

SEDIMENTOLOGÍA Y MINERALOGÍA DE LOS DEPÓSITOS DE LA FORMACIÓN LIBERTAD (PLEISTOCENO TARDÍO) ASOCIADOS A LA FAUNA LOCAL LA PAZ (MONTEVIDEO, URUGUAY)

SEDIMENTOLOGY AND MINERALOGY OF THE LIBERTAD FORMATION DEPOSITS (LATE PLEISTOCENE) RELATED TO THE LA PAZ LOCAL FAUNA (MONTEVIDEO, URUGUAY)

Corona, A.; Goso Aguilar, C. y Perea, D.

Departamento de Evolución de Cuencas, Facultad de Ciencias, UdelaR, Montevideo.
acorona@fcien.edu.uy

RESUMEN

La Fauna Local La Paz (Montevideo, Uruguay) incluye restos óseos de taxa característicos del Pleistoceno: *Glyptodon clavipes*, *Doedicurus* sp., *Panochthus* sp., *Lestodon* sp., *Macrauchenia patachonica*, *Stegomastodon waringi*, *Toxodon platensis*, entre otros. Este trabajo pretende contribuir al entendimiento de los procesos sedimentarios actuantes, considerando los aspectos litofaciológicos y mineralógicos de los sedimentos involucrados, determinantes de la acumulación de un banco osario. Para cumplir los objetivos se levantó un perfil sedimentológico de detalle; para los estudios mineralógicos se colectaron muestras representativas de las litofacies individualizadas y los componentes arcillosos se trataron a efectos de ser sometidos a análisis difractométricos por rayos X. Se complementó el estudio con una observación textural y composicional de la fracción limo y arena a través de lupa binocular y microscopio petrográfico. De acuerdo a los aspectos sedimentológicos y algunas características tafonómicas del banco osario, como ser: el arreglo de facies; la ausencia de estructuras sedimentarias (depósito masivo) y de granoselección; la absoluta desarticulación y disposición caótica de los materiales y el grado de angulosidad de los clastos mayores, se deduce que un flujo de barro fue el último agente que intervino en el transporte y depositación de los restos. Los resultados de las difracciones de rayos X revelan la predominancia de cloritas y esmectitas sobre sepiolita. Estudios previos proponían que la unidad litoestratigráfica portadora de los restos era la Formación Dolores. No obstante, teniendo en cuenta el modelo evolutivo del Cuaternario y el aspecto geomorfológico, se considera aquí que estos sedimentos son atribuibles a la Formación Libertad.

Palabras clave: Formación Libertad, Sedimentología, Pleistoceno, Uruguay

ABSTRACT

The La Paz Local Fauna (Montevideo, Uruguay) includes skeletal remains of taxa that are characteristic of the Pleistocene: *Glyptodon clavipes*, *Doedicurus* sp., *Panochthus* sp., *Lestodon* sp., *Macrauchenia patachonica*, *Stegomastodon waringi*, *Toxodon platensis*, among others. This paper aims to contribute to the understanding of sedimentary processes acting, considering litofaciological and mineralogical aspects of sediment involved, responsible for the accumulation of a bonebed. To meet the targets a detailed stratigraphic section was lifted; for mineralogical studies we collected representative samples from each individual litofacies, and clays were treated for the purposes of being subjected to analysis by X-ray diffractometer. The study was supplemented with a textural and compositional observation of silt and sand fraction through binocular magnifier and petrographic microscope. According to the sedimentological aspects and some taphonomic features of the bonebed such as: facies settling, the absence of sedimentary structures (massive deposit) and grainselection, along with the complete dismantling and chaotic disposal of materials, and the degree of angularity of the largest clasts, it follows that a mud flow was the last reason on the transportation and deposition of the remains. The results of the X-ray diffraction reveal the predominance of chlorites and smectites on sepiolite. Previous studies suggested that the lithostratigraphic unit including the remains was the Dolores Formation. However, considering the evolutionary Quaternary model and geomorphological appearance, we consider these sediments belonging to the Libertad Formation.

Keywords: Libertad Formation, Sedimentology, Pleistocene, Uruguay

INTRODUCCIÓN

En el año 2001, la Facultad de Ciencias (UdelaR) tomó conocimiento de la existencia de un yacimiento fosilífero que contenía abundantes restos de mamíferos cuaternarios. Dicho yacimiento, ubicado en el límite entre los Departamentos de Montevideo y Canelones (coordenadas UTM $x=456,9$; $y=6154,95$; ver FIGURA Nº 1), se encuentra en una sección sedimentaria pleistocena sobre el Granito de La Paz, en una cantera en la cual se explota este material con fines comerciales (Perea et al. 2001; Marchesano et al. 2002). Los primeros estudios llevados a cabo en el sitio pretendían realizar indagaciones relacionadas con la composición faunística, aspectos paleoambientales y cronológicos y procesos de preservación asociados. A partir de la ejecución de un proyecto financiado por CSIC (UdelaR) de uno de los autores (AC) comenzó el estudio detallado de dicho yacimiento.

