



MAGNETOESTRIGRAFIA Y MAGNETISMO PALEOAMBIENTAL EN SEDIMENTOS DEL CENOZOICO TARDIO DE MARCOS PAZ, BUENOS AIRES, ARGENTINA

Juan Carlos Bidegain¹, S. Jurado¹, M.A.E. Chaparro², M. Gómez Samus¹.

¹Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT), CIC. Calle 52 e/121 y 122, 1900, La Plata. Bs.As. Argentina.

Correo electrónico: jcbidega@yahoo.com.ar

² CONICET, IFAS, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Pinto 399, 7000 Tandil. Argentina.

Resumen

Sedimentos expuestos en una cantera de la localidad de Marcos Paz (Buenos Aires) son estudiados mediante paleomagnetismo y magnetismo ambiental. La secuencia expuesta, con excepción del suelo actual, pertenece al Pleistoceno y está integrada por limos arcillosos, algo arenosos y una capa de arena fina. Se diferenciaron once (11) unidades depositacionales y postdepositacionales, las unidades de la parte superior de la sección se asignan a Brunhes (< 0.78 Ma), las unidades del sector medio e inferior del perfil estudiado presentan direcciones normales y reversas que fueron asignadas a Matuyama (> 0.78 Ma). Los valores de los parámetros de concentración (χ , MRIS) se incrementan en los niveles loessoides y decrecen en relación con el aumento de la pedogénesis y la meteorización. Los valores de coercitividad corresponden a minerales del grupo de las titanomagnetitas aunque se determinan incrementos considerables en niveles en los que aumenta la contribución antiferromagnética. El modelo de comportamiento de los parámetros de magnetismo de rocas confirma las interpretaciones previas.

Palabras clave: Pleistoceno, loess, magnetoestratigrafía, magnetoclimatología, paleoambientes.

Abstract

Late Cenozoic sediments exposed in a quarry in the locality of Marcos Paz (Buenos Aires province) are studied by applying paleomagnetism and environmental magnetism. The whole sequence, with the exception of the recent soil, belongs to the Pleistocene and is integrated by clayey silts, partly sandy, and also by a layer of fine sand. Eleven different depositional/postdepositional units, numbered from unit 1 to 11 downwards, were determined. The units 1, 2 and 3 at the upper part of the geological section should be assigned to Brunhes (< 0.78 Ma). The middle and lower portion of the studied profile show normal and reverse polarity samples and they have been assigned to Matuyama (> 0.78 Ma). Concentration magnetic parameters (χ , MRIS) increase in loess like levels and decrease in relation with pedogenesis and higher weathered horizon. The values of coercivity of remanence correspond to the ferrimagnetic minerals (titanomagnetites) but enhancement of those values have also been determined in some levels and were attributed to the higher contribution of antiferromagnetic minerals. The model of behavior of magnetic parameters confirm previous interpretations.

Keywords: Pleistocene, loess, magnetostratigraphy, magnetoclimatology, paleoenvironments.

Introducción

La cantera de Marcos Paz está ubicada en la margen izquierda de un arroyo, en las cabeceras de la cuenca Matanza-Riachuelo (34°49'20"Lat. S, 58°44'51"Long O). Loess, sedimentos loessoides y paleosuelos



expuestos en los distintos frentes de explotación de la cantera son estudiados mediante paleomagnetismo y magnetismo ambiental.

El loess de Argentina, según Teruggi (1957), ha sido transportado por el viento desde el oeste y sudoeste de la región pampeana. El material, al depositarse y compactarse, tiene la particularidad de retener las direcciones del campo magnético terrestre (cmt) por la presencia de titanomagnetitas. Esta particularidad ha sido señalada en diversos estudios realizados en el exterior y en nuestro país (Thompson y Oldfield, 1986; Maher y Thompson, 1991; Orgeira, 1987; Bidegain, 1991, 1998; Nabel *et al.*, 1993).

Como se ha indicado en diversos trabajos (Orgeira *et al.*, 1998; Bidegain *et al.*, 2005, 2007, 2009) la variación de los parámetros magnéticos tiene relación con la alternancia climática y las condiciones paleoambientales. El parámetro utilizado con mayor frecuencia es la susceptibilidad magnética, la misma se manifiesta como “proxy data” y es aplicada en forma cada vez más recurrente. Es evidente que la señal, como respuesta de las condiciones ambientales previas debe ser analizada cuidadosamente debido a que la respuesta no se puede generalizar a todas las situaciones, más bien es un fenómeno complejo (Bidegain *et al.*, 2005), que excede ampliamente los límites de un único modelo de comportamiento magnetoclimático en loess y paleosuelos.

