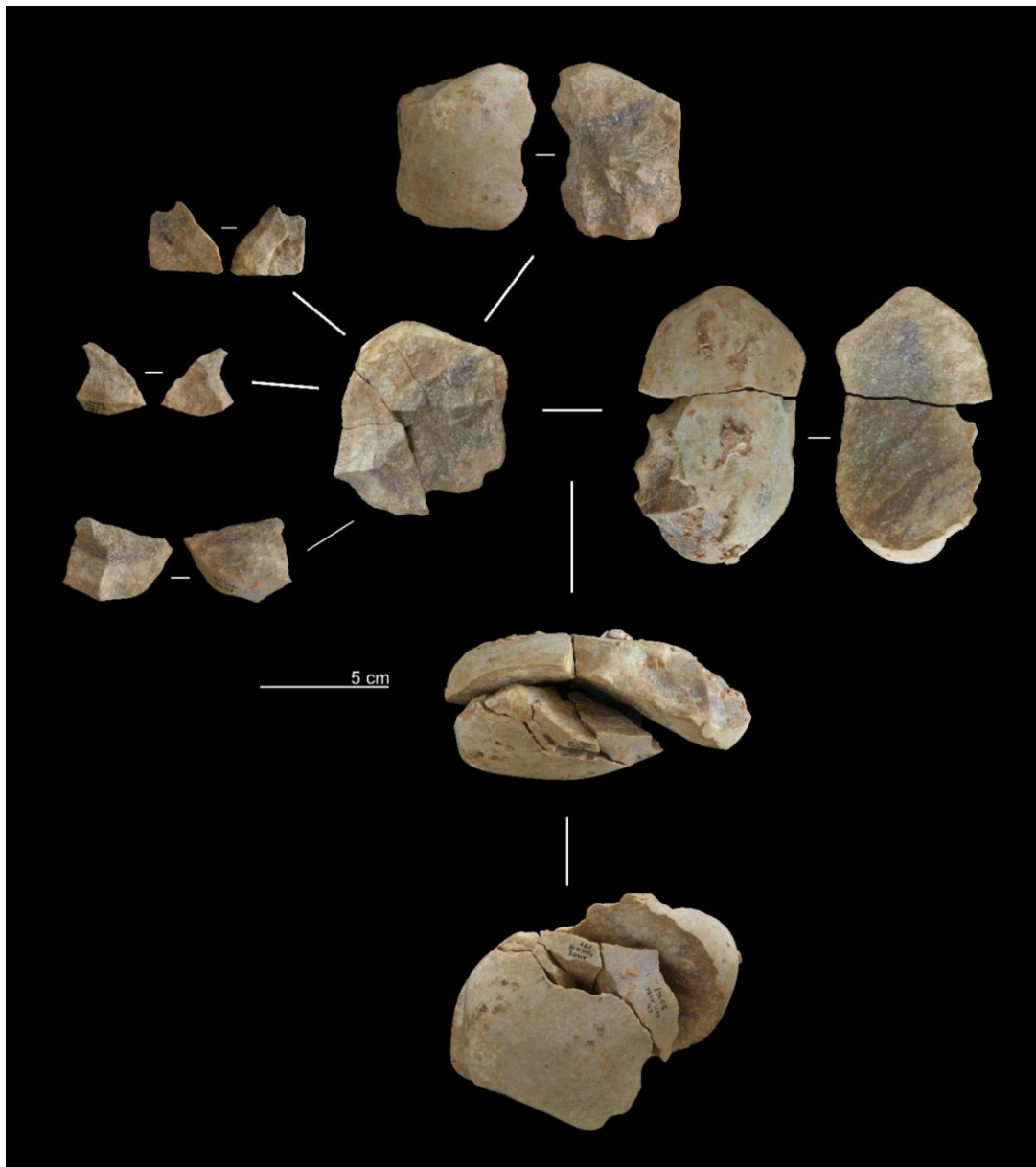
La pieza J21-22 (01) es un núcleo de tamaño reducido, explotado bifacialmente pero con levantamientos bipolares, y que se encuentra en su estadio de explotación final.

La pieza J21-22 (01) es una lasca pequeña con plataforma cortical.

Ambas se encuentran en el mismo cuadro de excavación, por lo que la BP podría ser un producto-residuo de la talla del núcleo.



REM1_3	Núcleo-lascas	
J18-57 (02)	BN1GE	
I11-107 (99)	BN2GC	
N20-97 (05)	BP	
N19-171 (02)	BPF	
N22-143 (03)	BPF	
N22-571 (03)	FBP	
<i>Dist. Horizontal:</i> desde 70.18 cm (entre fragmentos de lasca) hasta 715.89 cm entre el configurado y el núcleo		<i>Dist. Vertical:</i> 17-164 cm
<p>Es el remontaje más numeroso. Si bien la secuencia no está totalmente reconstruida, sí que ofrece una visión general del tipo de reducción desarrollado. Las marcas de percusión en la superficie cortical (tanto del núcleo como del configurado y en algunos productos) apuntan hacia un uso previo del soporte como percutor. A partir de la distribución espacial de los elementos que componen esta conexión, parece que su talla se realizó en la zona noreste del yacimiento, donde se encuentran las lascas fracturadas, y en un momento posterior, los dos fragmentos mayores fueron trasladados hacia el sur, dejando el núcleo (J18-57) en la zona centro-sur y la parte proximal de una gran lasca (I11-107) en la zona suroeste donde se configuró y/o se empleó como configurado (no existen lascas de retoque que demuestren en qué zona fue configurado como denticulado).</p>		



REM1_4	Núcleo-lasca
O21-3 (05)	BN2GE
N22-293 (03)	BP
<i>Dist. Horizontal: 130.3 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 7 cm</i>

La pieza O21-3 (05) es un núcleo sobre lasca. Su explotación se realizó bifacialmente y de manera multipolar centripeta, mostrando una jerarquización de las caras pero sin aparente predeterminación de los productos. La pieza N22-293 (03) es uno de estos productos obtenidos, extraídos en la parte proximal y mostrando una plataforma cortical.

La distancia que separa ambas piezas es ligeramente mayor en los REM1_1 y REM1_2, y tanto podría deberse a un desplazamiento intencional de alguna de las dos piezas como a una talla del núcleo en posición de pie.



REM1_5	Núcleo-lascas
N21-332 (04)	BN1GE
N21-181 (04)	BP
M21-1269 (05)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 77.83 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1 cm</i>
<p>Remontaje entre un núcleo centrípeto (N21-332) y dos productos. El núcleo ha sido explotado bifacialmente, con extracciones multipolares centrípetas en una cara y unipolares longitudinales en la otra, siendo esta última la cara jerarquizada. El tamaño reducido del núcleo indica su estadio de explotación final.</p> <p>La distancia respecta a la lasca y al fragmento de lasca indica que probablemente se encuentren en el lugar de obtención y que no exista un desplazamiento intencional de ninguna de las piezas.</p>	

REM2_1	Dorso-ventral
N15-143 (00)	BP
N16-58 (00)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal:</i> 152.95 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 29 cm

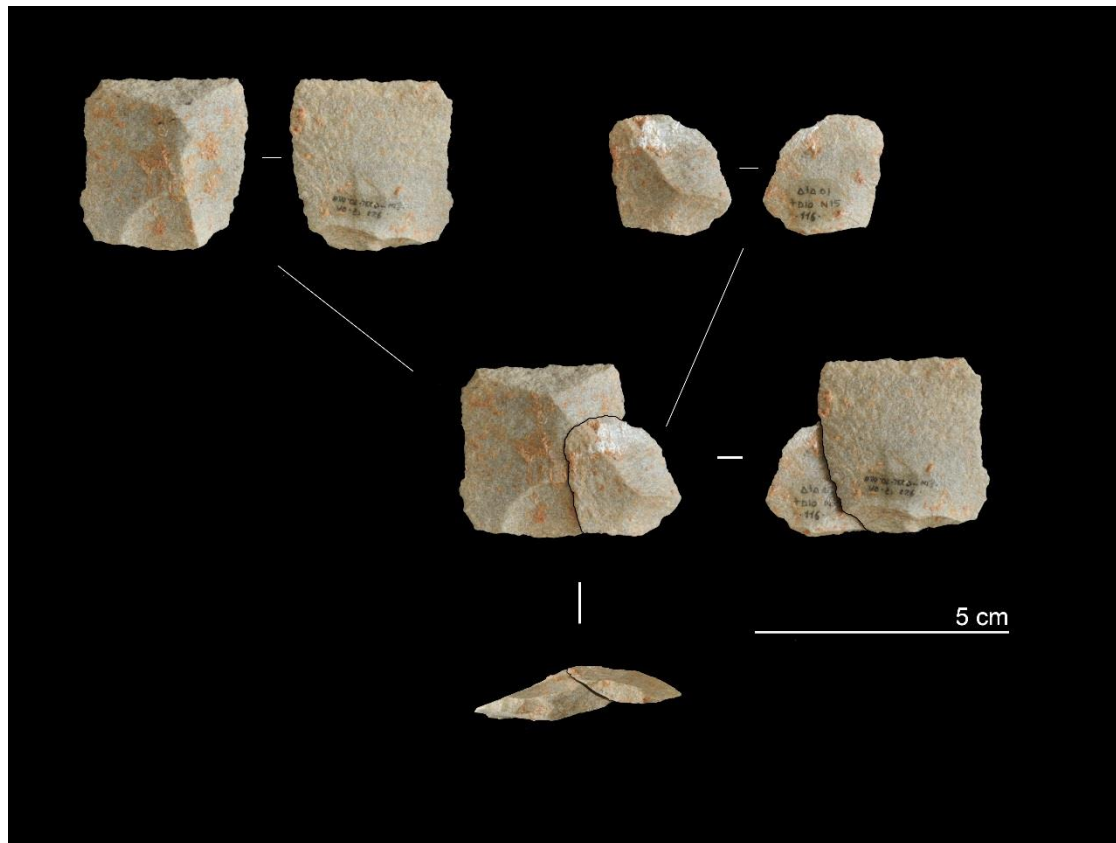
El remontaje se da entre un configurado y una lasca. El configurado (N16-58) es una lasca con un retoque denticulado en su extremo distal. Este soporte se obtuvo antes de la obtención de la siguiente lasca, que muestra características de ser un producto de reavivado del borde del núcleo. Su plataforma de percusión se encuentra en una posición perpendicular al otro producto y muestra, en el lateral derecho de su cara dorsal, restos de los puntos de impacto y negativos de las extracciones anteriores.



REM2_2	Dorso-ventral
N15-116 (01)	BP
N13-40 (02)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 204.08 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 43 cm

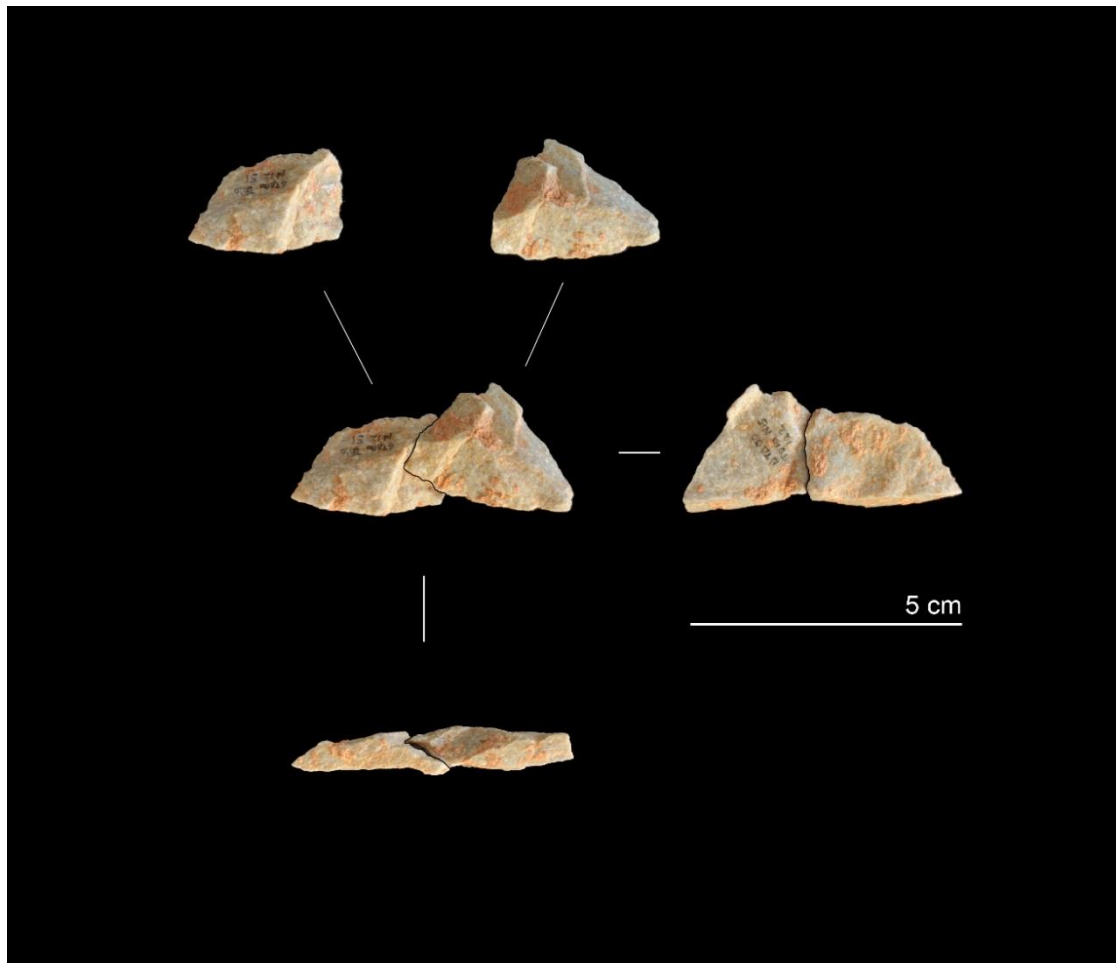
La conexión es entre dos lascas, una de tamaño medio-pequeño y la otra con unas dimensiones reducidas. La cuarcita es de muy buena calidad, presentando unas aristas y unos negativos muy claros y definidos.

Pese a que la distancia que separa las piezas es considerable, la ausencia de más elementos involucrados en el remontaje no permite hacer ninguna inferencia en cuanto a desplazamientos o movimientos de las piezas.



REM2_3	Dorso-ventral
N12-51 (00)	BP
N15-122 (00)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 264.12 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 53 cm

La conexión es entre dos lascas, ambas de tamaño medio-pequeño.
Pese a que la distancia que separa las piezas es considerable, la ausencia de más elementos involucrados en el remontaje no permite hacer ninguna inferencia en cuanto a desplazamientos o movimientos de las piezas.
El tamaño de las piezas junto con la presencia de abundantes negativos de extracciones anteriores en las caras dorsales señalaría un estadio medio de la explotación.

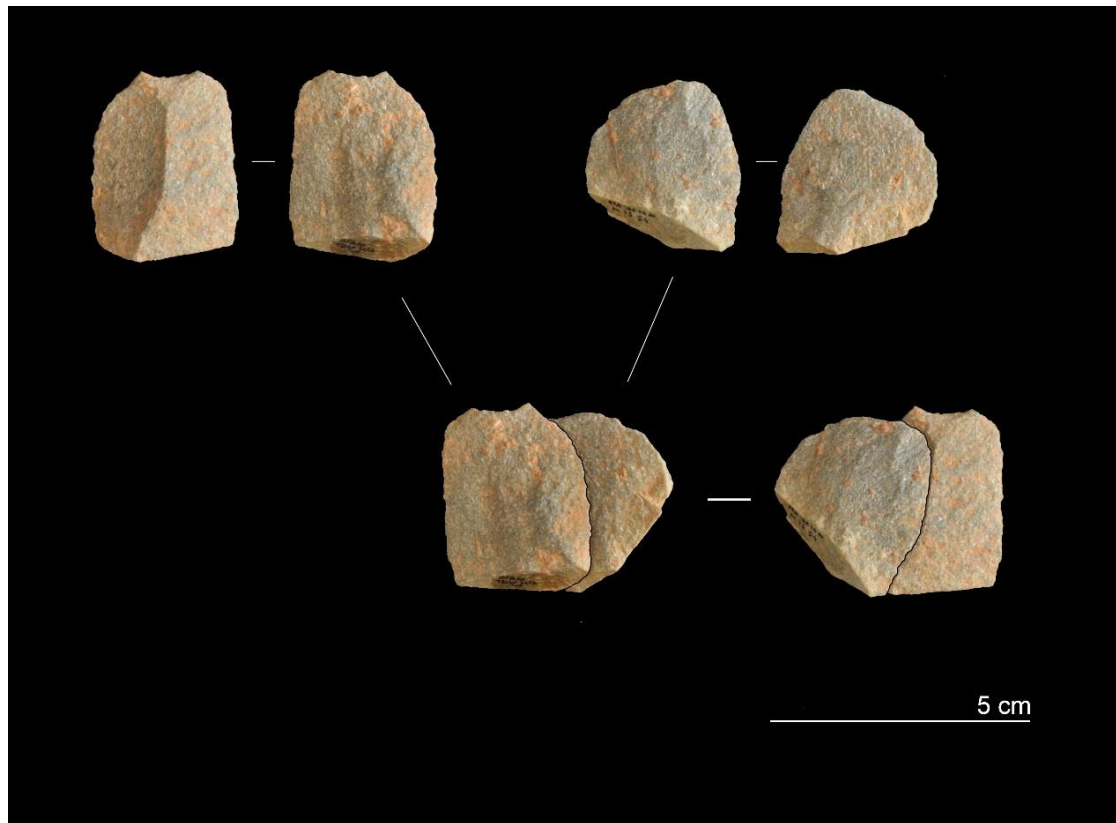


REM2_4	Dorso-ventral
M13-46 (00)	BP
M15-54 (01)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 157.71 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 35 cm

La conexión es entre dos lascas, ambas de tamaño medio. Ambas piezas muestran una morfología y una métrica similar, con plataforma de percusión cortical. Su conexión muestra un doble bulbo.

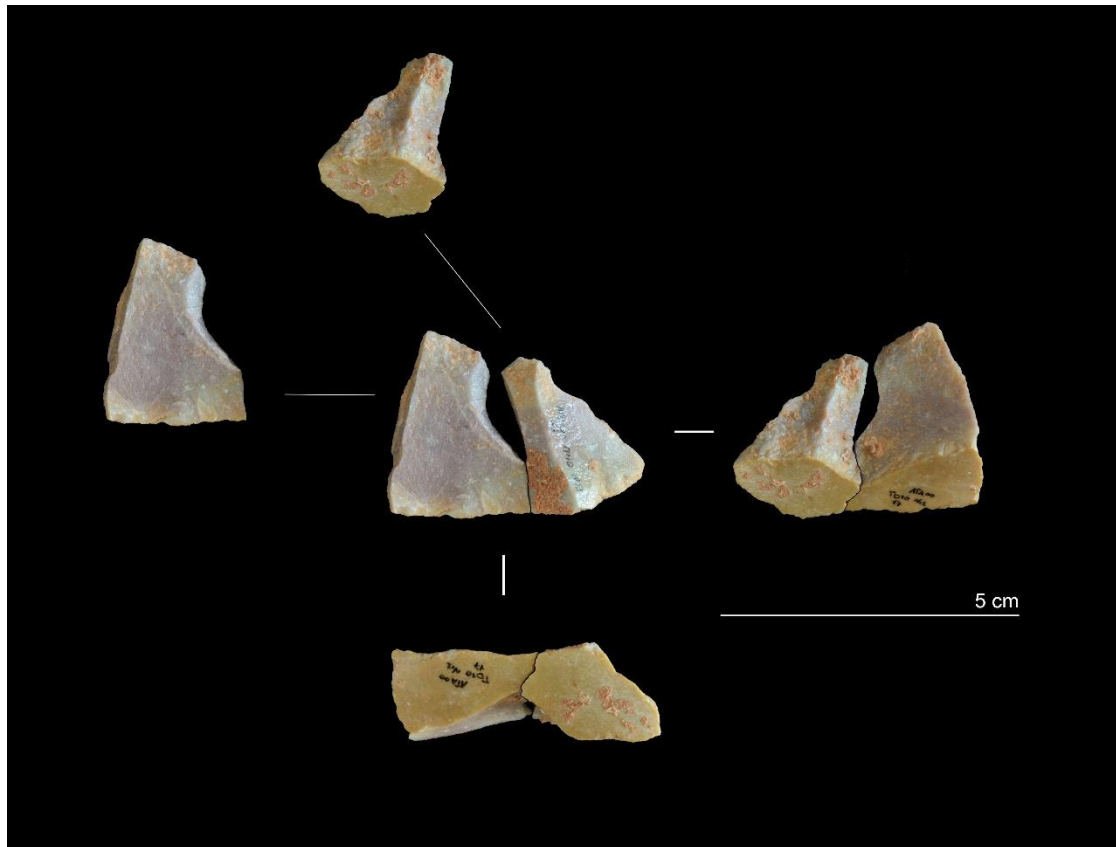
A pesar de que el remontaje es dorso-ventral, no son lascas consecutivamente extraídas del núcleo, sino que probablemente formarían parte de una lasca de mayor tamaño de la cual se rebajó la zona del bulbo (forma kombewa).

La ausencia de más elementos asociados dificulta una explicación sobre la distancia que las separa.



REM2_5	Dorso-ventral
N13-36 (02)	BP
N12-17 (00)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 57.78 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 17 cm</i>

La conexión es entre una lasca completa y otra fracturada.
 Ambas piezas son de tamaño medio-pequeño, con talón cortical y materia prima de muy buena calidad.
 La conexión entre ambas piezas se encuentra únicamente en la parte proximal de las piezas, uniéndose una pequeña porción de ambas (N12-17 presenta una fractura reciente en su lateral derecho distal).
 Las dimensiones de las piezas podrían sugerir un estado medio-final de la explotación, sin embargo la presencia del córtex en la plataforma de percusión señalaría hacia un estadio más o menos inicial o a un nódulo de tamaño pequeño.

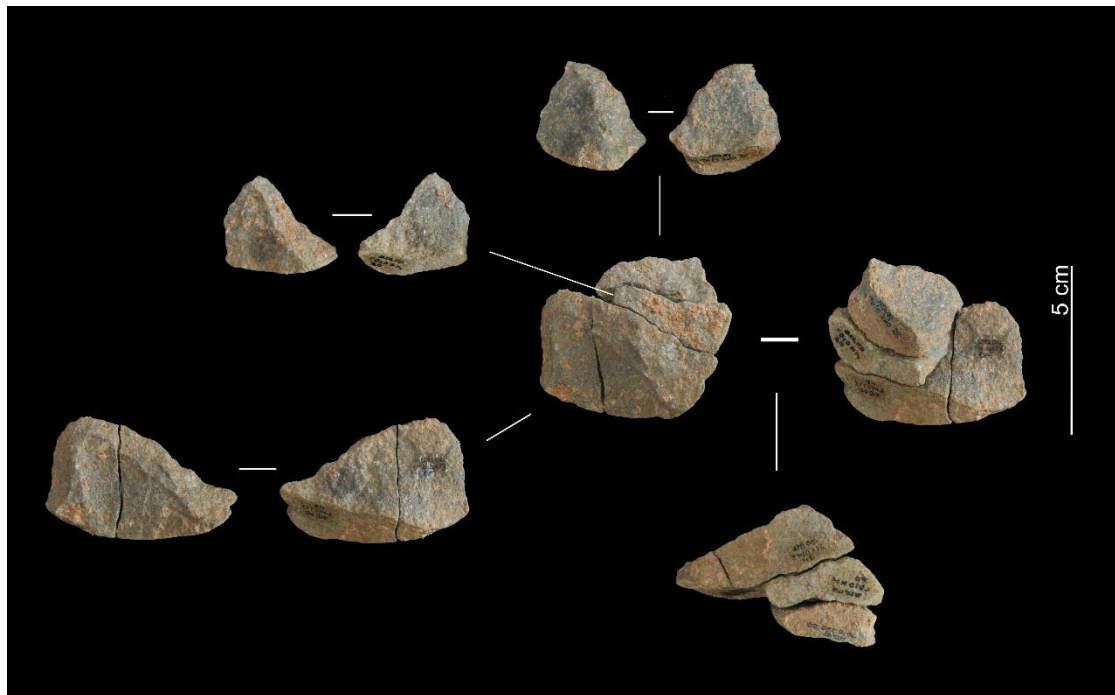


REM2_6 – REM3_1	Dorso-ventral y Sagital	
I20-26 (99)	BP	
L13-46 (00)	BPF	
L13-54 (00)	BPF	
N14-60 (00)	BP	
<i>Dist. Horizontal:</i> 2 cm (entre fragmentos de Siret) y 766.53 cm con las dos lascas		<i>Dist. Vertical:</i> 26-55 cm

La conexión es de dos tipos (o mixta): dos BPF se unen por su fractura Siret y la lasca formada remonta dorso-ventralmente con otras dos lascas.

Mientras que los dos fragmentos de lasca se encuentran en el mismo cuadro y muy cercanos entre sí (2 cm), las otras dos lascas se distancian un poco más. La lasca N14-60, que remonta dorsalmente con la lasca formada por los dos fragmentos Siret, se encuentra a escasamente 2 m; sin embargo, la lasca más pequeña, obtenida posteriormente en la secuencia de talla, ya se distancia más de 7 m respecto a las dos BPF y 9 m respecto a la lasca con la que remonta dorsalmente. Esta lasca no presenta ningún tipo de configuración y sus dimensiones reducidas dificultan su uso (al menos, sin empuñadura).

Todas las piezas se obtuvieron mediante una explotación unipolar a partir de un plano de percusión cortical. Pese a esto, la ausencia de córtex en la cara dorsal de la lasca más exterior (L13-46 y L13-54) y las dimensiones de todas ellas, serían indicadoras de que no se obtuvieron en un estadio inicial de la explotación sino en una fase media o final.

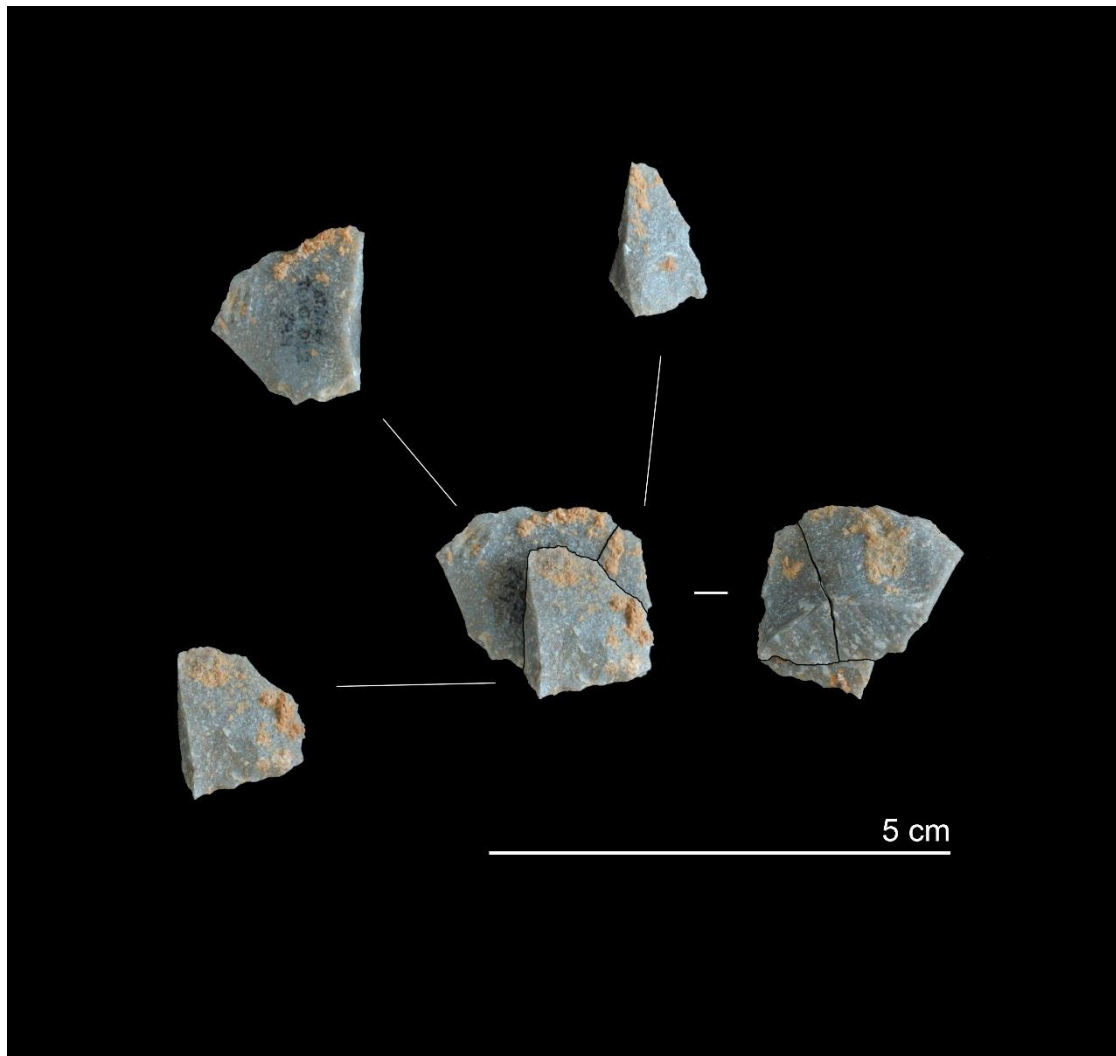


REM2_7 – REM3_7	Dorso-ventral y Sagital
O22-244 (06)	BPF
O22-254 (06)	BPF
O22-256 (06)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 5-8 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1 cm</i>

La conexión es de dos tipos (o mixta): dos BPF se unen por su fractura Siret y la lasca formada remonta dorsalmente con otra lasca fracturada.

Los tres fragmentos se encuentran muy próximos entre sí. Esta corta distancia en línea con el tipo de fracturas de talla que presentan, señalarían hacia una posición *in situ* de los restos obtenidos durante una actividad de talla en esta zona. Su localización contigua a las secciones norte y este del yacimiento probablemente justifique la ausencia de más piezas involucradas en la conexión, ya que estas podrían encontrarse en la zona no excavada.

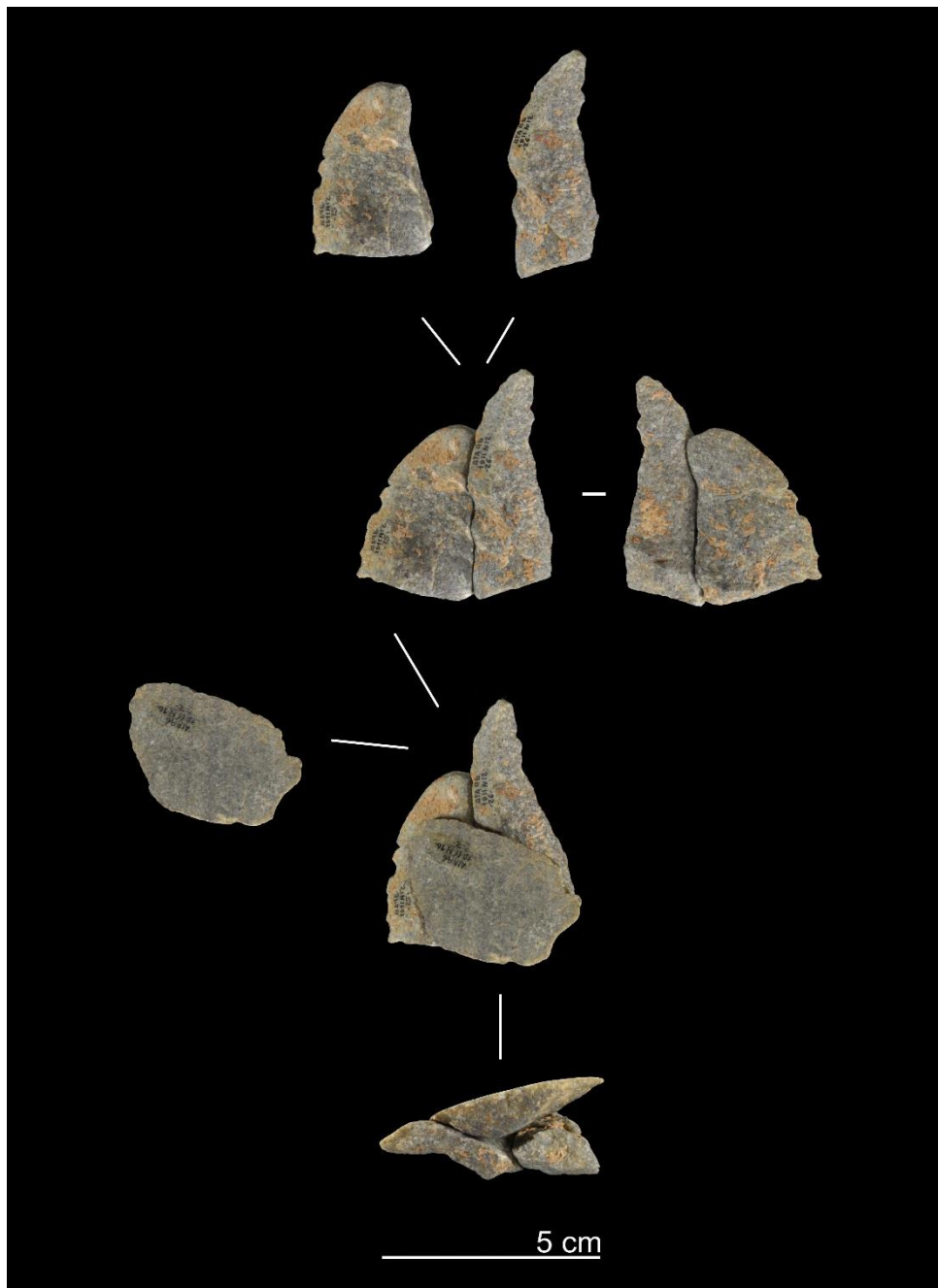
Las dimensiones de todas las piezas son reducidas, por lo que bien se encontrarían en el estadio final de una secuencia de producción o bien serían resultado de la configuración de un elemento mayor (BN2GC).



REM2_8 – REM3_22	Dorso-ventral y Sagital
M16-2 (96)	BP
N12-25 (96)	BP
N12-26 (96)	BP
<i>Dist. Horizontal: 7-423 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1-81 cm</i>

Las dos lascas N12-25 y N12-26 remontan lateralmente, en lo que asemeja una fractura sagital de una lasca mayor pero sin serlo. Dorsalmente, ambas lascas conectan con una lasca más ancha, cortical en su cara dorsal.

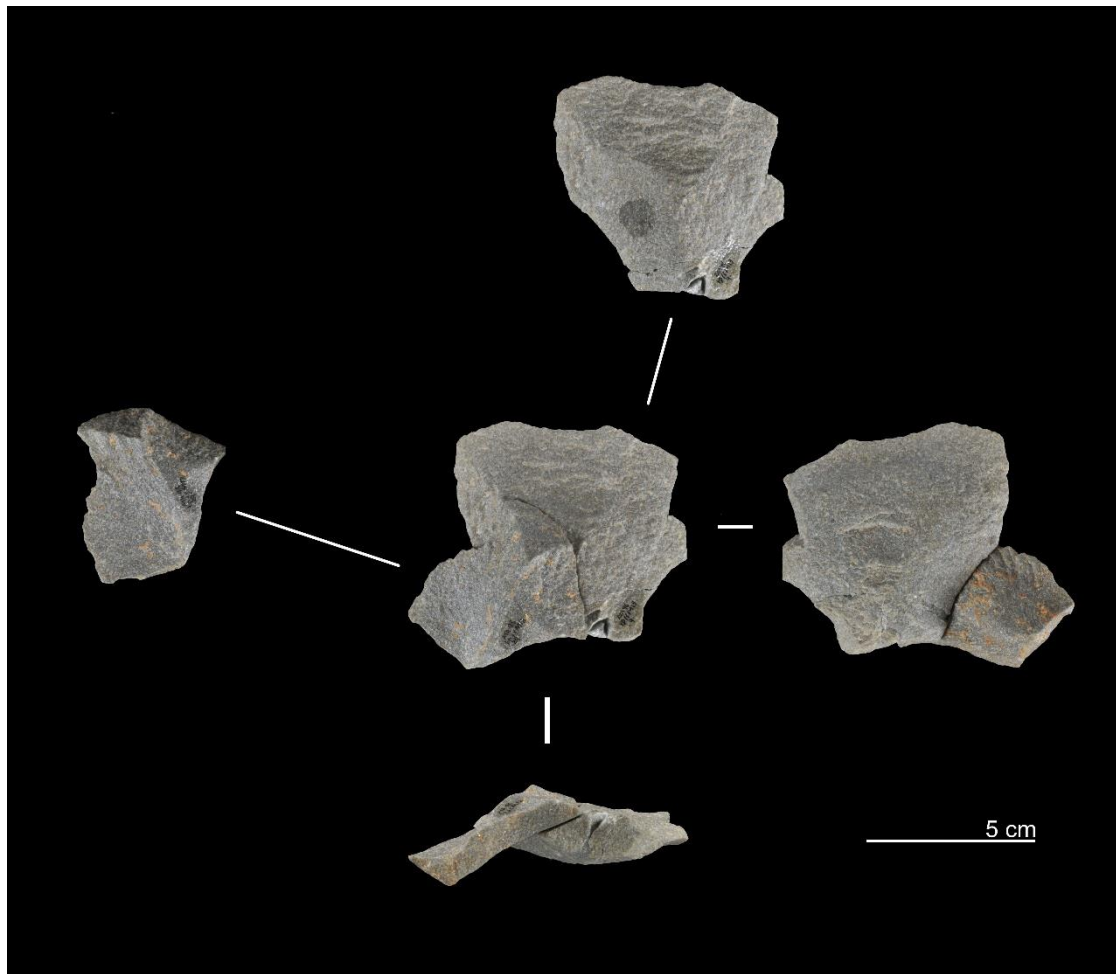
La lasca M16-2 se encuentra a una distancia media respecto a las otras (> 4 m), hacia el este del yacimiento. Su corticalidad la sitúa en el estadio inicial de la explotación de un nódulo, si bien la plataforma de percusión ya está facetada y no presenta restos corticales.



REM2_9	Dorso-ventral
M12-29 (96)	BP
M13-9 (96)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 51.92 cm	<i>Dist. Vertical:</i> -

El remontaje se da entre dos lascas completas sobre cuarcita de granulometría fina y buena calidad.

Ambas BP se encuentran cercanas entre sí, separadas por menos de un metro. La orientación de sus plataformas de percusión y de los negativos sobre las caras dorsales señalarían hacia una explotación del núcleo de tipo bipolar o multipolar centrípeta, y las dimensiones sugieren su obtención en un estadio medio de la explotación.



REM2_10	Dorso-ventral
L16-46 (96)	BN2GC
M15-5 (96)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 213.83 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 19 cm</i>

Ambas piezas muestran córtex en sus caras dorsales, siendo dominante en el configurado y no-dominante o residual en la lasca fracturada. Esta corticalidad sumada al tamaño medio-grande de las piezas sugiere un estadio inicial de la explotación.

El configurado (L16-46) se encuentra a poco más de dos metros al sureste de la BPF, pero la ausencia de más elementos asociados al remontaje impide conocer si es una distancia resultado de la misma actividad de talla o un leve desplazamiento intencional de alguna de las piezas.

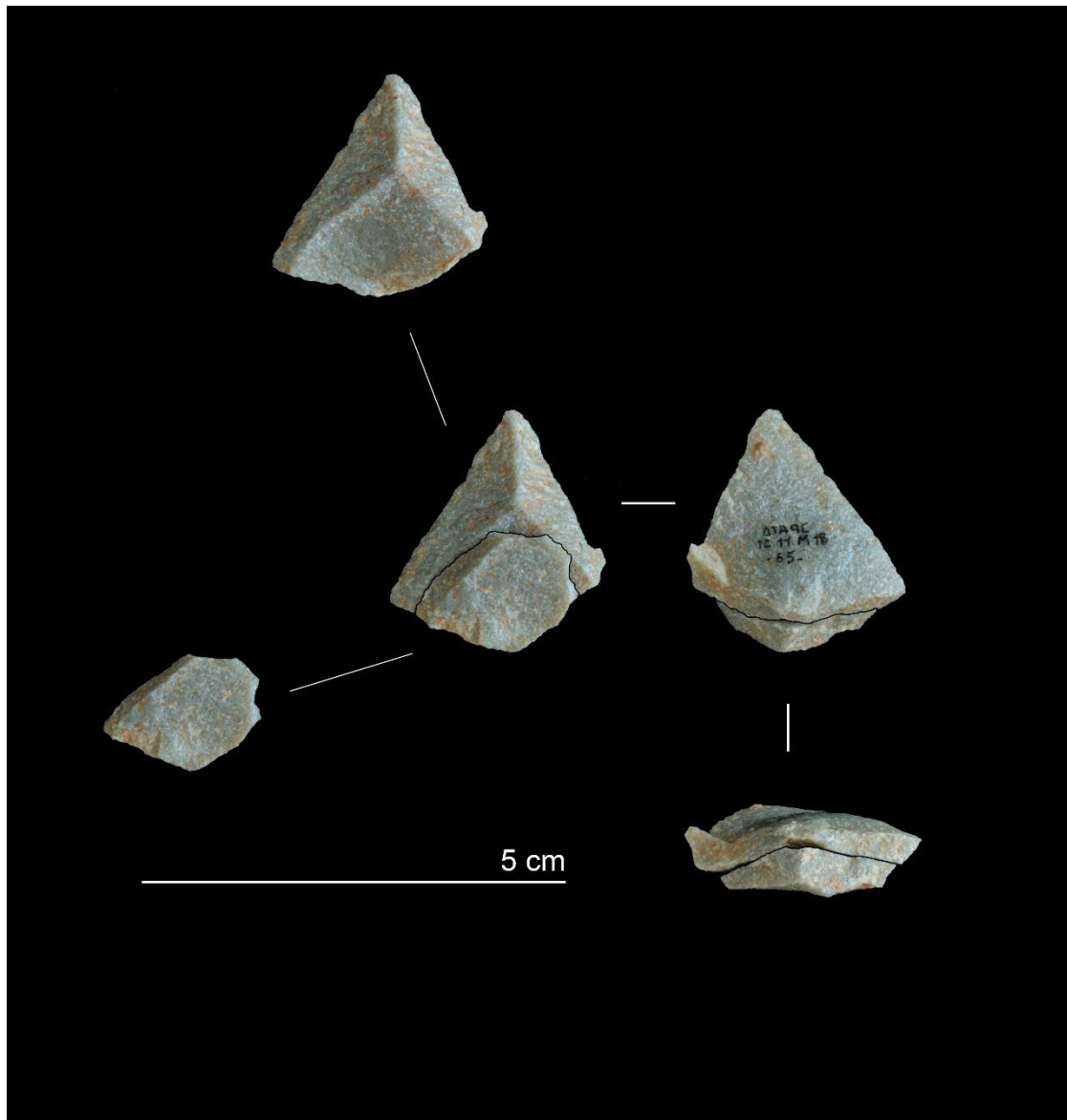


REM2_11	Dorso-ventral
M17-36 (96)	BP
M18-65 (96)	BP
<i>Dist. Horizontal: 88.12 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 10 cm</i>

El remontaje se da entre dos lascas completas sobre cuarcita de granulometría fina y buena calidad.

