



GEOARQUEOLOGÍA, RADIOCARBONO Y CRONOESTRATIGRAFÍA DEL YACIMIENTO SOLUTRENSE DE LA CUEVA DE AMBROSIO (VÉLEZ-BLANCO, ALMERÍA, ESPAÑA)

Geoarchaeology and chronostratigraphy of the Solutrean site
of La Cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería, Spain)

Jesús F. Jordá Pardo¹, Pilar Carral López², Sergio Ripoll López¹
y Francisco J. Muñoz Ibáñez¹

Recibido el 5 de julio de 2013. Aceptado el 31 de julio de 2013

Resumen. *La Cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería, España) es un yacimiento situado en el extremo SE de la Península Ibérica que presenta una secuencia estratigráfica en la que se han excavado tres unidades sedimentarias con materiales del Solutrense. En este trabajo estudiamos la secuencia desde la perspectiva geoarqueológica y chronoestratigráfica. El estudio geoarqueológico ha permitido distinguir dos unidades litoestratigráficas con diferente significado, una inferior generada por una colada de fango y otra superior formada por procesos de gelifración que contiene las ocupaciones solutrenses. Las últimas dataciones radiocarbónicas obtenidas permiten clarificar la posición de la secuencia en la escala chronoestratigráfica del Pleistoceno superior. La calibración de las nuevas fechas ¹⁴C del nivel IV (Solutrense superior) y del nivel II (Solutrense superior evolucionado) permiten situar estos momentos entre el final del GS 3 (final del OIS 3) y el final del GI 2, con una importante ocupación (nivel II) al final del evento H-2, coincidiendo con el interstadial que precede al último Máximo Glacial (GS 2).*

Palabras clave: *geoarqueología, chronoestratigrafía, radiocarbono, Pleistoceno superior, Solutrense.*

Abstract. *La Cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería, Spain) is located in the Southeast of the Iberian Peninsula. It is a karstic cavity with rock shelter morphology that contains a stratigraphic sequence composed of three sedimentary units with Solutrean materials. In this work we study the sequence from the geoarchaeological and chronostratigraphical perspective. The geoarchaeological study has allowed us to distinguish two litostratigraphic units, the lower generated by a mud flow and the upper formed by gelifraction processes which contains the Solutrean occupations. The last radiocarbon dates from the Solutrean of La Cueva de Ambrosio allow the clarification of its position in the Upper Pleistocene chronostratigraphic scale. The calibration of the new ¹⁴C dates from the level IV (Upper Solutrean) and the level II (Upper Evolved Solutrean), can place these moments between the end of GS 3 (end of OIS 3) and the end of GI 2, with an important occupation event (level II) in the aftermath of the Heinrich Event H-2, coinciding with the interstadial that preceding the Last Glacial Maximum (GS 2).*

Keywords: *geoarchaeology, chronostratigraphy, radiocarbon, Upper Pleistocene, Solutrean.*

(1) Laboratorio de Estudios Paleolíticos. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Geografía e Historia, Universidad Nacional de Educación a Distancia. Paseo Senda del Rey, 7. E-28040 Madrid (España). jjorda@geo.uned.es · sripoll@geo.uned.es · fmunoz@geo.uned.es.
(2) Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. E-28049. Madrid (España). pilar.carral@uam.es.

1. LA CUEVA DE AMBROSIO EN SU ENTORNO GEOLÓGICO

La Cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería) se encuentra situada en la cabecera del arroyo del Moral, afluente por la izquierda del río Caramel, al pie de un escarpado farallón rocoso denominado Cuerda de Tello, en el flanco S de la Sierra del Oso, a la cota de 1.060 m s.n.m. (Fig. 1). Sus coordenadas geográficas son 37° 49' 56,70" de latitud N y 2° 5' 48,18" de longitud O (Datum ETRS89), mientras que las UTM son $x = 579045.399$ e $y = 4188008.073$ (Huso 30).

Geológicamente, La Cueva de Ambrosio se encuentra situada en el borde suroriental de las zonas externas de las Cordilleras Béticas, concretamente en el borde sur del sector oriental del dominio del Subbético medio, casi en contacto con el Subbético interno (Fig. 1). Está desarrollada sobre los sedimentos neógenos posteriores a la tectónica de mantos, que yacen discordantes sobre margas y margocalizas blancas y rosadas del Cretácico superior (IGME 1977). Los sedimentos neógenos en los que se abre la cueva son unas calizas del Burdigaliense superior - Langhiense inferior, formadas por biomicritas algales ricas en restos fósiles, a veces margosas, que integran restos resedimentados de los materiales anteriores cercanos; afloran en bandas de dirección E-O al N de la hoja 952 (Vélez-Blanco) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (IGME 1977) y se encuentran afectadas por la tectónica post-mantos, si bien no se encuentran cabalgadas por ninguna otra unidad.

La banda de calizas donde se encuentra La Cueva de Ambrosio está levemente plegada, formando un sinclinal de dirección E-O, apareciendo la cueva en el flanco S de dicha estructura. Además, las calizas se encuentran afectadas por una tectónica de fracturación que produce movimientos verticales de pequeños bloques a favor de planos de falla sub-verticales. En el afloramiento donde se encuentra la cueva, las calizas están afectadas por una gran falla vertical de dirección E-O, que corre paralela a la Cuerda de Tello, cuyo plano, afectado por procesos de trituración tectónica y disolución, separa dos bloques, uno de mayor entidad al N que se corresponde con la Cuerda de Tello, y otro de pequeña extensión al S, desgajado y fragmentado. Este bloque S se conserva a ambos lados de la cueva, de forma que la cavidad se desarrolla sobre el borde del bloque N.

Desde el punto de vista geomorfológico, La Cueva de Ambrosio se encuentra situada en la unidad morfotectónica de las Cordilleras Béticas denominada Cordillera Subbética. El sistema kárstico al que pertenece La Cueva de Ambrosio puede considerarse como un karst de montaña de tipo pluvial mediterráneo. La alimentación del karst es autóctona y se produce por infiltración gravitacional del agua de lluvia a través de las diaclasas que surcan las calizas en las que se desarrolla. Estas calizas presentan una estructura determinada por la estratificación (subhorizontal) y la fracturación

