

Las sociedades prehistóricas (del Paleolítico medio al Neolítico final) en la Cueva de Ardales y Sima de las Palomas de Teba (Málaga, España)

Estudio geoarqueológico,
cronológico y medioambiental

Editores científicos:
José Ramos Muñoz,
Gerd-Christian Weniger



Este libro ha superado un proceso de evaluación ciega y por pares

Primera edición: 2023

Eedita: Editorial UCA
Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz
c/ Doctor Marañón, 3; 11002 Cádiz (Spain)
publicaciones.uca.es
publicaciones@uca.es

© de la presente edición, Editorial UCA, 2023

© del contenido, los autores, 2023

Maquetación: Gestión Gráfica



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional

e-ISBN: 978-84-9828-914-5



Licencia pública de *Creative Commons*

Reconocimiento- No comercial- Sin obra derivada (BY-NC-ND)

Usted puede descargar nuestra publicación y compartirla con otros usuarios, pero no está autorizado a modificar su contenido de ninguna manera ni a utilizarlo para fines comerciales. Los autores de la obra y Editorial UCA deben ser claramente identificados como propietarios de los derechos de autor de la publicación original. Cualquier utilización comercial del contenido de esta publicación así como la reutilización o adaptación del mismo, incluyendo la utilización de partes de este o traducciones necesitará la autorización por escrito de los propietarios de los derechos de autor afectados.

**Las sociedades prehistóricas
(del Paleolítico medio al Neolítico final)
en la Cueva de Ardales
y Sima de las Palomas de Teba
(Málaga, España)**

Estudio geoarqueológico, cronológico y medioambiental

Editores científicos:

José Ramos Muñoz,
Gerd-Christian Weniger



Ilustrísimo Ayuntamiento
de la Villa de Ardales



Excelentísimo Ayuntamiento
de la Villa de Teba

Editorial  UCA
Universidad de Cádiz

2023

Investigadores

Jorge Angás Pajas
Rafael Ángel Maqueda
Salvador Bailón
Manuel Bea Martínez
Serafín Becerra Martín
Alejandro Beltrán Ruiz
Julia Blumenröther
Viviane Bolín
Adriá Breu Barcons
Pedro Cantalejo Duarte
Juan Jesús Cantillo Duarte
Ignacio Clemente-Conte
Hipólito Collado Giraldo
Salvador Domínguez-Bella
Juan José Durán Valsero
Sergio Raúl Durán Laforet
María del Mar Espejo Herrerías
Diego Fernández Sánchez
Marcos García Díez
María José Gil García
María Leticia Gómez Sánchez
Wofgang Haak
Dirk Hoffmann
Álvaro Ibero Osorio
Martin Kehl
Trine Kellberg-Nielsen
Jennifer A. Leonard
Rafael Marquina Blasco
Andy Milton
Eduardo Molina-Piernas
Raquel Morales García
Adolfo Moreno Márquez
Taylor Otto
Alfonso Palomo Laburu
Andreas Pastoors
Paul Pettitt
Alistair Pike
África Pitarch Martí
José Luis Ramírez-Amador
Pablo Ramos-García
José Ramos Muñoz
Janet Rethemeyer
José Antonio Riquelme Cantal
Pedro A. Robledo Ardila
Juan Rofes
Miriam Rotgänger
Blanca Ruiz Zapata
Antonio Sánchez Marco
Víctor Smith Fernández
Christopher Standish
Yvonne Tafelmaier
Paloma Uzquiano Ollero
Eduardo Vijande Vila
Vanessa Villalba-Mouco
Yucheng Wang
Gerd-Christian Weniger
Simon Werner
João Zilhão

Índice

Introducción. Datos administrativos y desarrollo de un PGI.....	9
<i>José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
Equipo interdisciplinar y colaboración institucional internacional	15
<i>José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
PARTE I. CUEVA DE ARDALES	
I.1. Situación geográfica y descripción de la cavidad	23
<i>Pedro Cantalejo Duarte, José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
I.2. La Cueva de Ardales: enmarque geológico y génesis de la cavidad.....	29
<i>Juan José Durán Valsero, Sergio Raúl Durán Laforet, Raquel Morales García y Pedro A. Robledo Ardila</i>	
I.3. Sucinto balance historiográfico de las investigaciones desarrolladas en Cueva de Ardales	41
<i>Pedro Cantalejo Duarte, María del Mar Espejo Herrerías, José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
I.4. Objetivos solicitados en el PGI para la Cueva de Ardales.....	47
<i>José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger y Pedro Cantalejo Duarte</i>	
I.5. Resultados de las excavaciones arqueológicas realizadas en Cueva de Ardales. Campañas de 2015 a 2018. Estratigrafía y cronología	53
<i>José Ramos-Muñoz, Gerd-Christian Weniger, Pedro Cantalejo Duarte, Martin Kehl, Janet Rethemeyer, Miriam Rotgänger, Taylor Otto, Julia Blumenröther, Trine Kellberg-Nielsen, Viviane Bolin, María del Mar Espejo Herrerías, Diego Fernández Sánchez, Adolfo Moreno Márquez, Eduardo Vijande Vila, Serafín Becerra Martín, Andreas Pastoors e Yvonne Tafelmaier</i>	
I.6. Estudios y analíticas	77
<i>José Ramos Muñoz, Gerd-Chritian Weniger y Pedro Cantalejo Duarte</i>	
I.6.1. Micromorfología. Investigaciones 2015-2018 en Cueva de Ardales.....	79
<i>Martin Kehl</i>	
I.6.2. Estudio de las secuencias polínicas de Cueva de Ardales.....	89
<i>Blanca Ruiz Zapata y María José Gil García</i>	
I.6.3. Cueva de Ardales. Resultados antracológicos	99
<i>Paloma Uzquiano</i>	
I.6.4. El Paleolítico de la Cueva de Ardales. La fauna de mamíferos	109
<i>José Antonio Riquelme Cantal y Alejandro Beltrán Ruiz</i>	
I.6.5. Análisis de ADN en varias muestras óseas	119
<i>Jennifer A. Leonard</i>	