Metodología

La observación de los distintos frentes de cantera permitió la diferenciación de unidades estratigráficas, separadas por discontinuidades litológicas con contactos netos entre las mismas. Dentro de estas unidades se determinaron paleosuelos y capas loessoides menos afectadas por la pedogénesis. Se extrajeron 170 muestras paleomagnéticas orientadas y se midió la susceptibilidad volumétrica de campo con un susceptibilímetro Bartington MS2 y sensor MS2F. Paralelamente se extrajeron muestras no orientadas para medición de parámetros magnéticos y muestras de sedimento representativo de cada horizonte (1/2 kg) para estudios sedimentológicos, mineralógicos y químicos.

El magnetismo remanente natural (mrn) de todas las muestras se midió mediante un magnetómetro Minispin (Molspin), luego se efectuó la desmagnetización por campos magnéticos alternos (cma). Los datos paleomagnéticos se procesaron con el programa Super-IAPD y se representaron mediante gráficos apropiados. En el laboratorio se midió la susceptibilidad másica (χ), la magnetización anhistérica (ARM) y la magnetización remanente isothermal (IRM). La susceptibilidad másica se midió con un equipo MS2B de Bartington en dos frecuencias a los fines de calcular el factor susceptibilidad dependiente de la frecuencia. La MRA se midió con ayuda de un equipo pARM adosado al desmagnetizador por cma (Molspin Ltd) y el valor de remanencia se obtuvo con el magnetómetro Molspin Ltd.

Para obtención de la MRI las muestras se expusieron a un campo DC desde 1.7 a 2470 mT mediante un magnetómetro de pulso ASC Scientific modelo IM-10-30 y mediante campo inverso se obtuvieron los valores de coercitividad de la remanencia (H_{CR}) y S-ratio = $(-IRM_{300}/SIRM)$. Los parámetros obtenidos se refirieron al perfil geológico y se establecieron relaciones interparamétricas mediante gráficos apropiados, como el de King (King *et al.* 1982).

Resultados

En la Fig. 1 se consigna el perfil de la cantera de Marco Paz con las capas loessoides y los horizontes de paleosuelos. La susceptibilidad volumétrica de campo en unidades $S \times 10^{-5}$ presenta una variación de altos y bajos que se relaciona con los niveles menos afectados (altos) y niveles más afectados por la pedogénesis (bajos). Conforme a los datos paleomagnéticos, las unidades U1, U2, U3, hasta el nivel calcáreo (T2) inclusive, corresponden a Brunhes (< 0.78 Ma). La transición BM estaría en el pasaje de la unidad U3 a la U4, en niveles pedogenizados (Bt). Las capas designadas como U4, U5, U6, U7 se asignan a Matuyama superior, la base de U7 se aproximaría a los 0.98 Ma. La U8 es de polaridad normal y fue asignada a Jaramillo (0.99-1.05 Ma.), debajo de esta unidad se registran polaridades anómalas normales y reversas pero no por un control litológico como en la U5 (capa arenosa), sino, posiblemente, por la



presencia de un hiatus significativo que no permite obtener un buen número de registros de polaridad reversa. Es posible, por ello, pensar que los datos de este sector del perfil constituyen un registro condensado de Matuyama medio (1.05-1.78 Ma). Gran parte de la unidad designada U9 y parte superior de la U10 presenta direcciones de polaridad normal que se atribuyen a Olduvai (1.78 - 2.02 Ma), la U11 presenta direcciones de polaridad reversas y se asigna a Matuyama inferior. Hacia la derecha de la misma figura se indican algunos gráficos correspondientes a las muestras del perfil de Marcos Paz. En la fig. 2a se indican las curvas de IRM de muestras representativas de todo el perfil, el comportamiento de las curvas indica la presencia de minerales ferrimagnéticos, la mayoría de las curvas alcanzan el 95% de la saturación a 300mT de campo aplicado. Parámetros tales como la H_{cr} sugieren que la señal magnética de las muestras está controlada por minerales del grupo de las titanomagnetitas. Los valores de H_{cr} varían entre 29 and 46 mT los cuales son característicos de la magnetita (Peters and Dekkers 2003). La presencia de hematita puede ser determinada por el método de separación de adquisición de IRM y campo inverso (Chaparro and Sinito, 2004; Chaparro *et al.*, 2005). Esta metodología fue aplicada en algunas muestras seleccionadas del perfil y forma parte de una futura contribución. No obstante cabe indicar que los valores de H_{cr} alcanzados en los niveles en que se estima la contribución antiferromagnética están en un rango entre 285.3 y 386.6 mT.

