

5

Estudio sedimentológico de la Cova d'En Pardo. Cronoestratigrafía y Paleoambiente

Carlos Ferrer García

SIP. Museu de Prehistòria de València

María Pilar Fumanal García. In Memoriam

Contexto Geomorfológico

La Cova d'En Pardo forma parte del sistema cárstico de la sierra de l'Albureca, un relieve calcáreo ubicado en el paisaje de abrupto modelado que ocupa las comarcas alicantinas septentrionales, en el que alternan prominencias montañosas calizas con suaves depresiones margosas y valles. Se abre junto a un barranco a media ladera de una de sus vertientes meridionales, a 680 m de altitud y a 130 m sobre el fondo de un valle que delimita por el sur la Serra Foradada, y drena la Rambla de la Gallinera hacia el Este y el Barranc de Llombo hacia el Oeste (Fig 5.1).

Estructuralmente el área geográfica pertenece al dominio externo del sistema bético, caracterizado geológicamente por la sucesión de pliegues de dirección ENE-WSW y vergencia norte. Las elevaciones anticlinales están formadas por materiales calizos cretácicos y los sinclinales, que conforman los valles intramontanos, están constituidos por series sedimentarias de margas de edad terciaria (IGME, 1975). La vergencia norte da lugar a cabalgamientos y paisajes escarpados en las vertientes de la Serra Foradada, a umbría, y a un suave modelado cárstico en las de solana, en las que se encuentra la Cova. Las cumbres aplanadas, superficies de erosión de edad precuaternaria, y las depresiones

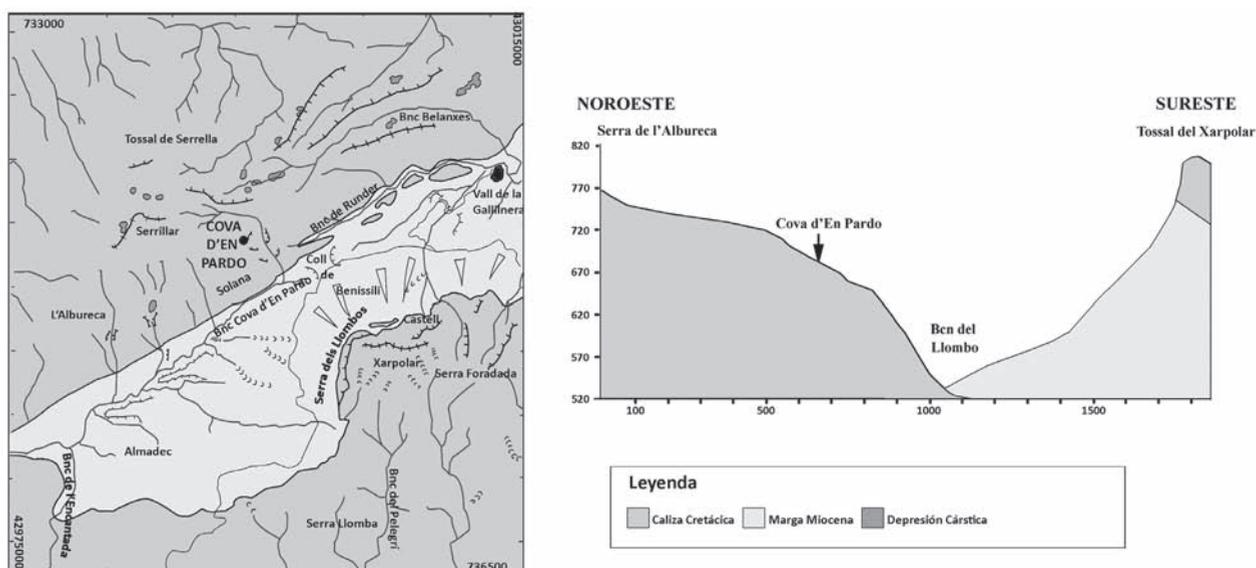


Figura 5.1. Esquema geomorfológico y perfil topográfico transversal.



Figura 5.2. Vista de la Serra Foradada y de la Vall de la Gallinera desde la Cova. Los escarpes coinciden con cabalgamientos de estratos calizos sobre las margas del sinclinal.

cársticas rellenas de *terra rossa*, aparecen diseminadas por el relieve (Fig 5.2).

El barranco en cuya ribera occidental se abre la cueva posee un perfil longitudinal irregular, con segmentos de gradiente desigual y saltos verticales de pocos metros, resultado de controles tectónicos y cársticos. Su tramo superior, por encima de la cueva, es de baja pendiente y orientación E-W. El sector intermedio, en el que se halla la cueva, posee una orientación transversal a la anterior y de mayor pendiente. Sus márgenes presentan con frecuencia una geometría de embudo, con resaltes topográficos a modo de barreras, que revela la presencia de dolinas desventradas. Se trata de depresiones cársticas comunicadas por sumideros asociados a fracturas, que los procesos de erosión y el colapso de bóvedas exhumaron, dando forma a la red de drenaje subaérea. El sector final, a los pies del relieve, está caracterizado por la construcción de estructuras sedimentarias en forma de abanico, depósitos de cantos y gravas angulosos y subangulosos empastados en limoarenosos de color rojo.

Este barranco forma parte de la cabecera del Barranc del Llombo, tributario del Barranc de l'Encantada, que lo es a su vez del río Serpis. Como ya se ha comentado, este sistema, junto con el de Rambla Gallinera, construyen los sistemas que drenan la Vall en dirección opuesta. La divisoria de aguas se halla en las proximidades de la cavidad y coincide con el límite municipal y comarcal entre el Comtat y la Marina Alta.

Las laderas de l'Albureca se hallan desprovistas por lo general de cobertera coluvial y muestran un perfil convexo-recto-concavo. El sustrato calizo aflora a lo largo de todos los sectores, excepto allí donde la microtopografía permite la preservación de suelos sobre arcillas rojas resultado de la disolución (*terra-rossa*) con arenas

y cantos. El predominio de la dinámica erosiva en las laderas y en la cabecera de los sistemas fluviales a lo largo de los últimos milenios explica esta escasez de suelos. En la Serra Foradada las vertientes son de perfil cantil-recto-concavo. La parte alta, calcárea, está asociada a cabalgamientos tectónicos. Los segmentos intermedios, construidos sobre margas, dan lugar a suelos poco profundos y constantemente rejuvenecidos por los procesos de erosión, en forma de arroyadas difusas y movimientos de masa. En el valle se han modelado sucesivas superficies de erosión sobre las margas a lo largo del Cuaternario. Éstas se suceden a cotas progresivamente más bajas, partiendo de la que constituye la divisoria entre Llombo y Gallinera, en torno a la cota 600, considerada de edad pliocuaternaria (DUMAS, 1977).

La génesis de la cavidad de En Pardo hay que ponerla en relación con el desarrollo del sistema cárstico y de dolinas que caracteriza el relieve de l'Albureca. Un conjunto de fracturas de orientación ENE-WSW, al que se asocian otras oblicuas de orientación E-W, facilitaron los procesos de disolución que explican su apertura. A lo largo del Pleistoceno actuó como sumidero del sistema. Los rellenos finales, que se documentan en los perfiles abiertos, muestran un importante buzamiento hacia el interior. La exhumación de las dolinas y posterior y progresivo encajamiento de la red, la aisló del sistema, de modo que a partir de algún momento del Pleistoceno pasó a recibir únicamente aportes de una pequeña cuenca ubicada en la vertiente que no supera 0,3 ha.

Litoestratigrafía

Los rellenos de la Cova d'En Pardo están constituidos por depósitos de diversas procedencias, predominando los aportes externos en los niveles inferiores y los antrópicos en los superiores. En la secuencia basal los sedimentos exocársticos provenientes de las laderas del entorno, tanto de fracciones finas como gruesas, son los más frecuentes, aunque también están presentes los sedimentos endocársticos, resultado principalmente de la meteorización física, traducida en la incorporación de materiales gruesos, fragmentos de coladas parietales, en forma de cantos y gravas. Se documentan puntuales coladas estalagmíticas en espacios en los que se concentran los flujos de agua del sistema cárstico cuando éste está activo. La presencia de bloques desprendidos de la cubierta de la cavidad, fundamentalmente de carácter estalagmítico, testimonian a su vez la existencia de fenómenos de descompresión, posiblemente eventos sísmicos. A techo predominan en cambio los sedimentos aportados por la gestión humana de la cavidad. Se trata de potentes paquetes de restos de sedimentos y aportes vegetales frecuentemente quemados, resultado de prácticas de estabulación llevadas a cabo desde el Neolítico, a los que acompañan puntuales precipitados cársticos y bloques desprendidos (Fig. 5.3).

El área excavada por los arqueólogos en las campañas entre 1963 y 1967, permitió realizar una aproximación litoestratigráfica a sus perfiles en los años 1994 y 1996, que hoy revisamos con apoyo de los datos recopilados durante el proceso de excavación hasta 2007 (SOLER, 1999, SOLER ET ALII, 1999, SOLER, 2000, SOLER y ROCA DE

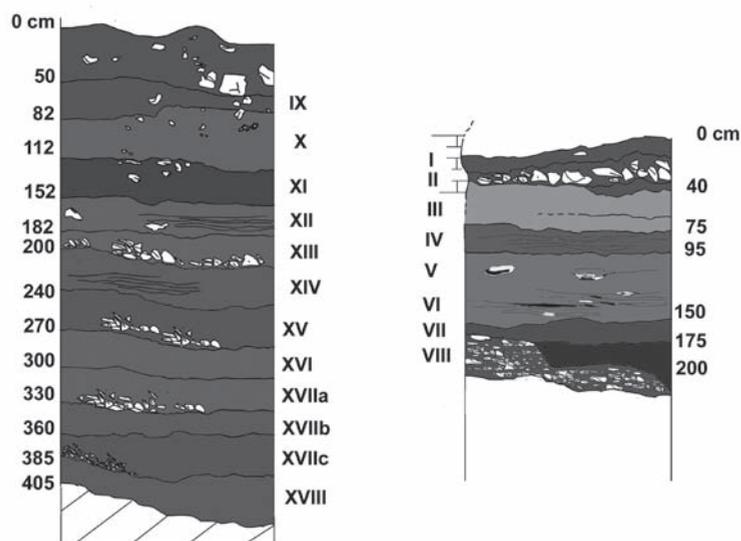


Figura 5.3. Perfiles estratigráficos ideales de la secuencia de la Cova. El Perfil B, a la izquierda, recoge la secuencia de los niveles inferiores, y el Perfil A, a la derecha, los niveles superiores según los datos derivados del proceso de excavación llevado a cabo desde los años 90 del siglo pasado.

TOGORES, 2008, SOLER *ET ALII*, 2008). De base a techo se identifican, a partir de una costra calcárea que posiblemente sella niveles de relleno previos, un total de veinte niveles sedimentarios, que se describen siguiendo el modelo propuesto desde la palinología. En el perfil B se documentaron los niveles basales hasta los niveles X y IX, desde éstos y hacia techo se estudiaron en el perfil A y en las sucesivas campañas de excavación realizadas desde principios de los años 90 (Fig. 3.16).

El sustrato lo constituye el posible pavimento estalagmítico, que no pudo ser estudiado por los riesgos que entrañaba su muestreo. El estrato inferior, nivel XVIII, descansa directamente sobre ésta con un ligero buzamiento desde la pared oriental hacia el centro de la cavidad. Se trata de 20 cm de limoarcillas de color marrón algo oscuro (7,5 YR 5/6) con apenas fracción gruesa, que procede del interior de la cavidad. En la muestra de laboratorio se documentó fragmentos de fauna indeterminada.

El nivel XVIIc, en contacto neto con el anterior, también buza hacia el centro de la cavidad. Está formado por un máximo de 25 cm de arcillas y limos de color marrón (7,5 YR 5/4). Incluye abundante fracción gruesa, en ocasiones de tipo plaqueta, procedente de espeleotemas parietales y cenitales. Uno de los fragmentos alcanza el tamaño bloque. Estos gruesos se disponen imbricados horizontalmente a la base que buza desde la pared. De nuevo se documenta fauna en la muestra de laboratorio. Se data en torno al 25.720 (+-120) BP sin calibrar (Beta 124122).

El nivel XVIIb posee una potencia máxima de 30 cm, contacto neto con el anterior y similar geometría, aunque se va reduciendo el buzamiento. Es de limos y arenas de color marrón fuerte algo oscuro (7,5 YR 5/6) con algunas gravas procedentes de espeleotemas y restos óseos indeterminados.

