

ESTUDIO MICROMORFOLÓGICO DE LA BALMA DE LA GRIERA (CALAFELL, TARRAGONA): ANÁLISIS SEDIMENTARIO Y RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL

M. MERCÈ BERGADÀ

SERP. Departament de Prehistòria, H^a. Antiga i Arqueologia. Universitat de Barcelona.
Baldiri Reixac, s/n. 08028 Barcelona.

E-mail: bergada@trivium.gh.ub.es

Resumen. En este trabajo presentamos el estudio micromorfológico preliminar del registro sedimentario y paleoambiental del yacimiento arqueológico de la Balma de la Griera (Calafell, Tarragona). La secuencia cronológica comprende parte del Pleistoceno Superior representado en el nivel III, datado en 21.255 B.P. y culturalmente atribuido al Gravetiense, y el Holoceno inicial documentado en el nivel II adscrito al Epipaleolítico. De momento no se ha podido localizar el contacto entre los dos niveles.

Se observan dos dinámicas sedimentarias: la primera vendría representada por un proceso de escorrentía de débil intensidad en un medio frío y ligeramente húmedo que originó el nivel III. Posteriormente, el nivel II se formó por procesos de escorrentía de mediana energía con caídas de bloques y un aumento considerable de cantos. El medio sería húmedo disminuyendo progresivamente las condiciones frías.

Palabras clave: Balma de la Griera, Micromorfología, Paleoambiente, Pleistoceno Superior, Gravetiense, Holoceno inicial, Epipaleolítico.

Abstract. This is a micromorphological preliminary study of the sedimentary and palaeoenvironmental sequence of the archaeological site of the Balma de la Griera (Calafell, Tarragona). The chronological sequence comprises a part of the Upper Pleistocene represented by level III, dated to 21.255 B.P., and culturally attributable to the Gravettian, and the early Holocene, represented by level II and ascribed to the Epipalaeolithic. At the moment cannot find a contact between two levels. Two sedimentary dynamics are observed, the first represented a process of low intensity runoff in a cold and slightly humid environment which originated level III. Level II was formed later by mid-energy runoff processes with fall blocks and a considerable increase in pebbles. The environment seems to have been humid and decreasing progressively cold.

Key words: Balma de la Griera, Micromorphology, Palaeoenvironmental, Upper Pleistocene, Gravettian, Early Holocene, Epipalaeolithic.

1. Introducción

La Balma de la Griera se localiza en el término municipal de Calafell (Tarragona). Está situada en la vertiente SW de la Costa de la Grallera en el margen derecho del arroyo de La Cobertera (Figura 1). Se encuentra a 25 m sobre el arroyo, a 85 m s.n.m y a 3,5 Km de la línea de costa actual (coordenadas UTM 31TCF806647). El relieve general se incluye estructuralmente en las estribaciones meridionales de la Cordillera Litoral Catalana. Los materiales litológicos que configuran esta zona son calizas con margas y areniscas intercaladas. El sector donde se localiza el yacimiento está formado por calizas bioclásticas del Mioceno.

La Balma de la Griera es un abrigo formado por procesos de disolución kárstica originados por aguas superficiales. Adopta una planta semicircular de 6 m de ancho por 8 m de longitud. Su orientación es de SW y se halla en el tramo superior de una ladera.

Desde el año 1932, la Balma de la Griera es conocida como yacimiento arqueológico y a partir de ese momento se realizaron distintas actuaciones. En el año 1989 se reiniciaron las excavaciones arqueológicas bajo la dirección de Artur Cebrià de la Universitat de Barcelona. Estas intervenciones se integran en un proyecto coordinado desde la cátedra de Prehistoria de la Universitat de Barcelona sobre el estudio cultural y paleoecológico de las comunidades del Paleolítico Superior y Epipaleolítico en el NE peninsular.



Figura 1. Localización del yacimiento arqueológico de Balma de la Griera.
Location of Balma de la Griera archaeological site.

El registro arqueológico del yacimiento abarca desde el Paleolítico Superior —Gravetiense— (N.III), hasta el Epipaleolítico microlaminar avanzado (N.II). Aunque estos dos horizontes culturales, por el momento, no están en contacto directo. El nivel superior de la secuencia, nivel I, contiene una gran concentración de materia orgánica (humus) como consecuencia del desarrollo del suelo actual e incluye desde fragmentos de cerámicas grises medievales hasta cerámicas vidriadas.