I.6.6. Los Micromamíferos de la Cueva de Ardales.....	121
<i>Juan Rofes</i>	
I.6.7. Estudio preliminar de los reptiles y anfibios de la Cueva de Ardales: Taxonomía e implicaciones paleoclimáticas y paleoecológicas.....	131
<i>Rafael Marquina-Blasco y Salvador Bailón</i>	
I.6.8. Estudio de los restos arqueomalacológicos de la Cueva de Ardales.....	153
<i>Juan Jesús Cantillo Duarte, Salvador Domínguez-Bella, Eduardo Molina-Piernas, Gerd-Christian Weniger, Pedro Cantalejo Duarte, Serafín Becerra Martín, Diego Fernández Sánchez, María Leticia Gómez Sánchez y José Ramos Muñoz</i>	
I.6.9. Rabilargo (<i>Cyanopica cooki</i> , Corvidae) y otras aves en el Paleolítico medio.....	171
<i>Antonio Sánchez Marco</i>	
I.6.10. Breve informe sobre el estado de las muestras de sedimentos de Ardales y el intento de obtención de ADN antiguo.....	177
<i>Yucheng Wang</i>	
I.6.11. Interpretación geoarqueológica y análisis arqueométrico de las materias primas líticas. Cueva de Ardales y yacimiento de Cucarra.....	181
<i>Salvador Domínguez-Bella, Serafín Becerra Martín, José Luis Ramírez-Amador, José Ramos Muñoz, Pedro Cantalejo Duarte, Gerd-Christian Weniger y Eduardo Molina-Piernas</i>	
I.6.12. Tecnología lítica tallada. Registro de las excavaciones en Galerías Bajas de Cueva de Ardales y Cucarra.....	205
<i>José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger, Pedro Cantalejo Duarte, Diego Fernández Sánchez, María del Mar Espejo Herrerías, Eduardo Vijande Vila, Serafín Becerra Martín, Yvonne Tafelmaier y María Leticia Gómez Sánchez</i>	
I.6.13. Análisis traceológico de una selección de restos líticos de Cueva de Ardales.....	241
<i>Ignacio Clemente Conte</i>	
I.6.14. Datación numérica por las series de uranio del arte rupestre de estilo paleolítico de la Cueva de Ardales.....	255
<i>Dirk Hoffmann, Marcos García-Diez, João Zilhão, Christopher Standish, Paul Pettitt, Andy Milton, Pedro Cantalejo Duarte, José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger y Alistair Pike</i>	
I.6.15. Estudio diacrónico sobre la explotación, transformación y uso de la materia colorante para la elaboración de arte Paleolítico en la Cueva de Ardales.....	275
<i>África Pitarch Martí</i>	
I.6.16. Notas preliminares del análisis biomolecular de una lámpara en la Cueva de Ardales.....	297
<i>Adrià Breu</i>	
I.6.17. Elementos de iluminación. Las lámparas paleolíticas y elementos relacionados con la exploración y el arte prehistórico de Cueva de Ardales.....	305
<i>Pedro Cantalejo Duarte, María del Mar Espejo Herrerías, José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
I.6.18. Valoración del arte arcaico de la Cueva de Ardales y su relación con el entorno artístico del sur de la península Ibérica.....	333
<i>Pedro Cantalejo Duarte, María del Mar Espejo Herrerías, José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	
I.6.19. Metodología de trabajo empleada en la documentación de las representaciones de manos paleolíticas de la Cueva de Ardales.....	365
<i>Hipólito Collado Giraldo, Jorge Angás Pajas y Manuel Bea Martínez</i>	
I.6.20. Galerías Altas de la Cueva de Ardales. Estructuras, productos arqueológicos y dataciones.....	375
<i>Pedro Cantalejo Duarte, María del Mar Espejo Herrerías, José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger y Serafín Becerra Martín</i>	

I.6.21. Estudio antropológico de restos óseos humanos procedentes de las Galerías Bajas y Galerías Altas de la Cueva de Ardales	391
<i>Alfonso Palomo Laburu, Víctor Manuel Smith Fernández y Rafael Ángel Maqueda</i>	
I.6.22. Restos dentarios obtenidos en niveles neolíticos de las excavaciones en las zonas 2 y 5 de la Cueva de Ardales	411
<i>Pablo Ramos García</i>	
I.6.23. Análisis genómico de los individuos de Cueva de Ardales.....	419
<i>Vanessa Villalba-Mouco y Wolfgang Haak</i>	
I.6.24. Fauna neolítica recuperada en las Galerías Bajas de Cueva de Ardales.....	425
<i>José Antonio Riquelme Cantal y Alejandro Beltrán Ruiz</i>	
I.6.25. Cerámicas prehistóricas de Cueva de Ardales.....	427
<i>José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger, Pedro Cantalejo Duarte, María del Mar Espejo Herrerías, Serafín Becerra Martín y Eduardo Vijande Vila</i>	
I.6.26. Fragmentos de cuerda trenzada anclada en una estalagmita de Cueva de Ardales.....	433
<i>Alistair Pike, Pedro Cantalejo Duarte, José Ramos Muñoz y Gerd-Christian Weniger</i>	

PARTE II. SIMA DE LAS PALOMAS

II.1. Situación geográfica de Sima de las Palomas, descripción del yacimiento e historia de la investigación.	439
<i>Gerd-Christian Weniger, José Ramos Muñoz, Serafín Becerra Martín e Yvonne Tafelmaier</i>	
II.2. Objetivos solicitados en el PGI. Campañas de 2015 a 2019	443
<i>Gerd-Christian Weniger y José Ramos Muñoz</i>	
II.3. Actividades arqueológicas de excavación (2015-2019).....	445
<i>Gerd-Christian Weniger, Yvonne Tafelmaier, José Ramos Muñoz, Serafín Becerra Martín, Eduardo Vijande Vila, Martin Kehl y Julia Blumenröther</i>	
II.4. Resultados de las excavaciones arqueológicas. Estratigrafía y cronología del yacimiento	451
<i>Gerd-Christian Weniger, Yvonne Tafelmaier y José Ramos Muñoz</i>	
II.5. Estudios y analíticas	461
II.5.1. Resultados de las dataciones radiométricas realizadas en Sima de las Palomas	461
<i>Gerd-Christian Weniger, Yvonne Tafelmaier y Janet Rethemeyer</i>	
II.5.2. Estudio de micromorfología de sedimentos de Sima de las Palomas	463
<i>Martin Kehl</i>	
II.5.3. Estudio de las secuencias polínicas de la Sima de las Palomas	475
<i>Blanca Ruiz Zapata y María José Gil García</i>	
II.5.4. Resultados antracológicos de Sima de las Palomas.....	481
<i>Paloma Uzquiano</i>	
II.5.5 La fauna de mamíferos de la Sima de las Palomas de Teba.....	487
<i>José Antonio Riquelme Cantal y Alejandro Beltrán Ruiz</i>	
II.5.6. Los Micromamíferos de la Sima de las Palomas de Teba. Campañas 2015-2019	493
<i>Juan Rofes</i>	

II.5.7. Anfibios y reptiles de la Sima de las Palomas de Teba (Málaga, España).....	501
<i>Salvador Bailon y Rafael Marquina Blasco</i>	
II.5.8. Estudio de los restos arqueomalacológicos de Sima de las Palomas	503
<i>Juan Jesús Cantillo Duarte</i>	
II.5.9. Interpretación geoarqueológica y análisis arqueométrico de las materias primas líticas	517
<i>Salvador Domínguez-Bella, Serafín Becerra Martín, José Luis Ramírez-Amador, José Ramos Muñoz y Eduardo Molina-Piernas</i>	
II.5.10. Tecnología de la lítica tallada	533
<i>Yvonne Tafelmaier y Gerd-Christian Weniger</i>	
II.5.11. Traceología aplicada a los materiales del Paleolítico medio de Sima de las Palomas	539
<i>Ignacio Clemente Conte</i>	
II.5.12. Estudios de la cerámica de Sima de las Palomas	547
<i>Serafín Becerra Martín y Simon Werner</i>	

PARTE III

III.1. Resumen de la ocupación humana de Cueva de Ardales	555
<i>José Ramos Muñoz, Gerd-Christian Weniger y Pedro Cantalejo Duarte</i>	
II.6. Resumen de la ocupación humana de Sima de las Palomas	567
<i>Gerd-Christian Weniger, Yvonne Tafelmaier y José Ramos Muñoz</i>	
Bibliografía	571
Relación de Figuras. Cueva de Ardales.....	681
Relación de Figuras. Sima de las Palomas.....	705
Relación de autores y filiación	713
Agradecimientos.....	723
Apéndice I. Cueva de Ardales	727
Apéndice II. Sima de Las Palomas	879