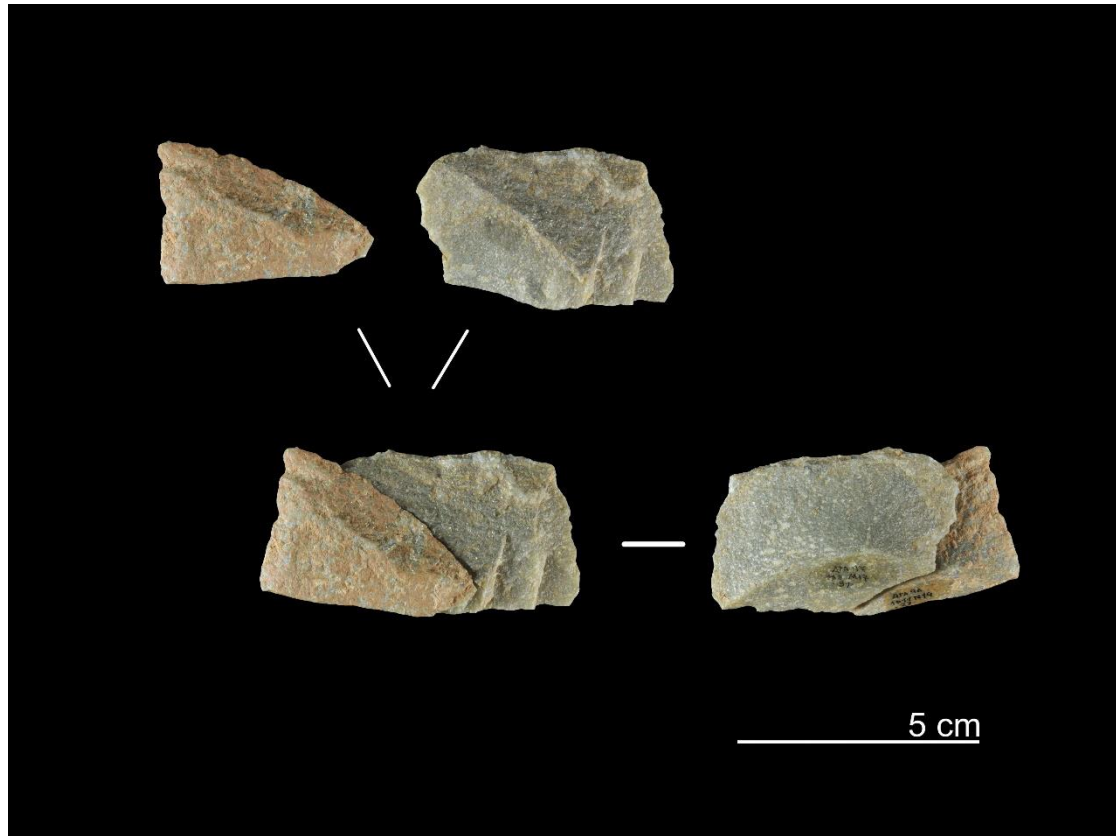
Ambas BP se encuentran cercanas entre sí, separadas por menos de un metro. Las plataformas de percusión y los puntos de impacto se encuentran prácticamente en el mismo lugar.

Las dimensiones de las piezas son reducidas, por lo que bien se encontrarían en el estadio final de una secuencia de producción o bien serían resultado de la configuración de un elemento mayor (BN2GC).



REM2_12	Dorso-ventral
N19-27 (96)	BP
M17-31 (97)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 178.84 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 16 cm

Ambas BP se encuentran relativamente cercanas entre sí, separadas por menos de dos metros. Pese a sus dimensiones medias y mostrar ambas un frente distal potencialmente útil, ninguna de ella muestra retoque para su configuración.

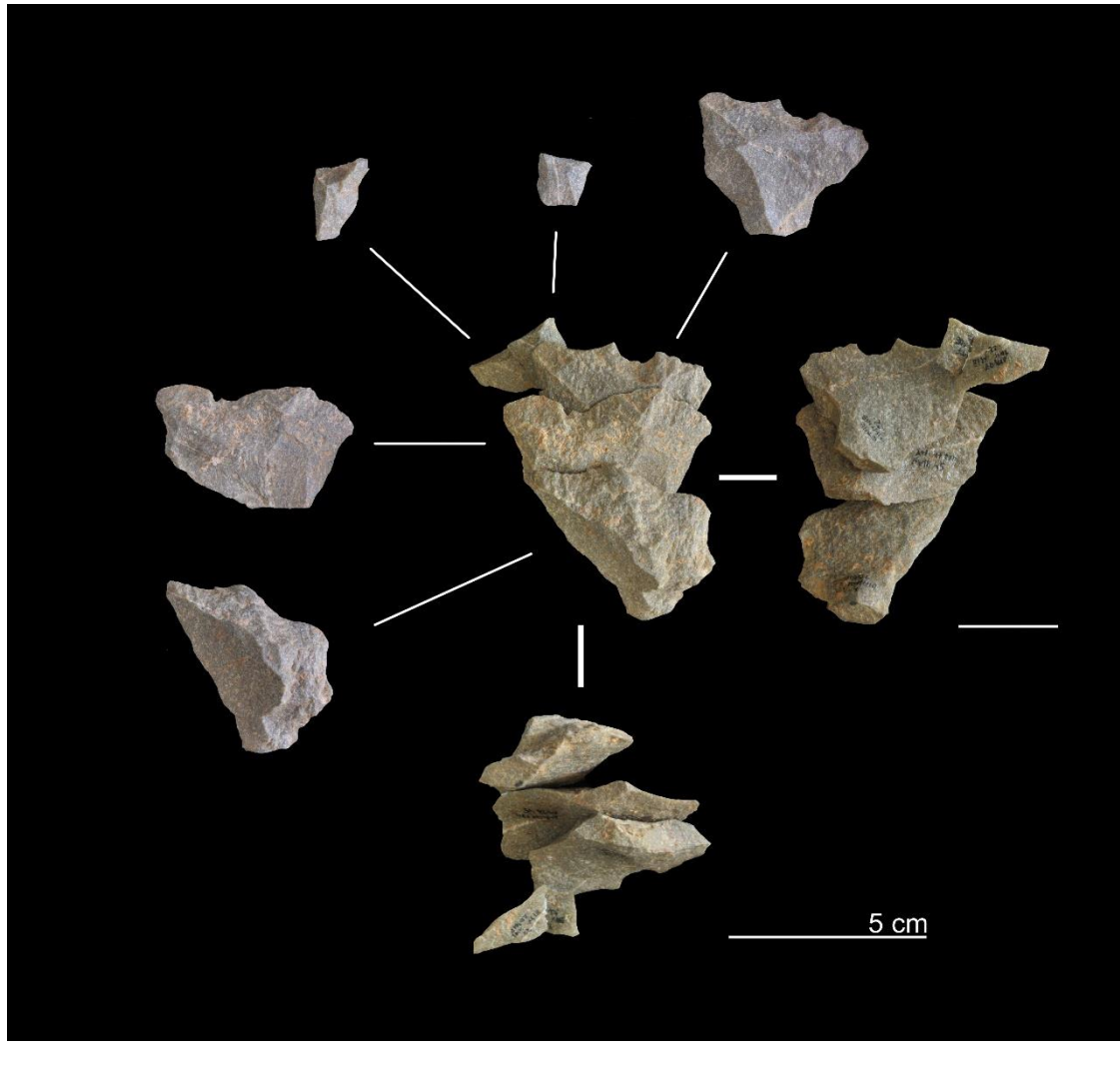


REM2_13	Dorso-ventral
M18-23 (97)	BP
M18-22 (96)	FBP
M18-45 (96)	BPF
M19-4 (96)	BP
N18-22 (96)	BP
<i>Dist. Horizontal: 41 -77 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 3-6 cm</i>

Este remontaje es la segunda secuencia de talla más larga conectada, pese a que carece del núcleo de explotación.

Se trata de cuatro lascas (completas y fracturadas) y un fragmento que remontan dorso-ventralmente sobre alguno de los diversos negativos que se muestran en sus caras dorsales. Las piezas de mayor tamaño se corresponden con las obtenidas primeramente, y a medida que avanzó la explotación, las lascas ven reducido su tamaño, siendo las más pequeñas las últimas en obtenerse (el hallazgo del núcleo nos confirmarían su agotamiento o, simplemente, la obtención de unos productos pequeños por otros motivos). La localización muy cercana de todas las piezas involucradas se podría interpretar como el lugar de talla donde se obtuvieron todas ellas.

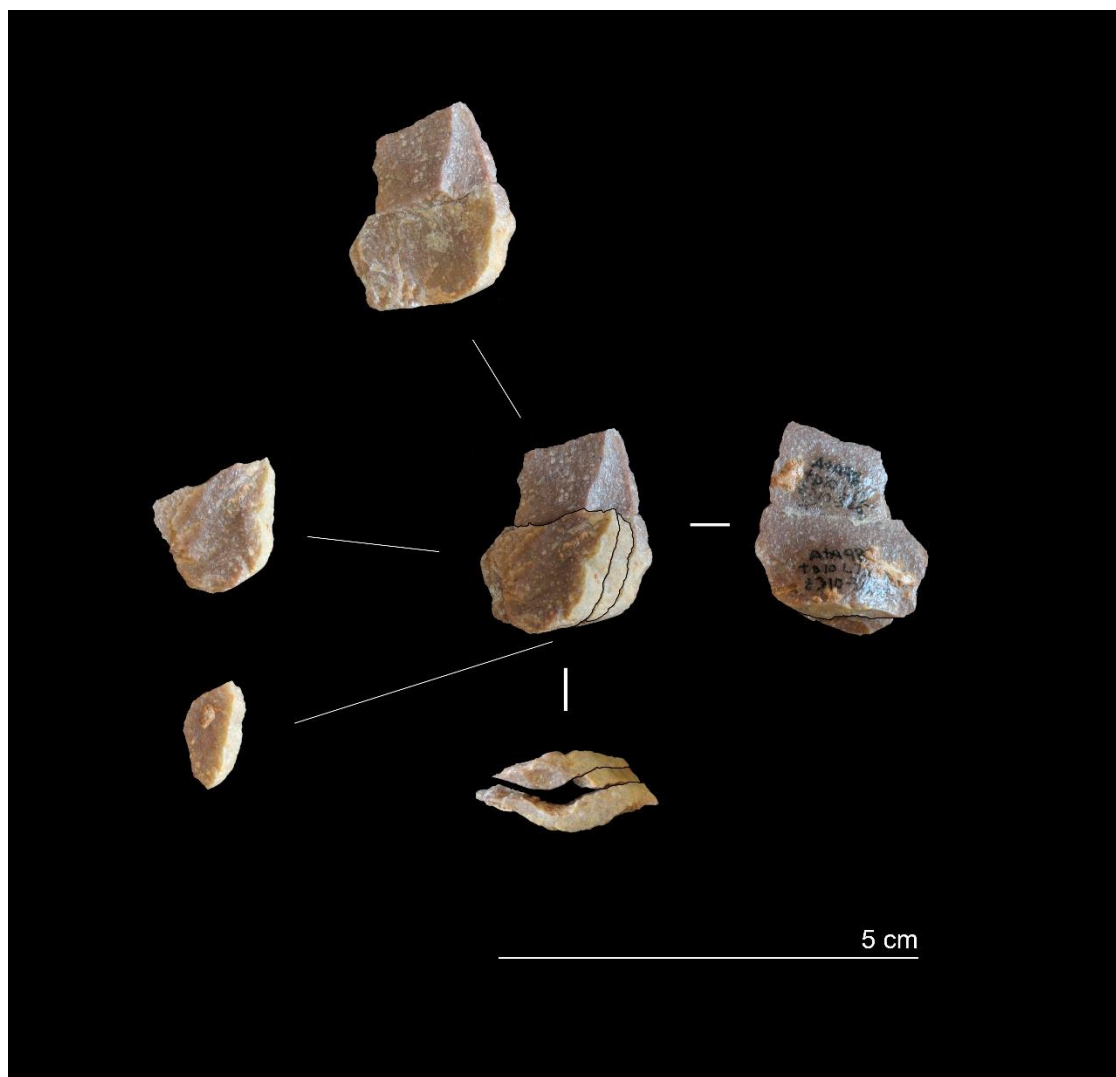
La disposición de las plataformas de percusión señalaría hacia una explotación unipolar del núcleo.



REM2_14	Dorso-ventral
L21-33 (99)	BPF
L21-48 (99)	BP
L22-50 (99)	BP
<i>Dist. Horizontal: 158.11 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 5 cm</i>

Estas tres piezas, de pequeñas dimensiones, presentan una granulometría fina y una materia prima de muy buena calidad.

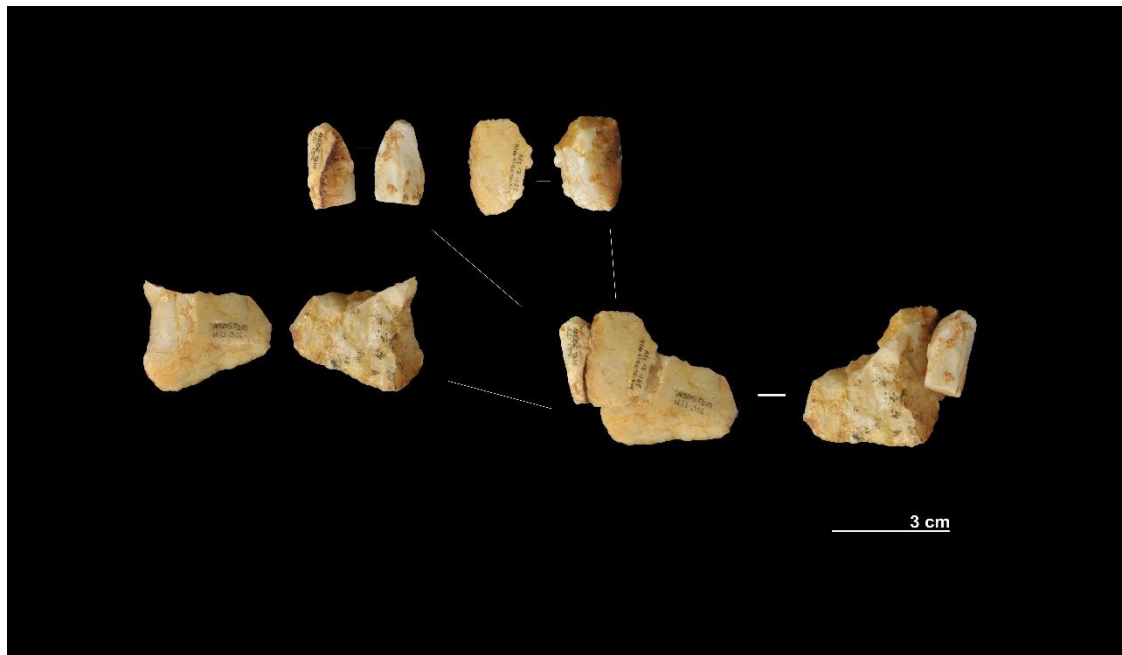
Todas ellas presentan córtex en su plataforma de percusión y en una porción de su arista proximal derecha. Este hecho resulta curioso, ya que sus dimensiones podrían hacer pensar en su obtención en una fase final de explotación, cuando el núcleo ya está prácticamente desbastado. La presencia de estas superficies corticales, sin embargo, señalaría hacia núcleo original de pequeñas dimensiones o bien respondería a una adecuación/preparación de las superficies del núcleo a explotar (para la obtención de otros productos y/o su configuración).



REM2_15 – REM8_1	Dorso-ventral y por Fract. Natural
N18-351 (02)	BP
M21-314 (05)	FBP
L21-189 (06)	Frag.
<i>Dist. Horizontal: 128.47-335.20 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 12-29 cm</i>

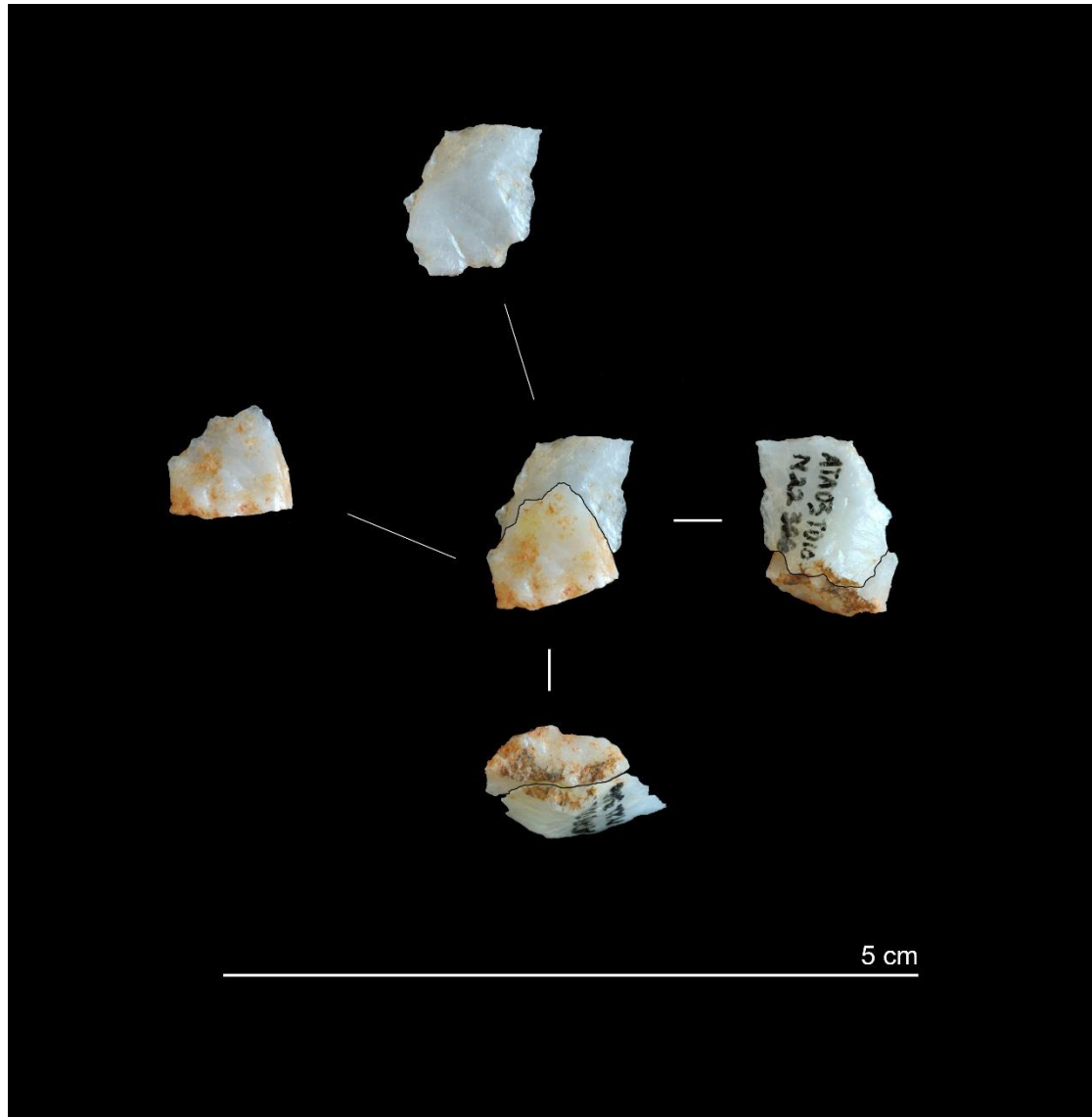
Los fragmentos se separan entre sí por poco más de un metro de distancia, situándose ambos junto a la sección este del yacimiento; sin embargo, ambos elementos se distancian de la lasca completa por más de tres metros, ubicándose ésta hacia el centro y más cercana a la sección norte.

El tipo de materia prima trabajada presenta abundantes impurezas y algunos planos de oxidación, lo que favorecería los accidentes de talla y las fracturas, como la que separó los dos fragmentos.



REM2_17	Dorso-ventral
K21-265 (02)	BP
N22-366 (03)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 307.58 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 52 cm

Se trata de un remontaje entre dos lascas muy pequeñas y la distancia que las separa es de más de 3 metros. Su tamaño reducido podría responder a un estadio de explotación final del núcleo, en el que ya presenta unas dimensiones muy reducidas, o bien son lascas de configuración. La ausencia de un núcleo o de un retocado que encaje con ellas, no permite afirmar ni descartar ninguna de las opciones.

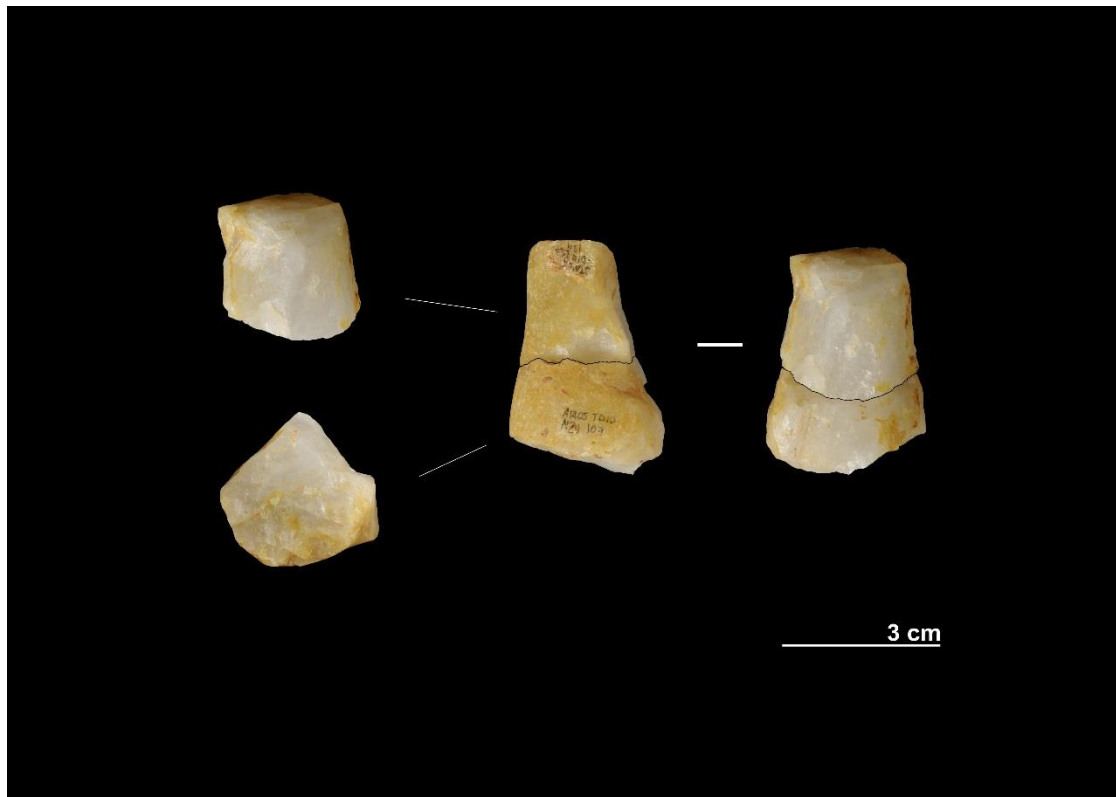


REM2_18	Dorso-ventral
N21-107 (05)	BP
L22-124 (06)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 234.62 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 23 cm

Estas dos piezas de cuarzo presentan una morfología cuadrangular y sus dimensiones las hacen unas lascas carenadas.

El encaje perfecto entre la cara dorsal de una y la ventral de la otra sugiere una extracción consecutiva. La presencia de córtex señalaría hacia una fase inicial de la explotación y las dimensiones sugieren que se trataba de un núcleo de tamaño medio-pequeño.

La distancia que las separa es de más de dos metros, pero la ausencia de más elementos relacionados impide cualquier interpretación.



REM2_19	Dorso-ventral
K21-30 (98)	BN2GC
K20-144 (01)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 86.35 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 12 cm

El remontaje se da entre dos pequeñas piezas de cuarzo, siendo una de ellas un configurado (K21-30). Ambas se encuentran cercanas entre sí, a menos de 1 metro de distancia, y cercanas a la sección este del yacimiento.

Pese a que una de las piezas está retocada, ambas son próximas y esto limita (al igual en las conexiones descritas anteriormente) una interpretación sobre su localización o lo que parece una ausencia de transporte para su uso.



REM2_20 – REM3_12	Dorso-ventral y Sagital
F10-48 (99)	BPF
F10-50 (99)	BPF
G10-7 (00)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal: 5-59 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 21 cm</i>

Las dos lascas fragmentadas, halladas muy próximas entre sí, remontan sagitalmente. A poco más de medio metro de distancia, se encuentra el configurado (G10-7).

Este remontaje presenta unas uniones peculiares. Por un lado, las dos BPF que remontan formando una lasca completa, remontan en un ángulo semiplano respecto a la dorsal del retocado. Por otra parte, la pieza configurada no presenta restos de un bulbo ni de su punto de percusión, por lo que resulta difícil de orientar más allá de conocer su cara ventral y dorsal. Es decir, que si bien la conexión sagital entre las BPF resulta clara, la conexión de estas con el configurado podría ser de tipo 2 o de tipo 5 (reelaboración). En cualquier caso, es una conexión dorso-ventral y únicamente el hallazgo del fragmento que falta para completar el configurado podría aclarar qué tipo de conexión es.

Por otro lado, la cercanía de las piezas y la ausencia de más elementos de esta secuencia de talla no permite inferir el desplazamiento intencional (o no) de ninguna de ellas.



REM2_21	Dorso-ventral
H15-19 (00)	BP
J16-90 (00)	BP
<i>Dist. Horizontal: 179.45 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 34 cm</i>

Esta conexión se presenta aislada en la zona central del yacimiento y las piezas están separadas entre sí por menos de dos metros.

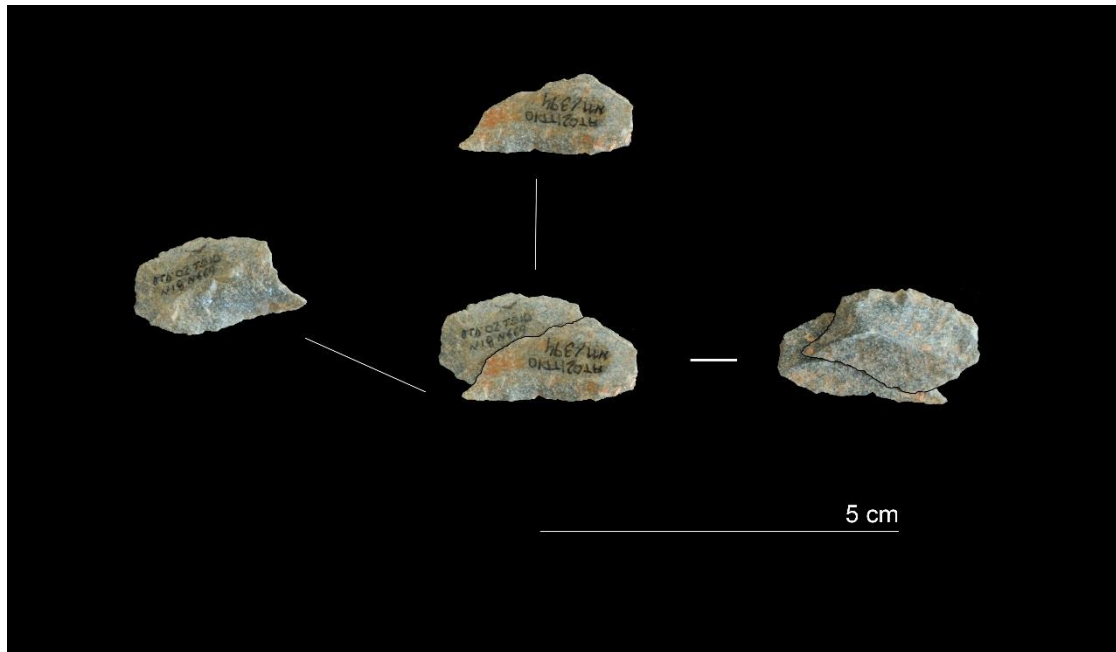
Se trata de dos lascas de reducidas dimensiones que no muestran ningún tipo de retoque ni modificación. La ausencia de otros productos asociados, así como del núcleo del que se obtuvieron, no permiten hacer una mayor interpretación de ellas.



REM2_22	Dorso-ventral
N17-394 (02)	BP
N18-669 (02)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 105.6 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 11 cm

Las piezas que forman esta conexión se localizaron próximas a la sección norte y separadas entre sí por poco más de un metro de distancia.

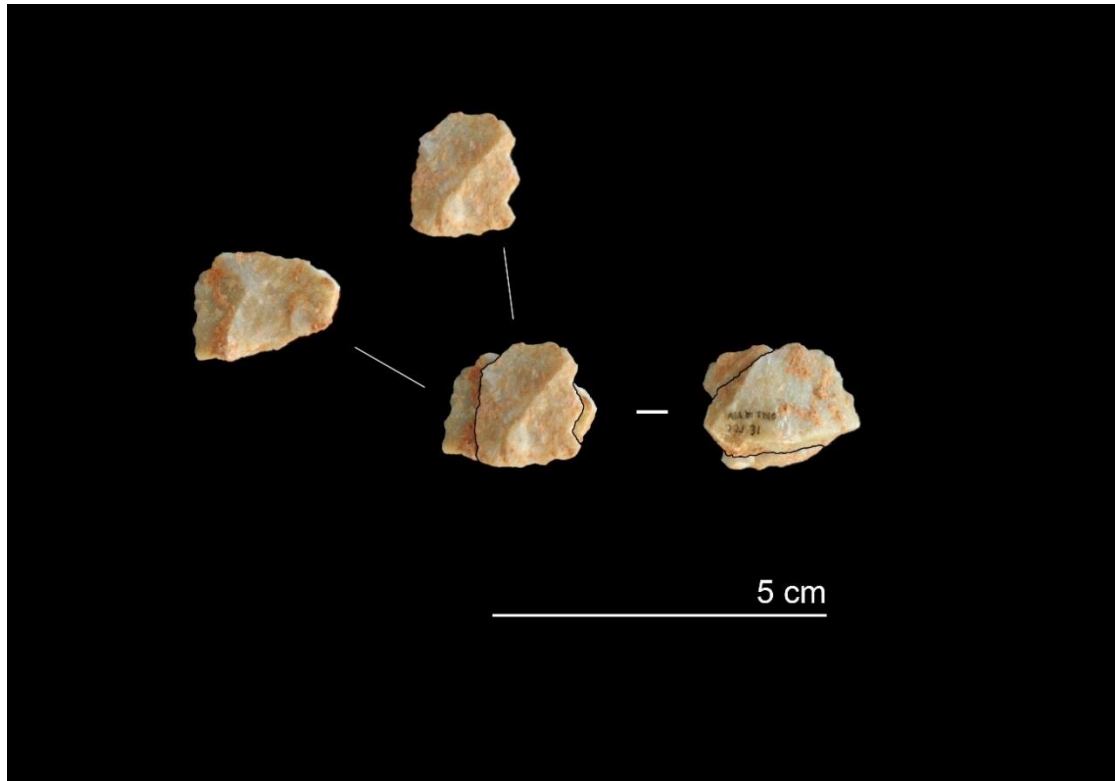
Se trata de dos lascas de reducidas dimensiones que no muestran ningún tipo de retoque ni modificación. Su pequeño tamaño podría interpretarse como resultado de una explotación intensiva del núcleo y su obtención en una fase final de ésta, pero la ausencia de otros productos asociados, así como del núcleo del que se obtuvieron, no permiten hacer una mayor interpretación de ellas.



REM2_23	Dorso-ventral
I21-31 (01)	BP
J21-32 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 52.04 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 20 cm

Las piezas que forman esta conexión se localizaron próximas a la sección este y al sur del yacimiento, y apenas separadas entre sí por poco más de medio metro de distancia.

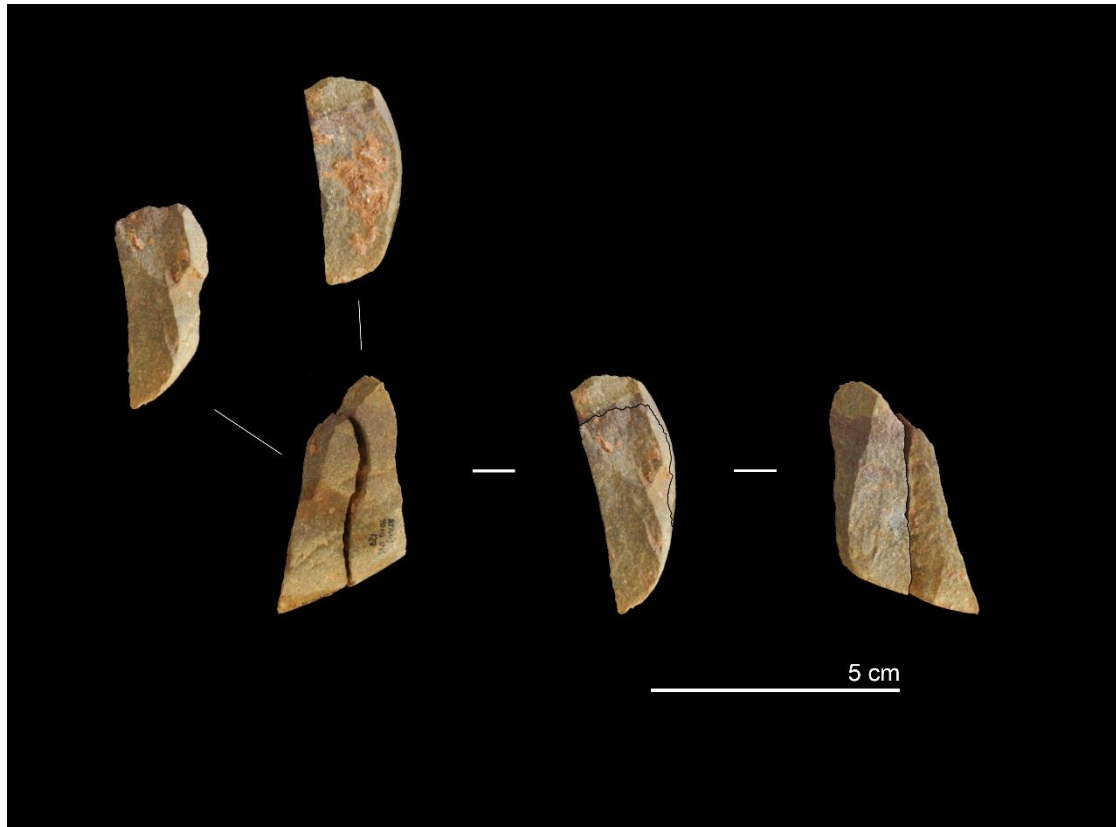
Se trata de dos lascas (una de ellas con una fractura distal) de reducidas dimensiones que no muestran ningún tipo de retoque ni modificación. Su pequeño tamaño podría interpretarse como resultado de una explotación intensiva del núcleo y su obtención en una fase final de ésta o como resultado de la configuración de otro útil; sin embargo, la ausencia de otros productos asociados, así como del soporte del que se obtuvieron, no permiten hacer una mayor interpretación de ellas.



REM2_24	Dorso-ventral
L19-89 (02)	BPF
O19-127 (03)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 252.13 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 31 cm

Las dos BPF que conforman este remontaje presentan un desbordante dorso natural/cortical y una fractura longitudinal y sagital. Se encuentran a aproximadamente 3 metros de la sección este, y las separa una distancia de más de 2 m y medio.

La corticalidad de los dorsos sugieren un estadio de explotación inicial del núcleo. Es una cuarcita de granulometría fina y buena calidad, con una característica franja violácea, de unos 3-4 mm de ancho, que cruza la parte distal de las piezas. Pese a este peculiar rasgo, no han sido halladas más piezas que conecten.



REM2_25	Dorso-ventral
M20-546 (04)	BPF
M21-627 (04)	BP
N21-600 (04)	BP
<i>Dist. Horizontal: 20-84 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 2-9 cm</i>

Las tres piezas están elaboradas sobre una cuarcita de buena calidad, y se encuentran muy próximas a la esquina noreste del yacimiento.

Los tres elementos corresponden una serie de extracciones longitudinales (con una ligera tendencia centrípeta) desde una plataforma de percusión cortical, córtex que se extiende hacia el dorso lateral.

La proximidad entre las piezas (menos de 1 m de distancia) junto con el tipo de serie de explotación que muestran y las reducidas dimensiones, hacen pensar en su extracción durante la configuración de algún elemento de mayores dimensiones, o bien la explotación o adecuación de las facetas de un núcleo pequeño.

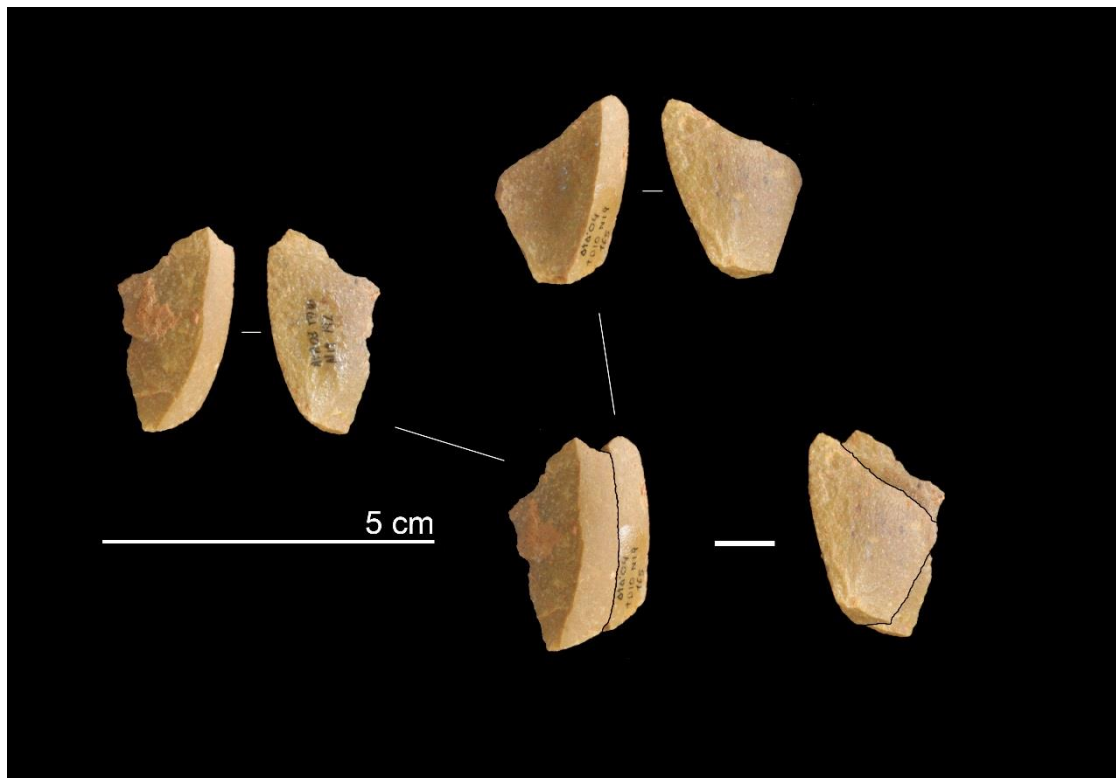


REM2_26	Dorso-ventral
N19-142 (03)	BP
N19-165 (04)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 32.56 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 7 cm</i>

Las piezas que forman esta conexión se localizaron próximas a la sección norte y apenas separadas entre sí por poco más de 30 cm de distancia.

Los dos elementos corresponden una serie de extracciones longitudinales desde una plataforma de percusión no cortical, pero que presentan córtex en su dorso lateral derecho.

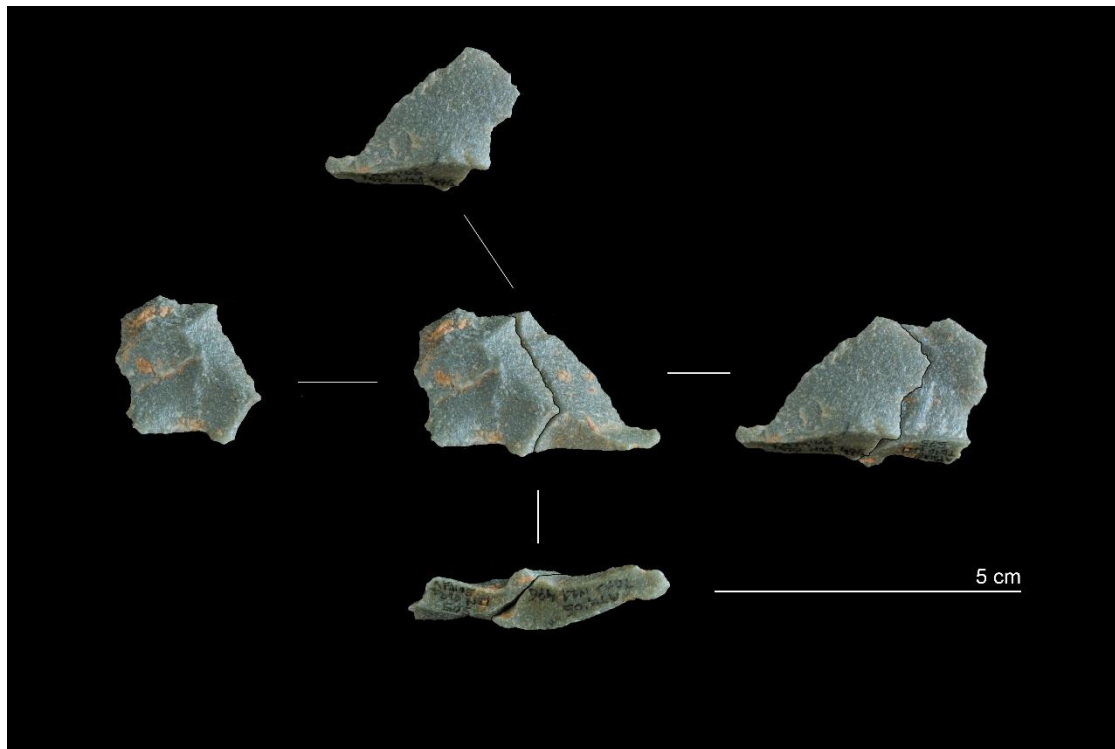
La proximidad entre las piezas junto con el tipo de serie de explotación que muestran y las reducidas dimensiones, hacen pensar en su extracción durante la configuración de algún elemento de mayores dimensiones, o bien la explotación o adecuación de las facetas de un núcleo pequeño.



