

ESTUDIOS GEOLOGICOS EN LA LAGUNA
DE SAN MIGUEL DEL MONTE

PROVINCIA DE BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

NAURIS VITAUTS DANGAVS *

RESUMEN

La laguna de San Miguel del Monte está situada en la "Pampa deprimida", caracterizada por su relieve llano; al Noreste de la Provincia de Buenos Aires.

El clima de la región es templado húmedo; las precipitaciones alcanzan los 900 mm/año, a pesar de lo cual la red hidrográfica presenta aspectos de drenaje de tipo semi-desértico y esto es consecuencia de la ínfima pendiente, de unos 30 cm/Km.

Esta laguna del ambiente pampásico, es un cuerpo de agua de la serie léntica, o lenítica, con perfil típico de "pfanne o wanne", de escasa profundidad y sin estratificación térmica. Está contenida en una cubeta de aproximadamente 650 Ha de superficie; con costas altas y barrancosas de 4 metros de altura, labradas en sedimentos del Pampeano (Pleistoceno).

Las hidrófitas invaden unas 150 Ha de su espejo de agua. De acuerdo al tenor de residuo sólido medio anual, esta laguna se clasifica como oligohalina, siendo el agua bicarbonatada sódica, hemiclорurada.

Geológicamente, la región se caracteriza por sedimentos relativamente modernos, asignables al Pleistoceno y Holoceno, integrados por limos, limos loessoides y loess, formados fundamentalmente por material volcánico piroclástico transportado y depositado mediante acción eólica.

Los depósitos que colmatan la cubeta lagunar con un espesor de más de 3 metros, están integrados por material redepositado y sedimentos provenientes de la destrucción de médanos loessicos o en su defecto depositados contemporáneamente, así como sedimentos arenosos transportados por viento de la región del río Salado y del arroyo Saladillo.

También se localizó en la base del arroyo Totoral, sedimentos portadores de restos de organismos marinos, provenientes de la ingresión querandina.

* Instituto de Limnología, U.N. La Plata.

La cubeta que da lugar a la laguna se originó en un período de clima seco, por deflación y acciones hídras combinadas, tal como en los "bajos patagónicos", en tiempo post-querandino, y excavada en la parte más baja del valle local, sobre un curso fluvial pre-existente.

SUMMARY

The "laguna" or permanent pond of San Miguel del Monte, is situated in the north-eastern part of the Province of Buenos Aires of the Republic Argentina, in the zone called "depressed Pampa", characterized by plain relief.

Notwithstanding the fact that the climate of the region is warm temperate and humid, with rainfall reaching levels of 900 mm/year, the hydrographic pattern resembles drainage of semi-desert type, this being the product of the very small gradient of the river Salado basin (approximately 30 cm/Km).

This "laguna" of the pampean region, is a water body of the lenitic series or standing water type, with a typical vertical profile of "pfanne or wanne", with shallow depth and without thermal stratification. It is contained within a receptacle of approximately 650 hectares (1.300 acres), and is bounded by cliffs of about 4 mts. in height, wrought in sediments of Pampean (Pleistocene) age.

Hydrophytes occupy almost 150 hectares (26 %) of the water area. This "laguna" is classified as oligohaline on the basis of its mean annual salinity, and is characterized by sodium bicarbonate and hemichlorinated water.

Geologically the region is characterized by relatively modern sediments, assignable to the Pleistocene and Holocene, and made up of silts, loessic silts and loess, principally composed of volcanic pyroclastic material, transported and deposited by wind action.

The deposits which have filled up the "laguna" basin, to a thickness of more than 3 meters, are composed of redeposited material and sediments originating either by destruction of loessic dunes or by contemporary deposition, together with sandy sediments transported by wind action, from the region of the Salado river and its tributary the Saladillo.

Marine organisms, coming from the Holocene Querandinian transgression, have been found at the base of the arroyo Totoral sediments.

The basin in which the "laguna" is contained, was formed during a dry climatic period, by, both, deflation and hydric actions in the same way as in the "Patagonian depressions" in post-Querandine time, and excavated in the lowest part of the local valley, with a pre-existing stream.

INTRODUCCION

El presente trabajo, nace por sugerencia del Subdirector de Recursos Naturales del Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, Dr. Pedro J. Zucchi, quien alarmado por los problemas hídras que afronta la laguna de San Miguel del Monte, motivados

por frecuentes sequías, causales entre otras de la parcial desecación del espejo lagunar, me propuso la realización de un estudio geológico que incluyera consideraciones sobre la recuperación y mantenimiento de dicho ambiente léntico de la pampasia meridional.

El cuerpo lagunar aquí descrito, corresponde aproximadamente al lago de tercer orden de los limnólogos norteamericanos, dado que no posee estratificación térmica permanente o también podría ser equivalente, aunque sólo en parte, al "permanent pond" de la región Neártica.

Sin embargo esta laguna pampásica tiene sus peculiaridades dado que no tiene un largo como predecesor, sino que es una cubeta de deflacción, excavada en tiempo Postquerandino, en un cauce fluvial pre-existente. Su génesis estaría relacionada con los cambios climáticos acaecidos al final del Cuaternario.

Laguna de San Miguel del Monte (fig.1)

Situada en la llanura pampeana, en la porción Noreste de la Provincia de Buenos Aires, en el límite entre la Pampa deprimida y la Pampa ondulada. A 110 km al S.O. de la ciudad de Buenos Aires y 98 km al O.S.O. de la ciudad de La Plata, siendo las coordenadas geográficas para el centro de la laguna de lat. $35^{\circ} 27' 30''$ S y long. $58^{\circ} 48'$ O. de G.

En sus márgenes se asienta la localidad homónima, cabecera del Partido de Monte, distinguida por importantes actividades agrícolas-ganaderas, industriales así como socio-culturales y deportivas.

CLIMA

La región se caracteriza por un clima templado húmedo, con una temperatura media anual de $15,7^{\circ}$ C, para el período 1951-60. Siendo el mes más frío junio, con $8,8^{\circ}$ C de media, y enero el mes más caluroso con $23,7^{\circ}$ C de media para el mismo período de registro.

Las temperaturas máximas y mínimas absolutas no han sido registradas en la zona. Para la localidad de Las Flores, 70 km al S.O. de Monte, con condiciones de altitud y clima semejantes, se ha registrado en el período 1941-60 una máxima absoluta de $43,3^{\circ}$ C para el mes de enero y una mínima de $-7,3^{\circ}$ C en el mes de junio.

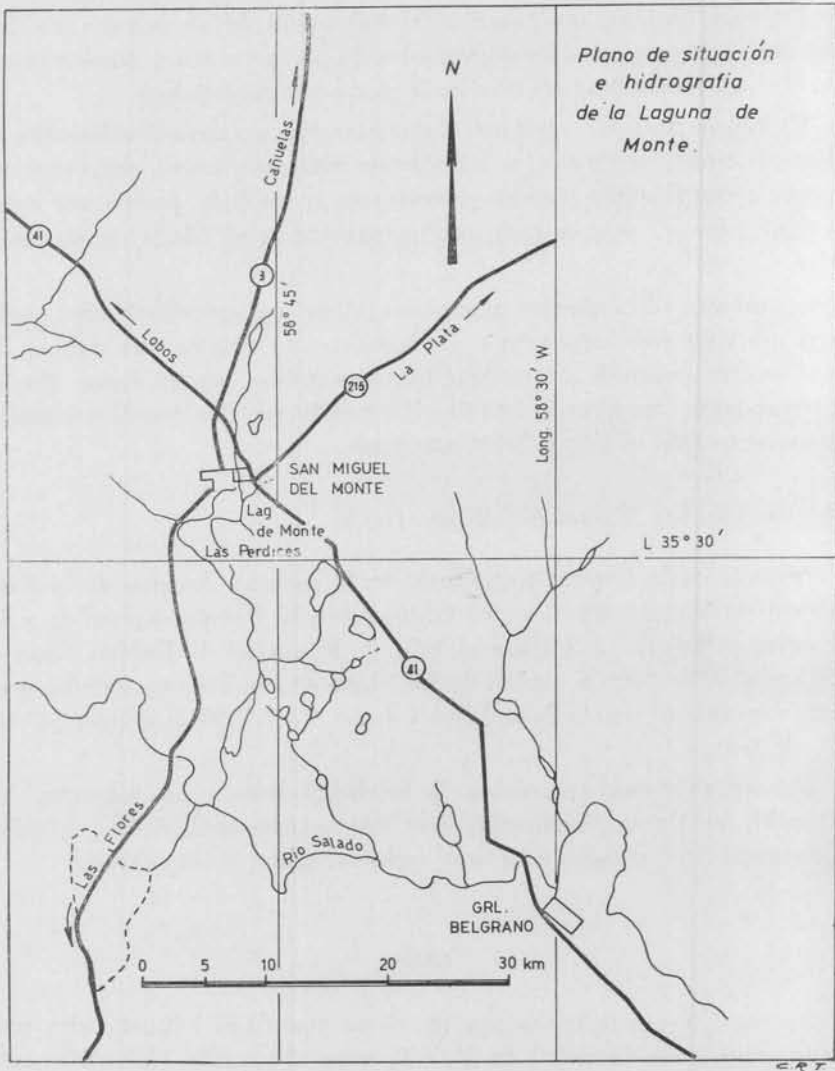


Figura 1

El promedio de heladas anuales es de veinte para los años 1941-60. Estas son frecuentes desde mayo hasta octubre, siendo los meses con el mayor número de días con heladas, julio y agosto.

Las precipitaciones pluviales son abundantes, siendo los meses más lluviosos, normalmente los del verano, con 30,2 % del total de las precipitaciones; mientras que la época más seca es el invierno con solo 18 % de las precipitaciones anuales. La precipitación media anual aunque bastante bien distribuida, es errática según los años. Así tenemos períodos como el de 1928-37, en cuyo lapso llovió 861 mm anuales o el período 1951-60 en el que tenemos un registro pluviométrico de 934 mm anuales, mientras que 1970 aparece como año de sequía y luego el verano 1970-71 como de intensas precipitaciones y posteriormente el resto del año 1971 y luego 1972, hasta junio como de sequía grave. El promedio de días con precipitaciones mayores a 3 mm es de 82 para los años 1951-1960.