I.6.14. Datación numérica por la serie de uranio del arte rupestre del estilo paleolítico de la Cueva de Ardales

DIRK HOFFMANN, MARCOS GARCÍA-DIEZ, JOÃO ZILHÃO,
CHRISTOPHER STANDISH, PAUL PETTITT, ANDY MILTON,
PEDRO CANTALEJO DUARTE, JOSÉ RAMOS MUÑOZ,
GERD-CHRISTIAN WENIGER Y ALISTAIR PIKE

I.6.14.1. INTRODUCCIÓN

El estudio del origen del simbolismo gráfico es objeto de discusión científica. Se ha venido asumiendo que las capacidades y habilidades asociadas se vinculaban al hombre anatómicamente sapiens europeo y por ello se asumía que: (a) la fecha para su surgimiento se sitúa entre 40.000-35.000 años BP, (b) su presencia se relaciona con los inicios del Paleolítico superior inicial y (c) su desarrollo se entiende a partir de una concepción lineal evolucionista de las formas. Esta visión, propuesta desde los inicios de la disciplina de la arqueología prehistórica, implicaba que los primeros anatómicamente modernos europeos mostraban esta singularidad de especie.

En los últimos años se han descrito evidencias que demuestran el surgimiento del comportamiento gráfico asociado con poblaciones de anatomía arcaica que se han asignado a diferentes taxones lineanos como el *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis* y también se ha sugerido con los denisovanos. La evidencia actual demuestra la evidencia de motivos lineales en Asia desde aproximadamente hace 540.000 años (Trinil: Joordens *et al.*, 2015), en África desde al menos hace 270.000 (Wonderwerk: Bednarik y Beaumont, 2012) y en Europa desde al menos unos 300.000 años. Varios estudios han confirmado que la primera evidencia de nuevos significados dados a los elementos naturales a través de la actividad gráfica es anterior a la presencia del hombre anatómicamente moderno en Europa (García-Diez y Ochoa, 2020; García-Diez, 2022 a, 2022 b). Las evidencias gráficas vinculadas a los neandertales son cada vez más frecuentes, aunque siguen siendo limitadas en número.

El arte rupestre paleolítico es una de las evidencias arqueológicas que presenta especificidades asociadas a su datación (Ochoa *et al.*,

2020). Para la comprensión de este, así como de su contexto arqueológico asociado, es necesario poseer una cronología precisa y fiable.

En los últimos años se ha venido aplicando de manera relativamente extensiva la datación por radiocarbono con AMS, procedimiento que permite trabajar con muestras muy reducidas pero que requiere que la materia colorante utilizada contenga componentes orgánicos. Estas situaciones no son frecuentes si se tiene en cuenta la totalidad del arte rupestre conocido. Esto significaba que la mayoría de los motivos pintados en rojo y los grabados no podían fecharse. Incluso cuando se dispone de materia orgánica, la cantidad de muestra disponible aun así no siempre es suficiente y, cuando lo es, las cantidades extraídas son tan pequeñas que las problemáticas vinculadas a su tratamiento en laboratorio son complejas, haciendo por veces que los resultados obtenidos se deban interpretar con cautela.

La datación del arte rupestre conlleva otras problemáticas asociadas, ya que no se trata de evidencias arqueológicas «selladas» como los niveles arqueológicos. Estos últimos pueden ser datados de manera relativa debido a la superposición entre capas arqueológicas o al componente arqueológico y/o de fauna que contienen. Las limitaciones de aplicación al arte rupestre y las problemáticas de los métodos de datación por radiocarbono con AMS, han generado la necesidad de desarrollar protocolos de análisis que precisen el momento de realización de los motivos rupestres, dando origen a nuevos y, a veces, controvertidos procedimientos. El enfoque que presenta este trabajo se basa en la aplicación del desequilibrio de la serie del uranio a depósitos de calcita (tales como estalagmitas, estalactitas, veladuras, etc.) que cubren o se sitúan por debajo de pinturas o grabados rupestres, proporcionando una fecha máxima y/o mínima para el momento de su ejecución (Hoffmann *et al.*, 2016a; Pike *et al.*, 2017).

Los depósitos de calcita se forman por precipitación a partir de las aguas saturadas que penetran en las cuevas. Debido a la elevada presión de dióxido de carbono (CO_2) en los suelos, el agua percolada se enriquece de CO_2 generado por la respiración de las raíces de las plantas y la descomposición de la materia orgánica. Este enriquecimiento resulta en la producción de ácido carbónico, el cual, cuando el agua percolada altamente corrosiva entra en contacto con substratos rocosos carbonatados, causa la disolución del carbonato de calcio. Cuando el agua entra en la cavidad, el CO_2 disuelto en ella es liberado hacia la atmósfera subterránea y el agua goteante deviene supersaturada en relación a la calcita, precipitando el CaCO_3 . Este proceso se da en huecos dentro de las rocas, como los sistemas de cuevas, y causa la formación de los llamados espeleotemas (como estalagmitas, estalactitas y costras).

La fecha de formación de un espeleotema se puede determinar a través del método del desequilibrio de la serie del uranio. Aplicando este método, la determinación del momento de formación de un depósito de calcita situado sobre un motivo de arte rupestre genera una edad mínima para su ejecución, mientras que la determinación del momento de formación de un depósito sobre el que se pintó o grabó proporciona una edad máxima para el evento gráfico.

Además, en algunos casos es posible documentar un efecto «sándwich» y, en consecuencia, obtener fechas de depósitos de calcita situados por encima y por debajo de un mismo motivo, consiguiéndose definir aún más el momento de la realización gráfica.

Con anterioridad al inicio del proyecto en el que se inserta este trabajo (Pike *et al.*, 2012, 2017; García-Diez *et al.*, 2013, 2015; Hoffmann *et al.*, 2016a, 2016b), ha sido utilizado en un número limitado de situaciones: entre otros, Cueva de Covalanas (Bischoff *et al.*, 2003) y La Garma (González Sainz, 2003; Arias y Ontañón, 2008) en España; y Church Hole, Creswell Crags en Inglaterra (Pike *et al.*, 2005).

En este capítulo se presenta el trabajo realizado en relación a la toma de muestras en la cavidad de Ardales. Se hace una presentación del método y protocolo de muestreo, y se describen los puntos de muestreo, procediendo a una descripción de las zonas concretas aportando datos generales del motivo y del lugar exacto de las muestras. En relación a los resultados, se presenta una valoración de aquellos que tienen significación arqueológica.

I.6.14.2. EL MÉTODO DEL DESEQUILIBRIO DE LA SERIE DEL URANIO

El método del desequilibrio de la serie del uranio se basa en la desintegración radiactiva de radionucleidos presentes en tres cadenas de desintegración natural. Cada una se inicia por un nucleido actínido (^{238}U , ^{235}U y ^{232}Th) que presenta una vida media larga (todos tienen $T_{1/2} > 7 \times 10^8$ años) y que, finalmente, termina con diferentes isótopos estables del plomo.

Cuando se lleva a cabo la datación de espeleotemas, se produce en la cadena de desintegración del ^{238}U un primer momento de fraccionamiento elemental entre el Th y el U que se produce durante la disolución del substrato rocoso carbonatado. El diferente grado de solubilidad entre el uranio y su isótopo hijo de larga vida ^{230}Th implica que los precipitados de calcita (estalagmitas, estalactitas, costras estalagmíticas, etc.) contengan trazas de uranio, pero en teoría no de ^{230}Th .