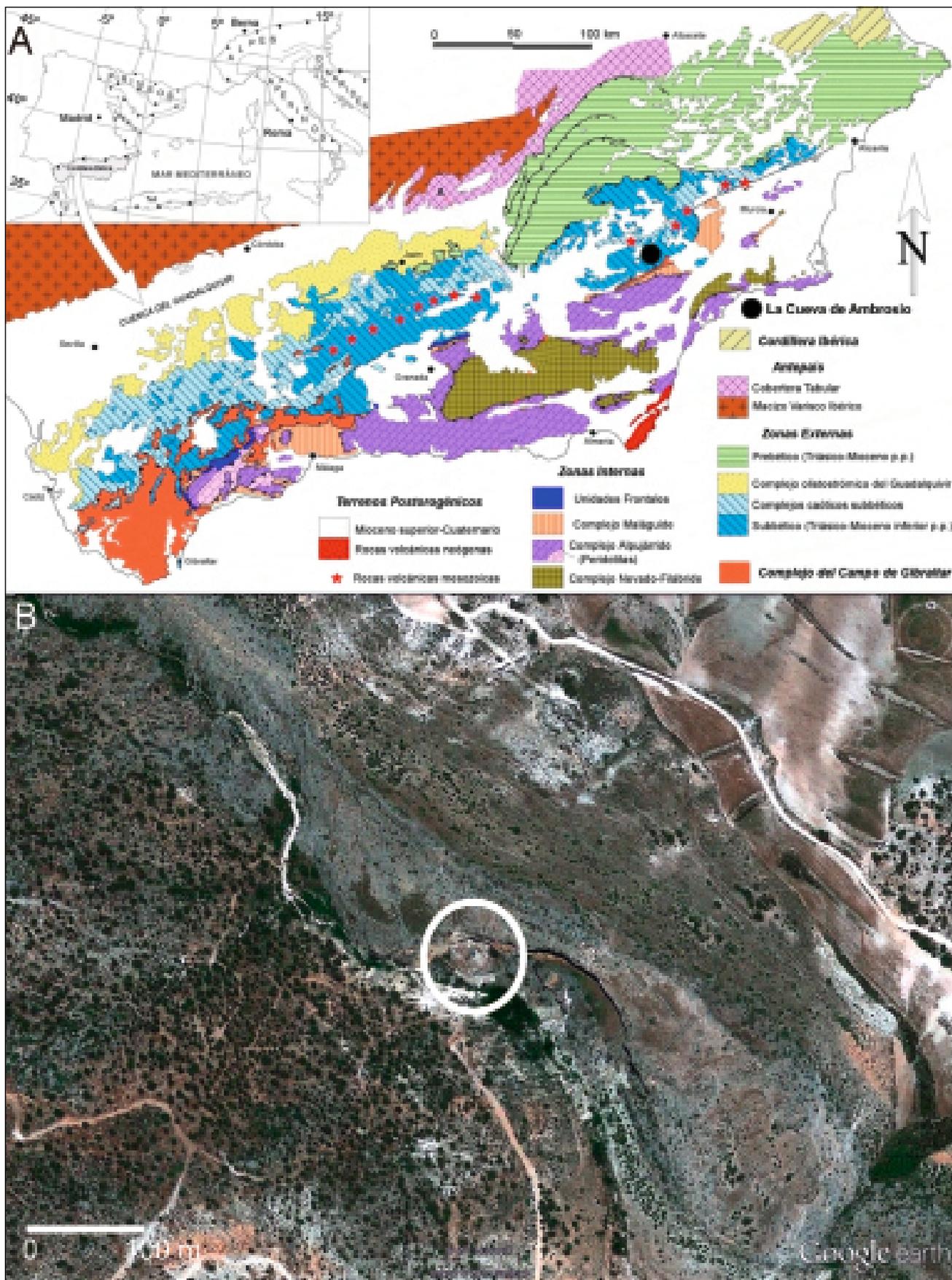
(subvertical), que condicionan la formación de la cavidad con morfología de abrigo de La Cueva de Ambrosio.

Entre los elementos morfológicos kársticos de la zona destacan un profundo lapiaz desnudo desarrollado sobre la superficie de las calizas, a expensas de las fracturas, con desarrollo de corredores y surcos verticales profundos, así como formas de circulación lineales, como el cañón del arroyo del Moral, que a la salida de la masa caliza, al pie de la falla que la limita, forma unos depósitos con morfología de abanico aluvial sobre los que discurre encajado aguas abajo de La Cueva de Ambrosio. Por tanto, en el macizo calizo que nos ocupa, las manifestaciones kársticas corresponden fundamentalmente a un subsistema kárstico externo, bien desarrollado, al que hay que unir un subsistema kárstico interno de escaso desarrollo conocido, impenetrable hasta el momento. El nivel de base actual de este sistema kárstico se encuentra a la cota del arroyo del Moral, situado a unos 15-20 m por debajo de la boca de La Cueva de Ambrosio.

Geomorfológicamente, La Cueva de Ambrosio corresponde a un abrigo rocoso desarrollado sobre calizas afectadas por una intensa fracturación, lo que condiciona su geometría y los procesos que actúan en él (Fig. 2). Su orientación es hacia el S-SO y sus dimensiones son de 15 m de altura máxima en la boca y 17 m de penetración hacia el interior del borde de la visera. El abrigo está formado a expensas de la destrucción mecánica de las calizas a favor de un sistema de diaclasas oblicuas entre si y subortogonales a la estratificación. La estratificación tiene una dirección NNO-SSE y un ligero buzamiento hacia el NE, y la red de fracturación corresponde a las direcciones y buzamientos de N30°E 70°E y N125°E 60°S y a la dirección EO y plano vertical. La conjunción de estos tres sistemas de planos de debilidad (estratificación y diaclasado) condicionan la geometría triangular de la cavidad, así como el desprendimientos de bloques prismáticos y piramidales producidos por la acción de procesos mecánicos (gelifracción o crioclasticismo) en paredes y techo, a los que hay que unir en la zona de la cornisa la actividad biológica (acción mecánica de las raíces).

Los bloques laterales que limitan la cavidad se encuentran tapizados por concreciones carbonatadas y pliegues estalagmíticos verticales, de escaso espesor, mientras que el fondo y techo de la cueva así como la pared del farallón exterior a esta presentan signos de desprendimientos actuales, y están libres de espeleotemas parietales y manchas de escorrentía. La cavidad se encuentra parcialmente colmatada por sedimentos clásticos de variada naturaleza, alcanzándose en su parte interior una casi total colmatación, con los depósitos fuertemente inclinados hacia el exterior, a favor de la pendiente.

En el interior de los depósitos y en la superficie topográfica aparecen grandes bloques de caliza desprendidos del techo y borde del farallón, algunos de ellos en épocas históricas, cuya caída podría estar en relación con la actividad sísmica. Teniendo en cuenta que la tradición oral



▲ FIGURA 1. A: Situación geográfica y geológica de La Cueva de Ambrosio (modificado de Vera y Martín-Algarra 2004). B: Fotografía de satélite de la zona de La Cueva de Ambrosio (tomado de Google Earth).



▲ FIGURA 2. Diferentes vistas en la actualidad de La Cueva de Ambrosio (fotos J. Jordá Pardo).

sitúa la caída del gran bloque del centro de la cavidad hacia 1902 (Ripoll López 1988a), podríamos relacionarlo con el terremoto de Motril del 25 de mayo de 1901 que alcanzó intensidad VII en la escala MSK, o con el sismo de Albuñol del 28 de julio de 1903 de intensidad VI (Mézcuca y Martínez Solares 1983). No obstante, durante 1902 tuvieron lugar varios sismos en el área ibero-magrebí cuyos epicentros se encuentran más alejados de La Cueva de Ambrosio que los citados, por lo que a la vista de la imprecisión del dato de la caída del bloque, podríamos asociar ésta a cualquiera de eventos sísmicos mencionados.

En el extremo N del abrigo aparece una surgencia kárstica de pequeña intensidad que produce un goteo, alrededor del cual abunda la vegetación y la acumulación de materia orgánica. En general, no existen en la cavidad formas de reconstrucción litoquímica, si exceptuamos unos finos tapices de carbonatos precipitados en los planos de escorrentía situados en el interior de la cavidad.

