

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331496956>

El Holoceno en la Argentina 1

Conference Paper · June 1992

CITATION
1

READS
110

1 author:



Martín Iriondo

National Scientific and Technical Research Council

127 PUBLICATIONS 3,163 CITATIONS

SEE PROFILE

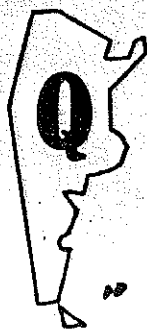
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



The reconstruction of long-term landscape evolution of the Paraná Basaltic Plateau, South America [View project](#)



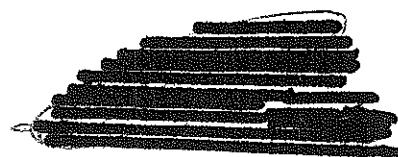
Quaternary of South America [View project](#)



CADINQUA

Comité Argentino de
Investigación del Cuaternario
INQUA - AGA - CONICET

VOLUMEN 1



EL HOLOCENO

EN LA

ARGENTINA



Edición de CADINQUA _ 1992

M. Iriondo (Ed.)

Todo tipo de reproducción de partes
de este volumen para cualquier uso
está expresamente autorizada.

martin@iondo42@

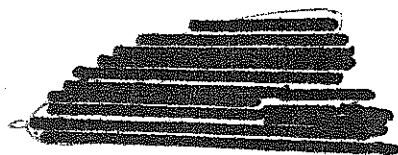
yahoo.com.ar



CADINQUA

Comité Argentino de
Investigación del Cuaternario
INQUA - AGA - CONICET

VOLUMEN 1



EL HOLOCENO

EN LA

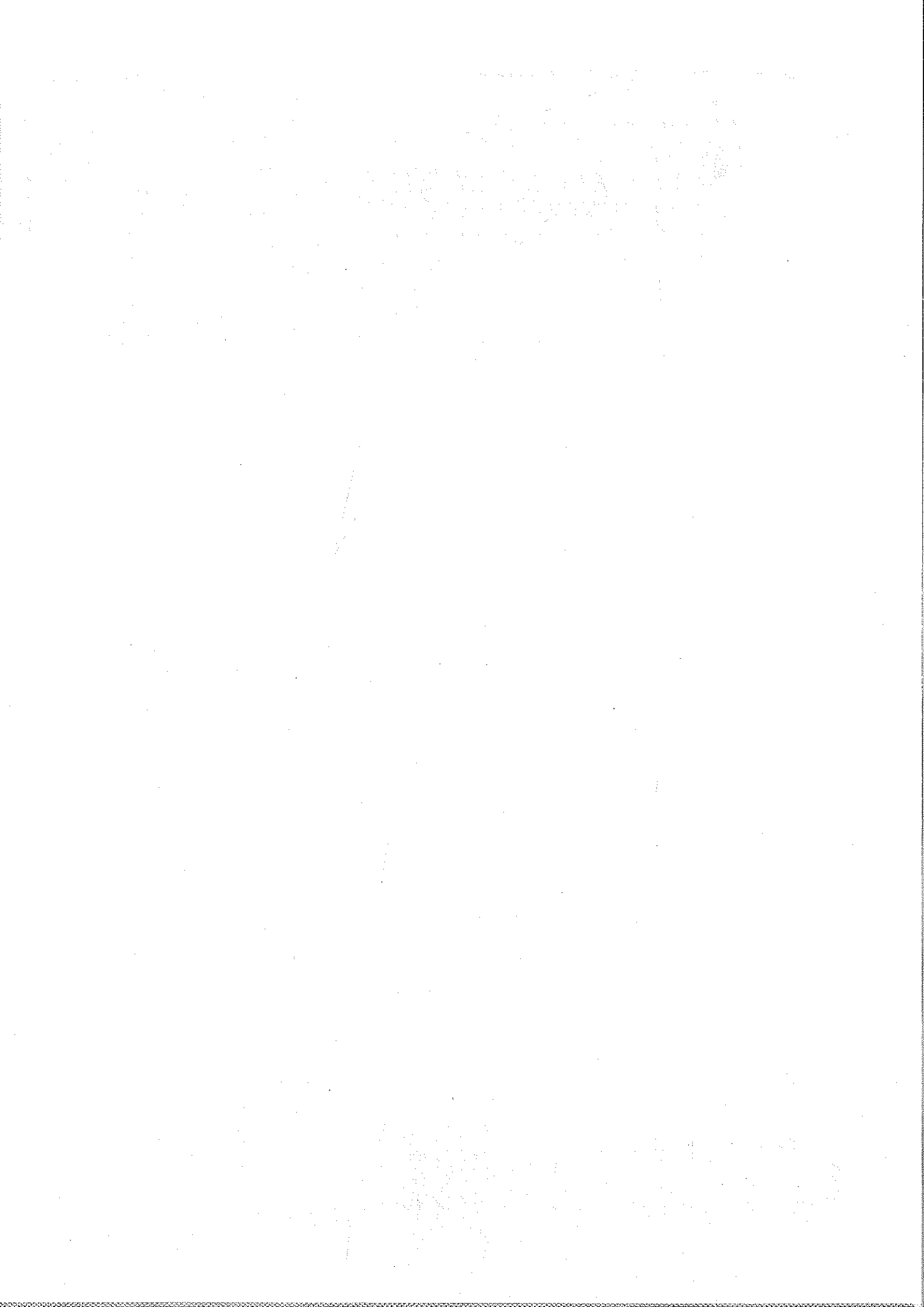
ARGENTINA



Edición de CADINQUA _ 1992

M. Iriondo (Ed.)

Todo tipo de reproducción de partes
de este volumen para cualquier uso
está expresamente autorizada.



Indice

- PROVINCIA DE CORDOBA
Mario Pablo Cantu..... Página 1

- ASPECTOS GEOHIDROLOGICOS DEL HOLOCENO EN LA
REPUBLICA ARGENTINA
Fili Mario F. y Tujchneider ofelia C. página 17

- PROVINCIA DE BUENOS AIRES - CONTINENTAL
Fidalgo F..... Página 23

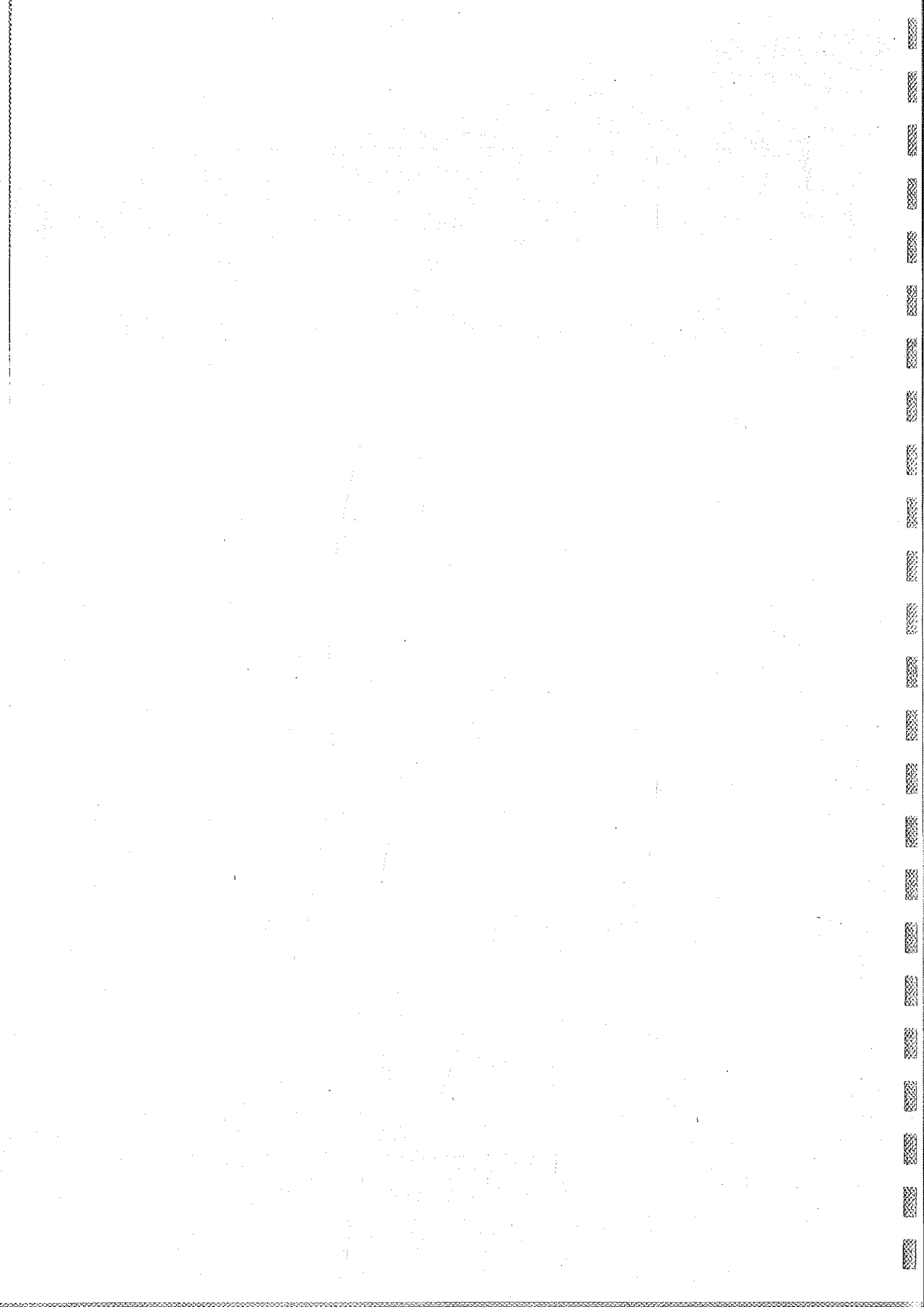
- CAMBIOS CLIMATICOS Y POBLACIONES PREHISPANICAS
EN EL LITORAL ARGENTINO
Ceruti Carlos N..... Página 39

- EL CHACO
Iriondo Martin..... Página 50

- MAMIFEROS Y CLIMA DEL HOLOCENO EN LA PROVINCIA
DE BUENOS AIRES
Tonni Eduardo P. Página 64

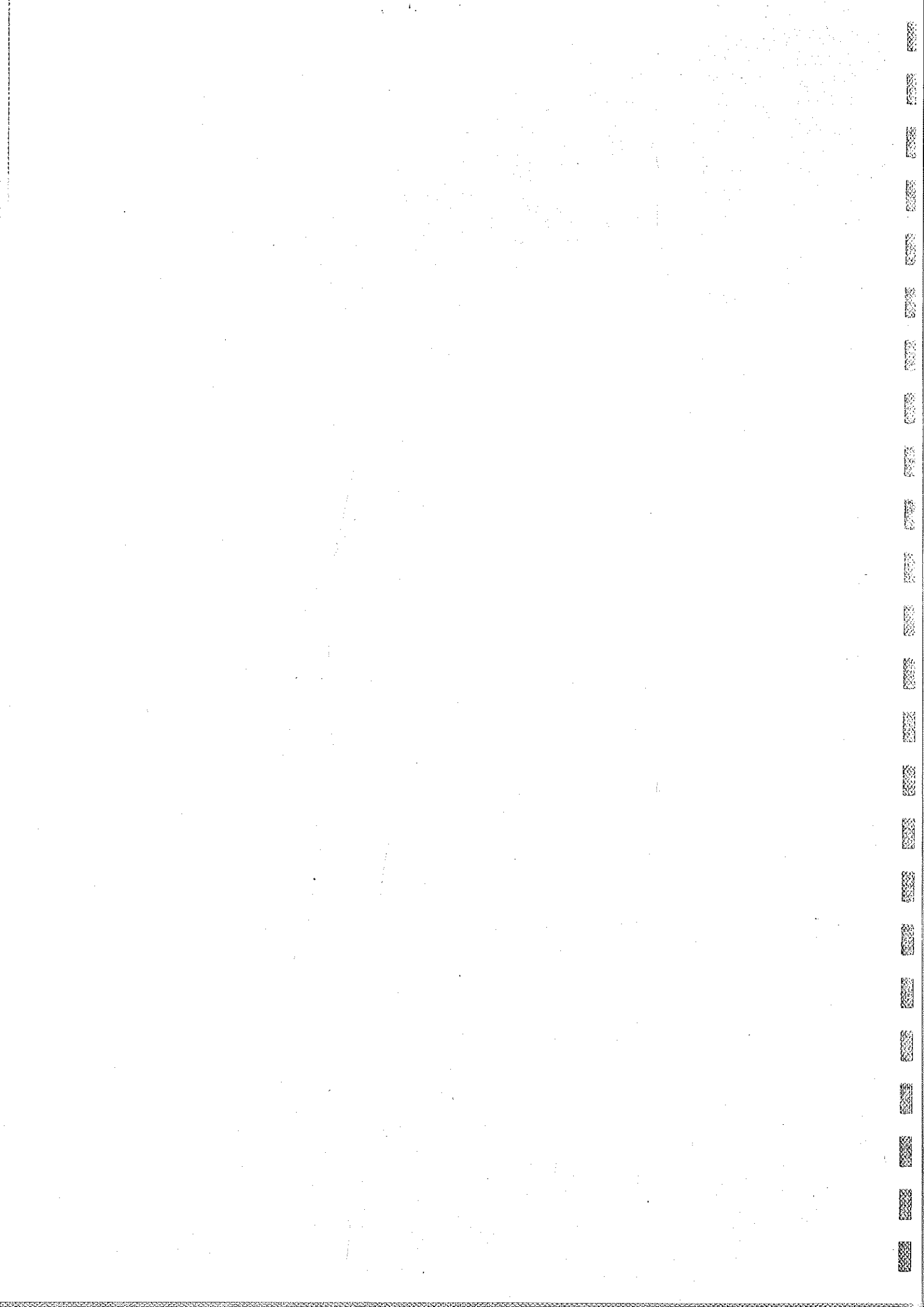
- SINTESIS CLIMATOGRAFICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA
Garcia Oscar Norberto..... Página 79

- EL TARDIGALCIAL Y HOLOCENO
DE TIERRA DEL FUEGO
Rabassa Jorge - Heusser Calvin J. - Rutter Nat Página 103



AUTORES

- * CANTU, Mario - Departamento de Geología - Universidad Nacional de Río Cuarto.
- * CERUTI, Carlos CONICET - Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas de Entre Ríos.
- * FIDALGO, Francisco - Cátedra de Geomorfología - Universidad Nacional de La Plata - Museo de La Plata.
- * FILI Mario Agua y Energía Eléctrica - Universidad Nacional del Litoral.
- * GARCIA, Norberto - Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas - Universidad Nacional del Litoral.
- * HEUSSER, Calvin Department of Biology - New York University (USA).
- * IRIONDO, Martín - CONICET - Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas de Entre Ríos.
- * RABASSA, Jorge - CADIC - CONICET.
- * RUTTER, Nathaniel - Department of Geology - University of Alberta (Canadá).
- * TONNI, Eduardo - División Paleontología Vertebrados - Museo de La Plata.
- * TUJSCHNEIDER, Ofelia - CONICET - Universidad Nacional del Litoral.



PROLOGO

El Holoceno es el período de la historia de la Tierra que abarca los últimos diez mil años, medidos según el método del Carbono 14. Fue colocado en la columna estratigráfica general durante el Congreso Geológico Internacional de 1892, a propuesta de la delegación portuguesa, de manera que ahora cumple un siglo.

Para los no especialistas, el término "Holoceno" es genéricamente sinónimo de "Postglacial" o "Actual" (lo cual, por otra parte, fue la acepción original del mismo). En las últimas décadas, sin embargo, ha ido apareciendo una imagen mucho más rica y complicada de este "presente": cambios climáticos, ingresiones marinas, extinción de especies, tectónica activa, etc.

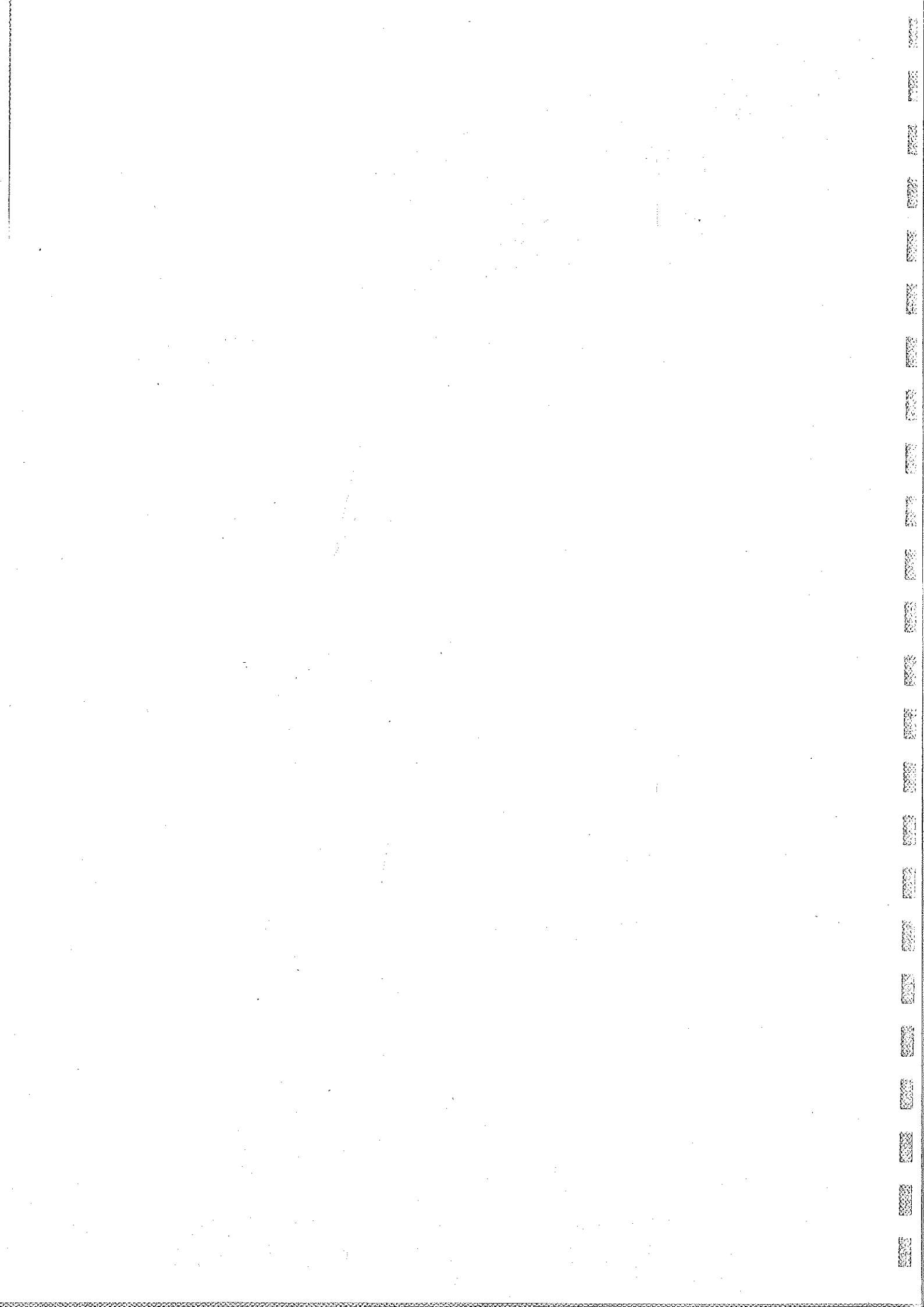
El Holoceno es un ámbito de estudios único, donde confluyen geólogos, climatólogos, biogeógrafos, arqueólogos, hidrólogos, historiadores y profesionales de varias otras disciplinas afines. Las dataciones absolutas se pueden realizar con gran precisión; las técnicas y bases teóricas de las distintas especialidades pueden ser controladas entre sí a niveles óptimos.

Naturalmente, para conseguir resultados significativos es necesaria una previa adaptación mental: el geólogo debe abandonar las familiares escalas de millones de años y pensar en términos de milenios y aun de siglos; el climatólogo debe arreglárselas sin su sagrado pluviómetro; y el biólogo debe aceptar provisionalmente que hace dos mil años el bosque chaqueño no existía. No es fácil, hay que reconocerlo, y algunos no lo consiguen nunca.

Este volumen intenta llenar el amplio vacío que se extiende entre los escasos textos disponibles (traducciones de viejos libros escritos en el Hemisferio Norte) y los artículos científicos que aparecen en revistas de investigación, generalizándose accesibles solamente a unos pocos lectores especializados. Tiene carácter de "manual avanzado" y podrá ser aprovechado por profesionales no especializados y estudiantes avanzados de Geología, Antropología, Biología, Meteorología y carreras afines.

Esta obra fue organizada por el Comité Argentino de Investigación del Cuaternario (CADINQUA), dependiente del CONICET

y de la Asociación Geológica Argentina, y miembro de la Unión Internacional de Estudio del Cuaternario (INQUA). Se trata de un trabajo multiautoral y multidisciplinario, organizado sobre una base regional. Destacados especialistas en Holoceno de cada región realizan una "puesta al día" de los conociemien-

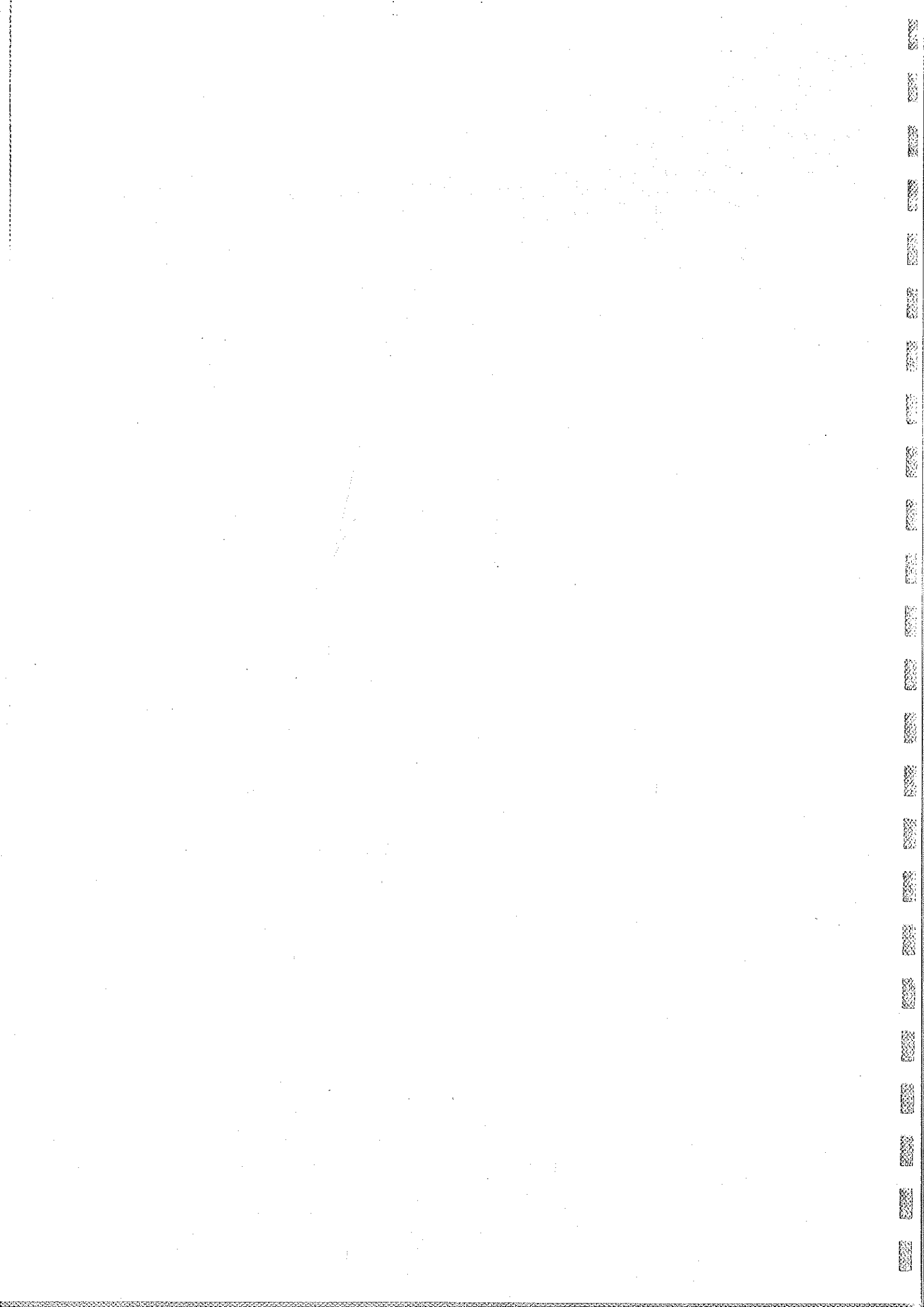


tos sobre el tema, en varios casos con materiales inéditos, en lenguaje inteligible para cualquier persona con conocimientos universitarios de Ciencias Naturales.

Debido a problemas financieros se presentan aquí solamente ocho capítulos de la obra , agrupados en un Volumen 1. Los capítulos restantes aparecerán en el Volumen 2, esperamos que próximamente. Además debemos aclarar que, por razones ajenas a la voluntad del Editor, y que es mejor no comentar, el ordenamiento de los capítulos del volumen no existe.

El CADINQUA espera que esta contribución resulte de real utilidad para los profesionales vinculados al tema, y también para aquellos relacionados de alguna manera con el estudio y preservación del medio ambiente.

El Editor



PROVINCIA DE CORDOBA

Mario CANTU

INTRODUCCION

A pesar de que las investigaciones referidas al Cuaternario de la provincia de Córdoba se iniciaron casi paralelamente al resto de los estudios geológicos (Bodenbender, 1984; Beder, 1916; Franguelli, 1918, 1923; Franguelli y Cordini, 1937) es muy poco lo que se avanzó en ellos como lo demuestra la escasa literatura existente en más de un siglo de investigaciones geológicas. Si se estrecha el círculo al Holoceno está más marcado dado la poca importancia que se daba a ésta época en el pasado.

Castellanos (1936, 1942) realiza algunos estudios sistemáticos de estratigrafía del Cuaternario, especialmente en el valle de Nono y al norte del río Tercero, en el Valle Los Reartes; su síntesis del "Holoceno de la Argentina" (1962) además de ser muy discutible es bastante confusa como para realizar correlaciones.

En las cartas geológicas es muy poco lo que se dedica al Cuaternario, cuando hay referencias estas son muy generales. Olsacher (1972) reproduce en la hoja Cerro Champaqui la estratigrafía de Castellanos; Melhol (1958, 1971) describe los sedimentos del río Conlara y de Quillno sobre la base de los estudios realizados por Franguelli y Franguelli y Cordini (ops.cits).

Santa Cruz (1972 a y b, 1973) retoma los estudios de geología del Cuaternario ocupándose especialmente de los sedimentos aflorantes en las márgenes del río Primero y del río Santa Catalina al norte de Córdoba. Establece unidades litoestratigráficas para el Pleistoceno, mientras que para el Holoceno solo describe los tipos de depósitos eólicos, fluviales, coluviales, etc.

Sayago (1980) en un resumen de su tesis doctoral toma la estratigrafía de Castellanos para el Pleistoceno y hace solo mención de los materiales sedimentarios del Holoceno refiriéndose a ellos como "loésicos y las arenas fluvio-aluviales".

Recién a partir de 1981 se retoman los estudios sistemáticos del Cuaternario, pero a diferencia de la etapa anterior estos se están realizando, por el momento, al sur del río Tercero y a cargo de investigadores de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Algunos son trabajos

puntuales realizados por alumnos, bajo la dirección de docentes, para alcanzar el título de grado; otros han sido ejecutados por los investigadores que se dedican a estudios de geología de llanura (Prámparo, 1982; Cantú y Degiovanni, 1982, 1983, 1984, 1987; Rabbia, 1984; Hernández, 1984; Eric, 1986; Cantú y Blarasin, 1987; Blarasin y Sánchez, 1987; Sánchez y Blarasin, 1987; Allione, 1987; Casali, 1989).

Como el conocimiento alcanzado respecto a los materiales anteriores al Holoceno no ha sido publicado en forma global, definiendo las unidades litoestratigráficas y la historia geológica, consideramos necesario realizar una rápida síntesis de los mismos ya que entendemos que, especialmente, el paisaje definido durante el Pleistoceno superior, ha condicionado todo el desarrollo del Holoceno.

2 LOS SEDIMENTOS PREHOLOCENICOS

2.1. Formación Alpa Corral

Los sedimentos más antiguos aflorantes han sido observados, al sur de Córdoba, en el cono aluvial del río Alpa Corral, principal afluente del río Cuarto o Chocancharava. Están constituidos por cuatro metros de arenas finas con gravas dispersas, y gravas finas y gruesas intercaladas con arena media y gruesa, con estructuras en artesa. Sobre la base de las características estructurales y granulométricas y a la posición en los gráficos de dispersión, Eric (1986) concluyó que se trata de una facie de canal de un ciclo fluvial. Si bien la exposición no es suficientemente amplia como para extraer demasiadas conclusiones, las diferencias litológicas con los materiales suprayacentes son suficientemente claras como para considerarlos parte de una formación independiente.

Esta formación sería correlacionable con la Fm. Estancia Belgrano del norte de Córdoba, descrita en los ríos San Cristóbal y Santa Catalina por Santa Cruz (ops. cits.). También podría correlacionarse con la Fm. Brochero del Valle de Nono (Sayago, op. cits.).

Edad: no existen dataciones absolutas, ni hallazgos de fósiles que permitan establecer una cronología precisa. Pero si se considera que a partir de la interpretación de las imágenes

salalitarias se han establecido las evidencias morfológicas de la existencia de un gran cono aluvial con ápice en la salida de las sierras del río Alpa Corral; los materiales de ésta formación estarían vinculados al desarrollo principal del mismo ya que por encima de los mismos sólo se encuentran unos pocos metros de sedimentos aluviales arealmente discontinuos. Esto conduce a postular un período erosivo de gran intensidad vinculado a un ascenso importante de las sierras. Gordillo y Lenclinas (1975) consideran que el ascenso principal de las Sierras Pampeanas se habría producido al final del Plioceno y comienzos del Pleistoceno por lo que se puede considerar que la edad probable de esta formación es Plio-Pleistoceno.

2.2. Formación Pampeano.

Las exposiciones del Pampeano son numerosas, principalmente en la Faja Eólica Periserrana (Cantú y Degiovanni, 1984) y de muy variado tipo. Cerca de las sierras los espesores pueden llegar a varias decenas de metros, especialmente en el cono aluvial del Alpa Corral, aunque es común que no supere los 10 m. Hacia el este, alejándose de la sierra, los espesores expuestos son cada vez menores hasta que solo se observa en el lecho de ríos y arroyos. Por ejemplo, en el río Cuarto se observa hasta las cercanías del puente sobre la ruta Nacional N° 8.

Es posible afirmar que hay dos tipos de afloramientos aunque por el momento es difícil establecer las relaciones espaciales y temporales de ambos tipos. Uno, constituido principalmente por sedimentos limosos de color pardo rojizo a pardo amarillento, con alto contenido de carbonatos dispersos en la masa y presencia de niveles de calcretos que actúan como niveles de base temporarios de los arroyos actuales. El otro está formado por materiales limosos y limoarenosos muy finos y de color pardo rojizo con varios niveles conteniendo nódulos de cementación de hierro y sílice, que pueden dar lugar a panes cementados continuos (duripanes y fragipanes). El carbonato disperso está presente pero no en forma continua.

En el perfil tipo del río de Las Barrancas, que representa al "miembro" señalado en primer término, ésta formación se dispone discordantemente sobre la antes descrita. Está compuesta por 32 m. de limos eólicos, de tipo loésico, conteniendo nueve niveles de calcretos (toscas), con 11,2 m. de espesor total. Siete de estos

niveles forman bancos continuos tabulares con inclusiones aisladas del material hospedante, mientras que los dos últimos presentan una estructura discontinua y están formados por nódulos (tosquillas y muñecos de tosca) de diverso tamaño y forma, sin orientación preferencial. Los estudios realizados por Eric (op.cit.) confirman un origen eólico y permiten establecer que exceptuando el vidrio volcánico ácido (11 al 30%) la mineralogía refleja la litología del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas (cuarzo, feldespatos, biotita, epidoto, turmalina, etc), en los dos últimos metros se describen lentes arenosas y presencia de gravillas que podrían estar indicando el comienzo de un cambio climático.

En el perfil del arroyo Camerillo por encima de un nivel de "tosca" hay dos a tres metros del material limoso con carbonatos dispersos sobre el cual se ha desarrollado un suelo.

