

PALEOLIMNOLOGÍA DE LA LAGUNA DEL MONTE, SAN MIGUEL DEL MONTE, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Nauris V. DANGAVS¹ y Leonardo R. PIERRARD²

¹IGS-CISAUA, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. La Plata. nauris@igs.edu.ar

²Pan American Energy, Comodoro Rivadavia.

RESUMEN

Se caracterizó la fisiografía, régimen hidrológico, tipificación y origen de la laguna. La geología aflorante está definida por cuatro unidades litoestratigráficas y dos pedoestratigráficas, que abarcan del Pleistoceno temprano al tardío y del Holoceno tardío al tardío-tardío. La más antigua, la F. Ensenada, constituye el sustrato regional, sobre el cual se disponen las unidades eólicas F. Buenos Aires, F. La Postrera III y IV y los Geosuelos Sin Nombre y Puesto Berrondo. En los sedimentos de relleno de la laguna se reconocieron siete unidades litoestratigráficas, cinco subácueas y dos eólicas. Las subácueas corresponden a la F. Luján, Miembros La Chumbiada, Lobos, Río Salado y Monte (Pleistoceno tardío al Holoceno tardío) y el aluvio actual. Los depósitos eólicos en la cubeta lagunar representan a la F. La Postrera I y IV (Pleistoceno tardío y Holoceno tardío-tardío, respectivamente). La excavación de la cubeta se inició en el “Bonaerense”, la posterior alternancia climática seco- húmedo facilitó la evolución. Las etapas secas se caracterizaron por deflación, generación de *sabkhas*, precipitación de sales y depósitos eólicos. En las húmedas predominó el relleno y la pedogénesis. Así, el conjunto de depósitos posteriores a la F. Ensenada está representado por cinco episodios de clima seco, que abarcan del Glacial Temprano a la Pequeña Edad de Hielo y cinco húmedos, con acumulaciones lénticas desde el Miembro La Chumbiada al aluvio actual y los suelos sincrónicos S4, S1 y S0 (faltan el S2 y S3).

Palabras clave. Cuaternario, pampa, ambiente léntico, estratigrafía, paleoclimas.

ABSTRACT

Paleolimnology of Laguna del Monte, San Miguel del Monte, Buenos Aires Province.

It was characterized the physiography, hydrologic regime, typology and origin of this shallow lake. In outcroppings four lithostratigraphic units and two pedostratigraphic were recognized, which span from Early to Late Pleistocene and from Late Holocene to Upper Late Holocene. The oldest one, the Ensenada Formation, makes up the regional substratum, which is covered by the aeolian origin units Buenos Aires, La Postrera III and IV Formations and the Sin Nombre and Puesto Berrondo Geosols. In the lakes infilling sediments are seven lithostratigraphic units, five subaqueous and two aeolian. The subaqueous units are ascribed to Luján Formation, La Chumbiada, Lobos, Río Salado and Monte Members, which span from the Late Pleistocene to Late Holocene and the recent Alluvium layer. The lakes aeolian infilling deposits are ascribed to La Postrera I and IV Formation of Late Pleistocene and Upper Late Holocene, respectively. The lake basin deflation started during the “Bonaerense” aeolian episodes, the subsequent alternate humid and dry climatic stages facilitate the lake basin evolution. The dry stages were characterized by deflation, *sabkhas*, salt precipitation and aeolian deposit accumulation. In the humid stages predominate infilling and pedogenesis. Thus, the subsequent deposits to Ensenada Formation are represented by five dry climatic episodes, which span from the Early Glacial to the Little Ice Age and five humid, with lentic accumulations, extending from La Chumbiada Member to the present Alluvium and the synchronic soils S4, S1 and S0 (lack S2 and S3).

Keywords: Quaternary, pampa, lentic environment, stratigraphy, paleoclimates.

INTRODUCCIÓN

Los estudios geológicos de ambientes acuáticos de la región pampeana aún son escasos, quizás debido a la limitación impuesta a la observación por la insuperable barrera de la superficie del agua. Sin em-

bargo, la caracterización de sus depósitos de relleno se convierte en valiosa herramienta para el estudio del Cuaternario, dado que los receptáculos (cubetas) que alojan las aguas interiores constituyen ambientes de sedimentación, en cuyos depósitos queda el registro o “memoria” de los

cuerpos de agua, donde la cubierta sedimentaria conforma el límite del ecosistema acuático y en profundidad, en el decir de Bradley (1963), el sedimento pasa de “sujeto limnológico” a “sujeto geológico”. En la reconstrucción paleoambiental, las evidencias de los acontecimientos ligados

al paisaje lagunar no sólo se hallan en los depósitos colmatantes, sino también en la sucesión aflorante en las escarpas de erosión (barrancas) que los rodean. De esta manera, al combinar la información de ambas fuentes, se han podido establecer los sucesivos acontecimientos de sus historias geológicas, las que se inician con la excavación de las depresiones que podrán contener ambientes acuáticos durante las etapas climáticas húmedas.

La laguna del Monte se halla a la vera de la ciudad de San Miguel del Monte, cabecera del partido de Monte. El área de estudio se encuentra en la región NE de la provincia de Buenos Aires, y las coordenadas geográficas del centro lagunar son: $35^{\circ} 27' 30''$ S. y $58^{\circ} 48' 15''$ O. (Figs. 1 y 2). En este ambiente léntico han quedado registrados los acontecimientos climáticos, geomorfológicos y geológicos del Pleistoceno tardío y Holoceno, los que serán descriptos en tres etapas. En la primera se establece el marco ambiental y la geología de los terrenos cuaternarios aflorantes en las escarpas de erosión de la laguna; la segunda es de carácter paleolimnológica, donde se incluyen todos los depósitos alojados en la cubeta lagunar, de los cuales, el denominado "Piso Aymarano" de Doering (1884) se redefine en terminología estratigráfica formal y finalmente en la tercera, ambos aspectos considerados se reúnen en la propuesta de síntesis interpretativa de la evolución paleoclimática y paleoambiental. Cabe destacar que la reinterpretación actual difiere sustancialmente de la realizada años atrás por uno de los autores (Dangavs 1973), debido a la mayor densidad de perforaciones y muestreos, así como por la suma de conocimientos geológicos acerca del Cuaternario de la región pampeana, de los que aún se carecía en esa época.

ANTECEDENTES

No obstante el interés social y ecológico de este biotopo, posee escasos antecedentes referidos al medio físico. Al respecto, la primera mención de la laguna data de 1796 (Azara 1837), seguida por la descripción realizada en 1822 por el Coronel García (García 1836). Posteriormente

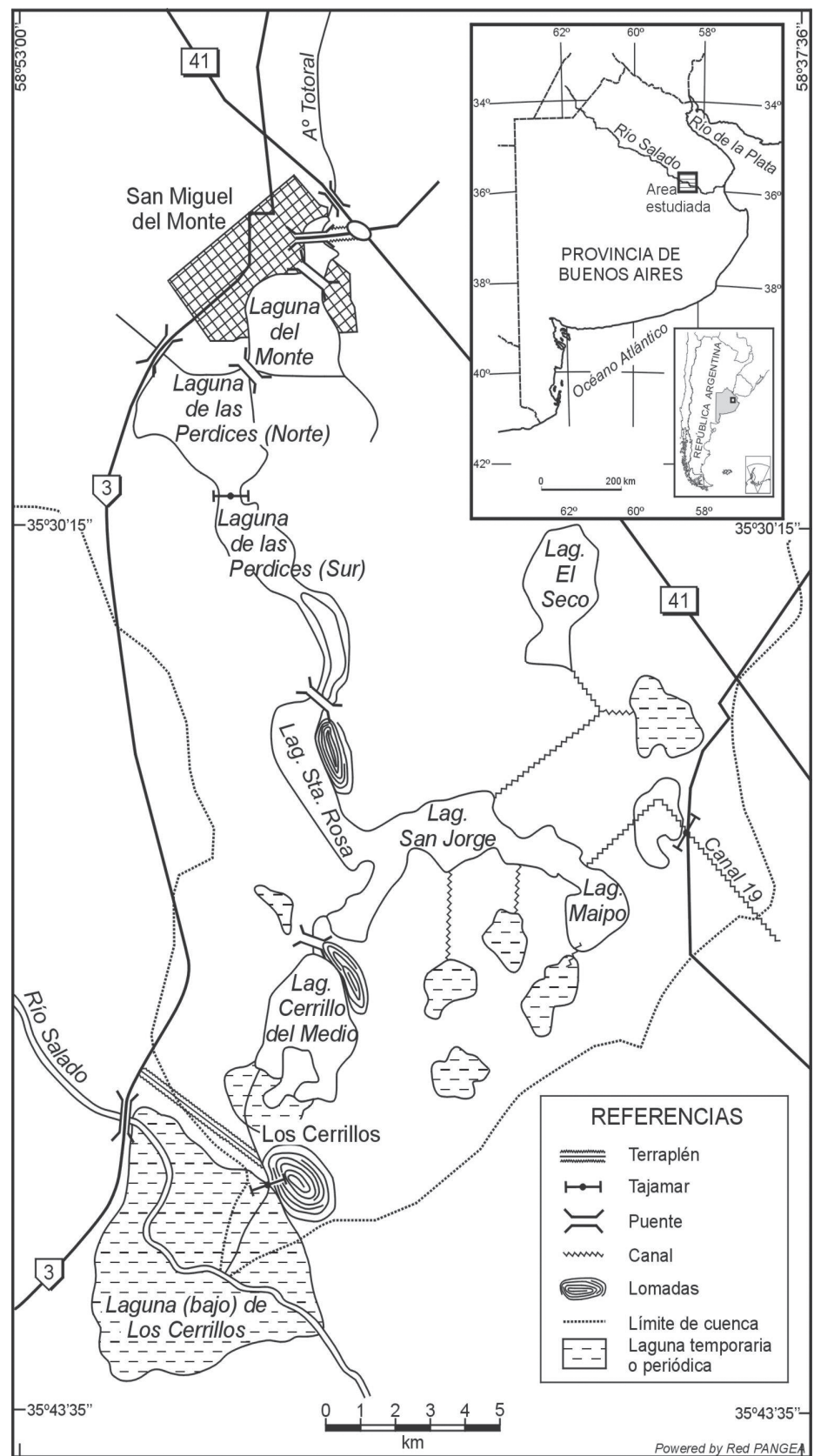


Figura 1: Croquis de ubicación de las lagunas Encadenadas de Monte

te fue citada en varios trabajos del siglo XIX y comienzos del XX. Más recientemente, Guarrera (1962) realizó aportes a su limnología y Dangavs (1973) a la geología superficial y geolmología de la laguna.

METODOLOGIA

La base cartográfica consistió en los mapas topográficos en 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM) y el mapa de planimetría acotada y batimetría 1:10.000 realizado por los autores, cuya reducción aparece en la figura 2. Las nivelaciones de vinculación se basaron en el punto fijo IGM de cota 22,453 m, sito en la plaza central de San Miguel del Monte, con transporte de cota hasta el borde de la laguna (Av. Costanera y Leandro N. Alem), donde se situó un mojón en cota de 20,55 m, a partir del cual se realizaron todas las nivelaciones. Los datos altimétricos y batimétricos de las figuras están referidos a cotas IGM.

En el arroyo Totoral se efectuaron 3 sondeos someros, registrándose escasos sedimentos fluviales; en cambio, en el lecho lagunar se hicieron 46 perforaciones que atravesaron toda la espesa columna colmatante, hasta alcanzar el piso de ambas cubetas. De ellas, 11 en la Boca del Totoral y 35 en el cuerpo principal, asimilables a 10 perfiles (Fig. 2). Asimismo, se muestrearon las escarpas de erosión, playas y canteras cercanas a la laguna.

En los sectores menos profundos (<1,50 m) se efectuaron 22 sondeos con barreno balde, haciendo pie en el agua; de ellos 10 en Boca del Totoral y en 12 del cuerpo principal. En los sectores más profundos (>1,50 m) se realizaron 24 perforaciones desde una plataforma flotante, con un equipo de percusión manual de cabezal desmontable, tubos sacatestigos de 35 mm de diámetro y prolongaciones de 0,9 m cada una (23 en el cuerpo principal, 1 en Boca del Totoral). Cada línea de perfil se fijó con puntos de apoyo terrestre y los sondeos mediante GPS o trisección inversa, apoyada en el mapa en 1:10.000 de la laguna.