2. Metodología

La metodología que hemos utilizado para el estudio del relleno del yacimiento ha consistido en la descripción estratigráfico-sedimentaria de campo y en la aplicación de la micromorfología a los niveles identificados. La micromorfología consiste en el análisis del sedimento en lámina delgada y nos permite describir los componentes y sus relaciones, así como, reconocer los procesos edafosedimentarios diagnósticos de datos paleoambientales, distinguiéndolos de los procesos y aportes antrópicos presentes. De hecho, creemos que el estudio del sedimento a diferentes escalas de observación aporta un análisis más detallado y preciso de las condiciones paleoambientales.

La técnica para preparar láminas delgadas empieza con la extracción de muestras en el campo. El muestreo que utilizamos consiste en la introducción en el sedimento de unas cajas recubiertas de yeso que nos han permitido obtener bloques de 13,5 x 5,5 cm sin alterar la estructura y disposición de los componentes. A diferencia del muestreo tradicional sedimentológico, en que se realiza nivel por nivel, en el caso de la micromorfología, por las características propias del estudio, se pueden muestrear los contactos y así, observar si éstos son difusos, graduales, etc. Es imprescindible documentar la localización, orientación y polaridad de la muestra y describir sistemáticamente la zona donde se ha realizado la extracción.

Una vez en el laboratorio, las muestras se impregnan con resinas sintéticas. Esta inclusión se favorece haciendo el vacío de manera que salga el aire de la porosidad, asegurando una impregnación total de los materiales. De esta forma las muestras adquieren la consistencia necesaria para obtener una sección delgada de unos 25 µm de grosor. El gran tamaño de las láminas delgadas que hemos fabricado nos permite relacionar los caracteres macroscópicos observados en el campo con los microscópicos de la lámina. La técnica que utilizamos para su elaboración ha sido desarrollada por el Département des Sols de l'Institut National Agronomique de Plaisir-Grignon (France) por P. Guilloire (1980) y por el Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl de la Universitat de Lleida. Estas han sido estudiadas con el microscopio óptico petrográfico siguiendo los criterios y principios de descripción utilizados por Bullock *et al.*, 1985 y por Courty *et al.*, 1989.

3. Secuencia estratigráfica y sedimentaria

Para realizar el estudio estratigráfico y edafosedimentario del relleno del asentamiento nos hemos basado en los perfiles que corresponden al corte longitudinal: E/F 5-7, donde se han distinguido los niveles III, Ib y Ia, y E/F 2-3, con los niveles II y Ic (Bergadà, 1996) (Figura 2 y Figura 3). El hecho de que no se haya documentado la secuencia estratigráfica de forma continua implica que sólo se puedan definir las líneas generales de la evolución del relleno sedimentario, cuya matización en detalle sólo podrá realizarse cuando se disponga de datos más abundantes obtenidos en los cortes actualmente en proceso de excavación. Uno de los propósitos es el poder localizar el contacto entre los niveles II y III, que no se dispone en los perfiles actuales.

3.1. Descripción macro y microscópica e interpretación de los niveles localizados

La descripción e interpretación del registro estratigráfico de la Balma de la Griera es la siguiente (Tabla 1):