En los perfiles de los arroyos Spernanzoni, La Colacha, Tegua y Santa Catalina no hay niveles de calcretos pero sí panes endurecidos con Fe y Si. En algunos de estos perfiles los dos metros superiores están compuestos por limos con nódulos cementados aislados de color pardo rojizo y a veces muñecos de tosca, sobre el cual se desarrolla un suelo del que solo quedan relictos. En estos limos, se puede observar la presencia de canales de erosión poco profundos que se entrecruzan formando amplias explanadas de erosión. Estos canales están rellenos por sucesivos ciclos de materiales tractivos y suspensivos que representarían distintos eventos torrenciales hasta el relleno del canal y su desplazamiento lateral. Generalmente en la base de los canales la capa tractiva suele incluir rodados de 2 a 15 mm. del material limoso cementado, en una matrix arenosa media a fina. Los otros niveles tractivos están compuestos por arena fina sin estructuras singenéticas visibles y pueden incluir rodados de las láminas suspensivas. Los niveles suspensivos están formados por materiales limosos y limoarenosos muy finos con abundancia de calcáreo, observándose algunas estructuras postdeposicionales como laminaciones convolutas. La ausencia de materia orgánica y la abundancia de carbonatos en las láminas suspensivas indicarían, que estos eventos se produjeron bajo un clima semiárido o árido con escasas precipitaciones. Bajo esas condiciones la vegetación ha sido escasa, el análisis de algunas muestras no evidenciaron rastros de polen aunque sí algunos frústulos de gra-

míneas. Los hallazgos de mamíferos también son escasos y mal conservados por el exceso de carbonato de calcio pero se han identificado algunos edentados que aparentemente pertenecerían a una edad mamífero Lujanense. Los canales de erosión y sus rellenos indican un cierto incremento de las precipitaciones hacia el final del ciclo.

Edad: no se cuenta con dataciones absolutas y los hallazgos fosilíferos no permiten establecer con precisión la edad de todo el conjunto. Por sus características estos materiales son considerados típicamente pampeanos, por ello se establece su pertenencia a la Fm. Pampeano en el sentido amplio de Fidalgo y otros (1973). Por el momento resulta dificultoso establecer si los cuerpos conteniendo calcretos y aquellos conteniendo panes cementados conforman miembros que se encuentran superpuestos o que se integran lateralmente. En principio se ha observado que en la mayoría de los casos, la presencia de los calcretos está vinculada a los afloramientos de mármoles de las Sierras de Comechingones.

La edad relativa teniendo en cuenta los materiales infra y suprayacentes sería Pleistoceno medio a superior.

2.3. Suelo Estancia El Cerrito.

Sobre los materiales de la Fm. Pampeano se desarrolló un suelo muy evolucionado que ha sido descrito en numerosos perfiles de la región: estancia El Cerrito, arroyo Speranzoni y La Colacha en el área periserrana a 30 km. al oeste de la ciudad de Río Cuarto; arroyo Carnerillo a 20 km. al oeste de la localidad homónima, etc. Sólo se observa en forma discontinua y parcial ya que fue sometido a una intensa erosión al final del ciclo húmedo.

Este paleosuelo está representado por dos horizontes relictos: Bt. y BC.

El primero presenta una estructura prismática regular compuesta, gruesa que rompe a prismas regulares compuestos, medios, finos; con abundantes cutanes de humus y arcilla, gruesos; el contenido de materia orgánica varía entre un 0,4 y 0,6 %. El BC presenta una estructura prismática muy gruesa con menos cutanes y menos materia orgánica (Cantú y Becker, 1988). Este suelo es una evidencia notable de un período suficientemente largo y húmedo o bien de un clima subhúmedo pero más largo; Ya que de acuerdo con los conocimientos actuales la

presencia de horizontes argílicos sólo es posible bajo condiciones de suficiente humedad como para permitir la abundante generación de arcilla y la migración de la arcilla fina para la formación de los cutanes (Smith y otros, 1950; Ruhe, 1956; Birkeland, 1974; Jenny, 1980; Yaalon, 1983). También se ha demostrado que la presencia de horizontes argílicos en los suelos de las regiones áridas (Aridisoles, Argids) está vinculado a superficies muy antiguas del Pleistoceno que han sido sometidas, posiblemente en ciclos acumulativos, a períodos climáticamente más húmedos (Nottleton y Peterson, 1983).

Este ciclo pedogenético, que se produce en las áreas de interfluvio, comienza a declinar con el cambio climático generado durante el máximo desarrollo de la última glaciación pleistocénica, el clima cambia a condiciones cada vez más áridas, como lo prueba la evolución de los depósitos fluviales sincrónicos. La vegetación debe haber disminuido permitiendo una mayor evolución de los procesos morfogenéticos que provocaron una erosión profunda del suelo dejando sólo los relictos conocidos que provocaron una erosión profunda del suelo dejando sólo los relictos conocidos que fueron cubiertos por un manto loésico (Fm. La Invernada).

Edad: considerando que este suelo solo pudo desarrollarse durante un ciclo climático más húmedo que el precedente, o por lo menos subhúmedo tendríamos que vincularlo con una época interglacial o con un interstadial. De acuerdo con los datos aportados por Wayne (1981) estableciendo que el máximo glacial en Río Blanco, Mendoza, habría comenzado 22.000 a A.P. (Glaciación Vallecitos I); los datos de Grosso (1987) que para el valle de Las Leñas, considera que este máximo se habría producido para una edad > 18.000 a A.P. (Glaciación Las Animas); la cronología establecida para la expansión del paleolago de las Salinas del Bebedero que habría comenzado 20.000 a A.P. (González y otros, 1981; González, 1983); la datación de una transgresión en Bahía Blanca dentro del rango de 38.500 +/- 3.000 y 25.700 +/- 600 a A.P. (González y otros, 1987) que corresponderían, según estos autores al interstadial del Wisconsin medio; los datos aportados por Markgraf y otros (1986) para la Bajada del Rahue, que establece una edad similar a la de González en un depósito interstadial, se postula una edad Pleistoceno superior para esta unidad estratigráfica.

2.4. Formación Chocancharava.

Se incluye en esta formación a las distintas facies de un importante ciclo fluvial que se encuentra en todos los ríos y en los principales arroyos de la provincia: ríos Suquia (Primero), Xanaes (Segundo), Otalamochita (Tercero), Chocancharava (Cuarto), Popopis (Quinto), Santa Catalina y arroyos Tegua, Mosuc Mayú, Ciplón, La Colacha, Santa Catalina, etc.

En el cono aluvial del río Alpa Corral, Eric (op.cit.) describe cuatro secuencias fluviales que responderían a esta formación: tres son facies de llanura de inundación y una de canales anastomosados; en el gráfico de dispersión 1er. vs. 2do. momentos, más de la mitad de las muestras están en el área que corresponde a abanicos aluviales. El espesor total es de 8 m.

En el arroyo Tegua, Rabbia (1984), encuentra una secuencia que incluye tres facies: la primera corresponde a un diamicto (flujo de barro) mientras que las otras dos constituyen en conjunto depósitos de canales anastomosados, con un espesor total de 4,8 m. Dentro de una subfacie de canal abandonado los materiales son limoarenosos, de color verde amarillento con rizoconcreciones alargadas y verticales, con restos de diatomeas y bioturbaciones.

En el arroyo Santa Catalina (Prámparo, 1982) solo se observaron facies de aguas tranquilas constituidas por sedimentos limoarenosos de color verde oliva (2,5 YR 4/4), con rizoconcreciones limolíticas verticales de hasta 50 cm. de largo, que pasan a un sedimento limoso de color pardo grisáceo (10 YR 3/2) conteniendo Gastrópodos (*Littoridina parchappi*, *Succinea meridionalis*) y Ostrácodos (*Cyprideis hartmanni*, *Cypridopsis vidua*, *Cyprinotus incongruens*). Intercalado en el anterior hay un banco blanco (5 YR 8/1) de 20 a 30 cm. de espesor compuesto casi completamente por frutículos de diatomeas, con más de veinte especies, siendo las dominantes: *Hyalodiscus schmidtili*, *Synedra* Sp. y *Campylodiscus meridionalis*; conformando una asociación de laguna de agua dulce que pasa a un pantano de agua salobre. Los ostrácodos del banco oscuro superior confirman esta salinización.

En el arroyo Ciplón, Casali (1988) describe en la base de este ciclo fluvial una facie de canal con depósitos tractivos y facies de canal abandonado o lagunas con diatomeas. Espesor máximo 4,75 m.

Santa Cruz (op.cit.) reconoce a este ciclo fluvial en el valle del río Primero designando a la formación por ese nombre y reconociendo dos miembros, el inferior predominantemente fino y el superior de "gravas y arenas laminadas", el espesor máximo es de 40 m. y el mínimo de 8 m.

En el arroyo La Colacha este ciclo fluvial es observado en un tramo muy importante de su cuenca media. Se trata de un canal de aproximadamente 300 m. de ancho en cuya base se describen facies de canal anastomosado con estructuras entrecruzadas de corte y relleno y estratificación irregular. Los materiales aglomerádicos están constituidos por rodados de diverso tamaño de la Fm. Pampeano. Luego se pasa a facies de llanura de inundación con presencia de crevasses, laminación horizontal, bioturbación y bancos conteniendo fundamentalmente *Littoridina*.

Este ciclo sería sincrónico, por lo menos en parte con el desarrollo del suelo Ea. El Cerrito en los interfluvios. Tal como se estableció para el suelo, el clima sería por lo menos subhúmedo, mientras que al final del ciclo pasaría de manera transicional a cada vez más árido, tal como lo demuestra la presencia de secuencias tractivosuspensivas con abundancia de carbonatos, sales y escasa materia orgánica en la parte cuspidal (Cantú y Blarasin, 1987); las especies de diatomeas y ostrácodos indicando un ambiente final salobre (Prámparo, op.cit.) y el paso transicional a los sedimentos eólicos de la Fm. La Invernada.

Edad: Casali (op.cit.) por la presencia de un *Eutatus* sp. le asigna una edad mamífero Lujanense, mientras que Prámparo (op.cit.) hace otro tanto por el hallazgo de un *Mylodontido*. La presencia de estos restos por sí solos no son suficientes para asignarle tal edad ya que su biocron es más amplio. Es necesario realizar estudios más completos que permitan determinar la composición de las faunas.

Si se consideran la sincronidad establecida con el suelo Ea. El Cerrito, las relaciones estratigráficas con los materiales infra y suprayacentes y la discusión realizada al correlacionar el suelo es posible postular una edad Pleistoceno superior para esta unidad.

3. PLEISTOCENO-HOLOCENO

3.1. Formación La Invernada.

Tal como se estableció en el capítulo anterior al comenzar el nuevo avance de los glaciares cordilleranos: Glaciación Vallecitos I (Wayne, op.cit.) o Glaciación Las Animas (Grosso, op.cit.) hay una aridización del clima generándose extensas superficies de erosión en los interfluvios con evidencias de producción de surcos y cárcavas. Este paleorelieve probablemente elaborado por la acción de lluvias esporádicas y torrenciales, fue cubierto discordantemente por un manto de loess casi continuo ya que incluso cubre los depósitos fluviales de la Fm. Chocancharava en la mayoría de los arroyos y ríos.

Este manto de loess es tan generalizado que se encuentra cubriendo las pampas de altura de las Sierras Pampeanas (Pampa de Achala, Pocho, Olaen, etc.) y los niveles pedemontanos especialmente del borde oriental de las sierras. Los espesores son variables, desde pocos cm. hasta más de 4 m.

En la llanura los espesores señalados para estos sedimentos son muy variados. Santa Cruz (op.cit.) para su Fm. Gral. Paz establece espesores de 20 m. en Villa Belgrano, sobre el río Primero; 13 m. en el arroyo La Cañada en la ciudad de Córdoba; 2 a 3 m. en el río Santa Catalina; 87 y 104 m. en sendas perforaciones realizadas en Guñazú y Juárez Celman respectivamente. Queda la duda si todo este espesor es asignable a esa formación, ya que en los trabajos de este autor no se señalan los limos rojizos del pampeano ni los niveles de "tosca".

En el sur de la provincia los espesores determinados en los perfiles expuestos varían entre los 2 y 4 m., mientras que en perforaciones ubicadas al este y sureste podrían alcanzar a 20 y 30 m. teniendo en cuenta que a esa profundidad aparecería el primer nivel de "tosca" pampeana.

En el suroeste de Córdoba y principalmente en el sur de San Luis y La Pampa está ubicado el gran mar de arena del centro del país, el que probablemente ya existía durante esta época. Hay comunicaciones verbales de hallazgos de Edéntados, principalmente discos de caparzones en la base de algunos grandes médanos lo que permitiría suponer su existencia durante el Pleistoceno superior.

Estos materiales, predominantemente de tipo

loésico, de granulometría limosa y limoarenosa no presentan estructuras deposicionales tal vez por el tipo de material y por la forma predominantemente suspensiva de transporte. En su tramo superior se observan algunos canales de erosión de tipo efímero, con un relleno generalmente más fino (limoso fino y arcilloso) con estructura laminar plana muy fina. Polró y otros (1980) señalan otro tipo de curso más estable que generaría un depósito compuesto por una facie "gravosa lenticular con estratificación entrecruzada".

Respecto a la composición mineralógica de estos materiales hay varias descripciones, algunos son estudios semicuantitativos y cualitativos mientras que otros, escasos, son de tipo cuantitativo. Santa Cruz da la siguiente composición mineralógica para la fracción arena muy fina "regulares cantidades de trizas de vidrio volcánico ácido, plagioclasa (andesina a veces zonal), cuarzo, oligoclasa y diversos minerales pesados como ser: hipersteno, lamprobolita, augita, opacos, zircón, apatita, epidoto, granate, etc.". Además en función de la cercanía a los depósitos aluviales les asigna cantidades variables de biotita y muscovita. Rabbia (1984) determina cantidades importantes de vidrio volcánico; mientras que Eric (1986) establece semicuantitativamente y en volumen, un 65% de

Tabla I: COMPOSICION MINERAL DE LA FM. LA INVERNADA.

	Hernández * (1984)	Allione * (1987)	Becker. ** (1987)
Minerales Livianos			
Cuarzo	5.29	9.10	3.17
Feldespatos alcalinos	24.80	36.42	17.80
Feldespatos mesosilicos		9.17	22.77
Feldespatos calcicos	10.59		0.67
Vidrios Volcánicos	34.39	8.53	22.64
Lilitos volcánicos	4.63	13.15	24.42
Altoritas	5.33	19.82	6.37
Minerales Pesados			
Opacos	0.17	0.93	0.57
Homblandas	0.19	0.97	0.33
Lamprobolita	0.05	0.26	0.11
Muscovita	1.88	1.13	0.09
Biotita	0.33		0.11
Augita - Dióxido	0.06	0.42	0.06
Altoritas	2.00		0.39
Otros	0.07	0.07	0.44

* Porcentaje en volumen - semicuantitativo

** Porcentaje en peso - cuantitativo

vidrio volcánico ácido. En la Tabla I se dan comparativamente los datos de Hernández (1984), Becker (1987) y Allione (1987); los dos primeros son estudios cuantitativos mientras que el otro es semi, sólo el de Becker expresa los valores en porcentajes en peso. Se puede observar que el contenido de vidrio es algo errático, igual que el de los lilitos volcánicos; además está claro que hay dos asociaciones de componentes: uno de neta origen volcánico, que representa algo menos del 50% y otro de origen pampeano (Sierras Pampeanas), Morrás y Delaune (1985) determinaron que estos materiales mixtos penetran hasta el norte de Santa Fe donde limitan al este con una asociación de minerales propios del río Paraná (Escudo Brasileño) y al norte con otra de minerales del NO argentino.

Edad: si bien no se tienen dataciones absolutas en la región, de acuerdo con la correlación existente entre el clima interpluvial y las glaciaciones, en este caso con el último stadial (Tricart, 1973; Fidalgo y Tonni, 1978 y Tonni y Fidalgo, 1978) se intenta establecer algunas correlaciones con dataciones realizadas en la cordillera mendocina y en la provincia de San Luis.

El límite inferior estaría definido por el comienzo de la denominada Glaciación Vallecito I (Wayne, op.cit.) o la Glaciación Las Animas (Grosso, op.cit.).

También es posible vincularlo con el comienzo de la expansión del paleolago de la Salina del Bebedero (González, ops.cits.) cuyos sedimentos se interrelacionan con depósitos medanosos al sudoeste de la depresión; hay coincidencia en fijar 20.000 a AP. para ese límite.

El límite superior está menos definido. González y Wayne establecen como límite para el retro de los hielos 12.000 a A.P., mientras que Grosso agrega un avance menor de los hielos (Glaciación Las Leñas II) al que data entre 10.100 y 9.500 a. A.P. Por otra parte Balbuena y otros (en González, 1987) determinan la existencia de asentamientos humanos en la periferia del lago de la Salina del Bebedero, que indicaría un mejoramiento del clima, con una edad 8.270 ± 160 a. A.P. en adelante. Coincidente con esta datación González (1980) ubica asentamientos en la cueva Intihuasi. Estos datos llevan a considerar que el límite superior se encontraría entre 9.500 y 8.270 a. A.P.

A los datos aportados podría agregarse

que en la base de estos sedimentos se ha encontrado un *Sclerocalyptus aff ornatus* (Comblina, com.per.) que lo vincularía a una edad mamífero Lujanense o Ensenadense (Pascual y otros, 1965), pero como ya se ha dicho un hallazgo aislado no es suficiente para establecer edades mamífero.

A partir de estos datos se concluye que la depositación de estos materiales se produjo entre el Pleistoceno superior tardío y el Holoceno bajo.

4. HOLOCENO

4.1. Suelo Las Tapias.

Esta unidad edafostratigráfica está desarrollada sobre los sedimentos eólicos de la Formación La Invernada. Pero la variable climática determina que en la actualidad los suelos expuestos pertenezcan, aunque al mismo orden (mollisol), no al mismo suborden, ya que pueden ser tanto ustols como udols. Además durante su evolución tuvieron diferente desarrollo según la posición en el relieve determinando la pertenencia a distintos grandes grupos. Así a partir de los sedimentos de esta formación es posible encontrar Argiudols, Hapludols, Argiustodols y Haplustols. Por el momento se ha decidido mantener a todos estos suelos bajo la misma denominación edafostratigráfica teniendo en cuenta que temporalmente son todos sincrónicos.

La distribución geográfica es muy amplia ya que no solo se encuentra en las llanuras sino también en las Pampas de altura de las Sierras Pampeanas; pero no aflora en toda la región ya que otros ciclos sedimentarios, y erosivos, actuaron sobre el mismo, cubriéndolo en grandes dimensiones o erosionándolo parcial o totalmente. En los ambientes serranos donde aflora la formación La Invernada el suelo se encuentra expuesto con sectores que presenta erosión hídrica de muy fuerte a leve. En las Pampas más amplias, como la Pampa de Pocho, es el suelo agrícola o ganadero por excelencia. En la zona pedemontana de las sierras de Comechingones aflora en los altos estructurales de las Tapias-La Invernada, El Cano y Río de los Sauces. En el valle de La Cruz se encuentra cubierto por sedimentos holocénicos de la Alm. Laguna Oscura. Al este de las sierras Las Peñas hay dos sectores donde este suelo es el característico "suelo zonal": el área de Hernando-Grafi. Cabrera y el área Justiniano Posse-Ayo. Saladillo. Al sur del Río Cuarto es el suelo agrícola salvo algunas fajas cubiertas por fajas medanosas de médanos

longitudinales reactivados parcialmente por procesos vinculados a la acción antrópica.

Iriondo considera, en varios trabajos realizados en Santa Fe, Entre Ríos y en el este de Córdoba (com.per.), que el horizonte superior de estos suelos corresponde a sedimentos eólicos más modernos denominándolos Fm. San Guillermo.

De acuerdo a lo que se ha observado en diversas áreas de la provincia se considera que la denominada Fm. San Guillermo es correlacionable con la Fm. Laguna Oscura pero no cubre toda la región Becker (op.cit.) considera que existe un enriquecimiento en minerales meteorizables y especialmente vidrio volcánico en el horizonte A del suelo expuesto (serie Spemanzoni). Esto indicaría aportes de polvos eólicos (dust), en forma continua durante el Holoceno medio y superior, pero no necesariamente que el suelo Las Tapias haya sido erosionado y luego cubierto por una capa eólica de 20 a 25 cm. sobre la que se genera un nuevo horizonte A.

Edad: sobre la base de la discusión realizada para el límite superior de la Fm. La Invernada se puede establecer que el suelo Las Tapias comenzó su desarrollo probablemente entre los 9.500 y 8.200 a. A.P., cuando cesa el efecto de la gran glaciación sobre el clima regional. Este suelo representaría el llamado Hypsithermal u Optimum Climaticum para la región central del país.

Resulta más dificultoso establecer cuando terminó este ciclo. Fidalgo y Rabassa (1984) consideran que el Neoglacial I habría comenzado en 5.200 a. A.P., González (1984) y González y otros (1983) establecen una edad similar para el final de este período; Wayne (op.cit.) considera que la Glaciación Holoceno I para Río Blanco sería 4.000 a. A.P., mientras que Grosso para el Valle de Las Leñas establece la Glaciación Las Leñas II de edad 7.000 a. A.P. Para esta región es probable que el final del Optimum Climaticum se produzca para una edad intermedia entre los 4.000 y 5.200 a. A.P. Además es probable que el cambio climático no se haya manifestado con la misma intensidad en toda la región. Posiblemente en el área suroeste, que forma parte del mar de arenas, las condiciones de aridez hayan sido más marcadas ya que son pocas las evidencias que quedan de un clima más húmedo. En cambio, en la región central de la provincia, la característica discontinuidad de los depósitos eólicos modernos, la evidente continui-

dad del proceso pedogenético en el suelo Las Tapias y las condiciones geomorfológicas llevan a pensar que el cambio climático no fue tan drástico y que posiblemente el clima imperante haya presentado sólo un dominio de los años secos sobre los húmedos.

De acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior se considera que el suelo Las Tapias se habría desarrollado, en amplios sectores de la Provincia, durante el Hypsithermal siendo luego cubierto con o sin erosión por los sedimentos arenosos del Holoceno medio y superior; pero en grandes extensiones del centro y este se mantuvo bajo evolución incorporando materiales eólicos en forma continua por lo cual sería, en parte, tempo-transgresivo.

4.2. Aloformación Arroyo Las Lajas.

Esta unidad estratigráfica representa un ciclo fluvial de escasa magnitud que en general marca el final del período denominado Optimum Climaticum ya que la mayoría de los depósitos descritos se encuentran en canales que cortan al suelo Las Tapias. Estos canales son de fondo plano y con paredes verticales y subverticales diferenciándose en las dimensiones. Algunos son de 20 a 50 m. de ancho con profundidad de hasta 5 m.; mientras que otros presentan un mayor ancho, aproximadamente 100 a 200 m., pero con profundidades menores, 2 m.

Los depósitos que rellenan los canales son aluviales, coluviales y eólicos. Los materiales coluviales se observan adosados a las paredes de los canales y en su base han sido caracterizados como deslizamientos de talud, deslizamiento de suelos, caída de suelos, etc. Son diamictos constituidos por rodados de los materiales del suelo Las Tapias, de un tamaño no mayor a los 13 cm., que incluye parte de los horizontes A y B del suelo. Estos rodados están dispuestos en forma caótica en una masa limoarenosa sin estructura sedimentaria evidente. En algunos casos el suelo que ha deslizado sin inversión se mantiene casi intacto. Esto, de acuerdo con lo que se observa en la actualidad, presupone crecidas intermitentes que excavan la base del suelo provocando luego la caída del mismo.

Los sedimentos aluviales son de diverso tipo, generalmente en la base del canal se encuentran aglomerados compuestos por grandes rodados del material pampeano, que alcanzan diámetros de hasta 30 y 40 cm., y rodados menores del suelo Las Tapias; luego se disponen secuencias laminadas dispuestas en

sucesiones granodecrecientes de materiales graviliosos con rodados de tosca, cuya mineralogía se corresponde con la del Basamento de las sierras. Por lo general el relleno se completa con una secuencia tractivo-suspensiva, que se considera provocada por el ingreso esporádico de aguas y materiales, arenosos medios a limosos, que se habrían depositado en aguas calmas. En estos materiales se han encontrado numerosas marcas y biotúbulos, principalmente de artrópodos, y restos vegetales, especialmente raicillas, pero de mucha menor importancia. Normalmente estas láminas presentan altas concentraciones de carbonatos.

En la mayoría de los casos la colmatación de la cárcava se produce por aportes eólicos, arenosos finos y muy finos, que corresponden a la Aloformación Laguna Oscura.

En el arroyo Santa Catalina, Prámparo (op.cit.) describe, por encima del Suelo Las Taplas, sedimentos limosos y limoarenosos con alto contenido de materiales biogénicos que forman un banco de espesor variable entre 1,5m. y 0,5m.

El contenido fosilífero es el siguiente: Gasterópodos (*Planorbis peregrinus*, *Littoridina parchappi*, *Succinea meridionalis*, *Scolodonta semperi* y ejemplares de las familias *Amnicollidae* y *Vertiginidae*), Ostrácodos (*Darwinula stevensoni*, *Cypridopsis vidua*, *Cyprinotus incongruens*, *Potamocypris* sp. y *Chlamydotheca incisa*); Diatomeas (*Fragillaria direscens*, *Fragillaria pinnat*, *Synedra ulna* y veinte especies con mucha menor importancia). Prámparo establece que la asociación de diatomeas corresponde a una laguna de agua dulce, semiestancada, muy vegetada y de clima templado. Los materiales silicoclásticos presentan en la fracción arena muy fina una alta proporción de vidrio volcánico.

Frenquelli (1923) describe una capa de diatomeas en el río Primero, en la ciudad de Córdoba; mientras que Frenquelli y Cordini (1937) describen una diatomita en Quilino al NO. de la provincia, asignando ambas capas al piso Platense. Rabbia (op.cit.), Hernández (op.cit.) y Casali (1988) describen otros afloramientos en los arroyos Tegua, Chucul y Cipión respectivamente.

En este último arroyo Poire y otros (1988) describen una asociación de facies relacionando estos depósitos con otros descritos en el vecino arroyo La Barranquita. Consideran que los depósitos biogénicos corresponden a facies de

llanura de inundación o de canal abandonado, ya que encuentran evidencias de desbordes desde un canal lateral. Este modelo, si bien puede ser aplicado a otros sistemas de la región, no es aplicable a todos ya que tanto en el caso del arroyo Chucul o el Tegua, el banco de diatomeas es un cuerpo aislado no vinculado al lateral ni verticalmente a depósitos fluviales.

De acuerdo con las observaciones realizadas se considera que este evento representa la presencia de un clima templado subhúmedo a semiárido. Esto último se plantea teniendo en cuenta que los depósitos finales de la mayoría de los canales terminan en una secuencia con escasa materia orgánica, abundancia de carbonatos y pasaje transicional a los sedimentos eólicos de la Fm. Laguna Oscura.

Edad: teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior este ciclo se habría producido al final del Hypsithermal y correspondería al Holoceno medio.

4.3. Aloformación Laguna Oscura.

Se incluye en esta unidad estratigráfica a la cubierta eólica arenosa que se extiende en amplias regiones de la provincia. En el sur de la provincia la cubierta es continua, salvo en algunos sectores del SO. (Laguna El Cuero) donde aflora el Pampeano por la acción de la falla de Lonco Vaca (Yrigoyen, 1981), y en los sectores donde se extienden los derrames actuales del río Quinto (Popopis).

Al sur del río Piedras Blancas, sobre el pedemonte de las sierras de Comechingones, forma una faja de 15 km. de ancho que se extiende hasta la margen izquierda (norte) del arroyo Las Lajas; los espesores máximos medidos superan los 10 m. Al norte de la ruta Nacional 7, en la región comprendida entre las fallas del bloque de Levalle y el bloque de Viamonte, la cubierta eólica correspondiente a esta unidad estratigráfica está distribuida en forma continua rodeando los sectores más altos del bloque donde aflora la Fm. La Invernada; mientras que en el resto de la región presenta una distribución en fajas de rumbo N 25 E., pudiéndose observar entre fajas los depósitos aluvionales de las formaciones Chocancharava y Arroyo Las Lajas.

Al norte del río Chocancharava (Cuarto) hasta algo más al norte de la ruta provincial 4 hay una extensa área con cubierta casi continua de estos materiales, el área al sur de la línea

Reducción-Sta.Eufemia y al oeste de los bajos del Saladillo aparecen dominando los depósitos aluviales.

Granulométricamente dominan las arenas finas y muy finas con muy bajos porcentajes de limos y arcillas (menos del 15%). La composición mineralógica es muy variable, de acuerdo con los pocos estudios realizados. Sánchez (1982), para la localidad de Cuatro Vientos, determina que el 98% de la fracción arena fina está compuesta por minerales livianos, determinando sobre el 100% de livianos la siguiente composición: feldespato potásico (47 al 63%), vidrio volcánico (27 al 13%), cuarzo (26 al 11%) y plagioclasas (13 al 4%). Para los pesados sobre el 100% de estos determinó: piriboles (66 al 43%), opacos (24 al 12%), micas (21 al 6%), turmalina (13 al 2%) y cantidades menores de apatita, zircón y granate.

Para las localidades de Laguna Oscura (Blarasin, op.cit.) y Rodeo Viejo (Becker, op.cit.) determinaron la mineralogía expuesta en las tablas II y III. En el primer caso los datos son representativos para las dunas parabólicas activas o con actividad reciente, en el segundo para dunas estabilizadas.

Como se puede observar, los datos mineralógicos también permiten establecer la presencia de dos familias de minerales, una volcánica (cordillerana) y otra pamplana. Además el comportamiento del vidrio es también errático aunque es posible detectar una cierta disminución del aporte hacia el NE.

Morfológicamente constituyen fundamentalmente dunas longitudinales de rumbo NE-SO con estructura cruzada planar, con inclinación moderada, 18 a 25 grados (Blarasin y Sánchez,

Tabla II: PORCENTAJE DE MINERALES EN DUNAS PARABOLICAS ACTIVAS (Blarasin, 1984)

	A	B	C	D	E	F
Minerales livianos	75.4	78.4	74.6	75.6	76.6	77.0
Minerales Pesados	24.6	21.6	25.4	24.4	23.4	23.0
Feldespatos potásicos	39.5	35.3	47.6	49.0	48.7	51.7
Cuarzo	16.3	13.7	11.7	9.0	12.0	5.8
Vidrios volcánicos	11.2	18.8	4.0	6.6	5.7	8.2
Plagioclasas	8.3	10.6	11.3	11.0	10.1	11.3
Plagioclasas zoneadas	2.9	4.7	2.7	3.5	2.2	3.5
Piriboles	16.1	11.6	11.3	11.0	10.1	11.3
Turmalinas	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Zircón	1.0	1.0	0.9	0.4	0.9	0.7
Apatita	1.1	0.7	0.7	0.6	1.0	0.7
Opacos	6.0	8.2	9.3	5.5	7.1	8.2

Tabla III: PORCENTAJE EN PESO DE LOS MINERALES DE LA FM. LAGUNA OSCURA (Becker 1987)

Minerales livianos.....	97.4	Minerales pesados.....	2.1
Vidrios volcánicos.....	54.4	Opacos.....	0.4
Feldespatos alcalinos.....	9.1	Homblandas.....	0.5
Feldespatos mesosilicos.....	10.2	Lamprobolitaas.....	0.1
Feldespatos cálcicos.....	0.3	Muscovita.....	0.1
Lititos volcánicos.....	14.6	Biotita.....	0.04
Alteritas.....	5.2	Auglita-Dióxido.....	0.1
Cuarzo.....	3.6	Alteritas.....	0.3
otros.....	0.6		

1987).

Las reactivaciones provocadas por diversos ciclos de aridización han producido cambios morfológicos localizados que generaron dunas de tipo parabólico, por la acción de vientos predominantes del NE, con cubetas de deflación sobre el borde ENE que al alcanzar la capa freática pasan a formar lagunas permanentes.

Edad: la deposición de estos materiales se inicia con el desmejoramiento del clima al final del Hypsithermal ya que cubren a los depósitos fluviales y lagunares de la Aloformación Arroyo Las Lajas y parcialmente al Suelo Las Tapias.

Después del Neoglaciario I (5.200 a A.P. o 4.600 a A.P. se han reconocido por lo menos dos enfriamientos que determinaron el desmejoramiento del clima. Wayne (op.cit.) reconoce un avance de los hielos para 2.000 a. A.P. y un último avance 300 a. A.P.. González establece para la Salina del Bebedero las edades de las dos líneas de costas más jóvenes, que indicarían equivalentes avances glaciarios, la más antigua tendría una edad 630 +/- 110 a. A.P. y la más joven 350 +/- 70 a. A.P. Iriondo (1981) establece para el litoral que el clima actual se instala entre los 900 y 1.200 años de nuestra era.