REM2_27	Dorso-ventral
N21-496 (05)	BP
N21-505 (05)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 61.40 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

Se trata de dos lascas completas de cuarcita de granulometría muy fina y muy buena calidad. Sus caras dorsales muestran abundantes negativos de extracciones anteriores.

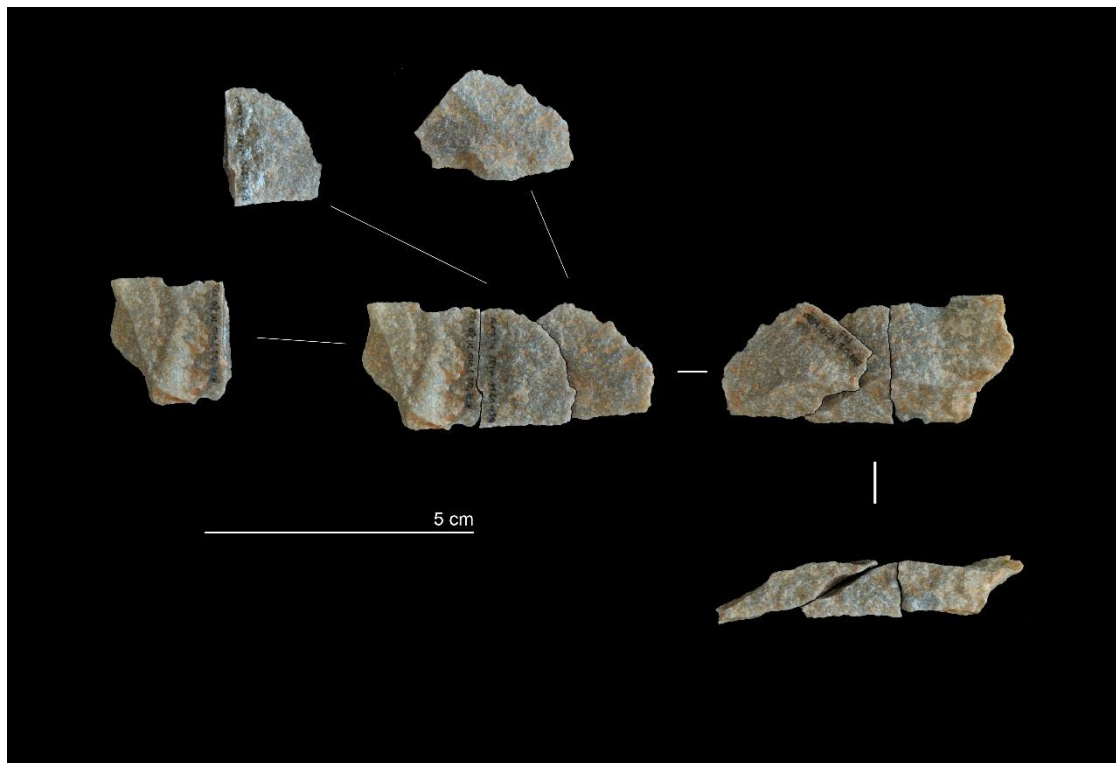
Se localizan en la esquina noreste, muy próximas a ambas secciones del yacimiento. Sus reducidas dimensiones junto con la presencia de abundantes negativos y la ausencia de planos corticales, sugieren un estadio avanzado-final de la explotación del núcleo.



REM2_28 – REM3_3	Dorso-ventral y Sagital
M20-122 (02)	BPF
M20-143 (02)	BP
M20-159 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 5-31 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1 cm</i>

Esta conexión es un remontaje dorso-ventral entre una lasca completa (M20-143) y otra lasca formada por un *conjoin* entre dos fragmentos (M20-122 y M20-159).

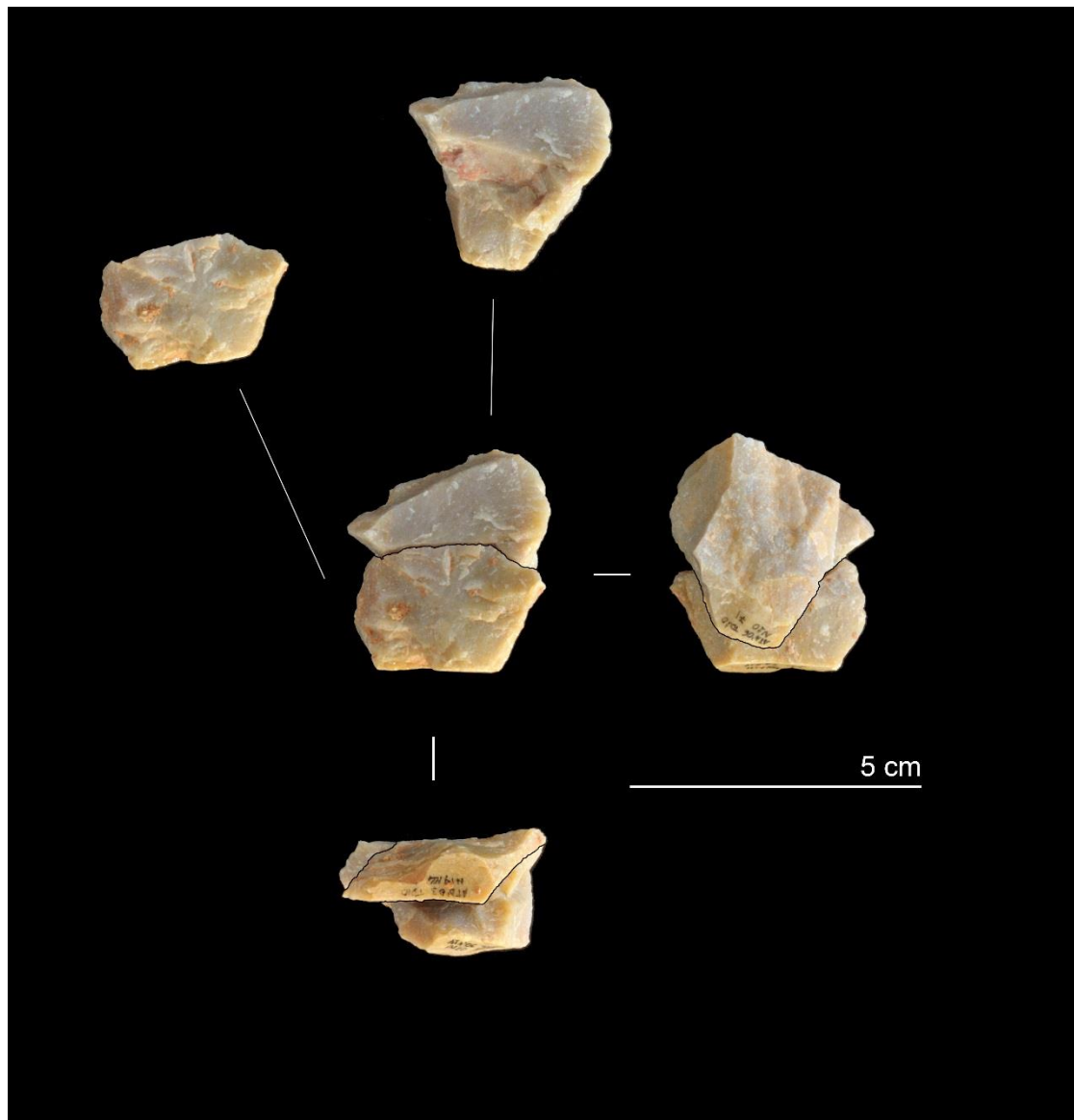
Todas las piezas se hallaron en el mismo cuadro, con apenas 5 cm entre los fragmentos Siret i a 30 cm de la lasca completa, lo que apuntaría hacia una actividad de talla en esa zona. Las plataformas de percusión sugieren una explotación longitudinal, y el tamaño de las piezas, junto con la ausencia de zonas corticales, sugieren un estadio final de la explotación del núcleo.



REM2_29	Dorso-ventral
N19-124 (03)	BP
N20-71 (06)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 160.12 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 20 cm

Este remontaje entre dos lascas completas se localiza próximo a la sección norte del yacimiento.

Ambas BP son de tamaño medio-pequeño, con plataformas de percusión corticales y abundantes negativos en sus caras dorsales. La orientación de los talones, sugeriría una explotación longitudinal. Pese a que se trata de un remontaje dorso-ventral, las lascas conectan únicamente en sus extremos distales, lo que evidencia un vacío proximal entre ellas que correspondería con uno o más productos no hallados.



REM2_30	-
N21-228 (02)	Bnd
N21-280 (02)	Bnd
<i>Dist. Horizontal:</i> 9.22 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

Esta conexión ha sido provisionalmente catalogada como de tipo 2. Aunque podría catalogarse como tipo 4 (*conjoin* transversal) o tipo 3 (*conjoin* sagital), ninguna de las piezas muestra una cara talonar clara, por lo que no es posible orientar la pieza. Tampoco es una fractura natural (tipo 8), ya que no parece que exista ninguna impureza o falla natural interna que provocara su desprendimiento. Se queda a la espera que nuevas piezas se pongan en relación con esta conexión y corroboren o modifiquen su asignación.

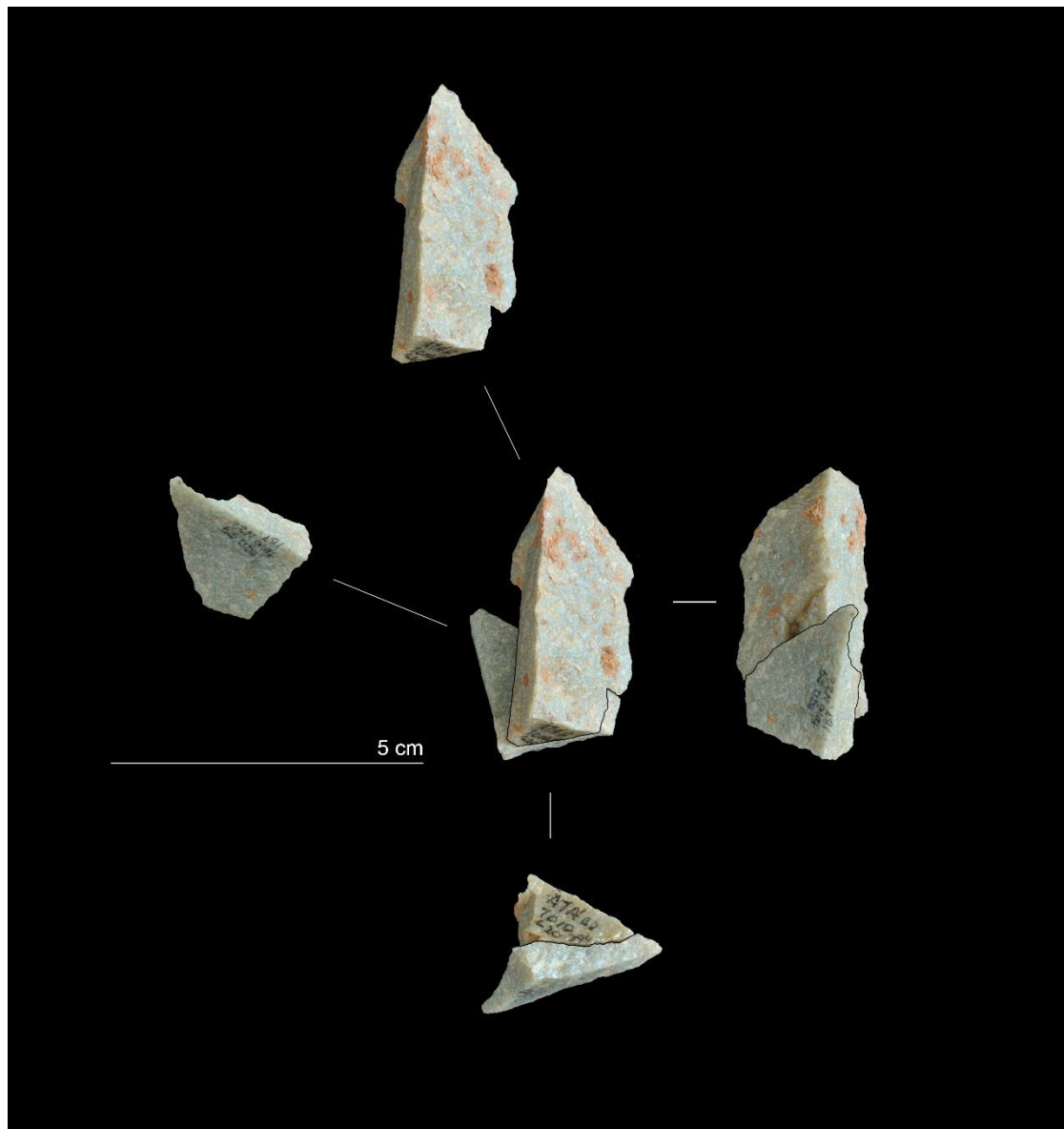
Los estigmas de percusión hallados en las caras dorsales de ambas piezas, sugieren un uso del soporte como percutor. Posiblemente este uso, creó fracturas y fisuras internas, que acabaron generando la separación de estos elementos respecto al soporte original. Esto se corroboraría per la presencia tan próxima de ambas piezas, conservadas en el lugar donde se fracturó el percutor durante una actividad de talla.



REM2_31	Dorso-ventral
L20-394 (02)	BPF
N22-187 (04)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 316.79 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 47 cm</i>

Las piezas remontadas están elaboradas en cuarcita de buena calidad. Ambas se localizan, como el porcentaje mayoritario de conexiones, cercanas a la sección este.

Pese a que se separan por más de 3 metros de distancia, ninguna de ellas muestra signos de configuración ni uso, por lo que la separación no parece deberse a un transporte intencional. La ausencia de más elementos involucrados no permite una interpretación mayor.



REM2_32	Dorso-ventral
O20-382 (02)	FBP
N22-382 (03)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 184.11 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 9 cm

Las piezas remontadas están elaboradas en cuarcita de granulometría muy fina y de buena calidad. Ambas se localizan muy cercanas a la esquina noreste del yacimiento. También muestran el desarrollo de un neocórtex en algunas secciones de sus caras dorsales.

Las piezas muestran una explotación longitudinal y la relativa cercanía que existe entre ellas, junto con la ausencia de claras evidencias de retoque o estigmas de uso, sugiere una posición *in situ* en el lugar en el que fueron producidas.

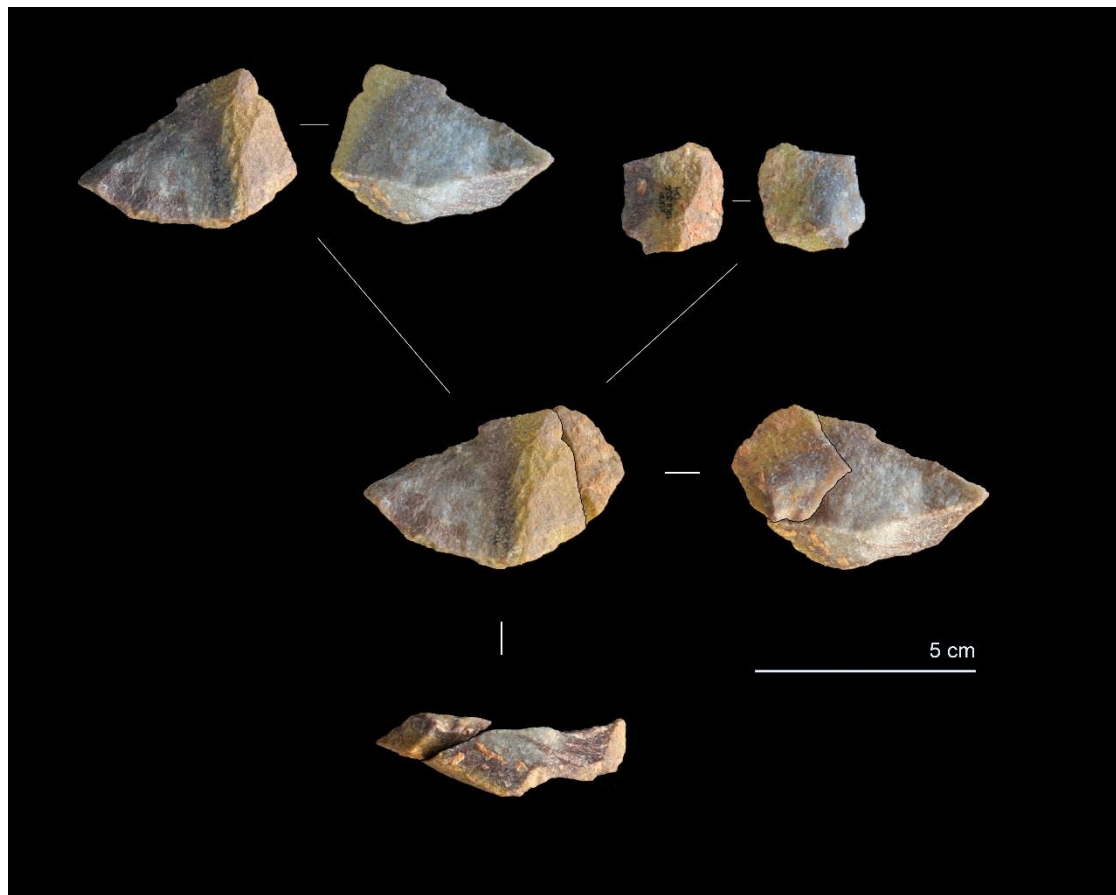


REM2_33	Dorso-ventral
J20-134 (01)	BP
G21-26 (02)	BP
<i>Dist. Horizontal: 252.96 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 85 cm</i>

Las piezas remontadas están elaboradas en cuarcita de granulometría fina y de buena calidad. Ambas se localizan cercanas a la sección este del yacimiento pero, al contrario de la mayoría de conexiones, alejadas de la sección norte y cerca de la sección de la Trinchera.

La lasca G21-26 es la de mayor tamaño (36 x 49 x 13), mientras que la J20-134 presenta unas dimensiones menores. Las dos lascas muestran una porción cortical en su cara dorsal, en el flanco derecho, y una variación cromática característica en su parte interna: inmediatamente después del córtex, y paralela a éste, se desarrolla una franja de color violeta oscuro, granatoso. Este color se encuentra hacia el interior de las piezas en formas de betas y manchas más o menos gruesas, alternándose con un color mucho más blancuzco.

La presencia de córtex y del tamaño medio de las lascas sugiere un estado inicial de explotación de un núcleo no muy grande. Pero la ausencia de más elementos asociados impide una interpretación mayor en cuanto a su posición.

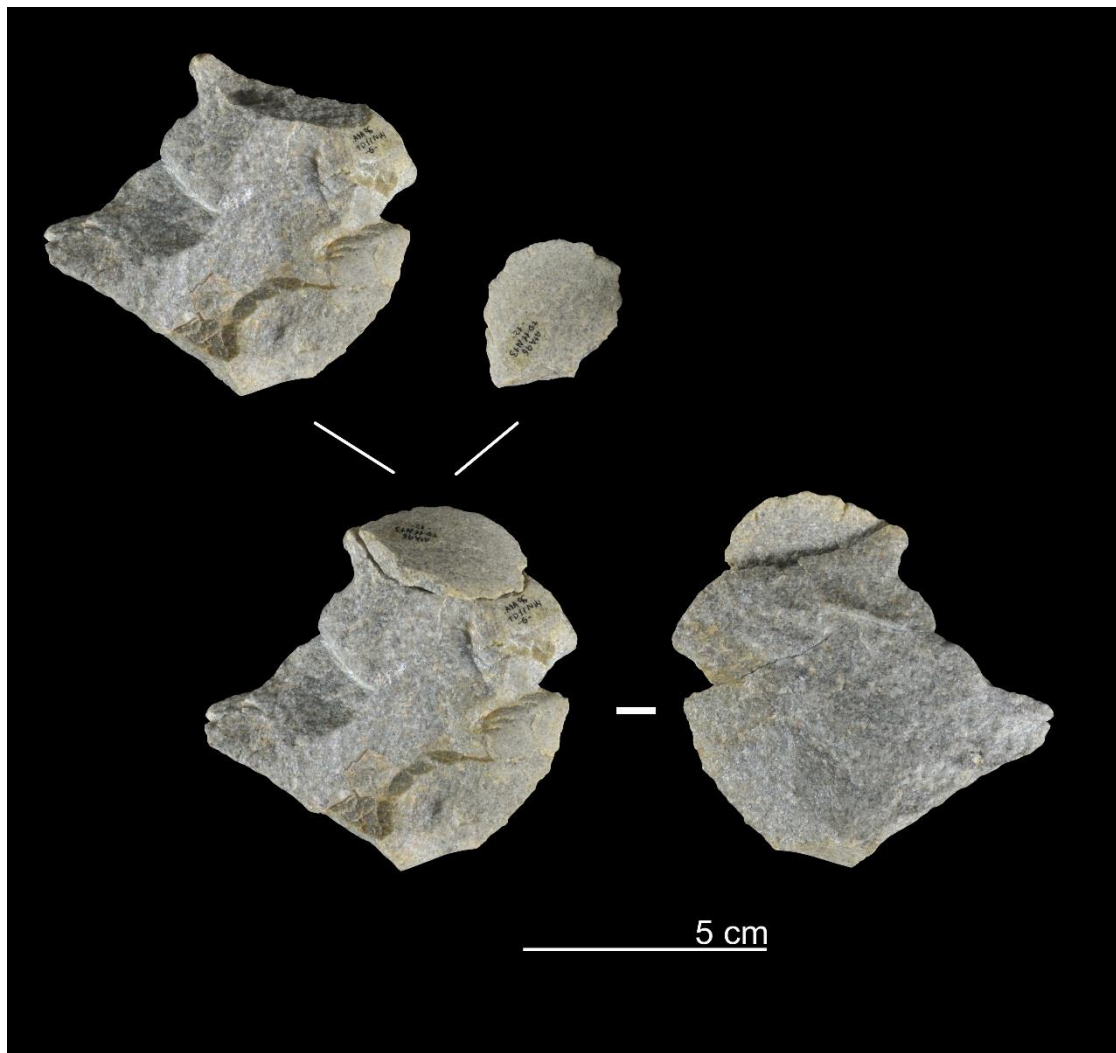


REM2_34	Dorso-ventral
N13-12 (96)	BP
N14-6 (96)	BP
<i>Dist. Horizontal: 34.23 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 8 cm</i>

Ambas piezas se hallaron muy próximas entre sí y cercanas a la sección norte y oeste del yacimiento.

La pieza N14-6 es la de mayor tamaño (69 x 75 x 20) y presenta una cara dorsal con abundantes negativos de extracciones anteriores y una porción cortical. La lasca N13-12, más pequeña, presenta una dorsal completamente cortical.

Ambas remontan en una posición característica: su unión es dorso ventral, per la lasca N13-12 remonta sobre uno de los negativos de N14-6 en un ángulo casi perpendicular al eje de la pieza, en un extremo distal. Esta posición sugiere su extracción desde un ángulo del núcleo muy distinto al ángulo de extracción de la lasca mayor. Posiblemente, se tratase de un núcleo de grandes dimensiones que, al menos en su fase inicial, el decortezado se hubiera realizado mediante un sistema multipolar ortogonal. Esta fase se habría realizado en la zona donde se recuperaron ambas piezas; sin embargo, la ausencia de más piezas en este remontaje no permite conocer más detalles sobre la explotación y el posible transporte de algunas piezas.



REM2_35	Dorso-ventral
J20-96 (01)	BP
M19-215 (02)	BP
<i>Dist. Horizontal: 332.67 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 38 cm</i>

Las dos lascas aparecieron separadas por más de 3 metros de distancia y a esa distancia respecto la sección este del yacimiento.

Se trata de dos lascas de tamaño pequeño obtenidas en lo que parece la primera fase de explotación de un núcleo. La materia prima no es de muy buena calidad, ya que la granulometría de la cuarcita es muy gruesa. Esto podría hacer pensar que podrían ser resultado del uso del soporte como percutor y, por lo tanto, separarse de éste en alguna de las percusiones. Sin embargo, ambas lascas muestran una misma orientación de sus plataformas (explotación unipolar, longitudinal), que sería difícil conseguir si su obtención es accidental.

Otra opción es su obtención durante el testado de un nódulo. En cualquier caso, tanto si son productos de un testado como si lo son de una secuencia de talla más amplia, corresponderían a un estadio inicial de decortezado.

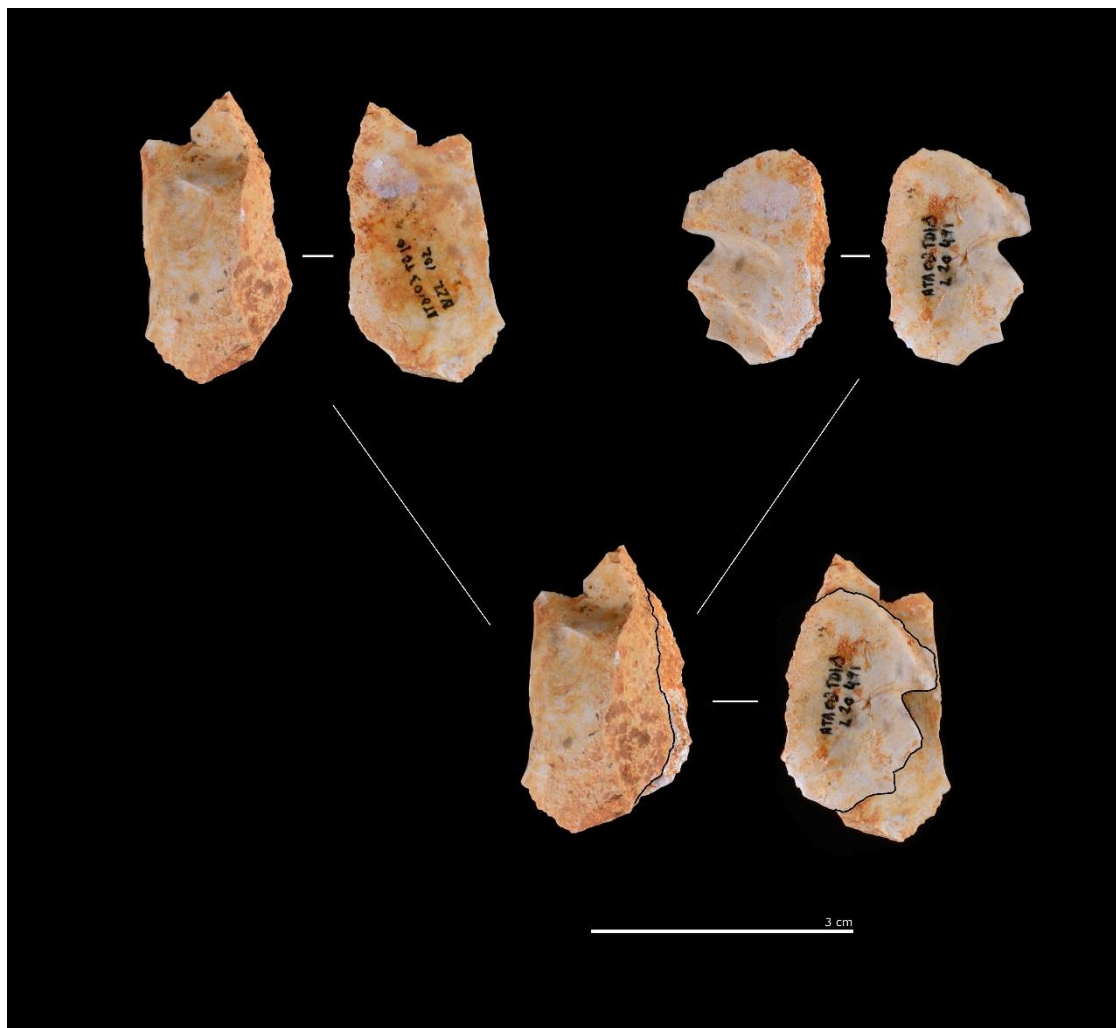
El hallazgo de más piezas que conectaran con estas podría aclarar si la distancia entre ambas piezas responde a la misma actividad de talla o bien a un desplazamiento intencional de alguna de ellas.



REM2_36	Dorso-ventral
L20-491 (03)	BP
N22-102 (03)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 205.14 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 24 cm

Las piezas remontadas se localizan, como el porcentaje mayoritario de conexiones, cercanas a la sección este.

Las piezas se separan por poco más de 2 metros de distancia y ninguna de ellas muestra signos de configuración ni uso; por ello, la separación no parece deberse a ningún transporte intencional sino a la dispersión típica del ejercicio de la talla. La ausencia de más elementos involucrados no permite una interpretación mayor.

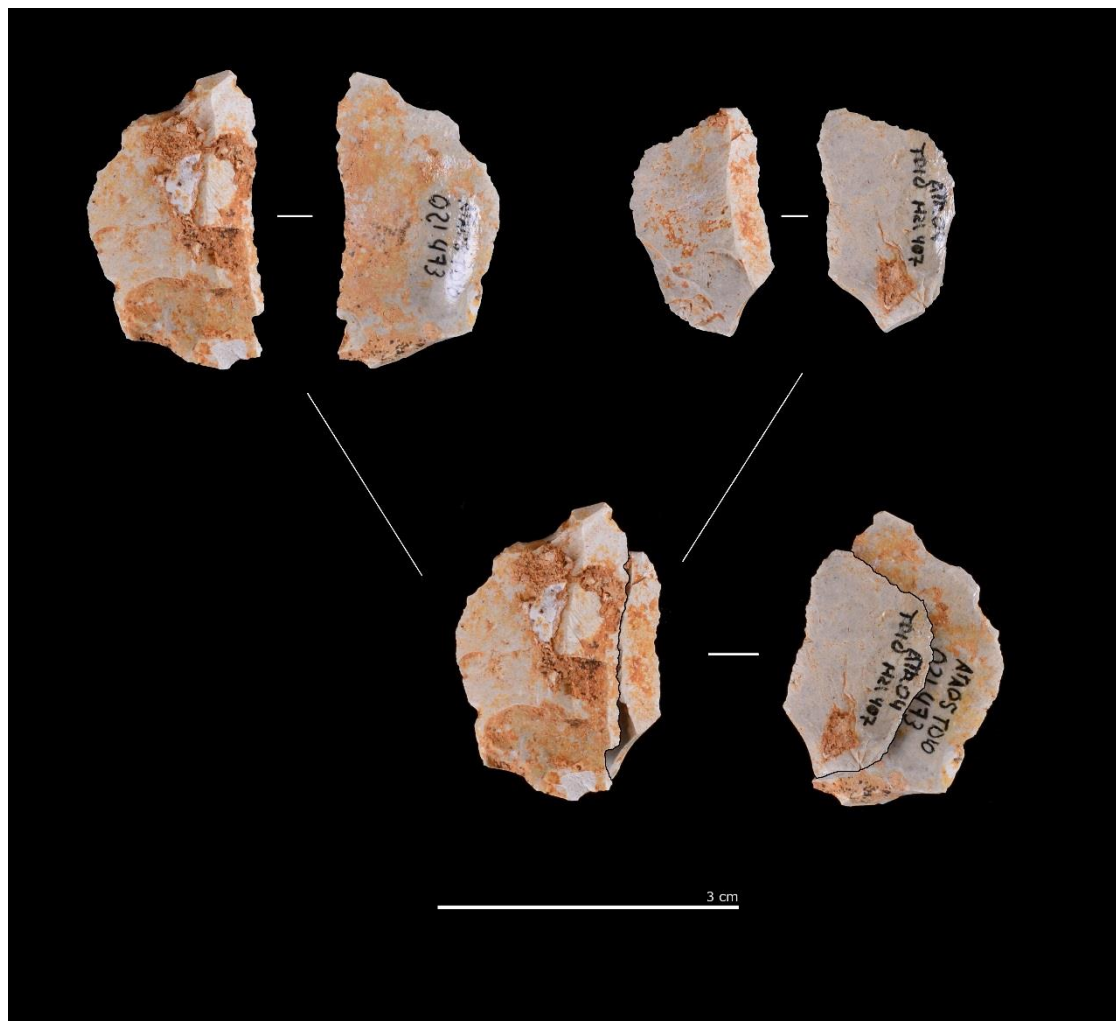


REM2_37	Dorso-ventral
M21-407 (04)	BP
O21-473 (05)	BP
<i>Dist. Horizontal:</i> 147.72 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 23 cm

Las piezas remontadas se localizan en la esquina noreste, con menos de un metro y medio de distancia entre ellas.

Las lascas son de pequeño tamaño, sin restos de superficies corticales y con talones casi puntiformes. Por ello, parecen obtenidas en una fase media-final de explotación.

No presentan señales de configuración ni uso, por lo que su localización respondería a su obtención durante la explotación del núcleo y su abandono en la misma zona.

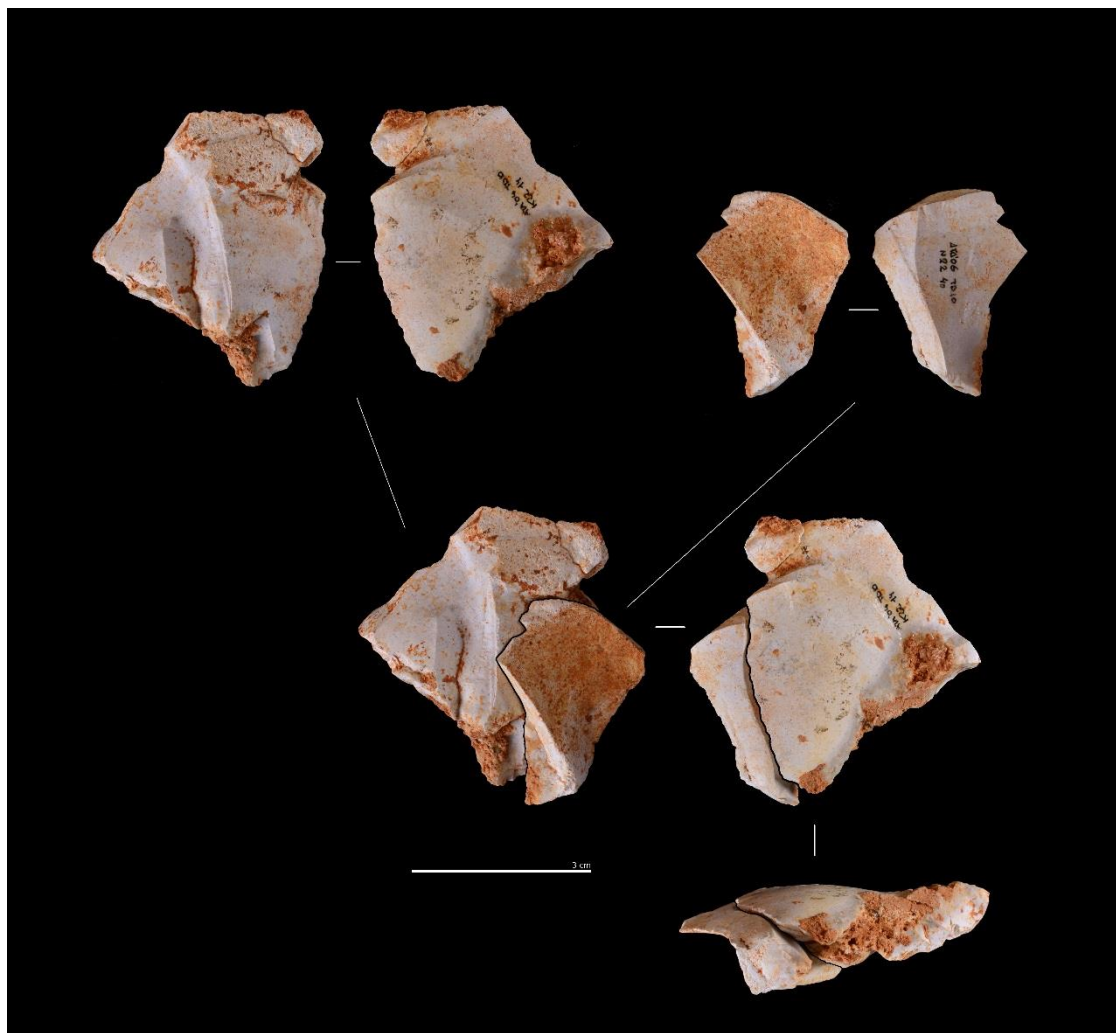


REM2_38	Dorso-ventral
K22-14 (04)	BP
N22-40 (06)	BP
<i>Dist. Horizontal: 341.07 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 58 cm</i>

Estas dos lascas se encuentran casi pegadas a la sección este del yacimiento, con una distancia de prácticamente tres metros y medio entre ellas.

Son lascas completas de formato medio-grande, con restos de córtex en sus caras dorsales y alguna impureza y geoda desde esta superficie cortical hacia la parte interna de las piezas.

Las medidas y las corticales sugerirían su extracción en unas fases iniciales de la explotación; la distancia entre las piezas podría ser resultado del mismo proceso de talla o bien del desplazamiento de alguna de ellas. Sin embargo, la ausencia de más elementos asociados no permite conocer la causa correcta.

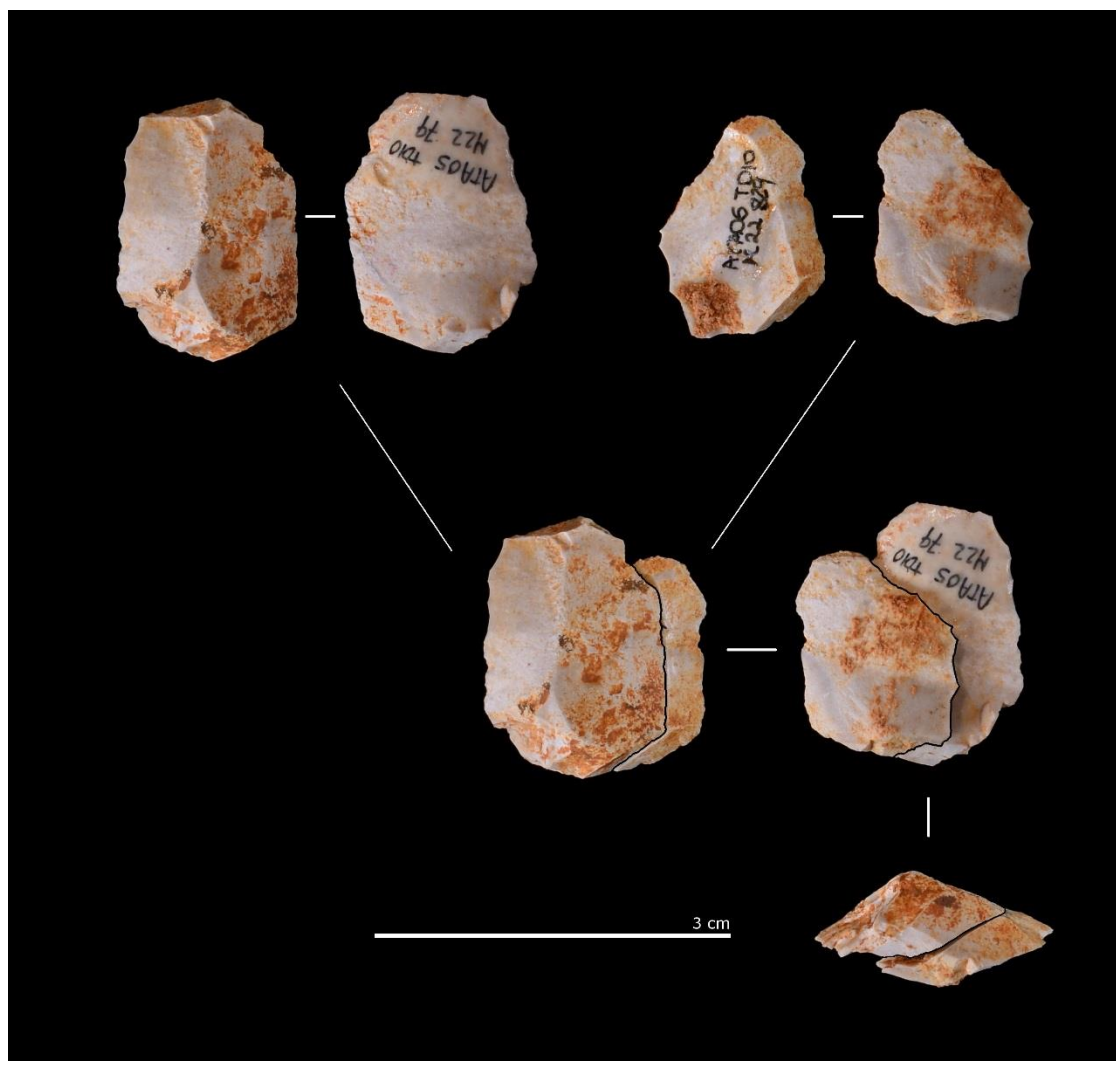


REM2_39	Dorso-ventral
M22-79 (05)	BP
M22-829 (06)	BP
<i>Dist. Horizontal: 80.66 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 25 cm</i>

Estas dos lascas se encuentran casi pegadas a la sección este del yacimiento, con menos de un metro de distancia entre ellas.

Son lascas completas de formato pequeño, sin restos de superficies corticales y sin rastros de configuración o uso.

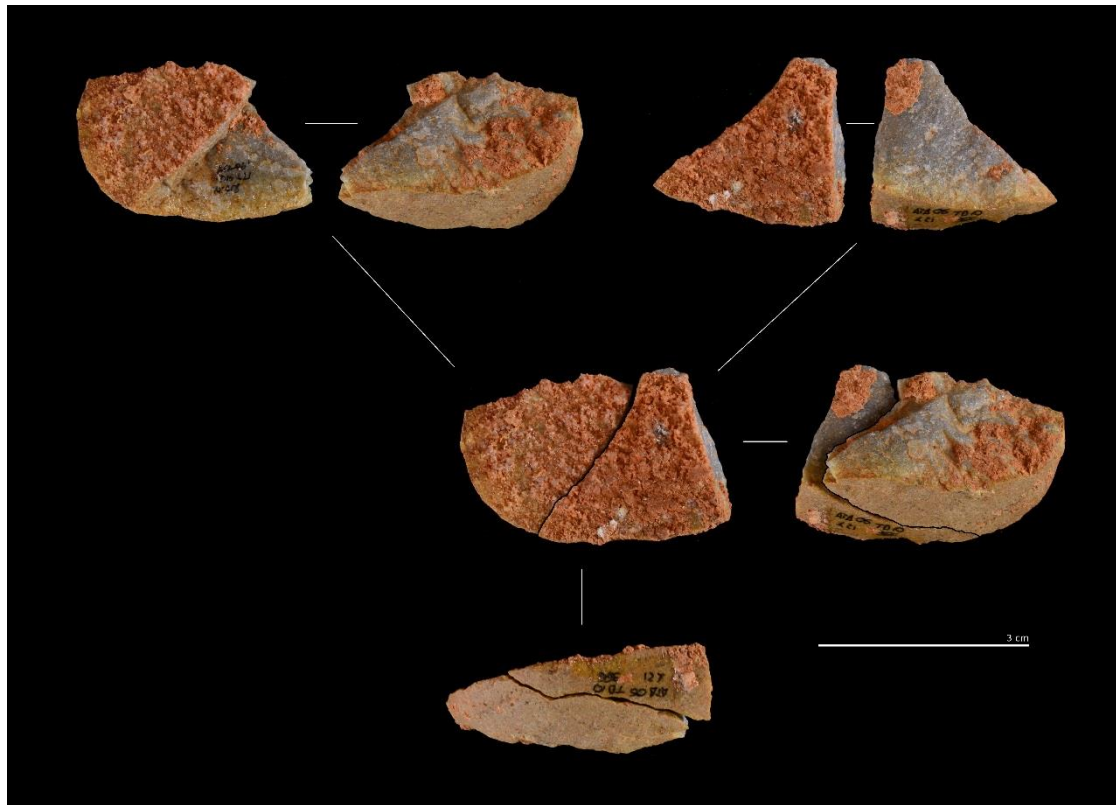
Su tamaño sugiere su obtención en una fase de explotación final de un núcleo o durante de la configuración de un retocado de tamaño grande. El hallazgo de más elementos asociados a esta conexión podría facilitar más información respecto a su obtención.