La humedad relativa ambiente para la región es alta, con media anual del 74 %, causada en gran parte por los vientos predominantes en la región, cargados de humedad, que son del sector Norte, Noreste y Sudeste.

BALANCE HIDROLOGICO DE LA REGION

El estudio hidrológico de una región, así como de una laguna, implica el conocimiento del ciclo hidrológico de sus cuencas. El ciclo del agua toma la forma de balance hídrico según la siguientes ecuación generalizada:

$$P = Er + Es + I$$

en donde, P = precipitación; Er = evaporación real; Es = escurrimiento superficial e I = infiltración.

Todos estos elementos pueden ser dimensionados con la misma unidad: espesor de lámina de agua, expresado en milímetros.

De todos los parámetros del balance de agua, el único auténticamente conocido es la precipitación. Los datos de escurrimiento serán bien aplicados si se usan dentro de una cuenca hidrológica bien conocida. La evapotranspiración se calcula mediante fórmulas empíricas y la infiltración es el parámetro más delicado a determinar.

En este trabajo se determinará el balance hídrico de la región de Monte, por cálculo de la evapotranspiración, mediante las fórmulas de

Ture, L. (1954) y Thornthwaite y Mather (1955), con datos pluviométricos extraídos de las "estadísticas climatológicas" del Servicio Meteorológico Nacional, y temperaturas determinadas por interpolación entre las estaciones meteorológicas: Las Flores, Mercedes y La Plata.

Ture, expresa la evapotranspiración real en mm/año, según la siguiente ecuación:

$$Er = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

siendo L el poder evaporante de la atmósfera, expresado como $L = 300 + 25T + 0,05 T^3$, y T la temperatura media anual del aire.

Para la región el valor del poder evaporante de la atmósfera o evapotranspiración potencial (E_p), según la fórmula anterior es de 886 mm/año. Es importante destacar que la E_p es función de la disponibilidad de agua; mientras haya existencia, será $E_p = E_r$; sin embargo en las áreas continentales la intensidad de evaporación depende de las reservas de agua del suelo, de la vegetación que lo cubre, de la profundidad de las raíces, de las condiciones físicas del aire cercano al suelo y de la textura y estructura del suelo.

Sin embargo los valores del poder evaporante de la atmósfera o E_p y la evaporación real, se igualan en el caso de cuerpos de agua. Esta situación se mantiene mientras que haya un espejo de agua que aporte vapor a la atmósfera. Si el cuerpo es desecado, la evaporación se restringe a las reservas de agua que saturan las paredes y el fondo de la cubeta. Si estas reservas disminuyen, debido a que el fondo del cuerpo de agua no se conecta con la capa freática por descenso de ésta, puede llegar un momento en que la evaporación real es cero, si no se restablecen las reservas debido a la precipitación.

Es de esta manera que la laguna de Monte pierde gran parte de su volumen. De ese modo si consideramos una superficie evaporante de 655,4 ha, o sea la superficie normal del espejo de la laguna tenemos un volumen evaporado de 5.807.000 m³ según la fórmula de Thornthwaite o 5.430.000 m³, según Ture.

Si consideramos el volumen de la laguna para la profundidad media de 1,30 metros, es decir el nivel normal, tendremos un volumen retenido de 8.500.000 m³ = 8,5 Hm³; se deduce luego que el gasto por evaporación representa 70 % ó 64 %, según se utilice una

u otra fórmula. De cualquier modo es importante notar que la pérdida por evaporación de esta laguna representa $\frac{2}{3}$ de su volumen total.

Si consideramos el período 1951-60 con una precipitación media anual de 934 mm tenemos un balance levemente positivo en lo que a la laguna concierne, ya que el escurrimiento superficial más la infiltración implica un gasto de 106 mm/año según Thornthwaite:

$$\begin{aligned} P - E_p &= I + E_s \\ 934 - 828 &= 106 \text{ mm/año} \\ \text{o } 934 - 886 &= 48 \text{ mm/año según Turc} \end{aligned}$$

Para el balance de la región en el mismo período tenemos:

$$\begin{aligned} P - E_r &= I + E_s \\ 934 - 826 &= 108 \text{ mm/año (Thornthwaite)} \\ 934 - 660 &= 274 \text{ mm/año (Turc)} \end{aligned}$$

Debido a la falta de datos, especialmente sobre escurrimiento superficial se hace difícil separar ambos valores (I y E_s). Sin embargo por semejanza con otras regiones geomorfológicas y para una pendiente del 0,035 %, se estima que el escurrimiento superficial tiene un coeficiente 0,10, lo que significa que un 10 % de las precipitaciones son drenadas. El excedente atribuible a la infiltración o sea la recarga de los acuíferos será de 15 mm/año o 181 mm/año según el método usado. Es notorio que el sistema de Turc no es aplicable para esta región, porque si no fuese así los cuerpos de agua estarían siempre colmados.

Para el período 1928-37 con precipitación media anual de 861 mm, la evaporación sobre el espejo de agua deja sólo un excedente de 39 mm/año que se debería repartir entre escurrimiento hacia la laguna Las Perdices y la infiltración por las paredes y el fondo, dando lugar a un balance negativo. Esto significa que en años con precipitaciones menores a 860 mm la laguna tiene tendencia a la desecación, tal como se ha visto en la última sequía.

En los cálculos anteriores se ha utilizado el método de Thornthwaite basado en observaciones con lisímetros y que permite calcular evapotranspiración potencial en función de la temperatura media mensual y de la duración del día.

$$E_p = 16 \left(10 \frac{T}{I} \right)^a$$

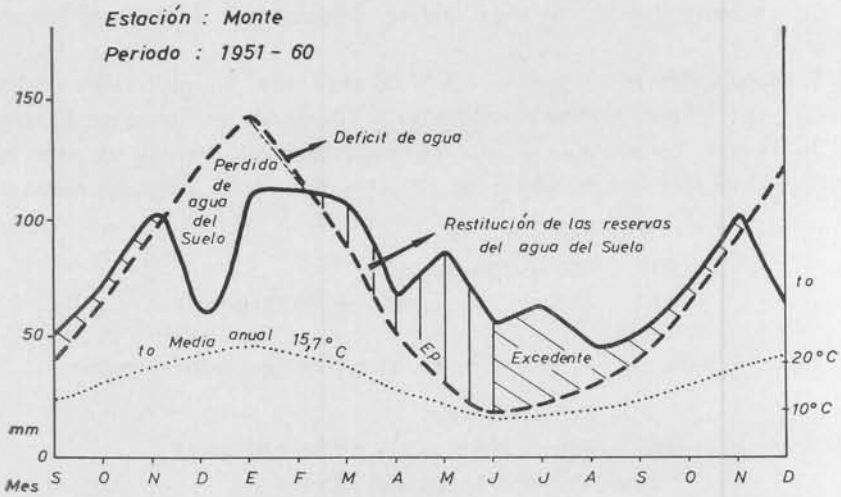


Gráfico 1. — Balance hídrico, método de Thornthwaite

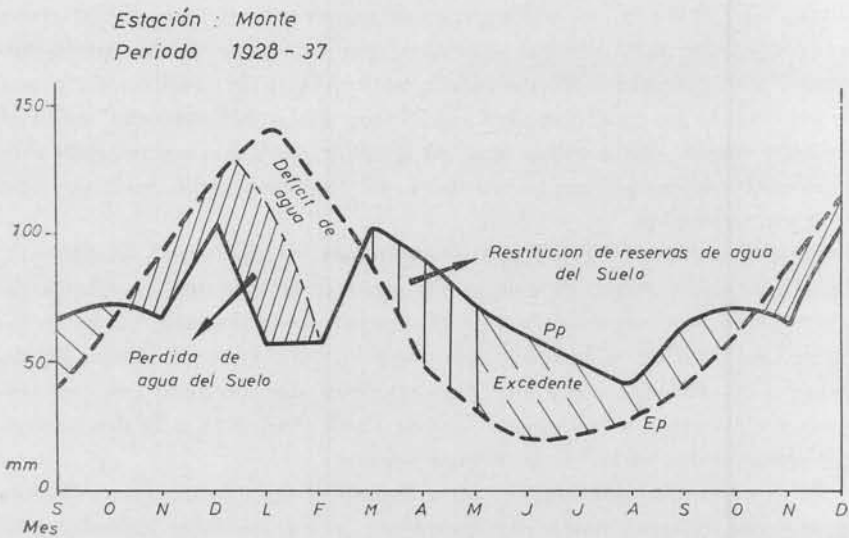


Gráfico 2. — Balance hídrico, método de Thornthwaite

**Balance hídrico, expresado en milímetros de balance mensual medio;
calculado por el método de Thornthwaite (1955)**

Meses	P	Ep	P-Ep	V	Al	Er	Ex	Df
Localidad : <i>Monte</i> , Lat. 35°26' S y Long. 58°48' W de G. Altitud : 22 msnm ; temperatura media : 15,7°C. Período 1951-60								
Enero	111	142	-31	-31	5	142	0	0
Febrero	111	118	- 7	- 5	0	116	0	2
Marzo	104	90	14	14	14	90	0	0
Abril	67	49	18	18	32	49	0	0
Mayo	87	33	54	54	86	33	0	0
Junio	58	20	38	14	100	20	24	0
Julio	64	23	41	—	100	23	41	0
Agosto	46	28	18	—	100	28	18	0
Setiembre	52	41	11	—	100	41	11	0
Octubre	72	66	6	—	100	66	6	0
Noviembre	102	94	8	—	100	94	8	0
Diciembre	60	124	-64	-64	36	124	0	0
Año	934	828	106			826	108	2

Localidad : *Monte*, precipitaciones período 1928-37, temperatura período 1951-60.