El nivel XVIIa constituye un depósito que en el perfil abierto pasa a ser horizontal a techo. Contacto neto y potencia variable que alcanza en su máxima extensión los 30 cm. Está constituido por limos de color marrón fuerte (7,5 YR 5/6) con un porcentaje elevado de fracción gruesa formada por bloques y cantos de origen endocárstico muy angulosos y alterados, y fragmentos de restos óseos indeterminados.

El nivel XVI es un estrato de potencia variable, de hasta 30 cm, contacto neto a base y textura poco homogénea. Sedimento preferentemente francolimosos de color marrón fuerte (7,5 YR 5/6) en la mayor parte del perfil B. En su parte central es de arenas y arcillas con abundantes cantos, similares a los de los niveles inferiores. Finalmente en el perfil A es un sedimento limoso con apenas fracción gruesa de color marrón claro (7,5 YR 8/5). Presenta concreciones en la pared oriental, testimonio de la activación de los procesos cársticos de precipitación al menos en este sector.

El nivel XV buza hacia el centro de la excavación y se acuña en la pared oriental, de modo que aquí posee mayor potencia. Tiene contacto neto basal. Se corresponde con hasta 35 cm de potencia de un sedimento en el que predomina la fracción gruesa, incluyendo bloques y cantos muy angulosos de origen endocárstico. Ésta fracción aparece imbricada y está empastada en arcillas y limos de color marrón fuerte aunque algo oscuro (7,5 YR 5/6). Algunos restos de conchuela y fragmentos óseos.

El nivel XIV está formado por un sedimento de 35 cm de potencia con contacto neto basal, que de nuevo regulariza a techo el relleno de la cavidad. Se trata de limos con apenas fracción gruesa y color ligeramente distinto a los hasta ahora observados: un marrón mucho más intenso (7,5 YR 5/8). Se identifican estructuras laminares derivadas de flujos de agua sucesivos (Fig. 5.4). En este nivel se llevó a cabo una datación radiocarbónica que lo sitúa en torno al 20.360 (+- 120) BP sin calibrar (Beta 79494). En el perfil A se obtuvo una muestra de rasgos similares de color marrón (7,5 YR 5/6).

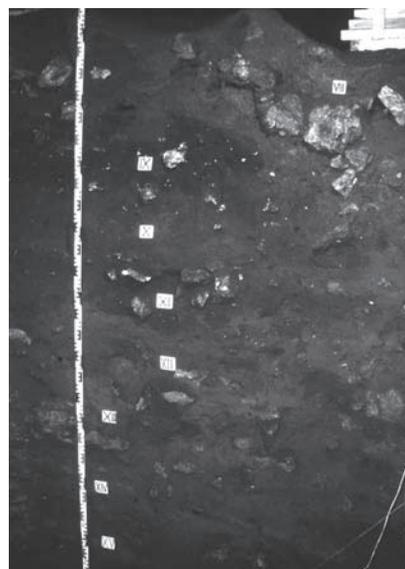


Figura 5.4. Foto de los niveles superiores del perfil B, del nivel XV al VIII. 1994.

El nivel XIII está constituido por 30 cm de sedimentos finos con abundantes bloques y cantos procedentes de desprendimientos cenitales, angulosos y alterados. En algunas ocasiones poseen rasgos morfológicos que nos permiten describirlos como plaquetas. De nuevo identificamos un contacto neto a base que en este caso identificamos como erosivo. Matriz franca de color marrón fuerte (7,5 YR 5/6) con estructuras laminares derivadas de flujos hídricos. Se data en torno al 10.940 +/-70 BP sin calibrar (Beta 89288).

El nivel XII posee un contacto normal y progresivo sobre el anterior y geometría horizontal a la base. Se trata de 25 cm de sedimentos de igual color y textura al anterior. Menor presencia de cantos y ausencia total bloques. Destaca la alternancia en el tono de las sucesivas laminaciones que lo forman, donde se suceden pasadas de color marrón fuerte con otras más amarillentas. Se data en torno al 11.880 +/-70 BP sin calibrar (Beta 89287).

El nivel XI es un depósito de textura franca, estructuras laminares y contacto neto basal, de hasta 40 cm de potencia. Color marrón oscuro (7,5 YR 5/4). La fracción gruesa es relevante, aunque se concentra en determinadas áreas del perfil. Presencia de óxidos de hierro e impregnaciones de materia orgánica en torno a los cantos. Restos de conchuela y fragmentos óseos.

El nivel X se corresponde en la parte interna de la cavidad (perfil B) con una unidad sedimentaria de geometría horizontal a la base de hasta 30 cm. Un sedimento de limos y arcillas de color marrón rojizo 5 (YR 4/4) con estructuras laminares y escasa fracción gruesa. En la entrada, en los sectores 42 y 52, el nivel posee, en cambio, un pronunciado buzamiento hacia el fondo, siguiendo el eje principal de la cavidad. En este caso, las fracciones finas son la matriz de un conjunto de bloques y cantos de caliza muy alterados.

El nivel IX se deposita tras un importante hiato erosivo y, como hemos podido observar durante el proceso de excavación, es la unidad que uniformiza la geometría del relleno en gran parte de la cavidad, que pasa a ser horizontal. Está formado por arcillas y limos con estructura masiva. Posee color marrón oscuro (7,5 YR 4/4) con geometría lenticular y cantos angulosos en el perfil B, y es de color marrón rojizo (5 YR 4/4) en el perfil A, donde aparece acompañado de algunos bloques de caliza a base, que se pudieran asociar con el nivel infrayacente. En el área excavada se identifica como marrón (7,5 YR 3/3) con lentejones algo más oscuros (7,5 YR 4/4) y carbones tamaño grava, con muy escasa fracción gruesa alterada. En su excavación se han documentado algunos restos arqueológicos de una fase antigua del Epipaleolítico (SOLER *ET ALII*, 2008), dispersos y en posición secundaria.

En este nivel se abre una extensa cubeta en el centro del área excavada (subsectores 53B, 53C, 53D, 54A, 54B, 54D, 64A y 64D) que en su parte más profunda llega a afectar al nivel X. Su relleno está constituido por el nivel VIII Inferior. Un depósito de textura singular, limos de color marrón oscuro *in situ* que pasa en seco a marrón (7,5 YR 4/4), resultado de la formación, a partir de fracción arcillosa, de agregados muy resistentes con signos de temoalteración que, en ocasiones, llegan a tener el tamaño de grava. Se documentó también la presencia de agregados menos resistentes formados a partir de arcillas marrones de tono amarillento (amarillo rojizo – 7,5 6/8 YR), así como de carbones, especialmente a techo,

pequeñas bolsadas de cenizas, y algunos cantos muy alterados, dispuestos ocasionalmente en posición no horizontal a la base. Cabe aquí señalar las semejanzas entre el nivel lenticular descrito en el perfil B y el nivel VIII Inferior.

Este depósito incluye a techo sendas estructuras asociadas a un área de hogares del primer horizonte de la neolitización de las tierras valencianas (2006-VIII Inf-1 y 2006-VIII Inf-2, en los subsectores 54B y 53D) abiertos sobre una fina capa de arcillas, que en ocasiones se han transformado en barro termoalterado como resultado de la acción del fuego. La primera estructura es semicircular, de un metro cuadrado aproximadamente y con 6 centímetros de potencia, con al menos dos fases de uso. Incluye cantos y bloques que delimitan el área de combustión, restos de cerámica y de huesos consumidos, y una gran losa anexa (Fig. 5.5). La segunda apenas posee una estratigrafía reconocible y queda marcado en la secuencia por la presencia de barro termoalterado distribuido por el subsector 53D. Una datación radiocarbónica las sitúa en torno al 6660 (+-40) BP no calibrado (Beta 231880).

Sella el conjunto el nivel VIII, formado por fracción gruesa calcárea, cantos y gravas subredondeados y subangulosos procedentes de las vertientes, acompañados de restos de espeleotemas de la cavidad, y empastados en una matriz de limos y arcillas de color marrón rojizo (5 YR 3/3) con estructura interna masiva (Fig. 5.6). Abundantes carbones, tamaño canto e incluso conformando lentejones de varios centímetros, en relación con una fase de ocupación del Neolítico Antiguo (SOLER *ET ALII*, 2008). Es el caso de las manchas VIII-1-7 en 42C y 42D y VIII-2-7 en 52C, cerca de la boca de la cueva. En el perfil A, con unos 25 cm de potencia, aparece con una geometría horizontal a la base. Una datación radiocarbónica realizada sobre un resto óseo en este nivel aportó una fecha



Figura 5.5. Imagen de la Cueva desde su entrada. En el centro zona de hogar del nivel VIII inferior. Sobre él se identifican los cantos del nivel VIII y por debajo el relleno de la cubeta abierta en el nivel IX. 2006.

situada en torno al 6060 (+-50) BP no calibrado (Beta 89286), algo joven para este nivel, y 6610 (+-40) BP no calibrado (Beta 231879).

Posee contacto neto, tras un hiato con el nivel IX, y contacto neto erosivo con el nivel X en la zona de la entrada de la cueva excavada, donde el nivel intermedio no siempre está presente (Fig. 5.7). Se superpone a la cubeta y al hogar, que sella, ocupando de forma homogénea el interior de la cavidad y acuñándose en las paredes. En el subsector 44B se identificó niveles de carstificación que asociamos al inicio de una estalagmita durante la sedimentación del nivel subsiguiente. Se describe además, una egagrópila de rapaz y restos óseos de micromamíferos, tanto digeridos como no alterados, que indicarían un uso esporádico. Algunos de los vasos fragmentados identificados en el nivel VIII inferior, aparecen formando parte de esta unidad, lo que viene a indicar cierta removilización del relleno sedimentario postdeposicional.

El nivel VII, de en torno a los 25 cm en el perfil A, está constituido por fracciones finas de color marrón intenso (7,5 YR 5/3, 4/4 y 3/4) con abundantes carbones. Estructura masiva, aunque en el perfil se identificaron algunas laminaciones de arenas y limos que nos permiten identificar arroyadas de cierta energía. Contacto gradual con el nivel infrayacente. Escasa fracción gruesa que aparece alterada. En los subsectores 54A y 44B inicia su construcción una estalagmita que alcanzará hasta el nivel VI, como consecuencia de la existencia de flujos de agua carbonatada, procedente de un conjunto de diaclasas del techo (donde existe un conjunto relevante de estalactitas). En el subsector 43A se describe un hogar (02.VII.1) constituido por un nivel de cenizas al que se sobreponen piedras que formarían parte de la estructura, así como pequeñas manchas de cenizas y carbones, tales como 03-VII-7 en 43D y 06.VII.1 en 63D entre otras. Se dató en torno a 6240 (+-40) BP no calibrado (Beta 231877) sobre un hueso de ovicáprido. En el perfil A se obtuvo una datación algo envejecida de en torno al 6790 (+-40) BP no calibrado (Beta 186171) y otra muy joven, de en torno a



Figura 5.6. Contacto entre el nivel VIII inferior (relleno de la cubeta abierta en el nivel IX) con el nivel VIII. 2006.



Figura 5.7. Vista de la boca de la cueva. El nivel VIII se sitúa sobre el nivel X, basal en la fotografía. En el perfil del fondo manchas de carbón y cenizas de los niveles de estabulación VI y V. 2005.

5740 (+-40) BP no calibrado (Beta 208464) sobre materia orgánica del sedimento. Se realizaron además dos dataciones a partir de sedimentos con un resultado muy poco ajustadas a lo esperable. Se trata de 5480 (+-50) BP (Beta 89285) y 4790 (+-50) BP (Beta 79493), ambas no calibradas.

En la deposición de los niveles subsiguientes se produce un cambio radical en los procesos sedimentarios que les dieron origen. Los niveles VI y V, de unos 25 a 30 cm de potencia cada uno en el perfil, están formados por limos y arcillas sin apenas fracción gruesa, con abundantes carbones y cenizas, que forman pasadas lenticulares milimétricas de colores amarillo, negro, ocre y marrón. La fracción sedimentaria natural es poco relevante en el conjunto (Fig. 5.8).

El nivel VI posee un contacto neto con el nivel inferior. La fracción predominante es de limos y arcillas con abundantes restos de cenizas en fracción limo. La mayor parte del nivel en el perfil posee laminaciones milimétricas muy extensas de sedimentos de tonos grises más o menos empardecidos, además de pasadas de cenizas blancas y carbones, y bolsadas de fracción limosa de color gris oscuro, procedente de la combustión incompleta de restos vegetales, que en ocasiones se pueden extraer en forma de grandes bloques de agregados. Las manchas 02.4 y 02.5 en el sector 53 y 01.1 en 56C, son ejemplo de ello. Incluye también pasadas de sedimentos naturales de color marrón pálido (10 YR 6/3), aunque siempre alterados en su composición textural y color por la presencia de cenizas. La estalagmita descrita más arriba tiene su techo en este nivel. En el sector 54C se producen concreciones de carbonato a modo de pavimento cárstico que se asocian a esta formación. Se dató en torno al 6030 (+-40) no calibrado BP (Beta 186170).

