

# Geología y registros magnéticos entre arroyo La Tapera y Santa Clara del Mar, Mar del Plata

Juan Carlos BIDEGAIN<sup>1</sup>, Margarita L. OSTERRIETH<sup>2</sup>, Adrianus J. VAN VELZEN<sup>3</sup> y Yamile RICO<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> LEMIT-CIC. E-mail: jcbidegain@way.com.ar

<sup>2</sup> Centro de Geología de Costas y Cuaternario, C.C. 722, Universidad Nacional de Mar del Plata, 7600 Mar del Plata.

E-mail: mosterri@mdp.edu.ar

<sup>3</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, LMU, 80333 Munich, Germany. E-mail: velzen@geophysik.uni.muenchen.de

**RESUMEN.** Estudios paleomagnéticos se realizaron en secuencias del Pleistoceno-Holoceno del sector comprendido entre el arroyo La Tapera y Santa Clara del Mar, en Mar del Plata. Los sedimentos de la base de los perfiles en el arroyo La Tapera y en Camet, que se interpreta pertenecen a la Formación Ensenada, contienen direcciones de polaridad reversa y se asignan al cron Matuyama. Las capas sedimentarias de la base del perfil de Santa Clara del Mar, solo presentan direcciones de polaridad normal, por consiguiente toda la secuencia sedimentaria de esta localidad se asigna al cron Brunhes, (< 0,78 Ma). Los registros de susceptibilidad magnética siguen el patrón de los perfiles realizados en el plateau de loess de Argentina. Los valores más bajos de susceptibilidad corresponden a mayor grado de pedogénesis y meteorización más intensa. Las titanomagnetitas acarreadas por el viento en los períodos glaciares (más secos), son las portadoras principales de la remanencia y responden por los registros magnéticos más elevados que se obtienen en las capas menos meteorizadas.

Palabras clave: *Paleomagnetismo, Brunhes, Matuyama, Loess, Paleosuelos.*

**ABSTRACT.** *Geology and magnetic records between Arroyo La Tapera and Santa Clara del Mar, Mar del Plata.* Paleomagnetic studies were carried out in Pleistocene-Holocene sedimentary sequences exposed between Arroyo La Tapera and Santa Clara del Mar in Mar del Plata. The sediments exposed in the lower part of the La Tapera and Camet sections, which apparently belong to the Ensenada Formation, show reverse polarity directions and are assigned to the Matuyama Polarity Chron. The sedimentary layers exposed at the base in Santa Clara del Mar present normal directions of polarity, hence they were consequently assigned to the Brunhes Polarity Chron (< 0,78 Ma). Susceptibility values show a similar behaviour to those obtained in other localities of the Argentine loess plateau. Lowest values are always related to stronger pedogenesis and weathering. Consequently we envisage that the windblown titanomagnetites, having settled out during drier glacial periods, account for the natural magnetic remanence and the higher susceptibility values in less weathered layers.