Para el análisis sedimentológico se estudiaron 142 muestras de sedimentos de relleno y 30 de afloramientos en las escarpas, playas y excavaciones. En 115

se realizó el análisis textural de todas las fracciones y la mineralogía de las gravas, arena y limo grueso. Para el tamizado y pipeteo se utilizaron los criterios de Carver (1971); la distribución granulométrica fue interpretada a partir de curvas de frecuencia acumulada en papel probabilístico y la clasificación textural y el cálculo de parámetros estadísticos se basó en Folk (1968). El contenido mineralógico fue determinado con microscopio binocular y petrográfico. Los restos de moluscos y foraminíferos fueron identificados por microscopía binocular.

MARCO AMBIENTAL

El distrito de Monte abarca tres cuencas fluviales menores tributarias de la cuenca mayor del río Salado. Hacia el oeste se halla la cuenca del arroyo Saladillo Rodríguez, al este la del arroyo El Siasgo y al centro la del arroyo Totoral-lagunas Encadenadas. Esta última se caracteriza por numerosos ambientes lénticos, siendo el grupo principal el sistema fluvio-lacustre en rosario de las "Lagunas Encadenadas de Monte", cuyo primer eslabón está representado por la laguna del Monte (Figs. 1 y 2).

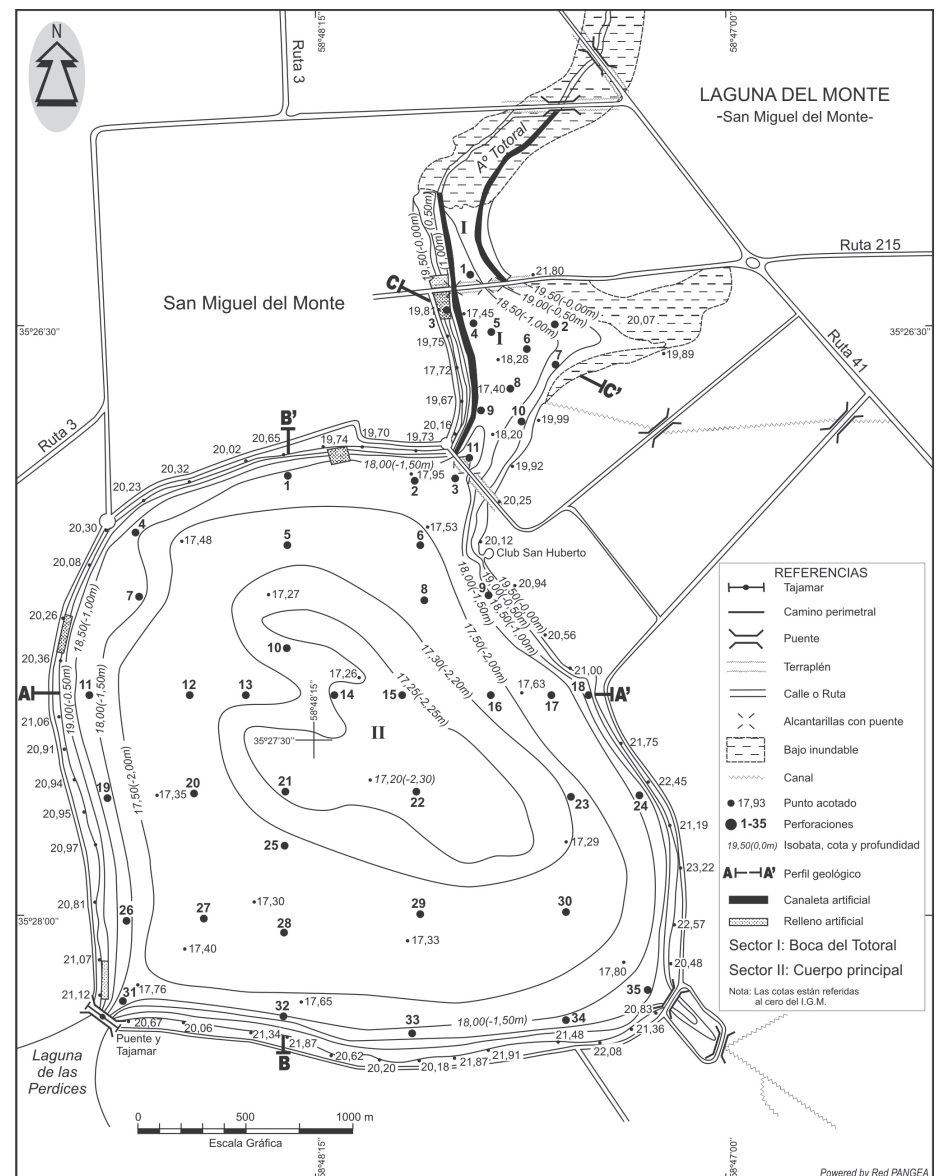


Figura 2: Laguna del Monte. Planimetría acotada, batimetría y perforaciones

La cuenca forma parte de una extensa llanura de acumulación de sedimentos mayormente limosos. El relieve es suave y la pendiente regional muy escasa en dirección general SSE. La pendiente local puede alcanzar valores entre 2,4% y 3,5%, en las lomadas eólicas (montículos) de la porción austral de la cuenca, en terrenos de las estancias Santa Rosa del Monte, Cerrillo del Medio y Los Cerrillos. En el resto de la región las lomas son escasas y de poco desarrollo.

La cuenca se caracteriza por 18 ambientes lénticos principales y un sinnúmero de pequeños cuerpos de agua. En estado hidrológico normal, seis de los principales se integran en el sistema de las "Lagunas Encañadas de Monte", conformado de N a S por las lagunas del Monte, de las Perdices, Santa Rosa, San Jorge, Maipo y Cerrillo del Medio (Fig. 1). Durante las crecientes del río Salado se integra al grupo el bajo de Los Cerrillos, en cuyo transcurso constituye una laguna periódica de 4.300 ha, denominada laguna Los Cerrillos (Dangavs *et al.* 2003 y Dangavs 2005a), cuyo lecho forma parte del curso del río Salado.

Desde el punto de vista hidrográfico la cuenca posee un eje de drenaje principal de rumbo N-S y 71,2 km de largo, que desemboca en sucesivos ambientes léntico/lóticos enlazados hasta llegar al río Salado. Las nacientes del sistema se sitúan en Cañuelas en cota 33,75 m y la desembocadura en cota 12,82 m, lo que representa un desnivel total de 20,93 m y una pendiente de 0,029%. Al norte el eje de drenaje está representado por arroyo Totoral, el que a 37 km de sus nacientes desemboca en el extremo norte de la laguna del Monte, en el sector denominado Boca del Totoral y de allí las aguas del sistema fluyen a lo largo de 34 km a través del resto de las lagunas mencionadas, salvo Maipo, la que no se halla en el eje de escurrimiento, sino que desagua en la laguna San Jorge (Fig. 1). El efluente del sistema es el arroyo Los Cerrillos, curso semipermanente de 3,5 km, que nace en el extremo sudoeste de la laguna Cerrillo del Medio y desemboca durante las crecientes del río Salado en la laguna Los Cerrillos". En estiaje del río la laguna desaparece y el arroyo extiende su curso 2 km, por el lecho seco del bajo de Los Cerrillos hasta desembocar en el río Salado (Fig. 1).

La laguna del Monte está formada por dos sectores; el cuerpo mayor o principal al sudoeste y el menor o Boca del Totoral al noreste (Fig. 2), los que en su origen constituían ambientes separados por un umbral, el que finalmente fue erosionado. Ambos sectores están separados por un estrecho, que es atravesado por un puente con terraplén. A su vez, el cuerpo principal está separado de la laguna de las Perdices por otro estrecho, situado en su extremo SO, donde existe una estructura hidráulica con puente que embalsa la laguna hasta la cota de 19,26 metros. La superficie lagunar en cota de 19,50 metros es de 6,86 km², el volumen 12,12 hm³, la profundidad máxima 2,30 m y la profundidad media 1,77 metros. Debido a la colmatación, el perfil actual de ambos sectores es en palangana, lo que determina relieve de fondo chato y escasa profundidad. Sin embargo, ambas depresiones originariamente eran mucho más profundas, con perfil primitivo en U, asimilables al *Wanne* (Penck 1894), con 9 a 10 m en el cuerpo principal y 7,3 m en Boca del Totoral (cf. Figs. 4 a 6).

El cuerpo principal de la laguna (5,97 km²) es subredondeado, con costas escarpadas en todo su perímetro y altitudes entre 0,80 y 3,70 m, respecto a la cota de laguna 19,50 metros. Un aspecto importante a destacar es que hay tramos ribereños de la costa N, NE y S donde la escarpa se aparta de la costa actual, dando la impresión de ser una costa baja anegable. El sector denominado Boca del Totoral (0,89 km²) es de forma irregular, alargado en dirección N-S, con costas de escarpas bajas en el sector occidental, algo mayores al SE y anegables y sin límites definidos en el sector NE, tal que durante las crecientes el agua es retenida por los terraplenes de las rutas 215 y 41 (Fig. 2).

La laguna es alimentada principalmente por el agua libre subterránea y en menor cuantía por el escurrimiento superficial. Respecto al agua freática el sistema es efluente-influente. En los períodos de balance hídrico positivo (precipitación > evapotranspiración), los aportes superficiales y freáticos son abundantes y el espejo lagunar se mantiene constante o asciende. Durante las crecientes máximas y las inundaciones rebalsa, salvo en la costa oriental (años 1900, 1913/14/15, 1919, 1925, 1933,

1940, 1967, 1978, 1980, 1985, 1988, 1993, 1998 y 2001). En los años de balance negativo (precipitación < evapotranspiración) se produce el lento descenso de nivel en coincidencia con el descenso freático y excepcionalmente puede llegar a secarse. Al respecto, la laguna estuvo seca en 1893 y 1910, además experimentó grandes descensos entre 1897 y 1899, 1904 a 1909, 1916 a 1918, 1942, 1954, 1956/57, 1971/72, 2004/06 y 2010.

El agua de la laguna es bien oxigenada, límpida, inodora y de coloración amarillenta, salvo en Boca del Totoral donde se vuelve negra y anóxica. En primavera/verano suele contener abundante fitoplancton que le confiere apariencia verdosa. A nivel normal es dulce y en estiaje algo salobre. En ambas situaciones corresponde a agua oligohalina, con una salinidad media en residuo sólido entre 320 y 2.224 mg.L⁻¹. El pH es neutro a fuertemente alcalino (9,4); la alcalinidad total varía entre 147 y 511 mg.L⁻¹ y la dureza total corresponde a agua leve a moderadamente dura. A nivel normal el bicarbonato y el sodio son los iones dominantes, seguidos por el cloruro. Los restantes iones son minoritarios a nivel normal y relativamente importantes durante las bajantes. Por sus características hidrológicas corresponde al concepto de "lago playo", por el tipo de aportes hídricos es una laguna freática y por su régimen hídrico laguna casi permanente (Dangavs 2005a). La analogía rigurosa de este ambiente léntico es con los lagos polimícticos y los lagos de tercer orden de la clasificación norteamericana (Hutchinson 1957), dado que carecen de estratificación térmica y química permanente, debido a su escasa profundidad.

MARCO GEOLOGICO

La laguna se encuentra emplazada en terrenos cuaternarios, cuyas exposiciones se restringen a sus escarpas de erosión, zanjones y otras excavaciones. En condiciones hidrológicas normales afloran depósitos asignables a siete unidades estratigráficas (cinco litoestratigráficas y dos pedoestratigráficas), excluido el suelo actual en desarrollo (Cuadro 1 y Figs. 3 a 6). A continuación se detalla dicha sucesión de base a techo. La Formación Ensenada (Riggi *et al.* 1986)

es la unidad aflorante más antigua de la región y la roca de base del paisaje actual, cuya sección cuspidal asoma en la porción basal de las escarpas de la costa este y sur y, forma una superficie erosiva ondulada (Figs. 3 y 5). En el resto del perímetro se encuentra cubierta por un tablestacado. La unidad está conformada por limolitas arenosas y conglomerados intraformacionales de rodados y matriz pelítica. Estas sedimentitas son castañas (10 YR 5/3) a castaño oscuras (7,5YR 4/4), macizas a bien estratificadas, leve a bien consolidadas y cementadas en muchos tramos por carbonato de calcio (tosca) en forma de septos verticales, subverticales y vetas horizontales, aunque no faltan tampoco los muñecos de tosca. En el área de la laguna, salvo fragmentos de conchillas indeterminables, no se han hallado otros restos fósiles. Su espesor en la zona

alcanza 60 m, de acuerdo con los datos de la perforación realizada en 1915 en Monte, cuyo perfil detallado fue descrito por Artaza (1943). Las dataciones paleomagnéticas de la Formación Ensenada la ubican en el Pleistoceno temprano a medio, que se corresponde con la Edad Matuyama tardía (>0,73 Ma); cf. Nabel y Valencio (1981), Valencio y Orgeira (1983), Bobbio *et al.* (1986) y Bidegain *et al.* (2005).