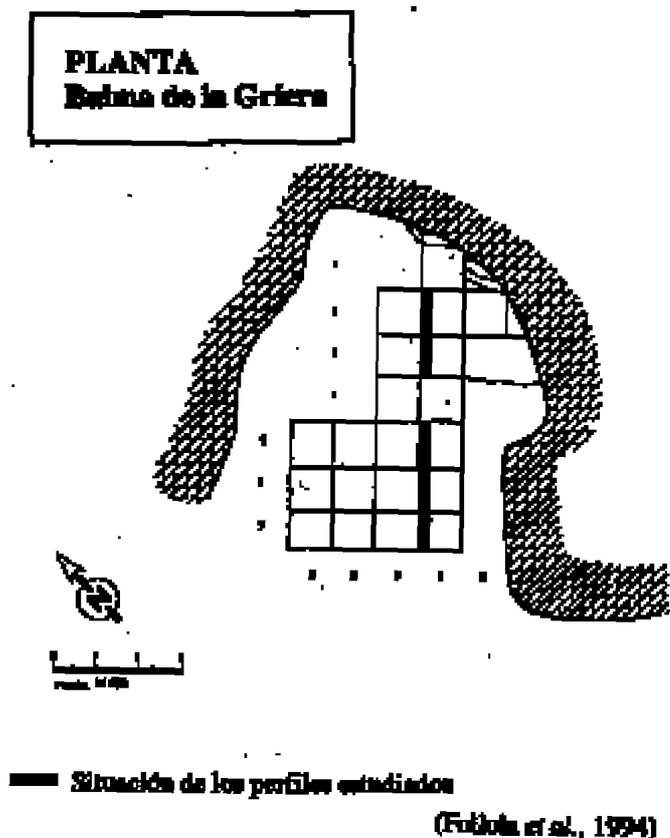


Figura 2. Planta del yacimiento y situación de los perfiles estudiados.
Plan of the site and situation of studied profiles.

Nivel III

Descripción: Este nivel está formado por una matriz de limos arenosos cuya mineralogía consiste en cuarzo, feldespato de morfología subangulosa y cantos de caliza (8%) de morfología subredondeada con algunas fisuras. Se apoya directamente sobre el roquedo calizo.

La microestructura de la matriz es de tipo laminar y localmente granular. Los componentes de origen antrópico que dominan son huesos (500-250 μm) en los que se observan fragmentaciones debidas a la combustión. Es interesante señalar que la mayoría presentan una morfología subredondeada con los contornos irregulares y con cierta porosidad y algunos se encuentran en posición vertical. Aparecen representados, aunque en baja proporción, materiales de origen vegetal (carbones) de un tamaño entre 125-50 μm . Por lo que respecta a otros componentes de tipo arqueológico se documenta algún sílex con revestimientos de óxidos-hidróxidos de hierro.

También cabe destacar que se encuentra carbonato cálcico impregnando la matriz y sobre todo rellenando los huecos de tipo planar y formando revestimientos en los huecos del sedimento. Se observan acumulaciones de material fino con CaCO_3 en los cantos y óxidos-hidróxidos de hierro en forma de nódulos que se localizan distribuidos por la masa basal y también formando revestimientos de 25 μm de grosor en el material detrítico y óseo.

20 Bergadà

Interpretación: Es un nivel formado por una matriz de limos arenosos, resultado de un proceso de esorrentía de débil energía. Las características que presenta, tanto por la estructura de la matriz de tipo laminar/granular así como por algunas fisuras aparecidas en el material detrítico, nos hacen pensar que esta sedimentación se dio en un ambiente frío. También se localizan materiales tanto de origen antrópico como detrítico en posición vertical o inclinada debido a procesos de hielo-deshielo que comportan movimientos en el material (Butzer, 1982).

Posteriormente, hubo una percolación de aguas carbonatadas que impregnó el sedimento. Esta cimentación es posterior ya que fosiliza las estructuras originadas por el frío. Además se observa que en las fisuras de estas acumulaciones carbonatadas aparecen rasgos de disolución que se manifiestan por la porosidad incipiente. Esto se debería a un episodio posterior de circulación de aguas con un menor contenido de CaCO_3 que redisolvería parte de esta carbonatación.

Nivel II

Descripción: Este nivel está formado por una fracción mayoritaria de arenas finas (250-125 μm) y limos con un 20% de cantos y bloques de caliza de morfología subredondeada que presentan trazas propias de disolución: contornos irregulares y porosidad en las fisuras. Este nivel aparece de forma fragmentaria en el registro.

Se observa que a medida que vamos descendiendo en profundidad va aumentando progresivamente la fracción de cantos y disminuyen los bloques. Estos cantos aparecen fragmentados y con fisuras.

La fracción de arenas no calizas tiene una morfología subangulosa. La microestructura sedimentaria es subangular, pero a medida que descendemos aparece localmente una microestructura laminar-granular. Se documenta material antrópico pero en poca proporción.

Por lo que respecta a los procesos postdeposicionales se observan acumulaciones secundarias de carbonato cálcico tanto en forma de revestimientos como de hiporrevestimientos, especialmente en los huecos y también hiporrevestimientos en algún canto. Por lo que respecta a la movilización de material fino se observan acumulaciones con dominios orientados formando revestimientos en los materiales detríticos y rellenando las fisuras de los cantos y en menor proporción en huecos. La actividad biológica es muy patente en este nivel.