Key words: *Paleomagnetism, Brunhes, Matuyama, Loess, Paleosols.*

## Introducción

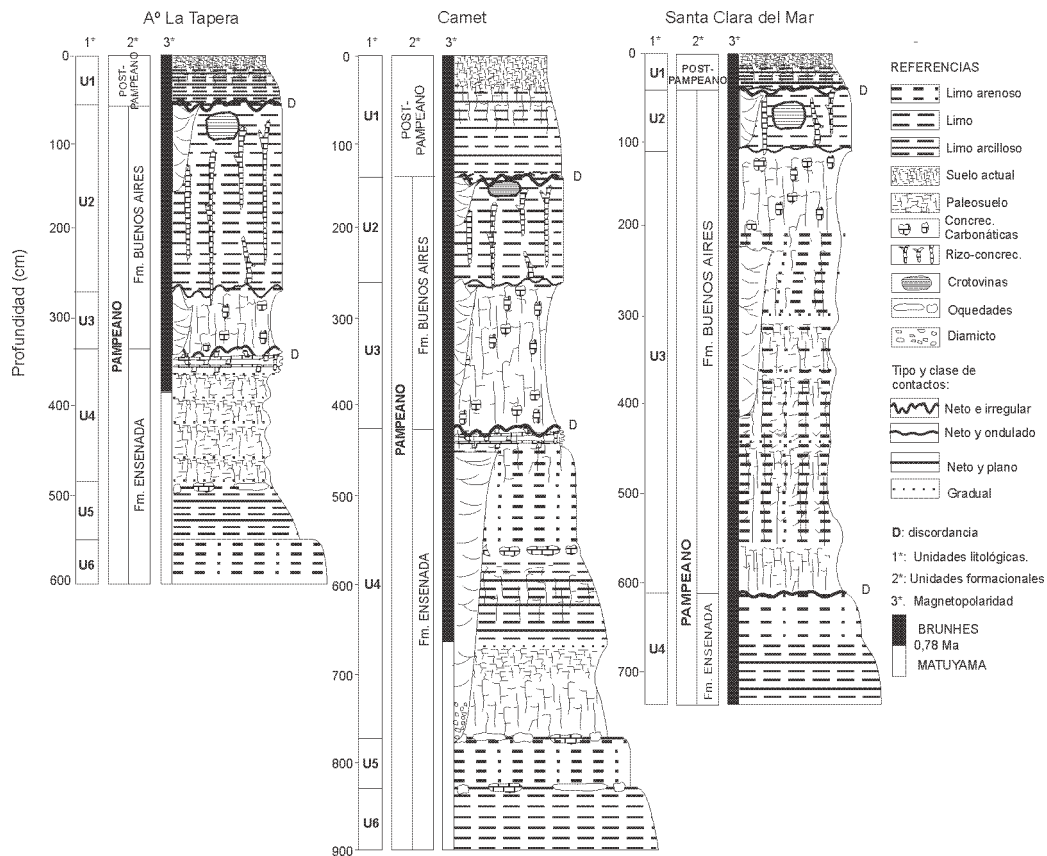
Las secuencias sedimentarias que afloran en los acantilados costeros al norte de la ciudad de Mar del Plata, han recibido poca atención en comparación con las del sur, donde existen estudios estratigráficos, sedimentológicos, paleontológicos y paleomagnéticos. Ameghino (1908), fue uno de los primeros autores en estudiar estos sedimentos y asignarlos al tope de la Formación Ensenada y a la Formación Buenos Aires.

Kraglievich (1953), en el sector que va desde Mar del Plata a Santa Clara del Mar, propuso un esquema estratigráfico que se correlacionaría con la parte superior de la secuencias del sur (formaciones Vorohué, San Andrés, Miramar, Arroyo Seco y Lobería). Schnack *et al.* (1982), definieron a la Formación Santa Clara (Pleistoceno superior), parcialmente equivalente a la Formación Pampiano (Fidalgo *et al.* 1973). Fasano (1991), divide a esta formación en dos miembros: un miembro inferior de edad pleistocena inferior a medio y un miembro superior del Pleistoceno superior. El primero, aflora a 1 m por encima del

nivel de pleamar en Santa Clara del Mar, Fasano (1991) lo correlaciona con el ensenadense (Ameghino 1908 y Frenguelli 1950, 1957), con la parte inferior de la Formación Pampiano (Fidalgo *et al.* 1973) y con la Formación Miramar (Kraglievich 1952), representada al sur de Mar del Plata. El miembro superior, aflora en las barrancas costeras, desde Mar del Plata hasta unos kilómetros al norte del Mar de Cobo. La sección tipo, fue definida en Santa Clara del Mar por Fasano (1991), quien le asigna edad mamífero lujanense y la correlaciona con el Bonaerense (Frenguelli 1950, 1957), con la parte superior de la Formación Pampiano y con la Formación Arroyo Seco (Kraglievich 1952) al sur de Mar del Plata.

La presente contribución, incluye perfiles geológicos y paleomagnéticos (Fig. 1), realizados en la zona del arroyo La Tapera (37° 56' 51" S, 57° 32' 04" O) en Felix Camet (37° 53' 35" S y 57° 31' 29" O) y en Santa Clara del Mar (37° 50' 53" S y 57° 30' 20" O).

Los estudios estratigráficos y paleomagnéticos permiten establecer zonaciones de magnetopolaridad en relación con las secuencias sedimentarias. Esto favorece la posibilidad de



**Figura 1:** Perfiles geológicos, unidades litoestratigráficas y magnetoestratigrafía de las secuencias sedimentarias que afloran en los acantilados ubicados a la altura del arroyo La Tapera, Camet y Santa Clara del Mar, al norte de la ciudad de Mar del Plata.

establecer correlaciones entre unidades formacionales del norte y del sur de Mar del Plata, e interpretaciones sobre controles geomórficos que generaron los depósitos. Cabe mencionar, que Orgeira y Valencio (1984), Orgeira (1987), Orgeira (1990), encuentran en los perfiles de El Muelle y Bajada Martínez de Hoz, que la Formación Arroyo Lobería y la parte superior de la Formación Arroyo Seco tienen polaridad normal y corresponden al cron Brunhes. Por otra parte, Ruocco (1990) determinó que los sedimentos de la Formación Arroyo Seco presentan niveles de polaridad reversa (Matuyama superior) y de polaridad normal que la autora asigna al subcron Jaramillo (0,99 – 1,07 Ma).