En discontinuidad erosiva se sitúa un depósito loésico que culmina en la mayoría de sus perfiles en un paleosuelo truncado, compuesto por los horizontes Btkb y BCkb (3Btkb y 3BCkb en Fig. 3). El espesor del conjunto no supera 1,20 m, de los cuales, 0,60 m corresponden al sedimento basal, 0,35 m al horizonte BCkb y 0,25 m al Btkb (Figs. 3 a 6). El sedimento loésico es homogéneo, castaño amarillento claro (10YR

6/4), friable a levemente consolidado, de textura limo-arenosa, estructura migajosa y abundante bioturbación de raíces y tubos de insectos. El carbonato de calcio se halla diseminado en su masa en forma de polvo y concreciones (muñecos de tosca). El horizonte BCkb del paleosuelo es castaño oscuro (10 YR 4/3), textura fango-arenosa a limo-arenosa (suelo franco limoso) y estructura en bloques subangulares gruesos. El horizonte Btkb es de color castaño grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), textura fango-arenosa (suelo arcilloso) y estructura prismática compuesta, regular, fuerte. En el entorno lagunar, la unidad carece de fósiles, salvo en el paleosuelo, donde son frecuentes los restos vegetales carbonosos, fragmentos de huesos, semillas y fitolitos.

Este depósito se correlaciona con la Formación Buenos Aires (Riggi *et al.* 1986)

CUADRO 1: Cuadro estratigráfico del Cuaternario de la laguna del Monte y comparativo con los esquemas de otros autores

Unidades Litoestratigráficas	Edad	Ameghino 1884 y 1889	Frenquelli 1945, 1950 y 1957	Fidalgo et al., 1973; Fidalgo, 1990	Iriondo y García, 1993; Iriondo y Kröhling, 1995, 96/07; Iriondo, 1987/94/99
Aluvio	Actual	Piso Ariano	Arianense	Aluvio	0,2–0 ka
Fm La Postrera IV (10)	Holoceno tardío-tardío		Aimarense	Fm La Postrera III	D1-L1; 0,8–0,2 ka; Pequeña Edad de Hielo
Fm Luján, Mb Monte; (9)	Holoceno tardío	Piso Aimarano			1,4–0,8 ka Máximo Medieval
Fm La Postrera III (8)	Holoceno medio a tardío		Cordobense	Fm La Postrera II	D2-L2; 3,5–1,4 ka
Fm Luján, Mb Río Salado; (7)	Holoceno medio	Piso Platense	Platense fluvial	Fm Luján, Mb Río Salado	EI01 8,5–3,5 ka Hypsithermal
Fm La Postrera II (6); (*)	Pleistoceno tardío-tardío a Holoceno temprano		Platense eólico	Fm La Postrera I	D3-L3 14–8,5 ka Younger Dryas
Fm Luján, Mb Lobos; (5)	Pleistoceno tardío-tardío	Piso Lujanense	Lujanense	Fm Luján, Mb Guerrero	Fase final EI02 20/18–14ka Allerød
Fm La Postrera I (4) (&)	Pleistoceno tardío	-----	-----	-----	EI02 ; D4-L4 36– 20/18 ka Máxi-Glacial
Fm Luján, Mb La Chumbiada; (3)	Pleistoceno tardío	Piso Lujanense	Lujanense	Fm Luján, Mb Guerrero	EI03 65–36 ka
Fm Buenos Aires; < 0,73 Ma; (2)	Pleistoceno tardío	Piso Bonaerense	Bonaerense	Sedimentos Pampeanos	EI04? D5 ; > 65 ka
Fm Ensenada > 0,73 Ma; (1)	Pleistoceno medio	Piso Ensenadense	Ensenadense	Sedimentos Pampeanos	Fm Rosario

Referencias: (1 y 2): Riggi *et al.* (1986); (3): Dillon y Rabassa (1985); (4, 6, 8 y 10): Dangavs (2005b); (5): Dangavs y Blasi (2003); (7): Fidalgo *et al.* (1973); (9): en este trabajo; (&): sólo como depósito intracuencal en la laguna; (*): ausente en la laguna; Fm: formación; Mb: miembro.

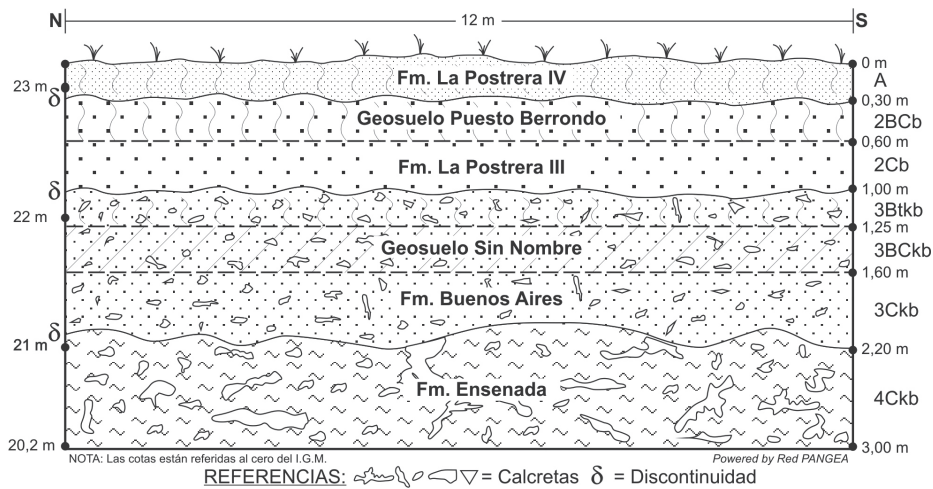


Figura 3: Perfil geológico de la barranca de la costa SE de la laguna del Monte, con las unidades estratigráficas y los horizontes de paleosuelos (indicados con las líneas de trazos), según la nomenclatura pedológica.

y el paleosuelo de su porción cuspidal con el Geosuelo Sin Nombre (Tonni y Fidalgo 1978), cuya pedogénesis se produjo en la etapa húmeda subsiguiente. La mayoría de los autores que se han ocupado del “Bonaerense” o sus equivalentes, lo refieren al Pleistoceno tardío (Fidalgo *et al.* 1975). A su vez, las dataciones paleomagnéticas le asignan Edad Brunhes, con una antigüedad < 0,73 Ma (Valencio y Orgeira 1983; Bobbio *et al.* 1986 y Bidegain *et al.* 2005). Zárate (2005), señala que no obstante que la cronología del Ensenadense/Bonaerense es inferida básicamente a partir del análisis magnetoestratigráfico, hasta ahora, el reconocimiento, la identificación litológica y la determinación de los límites de este intervalo estratigráfico son aspectos aún debatibles.

En los sectores más elevados de la costa oriental, en discontinuidad erosiva sobre la Formación Buenos Aires, se halla un depósito eólico muy erosionado constituido por limos arenosos castaños muy claros (10 YR 6/3) de aspecto loésico y estructura finamente migajosa, friables en húmedo a levemente consolidados en seco y sin carbonatos, que en algunos tramos conserva en la parte cuspidal un paleosuelo truncado (horizonte 2BCb en Fig. 3). Este remanente erosivo no sobrepasa 0,70 m de espesor, de los cuales 0,40 m corresponden al sedimento basal (horizonte Cb) y 0,30 m al horizonte BCb de un suelo castaño (10YR 5/3) de textura limo-arenosa (suelo

franco) y estructura en bloques alargados moderados con apariencia de disyunción columnar. En la unidad los bioclastos son muy raros, representados por fragmentos de conchillas redepositadas y fitolitos. Esta unidad se asigna a la Formación La Postrera III del Holoceno medio a tardío (Dangavs 2005b), correlacionable con la Formación La Postrera II de Fidalgo (1990) y el Cordobense de Castellanos (1918) y Frenguelli (1957). Su paleosuelo cuspidal representa al Geosuelo Puesto Berrondo (Fidalgo *et al.* 1973), cuya pedogénesis fue sincrónica con la etapa húmeda del Holoceno tardío.

El depósito que corona las escarpas de la laguna se apoya en discontinuidad erosiva sobre las Formaciones Buenos Aires o La Postrera III (Figs. 3 a 6) y está constituido por sedimentos eólicos edafizados de hasta 0,38 m de espesor, representado por un horizonte A castaño grisáceo oscuro a muy oscuro en seco (10YR 3/3 a 3/1), de textura limo-arenosa (suelo franco limoso), estructura granular a bloques subangulares pequeños y débiles, consistencia ligeramente dura y sin reacción calcárea. En los sectores de escarpas más bajas aflora con rasgos de hidromorfismo e incluso se destaca su presencia en el relleno lagunar, debajo del aluvio. Este depósito eólico corresponde a la última etapa seca en la región, representada por la Formación La Postrera IV del Holoceno tardío-tardío (Dangavs 2005b), correlacionable con la Formación La Postrera III de Fidalgo (1990).

PALEOLIMNOLOGIA

En el cuerpo principal y en Boca del Totoral, entre las cotas de 10,5 y 12,5 m, respectivamente, se han registrado sobre el piso primitivo de la Formación Ensenada hasta 7 metros de depósitos colmatantes. Esta columna sedimentaria está integrada por las acumulaciones del ambiente actual, dos depósitos eólicos intracuenales y cuatro de paleoambientes de origen acuático, cuyo conjunto abarca siete unidades litoestratigráficas separadas por discontinuidades erosivas, en parte inferidas, las que serán descriptas de abajo hacia arriba (Cuadro 1 y Figuras 4 a 6). Los colores de cada unidad corresponden a muestras secas y las características texturales y parámetros estadísticos se hallan representados en el cuadro 2.

Los depósitos eólicos de la sucesión colmatante fueron acumulados durante las etapas climáticas secas y los depósitos límnicos en las húmedas, mediante aportes intra y extracuenales. Los extracuenales provienen del escurrimiento superficial y los polvos atmosféricos; los intracuenales del material clástico aportado por la acción erosiva del oleaje sobre las márgenes, mezclado con detritos orgánicos que elevan el fondo, facilitando el arraigo de las comunidades vegetales. Salvo el espesor de los sedimentos del ambiente actual, el de los paleoambientes de origen acuático se halla reducido por la acción deflacionaria que acompañó las etapas secas que afectaron la región.

Los sedimentos de los depósitos límnicos se caracterizan por diferentes texturas, distribuidas en los lechos en función de la energía del medio, la posición en el ambiente y en menor grado de la profundidad, dando lugar a la existencia de dos subfacies: marginal y central, las que empero pueden ser sustancialmente modificadas por la presencia de vegetación acuática. En el cuerpo principal, la subfacies marginal está integrada por depósitos de playa y costeros proximales de texturas más gruesas y naturaleza intracuenal; en cambio, en Boca del Totoral la deposición marginal es mayormente extracuenal, aportada por el arroyo Totoral. Por otra parte, la subfacies central reúne los depósitos pelíticos intra y extracuenales, donde los más gruesos se disponen en el sector externo de la subfa-

cies y viceversa. Esta gradación incluso se establece con sedimentos de la misma clase textural, en base al mayor o menor contenido de arena. En esta laguna se ha podido discriminar ambas subfacies solamente en el ambiente actual y en dos de los paleoambientes, mientras que en los restantes se reconoce solamente la subfacies marginal. La composición general de las unidades límnicas, consideradas entre las fracciones grava y limo grueso, está determinada en las texturas más gruesas (16 a 1mm) por líticos de pelitas, calcretas rodadas y autigenicas, bioclastos y en un caso yeso. En la arena gruesa se suman las concreciones y cementos de CaCO_3 , óxidos de Fe y de Fe-Mn y pellets de arcilla. En la arena mediana aparece la mineralogía volcánica, que

incrementa en la arena fina, siendo el vidrio volcánico generalmente abundante, que pasa a dominante en los niveles cineríticos. La arena muy fina es modal y de composición volcánica en el siguiente orden de abundancia: plagioclasa tabular redondeada, límpida a lechosa, cuarzo redondeado, incoloro o recubierto por pátinas rojizas, vidrio volcánico en trizas angulares, plano, pumíceo o en panal de abejas, incoloro, a veces de color caramelo, límpido, relleno en los canales o alterado en una masa arcillosa blanquecina, feldespatos potásico amarillento, rojizo y blanco, líticos volcánicos opacos, rojos y grises y minerales pesados (muscovita, biotita desferrozada, clorita, hornblenda castaña y verde, augita prismática, epidoto, etc.). En el limo grueso

se repite la composición de la arena muy fina, con notable aumento de los minerales pesados, donde predomina la magnetita. En el ambiente actual, salvo en los niveles cineríticos, la mineralogía es una mezcla de todos los anteriores.