Interpretación: Este nivel ha sido formado por un flujo de mayor intensidad que está caracterizado por una matriz arenolimososa junto a cantos y bloques, que proceden de la disgregación de la pared del abrigo, y que presentan abundantes trazas de disolución (contornos irregulares y porosidad en las fisuras), lo cual indica un régimen húmedo. Estas condiciones vienen corroboradas por la acumulación secundaria de material fino (limos y arcillas) alrededor del material detrítico. En sentido descendente aumenta la fracción de cantos que presentan fisuras propias de unas condiciones de hielo-deshielo disminuyendo ligeramente las trazas de disolución, también de forma local aparece en la matriz una microestructura de tipo laminar-granular propia de este ambiente (Van Vliet-Lanoë, 1987). Uno de los procesos postdeposicionales importantes a destacar por su gran representación es la actividad biológica, sobre todo la acción de las raíces y de la fauna del suelo que se manifiesta en la presencia de excrementos y en la modificación de la estructura sedimentaria original, con la creación de fisuras, canales, cámaras y por la acumulación de CaCO_3 en huecos impregnando la matriz sedimentaria (hiporrevestimientos calcícos).

Nivel I

Descripción: Es un nivel formado por arenas limosas de la misma litología y mineralogía que los niveles anteriormente citados y por cantos (15%). Dominan los componentes de origen vegetal humificados. La microestructura es subangular fina propia de unas condiciones edáficas. También está representada la actividad biológica sobre todo el efecto de las raíces y de la fauna del suelo mayoritariamente de los lumbrícos.

Este nivel se presenta en contacto erosivo con los subyacentes, el N.II en el perfil E/F 2-3 y el N.III en el E/F 5-7.

Interpretación: Este nivel se formaría por un proceso de escorrentía, en el cual se ha desarrollado una dinámica edáfica importante, lo que dificulta su caracterización paleoambiental.

Tabla 1. Descripción edafosedimentaria de la Balma de la Griera.
Pedo-sedimentary description of the Balma de la Griera.

<i>Nivel</i>	<i>Textura</i>	<i>Color</i>	<i>Porosidad</i>	<i>Estructura</i>	<i>Formación del depósito</i>
I	Arenas de 250-263 μm con limos y una alta concentración de materia orgánica	10 YR 3/2 (Ia) 7,5 YR 5/2 (Ic)	15%	Subangular	Escorrentía y acumulación de M.O. e inicio de un proceso de edafogénesis
II	Arenas de 250-63 μm con limos, cantos y bloques	10 YR 5/4	8%	Subangular Granular-Lamiar	Escorrentía con una intensidad media y caída de bloques
III	Limos arenosos con costras de CaCO_3	10 YR 6/4	10-15%	Laminar-Granular	Escorrentía de débil intensidad

* La litología y la mineralogía de la fracción arenosa está formada por claiza microesparítica, calica, bioclásica, cuarzo, feldespato y calcita

4. Caracterización de los procesos edafosedimentarios que intervienen en el registro

Las observaciones microscópicas del relleno sedimentario aportan datos nuevos referentes a la secuencia estratigráfica establecida en el campo. Los criterios morfológicos (variaciones de textura, de estructura, de color...) utilizados para diferenciar los niveles son indicadores no sólo del origen de los depósitos y de la dinámica sedimentaria sino también de los fenómenos de transformación secundaria (postdeposicionales).

El relleno sedimentario de la Balma de la Griera aparece como resultado de una sucesión compleja de procesos que podemos dividir en dos grupos:

- procesos sedimentarios (los originarios de la formación del depósito): una sedimentación detrítica como resultado de la escorrentía y de la disgregación de la pared del abrigo.
- procesos postdeposicionales (modificaciones en el registro sedimentario condicionadas por el ambiente físico-químico): se pueden distinguir fenómenos de disolución química, acumulaciones de carbonato cálcico, desplazamientos y acumulaciones de material fino y deformaciones físicas como resultado de efectos de hielo-deshielo y bioturbación.