El nivel V, en contacto neto no erosivo con el anterior, posee en cambio, limos y arcillas de color marrón más intenso, casi rubefacto (10YR 6/3). Es preferentemente masivo, con agregados

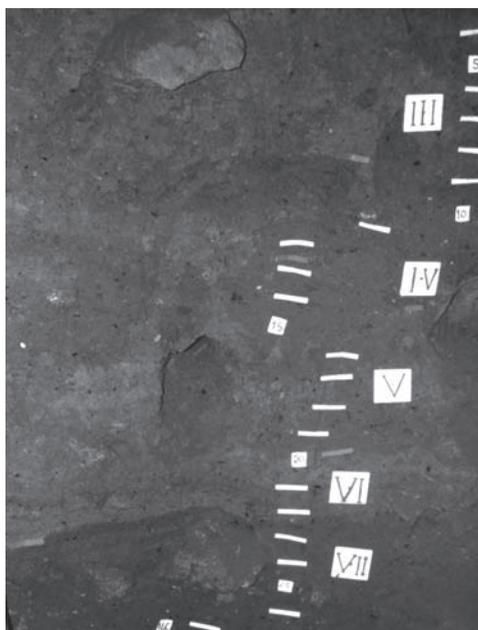


Figura 5.8. Niveles del VII al III en el Perfil A. 1994.

arcillosos, concreciones de carbonatos envueltas en limos ocre, agregados cenicientos, grises y ocre, amarillentos, y posibles concreciones de fosfatos. Aunque son frecuentes las pasadas horizontales centimétricas y lenticulares, en ocasiones en forma de cubetillas con base irregular, con rellenos formados de base a techo por niveles irregulares de dos o tres centímetros de potencia: vegetales quemados, aunque no del todo combustionados, sobre los que se depositaron carbones y cenizas grises con presencia de nódulos de carbonato de tamaño canto y ocasionales capas de cenizas blanquecinas, en una sucesión coherente con los procesos de combustión de lechos para el ganado (Fig. 5.9). Existen varias grandes manchas de este tipo, como por ejemplo 0.1.1 en 42D, y 02.1 - 02.2 en 52C, documentadas cerca de la boca de la cueva en las excavaciones de 2002. En concreto 02.1 posee una capa de 8 a 10 cm de cenizas superpuesta sobre una capa negra de carbón y otra, a base, de tierra rubefacta. En el sector 54A y 44D los sedimentos aparecen cementados pero sin dar forma a la estalagmita que se identificó en los niveles basales. Se asocian pues a la formación de un pavimento estalagmítico. Este fenómeno afecta también a todos los niveles superpuestos del IV al I, en mayor o menor grado. Se dató en torno al 5.710 (+/- 50) BP no calibrado (Beta 166164).

El nivel IV, de en torno a 15 cm en el perfil A, se depositó en contacto neto. Se trata de limos y arcillas masivas de color gris marrón claro (10 YR 6/2) con algunas manchas de tono verdoso de ambiente reductor (5 Y 4/3) y pequeños carbones dispuestos en bandas. En algunos puntos se observan de nuevo laminaciones. En los mismos sectores próximos a la boca de la cueva antes citados, se identificaron tres capas superpuestas de hasta 20 cm de potencia total (estructura 95.8 inferior) de color blanco gris, negro quemado y anaranjado rojizo rubefacto. De nuevo se identificaron



Figura 5.9. Detalle de los niveles VI y V. Pasadas lenticulares de color marrón que se corresponden con restos de estabulación no quemados. Sobre ellas paquetes de sedimentos con carbones y cenizas. 2003.

concreciones sobre cantos en el espacio que ocupó la estalagmita en niveles infrayacentes (54A). El nivel se ha datado a partir de una serie de muestras, que se presentan no calibradas. Una fue tomada en el perfil A y dio como resultado una datación en torno al 5510 (+-50) BP (Beta 79492), otra en el área excavada a partir de restos de carbón del sedimento, de en torno al 5400 (+-60) BP (Beta 89289), y otra a partir de un resto óseo en el 3080 (+-40) BP (Beta 202432).

El nivel III es de limos y arcillas muy masivas de color marrón pálido (10 YR 7/3), con algunas gravas y cantos calcáreos subangulosos algo alterados y abundantes carbones en la fracción grava y canto. En el sector 42 se idéntica una mancha (estructura 95.8 superior) de 5 cm de cenizas sobre tierras marrones rubefactas, e incluye al menos una estructura de combustión en el sector 43. En este nivel se abrió una pequeña estructura negativa para sustentar una vasija morisca para recoger el agua que gotea en la zona más activa de la cavidad. En el perfil abierto en el subsector 43A se identificó en 1998 un sedimento con un color distinto, marrón muy pálido (10 YR 8/3), que inicialmente llevó a su descripción como una subunidad distinta (IIIb). Se dató en torno al 4980 (+-50) BP (Beta 156661), 4960 (+-40) BP (Beta 152955) y 4270 (+-50) BP (Beta 203493), todas ellas no calibradas.

Los estratos que constituyen el techo de la secuencia, los niveles II y I, de unos 20 cm cada uno, poseen contacto neto entre ellos y con el anterior. El primero es un sedimento masivo de bloques procedentes de desprendimientos cenitales y cantos calizos alterados, empastados en una matriz de color marrón intenso (7,5 YR 5/2). Se dató en torno al 4270 (+-50) BP (Beta 95394) y 2920 (+-70) BP (Beta 124123), no calibradas. El nivel I es de similar color (7,5 YR 5/3) y estructura, aunque posee menor fracción gruesa.

Sedimentología de las unidades estratigráficas estudiadas

El nivel XVIII está constituido por limoarcillas con algunas arenas brillantes, transportadas y depositadas por arroyadas de baja energía (Fig. 5.10a, 5.10b y 5.11). El porcentaje de materia orgánica

es moderadamente elevado (0,7%) y la presencia de carbonatos es baja (20% en fracción total), en función de que en origen se trata de *terra rossa*, residuo de procesos de disolución de la caliza que formó parte de depósitos más o menos potentes en las vertientes. La fracción gruesa es escasa y poco porosa, aunque presenta precipitados en la superficie.

El nivel XVIIc es de arcillas y limos depositados en un ambiente sedimentario de flujos hídricos muy tranquilos, con predominio de los procesos de decantación. La fracción gruesa es abundante (28% de la muestra total analizada) y posee porcentajes de porosidad elevados. Se trata de fragmentos de costras cenitales o parietales desprendidos, con geometrías aplanadas que en ocasiones son coincidentes con plaqueta (5%). Un par de ellos presentan una importante alteración superficial: se observan arcillas precipitadas muy cementadas. Los porcentajes de materia orgánica son idénticos a los del nivel infrayacente, el de carbonatos desciende hasta el 16,5%.

El nivel XVIIb es de limos y arenas depositados por flujos de agua en forma de arroyadas de moderada energía. La más intensa descrita en la base de la secuencia de la cavidad. Los indicadores químicos y de alteración son similares a los del nivel anterior, aunque se observa una reducción relativa de la materia orgánica (0,64%) y significativa del carbonato cálcico (10,4%). La porosidad se mantiene elevada, aunque su valor es relativo, dado su bajo porcentaje en la muestra, que supone sólo el 1% del total.

El nivel XVIIa está formado por limos depositados por un flujo hídrico de moderada energía y velocidad constante, que le permite ser muy selectivo. Posee rasgos similares a los de los niveles hasta ahora descritos, con la salvedad de poseer una importante fracción gruesa (25%) formada por cantos muy angulosos y alterados de origen endocárstico, con el mayor porcentaje de porosidad del conjunto estudiado. Un par de ellos con clara morfología de plaqueta. El porcentaje de materia orgánica es del 0,75% y el de carbonatos del 16%.

El nivel XVI es de variados rasgos. En el perfil B se analizó un sedimento francolimoso, de igual color a los niveles infrayacentes, resultado de una arroyada a la que sucede una fase de pérdida de energía y decantación de arcillas. La fracción gruesa aplanada (un 10,26%) es de origen endocárstico y posee rasgos similares a los descritos en el nivel XVIIa. Se modera el porcentaje de porosidad y desciende el porcentaje de material orgánica (0,54%).

Junto a la pared se muestrea un depósito de sedimentos concresionados, testimonio de la activación de los procesos cársticos de precipitación, al menos en este sector. Sus rasgos texturales y químicos son idénticos a los de la muestra anterior, con la salvedad de un incremento muy significativo del porcentaje de carbonato cálcico (71,1%), que altera el color, algo más claro.

Finalmente se estudia un depósito en el perfil A con rasgos ligeramente distintos. Se corresponde también con un sedimento formado por una arroyada, pero en el que no se producen procesos de decantación. La fracción gruesa pasa a ser irrelevante, aunque con similares porcentajes de porosidad. Aumenta significativamente el porcentaje de materia orgánica (0,8%).

El nivel XV posee un elevado porcentaje de fracción gruesa (hasta un 48,5% del total) incluyendo bloques y cantos muy an-

gulosos, alterados y porosos, de origen endocárstico, con hasta 7 cantos con morfología de plaqueta. Esta fracción está empastada en arcillas y limos, resultado de una colada de fracciones muy finas con arenas. Destaca el elevado porcentaje de materia orgánica, que se sitúa por encima del 1% y la elevada porosidad de la fracción gruesa. Los carbonatos se sitúan en torno al 14%.

El nivel XIV está formado por limos procedentes de arroyadas muy selectivas en ambas muestras analizadas. Velocidad muy constante y moderada energía, sin apenas fase de decantación, expresada en la formación de laminaciones superpuestas en el perfil A. La fracción gruesa supone tan sólo el 3,6% del total y posee muy baja porosidad. En el perfil B el porcentaje de carbonato cálcico es moderadamente más alto (20%) y el de materia orgánica más bajo que en el nivel anterior (0,74%), en el perfil A son a su vez algo más bajos, con valores en torno al 14% y al 0,56% respectivamente.

El nivel XIII es un sedimento de bloques y cantos con matriz de textura francolimosa, resultado de flujos de arroyadas de baja energía y procesos de decantación. Es el que posee más abundante fracción gruesa (un 63,6% del total) procedente mayoritariamente de desprendimientos cenitales, que a pesar de ser angulosos y alterados como el resto de los gruesos del perfil, poseen, como en el nivel anterior en el perfil A, un porcentaje de porosidad muy bajo. Un 21% de carbonatos y un 0,6% de materia orgánica. En el campo se anotó que junto a la pared aparecían algunos cantos con morfología de plaqueta.

El nivel XII está formado por un sedimento franco en el que predominan las arenas y limos de arroyadas, y las arcillas depositadas en fase de decantación. Destaca la presencia de sucesivas laminaciones con alternancia de color. Posee un porcentaje relevante de fracciones gruesas (19%) de caliza angulosa muy alterada, con porcentajes de porosidad muy bajos. Los porcentajes de materia orgánica aumentan significativamente (1%) y descienden los carbonatos (13,5%).

El nivel XI es también un depósito resultado de arroyadas y procesos de decantación. La fracción gruesa es relevante (un 37,1%), aunque se concentra en determinadas partes del perfil. Sus rasgos son similares a los descritos hasta ahora con porcentajes de porosidad bajos. El porcentaje de materia orgánica es el más alto de los niveles basales, con 1,61%. Los de carbonato cálcico son en cambio muy bajos (10%).