Este afloramiento tiene características únicas y sin precedentes en Uruguay, conteniendo una gran concentración de restos óseos completamente desarticulados y en su mayoría muy fragmentados, como así también otros, muy bien conservados. Entre los últimos, se destaca una mandíbula de *Stegomastodon waringi* que, además de representar el registro más austral de la especie, constituyó la base de la única datación radiocarbónica (Gutiérrez et al. 2005).

Los taxa presentes en esta Fauna Local La Paz (*sensu* Corona et al. 2005) son característicos del Pleistoceno: *Glyptodon clavipes*, *Doedicurus* sp., *Panochthus* sp., *Lestodon* sp., *Macrauchenia patachonica*, *Stegomastodon waringi*, *Toxodon platensis*, entre otros. Sin embargo, del estudio de los procesos tafonómicos no puede deducirse claramente si los elementos que la componen integraron una misma comunidad.

En el transporte y depositación de la mayoría de los restos seguramente estuvieron implicados eventos de alta energía como flujos de barro, lo que viene siendo confirmado por evidencia tafonómica y sedimentológica. Es evidente en la sección estudiada, la ocurrencia de ciclos sucesivos de transporte y sedimentación, dada por la presencia de facies de removilización y de retrabajo eólico.

En un principio se propuso (sobretudo teniendo en cuenta la cartografía geológica del área) que la Formación Dolores era la unidad litoestratigráfica portadora de los restos. Sin embargo, al ocupar la sección estudiada posiciones topográficas elevadas, presentar morfología suavemente ondulada y ajustando su ubicación en el mapa geológico a escala 1:100000 (Coronel et al. 1988, ver FIGURA Nº 2), se considera mejor –en este trabajo– atribuirla a la Formación Libertad, tema que se discutirá más adelante con mayor detalle.

Este trabajo pretende contribuir al entendimiento de los procesos sedimentarios actuantes, considerando los aspectos litofaciológicos y mineralógicos de los sedimentos involucrados, que

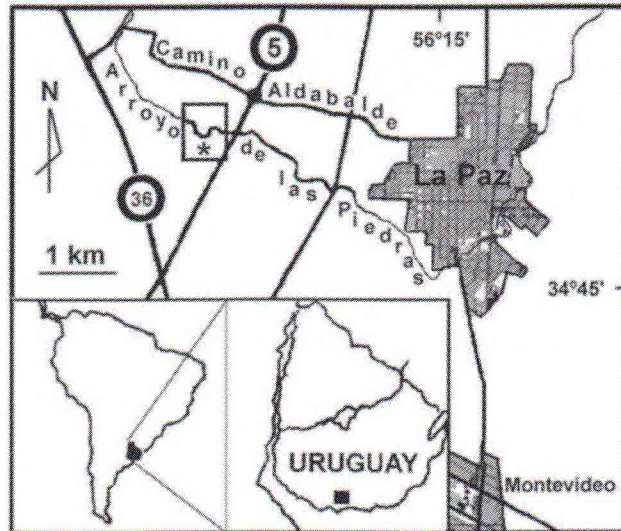


FIGURA Nº 1. Mapa de ubicación de la sección estudiada.
FIGURE 1. Localization map of the studied section.

fueron responsables por la acumulación del banco osario. Por ello se indagaron los aspectos sedimentológicos de la sección, con el interés de reconocer las litofacies presentes (texturas, geometrías y estructuras), así como la mineralogía de la fracción arcillosa.

METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para lograr los objetivos propuestos se levantó un perfil sedimentológico de detalle, donde se caracterizaron texturas, estructuras sedimentarias, geometrías y contenido fosilífero. Además, para los estudios mineralógicos se colectaron muestras representativas de las litofacies individualizadas. Estas muestras fueron sometidas a los tratamientos preliminares establecidos por las normas (desagregación física y química), para la posterior separación por tamizado de la fracción arcillosa. Los componentes arcillosos se trataron con los métodos convencionales para su dispersión (calgón), a efectos de elaborar los preparados que posteriormente fueron sometidos a análisis difractométricos por rayos X. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio del Instituto de Física de la Facultad de Ciencias, con un difractor Philips PW3710 (Ánodo: Cobre; longitud de onda=1,54056 armstrongs). Se complementó el estudio con una observación textural y composicional de la fracción más gruesa (limo y arena) a través de lupa binocular y microscopio petrográfico los colores se determinaron utilizando la carta de Munssell.