Los bioclastos corresponden a organismos de agua dulce y en general son análogos a los de la laguna actual, representados por raíces, semillas, fitolitos, girogonites, láminas y tubos calcáreos de algas charáceas, frústulos de diatomeas, fragmentos de huesos de pequeños mamíferos, aves y anfibios, placas óseas, escamas, dientes, espinas y vértebras de peces, espículas de espongiarios, valvas de ostrácodos y conchillas de gasterópodos: *Heleobia parhappii*, *Biomphalaria peregrina*, *B. tenagophila*, *Succinea meriodionalis*, *Lymnea viatrix*, *Pomacea canaliculata* y *Ancylus* sp. En un nivel paleolímico aparecen conchillas de gasterópodos de linaje marino y foraminíferos de origen atalásico, introducidos por aves marinas (Cann y De Deckker 1981). Las diferencias respecto a la generalidad serán consideradas en cada caso particular.

Unidad 1 (Formación Luján, Miembro La Chumbiada)

El primer depósito de relleno alcanza 1,85 m de espesor en Boca del Totoral y hasta 2,70 m en el cuerpo principal. Estos sedimentos son castaño claros (10YR 6/3 y 7,5YR 6/4) y de textura limo-arenosa, macizos y homogéneos, hasta estratificados en láminas muy finas. La consistencia es friable a levemente consolidada y carecen de bioturbación. La distribución granulométrica es levemente bimodal en 4 y 11ϕ . La composición mineral responde a la generalidad, salvo por la presencia en la arena mediana del sector occidental del paleoambiente con abundantes remanentes de cristales con yeso discoidal, en parte corroídos. El contenido paleontológico está representado por fragmentos de placas óseas de *Glyptodon* sp, huesecillos dérmicos de *Myiodon* sp y restos indeterminables de mamíferos, aves y huesos rodados, mientras que al microscopio binocular se observan restos de organismos acuáticos que responden a la generalidad, salvo por la presencia de conchillas de *Heleobia ameghinoi*.

Este depósito representa un paleoambiente

CUADRO 2: Sedimentos colmatantes, valores medios en muestras sin yeso

A	L	Ac	Tex	Mz	σ_i	Sk	K_g	Unidad
11	27	62	AA	8,73	3,51	-0,17	0,67	U7
14	46	40	FA	7,52	3,36	0,28	0,69	U7
26	42	32	FA	6,80	3,43	0,62	0,69	U7
G5	A37	P58	FAG	4,53	3,25	-0,06	1,02	U7
13	59	28	LA	6,53	2,77	0,55	1,70	U7
38	52	10	LA	4,92	1,74	0,70	1,49	U7
G5	A58	P37	ALg	3,07	2,81	0,21	0,90	U7
71	25	4	AL	3,82	0,81	0,43	2,98	U7
95	4	1	A	1,37	1,04	-0,02	1,03	U7
G 93	A 6	P 1	G	-2,57	1,11	0,10	1,25	U7-Aluvio
34	55	11	LA	5,05	1,90	0,55	1,44	U6- F La Postrera IV
3	62	33	F	7,64	2,55	0,14	0,84	U5
12	56	32	FA	6,96	2,88	0,27	0,86	U5
16	63	21	LA	6,12	2,21	0,29	1,00	U5- M Monte
9	69	22	L	6,18	2,12	0,34	0,98	U4
14	54	32	FA	6,84	3,11	0,52	0,82	U4
31	59	10	LA	5,17	1,76	0,50	1,03	U4
55	40	5	AL	4,34	1,46	0,62	3,20	U4-M Río Salado
32	50	18	LA	5,57	2,31	0,54	0,93	U3
45	47	8	LA	4,62	1,54	0,65	1,88	U3- M Lobos
39	51	10	LA	4,83	1,82	0,55	1,38	U2 (*)
54	38	8	AL	4,45	1,65	0,55	2,05	U2- F La Postrera I (*)
42	49	9	LA	4,78	1,77	0,60	1,76	U1- M La Chumbiada

G: % grava; A: % arena; L: % limo; Ac: % arcilla; P: % pelita; Tex: textura; AA: arcilla arenosa; AL: arena limosa; ALg: arena limosa gravosa; LA: limo arenoso; LAg: limo arenoso gravoso; FA: fango arenoso; FAG: fango arenoso gravoso; Mz: media gráfica; σ_i : desvío estándar; SK: asimetría; K_g : curtosis; Fm: formación; Mb: miembro; (*): muestras tratadas sin dispersante.

dulciacuícola de carácter fluvio-lacustre que se correlaciona con la Formación Luján, Miembro La Chumbiada (Dillon y Rabassa 1985) del Pleistoceno tardío, equivalente a la parte inferior del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Fidalgo *et al.* 1973). La presencia de cristales de yeso indica que el paleoambiente en sus postrimerías se transformó en un sabkha, relacionado con la etapa seca posterior, en cuyo transcurso, además del yeso, se acumuló el depósito eólico suprayacente.

Unidad 2 (Formación La Postrera I)

En el sector oriental del cuerpo principal (Fig. 4), en discontinuidad erosiva sobre el Miembro La Chumbiada se ubica un depósito eólico intracuencal de 1,9 a 2 m de espesor, de hasta 400 m de ancho y unos 2 km de largo, constituido por pseudo arenas limosas y pseudo limos arenosos. Estos sedimentos de aspecto castaño rojizo (7,5YR 6/2 = gris rosado) son friables a levemente consolidados, macizos, formados esencialmente por pellets de arcilla, floculados en partículas de tamaño arena y limo grueso, que se acumularon en las denominadas "dunas de arcilla" (Bowler 1973; Dangavs 1979). La marcada presencia de estas unidades mecánicas incrementa el contenido de arena y modifica la composición textural (en muestras tratadas sin dispersantes). Al analizar en el microscopio binocular cada

tamaño de la fracción arena, resulta que la mayoría son pellets de arcilla y sólo 1/5 a 1/6 representan cristales individuales de dicha textura. Las pseudo arenas limosas son unimodales en 4ϕ y ocupan el núcleo de la duna; en cambio, los pseudo limos arenosos son polimodales en 4, 8 y 11ϕ y se hallan en la periferia de la duna.

La composición de la fracción arena-limo grueso se caracteriza hasta la arena mediana por una mayoría de pellets de arcilla redondeados, concreciones de carbonato de calcio y de hierro-manganeso y cristales de yeso. En la arena fina los pellets de arcilla representan el 80%, pero disminuyen en las fracciones menores. La mineralogía restante es volcánicla: plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, vidrio volcánico, líticos volcánicos y minerales pesados, estos últimos muy abundantes en el limo grueso. Los restos fósiles son muy raros y corresponden a pequeños fragmentos óseos de animales terrestres y de organismos acuáticos redepositados: valvas de ostrácodos, fragmentos de conchillas de gasterópodos indeterminables y de *Heleobia parchappii* y *H. ameghinoi*.

Esta duna de arcilla intracuencal fue acumulada durante la etapa de aridez que ocupa el prolongado hiatus estratigráfico entre el primero y segundo paleoambiente léntico, cuyos materiales provienen de la deflación del Miembro La Chumbiada. El even-

to climático seco transformó al ambiente acuático en un sabkha interior, dando lugar a la salinización, formación de pellets, precipitación de yeso intrasedimentario y acciones eólicas. Esta unidad representa a la Formación La Postrera I del Pleistoceno tardío (Dangavs 2005b), sin correlato con esquemas de otros autores. Incluso, por su apariencia loésica y posición estratigráfica, los depósitos extracuencales de la unidad suelen ser confundidos con la Formación Buenos Aires; no obstante se la distingue por su color algo rojizo, presencia de pellets de arcilla, yeso clástico, abundancia de minerales pesados y bioclastos redepositadas, todos los cuales no se hallan en el loess Bonaerense.

Unidad 3 (Formación Luján, Miembro Lobos)

Suprayacen a las unidades anteriores hasta 2 m de sedimentos en el cuerpo principal y 1,40 m en Boca del Totoral, constituidos por limos arenosos gris oliva claros (5Y 6/2). En general son macizos, pero pueden presentar bandeado de estratificación laminar. La consistencia de estos materiales es friable en húmedo y duros en seco. La parte inferior de la unidad carece de bioturbación, en cambio, en proximidades de la antigua superficie topográfica, es común la presencia de poros y canales de raíces tapizados por arcillas y/o materia orgánica. Estos sedimentos se pueden separar en dos grupos en base a $Mz\phi$. Así, en Boca del Totoral y en el sector central del cuerpo principal son limos arenosos "medianos" y en la zona marginal del cuerpo principal "gruesos". En los limos arenosos "medianos" la distribución es polimodal en 4, 11 y 8ϕ y en los limos arenosos "gruesos" levemente bimodal en 4 y 8ϕ .

La composición de las fracciones grava a arena fina está dominada por la presencia de carbonato de calcio en rodados y autígeno (radicular, muñecos y cementos), yeso en microrrosetas y discoides a veces con fuertes signos de corrosión, pellets de arcilla y concreciones de Fe y de Fe-Mn. A partir de la arena fina predomina la mineralogía volcánicla, aunque enmascarada por la presencia de los carbonatos. Los bioclastos están representados por una mayoría de restos de agua dulce y en menor

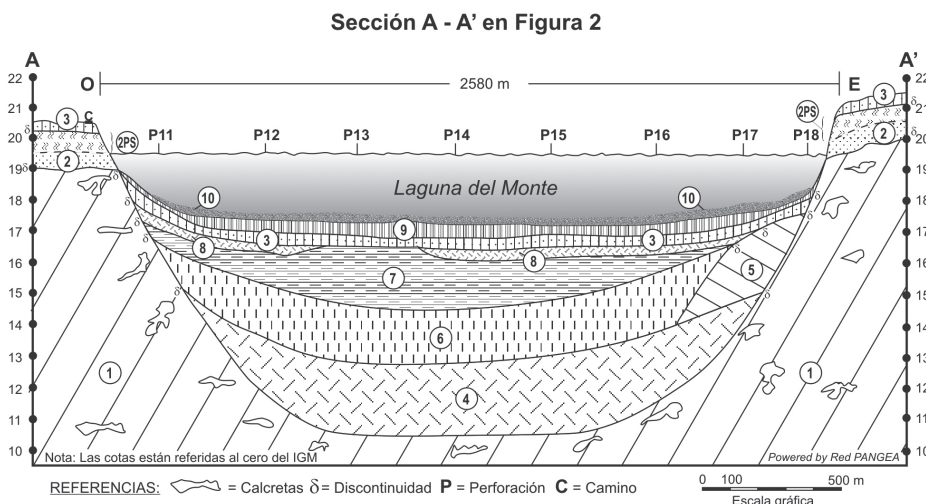


Figura 4: Perfil geológico O-E del cuerpo principal de la laguna, según la sección AA' de la Fig. 2. Detalles: 1: Fm. Ensenada; 2: F. Buenos Aires; 2PS: Geosuelo Sin Nombre; 3: Fm. La Postrera IV; 4: Fm. Luján, Miembro La Chumbiada; 5: Fm. La Postrera I; 6: Fm. Luján, Miembro Lobos; 7: Fm. Luján, Miembro Río Salado; 8: Fm. Luján, Miembro Monte; 9: aluvio reciente; 10: Suspensoides semiflotante del aluvio reciente.

grado de linaje marino. Además abundan fragmentos de huesos de mamíferos fósiles rodados e improntas de tallos sobre grumos de pelitas cementados por óxidos de Fe. Los restos de agua dulce responden a la generalidad, salvo por la presencia de conchillas de *Heleobia ameghinoi* y los de linaje marino consisten en conchillas de gasterópodos de *Heleobia australis*, *H. conexa*, *H. australis crassa* y cónculas de foraminíferos normales y aberrantes. Entre los normales se reconocen: *Ammonia beccarii parkinsoniana*, *Elphidium discoidale* y *Discorbis peruvianus*. El depósito representa las acumulaciones de un paleoambiente acuático dulciacuícola, que en sus postrimerías se transformó en lago salado, donde precipitó yeso y aparecieron elementos faunísticos de abolengo marino de origen atalásico. Esta unidad se corresponde con la Formación Luján, Miembro Lobos del Pleistoceno tardío-tardío (Dangavs y Blasi 2003), correlacionable con la sección cuspidal del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Fidalgo *et al.* 1973).