El nivel X fue estudiado inicialmente en el perfil B, donde está constituido por escasa fracción gruesa de origen exógeno, un 4%. Las fracciones finas proceden de arroyadas e incluyen laminaciones. El porcentaje de materia orgánica es elevado (1,14%) y el de carbonatos se sitúa en torno al 11,2%. En el análisis realizado a una muestra obtenida en la entrada de la cavidad durante la campaña de 2005, se documenta un sedimento formado por bloques calcáreos (46,3%) y algunos cantos y gravas (23%), muy alterados por los procesos químicos y con un muy elevado porcentaje de porosidad. Valores similares de materia orgánica y el incremento de los carbonatos hasta el 36,3%. Las fracciones finas muestran que se trata también de un sedimento procedente de arroyadas muy difusas, limos y arcillas con escasas arenas muy finas. Han sufrido pues un transporte suave y regular en el que predominan

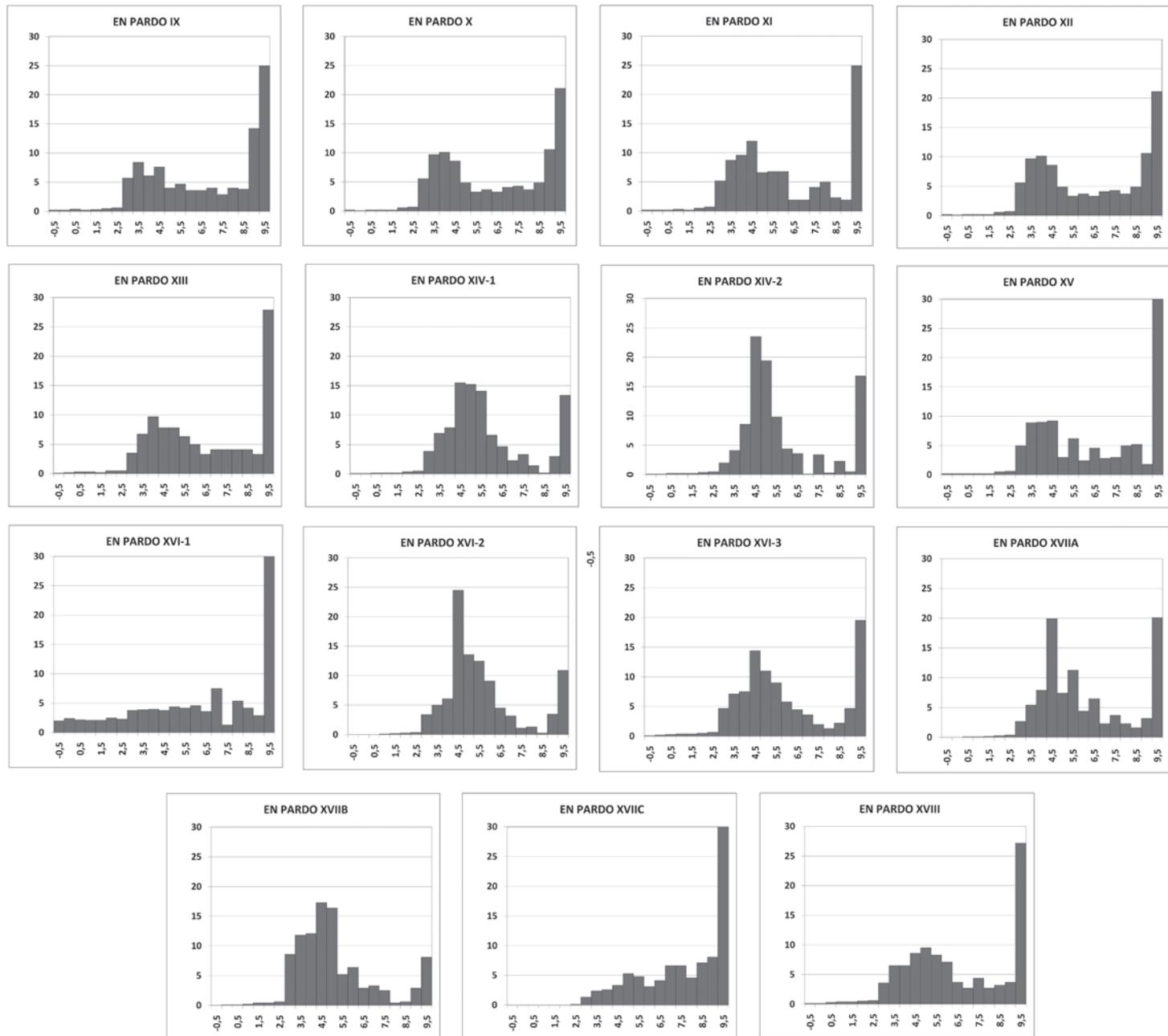


Figura 5.10a. Histogramas de distribución textural de las unidades basales (Perfil B). Tamaños en phi (ϕ) en el eje de coordenadas y porcentajes en el eje de ordenadas.

los procesos de decantación. La unión de la abundante fracción gruesa procedente del exterior con las arroyadas, parece indicar la existencia de dos fases sucesivas en su formación, un aporte inicial de grandes bloques, que se concentrarían en la entrada de la cavidad sin apenas matriz, y una posterior sedimentación de las fracciones finas de las arroyadas, que ocuparían los intersticios entre bloques y cantos.

El nivel IX, de limoarcillas con escasas arenas, muy finas, y con cantos y gravas en porcentaje variable, analizado tanto en los perfiles A y B, como en el subsector 43C de la excavación. En el perfil B las fracciones gruesas son relativamente abundantes (11%). Son de caliza, angulosas y muy alteradas, y aparecen acompañadas de huesos y abundantes carbones. En el perfil A y en la excavación son en cambio muy escasas. Los porcentajes de carbonatos son del 12,3% en el perfil B, y del 25,2% y del 30% en el perfil A y en la excavación. También en el caso de la materia orgánica se observa una significativa diferencia entre el perfil B, con un 2,73%, frente al 1,29% y 1,6% de las otras dos muestras analizadas. El análisis de la distribución textural muestra que el sedimento tiene rasgos homogéneos, asociados con una arroyada de muy baja energía.

La muestra analizada del nivel VIII inferior posee muy escasa fracción gruesas, gravas muy alteradas por el fuego y carbones. El porcentaje de materia orgánica da como resultado un porcentaje relativamente bajo, 0,8%. El porcentaje de carbonatos es en cambio muy elevado 69,9%. La distribución textural muestra el predominio de arenas y limos (70% del total) con escasas arcillas. Muestra una curva que pudiera corresponderse con un depósito forzado mezcla de materiales. Ahora bien, la morfoscopía muestra que la fracción fina forma agregados muy resistentes, resultado de una muy probable alteración térmica del sedimento. Se ha propuesto la existencia de restos similares a escorias como resultado de la combustión de grandes masas de excrementos animales (BROCHIER *ET ALII*, 2001).

El nivel VIII fue analizado en el perfil A y de nuevo en el subsector 43C del área excavada. Se muestra con rasgos más unitarios, limoarcillas con abundante fracción gruesa: cantos angulosos, que alcanzan a representar el 42% del total de la muestra, y escasas gravas. Es de litología caliza subangulosa y de elevado porcentaje de porosidad (10%). El porcentaje de materia orgánica en la fracción fina es también elevado y se sitúa en torno al 1,8 y el 1,9%. El de carbonatos se sitúa en torno al 42 y el 47%. Las fracciones finas poseen una distribución textural franca, con cola en la fracción gruesa que denota que se trata de un depósito forzado. Lo interpretamos como un flujo en masa, una colada, en este caso de cantos, que penetró en la cavidad como resultado de un evento erosivo en las vertientes de gran relevancia.

El nivel VII está constituido por arcillas y limos (40,2 % y 35,8% respectivamente) y escasas arenas (23,9%) muy finas (entre 3 y 4 phis). Los cantos y gravas, alterados por procesos de disolución, no son relevantes (4% en total). El análisis de la curva semilogarítmica, el histograma de distribución textural y los índices estadísticos, muestran que se formó como resultado de un flujo polimodal, de energía variable. Lo interpretamos como resultado de la acción de una corriente de agua, inicialmente con capacidad para transportar fracciones arenosas, que sufre una reducción progresiva de

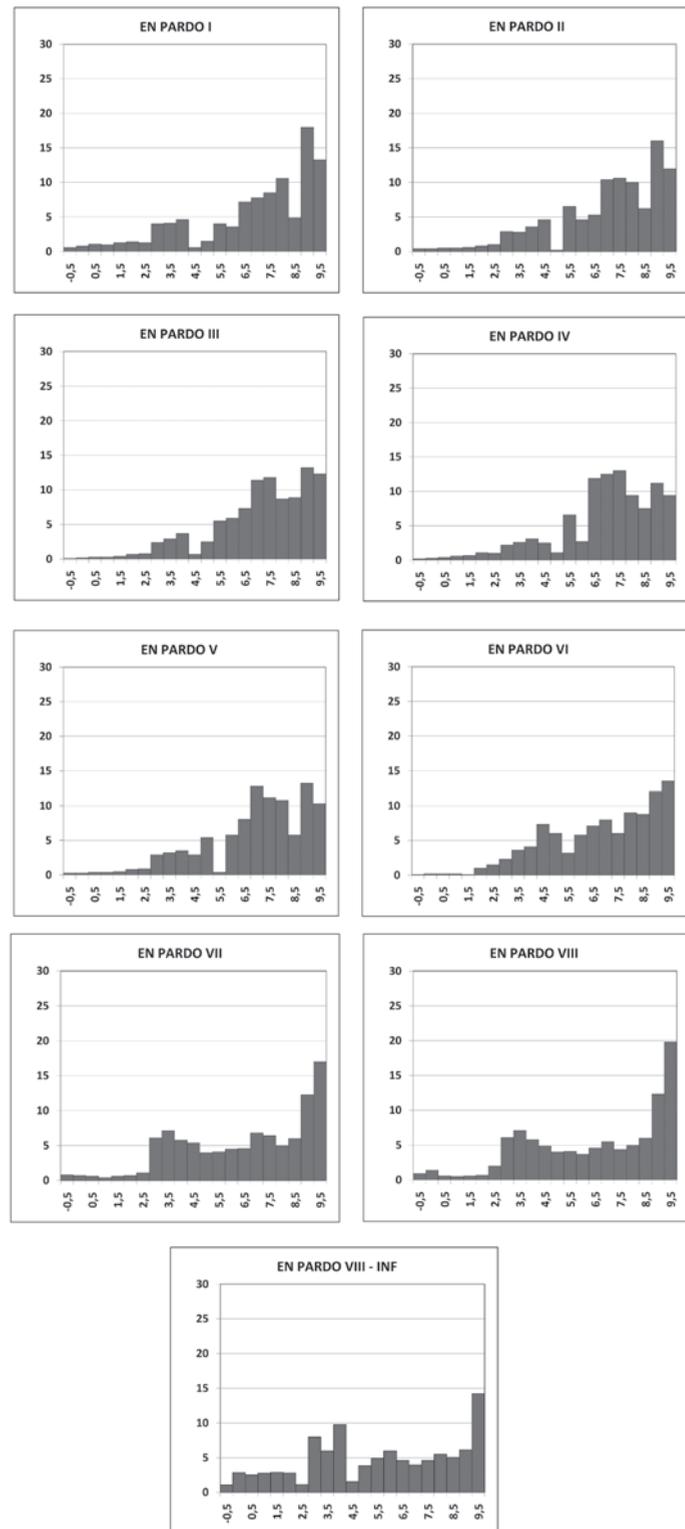


Figura 5.10b. Histogramas de distribución textural de las unidades basales (Perfil A y excavación). Tamaños en phi (ϕ) en el eje de coordenadas y porcentajes en el eje de ordenadas.

la capacidad de arrastre, y una fase final en la que predomina la decantación. Una corriente lenta y poco selectiva que finaliza en un breve encharcamiento, y que pudiera poseer ciertos rasgos de colada poco viscosa. El porcentaje de materia orgánica se sitúa en torno al 2,10% y el de carbonatos en la fracción fina del 40%. Se trata de un sedimento de procedencia exógena, en relación con la movilización de un suelo de vertiente bastante evolucionado.

El nivel VI está constituido en gran parte por aportes de origen antropogénico, cuyo estudio sedimentológico tradicional aporta una información parcial. Es por ello que se seleccionó para su análisis una parte aparentemente poco alterada y con rasgos naturales. Este sedimento es predominantemente arcilloso (47%) con limos (40%) que en parte son de cenizas. Su distribución muestra la presencia de arenas finas y limos, y sobre todo arcillas decantadas, que nos sitúan ante un flujo de agua de muy baja energía en el que predominarían los procesos de decantación. No podemos descartar la relativa importancia de los restos minerales ingeridos por los rumiantes (BROCHIER *ET ALII*, 2001). El porcentaje de fracción gruesa no es significativa y aparece de nuevo muy alterada. Es significativo el porcentaje de gravas resultado de la formación de agregados muy resistentes, como consecuencia de procesos de alteración térmica y movilización del carbonato cálcico a ella asociada y formación de concreciones de fosfato cálcico (7%). El porcentaje de materia orgánica es muy similar al anterior, en cambio los carbonatos ascienden en la fracción más fina al 58%.