REM2_40	Dorso-ventral
L21-218 (06)	BP
L21-366 (06)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 31.02 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 11 cm

Este remontaje dorso-ventral se da entre una lasca completa (L21-218) y una lasca incompleta con una fractura sagital Siret. La otra mitad de la lasca fracturada no ha sido hallada, por lo que no ha sido posible remontar la lasca completa.

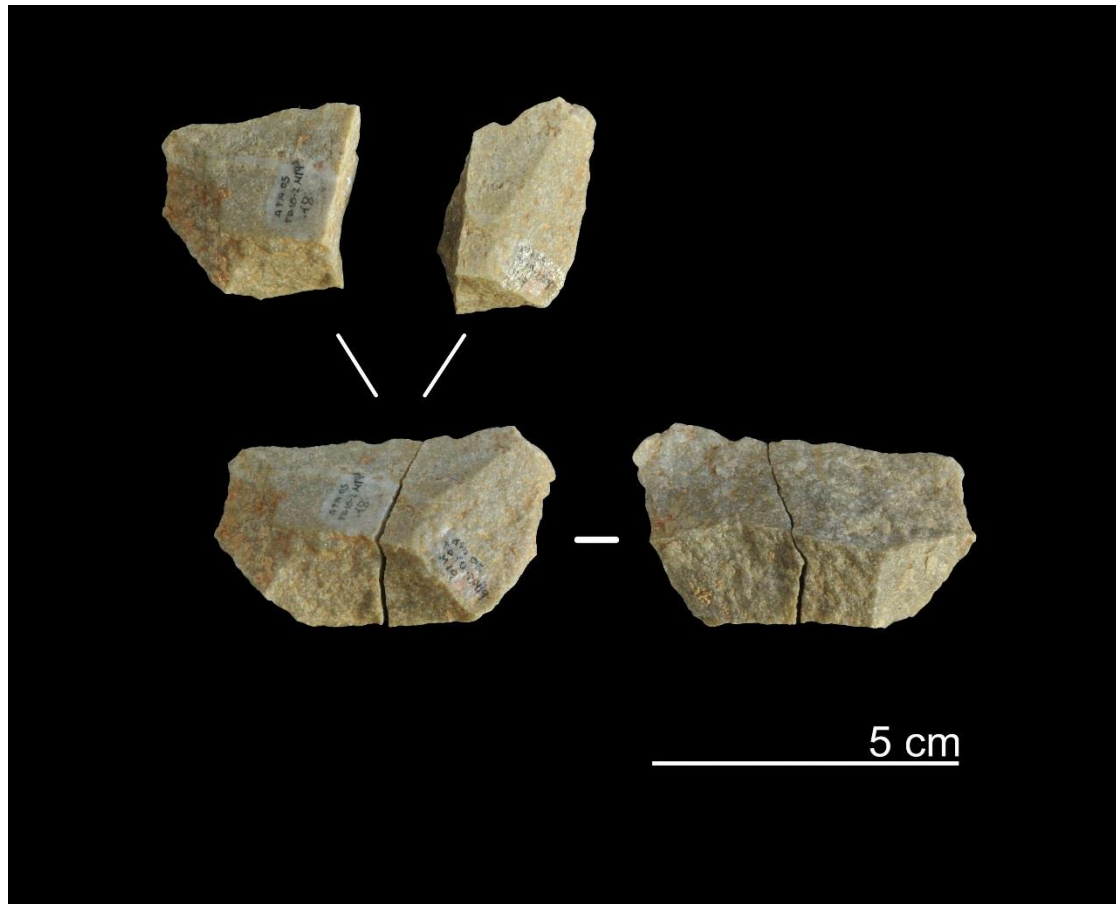
Ambas piezas se encuentran muy cercanas entre sí y respecto a la sección este. La orientación de sus plataformas sugiere una explotación unipolar, aunque la presencia de más elementos asociados podría corroborar esta interpretación o bien señalar una explotación bipolar o multipolar. Ambas plataformas muestran córtex en la totalidad de la superficie, por lo que el tallador optó por una no-preparación de la plataforma o bien se trata de la explotación inicial/decortezado de un núcleo.



REM3_2	Sagital
M19-17 (05)	BPF
M19-18 (05)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 1.41 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

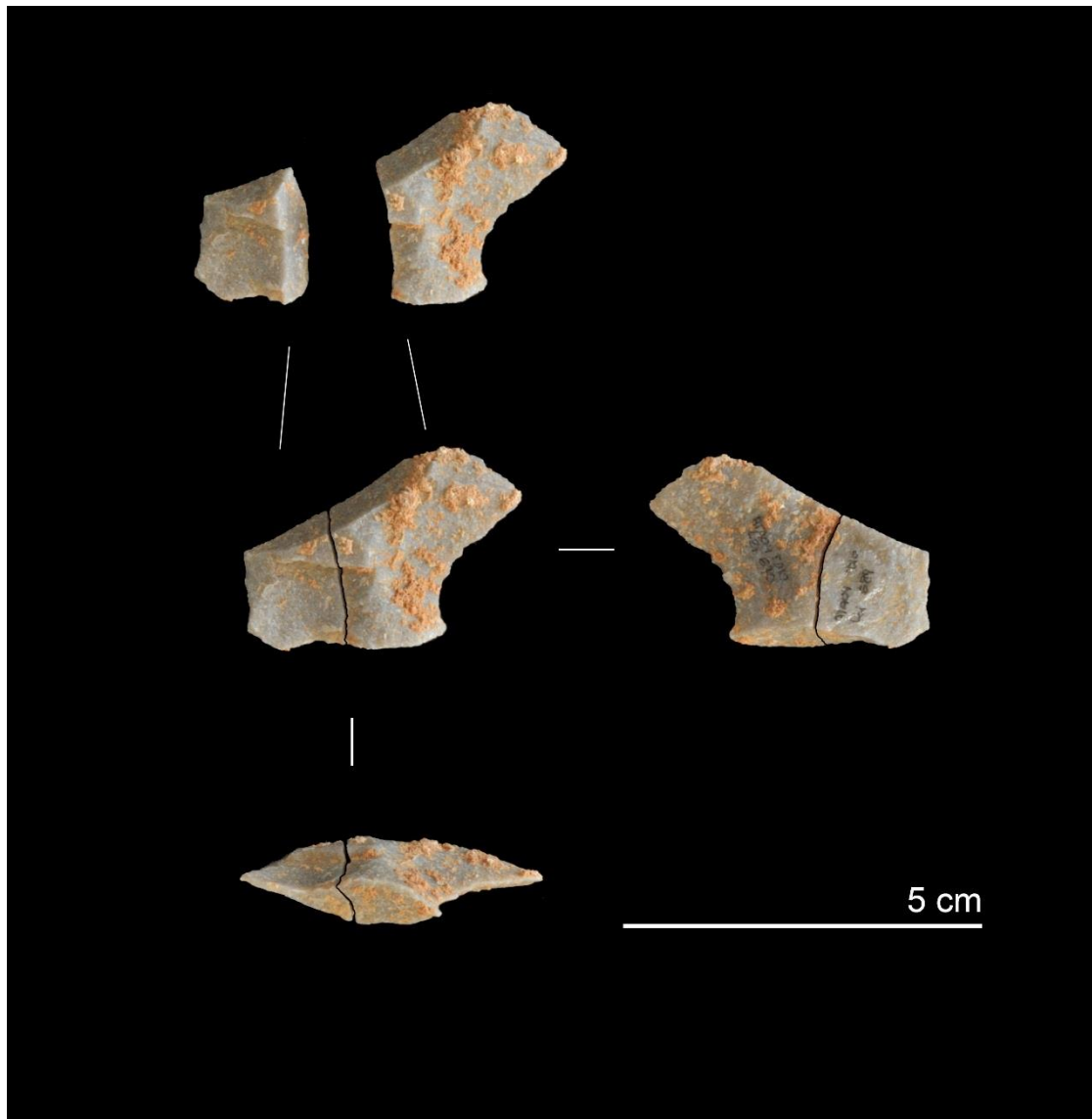
Por ello, la posición cercana de ambas piezas sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, cercana a la esquina noreste pero a 2-3 metros de distancia respecto a las secciones.



REM3_4	Sagital
L21-670 (04)	BPF
L21-689 (04)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 6.08 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

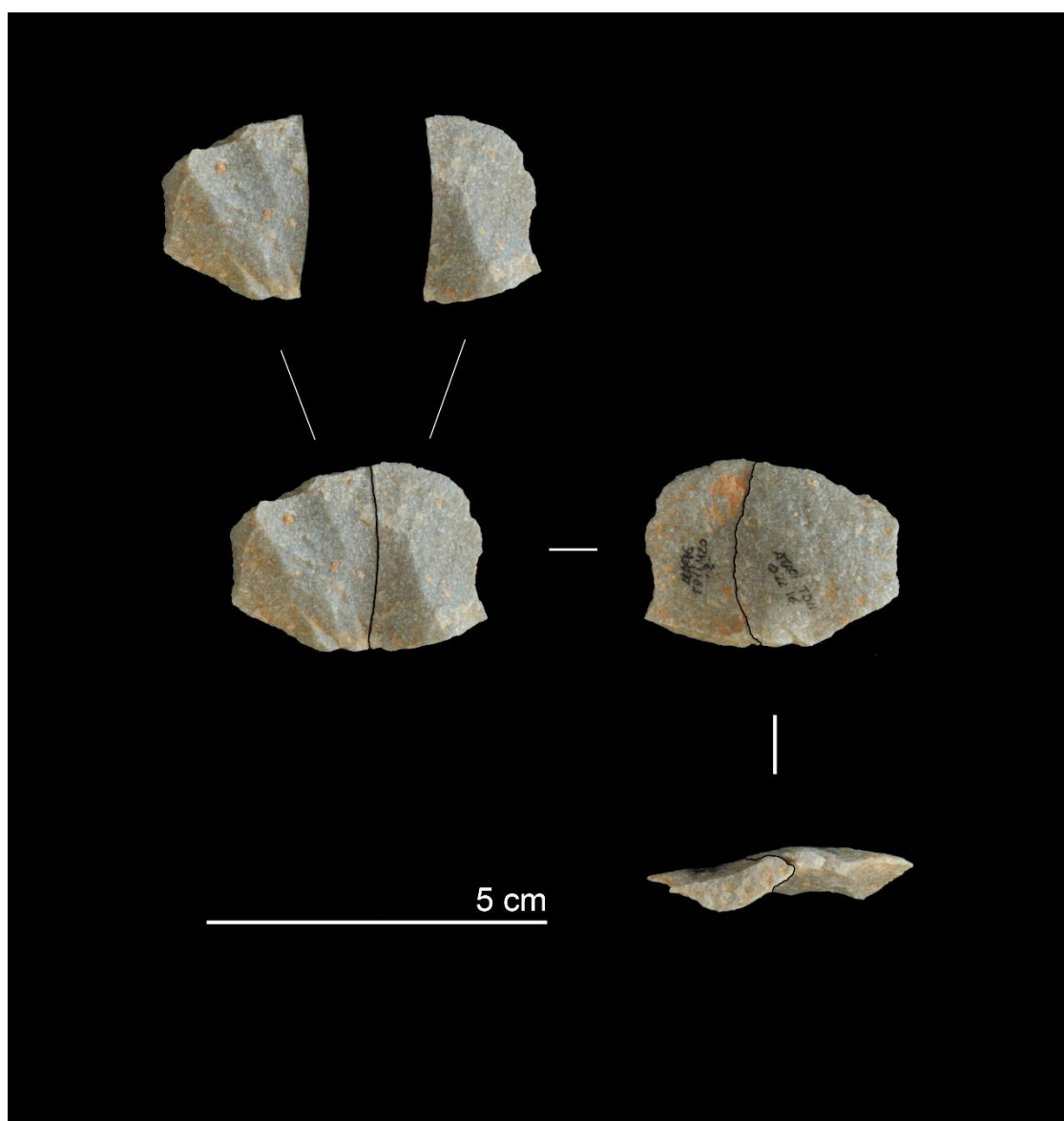
Por ello, la posición tan próxima de ambas piezas sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, a escasos metro y medio de la sección este.



REM3_5	Sagital
M20-2 (96)	BPF
O22-16 (01)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 263.96 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 48 cm</i>

La fractura, si bien es sagital, no coincide con el punto exacto de percusión que generó la fractura conoidal de la pieza. Sí encaja, sin embargo, con el punto de percusión de la extracción anterior marcada en el negativo de la cara dorsal. Probablemente esta extracción anterior generó alguna fisura interna que condicionó la fractura sagital de esta lasca, obtenida posteriormente.

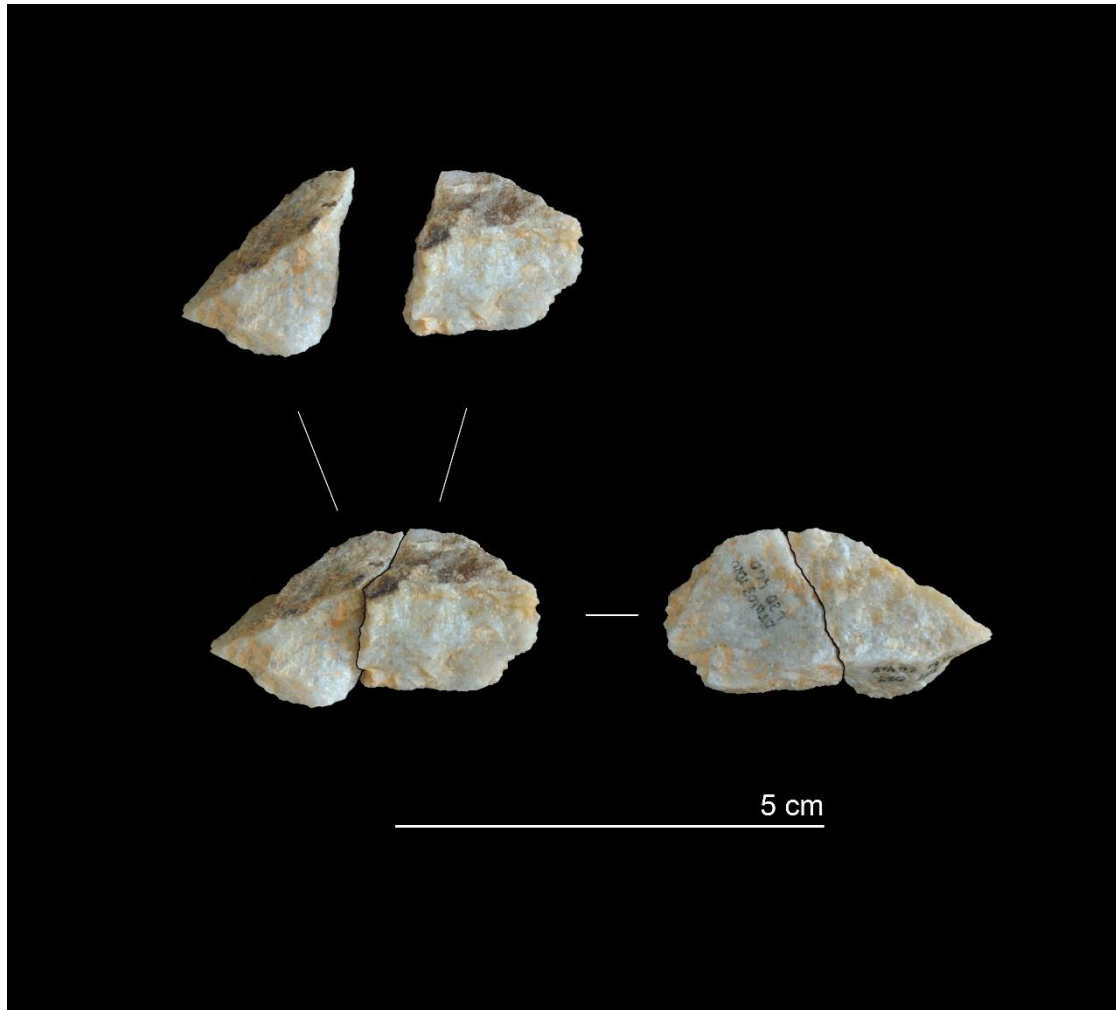
Presenta una distancia media de más de dos metros y medio entre las piezas. Si bien no es una distancia corta, tampoco es posible descartar que su causa se debe a la misma actividad de talla.



REM3_6	Sagital
L20-427 (03)	BPF
L20-440 (03)	BPF
Dist. Horizontal: 1.41 cm	Dist. Vertical: 0 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

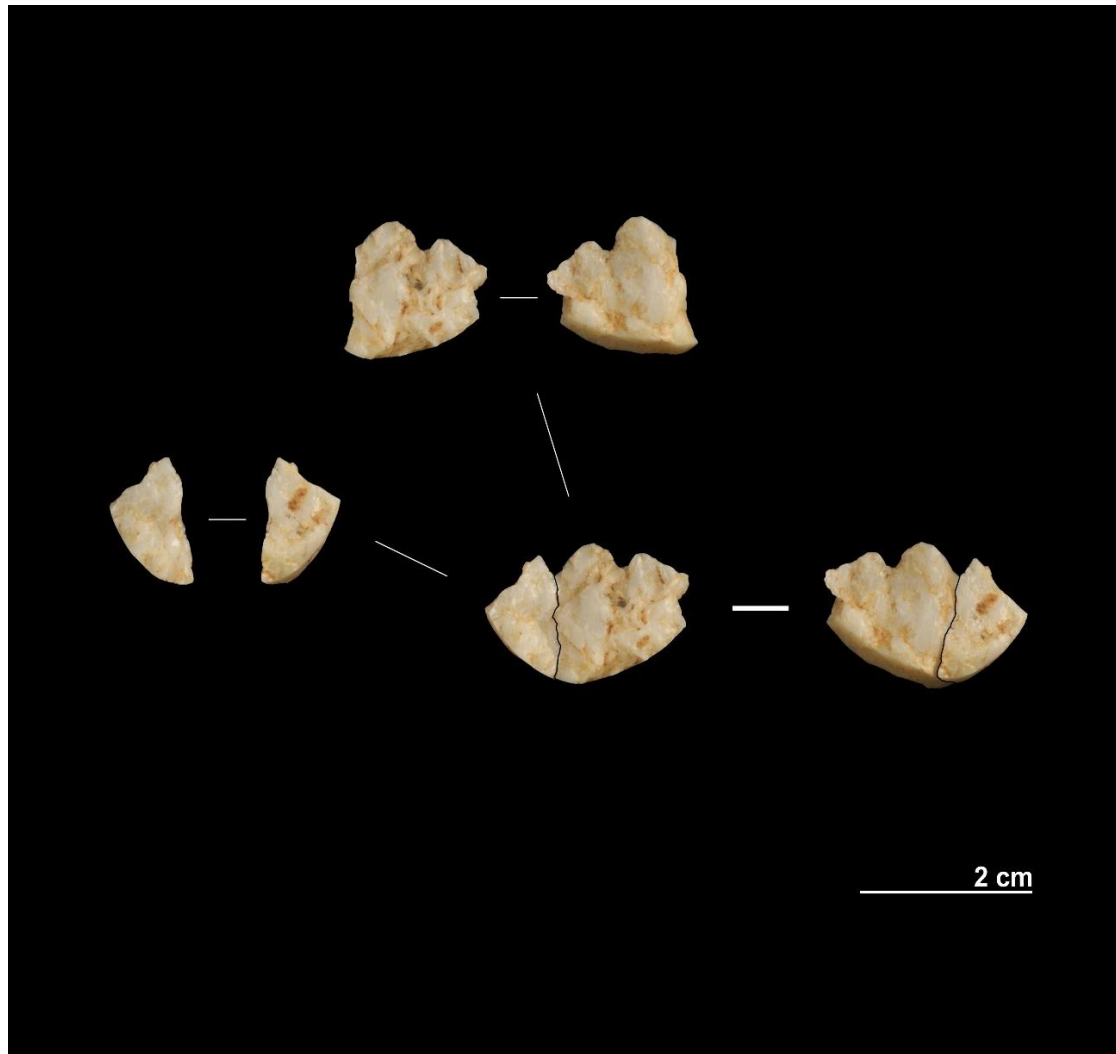
Por ello, la posición tan próxima de ambas piezas sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, a unos dos metros de la sección este.



REM3_8	Sagital
M17-101 (02)	BPF
M17-102 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 3.61 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 0 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

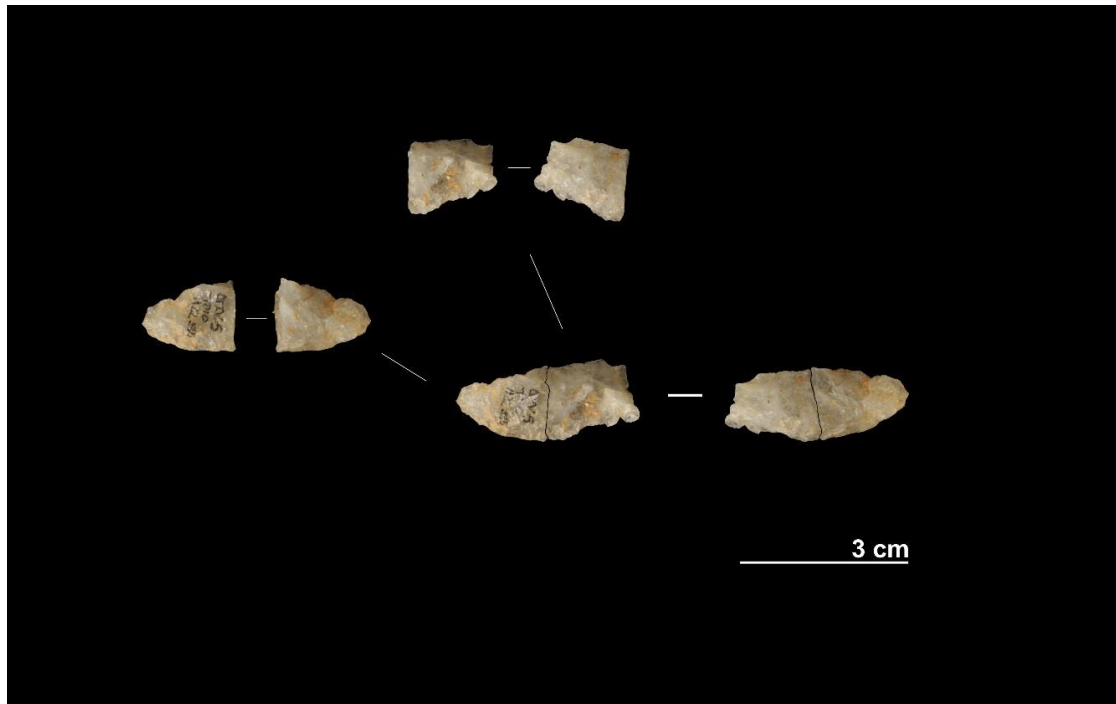
Por ello, la posición tan próxima de ambas piezas junto con su muy reducido tamaño, sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, próxima a la sección norte, durante un estadio final de la explotación o la configuración de un retocado de tamaño medio-grande.



REM3_9	Sagital
M22-394 (05)	BPF
M22-56 (06)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 46.10 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 2 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

Por ello, la posición tan próxima de ambas piezas junto con su muy reducido tamaño, sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, próxima a la sección este, durante un estadio final de la explotación o la configuración de un retocado de tamaño medio-grande.

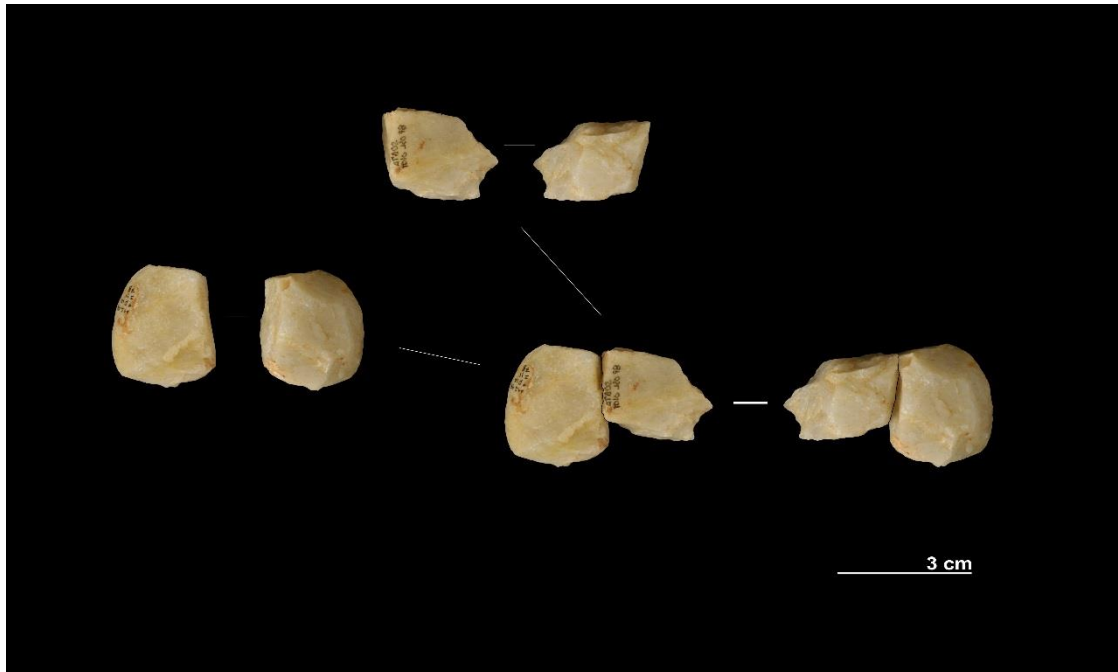


REM3_10	Sagital
I11-78 (99)	BPF
J20-78 (02)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal:</i> 856.59cm	<i>Dist. Vertical:</i> 183 cm

Las fracturas Siret se suelen producir en la misma secuencia de talla. Por ello, las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se depositaron tras su talla.

En este caso, la distancia mayor entre las piezas sugeriría un transporte o movimiento de alguna de las piezas; entre ambas lascas fracturadas, hay una distancia de más de ocho metros y medio, una de las mayores documentadas en este estudio. Ambas piezas muestran restos de córtex en sus caras dorsales, lo que podría señalar hacia un estadio inicial de la explotación, pero su tamaño pequeño respondería a un nódulo/núcleo de pequeñas dimensiones.

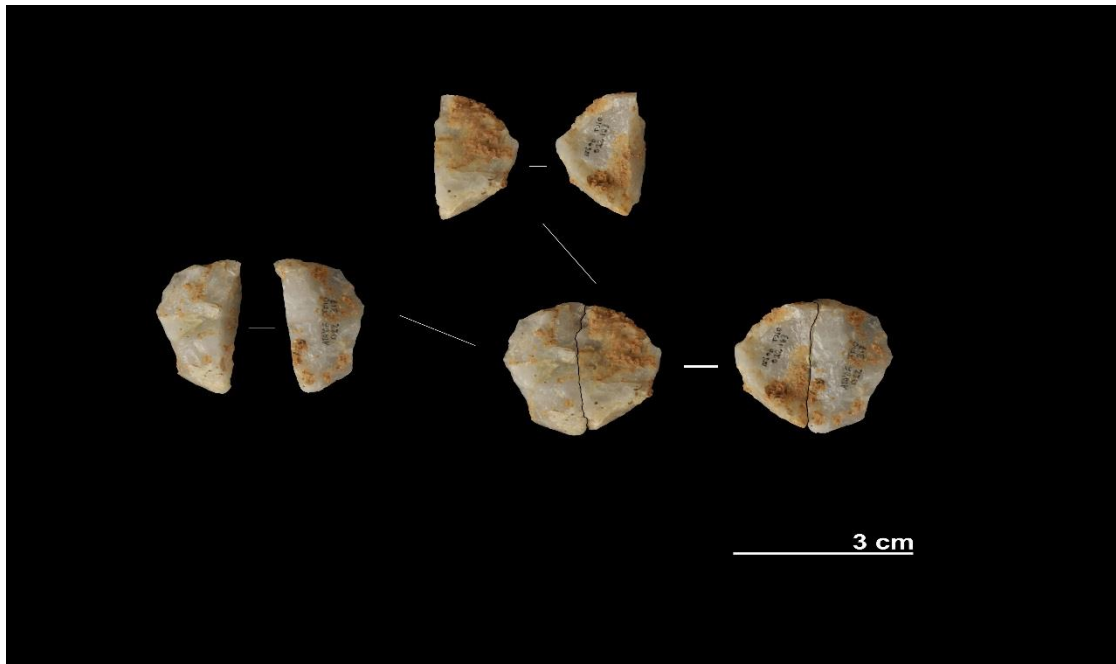
La ausencia de más elementos involucrados en la conexión no permite conocer qué pieza fue trasladada ni los motivos de ello.



REM3_11	Sagital
O22-163 (06)	BPF
O22-317 (06)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 29.41 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 5 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

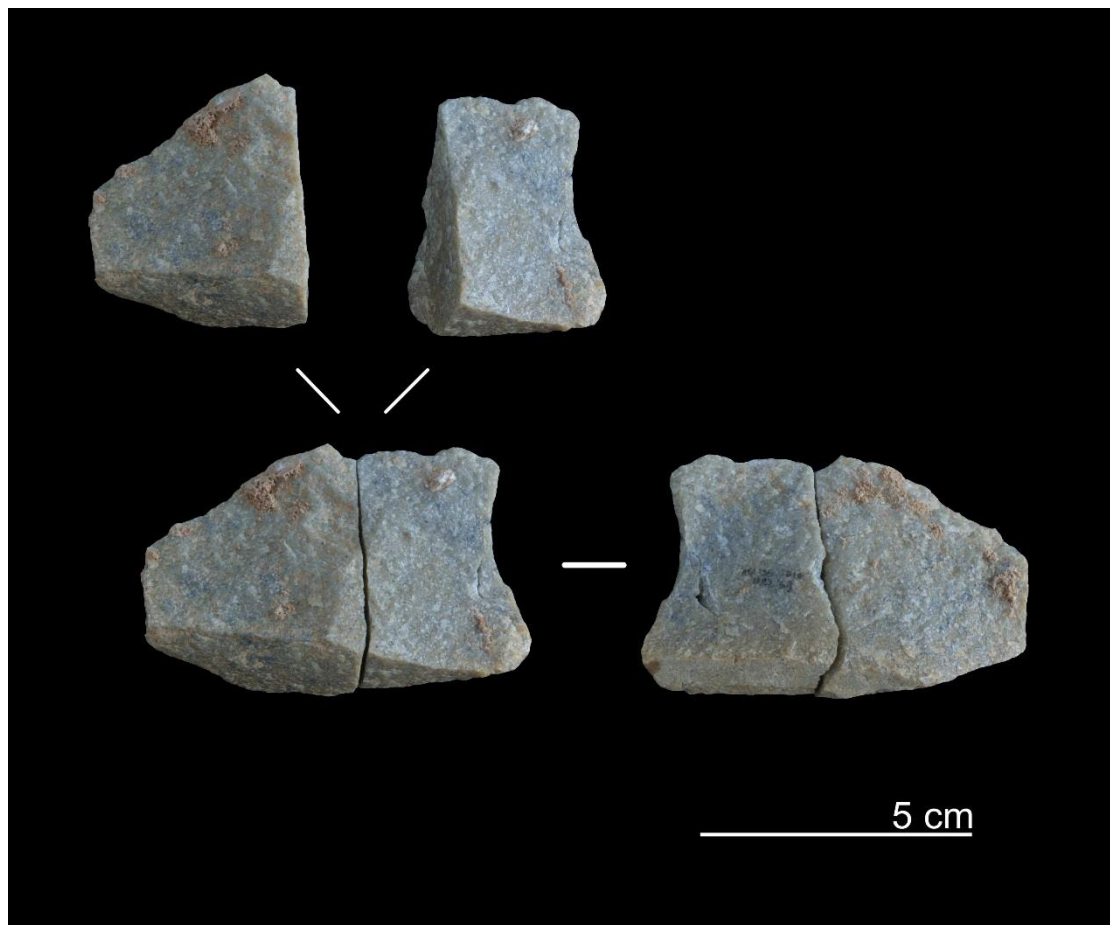
Por ello, la posición tan próxima de ambas piezas junto con su muy reducido tamaño, sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, próxima a la esquina noreste del yacimiento.



REM3_13	Sagital
M22-747 (06)	BPF
N22-163 (06)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 13.60 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 10 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

Por ello, la posición cercana de ambas piezas sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento. Representaría una fase media de explotación, ya que las piezas no muestran restos corticales sobre sus caras dorsales ni en las plataformas, se identifican diversos negativos de extracciones anteriores, pero presentan unas dimensiones medias-grandes.

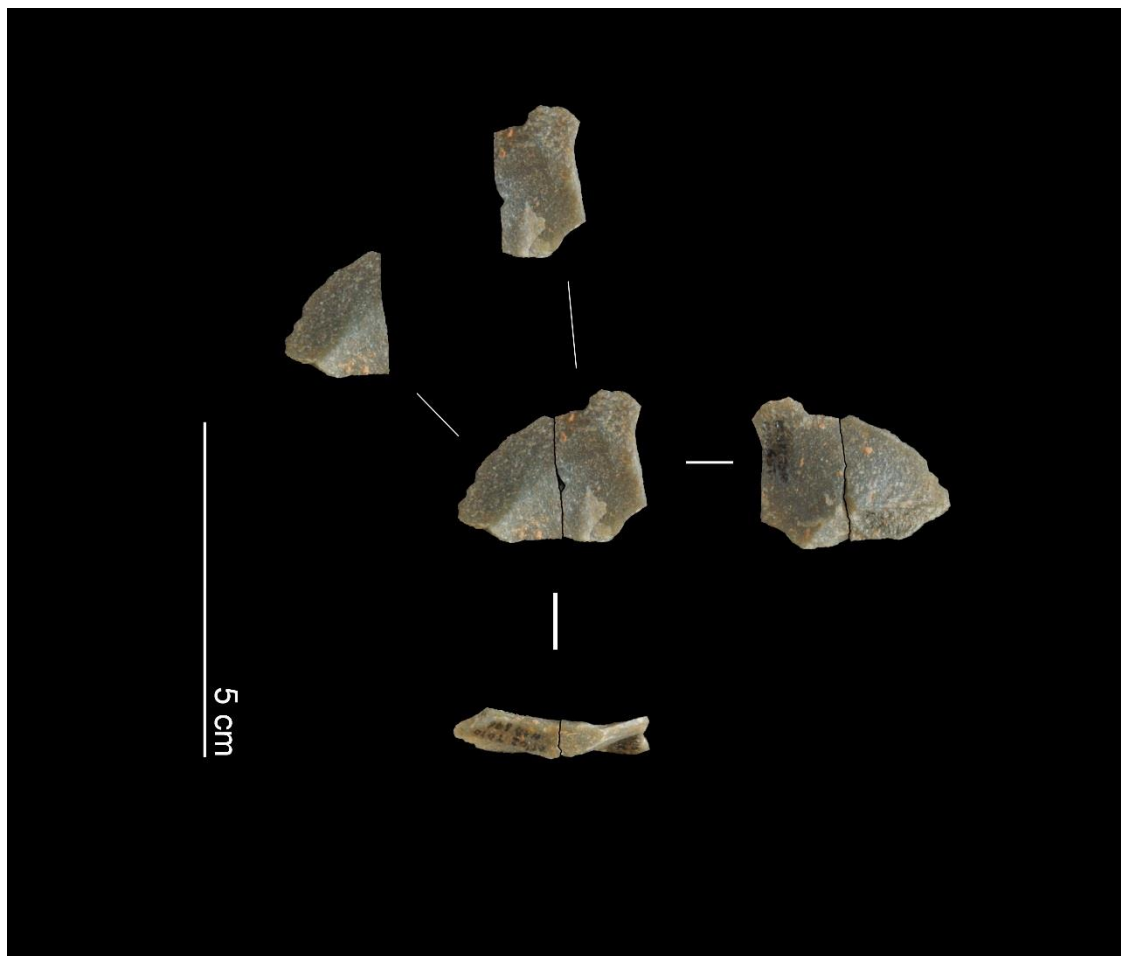


REM3_14	Sagital
N18-691 (02)	BPF
N18-696 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 10 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 2 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

Se trata de piezas elaboradas en cuarcita de granulometría fina y buena calidad.

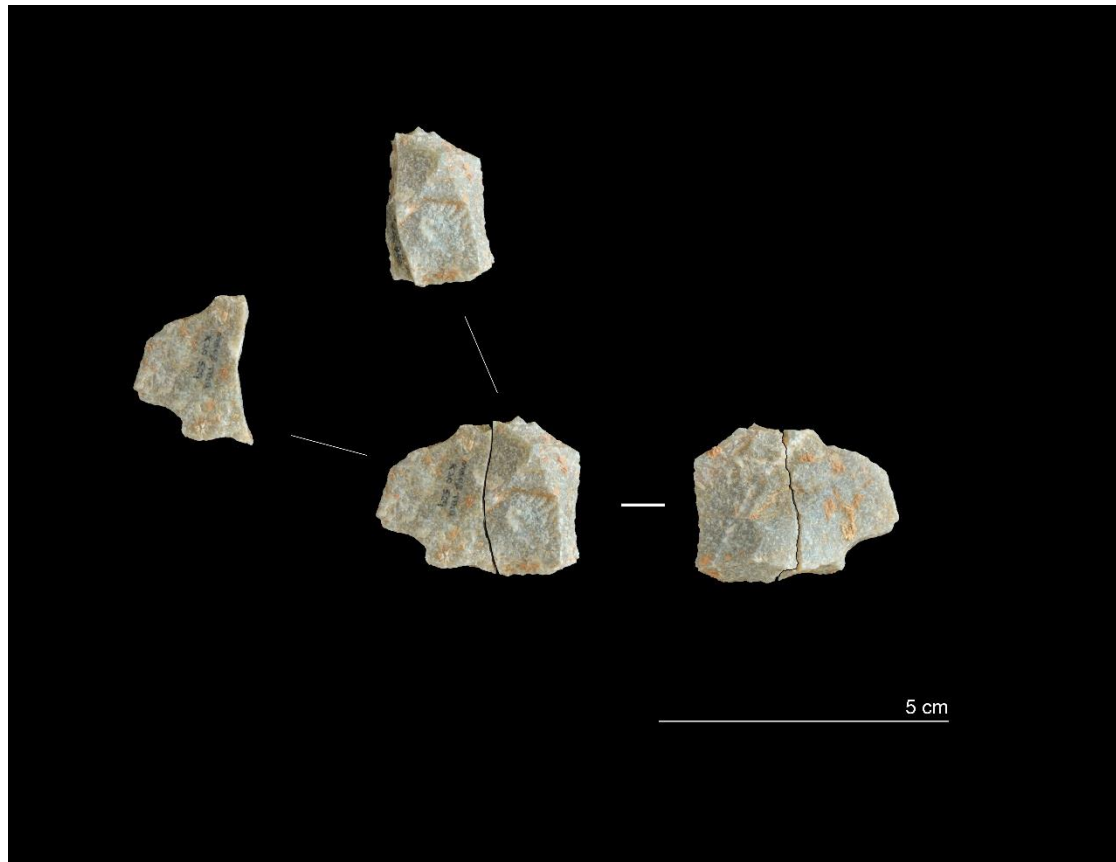
La posición cercana de ambas piezas y sus reducidas dimensiones, sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, colindante a la sección norte, en un estadio final de la explotación o bien durante el retoque de un configurado.



REM3_15	Sagital
K20-343 (02)	BPF
K20-529 (03)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 23.54 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 6 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

Ambas piezas muestran abundantes negativos en sus caras dorsales. Este hecho, junto con la cercanía entre ellas y sus reducidas dimensiones, sugiere una actividad de talla (y su obtención) en esta zona del asentamiento, durante un estadio final de la explotación de un núcleo.



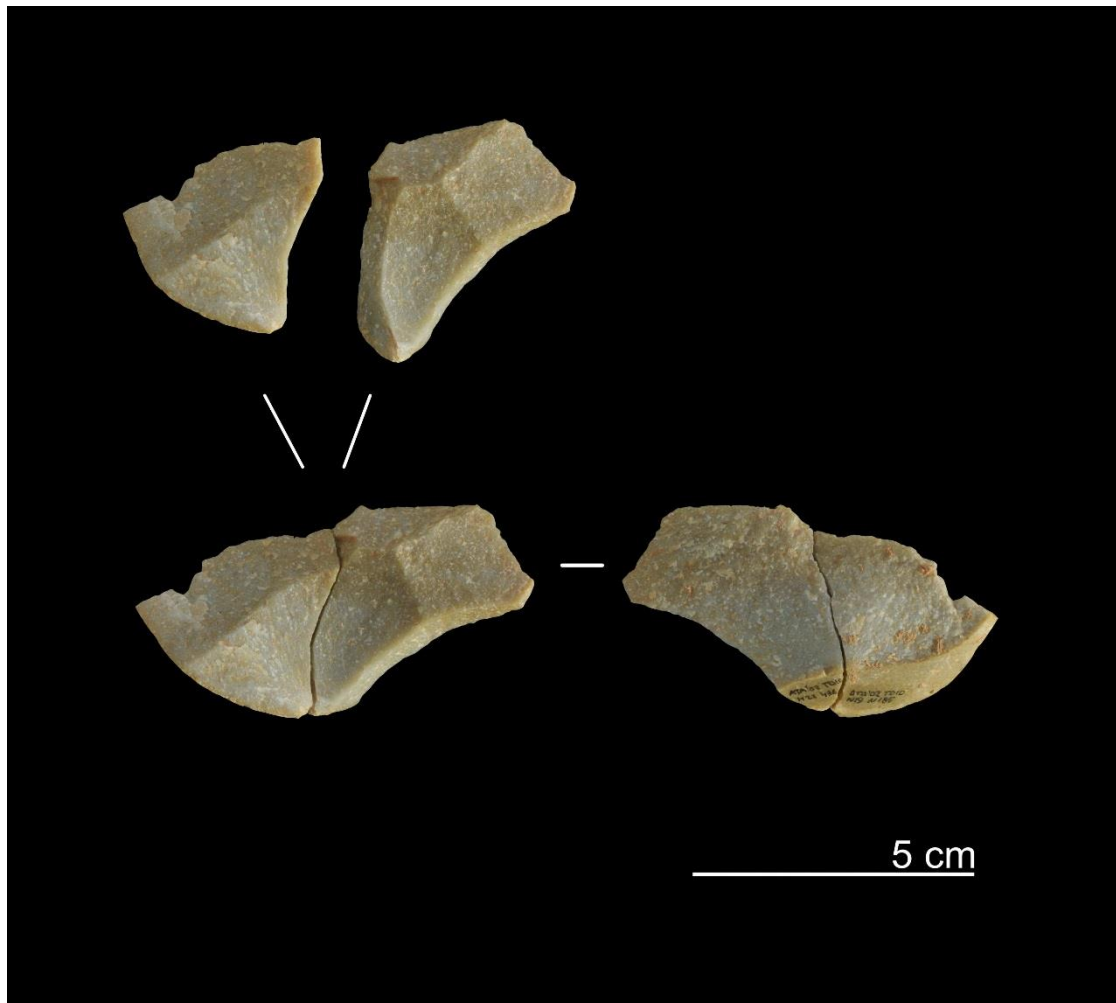
REM3_16	Sagital
M22-436 (02)	BPF
N19-185 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 289.84 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 7 cm

Las fracturas Siret se suelen producir en la misma secuencia de talla. Por ello, las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se depositaron tras su talla.