El registro de zonas de polaridad normal y reversa que se indican en el presente trabajo, constituye una primera aproximación a la correlación estratigráfica a nivel regional, particularmente teniendo en cuenta los trabajos mencionados que indican los registros de polaridad normal y reversa en la Formación Arroyo Seco del sur de Mar del Plata. Si bien no se aportan datos sobre la fauna fosilífera de vertebrados existente, la determinación del límite Brunhes/Matuyama será indudablemente de utilidad para los estudios paleontológicos.

## Metodología empleada

Mediante la utilización de un sacatestigos a pistón

(*swedish piston*) y brújula Brunton se extrajeron muestras orientadas para desmagnetización por campos magnéticos alternos (cma) en las secuencias sedimentarias de Santa Clara, Camet y arroyo La Tapera. El sedimento se colocó en cajitas cúbicas de plástico de 8 cm<sup>3</sup> y se adicionó un pegamento de resina vínica no magnético, que al secarse forma verdaderos moldes cúbicos de sedimento, evitándose de esta forma, el movimiento de los granos durante el traslado y medición de las muestras.

En las tres localidades mencionadas se extrajeron muestras orientadas a intervalos de 5, 10, 30 y 50 cm. Con el objeto de obtener una menor dispersión de las direcciones magnéticas y a los fines de una mejor continuidad del registro de las condiciones paleoambientales, se evitó el muestreo en canales, diamictos y crotonas.

Algunas muestras fueron medidas en el laboratorio *Fort Hoofdijk* de la Universidad de Utrecht (Holanda) y otras en el laboratorio de paleomagnetismo Daniel Valencio de la Universidad de Buenos Aires. En ambos, para el lavado magnético se utilizó un magnetómetro criogénico. Las desmagnetizaciones por cma se efectuaron a partir de campos bajos de 2,5 y 5 militesla (mT) y hasta campos pico que variaron entre 50 y 80 mT. Las muestras que evidenciaron ser portadoras de minerales con fuerzas coercitivas más elevadas (duras) fueron desmagnetizadas hasta campos pico de 100 y 120 mT.

La susceptibilidad magnética en relación a la masa fue medi-

da en alta (4.700 Hz) y baja (470 Hz) frecuencia y se calculó el factor  $F = (\chi_{470\text{ Hz}} - \chi_{4700\text{ Hz}} / \chi_{470\text{ Hz}}) \times 100$ .

## Análisis de los resultados

En los tres perfiles realizados, se constató la existencia de facies depositacionales y postdepositacionales (Fig.1). Las secuencias corresponden a sedimentos continentales del Pleistoceno-Holoceno y evidencian una alternancia entre períodos de agradación, períodos de erosión representados por paleocanales sobreimpuestos y períodos de formación de paleosuelos, tanto arcillosos como carbonáticos. Los primeros suelen presentar bioturbaciones de vermes en tope de la zona reversa de Matuyama (u4), en Camet y los segundos pueden constituir verdaderos pisos calcáreos (*calcrete floors*), en Camet y arroyo La Tapera. Desde el punto de vista estratigráfico, la unidad designada como u1 corresponde al Holoceno (post-pampeano) y las unidades más antiguas corresponden al Pleistoceno (pampeano). Las designadas como u2 y u3 podrían ser asignadas a la Formación Santa Clara o la Formación Buenos Aires del norte de la provincia de Buenos Aires, las unidades 4, 5 y 6 a la Formación Ensenada. La primera (Formación Santa Clara) edad mamífero lujanense y la segunda (Formación Ensenada) edad mamífero ensenadense (Pascual *et al.* 1965). Cada una de las unidades formacionales contiene depósitos que evidencian distintos ciclos paleoclimáticos. Es decir, presencia de paleosuelos arcillosos bioturbados en algunos niveles, costras calcáreas en otros y abundancia de canales sobreimpuestos. Los canales más conspicuos suelen presentar diamictos en la base que indican intensa reactivación por descenso del nivel del mar.