Con el tiempo, la desintegración radiactiva del ^{230}U genera una acumulación interna de ^{230}Th , hasta que se alcanza el equilibrio ra-

diactivo, cuando todos los isótopos de la cadena están desintegrándose al mismo ritmo. La edad de precipitación de la calcita se calcula a partir del grado de desequilibrio (medido a partir del cociente de actividad de ^{230}Th y ^{238}U) y del cociente de actividad de los isótopos ^{234}U y ^{238}U . Debido a que diferentes procesos naturales pueden generar desequilibrio entre el ^{238}U y el ^{234}U , la edad de la muestra se calcula de forma iterativa a partir de la medición de los cocientes $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ y $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ (Ivanovich y Harmon, 1992).

Un problema adicional es la incorporación de detritus aportados por corrientes de aire o por goteo durante la precipitación de la calcita. Los sedimentos detríticos introducen U y Th, contaminando la muestra y provocando, generalmente, una sobrestimación de su edad real. La presencia del isótopo del torio común ^{232}Th indica la existencia de contaminación, pero hay diferentes métodos a través de los cuales su efecto puede ser controlado y obtener así una fecha corregida. El cociente de actividad $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ da una estimación del grado de contaminación detrítica: valores altos (>20) indican que el impacto de la contaminación sobre la fecha obtenida es escaso o nulo, y valores bajos (<20) indican la necesidad de una corrección significativa de la edad; para valores muy bajos (<5) el cálculo de la edad queda determinado por los modelos usados en la corrección de la contaminación detrítica. Para ello se recurre a dos estrategias de corrección. Para muestras con niveles bajos o moderados de contaminación ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}>5$) se procede a la corrección asumiendo (a) un cociente de actividad detrítica $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ de $1,250\pm 0,625$ (nótese el conservadurismo del error), típico de los silicatos de la parte superior de la corteza terrestre (Wedepohl, 1995), y (b) que el ^{230}Th y los isótopos del uranio están en equilibrio (es decir, $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}=1,0$ y $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}=1,0$).

Para muestras con niveles altos de detritus ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}<5$) una fecha obtenida a partir de este método no tendría utilidad, porque el error sería demasiado grande y, por ello, se intenta obtener un cociente detrítico $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ específico para cada muestra, ya sea midiéndolo directamente en los residuos insolubles (silicatos) de la calcita o en sedimentos lixiviados extraídos en las inmediaciones del punto de muestreo.

En todas las muestras presentadas aquí el cociente $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ es >5 , por lo que se ha empleado una corrección detrítica asumida. En consecuencia, la edad no corregida se ha visto reducida entre un 4,3 y un 7,5%, lo que habrá de valorarse teniendo en cuenta que, a 2σ , la incertidumbre de las edades corregidas varía entre 2,2 y 6,0%.

I.6.14.3. TOMA Y TRATAMIENTO DE MUESTRAS

Con el fin de tener la certeza de que se obtiene una edad mínima o máxima es absolutamente esencial hacer una correcta selección de las muestras, teniendo perfectamente clara la relación estratigráfica existente entre los depósitos de calcita y los motivos rupestres.

Para la cavidad de Ardales se realizó una inspección general y macroscópica con el fin de documentar los depósitos de calcita, inspeccionando con una lupa aquellos susceptibles de ser muestreados. Para la selección de los puntos de muestreo se consideró la calidad de la muestra (grado de cristalización y ausencia de detritus), una clara y evidente relación física (por encima o por debajo) entre el depósito de calcita y las manifestaciones gráficas, y la necesidad de recurrir a muestras muy pequeñas que garanticen la integridad del arte rupestre y que en ningún caso afecten a la materia colorante.

En aquellos casos de veladuras que cubrían motivos pintados, las muestras de calcita se obtuvieron mediante raspado con bisturí (se colocaba bajo la zona de extracción una bandeja de plástico sobre la que caía la muestra) hasta que se observaba con claridad el colorante, lo que ponía de manifiesto el límite hasta donde la acción de raspado podía llegar. Para capas gruesas de calcita (>2mm) a veces fue posible recoger más de una muestra en orden estratigráfico, con el objetivo de verificar que las fechas obtenidas representaran un orden secuencial, como sería de esperar. Cuando el colorante estaba por encima de los depósitos de calcita, la muestra fue obtenida por raspado o utilizando un pequeño taladro de mano, en un sector lo más cercano posible al motivo. Las muestras obtenidas en campo tenían un peso variable entre 10 y 100 mg.

En el laboratorio de la Universidad de Southampton las muestras fueron observadas mediante microscopía con el fin de eliminar las partículas de detritus evidentes, para posteriormente ser pesadas en una cubeta de Teflón. Se les añadió unas pocas gotas de agua milliQ 18M Ω y fueron disueltas mediante un añadido gradual de 7N HNO₃. Se les añadió una cantidad con coeficiente ²²⁹Th/²³⁶U conocido y se las dejó reposar unas horas para equilibrar. Posteriormente todo residuo insoluble fue eliminado por centrifugación. Las muestras en solución se secaron poniendo la cubeta sobre una placa calefactora. Cuando se encontraban casi secas se trataron con 100 μ l de 6N HCl y 55 μ l H₂O₂, y se dejaron secar completamente. Por último, las muestras se volvieron a disolver en 600 μ l de 6N HCl, quedando listas para las columnas de intercambio iónico.

El U y el Th fueron separados de la matriz de la muestra mediante cromatografía de intercambio iónico, utilizando el procedimiento en dos columnas basado en Hoffmann (2008). La primera columna