Más relevantes son los rasgos deducidos *de visu*, que muestran la presencia de elementos asociados a la estabulación, aunque muy alterados por procesos de remoción sedimentaria, estiér-

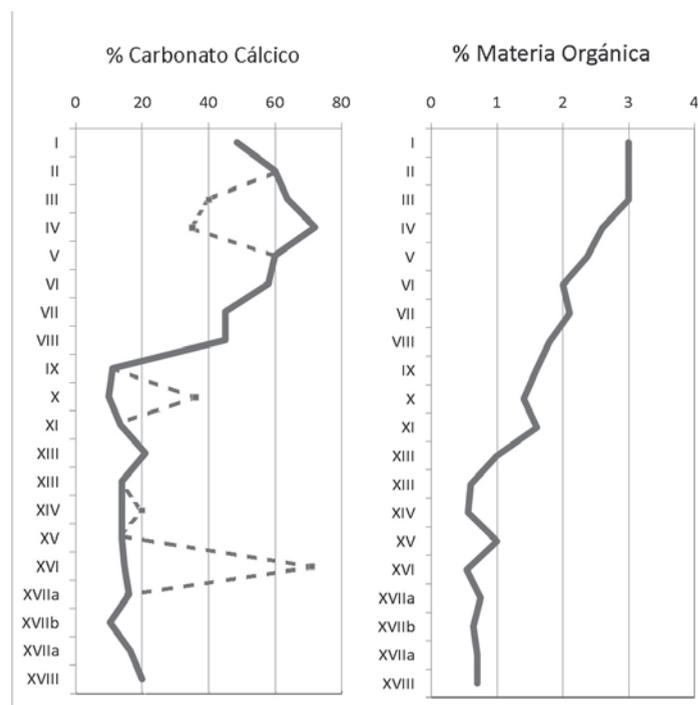


Figura 5.11. Porcentajes de carbonato cálcico y materia orgánica. En línea discontinua valores diferentes para distintas muestras del mismo nivel.

col y lechos vegetales para el ganado que en algún momento en las sucesivas fases de uso de la cavidad, se quema para su saneo.

El nivel V es también fundamentalmente antropogénico. La fracción natural se corresponde de nuevo con un sedimento de arcillas y limos (con predominio de estos últimos, 46,7%, frente al 40,2%), con algunas arenas heterométricas, preferentemente finas. El estudio textural muestra que la fracción natural del sedimento procede en gran parte de flujos sin apenas energía y procesos de decantación. La materia orgánica está en porcentajes similares a VII y VI, los carbonatos ascienden hasta el 60%.

El nivel IV está constituido por limos (50,4%) y arcillas (37,4%) con algunas arenas finas. La abundancia relativa de fracciones de limo fino que la asociamos a la presencia de cenizas distribuidas en este caso aleatoriamente en el estrato, lo que prueba su remoción, aunque la estructura identificada en el sector 42 muestra que ésta no es general. La fracción gruesa de nuevo es escasa, pero son muy abundantes los agregados resistentes, resultado en parte de la alteración térmica. Continúa la tendencia de los niveles anteriores con el mantenimiento de elevados porcentajes de materia orgánica (entre el 2,6 y el 2,1%) y el progresivo incremento del porcentaje de carbonatos, que alcanza el 72,6% en el perfil A, pero que se sitúa entre el 40 y el 30% en los subsectores 43A y 53C. Se trata de nuevo de un sedimento alterado por la gestión humana de la cavidad, en relación con la actividad pecuaria que sigue caracterizándolo.

El nivel III está constituido por arcillas y limos sin apenas fracción gruesa. El porcentaje de cantos es irrelevante en las muestras estudiadas. Los porcentajes de materia orgánica se acercan al 3%, y los de carbonatos son elevados, entre el 63,8% de la muestra analizada del Perfil A y el 40,8% de la muestra del subsector 43A. Variación que estaría en función de la mayor o menor presencia de agregados carbonatados en el sedimento. La distribución textural indica también en este caso rasgos de un sedimento antrópico sin apenas arena (no llega al 6% en algunos casos), con predominio de los procesos de decantación. Cabe destacar aquí el análisis de la muestra obtenida en el subsector 43A, que fue descrita inicialmente como IIIb, por poseer ciertos rasgos singulares en cuanto al color, un tono anaranjado, que el estudio morfoscopico de las arenas demostró procedía de agregados de tamaño arena procedentes de paleosuelos rojos de las vertientes. Lo que viene a confirmar la existencia de exiguos aportes externos, también en forma de sedimentos decantados.

El nivel II está constituido básicamente por bloques (47%), cantos y gravas (25% en total) que proceden en gran parte de desprendimientos cenitales. La matriz, que no supone más del 28% del total, está constituida por limos y arcillas con algunas arenas (13,5%), y poseen una distribución textural que muestra el predominio de los procesos de decantación. El porcentaje de carbonatos es próximo al 60% y el de materia orgánica es del 3%.

El nivel I apenas posee fracción gruesa, fundamentalmente gravas angulosas de caliza muy poco porosas. La distribución textural muestra un aumento en el porcentaje de arenas (20%), singularmente las gruesas, que podría corresponderse con cambios en el modelo de transporte del sedimento. Se mantiene el porcentaje de materia orgánica y desciende el de carbonatos hasta el 48,6%.

Estudio microsedimentológico de los niveles del tramo superior de la secuencia de En Pardo.

Carlos Verdasco Cebrián

La microsedimentología dota al arqueólogo de la herramienta necesaria para la identificación de fenómenos de estabulación a través del análisis de las fracciones de limos y arcillas que componen los depósitos sedimentarios. Este tipo de trabajos sedimentológicos, realizados ya desde la última década del siglo XX en el Sur de Francia (BROCHIER, 1993), se basan en la identificación de una serie de descriptores asociados tanto a la estabulación como a los procesos sedimentarios de fracciones detríticas.

El estudio microsedimentológico consistió en el muestreo de perfiles estratigráficos de los que se obtuvieron en sendas campañas en 2003 y 2007 un total de 17 muestras, tomadas a distintas cotas en los perfiles abiertos en 43C y 54A. El proceso de estudio seguido ha sido la observación de la fracción limosa a través de un microscopio petrográfico de láminas delgadas fabricadas a partir del método de decantación. Se realizó un cuenteo semicuantitativo de los descriptores encontrados en cada una de las láminas a partir de la extrapolación de varios transeptos longitudinales. La obtención de valores de aparición de estos descriptores se realizó a partir de un código de valores de 0 a 5, en donde 0 es ausencia del descriptor y 5 muy abundante (VERDASCO, 2001). Los descriptores que aparecen habitualmente en este tipo de fracción son los siguientes:

Los esferolitos son agregaciones de cristales más o menos esféricos generados en el aparato digestivo de los rumiantes (VERECCHIA, 1995). Estas esferas de carbonato cálcico son la unión de miles de microcristales alargados que cristalizan en formas radiales formando una masa ovoide (con un diámetro que varía entre las 20 a las 5 μm). Se forman entre el cuajar y el final del intestino grueso, donde se dan las condiciones para su desarrollo, por lo que son considerados indicadores de actividades agropastorales.

Los fitolitos son también indicadores agropastorales ya que son residuos silíceos, reproducciones fidedignas de células de los vegetales, que pasan a formar parte de los sedimentos después de la descomposición de la materia orgánica o su combustión (PIPERNO, 1988). Su diámetro varía entre los 200 μm a los 10 μm , aunque la mayor parte de los fitolitos se encuentran en el rango 60-100 μm . La naturaleza silícea de los fitolitos les confiere una gran cualidad de conservación y permite encontrarlos e identificarlos en medios antiguos. La mayor frecuencia de fitolitos frente a los oxalatos de calcio puede indicar el predominio de herbáceas, de prados y riberas en alimentos y lechos y la mayor importancia relativa de las ovejas (VERDASCO, 2001).

Los pseudomorfos de oxalato cálcicos que devienen en calcita-POCC son los elementos más característicos de las cenizas. Son el resultado de la transformación, por calor, de los oxalatos cálcicos que contienen las plantas leñosas. Sus diáme-

tros varían entre los 80-150 μm . La gran mayoría de los vegetales leñosos tienen en el interior de sus células, cristalizaciones de oxalato cálcico con formas muy particulares como drusas, cristales poliédricos, etc. Normalmente son muy abundantes en las ramas de los árboles y sus hojas. Estos cristales, al calentarse (entre 400 y 500 $^{\circ}\text{C}$), se muestran muy inestables, transformándose el oxalato de calcio en carbonato cálcico. La estructura original de la célula se conserva, solamente su naturaleza química sufre un cambio. La mayor presencia de restos de oxalatos puede significar un mayor uso de arbustos de vertiente o bosque mediterráneo en lechos y la alimentación, y una mayor importancia relativa de las cabras (VERDASCO, 2001).

Los microcarbones nos indican, como el descriptor precedente, una zona ocupada por restos de combustión. Se mantiene en la capa cuando otros como los carbonatos pueden haber desaparecido por culpa de la disolución. Su formación es debida a la falta de oxidación de la materia orgánica en la combustión de la madera o de la planta leñosa. Hablamos de microcarbón para referirnos a los restos que se observan en la fracción limosa, con un tamaño comprendido entre 50 μm a 2 μm .

Los coccolitos son placas calcáreas que constituyen el esqueleto de las algas unicelulares pelágicas llamadas coccolitofóridos. Desempeñan un papel muy importante tanto en el mar como en el litoral, pero a menudo son también dominantes en hábitats de agua dulce, donde pueden ser los constituyentes más importantes de la productividad de estos ecosistemas. La aparición de los coccolitos en medios arqueológicos demuestra la existencia de un aporte de materiales derivados de formaciones sedimentarias marinas o lagunares antiguas. Se trata pues de un indicador de procesos sedimentarios a partir del sustrato geológico.

Las estatosporas de chrisofíceas y frústulas de diatomeas son esqueletos silíceos resistentes a la erosión. Se trata en origen de algas unicelulares abundantes en agua dulce. Su presencia nos ayuda a comprender mejor la utilización de materiales derivados de formaciones sedimentarias marinas o lagunares antiguas.

La calcita está constituida por estructuras cristalinas a partir de carbonato cálcico que se conforma en ambientes sedimentológicos subaéreos. Evidencia procesos pedológicos. Este descriptor caracteriza procesos de recarbonatación en suelos. La calcita micrítica es en cambio indicador de disgregación del roquedo.

La caliza aparece como un componente detrítico resultado de los procesos de disgregación mecánica de la roca que conforma el sustrato en paisajes calcáreos. Es por ello indicador de procesos denudativos, de erosión, transporte y sedimentación en fases de activa morfogénesis.

Resultados e interpretación

La distribución de los descriptores de estabulación, (lechos de vegetales, restos de alimentos y sobre todo excrementos), en la estratigrafía muestra su presencia relevante en la parte superior de la secuencia sedimentaria (niveles del I al VI), especialmente en las muestras 7 y 8, nivel V, con un abrupto cambio a partir de los niveles VII y VIII, donde se identifica una presencia residual de éstos, excepto de los microcarbones (Fig. 5.12).

Se ha interpretado la concentración de evidencias de combustión de los restos de la estabulación en las muestras 3, 6 y 8 (algunas fases de sedimentación de los niveles III, IV y V), en atención a la presencia de pasadas de carbones y cenizas. Con todo, es difícil distinguir el uso o no del fuego en todo el perfil, ya que sus descriptores están presentes con mayor o menor abundancia en todas las muestras desde 1 a 12, en los niveles que van del VI al III. Su valor nunca baja de 2, con un pico elevado en la muestra 8, nivel V, y descensos relativos en las muestras 1 y 2, que se corresponden con el techo del nivel III, y en las muestras 5 y 6, que coinciden con el nivel IV, en relación con un posible cambio en el modelo de gestión de los residuos de estabulación. La ausencia de estructuras visibles de combustión significaría, no su ausencia, si no su alteración y desestructuración como resultado de la removilización de los sedimentos, después de la combustión.

La muestra 13 adscrita al nivel VII supone un abrupto cambio, con un descenso muy significativo de fitolitos y no tan

pronunciado en esferolitos y POCC, resultado, tal vez, de procesos de lavado y iluviación desde niveles suprayacentes. Las muestras de la 14 a la 17, niveles VIII a IX, poseen muy bajos valores para los tres descriptores. El incremento de los microcarbones, relativamente elevados en estos niveles, fue interpretado inicialmente como resultado de la iluviación desde niveles con estabulación. Es posible su presencia esté en relación con otros fenómenos, tales como fuegos forestales. Ello explicaría la ausencia de otros descriptores, fundamentalmente POCC, que los procesos de transporte podrían haber alterado o destruido.

Los descriptores que señalan la presencia de aportes sedimentarios procedentes o vinculados con el sustrato geológico indican una dinámica coherente con lo hasta ahora propuesto (Fig. 5.12). Si nos fijamos en el descriptor caliza veremos cómo se observa un descenso de los valores desde las muestras 5 a la 14, coincidiendo *grasso modo* con los niveles resultado de aportes de origen antrópico asociados a la estabulación. Las muestras con mayor aporte sedimentario detrítico serían las basales (15 a 17), niveles IX y IX-X, y serían relativamente elevadas en los niveles 4 y 5, que se corresponderían con el nivel III (posiblemente IIIb descrito como un importante aporte detrítico) y IV. La calcita posee un comportamiento similar, aunque desciende en los niveles basales, en relación con los procesos de disolución que lo afectaron en origen.