Los espesores de las unidades varían lateralmente en forma significativa. La u1 y particularmente el suelo actual, se presentan frecuentemente alterados por acción antrópica. La u2 es un loess (limoso) de talud vertical, en visera, masivo, compacto, con infiltraciones y rizoconcreciones carbonáticas muy duras y de distinto tamaño, presenta crotovinas de vertebrados de grandes dimensiones (aproximadamente 1 m de diámetro), rellenas por sedimentos limo-arcillosos con laminación horizontal. La u3 esta constituida por horizontes B y BC de paleosuelos limo arcillosos, los primeros con abundantes cutanes de iluviación, estructurados en prismas pequeños, de color castaño rojizo y presentan concreciones y rizoconcreciones de carbonato de calcio de origen pedogenético. El contacto entre la u2 y la u3 es neto e irregular. Las unidades u1, u2 y u3 no varían sustancialmente desde el punto de vista textural y estructural a lo largo de la costa, por lo mismo son fácilmente correlacionables en los tres perfiles y corresponderían al Holoceno (u1) y Pleistoceno tardío (u2,u3). Cabe destacar, empero, que la u3 en Santa Clara del Mar presenta mayor espesor sedimentario en las proximidades del arroyo Santa Elena (Fig.1). A partir de la u4, las características de los sedimentos varían lateralmente en forma significativa entre un perfil y otro, con lo cual la correlación es más dificultosa, aunque la estructura tabular es característica en el tercio inferior de todos los perfiles.

En el perfil del arroyo La Tapera, la u4 está integrada básicamente por una secuencia de paleosuelos superpuestos, fina-

mente estructurados, la unidad u5 corresponde a un sedimento limo arcilloso de coloración verdosa y la u6 es un limo rojizo, masivo, compacto y resistente.

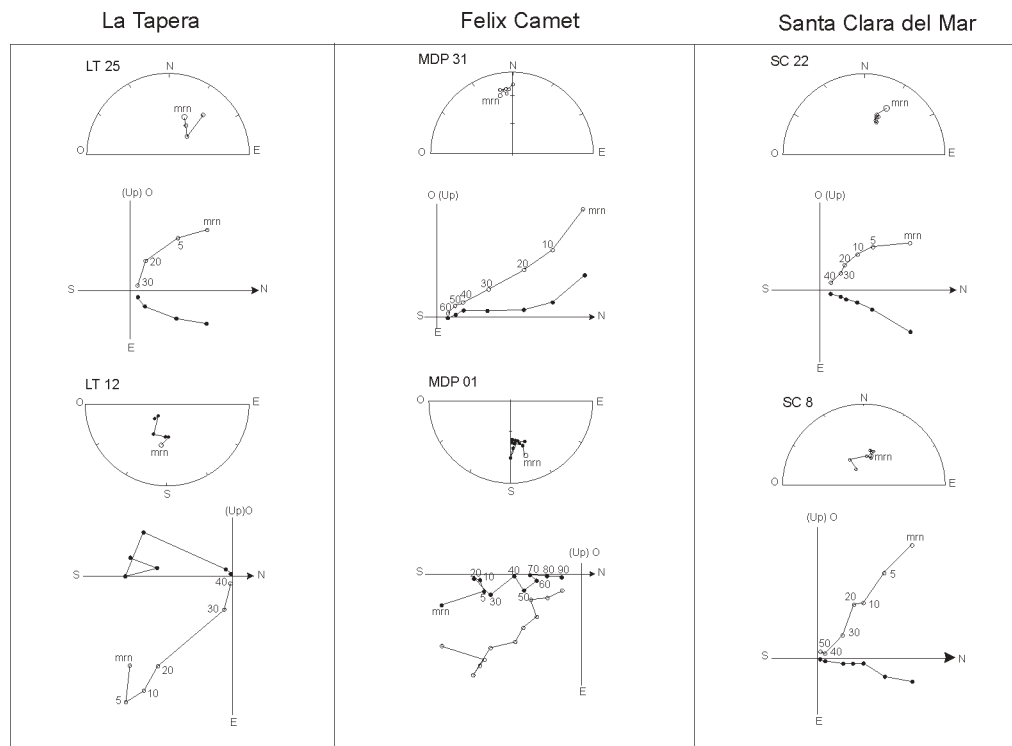
En Camet, la u4 está constituida por un sedimento limo arenoso a limo arcilloso, en el techo presenta niveles de entoscamiento laminar muy duros y en la base desarrollo de paleosuelos. La u5, es un sedimento limo-arenoso compacto, masivo, de color castaño rojizo oscuro y la u6 es un limo compacto de coloración verdosa. El contacto entre las unidades u4, u5 y u6 es neto y está ocupado por concreciones carbonáticas muy duras de distintas dimensiones. En algunos sitios, estas concreciones han sido erosionadas por la acción de las olas, generando la presencia de oquedades. El perfil geológico de Santa Clara del Mar, descrito en las proximidades del arroyo Santa Elena, tiene un espesor de unos 7,50 metros, de los cuales, aproximadamente 5,00 m corresponderían a la Formación Santa Clara (u2 y u3). Los depósitos son limo arenosos, presentan concreciones carbonáticas muy duras y redondeadas, de distintos tamaños y venas carbonáticas subverticales y subhorizontales (de unos 2 cm de espesor), por precipitación de carbonato de calcio a partir de aguas saturadas en bicarbonato, en períodos de aridez. Estos mismos niveles, frecuentemente contienen conspicuos paleocanales. Por debajo, yacen las capas tabulares limo arenosas características, ya mencionadas en las otras dos localidades, que podrían relacionarse con la parte cuspidal de la Formación Ensenada del norte de la provincia de Buenos Aires (u4).