Unidad 4 (Formación Luján, Miembro Río Salado)

Sobre la unidad anterior, se dispone un depósito clástico y carbonático de hasta 2 m de espesor en el cuerpo principal y 0,80 m en Boca del Totoral. Estos sedimentos son gris claros (10YR 7/2), macizos o con incipiente estratificación laminar, friables a levemente endurecidos, livianos y porosos o compactos y extremadamente

duros en la parte central y N del cuerpo principal, donde constituye una costra calcárea. En el paleoambiente se han reconocido cuatro tipos texturales distribuidos en ambas subfacies depositacionales. La subfacies marginal está constituida por arenas limosas y limos arenosos. Las arenas limosas son unimodales en 4 ϕ , los limos arenosos bimodales en 4 y 8 ϕ , los limos polimodales en 5, 8 y 11 ϕ y los fangos arenosos polimodales en 5, 11 y 8 ϕ . La composición de la unidad está determinada por carbonato de calcio micrítico variforme, lentes piroclásticas, minerales volcánoclasticos y pellets de arcilla en la parte cuspidal. El carbonato es dominante en todas las fracciones de grava y arena, incluso en los niveles cineríticos. Se presenta en forma concrecional, en costra, pulverulento o como cemento que engloba minerales y restos de organismos. Las formas más frecuentes son las masas porosas y livianas y las costras calcáreas compactas y muy duras. En el aspecto paleontológico, la unidad se diferencia de las otras por la extrema abundancia de frústulos de diatomeas, valvas de ostrácodos y conchillas de gasterópodos; en cambio, los restantes bioclastos responden a la generalidad. Esta unidad representa un paleoambiente dulciacuícola lacustre que en sus postrimerías se transformó en palustre calcáreo, que se correlaciona con la Formación Luján, Miembro Río Salado del Holoceno temprano a medio de Fidalgo *et al.* (1973),

el Platense (Doering 1882 y Ameghino 1889) y el Platense fluvial (Frenguelli 1957).

Unidad 5 (Formación Luján, Miembro Monte)

Apoyada sobre la Formación Ensenada en la zona del estrechamiento que articula el cuerpo principal con Boca del Totoral y en el resto del paleoambiente sobre el Miembro Río Salado, se encuentra un remanente erosivo de 0,4 a 0,6 m de espesor de un depósito paleolimnico discontinuo en el cuerpo principal y continuo en Boca del Totoral, constituido por sedimentos gris oscuros (10YR 5/1) a gris claros (10 YR 6/1), los que en el sector periférico (subfacies marginal) son limos arenosos y en el sector central (subfacies central) fangos arenosos y fangos. Los limos arenosos son macizos, friables a levemente endurecidos en húmedo, duros en seco, con frecuente bioturbación de poros y canales de raíces. Este sedimento es bimodal en 6 y 11 ϕ . Los fangos arenosos y fangos son macizos o con estructura granular debido a la presencia de pellets de arcilla. La consistencia es levemente endurecida en húmedo a dura o muy dura en seco, algunas muestras con plasticidad y ligera adhesividad. Los fangos arenosos y los fangos son polimodales; los primeros en 6, 11 y 7 ϕ y los segundos en 11, 6 y 8 ϕ . Los bioclastos son de escasos a abundantes y análogos a los del ambiente actual y representan a la generalidad, salvo por la existencia de conchillas de *Scolodonta semperi*. Este depósito colmatante constituye la unidad estratigráfica holocena más reciente del registro paleolimnológico no sólo de la laguna, sino de todas las cuencas de la llanura bonaerense, que se corresponde con el "Piso Aimarano" de Doering (1884), la que en los ambientes actuales no es aflorante; en cambio, en las paleocubetas erosionadas por los cursos actuales, se halla expuesta en las escarpas de erosión. En las "Encadenadas de Monte" se encuentra en los lechos de todas las lagunas del sistema. El "Piso Aimarano" fue propuesto por Doering (1884) para caracterizar depósitos aluviales de cuencas fluviales y lacustres de las llanuras argentinas, principalmente de la región pampeana, acumulados con posterioridad al "Piso Platense" y cuyos

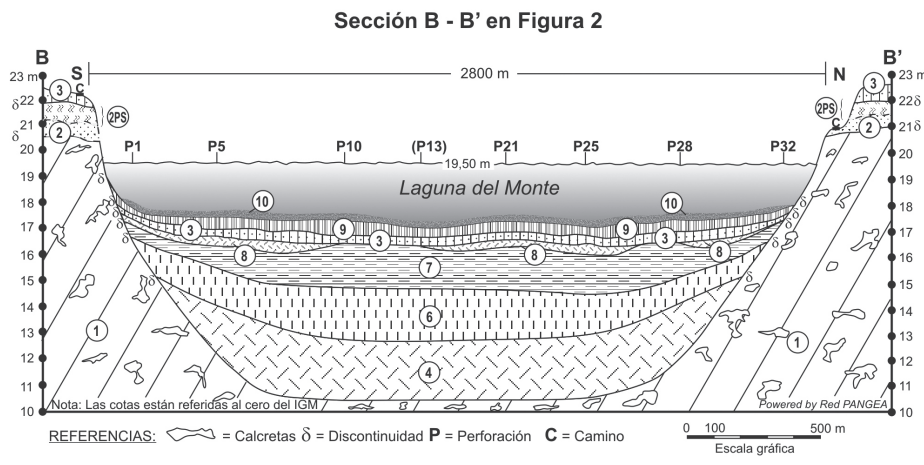


Figura 5: Perfil geológico N-S del cuerpo principal de la laguna, según la sección B-B' de la Fig. 2. Detalles en la Fig. 4.

restos faunísticos son idénticos a los de las especies vivientes. Ameghino (1884 y 1889) considera al “Piso Aimará” (sic) prehistórico, constituido por sedimentos aluviales anteriores a la ocupación española, con restos faunísticos de especies análogas a las existentes. A su vez, esta característica paleontológica permitió a Ameghino (1889) separar el “Piso Aimará” del “Piso Platense”. Autores posteriores se ocuparon del “Aimarano, Aimará o Aimareense” con criterios dispares. Para Frenguelli (1957) representan depósitos terrestres, para Tapia (1935) constituye la parte basal de los aluviones modernos y Castellanos (1962) refiere el “Aymareense” (sic) como “los depósitos compactos de arcillas, fangos y limos grises a negros que superponen al loess Cordobense”. Posteriormente este “piso” es mencionado solamente a título ilustrativo en sucesivos cuadros estratigráficos de varios autores, en relación a los trabajos de Doering y Ameghino. Resulta así que actualmente este depósito es ignorado o incluido en otras unidades estratigráficas. Sin embargo, su presencia en los sedimentos de relleno de cubetas y paleocubetas es manifiesta, documentada en el río Luján por Ameghino en 1884 y recientemente por Dangavs (2005a), Dangavs y Mormeneo (2006), Dangavs y Reynaldi (2008) y Dangavs (2009b y c y 2010). Salvo las menciones señaladas, las evidencias acerca de su existencia hasta ahora son escasas, quizás en parte, por estar generalmente constituidos por remanentes erosivos de escasa potencia y gran semejanza litológica con el infrayacente Miembro Río Salado o con el suprayacente Aluvio, lo que pudiera haber dado

lugar a su inclusión en el techo del primero o en la base del segundo. Sin embargo, el Aimarano se diferencia del Miembro Río Salado por el color más oscuro, ausencia de carbonatos autógenos, exíguo contenido en vidrio volcánico y de frústulos de diatomeas; por otra parte, separarlo del aluvio resulta sencillo en aquellos ambientes donde entre ambas unidades se interpone el depósito eólico de la Formación La Postrera IV (Dangavs 2005b), tal como sucede en la laguna del Monte. Pero en donde no existe dicho depósito la diferenciación es más sutil y se recurre a la litología. El aluvio es de colores más oscuros, menor consistencia, mayor variedad textural, estructura maciza, abundancia de restos vegetales, lentes de conchillas de gasterópodos, que representan niveles de desecación, ausencia de algas charáceas y hasta tres niveles de ceniza volcánica.

Siendo evidente la separación de este nivel estratigráfico, respecto del superior y el inferior, y de acuerdo con la normativa del Código Argentino de Estratigrafía (CAE 1992), se redefine con rango de miembro la unidad litoestratigráfica de ambientes fluvio-lacustres de la región pampeana, denominada Piso Aimarano por Doering (1884). A tal efecto se propone la denominación de Miembro Monte para esta nueva unidad formal, la que pasa a integrar la Formación Luján de Fidalgo *et al.* (1973), completándose así el cuadro estratigráfico del registro paleolimnológico de los depósitos aluviales de cubetas de lagunas actuales o extintas por colmatación de la cuenca del río Salado. La localidad tipo considerada es la laguna del Monte y el área tipo el sistema

fluvio-lacustre de las “Lagunas Encadenadas de Monte”. El único dato acerca de la edad de la unidad, proviene de la datación radiocarbónica convencional LP-2216 (LATYR) en conchillas de *Heleobia par-chappii* alojadas en este depósito. Dichos restos datan de 980 ± 70 años AP, hecho que permite situar el Miembro Monte de la Formación Luján en el Holoceno tardío.

Unidad 6 (Formación La Postrera IV)

En discontinuidad erosiva sobre el Miembro Monte y debajo de la cubierta aluvial aparece un depósito eólico de 0,40 m de espesor en el cuerpo principal y de 0,58 m en Boca del Totoral. Estos sedimentos son limos arenosos gris castaño claros (10YR 6/2) a castaño grisáceo oscuros (10 YR 4/2), la estructura es en agregados de bloques subangulares regulares, con abundante bioturbación por raíces, con consistencia friable a levemente consolidados. La distribución granulométrica es levemente bimodal, con la moda en 5 y 11 ϕ . La composición de la arena mediana consiste en agregados arcillosos grises, tosquillas rodadas, óxidos de Fe, cuarzo y plagioclasa. En la arena fina a limo grueso la composición es volcánicla. Los bioclastos son muy escasos, representados por fragmentos de huesos de pequeños mamíferos, restos carbonosos, semillas, tejidos vegetales y fitolitos.

Estos sedimentos eólicos representan la última etapa seca en la región, durante la cual se desecó la laguna y se acumularon en forma sincrónica los limos arenosos eólicos que coronan las escarpas de la laguna y en cuyo seno se desarrollan los suelos actuales. Este depósito corresponde a la Formación La Postrera IV del Holoceno tardío-tardío (Dangavs 2005b), correlacionable con la Formación La Postrera III de Fidalgo (1990).

Unidad 7 (aluvio reciente)

Las acumulaciones más recientes del lecho lagunar están representadas por 0,50 m de depósitos en el cuerpo principal y hasta 0,97 m en la Boca del Totoral. Estos sedimentos poseen abundantes restos vegetales, colores oscuros, lentes piroclásticas conícticas y variadas texturas, que decrecen en tamaño hacia el interior de la cubeta y que alcanzan su máximo espesor en la periferia

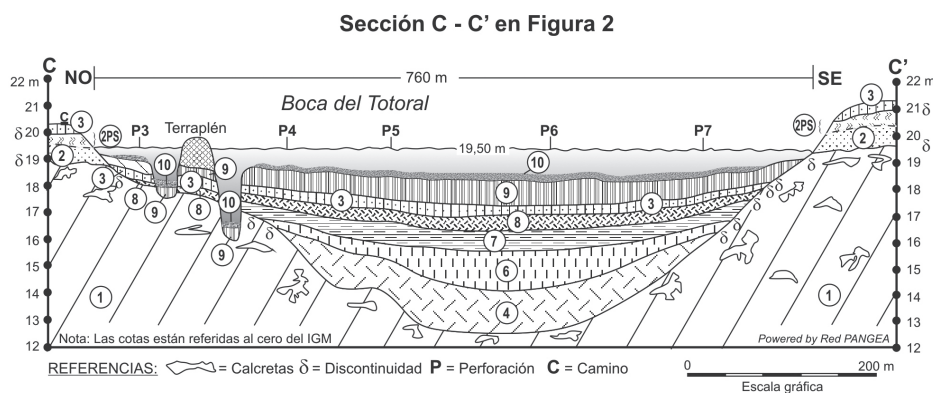


Figura 6: Perfil geológico de la Boca del Totoral, según la sección C-C' de la Fig. 2. Detalles en la Fig. 4.

lagunar debido al redépósito de los sedimentos más arenosos infrayacentes, salvo en los sitios donde vuelven a espesarse, en respuesta a cambios en las condiciones de circulación, así como por el efecto de "peine" de las barreras de juncales y de la trampa de sedimentación de los terraplenes y el dique nivelador (tajamar). La ceniza volcánica es discernible solamente en el cuerpo principal como una capita blanquecina de 1 cm en dos niveles a 0,1 y 0,5 m de profundidad, cuya consistencia es más firme que el material que la contiene.