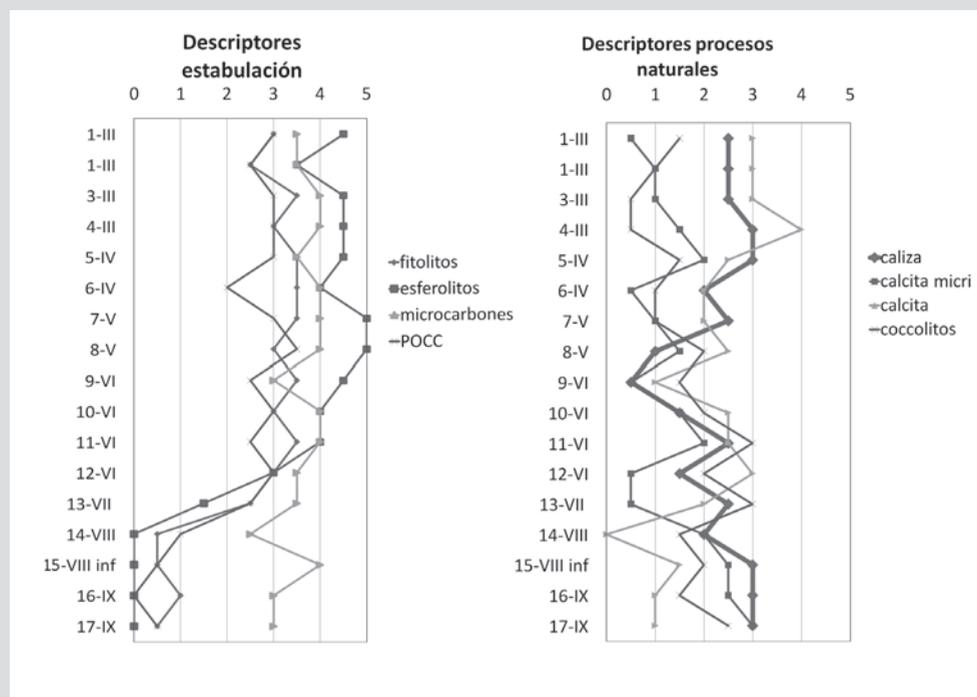


Fig. 5.12. Valores de los descriptores microsedimentológicos de estabulación y procesos naturales (obviamos estatoformas y frústulas).

Discusión de resultados y propuesta interpretativa

Los niveles basales

La secuencia basal de los perfiles estudiados, básicamente el perfil B, está constituida, atendiendo a sus características y datación, por un aporte sedimentario desarrollado a lo largo del Pleistoceno superior final y el Tardiglaciario, con un extenso hiato que afectaría al Pleniglaciario. El conjunto responde a procesos sedimentarios asociados a flujos hídricos, arroyadas más o menos energéticas, que afectan a suelos de vertiente, formados a partir de los residuos de procesos de disolución de caliza muy intensos, *terra rossa*, producidos a lo largo del Pleistoceno. Estas arroyadas se producen en un contexto ambiental en el que predominan los procesos morfogenéticos, genéricamente frescos y con una relativa humedad ambiental. El hiato identificado se correspondería en cambio con una fase en la que existen flujos hídricos libres de sedimentos, en un contexto ambiental de máxima humedad y biostasia, que habría permitido la estabilización de los depósitos de vertiente y la formación de suelos, y conllevaría una dinámica erosiva en la cavidad, durante un periodo indeterminado inmediatamente anterior al Tardiglaciario.

La cueva funcionó a lo largo del Pleistoceno superior como una trampa de sedimentos, en relación con la circulación de escorrentías más o menos concentradas del sistema drenaje cárstico del que en esos momentos formaría parte. Los sedimentos estudiados y que forman parte del relleno de la cueva, no se corresponden totalmente con los típicos depósitos de vertiente. La mayor parte de los gruesos procede de la misma cavidad, como resultado, según nuestra propuesta, de procesos de meteorización mecánica. Posibles barreras en la entrada de ésta habrían limitado el acceso de la fracción gruesa de las vertientes, entrando la mayor parte de los sedimentos en saltación y suspensión con el agua. Ya dentro de la cavidad los flujos con sedimentos continuarían a favor de la pendiente, e irían taponando progresivamente los conductos de salida, aunque el agua continuó infiltrándose en éstos y alcanzando la roca del fondo de la cavidad. Ello explica la existencia de evidencias de procesos de decantación en las fases más húmedas.

La fracción gruesa procedente de espeleotemas parietales y cenitales, que en ocasiones posee rasgos morfológicos de plaquetas, es de compleja interpretación paleoambiental. Son variadas las causas que pudieran dar lugar a estas formas de meteorización mecánica. De entre ellas destaca la posibilidad de procesos de fosilización del sistema de circulación cárstica, que favorecería la degradación de los depósitos litoquímicos y su desprendimiento, o la posibilidad de cambios muy rápidos en la humedad y la temperatura en la cavidad, como resultado de la actividad humana, a través del fuego. Ambas hipótesis no son válidas para nosotros, dado que las mayores acumulaciones de estos elementos en la secuencia se dan precisamente en fases relativamente húmedas, con los sistemas hídricos activos, y dado que las evidencias de actividad humana no parecen indicar un uso intenso. Es más probable que su formación se deba a fases climáticas frías puntuales que habrían favorecido, en un contexto ambiental de moderada humedad, el desarrollo de procesos de hielo/deshielo cerca de la

entrada de la cueva. La imbricación y acuñamiento junto a las paredes de estas fracciones en algunos niveles, parecen indicar cierto grado de transporte que confirmaría su desplazamiento hacia el interior de la cavidad desde su boca, donde serían más factibles estos procesos.

Establecidos los rasgos generales de los rellenos y su significación, podemos hacer una propuesta acerca de la sucesión de ambientes que define la estratigráfica estudiada. La base de la secuencia está constituida por un espeleotema pavimental que se habría formado en una fase de activación de la circulación hídrica en la cavidad, y que asociaríamos a unas condiciones ambientales biostásicas, de formación de suelos y estabilización de los depósitos de ladera.

El conjunto de niveles subsiguiente, al menos hasta el nivel XV, posee cierto grado de unidad, a pesar de la existencia de contactos netos, que no identificamos como erosivos, y a pesar de la alternancia en sus rasgos, que interpretamos asociados a la sucesión de fases relativamente húmedas y frías con fases más atemperadas con lluvias de carácter estacional. Ya se ha señalado que la sedimentación en la cueva debe asociarse al desmantelamiento de formaciones sedimentarias o incluso de formaciones edáficas previas, por lo que debe ponerse en relación de manera genérica con una fase resistásica en contextos ambientales de semiaridez.

El nivel XVIII, con fracción gruesa escasa y poco porosa, se asociaría a unas condiciones ambientales templadas y poco húmedas. Probablemente entre la deposición de este nivel y el infrayacente, la costra, existió un extenso hiato sedimentario. Hacia techo, en cambio, no existe una evidencia clara de contacto erosivo, y parece existir, como ya se ha señalado, cierta continuidad en los procesos de sedimentación. Destaca, como rasgo singular, la muy baja porosidad de la fracción gruesa, que frente a los valores obtenidos en el resto de depósitos de esta serie, pudiera indicar condiciones ambientales sutilmente más áridas que las que se dieron posteriormente.

Del nivel subsiguiente XVIIc poseemos una datación, que calibrada se situaría en torno a 28923-28327 BC (30873-30277 BP). Parece existir disponibilidad de agua a través de flujos hídricos que producen encharcamientos en la cavidad. Este rasgo, junto con la mayor porosidad de la fracción gruesa, parece indicar una relativa mayor humedad que en la fase anterior. Por otro lado, ésta fracción es muy abundante y procede de la propia cueva. Como ya se ha señalado la interpretamos como asociada a procesos de erosión mecánica, que dada la disponibilidad de agua, vinculamos a fenómenos de hielo/deshielo. Éstos, al afectar a las paredes y techos de la cueva próximos a la entrada, debieron poseer cierta intensidad. Las plaquetas descritas, aunque resultado en gran medida de la estructura laminar de las costras parietales y cenitales de las que proceden, parecen avalar esta hipótesis. Así pues asociamos este nivel con una fase fría algo húmeda.

Los niveles subsiguientes XVIIb, XVIIa y XVI muestran rasgos más o menos coincidentes con los anteriores, aunque parecen reflejar condiciones ambientales con variaciones de menor rango pero en el mismo sentido. El primer nivel es una arroyada generada en condiciones más secas. El nivel intermedio se debe a un flujo hídrico constante, y refleja condiciones de relativa humedad y temperaturas bajas. Finalmente el nivel XVI, aunque posee rasgos

variados en los perfiles estudiados, parece ser expresión de una nueva fase más seca y atemperada. Los procesos de precipitación química identificados aquí se asocian a las condiciones ambientales que caracterizan el final del periodo de su formación, más húmedo.

Efectivamente, en el nivel XV el sedimento muestra ciertos rasgos de desarrollo edáfico, elevada materia orgánica, que se habrían producido antes de su deposición. Presenta además rasgos que expresan cierto descenso de las temperaturas. Interpretación que se apoya de nuevo en la abundancia de la fracción gruesa, en ocasiones con morfología de plaqueta.

El estrato subsiguiente, nivel XIV, se corresponde con un conjunto de arroyadas laminares depositadas por escorrentías de carácter puntual, en condiciones de nuevo de mayor sequedad. La fecha obtenida para este nivel nos sitúa en un amplio rango entre 22786-22671 y entre 22607-21929 BC (aproximadamente entre el 24736 y el 23879 BP calibrado), nos permite delimitar el periodo de formación del paquete sedimentario hasta ahora descrito.

Las dataciones radiocarbónicas obtenidas para los niveles XIII y XII, nos han permitido establecer la existencia de un extenso hiato sedimentario que abarca prácticamente todo el Pleniglacial final; ya que sitúan su formación en pleno Tardiglacial 11948-11532 y 11112-11069 / 11028-10690 BC (aproximadamente entre 13898 y 12640 BP).

El conjunto constituido por los niveles XIII, XII, XI y X esta formado por arroyadas. El primero posee abundantes gruesos resultado de desprendimientos cenitales que tienen difícil interpretación paleoambiental, aunque incluye algunas plaquetas que interpretamos como asociadas a un clima frío. Los niveles superiores, con mayor o menor fracción gruesa, en ocasiones procedente del exterior, posee más bajos porcentajes de carbonato cálcico y elevados porcentajes de materia orgánica, lo que nos sitúa, de manera genérica, en una extensa fase con activos procesos sedimentarios en un contexto climático más cálido y algo más húmedo.

Cronoestratigrafía y paleoambiente

La secuencia sedimentaria conservada en la base de la cavidad se conformó en cuatro grandes fases:

- Una base en forma de espeleotema pavimental, costra calcárea, que se habría depositado en condiciones ambientales favorables, en momentos bastante anteriores al 30 ka BP, en una fase interestadial en el modelo paleoambiental tradicional.
- Una sucesión de sedimentos, entre los niveles XVIII y XIV, que constituyen una secuencia continua y con condiciones ambientales alternas, que las dataciones a base y techo sitúan hacia final del MIS 3 y principio del MIS 2, entre el ca 32 y el ca 24 ka cal BP.
- Un extenso hiato sedimentario que afecta a la fase más fría del Pleistoceno Superior final.
- Un conjunto de niveles superpuestos y emparentados, al menos los niveles del XIII al X, formados ya en pleno Tardiglacial.

La sucesión de fases que representan los niveles XVIII al XIV,

alternancia entre momentos fríos y relativamente húmedos, con momentos atemperados y más secos, parecen corresponderse con una secuencia climática cíclica típica del último periodo frío. Los estudios paleoambientales llevados a cabo a partir de sedimentos de cavidades cársticas en el ámbito regional (FUMANAL, 1986 y 1995) establecieron, a partir fundamentalmente del análisis de la estratigrafía de Cova de Malladetes, una sucesión de fases climática en un contexto general de carácter periglacial. Más recientemente, se determinó la sucesión de fases globales dentro de los grandes estadios isotópicos Greenland Stadial (GS) y Greenland Interstadial (GI) a partir del estudio detallado de secuencias polares, marinas, lacustres, etc. (SKINNER *ET ALII*, 2003; SHACKLETON *ET ALII*, 2004). Finalmente, y también en relación con el análisis de estos sondeos, se pudo determinar la existencia de ciertas fases breves en las que se dan condiciones extremas. Los eventos Heinrich (H) conllevan un recrudescimiento del clima en un contexto periglacial y los eventos Dansgaard-Oeschger (DO), suponen unas condiciones climáticas más cálidas, que pueden conllevar cambios de la temperatura media invernal muy relevantes (DANSGAARD *ET ALII*, 1993; GENTY *ET ALII*, 2003; RIVERA, 2004; SÁNCHEZ GOÑI y D'ERRICO, 2002). La sucesión de al menos 7 fases de relleno en la Cova d'En Pardo en unos aproximadamente 7000 años nos da recurrencias coherentes con ambos modelos. Con todo, los niveles son de potencias muy similares y no parecen reflejar la desigual significación temporal de los eventos contrapuestos, por lo que es poco seguro establecer una correlación directa entre la secuencia estratigráfica y el modelo paleoambiental global actualmente imperante.