Enero	57	142	-85	-55	0	112	0	30
Febrero	57	118	-61	—	0	57	0	61
Marzo	103	90	13	13	13	90	0	0
Abril	96	49	47	47	60	49	0	0
Mayo	73	33	40	40	100	33	0	0
Junio	62	20	42	—	100	20	42	0
Julio	54	23	31	—	100	23	31	0
Agosto	44	28	16	—	100	28	16	0
Setiembre	68	41	27	—	100	41	27	0
Octubre	74	66	8	—	100	66	8	0
Noviembre	68	94	-26	-26	74	94	0	0
Diciembre	105	124	-19	-19	55	124	0	0
Año	861	828	33			737	124	91

Referencias : P, precipitación ; Ep, evapotranspiración potencial ; V, variación de las reservas de agua del suelo ; Al, almacenaje de agua útil, con saturación = 100 mm ; Er, evapotranspiración real ; Ex, excedente de agua ; Df, déficit de agua, Ep-Er.

donde I es el índice calórico anual, suma de los valores mensuales, $i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$, (a) es un exponente empírico que varía en función de la temperatura: $a = 6,75 \times 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \times 10^{-5} \cdot I^2 + 1,79 \times 10^{-2} \cdot I + 0,49239$.

Finalmente la E_p se ajusta por resplandor solar según la latitud y la duración del día.

El balance hídrico obtenido por este medio funciona bastante bien en la región pampeana, por ello hemos considerado dos períodos distintos (ver gráficos) que nos señalan el delicado equilibrio que se rompe como consecuencia de la disminución de las precipitaciones.

Los gráficos señalan que la falta de agua se hace sentir exclusivamente en los meses de verano debido a la fuerte evapotranspiración. Sin embargo ya en noviembre el brusco aumento de temperatura trae aparejado un fuerte aumento de la evapotranspiración; en diciembre sigue en aumento la temperatura y la evaporación, disminuyendo a la par las reservas de agua al 75 % de su capacidad de campo. En enero con el máximo de temperatura y evaporación se anulan las reservas de agua del suelo dando lugar al déficit agrícola durante el mes de febrero. Esto crea un área de insaturación en el suelo aproximadamente del 50 % de su capacidad de campo, que corresponde en líneas generales al 0 % de agua útil en el suelo (sequía condicional). Durante el mes de marzo se restablece el almacenaje, dando lugar en el mes de junio a un excedente que no sólo satura el suelo y alimenta a la freática, sino que permite el incremento del volumen de los cuerpos límnicos de esta región.

GEOMORFOLOGIA

El complejo lagunar Monte-Las Perdices, está situado en el fondo de un suave valle, totalmente desdibujado, de cota aproximada 16 msnm, de rumbo S.O. - N.E., que al sur de estas lagunas tuerce al S. E., Este valle tiene unos 20 km de ancho y está limitado por la cota de 27 msnm, divisoria de aguas de esta cuenca.

Al Norte de Monte, el valle se cierra paulatinamente, hasta perderse en la suave planicie en el centro del Partido de Cañuelas. Esta planicie es divisoria de aguas con el sistema del Plata. Hacia el Sur el valle se ensancha hasta desaparecer. En este tramo contiene otros cuerpos de agua, algunos en estado distrófico tales como la laguna

Santa Rosa o La Encadenada y otras hoy prácticamente segadas, aunque en épocas de crecientes con libre comunicación con el río Salado, mediante el arroyo Los Cerrillos.

La región aquí estudiada se sitúa casi en el borde de la "Pampa deprimida" (Frenguelli J., 1950), con la ondulada. El relieve es llano, con declives muy poco marcados. El suave declive del terreno perjudica el drenaje, de modo tal que a pesar del clima húmedo caracterizado por precipitaciones del orden de los 900 mm/año, la red hidrográfica presenta aspectos de drenaje de tipo semidesértico y hasta llega a comportarse como una cuenca endorreica.

Como ejemplo se destaca que el sistema lagunar de la región rara vez se integra a la red hidrográfica del Río Salado y sólo en épocas de crecientes y esto no es a consecuencia del clima, si no de la insuficiente pendiente regional. La inclinación de los cauces es tan débil que fuera de las crecientes el agua precipitada en la comarca se agota por evapotranspiración e infiltración y rara vez llega al eje principal de drenaje.

Al mismo tiempo, la evaporación concentra las sales que van salinizando paulatinamente los suelos, creando típicos suelos halomórficos como el Solonetz, caracterizado por elevado tenor de sodio en su complejo de intercambio. Así mismo la evaporación sin drenaje saliniza los cuerpos de agua así como el acuífero.

La concentración salina de una laguna puede ser consecuencia de la salinidad de los sedimentos en que está excavada o contenida (ej.: Lag. Salada Grande, Gral. Lavalle) o a consecuencia de la salinidad del agua. Esta última se puede deber a concentración por bajo escurrimiento dado por la baja pendiente regional y sujeta a fenómenos de evaporación o por impermeabilización de la cubeta por sus propios sedimentos, en cuyo caso se comporta como un estanque.

La laguna de Monte pertenece al tipo anteriormente señalado como de concentración por un mal drenaje. Este fenómeno de falta de circulación continua se acentúa por el lavado de suelos en períodos de lluvias y que en última instancia engrosan los sedimentos de fondo de la laguna.

Esta laguna, como otras de la región pampeana, está ligada al régimen freático de la zona, evidenciado por el nivel freático que acompaña al nivel del espejo de agua; en otras palabras, la laguna oscila de la misma manera que la superficie freática, salvo las diferencias de permeabilidad de ambos medios.

El estudio sedimentológico de las muestras lagunares no ha evidenciado una mayor impermeabilización de la cubeta, lo que significa que el descenso de la capa freática producirá un descenso del nivel de la laguna (no olvidar que estas lagunas no son otra cosa que superficies freáticas al descubierto).

Este hecho se irá acentuando paulatinamente a consecuencia del mayor uso del agua freática por aumento de población rural, del turismo y de la industrialización. Todos los factores mencionados determinan y determinarán un incremento en la explotación del agua freática mediante perforaciones, lo que acelerará el descenso de la capa freática, así como su eventual agotamiento o salinización.

Por este motivo se ha llegado a causar la sequía total de muchas de estas cubetas poco profundas en forma indirecta por agotamiento.

Es importante destacar también los efectos que sobre la geomorfología de esta zona han producido las obras de construcción de los ferrocarriles, terraplenes de caminos y los canales de desagüe.

Estas obras han actuado y actúan como si fuesen diques, en algunas partes represan el drenaje, en otras concentran el escurrimiento (cunetas).

El parámetro morfogenético más afectado es el escurrimiento superficial; de ahí que para la laguna de Monte la construcción de la Ruta Provincial N° 41 ha significado cortar por el medio su cuenca de aporte superficial en el sector al Norte y Noreste de la laguna. El más perjudicado ha sido el arroyo Totoral, ya que el terraplenado que sufre su curso así como su cuenca de aporte lo han transformado en algunos sectores en un pantano de 500 a 700 m de ancho.

La modificación del escurrimiento también ha traído ciertos cambios del nivel freático debido a que los bordes de los terraplenes y su cuneta son o pueden ser áreas de descarga para el agua freática.

MORFOLOGIA DE LA LAGUNA

La laguna de Monte está contenida en una cubeta chata, cerrada en la cota de 20 msnm y sin mayores relieves en su fondo; de contorno semicircular a excepción del extremo N.E. Posee un largo máximo de 3.940 m en sentido S.O. - N.E., el ancho medio es de 1.690 m. La superficie de la laguna es de 6.550.000 m² o sea 655,4 Ha y su volumen para una profundidad media de 1,30 m es de 8.520.000 m³, es decir, 8,52 Hm³. La mayor profundidad normalmente no supera

a 1,70 m estando el fondo aproximadamente en la cota 16 msnm. En caso de creciente la laguna puede retener un volumen de 13,8 Hm³ con una profundidad media de 2,19 y una máxima de 2,50 sin variar sustancialmente el área del espejo lagunar. Esta circunstancia está determinada por el tipo de costas que posee este cuerpo léntico. La costa en su totalidad es alta y barrancosa, según la evidencia de la fotografía aérea. Sin embargo hay sectores en que la barranca se aparta bastante de la costa, quedando a veces aislada, sin conexión con la laguna, tal como al Nordeste de ésta, donde la impresión es de una costa baja e inundable, pero no es así, ya que es una porción de la laguna segada por los aportes del arroyo Totoral, así como por la construcción de terraplenes que han alterado el proceso de escurrimiento superficial.

La longitud de línea de costa o perímetro lagunar es de 12.800 m, de los cuales el 82 % o sea 9.900 m corresponde a costa en directa conexión con la laguna. El 33,2 % del perímetro se halla en zona urbanizada. Los sectores de costas más altas se sitúan al Este y al Sud de la laguna. Al Este la barranca alcanza más de 3 m de altura. Los sectores de barrancas menos elevadas se hallan al N.O. y N. Al Oeste la barranca está totalmente oculta por la urbanización.

Las hidrófitas en la laguna cubren normalmente un área de 150 Ha o sea un 26 % de la superficie total. Esta superficie es frecuentemente alterada por continuos segados de estas plantas acuáticas: entre las que se destacan el junco "*Scirpus californicus*" y la cola de zorro "*Ceratophyllum demersum*".

La variación de la superficie cubierta por juncuales es notoria, ya que la fotografía aérea de la laguna muestra el área antes señalada de 150 Ha, mientras que la estima para el verano de 1972 era de 50-60 Ha.

Las hidrófitas forman anillos marginales en la laguna, en coincidencia con los lugares más playos o sea, donde ha tenido lugar una mayor sedimentación y en donde el depósito de fango en parte orgánico es más potente.

Los sectores más afectados son las costas Noreste y Sud y la desembocadura del arroyo Totoral, que está totalmente tarquinada.

En la última bajante se observó que el agua se hallaba a 65 m del murallón, en el sector Norte de la laguna; ahora, este fenómeno aparentemente aislado, se viene repitiendo en los últimos tiempos evidenciado por el borde lagunar edafizado, ya que en ninguna parte el

agua llega aún a nivel normal hasta el borde de la barranca, quedando aproximadamente 20 m hasta dicho borde. La orilla nueva está caracterizada por una pequeña entalladura (knick) observable en los lugares donde los sedimentos de la cubeta son más duros.