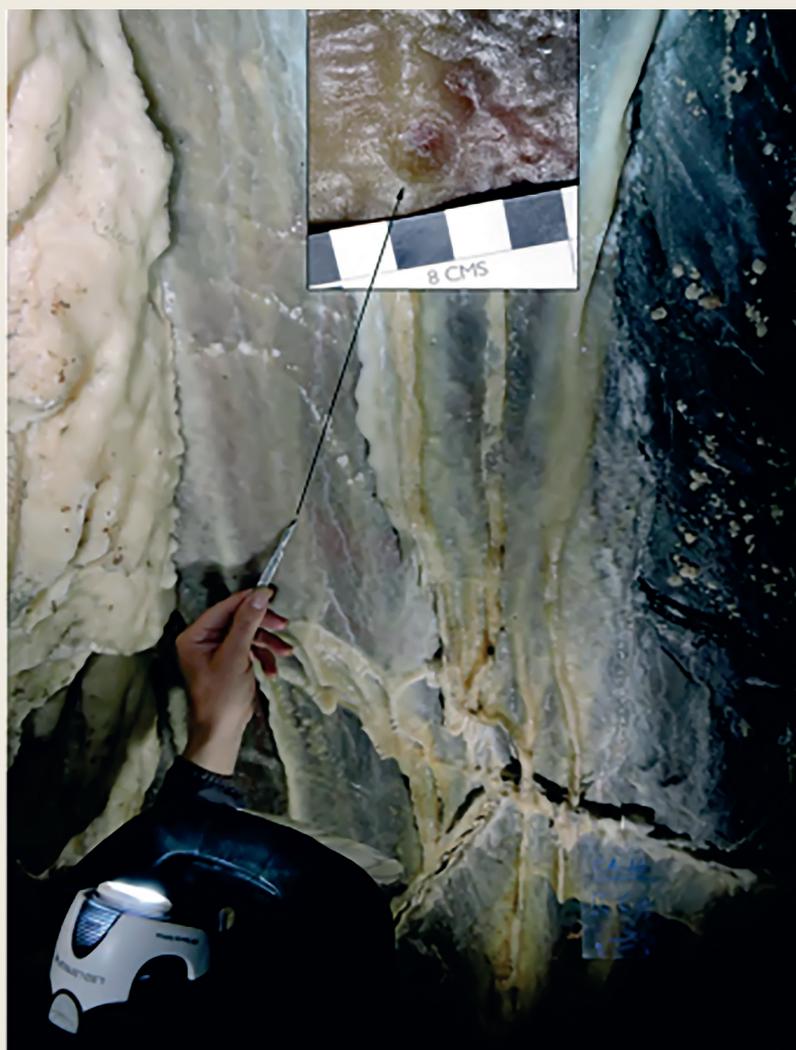


Figura I.6.14.1. ARD-1. Localización: II.C.4. Motivo 1. Edad mínima

separa el U del Th y la segunda purifica las dos fracciones. Se utilizaron 600µl de resina Bio Rad AG1×8 pre-lavada. Las muestras se introducen en la primera columna en 6N HCl. Como pasa directamente a través de la columna, la fracción Th es recogida de inmediato. El U es extraído a continuación utilizando como solvente 1N HBr seguido de agua 18MΩ. Después del secado, las dos fracciones se vuelven a disolver en 7N HNO₃ y, por separado, se pasan por la columna para purificación. La extracción del Th utiliza como solvente 6N HCl y la del U se hace con 1N HBr. Para que finalmente los extractos sean analizados, después de secos, vuelven a disolverse en 0,6N HCl.

Las mediciones de los isótopos del U y del Th se llevaron a cabo utilizando un espectrómetro de masas multicolector con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (MC-ICPMS) de modelo Thermo-Finnigan Neptune. Los posibles sesgos instrumentales (como



Figura I.6.14.2. ARD-2. Localización:
II.C.4. Motivo 3. Edad mínima

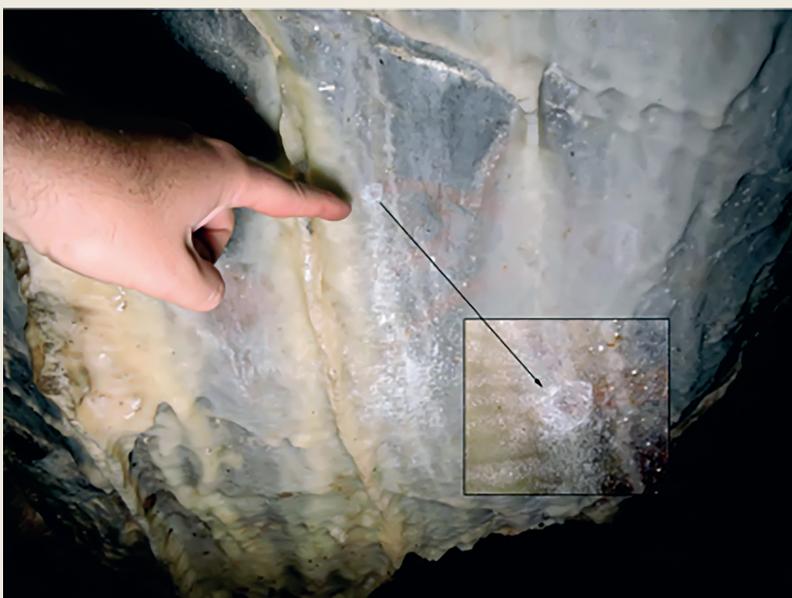


Figura I.6.14.3. ARD-3. Localización:
II.C.4. Motivo 5. Edad mínima

los efectos del fraccionamiento de masa) fueron evaluados y corregidos mediante muestras-estándar. Las soluciones del U y el Th fueron medidas por separado. Para la medición de los isótopos del U se utilizó NBL-112a como estándar del U, y para la de los isótopos del Th una solución estándar de ^{229}Th - ^{230}Th - ^{232}Th de fabricación propia. Más detalles de los procedimientos de MC-ICPMS utilizados en el laboratorio pueden consultarse en Hoffmann *et al.*, (2007) y Hoffmann (2008). El procedimiento de datación de espeleotemas por la serie del U se describe con detalle en Scholz y Hoffmann (2008).



Figura I.6.14.4. ARD-4. Localización:
II.C.4. Motivo 5. Edad mínima

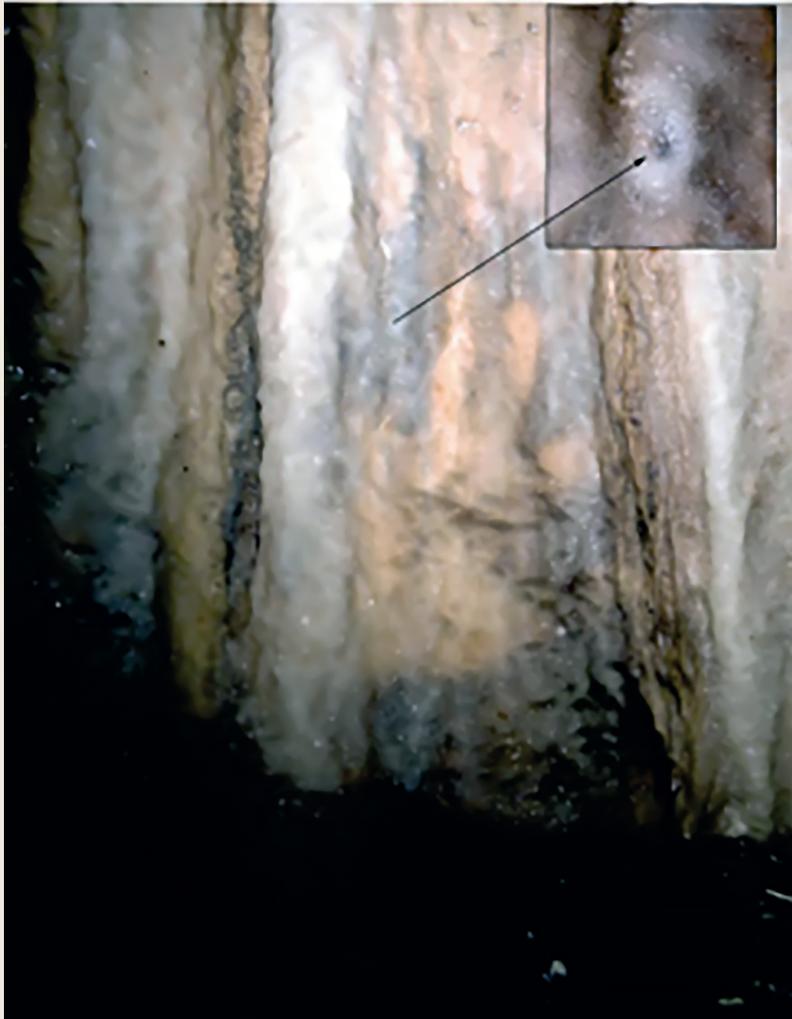


Figura I.6.14.5. ARD-5. Localización:
II.C.14. Motivo 5. Edad mínima



Figura I.6.14.6. ARD-6-7-8-9-10.
Localización: II.C.8. Motivo 5. Edades
mínimas: ARD-8: 32.350 ± 270 años.
ARD-9: 32.330 ± 230 años. Edades
máximas: ARD-6: 62.970 ± 690 años.
ARD-7: 87.800 ± 780 años. ARD-10:
 63.330 ± 820 años

Aspectos generales y específicos en relación a los procesos de selección, toma y análisis de muestras para serie de uranio y su aplicación al arte rupestre pueden consultarse en Hoffmann *et al.*, (2016a) y Pike *et al.*, (2017).