El nivel XVIII, no frío y anterior al 31 ka cal BP, pudiera corresponderse con la interfase Malladetes D de Fumanal y asociarse al GI 5, o más específicamente con el evento Dansgaard - Oeschger 5 del registro GISP 2. Ambos a su vez podrían ponerse en relación con el interestadial Maisières (LAVILLE, 1988), que calibrado se sitúa en torno al 32,5-31,5 ka cal BP (RIVERA, 2004). El estrato suprayacente, el nivel XVIIc, frío, posee una datación, que calibrada se situaría en torno a 30,8-30,3 ka cal BP, que *grosso modo* se corresponde con las fases frías del MIS 3a (GS5), y tal vez de forma específica con el evento H3 (32-30 ka cal BP según CACHO *ET ALII*, 1999; 31,9-30,4 ka cal BP según SKINNER, 2008; y 30 ka cal BP según HEMMING, 2004), discutido por ciertos autores por su singularidad y que aquí pudiera hacerse presente, aunque con rasgos algo húmedos, frente a los modelos generales que proponen condiciones ambientales secas para estos eventos (tabla 5.1).

Los niveles subsiguientes XVIIb, XVIIa y XVI son coherentes con las fases de condiciones ambientales suavizadas, GI 4 y GI 3, Daungaar / Oeschger 3 y 4, casi consecutivas, que se corresponderían con rasgos climáticos similares a los actuales (SÁNCHEZ GOÑI y D'ERRICO, 2005), separadas por una fase fresca (GS 4). No lo son tanto con la fase fría Malladetes C, más homogénea, aunque también en ella se detectaron sutiles fases alternas con cambios de humedad y temperatura.

El nivel XV muestra rasgos que expresan un marcado recrudescimiento del clima. Nos encontramos ante un sedimento formado en el contexto de una de las fases más frías documentadas, de nuevo relativamente húmeda, que encajaría bien con uno de los

momentos de la misma fase Malladetes C. La fecha obtenida para el nivel subsiguiente nos data este nivel como anterior al 24,7-23,8 ka cal BP, que indican cierto desfase respecto a las propuestas para el Evento H 2 (25-23,8 ka cal BP según SKINNER, 2008 o 24 ka cal BP según HEMMING, 2004). Es más probable su vinculación con el GS 3. El nivel XIV, en cambio, vuelve a ser menos frío y más seco. Es posible ponerlo en relación con la interfase Malladetes D y con el evento Daungar / Oeschger 2, con fechas que se sitúan en torno al 23 ka cal BP según Cacho et al., 1999, aunque nos parece más probable su vinculación con una fase atemperada previa a este evento (GI.2).

El gran hiato sedimentario se ha identificado e interpretado como asociado a una fase en la que predomina la entrada de flujos de agua limpia con capacidad erosiva en el interior de la cavidad. Ello exigiría, obviamente, unas condiciones de mayor humedad. Probablemente la fase atemperada que supone el interestadial tardiglaciario Bölling-Allerød, coincidente con GI 1, es la que se ajusta mejor a este modelo (DORMOY ET ALII, 2009). Así, en un momento inmediatamente anterior al enfriamiento Tardiglaciario se pudieron dar las condiciones favorables para el desmantelamiento de las posibles formaciones sedimentarias del Pleniglaciario.

El conjunto de niveles XIII-XII pudiera a su vez corresponderse con la fase árida y fría que supone el Younger Dryas o GS 1 (13,3-11,6 ka BP), especialmente el nivel inferior, en el que se identifican algunas plaquetas. Los niveles subsiguientes, XI, X, e incluso IX, posiblemente se corresponderían ya con el Boreal en pleno Holoceno, con dataciones posteriores al 11,5 ka cal BP y previas a las primeras fases de ocupación del Holoceno medio. La abundancia de fracción gruesa a la entrada de la cavidad en el nivel X es de difícil interpretación.

La secuencia superior

La parte superior de la secuencia estratigráfica de la cavidad se inicia con el aporte sedimentario de origen exocárstico de inicios y mediados del Holoceno, ya sea en forma de arroyadas más o menos energéticas o de coladas de finos o gruesos, a partir de suelos de vertiente bastante desarrollados, en un contexto climático de morfogénesis activa. Las unidades superiores, a partir de la VI, están constituidas por aportes sedimentarios de origen antropogénico, asociados al uso de la cavidad como corral, que se expresa en la presencia de laminaciones y manchas lenticulares de cenizas, carbones y arcillas rubefactas.

Entre los niveles de la base de esta parte de la secuencia se producen hiatos que se corresponden con fases de no deposición, en ocasiones erosivas, en relación con fases húmedas. Es probable que entre el nivel X y IX predominaran los procesos erosivos. La deposición del nivel IX debió producirse en un momento ya plenamente Holoceno, dada la presencia de restos arqueológicos del Epipaleolítico Microlaminar en lo que parece ser posición secundaria. Destaca la abundancia de microcarbones documentada. El contacto neto a techo es el resultado de una fase benigna que favorece la no sedimentación en la cueva, y que coincide al menos en su parte final con una fase de ocupación, la primera neolítica,

datada en torno al 5656-5645 a.C., que se expresa fundamentalmente en la apertura y relleno de una cubeta con un sedimento de posición forzada alterado por la acción del fuego, y en la construcción del área de hogares de VIII inferior.

La sedimentación del nivel VIII es prácticamente inmediata, dada la datación obtenida en este nivel, de en torno al 5618-5487 a.C. Ello es muy significativo ya que supone un importante cambio en la dinámica sedimentaria. Se trata de una colada de gruesos, resultado de la inestabilización de los suelos desarrollados de ladera, formados en una fase benigna. Un fenómeno que puede tener una génesis tanto natural, en forma de un evento paleoambiental de corta duración, como humana, al iniciarse la intensificación del uso de este territorio por parte de los grupos neolíticos.

Un contacto gradual separa estas formaciones del nivel VII, un nuevo aporte exocárstico, aunque depositado por aguas más tranquilas. Distintas estructuras de combustión e incluso hogares muestran una intensa ocupación del espacio, con una datación que pudiera ser asimilable a un Neolítico Antiguo del Horizonte de las Cerámicas Impresas Cardiales; teniendo su base en torno al 5310-5066 a.C. Destaca en este caso el inicio de la formación de una estalagmita, que indica unas condiciones ambientales algo más húmedas, que perdurarán al menos hasta el nivel VI.

A partir de este nivel la deposición sedimentaria estará controlada por el hombre, se tratará fundamentalmente de aportes antrópicos relacionados con la estabulación de ganado en la cueva. En el caso del nivel VI, la ausencia relativa de estructuras *in situ* como las descritas por Brochier (1996), nos lleva a proponer un modelo de gestión en el que los sedimentos son removilizados después de su deposición y su posible combustión. Tal vez fueron concentrados en un área cerca de la boca para facilitar una acción más efectiva y rápida del fuego.

En el caso del nivel V los procesos descritos en el estudio de cuevas utilizadas para la estabulación de ganado, son más evidentes, con sucesiones de capas que revelan los procesos de combustión *in situ* del lecho de estabulación, tales como, de arriba a base, pasadas de cenizas de tonos claros, pasadas de carbones de color negro u oscuro y pequeñas acumulaciones de sedimentos oscuros con tonos rojizos asociados a restos de madera no del todo combustionados. Cambiaría aquí el modelo de gestión en el que parece que la quema de los lechos se hizo *in situ*, sin movilizar los depósitos. El incremento en la fracción limosa pudiera ser indicativa de un mayor peso de los aportes antrópicos frente a los escasos aportes endocársticos y exógenos. Al tiempo, el cese del proceso de crecimiento de la estalagmita pudiera deberse tanto a un cambio en las condiciones ambientales, con un descenso en su velocidad de crecimiento, como a un aumento progresivo de la intensidad de la ocupación, que haría que los sedimentos antropogénicos crecieran más rápidamente que la estructura (recuérdese la existencia de sedimentos cementados en estas zonas), ya que las tasas de sedimentación pudieran haber sido significativamente distintas en VI y V.

En los niveles IV y III los procesos de estabulación deben ser intensos, como parece indicar el incremento significativo de fracción limosa, que asociamos a las actividades humanas, pero de nuevo con un modelo de gestión que conlleva la remoción de los

rellenos. Paralelamente el estudio microsedimentológico parece mostrar un aumento relativo de los procesos de mineralización, frente a los procesos de combustión, así como la existencia de ciertos aportes sedimentarios detríticos.

Con todo, el uso del fuego a lo largo de los niveles citados parece indicar una ocupación intensiva de la cueva, que exige su saneamiento recurrente. Las relaciones entre los descriptores fitolito y POCC no parecen aportar información específica sobre cuáles son las características de los rebaños, probablemente mixtos, ni sobre la procedencia de los lechos, tanto de prados como de monte bajo.

Desde el punto de vista de la dinámica sedimentaria natural, el predominio de los procesos de decantación, importante en el nivel VII y determinante en los componentes naturales de los sedimentos VI, V y IV, confirma que el sumidero ha dejado de funcionar como tal, y el agua que penetran en la cavidad se estanca. La falta de aportes exógenos en los niveles VI, V y IV, la ponemos en relación con un cambio en la posición de la cavidad y sus rellenos respecto a su microcuenca. Su colmatación impediría la entrada de sedimentos externos, por lo que no podemos establecer una relación con las condiciones ambientales y realizar una interpretación climática. Con todo, podríamos pensar en cierto equilibrio y estabilidad en los suelos de vertiente, ya que sí existen limitados aportes detríticos, proporcionalmente significativos, en el nivel IV y en la base de III, con fechas en torno al 6000 BP. El nivel III está muy afectado por remociones antrópicas que le dan su carácter masivo.

Cronoestratigrafía y paleoambiente

Los modelos paleoambientales vigentes, derivados del estudio de sondeos marinos en el Atlántico Norte (BOND *ET ALII*, 1993) y confirmados en mayor o menor medida por trabajos en contextos regionales, plantean la siguiente secuencia: Una fase genéricamente fresca y con clima estacional, en la que se intercalan eventos áridos, en el primer Holoceno. Un extenso periodo en el Holoceno medio, el Óptimo Climático, que se situaría entre el 8000 y el 6000 BP, enmarcado por sendos eventos breves de aridez y descenso de las temperaturas. Y finalmente una fase con rasgos de mayor aridez y estacionalidad a partir del inicio Holoceno superior.

Los eventos descritos como límite al Óptimo climático son el famoso evento 5 de Bond (8200 BP) y del evento 4, entre el 6000 y el 5000 BP (en ocasiones citado como 5900 BP). El evento 5 es la fase de variabilidad climática más característica del Holoceno. Una fase fría y árida bien documentada en el Atlántico Norte y cuya influencia es desigual a distintas latitudes, aunque parecen existir firmes evidencias palinológicas de un breve evento hiperárido, con cambios en la vegetación y procesos de deforestación, en el área comprendida entre Cataluña y Andalucía Oriental (LÓPEZ SÁEZ *ET ALII*, 2008). DOMINGUEZ-VILLAR *ET ALII* (2009) proponen, en cambio, que se trata de un evento de bajo rango al menos en el territorio peninsular. El evento 4 no parece ser tan marcado, aunque se ha identificado una clara aridificación en el Mediterráneo occidental con esa datación (JALUT *ET ALII*, 2000). Para algunos estudios, las condiciones favorables, obviando los eventos citados,

perduran hasta el 3800-3200 BP, momento en el que se inicia una nueva etapa árida que da paso a una sucesión más rápida de fases alternas (BOND *ET ALII*, 2001; ANGELUCCI *ET ALII*, 2007; ZIELHOFFER *ET ALII*, 2004). Trabajos como los de Cremaschi (1998) y PARKER *ET ALII* (2006) muestran una intensa aridificación a partir ya del evento 5,9 en el Sahara y el sureste de Arabia. Las investigaciones llevadas a cabo en nuestro ámbito regional señalan una tendencia similar a partir del 5000/4500 BP sin calibrar (BADAL, 1995; FUMANAL, 1995; CALMEL-AVILA, 2000; CARRIÓN *ET ALII*, 2004). Parece pues que el evento 4 es el detonante de los cambios ambientales que darán lugar a las condiciones que caracterizan al Holoceno superior al menos en nuestra latitud. Un reciente trabajo para el área de estudio basado en modelos matemáticos (MILLER *ET ALII*, 2009) analiza la probable distribución de las precipitaciones en el Holoceno y propone un modelo muy similar al expuesto. Durante el periodo que se extiende entre el 8500 y el 5500 BP las precipitaciones en julio fueron significativas y regulares y favorecieron unas condiciones de cierta humedad global, frente a la importante irregularidad observada en momentos anteriores y su reducción en momentos posteriores, en los que además, las precipitaciones de septiembre, de limitada intensidad hasta ese momento, pasaron a ser predominantemente en forma de intensas tormentas.