Los valores de susceptibilidad másica y los valores de saturación (MRIS) son consistentes con los datos de susceptibilidad de campo, los valores más elevados de susceptibilidad másica están alrededor de $250 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ y los más bajos alrededor de $25 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ (Fig. 2b), en la misma figura se puede observar la variación de los parámetros. Con una flecha se indica la caída de los valores magnéticos en relación con los horizontes más meteorizados.

Conclusiones

Los sedimentos del Pleistoceno de la cantera de Marcos Paz, Provincia de Buenos Aires, permiten obtener registros de direcciones paleomagnéticas normales y reversas que fueron asignados a las magnetozonas Brunhes y Matuyama. En la zona reversa se obtienen registros de polaridad normal que pueden asignarse a las subzonas Jaramillo (0.99-1.05 Ma) y Olduvai (1.78 - 2.02 Ma). Además, los niveles de polaridad reversa de la base de la sección geológica corresponderían a Matuyama inferior (> 1.9 Ma). Se corrobora la utilidad de los parámetros de magnetismo de rocas en la interpretación de las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales. Los materiales menos afectados por la pedogénesis presentan valores de susceptibilidad máximos ($250\text{-}300 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$) y los materiales más meteorizados están en el orden de $20 - 25 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Esto mismo se evidencia con los valores de saturación (MRIS), los materiales menos meteorizados presentan valores generalmente por encima de $20 \times 10^{-3} \text{ A m}^2/\text{kg}$ y los horizontes más meteorizados presentan valores de MRIS por debajo de ese valor. El modelo de comportamiento de los parámetros magnéticos es similar al obtenido en otras canteras del norte de la provincia de Buenos Aires.

Trabajos citados en el texto

- Bidegain, J. C., 1991. Sedimentary development, magnetostratigraphy and sequence of events of the late Cenozoic in Entre Ríos and surrounding areas in Argentina. Ph. D. Thesis. University, Stockholm, Sweden, 128 p., Stockholm.
- Bidegain, J.C., 1998. New evidence of the Brunhes-Matuyama polarity boundary in the Hernandez-Gorina Quarries, north-west of the city of La Plata, Buenos Aires. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 11:207-229.
- Bidegain, J.C., Evans M.E. and Van Velzen A.J. 2005. A magnetoclimatological investigation of Pampean Loess. Geophysics Journal International 160: 55-62.



- Bidegain, J.C., van Velzen, A.J., Rico Y. 2007. The Brunhes/Matuyama boundary and magnetic parameters related to climatic changes in Quaternary sediments of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 23:17-29.
- Bidegain, J. C., Rico Y., Bartel, A., Chaparro, M.A.E. y Jurado S.S. 2009. Magnetic parameters reflecting pedogenesis in Pleistocene Loess deposits of Argentina. *Quaternary International* 209: 175-186.
- Chaparro, M.A.E., Sinito, A.M. (2004) An alternative experimental method to discriminate magnetic phases using IRM acquisition curves and magnetic demagnetisation by alternating field. *Rev. Bras. Geof.*, 22 (1): 17-32.
- Chaparro, M.A.E., Lirio, J.M., Nuñez, H., Gogorza, C.S.G., Sinito, A.M. (2005).Preliminary magnetic studies of lagoon and stream sediments from Chascomus Area (Argentina) - magnetic parameters as indicators of heavy metal pollution and some results of using an experimental method to separate magnetic phases. *Environmental Geology*, 49: 30-43.
- King, J., Banerjee, S.K., Marvin, J., Özdemir, Ö. (1982) A comparison of different magnetic methods for determining the relative grain size of magnetite in natural materials: Some results from lake sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, 59: 404-419.
- Maher, A. B. and Thompson, R. 1991. Mineral magnetic record of the Chinese loess and paleosols. *Geology* 19: 3-6.
- Nabel, P., Camilion, M. C., Machado, G. A., Spiegelman, A.T. y Mormeneo, L.1993. Magneto y litoestratigrafía de los sedimentos pampeanos en los alrededores de la ciudad de Baradero, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48: 193-206.
- Orgeira, M.J., 1987. Estudio paleomagnético de sedimentos del cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42: 362-376.
- Orgeira, M.J., Walther, A.M., Vázquez, C.A., di Tommaso, I., Alonso, S., Sherwood, G., Hu Y., Vilas, J.F.A. 1998. Mineral magnetic record of paleoclimate variation in loess and paleosol from the Buenos Aires formation (Buenos Aires, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 11: 561-570.
- Peters C. and Dekkers M.J. (2003) Selected room temperature magnetic parameters as a function of mineralogy, concentration and grain size. *Phys. Chem. Earth*, 28: 659-667.
- Thompson, R. and Oldfield, F. 1986. *Environmental Magnetism*. Allen and Unwin, London, 227 pp.
- Teruggi, M.E., 1957. The nature and origin of Argentine Loess. *Journal of Sedimentary Petrology* 27: 322-332.