Probablemente la sedimentación de esta unidad no ha sido continua, ya que en algunas dunas parabólicas se observan diversos niveles de acumulación de materia orgánica de escaso espesor que podrían asimilarse a suelos de escaso desarrollo. Además se tiene evidencias que estas dunas son de diversa edad, algunas de ellas son actuales y de carácter antrópico; la mayoría, especialmente las más grandes, son más antiguas habiéndose encontrado utensilios indígenas en diversos niveles (Peña Zubiarte, com.per.). Por otro lado existen evidencias mineralógicas de que estos materiales reciben aportes continuos de sedimentos, aún en el presente (Becker, op.cit.).

De lo expresado se considera que la edad de esta aloformación sería Holoceno Superior-Actualidad. Es evidente que faltan estudios más detallados que permitan diferenciar si existe más de una unidad, con los datos actuales parece mejor tratarla como una unidad estratigráfica.

5. NEOTECTÓNICA

Existen pocos estudios específicos relacionados al neotectonismo, esto hace difícil establecer la magnitud de su existencia y las relaciones precisas entre estos movimientos y la

evolución de las cuencas sedimentarias cuaternarias.

El antecedente más conocido y que cuenta con un trabajo detallado es el realizado por Schlanginweit (1954) en Potrero de Garay, Valle Calamuchita, área que se encuentra actualmente bajo las aguas del dique Los Molinos. En ese trabajo demuestra que la falla de Sierra Chica, de tipo inversa coloca a los esquistos cristalinos sobre el Pampiano superior. Lencinas y Timoneri (1968) realizan algunas observaciones similares en el valle de Punilla.

Más reciente es un estudio detallado realizado por Mingorance (1988) en el área de Sampacho. Esta localidad del SO de Córdoba es tectónicamente activa con sismicidad casi continua, de bajo grado. En el año 1934 un sismo importante destruyó la población, esto motivó una comisión del Dr. Groebber cuyo informe se encuentra en la Municipalidad local; en él se detallan algunos de los fenómenos observados asociados al sismo, como licuefacción de suelos. Mingorance realiza su estudio sobre la falla de Sampacho, ubicada en el flanco NO de los cerros Suco, Sampacho y Chañarito, verificando evidencias de importantes desplazamientos muy recientes.

Las observaciones geológicas y geomorfológicas realizadas por el autor y sus colaboradores permiten exponer algunos datos que pueden considerarse como evidencias de la actividad neotectónica.

En el valle intermontano ubicado al sur del embalse de Río Tercero, entre las Sierras de Las Peñas y Comechingones, al realizar varias transectas O-E se observó que el paisaje presentaba escalones de rumbo N-S que responderían a umbrales tectónicos en el basamento. Esto fue probado en un pozo de agua realizado a pala, que a la profundidad de 70 m., permitió observar sobre un lado del pozo la exposición de rocas del basamento mientras que del otro lado quedaban expuestos materiales pampianos. La naturaleza juvenil del paisaje y la evidencia topográfica de estos escalones llevan a suponer una edad muy reciente para las últimas reactivaciones de estas fracturas.

En el área del Paso del Río Seco, hay una falla de rumbo meridional que aparentemente ha sido activa durante el Holoceno. Esta falla eleva parcialmente el cono aluvial del río Alpa Corral, de manera que al oeste de la falla, área topográficamente elevada, la unidad estratigrá-

fica dominante es la Fm. La Invernada y el suelo activo superficial es el Suelo Las Tapias, solo se observan algunos canales con depósitos aluviales de la Aloformación arroyo Las Lajas. Al este de esta fractura se desarrolló un abanico aluvial con materiales recientes (Holoceno medio hasta la actualidad). Además este abanico muestra un evidente desplazamiento del río Seco desde el norte hacia su posición actual, prácticamente paralela a la línea de falla (N-S).

También hay evidencias geomorfológicas de una fractura, meridional a submeridional, inmediatamente al oeste de la ciudad de Río Cuarto a la que se ha denominado falla del Santa Catalina (Cantú y Degiovanni, 1982), así como de otra fractura al este de la ciudad. Entre ambas fracturas se ha observado que, según datos de perforaciones, los espesores asignables a la Fm. Chocanchavara estaban en el orden de los 30 a 60 m. (Caffaratti, 1988) sin encontrarse afloramientos del Pamplano en todo el sector. En cambio tanto al oeste como al este de este sector definido por ambas fracturas si se encontraron afloramientos del Pamplano; además el comportamiento geomorfológico del río Cuarto en ese

sector (curso anastomosado y divagante, áreas de derrames, desplazamientos laterales muy marcados, etc.) Indicaría la presencia de un bloque hundido (Degiovanni-Doffo, com.per.). Todo esto lleva a considerar que esa área ha sido, y tal vez sea, una zona de subsidencia activa durante gran parte del Pleistoceno superior-Holoceno.

El bloque de Levalle presenta, en la zona más elevada aflorando a la Fm. La Invernada y al Suelo Las Tapias, esto indicaría que durante la mayor parte del Holoceno el área fue una zona positiva. Pero si se considera la evolución geomorfológica de las llanuras aluviales de los ríos Cuarto y Quinto, que Cantú y Degiovanni (1984) consideran afluentes durante gran parte de su historia pleistocena superior para luego diverger hacia sus posiciones actuales, se puede considerar que este bloque presentó movimientos ascendentes durante parte del Holoceno. Esto estaría corroborado por otra evidencia geomorfológica, ya que también se observa que entre la Villa de la Reducción y Carlota hay una sucesión de derrames cuyo ápice se despalaza en el tiempo hacia el este y hacia el norte que habrían comenzado a evolucionar durante el Holoceno.

BIBLIOGRAFIA

- ALLIONE, J. L., 1987. Geomorfología y pedología del inicio de la ca del arroyo Carnerillo, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- BECKER, A.R., 1987. Génesis de las series (tentativas) Sperranzoni y Rodeo Viejo, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- BEDER, R., 1916. Estudios geológicos e hidrogeológicos en los alrededores de Villa Dolores (Prov. de Córdoba) Bol. de la Dir. Gral. de Minas, Geol. e Hidrog. Serie B. n 14, Bs. As.
- BIRKELAND, P. W., 1974. Pedology weathering and geomorphological research. Oxford Univ. Press. New York, N. Y., 285 pag.
- BLARASIN, M. T. y M. L. SANCHEZ, 1987. Secuencia evolutiva de dunas cuaternarias en el sector de Laguna Oscura, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba, Rep. Argentina. Décimo Con. Geol. Arg., Actas III: 297-300, S. M. Tucumán.
- BODENBENDER, G., 1894. La llanura pampeana al este de las Sierras de Córdoba. Contribución a la historia de su desarrollo Acad. Nac. de Cs., Tomo XXIII, II entrega. Univ. Nac. Córdoba, 14-57.
- CAFFARATTI, J. D., 1988. Caracterización hidrogeológica del acuífero freático de la ciudad de Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.

- CANTU, M. P. y M. T. BLARASIN, 1987. Geología del Pleistoceno superior-Holoceno del arroyo Las Lajas-km. 630, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Inédito.
- CANTU, M. P. y S. B. DEGIOVANNI, 1982. Rasgos tectónicos de la región centro-sur de la Prov. de Córdoba. III Jorn. Cient. Fac. Cs. Exac. Fis. Quím. y Nat. -Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- CANTU, M. P. y S. B. DEGIOVANNI, 1983. Cuaternario de la región centro-sur de la Prov. de Córdoba. IV Jorn. Cient. Fac. Cs. Exac. Fis. Quím. y Nat. -Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- CANTU, M. P. y S. B. DEGIOVANNI, 1984. Geomorfología de la región centro-sur de la Prov. de Córdoba. Nov. Cong. Geol. Arg., Actas IV:76-92. S. C. Bariloche.
- CANTU, M. P. y S. B. DEGIOVANNI, 1987. Génesis de los sistemas lagunares del centro-sur de la Prov. de Córdoba. Dec. Cong. Geol. Arg., Actas III:289-292. S. M. Tucumán.
- CANTU, M. P. y A. R. BECKER, 1988. Secuencia holocénica en el arroyo Spernanzoni, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba, Rep. Argentina. Simposio Inter. sobre el Holoceno en América del Sur. Resúmenes. Paraná.
- CASALI, N. N., 1988. Sedimentología de las secuencias cuaternarias expuestas en el tramo final del arroyo Cipión, Cuatro Vientos, dto. Río Cuarto. Segunda Reun. Arg. de Sed Resúmenes 51-55. Buenos Aires.
- CASTELLANOS, A., 1936. Los sedimentos del Pampeano inferior y el Araucano en el Valle de los Reartes, Sierras de Córdoba, Pub. n 6, Fac. Cs. Mat. Fis. Quím. y Nat. aplicadas a la industria, Univ. Nac. Lit., Rosario.
- CASTELLANOS, A. 1942. Los sedimentos prepampeanos del valle del Nono (Sierras de Córdoba) Pub. Inst. de Fisiog. y Geol. Univ. Nac. Lit. Rosario.
- CASTELLANOS, A. 1962. El Holoceno en la Argentina. Pub. Inst. Fisiog. y Geol. Univ. Nac. Lit. (45) 6-78, Rosario.
- ERIC, C. F. 1986. Geología del Cuaternario en el río de las Barrancas, Dto. Río Cuarto, Prov. Córdoba. Trabajo final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- FIDALGO, F., D. U. COLADO y F.O.FRANCESCO, 1973. Geología superficial en las hojas Castelli, J. M. Cobo y Monasterio. (Prov. de Bs. As.), Quinto Cong. Geol. Arg. Actas IV:27-39.
- FIDALGO, F. y E. P. TONNI, 1978. Aspectos paleoclimáticos del Pleistoceno Tardío-Reciente en la Prov. de Bs. As. Seg. Reun. Inf. del Cuaternario Bonaerense. Com. Inves. Cient. de la Prov. de Bs. As. (Trenquen Lau quen), 21-28.
- FIDALGO, F. y J. RABASSA, 1984. Los depósitos Cuaternarios. Geología y Recursos Naturales de la Prov. de Río Negro. Relatorio del Nov. Con. Geol. Arg. 301-316. Bs. As.
- FRENGUELLI, J. 1918. Notas preliminares sobre la constitución geológica del subsuelo de Córdoba. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba. XXII.

- FRENGUELLI, J. , 1923. Diatomeas del río Primero en la ciudad de Córdoba. Bol. Acad. Nac. Cs. Córdoba. XXVII.
- FRENGUELLI, J. y R. CORDINI, 1937. La diatomita de Quilino (prov. de Córdoba) , su contenido y posibilidades de explotación Rev. Museo de la Plata. Nueva serie. Tomo I, Sección Geología, 67-116.
- GONZALEZ, M. A. , 1981. Evidencias paleoclimáticas en la Salina del Bebedero (San Luis, Arg.) . Oct. Cong. Geol. Arg. , Actas III, 411-438, Buenos Aires.
- GONZALEZ, M. A. , 1984. Depósitos marinos del Pleistoceno superior en Bahía Blanca (Bs. As. , Arg.) . Nov. Cong. Geol. Arg. , Actas III, 538-555, Bs. As.
- GONZALEZ, M. A. , 1987. El paleoclima del Cuaternario en el territorio de la República Argentina. Evolución histórica de su estudio. Estado actual de los conocimientos . Serie Didáctica n 1, Fundación Carl C:zon Caldenius.
- GONZALEZ, M. A. ;E. A. MUSACCHIO; A. GARCIA; R. PASCUAL y A. E. CORTE. 1981. Las líneas de costa (Holoceno) de la Salina del Bebedero (San Luis, Arg.) . Implicancias paleoambientales de sus microfósiles. Oct. Cong. Geol. Arg. Actas III, 617-628. Bs. As.
- GONZALEZ, M. A. ; N. A. WEILER; N. G. GUIDA; S. A. VALENCIO; H. O. PARANELLO; F. E. ANGIOLINI y M. C. ALBERO, 1983. Late Pleistocene marine deposits in Argentine, Latest Interstadial of Wisconsin=Wurn? En: Desert encroachment, fast tropical erosion and submergence, Symp. ICL-INQUA-IGGP (Hamburgo) , 91.
- GONZALEZ, A. R. 1960. La estratigrafía de la gruta de Intihuasi (prov. de San Luis, R. A.) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica. Rev. Inst. Antrop. , 1:1-296, Univ. Nac. Córdoba.
- GORDILLO, C. E. y A. N. LENCINAS, 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. Seg. Simp. de Geol. Reg. Arg. Vol. 1. Acad. Nac. de Cs. Córdoba.
- GROSSO, S. 1987. Geocriología y glaciología del macizo del cerro Torrecillas-Valle de las Lefias, Cordillera Principal, Mendoza. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- HERNANDEZ, L. 1984. Estudio mineralógico de la secuencia sedimentaria aflorante en el curso superior del arroyo Chucul, entre las localidades de Espinillo y Cnel. Baigorria, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- IRIONDO, M. H. , 1981. Antigüedad del último cambio climático en el litoral. Ecología (Argentina) n 6:5-8.
- JENNY, H. 1980. The Soil Resource. Origin and behavior. Ecological Studies 37. Springer-Verlag. Berlín. 377 p.
- LENCINAS, A. y A. TIMONIERI, 1968. Algunas características estructurales del valle de Punilla, Córdoba. Seg. Jorn. Geol. Arg. Comodoro Rivadavia.

- MARKGRAF, V. J. P. BRADBURY y J. FERNANDEZ, 1986. Bajada del Rahue province of Neuquén, Argentina: an interstadial depo sit in Northern Patagonia. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 56:251-258.
- METHOL, E. 1958. Descripción geológica de la hoja 18 Dean Funes, Tulumba (Córdoba). *Dir. Nac. de Geol. Min. Bs. As.*
- METHOL, E. 1971. Descripción geológica de la hoja 22 h, Santa Rosa, Prov. de Córdoba y San Luis. *Dir. Nac. de Geol. y Min. Bs. As.*
- MINGORANCE, F. 1988. Caracterización sismotectónica de la falla de Sampacho, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Informe Beca de Iniciación-Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- MORRAS, H. J. M. y M. DELAUNE, 1983. Caracterización de áreas sedimentarias del norte de la provincia de Santa Fe en base a la composición mineralógica de la fracción arena. *Dec. Cong. Arg. y Sept. Latinoamericano de la Cs. del Suelo. Actas.*
- NETTLETON, W. D. and F. F. PETERSON, 1983. Aridisols. En *Pedogenesis and Soil Taxonomy II. The Soil Orders. Developments in Soil Science 11 B.* Elsevier. Amsterdam.
- OLSACHER, J. 1972. Descripción geológica de la hoja 21 h, Cerro Champaqui (prov. de Córdoba). *Serv. Nac. Min. Geol. Bs. As.*
- PASCUAL, R.; E. ORTEGA; D. GONDAR y E. TONNI, 1965. Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquellas del territorio bonaerense. *Anal. Com. Inv. Cient. (VI): 165-194.*
- POIRE, D. G.; M. B. VILLEGAS; M. L. SANCHEZ; N. N. CASALI y A. M. COMBINA, 1988. Facies sedimentarias holocénicas de la región de Río Cuarto, prov. de Córdoba, Argentina. *Simp. Int. sobre el Holoceno en América del Sur. Resúmenes. Paraná.* PRAMPARO, M. 1982. Cuaternario del arroyo Santa Catalina, entre Cuatro Vientos y Holmberg, Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- RABBIA, O., 1984. Consideraciones paleoambientales del Cuaternario expuesto en el curso superior del arroyo Tegua. Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. Trabajo Final de Licenciatura. Univ. Nac. Río Cuarto. Inédito.
- RUHE, R. V., 1956. Geomorphic surface and the nature of soils. *Soil Science* 82:441-445.
- SANCHEZ, M. L. y M. T. BLARASIN, 1987. Depósitos eólicos cuaternarios de la zona de Cuatro Vientos. Dto. Río Cuarto, Prov. de Córdoba. *Rep. Arg. Dec. Cong. Geol. Arg. Actas III: 293-296. S. M. Tucumán.*
- SANTA CRUZ, J. N., 1972 a. Geología al este de la sierra Chica (Prov. de Córdoba) entre la Granja y Unquillo, con especial referencia a las entidades sedimentarias. *Quinto Cong. Geol. Arg. Carlos Paz, Córdoba.*
- SANTA CRUZ, J. N. 1972 b. Geología al este de la sierra Chica (Córdoba) Valle del río Primero. *Bol. de la Asoc. Geol. de Córdoba. Tomo 1, n 3-4.*
- SANTA CRUZ, J. N. 1973. Cortes geológicos transversales del valle del río Santa Catalina (Córdoba) en el sector del pie de sierra. *Bol. de la Asoc. Geol. de Córdoba. Tomo 2, n 1-2.*

- SAYAGO, J. M. , 1980. Geomorfología aplicada a Hidrogeología y suelos en el valle de San Alberto, Prov. de Córdoba. Act. Geol. Lilloana XV:2 119-138.
- SCHLANGINWEIT, O. 1954. Una interesante dislocación en Potrero de Garay (Valle de Calamuchita) y observaciones sobre las sierras Chica y Grande de Córdoba. Rev. Asoc. Geol. Arg. IX: 3, Bs. As.
- SMITH, G. D. ; W. H. ALLAWAY and F. F. RIECKEN, 1950. Prairie soils of upper Mississippi Valley. Adv. Agron. , 2:157-205.
- TONNI, E. P. y F. FIDALGO, 1979. Consideraciones sobre los cambios climáticos durante el Pleistoceno tardío-Reciente en la Prov. de Bs. As. Aspectos ecológicos y zoogeográficos relacionados. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg. XV:1-2 235-253. Bs. As.
- TRICART, J. L. F. , 1973. Geomorfología de la Pampa Deprimida. INTA, Col. Cient. XII, 202 pag. Bs. As.
- WAYNE, W. J. , 1981. La evolución de glaciares de escombros y morenas en la cuenca del río Blanco, Mendoza. Oct. Cong. Geol. Arg. , San Luis, Actas IV:153-166. Bs. As.
- YAALON, D. H. 1983. Climate, time and soil development. En: Pedogenesis and Soil Taxonomy I. Concepts and Interactions. Developments in Soil Science. 11 A. Elsevier. Amsterdam.
- IRIGOYEN, M. R. , 1981. Geología y recursos naturales de la Prov. de San Luis. Síntesis. Mapa Geológico de San Luis. Relatorio Oct. Cong. Geol. Arg. Bs. As. .

CUADRO ESTRATIGRAFICO

Período	Epoca	Edad / años	Unidades Lito y Aloestratigráficas	Unidades Edafo-Estratigráficas	Clima	Procesos Dominantes	Neotectonismo
C U A T E R N A	H O L O C E N O	~ 5.000	ALFORMACION LAGUNA OSCURA	SUELO ACTUAL	SUBHUMEDO a HUMEDO	Alzamiento entre PEDOGENESIS FLUVIO - LAGUNAR	
			ALFORMACION A° LAS LAJAS	SUELO LAS TAPIAS	SEMIARIDO	EROSION HIDRICA Localizada PEDOGENESIS FLUVIO - LAGUNAR en los valles	ASCESO del BLOQUE de VIAMONTE
A R R I O	P L E I S T O C E N O	10.000	FORMACION LA INVERNADA		ARIDO	EDUCCION	FALLA del CONO ALUVIAL de ALPA CORRAL
						SUPERFICIE DE EROSION EROSION HIDRICA generalizada	ASCESO del BLOQUE de LEVALLE

ASPECTOS GEOHIDROLOGICOS DEL HOLOCENO EN LA REPUBLICA ARGENTINA.

Mario FILI

Ofelia TUJSCHNEIDER

RESUMEN:

Con la finalidad de enfatizar sobre la utilidad del estudio del Holoceno en la geología aplicada, se describen sintéticamente algunos ejemplos geohidrológicos para diferentes

regiones de Argentina en las que los depósitos de esta edad, junto a los del Pleistoceno superior, desempeñan un papel importante en las aguas subterráneas.

I. INTRODUCCION

La porción sudamericana del territorio continental de la República Argentina se extiende entre los paralelos 22 y 55 grados de latitud sur y tiene una superficie aproximada a 2.780.000 kilómetros cuadrados. Si se observan sus grandes rasgos físicos puede distinguirse una región montañosa en el oeste, que se extiende de norte a sur por más de 3.700 kilómetros, y una región de grandes llanuras en el este, interrumpidas por sistemas orográficos de menor altitud. La mitad austral del territorio limita por el este con el Océano Atlántico. En este contexto geográfico se han desarrollado gran diversidad de paisajes bajo todo tipo de dominios climáticos.

Lo expresado implica que en todas las regiones haya depósitos del Holoceno de variada significación. Estas formaciones, debido a su posición en la columna estratigráfica, suelen conformar unidades hidrogeológicas de superficie a través de las cuales se vinculan las aguas meteóricas con el subsuelo. Como se sabe, las propiedades fisicoquímicas de las unidades aflorantes inciden en la recarga de los acuíferos y su hidroquímica, por lo que pueden adquirir relevancia geohidrológica. A esto cabe agregar que algunas geoformas generadas durante el Holoceno, bajo condiciones topográficas y climáticas propicias llegan a conformar importantes

reservorios de agua subterránea.

En esta contribución se exponen brevemente algunos ejemplos sobre aspectos geohidrológicos del Holoceno, frecuentemente indiferenciado del Pleistoceno superior, en diferentes dominios geográficos argentinos. En el mapa de la Fig. 1 se muestra la localización de los ejemplos seleccionados.

II. ASPECTOS GEOHIDROLOGICOS

II.1 - Ambiente de Puna y Cordillera Oriental.

La región montañosa del oeste se inicia en el extremo noroeste del País con la Puna de Atacama, árida sucesión de valles y montañas estructurada en bloques de orientación norte-sur. Tiene una altura media de 3.800 metros pero presenta picos volcánicos elevados, como el Lullaillo de 6.723 m. y el Socompa de 6.031 m. así como extensos salares. Al este de la Puna se encuentra la Cordillera Oriental, formada por elevadas sierras, como los nevados de Cachi con 6720 m. y Chani con 6.200 m, separadas entre sí por delgados valles denominados "quebradas" como las de Humahuaca y del Toro.

En estos ambientes por lo general son los acarreos del Cuaternario, que rellenan los bolsones interserranos, sedimentos con porosidad y permeabilidad como para conformar acuíferos, pero la posibilidad de recarga está limitada por la cubierta de sedimentos finos holocénicos que se acumulan en el fondo de las depresiones y por la escasa precipitación pluvial.

No obstante lo señalado, en los valles de Miraflores, Pozuelos y La Quiaca, en el norte de la provincia de Jujuy, se han localizado reservas importantes de agua subterránea de baja mineralización (Alcalde, J.A y M.C de Alcalde, 1984). Según los autores citados, estos acuíferos integrados por arena fina y grava sabulítica limo arcillosa, rellenan fosas generadas durante el Pleistoceno

Inferior.

Cabe señalar que durante el Pleistoceno, bajo clima más frío y húmedo que el del Holoceno, en las cuencas endorreicas de la Puna se formaron grandes lagos de agua dulce (Igarzabal, A.P., 1984). En consecuencia sería interesante realizar estudios isotópicos para determinar si los acuíferos detectados acumularon sus reservas bajo aquellas condiciones más propicias o si aun en la aridez actual es factible la recarga de agua poco mineralizada en volúmenes considerables; las investigaciones podrían complementarse con la determinación deámetros hidráulicos en las formaciones del Holoceno que actúan como semi-confinantes así como la composición química de las mismas.

II.2.- Ambiente de Precordillera

La Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza está formada por rocas antiguas, con edades que van desde el Precámbrico al Triásico. En esta región de clima árido los aluviones del Cuaternario superior presentan por lo general las condiciones hidrogeológicas más favorables para almacenar y transmitir agua subterránea.

Un buen ejemplo de lo expresado se tiene en el valle de Iglesia Provincia de San Juan (2). Allí el aluvión reciente y actual está compuesto predominantemente por gravas gruesas y arena gruesa a mediana en menor proporción; estos depósitos, además de su elevada conductividad hidráulica y considerable espesor, ocupan una posición topográfica baja que favorece las posibilidades de recarga. Otro aspecto importante es que la constitución clástica no posee elementos mineralizantes, por lo que se está en presencia de acuíferos de alto rendimiento y bajo tenor salino en una región donde no abundan los recursos hídricos (Eder, J.C y C. Wetten, 1975).

II.3.- Ambiente de Cordillera de los Andes Patagónicos-Fueguinos

Este ambiente se extiende desde aproximadamente el paralelo 39 grados de latitud sur hasta el extremo de Tierra del Fuego. La Cordillera de los Andes Patagónicos-Fueguinos está formada por una serie de cordones separados por valles transversales ocupados por ríos caudalosos o por lagos de origen glaciario. En esta región caen copiosas precipitaciones que determinan la presencia de glaciares y extensos campos de nieve.

Las formaciones con mayor aptitud hidrogeo-

lógica se corresponden con geoformas de acumulación glaciogénicas, formadas durante el Pleistoceno. Los depósitos de tipo aluvional del Holoceno tienen una significación hidrogeológica considerablemente menor al igual que el vulcanismo de esta edad. Sin embargo cabe señalar que si bien la geología y geomorfología de las regiones englazadas durante el Cuaternario han sido objeto de numerosos estudios, la geohidrología es aún incipiente. Esto se debe en gran medida a la abundancia de recursos hídricos superficiales y a la baja densidad poblacional de la región.

Uno de los pocos ejemplos disponibles es el estudio de la hidrogeología e hidroquímica de la cuenca del río Grande de Tierra del Fuego (Bitesnik, H.O. y A.E. Fernández, 1984). La porción argentina de la cuenca del río Grande (3), tiene una superficie de aproximadamente 3.780 km². Allí la glaciación pleistocénica ha labrado valles sobre formaciones del Cretácico y Terciario; el acuífero está compuesto por sedimentos glaciares, glacioluviales y fluviales y es portador de aguas predominantemente bicarbonatadas sódicas con bajo contenido de sales totales disueltas pero con altos contenidos de nitrato lo que podría estar evidenciando la vulnerabilidad de estos reservorios a la contaminación.

II.4.- Ambiente de Patagonia Extraandina

El ambiente de la Patagonia Extraandina se extiende al sur del río Colorado, entre los Andes Patagónicos-Fueguinos y el Océano Atlántico. Su paisaje se caracteriza por extensas superficies de relieve mesetiforme que descienden gradualmente hacia el mar. Estas mesetas están interrumpidas en su continuidad por algunas elevaciones orográficas; cañadones profundos; cuencas centrípetas en las que se forman salitrales y unos pocos ríos que atraviezan la comarca de oeste a este vinculando a los lagos del pie cordillerano con el océano.

Dentro de este ambiente de clima árido hemos tomado como referencia geohidrológica al valle inferior del río Chubut (6) (Hernández, M.A y V.A Ruiz de Galarreta, 1985); al valle medio del río Senguerr (5) (Fill, M.F., 1987) y al valle inferior del río Deseado (4) (Gonzalez Arzac, R.F., R.D Patrouillau, B. Calvetty Amboni y J.L. Díaz, 1984). Estos tres ríos son alóctonos pues se alimentan de las precipitaciones pluvio-nivales en la cordillera. Sus valles están labrados en formaciones de edad jurásica a pleistocénica y presentan como rasgo común diversas geoformas menores resultantes de la acción fluvial reciente con la intensa actividad eólica actual.

Los depósitos aluviales pleistocénicos y holocénicos que rellenan estos valles están integrados por limos, arenas y gravas con aumento del tamaño de grano hacia la base y sus espesores raramente superan los diez metros. En los tramos de valle considerados, el río Chubut presenta predominancia de limos con conductividades hidráulicas (K) del orden de 0,07-0,12 metros/día; los ensayos por bombeo en el valle del Senguerr dieron para arenas medianas entre 15 y 50 metros/día y las gravas arenosas del río Deseado entre 150 y 600 metros/día. La composición hidroquímica es muy variable, fundamentalmente por los aportes laterales más mineralizados, pero en general el tenor de sales totales es bajo a moderado en los ríos Senguerr y Deseado y más elevado en el río Chubut.

II.5. Ambiente del Litoral Atlántico

Las costas oceánicas argentinas se extienden hacia el sur por unos 4.000 km. a partir de la punta Norte del Cabo San Antonio, donde termina el río de La Plata. Entre este punto y la desembocadura del río Negro la costa en general es baja y medanosa, a excepción de la zona de Mar del Plata donde terminan las sierras del sistema de Tandilia. La costa patagónica, hasta el estrecho de Le Maire es alta, con acantilados que pueden pasar los 50 metros de altura. Finalmente, la costa sur de Tierra del Fuego es también alta, pues corresponde a los Andes Fueguinos, pero muy recortada por la intensa erosión de los glaciares pleistocénicos.

Durante el Pleistoceno y el Holoceno, en el litoral de Buenos Aires, Patagonia y Tierra del Fuego se originaron, además de otras geoformas, cordones conchilles y dunas (Codignoto, J.O., 1987). Estos cuerpos desempeñan un importante rol geohidrológico ya que por su topografía positiva y su litología suelen conformar buenos reservorios de agua dulce. De hecho, muchas localidades bianearias dependen de estos acuíferos para el abastecimiento de agua potable, por lo que su importancia económica también es muy grande.

Las características geohidrológicas e isotópicas de estos acuíferos han sido objeto de numerosas investigaciones y como resultado de ellas se han propuesto metodologías específicas para extender los estudios a áreas con condiciones semejantes (Gonzalez, N., 1973) (Sala, J.M.; N. Gonzalez y M.A. Hernández, 1977) (Gonzalez, N. y M.A. Hernández, 1975) (Gonzalez, N.; M.A. Hernández y M. Levín, 1985). En estos trabajos referidos al área de la Bahía de Samborombón (8), se han identifi-

cado ocho unidades morfológicas interrelacionadas, correspondiéndose con otros tantos ambientes hidrogeológicos de características hidroclínicas e hidroquímicas singulares.

Tres de estas unidades con relieve subpositivo, tienen excelentes condiciones acuíferas; ellas son denominadas por los autores "cordón litoral conchill", compuesto por conchillas marinas sueltas a veces alternando con arena y arcilla que presentan una K de 200 metros/día; "cordón litoral medianosó" integrado por arenas eólicas con K de 20 m/día y "cordón central", compuesto por coquina, cuya K es del orden de 200 m/día. La porosidad efectiva de estos cuerpos varía entre 0,25 y 0,30 y la salinidad total de sus aguas entre 300 mg/l y 1.200 mg/l.

Más al sur, en la Península Valdés de la costa patagónica, se encuentra la población de Puerto Pirámides (7).

Esta localidad históricamente ha tenido dificultades en su desarrollo debido a la escasez de agua potable. En procura de superar tales limitaciones se estudiaron los manantiales que se producen en un bajo conocido como Salina Grande. Allí, sobre terrenos marinos del Terciario y sedimentos lacustres salinos y rodados del Plioceno, se formó durante el Holoceno un campo de dunas; estos cuerpos con alturas relativas próximas a los 10 metros, cubren una superficie de aproximadamente 400 km² y logran captar la casi totalidad de las escasas precipitaciones. El almacenamiento en las dunas de baja salinidad (300 mg/l) recarga y diluye la salinidad de los acuíferos subyacentes alojados en el Terciario donde la salinidad varía normalmente entre 2.000 y 6.000 mg/l. (Cambra, H.A. y J.E. Stampono, 1983).

Cabe señalar que por su proximidad al mar, las aguas dulces de dunas y cordones conchilles forman lentes sobre aguas saladas; al tratarse de cuerpos de poco espesor la extracción de caudales importantes en forma puntual puede alterar seriamente el equilibrio dinámico de la interfase y dañar el reservorio. Por tal razón para algunas zonas se han programado sistemas de extracción areales con pozos poco profundos y se han establecido áreas de reserva ante la alta vulnerabilidad de estos acuíferos a la contaminación (Gonzalez Arzac, R.; M. Caballé y J. Gonzalez Fazlo, 1985).

II.6. Ambiente de llanura Pampeana Medanosa

Ocupando el noroeste de la provincia de Buenos Aires, sur de Córdoba y Santa Fé, centro y sureste de San Luis y norte de La Pampa (9), hay

una extensa llanura suavemente ondulada predominantemente arenosa. En opinión de la mayoría de los autores se ha generado por procesos de erosión y acumulación eólica durante el Pleistoceno superior y el Holoceno, continuando en la actualidad. En la literatura geológica ha recibido diversas denominaciones generales y formales tales como "Medano Invasor", (Tapia, A, 1935), "Formación Junín" (De Salvo, O; J.H. Cecil y A Dillon, 1969); "Planicie Medanosá" (Gonzalez Diaz, E.F, 1981) y más recientemente "Mar de arena pampeano" (Irlondo, M. com. pers.)