El depósito se caracteriza por dos secciones contrastantes (superior e inferior); la superior, presente en la mayor parte del lecho, consiste en un suspensoide tixotrópico, gelatinoso, semi-flotante oliva claro (10Y 5/4), constituido materia orgánica, geles bacterianos y más de 70 % de arcilla, en su gran mayoría < 0,5 µm. El espesor de esta masa subácuca poco consistente, móvil y ondulante es incierto; en algunos sitios puede alcanzar más de 0,3 m, que al secarse se reduce drásticamente a una capita mínima. Cabe destacar que en la valoración del espesor de la unidad, el suspensoide no ha sido considerado.

La sección inferior está conformada por ocho tipos texturales: gravas finas, arenas, arenas limosas gravosas, arenas limosas, limos arenosos gravosos, limos arenosos, fangos arenosos gravosos, fangos arenosos y arcillas arenosas, todos los cuales, salvo las arcillas arenosas, en función de su posición en el cuerpo de agua pueden ser asimilados a dos subfacies depositacionales, una marginal y otra central. En el cuerpo principal aparecen todos los tipos texturales enumerados, pero en Boca del Totoral se registran solamente cinco, pertenecientes a ambas subfacies. La subfacies marginal del cuerpo principal está integrada por depósitos de playa y costeros proximales de naturaleza intracuencial (gravas finas, arenas, arenas limosas gravosas, arenas limosas y fangos arenosos gravosos); en cambio, en Boca del Totoral la depositación marginal es predominantemente extracuencial, aportada por el arroyo Totoral (arenas limosas gravosas y fangos arenosos gravosos), que se ubican en proximidades de la desembocadura del arroyo. Los sedimentos de esta subfacies son principalmente de color castaño gri-

sáceo oscuro (10YR 4/2), sin estructuras, sueltos o friables a levemente consolidados. La subfacies central se caracteriza por limos arenosos y fangos arenosos que provienen de la depositación intra y extracuencial, donde los más gruesos se disponen en el sector externo de la subfacies y viceversa. Esta gradación incluso se establece con sedimentos de la misma clase textural, en base al mayor o menor contenido de arena. Todos estos sedimentos son negros (10YR 2/1), gris oscuros (10YR 3/1) o castaño grisáceos oscuros (10YR 4/2), macizos o con estructura granular a laminada, friables a levemente consolidados en húmedo y duros a muy duros en seco y con muy abundantes restos de vegetales. Las arcillas arenosas constituyen un caso especial de la subfacies central, que se hallan solamente en la subfacies marginal. Su acumulación está relacionada con la circulación restringida, que se produce entre las masas de vegetación emergente próximas a la costa, los terraplenes de Boca del Totoral y en la zona del dique nivelador (tajamar). Se destaca en la composición mineral la ausencia de pellets de arcilla y en la de los bioclastos la presencia del pelecípodo *Anodontites* sp y ausencia de restos de algas charáceas. Estos sedimentos representan los depósitos de acumulación más reciente, que se asignan al aluvio actual, cuya edad radiocarbónica apenas supera los 200 años (LP-1945, LATYR, edad: moderno). La datación fue realizada sobre restos óseos de *Bos taurus* alojados en Boca del Totoral a 0,5 m de profundidad.

DISCUSIÓN Y PROPUESTA DE LA EVOLUCIÓN PALEOCLIMÁTICA Y PALEOAMBIENTAL

Se parte de las siguientes premisas: 1.- La mayoría de las depresiones de la región pampeana son esencialmente eólicas, excavadas a lo largo de paleovalles o fuera de ellos a partir de hondonadas primitivas (Tricart 1973; Dangavs 2005a). 2.- La característica principal de estas depresiones es su forma en cubeta, con paredes casi verticales, fondo plano y profundidades entre 4 y 12 m, que les confieren perfiles en *Pfanne* o *Wanne*, respectivamente (Penck 1894). 3.- El origen de las cubetas de de-

flación está estrechamente vinculado con zonas áridas o semiáridas y vientos fuertes (Reeves 1968; Cooke *et al.* 1993). Esta característica climática aconteció en la región pampeana en sucesivas etapas a partir del Pleistoceno tardío, imprimiendo al paisaje de gran parte de la región rasgos desérticos, tales como el relieve medianoso del Mar de Arena Pampeano (Iriondo y Kröhling 1995), las múltiples zonas con dunas parabólicas, en horquilla, de crestas transversales, etc. y las incontables mega, meso y microcubetas que se esparcen por casi toda la provincia, las que en el clima húmedo actual contienen ambientes lénticos en sus diversas categorías límnicas. 4.- Estas depresiones poco profundas de zonas áridas fueron denominadas *pans* por Goudie y Wells (1995), cuya distribución es controlada mayormente por la disponibilidad de superficies susceptibles a la erosión, desarrollándose también en medios particulares tales como las cuencas paleolacustres, paleocauces, interdunas, etc. Para dichos autores, un carácter distintivo de los *pans* es la presencia en sus bordes de sotavento de dunas de arcilla. Respecto al origen señalan que varios procesos se combinan para generarlos, siendo los principales la acción combinada de la deflación y la meteorización salina. 5.- Para Tricart (1973), las lagunas pampásicas son formas complejas que se han desarrollado bajo la influencia de las oscilaciones climáticas cuaternarias, cuyos rasgos geomorfológicos no se pueden entender si no se toma en cuenta su evolución en base a dichas oscilaciones. 6.- En nuestro interpretación, el origen de las cubetas primitivas y su evolución en la región pampeana responde a la acción combinada de varios procesos geomórficos, siendo los principales la deflación, la pelletización, la erosión fluvio-lacustre, los fenómenos coluviales y el lavado y retroceso de pendientes. Todos estos procesos han actuado en áreas sin drenaje y/o paleovalles susceptibles a la acción eólica, donde la posterior alternancia de climas secos y húmedos facilitó la deflación durante etapas de mayor aridez. En estas circunstancias repetitivas de deflación-acumulación se ampliaron y modelaron dichos recipientes, hasta transformarse en las cubetas que contienen lagunas o han desaparecido por colmatación.

La laguna del Monte tiene origen semejante al explicitado, alojada en dos cubetas de edades sincrónicas, cuya deflación se inició en el Pleistoceno tardío a partir de un paleovalle formado durante el Ensenadense, donde se concentraron los procesos que determinaron la excavación y el modelado, el que continúa hasta el presente. Por otra parte, las evidencias geológicas indican que desde del último período glaciario, la cuenca del río Salado se ha caracterizado por una sucesión climática alternante seco-húmedo que rige hasta el presente (Dangavs 2005b; Iriondo y Kröhling 2007). Dichas evidencias se encuentran en los depósitos de las lagunas y en los afloramientos de sus periferias. De esta manera, sobre la base de los conceptos de biostasia y rexistasia de Erhart (1956), Dangavs (2005b) estableció para la cuenca del río Salado la existencia cinco etapas secas (ES5-ES1) y otras tantas húmedas (EH5-EH1) posensenadenses (Cuadro 3). Las etapas secas o de rexistasia se caracterizaron por deflación, formación de cubetas y/o rejuvenecimiento de las más antiguas, presencia de lagos salados donde precipitaron sales, principalmente yeso, pelletización por efecto salino (Tricart 1954) y acumulación de depósitos eólicos. El término “lago salado” incluye los conceptos de playa, saltpan, sabhka interior y otros utilizados para caracterizar las áreas desérticas sin drenaje que mantienen en forma temporal espejos de agua salada sin conexión con el mar (Shaw y Thomas 1997). En las etapas húmedas o de biostasia las cubetas se transformaron en ambientes dulciacuícolas, donde predominaron los procesos de modelado y aluvionamiento y en los afloramientos la pedogénesis.

Todos estos fenómenos climáticos se relacionan con el Ciclo Climático Glacial-Interglacial y sus fases climáticas menores propuestas por Fairbridge (1972), así como con las Épocas Pluviales e Interpluviales de la Pampa Deprimida (Tricart 1973). Al respecto, cabe señalar que, el esquema de Tricart es inverso al propuesto por Frenguelli (1957); es decir, para Tricart las Épocas Glaciales corresponden a los Interpluviales (secas) y las Épocas Interglaciales a los Pluviales (húmedas). Hasta ahora las evidencias geológicas en la cuenca del río Salado confirman el esquema propuesto por Tricart.

La interpretación que se presenta está fundada en las etapas climáticas alternantes seco-húmedo de la región pampeana (Cuadro 3), basadas en la sucesión de los depósitos colmatantes de lechos y en los afloramientos en los episodios pedogenéticos (S4 a S0) y las fases eólicas de dunas/loess (D5 y D4-L4 a D1-L1) establecidas por Iriondo y Kröhling (1995, 1996 y 2007). Las edades consideradas están referidas a dataciones paleomagnéticas: Nabel y Valencio (1981), Valencio y Orgeira (1983), Bobbio *et al.* (1986) y Bidegain *et al.* (2005); radio-carbónicas: Carbonari *et al.* (1992), Figini *et al.* (1995 y 1998), Tonni *et al.* (2003), Prieto *et al.* (2004) y Toledo (2005).

Así, la historia geológica del paisaje lagunar se inicia en el Pleistoceno temprano a medio con los depósitos subsuperficiales de la Formación Ensenada (Riggi *et al.* 1986), equivalente al Ensenadense de la literatura geológica argentina. Esta unidad no sólo constituye la roca de base del paisaje actual y el sustrato de las cubetas lagunares, sino que su distribución abarca gran parte de la región pampeana, en la cual, según Frenguelli (1957), el Pleistoceno medio se caracterizó por clima húmedo, procesos fluviales y formación de valles, mientras que en el Pleistoceno tardío se produjo una larga etapa de aridez (ES5), con intensas acciones eólicas, deflación generalizada, excavación de cubetas, calcificación, salinización y acumulación del loess de la For-

mación Buenos Aires (Riggi *et al.* 1986). Los limos eólicos fueron aportados, en gran parte, por los vientos del sector S-SO, pero también provienen de la deflación local, la que excavó las cubetas de las futuras lagunas y su edad sería coincidente con el desarrollo del “sistema eólico pampeano”, durante el cual prevaleció clima frío y extremadamente seco en las llanuras argentinas (Iriondo y Kröhling 1995).

A la etapa de aridez Bonaerense siguió un período de estabilidad en clima cálido y húmedo (EH5), con acumulación en el lecho lagunar del primer depósito del registro paleolimnológico, representado por la Formación Luján, Miembro La Chumbiada, del Pleistoceno tardío (Dillon y Rabassa 1985). Además, en esta etapa de biostasia se concretó la pedogénesis del loess de la Formación Buenos Aires, representado por el Geosuelo Sin Nombre (Tonni y Fidalgo 1978). Iriondo (1999) e Iriondo y Kröhling (2007) refieren este estadio al período climático cálido y húmedo de la etapa pedogénica S4. En el arroyo Tapalqué, Carbonari *et al.* (1992) y Figini *et al.* (1995) establecieron edades ¹⁴C de la sección cuspidal del Miembro La Chumbiada entre 26 y 28 ka AP. Sobre la base de dichas evidencias cronológicas es factible considerar que la edad mínima del inicio de la depositación del Miembro La Chumbiada superaría ampliamente los 30 ka AP y por ende la edad de las cubetas que lo contienen se podrían

CUADRO 3: El “postensenadense” de la cuenca del río Salado; etapas climáticas, pedogénicas y unidades estratigráficas

Etapas climáticas	Unidad Litoestratigráfica	Unidad Pedoestratigráfica	Etapas Pedogénicas
Húmeda (EH1)	Aluvio reciente	Suelo actual	S0
Seca (ES1)	Fm La Postrera IV		-
Húmeda (EH2)	Fm Luján, Mb Monte	Geosuelo Puesto Berrondo (4)	S1
Seca (ES2)	Fm La Postrera III		-
Húmeda (EH3)	Fm Luján, Mb Río Salado	Geosuelo Puesto Callejón Viejo (3)	S2
Seca (ES3)	Fm La Postrera II		-
Húmeda (EH4)	Fm Luján, Mb Lobos	Geosuelo La Horqueta (2)	S3
Seca (ES4)	Fm La Postrera I		-
Húmeda (EH5)	Fm Luján, Mb La Chumbiada	Geosuelo Sin Nombre (1)	S4
Seca (ES5)	Fm Buenos Aires		-

(1): Tonni y Fidalgo (1978); (2): Dangavs (2009a); (3 y 4): Fidalgo et al. (1973); Etapas pedogénicas S4-S0: Iriondo y Kröhling (1995); Fm: Formación; Mb: Miembro

correlacionar con las acciones eólicas de deflación – acumulación del Bonaerense, hecho que avalaría la Edad Bonaerense de las principales cubetas lagunares de la cuenca del río Salado.