RESULTADOS

La observación más detallada del afloramiento permitió la construcción de un perfil estratigráfico completo que constituyó la base para la interpretación de los eventos depositacionales (FIGURA Nº 3). De acuerdo a lo observado, el perfil estudiado se dividió en tres litofacies principales.

Litofacies 1. En contacto discordante sobre el Granito de La Paz (Cámbrico) aparece un paquete

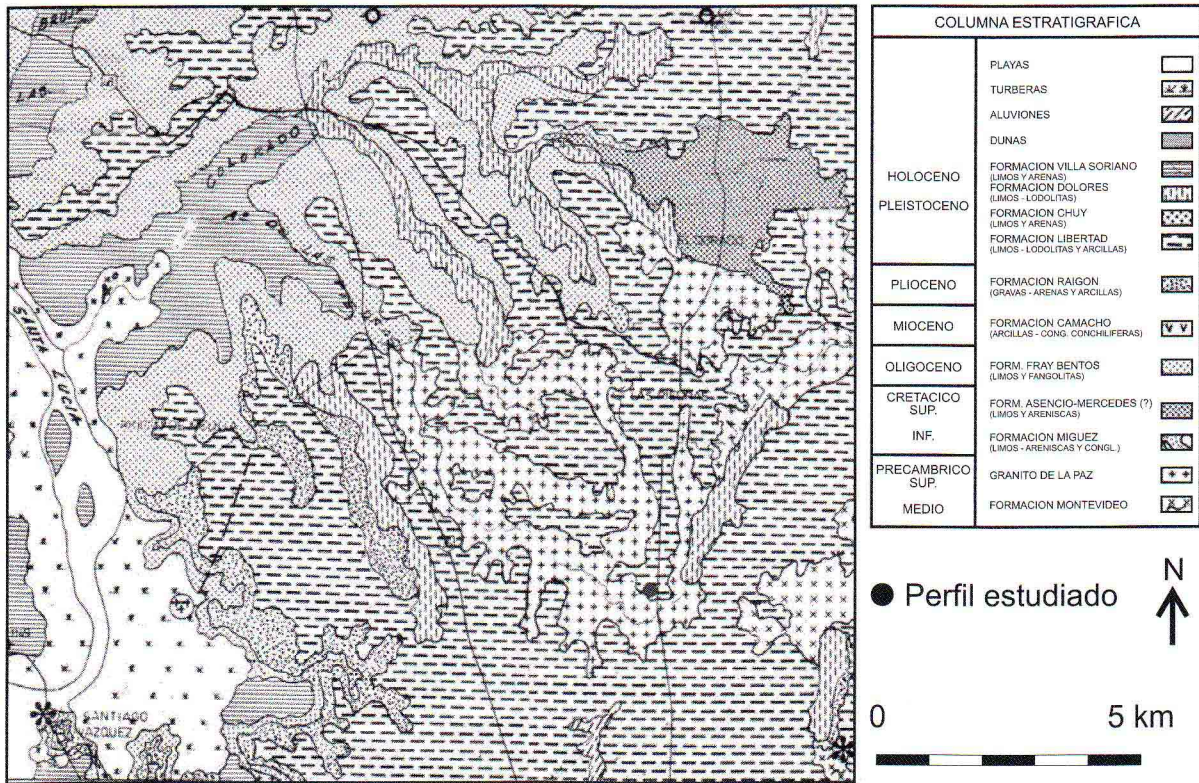


FIGURA Nº 2. Mapa geológico de la región y ubicación de la sección estudiada (Coronel et al. 1988).
 FIGURE 2. Geologic regional map and localization of the studied section (Coronel et al. 1988).