La diferencia de perímetro entre el borde costero antiguo o borde de barranca al borde actual, sólo traspasado en las crecientes representa una superficie de 19 Ha, que ha perdido la laguna en su camino a la distrofia; es decir que la cubeta que contiene a la laguna tiene una superficie de 655,4 Ha, mientras que la laguna a nivel normal sólo tiene 636 Ha, y si no fuese por la compuerta que retiene parte de su volumen sería aún menor.

AFLUENTES Y EMISARIOS

Los afluentes de la laguna son periódicos y sujetos al régimen pluvial y freático de la región.

El principal es el arroyo Totoral, que desemboca en el sector N.E. de la laguna, después de recorrer una extensión de 21,5 Km, con rumbo N.E. - S.O. por una pendiente de 0,035 %.

Nace aproximadamente a la altura del Km 90 de la Ruta Nacional N° 3. Posee en su curso superior un nivel de base transitorio en la "laguna Totoral" de régimen intermitente. Este arroyo colecta mediante su natural cauce o por medio de canalizaciones las aguas de la amplia y chata planicie, sin una definida red hidrográfica, situada en el centro del Partido de Cañuelas y especialmente el sector al N.O. de la localidad de Gobernador Udaondo, F.C.G.R.

El otro afluente de la laguna es un arroyito que desemboca al S.E. de la laguna después de recorrer unos 5 Km en sentido S.E. - N.O. Es poco importante aunque es colector mediante canales de los excedentes pluviales de los campos vecinos.

La laguna de Monte vuelca sus aguas a la laguna Las Perdices, a través de una escotadura que separa ambos cuerpos límnicos.

La libre circulación del agua entre ambas lagunas está impedida por un sistema de compuertas situado en la escotadura, lo que ha traído en consecuencia la aceleración del proceso distrófico de la laguna Las Perdices; permaneciendo actualmente y en períodos de lluvias como un bañado de 0,30-0,40 m de profundidad, en ningún caso considerable como un cuerpo lagunar, debido a su distrofia avanzada, evidenciada por colmatación de cubeta por sedimentos, edafiza-

ción de ciertos sectores entre los juncales y presencia en ellos de vegetación de pradera.

GEOLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA

La región que abarca el presente estudio se asienta en sedimentos relativamente modernos, asignables al Pleistoceno (Cuaternario). Estos sedimentos forman parte de los depósitos del "Pampeano", caracterizado por sedimentación terrígena alóctona de loess, limos y limos loessoides litológicamente homogéneos e integrados fundamentalmente por material volcánico piroclástico, transportado y depositado en primera instancia mediante acción eólica.

La secuencia pampeana, está representada en Monte (según perforaciones) por 44 metros de sedimentos, predominantemente limosos de color castaño rojizo e intercalaciones calcáreas (tosca). En cambio los terrenos asignables al "Post-Pampeano" (¿Holoceno?), se localizan en los sectores más bajos de la región, ocupando el fondo de depresiones, cauces y cuencas excavadas en sedimentos pampeanos, tales como el fondo de la laguna de Monte y de Las Perdices.

El "Bonaerense", que junto al "Ensenadense" forman el "Pampeano" de la zona (¿Pleistoceno medio?), se halla bien desarrollado en esta laguna. Aparece en los sectores más altos de la región, en conexión con antiguas lomadas, constituyendo un continuo y espeso manto, especialmente en dirección a Lobos. Este es un horizonte predominantemente loessico que en algunos lugares llega a tener un espesor de diez metros, tal como en Est. Berra, F.C.G.R., pero en esta laguna no sobrepasa los tres metros de potencia. Se caracteriza por su aspecto homogéneo, la falta de estratificación, su color castaño claro, algo rojizo y su estructura finamente migajosa. Granulométricamente es un limo arenoso, homogéneo, sin mayores variaciones en los distintos muestreos, a lo largo de 8 Km.

Está formado predominantemente por partículas de limo grueso a arena fina (31 a 90 micrones), con poco contenido de arcillas (2,5 - 3,2 %) y un porcentaje de fracción limo entre 68 a 73 %. El contenido en calcáreo de estos sedimentos es exiguo a nulo. Posee en algunos lugares de muestreo nódulos de manganeso, más raramente de CO_3Ca , así como concreciones limoníticas, todas estas estructuras relacionadas con fenómenos de pedogénesis.

La masa friable de este loess, está recorrida por canalículos dejados por raíces de plantas herbáceas, además la ausencia de cemento calcáreo, confiere a esta sedimentita una buena porosidad secundaria. Muestras n° 5, 6, 7, 8 y 10.

La composición mineralógica de esta unidad estratigráfica es sencilla. Prevalecen las trizas irregulares de vidrio volcánico, unas frescas, las otras alteradas y las pastas de roca volcánicas andesíticas y

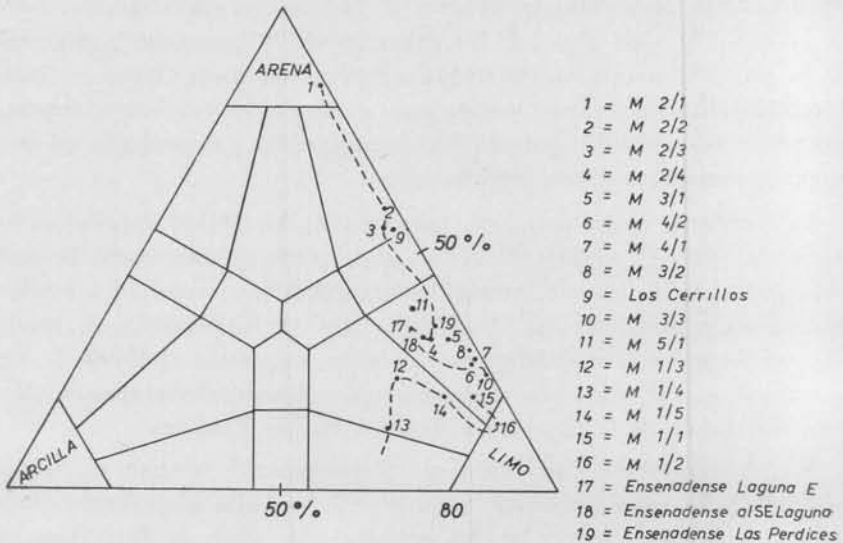


Fig. 2. — Diagrama triangular de composición granulométrica, según Teruggi y Bonorrio (1961), de los sedimentos de la laguna de San Miguel del Monte y áreas de aporte. En línea punteada está marcado el campo de variación de los sedimentos de fondo.

basálticas. Las tablillas de plagioclasas también son abundantes, siendo éstas principalmente de composición andesina básica a la labradorita. En menor proporción se hallan agregados arcillosos y alteritas. El cuarzo es escaso. Entre los mafitos predominan la hornblenda verde, la basáltica y los minerales opacos. El piroxeno tipo augita es escaso.

Al contrario del "Bonaerense", el "Ensenadense" es difícil de ver, ya que sólo aparece con una erosión intensa, tal como la que forma la cubeta de esta laguna, donde lo hallamos formando la base de las barrancas y las playas de los sectores Este y Sud.

En sus afloramientos en la laguna, así como en las perforaciones, se presenta como un limo arenoso de color castaño rojizo, algo más

oscuro que el loess "Bonaerense"; de estructura maciza y portador de concreciones calcáreas y manganíferas. El calcáreo se halla en todos los niveles, aunque predomina hacia abajo, donde llega a formar abundantes vetas. La granulometría es de limo grueso, con un término medio de 57 % de esta fracción clástica. El limo es más abundante en los muestreos de perforación que en los obtenidos en los afloramientos; la proporción de arcillas varía entre 4,4 a 9,5 % y la arena (nunca mayor de 177 micrones) entre 32 a 36 %.

Mineralógicamente hay mayor variedad que en la secuencia anterior. Predominan entre los minerales livianos (99 %) las pastas de rocas volcánicas, los agregados arcillosos y la plagioclasa. Las trizas de vidrio volcánico están muy subordinadas a diferencia de lo que se observa en el loess Bonaerense; el cuarzo también es escaso. Como mineral autógeno se presenta el yeso, pero exclusivamente en los muestreos provenientes de afloramientos de la laguna. En las perforaciones no aparece este mineral. El origen del yeso estaría relacionado con la presencia de sulfatos en las aguas de la laguna.

Los minerales pesados están representados por hornblenda, variedad verde y castaña, hornblenda basáltica, hipersteno, minerales opacos, augita y epidoto pistacita. Como accesorios aparecen granate, zircón, turmalina, clorita y clinzoicita. Muestras nº 4-17-18 y 19.

La secuencia asignable al "Post Pampeano" en el sentido de Frenquelli, en la zona de San Miguel del Monte, se halla localizada, en los sectores más bajos, ocupando los fondos lagunares y los cauces fluviales. En consecuencia se lo ha muestreado mediante tres perforaciones con sacatestigos en el seno de la laguna de Monte, una perforación en la laguna Las Perdices, otra en el lecho del arroyo Totoral y una última en el sector costero más bajo, al Noroeste de la laguna, en las inmediaciones de la desembocadura del arroyo Totoral.

Con esta información, se han realizado dos perfiles estratigráficos y se ha determinado una secuencia de unos 3 metros de espesor de sedimentos postpampeanos. Uno al Norte de la laguna, en la desembocadura del arroyo Totoral, formado por las siguientes unidades, de abajo hacia arriba; Fig. nº 3.

Entre -3,0 a -2,5 m de profundidad un limo de color castaño rojizo claro, apenas arcillo-arenoso, con 68,8 % de fracción limo, 11,5 % de fracción arcilla y el resto de arena fina, sin tosquillas o nódulos; con muy poco carbonato, así como materia orgánica. Posiblemente sea Bonaerense retrabajado en tiempo Lujanense. Muestra nº 14.

Encima, entre $-2,5$ a $-0,7$ m de profundidad un limo color verde grisáceo con tosquillas de tamaño arena gruesa a grava fina, que aumentan en cantidad hacia arriba. Así mismo, la granulometría varía de abajo hacia arriba; abajo es un limo arcilloso que paulatinamente va pasando a limo arcilloso arenoso. Muestras n^o 12 y 13.