Estos depósitos de arena fina a muy fina, de permeabilidad media y porosidad efectiva elevada, forman ondulaciones alineadas con desniveles relativos de varias decenas de metros por lo que conforman buenos reservorios para el almacenamiento de las aguas meteoricas. Dado que en la mayor parte de la región cubierta por los médanos hay un substrato de limos saturados con agua de salinidad elevada y contenidos de flúor, arsénico y vanadio en tenores tóxicos, las aguas almacenadas en la sección superior constituyen la única fuente aprovechable (Blitnik, H.O, 1977) (Cecil, J.H y M.D Cruz Coronado, 1981). En la región noreste de la Provincia de Buenos Aires y en el norte de La Pampa se han estudiado estos cuerpos lentiformes de agua dulce y se han propuesto pautas de aprovechamiento para evitar la ruptura del delicado equilibrio hidrodinámico e hidroquímico (DYMAS, 1974) (Gial, S.B, 1985)

II.7. Ambiente del Paraná Medio

El Paraná Medio argentino se extiende desde la confluencia con el río Paraguay (27 grados 25 minutos S) hasta el Túnel Subfluvial Hernandarias, que une las ciudades de Santa Fé y Paraná (31 grados 40 minutos S).

La secuencia estratigráfica aflorante en la región está constituida principalmente por unidades formacionales previas a la acción del río Paraná y sus tributarios; ella comienza con arcillas, arenas y calcáreos fosilíferos depositados por una extensa Ingresión marina durante el Mioceno (Formación Paraná) y prosigue durante el Plioceno y Pleistoceno con extensos depósitos de arena fluvial (Formación Ituzalngó); calcáreos y arcillas yesíferas de origen palustre y lacustre (Formaciones Alvear y Hernandarias).

A los fines de este trabajo se considerarán de este ambiente a la llanura aluvial actual del Paraná; al bajo de los Saladillos, antigua llanura aluvial del mencionado río y a otras áreas importantes vinculadas a él, tales como las llanuras

aluviales de los ríos Corriente y Guayquiraró. Estas grandes unidades geomorfológicas se han desarrollado en el Cuaternario alto y presentan geformas menores, fluviales y eólicas, originadas durante el Holoceno (Irlondo, M.H, 1984)

Desde el punto de vista hidrogeológico los sedimentos del Holoceno solo son relevantes en la llanura aluvial actual y el delta del río Paraná, donde al menos deben corresponder a esta edad los 15-20 metros superiores. Fuera del valle, el Holoceno inferior está representado por la Formación La Picada, sedimentos aluviales poco potentes de los ríos y arroyos de Entre Ríos depositados bajo clima húmedo (Irlondo, M.H 1980) y el Holoceno superior por los sedimentos eólicos de la Formación San Guillermo, depositados bajo clima árido, que cubre bajos y cañadas en la Provincia de Santa Fe' (Irlondo, M.H, 1987).

Los estudios geotécnicos realizados por Agua y Energía Eléctrica S.E para el proyecto hidroenergético Paraná Medio, a unos 30 kilómetros al norte del Túnel Subfluvial (10), han permitido conocer detalladamente el perfil hidrogeológico del valle. En ese lugar la columna tipo está integrada por arcillas verdes y pardas con yeso que, por su continuidad y potencia, constituyen el substrato impermeable de la región. Por encima hay unos 40-45 metros de arena, mediana y uniforme en la parte inferior y fina a muy fina con intercalaciones lenticulares arcillosas en la parte superior. La secuencia culmina con hasta 10 metros de limos arcillosos o arenosos. Mediante ensayos por bombeo se determinaron valores de conductividad hidráulica que se incrementan en profundidad, variando entre 20 m/día y 70 m/día; la composición hidroquímica también presenta zonación vertical pasando de bicarbonatada cálcica en la parte superior a clorurada sódica en profundidad (Fill, M.F, 1983)

COMENTARIO FINAL

Los ejemplos descriptos corresponden a trabajos desarrollados bajo enfoques geohidrológicos diferentes y ninguno considera en particular al Holoceno. Sin embargo, ellos permiten apreciar que los depósitos de esta edad, conjuntamente con los del Pleistoceno Superior pueden tener, bajo ciertas condiciones, fundamental importancia para la hidrología subterránea.

Por ello es indudable la necesidad de enfatizar sobre el estudio de la geomorfología y estratigrafía del Holoceno, orientado a la resolución de aspectos hidrogeológicos.

BIBLIOGRAFIA

* ALCALDE, J.A. & M.C. de ALCALDE (1984). Exploración hidrogeológica en la Puna, Provincia de Jujuy. IX Congreso Geológico Argentino. Actas, VI:320-334.

* BITESNIK, H.O. (1977). Utilización de acuíferos con salinidad elevada y/o tóxicos en zonas de llanura. Reunión Técnica y Científica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua. CONFAGUA/13/2.

* BITESNIK, H.O. y A.E. FERNANDEZ (1984). Hidrogeología e hidroquímica de la Cuenca del Río Grande, Tierra del

Fuego. IX Congreso Geológico Argentino. Actas, VI:362-374.

* CAMBRA, H.A. y J.E. STAMPONE (1983). Estudio hidrogeológico

del área sur de Península Valdés. XI Congreso Nacional del Agua. Tomo Aguas Subterráneas: 139-171.

* CECI, J.H. y M.D. CRUZ CORONADO (1981). Recursos Hídricos subterráneos en Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis. Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino: 301-322.

* CODIGNOTO, J.O. (1987). Cuaternario marino entre Tierra del Fuego y Buenos Aires. Asociación Geológica Argentina. Revista, XLII (1-2):208-212.

* DE SALVO, O.E.; J.H. CECI & A. DILLON (1969). Caracteres Geológicos de los Depósitos Eólicos del Pleistoceno Superior de Junín (Provincia de Buenos Aires) IV Jornada Geológica Argentina. Tomo I:269-292.

* D.Y.M.A.S. (1974). Contribución al Mapa Geohidroológico de la Provincia de Buenos Aires. Zona Noroeste. Comité para el Desarrollo y Manejo de las Aguas Subterráneas (DYMAS). Convenio C.F.I.- Provincia de Buenos Aires. Inédito. La Plata.

* EDER, J.C. & C. WETTEN (1975). Estudio hidrogeológico del Valle de Iglesia. VII Congreso Nacional del Agua. Tomo I:29-43.

* FILI, M.F. (1983). Hydrogeology of the "Paraná Medió" region effects of the southern reservoir upon groundwaters. Proc. Int. Symp. Ground Water In Water Resources Planning. Vol. I: 95-101. Koblenz R.F.A.

* FILI, M.F. (1987). Capítulo Hidrogeología de la factibilidad Técnica y Económica del Aprovechamiento Hidráulico de Los Monos. Río Senguerr,

Chubut. Tomo III Estudios Básicos. Agua y Energía Eléctrica. S.E. Arch. Téc. (Ined.) Buenos Aires.

* GIALI, S.B. (1985). Hidrogeología de la Región Central de la Provincia de La Pampa. XII Congreso Nacional del Agua. Tomo I (b): 1-34.

* GONZALEZ ARZAC, R.F.L.; R.D. PATROUILLEAU; B. CALVETTY AMBONI & J.L. DIAZ (1984). Estudio Hidrológico del acuífero freático del valle del Río Deseado en el sector correspondiente a Pico Truncado. Provincia de Santa Cruz. IX Congreso Geológico Argentino. Actas, VI:445-467.

* GONZALEZ ARZAC, R.M.; M. CABALLE & J. GONZALEZ FAZIO (1985)

Area de reserva hidrogeológica para el abastecimiento de agua a la localidad de Santa Teresita, Partido de la Costa. Provincia de Buenos Aires. XII Congreso Nacional del Agua. Tomo I(b):35-36.

* GONZALEZ DIAZ, E.F. (1981). Geomorfología. En: Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis. Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino: 301-322.

* GONZALEZ, N. (1973). Comportamiento hidrogeológico de los cordones conglomerádicos calcáreos, conchiles y medanosos entre los ríos Samborombón y San Felipe. Comisión Investigaciones Científicas Provincia de Buenos Aires (Inédito) 89 pp. La Plata.

* GONZALEZ, N. y M.A. HERNANDEZ (1975). Metodología para el estudio de acuíferos costeros. Su importancia económica. II Congreso Iberoamericano de Geología Económica: 417-433.

* GONZALEZ, N.; M.A. HERNANDEZ & M. LEVIN (1985). Características hidroquímicas e isotópicas de las aguas subterráneas en el sector costero entre los ríos Samborombón y San Felipe (Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires). Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses: 353-374. C.I.C. La Plata.

* HERNANDEZ, M.A. y V.A. RUIZ DE GALAFRETA (1984). Características hidrodinámicas de la capa freática en relación con el drenaje natural y artificial en el valle inferior del río Chubut, Provincia de Chubut. IX Congreso Geológico Argentino. Actas, VI:468-479.

* IGARZABAL, A.P. (1984). Origen y Evolución Morfológica de las cuencas evaporíticas cuaternarias de la Puna Argentina. IX Congreso Geológico Argentino. Actas, III:595-607.

* IRIONDO, M.H. (1980). El Cuaternario de

Entre Ríos. Revista Asociación de Ciencias Naturales del Litoral N 11:125-141.

* IRIONDO, M.H. (1984). The Quaternary of the Northeastern Argentina. En: Quaternary of South América and Antarctic Peninsula. Jorge Rabassa Ed. Vol. 2: 51-78. Holanda.

* IRIONDO, M.H. (1987). Geomorfología y Cuaternario de la Provincia de Santa Fe (Argentina). D'Orbignyana N 4: 1-54

* SALA, J.M.; N. GONZALEZ & M.A. HERNANDEZ (1977). Efectos de una barrera hidráulica natural en las aguas subterráneas de la Bahía de Samborombón. Obra del Centenario del Museo de La Plata, Tomo IV: 153-166.

* TAPIA, A. (1935). Causas Geológicas y consecuencias políticas de los cambios de cauce del Pilcomayo en Formosa. An. Soc. Arg. Est. Geograf., IV(2): 254. Buenos Aires

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Continental

Francisco FIDALGO

I.- INTRODUCCION

Por invitación del presidente del CADINQUA, acepté realizar una síntesis del Holoceno de la Provincia de Buenos Aires referida esencialmente a los depósitos de origen continental ya que los sedimentos costeros serían tratados por otros colegas.

El problema en sí es complejo, a lo que se suma una escasez de publicaciones sobre el tema, la mayor parte de las cuales son de fines del siglo pasado o principios del presente, con las connotaciones propias de la época.

Existen en esta región excelentes trabajos de suelos pero que comúnmente carecen de una relación estratigráfica detallada por no considerarlo el fundamento de esas investigaciones.

II.- HOLOCENO (POSTPAMPEANO)

El término Holoceno fue propuesto en el Tercer Congreso Geológico Internacional realizado en Berlín en 1885, por la delegación de Portugal y significa "enteramente" y "reciente" o "lo más reciente" de acuerdo a sus raíces griegas.

Sería muy extenso comenzar la discusión sobre el significado geológico-estratigráfico del término, reconocido prácticamente en todo el mundo pero definido en forma poco clara en algunas regiones y puntualmente en otras. Un buen intento fue el encarado por Manguerud J.et.al., 1982, autor que incluye al menos puntos de vista provenientes de distintos lugares del mundo.

Lo expresado nos muestra la necesidad de iniciar un cambio de ideas sobre el tema para acordar criterios sobre la variedad de opiniones que han comenzado a emplearse en distintas regiones de nuestro extenso y variado territorio. Deben establecerse los primeros criterios en relación con las unidades a utilizar, elementos de correlación locales y regionales, para después comenzar a pensar en términos más globalizadores.

La enorme obra paleontológica de Florentino Ameghino hizo que sus trabajos geológicos quedaran eclipsados y muy especialmente todo lo relativo a lo que él denominara Cuaternario y que

hoy conocemos como Pleistoceno superior-Holoceno.

Basta mencionar en este sentido que fue quien decididamente consideró los sedimentos pampeanos como de origen continental ya que hasta ese entonces eran relacionados directa o indirectamente como de acción marina, criterio prevalente en aquella época como puede corroborarse en los escritos de Darwin o D'Orbigny, entre otros.

En homenaje entonces a ese gran "geólogo" que fue F.Ameghino y por los fundamentos aún vigentes que tienen sus razonamientos e inducciones vinculadas con el medio físico donde buscó y estudió los fósiles especialmente mamíferos, es que reconocemos a su Post-pampeano, como el conjunto de las unidades estratigráficas que pueden representar al Holoceno.

En oportunidades pueden tener algún resto de fauna extinguida, pero especialmente sus especies viven hasta la actualidad, sea ella fauna autóctona o fauna exótica.

Ameghino, F., 1889, distinguió dentro del Post-pampeano los "Pisos" u "Horizontes geológicos" que denominó: Querandino, Platense, Almará y Arriano diferenciados especialmente por su fauna y el origen de sus depósitos. Es indudable que el sentido dado por dicho autor a estos "Pisos", así como sus descripciones, son las que caracterizan en la actualidad bajo estos nombres u otros, a unidades no muy distintas a las descritas por él originariamente.

Por las razones precedentemente mencionadas es que reconocemos al Post-pampeano como el equivalente a lo que en principio llamamos el Holoceno de la Provincia de Buenos Aires, pero con las connotaciones involucradas en el presente trabajo.

III.- LIMITE PLEISTOCENO-HOLOGENO

Inmediatamente a la denominación Holoceno, y teniendo en cuenta sus connotaciones y aplicabilidad en nuestra región preferimos proponer y utilizar en primer término la denominación Post-pampeano (Ameghino, F., 1889) ya que es más preciso y representativo de la geología de la región bonaerense.

El otro problema que debemos considerar es tan o más complejo que el anterior pues se refiere al límite Pleistoceno-Holoceno, dentro exclusivamente de la región aquí involucrada.

Los elementos fundamentales para distinguir deben estar vinculados creemos con algo físico, sea ello una unidad litoestratigráfica, una capa, un miembro, una discordancia de erosión, un suelo soterrado, que a su vez pueden tener relación con un cambio climático, la extinción de grandes mamíferos, etc.

Lo primero que debemos tener en cuenta entonces es que esta región pertenece a un área no solo extraglacial sino además alejada de los centros pleistocenos de glaciación reconocidos hasta ahora en nuestro país, sean ellos mantos de hielo de montaña complejos, como los que caracterizaron a la Cordillera Patagónica y Tierra del Fuego o aquellos de glaciaciones de circo o en última instancia de valles, pero de corta extensión longitudinal, mencionados para el centro-oeste y noroeste de nuestro país, hasta el presente.

En términos muy generalizados se supone que la última glaciación en la Cordillera Patagónica finalizó entre los 12.000 y 11.000 A.P. según algunos autores (Mercer, 1976). Estas cifras constituyen solo una primera aproximación con datos muy puntuales pero que están fuera del límite inferior dado al Holoceno internacionalmente (10ka B.P.).

Otros trabajos a ambos lados de la Cordillera Patagónica, en Tierra del Fuego y aún en sedimentos de fondo oceánico van conformando las primeras aproximaciones en cuanto a oscilaciones climáticas acaecidas durante el "Holoceno", incluyendo también los primeros intentos realizados en el ámbito bonaerense.

Por lo sucintamente expresado preferimos, basados por ahora en elementos geológicos, faunísticos y dataciones radiocarbónicas en relación con distintas unidades estratigráficas, utilizar como límite material Pleistoceno-"Holoceno" al Suelo Puesto Callejón Viejo, unidad que cubriría un lapso involucrado con cambios climáticos que se extienden durante el final del retiro de la última gran glaciación y el comienzo de los tiempos postglaciales, posiblemente en coincidencia con el aumento de la temperatura y de las precipitaciones en la región bonaerense.

Es también la época en que se produce la extinción de los grandes mamíferos en la región pampeana aunque algunos hallan podido persistir

por algún tiempo más, durante el comienzo del Post-pampeano.

La distribución regional de esta unidad edafoestratigráfica abarca prácticamente todas las zonas de características exorreicas y endorreicas de la Provincia de Buenos Aires (ver mapa, fig.1). Esta unidad o sus remanentes han sido reconocidos primero en el curso inferior del Río Salado pero después en distintos tramos de dicho curso, en diferentes arroyos que desembocan en el Río de La Plata y en el Río Paraná como el Río Luján, Arroyo Arrecifes, Arroyo del Medio, etc.; en la Pampa Interserrana, en ríos y arroyos con cuencas en Tandil y Ventana, etc.

IV.- CLIMA

En términos muy generales y de acuerdo a la clasificación de Köppen, la Provincia de Buenos Aires tiene un clima templado lluvioso sin estación seca y con veranos muy calurosos.

La media anual de precipitaciones varía desde 1.000 mm. en el noreste cerca de la Capital Federal hasta 600 y 700 mm. en el noroeste, pasando a valores inferiores a los 600 mm. en las proximidades de Bahía Blanca y menos de 400 mm. al sur del Río Colorado.

La temperatura media anual en general oscila entre 14° y 16°C en todo el ámbito de la Provincia de Buenos Aires.

Las condiciones climáticas en esta región son benignas determinando desde el punto de vista agrícola ganadero una de las zonas más productivas del país, con explotaciones extensivas importantes.

V.- SINTESIS FISIOGRAFICA Y GEOLOGICA

La Provincia de Buenos Aires presenta características muy especiales en lo referente a su relieve y su paisaje en general.

Una superficie menor al 10% está ocupada por ambientes serranos representados por las Sierras de Tandil con altura máxima de 500m.s.n.m. y Sierra de la Ventana con 1.100 m.s.n.m.

Una extensa llanura generalizada constituye el resto del paisaje bonaerense con una altura media menor a los 60 m.s.n.m. y pendientes que generalmente son inferiores local y regionalmente al uno por mil.

A estas primeras consideraciones generales que caracterizan al relieve de la región en estudio, debe sumarse el incipiente desarrollo de su red de

drenaje, que completa un panorama fisiográfico realmente poco común en una superficie aproximada a los 300.000 kilómetros cuadrados de extensión.

V.A.). Ambientes Serranos.

V.A1). Sierras Septentrionales

Están constituidas esencialmente por un conjunto de cerros y lomadas que en general se presentan algo dispersos extendidos en una franja de dirección Oeste-Noroeste a Este-Sureste entre las ciudades de Olavarría (lomadas de Quillalauquén) y Mar del Plata a lo largo de unos 300 kilómetros aproximadamente.

Las alturas comúnmente se ubican entre las curvas de nivel de 50 y 200 m.s.n.m., con valores extremos excepcionales como el del Cerro Alblón que alcanza los 500 metros y el Cerro La Juanita con unos 524 m.s.n.m.

Las rocas que integran estas sierras son principalmente migmatitas, granitos, cuarcitas, calizas y dolomías con edades que van desde el Precámbrico al Paleozoico. Su relieve se presenta con frecuencia constituido por islas de rocas ígneas y metamórficas circundadas por sedimentos Cenozoicos sobre todo limos con proporciones variables y subordinadas de arena y arcilla conocidos bajo la denominación de "Sedimentos Pampeanos", relacionados a su vez con sedimentos correspondientes al Pleistoceno superior-Holoceno de origen eólico, fluvial y lacustre.

V.A2). Sierras Australes

Forman una serranía de unos 180 kilómetros de longitud que se extiende aproximadamente entre las localidades de Cabildo y Puan en forma de suave arco orientado de Sureste a Noroeste. Presenta una litología integrada por grauwacas, lutitas, limolitas, areniscas, conglomerados, diamictitas y sobre todo cuarcitas fuertemente plegadas, que integran un relieve abrupto y con edades que van desde el Precámbrico al Pérmico cuando se incluyen las rocas graníticas y riolíticas que se encuentran en mucha menor proporción que las anteriores.

En la zona pedemontana resultan comunes los "Sedimentos Pampeanos" con variables proporciones de clastos mayores cuarcíticos con diámetros de 8 a 10 centímetros cerca de las sierras hasta 1 ó 2 centímetros a distancias de 50-60 kilómetros o aún mayores. Sobre ellos se pueden encontrar sedimentos del Pleistoceno

superior-Holoceno de origen principalmente fluvial, eólico y en parte lacustre.

V.B). Llanura

La llanura puede dividirse de acuerdo a las características del drenaje en tres regiones. (Fig.1).

V.B1). Regiones exorreicas

Ocupan en total casi el 80% de la superficie de la Provincia y son esencialmente tres áreas que directa o indirectamente se relacionan con un drenaje al Atlántico.

V.B1.a). Pampa Ondulada

En el norte de la Provincia de Buenos Aires se encuentran las cuencas de drenaje con mejor desarrollo y que desembocan en el Río Paraná y en el Río de La Plata.

Se trata de una zona denominada Pampa Ondulada que ocupa un área aproximada a los 32.000 kilómetros cuadrados que se extiende desde el Arroyo del Medio hasta Punta Piedras al Noroeste de la divisoria oriental y Nororiental del Río Salado, presentando una pendiente de 1m/Km., constituyendo valores comunes dentro de la Provincia.

V.B1.b). Pampa Deprimida

Se encuentra en el centro de la Provincia de Buenos Aires teniendo como colector principal al Río Salado que desemboca en el Océano Atlántico. Ocupa una superficie aproximada de unos 107.000 kilómetros cuadrados y tiene una pendiente promedio de 0,4 m/Km., aunque en los ríos que descienden de las Sierras Septentrionales hacia el Norte pueden llegar a 0,7 m/Km. o algo mayor. Los más occidentales no alcanzan a elaborar su cauce hasta el Río Salado, por eso allí se han construido la mayor cantidad de canales artificiales.

En la zona Nororiental de Tandil los arroyos descienden hacia el Atlántico encontrando en la zona costera depósitos eólicos que constituyen un obstáculo en su curso inferior.

V.B1.c). Pampa Interserrana

En la costa sur de la Provincia de Buenos Aires que se extiende prácticamente de Este a Oeste, entre las estribaciones más meridionales de las Sierras Septentrionales y Australes, existen un conjunto de cuencas casi todas con recorrido principal Norte-Sur y con obstáculos en su curso inferior dada la presencia de acumulaciones medianosas en las zonas vecinas a la costa.

Abarca una superficie aproximada a los 51.000 kilómetros cuadrados y la pendiente media es de aproximadamente 1,11 m/Kms constituyendo el máximo de pendiente en relación con las zonas precedentemente mencionadas, con arroyos que nacen en las serranías vecinas, junto a algunos que tienen su origen en la llanura entre las dos serranías.

V.B2). Regiones endorreicas

Hay dos zonas vinculadas con cuencas ubicadas en el faldeo septentrional una, y occidental la otra de Sierras Australes.

V.B2.a). Lagunas Encadenadas del Oeste

Las cuencas que desembocan en las lagunas encadenadas del Oeste (Aisna, Monte Cochicó, Venado, Epecuén entre otras) ocupan una superficie de 15.600 kilómetros cuadrados y la pendiente media es muy pronunciada en sus nacientes aunque en el curso medio e inferior raramente superan el m/km. o quizás menos.

V.B2.b). Depresión de Chasicó.

El Arroyo Chasicó es el único importante en la depresión homónima que alcanza una superficie de 10.500 kilómetros cuadrados donde las pendientes mayores están cerca del cauce o de algún tributario; en el resto comúnmente los valores no son mayores a los 0,8 m/km., debiéndose destacar que parte de esta depresión se encuentra 40 metros por debajo del nivel del mar, en las inmediaciones de Salinas Chicas.

V.B3). Regiones Arreicas

Son las que no tienen un drenaje fluvial definido y autóctono según lo aquí propuesto.

Se diferenciaron de acuerdo a ello dos regiones:

V.B3.a). Región del Noroeste

La región del Noroeste tiene una superficie aproximada a los 87.000 kilómetros cuadrados, con pendiente de 0,33 m/km. es decir, los valores más bajos de la Provincia, constituyendo la llamada Pampa Arenosa, que comprende una gran llanura con suaves ondulaciones y alturas relativas que oscilan entre dos y seis metros.

V.B3.b). Región Norpatagónica

Se ubica al sur de la Depresión de Chasicó con un área aproximada de 22.300 kilómetros cuadrados y una pendiente media de 1m/km., donde el único drenaje lo constituye el curso inferior del Río Colorado que es alóctono. El resto

de la región se comporta como arreica en más de un 95% de su superficie presentando acumulaciones de "Rodados Patagónicos" y depresiones de drenaje centripeto que la hacen de características propias de la Patagonia.

VI.- RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

Estos rasgos están estrechamente vinculados a las condiciones de drenaje que hemos descrito sucintamente en los párrafos anteriores.

Las regiones con cuencas exorreicas las hemos dividido en aquellas relacionadas con la Pampa Ondulada, la Pampa Deprimida y la Pampa Interserrana. Cada una de ellas presenta características distintivas que relacionan geología, drenaje y morfología.

En la Pampa Ondulada es destacable el mejor desarrollo de las cuencas de drenaje, la forma pronunciadamente ondulada y la presencia casi exclusiva de los sedimentos de la Formación Buenos Aires en gran parte con un "suelo actual" muy bien desarrollado que presenta con frecuencia un potente horizonte B. A veces se observa coronando el paisaje sedimentos eólicos similares a los de la Formación La Postrera de otras regiones, particularmente en las zonas próximas a la región costera del Río de La Plata y del Río Paraná, integrando acumulaciones discontinuas en forma de manto.

Aquí se destaca el hecho de que al menos las cuencas mayores como las del Río Luján y el Río Arco y algunas menores como la Cañada de Arregui al Sudeste de La Plata, muestran en la zona próxima a la desembocadura actual o antigua, formas típicas de estuario.

En la Pampa Deprimida las características destacadas se vinculan con el hecho de ser la región de menor pendiente con drenaje fluvial, lo que la constituye con frecuencia en una zona fácilmente anegable, sea en las cuencas de los arroyos Vallimanca y Las Flores, en el curso medio e inferior del Río Salado y zonas aledañas.

Son frecuentes los cuerpos de agua transitorios y aún permanentes y en este último caso, toda una serie de lagunas con distinto grado de evolución junto a pequeñas acumulaciones de origen eólico principalmente en su borde Oriental y Norte, caracterizan al paisaje constituyendo con sus alturas relativas promedio, que no pasan los 10 ó 15 metros los relieves mayores de la región.

Es una zona donde resultan frecuentes extensas inundaciones que ocupan miles de

kilómetros cuadrados de superficie. Constituye un ejemplo típico, donde las expresiones de Frenguelli (1950), Terraza Alta y Terraza Baja, no tiene como rasgo geomórfico ningún fundamento. En la cuenca del Río Salado no hay terrazas fluviales. Las inundaciones anuales se extienden sobre la planicie de inundación y las inundaciones mayores superan totalmente la situación anterior ocupando extensiones de miles de kilómetros cuadrados. De tal forma, el término Terraza Baja es impropio de acuerdo a la definición de esta unidad geomórfica. El término Terraza Alta en cambio, Frenguelli (1950) lo utilizó refiriéndolo a una divisoria integrada por roca de base (Sedimentos Pampeanos) y sedimentos cólicos superpuestos más recientes de manera que tampoco tiene nada que ver con una verdadera terraza fluvial.

En las zonas vecinas a la costa atlántica es común la presencia de acumulaciones medianosas típicas con formas liguoides y barjanoides que pueden ocupar una franja paralela a la zona de ribera que comúnmente tiene de 2 a 5 kilómetros de ancho extendiéndose en forma continua desde Punta Rasa a Mar Chiquita.

La Pampa Interserrana se caracteriza por poseer una mayoría de ríos que circulan en dirección norte-sur, con muy escasos afluentes lo que constituye cuencas fluviales de incipiente desarrollo. Sus cauces a veces se presentan fuertemente incididos verticalmente, presentando en algunos casos saltos o caídas de 2 y 3 metros de altura lo que llama la atención pues esto sucede en plena llanura como es el caso del Río Quequén Salado cerca de la Ciudad Oriente.

En las vecindades de la costa atlántica pueden observarse también acumulaciones medianosas bien desarrolladas y similares a las mencionadas en la Pampa Deprimida, en este caso desde Miramar hasta el Oeste de Bahía Blanca, constituyendo en parte un obstáculo en el desagüe de algunos ríos cerca de su desembocadura, como en el caso del Sauce Grande en las vecindades de Monte Hermoso.

Una divisoria baja en dirección casi este-oeste, extendida entre las sierras de Tandil a la altura de Chillar, pasando por Coronel Pringles y prolongándose hasta el Abra de Sierra de la Ventana determina que desde allí las aguas escurran hacia el norte y noreste en dirección al arroyo Vallmanca por un lado o en dirección al sur y sureste hacia la costa atlántica por el otro.

Las Sierras Septentrionales muestran ras-

gos geomorfológicos diferenciables pues constituyen típicas montañas de bloques con claros ejemplos de ~~mesas~~ en los casos en que, cuarcitas paleozoicas coronan rocas de basamento. Sus zonas pedemontanas están desarrolladas sobre sedimentos de la Formación Pampeano por medio de formas esencialmente de erosión que en parte o totalmente han sido cubiertas por depósitos eólicos de la Formación La Postrera Integrada por mantos de variable espesor y que cubren formas de abanicos rocosos desarrollados primordialmente sobre sedimentos pampeanos.

La Sierra de la Ventana en cambio presenta el desarrollo de depósitos de Pie de Monte típicos, con acumulaciones de sedimentos gruesos en las vecindades del frente montañoso disminuyendo rápidamente la grametría hacia las áreas distales principalmente en función de la dinámica de transporte.

Además de depósitos de Pie de Monte en algunas zonas próximas a las Sierras Australes hay también terrazas fluviales constituyendo las formas esenciales de unidades geomórficas frecuentes en este paisaje. Estas unidades están vinculadas con un área montañosa esencialmente de plegamiento con típicas formas entre otras anticlinales, sinclinales e incluso homoclinales.

La Pampa Arenosa se caracteriza por la acumulación de sedimentos eólicos, en general muy poco conocidos desde todo punto de vista tanto geológico como geomorfológico o quizás más explícitamente desconocido.

Al respecto existen algunas opiniones aisladas muy generales más que trabajos sistemáticos claramente fundamentados sobre esta región.

De acuerdo a lo observado en imágenes satelitarias y a reconocimientos de campo se diferencian lomadas de desarrollo longitudinal en sentido norte-sur, suavemente curvadas en su tercio meridional con la convexidad hacia el este-sureste.

A alcanzan longitudes de varias decenas hasta centenares de kilómetros y 2 a 6 metros de altura relativa. Estas formas van perdiendo relieve hacia el este y prácticamente desaparecen a cierta distancia del Río Salado. Hacia el sur de esta región se observan áreas cuyos rasgos fundamentales se deben posiblemente a procesos de deflación con depresiones ocupadas por agua temporalmente bordeadas por pequeñas lomadas de sedimentos eólicos. Se han mencionado dunas

o médanos transversales de distinto tipo pero sin mayores fundamentos.

Desde la depresión de Chasicó hacia el sur se pueden distinguir depósitos eólicos y terrazas fluviales vinculadas estas últimas, con el área de influencia del Río Colorado a poca distancia al norte y sur del curso, mientras que en la zona de desembocadura se distinguirían según algunos autores depósitos de posible origen deltaico.

En el resto de la zona, remanentes de los denominados Rodados Patagónicos, integran grandes extensiones a veces interrumpidas en superficie por la presencia de depresiones de drenaje centrípeto o parcialmente cubiertos de sedimentos eólicos arenosos.

Las zonas deprimidas endorreicas de las laguna Encadenadas del oeste y de la laguna de los Chilenos y Chasicó, se caracterizan por presentar planicies de inundación de escaso desarrollo transversal, que no alcanzan a formar verdaderas terrazas fluviales aunque excepcionalmente lo aparenten y donde la constitución estratigráfica es similar a la que se observa en Pampa Ondulada o Pampa Deprimida. También en relación con los cuerpos de agua se pueden distinguir remanentes de depósitos de similar constitución que los depósitos fluviales mencionados, pero constituyentes del antiguo piso o fondo de la laguna.

VII.- GEOLOGIA

VII.A). Generalidades

Las unidades estratigráficas que representan al Post-pampeano (Ameghino, 1889) de la Provincia de Buenos Aires, son esencialmente depósitos de origen fluvial, lacustre y sobre todo sedimentos eólicos integrantes de unidades litoestratigráficas que a veces presentan las características de haber sido rocas madres en el desarrollo de un suelo constituyendo unidades edafoestratigráficas soterradas (Tablas 1,2).