El análisis micromorfológico nos permite analizar y reconocer aquellos procesos edafosedimentarios que definen las condiciones paleoambientales y sedimentarias y el proceso evolutivo del registro. En este yacimiento los procesos edafosedimentarios que se identifican son los siguientes:

- procesos de disolución y reprecipitación de CaCO_3
- procesos de hielo-deshielo
- desplazamiento y acumulación secundaria de material fino (limos y arcillas) en huecos o alrededor del material detrítico
- actividad biológica (fauna del suelo y raíces de plantas)

4.1. Procesos de disolución y reprecipitación de CaCO_3

Entre los procesos de disolución y carbonatación, propios de los ambientes calizos, distinguimos: la disolución en el material detrítico (calizas) y en los fragmentos óseos, y la acumulación secundaria de CaCO_3 .

En cuanto a la disolución este proceso se manifiesta en los fragmentos calizos por la presencia de los contornos irregulares, una porosidad en las fisuras y una opacidad en el material. Este rasgo domina en la parte superior del nivel II (Lámina 1.a).

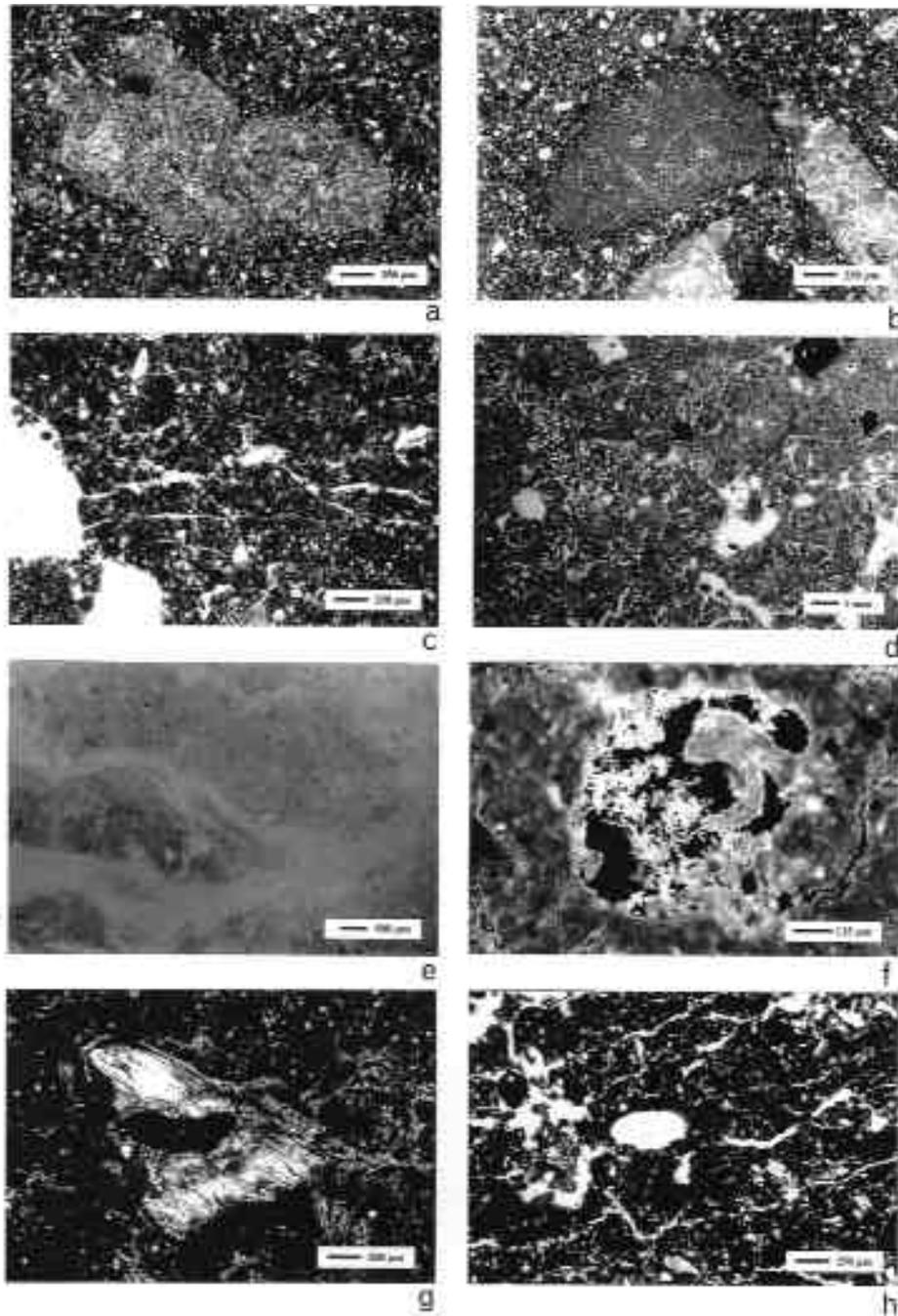


Lámina 1

- a. N.II. Trazas de disolución en el material calizo (nicos cruzados).
- b. N.II. Acumulación limoarcillosa alrededor del material detrítico (nicos cruzados).
- c. N.II (tramo inferior). Microestructura laminar formada por la alternancia de hielo-deshielo (nicos paralelos).
- d. N.II (tramo inferior). Efecto de la bioturbación (canales de fauna y de raíces (nicos paralelos).
- e. N.III. Acumulación secundaria de CaCO₃ en la masa basal (nicos paralelos).
- f. N.III. Hiporrevestimientos calcífcos con cristalizaciones en forma de aguja en canales de raíces (nicos cruzados).
- g. N.III. Detalle de las trazas de disolución en un fragmento óseo (nicos cruzados).
- h. N.III. Microestructura laminar (nicos paralelos).

En los fragmentos óseos, sobre todo del nivel III, se observan trazas de disolución que se manifiestan también en una porosidad en las fisuras y en la irregularidad de sus contornos (Lámina 1.g). La significación de este rasgo hay que buscarla en una importante circulación de agua en el suelo que disolvería el fosfato cálcico de los huesos probablemente favorecida por la actividad microbiana.

Por lo que respecta a los procesos de acumulación secundaria de CaCO_3 , estos se manifiestan principalmente de dos formas:

- acumulación e impregnación de CaCO_3 en la masa basal. Estos carbonatos secundarios precipitan bajo la forma de una cristalización de tipo esparítico ($> 50 \mu\text{m}$) hecho que denota una precipitación elevada con una fuerte evaporación (Fédoroff & Courty, 1989). Aparece bien representada en el N.III (Lámina 1.e).
- acumulación de CaCO_3 en huecos o agregados impregnado la matriz sedimentaria (hiporrevestimientos calcíticos). Para este tipo de acumulaciones se han planteado dos hipótesis sobre su origen:
 - a. precipitación a lo largo de huecos o poros a causa de la evaporación o de la succión provocada por las raíces (Wieder & Yaalon, 1982).
 - b. es propio de una alternancia de procesos de desecación (Courty & Fédoroff, 1985)

Nosotros, en nuestro yacimiento, nos decantamos por la primera hipótesis, ya que se localizan en huecos típicamente producidos por las raíces (Lámina 1.f).

4.2. Procesos de hielo y deshielo

Los procesos de hielo y deshielo se manifiestan por la microestructura sedimentaria de tipo laminar y por la fragmentación del material detrítico y arqueológico, así como, también por el cambio progresivo de inclinación y de orientación (verticalización) de estos materiales.

La microestructura laminar del sedimento se caracteriza por presentar huecos de tipo planar horizontal. Esta estructura se origina cuando la bajada del frente de la helada es rápida y la intensidad del hielo es poco importante (Van Vliet-Lanoë, 1987; Van Vliet-Lanoë *et al.*, 1984). Si las alternancias de hielo-deshielo son repetidas, la estructura puede evolucionar y dar lugar a agregados redondeados, sobre todo en niveles donde hay material arcilloso. También hay que añadir que en una matriz más arenosa, los huecos son más acomodados, como es el caso de la parte inferior del N.II de la Balma de la Griera. La significación paleoclimática de este rasgo es que el suelo se hiela estacionalmente (Sjoerd, 1993) o que, durante la estación fría se da una importante frecuencia de heladas. Este rasgo se manifiesta en el N.III (Lámina 1.h) y en la parte inferior del N.II (Lámina 1.c), aunque hay que decir que tanto en un nivel como en el otro la actividad biológica ha modificado gran parte de esta estructura. Este rasgo es más acentuado en el N.III.