Los restos orgánicos de estos sedimentos nos señalan la presencia, en los niveles inferiores, de caparazones de moluscos, ostrácodos y sobre todo de foraminíferos, estos últimos abundantes y de formas muy diversas. Hacia arriba desaparece la fauna de foraminíferos y sólo se hallan restos de gasterópodos: *Littoridina parchappei*, *L. aus-*

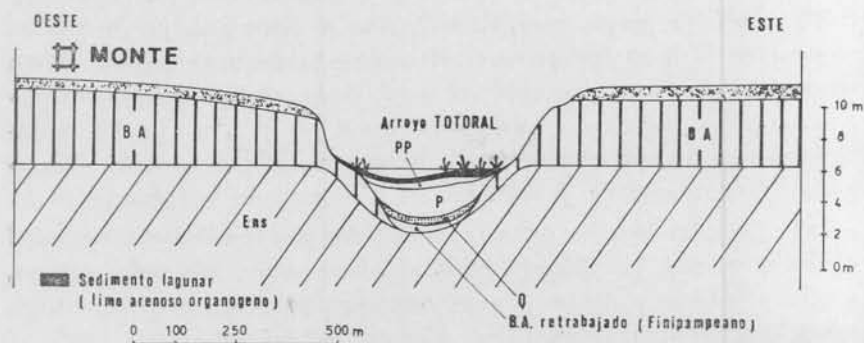


Fig. 3. — Perfil geológico del Arroyo Totoral en su desembocadura, en la Laguna de Monte

tralis y otra especie asignable a este género; *Succinea meridionalis* y gametangios femeninos de algas characeas.

La presencia de foraminíferos nos permite correlacionar la porción inferior de esta secuencia, con los sedimentos marinos del Querandínense, que afloran en las barrancas del río Salado en Gorchs y estarían indicando un viejo canal de marea de la ingresión mencionada.

El resto de la secuencia color verdoso, está formada por sedimentos postquerandínenses, depositados en condiciones palustres, tal como lo indica la presencia de restos de organismos acuáticos presentes en ella.

Entre $-0,7$ a $-0,2$ m, se encuentra un limo (80,6 % de esta fracción) friable de color grisáceo con tosquillas con muchos restos de gasterópodos muy fragmentados (¿Post-Platense?). Muestra n^o 16.

Cierra la secuencia hacia arriba un limo algo arenoso con mucha materia orgánica y restos de toscas. Este sedimento forma el lecho del arroyo Totoral. Muestra n^o 15.

El segundo perfil geológico es de Norte a Sur, en el sector centro-oeste de la laguna, siendo la secuencia, de abajo hacia arriba la siguiente; Fig. nº 4:

Aproximadamente a $-3,2$ m de profundidad, limo arenoso color castaño rojizo, compacto con tosea, muy duro de perforar; sin carbonato pulverento en su masa; la fracción pelítica recubre invariablemente a los clastos mayores. Sin restos de organismos en las muestras. Posición estratigráfica asignable: Ensenadense. Muestra nº 4.

Por encima, $2,3$ a $2,5$ m (de $-3,2$ a $-0,7$ m) de sedimentos friables areno-limosos a limo arena, de color pardo claro algo rojizo, con abundantes tosquillas y nódulos calcáreos retenidos en el tamiz de 2 mm y fracciones aún mayores. Posiblemente sean estos sedimentos, aunque parcialmente, Ensenadense y/o Bonaerense redepositados.

Pero también se podría relacionar su origen con los montículos loésicos de edad Platense, que se levantan a 20 Km al Sudoeste de Monte, en las inmediaciones del río Salado, en la región de la estancia "Los Cerrillos".

Estos médanos loésicos que se elevan sobre la margen derecha de muchos ambientes lagunares de la Pampa deprimida y que en la zona del arroyo Los Cerrillos forma pequeños cordones medianosos, sedimentológicamente son semejantes a los sedimentos del fondo de la laguna de Monte y desarrollados entre $-3,0$ y $-0,7$ m.

Sin embargo es importante destacar que esta secuencia ha tenido deposición subácua, evidenciada por la presencia de abundantes restos de caparzones de gasterópodos, en parte enteros y otros fragmentados. Entre ellos se ha determinado la presencia de *Littoridina parchappei*, *Succinea meridionalis* y una *Littoridina* sp, que no es asignable a la especie anteriormente mencionada. Así mismo se han hallado abundantes gametangios femeninos de Charophyta, que desde ya son indicadores de un ambiente ácuo alcalino. Cabe preguntarse, si estos sedimentos son coetáneos con la deposición de los montículos loésicos o producto de la destrucción de ellos. Muestras nº 3 y 9.

Por encima $0,4$ a $0,5$ m (hasta $-0,3$ m de profundidad) de arena limosa friable, color pardo claro a verde grisáceo, con abundantes módulos calcáreos, así como rodados de tosea de tamaño arena gruesa a grava fina, con muy pocos restos de moluscos indeterminables, no así en la desembocadura de los arroyos, donde abunda la *Littoridina parchappei*. Además la granulometría de estas muestras varía mucho de los sectores lagunares a las desembocaduras.

En los primeros la arena (nunca mayor de 0,25 mm) forma el 55,2 %, mientras que en los segundos predomina el limo con 80,6 %. Estos sedimentos aunque semejantes granulométricamente a los anteriores, varían notablemente en la coloración, que mucho más grisácea en estos últimos.

Este nivel nos estaría indicando condiciones de clima más seco, donde la laguna habría funcionado en forma deficiente, como lo señalan los exiguos restos de organismos palustres presentes en ella, que además están totalmente fragmentados, indicándonos condiciones

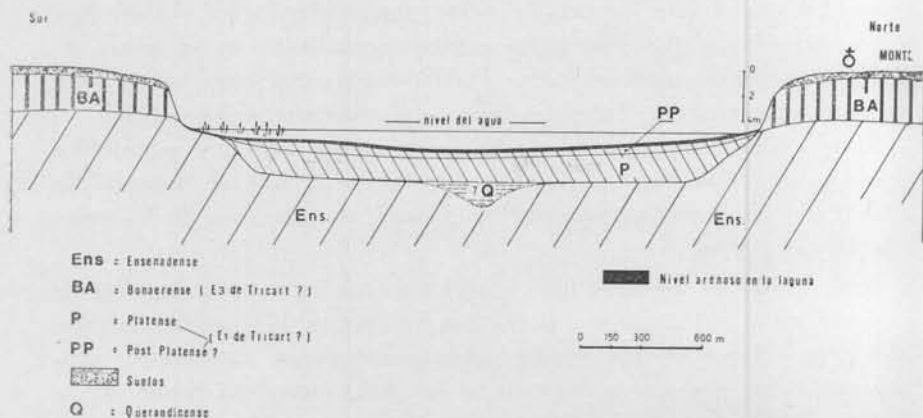


Fig. 4. — Perfil geológico de la Laguna de Monte

morfodinámicas intensas. Esta secuencia podría ser asignable al tiempo Post-Platense. Muestra N° 2.

Cerrando la sedimentación lagunar se hallan unos 0,3 m de arena muy fina, algo limosa, con mucha materia orgánica y muy poco carbonato de calcio y un color dentro de la gama del pardo claro, con abundantes restos de gasterópodos asignables a *Littoridina sp.* y ostrácodos. Muestra n° 1.

En las muestras de este nivel, la arena representa el 80 % del total, el limo el 15 % y la fracción arcilla sólo el 1 %. Dentro de la fracción arena predomina la retenida en el tamiz de 62 micrones con 50,6 % sobre el total, en segundo término se halla la fracción de 38 micrones con 28,8 %.

La mineralogía es sencilla. En las fracciones mayores (250 y 177 micrones) prevalecen los agregados arcillosos. En las fracciones 125 y 38 micrones, las trizas de vidrio volcánico incoloro constituyen

hasta 55 % de ellas. Subordinadas aparecen las pastas de rocas volcánicas y las alteritas de minerales livianos. Los minerales pesados no se encuentran en estas fracciones.

En la fracción de 62 micrones, predomina la plagioclasa (40 %), siendo el vidrio volcánico muy subordinado (hasta 10 %). Las plagioclasas reconocidas son oligoclasa, andesina básica y labradorita, todas ellas macladas según la ley de albita, también se encuentra plagioclasa zonada.

Otros feldespatos presentes son el microclino y la ortoclasa muy sucia. El cuarzo subredondeado a redondeado es escaso y presenta inclusiones aciculares de apatita. También entre los minerales livianos se hallan pastas de rocas volcánicas andesíticas y agregados arcillosos.

Los minerales pesados forman en esta fracción un 2 % del total, siendo el más abundante la hornblenda verde y la castaña. La hornblenda basáltica es escasa. La augita se presenta en forma prismática, algo redondeada y como accesoria se halla muscovita, biotita y clorita.

Esta arena es de indudable origen eólico y no sólo cubre el fondo de la cubeta, sino también forma la totalidad de las playas al Noroeste y Oeste de la laguna. Así mismo es un componente normal de los suelos de la región, aunque no guarde las mismas características de las de la laguna, debido a los fenómenos pedogenéticos que las afectan.

El origen de las arenas estaría ligado a la destrucción de algunas de las formas del relieve Post-Pampeano, mediante deflación eólica en tiempo muy reciente.

La procedencia del material es dudosa; se podría pensar que se originó en la zona de relieve de deflación-acumulación arenoso situado a lo largo del río Salado, en el Partido de Roque Pérez, así como del arroyo Saladillo, en el partido homónimo, y transportado por vientos predominantes del sector Sudoeste a Oeste.

Aparte de estos sedimentos arenosos, que cubren la mayor parte del fondo lagunar, también se encuentran sectores con lecho limo arcillo arenoso y limo arcilloso, que forman fangos organógenos, estrechamente relacionados con el anillo de plantas acuáticas emergentes (juncales) de la laguna. Así mismo en algunos lugares se encuentra fondo de "toscas", recubierto por sedimentos limo arenosos, tal como se observa en las cercanías de la costa Este. Además el material limo arenoso se encuentra localizado en la porción Noreste de la laguna, en

conexión con la desembocadura del arroyo Totoral, donde entre los juncales este depósito llega a formar un horizonte de cierta potencia, integrado por sedimentos color pardo claro con 55 % de fracción limo grueso, 38 % de arena muy fina y un 7 % de arcillas. El material de este depósito debe estar constituido por sedimentos re TRABAJADOS pertenecientes a la secuencia pampeana, que aflora en las barranquitas del arroyo Totoral.