Se apoyan en discordancia de erosión sobre sedimentos del Pleistoceno o anteriores, denominados "Sedimentos Pampeanos" (Fidalgo, F. et.al., 1975) que abarcan desde la Formación Chasicó, Mioceno superior, hasta la Formación Buenos Aires, Pleistoceno superior. También pueden apoyar sobre el Miembro Guerrero de la Formación Luján (Fidalgo, F., et.al. 1973) del Pleistoceno superior.

En mucha menor proporción arealmente pueden estar en relación con las rocas del

sustrato integrantes de Sierra de la Ventana y/o Sierra de Tandil o en discordancia de erosión sobre los depósitos más antiguos de la Formación La Postera, constituida por sedimentos eólicos.

VII.B). Post-pampeano (Holoceno?)

Considerando las precisiones de Ameghino (1889) y siguientes, el Post-pampeano comienza con el Platense que es esencialmente fluvial y en la costa, contemporáneo con el Querandino, adjudicándoles al conjunto edad Cuaternaria.

Frenguelli (1950-57) considera un Platense fluvial como Post-pampeano ubicando por debajo de este último, al Lujanense pero también dentro del Postpampeano. En el texto (1957) aclara que el Lujanense corresponde al Pleistoceno superior y es contemporáneo con la última glaciación.

Tricart, J. (1973) ubica al Platense fluvial dentro del último Interglacial (Pleistoceno superior), Riss-Würm, equivalente al Eemiano de la península Escandinava mientras que al Lujanense lo ubica en el Pleistoceno medio correspondiente al Interglacial Mindel-Riss equivalente al Holstein de Escandinavia.

Fidalgo, F. et.al. (1973-75), Tonni y Fidalgo (1978), Fidalgo, F. (1979) y Fidalgo, F. y Tonni, E. (1982) mencionan el Suelo Puesto Callejón Viejo desarrollado en la parte superior del Miembro Guerrero de la Formación Luján. Este paleosuelo es ubicado al final del Pleistoceno superior y principios del Holoceno.

Rabassa, J. (1987) distingue la Formación Agua Blanca de origen esencialmente fluvial y la Formación Saavedra de origen eólico reconociendo en ambas unidades tres miembros de los cuales dos, un miembro medio y un miembro superior están separados por un suelo soterrado. Estos miembros además rematan en otro suelo sepultado a su vez por sedimentos de la Formación Chacra La Blanqueada de origen fluvial y Formación Matadero Saldungaray de origen eólico respectivamente, con leves diferencias en relación con el trabajo del mismo autor del año 1985.

Para una más clara exposición de los autores mencionados debemos explicar los cuadros estratigráficos presentados que preferimos agruparlos de acuerdo a la antigüedad suministrada a las distintas unidades descriptas.

Por ello separamos los esquemas de Ameghino, F. (1889) y Tricart, J. (1973) que ubican sus unidades dentro del Cuaternario en su conjunto o a partir del Cuaternario medio respectiva-

mente (Tabla 1), del resto de los autores que describen sus unidades en el "Holoceno" tomado este nombre en forma generalizada (Tabla 2).

La ubicación en tiempo de las unidades descritas por Ameghino, F., fueron aclaradas ya desde la época de los primeros trabajos de Roveretto en nuestra región hasta el presente, por los distintos autores que trataron la temática.

No obstante es necesario reconocer y destacar que las divisiones físicas y de megamamíferos realizadas por nuestro excepcional naturalista, han permanecido en su gran mayoría poco menos que inamovibles y constituyen las bases sólidas de todas las clasificaciones realizadas con posterioridad.

La clasificación estratigráfica de Tricart, J., solo difiere en tiempo con las restantes, ya que desde el punto de vista físico reconoce prácticamente las mismas unidades, salvo en lo referente a los paleosuelos que no los sistematiza estratigráficamente, pero que los describe en distintos lugares de la Pampa Depresada suministrando enseñanzas para la clasificación de suelos, no consideradas prácticamente hasta esos momentos.

Los restantes autores en conjunto, presentan algo en común que es lo referido a la ubicación estratigráfica y en el tiempo, de las unidades posteriores al Pleistoceno superior al menos.

Desde el punto de vista físico las unidades diferenciadas por Fraguelli, J., son similares a la del esquema de Ameghino con un detalle de distribución regional más extendido.

En el caso de Rabassa, J. (1985-1987), hemos preferido colocar los dos esquemas desarrollados por el autor sin comentar las diferencias entre ambos que no hacen al fondo de las clasificaciones representadas.

En nuestro caso finalmente, existen algunas pequeñas variaciones en relación con los distintos trabajos que hemos realizado pero son solo ajustes que no hacen más que confirmar en el fondo, el primer esquema que elaboramos en el año 1973.

No podemos dejar de mencionar y lamentar sobremanera el grosero error que se comete en la Tabla 1 (Rabassa, J. 1987) en relación con las unidades estratigráficas que venimos describiendo desde la década del setenta (Miembro Guerrero, Formación Destacamento Río Salado, Suelo

Puesto Callejón Viejo, Miembro Río Salado). Además las tres unidades litoestratigráficas fueron bien ubicadas en la Tabla 3 (Rabassa, J. 1985) aunque allí se suprimieron el Suelo Puesto Callejón Viejo y el Suelo Puesto Berrondo de vital importancia por sus relaciones con el límite Pleistoceno-Postpampeano (Holoceno?) el primero y la posible oscilación climática paralela a la llegada de los conquistadores ó pocos cientos de años anterior al segundo.

La aclaración precedente se hace con el fin de que los colegas que trabajan en esta región no vayan a cometer el mismo error, de igual forma que no deben dejar de conocer trabajos como los de Fraguelli, J. y Tricart, J., entre otros, que han sentado bases fundamentales en la Geología y Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires.

El Suelo Puesto Callejón Viejo es propuesto como la unidad física que se desarrolla durante el transcurso del Pleistoceno Superior y el comienzo del Holoceno, es decir que separaría el Pampeano (en algunos casos el Pampeano lacustre) de Ameghino, del Postpampeano en momentos de cambios marcados de temperaturas y precipitaciones en la Provincia de Buenos Aires, paralelamente con el retro final de la última glaciación en Cordillera Patagónica.

II.B1). Miembro Guerrero de la Formación Luján (=Lujanense=Formación del Aguila=Formación Agua Blanca (Miembro Superior)=Formación Agua Blanca (Miembro Arenoso Medio).

El Lujanense de Ameghino, F., Fraguelli, J. y Tricart, J., constituyen lo que Fidalgo, F., et al. (1973) describieran como Miembro Guerrero de la Formación Luján, y está compuesto por arenas a arenas limosas de color castaño a castaño amarillento en la base, con rodados de "tosca" de 1 a 2 centímetros de diámetro término medio. Cerca de las zonas serranas de Tandil y Ventana puede presentar clastos del basamento cristalino, de cuarcitas, areniscas, granitos, etc. En todos los casos se han observado estos depósitos en discordancia de erosión sobre los "Sedimentos Pampeanos" que obran de sustratos rocoso, con un espesor de 1 a 2 metros.

Hacia arriba continúan en transición limos arenosos a limos arcillosos de color verde amarillento a verde grisáceo que pueden presentar estratificación débilmente marcada, hasta lentes de sedimentos psamíticos de pocos centímetros de espesor y 0,20 a 0,50 metros de longitud. Suelen observarse manchas ocráceas de diferentes características hasta estructuras blo-

génicas tubiformes, pequeñas concreciones menores a 0,01 metros de diámetro y 0,01 a 0,02 metros de longitud.

El espesor del conjunto puede variar desde 2 a 4 metros y puede presentar en los 0,50 metros superiores, remanentes de un suelo enterado denominado Suelo Puesto Callejón Viejo que ha sido en algunos lugares totalmente erodado en cuyo caso los sedimentos verdes, verde grisáceo, pasan transicionalmente al Miembro Río Salado de la Formación Luján.

El Miembro Guerrero de la Formación Luján aquí descrito fue reconocido con similares características en todo el ámbito de la Provincia de Buenos Aires desde la Pampa Ondulada, Pampa Deprimida, hasta en las cuencas que descienden de la Sierra de Tandil y de Ventana como así mismo en la Pampa Interserrana. En todos esos lugares las características son muy similares y se repiten regularmente en la misma posición variando únicamente los espesores desde algunas decenas de centímetros hasta 4 ó 5 metros.

VII.B2). Suelo Puesto Callejón Viejo (=Suelo en Miembro Arenoso Medio de la Formación Agua Blanca).

Está desarrollado en la parte superior del Miembro Guerrero de la Formación Luján, pudiendo alcanzar sus remanentes desde pocos centímetros de espesor hasta 50 ó 60 centímetros. Se distingue por su color negro a gris oscuro sobre todo húmedo, debido a su pronunciado contenido en materia orgánica, lo que permite diferenciarlo fácilmente de los sedimentos de la roca madre, como así también de los depósitos que los sobreyacen. Se trata de un suelo tipo "Chernozoides" que a veces presenta un Horizonte B textural bien desarrollado o al menos una pronunciada concentración de arcilla iluvial.

VII.B3). Miembro Río Salado de la Formación Luján (=Platense fluvial, Miembro Arenoso Superior de la Formación Agua Blanca).

Esta unidad está integrada por limos arenosos a arenas arcillo limosas de color gris blanquecino a gris oscuro, con lentes de sedimentos arcillosos negros con abundante materia orgánica. En la base puede estar en contacto por medio de una discordancia de erosión, con remanentes del Suelo Puesto Callejón Viejo, con los sedimentos verde grisáceo del Miembro Guerrero, cuando fue totalmente erodado el suelo mencionado pasando en este caso transicionalmente, a partir de los sedimentos del Miembro

Guerrero en relación con los correspondientes al Miembro Río Salado. En cualquiera de los casos mencionados, presenta con frecuencia cierta estratificación en la parte inferior de la unidad materializada, por láminas de espesores que varían entre 0,003 metros a 0,02 metros, de colores alternantes gris blanquecinos y negros, estos últimos con abundante materia orgánica coincidentes con la posible erosión del Suelo Puesto Callejón Viejo.

En las zonas próximas a las sierras como sucede en las nacientes del arroyo Perdido-Tapaqué, se observan depósitos de diámetro encauzados que cortan a los sedimentos del Miembro Río Salado y aún a los depósitos del Miembro Guerrero en su parte superior. Los clastos mayores de estos depósitos pueden tener de 0,02 a 0,08 metros pudiendo estar compuestos por "tosca", rocas del basamento o aún de sedimentos del Miembro Guerrero, en todos los casos pronunciadamente angulosos pero muy dispersos en una matriz limo-areno-arcillosa.

En los depósitos del Miembro Río Salado es común observar canaliculos de aspecto radicular de 0,001 a 0,002 metros de diámetro y 0,02 a 0,04 metros de longitud. A veces se presentan rellenos de una sustancia blanquecina (carbonática), otras veces ocráceas y en oportunidades de color negro a gris oscuro.

VII.B4). Suelo Puesto Berrondo (=Suelo en Miembro Superior de la Formación Agua Blanca).

En la parte superior del Miembro Río Salado se encuentra desarrollado un suelo denominado Suelo Puesto Berrondo (Fidalgo, F., et al., 1973), de color gris oscuro a negro en húmedo e integrado principalmente por arenas y limos con algo de arcilla iluvial. Presenta materia orgánica diseminada y con frecuencia está erosionado total o parcialmente. En este último caso se puede distinguir de los sedimentos aluviales que se le sobreponen pues resulta clara la discordancia de erosión que los separa. En otros casos en cambio resulta difícil distinguir un depósito de otro, particularmente cuando el suelo ha sido totalmente erodado como sucede en las áreas serranas o vecinas a ellas.

Es importante observar el desarrollo del suelo actual sobre el depósito de sedimentos de la unidad más superficial y describirlo con el mayor detalle en cuanto a que constituye un perfil de meteorización sumamente útil en el trabajo geológico ya que puede presentar un desarrollo variable.

VII.B5). Formación La Postrera (=Formación Saavedra= Platense eólico-Cordobense=E3 y E1)

Sus depósitos están distribuidos en la mayor parte de la Provincia de Buenos Aires particularmente en la Pampa Ondulada, Pampa Deprimida, Pampa Interserrana y en las inmediaciones de la Sierra de Tandil y Ventana. Han recibido diferentes denominaciones como: Platense eólico, Cordobense (Frenguelli, J., 1950-1957);

Formación Saavedra (De Francesco, F., 1970); E3 y E1 (Tricart, J., 1973); Formación La Postrera (Fidalgo, F., et. a 1973); Formación Las Animas (Rabassa, J., 1973); etc.

En todos los casos se trata de sedimentos eólicos con una proporción destacable en su constitución de limos o arenas muy finas y cantidades subordinadas de arcilla. En general presenta abundantes grumos, quizás producto de la destrucción de un suelo y/o cuencas lacustres, cubetas de deflación y planicies aluviales.

Se encuentra tanto sobre divisorias principales como subordinadas, especialmente en forma de manto y excepcionalmente como suaves lomas, de altura no mayores a algunos metros, sobre todo en las vecindades de los cuerpos de agua conocidos comúnmente bajo la denominación de lagunas de dimensiones variables, pero generalmente de pocos metros de profundidad.

El espesor de los depósitos de esta unidad comúnmente es menor a 1 ó 2 metros en la llanura, pero en las vecindades de la Sierra de Tandil y Ventana pueden alcanzar 4 ó 5 metros y en oportunidades 8 a 10 metros.

El color es castaño amarillento sin mayores variaciones de tono y aún en depósitos de diferente antigüedad sus similitudes macroscópicas resultan notables y solo se diferencian en dos unidades cuando éstas están superpuestas y separadas por una clara discordancia de erosión.

Está constituida por un conjunto de sedimentos que son limos arenosos a arenas muy finas limosas cuyos componentes se presentan totalmente sueltos. En situaciones favorables forman pendientes pronunciadas como sucede con el loes típico de Europa y América del Norte, favorecido en nuestro caso no tanto por la angulosidad de sus partículas sino también por la presencia de vidrio volcánico en su composición. No presenta en general estratificación, aunque

cerca de la sierra pueden observarse lentes de arena en algunos casos con clastos de 0,003 a 0,01 metros de diámetro dispersos en la masa.

Puede presentar canaliculos radicales a veces abundantes de 0,001 a 0,002 metros de diámetro y 0,02 a 0,04 metros de longitud, en oportunidades huecos, pero a veces rellenos de un material blanquecino pulverulento, carbonático, o un material gris oscuro hasta negro.

El suelo actual en estos depósitos puede encontrarse escasamente desarrollado o con un horizonte B de cierta potencia, lo que habla de espacios temporales diferentes en su desarrollo pues se entiende que el resto de los factores fueron constantes.

Se han distinguido dos tipos de depósitos que a veces se encuentran superpuestos, pertenecientes a la Formación La Postrera, presentando el inferior fauna extinguida y el superior fauna autóctona y/o exótica.

Por lo expuesto es claro que la Formación La Postrera en la actualidad está integrada por depósitos que corresponden al menos a dos unidades litoestratigráficas diferentes, existiendo la posibilidad de que halla una tercera aún más joven (Fidalgo, F., et. al., 1981). La falta de claridad en su distribución regional nos ha llevado a evitar la introducción de nuevos nombres estratigráficos para no complicar aún más este problema. No obstante es evidente que la presencia al menos de dos unidades de este tipo y posiblemente tres en todo el ámbito de la Provincia de Buenos Aires ayudaría a conocer mejor las oscilaciones climáticas menores que tuvieron lugar durante el Post-pampeano.

A este problema se suma la falta de conocimientos precisos desde el punto de vista estratigráfico de los sedimentos que componen las acumulaciones medanosas en la costa atlántica que van desde Punta Rasa a Bahía Blanca. Están constituidos esencialmente por arenas medianas a gruesas provenientes directamente de la playa y se diferencian claramente tanto por su composición mineralógica como por su granometría. Quizás los depósitos eólicos costeros más antiguos podrían ser en parte contemporáneos con sedimentos más jóvenes de la Formación La Postrera, particularmente los portadores de fauna autóctona, exótica, y elementos culturales de menor antigüedad.

El mismo problema se plantea en relación con los depósitos presentes en la Pampa Arenosa

que cubren una importante área de la Provincia de Buenos Aires; aquí la necesidad de estudios estratigráficos se hace imprescindible dada la falta de información sistemática.

VII.B6). Aluvio

Está integrado frecuentemente por arenas y limos depositados por acción fluvial en los momentos de máxima descarga, es decir de inundación de la planicie aluvial, que sucede durante pocos días del año, a veces excediendo la mencionada unidad geomórfica. En oportunidades cuando el área de provisión de los sedimentos, presenta abundante material eólico disponible como suele suceder en el oeste de la Provincia, el Aluvio queda integrado por depósitos que no resulta fácil diferenciar en cuanto a su origen.

En otras oportunidades son directamente los sedimentos eólicos los que se presentan rematando el perfil, cubriendo el Suelo Puesto Berrondo, sus remanentes o cuando éste fue totalmente erosionado, los sedimentos del Miembro Río Salado de la Formación Luján, siendo en éste último caso también problemática su diferenciación.

Los sedimentos aquí descriptos como de origen fluvial bajo la denominación de Aluvio son posiblemente equivalentes a los descriptos como Formación Chacra La Blanqueada para las Sierras Australes (Rabassa, J., 1985).

VIII.-HISTORIA GEOLOGICA

Es necesario distinguir dos aspectos que se vinculan por un lado con el nombre de las unidades geológicas diferenciadas, cualquiera sea la jerarquía estratigráfica considerada por los distintos autores y en segundo término la ubicación geocronológica-cronoestratigráfica de dichas unidades.

Nombres como Lujanense, Platense, Formación Agua Blanca, Miembro Guerrero, etc., son los que cada uno de los autores que los emplearon, describieron y ubicaron con la claridad suficiente como para poder identificarlos sin mayores dudas en el terreno.

Las diferencias más notables quizás se presenten en cuanto a su posición geocronológica (cuadros 1 y 2), como sucede con lo establecido por Ameghino, ya aclarado desde hace muchos años por la totalidad de los trabajos publicados a partir de principios de este siglo.

Los trabajos de Frenguelli pueden presentar dudas en cuanto a la ubicación del Lujanense,

pero en la clásica síntesis sobre el denominado Neozoico, lo coloca decididamente en el Pleistoceno superior, concepto hoy totalmente aceptado.

El trabajo de Tricart, J., sobre la Pampa Deprimida, de excelentes características geomorfológicas, donde puede afirmarse que ha suministrado las bases sólidas de una prestigiosa escuela, resulta débil desde el punto de vista geocronológico-cronoestratigráfico por la falta de profundidad en su tratamiento. Es evidente que no ha podido disponer de tiempo suficiente como para reconocer con más detalle la ubicación de unidades como Lujanense, Platense, Querandínense, Platense marino, E1 y E3 que resultan en su esquema exageradamente antiguos a pesar de que todos los autores que han trabajado en esto, coinciden en ubicarlos en el Pleistoceno superior-Holoceno.

La historia geológica del Post-pampeano comienza no solo después de la finalización de la depositación de los sedimentos del Miembro Guerrero de la Formación Luján (Lujanense de Ameghino y Frenguelli) sino también cuando ya había un tiempo que se había comenzado a formar el Suelo Puesto Callejón Viejo en la región. El incremento de la temperatura hacia el final del Pleistoceno que en la zona cordillerana trajo como consecuencia el retiro de la Última Glaciación (en nuestra Provincia, exclusivamente extraglacial) estuvo acompañado por un marcado cambio en la circulación atmosférica que quizás produjo un aumento de las precipitaciones facilitándose el desarrollo del mencionado suelo que continúa dentro del Post-pampeano (Holoceno?), donde las características se habían hecho muy similares a las actuales posiblemente.

Los depósitos correspondientes a la parte más antigua de la Formación La Postrera, portadora de una variada fauna extinguida de megamamíferos, presenta una discordancia de erosión muy típica y a veces espectacular por su forma irregular, hasta aserrada, desarrollada sobre sedimentos limo arenosos que muestran una franja de carbonatación de escasa consistencia y espesor variable, entre pocos centímetros hasta 0,30 a 0,50 metros. El color es blanco típico y su aspecto pulverulento en la mayor parte de los casos, resulta fácilmente diferenciable de los sedimentos hospedantes de color castaño amarillento. Se trata de carbonato pedogenético quizás correspondientes al desarrollo del Suelo Puesto Callejón Viejo fuera de las planicies fluviales relacionadas con los sedimentos del Miembro Guerrero.

Este suelo soterrado constituye una unidad clave desde el punto de vista geológico, ya que marcaría entonces la época comprendida durante los últimos tiempos de la Glaciación y los primeros del Postglacial en esta región extraglacial que estamos tratando.

El Suelo Puesto Callejón Viejo entonces, alcanza un desarrollo tal que le permite presentar un horizonte B textural característico con alta proporción de arcilla lluvial en muchas zonas.

Remanentes de un suelo soterrado con características similares han sido descritos por Rabassa, J., (1985) desarrollado en el Miembro Arenoso Medio de la Formación Agua Blanca, también reconocido por Quattrocchio (1989) entre otros, en el ámbito de las Sierras Australes y sus vecindades, pero sin nombrarlo específicamente como unidad edafoestratigráfica. Nuestros reconocimientos en áreas vecinas a dichas sierras en distintas oportunidades, nos lleva a identificarlo como el Suelo Puesto Callejón Viejo que hemos reconocido en distintos ámbitos de la Provincia de Buenos Aires.

Un cambio en las características climáticas, al menos en las precipitaciones, llevaron a condiciones más áridas que las precedentes y con ello la erosión de gran parte, a veces la totalidad del Suelo Puesto Callejón Viejo. Esto está representado a veces por una discordancia de erosión que separa los remanentes del suelo mencionado, de los sedimentos del Miembro Río Salado con sus capas alternantes claras y oscuras en la parte inferior, testigos también de la erosión de la unidad edafoestratigráfica mencionada. Al mismo tiempo sobre las divisorias se depositaban nuevamente sedimentos eólicos de la Formación La Postera, que apoyaban en discordancia de erosión sobre los sedimentos eólicos más antiguos previamente mencionados.

Un dato sumamente importante es que paralelamente con la depositación de los sedimentos fluviales del Miembro Río Salado en el interior del continente, se produce en las zonas costeras la depositación de los sedimentos marinos de la Formación Las Escobas que cubren al Suelo Puesto Callejón Viejo desarrollado sobre el Miembro Guerrero de la Formación Luján en las inmediaciones del Puesto homónimo, unos veinte kilómetros al oeste de la desembocadura del Río Salado (Fidalgo, F., et al., 1973).

La facie de playa del Miembro Canal 18 de la Formación Las Escobas, presenta con frecuencia pelecípodos en posición de vida que en

diversas oportunidades nos dieron edades 14C que van de los 6 ka BP a 6,5 ka BP indicando la máxima extensión hacia el continente de la única Ingresión marina que tuvo lugar durante el Post-pampeano (Holoceno?). Este mar al retroceder fue ocupando distintas posiciones hasta alcanzar su ubicación actual, algunas de las cuales han dado edades intermedias entre los 4 ka, 3 ka y 2 ka BP. Los sedimentos de la Formación Las Escobas son contemporáneos con los sedimentos del Miembro Río Salado hacia el interior del continente, lo que nos permite inducir la posibilidad de que la sedimentación de estas dos unidades se haya producido en un lapso groseramente aproximado entonces a los 4 ka.

Sintetizando los conceptos precedentes podemos decir que el tiempo transcurrido entre la parte final de la Última Glaciación, aproximadamente 12 y 11 ka BP y el desarrollo primero y la destrucción del Suelo Puesto Callejón Viejo después cubierto por sedimentos fluviales en el continente y marinos cerca de la costa, hubo una extensión aproximada a los 5 ka. En los 4 ka siguientes se siguieron depositando los sedimentos fluviales del Miembro Río Salado en el continente, así como los correspondientes a la Formación Las Escobas de origen marino en las vecindades de la costa actual.

Con posterioridad a los eventos hasta aquí detallados comenzó a desarrollarse el Suelo Puesto Berrondo sobre los sedimentos fluviales del Miembro Río Salado, así como sobre los sedimentos marinos de la Formación Las Escobas. Este suelo si bien es también de aspecto chernozolde en general, presenta características de menor desarrollo que el Suelo Puesto Callejón Viejo con una incipiente concentración arcillosa de tipo lluvial así como aspectos hidromórficos más frecuentes y espesores que comúnmente no son mayores a 0,30 metros. Sus remanentes están sepultados por sedimentos aluviales o sedimentos eólicos de la Formación La Postera que presentan un suelo actual incipientemente desarrollado. Este conjunto se habría desarrollado entonces en los últimos 2 ka como máximo y quizás en menor tiempo, coincidiendo posiblemente los sedimentos aluviales y eólicos mencionados en último término, con una oscilación climática que involucra la llegada de los conquistadores (Rabassa, J., et al., 1985)

BIBLIOGRAFIA

- AMEGHINO F. 1889 P Contribución al conocimiento de los mamíferos fosiles de la República Argentina. Actas de la Acad. Cs. Cordoba, 6. pp:1-1027.
- CASTELLANOS A. 1918 Observaciones preliminares sobre el Pleistoceno de la Pcia. de Cordoba. Boletín de la Acad. Cs. de Cordoba, 23. pp232-254.
- CORREA H., GENTILE R. y FIDALGO F. 1988. La Formación Lujan en el curso superior del A. de los Huesos, Pcia. de Bs. As. Segundas Jorn. Geol. Bon., pp 17-26.
- D'ANTONI H., NIETO A., MANCINI M., 1985. Pollen analytic stratigraphy of A. las Brusquitas profile (Bs.As. Province, Argentine). Zbl. Paleont. Teil I, Hf. 11/12. pp:1721-1730.
- DARWIN CH., 1848 Geological observations in South America. En "The geology of the voyage of de Beagle" London.
- D'ORBIGNY A., 1847 4 Voyage dans l'Amerique meridionale. Paris
- DOERING A., 1882 Geologia. En Informe oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro. Ent. 3 Bs.As. pp:299-530.
- FAIRBRIDGE R. 1972 Climatology of a Glacial Cycle. Quaternary Research N.Y., 2. pp:283-302.
- FERNANDEZ C. y ROMERO E., 1984. Pollinology of Quaternary sediments of L. Chascomus, northeastern Bs. As. Province, Argentine. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula Balkena, Rotterdam. 3 pp:201-221.
- FIDALGO F., DE FRANCESCO F., COLADO U., 1973. Geología superficial en las Hojas Castellí, Cobo y Monasterio (Pcia. Bs.As.). Actas del V Congreso Geológico Argentino. 4, pp:27-39.
- FIDALGO F., COLADO U. y DE FRANCESCO F., 1973. Sobre impresiones marinas en los partidos de Castellí, Chascomus y Magdalena, Pcia. Bs.As. Actas del V Congreso Geológico Arg., 3, pp:227-240.
- FIDALGO F., DE FRANCESCO F., PASCUAL R., 1975. Geología superficial de la llanura bonaerense, Relatorio VI Cong. Geol. Arg. pp:103-138.
- FIDALGO F. y TONNI E.P., 1978. Aspectos paleoclimáticos de Pleistoceno Tardío-Reciente de la Pcia. Bs.As. Segunda Reunión Informativa del Cuaternario Bonaerense. CIC. La Plata. pp:21-28.
- FIDALGO F. y TONNI E.P., 1982. The Holocene in Argentine, South America. Striae, Uppsala, 16, pp:49-52.
- FIDALGO F., 1979. P Upper Pleistocene-Recent marine deposits in north-eastern Bs.As. Province (Argentine). Proc. Int. Symp. coastal Evol. in the Quaternary. Sao Paulo. Brazil. pp:304-404.
- FIDALGO F. y TONNI P.E., 1981. Sedimentos eólicos del Pleistoceno Tardío-Reciente en el área interserrana bonaerense. Actas de VIII Congreso Geológico Arg. San Luis.
- FIDALGO F., CORREA H. y GENTILE O., 1985. Condiciones dinámicas en los depósitos de la Formación Lujan. Resúmenes Primeras Jornadas Geol. Bonaer. Tandil.
- FIDALGO F., MEO GUZMAN L., POLITIS G. TONNI E.P. y SALEME M., 1986. Investigaciones arqueológicas en el Sitio 2 de Arroyo Seco (Partido de Tres Arroyos, Pcia. Bs.As., Argentina). Peopling of Americas Publications, Maine. U.S.A. pp:380.
- FIDALGO F., GENTILES R. y CORREA H., 1986. Geología y geomorfología en la Cuenca del Arroyo Tapalque. Informe 30. CIC. La Plata.
- FIDALGO F., GENTILES R. y CORREA H., 1987. Características y procesos vinculados con la inundación de noviembre de 1985 en la cuenca del A. Perdido-Tapalque. Informe 34. CIC. La Plata.
- FIDALGO F., GENTILES R. y CORREA H., 1989. Rasgos Geomorfológicos en la cuenca de A. Perdido-Tapalque. Actas de las Primeras Jornadas Geológicas Bonaerense. Tandil. CIC.
- FIDALGO F., GENTILES R. y CORREA H., 1988. Geología y Geomorfología en la cuenca del A. Azul (curso superior). Inédito. CIC.
- FRENGUELLI J., 1950. Rasgos fundamentales de la Geología y Geomorfología de la Pcia. Bs.As. LEMIT. 2, 33. La Plata.
- FRENGUELLI J., 1957 NEOZOICO, Geografía de la Rep. Argent. GAEA. 2, 3. Bs.As. pp:1-218.
- GENTILE O., CORREA H. y FIDALGO F., 1987. Estratigrafía del Cenozoico Superior en la Cuenca del A. Azul (curso superior). Actas del X Congreso Geol. Arg. T. III, pp:283-287.
- HEUSER C. 1984. Late Quaternary climates

of Chile. *Procced. Int.Sym. SASQUA. Late Cainozoic paleoclimates of the south Hemisphere.* Balkema. Rotterdam. pp:59-83.

KOPPEN M. 1931. *DIE KLIMATE DER ERDE.* Berlin. ED.W.de Gruyter.

MANGERUD J., BIRKS H. y JAGER K., 1982. *Chronostratigraphical Subdivisions of the Holocene: A review.* *Striae.* Uppsala. 16,pp:1-6.

MERCER J. 1970 *Variation of some Patagonian Glaciers since the Late Glacial.* *American Journal of Science V,269.* pp:1-25.

MERCER J. 1976 *Glacial history of southernmost south America.* *Quaternary Research.* 6,pp:125-160.

MARKGRAF V., 1980. *Paleoclimatic reconstruction of the last 15.000 years in subantarctic and temperate regions of Argentine.* XV Symp. *Palynol. Langue Francalse.* Paris.

NIETO A., D'ANTONI H., 1985 *Pollen analysis of sediments of Atlantic Shore at Mar Chiquita (Bs.As. Province, Argentine).* *Zbl.Geol.Palaont., Teil I, Hf.Stuttgart* pp:1731-1738.

PASCUAL R., ORTEGA H., GONDAR D. y TONNI E. P. 1966. *Las edades del Cenozoico mamalifero de la Pcia.Bs.As. Paleontografía bonaerense, A.Borello(ed.). IV.Vertebrata.CIC. La Plata.* pp:3-27.

POLITIS G. 1984 *Climatic variations during historical times in eastern Bs.As. Pampas, Argentine.* *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula.* Balkema, Rotterdam. pp:133-162.

QUATROCCHIO M., DESCHAMPS C., MARTINEZ D., GRILL S., ZABALA C., 1988. *Caracteriza-*

ción paleontológica y paleoambiental de sedimentos cuaternarios, A. Naposta Grande, Pcia Bs. As. Segundas Jorn.Geol.Bonaer., B.B., pp:37-45.

RABASSA J., 1972. *P Geología superficial en la Hoja Sierra de Tandil. Pcia. Bs.As. LEMIT. Anales.* II, 240. pp:117-160.