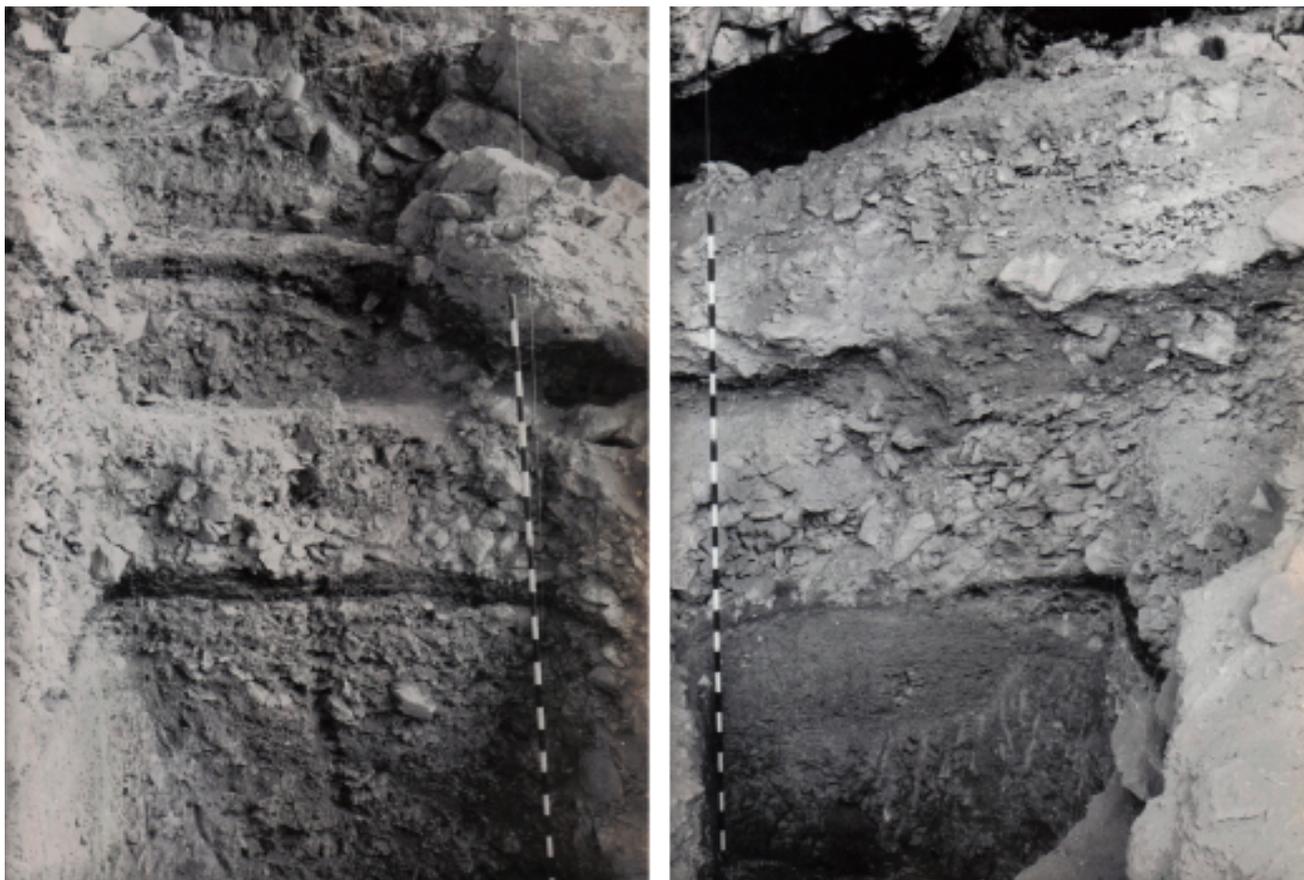
2. GEOARQUEOLOGÍA

2.1 Litoestratigrafía

La Cueva de Ambrosio se encuentra parcialmente colmatada por un potente depósito mayoritariamente detrítico

y en menor medida químico, que constituyen el yacimiento arqueológico sobre el que se han centrado nuestras investigaciones. A partir del estudio de las secciones litoestratigráficas obtenidas en las excavaciones arqueológicas sistemáticas realizadas por el Dr. Ripoll López desde 1983, cuya disposición, descripción y estudio sedimentológico se ofrecieron en una anterior publicación (Jordá y Carral 1988; Ripoll López 1988c) y de los datos procedentes de las anteriores excavaciones del Dr. Ripoll Perelló (1958-1964) (Ripoll López 1988b), hemos podido establecer una serie de unidades litoestratigráficas que componen la secuencia sintética del yacimiento de La Cueva de Ambrosio (Figs. 3 y 4). Si bien en nuestra primera publicación sobre La Cueva de Ambrosio definimos dos únicas unidades litoestratigráficas (Jordá y Carral 1988), de las cuales la superior se componía de un gran número de niveles, actualmente, el análisis detallado de la secuencia nos permite definir un mayor número de unidades, que de muro a techo son:

- Unidad inferior (Jordá y Carral 1988):
- Unidad 1: Comprende el nivel C.A.1 y su potencia máxima conocida es de 3 m, no habiéndose alcanzado hasta el momento la roca del sustrato. Pese a esto, parece corresponder al inicio de la sedimentación en la cavidad. Está formada por lutitas verdes,



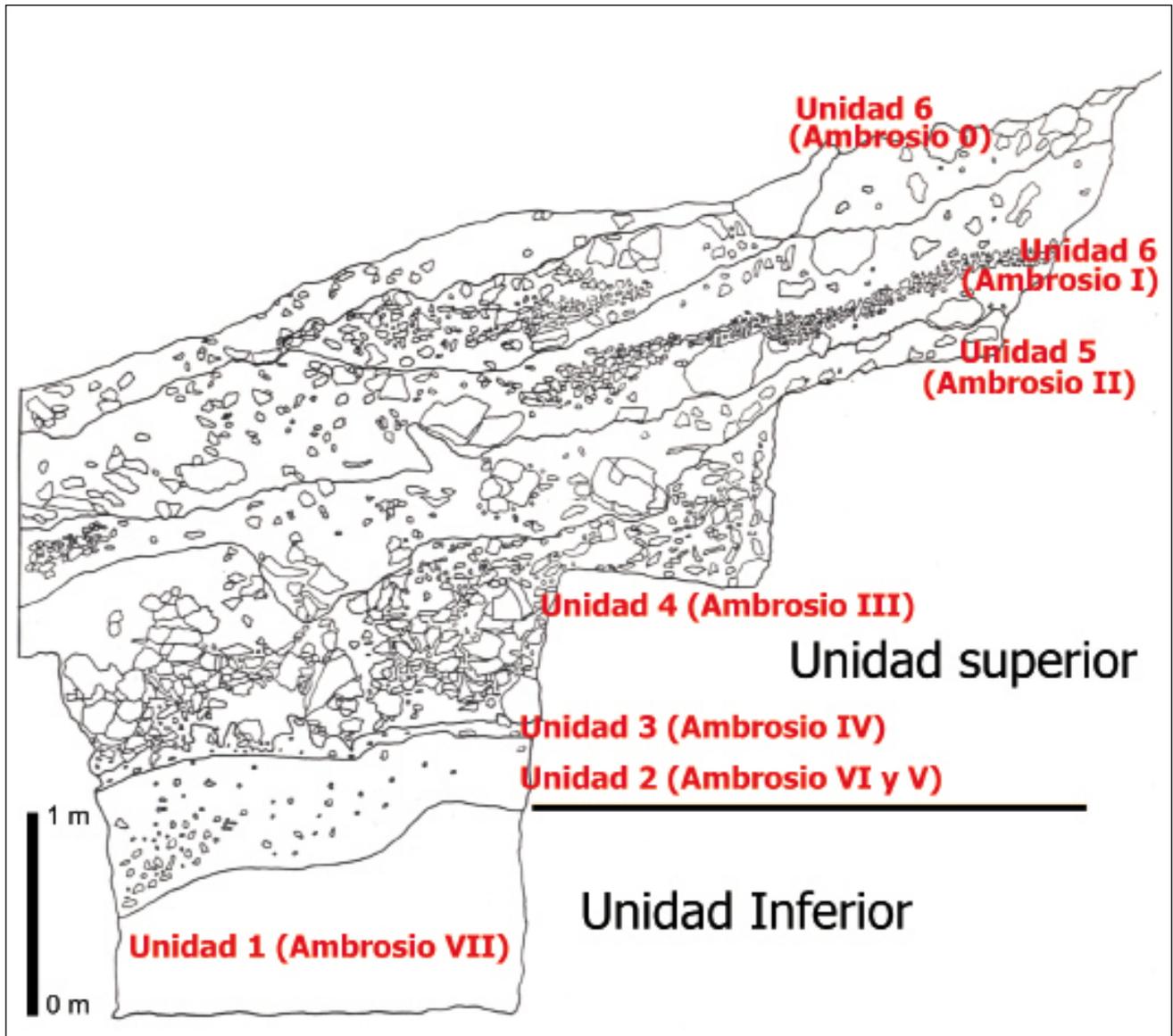
▲ FIGURA 3. Secciones estratigráficas de las excavaciones recientes (tomado de Ripoll López, 1988c).