En este caso, la distancia entre las piezas es mayor, acercándose a los 3 metros de separación. Sin embargo, la distancia se encuentra cerca del radio de dispersión de una actividad de talla en posición de pie. Por ello, la separación entre las piezas tanto podría deberse a la misma talla como a un transporte o movimiento de alguna de las piezas.

Ambas piezas muestran plataformas de percusión corticales pero no hay restos de córtex en sus dorsales. El tamaño de la lasca remontado es medio y la calidad de la cuarcita buena, debido a su granulometría muy fina y a la ausencia de impurezas. Por ello, podría interpretarse su obtención durante un estadio medio de la explotación.

La ausencia de más elementos involucrados en la conexión no permite conocer si su posición es resultado de una secuencia de talla y/o si hubo un desplazamiento.

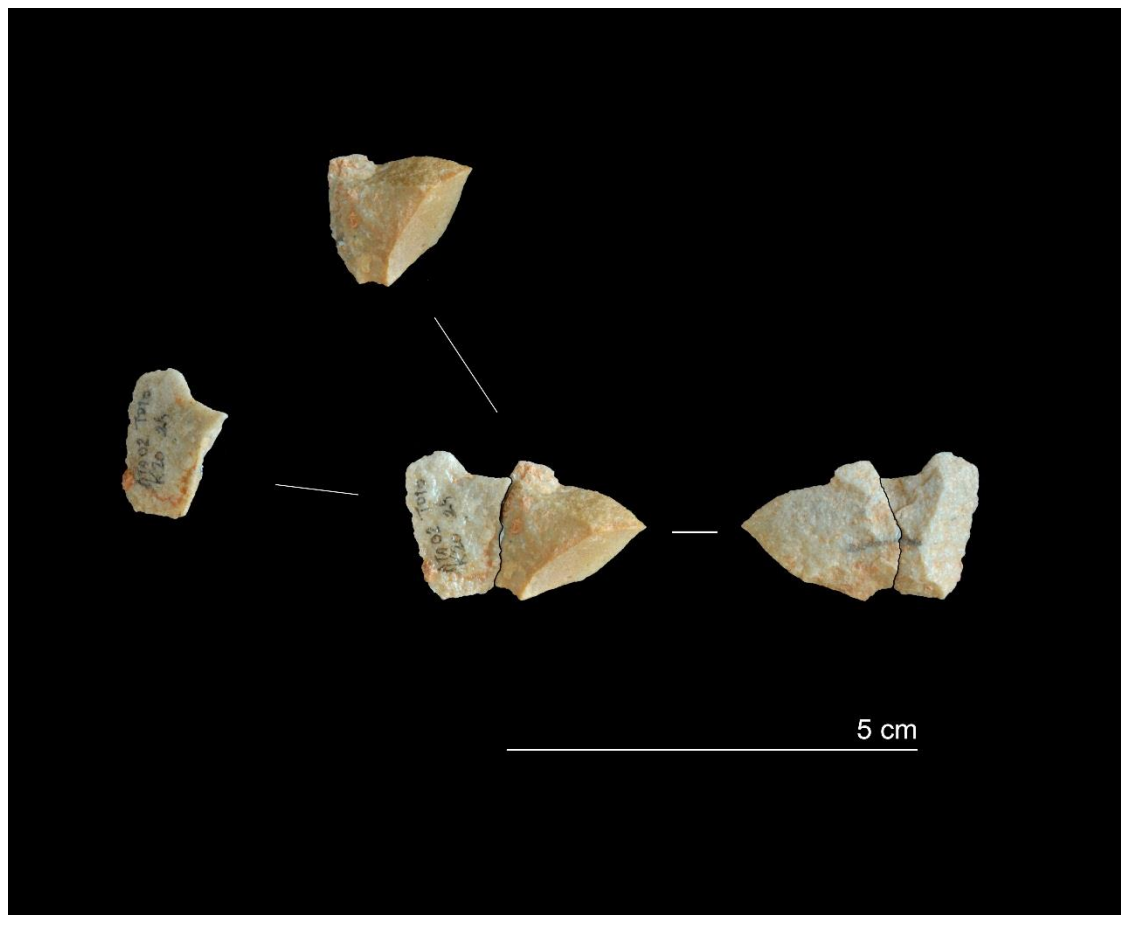


REM3_17	Sagital
K20-24 (02)	BPF
K20-37 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 6.32 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 2 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin*.

Ambas piezas muestran reducidas dimensiones y una de ellas, la K20-37, presenta una porción cortical en su cara dorsal mientras que el otro fragmento es totalmente no-cortical.

El pequeño tamaño de ambas lleva a pensar a su obtención en una fase final de la explotación, pero la presencia de córtex podría sugerir en una fase anterior, quizá de decortezado del núcleo o la configuración de éste para un retocado.



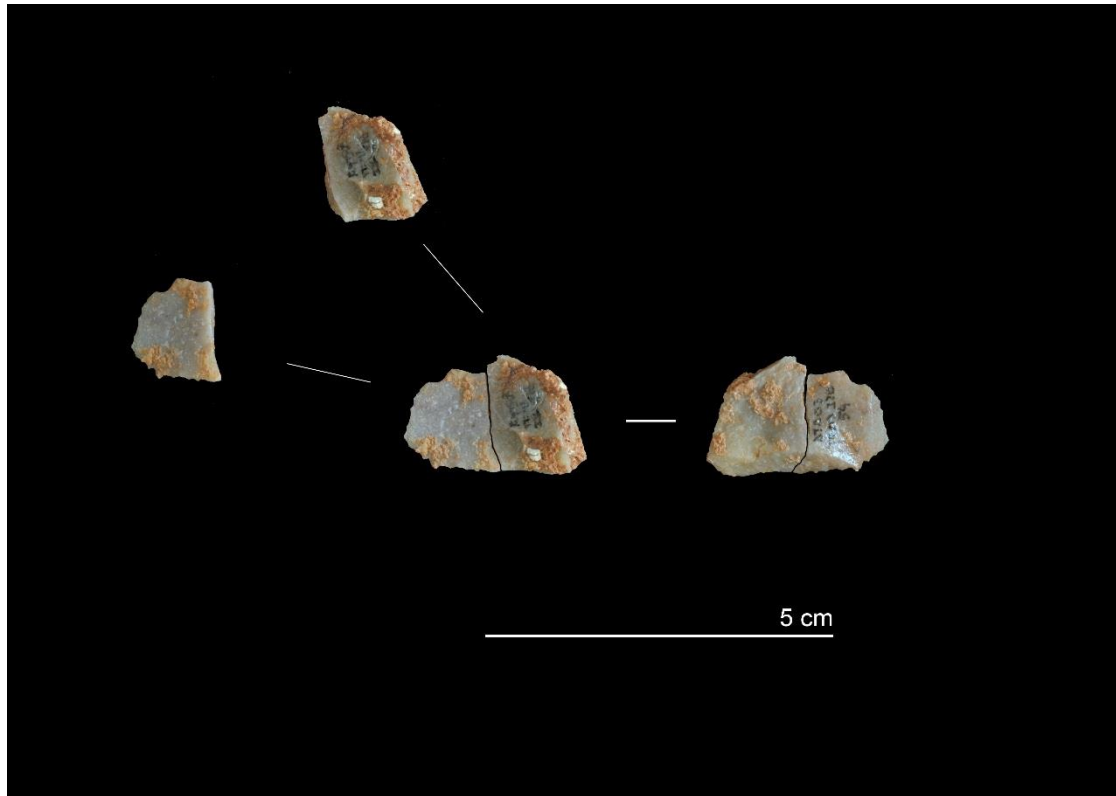
REM3_18	Sagital
I20-54 (03)	BPF
I20-58 (03)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 1 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin* en el que apenas 1 cm separa ambas piezas.

Se localizaron próximas a la sección este y al sur del yacimiento.

Se trata de dos piezas de reducidas dimensiones que no muestran restos de córtex y con un pequeño negativo completo en su cara dorsal. Esto podría interpretarse como una extracción durante una fase final de explotación o como resultado de la configuración de un retocado.

La ausencia de más elementos asociados no permite una interpretación más completa.



REM3_19	Sagital
L20-671 (03)	BPF
L21-111 (04)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 97.95 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 14 cm</i>

Las fracturas Siret se suelen producir en la misma secuencia de talla. Por ello, las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se depositaron tras su talla.

Se localizaron próximas a la sección este del yacimiento y pese a que la distancia que las separa es de aproximadamente un metro, es un radio normal dentro de la dispersión propia de cualquier actividad de talla.

Se trata de dos piezas de tamaño medio, sin restos de córtex y con abundantes negativos en las caras dorsales. Posiblemente fue obtenida en un estadio medio de explotación. Pese a sus dimensiones, no muestra retoque ni evidencias de uso.

La ausencia de más elementos asociados no permite una interpretación más completa.



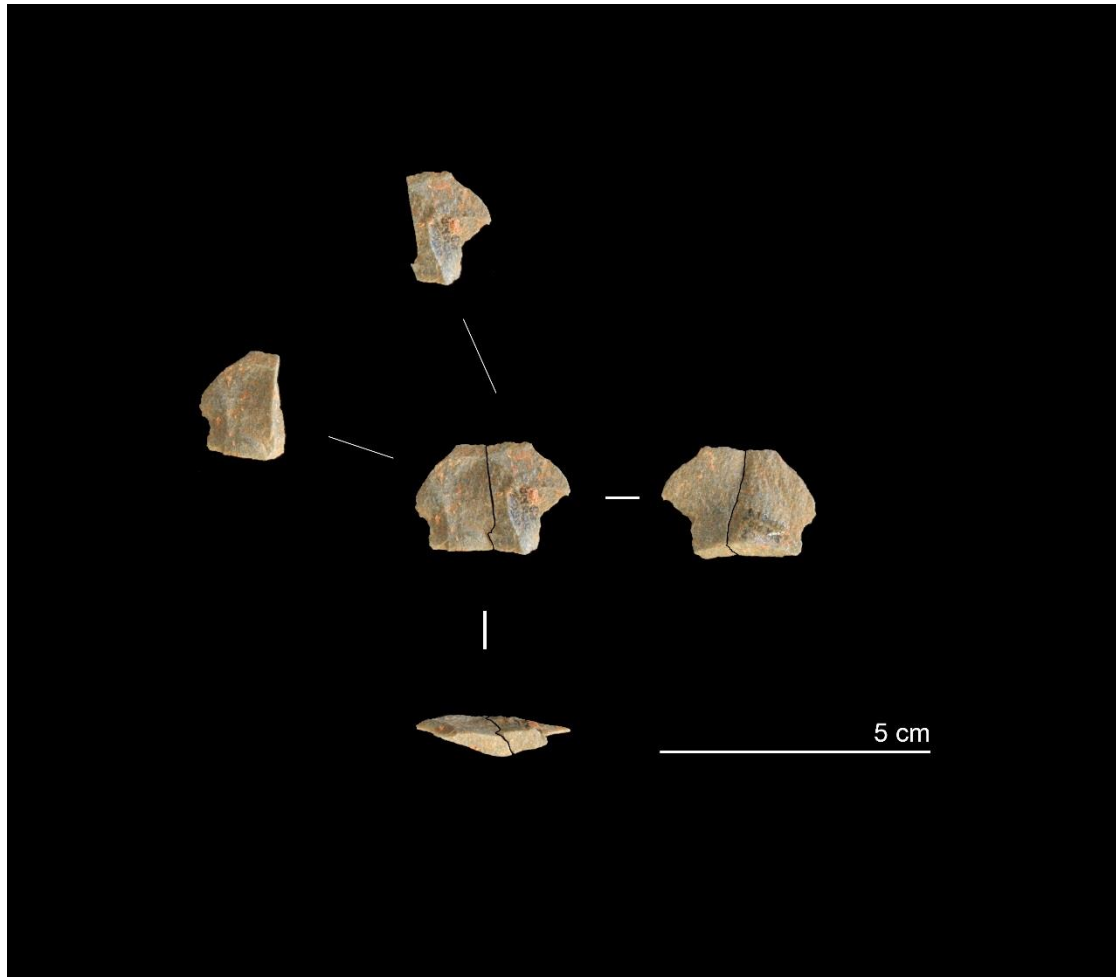
REM3_20	Sagital
K18-27 (05)	BPF
K18-28 (05)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 2 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin* en el que apenas 2 cm separan ambas piezas.

Se localizaron próximas a la parte central del yacimiento, relativamente alejadas de otras conexiones.

Se trata de dos piezas de reducidas dimensiones, sin restos de córtex y con un pequeño negativo completo en su cara dorsal, aparte de otros parciales. Podría interpretarse su obtención durante una fase final de explotación o como resultado de la configuración de un retocado de grandes dimensiones.

La ausencia de más elementos asociados no permite una interpretación más completa.

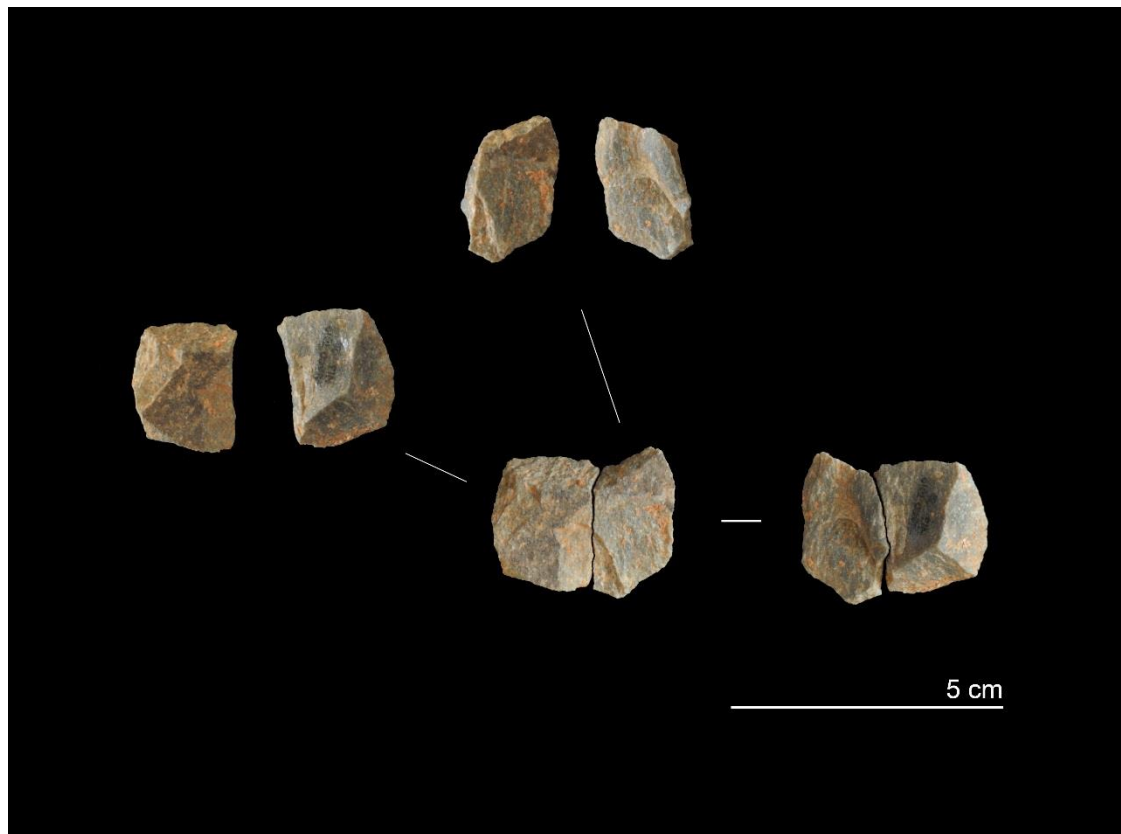


REM3_21	Sagital
N13-211 (00)	FBP
N18-155 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 529.92 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 115 cm

Las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se abandonan tras su talla. En este caso, la distancia entre las piezas es mayor, superándose los 5 metros de separación.

Ambas piezas muestran una morfología y unas dimensiones, medias-pequeñas, muy similares, sin superficies corticales. Por ello, la separación entre las piezas tanto podría deberse a la misma talla como a un transporte o movimiento de alguna de las piezas.

La ausencia de más elementos involucrados en la conexión no permite conocer si su posición es resultado de una secuencia de talla y/o si hubo un desplazamiento.



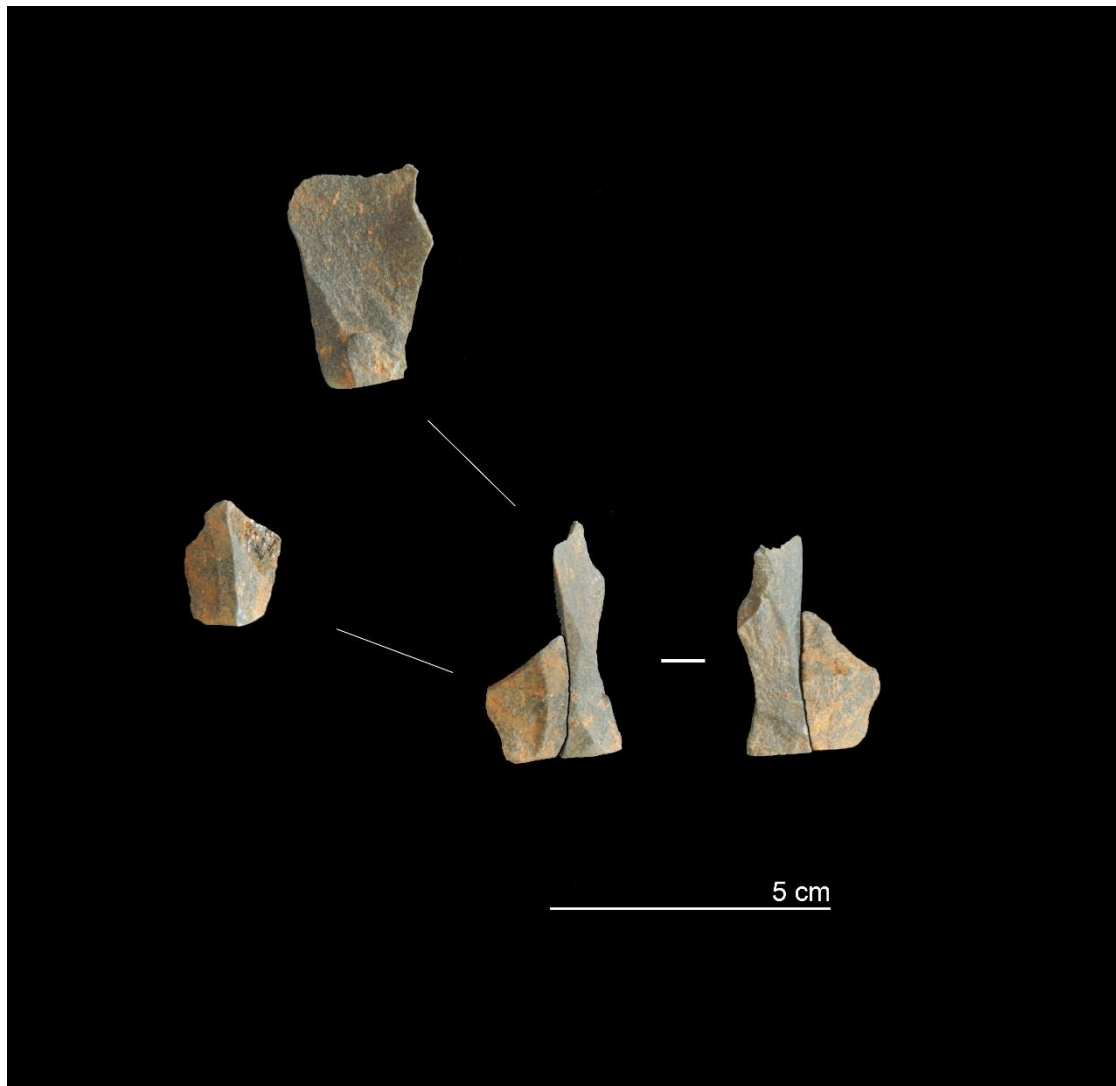
REM3_23	Sagital
L20-343 (04)	Frag.
J21-27 (06)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 200.30 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 7 cm</i>

Las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión o muy cerca de éste, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se abandonan tras su talla. En este caso, la distancia entre las piezas es ligeramente mayor, hasta los 2 metros de separación.

La morfología de las piezas es característica; si bien una de ellas (J21-27, BPF) sí que presenta una cara ventral y dorsal identificables, preservando el punto de impacto y un bulbo difuso, el fragmento (L20-343) tiene una sección triangular sin ningún rasgo característico que lo asigne a una categoría estructural más clara.

La conexión evidencia que el fragmento es la parte proximal de una pieza más grande, probablemente de la misma longitud que la BPF con la que remonta.

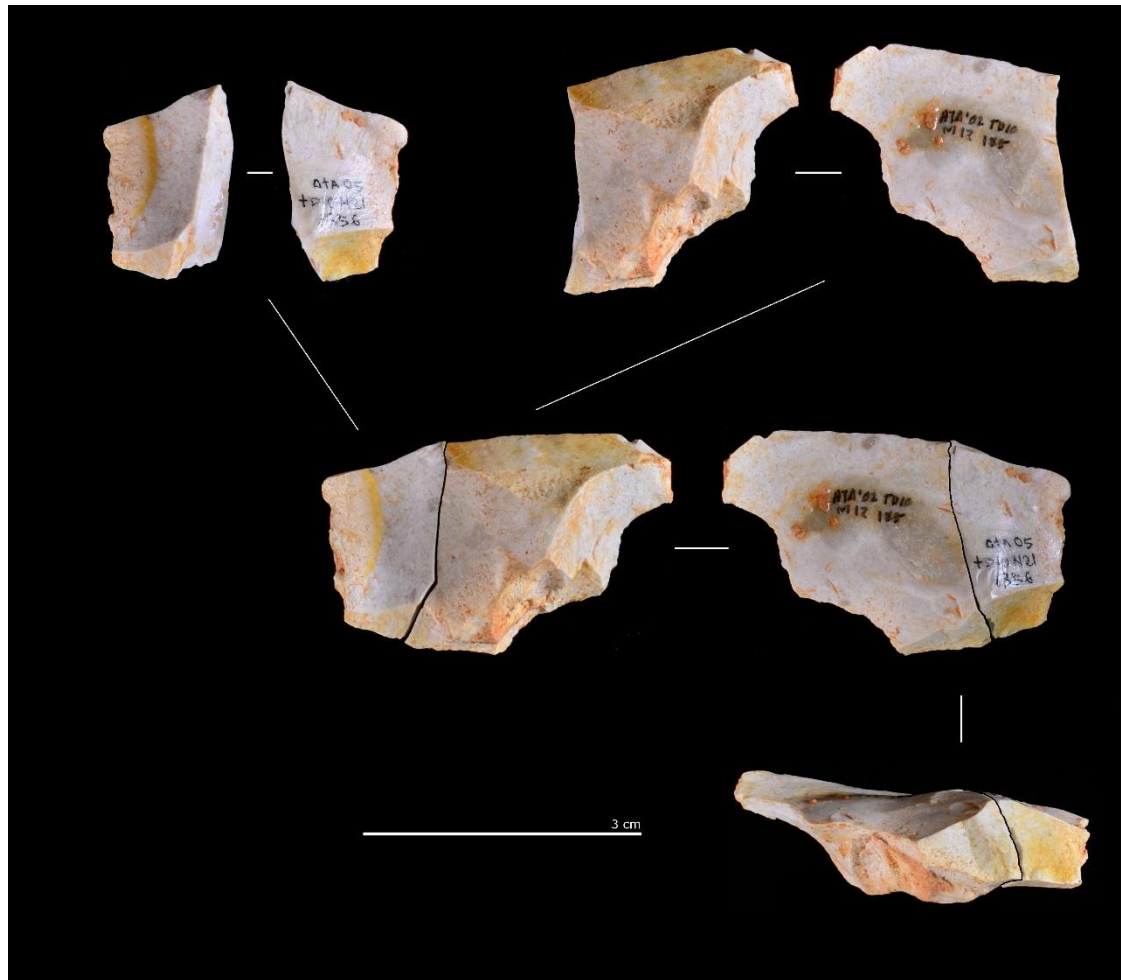
La ausencia de más elementos involucrados en la conexión no permite conocer si su posición es resultado de una secuencia de talla y/o si hubo un desplazamiento.



REM3_24	Sagital
M22-185 (02)	BPF
M21-1356 (05)	BPF
Dist. Horizontal: 75.11 cm	Dist. Vertical: 8 cm

Las fracturas Siret se suelen producir en la misma secuencia de talla. Por ello, las piezas que muestran estas fracturas sagitales originadas en el mismo punto de percusión, suelen hallarse muy cercanas entre sí, lugar donde se depositaron tras su talla.

En este *conjoin*, ambas piezas se localizan cercanas entre sí y respecto a la sección este del yacimiento. Se trata de una lasca formada por dos fragmentos (BPFs) con fractura Siret, un tamaño medio-grande, y con diversos negativos en la cara dorsal. Si bien presenta una morfología que podría ser óptima para configuración como retocado transversal distal, probablemente la fractura sagital propició su abandono.



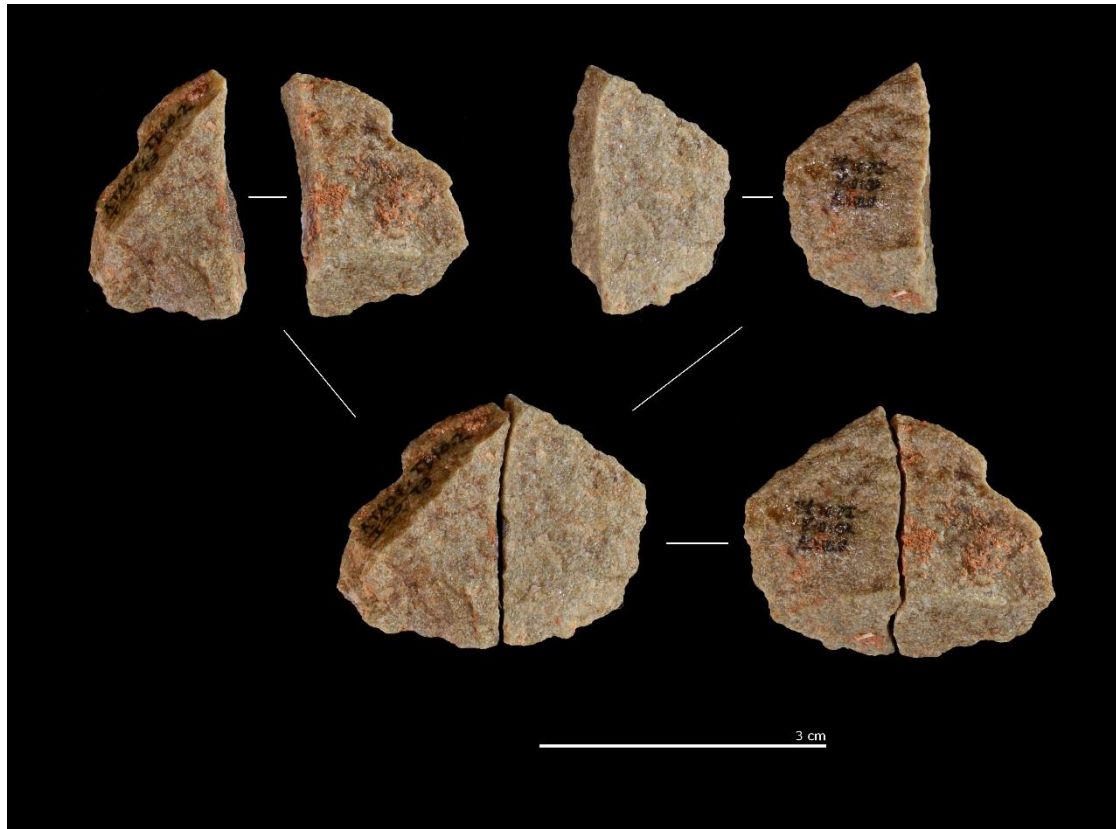
REM3_25	Sagital
I20-72 (07)	BPF
I20-93 (07)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 0 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

El origen de este tipo de fractura, producido en la misma talla, genera unas distancias entre las piezas que suelen ser de pocos centímetros, tal como sucede con este *conjoin* en el que apenas se separan ambas piezas.

Se localizaron próximas a la sección este y al sur del yacimiento.

Se trata de dos piezas de tamaño medio que no muestran restos de córtex y que están elaboradas sobre un tipo de cuarcita de granulometría gruesa. Sus dorsales muestran diversos negativos y el extremo distal izquierdo es desbordante. La ausencia de superficies corticales y las dimensiones, sugerirían una extracción durante la fase de explotación media de un núcleo de tamaño medio-grande.

La ausencia de más elementos asociados no permite una interpretación más completa.



REM4_1	Transversal
N16-13 (98)	BPF
N16-65 (98)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 27 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de tamaño medio-pequeño. Es una lasca de forma oval, con una parte distal apuntada, con una porción de superficie cortical en su lateral derecho.

La fractura se encuentra en la parte distal, siendo juntamente la zona apuntada la que se encuentra separada del resto de la lasca. Esta fractura no parece deberse a un retoque de la pieza ni a la intención de eliminar los restos corticales que en ella quedan, ya que no aparece ningún golpe ni punto de percusión a lo largo de la arista perimetral, ni hacia ni desde ninguna de las caras.

La cercanía entre ambas piezas podría justificar su fractura durante la talla o en un momento justo después, quizá en su caída al suelo.

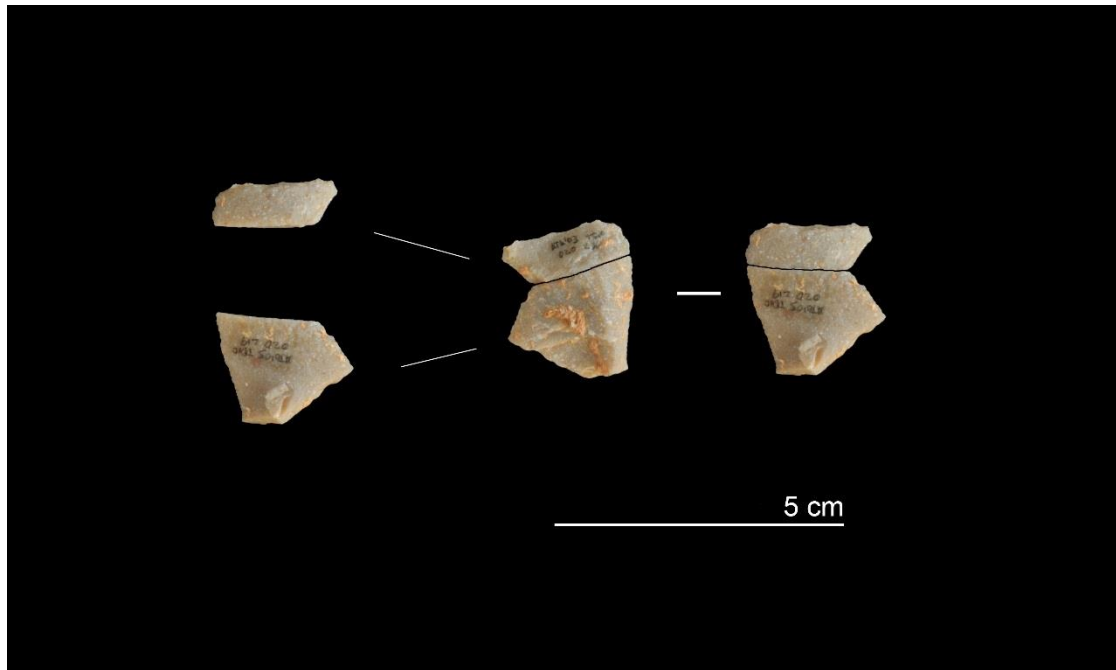


REM4_2	Transversal
O20-219 (03)	BPF
O20-236 (03)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 4.12 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 1 cm</i>

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de pequeño tamaño. Es una lasca de forma poligonal, con diversos negativos en su cara dorsal.

La fractura se encuentra en la parte distal y parece haberse producido partiendo del negativo más profundo de una extracción anterior que se encuentra en el lateral izquierdo.

La cercanía entre ambas piezas podría justificar su fractura durante la talla o en un momento justo después, quizá en su caída al suelo. El hallazgo de más piezas en conexión con estas dos podría arrojar más información en cuanto a su obtención y localización.



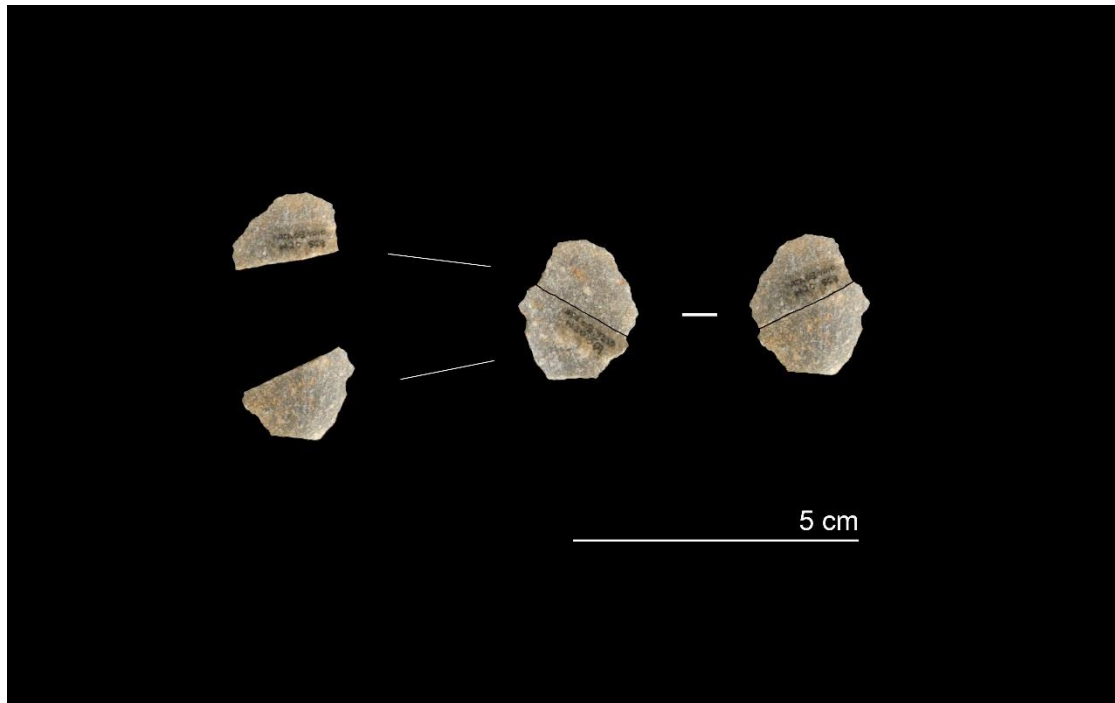
REM4_3	Transversal
N20-568 (03)	FBP
N20-569 (03)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 3 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de pequeño tamaño. Es una lasca de forma oval y un espesor de apenas 1 mm de espesor, con un talón lineal.

La fractura se encuentra en la parte media de la lasca, con un ángulo oblicuo.

La cercanía entre ambas piezas y las características morfométricas podrían señalar hacia su extracción durante la configuración de un útil retocado.

El hallazgo de más piezas en conexión con estas dos podría arrojar más información en cuanto a su obtención y localización.



REM4_4	Transversal
L20-409 (02)	FBP
M19-657 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 122.97 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 11 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de tamaño mediano-pequeño. Es una lasca de forma semicircular y con una cara dorsal cortical.

La fractura se encuentra en la parte media de la lasca.

Ambas piezas se encuentran a poco más de un metro entre sí y la fractura no se debe a ninguna configuración del perímetro. La corticalidad de su cara dorsal y la morfología de la lasca sugieren una obtención en una fase inicial de la explotación (de un nódulo de tamaño medio-pequeño).

El hallazgo de más piezas en conexión con estas dos podría arrojar más información en cuanto a su obtención y localización.

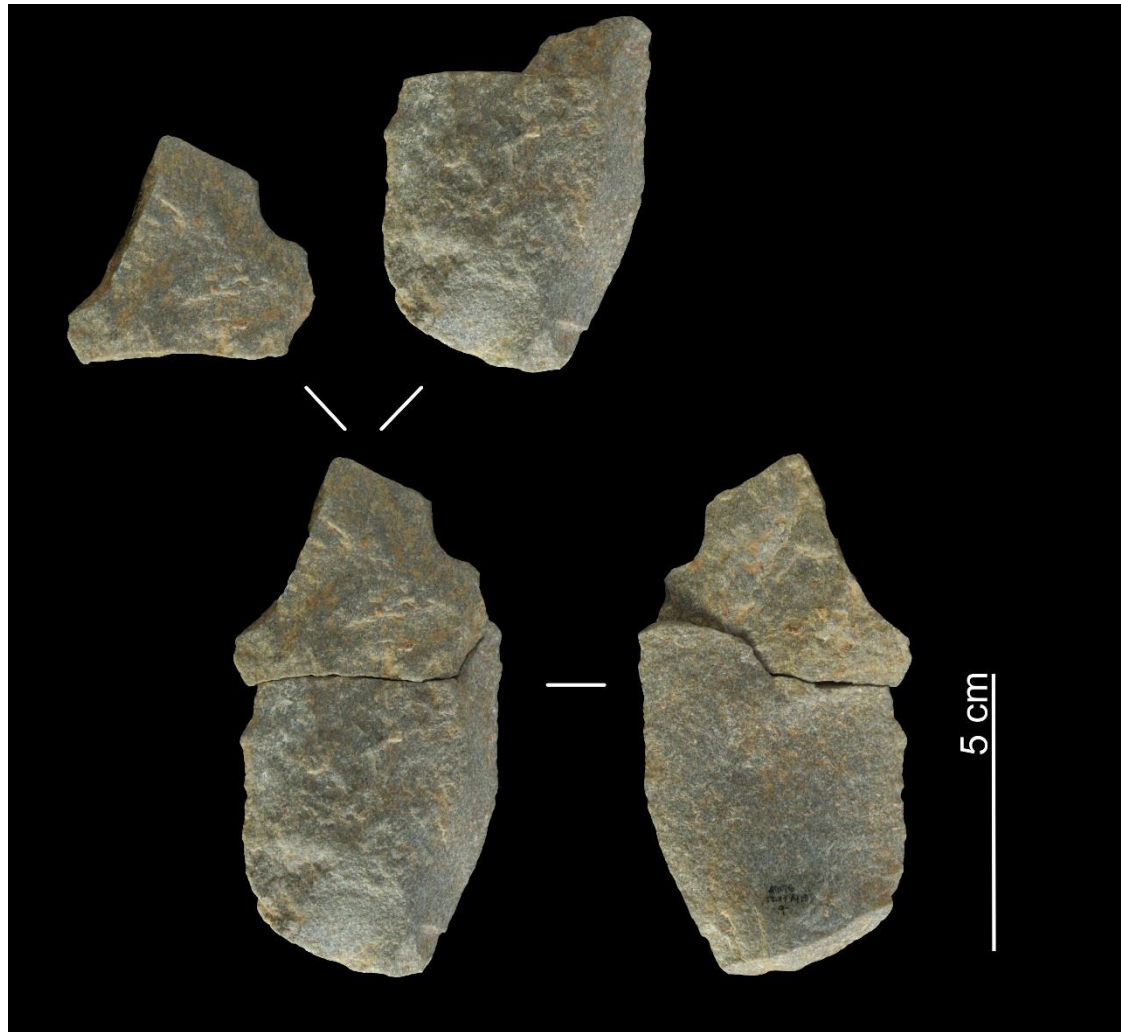


REM4_5	Transversal
M18-9 (96)	BPF
N19-9 (96)	FBP
<i>Dist. Horizontal:</i> 213.44 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 35 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de gran tamaño. Es una lasca de forma oval, con una parte distal apuntada.

La fractura se encuentra en la parte distal, siendo juntamente la zona apuntada la que se encuentra separada del resto de la lasca. Esta fractura no parece deberse a un retoque de la pieza, ya que no aparece ningún golpe ni punto de percusión a lo largo de la arista perimetral, ni hacia ni desde ninguna de las caras. Sin embargo, la cara ventral de la lasca formada sí presenta una carena que modifica sustancialmente el grosor de la pieza y que coincide con la fractura transversal. Posiblemente, este “escalón” se generó como fractura interna en el núcleo en una extracción anterior, y estalló con la extracción de esta lasca.

En cualquier caso, el hallazgo de más piezas involucradas en la conexión proporcionará más datos en cuanto a su obtención y localización.