RABASSA J., 1985. *P Geología de los depositos del Pleistoceno Superior y Holoceno en las cabeceras del Río Sauce Grande. Prim.Jorn.Geol.Bonaer.CIC 1989.*

RABASSA J. (1987). *The Holocene of Argentina: A review. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula Vol. 5 pag 269-289.*

ROVERETO C., 1914 *Studi di Geomorfologia Argentina. IV. La Pampa. Soc.Geol.Italiana. Boll., XXXIII, pp: 75-128. Roma.*

TONNI P. y FIDALGO F. *Consideraciones sobre los cambios climáticos durante el Pleistoceno-Tardío Reciente en la Pcia Bs.As. Aspectos ecológicos y zoogeográficos relacionados. Ameghiniana XV, 1 y 2 pp:235-253.*

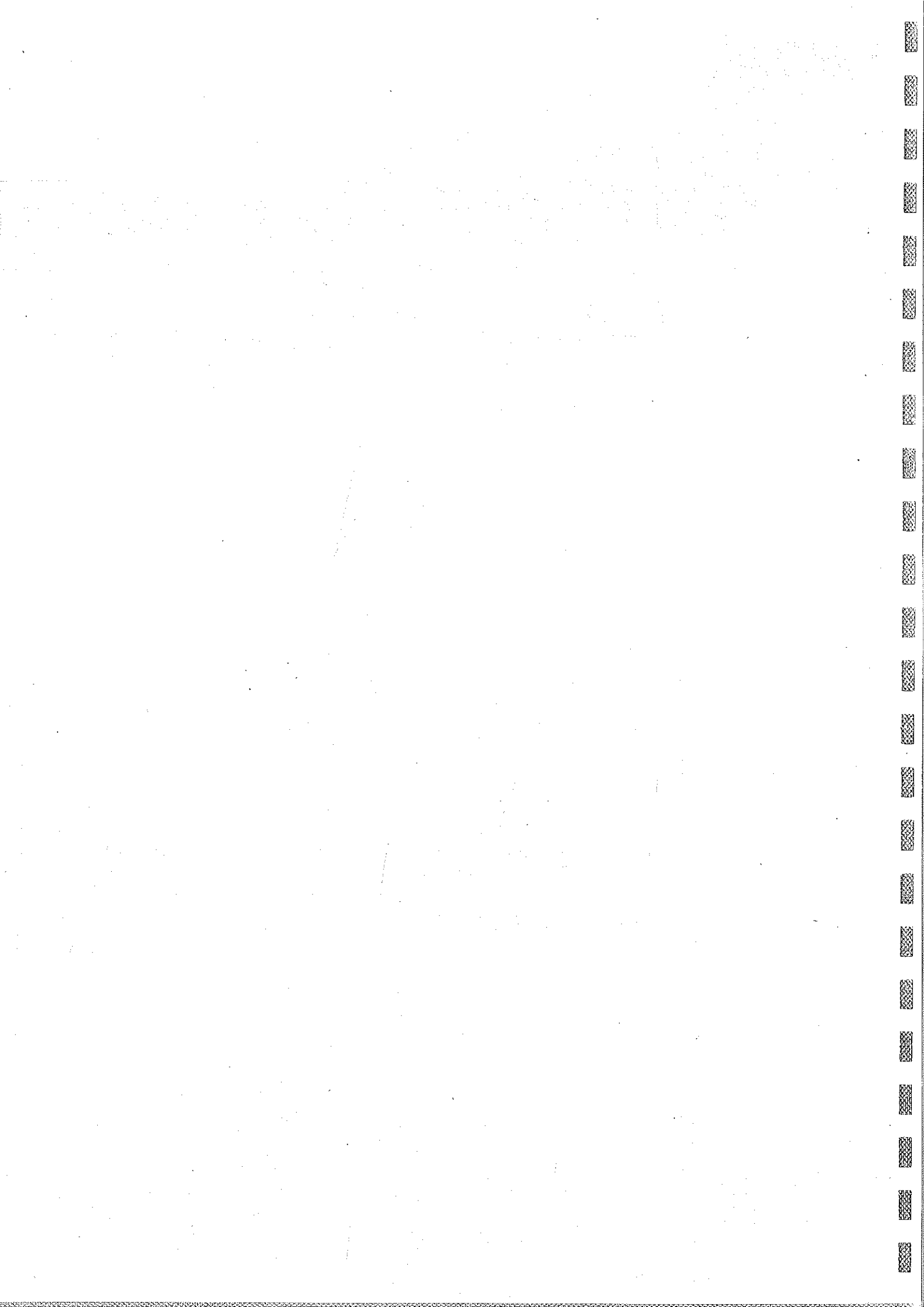
TONNI P., BERMAN W., FIDALGO F., GENTILE R. Y CORREA H., 1988. *La fauna local Hernández (Pleistoceno Tardío) Pdo.de la Plata Pcia. Bs. As. y sus sedimentos portadores. Actas Seg.Jorn.Geol.Bonaer.B.B. pp:67-78*

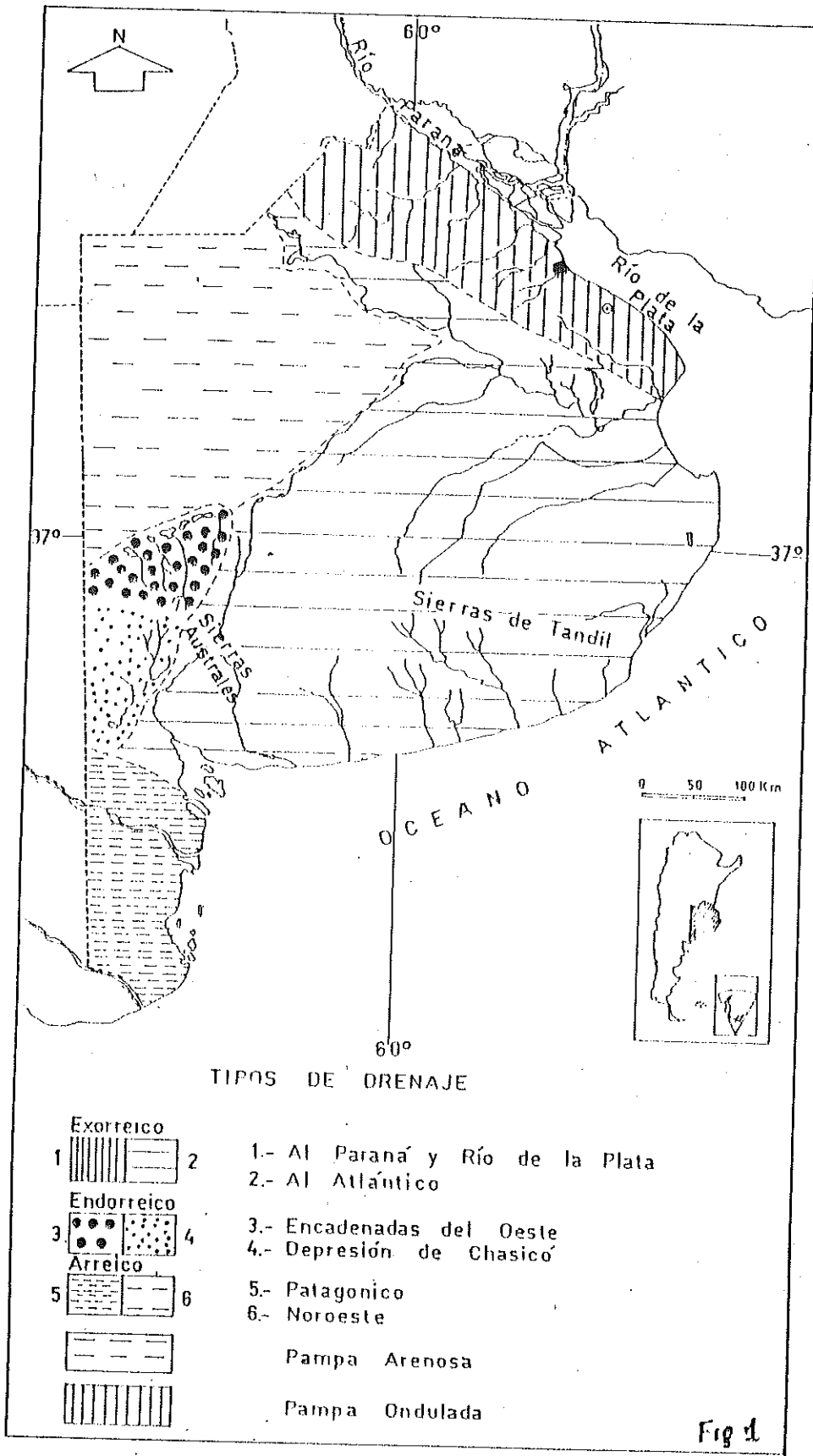
TRICART J. 1973. *Geomorfología de la Pampa Deprimida. Colección Científica III, INTA. 197 pag.*

VARELA R. 1978. *Sierras Australes de la Pcia. de Bs.As. Hipotesis de trabajo sobre su composición geológica y rasgos geotectónicos salientes. RAGA XXXIII(1), pp:52-62.*

Agradecimientos

Al Conicet por la ayuda económica recibida para las investigaciones desarrolladas y en desarrollo. A los colegas Riggi J.C. y Porro N. por la colaboración y críticas del presente informe, extensivas a Gentile O. que además realizó la parte gráfica.



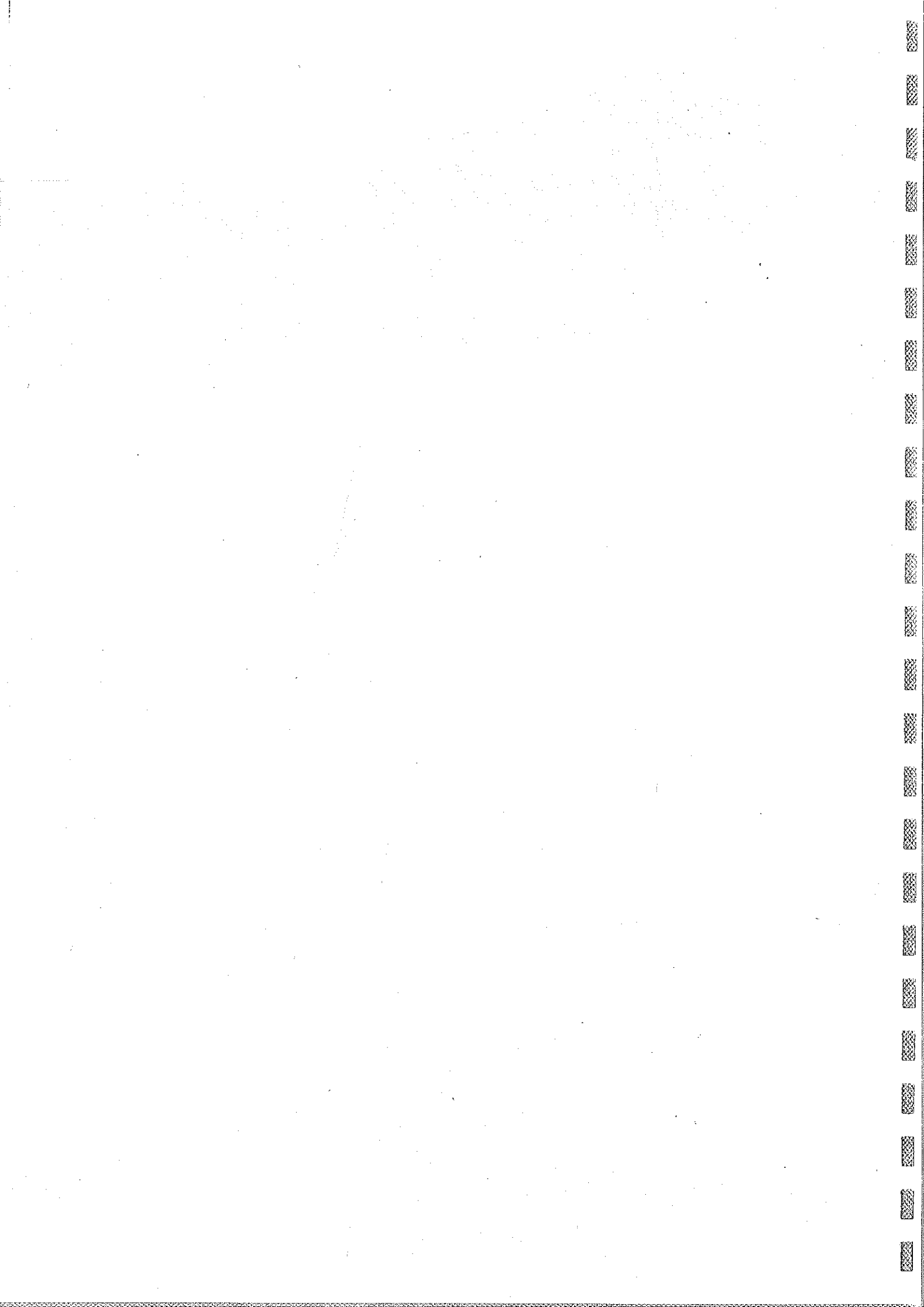


Ameghino, F. (1889)		Tricart, J. (1973)		
Edad	Piso	Fluvial	Eólico	Marino
Post pampeano	Reciente		E ₁	Dunkerquiano
	Cuaternario	Platense	E ₃	Platense Querandinense
Pampeano	Plioceno	Querandinense	Finipampiano	
		Lujanense		

TABLA I

10 ³ años BP	Edad	Frenquelli, J. (1957)			Fidalgo, F. et al (1973, 1978, 1982, 1983, etc.)			Rabassa, J. (1985)			Rabassa, J. (1987)			Edad	
		Fluvial	Edificio	Marino	Fluvial	Marino	Edificio	Valles	Divisorias	Fluvial	Edificio	Tardío			
2	Reciente	Aimarense	Aimarense	Aimarense	Aluvio	Arenas y arenas	Fm. Ch. La Blanca	Fm. Matadero Soldungaray	Fm. Chacra La Blanca	Fm. Matadero Soldungaray					
		Cordobense			Mbro. Berroondo	Puesto	Fm. Limos y arenas	Mbro. Limoso	Mbro. S	Mbro. Su-	Mbro. Limoso	Mbro. S	Mbro. Su-	Me-	
6	Holoceno	Platense	Platense	Platense	Rio	Escobas	U	Arenoso	A	pe-	Arenoso	A	pe-	Inf-	
				Querandinense	Suelo		S	Superior	A	Superior	Superior	A	Superior	Superior	
10	Pleistoceno Superior	Lujánense			Mbro. Callejón Viejo		B	Mbro. D	Mbro. L	Mbro. D	Mbro. R	Mbro. Suelo	Mbro. Suelo		
					Mbro. Guereiro	Rio Salado	A	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio		

Tabla III



CAMBIOS CLIMATICOS Y POBLACIONES PREHISPANICAS EN EL LITORAL ARGENTINO.

Carlos CERUTI

A partir de la década de 1950, cobraron incremento los intentos de conectar procesos naturales, especialmente de orden climático (y los ciclos de agradación, degradación y crecimiento de suelos), con procesos de orden social y cultural; vale decir, que implican la conformación, modificación y declinación de sociedades humanas y el producto de su actividad.

Tanto si se observa el panorama desde ópticas deterministas; o interpretando los desarrollos y resultados como consecuencia de interacciones y adaptaciones constantes, como plantea la Teoría Sistémica, resulta evidente la necesidad de conformar equipos de trabajo interdisciplinarios, que permitan distribuir las actividades entre especialistas, y conectar las partes del todo en función de interpretar lo más fielmente posible dichos procesos, muy dinámicos y complejos.

Los resultados obtenidos en el país, no fueron tan fructíferos como cabía esperar, y muchos de tales equipos apenas pueden calificarse como multidisciplinarios. En otras oportunidades, como ya lo planteó Víctor A. Núñez Reguelro (22), el capítulo geológico-ambiental fue simplemente un adorno introductorio, apto para vestir trabajos arqueológicos o antropológicos. Esta tendencia se ha revertido en la última década, aunque todavía abundan los "anticipos" (notas preliminares, o la publicación de Planes de Trabajo), muchas veces sin ningún resultado aprovechable.

Las evidencias de cambio climático durante el Pleistoceno - Holoceno son visibles en toda la cuenca del Paraná Medio. A los fines del presente trabajo hemos seleccionado el sur y la faja central de la Pcia. de Santa Fe (Subcuenca del Salado y Saladillos), donde algunos yacimientos presentan buenos indicios de cambio cultural concomitante con modificaciones climáticas. Los trabajos de campo, fueron financiados mediante aportes proporcionados por la Fac. de Ciencias Naturales y Museo de La Plata; Agua y Energía Eléctrica; Direcciones de Cultura de Santa Fe y Entre Ríos, CONICET y diversas Municipalidades. En la primer parte de este documento, se transcriben, parcial-

mente, conceptos expuestos en trabajos anteriores, especialmente: "Modificación ambiental y adaptación cultural en la cuenca del Paraná Medio", presentado al IX Congreso Nacional de Arqueología (Buenos Aires, 1988).

LAS ALTERACIONES CLIMATICAS DEL PLEISTOCENO FINAL Y HOLOCENO.

En los últimos 1.500 años, el clima del litoral de los grandes ríos, que era seco y ruidoso, se volvió húmedo. Se conformó entonces el Paraná Medio con su aspecto actual. Con sus riachos, islas y canales constituye un ecosistema complejísimo, estable en las condiciones actuales de humedad (Margalef, 20).

Este cambio quedó impreso en la morfología del área. Como expresó Iriondo (17), "...en el Litoral coexisten un clima húmedo con formas del paisaje típicas de uno seco que se desarrollan en toda la región en extensiones de decenas de miles de kilómetros cuadrados, lo que indica que el actual todavía no influyó durante suficiente tiempo como para imprimir su morfología. Como se trata de formas sedimentarias desarrolladas en materiales sueltos fácilmente erodables, es evidente que el cambio ha sido muy reciente.

Durante las últimas decenas de miles de años, estas modificaciones ambientales generalizadas se repitieron varias veces. Por ejemplo:

En el Pleistoceno Superior (Epoca Lujanense), hace más de 30.000 años, bajo un clima húmedo y probablemente cálido, se formaron las redes hidrográficas actuales del este y sur de Santa Fe, y oeste de Entre Ríos. El Río Paraná corría por la Depresión de los Saladillos, uniéndose al cauce actual a la altura de la laguna de Guadalupe; sus divagaciones fueron controladas por basculamientos tectónicos (Iriondo, 19), y sus paleocauces meándricos son fácilmente visualizables en las fotografías aéreas. El sur de Santa Fe, era drenado por las redes conformadas por los ríos Quinto y Carcarañá.

En el Pleistoceno Final y Holoceno Inferior,

(entre 30.000 y 10.000 años A.P.) el clima era seco (semi árido a árido) y probablemente muy frío. Sobre los Andes Patagónicos se formó un casquete de hielo, estableciéndose allí un anticiclón que emitió vientos con rumbo sudoeste. Se produjo entonces una sedimentación eólica generalizada, que depositó el loess Bonaerense, cubriendo en forma de manto el paisaje anterior y enmascarando las geoformas de mayor extensión. Hasta el sur de la provincia de Santa Fe llegaba un desierto arenoso, sumamente árido, formado a partir de materiales arrastrados por los ríos desde el pie de la Cordillera. Hacia fines de esta época o comienzos de la siguiente, el Paraná Medio migró a su posición actual. La vegetación de las costas del gran río, pobladas por una fauna predominantemente pampásica, con especies extinguidas y otras vivientes en la actualidad, era de tipo estepario.

En el Holoceno Inferior y Medio (entre 10.000 y 3.000 años atrás), bajo clima húmedo, y con una sensible mejoría de las condiciones ambientales, se produjo la erosión parcial del loess, y se dispersaron los rasgos geomorfológicos propios del desierto. La actividad pedogenética permitió la formación de un suelo (actualmente enterrado) visible en algunos perfiles. Se extinguió la fauna de grandes mamíferos del Pleistoceno.

Durante el Holoceno Superior (entre 3.000 y 1.000 años A.P.), con un clima marcadamente árido, se depositó un sedimento típicamente pampeano, la Formación San Guillermo (19). Se trata de un depósito de color gris, constituido por limos gruesos a arena muy fina, con textura migajosa y espesores de algunos decímetros a un metro. Se encuentra parcialmente edafizado, y enriquecido en materia orgánica como consecuencia de las condiciones climáticas actuales.

En algunas áreas, por debajo de San Guillermo hay un paleosuelo parcialmente erosionado; en otras, este paleosuelo ha sido removido totalmente, y San Guillermo asienta en discordancia sobre los depósitos del Bonaerense. En el Dpto. San Cristóbal, el Bajo de los Saladillos y parte del Dpto. Gral López (aquí, a partir de pequeños bloques hundidos), la acción eólica produjo hoyas de deflación y depósitos sedimentarios semilunares (o ódunas de arcilla), y se formaron evaporitas en cuencas someras y sin desagüe. El ambiente, una vez más, se volvió estepario.

MODIFICACIONES AMBIENTALES EN EL BAJO DE LOS SALADILLO

El Bajo o Depresión de los Saladillos, es una antigua llanura aluvial del Paraná, abandonada por este a fines del Pleistoceno o comienzos del Holoceno.

Presenta paleocauces de distinto tamaño; algunos de ellos fueron formados por el cauce principal, y otros por los brazos menores. Se lo puede ubicar entre las localidades de Romang-Alejandra y la ciudad de Santa Fe, 200 kms al sur (19).

"En la margen derecha de la unidad existe un paleocauce bien conservado, de traza recta, de 140 km de longitud y 5 a 10 kms de ancho. Por sus características morfométricas y dimensiones se trata de una faja fluvial de régimen anastomosado similar al del actual cauce principal del Paraná. Est relleno por 2 a 3 m de arenas y pelotas laminadas y con estratificación horizontal muy fina, de probable ambiente lacustre. Se encuentra en esta faja una serie de grandes lagunas redondeadas y elípticas de hasta 10 kms de diámetro mayor" (19, p.g.618). Son las lagunas del Cristal, Redonda, Larga, del Plata, del Platero y otras, que se extienden hacia el sur hasta la laguna La Brava. La mayor parte de ellas se encuentran unidas por el Arroyo Saladillo Amargo, y flanqueadas hacia el este por el Saladillo Dulce.

Genéticamente, son antiguas hoyas de deflación, con dunas de arcilla bien desarrolladas en sus orillas. Estos elementos geomorfológicos de origen eólico, a los que deben agregarse cuerpos eólicos independientes y depósitos eolo-palustres, enmascaran parcialmente las geoformas de origen fluvial (paleocauces mayores y menores), originando un paisaje de gran complejidad (Ceruti e Iriondo, 11).

"Estas lagunas fueron excavadas por erosión eólica en los sedimentos laminados hasta alcanzar las arenas fluviales subyacentes. Son completamente someras (no más de 1 metro de profundidad), pero muy raramente se secan. Esto indica que su alimentación depende de las aguas subterráneas, ya que los aportes superficiales son insignificantes". (19, p.g.619). Las arenas de fondo, corresponden a la fase de cauce, y probablemente son de Edad Bonaerense, o aún post-Bonaerense.

Bajo clima árido o semi árido, el agua proveniente de las lluvias que esporádicamente caían en el área se acumuló en estas depresiones, produciendo la concentración de sales por

arrastre. Al secarse, esta sal cristalizó rompiendo la cohesión de los limos y arcillas consolidados que conforman el fondo, originando partículas de 0,1 a 0,5 mm de diámetro. Es el denominado "efecto de salina". Estas partículas de limo o arcilla granulométricamente se comportan como arena, y fueron arrastradas por el viento desde el fondo de la hoyada hasta el borde, donde se depositaron conformando las "lunetas" o "dunas de arcilla" (18). Este sedimento, y el que compone los cuerpos eólicos independientes, es equivalente a la Formación San Guillermo.

"Cuando el clima no presenta condiciones extremas de aridez, el mecanismo efectivo de deflación no es el viento propiamente dicho, sino los remolinos..." (18, p. g. 1221). Las lunetas pueden tener hasta 4 o 5 m de altura, centenares de metros de largo y decenas o cientos de metros de ancho, y son siempre indicadoras de ambientes áridos o semiáridos.

Las precipitaciones, pese a su escasez, permitieron el crecimiento de vegetación herbácea, y la aparición brusca y masiva de una fauna de microorganismos como la *Littoridina* sp., cuyas conchillas vacías fueron deflacionadas hacia la periferia, constituyendo bandas de 5 a 10 cm de espesor, visibles en algunos perfiles (Lag. del Cristal y Redonda).

Probablemente las arenas de fondo indican el nivel de la freática durante la etapa árida. En tal caso, estas hoyadas pudieron constituir una (o la única) reserva de agua, y los asentamientos humanos se ubicaron en los bordes elevados para aprovecharla y beneficiarse con el viento, más que para prevenir inundaciones.

Con el advenimiento del clima húmedo actual, las hoyas de deflación se convirtieron en lagunas permanentes, cuya dinámica erodó las dunas de arcilla periféricas, originando la formación de barrancas. Sobre estas lunetas, los procesos edáficos provocaron la formación de suelo, permitiendo que se desarrolle una vegetación arbórea de tipo subtropical, que se diferencia claramente de la vegetación xerófila del resto del área.

LA OCUPACION HUMANA EN EL BAJO DE LOS SALADILLOS.

Durante los últimos miles de años, el área estuvo ocupada por pueblos con dos modalidades culturales distintas, que denominamos Esperanza y Goya-Malabrigo.

En la cuenca del Saladillo Amargo, quienes produjeron la manifestación cultural Esperanza ocuparon las "lunetas" de arcilla que están en los márgenes de las lagunas del Cristal, Larga, Redonda, del Plata y del Platero. Los niveles de ocupación, llegan hasta los 50-60 cm de profundidad. En la cuenca del Salado de la Pcia. de Santa Fe, los sitios son superficiales o poco profundos. Están en las tierras altas y en algunos albardones, en las proximidades del Salado o sus afluentes. También localizamos delgados niveles ocupacionales en la Laguna La Blanca. No fueron encontrados en las Islas del Paraná, ni en la Mesopotamia. Debíó tratarse de cazadores y recolectores pedestres, muy móviles, agrupados en unidades familiares o en bandas de pocos individuos, que recorrían un amplísimo territorio, utilizando en forma estacional distintos ecosistemas. Es probable que en sus desplazamientos hacia el oeste alcanzaran las serranías cordobesas y puntanas. Existe un fechado de C14 (50 años a.C.), para los comienzos de la ocupación de la Laguna del

Plata. Los materiales presentes en los yacimientos, incluyen cerámica lisa, incisa y pintada de rojo. Puntas líticas pedunculadas y con aletas. Piedras de boleadoras y otros artefactos (escasos), como raspadores y afiladores, en arenisca cuarcítica. Son muy características las estructuras para cocción de alimentos ("hornitos de tierra cocida").

La manifestación cultural denominada Goya-Malabrigo, la "Cultura de los Ribereños Plásticos" de Serrano (29), presenta una economía fundamentalmente cazador-pescadora complementada con recolección, con énfasis en uno u otro recurso según el lugar y las circunstancias, pero siempre con una alta adecuación al medio ambiente imperante en las islas y costas bajas, del que no se apartó sino en contadas oportunidades. Los rasgos que permiten caracterizar a Goya-Malabrigo en la Cuenca del Saladillo Amargo, son:

a) 4 Fundamentales: "Campanas" y apéndices zoomorfos, especialmente ornitomorfos. Torteros recortados o modelados. Puntas de proyectil huecas, de hueso, y "arpones chaqueños". "Bastones de mando" y otros instrumentos en asta de cérvido.

b) Accesorios: Cerámica decorada con incisiones de surco rítmico. Recipientes cerámicos con asas pequeñas, simétricas. Entierros secundarios ("paquetes funerarios"). Las unidades poblacionales agrupaban, en promedio, 5 o 6 familias (alrededor de 25 a 30 personas), y

máximos de 10 familias, reguladas por la disponibilidad de superficies libres de agua. Los medios de movilidad, fueron fundamentalmente acuáticos (canoa), y los desplazamientos no estrictamente estacionales, sino relacionados con los ciclos de crecientes del Paraná y sus tributarios, y con el poder de recuperación del ecosistema luego de cada inundación. (7,8 y 9)

En última instancia, el elemento determinante que está en la base de la diferenciación de ambos tipos culturales, no es otra cosa que la forma de utilización del espacio y los recursos naturales; es decir, las distintas estrategias de apropiación y modificación de la naturaleza en beneficio del grupo. Por una parte, la especialización de Goya-Malabrigo en la caza-pesca-recolección dentro del ambiente de islas y costas bajas del Paraná, bajo clima húmedo y con modalidades de desplazamiento acordes a la explotación intensiva de un ecosistema; por la otra, una estrategia de adaptación parcial a distintos ambientes por parte de Esperanza, sin más de tipo estepario.

Algunos yacimientos presentaban evidencias de ocupaciones superpuestas, correspondientes a las dos modalidades. Los más importantes son:

Sitio Laguna del Cristal III: ubicado en la margen norte de la Laguna del Cristal (Dpto.Vera), en una extensa "duna de arcilla" de unos 1.000 m de extensión. Presenta una barranca activa con altura máxima de 2,50 m, cubierta por monte muy espeso, con especies de gran porte, enredaderas y sotobosque. Los materiales aparecen en superficie y en capa, en casi toda la extensión del sitio.

Característicos de Goya-Malabrigo son los fragmentos cerámicos con decoración incisa, apéndices grandes y pequeños, zoomorfos (especialmente ornitomorfos) macizos y recortados; y los fragmentos de "campanas". Elementos

Esperanza son los "hornitos de tierra cocida" y las puntas líticas con pedúnculo y aletas.

No aparecen fogones bien conformados, sino partículas de carbón y cenizas esparcidas en el espesor de los sedimentos. La ocupación del sitio comenzó inmediatamente después o durante el último cambio climático. Así lo indican las bocas de los "hornitos", que se abrían en la base de los sedimentos de color gris que marcan el fin de la etapa árida. El sitio presenta problemas de compactación que hacen difícil determinar pisos de ocupación.

Sitio Laguna del Plata II: localizado sobre la margen izquierda del Arroyo San Pedro (Dpto.Vera), a 200 m de su desembocadura en la Laguna del Plata.

Hay materiales superficiales y en capa, en una luneta cóncava cubierta por monte abierto, entre los arroyos San Pedro y Saladillo Amargo. La ocupación del sitio se produjo inmediatamente después que terminó el último período árido, o durante una etapa de transición.

Materiales Goya-Malabrigo: un entierro secundario (paquete funerario). Fragmentos cerámicos incisos, especialmente con decoración de surco rítmico, y apéndices: mamelones, aplanados, ornitomorfos (escultóricos huecos, siluetas engrosadas, recortadas, vertederos con apéndice ornitomorfo). Un fragmento de pipa. Huesos cortados, perforadores (o pendiente?) en asta de guasuncho (*Mazama* sp.) con perforación basal; puntas de proyectil huecas, de hueso; "arpones chaqueños".

Al tipo Esperanza, puede adscribirse parte de los fragmentos cerámicos lisos y decorados (punteado, inciso de línea, con labios incisos; pintada de rojo; con impresión de redes; con agujeros de suspensión), y un fragmento de limbo de proyectil lítico.

En algunas cuadrículas, el sitio era fértil hasta los 0,70 m de profundidad, en plena capa de limos equivalentes a la Fn. San Guillermo. Se dispone de tres fechados radiocarbónicos.

Entre los elementos arqueológicos con valor documental desde el punto de vista ambiental o cronológico, deben destacarse:

Los "hornitos de tierra cocida". Son conocidos en la bibliografía etnográfica mundial con el nombre de "hornos canacos u hornos polinesios". Tienen también una amplia difusión en Sudamérica (12). Han sido mencionados para Santa Fe, Chaco y Formosa (2,10,32), Jujuy (Dogherty, com.pers.), Córdoba (1,15), Santiago del Estero (16,18), Cuyo (24,25), La Rioja y Pcia. de Buenos Aires. No en todos los casos están claras las asociaciones, y podría tratarse de estructuras diversas y no relacionadas. Considerando la subcuenca del Salado exclusivamente, observamos que en la Laguna Mar Chiquita (Córdoba), aparecen asociados a una cerámica ajena al área serrana. En Santiago del Estero, están vinculados a la cerámica temprana de Las Mercedes, y a fragmentos incisos de surco rítmico (Togo, com.pers.). No los hemos encontrado en las islas del Paraná, ni tampoco en la Provincia de Entre Ríos.

Pudimos observar personalmente alrededor de 260 unidades superficiales, y una veintena en cortes de barranca; estos últimos estaban excavados en limos y limos arcillosos correspondientes al Bonaerense, o en sedimentos eólicos equiparables a la Formación San Guillermo.

La boca se abría en el espesor de la tierra vegetal correspondiente al período climático actual (preferentemente cerca del piso de la misma); en la Formación San Guillermo o en niveles transicionales. La profundidad con respecto a la superficie, varía entre 20 y 70 cm, según el espesor de la tierra vegetal. No pudimos localizar hornos ubicados a distinto nivel en un mismo sitio.