La fisuración del material detrítico y arqueológico (especialmente los huesos) aparece en forma de plaquetas de morfología subangulosa propia de estas mismas condiciones ambientales. En el caso de la Balma de la Griera, tanto en el N.III como en la parte inferior del N.II, los cantos aparecen con las fracturas características de estas condiciones aunque los procesos de disolución han variado su morfología original pasando de subangulosa a subredondeada. Hay que destacar que en el nivel II la fisuración se manifiesta de forma más intensa.

Los ciclos de hielo-deshielo favorecen, además, cambios de inclinación y orientación tanto en el material detrítico como arqueológico, ya que cuando el suelo se hiela, los cristales de hielo se concentran debajo de la fracción gruesa. El suelo aumenta de volumen y la fracción gruesa es empujada hacia arriba. Cuando el hielo se derrite, los espacios que ocupaban sus cristales se llenan de partículas de suelo, lo que impide que la fracción gruesa vuelva a su posición original. Como resultado, el material queda ligeramente inclinado o levantado (Butzer, 1982). En nuestro caso, no se presenta de forma intensiva aunque se manifiesta en el N.III y en la parte inferior del N.II.

4.3. Desplazamiento y acumulación secundaria de material fino (limos y arcillas) en huecos o alrededor del material detrítico

Este proceso estaría provocado por la circulación de agua que se infiltraría a través del sistema de huecos del sedimento arrastrando partículas (limos y arcillas) que se acumularían en huecos o en material

24 Bergadà

detrítico originando revestimientos o rellenos, como es el caso del N.II en su parte superior (Lámina 1.b). La anisotropía de dichas acumulaciones indica que las partículas de arcilla están orientadas y que se han depositado de forma tranquila. La presencia de este rasgo indica unas condiciones de circulación hídrica importante y continua que no precipitaría carbonato debido a una escasa evaporación indicativa de unas condiciones húmedas.

4.4. Actividad biológica (fauna del suelo y raíces de plantas)

La actividad biológica se caracteriza principalmente en la modificación de la estructura sedimentaria (presencia de canales, cámaras, huecos cavitarios, excrementos, restos de raíces...) rasgos que en nuestro yacimiento se manifiestan de forma muy patente (Lámina 1d).

También cabe destacar que el hecho de que la bioturbación esté fuertemente desarrollada en los niveles sedimentarios de la Balma de la Griera nos da entender que los aportes no han sido regulares; es decir, han habido interrupciones en la sedimentación que han permitido la actividad biológica.

5. Discusión de los resultados y conclusiones

La secuencia estratigráfica que nos ofrece la Balma de la Griera se enmarca en el Pleistoceno Superior y el Holoceno inicial. El estudio del material arqueológico aparecido y la datación radiocarbónica del nivel III confirman esta hipótesis.

Desde el punto de vista sedimentario y paleoambiental observamos las siguientes etapas:

- a) Pleistoceno Superior: representado por el nivel III, datado en 21.255 ± 350 B.P., que se atribuye al Gravetiense (Fullola et al., 1994) y localizado en el perfil E/F 5-7. Es un nivel formado por una matriz de limos arenosos, resultado de un proceso de esorrentía de débil energía y correspondería a un momento frío con cierta humedad ambiental. Esta etapa podría correlacionarse con el nivel VI del perfil Z-II, datado en 21.710 ± 650 B.P., del yacimiento de Cova Mallaetes (Barx, Valencia) (Fumanal, 1986) donde también las condiciones ambientales son frías.
- b) Holoceno inicial: representado por el nivel II, atribuido culturalmente a un momento avanzado del Epipaleolítico microlaminar (Fullola et al., e.p.). Este nivel se formó por un flujo de mayor intensidad y se caracteriza por una matriz arenolimososa junto a bloques y cantos que proceden de la disgregación de la pared del abrigo (caída de bloques) y correspondería a una fase húmeda con una pulsación fría en la parte inferior del nivel. Este episodio frío se correlacionaría con el observado en distintos registros del inicio del Holoceno en Catalunya: cueva del Parco (Alòs de Balaguer, Lérida), Balma del Gai (Moia, Barcelona), cueva del Vidre (Roquetes, Tarragona), cueva de la Guineu (Font-Rubí, Barcelona) y abrigo del Filador (Margalef de Montsant, Tarragona) (Bergadà, 1996). En la Balma de la Griera los procesos de hielo-deshielo no son tan acentuados debido probablemente a la proximidad al mar que suavizaría los caracteres climáticos observados en los otros yacimientos.