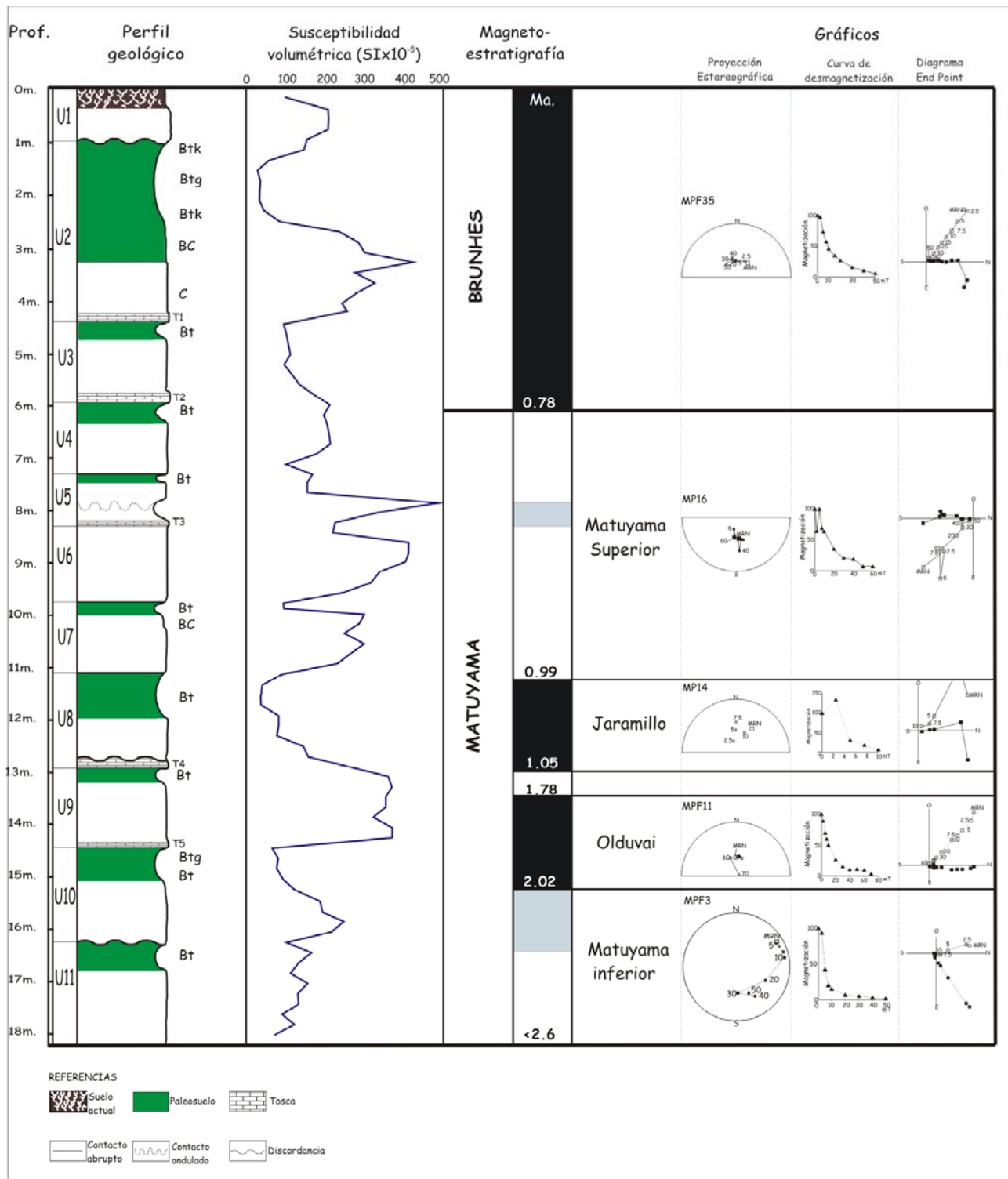


Figura 1.