algo arenosas, muy compactas y masivas. La fracción fina supone el 83,89% del sedimento, siendo los limos minoritarios (19,27%) frente a las arcillas (64,60%), constituyendo el resto arenas y pequeños clastos amalgamados por carbonatos y por tanto difícilmente cuantificables. Están afectadas por procesos postsedimentarios: carbonatación secundaria (que le confiere una cierta cementación), disyunción poliédrica y rubefacciones por óxidos de hierro. El contenido en carbonatos de la fracción lutítica es del 77%. Su geometría es troncocónica, con el ápice situado en la parte interna de la cavidad. Su límite superior es neto y con una fuerte inclinación hacia el exterior del abrigo. Equivale a la unidad arqueológica VIIb y es estéril arqueológica y paleontológicamente.

- Unidad superior (Jordá y Carral 1988):
- Unidad 2: Comprende el nivel C.A.2, que está constituido por tres subniveles que lateralmente pasan a uno solo hacia el interior de la cavidad, presentando el inferior (C.A.2.1) y el superior (C.A.2.3) características similares y una génesis mayoritariamente mecánica, mientras que el intermedio (C.A.2.2) está

en relación con la actividad antrópica. Su límite inferior es fuertemente erosivo y su espesor es muy variable, desde 30 cm a 2 m.

Los subniveles inferior y superior están formados por un conglomerado blanquecino, con cantos y bloques angulosos de caliza autóctona, ligeramente atacados por disolución, con un centil de 40 a 45 cm y una media de 3 a 5 cm. El subnivel inferior contiene plaquetas que suponen el 17,63% de la fracción canto. La matriz (arenas, limos y arcillas) supone aproximadamente el 10% del sedimento, que en general es muy suelto. En algunas zonas esta matriz ha desaparecido por lavado postsedimentario. Los carbonatos suponen entre el 60 y 75% de la fracción lutítica, por lo que corresponden prácticamente a los limos, que tienen un origen autóctono. En cuanto al ordenamiento interno, se observa una cierta estratificación en niveles de textura gruesa y fina, paralelos a la superficie deposicional, que presenta un buzamiento de 30° SE, en secuencias granodecrecientes. La inclinación deposicional se va amortiguando progresivamente hacia el techo. Algún clasto se encuentra en posición vertical. El límite inferior de ambos es erosivo y su geometría es cuneiforme. Se



▲ FIGURA 4. Sección estratigráfica de los depósitos excavados en La Cueva de Ambrosio con indicación de las diferentes unidades (a partir de una figura de S. Ripoll).

corresponden con las unidades arqueológicas VIIa y V. Apenas contienen restos tecnológicos antrópicos pero son muy ricos en restos de micromamíferos, especialmente de *Oryctolagus cuniculus* así como de varias especies de mórvidos y arvicólidos (Sesé 1988).

El subnivel intermedio, de 12 cm de espesor máximo, está constituido por lutitas negras (29,25% del total del sedimento), ricas en materia orgánica, con arenas (23,88%) y gravas y cantos (46,85%). El contenido en carbonatos da la fracción limo+arcilla es del 60,5%. Internamente tienden a la laminación paralela centimétrica, ligeramente subhorizontal, adaptada a la superficie deposicional, inclinada hacia el SE. Su geometría es lenticular. Contiene restos arqueológicos y paleontológicos atribuidos

al Solutrense medio y se corresponde con la unidad VI de la secuencia arqueológica.

- Unidad 3: Corresponde al nivel C.A.3 y presenta un espesor variable de 0 a 16 cm. Son unas lutitas negras (45,03% del depósito) con arenas (31,43%) y clastos gruesos (23,34%), en las que predominan las arcillas (48,89% de la fracción inferior a 2 mm) frente a los limos (10%). El contenido en carbonatos de las lutitas es del 65%, por lo que existen partículas tamaño arcilla de naturaleza carbonatada. Es abundante la materia orgánica y los clastos autóctonos aparecen rubefactados y corroidos por disolución. Internamente aparece ordenada en láminas paralelas, centimétricas, de materia orgánica carbonizada que alternan con láminas lutíticas más claras. Su límite inferior es neto y presenta una in-

clinación de 11° S, siendo su geometría lenticular. Contiene abundantes restos arqueológicos y paleontológicos atribuidos al Solutrense superior y se corresponde con la unidad arqueológica IV.

- Unidad 4: Comprende el nivel C.A.4 cuyo espesor varía de 65 cm a 1,10 m. Es un conglomerado de color claro formado por bloques, cantos y gravas de caliza autóctona (90,98% del total del depósito), angulosos, con las aristas vivas o ligeramente corroídas por disolución, con un centil superior a 1 m y una media de 10 cm. Aparecen plaquetas que alcanzan el 27% de la fracción canto. La matriz es escasa, formada por arenas y lutitas, siendo el contenido en carbonatos de estas últimas del 70%. No está ordenada internamente aunque se observa una tendencia granodecreciente, estando afectada por un lavado vertical muy intenso. Su límite inferior es erosivo de tal forma que yace sobre la unidad 3 y ocasionalmente sobre la 2. Su geometría es tabular y la inclinación deposicional está ya muy amortiguada, por lo que aparece subhorizontal. Contiene abundantes restos óseos de *Oryctolagus cuniculus*. Se corresponde con la unidad arqueológica III.
- Unidad 5: Corresponde al nivel C.A.5, de espesor variable entre 17 y 50 cm. Son unas arenas (28% del total del depósito) lutíticas (26,04%) de color negro a marrón, con gravas (10,61%) y cantos (35,32%), tanto de caliza autóctona y angulosos, como de origen alóctono y bien redondeados. No se observan estructuras de ordenamiento interno y su límite inferior es erosivo, con una inclinación de 61 S. La geometría del depósito es tabular pero irregular, adaptándose a las irregularidades del techo de la unidad infrayacente. Contiene restos de actividad antrópica atribuidos al Solutrense superior evolucionado y corresponde a la unidad II de la secuencia arqueológica.
- Unidad 6: Corresponde a los niveles C.A.6.1, C.A.6.2, C.A.6.3, C.A.7 y C.A.8, alcanzando una potencia máxima de 1,5 m. Son unas alternancias de arenas con conglomerados que arranca y termina con arenas. Estas alcanzan el 32% del depósito en la base y disminuyen hasta el nivel superior, suponiendo aproximadamente el 60% de la fracción inferior a 2 mm. Son unas arenas calcáreas que contienen cantos y gravas autóctonas (centil 3 a 7 cm, media 0,5 a 1 cm), de color blanquecino, parcialmente cementadas por carbonatos, alcanzando estos el 88% de la fracción lutítica. Los conglomerados están constituidos por bloques, cantos y gravas autóctonos, angulosos, que llegan a suponer el 98,73% del depósito, con unos centiles que varían de 10 a 40 cm y unas medias de 2 a 8 cm. Aparecen plaquetas en