Uno de los rasgos más interesantes de este registro es el hiato sedimentario que se intuye entre el nivel III (Gravetiense) datado en 21.255 B.P. y el nivel II (Epipaleolítico microlaminar avanzado) que se situaría alrededor de 10.500 - 9.000 B.P., que probablemente se debería a fases de erosión. Esperamos que durante las próximas campañas de excavación se localice un contacto entre estos dos niveles que nos permitiría su estudio.

A modo de reflexión, nos gustaría destacar que a través del estudio micromorfológico nos ha sido posible observar algunos episodios climáticos que no llegan a percibirse macroscópicamente y que pueden ser de gran utilidad en el estudio de estas etapas climáticamente complejas.

Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento a los directores de excavación de la Balma de la Griera por las facilidades y apoyo que me han prestado en todo momento.

Este trabajo se ha elaborado dentro de los proyectos PB93-0741 de la DGICYT del Ministerio de Educación y Cultura y del Grup d'Investigació de Qualitat 1996 SGR-00050 concedido por el Comissionat per a Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya.

Referencias bibliográficas

- Bergadà, M. M.** (1996): *Contribució a l'estudi geoarqueològic dels assentaments prehistòrics del Pleistocè i l'Holocè inicial a Catalunya*. Tesis Doctoral (inédita). Universitat de Barcelona. 614 pp, 177 fig.
- Bullock, P., Fédoroff, N., Jongerius, A., Stoops, G. & Tursina, T.** (1985): *Handbook for Soil Thin Section Description*, Waine Research Publ., Wolverhampton. 152 pp.
- Butzer, K. W.** (1982): *Archaeology as human ecology*. Cambridge University Press. New York, 364 pp.
- Courty, M. A. & Fédoroff, N.** (1985): Micromorphology of recent and buried soils in a semiarid region of Northwestern India. *Geoderma*, 35. pp. 287-332.
- Courty, M. A., Goldbeg, P. & Macphail, R.I.** (1989): *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press. Cambridge. 344 pp.
- Féodoroff, N. & Courty, M. A.** (1989): Indicateurs pédologiques d'aridification. Exemples du Sahara. *Bull. Soc. géol. France*, (8), t.V, n° 1. pp. 43-53.
- Fullola, J. M., Bartrolí, R., Cebrià, A., Bergadà, M. M., Farell, D. & Nadal, J.** (1994): El Paleolítico Superior de Catalunya: El Gravetiense de la Balma de la Griera (Calafell, Baix Penedès, Tarragona) *1º Congreso de Arqueología Peninsular*. Est.IV.Porto. pp. 35-47.
- Fullola, J. M., Bartrolí, R., Cebrià, A., Bergadà, M. M., Nadal, J. & Estrada, A.** (en prensa): El Epipaleolítico de la Balma de la Griera (Calafell, Baix Penedès, Tarragona) en el contexto del NE peninsular. *2º Congreso de Arqueología Peninsular*. Zamora. Septiembre de 1996.
- Fumanal, Mª P.** (1986): *Sedimentología y clima en el país valenciano. Las cuevas habitadas en el cuaternario reciente*. SIP. Serie de trabajos varios núm.83. 207 pp.
- Guillou, P.** (1980): *Méthode de fabrication mécanique et en série de lames minces*. Département des Sols. Institut National Agronomique Plaisir-Grignon (France).
- Sjoerd, A.** (1993): *Cryogenic microfabrics and macrostructures: interrelations, processes, and paleoenvironmental significance*. Thesis Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands. 237 pp.
- Van Vliet-Lanoë, B.** (1987): Dynamique périglaciaire actuelle et passée. Apport de l'étude micromorphologique et de l'experimentation. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 1987-3 pp. 113-132.
- Van Vliet-Lanoë, B., Coutard, J. P. & Pissart, A.** (1984): Structures caused by repeated freezing and thawing in various loamy sediments: a comparison of active, fossil and experimental data. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 9. pp. 553-565.
- Wieder, M. & Yaalon, D. H.** (1982): Micromorphological fabrics and developmental stages of carbonate nodular forms related to soil characteristics. *Geoderma*, 28. pp. 203-220.