Esta síntesis estratigráfica para la laguna, nos señala claramente la presencia de sedimentación querandina, en la base del arroyo Totoral, en cambio estos sedimentos no aparecen en el fondo de la laguna, no porque ellos falten, si no que el muestreo espaciado no ha permitido detectarlos, posiblemente los mismos son de poca distribución horizontal, tal como en un cauce fluvial. Consecuentemente me inclino a pensar, que las aguas de la ingresión querandina llegaban hasta Monte, como una lengua o como un canal de marea, pero en cualquier caso mediante un cauce fluvial preexistente, excavado en el "Ensenadense" y/o "Bonaerense" subyacentes.

SUELOS DE LA REGION

Son suelos de llanura alta, desarrollados en condiciones de mal drenaje, lo que ha determinado la planosolización del loess y limo pampeano.

El suelo típico de los sectores más altos de la región es el Brunizem planosólico formado a expensas de los sedimentos pampeanos. El horizonte superior, de estructura granular fina, rico en materia orgánica y de color gris oscuro a negro es de textura franco limosa. En profundidad pasa a ser plástico y muy arcilloso, con abundantes motas de hierro y manganeso. Abajo el perfil se completa con loess o limos loessoides de textura franco limosa, de color pardo rojizo y con niveles o concreciones calcáreas (tosca).

En los sectores más bajos se desarrolla una asociación entre el Brunizem planosólico y el Solonetz.

Este último caracterizado por el elevado contenido de sodio, que es retenido por adsorción, se vincula con áreas de mal drenaje; por ello su uso agrícola es limitado y sólo podrá ser utilizado cuando se lo provea de suficiente drenaje, que impida que el agua se estacione en estos sectores más bajos.

Además es importante destacar la presencia de un sedimento arenoso fino, diseminado por toda la región, mediante la acción eólica, que en algunos lugares llega a formar un manto de textura franco arenosa, cubriendo la secuencia de suelos desarrollados en los sedimentos pampeanos. Así en la ruta provincial N° 41, al Norte de la rotonda de acceso al pueblo, se desarrollan perfiles netamente arenosos de hasta 0,4 m de espesor. También el mismo sedimento se encuentra en las playas y el fondo de la laguna de San Miguel del Monte.

QUIMICA DEL AGUA

La laguna de San Miguel del Monte es de agua oligohalina mesopoi-quilohalina negativa, con una salinidad media en residuo sólido entre 0,32 y 2,224 gramos por litro y una amplitud de variación anual que excede en menos el límite de la categoría, según el sistema de Venecia, modificado por Ringuelet (1967). La relación Mg/Ca varía de 0,44 a 2,95, mientras que la relación $\frac{Mg + Ca}{Na + K}$ es de 0,07 a 0,3.

El agua es bicarbonatada sódica, hemiclорurada, oligosulfatada a hemisulfatada, oligomagnésica y de pH levemente alcalino. El tenor de fosfatos no excede 1,8 ppm y el de nitratos 1,5 ppm. La materia orgánica expresada en partes por millón de oxígeno consumido oscila normalmente entre 15 y 20 ppm, y la dureza total, expresada como CO₃Ca en grados franceses varía de 6,2 a 11,7° F.

La aptitud del agua de la laguna de Monte para riego está dada por la razón adsorción sodio (RAS) y determinada según el método del laboratorio de Sanidad del Dpto. de Agricultura de los EE.UU. de América, expresado en mEq/l.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

N° Muestra	RAS
385	13
627	27

El RAS nos señala que el agua de la laguna en condiciones normales es medianamente sódica y puede ser utilizada sin riesgos en suelos de buena permeabilidad, pero que puede presentar una apreciable concentración de sodio en suelos de textura fina, en especial en aquellos de pobrísimo drenaje.

Datos comparativos de los analisis químicos

Sobre muestras de agua de : La Laguna de Monte (Expresados en mEq/l)

Laboratorio	Instituto	Limnología	muestra no	Fecha	(Obt.)	pH	Kesiduo sólido mg/l	Alcalinidad total CO_3	CO_2	CO_2H	Cl^-	SO_4	Materia orgánica p.p.m.	Na^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	PO_4P	NO_3	Relación Mg/Ca	Relación $\text{Mg} + \text{Ca} / \text{Na} + \text{K}$
85				10-3-66		7,2	1.080	372	0,3	7,1	4,16	3,2	15	15,1	0,6	1,1	3,1	—	—	2,89	0,27
117				13-5-66		7,2	463	147	0	2,9	1,7	1,2	18	7,3	0,3	0,4	1,0	—	—	2,70	0,18
136				17-6-66		7,2	320	152	0	3,0	1,8	1,0	19	6,3	0,5	0,4	1,2	—	—	2,95	0,24
161				16-9-66		7,0	595	192	0,5	3,4	2,0	1,1	20	6,5	0,4	0,6	1,2	—	—	1,78	0,26
193				4-5-67		8,1	860	286	0	5,7	3,8	2,2	17	10,5	0,6	1,3	1,9	—	—	1,45	0,29
365				5-10-69		7,7	789	156	0	3,1	4,1	2,7	16	10,5	0,6	1,3	1,6	—	—	1,21	0,26
385				5-2-70		9,1	960	369	3,0	4,4	5,9	3,5	18	16,2	0,7	0,7	1,7	—	—	2,37	0,16
413				30-3-70		8,6	1.298	367	1,3	6,0	6,8	3,9	17	15,2	0,7	1,2	1,6	—	—	1,37	0,17
600				12-1-72		7,8	1.552	463	0	9,3	10,4	3,0	42	—	—	1,4	0,6	—	—	0,44	—
627				20-3-72		9,4	2.244	511	2,7	7,5	12,8	6,0	21	27,5	1,6	1,1	0,9	1,8	1,5	0,84	0,07

Datos comparativos de los análisis químicos

Sobre muestras de agua de la Laguna « Las Perdices ». Expresados en mg/l

Laboratorio	Instituto	Limnología	muestra n°	Fecha (Obl.)	pH	Residuo sólido mg/l	Alcalinidad total CO ₃ ⁼	CO ₂ =CO ₂ H ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	Materia orgánica p.p.m.	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	PO ₄ ⁼⁼	NO ₃ ⁻	Relación Mg/Co	Relación Mg + Ca Na + K
96				10-3-66	7,7	1.785	368	2,2	5,2	1,9	18	21,5	0,8	1,0	1,4	—	—	1,38	0,11
120				13-5-66	7,2	463	144	0	2,9	0,8	19	5,6	0,3	0,4	1,1	—	—	2,85	0,26
162				18-9-66	7,2	555	208	0	4,2	1,5	19	9,8	0,4	0,7	1,1	—	—	1,45	0,18
192				4-5-67	7,8	1.152	382	0	7,6	2,9	18	14,9	0,6	1,8	2,7	—	—	1,54	0,29

Sin embargo en períodos de seca, al disminuir el volumen retenido y en consecuencia al aumentar el contenido salino de la laguna por concentración, esta razón se duplica haciendo el agua inapta para el riego.

Así mismo el contenido de sodio residual o razón carbonato de sodio residual (CSR), expresado en mEq/l y definido por la siguiente ecuación:

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3^- + \text{CO}_3\text{H}^-) - (\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$$

nos señala que las aguas que tienen un valor mayor que 2,5 mEq/l son inapropiadas para el riego. Este es el caso de esta laguna, donde tenemos siempre un CSR por encima de 2,5 mEq/l (CSR = 3 - 10). Esto significa que el calcio y el magnesio precipitarán en el suelo y de ese modo crecerá la proporción relativa de sodio en el agua, así como el valor de la razón adsorción sodio. Además el aumento de sodio puede llegar a disminuir la permeabilidad del suelo, ocasionando mayores perjuicios para los cultivos.

De acuerdo a lo anteriormente consignado, sus aguas en condiciones normales son bicarbonatadas sódicas, algo alcalinas y medianamente duras. En períodos de seca, al disminuir el volumen retenido por la cubeta, la consecuente concentración salina determina una mayor alcalinización así como el aumento de la dureza total. Además se produce un fuerte aumento de cloruros y sulfatos, por lo que la laguna se puede clasificar en esa instancia como clorurada sódica, bicarbonatada, hemisulfatada a sulfatada y oligomagnésica.

Las condiciones químicas del agua de la laguna de Monte son semejantes al agua freática linderas a ésta. Las muestras extraídas en las cercanías de este cuerpo límico señalan tenores salinos entre 900 a 3.600 ppm de residuo sólido, que aumenta de Norte a Sur y de Este a Oeste, manteniéndose más o menos constante en el sector al Oeste de la laguna y con tenores entre 500 a 1.500 ppm. Todas estas aguas freáticas son carbonatadas a bicarbonatadas sódicas, levemente duras a muy duras.

Para representar la composición química de las aguas de esta laguna en condiciones normales y en condiciones de franca sequía, así como las aguas de la laguna Las Perdices, se ha utilizado el método de representación gráfica de análisis de agua de Schoeller (pág. 324, 1962), en diagrama semilogarítmico y expresado en mEq/l (Gráfico N° 3). Se adjunta además una planilla comparativa de alguno de los análisis efectuados en la laguna de Monte y Las Perdices.