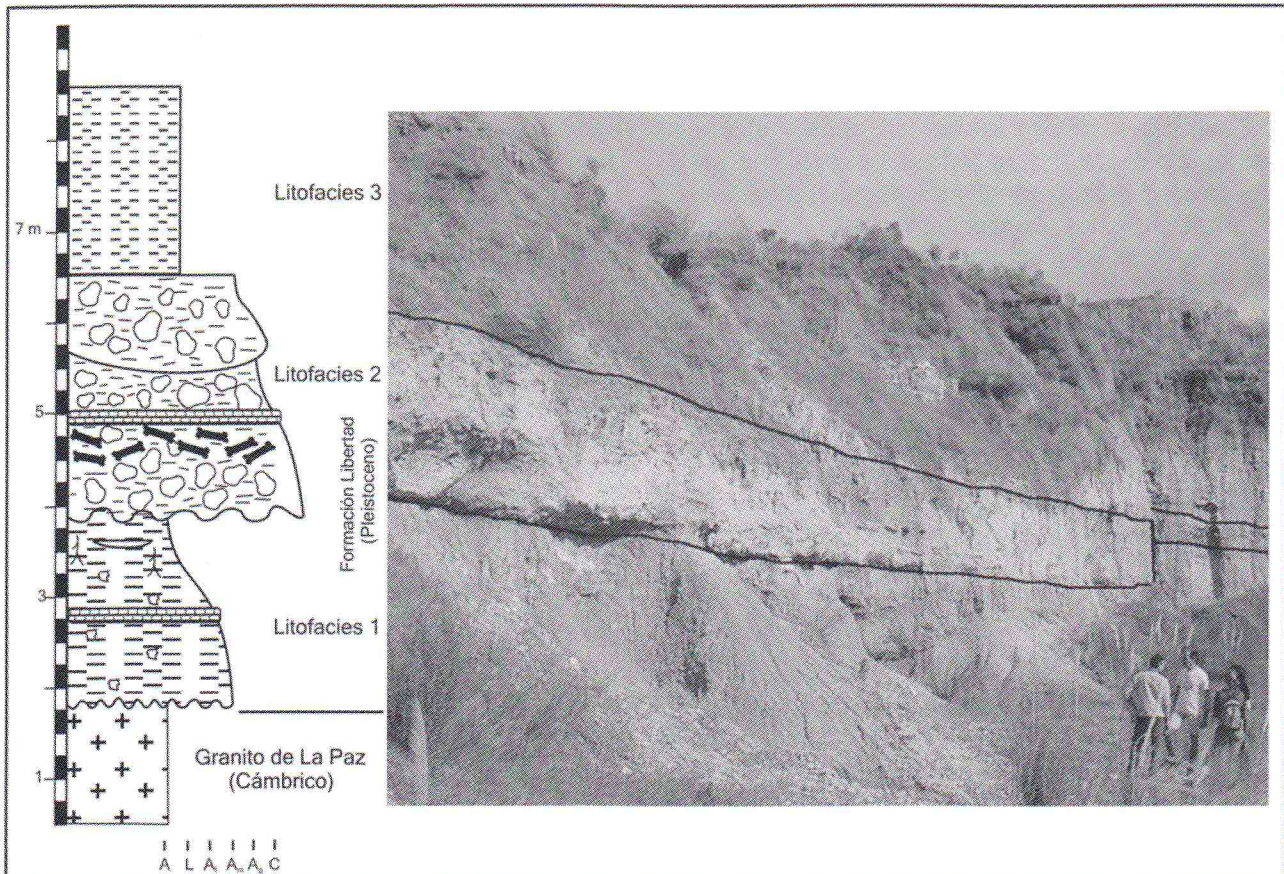


FIGURA Nº 3. Perfil estratigráfico y vista de la sección, las líneas llenas limitan el bonebed.
 FIGURE 3. Stratigraphical section and view of the outcrop, bonebed is showed between lines.

de geometría tabular, de unos 2.0 m de espesor, de arcillas algo limosas, color marrón gris oscuro (10YR 4/2) con pátinas negras, con clastos dispersos muy angulosos del granito infrayacente, de tamaño grava hasta arena fina a gruesa (cuarzo-feldespática), incluyendo láminas de biotita. Por lo tanto, esta litofacies está compuesta por depósitos de diamictitos y fangos que presentan una fina laminación horizontal relativamente bien definida. Aparecen asociados a este nivel rizolitos, concreciones y costras de espesor centimétrico de carbonato de calcio. A su vez, se intercalan hacia el tope delgados lentes de arcilla verde.

Litofacies 2. En contacto neto se apoya un diamictito matriz soportado de color blancuzco (10 YR 8/1), de geometría relativamente tabular, macizo, de espesor variable entre 2.0 y 2.50 m. Los megaclastos son abundantes y muy angulosos, de composición cuarzosa y presentan tamaños variables entre gravas y cantos. La matriz es predominantemente arcillosa conteniendo pocas láminas de biotita. En la base del mismo se encuentra el banco osario, constituido por abundantes restos de vertebrados pleistocénicos, que muestran una distribución relativamente importante en la lateral (decenas de metros). Por encima del banco osario aparece un nivel con abundantes costras duras de carbonato de calcio. En la FIGURA N° 4 A, se muestra un detalle de la composición cuarzosa y el grado de angulosidad de los granos en esta litofacies.