En la zona del arroyo La Tapera y en Camet, se comprobó la existencia de niveles de polaridad normal (Brunhes) y reversa (parte superior de Matuyama), mientras que en Santa Clara del Mar los registros de polaridad fueron sólo normales, con niveles que podríamos considerar transicionales al pie del acantilado. El espesor sedimentario asignado a Brunhes en el arroyo La Tapera es de unos 4,00 m, en Camet de 6,60 m y en Santa Clara del Mar, mayor a 7,50 m. En los perfiles geológicos de la figura 1, se indican las unidades establecidas, las formaciones geológicas y las magnetozonas obtenidas que corresponden a Brunhes (normal) en negro y a Matuyama (reversa), en blanco. El límite entre las magnetozonas Brunhes/Matuyama se registra en los sedimentos más antiguos expuestos.

Los valores de declinación (D) e inclinación (I) del magnetismo remanente característico (mrc) de los tres perfiles estudiados, se determinaron a partir de la desmagnetización por cma con un magnetómetro criogénico en la Universidad de Utrecht y algunas muestras de la base por temperatura en el laboratorio de la UBA.

En la figura 2, se indica mediante redes estereográficas y diagramas de Zijdeveld el comportamiento de algunas muestras de polaridad normal y reversa de las tres localidades. Las reversas, presentan un comportamiento más duro pero con diferencias marcadas en el espectro de coercitividades. Algunas se pueden desmagnetizar a campos medios de 40 y 50 mT, mientras otras, a 90 mT de campo pico, no alcanzan el *end point* en el diagrama de Zijdeveld.

La muestra MDP01 indicada a modo de ejemplo en la figura, tiene una intensidad inicial ( $M_0$ ) = 39,7 A/m y al ser desmagnetizada hasta 90 mT de campo pico, la intensidad de la



**Figura 2:** Redes estereográficas y diagramas de Zijderveld de muestras de polaridad normal y reversa del arroyo La Tapera, Camet y Santa Clara del Mar.

remanencia ( $M_r$ ) fue de  $5.9 \text{ A/m}$  y las direcciones  $D = 169.3^\circ$  e  $I = 46.6^\circ$ . Las muestras de polaridad reversa de La Tapera y Camet, presentan componentes viscosas que son eliminadas a campos bajos de 5 y 10 mT, las de la segunda localidad, frecuentemente presentan componentes de alta coercitividad. Las direcciones ( $D$  e  $I$ ) en Santa Clara, son normales y corresponderían a comportamientos de unicomponentes de magnetización. La base del perfil (u4) es homologable al tope de la Formación Ensenada de las otras dos localidades, aunque a partir de los registros de polaridad magnética se interpreta que la sección es más joven que en La Tapera y Camet.

Debido a la gran variación lateral, por presencia de paleocanales, paleolagunas, bioturbaciones, acuñaientos y precipitación diferencial de carbonato, resulta difícil establecer correlaciones entre los distintos sitios, solo sobre la base de los valores puntuales de susceptibilidad. Cabe resaltar, en este sentido, que los valores de susceptibilidad específica medidos en Utrecht (Holanda), son consistentes con los obtenidos en el Laboratorio de Paleomagnetismo de la UBA, en el IFAS de la UNICEN y en Alberta (Canadá), utilizando equipos MS2 de Bartington.