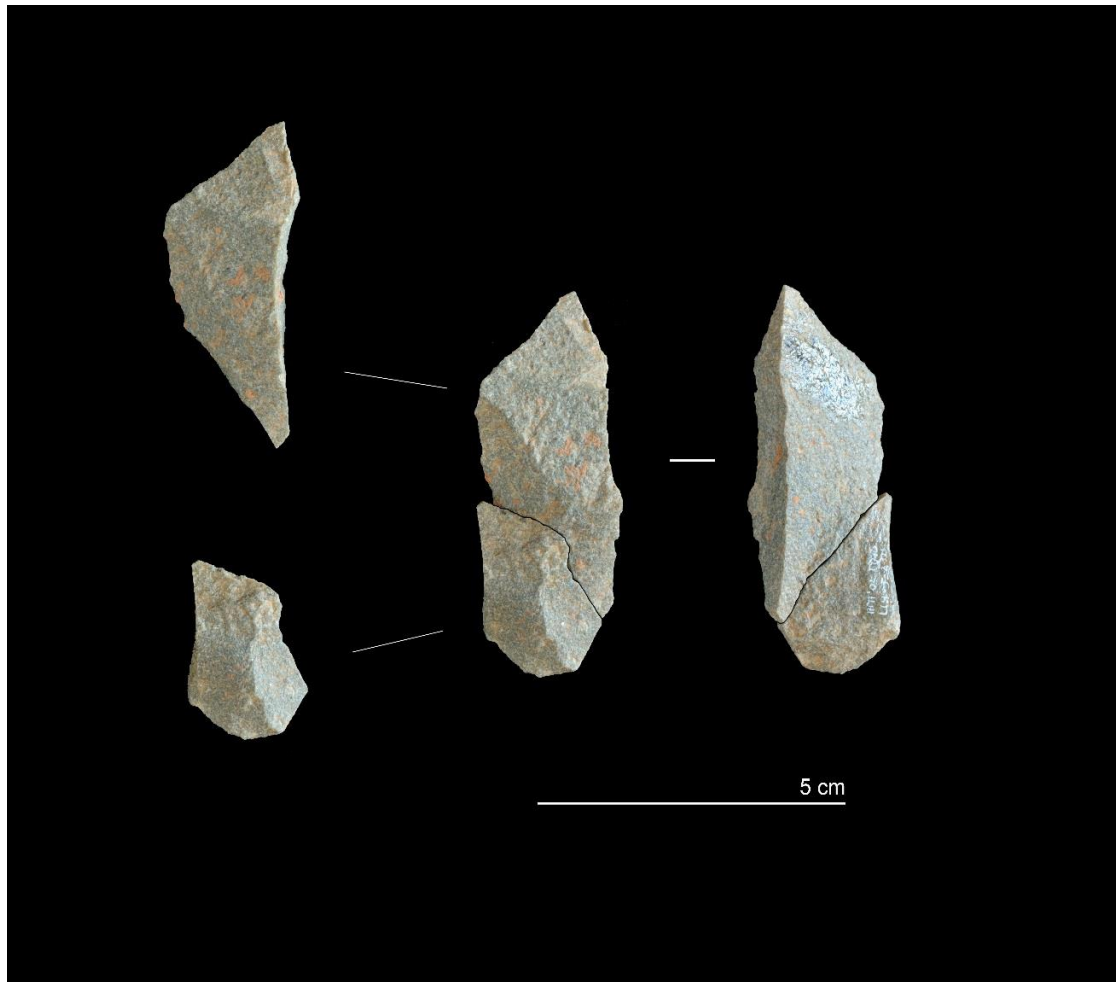


REM4_6	Transversal
O17-42 (01)	FBP
L19-5 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 344.36 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 11 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de tamaño medio. Es una lasca de forma trapezoidal, sin restos de córtex y pocos negativos en la superficie dorsal.

La fractura parte del lateral derecho y atraviesa de forma oblicua la pieza hasta la mitad del lateral izquierdo. Esta fractura no parece deberse a ninguna intención de configuración, dada la ausencia de golpes y extracciones en el perímetro de la pieza.

En cualquier caso, el hallazgo de más piezas involucradas en la conexión proporcionará más datos en cuanto a su obtención y localización.



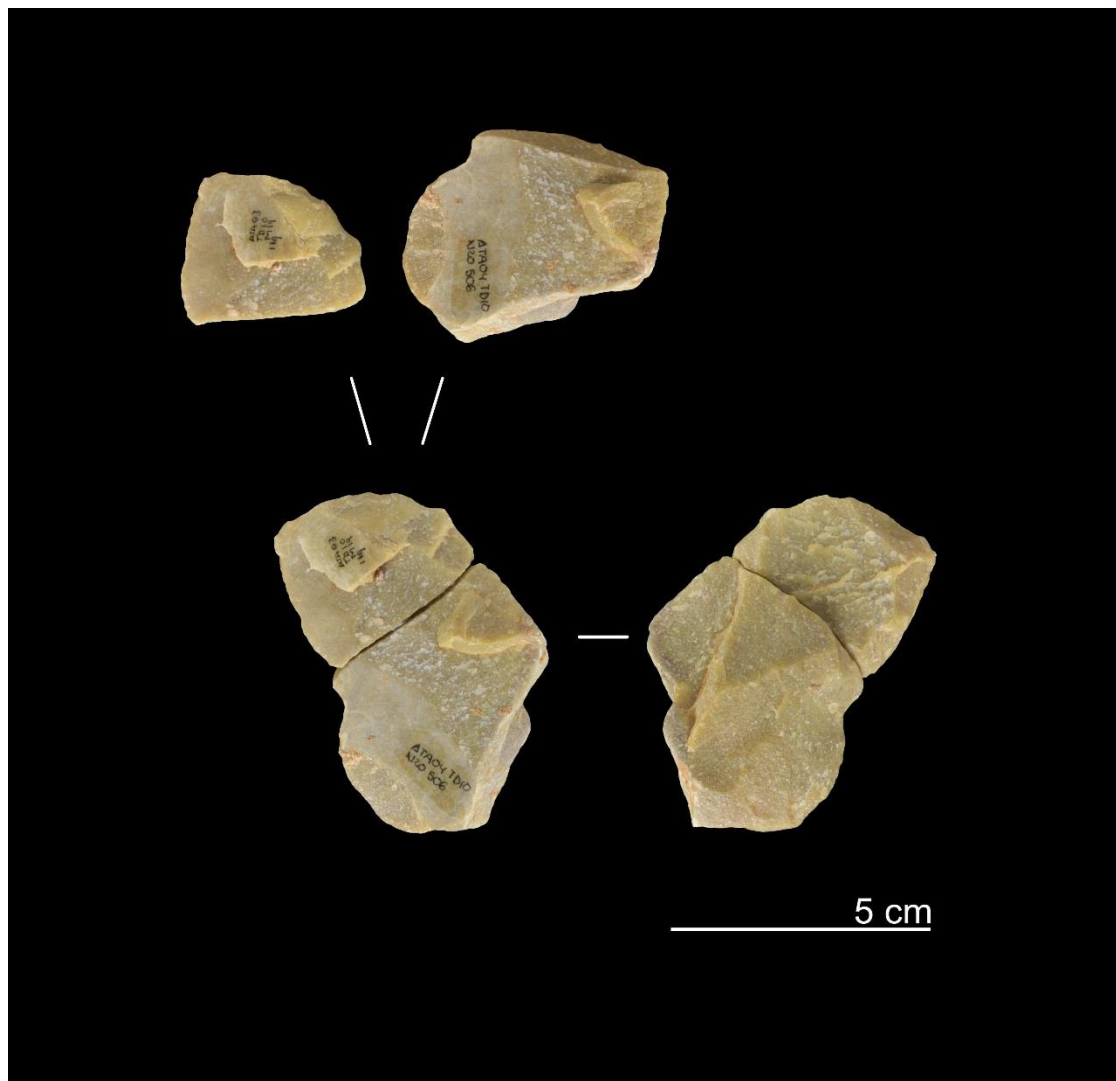
REM4_8	Transversal
M19-119 (03)	BN2GC
N20-506 (04)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal:</i> 182.88 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 23 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos configurados que forman una lasca de tamaño medio-grande. Es una lasca de forma trapezoidal, sin restos de córtex y diversos negativos en la superficie dorsal.

Ambas piezas se encuentran a poco menos de dos metros de distancia.

La fractura transversal no parece haberse producido durante el retoque perimetral, ya que ambas piezas muestran configuración (por lo que su retoque no se interrumpió) y la fractura no se inicia exactamente en un punto de percusión. La fractura podría deberse, quizá, a su uso.

En cualquier caso, la ausencia de más elementos producidos en la misma secuencia de talla o de los restos de su configuración no permiten conocer más detalles sobre esta conexión.

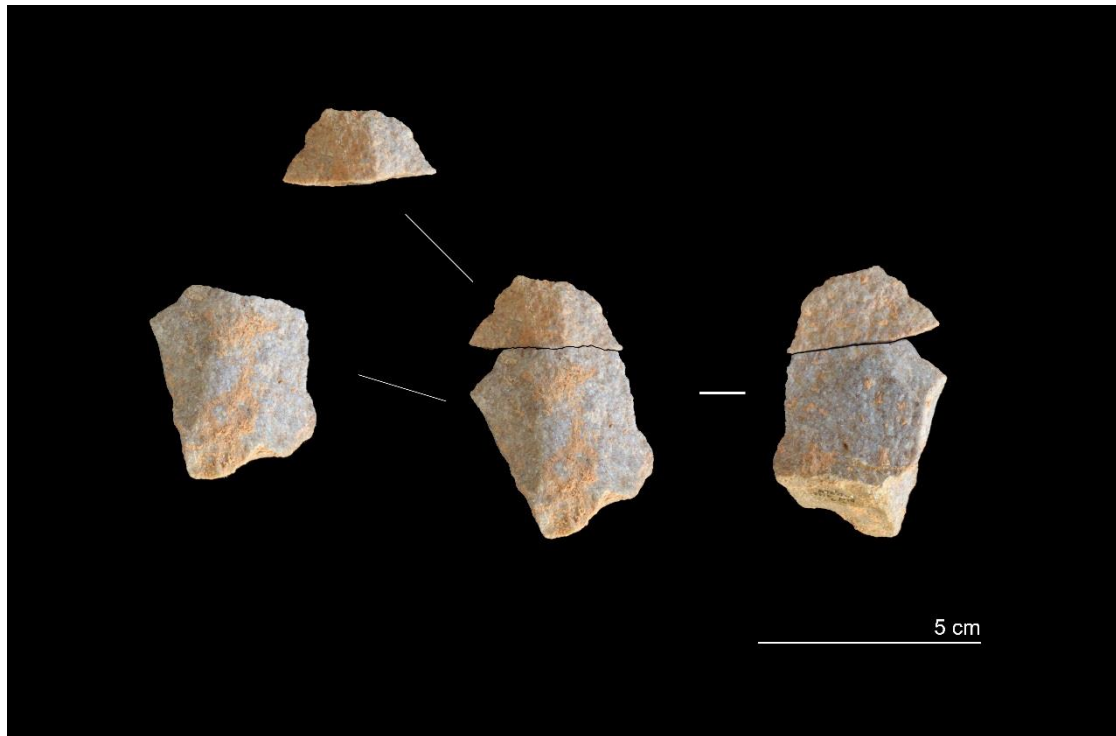


REM4_9	Transversal
N19-170 (02)	FBP
N19-632 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 10.63 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 5 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos de lasca, uno proximal y otro distal, que forman una BP casi completa, a excepción de un pequeño fragmento que también se fracturaría en el mismo momento (y que no se ha hallado).

Se trata de una lasca de morfología romboidal y sección triangular. La fractura separa el tercio distal del proximal, de forma perpendicular al eje de la pieza.

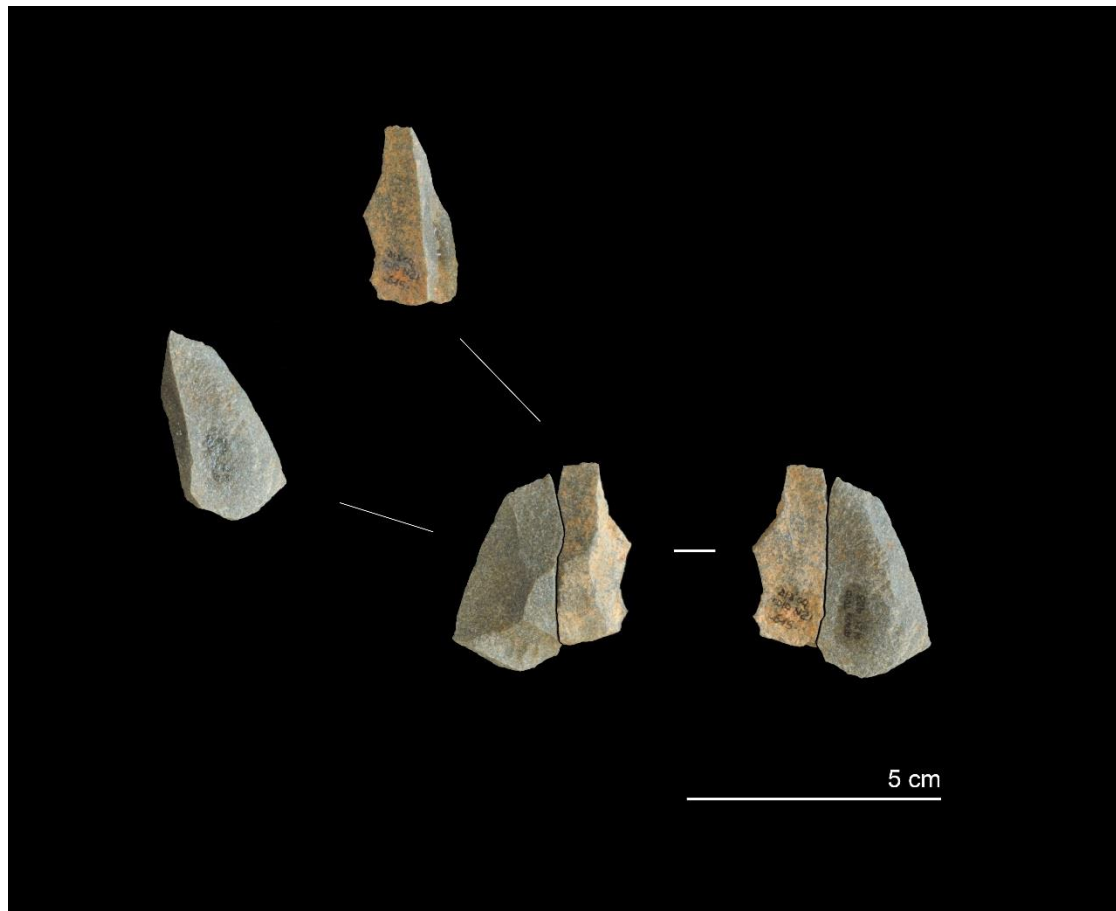
En el momento de la fractura, también se separó un pequeño fragmento que no se ha hallado en el estudio de remontajes, por lo que se desconoce si la fractura se produjo durante la talla o junto en el momento de su deposición, o se había iniciado la configuración de esta parte de la pieza.



REM4_10	Transversal
N21-615 (04)	FBP
N21-923 (04)	FBP
<i>Dist. Horizontal:</i> 5.39 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 1 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos de lasca, uno que parece medial y otro distal, mientras que el proximal no se ha hallado.

La fractura no parece deberse a ningún tipo de configuración del útil, y únicamente el hallazgo de la sección proximal de la pieza podría facilitar más información relativa a su extracción.



REM4_11	Transversal
I10-48 (99)	FBP
N13-90 (01)	FBP
N17-389 (01)	BPF
<i>Dist. Horizontal: 388.39-673.45 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 87-121 cm</i>

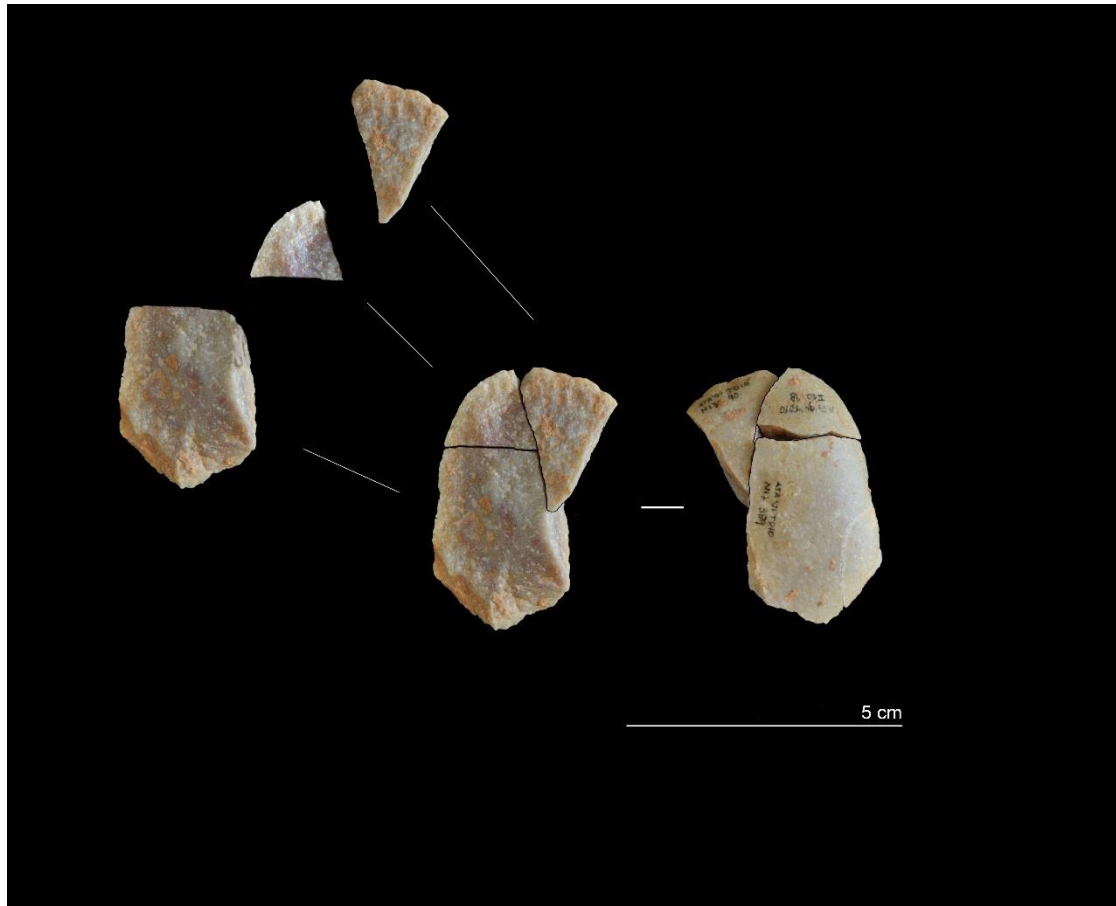
Se trata de una conexión entre tres fragmentos de lasca; uno proximal (N17-389) y dos distales (N13-90 y I10-48).

La fractura del soporte no se produjo durante su configuración, ya que no presenta evidencias de retoque en su perímetro. Las dorsales de las tres piezas son totalmente corticales, lo que señala su obtención en una primera fase de explotación.

Curiosamente, la distancia que separa los fragmentos es larga; el fragmento más pequeño (I10-48), de 17 x 14 x 7 mm, es el que se encuentra más alejado, a casi siete metros del fragmento localizado en N13 y prácticamente 10 m de la BPF del cuadro N17.

Esta distancia resulta curiosa, ya que los fragmentos más alejados no presentan configuración, morfología ni dimensiones susceptibles de ser útiles para su uso. En el caso que el desplazamiento fuera inverso, es decir que la obtención de la lasca original hubiera tenido lugar en torno al cuadro I10, la FBP y BPF desplazadas hacia el norte y este, tampoco presentan ninguna ventaja morfopotencial.

Por ello, únicamente el hallazgo de más productos de esta secuencia en conexión podría proporcionar más información sobre el lugar de su explotación y los motivos de los desplazamientos.



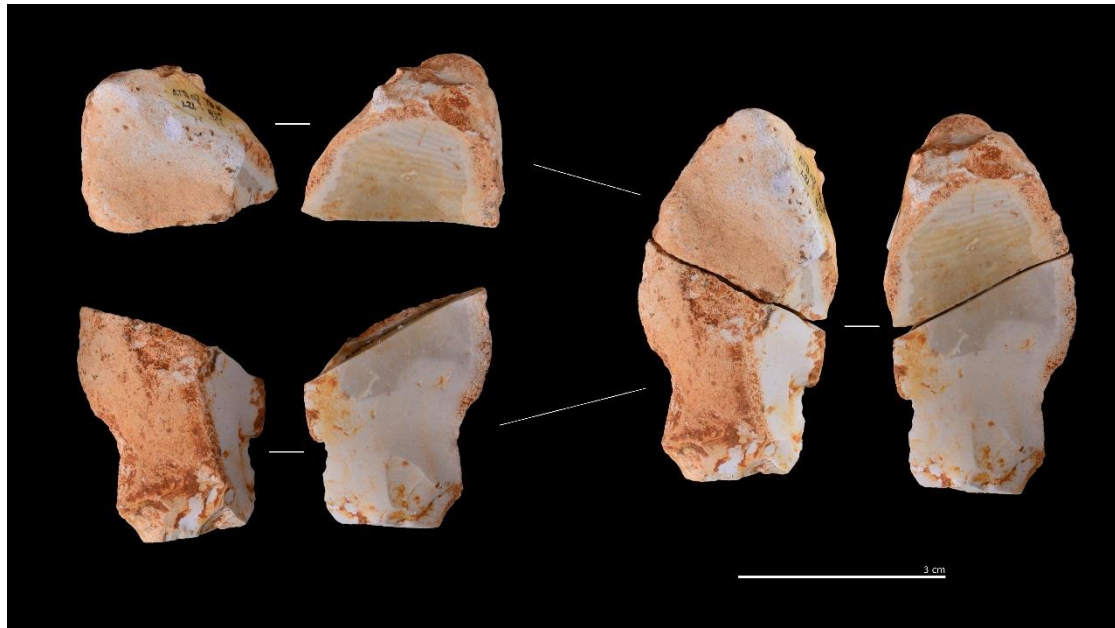
REM4_12	Transversal
L21-415 (02)	FBP
N21-150 (02)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 213.06 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 19 cm

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de tamaño medio-grande. Es una lasca de forma oval, con dos tercios de la cara dorsal cubiertos por córtex y una coloración zebraada gris muy característica en el extremo distal de su cara ventral.

La fractura se encuentra en la parte media de la lasca, con un ángulo oblicuo.

La corticalidad de la cara dorsal y el tamaño medio-grande del soporte, sugieren su extracción durante una fase inicial de explotación del núcleo. La fractura no parece deberse a ningún golpe para su configuración; pese a que existe un astillado (cuya esquirla no se ha hallado), éste no parece intencional, ya que a lo largo del filo no existe ningún otro retoque. En el lateral derecho de la parte proximal, existen unos negativos que se han interpretado como un pseudo-retoque postdeposicional.

Pese a que la distancia que separa ambas piezas es de más de dos metros, se encuentra dentro del radio de dispersión de una actividad de talla y, en cualquier caso, la ausencia de más elementos asociados impide una interpretación mayor sobre su localización.



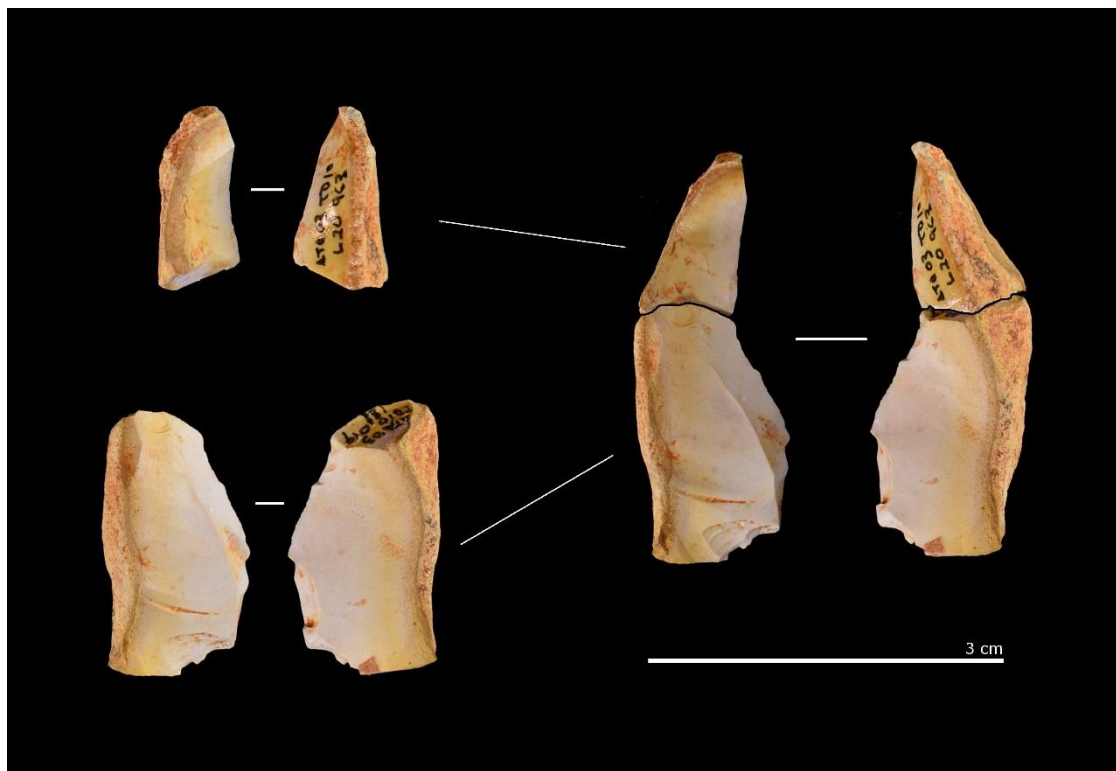
REM4_13	Transversal
L20-963 (03)	Frag.
O19-188 (03)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 288.23 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 5 cm</i>

Este *conjoin* se da entre dos fragmentos que forman una lasca de dimensiones medias. Es una lasca de forma triangular, con un lateral derecho sinuoso y una parte distal apuntada.

La fractura se encuentra en la parte distal, siendo juntamente la zona apuntada la que se encuentra separada del resto de la lasca. Esta fractura no parece deberse a un retoque de la pieza, ya que no aparece ningún golpe ni punto de percusión a lo largo del borde perimetral.

El lateral izquierdo es cortical, siendo esta parte la más gruesa de la lasca y generando su sección triangular.

Pese a que la distancia que separa ambas piezas es de más de dos metros, se encuentra dentro del radio de dispersión de una actividad de talla y, en cualquier caso, la ausencia de más elementos asociados impide una interpretación mayor sobre su localización.

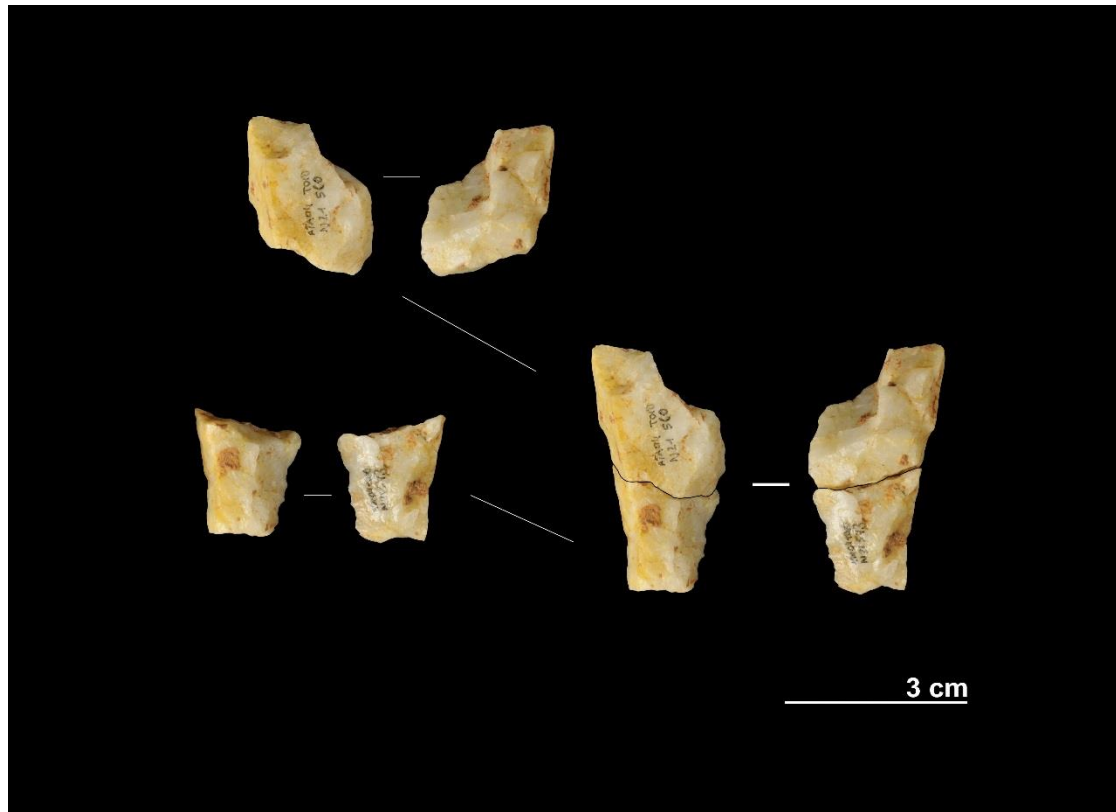


REMS_1	Reelaboración
N21-560 (04)	FBNC
N21-573 (04)	FBNC
<i>Dist. Horizontal: 6.40 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

Este remontaje se da entre dos fragmentos de base negativa de configuración que, pese a su conexión, no parecen formar completamente el retocado original (BN2GC).

El inicio de la fractura coincide con el punto de percusión presente en uno de los negativos de retoque sobre el lateral derecho; así, parece evidente que la fractura se produjo durante la configuración de la pieza.

Falta, al menos, otro fragmento para completar el soporte configurado. Sin embargo, parece que tras la fractura, ambos fragmentos se abandonaron en el lugar de la talla.

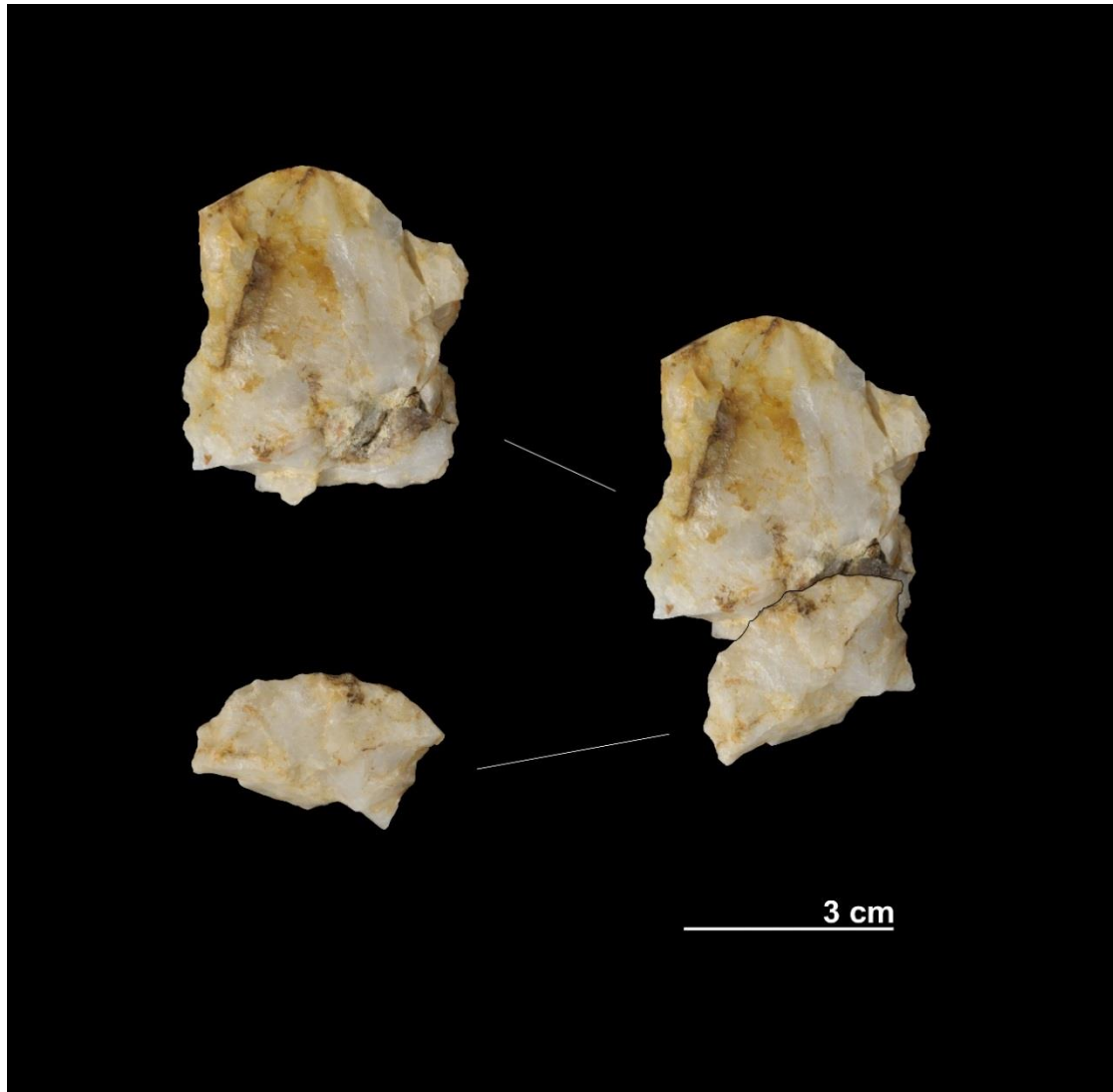


REMS_2	Reelaboración
I10-36 (97)	BN2GC
N13-9 (99)	FBP
<i>Dist. Horizontal:</i> 567 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 135 cm

Este remontaje se da entre un elemento configurado y un fragmento distal no retocado. La ausencia de negativos en el borde de la FBP señala hacia la rotura de la pieza durante la configuración, sin llegar a completarse el retoque de éste.

La fractura parece deberse a una impureza interna, que cedería ante los sucesivos golpes perimetrales de la configuración.

La distancia que separa las piezas supera los cinco metros y medio, localizándose el fragmento próximo a la sección norte y el retocado hacia la esquina suroeste. Esta separación podría deberse a un transporte intencional del configurado (denticulado) hacia el exterior del yacimiento, posiblemente para su uso. Sin embargo, la ausencia de más elementos relacionados o de un análisis de trazas, no permite una interpretación más concisa.

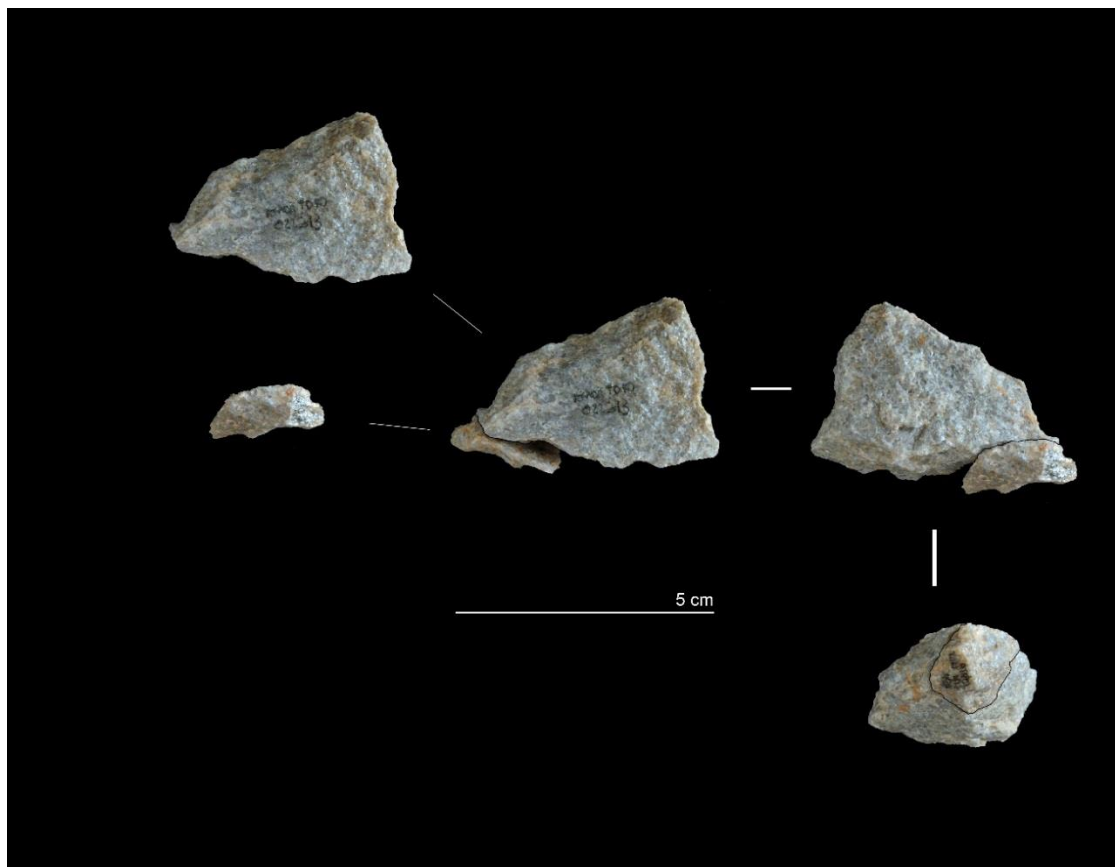


REM5_3	Reelaboración / dorso-ventral
N21-498 (02)	BP
O22-313 (06)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal:</i> 143.06 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 26 cm

Esta conexión es un remontaje dorso-ventral entre una pequeña lasca (N21-498) y el configurado (O22-313, raedera) del que se extrajo.

El tipo de materia prima es tosco, con una granulometría gruesa.

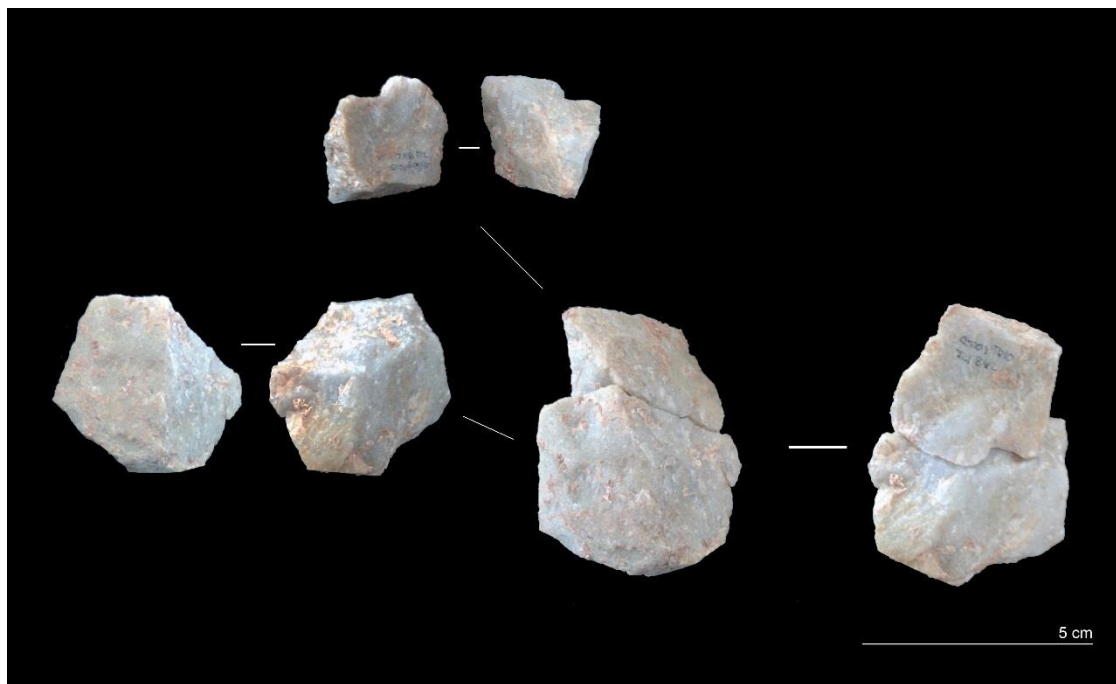
Ambas se separan por menos de un metro y medio, lo que sugeriría su abandono en la misma zona en la que se tallaron y configuraron o bien un reavivado del filo en el lugar en el que se empleó la raedera. El hallazgo de más elementos en conexión permitiría saber cuál de estas dos interpretaciones es la correcta.



REMS_4	Reelaboración
J21-842 (04)	BP
I21-35 (05)	BN2GC
<i>Dist. Horizontal:</i> 105.04 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 33 cm

Este remontaje se da entre un elemento configurado y una lasca. El inicio de la fractura coincide con el punto de percusión presente en uno de los negativos de retoque sobre el lateral izquierdo; así, parece evidente que la fractura se produjo durante la configuración de la pieza.

Las piezas se encontraron cercanas entre sí, separadas por una distancia de apenas un metro. Esta cercanía sugeriría un abandono de las piezas en la misma zona en la que se obtuvieron. El hallazgo de más elementos en conexión permitiría saber cuál de estas dos interpretaciones es la correcta.

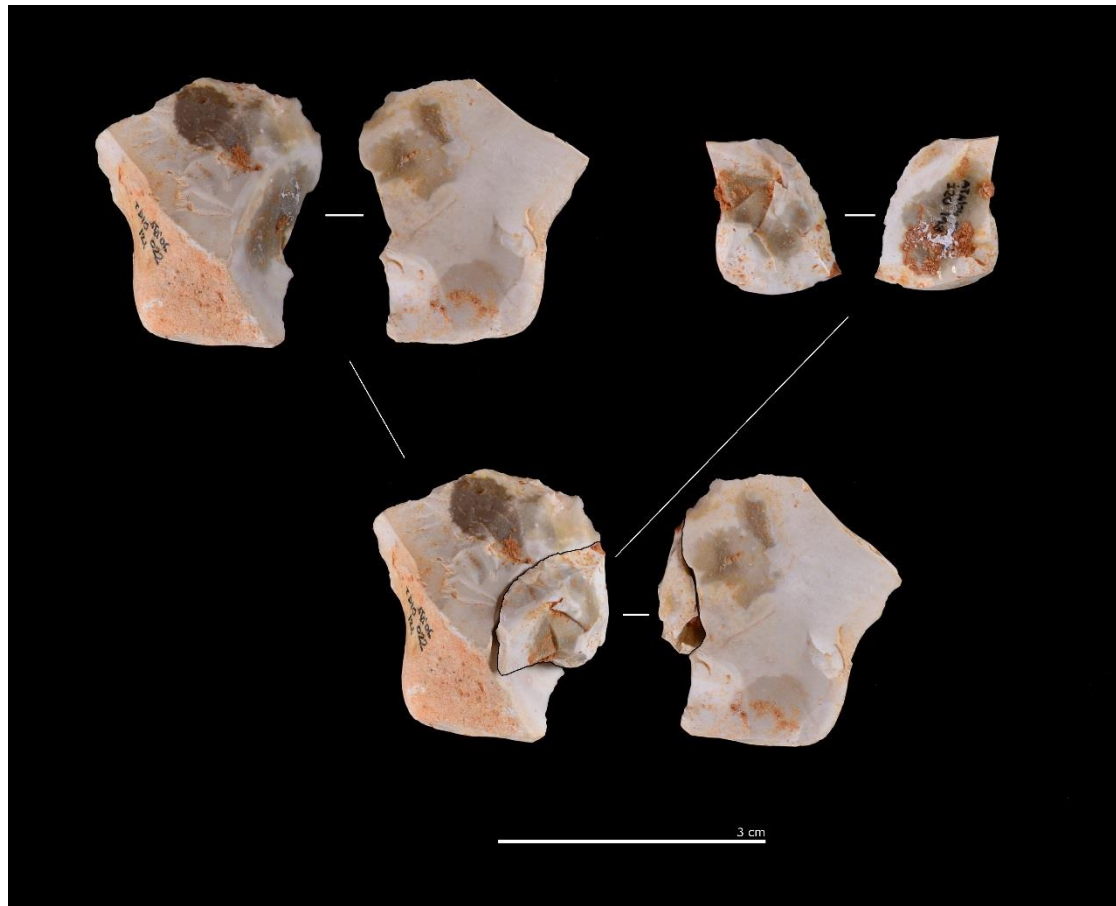


REM5_5	Reelaboración / dorso-ventral
J20-198 (04)	BP
O22-121 (06)	FBNC
<i>Dist. Horizontal:</i> 156.72 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 80 cm

Esta conexión, al igual que el REM5_3, es un remontaje dorso-ventral entre una pequeña lasca (J20-198) y un fragmento de configurado (O22-121) del que se extrajo. El FBNC presenta, en su cara dorsal, una parte cortical. En la no cortical, se aprecian diversos negativos de extracciones anteriores.