Litofacies 3. El contacto con la unidad anterior es neto y la constituyen fangos (predominantemente limos arcillosos), de geometría tabular, con espesor aproximado de 1.50 m, de color marrón (7.5YR 5/4), con estructura maciza a algo laminada y algunas pátinas de óxido. Estos fangos poseen una muy escasa cantidad de arena fina a media, redondeada a subredondeada, cuarzosa y con un grado de selección bueno. En la FIGURA N° 4 B, se ilustra un

detalle de frotis donde se observa el buen seleccionamiento granulométrico y la composición mineralógica cuarzosa de los granos de esta litofacies.

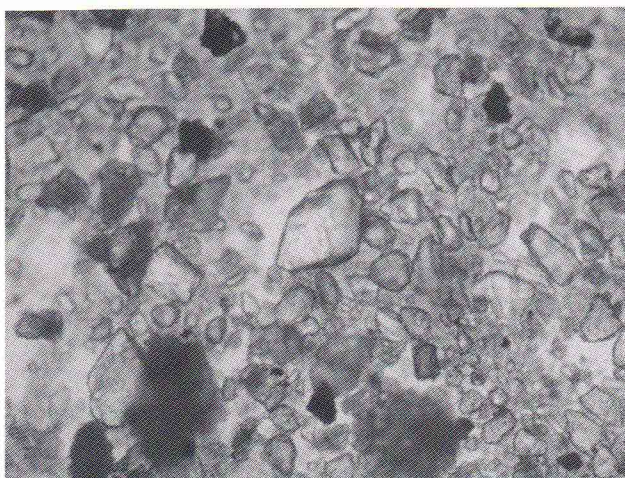
Los resultados de las difractometrías de rayos X practicadas en muestras de las tres litofacies, revelan, en general, la predominancia de cloritas y esmectitas sobre sepiolita. En particular, la Litofacies 2, portadora del banco osario, muestra arcillas del tipo de las cloritas y sepiolitas. Por su parte, en la Litofacies 3 predominan las esmectitas. La FIGURA 5 muestra difractogramas de la litofacies portadora de fósiles.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

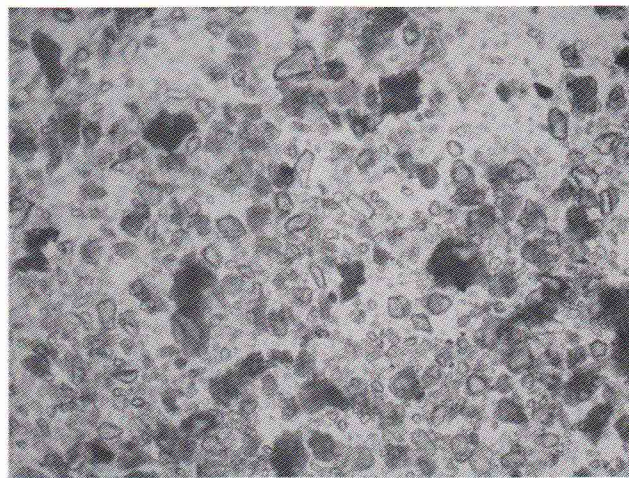
Tanto la condición litológica, como el carácter relativamente masivo de los depósitos correspondientes a las litofacies 1 y 2, sumado a la ausencia de granoselección, estarían indicando que en esa acumulación estuvieron implicados procesos gravitacionales del tipo flujos de barro. Dado que los clastos flotan en una matriz pelítica, el potencial de desgaste de los bioclastos en dicho flujo es nulo. Por ese motivo, aproximadamente el 95% de los fósiles no mostró signos de abrasión (desgaste de aristas y vértices) y presentan tamaños decimétricos.

Por lo tanto, para estos dos niveles basales, de acuerdo a los aspectos sedimentológicos descritos y a algunas características tafonómicas del banco osario, como ser: el arreglo de facies, la ausencia de estructuras sedimentarias (depósito masivo) y de granoselección; la absoluta desarticulación, importante fragmentación y disposición caótica de los materiales y el grado de angulosidad de los clastos mayores, se deduce que un flujo de barro fue el último agente que intervino en el transporte y deposición de los restos.