el subnivel C.A.6.2 (19,42% de la fracción canto), algunos cantos tienen sus aristas romas por disolución y otros están fracturados *in situ* (C.A.7). En general los niveles conglomeráticos tienen un aspecto caótico y apenas contienen matriz. Esta unidad es fuertemente erosiva sobre la anterior y su geometría es tabular, con un buzamiento deposicional de 211 hacia el W. Internamente se observa una estratificación paralela con límites erosivos. Los niveles 6 y 7 corresponden a las unidades arqueológicas I y 0.

- Unidad 7: Formada por el nivel C.A.9 de 1,20 m de espesor, constituido por un conglomerado fuertemente cementado por carbonatos, integrado por cantos y bloques de caliza autóctona con las aristas muy vivas (centil 36 cm y media 2 cm) con escasa arenas y pequeñas intercalaciones de materia orgánica y acumulaciones de restos de micromamíferos. La matriz es micrítica y el cemento es de esparita poligonal que rellena los huecos. Aparecen intraclastos micríticos e indicios de actividad biológica de tipo algal (filamentos algales muy abundantes), ooides y restos de gasterópodos fragmentados. La cementación carbonatada y la angulosidad de los clastos le confiere un aspecto de brecha. Este depósito culmina la secuencia litoestratigráfica en el sector estudiado, colmatando la cavidad llegando a tocar el techo en su parte más interna, que es el único lugar donde aflora debido a su desmantelamiento postdeposicional por reactivaciones kársticas y por la actividad antrópica reciente.

2.2 Sedimentología

La interpretación de los depósitos de La Cueva de Ambrosio, realizada a partir del estudio litoestratigráfico y de los análisis sedimentológicos nos permite determinar los procesos sedimentarios y postsedimentarios que han intervenido en la formación y transformación del registro arqueológico de la cavidad.

- Unidad Inferior (Jordá y Carral 1988):
- Unidad 1: Sedimentológicamente, estos depósitos se emplazan en la cavidad mediante el funcionamiento de una colada de barro que procedería del interior del karst y que tendría su extremo apical en la salida de una surgencia kárstica, situada aproximadamente en el vértice N de la cavidad. Otra posibilidad pondría en relación estos depósitos con momentos de desbordamiento del arroyo del Moral, próximo a la cavidad, si bien la ausencia de clastos alóctonos de origen fluvial nos permite descartar

esta segunda hipótesis. En momentos posteriores a la sedimentación de las lutitas tienen lugar procesos secundarios que originan una incipiente edafización unidad a la cementación carbonatada parcial de los materiales, por infiltración gravitacional de agua con bicarbonatos en disolución que posteriormente sufre un ascenso vertical y una evaporación, con la consiguiente precipitación de carbonatos.

– Unidad superior (Jordá y Carral 1988):

- Unidad 2: Desde el punto de vista sedimentológico, la génesis de los dos subniveles clásticos que compone el muro y el techo de esta unidad está ligada a aportes gravitacionales de cantos y bloques desprendidos de las paredes y techo de la cavidad por acción de la gelifración, en unas condiciones climáticas frías y poco húmedas. Estos procesos de gelifración presentan una relativa homogeneidad con aportes de todos los tamaños, desapareciendo los tamaños gruesos en el nivel superior. Evaluar la intensidad de estos procesos presenta ciertas dificultades por el grado de fracturación de la roca, si bien se observa una mayor intensidad en el nivel inferior, en el que también aparecen plaquetas, que salvando la influencia de la estructura, podrían corresponder a ciclos de corta duración. No obstante la buena representación de las fracciones mayores en el nivel inferior nos indicaría que la roca permaneció empapada en agua durante amplios periodos de tiempo, penetrando la acción del hielo en profundidad. Los escasos materiales finos corresponden a una sedimentación de muy baja energía y escaso poder clasificador, relacionada con aguas de escorrentía superficial en épocas de deshielo. Además se producen posteriormente al emplazamiento gravitacional de los clastos procesos de disolución que afecta a las aristas de los gelifractos. También tienen lugar posteriormente procesos de lavado, con un descenso de los materiales finos hacia posiciones bajas en los paquetes clastosoportados, que produce una mezcla de poblaciones granulométricas de diferente origen, así como la consiguiente formación de huecos en sus tramos altos. Este lavado tendría lugar en unas condiciones de mayor humedad. En la base de esta unidad, se observa un deslizamiento de los cantos por la pendiente deposicional que erosiona la unidad inferior incorporándose sedimentos finos de esta en la base del primer nivel clastosoportado. Además, existen sedimentos biogénicos, como es la acumulación de restos de micromamíferos aportados por la actividad en la

cavidad de aves rapaces troglófilas. La presencia de restos tecnológicos puede deberse a procesos de infiltración de niveles superiores a favor de los huecos y de la circulación vertical de agua.

El tramo intermedio de la unidad 2 tiene su origen fundamentalmente en la actividad antrópica, con abundancia de restos de materia orgánica carbonizada y restos tecnológicos y de alimentación, a la que hay que unir sedimentos finos producidos por procesos de arroyada difusa, ligada a la escorrentía superficial, con muy baja energía y escaso poder clasificador y a procesos de decantación de finos en zonas encharcadas. Los índices granulométricos nos indican un predominio de la decantación. Esta sedimentación tendría lugar en unas condiciones climáticas frescas y de mayor humedad, con una mayor pluviosidad que en los niveles infra y suprayacentes.

- Unidad 3: Esta unidad tiene su origen en una alternancia de procesos físicos y antrópicos, correspondiendo los niveles claros arenoso-lutíticos a momentos en los que se superponen procesos de arroyada difusa de escasa competencia y bajo poder clasificador y procesos de decantación de materiales muy finos, y los niveles oscuros a la acumulación antrópica de materia orgánica carbonizada junto con restos tecnológicos y bromatológicos.
- Unidad 4: Sedimentológicamente, esta unidad tiene su origen en procesos de gelifración, cuya intensidad es superior a los de la unidad 2 marcada por una elevada presencia de elementos de las fracciones mayores a la que hay que unir también una considerable proporción de plaquetas, cuya consideración debe realizarse teniendo en cuenta su condicionamiento por la fracturación de la roca. Estos procesos corresponden a heladas de cierta intensidad y amplia duración temporal, con una eficaz humectación de la roca a favor de la porosidad de fracturación. Los materiales finos se incorporan al depósito por procesos de arroyada difusa en épocas de deshielo. Esta sedimentación tiene lugar en unas condiciones climáticas frías, con un grado de humedad superior al de los niveles clásticos de la unidad 2. Posteriormente y en relación con la sedimentación de la unidad suprayacente en una etapa más húmeda tienen lugar movimientos verticales de lavado que hacen descender los materiales finos a los niveles inferiores provocando una mezcla de poblaciones y la génesis de huecos en la parte alta del paquete clastosoportado. También se detectan procesos postsedimentarios de tipo químico, como la disolución que afecta a las aristas de algunos gelifractos.