En la localidad de Petronilla (Dpto. San Justo), a un kms del curso del Arroyo San Antonio, conjuntamente con el Dr. Martín H. Iriondo y el Geól. Carlos Manavella, tuvimos oportunidad de estudiar un conjunto de "hornitos" cavados en un horizonte eólico de color castaño algo rojizo ("Bonaerense"). Por encima, se encontraba la Formación San Guillermo, de color gris, pulverulenta y decapitada por la erosión, con 21 cm de espesor. La boca del horno se abría en la base de la Formación San Guillermo, en lo que parece un Horizonte B de suelo, decapitado, que marca el contacto con los sedimentos bonaerenses. Esta ubicación, podría indicar que los "hornitos" fueron utilizados durante un ciclo erosivo anterior a la depositación de la Fn. San Guillermo, durante el Holoceno Medio o Inferior.

La cerámica. Los apéndices zoomorfos, utilizados generalmente para caracterizar el Tipo Cultural Goya-Malabrigo, son frecuentes en la Laguna de Guadalupe. Ascenden por el Saladillo hasta la Laguna del Plata; continúan apareciendo en la Laguna del Cristal, y son mucho menos frecuentes en la Laguna La Blanca. El ejemplar más occidental fue localizado en las proximidades del puente que une María Luisa y Emilia, sobre el Río Salado (Dpto. Las Colonias).

La cerámica con decoración incisa de surco rítmico, de línea y punteada; unguiculada; pintada de rojo; cepillada, con impresión de redes y de cestería aparece con distinta frecuencia según nos alejamos hacia el norte o el oeste del Río Paraná: en los sectores vinculados al Tipo Cultural Goya-Malabrigo, la decoración incisa de surco rítmico predomina ampliamente; hacia el norte y el oeste, decrece progresivamente.

Instrumental de hueso. Los materiales recuperados proceden del Saladillo Amargo, especialmente del sitio Laguna del Plata II: puntas huecas

de proyectil, arpones chaqueños, punzones en asta de Mazama sp.. Los consideramos característicos del Tipo Cultural Goya-Malabrigo.

Restos faunísticos. Solamente poseemos elementos procedentes de las estratigrafías del área del Saladillo. Dejando de lado los especímenes que probablemente aparecen en forma accidental en las listas faunísticas, sin constituir necesariamente parte de la dieta (saurios, anuros) y los mamíferos fosoriales, de presencia casi constante (*Cavia* sp., *Ctenomys* sp., cricétidos), la dieta incluía: peces (especialmente Siluriformes); aves (solamente pudieron identificarse restos de biguá y una Tinamiforme); edentados; cérvidos; guanaco (*Lama* sp.) y nutria (*Myocastor* sp.). El listado incluye especies vinculadas al ámbito paranaense (peces, biguá, cérvidos, nutria) y al ámbito pampeano (tinamiformes, armadillos), pero todos vivientes en la actualidad en la zona. La única excepción, es el guanaco. Su presencia en el área indica aridez. Probablemente, al producirse el poblamiento de los sitios, hacía poco tiempo que se habían establecido las condiciones de humedad que caracterizan el clima actual, oeste aún estaba cambiando (Ver 30 y 31).

Entre los apéndices zoomórficos elaborados en cerámica es posible reconocer aves (Psittaciformes y Paseriformes), un pecarí (?), carpíncho y (creemos), un guanaco.

Analizando el listado de moluscos recuperados en las excavaciones, llegamos a conclusiones que, también, indican ocupación de los sitios inmediatamente después del cambio climático o cuando este aún no había concluido.

En Laguna del Cristal III, la unidad litoestratigráfica superior (formada bajo clima actual) proporcionó los siguientes géneros de moluscos: *Anodontites*, *Ampullaria*, *Planorbis* y *Bullmulus*. Las tres primeras son fluviales, y la última terrestre. Los niveles inferiores se presentan, al principio, estériles; y luego encontramos dos estratos de color blanquecino, constituidos casi enteramente por caparzones de *Littoridina*. Indican un crecimiento explosivo de microfauna durante los anegamientos esporádicos que se producen bajo condiciones climáticas de aridez, y una concomitante muerte súbita por desecación.

En la Laguna Larga, los primeros 50 cm contenían al menos cinco géneros fluviales: *Drymaeus*, *Asolene*, *Ampullaria*, *Cyclodontina*, *Succinea*, *Mutellidae* Indet., y uno terrestre (*Bullmulus*). Pero la capa 6 (0,50-0,60 m) solamente contenía dos géneros fluviales (*Drymaeus* y *Ampullaria*) y

dos terrestres (*Bullimulus* y *Strophochellus*). En el sitio Laguna del Plata II, encontramos en los niveles fértiles: *Ampullaria*, *Diplodon*, *Asolene* y *Bullimulus*. Al llegar a la capa 7 (0,60-0,70 m), y coincidiendo con el cambio de coloración del terreno y la desaparición de los materiales arqueológicos, solamente encontramos especies terrestres: *Bullimulus* sp. y *Strophochellus* sp., indicadores de aridez. Este último género, si bien existe actualmente en el área, es el único molusco que aparece conspicuamente en la unidad litostratigráfica inferior de la Laguna Blanca (Dpto. San Justo), correspondiente al Bonaerense.

Ambientes y cronología. El estudio de los perfiles de barranca, perfiles de excavación y facies sedimentarias, indica que en las lagunas Blanca, Larga y del Plata, la ocupación humana comenzó a fines de la última etapa árida, o cuando ésta recién terminaba. En Petronilla parece anterior, produciéndose quizás al comienzo de la misma.

Salvo en el Río Salado, donde los sitios arqueológicos están en relación a los albardones (queda por determinar si algunos de ellos no están por debajo del albardón), en las restantes zonas las ocupaciones humanas se relacionan con facies eólicas, indicadoras de ambientes climáticos áridos (médanos, lunetas o mantos vinculados a la Formación San Guillermo). Lo que varía, es la posición de cada componente en la pila sedimentaria.

El INGEIS fechó muestras de carbón correspondientes al sitio Laguna del Plata II, obteniendo tres fechados radiocarbónicos:

- 2.000 ± 100 años (50 a.C.) para el piso de la ocupación humana (0,50-0,60 m de profundidad)

- 2.000 ± 100 años (50 a.C.) para el piso de la ocupación humana (0,50-0,60 m de profundidad).

- 1.000 ± 140 años (950 d.C.) para el nivel de 0,30-0,40 m; coincidiendo con la ocupación Goya-Malabrigo. Por debajo, se localizó un entierro secundario asociado a un apéndice ornitomorfo. El fechado es coincidente con otros realizados en materiales procedentes de sitios Goya-Malabrigo de Entre Ríos (Arroyo Las Mulás I y Arroyo Largo I, sobre la Isla Curuzú Chali, Dpto. La Paz).

- 325 ± 80 años (1.625 d.C.), que corresponde al techo de la ocupación (nivel de 0,00-0,10 m).

MODIFICACIONES AMBIENTALES EN EL SUR DE SANTA FE.

El paisaje del sur de la Provincia de Santa Fe, es genéticamente similar al que se observa en el Bajo de los Saladillos, pero los paleocauces antiguos son menores que el gran paleocauce del Paraná, y los rasgos fluviales modernos son mucho menos evidentes. Por tales razones, los elementos geomorfológicos originados durante la etapa árida se manifiestan con mayor facilidad.

Las redes fluviales más importantes, desarrolladas durante el Lujanense, son la del Río Quinto, que penetraba desde la Provincia de Córdoba con rumbo oeste-este, y la del Carcarañá, que con rumbo sudoeste llegaba hasta la Provincia de Buenos Aires. El paleocauce más importante del Quinto corría un poco al sur de Rufino y se extendía hasta Diego de Alvear, donde doblaba hacia el nordeste. Debió ser muy caudaloso, y contiene algunas lagunas importantes (como La Salada, cerca de Rufino, y La Picaza), que se originaron durante el último período seco bajo la forma de hoyas de deflación. El paleocauce sigue funcionando, en la actualidad, como acuífero. Por tal razón, el caudal de las lagunas es en parte independiente de las aguas pluviales, ya que se alimentan subterráneamente con los derrames del Río Quinto.

Otro paleocauce importante corre paralelo a la Ruta Nro.33, y contiene a las lagunas Sancti Spiritu, Sastre y San Eduardo. El paleocauce más importante del Carcarañá se encuentra hacia el este del anterior, y también está ocupado por una serie de lagunas, como Las Encadenadas de Villa Cañas y Las Marías. Algunos cauces abandonados están rellenos con sedimentos de origen fluvial, y otros colmatados con arena, depositada durante el primer gran período árido, desarrollado entre 30.000 y 10.000 años atrás. En esa época, los ríos se secaron, y se formó un gran desierto arenoso. Las hoyas de deflación corresponden al segundo (y último) gran período árido, desarrollado entre 3.000 y 1.000 años atrás, y están bordeadas parcialmente por depósitos semilunares, actualmente cubiertos de vegetación herbácea y con barrancas vivas cortadas, por la acción de las aguas (Iriondo, ms.)

En el lecho de la Laguna Las Encadenadas de Villa Cañas, y en la parte inferior del perfil de barranca, afloran sedimentos limo-arcillosos de color rojizo, con gran cantidad de tosca. Allí fueron encontrados restos fósiles correspondientes a especies extinguidas: gliptodóntidos (*Panochthus* cf. *tuberculatus*; *Doedicurus* cf. *clavicaudatus*;

Sclerocalyptus sp.) grandes milodóntidos (*Scelidotherium leptocephalum*; *Lestodon* sp.) y caballo americano (*Equus* sp.), junto a roedores (*Ctenomys* sp.). Los sedimentos son asignables al pampeano ("Bonaerense"), y el conjunto faunístico, en líneas generales, a la Edad Mamífero Lujanense (Ceruti, ms; Pascual et al, 25). En los niveles superiores de esta laguna, así como en la Laguna de Sastre, también en sedimentos eólicos asignables al "Bonaerense", encontramos fauna actual, de estrpe pampeana: martinetita (*Eudromia elegans*) y guanaco (*Lama glama guanicoe*), junto con numerosas especies fosoriales: vizcacha (*Lagostomus maximus*); tuco-tuco (*Ctenomys* sp.); y liebre europea (*Lepus europaeus*), intrusivas en el sedimento. La parte más moderna del perfil, generalmente está compuesta por un delgado estrato eólico, de color gris ceo, equivalente a la Formación San Guillermo, sobre el que se desarrolló el suelo actual.

En la Laguna Las Tunas (Dpto. Marcos Juárez, Pcia. de Córdoba), pocos kilómetros al oeste del límite con Santa Fe, en una zona relativamente árida por alta concentración de sales en el subsuelo, observamos por primera vez una "luneta" o "duna de arcilla" en proceso de formación. Presentaba tres unidades litoestratigráficas: la inferior, sin restos faunísticos visibles, equivalente al "Bonaerense"; la intermedia, en parte equiparable a la Formación San Guillermo, y en parte actual, contenía fauna típicamente pampeana. Anotamos las siguientes especies: ñandú (*Rhea americana*); tuco-tuco (*Ctenomys* sp.); cuis (*Cavia apereá*); dasipódidos indeterminados (posiblemente peludo y piche); venado (*Blastocerus bezoarticus*); guanaco (*Lama glama guanicoe*) y también caballo europeo (*Equus caballus*). La unidad litoestratigráfica superior, como dijimos, está en formación.

LA OCUPACION HUMANA EN EL SUR DE LA PCIA. DE SANTA FE.

Recapitulando lo expuesto, podemos decir que mediante el análisis de imágenes satelitarias y mosaicos aerofotográficos, se puede visualizar en el sur de la Provincia de Santa Fe una antigua red de drenaje constituida por grandes cauces cegados, de 50.000 a 30.000 años de antigüedad, originados bajo un clima húmedo, similar al actual.

Se le superpuso, entre 30.000 y 10.000 años atrás, un espeso manto de sedimentos eólicos, con cuencas originadas por acción del viento, y grandes cadenas de médanos, que

indican un clima árido y frío. De estos niveles proceden los numerosos restos fósiles encontrados en la región, que permiten reconstruir una fauna constituida, en parte, por animales extinguidos (gliptodontes, grandes perezosos como el *Lestodon armatus*, caballo americano, etc), y en parte por especies vivientes. Es probable que a fines de esta etapa, ya existiera población humana en la zona, aunque reducida a pequeñas bandas de cazadores que dejaron tras sí escasas huellas: algunos instrumentos trabajados en rocas extrañas a la provincia, y esquirlas provenientes de su elaboración.

A los sedimentos rojizos del "Bonaerense", se le superponen otros niveles, esta vez de polvo muy fino y de color gris, también acarreados por el viento durante un período árido a semiárido. Entre ambos, existió una etapa húmeda durante la que comenzó a conformarse la actual red de drenaje. En la zona es muy difícil de individualizar en cortes de barranca.

Para esta época (entre 3.000 y 1.000 años atrás), ya no existía la fauna de herbívoros gigantes, pero el clima árido permitía la existencia de especies que, como el guanaco, se encuentran hoy muy retradas del territorio santafesino. Los rastros de la presencia humana se hacen más frecuentes entre los sedimentos grises de la Formación San Guillermo. La mayor parte de los sitios arqueológicos localizados, están ubicados sobre médanos semilunares, bordeando las antiguas hoyas de deflación, hoy transformadas en lagunas. Probablemente los antiguos cauces semi-secos constituían las únicas reservas de agua, que afloraba en el fondo de las grandes depresiones excavadas por el viento. Esta situación debió transformar determinadas áreas, como la constituida por las lagunas Grigera, Las Encadenadas y Las Marías de Villa Cañas, en un abrevadero obligado para la fauna, y en un fuerte foco de atracción para los cazadores provenientes de las pampas y la Patagonia. Estos grupos debieron movilizarse por una estepa árida, en la que tenían gran influencia los vientos del SE, que acarreaban grandes nubes de polvo y erosionaban los sedimentos menos consolidados. Este ambiente debió permitir el desarrollo de una vegetación muy pobre, con pastizales semejantes a los que aún hoy se encuentran en las lunetas de la Laguna Las Tunas.

Los materiales arqueológicos recuperados hasta el momento, son de tres tipos:

a) Fragmentos cerámicos, lisos o con decoración incisa. Son muy escasos. Por su

decoración, pueden establecerse relaciones con el litoral del Plata-Paraná, en especial con la costa platense de la Pcia. de Buenos Aires. La presencia de arena de color rojizo en algunos de ellos, indica que fueron elaborados en la zona. Otros, en cambio, pueden provenir de la costa.

b) h Material lítico tallado. Se trata de pequeños raspadores (algunos del tamaño de una uña), perforadores y otros instrumentos utilizados en la preparación de cueros y maderas, que debieron emplearse enmangados. También hay puntas de flecha, completas o en proceso de elaboración, esquirlas y otros restos de materia prima. Fueron confeccionados en rocas extrañas a la zona, especialmente cuarcitas, "palo y cuarzo de color blanco, que se encuentran en las sierras de Tandil-Olavarría, o en las Sierras Pampeanas de las Provincias de Córdoba y San Luis.

c) Materiales líticos alisados o pulidos. Piedras de boleadoras (con o sin surco); morteros aplanados y sus manos, utilizadas para moler algún tipo de semilla (quizá la del algarrobo); "quiebra cocos", piedras con hoyuelos poco profundos, empleados en Brasil, Uruguay y el NE argentino para triturar los frutos de algunas palmeras. Un conjunto notable de estos elemen-

tos, localizado en las barrancas de la Laguna Las Marías, en Villa Cañías, incluía piedras de boleadora, un molino plano con su mano, un quiebracocos y un caracol marino, de gran tamaño.

La presencia de estos elementos, nos indica la existencia de un pueblo que, si bien obtenía su subsistencia con la caza a distancia mediante boleadoras y flechas, complementaba su dieta con la recolección y elaboración de elementos vegetales que obtenía en sus desplazamientos. Los pocos elementos que componían su ajuar, tenían un peso y volumen apropiados para ser transportados durante las largas marchas a pie. La materia prima en que fueron trabajados los instrumentos (anfíbollitas, pórfidos y basaltos), no es propia de la provincia de Santa Fe, y proviene de las Sierras Pampeanas o de las Sierras de la Pcia. de Buenos Aires.

El conjunto de los restos arqueológicos descriptos, asignados a una modalidad cultural que denominamos Villa Cañías, corresponde en líneas generales a lo que hasta hace poco en la arqueología de la Pcia. de Buenos Aires se denominaba "Bollvarense", concepto actualmente en proceso de revisión.

BIBLIOGRAFIA

- 1. APARICIO, Francisco y J. Frenguelli -1923- "Los paraderos de la margen derecha del río Malabrigo". En: Anales de la Sociedad Científica Argentina, T.CXXII, Bs.As.
- 2. APARICIO, Francisco y J. Frenguelli -1932- "Excursión a la Laguna Mar Chiquita (Pcia. de Córdoba)". En: Publ. del Museo Antropológico y Etnográfico de la Fac.de Filosofía y Letras, II, Bs.As.
- 3. BORMIDA, Marcelo -1960- "El epiprotolítico epigonal de la pampa bonaerense". En: Jornadas Internacionales de Arqueología y Etnografía, T.2, Bs. As.
- 4. BORMIDA, Marcelo -s.f.- "Prolegómenos para una arqueología de la pampa bonaerense". Min. de Educación de la Pcia. de Bs. As., Dir. de Bibliotecas, Museos y Archivos Históricos, Bs. As.

- 5. CERUTI, Carlos N. -1974- "Arqueología del centro y norte de la Provincia de Santa Fe". Comunicación presentada al Simposio "Sub área del Nordeste Argentino" del III Congreso Nacional de Arqueología Argentina (Salta).
- 6. CERUTI, Carlos N. -1985- "Arqueología de la cuenca del Paraná Medio (Margen entrerriana) y las subcuencas del Salado y Saladillos". Trabajo presentado en el Simposio "Estado actual de las investigaciones arqueológicas en la Cuenca del Plata", del VIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina (Concordia).
- 7. CERUTI, Carlos N. -1986- "Algo sobre crítica y autocrítica en Arqueología". En: Revista de Antropología, Año I, Nro.1:19-24, Bs. As.
- 8. CERUTI, Carlos N. -1990- "Sitio Arroyo Las Mulas I (Dpto. La Paz, Pcia. de Entre Ríos): aportes para un estudio del ecosistema". En: Revista de Antropología, Nro.9:60-67 Bs. As.
- 9. CERUTI, Carlos N. -1990b- "Arroyo Las Mulas I (Dpto. La Paz, Pcia. de Entre Ríos): relaciones hombre-medio ambiente en la actualidad. Alteraciones del sitio por acción antrópica". En prensa, en Revista de Antropología, Bs. As.
- 10. CERUTI, Carlos N.; Raúl H. Benzo y Carlos G. Ferreira -1978- "Investigaciones arqueológicas en la laguna de Guadalupe (Pcia. de Santa Fe, Rep. Argentina)". Comunicación presentada al VI Congreso Nacional de Arqueología del Uruguay (Salto).
- 11. CERUTI, Carlos N. y Martín H. Iriondo -1980- "Aporte al conocimiento del Holoceno de la Pcia. de Santa Fe (cuenca del Saladillo Amargo) y su relación con los asentamientos humanos prehispánicos". Comunicación presentada a la Primera Reunión de Comunicaciones de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, Santa Fe (Año 1980).
- 12. COLLEGE DE FRANCE -1979- "Seminaire sur les structures d'habitat. Temoins de Combustion". En: Revista do Museu Paulista, N.S.,XXVI, pp.29-36, Sao Paulo.
- 13. FRENGUELLI, Joaquín -1941- "Nuevos datos acerca de "hornos" indígenas". En: Anales del Instituto de Etnografía Americana. Univ. Nac. de Cuyo,II, Mendoza.
- 14. GOMEZ, Roque -1974- "Arqueología del Sudeste de Tucumán y sus relaciones con Santiago del Estero". En: Revista del Instituto de Antropología, T.V., Córdoba.
- 15. GONZALEZ, Alberto R. -1956- "Reconocimiento geológico de la zona de Copacabana (Córdoba)". En: Revista do Museu Paulista, N.S.,T.X, Sao Paulo.

- 16. GRAMAJO DE MARTINEZ MORENO, Amalia -1971- "Los "hornos" en la arqueología de Santiago del Estero". Comunicación al II Congreso Nacional de Arqueología, Cipolletti.
- 17. IRIONDO, Martín H. -1981- "Antigüedad del último cambio climático en el Litoral". En: Ecología Argentina, Nro.5, Bs. As.
- 18. IRIONDO, Martín H. -1983- "Geomorfología de la cuenca inferior del Río Salado como base para la investigación hidrológica". En: Coloquio Internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras, T.III, Olavarría.
- 19. IRIONDO, Martín H. -1985- "Geología y Geomorfología: su importancia y relación con la Edafología". En: Publicación Miscelánea Nro.30, INTA, Estac. Exp. Reg. Agropecuaria Rafaela.
- 20. MARGALEF, Ramón -1983- "El proyecto del Paraná Medio y su incidencia sobre la ecología regional". En: Rev. de la Asoc. de Cs. Nat. del Litoral, v.14(1), Santa Fe.
- 21. NUÑEZ REGUEIRO, Víctor A. -1972- "Conceptos teóricos que han obstaculizado el desarrollo de la Arqueología en Sud-América". En: Estudios de Arqueología, Nro.1, Cachi.
- 22. MOREIRA, Ana María -1972- "La cerámica y el material lítico de la Laguna del Cristal". En: Museo Municipal de Arqueología de Reconquista, Publicación I, Reconquista.
- 23. ORQUERA, Luis Abel -1986- "Avances en arqueología de Pampa y Patagonia". Trad. del art. a publicar en Advances in World Archaeology, V.6, Academic Press.
- 24. OUTES, Félix -1926- "Algunos datos sobre la arqueología de San Luis". En: Physis, VIII, Bs. As.
- 25. PASCUAL, Rosendo; E. Ortega Hinojosa; D. Gondar y E. Tonni -1966- "Las edades del Cenozoico mamífero de la provincia de Buenos Aires". En: Borrello, Angel V. (Ed.): "Paleontografía Bonaerense", Fasc.IV, Vertebrata. CIC, La Plata.
- 26. POLITIS, Gustavo G. -1984- "Investigaciones arqueológicas en el Area Interserrana Bonaerense". En: Etnia, Nro.32, Olavarría.
- 27. RUSCONI, Carlos -1941- "Los "morteritos" y "hornillos de tierra" de Mendoza". En: Anales de la Soc. Científica Argentina, CXXX, Bs. As.
- 28. SANGHINETTI DE BORMIDA, Amalia -1970- "La 'neolitización' de las áreas marginales de América del Sur". En: Relaciones de la Soc. Arg. de Antropología, T.V,N.S., Nro.1, Bs. As.

- 29. SERRANO, Antonio -1972- "Líneas fundamentales de la arqueología del Litoral". Publicaciones del Instituto de Antropología, XXXII, Córdoba.
- 30. TONNI, Eduardo P. -1985- "Mamíferos del Holoceno del Partido de Lobería, Provincia de Buenos Aires. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos del Holoceno del sector oriental de Tandilia y área interserrana". En: Ameghiniana, T.22 (3-4), p g.283-288, Bs. As.
- 31. TONNI, Eduardo P. y Gustavo G. Politis -1980- "La distribución del guanaco (Mammalia, Camelidae) en la Provincia de Buenos Aires durante el Pleistoceno Tardío y Holoceno. Los factores climáticos como causas de su retracción". En: Ameghiniana, T.XVII, Nro.1, p g.53-66, Bs. As.
- 32. VIGNATI, Milcíades Alejo -1928- "El "horno de tierra" y el significado de las tinajas de las provincias del NO argentino". En: Physis, T.IX, p g.241, Bs. As.

EL CHACO

Martín IRIONDO

El Chaco es una gran planicie, escasamente conocida desde el punto de vista geológico y geomorfológico, que cubre 800.000 km² en el corazón tropical de América del Sur, abarcando regiones de Argentina, Paraguay y Bolivia. Limita al sur con La Pampa, al norte con la planicie amazónica, al oeste con las Sierras Subandinas, y al oeste con la Mesopotamia argentina y el Planalto brasileño.

Esta gran región está caracterizada por bosques, pajonales y áreas pantanosas. Los ríos son escasos, de pendiente pequeña, y baja capacidad de transporte; en consecuencia, ocurren frecuentes inundaciones que cubren el terreno durante varios meses. El clima es variable, dentro del patrón tropical básico; las oscilaciones interanuales del mismo son amplias

Clima y biogeografía

El Chaco presenta una identidad climática y biogeográfica clara en el continente sudamericano. El clima varía de tropical semiárido en el oeste a tropical húmedo en el este; está caracterizado por un intercambio permanente de masas de aire tropical y austral. Durante los períodos de viento norte la temperatura puede llegar a 40°C o más en una hora, aun durante los meses de agosto y septiembre. Las lluvias son intensas, cayendo a veces el promedio anual en tres o cuatro tormentas. Se producen dos tipos de precipitaciones: lluvias frontales, provocadas por frentes fríos que avanzan hacia el norte; y lluvias convectivas, producidas por pequeños volúmenes de aire que ascienden localmente dentro del aire húmedo tropical. Estas últimas producen intensas precipitaciones en pequeñas áreas. El promedio anual de lluvias varía de 400 mm. en el oeste a 1.200 mm. en el este (Schmieder, 1980). Existe una estación húmeda que comienza en octubre y finaliza en marzo; los inviernos son secos.

Las temperaturas medias oscilan entre 24°C y 30°C en el verano, con máximas sobre los 40°C todos los años. Las amplitudes diurnas son grandes en el oeste, alcanzando 15 y hasta 20°C. La irradiación nocturna es importante en dicha región, produciéndose heladas en los inviernos secos. Las condiciones son más suaves en el este, debido a la mayor humedad relativa del aire.

La vegetación está caracterizada por bos-

ques, pajonales y asociaciones palustres. En el Chaco Oriental los bosques tienen mayor diversidad específica, y son frecuentes grandes pantanos cubiertos por vegetación palustre y flotante. Consecuente con el gradiente climático, en el oeste semiárido la vegetación está representada por solo diez especies de árboles xerófilos, cactus y matorrales (Schmieder, op. cit.). Localmente, la vegetación depende en forma directa del tipo y altura relativa del substrato; el bosque crece en albardones y otras superficies elevadas, los palmares en posiciones intermedias, el pajonal en las depresiones, etc.

El Chaco es una provincia biogeográfica homogénea, altamente definida, del Dominio Chaqueño (Cabrera, 1980). Está caracterizado por un número escaso de formas endémicas a nivel familia, siendo sus formas típicas Leguminosa, Mimosoidea y Caesalpinoidea. Los vertebrados neotropicales del Chaco son Edentata, Chiropterae, Tinamidae y un pez pulmonado (Lepidosiren paradoxa). Entre los insectos abundan las hormigas (*Atta*) y las termitas (*Cornitermes*).

Desde un punto de vista evolutivo, el Dominio Chaqueño puede ser considerado como un ambiente secundario, evolucionado a partir de la Interacción de los dos polos neotropicales: Patagonia y Amazonia. Considerando que los patrones climáticos y geneológicos actuales de Sudamérica se establecieron grosso modo en el Mioceno (y consecuentemente los Dominios Amazónicos y Patagónico), se puede postular una edad pliocena para la identidad biogeográfica del Chaco.

El Chaco Occidental

El Chaco Occidental está caracterizado por clima semiárido; está limitado al oeste por las Sierras Subandinas, donde ocurren precipitaciones del orden de los 1.000 a 2.500 mm. Esta región está dominada por la dinámica de grandes ríos alóctonos que poseen fuerte tendencia a la divagación lateral. Dichos ríos llegan a la llanura desde sus cuencas montañosas a lo largo de profundos cañones y quebradas, transportando arenas cuarzosas finas, bien seleccionadas. A pesar de la elevada capacidad de transporte, las fracciones granulométricas gruesas están ausentes, excepto algunos escasos bancos de rodados a pocos cientos de metros de la montaña. La única excepción es en río Bermejo. Al salir de la

montaña los ríos han formado dos terrazas.

Los grandes ríos atraviesan la región hacia el este a lo largo de fajas complejas, caracterizadas por cauces abandonados, meandros coratados y formas menores. Ocasionalmente se produce un proceso mayor de avulsión. El Bermejo abandonó a mitad del siglo XIX un trecho de más de 200 km. de cauce, abriéndose camino por otra dirección (Iriondo, 1984). En la actualidad, el Pilcomayo está sufriendo un proceso similar, que lleva varios años de duración y aún no ha terminado.

Durante los climas más secos que el actual, los ríos que descienden del oeste han sido más pequeños y más divagantes, hecho que se deduce de la presencia de numerosos paleocauces de reducidas dimensiones en toda la llanura del oeste. Estos paleocauces tienen un patrón distributivo en gran escala; son especialmente visibles en los abanicos de los ríos Pilcomayo y Salado. Durante el Cuaternario Superior ocurrieron dos episodios áridos, durante los cuales la dinámica eólica producida por vientos fuertes y secos del norte formó campos de dunas y mantos de loess en el Chaco Occidental.

EL Chaco Oriental

El Chaco Oriental está constituido por las regiones distales de los abanicos aluviales de los grandes ríos, compuestas por áreas pantanosas atravesadas por antiguas fajas fluviales de dichos ríos. El clima actual es húmedo, con exceso de precipitaciones, a lo que se agregan los desbordes de los cauces alóctonos de los ríos principales. La infiltración del agua es prácticamente nula, debido a que el terreno superficial está compuesto por arcillas impermeables hasta 12 a 20 metros de profundidad. La pendiente, extremadamente baja, no es adecuada para la evacuación de los excesos hídricos. En consecuencia, se forman pantanos permanentes y temporarios, densamente cubiertos por vegetación palustre y flotante.

La evapotranspiración es en esos ambientes varias veces mayor que la evaporación potencial, y la materia orgánica se acumula en el ambiente anaeróbico del fondo de los pantanos. J. Neff (1986) distingue entre los pantanos temporarios ("bañados") y los permanentes ("esteros"). Los temporarios no tienen sedimentos propios, están alimentados por agua de lluvia y el agua permanece estancada hasta 6 meses en forma de lámina de hasta 30-40 cm. de profundidad, con

períodos de deficiencia de oxígeno, debido a la degradación de la vegetación en el comienzo de la fase de anegamiento.

Los pantanos permanentes están mejor delimitados, tienen orillas bien definidas y están poblados por vegetación adaptada para vivir en condiciones de anaerobiosis prolongada de su sistema radicular. También está adaptada a los incendios periódicos, un mecanismo natural en esos ambientes. Su producción de materia orgánica es estimada en 20 Tm/Ha/año (peso seco). Aproximadamente un 70% de ese volumen se acumula en el fondo (Neff, op. cit.) donde es degradado muy lentamente, debido a la deficiencia de oxígeno y deficiente relación C/N. Forma un horizonte turboso en el fondo de los pantanos.

Los pantanos de mayor extensión miden de 100 a 200 km. de longitud y 3 a 10 km. de ancho; su profundidad típica es de menos de 1 metro. El área central del pantano está a menudo libre de vegetación, formando una faja irregular por donde el agua fluye muy lentamente (Iriondo, 1989). Los pantanos actuales y depósitos palustres cuaternarios cubren una superficie de aproximadamente 125.000 km² en los abanicos del Bermejo y del Pilcomayo (este último abarca también territorio paraguayo).

Los pantanos forman las cabeceras de redes fluviales locales, desarrolladas sobre los grandes abanicos durante el clima húmedo actual. Los colectores de esas redes incipientes son arroyos muy divagantes, de 2 a 5 metros de profundidad y 20 a 60 metros de ancho (Orfeo, 1986), que corren por antiguos cauces de los ríos alóctonos mayores, normalmente bordeados por albardones. Constituyen un tipo especial de río subajustado (Cucchi, 1973; Iriondo, 1974), en el cual el cauce antiguo tuvo una cuenca mucho mayor que el cauce actual. En las inundaciones extraordinarias el agua cubre toda la región; los únicos elementos geomorfológicos emergentes son los antiguos albardones.

Una significativa proporción de la carga sedimentaria transportada por los arroyos está constituida por coloides, que forman hasta el 75% de la carga total en algunas muestras. Los coloides están compuestos por materia orgánica en diferentes grados de descomposición, probablemente acompañada con minerales arcillosos. Pedrozo y Orfeo (1986) encontraron que entre el 40 y el 52 % de los sólidos suspendidos de varios riachos chaqueños está incluido entre los diámetros de 1,2 y 0.45 micrones.

La faja Paraguay-Paraná

El límite oriental del Chaco está formado por los ríos Paraguay y Paraná. Estos ríos han formado durante el Cuaternario una faja de sedimentos y geformas de orientación N-S, con características bien definidas, diferentes a las del resto del Chaco. La faja está compuesta por arenas cuarzosas finas y muy finas, bien seleccionadas, provenientes de las areniscas cretácicas del sur de Brasil y Paraguay. Limos y arcillas illíticas y montmorilloníticas están presentes en proporciones subordinadas. Los depósitos sedimentarios están compuestos por gruesos estratos de arena de cauce, hasta varias decenas de metros de profundidad. El relieve local es moderado a bajo, en contraposición con la marcada horizontalidad del resto del Chaco.