Las litologías observadas coinciden con las detalladas por Hauser (1985), para un fenómeno de



A. Aumento 200 X



B. Aumento: 100 X

FIGURA N° 4. Fotomicrografías de sedimentos del perfil estudiado. **A:** clastos de cuarzo angulosos tamaño arena media, pertenecientes a la Litofacies 2. **B:** clastos de limo grueso cuarzosos, con relativamente buen grado de selección de la Litofacies 3.

FIGURE 4. Photomicrographies from sediments of studied cross section. **A:** medium sand quartz clasts of Lithofacies 2. **B:** coarse silt quartz clast, well sorting of Lithofacies 3.

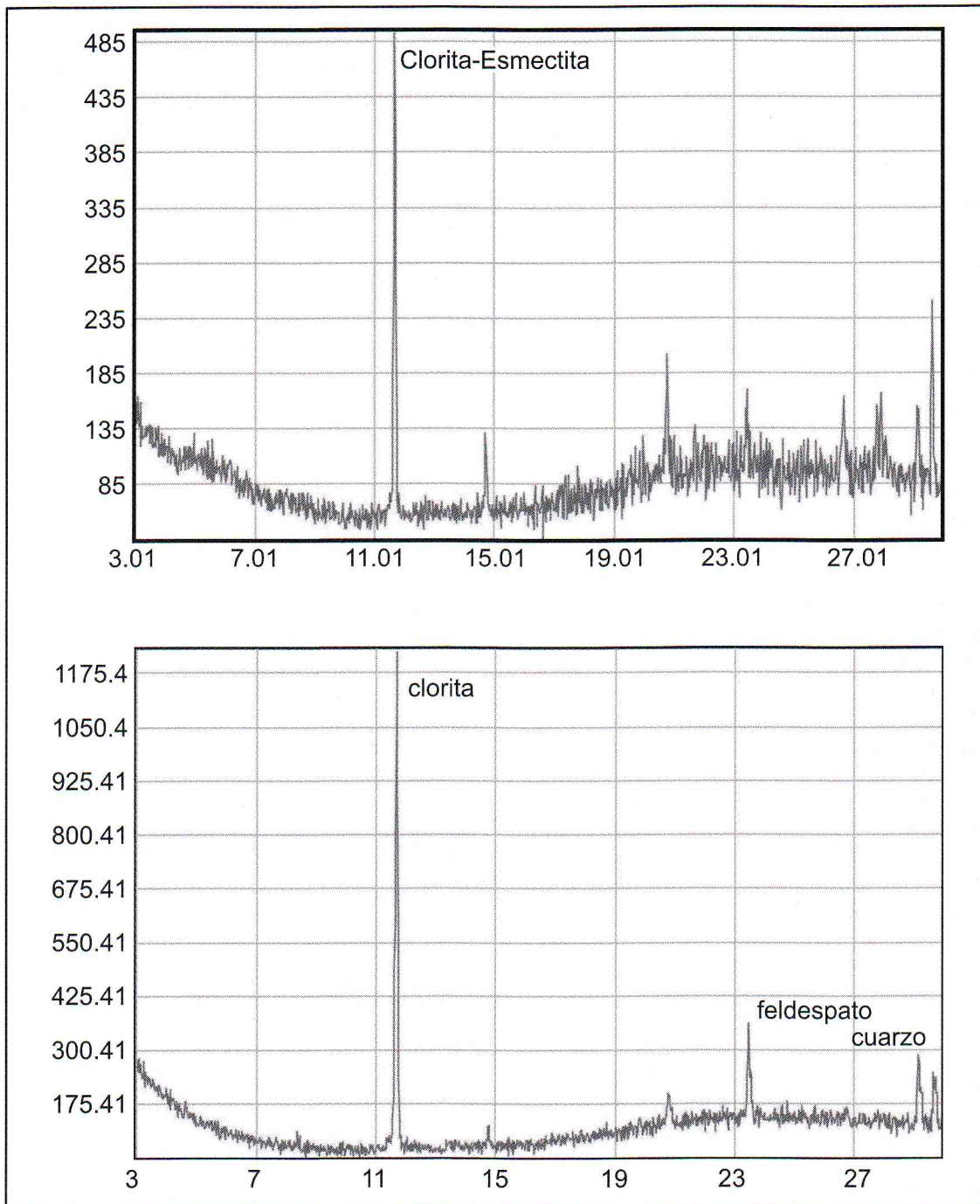


FIGURA Nº 5. Difractogramas de muestras de Litofacies 2.
 FIGURE 5. Difractograms of samples from Lithofacies 2.

tal naturaleza y también con lo que indican Lopes da Silva et al. (1997) como flujo de detritos cohesivos: una masa de alta viscosidad, de arcilla, limo y agua, que fluye por efecto gravitacional y resulta en un depósito grueso de textura matriz soportado (parapsefita).