Además hay que unir las aportaciones biogénicas de restos de micromamíferos por la actividad de aves rapaces de hábitos troglófilos. La escasa presencia de restos tecnológicos puede deberse a procesos de infiltración desde el nivel suprayacente.

- Unidad 5: Esta unidad presenta una multiplicidad de procesos en su génesis: físicos y antrópicos. Entre los primeros destaca la arroyada difusa como como mecanismo de acumulación de los materiales finos, a la que hay que unir una cierta influencia fluvial, que aporta cantos y gravas alóctonos bien redondeados, relacionados con la actividad tractiva del arroyo del Moral en una época de crecidas propiciadas por importantes precipitaciones. Por tanto, las condiciones climáticas de sedimentación corresponden a un fase muy húmeda y templada, ya que no se observan evidencias de clima frío. Los procesos antrópicos son los responsables de la acumulación de materia orgánica carbonizada junto a restos tecnológicos y bromatológicos.
- Unidad 6: En esta unidad se observan una alternancia en el funcionamiento de los procesos sedimentarios. Por un lado tenemos acumulaciones de materiales finos por procesos de arroyada difusa, y por otro los aportes de clastos autóctonos por gelificación. También se detectan procesos de alteración postsedimentarios tanto químicos en los materiales finos, como la cementación carbonatada por movimientos verticales de agua en los sedimentos, como mecánica, con la constatación de procesos de gelificación secundaria. Corresponde a una sedimentación en condiciones climáticas que comienzan siendo templadas y húmedas, pasan a frías disminuyendo la humedad, se hacen de nuevo tem-

pladas y húmedas, pasan a frías con cierta humedad que permite el empapamiento de los clastos del suelo, para terminar de siendo frescas y húmedas.

- Unidad 7: Su génesis está relacionada en primer lugar con procesos de gelificación que produce un sedimento clastosoportado, al que posteriormente se le incorporan materiales finos por arroyada a favor del agua de escorrentía procedente de una surgencia kárstica, que además es la responsable de la cementación de los clastos por precipitación de carbonatos en un medio de tipo travertínico, con una importante actividad biológica. Climáticamente, estos depósitos se forman en un clima frío y algo húmedo que posteriormente pasa a ser húmedo y templado, correspondiendo estos últimos momentos a los más cálidos de la secuencia.

3. DATACIONES RADIOCARBÓNICAS

Con objeto de situar la secuencia de La Cueva de Ambrosio en la escala cronoestratigráfica, hemos calibrado a 2 sigma (95 % de probabilidad) las fechas radiocarbónicas obtenidas hasta el momento (Tabla 1) (Ripoll López 1988d, Ripoll López *et al.* 2006), utilizando para ello la curva de calibración CalPal 2007 Hulu (Weninger *et al.* en línea), incluida en el programa CalPal (Version March 2007) (Weninger y Jöris 2004). Además, para situar con precisión esta secuencia en la escala cronoestratigráfica del Pleistoceno superior, hemos comparado mediante CalPal la curvas de probabilidad acumulada obtenidas tras la calibración de las fechas ^{14}C con diferentes proxies paleoclimáticas de alta resolución, como las curvas $\delta^{18}\text{O}$ GISP2 Hulu Age Model (Grootes *et al.* 1993; Meese *et al.* 1994; Wang *et al.* 2001) y SST MD95-2043 del mar de Alborán (Cacho *et al.* 1999, 2001).

| La Cueva de Ambrosio. Fechas radiocarbónicas | | | | | | | |
|--|----------|---------|-------|-------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| Nivel | Cultura | Muestra | Proc. | Código | Fecha 14C (BP) | Fecha cal. BP | Referencia |
| Ambrosio II | SG (SSE) | Carbón | Conv. | Gif-7276 | 16500 ± 280 | 20530-19010 | Ripoll, 1988 |
| Ambrosio IV | SS | Carbón | Conv. | Gif-7275 | 16620 ± 280 | 20650-19170 | Ripoll, 1988 |
| Ambrosio VI | SM | Carbón | Conv. | Gif-7277 | 16590 ± 1400 | 23260-16820 | Ripoll, 1988 |
| Ambrosio II g | SG (SSE) | Carbón | Conv. | Gif-9883 | 19250 ± 70 | 23380-22940 | Ripoll <i>et al.</i> , 2006 |
| Ambrosio II.1 | SG (SSE) | Carbón | AMS | GifA-95576? | 20150 ± 200 | 24640-23560 | Ripoll <i>et al.</i> , 2006 |
| Ambrosio II.1 | SG (SSE) | Carbón | AMS | GifA-95577 | 19950 ± 210 | 24460-23340 | Ripoll <i>et al.</i> , 2006 |
| Ambrosio II.2 | SG (SSE) | Carbón | AMS | GifA-A-II.2 | 19170 ± 190 | 23470-22590 | Ripoll, inédita |
| Ambrosio II.4 | SG (SSE) | Carbón | Conv. | Gif-A-II.4 | 19110 ± 90 | 23300-22700 | Ripoll, inédita |
| Ambrosio II.6 | SG (SSE) | Carbón | AMS | GifA-A-II.6 | 19300 ± 190 | 23560-22720 | Ripoll, inédita |
| Ambrosio II. 9 | SG (SSE) | Carbón | AMS | GifA-A-II.9 | 13740 ± 140 | ANÓMALA | Ripoll, inédita |
| Ambrosio IV | SS | Carbón | Conv. | Gif-9884 | 21520 ± 120 | 26070-25030 | Ripoll <i>et al.</i> , 2006 |

▲ TABLA 1. Dataciones radiocarbónicas del Solutrense de La Cueva de Ambrosio. Las fechas calibradas se han obtenido mediante la curva CalPal 2007 Hulu (Weninger *et al.* en línea) utilizando el programa CalPal (Version March 2007) (Weninger y Jöris 2004).

El problema surge al comparar las tres primeras fechas de la secuencia de La Cueva de Ambrosio realizadas por el procedimiento del ^{14}C convencional (Ripoll López 1988d) con las ocho obtenidas recientemente tanto convencionales (3) como AMS (5) —cinco de ellas ya publicadas (Ripoll López *et al.* 2006) y otras cuatro inéditas—, dado que las primeras son marcadamente más recientes que las segundas, como puede observarse en la Tabla 1.

De las tres primeras fechas, la más antigua de ellas (Gif-7277) presenta un claro defecto de precisión, por lo que en un análisis riguroso debería ser descartada; en cuanto a las otras dos, son coherentes entre sí, aunque no concuerdan con las obtenidas más recientemente. Dado que todas las fechas obtenidas lo han sido en el mismo laboratorio con una diferencia de casi 20 años, nos inclinamos por aceptar las obtenidas más recientemente, puesto que proceden de un contexto arqueológico bien identificado y registrado.