Los niveles carbonáticos, al igual que los paleosuelos arcillosos y suelos gley, provocan una caída generalizada en el registro de los valores de susceptibilidad, en cambio, los niveles loésicos menos afectados por los procesos epigenéticos y pedogenéticos, al conservar mayor proporción de minerales originales sin alterar, particularmente de hierro (magnetita), proporcionan valores más elevados. Los valores máximos obtenidos en la parte superior de la Formación Ensenada, en Mar del Plata, se corresponden con los de La Plata

(200 a  $250 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ). La unidad loésica con crotovinas (u2) que se indica como Formación Buenos Aires en la Fig. 1, presenta valores similares a los obtenidos en las capas menos pedogenizadas de la misma Formación en La Plata (Bidegain *et al.* 2001 Bidegain *et al.* 2005). En el último de los trabajos mencionados, se establece que los niveles de ceniza en sedimentos del Pleistoceno de la región de Mar del Plata (que a su vez podemos considerar como la forma prístina de loess en Argentina), presentan los valores de susceptibilidad específica más elevados en la fracción limo grueso (alrededor de  $400 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ ). Por otra parte, a los fines de determinar la fracción granulométrica que más aporta al registro de susceptibilidad, en un reciente estudio, en loess de la región de La Plata (Bidegain y Rico 2004), se separaron las fracciones granulométricas y se midió la susceptibilidad específica. Esto, permitió obtener máximos registros en la fracción limo mediano a grueso que fue de 250 a  $300 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  en el loess y de 25 a  $50 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  en los paleosuelos.

Las muestras de los tres perfiles de Mar del Plata, no presentan valores de susceptibilidad dependiente de la frecuencia (factor  $F$ ), que indiquen un gran aporte de minerales superparamagnéticos en el registro de susceptibilidad específica. Los valores de  $F$  variaron entre 0 y 3,8% a lo largo de toda las secuencias.

En la figura 3, se representan los perfiles realizados al norte y al sur de Mar del Plata. Los sedimentos hacia el sur, presentaron registros de polaridad Gauss y Gilbert (Orgeira, 1987 y Ruocco 1990) en algunos sitios, e inclusive la magnetozona Matuyama presentó eventos normales asignables a Jaramillo y Olduvai (Ruocco 1990).