Cabe consignar, que no se identificaron litofacias, ni geometrías, ni estructuras sedimentarias características que permitieran proponer un arreglo perteneciente a un paleoambiente de tipo fluvial como se creyó inicialmente (Perea et al. 2001). Asimismo, los restos mejor preservados, en todos los casos exhumados de los extremos del depósito (e.g. cráneo de *Toxodon platensis*, mandíbula de *Stegomastodon*

waringi) podrían explicarse si se considera que estuvieron incluidos en un ambiente del tipo planicie del que hoy no queda evidencia sedimentológica.

La litofacies 3, que se apoya en contacto neto sobre la anterior, se interpreta, de acuerdo a su litología dominante, el grado de selección granulométrica, la ausencia de clastos gruesos y el carácter tabular del depósito, como depositada por la acción eólica. La presencia de esmectitas asociadas a este nivel, podría estar indicando una menor concentración de agua en el medio, lo que se ajusta mejor en el perfil a un depósito de tipo loésico.

Del punto de vista litoestratigráfico y de una manera general, cabe mencionar las dificultades que

han tenido diferentes autores para asignar formalmente los yacimientos fosilíferos en los sedimentos cuaternarios continentales en el sur del país (Formación Dolores y Formación Libertad). Por ejemplo, Marchesano et al. (2002) propusieron que el paquete que incluye a esta Fauna Local, pertenecía a la Formación Dolores. Más recientemente (Corona et al. 2007) se ha utilizado una denominación más laxa para estos depósitos: "sedimentos diamictíticos de la Formación Libertad-Dolores(?)".

Si se consideran las definiciones litoestratigráficas, la Formación Dolores se caracteriza por presentar depósitos arcillo limosos y limo arcillosos, con arena y gravilla, de color pardo con locales tonos gris verdosos, y se la asocia a planicies (Martínez & Ubilla 2004). Por su parte, la Formación Libertad definida por Goso (1965) está litológicamente constituida por lodolitas, loess y arenas pardo rojizas con carbonatos de calcio multiforme y presenta rasgos geomorfológicos ondulados. Esta similitud litológica es la que en ocasiones provoca los problemas de asignación formal de los depósitos y hace que deba utilizarse como criterio distintivo el aspecto geomorfológico, a pesar que éste no es un criterio formalmente recomendado por el Código. No obstante, considerando el modelo evolutivo del Cuaternario y este aspecto geomorfológico, se considera aquí que estos sedimentos portadores de la Fauna Local La Paz son atribuibles a la Formación Libertad.

Si bien existen antecedentes de estudios mineralógicos de la fracción arcilla de los depósitos continentales cuaternarios (difractometrías de rayos X), esta técnica tampoco ofrece –por el momento– una base sólida para su distinción. En trabajos anteriores (Goso & Ledesma 2002; Goso et al. 2002), se constató la presencia de esmectitas e illitas en sedimentos de la Formación Dolores, en tanto que muestras de la Formación Libertad analizadas por esos autores, contenían además de estos minerales, caolinita. En este estudio se determinó la presencia de arcillas esmectíticas y de clorita, lo que determina

que del punto de vista mineralógico no existen grandes diferencias entre estas dos unidades litoestratigráficas. Asimismo, se constató la presencia de sepiolita. En la mayoría de las rocas sedimentarias este último mineral es un constituyente menor (Moore & Reynolds, 1997).

Aunque se ha asumido que la Formación Libertad tiene una edad Pleistoceno Inferior – Medio (Martínez & Ubilla 2004), el resultado de una datación ^{14}C AMS en este perfil (basada en esmalte dentario de *Stegomastodon waringi*) de 17.620 +/- 100 años AP (Gutiérrez et al. 2005), sugiere atribuirle una edad Pleistoceno Tardía. Más estudios radiométricos (actualmente en proceso), así como también un análisis más detallado de los datos paleontológicos de que se dispone, con un adecuado control litoestratigráfico, podrán confirmar esta presunción. A su vez, la presencia de taxa característicos (Ubilla & Perea 1999; Cione & Tonni 2005) permiten asignar el depósito al Pleistoceno Tardío, correlacionándolo con condiciones climáticas frías vinculadas al último episodio glacial.