Por otro lado, los trabajos llevados a cabo por María Pilar Fumanal en cuevas habitadas en el País Valenciano en los años 90 del siglo pasado, le permitieron elaborar una propuesta de secuencia litoestratigráfica coincidente con el modelo descrito, excepto en la prolongada extensión del Óptimo Climático. En su secuencia sedimentaria regional planteó para las primeras fases del Holoceno unas condiciones ambientales aún frescas con contrastes estacionales, que permitieron la movilización de sedimentos en las vertientes y la deposición de coluvios en los fondos de los valles. Estos rasgos variaron a finales del Holoceno inferior (hacia el 8000 BP no calibrado), ya que a partir de ese momento documenta condiciones ambientales estables y con humedad regularmente distribuida que favorecen la edafogénesis y la regeneración del manto vegetal. Es el caso por ejemplo de el Tossal de Roca (FUMANAL, 1990). Durante los inicios del Holoceno medio (7500-6000 BP sin calibrar) propone la existencia de procesos denudativos en las laderas, asociados a arroyadas concentradas y flujos de masa, característicos de una fase de activa dinámica morfogenética (FUMANAL, 1995). Tales rasgos se han documentado en la Cova de les Cendres, asociados a la Unidad Basal (niveles X a VIIIb, con industrias del Neolítico IA, IB e inicio de IC), en el nivel I de Tossal de Roca y en las unidades E y D de Cova d'Or, con industrias del Neolítico antiguo. Cabe destacar que recientemente, desde la perspectiva palinológica, se ha identificado procesos similares en el Mediterráneo central (PEYRON *ET ALII*, 2011).

A partir del 6000 BP sin calibrar, Fumanal (1995) percibe la influencia de unas condiciones ambientales que ella denomina Óptimo Climático Holoceno, que perdurarán hasta el 4500 BP aproximadamente. La humedad creciente y su distribución homogénea a lo largo del año favorece la instalación de condiciones biostáticas que permitieran la regeneración de la vegetación y los suelos, así como la activación de los procesos constructivos cársticos. Los procesos superficiales se reducen a arroyadas difusas que trans-

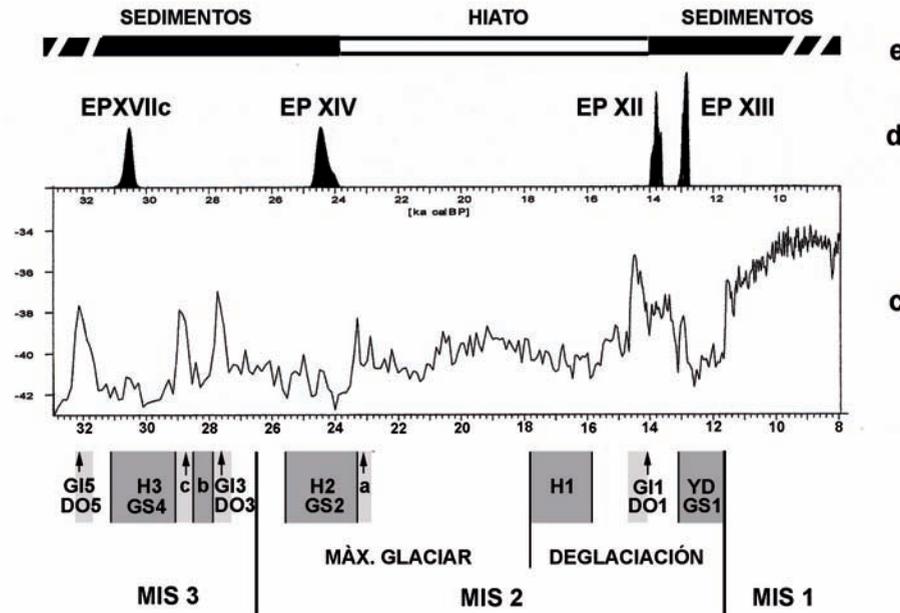


Tabla 5.1. Cronología para los niveles basales: a) Estadios isotópicos marinos; b) Eventos y ciclos. Con flechas los D-O / Interestadiales Greenland (la letra a es GI2 y la letra c es GI 4), en gris oscuro los eventos Heinrich, Estadiales y Younger Dryas (la letra b se refiere al GS3); c) curva de δ^{18} del sondeo GISP2; d) Curva de probabilidad de la calibración (2-sigma) de las dataciones de Cova d'En Pardo.

portan prioritariamente limos y arcillas. Procesos que coinciden con fases de ocupación en cuevas del Neolítico Medio. Es el caso de la Unidad C de Cova de l'Or y los niveles VIIIa a IV de Cova de les Cendres. La secuencia holocena finaliza para esta autora con una última etapa en la que vuelven a predominar los procesos denudativos en las vertientes, como resultado de unas condiciones ambientales rexistáticas y la intensificación de la presión del hombre sobre el medio.

La secuencia litoestratigráfica por nosotros descrita se aproxima a ambas propuestas (Tabla 5.2.). La activación de la dinámica morfogenética que conlleva el transporte de suelos formados en los inicios del Holoceno hacia el interior de la cavidad que caracteriza los niveles X y IX coincide con los procesos descritos por Fumanal para este periodo. El nivel IX a su vez podría ser contemporáneo al evento frío y seco del 8200 BP, que tendría, según los modelos antes citados, una extensión temporal reducida, de apenas unos centenares de años (ROHLING y PALIKE, 2005). Con todo, los rasgos del sedimento no muestran un carácter singularmente árido en su génesis (coincidiendo con lo propuesto por Domínguez-Villar et al., 2008). Respecto a la presencia destacada de microcarbones en este nivel, cabe señalar que es posible la existencia de fuegos en el bosque con anterioridad a la introducción de las prácticas ganaderas en la zona. Serían el resultado de incendios que afectaron a las vertientes a lo largo de las primeras fases del Holoceno. Estudios antracológicos y palinológicos lleva-

dos a cabo en el Pirineo han documentado la presencia de incendios recurrentes al menos desde el 9600 BP (Riera y Turo, 2011), que estos autores asocian con modelos de gestión antrópica del bosque; aunque otros estudios identifican un cambio ambiental en torno al 9400 cal BP hacia una mayor aridez, que pudiera explicar la existencia de incendios naturales en esos momentos (PÉLACHS ET ALII, 2011).

El hiato sedimentario subsiguiente parece ser coherente con unas condiciones ambientales favorables, que según parece se habría instalado tras el 8000 BP. La deposición de los niveles VIII y VII, en cambio, revelan una activa morfogénesis en las laderas poco coherente con la extensa fase húmeda propuesta en la mayoría de las secuencias, aunque coincidente con el modelo de Fumanal para cuevas habitadas. En relación con esta disconformidad es interesante presentar algunos hechos relevantes y contrapuestos. En primer lugar los depósitos que forman el relleno de la cubeta del nivel VIII inferior y nivel VIII no parecen estar en relación con la estabulación según la microsedimentología, los hogares de VIII inferior pudieran corresponderse con una ocupación de carácter puntual asociada a la práctica de la caza (SOLER ET ALII, 2008), y la presencia de egagrópilas y micromamíferos parece indicar una ocupación esporádica en VIII. Frente a ello es importante destacar que la cubeta basal fue abierta y rellena por el hombre, que la fauna en el nivel VIII muestra el predominio relativo de taxones domésticos y de individuos inmaduros, asociados a la ganadería,

EDAD BP	CONDICIONES AMBIENTALES GLOBALES (1)	CUEVAS HABITADAS (2)	NIVELES CUEVA (3)	RASGOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS
1000	ANTROPIZACIÓN -PEH	PROCESOS DENUDATIVOS, EN PARTE DE ORIGEN ANTRÓPICO (a)		
	ARIDEZ (a)			
2000	ESTACIONALIDAD ANTROPIZACIÓN			
	ARIDEZ (a)			
4000	ESTACIONALIDAD ARIDIFICACIÓN ANTROPIZACIÓN			
6000	ARIDEZ (a)	EDAFOGÉNESIS Y ACTIVACIÓN FLUJOS CÁRSTICOS (b)	PARDO III	MENOR HUMEDAD? – MORFOGÉNESIS
			PARDO IV	
7000	HÚMEDO Y ATEMPERADO	DENUDACIÓN DE LADERAS Y ARROYADAS (c)	PARDO V	CORRAL
			PARDO VI	HUMEDAD - CORRAL
8000	ARIDEZ (a)	EDAFOGÉNESIS (d)	PARDO VII	FLUJOS CÁRSTICOS Y MORFOGÉNESIS
			PARDO VIII	MORFOGÉNESIS INTENSA – USO DE LA CAVIDAD: HABITAT?
9000	HÚMEDO Y ATEMPERADO	DENUDACIÓN DE LADERAS Y ARROYADAS (e)	PARDO VIII INF	
	ARIDEZ? (b)		PARDO IX	
10000			HIATO	FORMACIÓN DE SUELOS EN LADERA – EROSIÓN EN CUEVA
			PARDO X	MORFOGÉNESIS

Tabla 5.2. Resumen de los rasgos ambientales identificados en los niveles superiores.

(1) A partir de la bibliografía citada en el texto, a) se refiere a los eventos áridos descritos por BOND *ET ALII* (1993), b) a partir de las propuestas más recientes, tales como PELACHS *ET ALII* (2011). (2) A partir de Fumanal (1995): e) se corresponde con una fase fresca y estacional que podría asociarse con la descrita por Peyron (2011), d) con una fase húmeda, c) con un periodo con clima mediterráneo estacional, b) húmedo y atemperado del Óptimo Climático Holoceno y a) con una fase con estacionalidad en las precipitaciones, cierta aridez y antropización. (3) Entre IX y VIII Inf/VIII se extiende un hiato no erosivo.

y que las abundantes manchas de combustión y la intensa remoción antropogénica que sufrió este nivel delatan un uso intenso de la cavidad. Existen pues evidencias que avalan y contradicen una acción humana más intensa que explique los procesos sedimentarios. Además cabe recordar que es posible la existencia de crisis ambientales naturales no bien documentados pero propuestos por Fumanal e intuidos en trabajos recientes.

Para nosotros, la rapidez de la sedimentación del nivel VIII y la activación de los procesos cársticos durante la sedimentación del nivel VII, en torno al 7000 BP, coincidiendo con una segunda fase de morfogenesis activa, son evidencias clave. Según nuestro criterio, este conjunto de evidencias es el resultado de la introducción del pastoreo en el paisaje, que sería el responsable de la génesis del sedimento que conforma los niveles VIII y VII en un contexto ambiental genéricamente favorable a la preservación de los depósitos de ladera. Una muestra del fuerte impacto del nuevo modelo de explotación del territorio en el medio natural. El cambio en el modelo de gestión del bosque daría paso a una rápida res-

puesta del sistema, posteriormente matizada, una vez recuperado su equilibrio. Así se produce pues una mejora de las condiciones ambientales, al tiempo que se intensifica el uso de la cavidad por parte del ser humano.

Es muy relevante, como ya hemos señalado, la construcción de la estalagmita central durante las fases iniciales de este periodo. Su desaparición posterior indica que es probable que se produjera un cambio a partir del 6000 BP, un empeoramiento de las condiciones ambientales, con la instalación de los rasgos que actualmente definen al medio, que se correspondería con los niveles IV y III basal. Con todo, no se documenta ningún otro rasgo que desde la perspectiva sedimentológica denote un cambio relevante en las condiciones ambientales. Sí que observan cambios en la gestión de la cavidad, con una remoción del nivel III en relación con su uso como ámbito funerario, y una menor intensidad en su uso posterior como corral. Los desprendimientos cenitales del nivel II pudieran corresponderse con un evento sísmico, como el citado por Cavanilles en la Vall de la Gallinera en 1644.