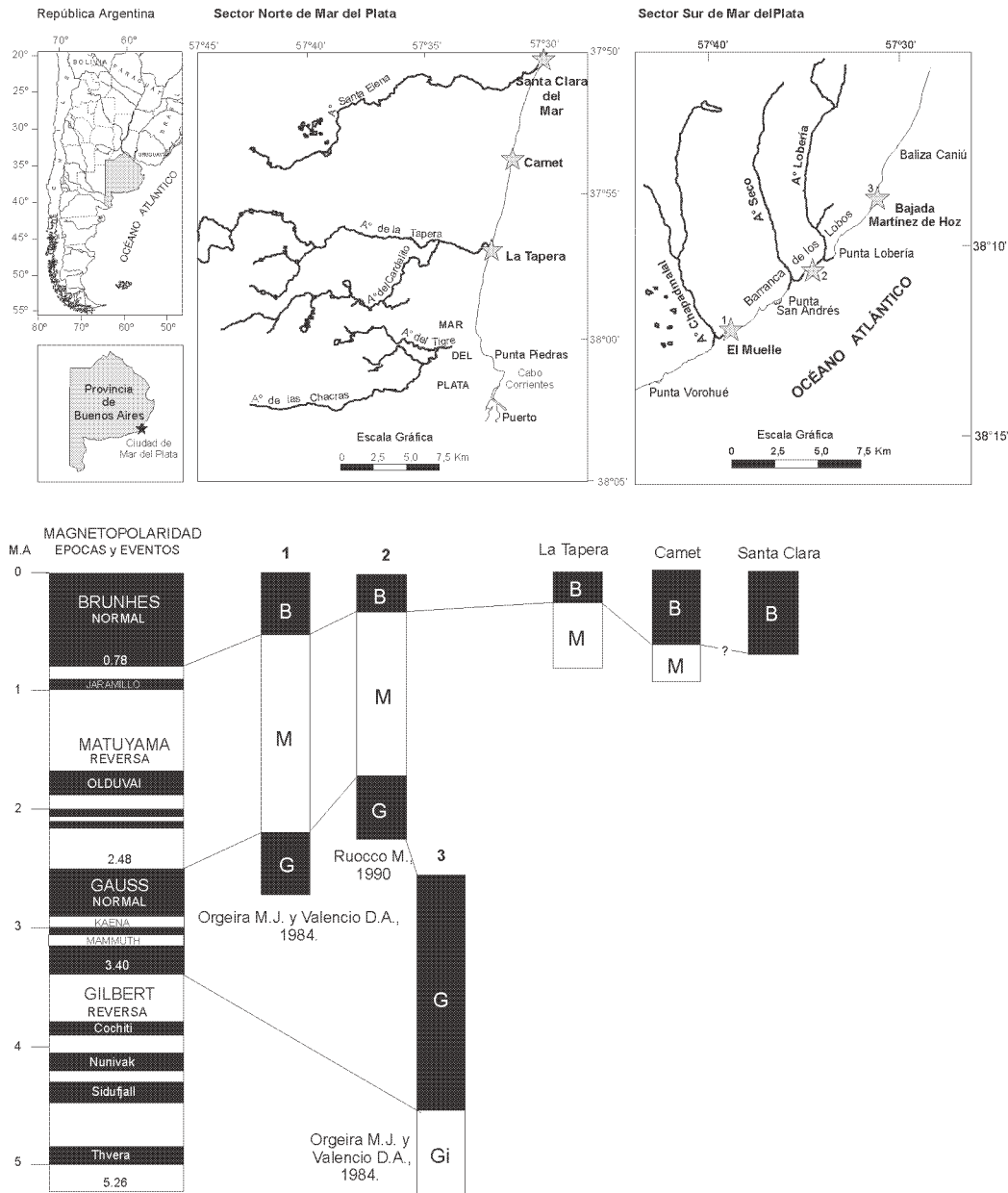


Figura 3: Mapas de ubicación y magnetoestratigrafía de las secciones estudiadas al norte y al sur de Mar del Plata.

**Discusión**

Sobre la base de los estudios paleomagnéticos, la magnetoestratigrafía obtenida resulta de utilidad para la reconstrucción de las geoformas del pasado geológico. Se constata la existencia de una paleosuperficie carbonática que habría actuado como horizonte estructural en la base de la cuenca que alojó a los sedimentos de la Formación Santa Clara y del post-Pampeano, con una pendiente moderada hacia el arroyo Santa Elena (en Santa Clara del Mar), donde aumentan los espesores de los sedimentos asignables a la edad mamífero lujanense. El límite Brunhes/Matuyama en Santa Clara del Mar no pudo ser determinado, el mismo estaría representado a una profundidad mayor que la de la base del acantilado expuesto. Consecuen-

temente, la edad de los depósitos sedimentarios aumenta en dirección a la ciudad de Mar del Plata.

A nivel regional y a partir de los registros paleomagnéticos, los sedimentos expuestos desde Mar del Plata a Santa Clara son considerablemente más jóvenes que los del sur de Mar del Plata. Los sedimentos de Santa Clara del Mar son edad magnética Brunhes y el cambio de polaridad se registra en los sedimentos más antiguos expuestos en la base de los acantilados en Camet y arroyo La Tapera. Esto permite correlacionar los sedimentos más antiguos estudiados con los de la Formación Ensenada del norte de la provincia de Buenos Aires (Bidegain *et al.* 2001) y con los del sur de Mar del Plata, obtenidos en la Formación Arroyo Seco (Orgeira 1987, 1990, Ruocco 1990). Cabe destacar, no obstante, que en Orgeira *et*

al. (1987), se sostiene que los sedimentos de la Formación Arroyo Seco son edad mamífero lujanense.

Nuevos perfiles paleomagnéticos se realizan actualmente en los acantilados de la provincia de Buenos Aires. Los mismos, se proponen construir una magnetoestratigrafía confiable que sea de utilidad para los estudios geológicos, estratigráficos y paleontológicos.

## Conclusiones

El límite Brunhes / Matuyama (0,78 Ma) queda definido en sedimentos del Pleistoceno en las localidades de arroyo La Tapera y Camet. Los mismos podrían ser asignados a la Formación Arroyo Seco del sur de Mar del Plata o a la Formación Ensenada del norte de la provincia de Buenos Aires .

Los sedimentos del Pleistoceno tardío asignables a la Formación Santa Clara, homologables a los sedimentos de la Formación Buenos Aires, y los del Holoceno presentan polaridad normal.