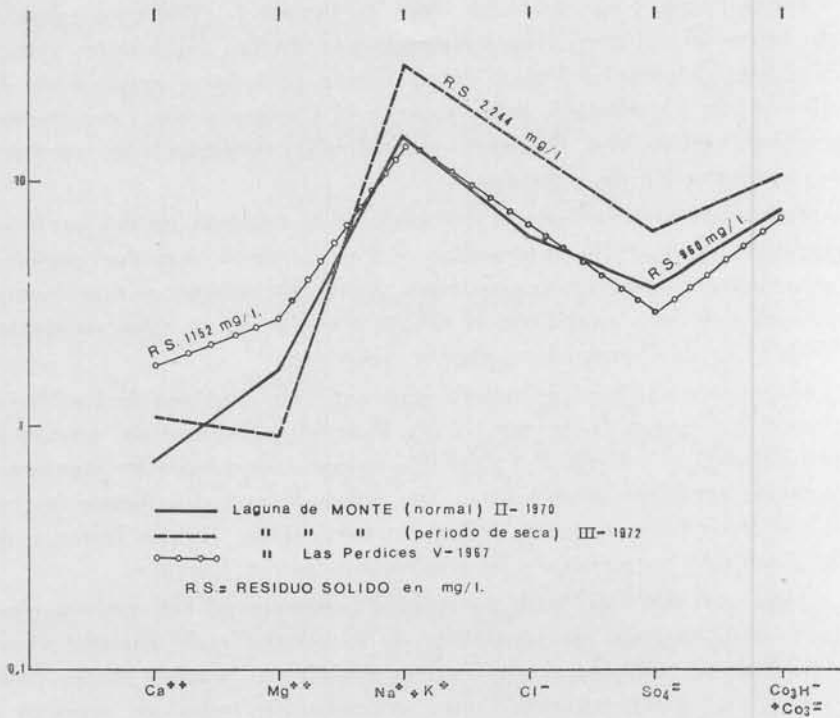


Gráfico 3. — Gráfico comparativo de la composición iónica de la Laguna de Monte a nivel normal; en período de seca y de la Laguna Las Perdices. Método de Schoeller. Expresado en mEq/l.

GENESIS DE LA CUENCA LIMNICA

En Monte, así como en cualquier lugar de la Pampa deprimida, fuera del ambiente litoral atlántico, han actuado y actúan dos tipos dinámicos: el escurrimiento en superficie y el viento.

El trabajo morfogenético que podemos asignar al escurrimiento fluvial es poco importante y este hecho es consecuencia directa de la morfología chata de la región, que con su ínfima pendiente de 35 cm/Km nos señala claramente que el potencial morfogenético del agua es sumamente bajo y por ello el escurrimiento superficial de las aguas no habrá de desarrollar una morfología visible.

Así mismo, la acción eólica en la actualidad es poco intensa y su papel geomórfico poco importante, aunque esta llanura es propicia para generar frecuentes vientos fuertes.

Sin embargo, y siguiendo las ideas de Tricart J. (1968) los cambios climáticos del Cuaternario a consecuencia de las oscilaciones glacio-eustáticas del nivel del mar, determinaron períodos y condiciones de clima árido a semiárido, sobre todo en el Postpampeano, con intensas acciones eólicas, con deflación generalizada, acumulaciones medanosas y excavación de cubetas.

Este autor sostiene que la deflación postpampeana en dos períodos secos alternados (Postquerandino y Postplatense) con dos períodos húmedos durante las transgresiones, donde las cubetas se transformarían en pantanos, explicaría el origen y evolución de estos ambientes lénticos de la Pampa deprimida y ondulada.

Hay cierta similitud de criterio para explicar el origen de los “bajos patagónicos”, tan frecuentes en la Patagonia Extrandina, postulado por Fidalgo F. y Riggi J. C. (1965), quienes consideran los siguientes procesos genéticos intervinientes, en orden de mayor a menor importancia geomórfica: acción eólica, meteorización, lavado laminar de la pendiente, retroceso de la pendiente y acción fluvial.

Algo semejante al “bajo patagónico”, aunque no tan espectacular, es posible observar en el ámbito de la provincia de Buenos Aires. Así tenemos unidades geomórficas que podrían llamarse “bajos pampeanos” o “peripampeanos”, que recuerdan en todos sus aspectos a los de la Patagonia. Por ejemplo esa es la impresión que causa al observador la laguna “Las Encadenadas”, situada en el Partido de Saavedra (no confundir con la laguna Los Chilenos, al S.E. de aquéllas). Este ambiente está integrado por tres cubetas de origen eólico, dos de forma subcircular y la tercera, la mayor de forma elipsoidal; son de escasa profundidad, con un suave perfil de bañera o sartén (wanne o pfanne), con muy poco o ningún espejo de agua; de drenaje arreoico y barrancas muy altas.

Otro ejemplo semejante lo hallamos en la laguna Esquivel al Sur del Partido de Chascomús, e inmediatamente al Norte del río Salado. Esta también es una amplia depresión de probable origen eólico, transformada en una cubeta de muy suave pendiente, con un exiguo espejo de agua al centro; alejado actualmente más de un kilómetro del borde de las barrancas que se levantan con rumbo N.O.-S.E. sobre el llano circundante, dando lugar a una topografía ondulada.

Ringuelet, R. A. (1962) y (1968), sostiene que el origen de las lagunas de la pampasia, obedecen a causas muy diversas. En esos trabajos, dicho autor agrupa de acuerdo a su génesis una amplia

variedad de ambientes límnicos, entre los cuales reconoce a las lagunas formadas en cauces fluviales preexistentes. En otra categoría incluye las lagunas producidas por deflación o excavación eólica.

Sin embargo, aquí, es evidente que estas lagunas son producto de acciones combinadas y siguiendo ese criterio se puede decir que la laguna de San Miguel del Monte, así como Las Perdices, se han originado a partir de cubetas de deflación, en tiempo postquerandino con clima bastante seco, excavado en el Pampeano subyacente y desarrollado en la parte más baja del valle local, a partir de un cauce fluvial preexistente.

La actual cubeta que contiene a este cuerpo límnic, primitivamente debe haber sido una depresión no muy amplia, tal vez longitudinal y de una profundidad de unos diez metros, por cuyo fondo correría el arroyo Totoral, que luego fue ampliado por acciones eólicas e hídricas combinadas, tal como en los "bajos patagónicos".

Posiblemente la acción eólica fue favorecida por la ausencia de una buena cobertura vegetal, especialmente sobre el lecho aluvional del arroyo y el canal fue ensanchado por deflación, y sus orillas excavadas lateralmente en forma de abanico.

Por otra parte, las periódicas crecientes que llenarían la depresión, permitirían a las aguas derramarse en muchos canales, parte de la cual quedaría estancada y sujeta a los fenómenos de evaporación. Las sales contenidas en ellas, al cristalizar disminuyen la coherencia del material que las contiene, actuando como un microlabrado, desmigajando y tornando la superficie pulvurenta, que fácilmente es afectada por la deflación, tal como lo ha demostrado Tricart, J. (1954) en el Delta del Senegal.

En períodos de intensas precipitaciones pluviales, el rol morfodinámico de las aguas es aún más activo, participando en la ampliación de la primitiva cubeta, mediante meteorización, lavado de pendientes y desmoronamiento de barrancas, con el consecuente retroceso de la pendiente.

Esta última acción debe haber sido muy importante y aún hoy se observa este hecho, por el cual la laguna engloba los sedimentos arrancados a las barrancas.

El fenómeno es visible donde la base de las barrancas es constantemente atacada por las olas, lo que produce derrumbes considerables, que al caer son desmenuzadas por las aguas y sus materiales dispersos por la laguna. De ahí, que en la playa, al pie de las barrancas sólo

queden las masas duras de tosca, que son lavadas y desgastadas por el agua, hasta ser reducidas a pequeños fragmentos. Si el proceso continúa la cubeta sigue ampliándose mientras su fondo asciende y finalmente se colmata, quedando un bajo de suave perfil.

Este proceso actualmente es muy raro, ya que ocasionalmente las aguas alcanzan los bordes de barranca, sin embargo, he observado en la laguna de Chascomús, en la Punta Negra, un bloque de varios metros cúbicos, derrumbado al pie de la barranca, desmenuzado lentamente por la acción del oleaje. También es de destacar que este fenómeno sólo afecta a sedimentos relativamente gruesos, mientras que en las arcillas limosas del Querandinense, como las que afloran en la laguna Salada Grande de General Lavalle, no se observa ningún efecto.

DINAMICA ACUATICA

La dinámica acuática actual debe ser diferente de la que prevaleció durante los períodos secos del Cuaternario.

Así la laguna de Monte, prácticamente está colmatada por sedimentos del Platense y Postplatense, de probable origen eólico. Pero actualmente el relleno es principalmente producto de restos vegetales. Este hecho es general para el ambiente pampeano, observándose que la mayoría de las cubetas están actualmente ocupadas por vegetación palustre.

Estas son formas de relieve remanente, pertenecientes a anteriores climas más secos, que originariamente funcionaban tal como los bajos patagónicos, pero con climas más húmedos, darían lugar a amplios espejos de agua, que paulatinamente iban rellenándose, algunos hasta desaparecer. Los que han podido llegar hasta la actualidad o los que se han formado en períodos más recientes, igualmente tienden a desaparecer. Es decir que la mayor parte de ellas están en vías de rellenarse y obliterarse.

No obstante este proceso es bastante lento y la dinámica morfogenética es débil y no permite la llegada de mucho material en suspensión.

Una gran parte del relleno de todas estas depresiones está constituido por comunidades vegetales; así la laguna de Monte está parcialmente invadida por vegetación palustre, mientras que Las Perdices, como otros ambientes lénticos de la Pampa deprimida está totalmente ocupada por vegetación acuática. Sin embargo esta circunstancia es función de la pendiente y de las condiciones hidrológicas de la región.

En casos de lagunas bien drenadas, las comunidades vegetales son poco desarrolladas y se sitúan sólo periféricamente, pero en condiciones de insuficiencia de drenaje, la cubeta es fácilmente ahogada, transformándolo rápidamente en un cuerpo de agua en estado distrófico, tal como le ha sucedido a la laguna Las Perdices, por la anulación de su natural afluente.

RECOMENDACIONES

Estos ambientes lénticos, se han formado debido a las oscilaciones climáticas del Cuaternario, de períodos secos y húmedos y en la actualidad no son más que relictos de climas o condiciones hidrológicas que no coinciden con las actuales y en consecuencia su tendencia evolutiva es hacia la desaparición. Algunas ya están totalmente segadas, otras en vías de extinción por relleno de cubeta o por los limitados aportes hídricos que reciben como consecuencia de escasas y mal distribuidas precipitaciones pluviales, o por cambios en el régimen de aportes superficiales, debido a modificaciones tales como la construcción de terraplenes, que en cierta forma endican las aguas del escurrimiento superficial, no permitiendo o retardando la llegada de ellas a sus cauces naturales.