Al episodio húmedo anterior siguió uno frío y seco (ES4). Este evento climático afectó a la laguna, transformándola en un ambiente afín a un *sabkha* interior, con precipitación de yeso, pelletización y acción eólica. Los pellets de arcilla se originaron por deflación del Miembro La Chumbiada y se acumularon a sotavento del viento dominante en el sector oriental de la cubeta, constituyendo una duna de arcilla intracuencal. Este primer episodio climático seco posbonaerense, representado también en otros ambientes de la cuenca del río Salado como depósitos eólicos intracuencales o aflorantes (Dangavs 2005b; 2009 a, b y c, 2010; Dangavs y Blasi 1994 y 2002; Dangavs y Reynaldi 2008) se correlaciona con la Formación La Postrera I del Pleistoceno tardío (Dangavs 2005b). Según Iriondo y Kröhling (1995) e Iriondo (1999) el nivel estratigráfico equivalente representa la fase climática D4-L4, que se corresponde con el último Máximo-Glacial.

En la siguiente etapa húmeda (EH4) se acumuló el segundo depósito paleolímpico, correlacionable con el Miembro Lobos de la Formación Luján del Pleistoceno tardío-tardío (Dangavs y Blasi 2003), cuyos bioclastos son dulciacuícolas y de abolengo marino de origen atalásico en el tercio superior del depósito que representan al ambiente de agua salada que se instauró durante la etapa de clima más seco inmediato posterior (ver el párrafo siguiente). Esta unidad equivale a la sección superior del Piso Lujanense de Ameghino (1889). Para Iriondo y Kröhling (1995) e Iriondo (1999) este evento climático cálido y húmedo se corresponde con la etapa pedogénica S3. Las dataciones ^{14}C de la unidad en el arroyo Tapalqué (Carbonari *et al.* 1992; Figini *et al.* 1995 y Tonni *et al.* 2003) sitúan la base de este nivel estratigráfico entre 21 y 17 ka AP y el techo en 12/ 11 ka AP. De la etapa climática seca subsiguiente (ES3) no han quedado registros directos en el lecho lagunar o su periferia, tan sólo remanentes de yeso, pellets de arcilla y restos de organismos de abolengo marino de origen

atalásico que medraron en la *sabkha* y/o el lago salado en que se había transformado el ambiente dulciacuícola de la etapa húmeda EH4. La manifestación más clara de este segundo episodio seco posbonaerense se halla en el sur de la cuenca como una duna de arcilla yesífera (Dangavs y Reynaldi 2008). El depósito eólico mencionado corresponde a la Formación La Postrera II del Pleistoceno tardío-tardío (Dangavs 2005b). Según Iriondo (1999) e Iriondo y Kröhling (2007) esta etapa climática podría asignarse a la fase seca y fría D3-L3 del Pleistoceno final.

A continuación se instauró un nuevo ciclo húmedo (EH3), durante el cual se acumuló el tercer depósito paleolímpico, representado por los sedimentos del ambiente dulciacuícola lagunar a palustre calcáreo de la Formación Luján, Miembro Río Salado (Fidalgo *et al.* 1973) del Holoceno temprano a medio. Asimismo, en esta etapa se produjo la pedogénesis de los sedimentos de la Formación La Postrera II (Dangavs 2005b), representada por el Geosuelo Puesto Callejón Viejo (Fidalgo *et al.* 1973), el que no se encuentra en el perímetro lagunar, sino en el sector sur de la cuenca lagunar (Dangavs y Reynaldi 2008). Para Iriondo y Kröhling (1995 y 2007), esta etapa climática cálida y húmeda representa el Hypsithermal y la pedogénica S2. Los autores que han datado la base del Miembro Río Salado (Figini *et al.* 1995; Prieto *et al.* 2004 y Toledo 2005) la ubican entre 11,1 y 7,2 ka AP; en cambio en el techo de la unidad, Prieto *et al.* (2004) datan el paleosuelo suprayacente entre 3,5 y 2,9 ka AP y Toledo (2005) la facies carbonática en que culmina la sedimentación “platense” en 3,3 ka AP.

A partir del Holoceno medio se produjeron nuevos episodios climáticos alternantes, dos secos (ES2 y ES1) y dos húmedos (EH2 y EH1), siendo el último el más breve, el que representa al clima actual. El primero fue seco (ES2), con precipitación en los lechos de carbonatos, que transformaron el ambiente lacustre en un pantano calcáreo, eliminación del umbral que separaba ambas cubetas, deflación parcial de los depósitos del Miembro Río Salado y acumulación de los sedimentos eólicos de la Formación La Postrera III del Holoceno medio a tardío (Dangavs 2005b). Para Iriondo (1999) e

Iriondo y Kröhling (2007) esta etapa climática se corresponde con la fase D2-L2 de clima subtropical seco estacional. Las evidencias acerca de la etapa húmeda EH2 (Holoceno tardío) están en el lecho lagunar como el último depósito paleolímpico de la misma y en las escarpas como un paleosuelo. En los sedimentos del lecho está representada por el Piso Aimarano de Doering (1884), redefinida como Miembro Monte, que se incorpora a la Formación Luján de Fidalgo *et al.* (1973). Su inclusión en dicha formación se basa en el criterio de que todos los paleoambientes acuáticos en cubetas y paleocubetas de las cuencas pampeanas son miembros de la misma formación, separados por discontinuidades erosivas. Aparte, en los interfluvios, en forma sincrónica se produjo la pedogénesis S1, afectando a la Formación La Postrera III (Dangavs 2005b), con desarrollo del Geosuelo Puesto Berrondo (Fidalgo *et al.* 1973). En el área de influencia de las ingresiones marinas esta pedogénesis también afectó a otras unidades no eólicas de mayor edad (cf. Zárate *et al.* 2000 y Prieto *et al.* 2004). Según Iriondo (1999) e Iriondo y Kröhling (2007), esta etapa climática cálida y húmeda se corresponde con el Máximo Medieval. La única datación ^{14}C en conchillas de *H. par-chappii* de la unidad ha brindado una edad de 980 ± 70 años AP.

Según Figini *et al.* (1985), al datar gastropodos de agua dulce se debería tener en cuenta el efecto de reservorio, el cual podría invalidar el fechado. Sin embargo, el único estudio con estos especímenes vivientes fue realizado en la laguna Sauce Grande, donde no se encontró efecto reservorio alguno (Fontana 2007). Dicha autora considera que esto se debe al equilibrio isotópico entre las aguas continentales y las meteóricas, situación que podríamos hacer extensiva a la laguna del Monte. Otro hecho a destacar es que con posterioridad a la acumulación del Miembro Monte se produjeron los dos últimos episodios climáticos alternantes de la región, en cuyo transcurso se depositaron sedimentos eólicos y se están acumulando los del ambiente actual. En consecuencia, el lapso implicado hasta nuestros días es compatible con la edad establecida por el fechado ^{14}C considerado.

La última etapa seca (ES1) o Pequeña

Edad de Hielo fue relativamente breve y de menor intensidad que la anterior, con desecación, deflación, rejuvenecimiento de cubetas, generación de decenas de miles de nuevas microcubetas y la acumulación de los sedimentos eólicos más recientes. En la cuenca del río Salado estos depósitos se presentan mayormente formando la cubierta sedimentaria de los interfluvios, en cuyo seno se desarrollan los suelos actuales, también se hallan en lechos de ambientes acuáticos, cubiertos por el aluvio reciente. En la laguna el episodio se caracterizó por deflación del Miembro Monte y deposición del sedimento eólico tanto en el lecho como en el interfluvio. Estos depósitos se asignan a la Formación La Postrera IV del Holoceno tardío-tardío (Dangavs 2005b), que se correlacionan con la fase climática D1-L1 de enfriamiento y aridización, denominada "Pequeña Edad de Hielo". La última etapa se ubica en el clima húmedo actual (EH1), caracterizada por el funcionamiento de los ambientes acuáticos de la región pampeana, cuyos depósitos constituyen el aluvio reciente, cuya edad apenas supera los 200 años. Asimismo, este régimen es el que posibilita la pedogénesis (S0) de los paleosuelos exhumados y de los suelos actuales.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista geológico la laguna del Monte es una cuenca de sedimentación y además un reservorio natural de los recursos hídricos y bióticos, alimentada principalmente por el agua libre subterránea y supeditada al ciclo hidrológico de la región. Su carácter de casi permanente indica cierto equilibrio natural tendiente a la preservación del recurso, aunque su capacidad de reservorio resulta escasa debido a la colmatación.

El origen de las cubetas y la existencia del contenido se encuentran ligados a los acontecimientos geológicos y climáticos posensadenses que actuaron sobre el valle fluvial primitivo hasta transformarlo en las cubetas, parcialmente colmatadas, que contienen la laguna actual. El origen de las cubetas es esencialmente eólico y anterior al primer depósito colmatante; en cambio, el modelado responde a la acción combinada

de varios procesos (eólicos, fluviales y lacustres). La posterior alternancia climática del Pleistoceno tardío al presente, determinó el funcionamiento de sucesivos ambientes acuáticos y terrestres eólicos, en estos últimos, algunos con intervalos de lagos salados, donde precipitaron sales y por efecto salino se generaron pellets de arcilla.

La sucesión de los acontecimientos geológicos en la cuenca del río Salado se halla registrada en los sedimentos colmatantes y en las escarpas de erosión de las periferias lagunares, los que reflejan los cambios climáticos que han sucedido en la región desde el Pleistoceno tardío. En ese lapso, sobre el sustrato de la Formación Ensenada se produjeron cinco episodios de clima seco (ES5-ES1) que abarcan desde el loess Bonaerense hasta la Pequeña Edad de Hielo y otros tantos de clima húmedo (EH5-EH1) posbonaerenses, que incluye al húmedo actual.

Los episodios de clima seco quedaron materializados en depósitos eólicos extra e intracuencales, representadas por las Formaciones Buenos Aires y La Postrera I a IV, de las cuales está ausente en la laguna la Formación La Postrera II. Según Iriondo y Kröhling (1995) los episodios secos se corresponden con las fases eólicas de dunas/loess D5-L5 a D1-L1. Así, la Formación Buenos Aires representaría el D5-L5, la Formación La Postrera I al D4-L4 (Máximo Glacial), La Postrera II al D3-L3 (Pleistoceno final), La Postrera III al D2-L2 y La Postrera IV al D1-L1 (Pequeña Edad de Hielo).

Por otra parte, el registro de los episodios húmedos en la cuenca del Salado (EH5-EH1) consiste en cinco depósitos colmatantes (cuatro de paleoambientes acuáticos y los de la laguna actual), cuatro paleosuelos (S4-S1) y el suelo actual (S0). En la laguna del Monte se hallan representados los cinco depósitos colmatantes y en la periferia lagunar los paleosuelos referidos a las etapas pedogénicas S4 y S1 y el SO del suelo actual. Todo este conjunto lito y pedostratigráfico se corresponde con las siguientes unidades de edad decreciente: Formación Luján, Miembro La Chumbiada y el Geosuelo Sin Nombre, que representan el EH5 y la etapa pedogénica S4; Formación Luján, Miembro Lobos el EH4; Formación Luján, Miembro Río Salado el EH3 o Hypsither-

mal; Formación Luján, Miembro Monte y Geosuelo Puesto Berrondo, que representan al EH2 o Máximo Medieval y el S1 y finalmente, el Aluvio reciente y el suelo actual al EH1 y el S0.