El espesor sedimentario de polaridad inversa expuesto decrece desde el arroyo La Tapera hacia Camet y es inexistente en el perfil expuesto en los acantilados de Santa Clara del Mar. Esto se debería a que el arroyo Santa Elena constituyó la cuenca hacia la cual fueron transportados los sedimentos desde las zonas más elevadas durante la reactivación lujanense.

Al igual que en los trabajos realizados en otras regiones loésicas de Argentina, se constata que el registro de susceptibilidad es más elevado en loess que en paleosuelos y niveles intensamente meteorizados. Los máximos valores de susceptibilidad específica registrados en la región de Mar del Plata decrecen con el avance de la pedogénesis en un factor entre 4 y 8 en los paleosuelos y entre 8 y 16 en los suelos *gley*.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Comisión de Investigaciones Científicas y a la Universidad de Mar del Plata por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ameghino, F. 1908. Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapadmalal. Anales Museo Nacional de Buenos Aires, Serie 3a, X, 843-428.
- Bidegain, J.C., Van Velzen A.J. y Rico, Y. 2001. Parámetros magnéticos en una secuencia de loess y paleosuelos del Cenozoico tardío en la Cantera de Gorina, La Plata: su relevancia en el estudio de los cambios paleoclimáticos y paleoambientales. Revista de la Asociación Geológica Argentina 56(4): 503-516.
- Bidegain, J.C y Rico, Y. 2004. Mineralogía magnética y registros de susceptibilidad en sedimentos cuaternarios de polaridad normal (Brunhes) y inversa (Matuyama) de la cantera de Juárez. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59(3): 451-461.
- Bidegain, J.C., Evans, M.E y Van Velzen, A.J. 2005. A magneto-climatological investigation of Pampean Loess, Argentina. Geophysical Journal International 160: 55-62.
- Fasano, J. 1991. Geología y geomorfología, Región III, Faro Querandí – Mar de Cobo, provincia de Buenos Aires. Informe Final para la Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo de la Región Costanera Atlántica de la Provincia de Buenos Aires. Consejo Federal de Inversiones – Universidad Nacional de Mar del Plata, 118p.
- Fidalgo, F., de Francesco, O. y Colado, U. 1973. Geología superficial en las Hojas Castelli, J. M. Cobo y Monasterio (provincia de Buenos Aires). 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 27-39, Buenos Aires.
- Frenguelli, J. 1950. Rasgos generales de la morfología y la geología de la provincia de Buenos Aires. Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas, Serie 2, 33: 1-72.
- Frenguelli, J. 1957. Neozoico en Geografía de la República Argentina, GAEA, Sociedad Argentina Estudios Geográficos 2(3): 1-218.
- Kraglievich, J.L. 1952. El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar. Provincia de Buenos Aires. Revista Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicionales 1: 1- 8.
- Kraglievich, J.L. 1953. La llanura bonaerense a través de un perfil geológico. Revista Mundo Atómico (Septiembre 1953): 88-98, Buenos Aires.
- Orgeira, M.J. y Valencio, D. 1984. Estudio paleomagnético de los sedimentos aflorantes en Barranca de Los lobos, provincia de Buenos Aires. 9° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 162-173.
- Orgeira, M.J. 1987. Estudio paleomagnético de sedimentos del Cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42(3-4): 362-376.
- Orgeira, M.J. 1990. Paleomagnetism of late Cenozoic fossiliferous sediments from Barranca de los Lobos (Buenos Aires Province, Argentina). The magnetic age of the South American land-mammal ages. Physics of the Earth and Planetary Interiors 64(24): 121-132.
- Pascual, R., Ortega Hinojosa, E.J., Gondar, D. y Tonni, E. 1965. Las edades del cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención en aquellas del territorio bonaerense. Anales Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires 6: 165: 193.
- Ruocco, M.I. 1990. Paleomagnetic analyses of continental deposits of the last 3 Ma from Argentina: Magnetostratigraphy and fine structures of reversals. Tesis doctoral, Department of Geology and Geochemistry, University of Stockholm (inédita), 100 p.
- Schnack, E.J., Fasano, J.L. e Isla, F.I. 1982. The evolution of Mar Chiquita lagoon coast, Buenos Aires province, Argentina. En Colquhoun, D.J. (ed.) Holocene Sea Level Fluctuations, Magnitude and Causes. IGCP-INQUA 143-155, Columbia.

**Recibido:** 3 de noviembre, 2004

**Aceptado:** 24 de junio, 2005