Entre las ocho fechas obtenidas recientemente, una de ellas (GifA-A-II.9) es claramente anómala dentro de la secuencia, por lo que no será tenida en cuenta. Las restantes seis fechas del nivel Ambrosio II fueron obtenidas en una microestratigrafía constituida por una superposición de hogares, y entre ellas se observan ligeras inversiones posiblemente debidas a la naturaleza de los carbones datados, que, lamentablemente, no fueron sometidos a un estudio antracológico antes de enviarse a datar; no obstante, como se ve en los gráficos de probabilidad acumulada de las fechas calibradas, presentan una buena agrupación, por lo que al calibrarlas, pueden considerarse como un conjunto que fecharía el Solutrense superior evolucionado de la Cueva de Ambrosio. La fecha del nivel Ambrosio IV no ofrece ningún problema y permite datar con precisión el Solutrense superior. Lamentablemente, en esta nueva serie de dataciones, no contamos con ninguna del nivel inferior, Ambrosio VI, que contiene materiales del Solutrense medio.

4. CONCLUSIONES

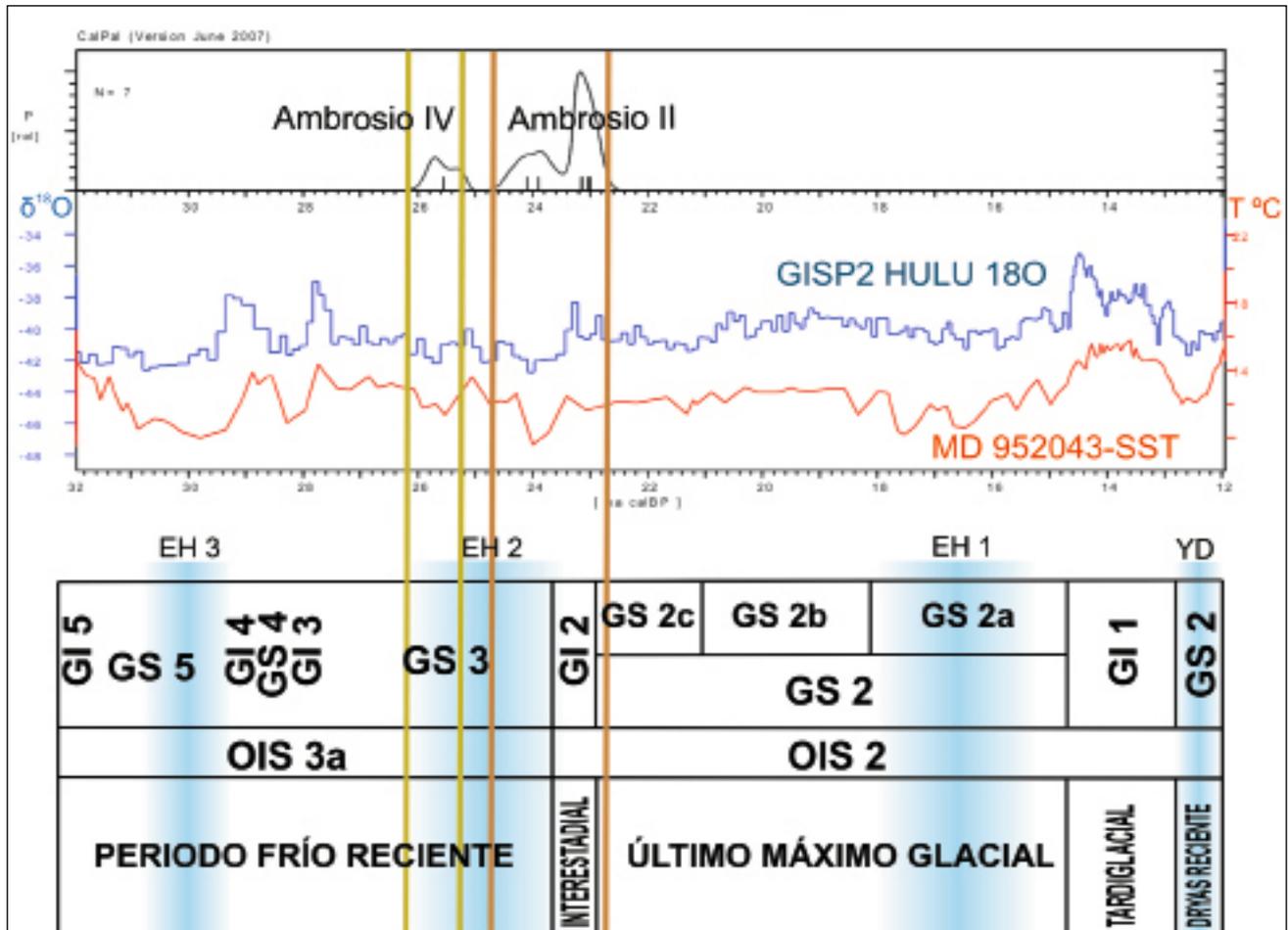
En la secuencia de La Cueva de Ambrosio se observan dos unidades litoestratigráficas muy claras con diferente significado sedimentológico. La inferior constituida por materiales finos estériles producidos por una colada de fango procedente del interior del karst según indica la geometría del depósito y que parece constituir, sin haber llegado a la roca del sustrato, el inicio de la sedimentación en la cavidad. La superior constituida predominantemente por depósitos clastosoportados originados por procesos de gelifracción, con intercalaciones de depósitos de origen mayoritariamente antrópico correspondientes a los niveles de ocupación solutrense del abrigo. Esta unidad a techo presenta unas alternancias de arenas y conglomerados clastosoportados y

culmina con una brecha cementada que selló la secuencia, hasta que se produjo su posterior desmantelamiento. Fijándonos en los dibujos de las antiguas excavaciones del Dr. Ripoll Perelló (Ripoll López 1988b), las unidades 6 y 7 del techo de la unidad litoestratigráfica superior, podrían corresponder a unos momentos con ocupación antrópica, que corresponderían al Epipaleolítico y al Neolítico. Este extremo no hemos podido verificarlo sobre el terreno debido a los profundos cambios acontecidos en el yacimiento desde las excavaciones antiguas y las recientes.

En cuanto a la unidad superior, el estudio sedimentológico (granulometría global) efectuado permite establecer diez fases o etapas en la sedimentación que corresponden a una alternancia de materiales groseros ($> 2\text{ mm}$) y materiales finos ($< 2\text{ mm}$). Así, se detectan hasta 6 fases en las que predomina la sedimentación clástica autóctona por procesos de gelifracción, y 5 fases en las que se depositan arenas y pelitas por procesos de arroyada difusa e incluso por mecanismos fluviales ligados al desbordamiento del arroyo del Moral.

Estos procesos de gelifracción producen unos clastos angulosos claramente condicionados en su morfología por la estructura de la roca del sustrato, y en general presentan formas prismáticas y poliédricas. Nos encontramos, por tanto, ante unos procesos de alteración física de la roca del sustrato, propios de climas con una estación muy fría, pero con cierta humedad, que permita la infiltración del agua en la roca. La presencia de plaquetas en algunos niveles nos hablaría de heladas de ciclo diario para esos niveles, si bien la fracturación de la roca y la presencia de todos los tamaños de cantos con una buena representación de la fracción gruesa nos hace pensar en ciclos de hielo-deshielo de carácter estacional. En apoyo de estas consideraciones tenemos las condiciones climáticas actuales de la zona, que de acuerdo con los datos meteorológicos existentes se engloba en una franja comprendida entre los 25 y los 50 días de helada por año agrícola (INM 1985), lo que unido a la elevada cota a la que se encuentra La Cueva de Ambrosio, nos permite pensar que en los momentos fríos del Pleistoceno, las heladas tendrían la intensidad y duración necesarias para generar el volumen de clastos que aparecen en la secuencia. En este sentido cabe señalar que actualmente los procesos de gelifracción están presentes en la zona de la cavidad.