Las unidades pedostratigráficas ausentes en la laguna corresponden a las etapas pedogénicas S3 (Geosuelo La Horqueta) y S2 (Geosuelo Puesto Callejón Viejo).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento al Municipio de Monte, por facilitarnos la plataforma flotante, a la Lic. María L. Mormeneo por las determinaciones texturales de sedimentos y a los revisores las valiosas sugerencias.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ameghino, F. 1884. Excursiones geológicas y paleontológicas en la provincia de Buenos Aires. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 6: 161-257.
- Ameghino, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Actas 6: 1028 p.
- Artaza, E. 1943. Saneamiento Urbano en la República Argentina. Provisión de agua y desagües urbanos, parte 1, cuaderno 6. Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad Nacional de La Plata. 383 p. La Plata.
- Azara, F. de. 1837. Diario de un reconocimiento de las Guardias y Fortines que guarnecen la Línea de Frontera de Buenos Aires, para ensancharla. En: Pedro de Angelis, colección de Obras y Documentos, 8-A: 103-169. Buenos Aires.
- Bidegain, J., Osterrieth, M., Van Velzen, A. y Rico, Y. 2005. Geología y registros magnéticos entre el arroyo La Tapera y Santa Clara del Mar, Mar del Plata. Revista de la Asociación Geológica Argentina 60: 599-604.
- Bobbio, M., Devincenzi, S., Orgeira, M. y Valencio, D. 1986. La magnetoestratigrafía del "Ensenadense" y "Bonaerense" de la ciudad de La Plata (excavación del nuevo Teatro Argentino): Significado geológico. Revista de la Asociación Geológica Argentina 41: 7-21.
- Bowler, J. 1973. Clay dunes: Their occurrence, formation and environmental significance. Earth- Science Reviews 9: 315-338.

- Bradley, W. 1963. Paleolimnology. En: Frey, D. (ed). *Limnology in North America*: 621-652. University Wisconsin Press. Madison.
- Cann, J. y De Deckker, P. 1981. Fossil Quaternary and living Foraminifera from athalassic saline lakes, South Australia. *Journal of Paleontology* 55: 660-670.
- Carbonari, J., Huarte, R. y Figini, A. 1992. Miembro Guerrero, Formación Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires) edades ¹⁴C. 3^{as} Jornadas Geológicas Bonaerenses, Actas: 245-247. La Plata.
- Carver, R. (ed.) 1971. *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley, 653 p. New York.
- Castellanos, A. 1918. Observaciones preliminares sobre el Pleistoceno de la provincia de Córdoba. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 23: 232-254.
- Castellanos, A. 1962. El Holoceno en la Argentina. Publicaciones del Instituto de Fisiografía y Geología, Universidad Nacional del Litoral, 9 (45), 78 p. Rosario.
- Comité Argentino de Estratigrafía (CAE). 1992. Código Argentino de Estratigrafía. Asociación Geológica Argentina, Serie B-20. 68 p. Buenos Aires.
- Cooke, R., Warren, A. y Goudie, A. 1993. *Deserts geomorphology*. UCL Press, 526 p. London.
- Dangavs, N. 1973. Estudios geológicos en la laguna de San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo de La Plata (NS), Sección Geología* 8: 281-313.
- Dangavs, N. 1979. Presencia de dunas de arcillas fósiles en la Pampa Deprimida. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 34: 31-35.
- Dangavs, N. 2005a. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R., Etcheverry, R., Caballé, M. y Llambías, E. (eds): *Relatorio del 16° Congreso Geológico Argentino*, 13: 219-236. La Plata.
- Dangavs, N. 2005b. La Formación La Postrera I, II, III y IV de la Laguna Las Barrancas de Chascomús, Provincia de Buenos Aires. 16° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 115-122. La Plata.
- Dangavs, N. 2009a. Los paleoambientes cuaternarios del arroyo La Horqueta, Chascomús, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 249-262.
- Dangavs, N. 2009b. Paleolimnología de las lagunas periódicas (secas) Esquivel, del Medio y El Espartillar, Chascomús, Buenos Aires, Argentina. 4° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Resúmenes 265 y Actas CD: 290-299. La Plata.
- Dangavs, N. 2009c. Estratigrafía pleistocena tardía-holocena y paleolimnología de la laguna Chis Chis, Chascomús, Buenos Aires, Argentina. 4° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Resúmenes 266 y Actas CD: 300-309. La Plata.
- Dangavs, N. 2010. Geología ambiental de la laguna de las Perdices, Monte, Buenos Aires, Argentina. AUGM, Asociación Universitaria Grupo Montevideo, *Revista Electrónica del Comité de Medio Ambiente AUGMDOMUS* 1: 67-104. Archivo PDF en: <http://revistas.unlp.edu.ar/index.php/domus/issue/current/showToc>
- Dangavs, N. y Blasi, A. 1994. Quaternary ontogeny of pampean "laguna". Sedimentological and biological characteristics of Lobos Lake sediments, Argentina. *Journal of Paleolimnology* 10: 59-66.
- Dangavs, N. y Blasi, A. 2002. Los depósitos de yeso intrasedimentario del arroyo El Siasgo, partidos de Monte y General Paz, Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57: 315-327.
- Dangavs, N. y Blasi, A. 2003. El Miembro Lobos de la Formación Luján: Cambio de rango de la Fm. Lobos, unidad estratigráfica del Pleistoceno superior de la cuenca del río Salado de la provincia de Buenos Aires. 2° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 67-74. San Miguel de Tucumán.
- Dangavs, N. y Mormeneo, M. 2006. Geolimnología y paleolimnología de la laguna Lacombe, Chascomús, provincia de Buenos Aires. 3er Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas 2: 919-932, Córdoba.
- Dangavs, N. y Reynaldi, J. 2008. Paleolimnología de la laguna Cerrillo del Medio, Monte, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 29-42.
- Dangavs, N., Pierrard, L. y Reynaldi, J. 2003. Paleolimnología del río Salado entre los meridianos 58° y 60°, provincia de Buenos Aires. 2° Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, Actas: 75-86. San Miguel de Tucumán.
- Dillon, A. y Rabassa, J. 1985. Miembro La Chumbiada, Formación Luján (Pleistoceno, provincia de Buenos Aires): Una nueva unidad estratigráfica del valle del río Salado. 1^{as} Jornadas Geológicas Bonaerenses, Resúmenes, p 27. Tandil.
- Doering, A. 1882. Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro. Entrega 3 (Geología): 295-530. Buenos Aires.
- Doering, A. 1884. Estudios hidrognósticos y perforaciones artesianas en la República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 6: 259-340. Córdoba.
- Erhart, H. 1956. La genèse des sols en tant que phénomène géologique. *Equisse d'une théorie géologique et géochimique*. Biostasie et rhexistasie. Masson et Cie, 90 p. Paris.
- Fairbridge, Rh. 1972. *Climatology of a Glacial Cycle*. *Quaternary Research* 2: 283-302.
- Fidalgo, F. 1990. La Formación La Postrera. Simposio Internacional sobre Loess. INQUA. Resúmenes Expandidos: 78-83. Mar del Plata.
- Fidalgo, F. De Francesco, F. y Colado, U. 1973. Geología superficial en las hojas Castelli, M. J. Cobo y Monasterio, provincia de Buenos Aires. 5° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 27-39, Carlos Paz.
- Fidalgo, F., De Francesco, F. y Pascual, R. 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense. En: *Relatorio Geología de la Provincia de Buenos Aires*, 6° Congreso Geológico Argentino: 103-138. Bahía Blanca.
- Figini, A., Fidalgo, F., Huarte, R., Carbonari, J. y Gentile, R. 1995. Cronología radiocarbónica de los sedimentos de la Formación Luján en el arroyo Tapalqué, provincia de Buenos Aires. 4^{as} Jornadas Geológicas Geofísicas Bonaerenses, Actas 1: 119-126. Junín.
- Figini, A., Huarte, R., Carbonari, J. y Tonni, E. 1998. Edades C-14 en un perfil del arroyo Tapalqué, provincia de Buenos Aires. Contribución a la cronología de acontecimientos faunístico-ambientales. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, Actas 1: 27-31. Buenos Aires.
- Folk, R. 1968. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill's, Austin. 170 p. Texas.
- Fontana, S. 2007. Radiocarbon chronologies of Holocene lacustrine sediments from the southern coast of Buenos Aires Province, Argentina. *Radiocarbon* 49: 103-116.

- Frenguelli, J. 1957. Neozoico. En: Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA 2: 1-113. Buenos Aires.
- García, P. 1836. Diario de la Expedición de 1822 a los campos del sur de Buenos Aires. Colección de Angelis. Imprenta del Estado, 276 p. Buenos Aires.
- Goudie, A. y Wells, G. 1995. The nature, distribution and formation of pans in arid zones. *Earth-Science Reviews* 38: 1-69.
- Guarrera, S. 1962. Estudios limnológicos en la laguna de San Miguel del Monte, con especial referencia al fitoplancton. *Revista Museo de La Plata (NS), Sección Botánica* 9: 125-174.
- Hutchinson, E. 1957. *A Treatise of Limnology* 1. J. Wiley, 1015 p. New York.
- Iriondo, M. 1999. Climatic changes in the South American plains: Record of a continental-scale oscillation. *Quaternary International* 57-58: 93-122.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 1995. El sistema eólico pampeano. *Comunicaciones Museo Provincial de Ciencias Naturales* 5:1-68. Santa Fe.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 1996. Los sedimentos eólicos del noreste de la llanura pampeana (Cuaternario Superior). 13^{er} Congreso Geológico Argentino y 3^{er} Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 4: 27-48. Buenos Aires.
- Iriondo, M. y Kröhling, D. 2007. Geomorfología y sedimentología de la cuenca superior del río Salado (Sur de Santa Fe y Noroeste de Buenos Aires, Argentina). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 14: 1-23.
- Nabel, P. y Valencio, D. 1981. La magnetoestratigrafía del Ensenadense de la ciudad de Buenos Aires: Su significado geológico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 36: 7-18.
- Penck, A. 1894. *Morphologie der Erdoberfläche* 2. J. Engelhorn Verlag, 697 p. Stuttgart.
- Prieto, A., Blasi, A., De Francesco, C. y Fernández, C. 2004. Environmental history since 11,000 yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River, *Quaternary Research* 62: 146-161.
- Reeves, C. 1968. *Introduction to Paleolimnology. Developments in Sedimentology* 11. Elsevier Publishing Company, 226 p. Amsterdam.
- Riggi, J., Fidalgo, F., Martínez, O. y Porro, N. 1986. Geología de los "Sedimentos Pampeanos" en el partido de La Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41: 316-333.
- Shaw, P. y Thomas, D. 1997. Pans, playas and salt lakes. En: Thomas, D. (edit.) *Arid zone geomorphology. Processes, forms and changes in drylands*. Wiley: 293-317. Chichester.
- Tapia, A. 1935. Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas. Dirección de Minas y Geología, Boletín 40. Buenos Aires.
- Toledo, M. 2005. Secuencias pleistocenas "lujanenses" en su sección tipo: Primeras dataciones C¹⁴ e implicancias estratigráficas, arqueológicas e históricas, Luján-Jáuregui, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60: 417-424.
- Tonni, E. y Fidalgo, F. 1978. Consideraciones sobre los cambios climáticos durante el Pleistoceno tardío-Reciente en la provincia de Buenos Aires. Aspectos ecológicos y zoogeográficos relacionados. *Ameghiniana* 15: 235-253.
- Tonni, E., Huarte, R., Carbonari, J. y Figini, A. 2003. New radiocarbon chronology for the Guerrero Member of the Luján Formation (Buenos Aires, Argentina): palaeoclimatic significance. *Quaternary International* 109-110: 45-48.
- Tricart, J. 1954. Influence des sols salés sur la déflation éolienne en Basse-Mauritanie et dans le Delta du Sénégal. *Rév. de Géomorphologie Dynamique* 5: 124-132.
- Tricart, J. 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. Colección Científica del INTA 12. 202 p. Buenos Aires.
- Valencio, D. y Orgeira, M. 1983. La magnetoestratigrafía del Ensenadense y Bonaerense de la ciudad de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38: 24-33.
- Zárate, M. 2005. El Cenozoico tardío continental de la provincia de Buenos Aires. En: R. de Barrio, R. Ercheverry, R., Caballé, M. y Llambías, E. (eds): *Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio 16^o Congreso Geológico Argentino*: 139-158. La Plata.
- Zárate, M., Kemp, R., Espinosa, M. y Ferrero, L. 2000. The pedosedimentary and palaeoenvironmental significance of a Holocene alluvial sequence in the southern Pampas, Argentina. *The Holocene* 10: 481-488.

Recibido: 14 de julio, 2011

Aceptado: 16 de agosto, 2012