I.6.14.4. PUNTOS DE MUESTREO Y RESULTADOS ASOCIADOS

A continuación, se indican los puntos de muestreo, con referencia al panel y al motivo y adjuntando una imagen general del motivo y del punto de localización concreta de la toma de muestra, edades mínimas y máximas de las mismas (**Figuras I.6.14.1. a I.6.14.23**). Ver **Tabla I.6.14.1.** con resultados de las muestras y **Figura I.6.14.24**, con plano con la situación geográfica en la cavidad:



Figura I.6.14.7. ARD-11. Localización: II.A.4. Edad mínima

I.6.14.5. VALORACIÓN

Los trabajos vinculados al muestreo de calcita asociada al arte rupestre de la Cueva de Ardales han permitido emprender la retirada de calcita en 36 puntos, asociados, más allá de la cuerda, a diferentes motivos gráficos. En la actualidad aún se está a la espera de algunos resultados. En varios casos la muestra de calcita (según se profundizaba en el muestreo) fue separada en diferentes submuestras a fin de poder emprender varias dataciones del mismo punto atendiendo a un orden estratigráfico, lo que permitiría reconocer una o varias fases de formación calcítica, además de poder certificar la mayor calidad del resultado.

Las muestras se asocian principalmente a motivos formalmente muy sencillos (puntos, discos o acumulaciones de color rojizo aplicadas o proyectadas sobre el soporte). Además, unas pocas muestras se

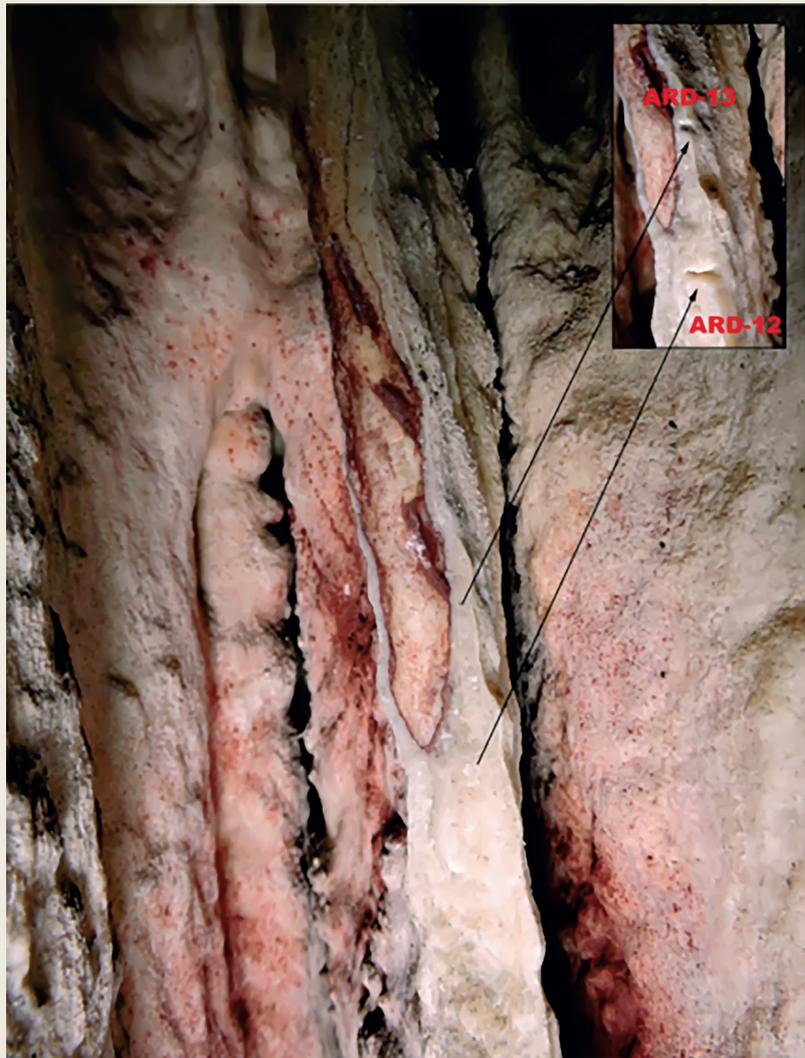


Figura I.6.14.8. ARD-12-13. Localización:
 II.A.3. Edades mínimas. ARD-12A:
 46.410±590 años. ARD-12A bis:
 46.200±600 años. ARD-12B: 42.630±600
 años. ARD-12C: 42.650+2.500-2.340 años.
 ARD-12D: 43.790+1.930-1.840 años.
 ARD-13A: 47.130+560-570 años.
 ARD-13B: 68.130+2.960-2.620 años

asocian a formas figurativas animales y en un caso a una mano negra en negativo.

Los resultados obtenidos hasta el momento (Hoffmann *et al.*, 2018a, 2018b; 2018c, 2019, 2020; una visión general puede consultarse en Zilhão, 2020) permiten hacer las siguientes valoraciones:

- Se han obtenido hasta doce fechas significativas para la discusión sobre la cronología del arte rupestre de la Cueva de Ardales.
- Los resultados mostraron que algunas de estas pinturas rojas se realizaron, al menos, hace 65.500 años, que existió una segunda fase de actividad gráfica que tuvo lugar entre hace 48.700 y 45.300 años, y muy probablemente una tercera entre hace 45.500 y 38.600 años.