Igualmente, el análisis sedimentológico de la fracción fina ($< 2\text{ mm}$) nos indica una gran homogeneidad de los mecanismos de transporte y sedimentación de estas partículas, que básicamente se ciñen a la arroyada difusa, con poblaciones granulométricas transportadas por saltación (arenas y limos gruesos) y en suspensión (limos finos y arcillas), que se depositarían respectivamente al disminuir la energía de los flujos y por decantación en pequeñas zonas encharcadas. Estos procesos de arrastre de partículas finas por aguas de escorrentía superficial tendrían lugar en épocas de deshielo



▲ FIGURA 5. Situación de la secuencia de La Cueva de Ambrosio en la escala cronoestratigráfica del Pleistoceno superior: curva de probabilidad acumulada (95 % de probabilidad) de las fechas radiocarbónicas calibradas mediante la curva CalPal 2007 Hulu (Weninger *et al.* en línea) utilizando el programa CalPal (Version March 2007) (Weninger y Jöris 2004) y su comparación con las curvas $\delta^{18}O$ GISP2 Hulu Age Model (Grootes *et al.* 1993; Meese *et al.* 1994; Wang *et al.* 2001) y SST MD95-2043 del mar de Alborán (Cacho *et al.* 1999, 2001).

o en momentos con una mayor precipitación, hechos ambos que independientemente o combinados podrían dar lugar al desbordamiento del arroyo del Moral, responsable de la única sedimentación fluvial detectada en la secuencia.

Además, a lo largo de toda la secuencia tienen lugar procesos postsedimentarios tanto físicos como químicos, destacando entre los primeros el lavado vertical con arrastre de partículas finas y entre los segundos la corrosión de las aristas de los cantos por disolución y la precipitación de carbonatos por infiltración vertical, dando cementaciones carbonatadas, parciales, como en la unidad inferior, o totales como en el caso de los clastos de la unidad 7 que culmina el depósito.

Cronoestratigráficamente, el nivel Ambrosio IV, con Solutrense superior, se encuentra situado en los inicios del estadio frío *Greenland Stadial 3* (GS 3), en un momento en que la temperatura del Mar de Alborán oscilaba entre 11° C y 14° C (Cacho *et al.* 1999, 2001), en la primera mitad del EH 2 (Fig. 5). El nivel Ambrosio II, con Solutrense superior evolucionado, tiene su desarrollo durante la segunda mitad del GS 3 y del evento de Heinrich 2 (H 2), momento en el que se experimentan las temperaturas más bajas en el mar de Alborán durante el Pleistoceno superior final, situadas en torno a 10° C, y culmina durante el interestadio templado del *Greenland Interstadial 2* (GI 2), ya con temperaturas en el mar de Alborán de 12° C (Cacho *et al.* 1999, 2001) (Fig. 5). •

BIBLIOGRAFÍA

- CACHO, I., GRIMALT, J. O., PELEJERO, C., CANALS, M., SIERRA, F. J., FLORES, J. A. y SHACKLETON, N. 1999: "Dansgaard-Oeschger and Heinrich event imprints in Alboran Sea paleotemperatures". *Paleoceanography* 14 (6): 698-705.
- CACHO, I., GRIMALT, J. O., CANALS, M., SBAFFI, L., SHACKLETON, N. J., SCHÖNFELD, J. y ZAHN, R. (2001): "Variability of the western Mediterranean Sea surface temperature during the last 25.000 years and its connection with the Northern Hemisphere climate changes". *Paleoceanography* 16 (1): 40-52.
- GROOTES, P. M., STUIVER, M., WHITE, J. W. C., JOHNSEN, S. y JOUZEL, J. 1993: "Comparison of Oxygen Isotope Records from the GISP2 and GRIP Greenland Ice Core". *Nature* 366: 552-554.
- IGME 1977: *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Vélez-Blanco, 952 (24-38)*. Segunda Serie, Primera Edición. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- INM 1985: *Calendario Meteorológico 1986*, Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Madrid.
- JORDÁ PARDO, J. F. y CARRAL, P. 1988: "Geología y Estratigrafía del yacimiento prehistórico de la Cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería)". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 1940.
- MEESE D., ALLEY R., GOW T., GROOTES P. M., MAYEWSKI P., RAM M., TAYLOR K., WADDINGTON E. y ZIELINSKI, G. 1994: *Preliminary depth-age scale of the GISP2 ice core. CRREL Special Report 94-1*. Cold Regions Research and Engineering Laboratory. Hanover - New Hampshire.
- MEZCUA, J. y MARTÍNEZ SOLARES, J. M. 1983: *Sismicidad del área ibero-magrebí. Publicación 203*. Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- RIPOLL LÓPEZ, S. 1988 a: "Marco geográfico de La Cueva de Ambrosio". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 5-18.
- 1988 b: "Historia de la investigación". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 41-72.
- 1988 c: "Excavaciones recientes. Campañas de 1982, 1983 y 1986". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 73-104.
- 1988 d: "Origen del Solutrense y posición cronológica". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 201-215.
- RIPOLL LÓPEZ, S., MUÑOZ IBÁÑEZ, F. J. y LATOVA FERNÁNDEZ-LUNA, J. 2006: "Nuevos datos para el arte rupestre paleolítico de La Cueva de Ambrosio (Vélez Blanco, Almería)". *Congreso de arte esquemático en la Península Ibérica. Vélez-Rubio-Vélez-Blanco, Almería 5-7 Mayo 2004*. Almería: 547-562.
- SESÉ BENITO, C. y SOTO RODRÍGUEZ, E. 1988: "Los micromamíferos (Rodentia, Insectivora y Lagomorpha)". En S. Ripoll López (ed.): *La Cueva de Ambrosio (Almería, Spain) y su posición cronoestratigráfica en el Mediterráneo Occidental*. Brithis Archaeological Reports, International Series 462. Oxford: 157168.
- VERA, J. A. y MARTÍN-ALGARRA, A. 2004: "Divisiones mayores y nomenclatura". En J. A. Vera (ed.): *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid: 348-350.
- WANG, Y. J., CHENG, H., EDWARDS, R. L., AN, Z. S., WU, J. Y., SHEN, C. C. y DORALE, J. A. 2001: "A High-Resolution Absolute-Dated Late Pleistocene Monsoon Record from Hulu Cave, China". *Science* 294 (5550): 2345-2348.
- WENINGER, B. y JÖRIS, O. 2004: "Glacial Radiocarbon Calibration. The CALPAL Program". En T. Higham, C. Bronk Ramsey y C. Owen (eds.): *Radiocarbon and Archaeology. 4th International Symposium. Oxford, 2002*. Oxford University School of Archaeology, Monograph 62. Oxford: 9-15.
- WENINGER, B., JÖRIS, O. y DANZEGLOCKE, U. (EN LÍNEA): *Glacial radiocarbon age conversion. Cologne radiocarbon calibration and palaeoclimate research package <CALPAL> User manual*. Universität zu Köln, Institut für Ur- und Frühgeschichte. Köln.