Ambas se separan por escasos metro y medio de distancia, por lo que parece que se abandonaron en el mismo lugar en el que se extrajo la pequeña lasca.

El hallazgo de más elementos en conexión permitiría saber cuál de estas dos interpretaciones es la correcta.



REM5_6	Reelaboración
N18-373 (02)	FBNC
N18-3 (04)	FBNC
<i>Dist. Horizontal: 55.36 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 20 cm</i>

Este remontaje se da entre dos fragmentos de base negativa de configuración que, pese a su conexión, no parecen formar completamente el soporte original.

El inicio de la fractura coincide con el punto de percusión presente en uno de los negativos de retoque sobre el lateral derecho; así, parece evidente que la fractura se produjo durante la configuración de la pieza.

Falta, al menos, otro fragmento para completar el soporte configurado. Sin embargo, parece que tras la fractura, ambos fragmentos se abandonaron en el lugar de la talla.

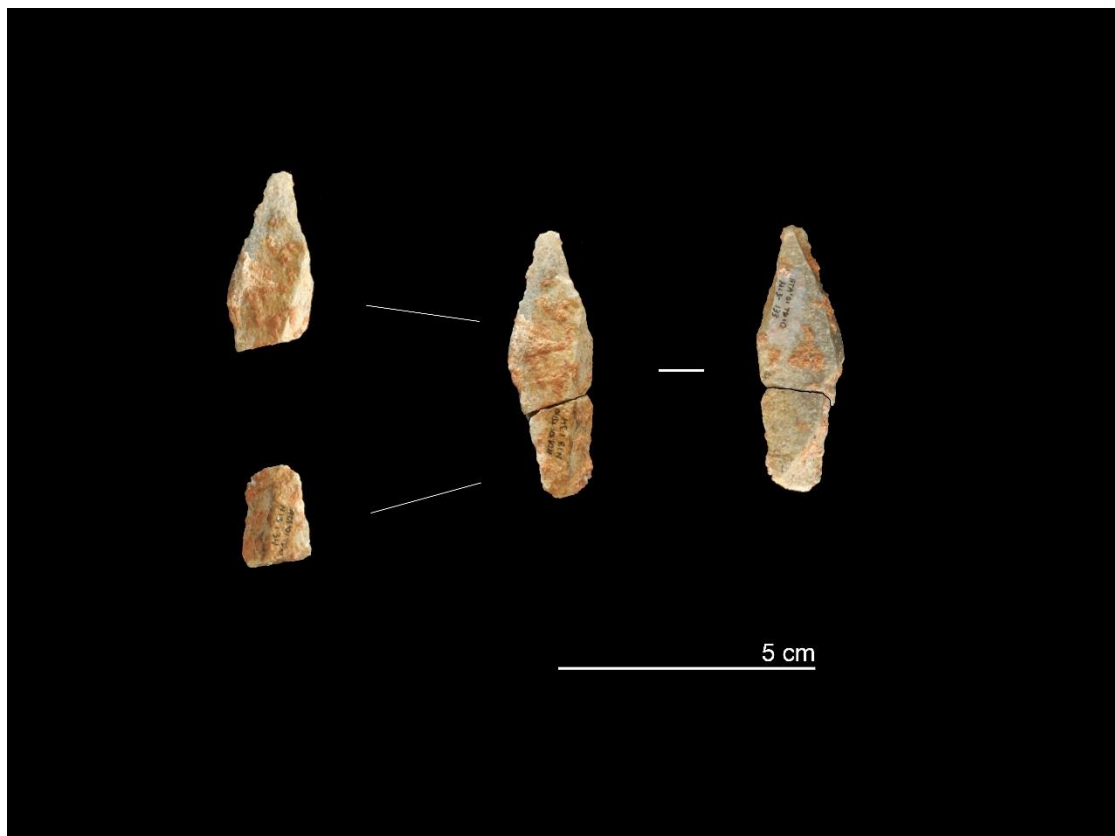


REM6_1	Postdeposicional
N13-133 (01)	FBP
N13-134 (01)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 3.16 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

Este *conjoin* conecta dos fragmentos de cuarcita de mala calidad, con diversas fisuras y planos de fractura internos. El elemento que componen, tampoco forma una lasca completa, por lo que posiblemente falten más piezas en esta conexión para su asignación a una categoría estructural más definida.

La distancia que les separa es mínima y la fractura no responde a ningún impacto de percusión.

La ausencia de más piezas involucradas no permite una interpretación mayor.

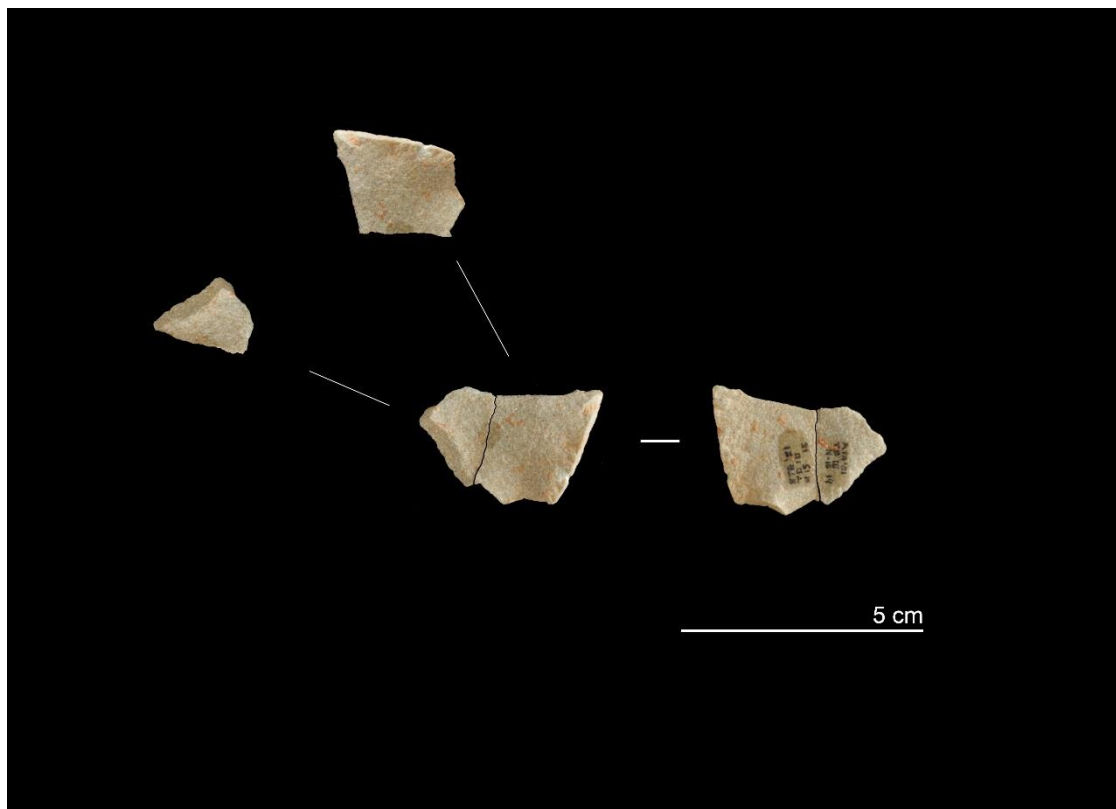


REM6_2	Postdeposicional
N15-14 (01)	FBP
N15-15 (01)	BPF
<i>Dist. Horizontal:</i> 1.41 cm	<i>Dist. Vertical:</i> 0 cm

Este *conjoin* conecta dos fragmentos de cuarcita de muy buena calidad, con una granulometría muy fina.

La conexión de ambas resulta en una lasca de pequeñas dimensiones, con únicamente dos negativos en su cara dorsal y apenas 2 mm de grosor.

El plano de fractura de ambas piezas muestra un reborde característico de rotura por presión, probablemente ocasionado por *trampling* o presión del sedimento, lo que también justificaría la escasa distancia existente entre las dos piezas.

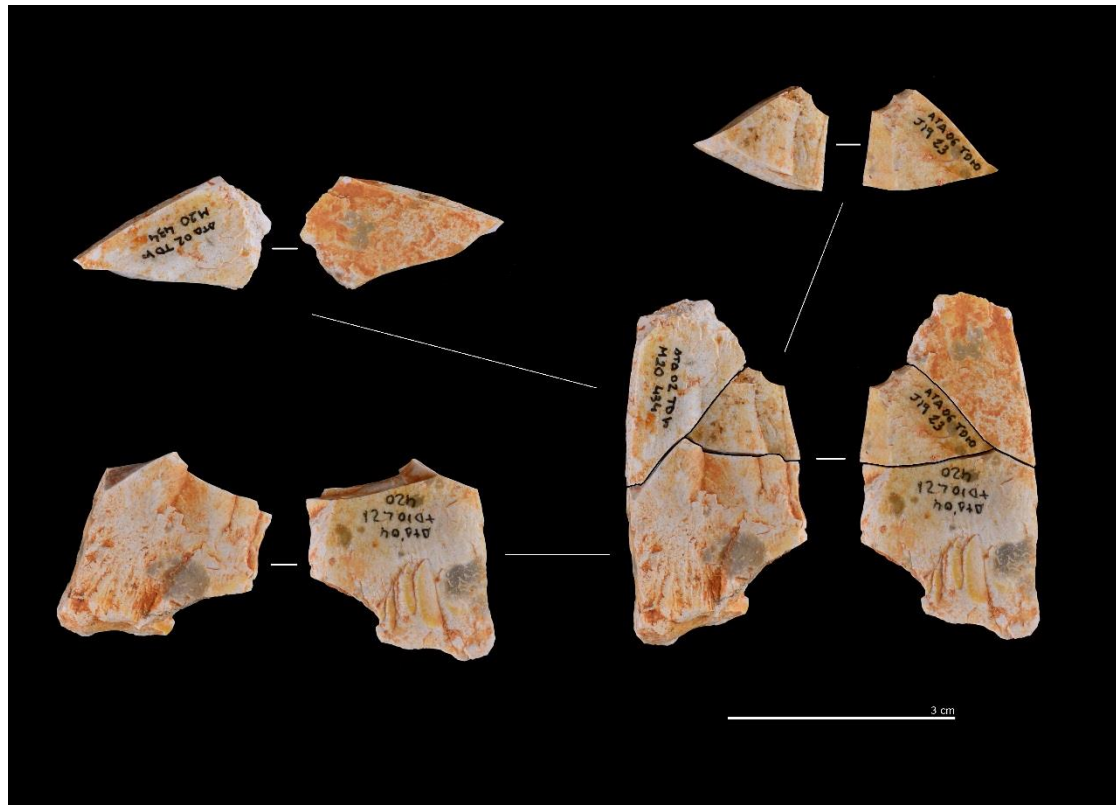


REM6_3	Postdeposicional
M20-434 (02)	FBP
L21-420 (04)	FBP
J19-23 (06)	FBP
Dist. Horizontal: 169.20-264.14 cm	Dist. Vertical: 8-39 cm

Este *conjoin* conecta tres fragmentos de cuarcita, de pequeñas dimensiones, y con diversas estrías (o lancetas) en la parte proximal de sus dos caras, ventral y dorsal.

Los planos de fractura de las piezas muestran el reborde característico de rotura por presión, probablemente ocasionado por *trampling* o presión del sedimento. Sin embargo, este proceso no justifica la relativamente larga distancia que existe entre los fragmentos.

Sólo el hallazgo de más piezas en conexión con éstas, proporcionaría más información sobre su obtención, separación y localización.

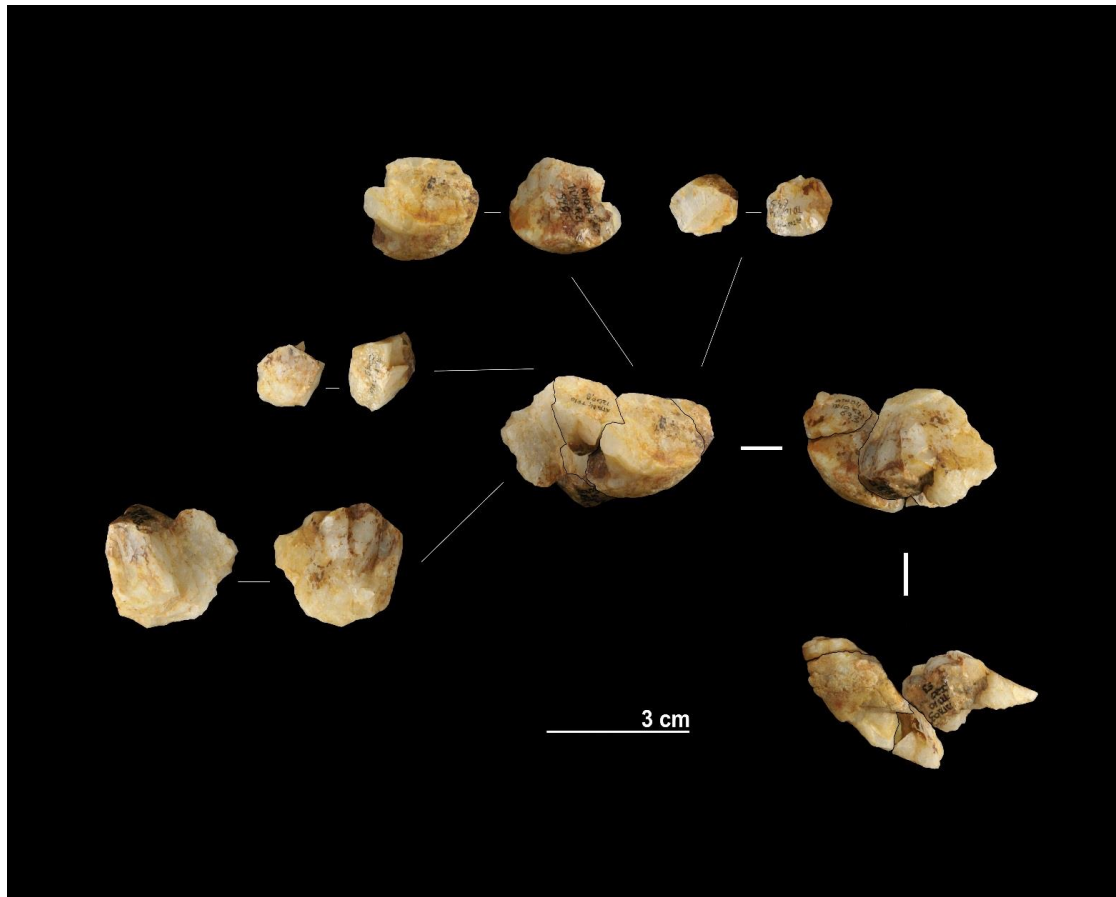


REM8_2	Fractura natural
I20-53 (03)	BPF
I20-98 (04)	BP
K21-598 (04)	Frag.
K21-633 (04)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 40.36-209.31 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 7-43 cm</i>

Este *conjoin* conecta cuatro piezas en diferente manera pese a que se obtuvieron, posiblemente, en uno o dos momentos (o dos golpes) sobre el núcleo.

Las impurezas internas, los planos de oxidación y de cristalización, no permiten saber con exactitud si las piezas analizadas como BP y BPF realmente responden a dos momentos sucesivos de percusión sobre el núcleo o son estallidos, junto con los otros dos fragmentos, tras un único golpe. Este estallido podría explicar, también, la distancia variable que existe entre las piezas.

El hallazgo del núcleo del que se obtuvieron permitiría saber qué tipo de explotación se desarrolló y cómo se obtuvieron estas piezas.

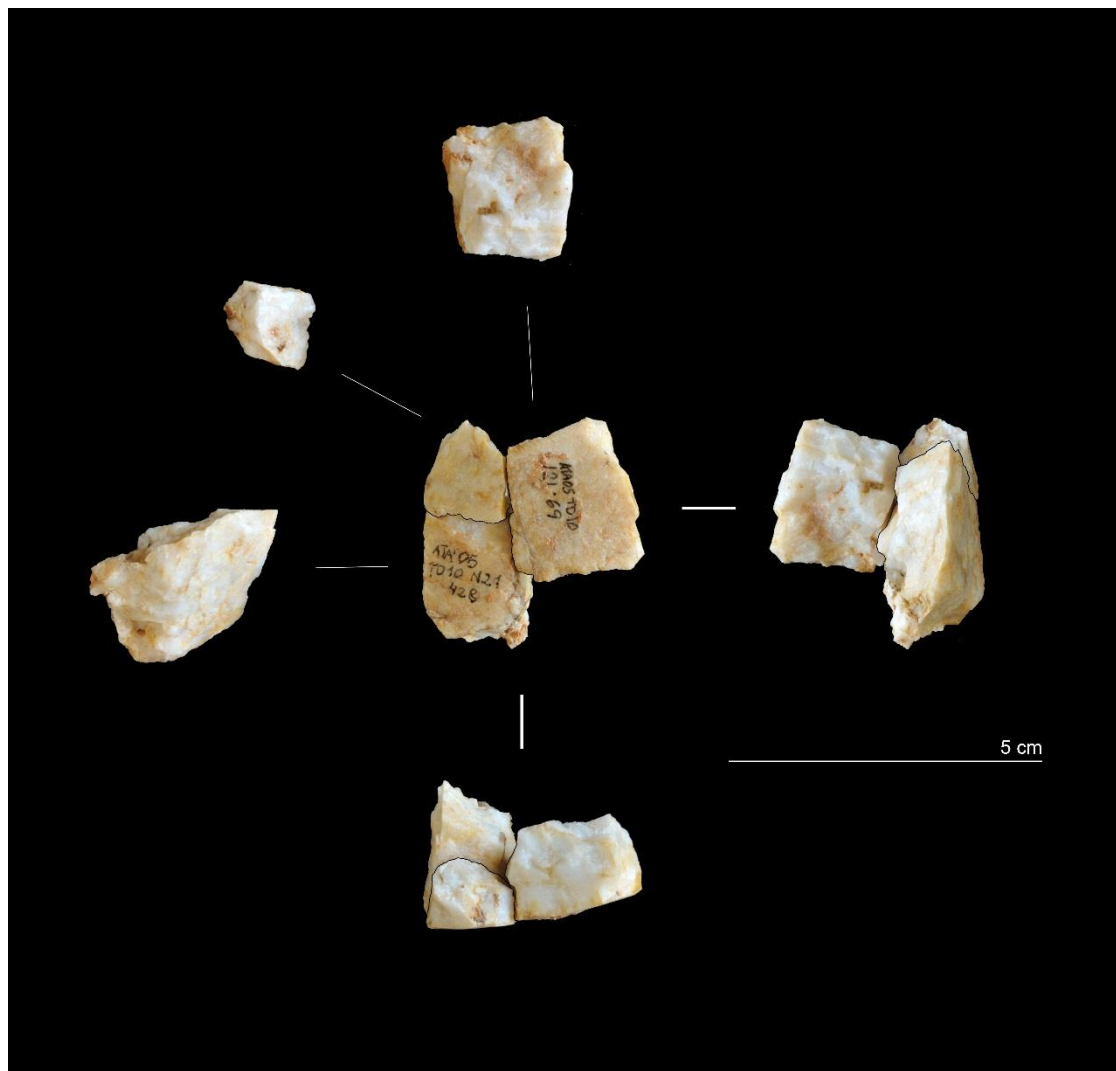


REM8_3	Fractura natural
I21-69 (05)	Frag.
N21-428 (05)	BP
<i>Dist. Horizontal: 444 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 87 cm</i>

Este *conjoin* conecta dos piezas (una de ellas formada por dos fragmentos fracturados durante su recuperación en el yacimiento).

Justo en el plano donde se ubica la fractura, se localiza también un plano de oxidación que, probablemente, propició la fractura entre ambas piezas. Es difícil saber con exactitud si las piezas realmente responden a dos momentos sucesivos de percusión sobre el núcleo, ya que una de ellas no muestra ninguna de las características de una lasca, o son estallidos tras un único golpe. Este estallido podría explicar, también, la distancia de más de 4 metros que existe entre las piezas.

El hallazgo del núcleo del que se obtuvieron permitiría saber qué tipo de explotación se desarrolló y cómo se obtuvieron estas piezas.



REM8_4	Fractura natural
I18-8 (93)	FBP
I18-9 (93)	Frag.
<i>Dist. Horizontal: 3 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 0 cm</i>

Este *conjoin* conecta dos piezas que parecen formar el flanco de un percutor o núcleo en su estado inicial.

En este caso, parece que la mala calidad de la materia prima y/o su granulometría muy gruesa habría propiciado su fractura. Por otra parte, la cara dorsal de ambas piezas muestra el negativo de una extracción anterior; en el caso que fuera un percutor, probablemente la sucesión de los golpes habría propiciado fisuras y debilidades internas que desembocasen en la separación de estos productos. Por otro lado, si el soporte inicial hubiese sido un núcleo, se trataría de una lasca de la que faltaría por hallar la parte proximal.

Por ello, el hallazgo de nuevas piezas en conexión con estas permitiría conocer la naturaleza de su origen y cómo se produjo su separación.



REM8_5	Fractura natural
N17-3 (96)	BP
O21-50 (01)	FBP
<i>Dist. Horizontal: 379.31 cm</i>	<i>Dist. Vertical: 72 cm</i>

Esta conexión se da entre una lasca completa (N17-3) y un fragmento de otra (O21-50). Ambas conectan por un plano muy cercano a la cortical del núcleo, reconstruyendo una parte de ésta y evidenciando un soporte de naturaleza subanguloso.

La lasca presenta una plataforma de percusión cortical; en el extremo izquierdo de esta plataforma, existe un negativo que elimina el córtex. En esta parte, se puede notar una ligera diferencia en la granulometría de la pieza que podría haber influido en su fractura y separación. Sin embargo, la O21-50 es un fragmento de lasca y no permite conocer dónde se localizaría su plataforma de percusión y punto de impacto (en el caso que fuera una extracción anterior intencional). El hallazgo de su fragmento proximal podría invalidar la interpretación como fractura natural y convertir esta conexión en una de tipo dorso-ventral.



ANEXO 2

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT. TALLA	GRANUMVT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
ARE 1	-	Subrechd.	fluvi. pulido	canto	-	-	SI	-	-	Buena	Muy fina	gris verdoso, oscuro	bandeada	opaco	ATA'00, N12-69; ATA'01, N13-1, N16-391	-	Piezas de pequeño y medio formato. Las manchas más oscuras, negras, se encuentran hacia el interior de las piezas, alejadas del córtex. Fracturas planas, no concoides.
ARE 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	Media	ocre grisáceo	moteada	opaco	ATA'00, N13-170, N16-46, N16-56; ATA'01, M12-51, M13-13, N13-103; ATA'02, L13-29	-	Piezas de pequeño y medio formato. Pequeñas manchas y puntos oscuros por toda la superficie. Presencia de pequeños granos de cuarzo.
ARE 3	-	Subrechd.	fluvi. pulido	canto	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa	gris	Homog.	opaco	ATA'98, M13-14; ATA'02, M14-35	-	Piezas de medio formato. Color uniforme con presencia de finas vetas de cuarzo. Fracturas sin bulbos aparentes.
ARE 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	Gruesa	gris afilil	Heterog.	opaco	ATA'98, L12-52, ATA'01, N12-162, N12-241, N13-223; ATA'02, L12-27	-	Restos de córtex irregular sobre la pieza de mayor tamaño.
ARE 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'00, L14-52, M12-31; ATA'01, N12-20, N14-332	-	Piezas de pequeño y medio formato. Grano muy fino, con fracturas limpias y negativos abundantes, claros y bien definidos en las dorsales de todas las piezas.
ARE 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris oscuro	Heterog.	opaco	ATA'01, M16-122, N13-74; N16-416	-	-
ARE 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'01, N16-294; ATA'02, L16-78, N11-41	-	-
ARE 8	-	Subangl.	-	-	-	-	-	-	-	Media	Media	gris oscuro y pálido	bandeada	opaco	ATA'00, N12-25; ATA'01, M16-129	-	Piezas de medio formato. Las tonalidades de gris se alternan presentando un vetado característico, principalmente sobre la dorsal.
ARE 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris oscuro - negro	Homog.	opaco	ATA'99, N12-42; ATA'00, M14-41, N14-43; ATA'01, M14-207, N16-209	-	Irregularidades en la granulometría; el algunas facetas el grano es más grueso que en otras.
ARE 10	-	Subrechd.	fluviál	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris-azulado	Homog.	opaco	ATA'99, M14-76; ATA'00, N15-247; ATA'01, L11-4, L11-20, N11-204; ATA'02, N14-90	-	El color es homogéneo presentando unos característicos puntos negros por toda su superficie.
ARE 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena-media	Fina	gris-azulado pálido	Homog.	opaco	ATA'00, N15-372; ATA'01, L12-50, N13-445, N14-99; ATA'02, N13-58	-	-
ARE 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris	-	opaco	ATA'01, L11-58, M14-103; ATA'02, N12-16	-	-
ARE 13	-	Subrechd.	-	-	-	-	-	-	-	Media	Media	gris	Homog.	opaco	ATA'00, N15-135; ATA'01, L11-61, L11-66	-	-
ARE 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris-azulado	bandeada	opaco	ATA'00, M12-132; ATA'02, N11-32, N11-37, N12-34	-	-

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRANSP.	PIEZAS	REMI	OBSERVACIONES
ARE 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	azul grisáceo	Homog.	opaco	ATA'99, M11-29; ATA'01, M12-101, N12-23	-	Las piezas presentan una conservación diferencial; pese a que comparten atributos, algunas piezas muestran una conservación mejor, sobre todo de las dorsales.
ARE 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris blanquecino	Homog.	opaco	ATA'01, M11-61, M11-74; ATA'02, M16-20, N16-30	-	El color gris se complementa con partículas brillantes por toda la superficie.
ARE 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris verdoso oscuro	Homog.	opaco	ATA'00, L14-45, N14-194; ATA'01, N16-146	-	-
ARE 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris azulado oscuro	Homog.	opaco	ATA'00, M13-129; ATA'01, N14-177	-	Abundantes negativos en las dorsales; avanzan nivel de explotación.
ARE 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	Fina	gris azulado pálido	Homog.	opaco	ATA'00, M12-74; ATA'01, L12-26	-	Las fracturas se presentan "lajadas", con caras planas, y casi sin concavidades ni convexidades.
ARE 20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Medio-baja	Gruesa	gris	-	opaco	ATA'99, N12-3; ATA'01, M11-137	-	-
ARE 21	-	Subrednd.	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'00, N12-18, N15-16	-	-
ARE 22	-	Subrednd.	flujo, pulido	canto	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'98, L13-46	-	Pieza de gran formato con córtex en >50%. Los negativos son planos, sin negativos de bulbos.
ARE 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Gruesa	gris verdoso oscuro	Homog.	opaco	ATA'00, L13-6	-	Bifaz de gran formato. Color uniforme. Presencia residual de córtex en el lateral proximal. Abundantes negativos.
ARE 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	verde grisáceo	bandeada	opaco	ATA'98, L16-7	-	-
ARE 25	-	Subrednd.	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'00, N14-3	-	Plataforma de percusión cortical / no-facetada.
ARE 26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris oscuro	Heterog.	opaco	ATA'01, L12-33	-	-
ARE 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	Media	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'98, L14-5	-	Pieza de gran formato y color uniforme. Porosidad en la superficie, quizá algún tipo de erosión.
CZ-NN 1	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	-	Muy buena	No grano	blanco con variedad química	Homog.	opaco	ATA'99, I20-25; ATA'00, N14-170; ATA'01, M12-144, N11-122, N16-129; ATA'02, N14-55, O20-69; ATA'03, N19-65, O20-262; ATA'04, O21-50, N20-145, N20-429, N21-445, M20-472, M21-567, M21-875; ATA'05, I22-12, O20-161, N21-990; ATA'06, L22-140, O22-232	-	Material muy homogéneo de córtex fluvial y espeso (con estigmas de contacto, brillo oleoso y fractura concooidal muy marcada. Los productos presentan algunos planos fruto de la fractura a lo largo de los planos de cristalización, un poco ocultos.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEJ	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CZ-NN 2	-	Redond.	fluv. pulido	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	No grano	blanco grisáceo claro	bandeada	translúc.	ATA 02, J20-200, ATA05, M21-256, J21-450, ATA06, L22-218		Material muy homogéneo con fractura bandeada (bandas muy translúcidas). La fractura es más plana la que produce CD y CV planos y bulbos muy poco marcados. Otros casos presentan un mínimo de fracturas planas.
CZ-NN 2	a y b	Redond.	pulido	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	-	blanco grisáceo	Homog.	opaco	ATA 99, H14-21, J14-43; ATA 00, J20-35, L12-7, N14- 146, ATA01, K21-226; ATA 02, M19-84, J20- 277/ATA04, J20-259		Color grisáceo muy homogéneo y de buena fractura. Presenta un cortez muy redondeado y pulido (sin capa de alteración mecánica). Solo en un caso presenta algo de planos int. pero debidos al tipo de fractura y una tectónica marcada.
CZ-NN 3	-	Subrednd.	fluv. semipul.	canto	SI	SI	-	SI	-	Buena	No grano	blanco	Homog.	translúc.	ATA 04, J20-93; ATA05, N21-107*, ATA06, L22- 124*	REM2_18	Cuarzo NN con muchos planos de cristalización y negativos de cristales. Cortez pulido y estigmas desarrollados con coloración amarillo-anaranjado y planos que puede relacionarse con procesos de rubefacción (crosta Fe en borde de fractura) pero que se ha lavado por efecto de lixiviación.
CZ-NN 4	-	Subrednd.	fluv. desarr.	canto	-	-	-	-	-	Regular	No grano	blanco	Homog.	opaco	ATA 01, M14-27; ATA02, O20-222; ATA04, J20-160, K22-203; ATA05, J21-499		Material NN que parece de grandes cristales, pero que esto se conservan rectos corticales (opaco y de alteración mecánica). En algunos casos esa costra está menos desarrollada (en las concavidades). Parece de calidad regular, aunque interior muy similar a UMP NN-1, la ppc diferencia es la cortez
CZ-NN 5	-	Indet	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	No grano	blanco	Homog.	opaco	ATA 01, M16-89, ATA02, L20-188, M22-326; ATA03, K21-583, O20-74		Material homogéneo en algunos casos con marcada fractura concordial y en otros con fractura más plana. De textura y opacidad similar a NN1, pero con ausencia de brillo oleoso

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CZ-NN 6	-	Indet	-	-	SI	-	-	SI	-	Media	No grano	blanco grisáceo con brillo	Homog.	translúc.	ATA'02, K21-265*, N22-233; ATA'03, K21-305; N22-366*; ATA'04, L20-280, L22-692; ATA'06, N22-204	REM2_17	Fragment de talla muy pequeños. Hay un frag grande. Parece corresponder con un proceso de configuración (de resivado con CV) pero es difícil lectura dado que no se identifica con claridad del punto de impacto. Fractura concoidal pero condicionada por los planos.
CZ-NN 7	-	Redond.	flu. pulido	canto	-	-	-	-	-	Buena-muy buena	No grano	gris translucido	Homog.	translúc.	ATA'98, K21-30*; ATA'01, K20-114*; ATA'02, M22-618	REM2_19	Presenta puntos de percusion en el cortex. Concreciado Mat de grandes cristales translucido con estigmas de talla muy bien marcados cortex pulido un poco desarrollado. Fractura concoidal marcada
CZ-NN 8	-	Indet	-	-	SI	-	-	-	-	Buena-muy buena	No grano	gris anaranjado	Heterog.	translúc.	ATA'99, J10-3; ATA'01, N14-5	-	Material bastante translucido con alguna fisura. Presenta manchas anaranjadas que parecen ser manchas de óxidos liviación ya que tienen una distribución zona
CZ-NN 9	-	Redond.	-	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	-	blanco gris	Heterog.	opaco	ATA'04, K21-113; ATA'05, L21-1526; ATA'06, K20-41	-	Fractura concoidal y alguna plana (con estigmas) presenta un cortex poco desarrollado y redondeado.
CZ-NN 10	-	Redond.	pul. desarr. como s	canto	-	-	-	-	-	Buena-muy buena	No grano	gris blanquecino	bandeada	translúc.	ATA'99, J12-26; ATA'04, K21-896; ATA'06, L22-149	-	Material translucido semejante al NN2c pero con un cortex mas desarrollado. Fractura concava con tendencia plana y tiende a estilarse. Similar a NN2c pero con necocortex fluvial + desarrollado
CZ-NN 11	-	Redond.	pulido	canto	-	-	-	-	-	Buena	-	grisáceo	bandeada	translúc.	ATA'00, N14-100; ATA'01, J20-173, N11-195; ATA'03, N19-303	-	Material tendencia semitranslucido con cortex pulido y algun cono hircano. La fractura es algo irregular aunque mayoritariamente concoidal. Esto y el tipo de cortex lo diferenciam del grupo NN5.
CZ-NN 12	-	Indet	pulido	canto	-	-	-	-	-	Buena-media	-	gris	Homog.	translúc.	ATA'05, L21-641, M22-320	-	Cuarzo translucido de coloración grisácea. Necocortex muy pulido y poco desarrollado. tipo similar al remontaje de tipo siset.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLUS CRIST	APTD. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CZ-NS 1	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Buena	No grano	blanco con un toque gris clar	-	-	ATA'98, H10-77, H11-53, N22-12, ATA'00, M15-96; A1A'01, N18-318; A1A'04, L22-265; ATA'05, J21-84, J21-229, L22-290; ATA'06, N22-185	-	Material bastante homogéneo de cristales medianos de coloración blanca con algún toque un poco grisáceo. El cortex fluvial pulido con presencia de impactos producidos por el transporte fluvia
CZ-NS 2	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	SI	Media	No grano	blanco con un toque amarillo	-	opaco	ATA'04, N21-504; ATA'05, J21-69*, N21-428*	REM8_3	Cuarzo con cortex de canto pero sin impactos de transporte con cristales grandes, fractura concoical media ya que produce fragmentos angulosos, ademas presenta intrusiones de otras materias (argillas) en la matriz de cuarzo.
CZ-NS 3	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Buena	-	blanco gris	-	-	ATA'04, J21-511; ATA'03, J21-169	-	Cuarzo canto de rio con pocos estigmas de transporte pero presenta grietas en el cortex coincidiendo con planos de cristalización las extracciones presentan un lustre aceitoso.
CZ-NS 4	-	Indet	-	-	-	-	-	-	SI	Media	-	blanco gris claro	-	-	ATA'00, J10-7; ATA'02, M20-765	-	Cuarzo blanco gris claro una matriz muy cuarteada a causa de los abundantes planos de cristalización.
CZ-NS 5	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	SI	Buena	-	blanco	-	SI	ATA'04, L20-51; ATA'06, M22-532	-	Cuarzo blanco transparente presenta un bandeado interno blanco. El cortex presenta algunos estigmas de transporte los planos de cristalización presentan lustre aceitoso.
CZ-NS 6	a y b	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Media	-	blanco	-	translúc.	ATA'99, J19-32; ATA'00, M16-58; ATA'01, M13-52, O16-5; ATA'02, M17-52; ATA'03, L22-76; ATA'05, L21-473, M22-637, N21-323; ATA'06, N20-88, N22-73	-	Este cuarzo presenta un cortex fluvial cn escasos impactos por transporte pero una vez tallado el cortex presenta muchos impactos
CZ-NS 6	b	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Media	-	blanco	-	opaco	ATA'93, I16-149; ATA'00, M22-13, N16-69; ATA'03, N21-561	-	Cortex fluvial con algunos estigmas por transporte fluvia
CZ-NS 7	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	SI	Media	-	blanco rosa	-	SI	ATA'02, F10-19, J19-8, N14-2, M21-1182	-	Cantos con estigmas de percusion como si primero se hubiera utilizado como percutor
CZ-NS 8	a	Redond.	fluvial	canto	SI	SI	SI	-	SI	Baja	-	amarillo	-	-	ATA'00, L20-56; ATA'03, L20-55*, L20-56, N19-224; ATA'04, L20-98*, K21-598*, K21-633*	REM8_2	Cuarzo de muy baja aptitud para talla causado por los abundantes planos de cristalización con oxido de hierro

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CZ-NS 8	-	Redond.	fluvial	canto	SI	SI	-	SI	-	Media	-	blanco amarillito	-	translúc.	ATA'99, I10-4; ATA'01, N17-323; ATA'02, M20-319, N18-351*; ATA'04, K22-285, L21-456, O20-186; ATA'05, L21-872, L21-1113, M21-314*, N21-1076, N22-77, O21-1; ATA'06, L21-189	REM2_15-REM8_1	Cuarzo con frecuentes planos de cristalización pero con una actitud para la talla media. Cortez fluvial con abundantes pequeños estigmas en los bordes pero pocos estigmas de transporte
CZ-NS 9	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	SI	-	SI	Media	-	blanco marfil	-	-	ATA'98, G10-108; ATA'00, I08-4; ATA'01, N15-74; ATA'02, L22-210, M18-109; N21-383, N22-216	-	Cuarzo que suele romper por los planos de cristalización presenta óxido de hierro pero lixiviado.
CZ-NS 10	-	Indet	-	-	SI	-	-	-	-	Media-baja	-	azul grisáceo-gris	Heterog.	translúc.	ATA'01, N13-166; ATA'02, M17-101*, M17-102*; ATA'03, M21-138, N20-800; REM3_8	REM3_8	Cuarzo de color azul grisáceo. Fractura irregular con tendencia concoidal muy astilloso y con registros de fisura radial o fragmentos en los puntos de impacto
CZ-NS 11	-	Subrednd.	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Buena-media	-	gris azulado-blanco	bandeada	opaco	ATA'99, I15-55; ATA'03, N20-751, N21-567; ATA'04, L20-383	-	Material homogéneo con escasos planos de debilidad internos. Fractura concoidal.
CZ-NS 12	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	-	Media	-	azul grisáceo-gris blanco	Heterog.	opaco	ATA'03, L22-473; ATA'04, L21-214, M21-622, N22-368	-	Cuarzo de textura y coloración muy similar al grupo NS10 pero con un cortex fluvial que presenta oxidación. Fisuras bien marcadas.
CZ-NS 13	-	Subrednd.	fluvespeso Fe	canto	-	-	-	-	-	Media	-	grisáceo azulado	Heterog.	opaco	ATA'05, N2-1-1019; ATA'05, O20-1060	-	Cuarzo NS con fractura irregular aunque con cierta tendencia concoidal. Cortez fluvial espeso y oxidado con marcas de cono de percusión desarrollados en él.
CZ-NS 14	-	Redond.	fluvespeso Fe	canto	-	SI	-	-	-	Media	-	azul grisáceo	bandeada	opaco	ATA'93, H17-52; ATA'04, K22-339	-	Cuarzo de estructura bandeada, con cortex fluvial desarrollado oxidado y de coloración marrón. Presenta una fractura un tanto irregular (no concoidal) aunque buenos filos ya que BNZGC (ambos con BNZGC
CZ-NS 15	-	Subrednd.	pul. con conos	canto	-	-	-	-	-	Buena	-	gris azulado-gris	Heterog.	opaco	ATA'04, K22-126; ATA'05, L21-425	-	Fractura concoidal marcado. Cortez fluvial pulido nada oxidado y presencia de algún plano de fractura cuando como Pl.
CZ-NS 16	-	Subrednd.	pulido	-	SI	-	SI	-	-	Buena-media	-	gris azulado	bandeada	opaco	ATA'01, K21-96, N13-337; ATA'04, L22-723	-	Fractura concoidal gran compactación y homogeneidad. Ejemplo cortex (solo en ATA'01 N13-337)

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLUS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CZ-SN 17	-	Redond.	fluv. desarr.	canto	-	-	-	-	-	Media	-	gris azulado-blanco	bandeada	opaco	ATA 00, N08-2, I09-51	-	Cuarzo de color gris azulado interno con bandas de cuarzo mas blanco de 5-7mm de grosor. Presenta una estructura cristalina con un retulado de bandas blancas (gr/sacas no planas) Homogeneo y de fractura concooidal. Cortex fluvial espeso y oxidado.
CZ-SN 18	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	SI	-	SI	Medio-baja	-	amarillo blanquecino	Homog.	opaco	ATA 03, N21-354; ATA04, K22-387	-	Cuarzo con cristales grandes i abundantes planos de cristalización cortex fluvial pero un poco irregular ya que el canto debería tener una forma un poco amorfa.
CZ-SN 1	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Buena	-	blanco	-	translúc.	ATA 02, N12-94	-	Presenta un cortex muy fino sin estigmas de percusión ni de transporte de los cantos presentando un craquelado uniform por todo el cortex de la pieza.
CZ-SN 2	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Media	-	amarillo	-	opaco	ATA 02, L20-460, N19-608; ATA 05, N21-479, N21-675	-	Cuarzo fino pero presenta abundantes planos de cristalización
CZ-SN 3	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Buena	-	blanco	-	translúc.	ATA 00: G10-13, N12-61; ATA 03, O19-45; ATA 04: L22-412, M21-535; ATA 05: N22-6, M21-303, L21-806; ATA 06, N22-115	-	Cortex de color amarillo interior color blanco translucido cortex uniforme con algunos estigmas de percusión.
CZ-SN 4	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Buena	-	amarillo/blanco	-	opaco	ATA 02, L20-409*, L20-419, M19-657*, L21-662; ATA 04, L20-527	REM4_4	Cuarzo que presenta dos coloraciones amarillo cortex exterior y en la parte mas interior blanco
CZ-SN 5	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	SI	Muy Buena	-	blanco gris	-	opaco	-	-	Cuarzo con cristales grandes cortex fluvial muy fino de la misma coloración el cortex que el interior. Cortex sin estigmas de percusión ni de transporte pero presenta cicatrices de los planos de fractura.
CJA 1	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris	Homog.	opaco	ATA 96, M18-42, M18-45, M18-58, M18-59, M18-60, M18-69, N18-10, L17-5, M17-36*, M18-65*, M20-2*, ATA97, M20-13; ATA 01, O22-16	REM2_11-REM3_5	Presencia de micas/ortocuarcita
CJA 2	a	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	blanca	-	opaco	ATA 96, K14-6; ATA98, G10-43; ATA01, N22-65	-	Cuarzo/metacuarcita