Simultáneamente a este trabajo, se vienen realizando otro tipo de estudios, incluyendo análisis tafonómicos, bioestratigráficos y nuevas radiodatasiones. La obtención e interpretación de esos resultados permitirán ofrecer un aporte significativo al conocimiento de la fauna de la región durante los últimos miles de años, en general y, a la compleja estratigrafía del Cuaternario de Uruguay en particular.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CSIC (UdelaR), por la financiación parcial de las investigaciones. A Alberto Silva por permitirnos el acceso a su cantera. A Pablo Toriño y Luis Castiglioni por la disposición y colaboración de siempre. A Felipe Montenegro y Edurné Cawen, por su colaboración en los trabajos de campo. A Gabriel Machado y Ernesto Goso quienes colaboraron en los análisis mineralógicos.

BIBLIOGRAFÍA

- CIONE, A. & TONNI, E.P. 2005. Bioestratigrafía basada en mamíferos del Cenozoico Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *In* de Barrio, R.E., Etcheverry, R.O., Caballé, M.F. & Llambias, E. (eds.), Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. La Plata, XI: 183-200.
- CORONA, A., CAWEN, E., TORIÑO, P., PEREA, D. & GOSO, C. 2005. Nuevos aportes al conocimiento de un yacimiento fosilífero del Pleistoceno de Uruguay. *PUBLICACIÓN ESPECIAL DE LA SOCIEDAD ZOOLOGICA DEL URUGUAY, ACTAS DE LAS VIII JORNADAS DE ZOOLOGÍA DEL URUGUAY*: 54, Montevideo.
- CORONA, A., PEREA, D., GOSO, C., TORIÑO, P. & CASTIGLIONI, L. 2007. Tafonomía de la "Fauna Local La Paz" (Pleistoceno Tardío) y mineralogía de sedimentos continentales asociados, Montevideo, Uruguay. *ACTAS DEL V CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA*, Montevideo. (CD ROM).
- CORONEL, N., VEROSLAVSKY, G. & GOSO, C. 1988. Carta Geológica del Uruguay, escala 1:100000. Hoja "Los Cerrillos-La barra". DINAMIGE. Montevideo.
- GOSO, H. 1965. El Cenozoico en el Uruguay. Instituto Geológico del Uruguay. Informe interno. 36pp
- GOSO, E. & LEDESMA, J. 2002. Formación Libertad: aportes para la caracterización como materia prima en la fabricación de cerámica roja. *ACTAS II JORNADAS URUGUAYAS DEL CENOZOICO*, Montevideo, 26-30.
- GOSO, E., OYHANTCABAL, P. & SPOTURNO, J. 2002. Granulometría y mineralogía de los depósitos Cenozoicos del este del Departamento de Montevideo. *ACTAS II JORNADAS URUGUAYAS DEL CENOZOICO*, Montevideo, 31-36.
- GUTIÉRREZ, M., ALBERDI, M.T., PRADO, J.L. & PEREA, D. 2005. Late Pleistocene *Stegomastodon* (Mammalia, Proboscidea) from Uruguay. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Mh.*, 11: 641-662.
- HAUSER, A. 1985. Flujos de barro en la zona preandina de la región metropolitana; características, causas, efectos y medidas preventivas. *Revista Geológica de Chile*, número especial 24: 75-92.
- LÓPEZ DA SILVA, E., GAMA JUNOR, E. & GOSO, C. 1997. Fluxos gravitacionais de sedimentos: mecanismos de suporte, transformações de fluxos e procesos deposicionais. *Geociencias*, 16(2): 565-580.
- MARCHESANO, M., ROVIRA, M., CASTIGLIONI, L., PEREA, D. 2002. Lista taxonómica actualizada y comentarios sobre un nuevo yacimiento con mamíferos pleistocénicos del departamento de Montevideo. *ACTAS II JORNADAS URUGUAYAS DEL CENOZOICO*, Montevideo, 63-67.
- MARTÍNEZ, S. & UBILLA, M. 2004. El Cuaternario en Uruguay. *In*: Veroslovsky, G., Ubilla, M. & Martínez, S. (eds.), Cuencas sedimentarias del Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales – Cenozoico. DIRAC, Facultad de Ciencias, Montevideo, 195-227.
- MOORE, D.M. & REYNOLDS, R.C. 1997. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals (2^o Ed.). Oxford University Press, New York. 378pp.
- PEREA, D., LORENZO, N., MARCHESANO, M & ROVIRA, M. 2001. Un nuevo yacimiento con mamíferos cuaternarios del Uruguay. *Revista Geológica Uruguaya*, 1(1): 38-42.
- UBILLA, M. & PEREA, D. 1999. Quaternary vertebrates from Uruguay: a biostratigraphic, biogeographic and climatic overview. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 6:75-90.

Recibido: 12 de diciembre de 2007

Aceptado: 15 de abril de 2008