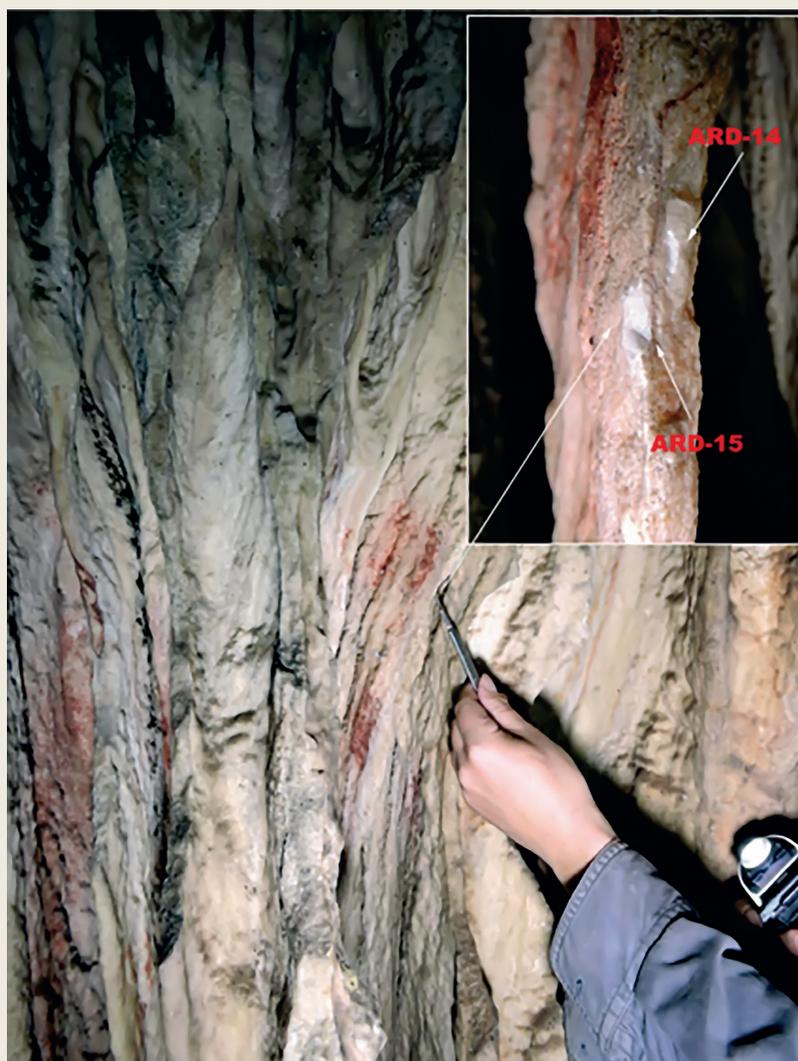


Figura I.6.14.9. ARD-14-15. Localización: II.A.3. Edad máxima (14) y mínima (15). Edad máxima: ARD-14A: $47.640 \pm 1.070 - 1.030$ años. Edad mínima: ARD15A: 46.060 ± 810 años. ARD-15B: $44.250 \pm 1.780 - 1.770$ años

- Se documentan evidencias gráficas en espacios interiores y asociadas a formas no figurativas en momentos anteriores a la presencia de poblaciones anatómicamente modernas en la región. A pesar de que algunos motivos sólo han podido ser datados en base a edades mínimas, la posibilidad de haber obtenido fechas máximas y mínimas asociadas a algún motivo certifica su ejecución por poblaciones anatómicamente neandertales.
- Las diferentes fases de la creación gráfica en un mismo lugar implican una reiteración en el tiempo de formas y lenguajes, mostrando la existencia de medios de comunicación que implican la transmisión de información a lo largo del tiempo y la importancia y significado de los lugares que fueron decorados. Esto otorga a las cavidades un carácter monumental y una significación simbólica que trascendía de los motivos. Es decir,



Figura I.6.14.10. ARD-16. Localización:
II.A.3. Edad mínima.
ARD-16A: 41.750 ± 770 años.
ARD16B: $46.860 + 850 - 920$ años.
ARD-16C: $48.230 + 4.430 - 4.100$ años

los grupos neandertales utilizaron la iconografía dejada por sus antepasados: una tradición de reutilización de espacios simbólicos que se monumentalizó y se mantuvo durante milenios hasta bien entrado el Paleolítico superior (Cantalejo Duarte *et al.*, 2006 a).

- Estos resultados y las conclusiones que de ellos se derivan desmontan la idea tradicional de que el arte prehistórico es exclusivo de los humanos anatómicamente modernos. Y, sobre todo, abren la posibilidad de explorar y entender el arte parietal de una manera diferente. ¿Se puede negar que algunas manos negativas, discos y signos lineales simples de otras cuevas pueden ser también creaciones gráficas de los neandertales? Debe aceptarse que algunos motivos artísticos fueron creados en un momento concreto y perduraron en el tiempo, para ser reuti-



Figura I.6.14.11. ARD-17. Localización:
II.C.10. Edad máxima

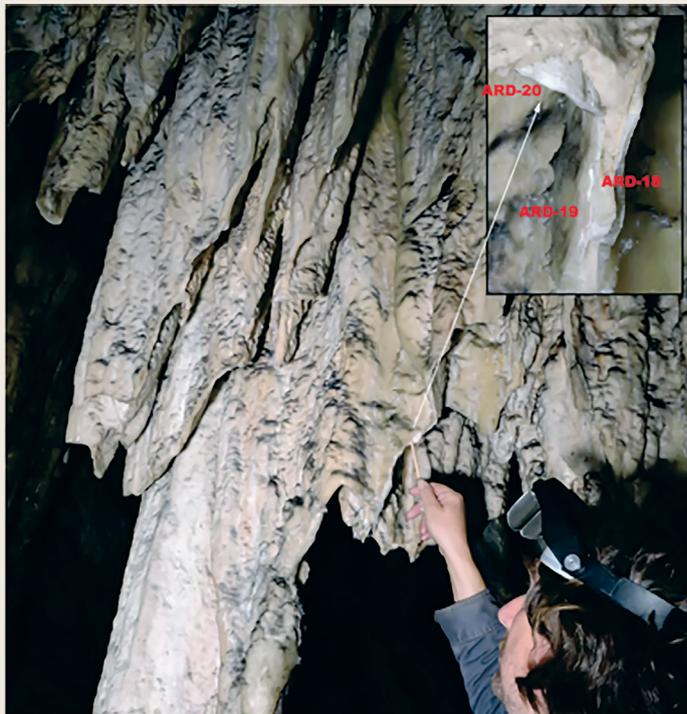


Figura I.6.14.12. ARD-18-19-20.
Localización: II.C.10. Edad máxima
(18 y 20), mínima (19)



Figura I.6.14.13. ARD-21. Localización:
II.C.3.4. Edad compleja de definir,
posiblemente mínima, pero no hay seguridad



Figura I.6.14.14. ARD-22. Localización:
II.C.6. Edad mínima



Figura I.6.14.15. ARD-23. Localización:
II.A.3 Edad mínima

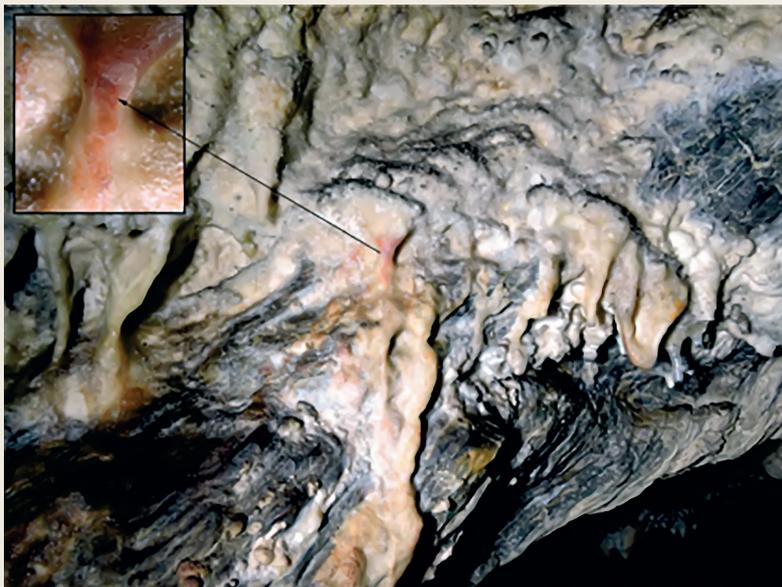


Figura I.6.14.16. ARD-24. Localización:
III.A.11 Edad mínima



Figura I.6.14.17. ARD-25. Localización: III.C.3. Edad mínima



Figura I.6.14.18. ARD-26-27-28. Localización: III.C.1.2. Edad mínima (26 y 27) y máxima (28). Edades mínimas: ARD-26A: 40.170+1730-1.770 años. ARD-26B: 40.420+1.790-1.780 años. ARD-27A: 37.280±1.300 años. Edad máxima: ARD28A: 42.470+3.070-2.970 años