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEJ	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 2	b														ATA'99, N17-27, M21-41; ATA'00, K11-74, N11-37, N13-230, N16-10; ATA'02, M17-275, M19-801, N12-10, L21-462, J19-3, N19-204, O18-240		Piezas de pequeño y medio formato. El color es uniforme y homogéneo por todas las piezas.
CTA 2	c	Redond.	fluvial	canto						Muy buena	Muy fina	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'01, L17-30; ATA'02, O21-279		F-Utrillas
CTA 2	d	Redond.	fluvial	canto						Muy buena	Fina(-1mm)	gris			ATA'05, M10-2, L10-4, N22-172, O22-318		F-Utrillas
CTA 2	e		fluvial	canto		leve				Buena	Fina(-1mm)	gris		opaco	ATA'06, J20-22, M22-412		
CTA 2	f	Redond.	fluv. desarr.	canto						Buena	Muy fina	gris ocre	Homog.	opaco	ATA'00, N13-40; ATA'00, J20-40; ATA'02, M18-68		
CTA 2	g	Indet	fluvial			leve	SI			Muy buena	Muy fina	gris granate	moteada	opaco	ATA'01, N17-268; ATA'02, N18-124; ATA'03, N21-260; ATA'06, L21-203		
CTA 2	h	Redond.	fluv. desarr.	canto		leve				Muy buena	Muy fina	gris verdoso	Heterog.	opaco	ATA'01, N18-230; ATA'04, L21-65; ATA'05, L21-870; ATA'06, N22-194		
CTA 2	i	Indet								Buena	Media	gris	Homog.	opaco	ATA'02, K20-24*, K20-37*; ATA'03, N19-32; ATA'06, K21-28	REM3_17	
CTA 3										Media	Media	gris granatoso		opaco	ATA'96, I11-46, ATA'97, G10-11		Planos de fractura tectónica (moscovita/ox Fe)
CTA 4										Buena	Fina(-1mm)	gris oscuro		opaco	ATA'96, M19-4*, N18-22*; ATA'97, M18-22, M18-23, M18-45*	REM2_13	Planos sedimentarios(moscovita (sulfite/farmlu) posible ortocuarcita FBB?
CTA 5											Media	gris verdoso			ATA'96, K14-7, L15-44, M18-21, N17-28, N18-16, N19-3, O16-1		Presenta vetas de cuarzo, partículas Oz/micas/Fe
CTA 6		Subrednd.	fluvial	canto						Media	Media	gris moteado granate	moteada		ATA'96, M15-12, N12-39, N13-12*, N14-6*, N12-26*, N12-25*, M16-2*	REM2_8-REM3_22 / REM2_34	Laminación sedimentaria. Oz/hematite/moscovita/sulfita, microconglomerado Villaneda
CTA 7										Muy buena	Muy fina	verde oscuro		opaco	ATA'98, G10-129		Cuarzo/posible micas/diorita. CT
CTA 8										Muy buena	Fina(-1mm)	gris oscuro		opaco	ATA'98, N16-1; ATA'96, N17-3*; ATA'01, O21-50*	REM8_5	Cuarzo/Fe/micas; orto/metacuarcita FA
CTA 9		Indet								Muy buena	Muy fina	gris oscuro negro		opaco	ATA'97, M19-27, O20-12; ATA'03, N20-568*, N20-569*	REM4_3	Ligeras estructuras sedimentarias (laminaciones). Fan (posible MCT con ortocuarcita muy buena)
CTA 10										Buena	Gruesa(+1mm)	gris oscuro azulado		opaco	ATA'96, M14-1		De Villaneda. Oz/Fe accesorio micas
CTA 11		Subrednd.	fluvial	clasto						Muy fina	Muy fina	blanco grisáceo		opaco	ATA'97, H11-71		Posible Fn, metacuarcit
CTA 12										Muy buena	Muy fina	anaranjado		opaco	ATA'97, H11-64; ATA'03, N19-142*, N19-165*	REM2_26	Oz y Fe posible Fn, metacuarcita, F-Utrilla.
CTA 13										Muy buena	Muy fina	gris verdoso/anaranjado		opaco	ATA'96, M15-5*, L16-46*	REM2_10	Presenta laminación Oz/micas y Fe (PAN) posible ortocuarcita/metarenisca

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 14	-	Subrechd.	-	elasto	-	-	-	-	-	-	Media	gris marronoso	-	opaco	ATA'96, N14-2, L15-15, N15-9*, M18-9*, M12-29*, M13-9*, ATA'98, I10-9	REM2_9/ REM4_5	FAN cuarzoarenita/ortocuarcita, Qz/cn micas/Fe
CTA 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	gris marronoso	-	opaco	ATA'96, I21-2, N17-27; ATA'97, N18-75; N17-3, N18-4, N18-10, N18-71, N18-73, N18-7A ATA'96, N19-27*; ATA'97, N17-3*, H08-9, I10-23, M1886	-	FAN cuarzoarenita/ortocuarcita, Qz/cn micas/Fe
CTA 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	gris verdoso-marronoso	-	opaco	-	REM2_12	Fm? Qz y micas oxidadas
CTA 17	a y b	Redond.	fluv. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Media	Media	gris ocre	Heterog.	opaco	ATA'98, G11-42; ATA'99, I12-21, N13-40; ATA'00, N15-108; ATA'01, L14-53, K20-185, K20-217, K21-286; N11-211; ATA'02, M20-678, N14-66; ATA'03, K21-325, N19-320; ATA'04, N22-192	-	Posible origen en carbonífero (?) cuarcita de grano fino-medio con manchas rojas en el interior.
CTA 18	a	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	rojo	Homog.	opaco	ATA'98, L22-49, L22-50*; ATA'99, L21-33*, L21-48*; ATA'03, L20-750; ATA'04, N21-221; ATA'05, M21-1070, M21-259	REM2_14	Posible origen en carbonífero (?) similar bifaz síma
CTA 18	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA'04, I20-394, M20-3, M21-261, N21-600*, M21-627*, M20-546*; ATA'05, L19-5, N21-723; ATA'06, O22-110	REM2_25	-
CTA 19	-	Redond.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'98, G11-38, N22-19, N16-13*, N16-65*, ATA'01, L12-32; ATA'02, N18-528, N20-470; ATA'03, L20-60; ATA'06, O22-31, O22-254*, O22-255*, O22-244*	REM2_7/ REM3_7/ REM4_1	Cones herizianos marcados. Cortical ligeramente anaranjada, tiene óxidos y opacos en baja proporción. Metacuarcita (pedraja?)
CTA 20	a	Subrechd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fine(-1mm)	gris rosado	bandeada	opaco	ATA'98, G10-1, J14-9; ATA'99, I09-77; ATA'00, N12-17*; ATA'01, M12-198; N15-108; ATA'02, N13-36*; ATA'05, L21-484	REM2_5	F-Utrillas. Las diferentes tonalidades se encuentran en vetas. Coloraciones gris, rosadas y amarillentas; córtex blanco/marrón
CTA 20	b	Subrechd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fine(-1mm)	lila rosado	bandeada	opaco	ATA'99, M12-48; ATA'00, L12-11; ATA'04, N19-2; ATA'06, N20-65	-	Las diferentes tonalidades se encuentran en vetas. Cortical F-Utrillas coloraciones gris, rosadas y amarillentas. Córtex color blanco/marrón.
CTA 20	c	Subangl.	fluv. desarr.	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris lila	Homog.	opaco	ATA'99, I10-48*, ATA'00, N13-92, N15-221; ATA'01, L14-53, N13-90*, N13-147, N15-226, N16-271, N17-389* ATA'03, L21-112, N21-217; ATA'04, K22-220, K22-435, M20-128	REM4_12	Córtex (F-Utrillas) opacos negros y óxidos poco frecuentes particularmente micas. Córtex desarrollado, marrón claro. Las tonalidades rosáceas se encuentran en el interior en forma de manchas y se toman bandas paralelas hacia el córtex.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 20	d	Subrednd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	gris rosado	bandeada	opaco	ATA 01, N16-86; N16-522; ATA 05, L21-661, N21-361	-	Las diferentes tonalidades se encuentran en vetas. Córtex F- Utrillas. Coloraciones gris y rosadas. Grano muy fino color grisáceo, sin presencia de amarillos. Córtex color blanco/marrón claro.
CTA 21	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	rojo	Homog.	opaco	ATA 99, J12-49, J13-78; ATA 02, L20-306; K21-26, N19-227; ATA 04, M19-120, N18-4, N19-49	-	Similar a CTA 17
CTA 22	-	Subangl.	fluvial	-	SI	-	-	-	-	Buena	Muy fina	gris rojizo	bandeada	opaco	ATA 99, I12-6; ATA 00, L20-55; ATA 02, J18-41	-	La coloración se da en vetas paralelas de cortex y es acentuada por la lixiviación desde la cortical (F-Utrillas). Anillos de coloración verdosa granadoso-amarillento
CTA 23	-	Subangl.	fluvial	-	-	-	-	-	Regular	Regular	Media	gris claro	Homog.	opaco	ATA 00, M11-44; N14-196; N15-189; ATA 02, K20-343*; ATA 03, K20-529*; ATA 04, L20-519; ATA 05, O21-39	REM3_15	FAN, ortocuarcita, micas, opalos y alteración por pérdida de matriz.
CTA 24	a y b	Subrednd.	fluv. desarr.	-	SI	SI	SI	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris claro-rojo negruzco	Heterog.	opaco	ATA 98, H10-21; ATA 93, I17-82	-	Posibles conglomerados de FBPP o de CIND
CTA 25	-	Redond.	fluvial	canto	SI	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	verde grisáceo-rojizo	bandeada	opaco	ATA 99, I11-107*; ATA 00, J09-13; ATA 02, J18-57*, N19-171*; ATA 03, N22-143*; N22-571*; ATA 05, N20-97*	REM1_3	Grano medio QAR FBPP ox./micas y opalos
CTA 26	a	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	Verde claro	Homog.	opaco	ATA 93, I18-24; ATA 99, M17-44; ATA 01, N17-249; O20-12; ATA 02, N20-55, N22-161; ATA 04, M21-815; ATA 05, M21-767; ATA 06, L22-136	-	-
CTA 26	b	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	Verde claro grisáceo	Homog.	opaco	ATA 99, L11-16; ATA 00, N12-51*, N15-122*	REM2_3	Color uniforme pero moteado, punteado con granos de cuarzo.
CTA 27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	verdoso	Homog.	opaco	ATA 00, J11-41, N14-141; ATA 03, K21-61	-	Algunos planos de impurezas. Ortocuarcitas/cuarzo, micas y opalos
CTA 28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	blanco rosado	Heterog.	opaco	ATA 00, G11-15, L18-77	-	Piezas de medio formato. Ningún accidente de talla provocado por las fisuras e intrusiones. Granos de hematites granatoso y curzo rosa redondeado
CTA 29	-	Subangl.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	rosado	Homog.	opaco	ATA 01, N14-320, N16-41	-	Marcados conos hercianos en el cortex de la pieza mayor (N14-320), el hendedor. Algunas de los negativos más pequeños parecen ser de reavivado. Córtex F- Utrillas. Coloración rosada.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLUS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 30	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Media	Media	beig claro	Homog.	opaco	ATA'93, I17-223; ATA'99, M20-45	-	Arenisca/metarenisca fina. Compacto posible ortocuauzo
CTA 31	a	Subrechd.	fluv. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris/ gris-ocre	-	opaco	ATA'00, I11-70, I10-41, N16-60, J16-90*, H15-19*, ATA'01, I21-31*, ATA'02, I21-32*, ATA'03, K21-437, L20-1049; ATA'98, H12-21; ATA'00, J09-11, M13-160, N13-31; ATA'01, K20-136; ATA'03, K21-601, N21-588	REM2_21/ REM2_23	Gris ocre, grano grueso Mg.
CTA 31	b	Subrechd.	fluv. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris/ gris-ocre	-	opaco	ATA'98, H12-21; ATA'00, J09-11, M13-160, N13-31; ATA'01, K20-136; ATA'03, K21-601, N21-588	-	Blanca/amarillenta grano grueso Mg.
CTA 31	c	Subrechd.	fluv. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris/ gris-ocre	-	opaco	ATA'99, G11-161, G11-162, H10-14; ATA'00, K20-36; N14-2; ATA'02, N16-66; ATA'05, O21-761	-	Gris/amarillenta grano grueso Mg.
CTA 32	-	Subangl.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	marron oscuro-verdoso	Homog.	opaco	ATA'99, I20-26*, ATA'00, L13-46*, L13-54*, N14-60*, N14-87; ATA'04, N21-610	REM2_6- REM3_1	FBBP color verde rosado. Córtex bien redondeado. Alguna veta de cuarzo. Pese a la granulometría, es una materia de buena calidad.
CTA 33	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Media	-	gris oscuro beig oscuro	bandeada	translúc.	ATA'99, N18-23; ATA'00, M16-10, N13-46	-	Aspecto jaspeado/ bandeado del color negro y granatoso. Lixivacion cortical (F-Urtilas metacuarcita)
CTA 34	a	Subrechd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	verde pulido	moteada	opaco	ATA'00, N12-62, N15-365, N15-237, N15-341; ATA'01, N14-88, N15-116*, N15-14*, N15-15*, N16-155; ATA'02, N13-40*; ATA'03, M21-318, N22-104	REM2_2/ REM6_2	QAR con ligera disolución matriz grisáceo con mica y opalos y cuarzo FAN
CTA 34	b	Subrechd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	verde	moteada	opaco	ATA'00, N13-71, M13-46*, ATA'01, M15-54*	REM2_4	QAR con ligera disolución matriz grisáceo con mica y opalos y cuarzo FAN
CTA 35	-	Redond.	fluv. desarr.	canto	-	-	leve	-	-	Media	Media	verde grisáceo	Homog.	opaco	ATA'00, N14-14; ATA'03, N13-100; ATA'04, N22-132	-	Marronoso - grisáceo. Ortocuarcita de grano medio con Fe y opalos FAN cortex desarrollado
CTA 36	a y b	Redond.	fluv. pulido	canto	-	-	leve	-	-	Muy buena	Muy fina	marrón claro	Heterog.	opaco	ATA'98, H12-1; ATA'00, M21-13, N15-182; ATA'03, N19-124*, ATA'04, K21-604; ATA'06, N20-71*	REM2_29	Fuertes stigmas de tracción similar a CT19
CTA 37	-	Subangl.	fluv. desarr.	plancheta	-	-	-	SI	-	Media	Media	verde	-	opaco	ATA'93, I16-229	-	-
CTA 38	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris azulado	Homog.	opaco	ATA'00, M12-99; ATA'02, G21-40, L13-19, O19-93; ATA'04, N21-918, N22-105	-	Ortocuarcita. Gris azulado con mica y opalo FAN

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 39	-	-	fluv. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	verde oscuro gris oscuro verdoso	bandeada	opaco	ATA'98, M11-28; ATA'99, H15-8; ATA'02, N21-368, N21-478, N17-394*, N18-669*, ATA'03, K21-264; ATA'04, O20-82; ATA'06, K21-32	REM2_22	Posible metacarcita, cambio textura de MM a MITCI con planos de miccas orientadas y muchos opaloes FAN
CTA 40	a	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	verde	Homog.	opaco	ATA'98, M12-27, N17-17; ATA'99, G09-8, N14-13; ATA'00, M15-70, N13-49; ATA'01, O17-18; ATA'03, N20-7, O20-269	-	FAN ortocarcita, color gris oscuro, con miccas y opaloes
CTA 40	b	-	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	verdoso	Homog.	opaco	ATA'99, F10-49; I12-72; ATA'00, N14-118; ATA'01, O17-42*; ATA'02, L17-177; N21-477, L19-5*; ATA'04, N21-574; ATA'05, K18-27*, K18-28*	REM4_7 / REM3_20	FAN ortocarcita, color gris medio, escaso de miccas y opaloes
CTA 41	a	Indet	fluv. desarr.	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	ocre grisáceo	-	opaco	ATA'98, N15-18; ATA'99, N15-52, N15-60; ATA'00, M12-60; ATA'01, N14-321, O17-34; ATA'02, N14-66	-	F-Urillas. Color uniforme en las piezas de pequeño formato.
CTA 41	b	Indet	fluv. desarr.	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	ocre gris	-	opaco	ATA'99, H11-47, M20-44, N20-44, N20-46; ATA'00, M21-111; ATA'05, K21-133	-	F-Urillas
CTA 42	-	Indet	fluv. pulido	-	SI	-	leve	-	-	Buena	Media	gris rojo	Heterog.	opaco	ATA'93, H18-74; ATA'99, J18-22; ATA'03, L20-671*, M20-229*, ATA'04, L21-211*	REM2_36- REM3_19	Las piezas del grupo varían en granulometría que puede ser más gruesa (ATA'02, M22-323) y un corte de diferente coloración (ATA'02, M22-323), lo que indicaría la posible existencia de al menos dos unidades.
CTA 43	-	Redond.	fluv. desarr.	-	SI	-	-	-	-	Medio-baja	Gruesa(+1mm)	gris	-	opaco	ATA'02, L19-238; ATA'03, L20-1123; ATA'04, K22-165; ATA'05, M22-65, O21-663; ATA'06, L22-114, M21-25, M22-440	-	-
CTA 44	-	Subrethd.	fluvial	-	SI	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris azulado con manchas rojizas	bandeada	opaco	ATA'02, L20-163; ATA'03, N21-214; ATA'04, L21-189, M21-1278	-	Córtex fluvial con coloración amarillenta-verdosa. Manchas férricas de color rojizo que varían en intensidad
CTA 45	-	Redond.	fluvial	-	SI	-	-	-	-	Óptima	Muy fina	gris azulado con bandas rojizas	bandeada	opaco	ATA'98, J14-21; ATA'02, M12-48; ATA'03, K21-284, N22-13; ATA'04, L22-535, M20-128; ATA'05, O21-128; ATA'09, M22-366	-	Matriz grisácea con bandas perimetrales rojizas de la rubefacción. Cortes verdoso y desarrollado
CTA 46	-	Indet	Fluvial	-	SI	SI	SI	-	-	Muy buena	Media	gris, manchas rojizas, bandas ocre	Heterog.	opaco	ATA'98, H10-21; ATA'01, J20-134*; ATA'02, G21-26*; N20-337, N22-42, N22-293*, ATA'05, O21-3*	REM1_4 / REM2_33	Matriz grisácea con manchas de Fe rojas intensas. Paralelo al borde lxxivación y una banda ocre

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 00, N15-197; ATA02, M21-19; ATA 04, K21-134, K22-210, L21-148	-	-
CTA 48	a y b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 99, N18-30; ATA 02, L20-173, M18-400; ATA 04, K20-5	-	Las más pequeñas tienen un córtex menos desarrollado, propio de F. Ubrillas
CTA 49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fine(-1mm)	-	-	-	ATA 00, L20-57; ATA 03, L20-54*, L20-58*; ATA 04, N22-250; ATA 06, M22-697	REM3_18	-
CTA 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fine(-1mm)	gris con motas granates	-	-	ATA 01, M13-208, N14-134; ATA 04, O20-211; ATA 05, M22-111, O21-370; ATA 06, L20-343	-	Color uniforme con pequeñas manchas rosadas. Algunas de las piezas muestran lo que podría ser una pátina muy ligera.
CTA 51	a y b	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	-	-	-	-	ATA 00, L12-38; ATA 03, L21-1, L20-983, M20-185; ATA 05, M21-1361; ATA 06, K20-157	-	-
CTA 52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fine(-1mm)	-	rosado	-	-	ATA 02, L14-63, L21-240; ATA 04, M21-158; ATA 05, L21-494, M20-11; ATA 06, L21-11, O22-178	-	-
CTA 54	a	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	gris	-	-	ATA 04, L22-189	-	-
CTA 54	b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	gris azulado, vetas granates	-	-	ATA 04, L20-294, L19-20,	-	-
CTA 55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Gruesa(+1mm)	granate	-	-	ATA 03, N20-199, N21-538; ATA 04, L21-221, L20-487, M21-747, N19-97; ATA 05, L21-271, L21-386, M21-1524; ATA 06, O22-46	-	-
CTA 56	a y b	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	rosáceo con bandas ocras	-	-	ATA 00, M22-50; ATA 01, L20-124, M13-11, ATA 02, L22-88, N22-194; ATA 03, O19-206; ATA 04, L20-298; ATA 05, L22-40; ATA 06, K21-203	-	-
CTA 57	a y b	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	-	gris con bandas rosáceas	-	-	ATA 01, N18-305; ATA 02, L21-489, M20-558, N18-537; ATA 03, N20-672, N21-177; ATA 04, N22-339, N22-342; ATA 05, L19-10, L22-66; ATA 06, O22-215; ATA 02, N21-173; ATA 03, L21-95	-	-
CTA 58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Media	-	gris claro	-	-	ATA 05, L22-20, L21-729	-	-
CTA 59	-	-	fluvial	-	-	-	-	-	-	Media	-	gris azulado	-	-	ATA 01, N11-193; ATA 05, M22-413	-	-
CTA 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Fine(-1mm)	-	rosado con bandas grises	-	-	ATA 01, N11-211; ATA 02, N18-373*; ATA 04, L22-466, N18-3*	REM4_8	-

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRANSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 61	a y b	Redond.	fluvi. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Media	Gruesa(+1mm)	gris-granate	Heterog.	opaco	ATA'00, F10-74; ATA'02, N21-321; ATA'05, L22-341; ATA'06, N22-64, O22-151	-	
CTA 62	-	Redond.	fluvi. desarr.	canto	SI	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	granate-verdosa	Heterog.	opaco	ATA'98, N15-78; ATA'01, M13-200; ATA'02, L20-370, N19-581, N22-49, O22-30; ATA'04, N22-392	-	
CTA 63	-	-	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris azulado	bandeada	opaco	ATA'05, N21-852, N21-985; N21-988, N21-1120	-	
CTA 64	-	Subangl.	fluvi. desarr.	-	SI	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris oscuros con motas marrones	moteada	-	ATA'02, O20-263, O20-396	-	
CTA 65	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	granate pálido	moteada	opaco	ATA'02, M22-323, N19-170*, N19-632*	REM4_10	
CTA 66	-	Subrednd.	fluvial	SI	leve	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris claro	-	opaco	ATA'01, L12-39, N12-273; ATA'03, L20-427*, L20-440*, N21-45; N21-391; ATA'04, L21-842, L22-140, M21-696; ATA'05, L21-35*	REM3_6/ REM5_4	La pieza de mayor formato presenta córtex en más del 50% de su superficie. Color uniforme, en algunas zonas interrumpido por vetas de color ocre pálido.
CTA 67	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	gris claro y bandas azul oscuro	bandeada	opaco	ATA'02, L19-54, N17-238	-	
CTA 68	a	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'02, M22-520, N21-498*, ATA'03, K20-540; ATA'05, O21-686; ATA'06, K20-42, O22-313*	REM5_3	
CTA 68	b	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris medio	Homog.	opaco	ATA'00, M14-66; ATA'01, L20-39; N12-120; ATA'03, K21-475; ATA'05, M21-1323; ATA'06, K21-208	-	Las tonalidades más oscuras se concentran hacia el interior de las piezas; hacia el exterior, más cercano al córtex, el color se torna más pálido.
CTA 69	a	Subrednd.	fluvial	-	SI	-	-	-	-	Regular	Media	gris	-	opaco	ATA'02, L20-332; ATA'03, L21-285; N22-371; ATA'05, L21-574; ATA'06, M22-409	-	
CTA 69	b	Subrednd.	fluvial	-	-	SI	-	-	-	Regular	Media	grisáceo	-	opaco	ATA'03, N21-23; N21-53; ATA'05, L21-639	-	
CTA 70	-	-	conglom.	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris azulado	-	opaco	ATA'00, N15-143*, N16-58*; ATA'01, N13-28; ATA'02, M19-700; ATA'03, L20-711, L22-10, N20-55; ATA'04, K20-111, K22-281; ATA'05, L21-95, N21-1038	REM2_1	Granulometría variable, con grandes cristales (redondeados) de color granate y vetas ámbar.
CTA 71	-	Indet	fluvi. desarr.	-	-	leve	SI	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris azulado	-	opaco	ATA'01, K11-35; ATA'03, N21-499; ATA'04, M20-257	-	
CTA 72	-	-	fluvi. desarr.	-	SI	-	-	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	granate oscuro	-	opaco	ATA'01, O17-107; ATA'03, N22-293*, N22-295, N22-555; ATA'05, O21-3*	REM1_4	

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 73	-	Redond.	fluv./conglom.	-	-	leve	-	-	-	Regular	Gruesa(-1mm)	pardo con motas granates	moteada	opaco	ATA 01, L20-96*, N13-417; ATA 02, L20-169, M19-215*, F12-4; ATA 04, L21-31; ATA 05, N21-1606	REM2_35	Inclusiones de granos granates (Fe ?)
CTA 74	-	Redond.	fluv./conglom.	-	SI	SI	leve	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris verdoso con banda granate	bandeada	opaco	ATA 93, I16-251; ATA 05, O21-123; ATA 06, K21-89	-	Velas y oxidación Fe (hemalite en los planos)
CTA 75	-	Indet	fluvial	-	-	-	-	-	-	Regular	Fine(-1mm)	gris pálido	Homog.	opaco	ATA 01, K21-2, K21-80, N15-14*, N15-15*, N15-116*, I21-151; ATA 02, N13-40*, ATA 04, K22-311; ATA 05, N21-327, N21-1148; ATA 06, O21-35	-	-
CTA 76	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	gris azulado	Homog.	opaco	ATA 01, M12-64; ATA 04, N22-113; ATA 05, O21-557	-	-
CTA 77	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris verdoso	bandeada	opaco	ATA 04, L22-152, N22-365; ATA 06, J20-27	-	-
CTA 78	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris claro	bandeada	-	ATA 01, K20-180, K21-276; N16-479	-	-
CTA 79	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA 99, N12-38; ATA 01, L11-38; ATA 02, M11-76; ATA 06, K20-32	-	Color uniforme con granos de cuarzo en superficie.
CTA 80	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris blanquecino	Homog.	opaco	ATA 06, O22-238, O22-259	-	-
CTA 81	-	Subangl.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris morado	bandeada	-	ATA 01, K21-146; ATA 02, K21-396	-	-
CTA 82	-	Subangl.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Fine(-1mm)	ocre verdoso	Homog.	opaco	ATA 99, J12-54, K11-63; ATA 01, K21-176; ATA 02, L20-343; L20-148, L22-319; ATA 04, M20-430; ATA 05, N22-25	-	Las piezas de mayor tamaño son las que presentan córtex.
CTA 83	-	Subrednd.	fluvial	canto	-	-	SI	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	ocre claro	Homog.	opaco	ATA 00, I19-33; J16-77; ATA 02, K21-278, L22-90, M20-341; ATA 03, K21-31, L20-893; ATA 04, K22-51; ATA 05, J22-8, L21-839, O21-40, O21-440	-	-
CTA 84	-	Subangl.	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fine(-1mm)	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA 01, L20-40; ATA 02, K21-132, M18-248, N21-311, O20-63; ATA 03, L20-61, L20-462, L21-161, M20-354, O19-66; ATA 04, K20-140, K21-484, K22-502, L21-408, L22-321; ATA 05, N21-870, N22-51; ATA 06, N22-147, N22-214, N22-81	-	-
CTA 85	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris verdoso	moteada	opaco	ATA 01, J15-7; ATA 02, L20-58, J20-59, L20-22, M22-173, N22-146; ATA 06, J20-23	-	-
CTA 86	-	Subrednd.	-	-	-	-	leve	-	-	Regular	Fine(-1mm)	gris marrón oscuro	Homog.	opaco	ATA 00, I10-52; ATA 02, L20-123	-	El color más oscuro se encuentra bajo la banda de lixiviación bajo el córtex.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEJ	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 87	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris	Homog.	opaco	ATA'00, M12-141; ATA'01, M13-173, N12-251; ATA'02, L22-175, N14-30; ATA'03, K20-129, L20-375, N21-575; N22-48; ATA'05, L21-1607; ATA'06, L20-282, L21-332, L22-269	-	Algunas piezas muestran una "especie" de alteración en uno de sus extremos, tornándose el color más claro.
CTA 88	-	Indet	fluvial	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris azulado	Homog.	opaco	ATA'98, L22-9; ATA'99, M11-6, H10-63; ATA'00, N15-121; ATA'01, J21-22*, J21-85*; ATA'02, K11-13, K20-832; ATA'04, O20-178; ATA'05, M21-1680, M22-342	REM1_2	Córtex con conos herizianos de tracción.
CTA 89	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'02, O19-23; ATA'04, L22-33; ATA'05, I20-63	-	-
CTA 90	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	ocre amarillado	Homog.	opaco	ATA'02, N12-48, O20-382*; ATA'03, N22-45, O20-219*; O20-236*, N22-382*	REM2_32 / REM4_2	Algunas piezas muestran una fina veta de cuarzo.
CTA 91	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris claro	Homog.	opaco	ATA'93, I18-19; ATA'02, N18-152, O18-71; ATA'03, M22-29, O19-106; ATA'04, K21-458, L22-141, O20-5; ATA'05, N22-245; ATA'06, M22-203, N22-25	-	-
CTA 92	-	Subrednd.	fluvial	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris amarillado	Homog.	opaco	ATA'99, H11-41; ATA'00, J11-152	-	-
CTA 93	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	ocre amarillento	Homog.	opaco	ATA'03, L21-468; ATA'04, M21-171, N20-115; ATA'05, M21-1052, M21-1687	-	Dos de las piezas muestran un plano interno de impureza (violeta)
CTA 94	-	Subrednd.	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris oscuro-claro	bandeada	opaco	ATA'04, K22-306; ATA'06, L22-346	-	Ambas piezas son lascas de formato medio y grande, con la cara dorsal completamente cortical
CTA 95	-	Redond.	fluvial	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris oscuro-negro	Homog.	opaco	ATA'93, I18-62; ATA'99, I11-111; ATA'05, J21-181, K21-371, L21-217, O20-126; ATA'06, N19-19	REM2_20- REM3_12 / REM4_11	-
CTA 96	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'01, N16-190; ATA'02, M22-489, N19-291; ATA'03, L21-267, L21-432; ATA'04, N21-367, N21-566; ATA'05, J18-18, O21-542, M19-17*, M19-18*; ATA'06, L21-290, M22-337	REM3_2	-
CTA 97	-	Indet	-	div plano	-	-	-	-	-	Excelente	Muy fina	gris marrón oscuro, manchas violetas	Homog.	opaco	ATA'00, N13-211*; ATA'02, M22-432, N18-368, O19-78, N18-155*; ATA'03, L21-275, M21-113, N20-804, N22-336, O19-384; ATA'04, M20-665	REM3_21	Pocos soportes muestran córtex. Diversas impurezas condicionan la fractura de talla.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 98	-	Redond.	-	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	negro	Homog.	opaco	ATA 02, N21-218; ATA04, N20-61, L20-343*; ATA06, L21-27*, L22-180	REM3_23	-
CTA 99	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA 05; K21-390, L21-1527, M21-1000, M21-1433, N20-11	-	-
CTA 100	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fine(-1mm)	anaranjado, vetas granates	bandeada	opaco	ATA 00, F12-5, N15-25, N15-324; ATA01, L14-60, N14-49; N14-59; ATA02, K18-95; ATA03, M19-119*; ATA 04, N20-506*; ATA05, N21-586	REM4_9	Los soportes son, en su mayoría, de tamaño medio. Granulometría muy fina. Color uniforme, sin manchas distintivas.
CTA 101	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris	Homog.	opaco	ATA 04, L20-22, M21-530, N22-57; ATA 05, L21-379, L21-353, M21-833, O20-152	-	-
CTA 102	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA 99, H11-57; ATA02, J19-9, N18-659, N19-203; ATA 03, M20-383, N19-361; ATA 04, N19-236	-	Una de las piezas muestra una fina veta interna (ATA04, N19-236)
CTA 103	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Muy fina	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA 99, N14-16; ATA00, J12-23; ATA02, J19-15, L20-172, L21-535; ATA03, N20-78; ATA04, K18-24; ATA05, O21-873	-	-
CTA 104	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Excelente	Muy fina	negro	Homog.	opaco	ATA 00, N18-811; ATA01, O17-35; ATA02, M12-68, M20-750, N18-342, N19-526, N21-318, O21-247, N18-696*, N18-691*; ATA 03, N21-457; ATA04, N22-243; ATA05, N21-105, N21-319, N21-496*, N21-505*; ATA06, O17-2, O21-5	REM2_27 / REM3_14	-
CTA 105	-	Subrednd.	fluviat	canto	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	azul anaranjado	Homog.	opaco	ATA 00, N14-31; ATA 01, M13-74, N15-24; ATA02, N13-52, N18-596; ATA 05, L21-1565	-	Color homogéneo con córtex más blanquecino. Córtex presente en la cara dorsal y en la talonar.
CTA 106	-	Redond.	fluviat	canto	-	-	-	-	-	Medio-baja	Gruesa(+1mm)	amarillento, manchas rojizas	moteada	translúc.	ATA 02, N18-726; ATA05, L21-1051, M21-201, M21-878	-	Canto de tamaño pequeño-medio, la pieza ATA05, L21-1051 muestra córtex en puntos opuestos.
CTA 107	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA 02, L20-1, L20-57, N18-343; ATA 04, O21-70	-	-
CTA 108	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Muy fina	negro	moteada	opaco	ATA 99, J16-57, J17-31; ATA 00, N15-81, O16-11; ATA 01, N15-53, N17-330, O17-72, O17-93; ATA02, L22-87, M18-336; ATA 05, O21-84	-	-
CTA 109	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena-muy buena	Media	gris	moteada	opaco	ATA 02, N19-496, N19-600	-	-

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 110	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris granate	Homog.	opaco	ATA'02, L20-651, M20-335, O19-105; ATA'03, M20-293, N21-379; ATA'06, L20-295	-	
CTA 111	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA'05, I19-4, ATA'06, N20-6	-	
CTA 112	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	gris verdoso claro	moteada	opaco	ATA'99, L22-14; ATA'02, O20-103, L20-394*; ATA'03, N22-153; ATA'04, N22-187*, N21-620; ATA'05, I21-331, L21-1172	REM2_31	
CTA 113	-	Subangl.	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris oscuro-negro	Homog.	opaco	ATA'05, N21-30, N21-40, N21-922	-	Las piezas que componen este grupo presentan una veta rojiza con de posible ox Fe que las cruza sagitalmente, con cristales más grandes y disolución en forma de orificios.
CTA 114	-	Indet	-	-	SI	-	-	-	-	Medio-baja	Gruesa(+1mm)	gris granate	Homog.	opaco	ATA'04, M19-101, N19-153, N21-495	-	Varias piezas con fractura si ret
CTA 115	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena-excelente	Muy fina	gris granate muy oscuro	Homog.	opaco	ATA'98, N17-48; ATA'01, L17-16, N21-5; ATA'02, N20-440; ATA'04, K21-234, M20-557, N21-606, N22-1	-	
CTA 116	-	Indet	fluviol	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	gris aculado claro	Homog.	opaco	ATA'04, K22-523; ATA'06, L20-174	-	
CTA 117	-	Subrechd.	fluviol	canto	-	SI	-	-	-	Excelente	Muy fina	negro intenso	bandeada	opaco	ATA'03, M20-278, N21-12; ATA'04, L21-272; ATA'05, L22-322	-	En la superficie de las piezas se distingue una distribución bandeada de color, siendo el negro más intenso en unas bandas que en otras.
CTA 118	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'03, M22-26; ATA'04, L22-738	-	El córtex es blanquecino
CTA 119	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	granate-gris verdoso	bandeada	opaco	ATA'03, I10-63; ATA'04, M19-107, L21-670*, L21-689*; ATA'05, N20-42; ATA'06, N22-72	REM3_4	Los colores granate y verdoso se localizan en bandas más o menos paralelas al córtex hacia el interior del soporte
CTA 120	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Gruesa(+1mm)	gris moteado	Homog.	opaco	ATA'02, K19-6, M22-285, N21-274, N21-329; ATA'03, I20-75, I21-157; ATA'05, O21-731; ATA'06, M20-76	-	Las piezas muestran un moteado oscuro (violeta-negro) en su superficie, en ocasiones formando bandas
CTA 121	-	Indet	fluviol	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	gris oscuro-negro	Homog.	opaco	ATA'98, N13-28; ATA'99, I12-42; ATA'00, N16-33; ATA'01, I20-243, L20-93; ATA'02, K13-1, N17-166; N19-371; ATA'03, L20-490, O19-276; ATA'06, I20-35, M22-8	-	
CTA 122	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris rojizo (sutil)	Homog.	opaco	ATA'02, M22-168, N21-382; M20-122*, I20-143*, N20-159*; ATA'03, N22-269	REM2_28	Piezas de pequeño formato

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLIN CRIST	APT.D. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
CTA 123	-	Subrednd.	fluvial	canto	-	-	SI	-	-	Buena	Gruesa(+1mm)	gris marronoso oscuro	Homog.	opaco	ATA '99, H11-44, J14-18; ATA '01, K21-263; ATA'02, N18-356, N18-497, N18-756, N20-457, N21-270; ATA '03, M20-25, N20-575; N21-522, O22-31; ATA'06, K20-166	-	
CTA 124	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	gris verdoso	Homog.	opaco	ATA'02, M19-812, N14-14, N20-110; ATA'04, J20-158, L20-141	-	
CTA 125	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Regular	Media	gris claro pálido	Homog.	opaco	ATA '01, N13-134*, N13-229; ATA'03, L20-868, L21-328; ATA'04, L20-796; O20-233; ATA'06, J20-43, O22-113, O22-308	REM6_1	Muestran una franja/veta de color más oscuro bajo el córtex; después la tonalidad se aclara.
CTA 126	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	Fina(-1mm)	gris claro	Homog.	opaco	ATA '04, K22-206, K22-256, M21-345; ATA'05, J21-500, L22-343, N22-4; ATA'06, M22-526	-	Piezas de medio y gran formato; algunos planos muestran una "escamación" de la materia, probablemente resultado de la misma actividad de talla
CTA 127	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Fina(-1mm)	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA '05, J21-504, L21-1628; L22-137, M21-489; M21-814, O20-114	-	
CTA 128	-	Indet	-	-	-	-	-	-	-	Buena	Media	gris oscuro	Homog.	opaco	ATA '00, L13-55, N14-46, N15-381; ATA'01, M12-64, M13-29, N13-207, N16-479	-	Color uniforme con presencia de granos de cuarzo.
SCRT 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Muy buena	-	grisáceo	-	opaco	ATA '04, M21-407*, M21-942; ATA'05, O21-473*	REM2_38	Superficie de color blanco grisáceo, homogénea. Las plataformas de percusión reducidas demuestran su muy buena aptitud para la talla. La concreción muestra algunas manchas de manganeso que no afectan a las piezas
SCRT 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA '05, N21-526; ATA'06, M22-80	-	
SCRT 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Excelente	-	blanco con manchas gris	-	opaco	ATA '04, J20-198*, ATA'06, O22-121*	REM5_5	El color blanco es uniforme mientras que las manchas se presentan de forma pseudo-circular, más o menos próximas entre ellas, y de aprox. 0,7-1 cm de diámetro. El córtex es redondeado, sin ángulos destacables, y presenta una tonalidad naranja-rosácea.

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR.	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLINIS CRIST	APTD. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REMI	OBSERVACIONES
SCRT 4	-	-	-	-	-	-	-	SI	-	Muy buena	-	blanco amarillento	-	opaco	ATA 04, K22-14*, ATA06, NZ2-40*	REM2_39	El color blanco se ve matizado por una cierta tonalidad ocre-amarillenta. La pátina presenta puntos y marcas de óxido de manganeso. Coincidiendo con el borde de las piezas que presentan cortex, se identifica una línea de perfil gris, con cierta granulometría, y sin aparente pátina. El córtex es anaranjado.
SCRT 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 02, O18-122; ATA04, NZ0-212	-	-
SCRT 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 02, M19-917, O20-301, O20-381; ATA03, L22-441, M20-251, NZ2-513; ATA04, L22-81, L22-150, L22-532; ATA 06, NZ2-200	-	-
SCRT 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco grisáceo	bandeada	opaco	ATA 05, M22-74, M22-79*, ATA 06, M22-829*	REM2_40	Las piezas muestran un dominante color blanco con bandas que cruzan totalmente las piezas de un color gris claro. Granulometría fina que pasa a muy fina en las bandas más grises. No hay presencia de cortex pero si de una superficie más alterada que podría corresponder a la capa exterior o sub-exterior del nódulo.
SCRT 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 04, NZ0-25; ATA 05, O21-876	-	-
SCRT 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco amarillento	bandeada	opaco	ATA 03, L20-963*, O19-188*	REM4_14	El color blanco se torna más amarillento hacia la parte externa de las piezas, con una marcada línea más oscura que marcaría el inicio del córtex. El córtex es anguloso, de un ocre intenso.
SCRT 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco con manchas gris	-	opaco	ATA 03, L20-491*, NZ2-102*	REM2_37	Las piezas son blancas con pequeñas manchas grises, de apenas unos 2-3 mm, muy espaciadas entre sí.
SCRT 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA 03, O20-13; ATA04, NZ1-459	-	-

GMP	UMP	SOPOR.	CORTEX	TIP SOPOR	OX FE	RUBEF	LIXIV	OX MANG	PLUS CRIST	APTD. TALLA	GRANUMT.	COLOR	DISTRIB.	TRNSP.	PIEZAS	REM	OBSERVACIONES
SCRT 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco moteado	Homog.	opaco	ATA'02, M22-185*, ATA'05, N21-1356*	REM3_24	El color blanco se ve salpicado por motas grisáceas y amarillentas, de manera homogénea por toda la superficie. La faceta lateral, el filo izquierdo y el extremo distal muestran unas manchas amarillentas. En el centro de la cara ventral existe una gran mancha grisácea.
SCRT 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco y gris	bandeada	opaco	ATA'02, L21-415*, N21-150*	REM4_13	La cara dorsal muestra córtex en su totalidad a excepción de varias series en la zona proximal y un negativo, con retoque inverso, en el flanco derecho. La cara ventral muestra color blanco en la zona proximal que se torna gris hacia la mitad de la pieza y con una mancha "acebrada" blanca y gris en su tercio distal.
SCRT 14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	blanco y gris	-	opaco	ATA'02, M20-434*, ATA'04, L21-420*, ATA'06, J19-23*	REM6_3	No presenta una muy buena aptitud para la talla. Se presentan astillamientos y planos aparentemente de fractura. Diversas manchas grises salpican tanto la cara dorsal como la ventral.
SCRT 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA'99, N13-17, ATA'00, K20-34	-	-
SCRT 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA'02, N21-9, N21-10, N21-11	-	-
SCRT 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ATA'03, L20-629, ATA'05, L21-146	-	-