También es muy importante, la relación que guarda el nivel de la laguna, con el nivel de las aguas freáticas de la región, así tenemos que si los dos niveles coinciden, tendremos un régimen de equilibrio, pero si se produce un cambio en el gradiente hidráulico entre ellos, tal que la laguna aporte sus aguas a la capa freática, se produciría un notable descenso del espejo de agua. Si el descenso es tal, que el nivel freático ya no intersecta el fondo de la cubeta, se producirá la paulatina y total desecación de este ambiente.

Si además este hecho es de carácter irreversible, es decir que la capa freática no vuelve a ascender a su antiguo nivel (esta circunstancia puede ser generada por diversas causas, principalmente por aumento masivo del consumo del agua subterránea o disminución de la recarga), irremediablemente se producirá la total desaparición de este ecosistema, a menos que se considere la posibilidad de impermeabilizar el cuenco, mediante sellado con arcillas, hecho este utópico, si se piensa en el costo del material necesario para cubrir el área de la laguna. Si el fondo de la laguna se impermeabiliza, se conseguiría un verdadero estanque, sujeto sólo a los fenómenos de la evapotranspiración.

La recuperación física y el mantenimiento de este ambiente lím-nico, se podría realizar mediante obras hidráulicas de carácter superficial, que deriven las aguas pluviales hacia la laguna con lo que se evitaría la formación de masas de agua estancadas en charcos y bañados, que se pierden por evaporación en los campos de la zona, especialmente en la cuenca de aporte de la laguna. Para ello es necesario:

1. Agilizar el escurrimiento superficial, mediante canalizaciones, cuyo desagüe sería la laguna.
2. Drenar los bajos hacia la laguna. Por ejemplo el bajo situado a 450 m al S.O. de la laguna, con una superficie de 30 Ha, que podría aportar 90.000 m³/año de agua.
3. Encauzar todas las aguas de precipitación sobre la planta urbana, hacia la laguna.
4. Dragar periódicamente los dos arroyos de la zona que aportan sus aguas a la laguna.
5. Limpiar el fondo de la laguna, mediante dragado, con lo que se aumentaría la capacidad de volumen retenido.
6. Evitar la polución, no arrojando desperdicios industriales o humanos a sus aguas.
7. No derivar aguas surgentes que se alumbren en la región, hacia la laguna, sin previos estudios de carácter hidrogeológico, por los daños que podría acarrear la excesiva salinización del ambiente, creando aún mayores perjuicios al agua freática.

Aparte de las soluciones enumeradas, para aumentar el conocimiento de este medio, sería necesario un estudio de las condiciones hidrogeológicas de la cuenca, así como el estudio hidrometeorológico y el mapeo planialtimétrico y batimétrico detallado de la cubeta.

Desde el punto de vista geológico, es deseo del autor ampliar el muestreo mediante otras perforaciones en el seno de la laguna, para localizar el probable curso fluvial preexistente, por donde habrían de llegar las aguas de la ingresión Querandina. La presencia de estos explicaría en parte el origen de las aguas freáticas salobres de la región.

Asimismo se pretende estudiar la procedencia de las arenas finas que cubren con su manto, el lecho de la laguna, y también los suelos de la zona.

Es de destacar, que el estudio sedimentológico completo, de todas estas secuencias sedimentarias, se está realizando actualmente en los

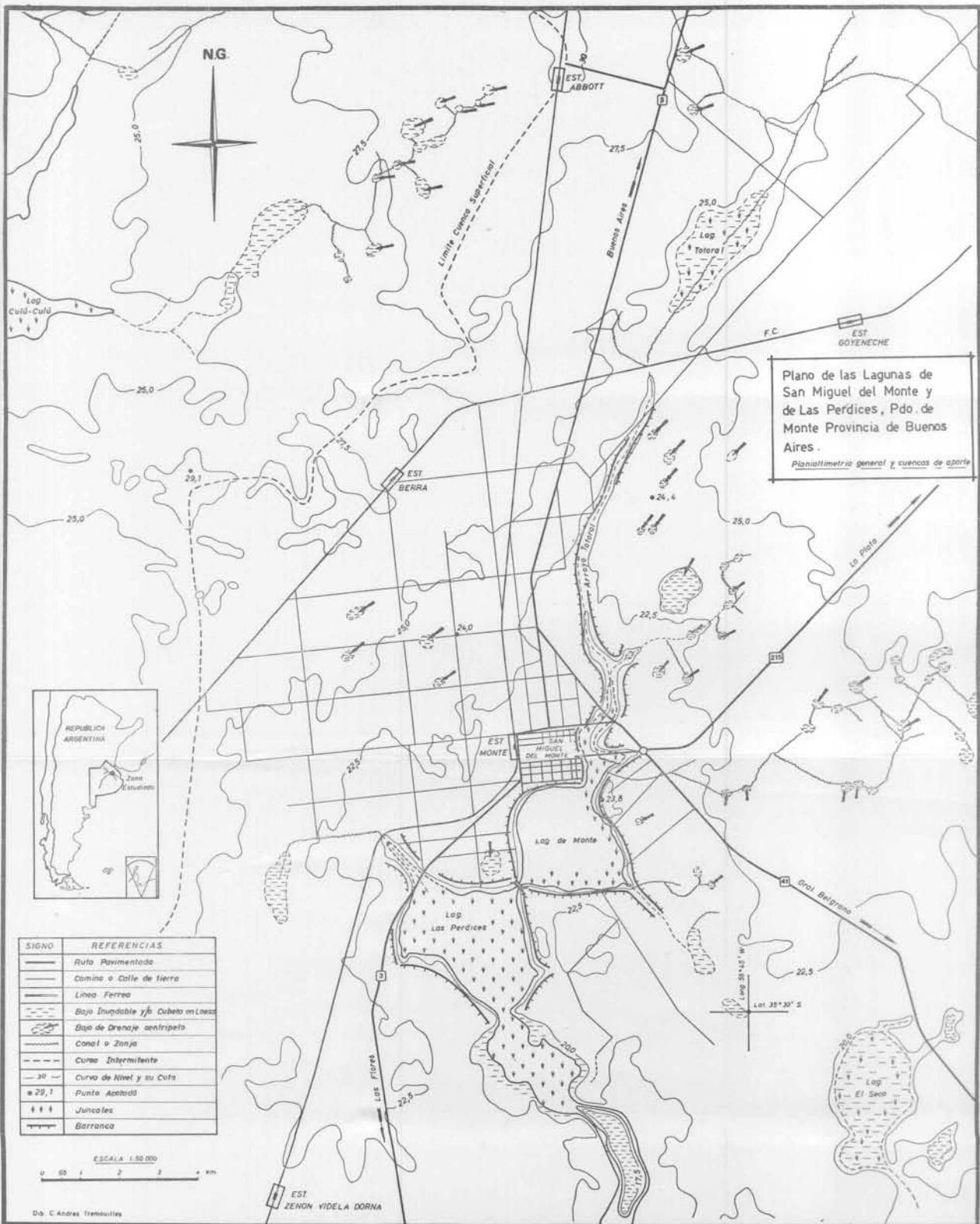
laboratorios del Instituto de Limnología y cuyos resultados serán motivo de una próxima publicación, por parte del equipo de trabajo del Dr. R. A. Ringuelet.

AGRADECIMIENTOS

Dejo expresado mi agradecimiento al Dr. Mario E. Teruggi por la lectura del manuscrito del trabajo y al Sr. Juan M. Chico González por la ayuda prestada en las tareas de campaña.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BONORINO, F. G. y TERUGGI, M. E., 1961. *Léxico Sedimentológico*. Ser. Geol. 2, F.C.E. y Nat.; C.E.C.N., Univ. Nac. Buenos Aires.
- FIDALGO, F. y RIGGI, J. C., 1965. *Los rodados patagónicos en la Meseta del Güen-güel y alrededores, Santa Cruz*. Rev. Asoc. Geol. Arg. XX (3): 273-325.
- FRENGUELLI, J., 1950. *Rasgos generales de la morfología y geología de la Provincia de Buenos Aires*. L.E.M.I.T., ser. II, (33): 1-72, La Plata.
- RINGUELET, R., 1962. *Ecología acuática continental*. 138 pp. EUDEBA, Buenos Aires.
- 1963. *Tipología de las lagunas de la Provincia de Buenos Aires. La Limnología regional y los tipos lagunares*. PHYSIS, XXVIII, (76): 65-76.
- et al. 1967. *Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Buenos Aires)*. PHYSIS, XXVII, (74): 201-221.
- SCHOELLER, H., 1962. *Les eaux souterraines*. Masson et Cié. Paris.
- Servicio Meteorológico Nacional. 1944. Estadísticas climatológicas, Período 1928-1937. Ser. B (1), Buenos Aires.
- 1963. Estadísticas climatológicas, Período 1951-1960. Publ. B I, (6). Buenos Aires.
- THORNTHWAITE, C. W. y MATHER, J. R., 1955. "The water balance". Publ. in Climatology, Lab. of Climatology, VIII (1). N. Jersey.
- TRICART, J. L., 1954. *Influence des sols salés sur la déflation éolienne en Base Mauritanie et dans le delta du Sénégal*. Revue de Geomorphologie Dynamique. V: 124-132.
- 1968. *La geomorfología de la Pampa Deprimida, como base para los estudios edafológicos y agronómicos*. Plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana. I.N.T.A., 157 pp., planos y anexos, tirada interna. Buenos Aires.
- TURC, L. 1954. *Le bilan d'eau des sols, relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement*. La Houille Blanche. Paris.



Plano de las Lagunas de San Miguel del Monte y de Las Perdices, Pdo. de Monte Provincia de Buenos Aires.
Planialtimetría general y cuencas de aporte



SÍMBO	REFERENCIAS
	Ruta Pavimentada
	Camino o Calle de tierra
	Línea Ferrea
	Baja Inundable y/o Cubeta en Losas
	Baja de Drenaje antiripela
	Canal o Zanja
	Cuenca Intermittente
	Curva de Nivel y su Cota
	Punto Acotado
	Juncales
	Barranca

ESCALA 1:50.000