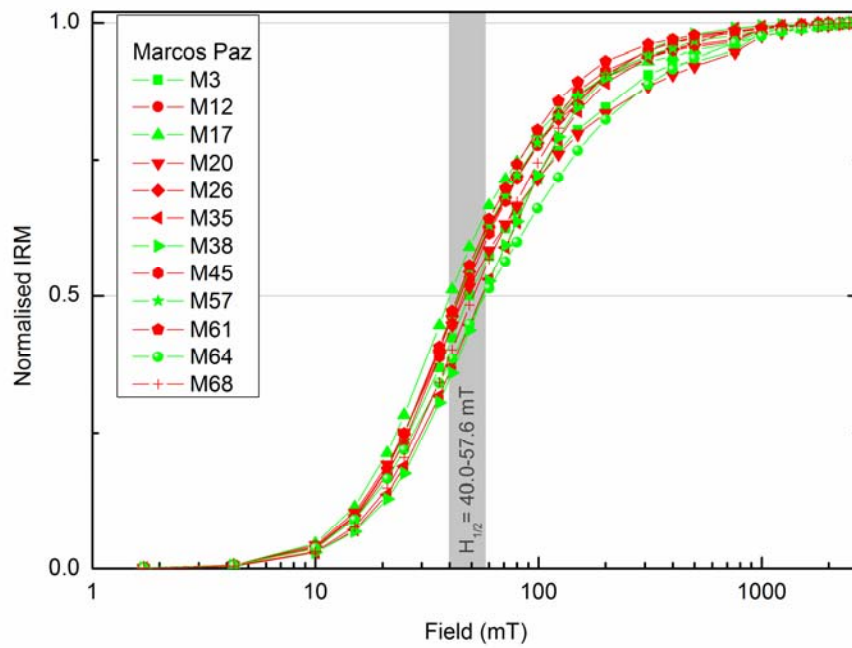


Figura 2a

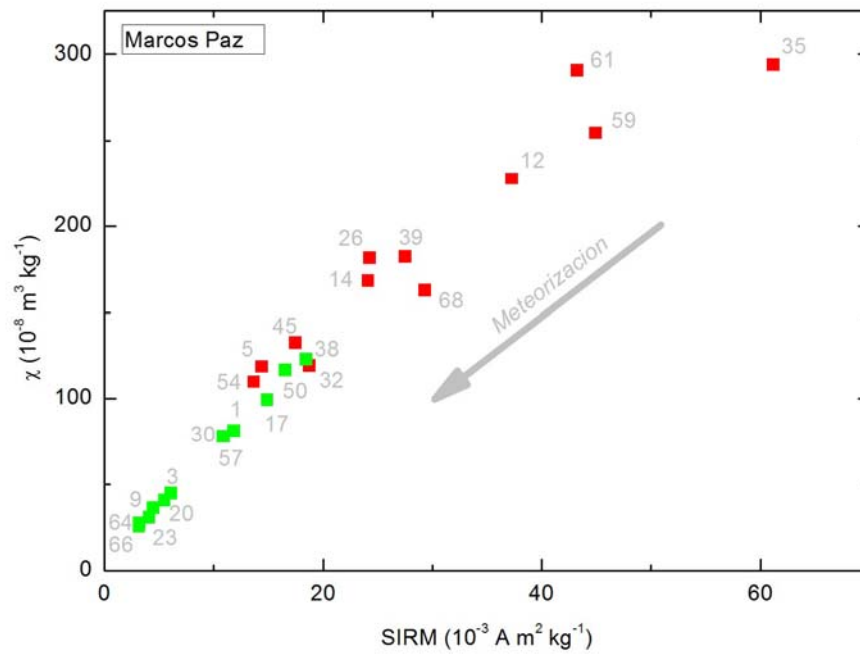


Figura 2b