Figura I.6.14.19. ARD-29. Localización: III.C.15-2. Edad mínima



Figura I.6.14.20. ARD-30-31-32. Muestras asociadas a la cuerda

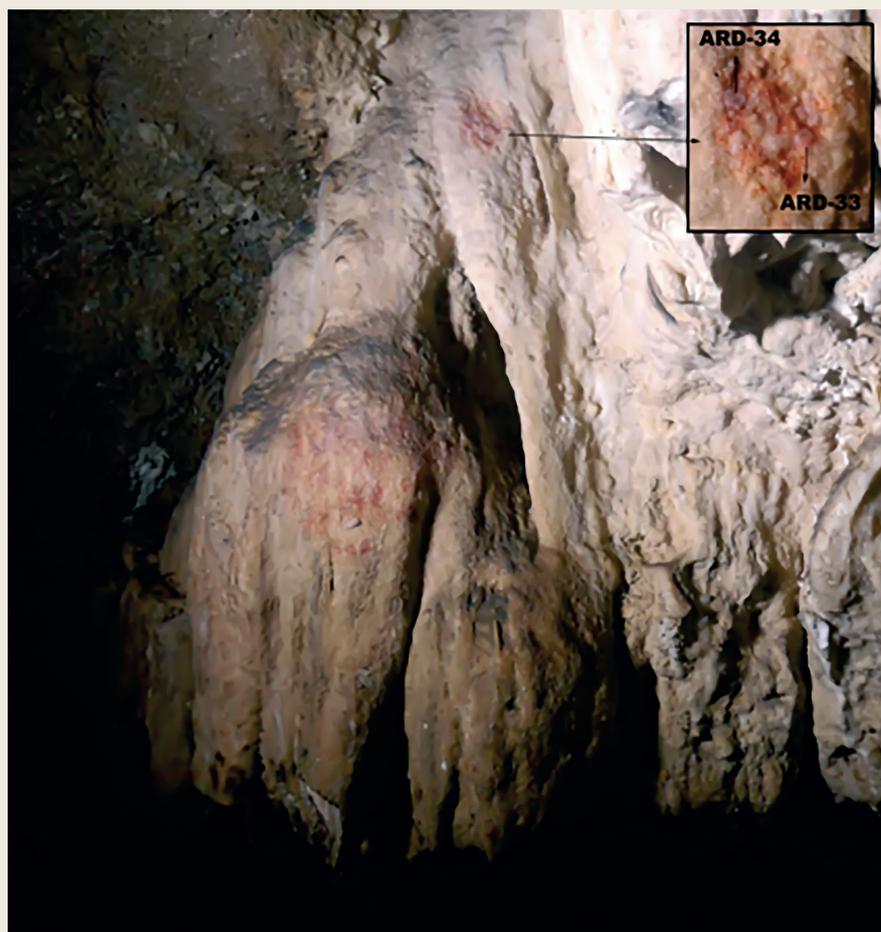
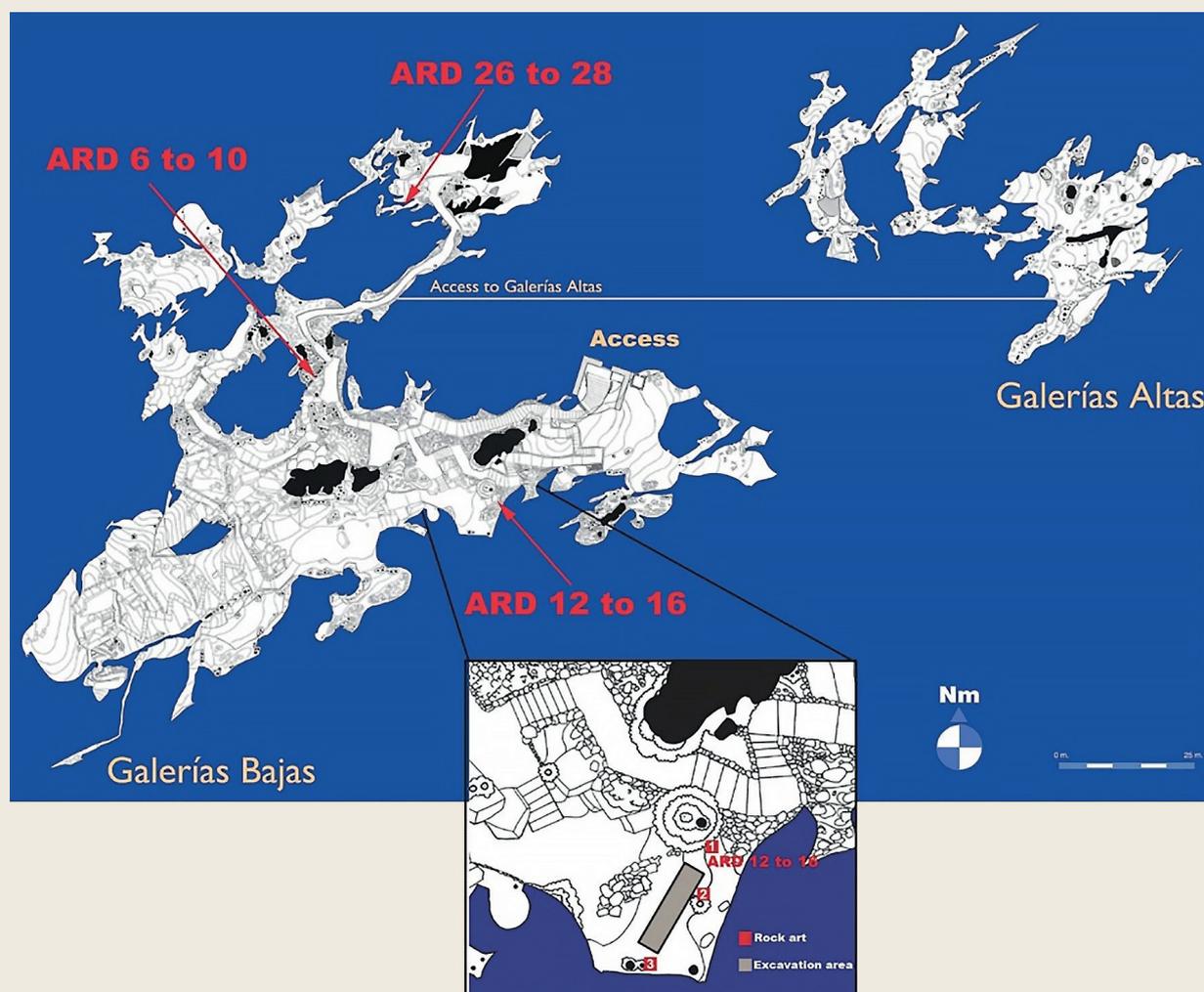


Figura I.6.14.22. ARD-35.
Localización: I.E.2. Edad mínima



Figura I.6.14.23. ARD-36.
Localización: I.E.2.4.
Edad mínima



lizados desde el punto de vista gráfico con igual o diferente significado simbólico. Este es un comportamiento humano característico que no debería sorprendernos.

- La realización de nuevos trabajos (Hoffmann *et al.*, 2021; Stanish *et al.*, 2022) van permitiendo y permitirán ofrecer información sobre la incidencia socio-cultural que tuvo el grafismo en sociedades anteriores a la emergencia de poblaciones anatómicamente modernas.

Figura I.6.14.24. Plano de la Cueva de Ardales. Las posiciones de los paneles II-C-8, II-A-3 y III-C-2 se indican donde se muestrearon las muestras ARD 6 a 10, ARD 12 a 16 y ARD 26 a 28