La faja es amplia en el sur, con más de 100 km. de ancho en Santa Fe (Irlondo, 1987). Los cauces locales que la atraviesan forman canales bien definidos, con escorrentía relativamente rápida. Hacia el norte, en el Paraguay y norte de Formosa, la faja es considerablemente más estrecha, con 5 a 10 km. de ancho en superficie y una terraza de unos 4 metros de altura compuesta por arcilla plástica gris verdosa, montmorillonítica, masiva, con restos de paleocauces meándricos.

Los abanicos aluviales

Los grandes abanicos aluviales de los ríos chaqueños son sistemas complejos, formado por unidades sedimentarias y morfológicas de distintas edades y contextos climáticos. Aunque son similares entre sí en sus características generales, cada uno de ellos presenta particularidades significativas. De sur a norte los abanicos son los siguientes: Salado, Bermejo, Pilcomayo, Parapetí y Grandes, estos dos últimos fuera de territorio argentino.

El abanico del Salado

Mide aproximadamente 650 km. de longitud por 150 km. de ancho en su parte distal. Está compuesto por un conjunto de subsistemas menores: abanicos, fajas, depósitos lacustres de diverso tipo (Fig. 2). Sus depósitos sedimentarios están formados predominantemente por limos, illita y arena fina. Entre las sales solubles los cloruros son absolutamente dominantes, seguidos por los carbonatos. Los abanicos menores se han formado durante períodos secos, en lugares donde los movimientos neotectónicos formaron depresiones de algunos miles de kilómetros cuadrados. Al salir a la llanura, el río (llamado Juramento en ese

tramo) ha desarrollado su primer abanico en la provincia de Salta y oeste de la provincia del Chaco. En la actualidad, el río corre por un cauce permanente y bien definido en la zona, hasta la latitud de 25° 40'S, donde pierde su cauce y a través de varios brazos descarga en una zona inundable llamada "Bañado de Copo", de 300 km² de superficie. Hacia el SSE el bañado desagua por un número de pequeños riachos que se unen y vuelven a formar un cauce único.

La evapotranspiración provoca la pérdida de la mitad del caudal del río, que pasa de 28 m³/seg. A lo largo del bañado se produce una selección granulométrica de los sedimentos depositados, que pasan de limo grueso arenoso en la entrada a limo fino arcilloso en el extremo de aguas abajo (CFI, 1980).

En la región distal del abanico del Salado, ubicada en el centro de la provincia de Santa Fe, aparece un conjunto de paleocauces del Pleistoceno superior, formados en una época suficientemente húmeda como para permitir la conservación de cauces permanentes. Aunque están enterrados por una carpeta de loess, son visibles en superficie; Tienen trazado irregular y poco divergente. En general, su ancho no sobrepasa los 200 metros. Los cauces de distinta edad y dirección se presentan parcialmente superpuestos y entrecruzados, en un tramo irregular. Algunos de ellos son portadores de agua dulce, lo que les confiere un gran valor en una región con graves problemas de agua.

El resto de la región distal está formado por limos arcillosos palustres, con significativo porcentaje de coloides. Dichas áreas están sometidas a inundaciones de varios meses en los años húmedos. Lo único que sobresale en este paisaje extremadamente plano con vegetación de pajonal son pequeñas extensiones de 40 a 80 metros de diámetro y 30 a 50 cm. de altura, cubiertas por espeso bosque, denominadas "isletas". Las isletas se originan por la actividad biológica de las hormigas del género *Atta*; una sola colonia de ellas puede formar un túmulo de varios metros de diámetro, con un sistema de cámaras y galerías de hasta 3 metros de profundidad (Bometto, 1959). El volumen de tierra removida y alterada por cada hormiguero es de varios metros cúbicos, formándose un sedimento blando y húmedo, compuesto por grumos redondeados menores a 2 mm. y alta porosidad. Este material forma un substrato adecuado para árboles y arbustos.

El abanico del Bermejo

El abanico del Bermejo tiene su ápice cerca de Embarcación (23oS y 64oW) y se extiende hacia el este y sudeste hasta la faja Paraguay-Paraná, a 650 km. de distancia. Un gran número de cauces abandonados ("ríos muertos") holocenos pueden ser observados en su superficie. El rumbo general de los mismos es NW-SE y pueden ser trazados a lo largo de decenas de kilómetros. Esta morfología es característica de gran parte del Chaco Occidental y Central. En el sur se ha desarrollado un extenso lóbulo de derrame, que penetra en la provincia de Santa Fe. En la zona Charadai, ubicada en la parte oriental del lóbulo (25o 30'S y 60oW), se ha implantado un ambiente de pantanos, probablemente a fines del Pleistoceno, que ha permanecido hasta la actualidad. En este ambiente se depositaron entre 6 y 12 metros de arcillas limosas grises verdosas y marrón rojizas endurecidas, en un bloque hundido de 5.000 km² de extensión.

Varias cuencas fluviales locales se han desarrollado en la región oriental del abanico del Bermejo (Tapenagá, Los Amores, El Rey, Negro), con rasgos fundamentales semejantes entre sí. Como ejemplo puede describirse al arroyo Los Amores (Fig.3). La alta cuenca, de aproximadamente 600 km² de superficie, forma parte del Chaco Occidental. Está compuesta por loess castaños permeables y tiene una dinámica general de infiltración; no aporta sedimentos al sistema de cauces. La cuenca media se encuentra en el Chaco Oriental; ocupa un área de 4.000km² sobre arcillas palustres verde grisáceas y castaño rojizas, endurecidas e impermeables. Se trata de un bloque tectónico levemente hundido; la superficie del terreno está cubierta en grandes extensiones por pantanos permanentes con vegetación muy tupida. La escorrentía es muy lenta, hay acumulación generalizada de sedimentos orgánicos, que en ciertos lugares forman turberas tropicales. No aporta sedimentos clásticos al sistema de cauces.

La baja cuenca se encuentra en la faja Paraguay-Paraná. Tiene unos 3.500 km² de área, posee un relieve menor y está caracterizada por una red comparativamente bien desarrollada de arroyos y esteros bien definidos, y un colector morfológicamente bien desarrollado.

Un estudio de la dinámica hídrica de Los Amores (Iriondo, 1986) evidenció las siguientes características significativas:

a) La alta cuenca es irrelevante en el sistema.

b) La cuenca media retiene el agua de lluvia durante largos períodos en pantanos. Se produce acumulación de sedimentos orgánicos y elevada evapotranspiración.

c) La baja cuenca produce escorrentía significativa, que ha permitido desarrollar una red de cauces fluviales.

El río Bermejo a la altura de Las Lomitas (61° W) tiene un cauce de 1 km. de ancho, muy divagante, con alta carga de sedimentos en suspensión y arena cuarzosa muy fina, transportada en arrastre. Forma bancos planos de cientos de metros de largo, incluyendo en la arena numerosos troncos y ramas de palo bobo (*Tesaria integrifolia*). La arena, al secarse, se agrieta profundamente, formando polígonos de hasta 1 metro de diámetro. Es probable que los mismos sean originados por el alto porcentaje de coloides que transporta el río.

En ciertos sectores, el río eroda activamente una barranca de aproximadamente 4 metros de altura, formada por sus propios sedimentos. La parte superior de la misma está constituida por bancos de arena depositados durante las crecientes, y por paleocauces rellenos de limo arcilloso con 15 a 25 % de arena muy fina, laminada. El limo contiene apreciable cantidad de materia orgánica descompuesta y moldes de hojas color gris oscuro. Los estratos tienen entre 40 cm. y 1 m. de espesor, y entre 50 m. y 300 m. de longitud; son planos y concordantes.

La sección inferior aflora menos de 1 metro en aguas medias. Está compuesta por arena fina limosa, rojiza, más compacta, con moteados grises y manchas negras de Mn. Probablemente es más antigua que la faja actual del río. Esta faja actual tiene un ancho de 10 km. a la altura de Las Lomitas, y es discontinua. Está caracterizada por numerosos cauces menores abandonados, con distintos grados de conservación. Los más antiguos están casi borrados y presentan hoyas de deflación transformadas en lagunas. Los más jóvenes tienen barrancas de 3 a 4 metros de profundidad y conducen agua durante las crecientes. El terreno está compuesto por sedimentos similares a los que afloran en la barranca: limo arcilloso rojizo endurecido, compuesto por cuarzo e illita, con alto porcentaje de coloides, forma el sustrato. Sobre el mismo se ha depositado un limo arcilloso marrón, friable, moderno, con la misma composición mineralógica. Los paleocauces se encuentran dentro de fajas de 1 a 2 km. de ancho, separadas por terreno más alto, compuesto por el limo rojizo.

El abanico del Pilcomayo

El Pilcomayo ha formado el abanico aluvial más importante del Chaco, abarca un área en Bolivia, la mitad noroeste de Formosa y gran parte del Chaco paraguayo (Fig. 4). Se trata de uno de los pocos abanicos aluviales activos de gran tamaño del continente sudamericano. Tiene una superficie total de 210.000 km². El río posee una amplia cuenca montañosa en la Cordillera Oriental y en las Sierras Subandinas bolivianas. Atraviesa esas montañas formando grandes meandros incididos, en una situación claramente antecedente. Por lo tanto, debe deducirse una edad terciaria, probablemente Plioceno Inferior, para el río Pilcomayo. Sus afluentes subandinos, por el contrario, son subsecuentes, modernos y poco desarrollados.

El río sale a la llanura en Villa Montes (21° 20'S y 63° 30'W). En esa área está ubicado el ápice del abanico. Los depósitos fluviales forman dos terrazas, la más alta de altura variable (40 m. en el valle aguas arriba y 20 m. en el pie de monte), está coronada por un depósito eólico rojizo de 3 m. de espesor, en cuya parte superior hay un suelo bien desarrollado. La terraza inferior forma la mayor extensión de la región. En el valle aguas arriba, cerca del puente carretero, esta terraza tiene 6 metros de espesor y está formada por dos estratos. El inferior está constituido por rodados y bloques, de color predominantemente gris; el superior está compuesto por rodados algo menores y bloques en una matriz arenosa rojiza. En el pie de monte oriental esta terraza tiene 2 metros de altura; está compuesta por estratos gruesos y muy gruesos de arena rojiza, planares, con contactos netos. La terraza baja se extiende hacia el este, formando una amplia superficie en el Chaco Occidental. En el oeste de Formosa, de 300 a 400 km. de distancia hacia el sureste, esta unidad está compuesta por un depósito de limo cuarzoso y arena cuarzosa muy fina. Los granos están cubiertos por hematita y grandes placas de limonita intersticial. El sedimento es de color marrón amarillento, compacto y moderadamente plástico. La unidad está caracterizada por numerosos cauces efímeros, de 5 a 15 km. de longitud visible y trazado irregular. Alcanza hasta aproximadamente el meridiano de 60°W, formando un abanico.

Hacia el este se extiende en superficie una unidad más antigua, posiblemente correlacionable con la terraza alta de Villa Montes. Está compuesta por 10 a 20 metros de arcillas limosas palustres, cubiertas por pantanos permanentes y

temporarios.

Está cruzada por fajas fluviales de rumbo W-E y NW-SE, compuesta por amplios paleocauces y albardones (Cucchi, 1973; Iriondo, 1974). Dichos paleocauces forman los colectores de cuencas locales menores (Montes Lindo, Pillagá, Verde, Melo y otros), con dinámica hídrica similar a la descrita para Los Amores. Esta unidad forma toda la zona distal del abanico del Pilcomayo, que limita con la faja Paraguay-Paraná a lo largo de 650 km.

Los sedimentos actuales del río en Villa Montes están compuestos por arena muy fina gris, cuarzosa. Los extensos depósitos de arena en dicha área incluyen bancos y clastos sueltos de rodados y bloques redondeados. El caudal máximo del río es 45 veces mayor que el mínimo. En la parte alta del abanico, el Pilcomayo ha mudado de cauce varias veces durante el clima húmedo actual. Los cauces abandonados están formados por arena fina limosa, con un relieve interno del orden de 1 metro, sin arcilla ni sedimentos gruesos visibles. Algunos de ellos transportan caudales considerables durante la época húmeda.

Durante los últimos siglos, el río Pilcomayo desembocó en una depresión de origen tectónico, de unos 15.000 km² de superficie, en la frontera argentino-paraguaya, ubicada a 250 km. de distancia del río Paraguay, denominada "estero Patiño". El río depositaba en esa área ingentes cantidades de arena muy fina y limo durante las crecientes (alcanzaba hasta 40 gr/litro de sedimento en suspensión). El mecanismo de sedimentación fue estudiado por Cordini (1947), quien observó la formación de diques de ramas y troncos durante las crecientes. Dichos diques constituyen eficientes trampas de sedimentos, que se acumulan en el lugar y terminan provocando la migración del cauce. Los diques de troncos son posteriormente enterrados por la arena, se oxidan y desaparecen, provocando el colapso de la arena sobreyacente. Este fenómeno origina el paisaje de "hoyales", áreas cribadas de pozos de hasta 5 metros de diámetro y 1,50 m. de profundidad. Cordini describió en el Patiño un complejo paisaje caracterizado por largos cauces abandonados, lagunas semilunares, pantanos cubiertos por vegetación flotante y lagunas.

Hacia 1980 el estero Patiño terminó de rellenarse completamente. En consecuencia, el Pilcomayo comenzó un proceso de avulsión, colmatándose paulatinamente el segmento inferior

del cauce con arena fina y limo, y desbordando el agua a la planicie que lo rodea. Dicho mecanismo origina el retroceso del punto de desborde aguas arriba en sucesivas crecientes. La velocidad de retroceso es de 10 a 35 km. por año. El mecanismo específico de colmatación es el siguiente: La descarga varía de 3.500 m³/seg. en las crecientes a 80 m³/seg en el estiaje (Rabicalu, 1986). El cauce normal tiene 500 metros de ancho aguas arriba del área de colmatación. En el área de colmatación aparecen estrechas zanjas cortando los albardones laterales (en 45 km. se encontraron 10 zanjas) drenando cada una de ellas una parte del caudal del río. La mayor parte de los sedimentos permanece en el cauce, produciéndose un adelgazamiento de la corriente de agua, que termina por desaparecer completamente, dejando el cauce colmatado al mismo nivel de la planicie. El agua que desborda a la Argentina forma un extenso pantano de 250 km. de longitud y 7 a 12 km. de ancho. Su dinámica y morfología es palustre. Las aguas derivadas a la República del Paraguay producen un fenómeno similar. En 7 años el río ha retrocedido 160 km.

En el oeste de Formosa se pueden observar varios paleocauces bien conservados, que atraviesan los depósitos limo arcillosos pleistocenos de distribución areal, correlacionables con la terraza baja de Villa Montes. Uno de ellos (La Pampa) fue perforado a 25 km. al norte de Las Lomitas, encontrándose arena cuarzosa bien seleccionada, fina y muy fina, de color rojizo.

En ese lugar no existe diferencia topográfica entre el paleocauce y la planicie circundante; en otros sitios del mismo hay un desnivel de 2 a 3 metros. Es muy probable que el mecanismo sedimentario que relleno los paleocauces sea el mismo observado actualmente en el río Pilcomayo: taponamientos sucesivos en el tramo final van acortando el cauce durante varios años, hasta que la corriente toma finalmente un rumbo estable, diferente del anterior.

En una primera aproximación, el desarrollo del abanico del Pilcomayo ha seguido una secuencia de dos mecanismos contrastados: a) Desarrollo de fajas fluviales estables durante periodos húmedos, como el actual. b) Sedimentación generalizada mediante una sucesión de cauces efímeros en los periodos climáticos secos. En ambos casos, desarrollo de pantanos de distintos tipos en los bloques hundidos.

Los episodios eólicos

De la misma manera que el resto de

Sudamérica, el Chaco sufrió durante el Cuaternario cambios climáticos de diferente magnitud. En las latitudes tropicales los cambios se expresaron en diferencias de humedad, más que en mudanzas en la temperatura. En todo el Chaco existen evidencias geomorfológicas y sedimentológicas de épocas más secas que la actual, durante las cuales la acción del viento fue dominante. De acuerdo con los datos estratigráficos obtenidos, se han podido identificar dos periodos secos en los últimos miles de años. Uno de ellos ocurrió durante el Pleistoceno final, seguramente vinculado con el Máximo Glacial, y el otro de edad holocena superior, más corto y menos severo.

En cada uno de ellos se formaron dos sistemas de circulación de vientos, uno al sur (de tipo pampeano) y el otro al noroeste, paralelo a las Sierras Subandinas. El interés principal de este último consiste en que los vientos fuertes y secos que movilizaban la arena provenían del interior de la planicie amazónica.

Periodo seco pleistoceno

a) Sistema pampeano: El campo de hielo localizado en los Andes Patagónicos durante el último Máximo Glacial generó un centro anticiclónico en el noroeste de la Patagonia, dirigiendo vientos fríos y secos hacia la Pampa (Fig. 15)

En consecuencia, se produjo una sedimentación generalizada de arena eólica y loess en el centro y norte de Argentina. La mitad suroeste de la Pampa fue cubierta por un amplio mar de arena; detrás del mismo se formó una faja de loess de 300 km. de ancho, alcanzando el sur del Chaco en Santa Fe y Santiago del Estero. En dicha región el loess típico está interstratificado con lentes de limo loessico depositado en ambientes pantanosos, de color marrón y verde grisáceo y conteniendo concreciones de manganeso (Iriondo, 1987).

b) sistema del noroeste - En amplias superficies del Chaco boliviano y paraguayo aparecen campos de dunas dispersas, sobre las que se formaron suelos profundos en el Holoceno inferior. Asociada a las dunas, una faja de loess de 10 a 15 metros de espesor rellena parcialmente los valles del flanco oriental de las Sierras Subandinas a lo largo de 900 km., entre el sur de Santa Cruz y Tucumán (latitudes de 19° y 27°S). El campo de loess se extiende hacia el este en una ancha faja en las provincias de Salta y Chaco, ahora parcialmente erosionada por los

abanicos holocenos de los ríos Bermejo y Salado. Mineralógicamente está constituido por cuarzo e illita.

Período seco del Holoceno superior

a) Sistema pampeano - Durante el Holoceno superior se estableció sobre la llanura chaco-pampeana un clima seco, básicamente semiárido. Los fechados disponibles indican el comienzo de dicho período en el 3.500 AP y su finalización hacia el año 1.000 AP (Iriondo, 1990). La acción eólica provocó la erosión de los sedimentos superficiales y de los suelos, depositando el material erodado en un gran manto de arena y limo, formando campos de dunas. Las mediciones de indicadores de paleovientos y otras informaciones asociadas indican la existencia (para ese

período) de un centro anticiclónico estacional, ubicado en el sudeste del Chaco.

Este sistema afectó principalmente la parte distal de los abanicos del Salado y del Bermejo, depositando una carpeta de limo eólico de 20 a 40 cm. de espesor sobre el paisaje, y formando hoyas de deflación circulares y elípticas, cuyos diámetros varían entre los 200 y los 2.000 metros.

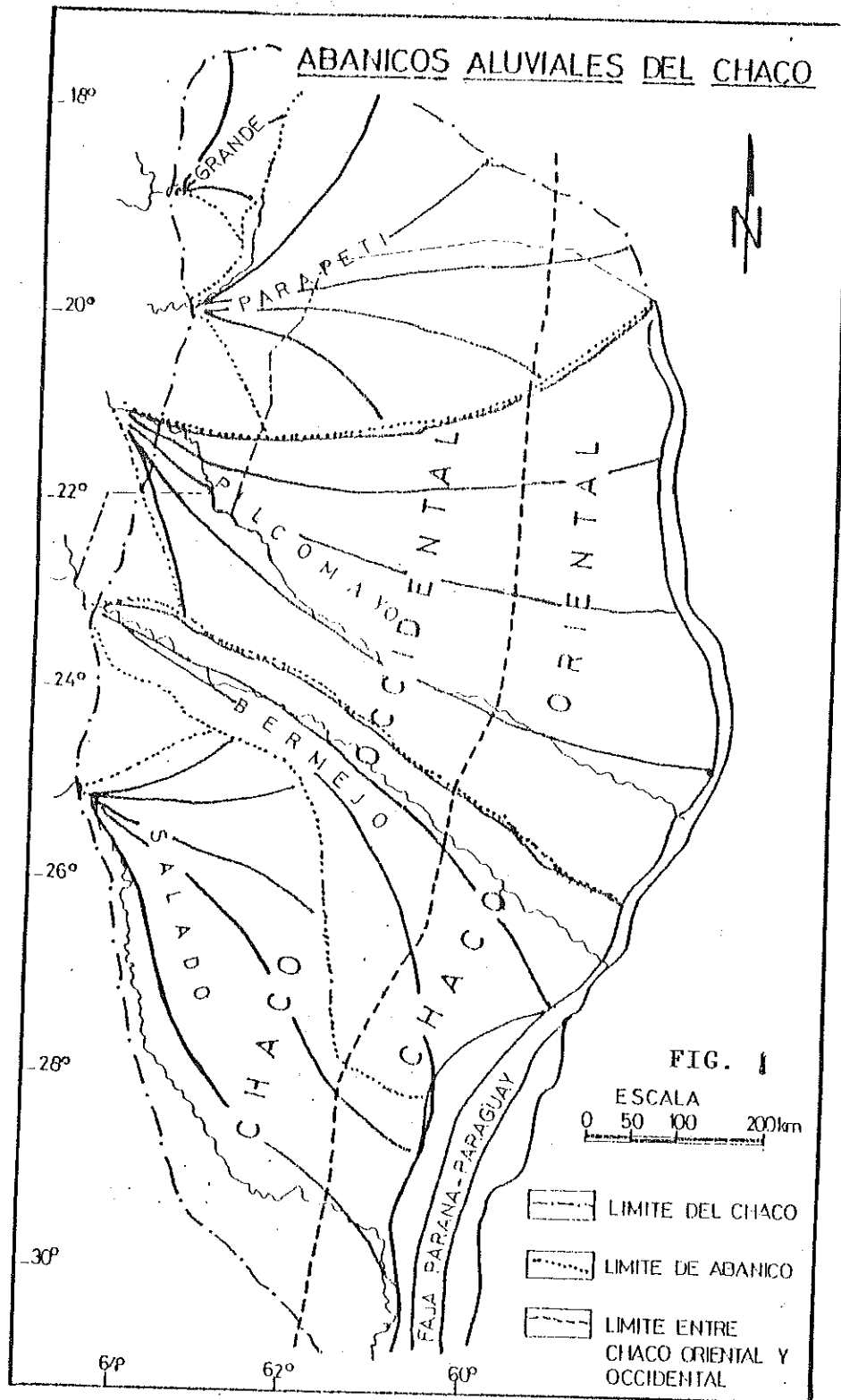
b) Sistema del noroeste

La arena pleistocena edafizada fue erodada y removilizada en varias regiones del noroeste chaqueño, en territorio boliviano, formando dunas parabólicas de hasta 10 km. de longitud. De acuerdo con fechados publicados por Servant et al. (1981), el clima seco permaneció desde el año 3.400 AP hasta el año 1.400 AP.

BIBLIOGRAFIA

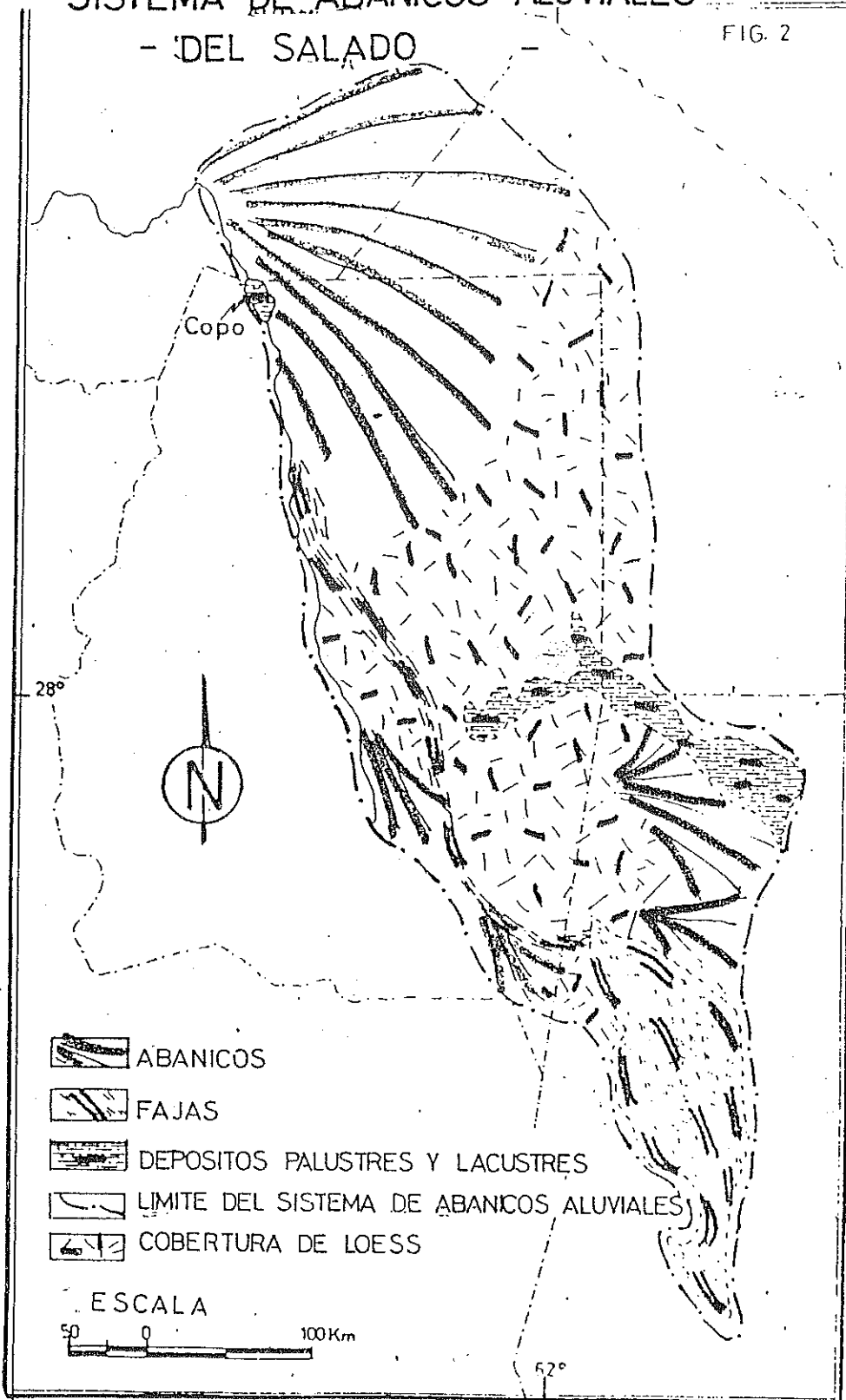
- BONETTO, A. 1959 "Las hormigas 'cortadoras' de la provincia de Santa Fe" Dir.Gral.Recursos Naturales, MAG Santa Fe, 83 pág., Rosario.
- CORDINI, R. 1947 "Los ríos Pilcomayo en la región del Patiño" Anales I, Dir.Minas y Geología, 82 pág., Bs.As.
- CUCCHI, R. 1973 "Los ríos fuera de proporción de Formosa y su significado paleoclimático" Revista de la Asoc.Geológica Argentina, 28(4), Bs.As.
- HUAMAN, A., BALLIVIAN, G., MENDEZ, O. y ALGARAÑAZ, J. 1975 "Levantamiento integrado de los recursos naturales del sector occidental de la provincia de Cordillera, parte llana" Corporación de Desarrollo Regional de Santa Cruz, 30 pág., Santa Cruz.
- IRIONDO, M. 1974 "Los ríos desajustados de Formosa - Una hipótesis alternativa" Rev.Asociación Geológica Argentina, 29(1):136-137, Bs.As.
- IRIONDO, M. 1986 "Dinámica fluvial y transporte de sedimentos en el arroyo Los Amores" Primera Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes Expandidos, 19-21, La Plata.
- IRIONDO, M. 1987 "Geomorfología y Cuaternario de la provincia de Santa Fe" D'Orbignyana, No4, 54 pag. Corrientes.

- IRIONDO, M. 1987 "Mapa de las llanuras de agradación argentinas" XII International Congress, INQUA, Ottawa.
- IRIONDO, M. 1989 "Quaternary lakes of Argentina" *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70:81-88, Amsterdam.
- IRIONDO, M. 1990 "The upper Holocene dry climate in the Argentine plains" *Quaternary of South America*, No7, Balkema Publ. Rotterdam (in press).
- NEIFF, J. 1986 "Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco oriental" *Ambiente Subtropical*, 1:5-36, Corrientes.
- ORFEO, O. 1986 "Evaluación de sólidos suspendidos en algunos ríos del noroeste argentino" *Rev. Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 17:61-66, Bs.As.
- PEDROZO, F. and ORFEO, O. 1986 "Estudio sedimentológico de ambientes fluviales del Chaco oriental" *Ambiente Subtropical*, 1:60-72, Corrientes.
- RABICALUC, H. 1986 "Situación del río Pilcomayo" Informe 32H/86 Dirección de Recursos Hídricos de Formosa, 8 pag., Formosa.
- SCHMIEDER, O. 1980 "Geografía de América Latina" Fondo de Cultura Económica, 654 pag., México.
- SERVANT, M.; FONTES, J.; RIEU, M. and SALIEGE, J. 1981 "Phases climatiques arides holocenes dans le sud-ouest de l'Amazonie" *Comptes Rendues Academie de Sciences Paris*, t 292, Sér, II, pp. 1295-1297, Paris.



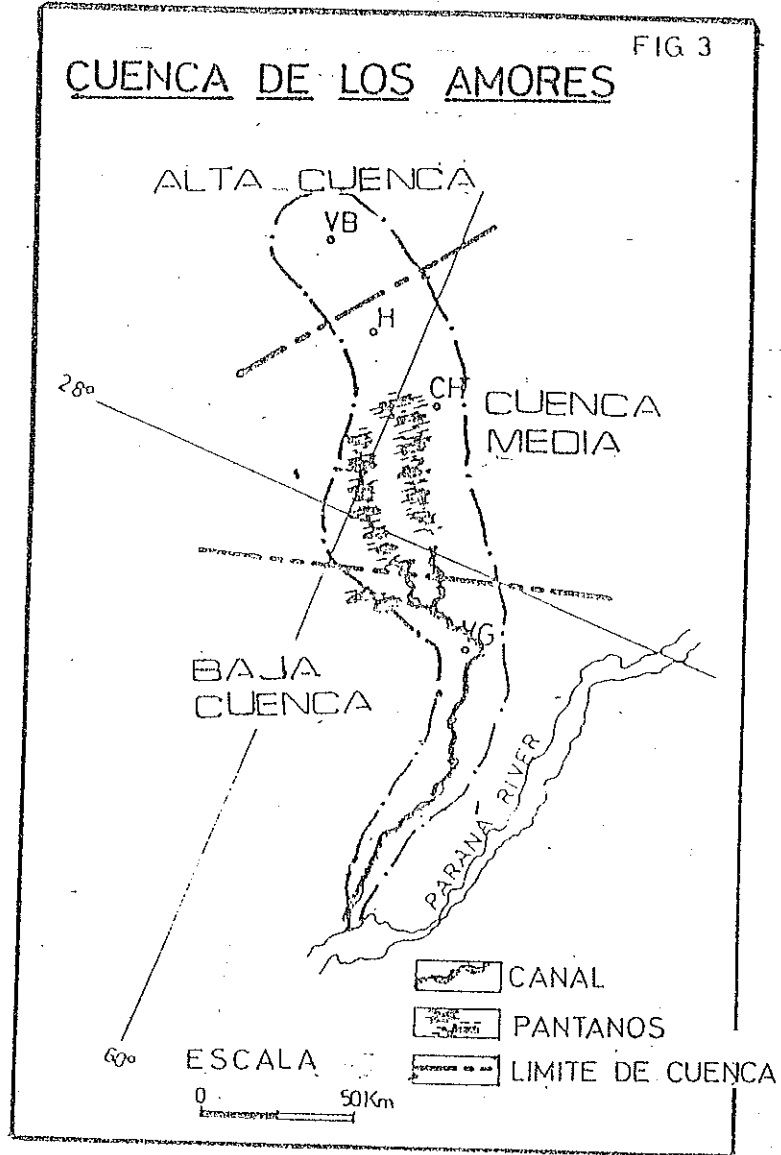
SISTEMA DE ABANICOS ALUVIALES - DEL SALADO

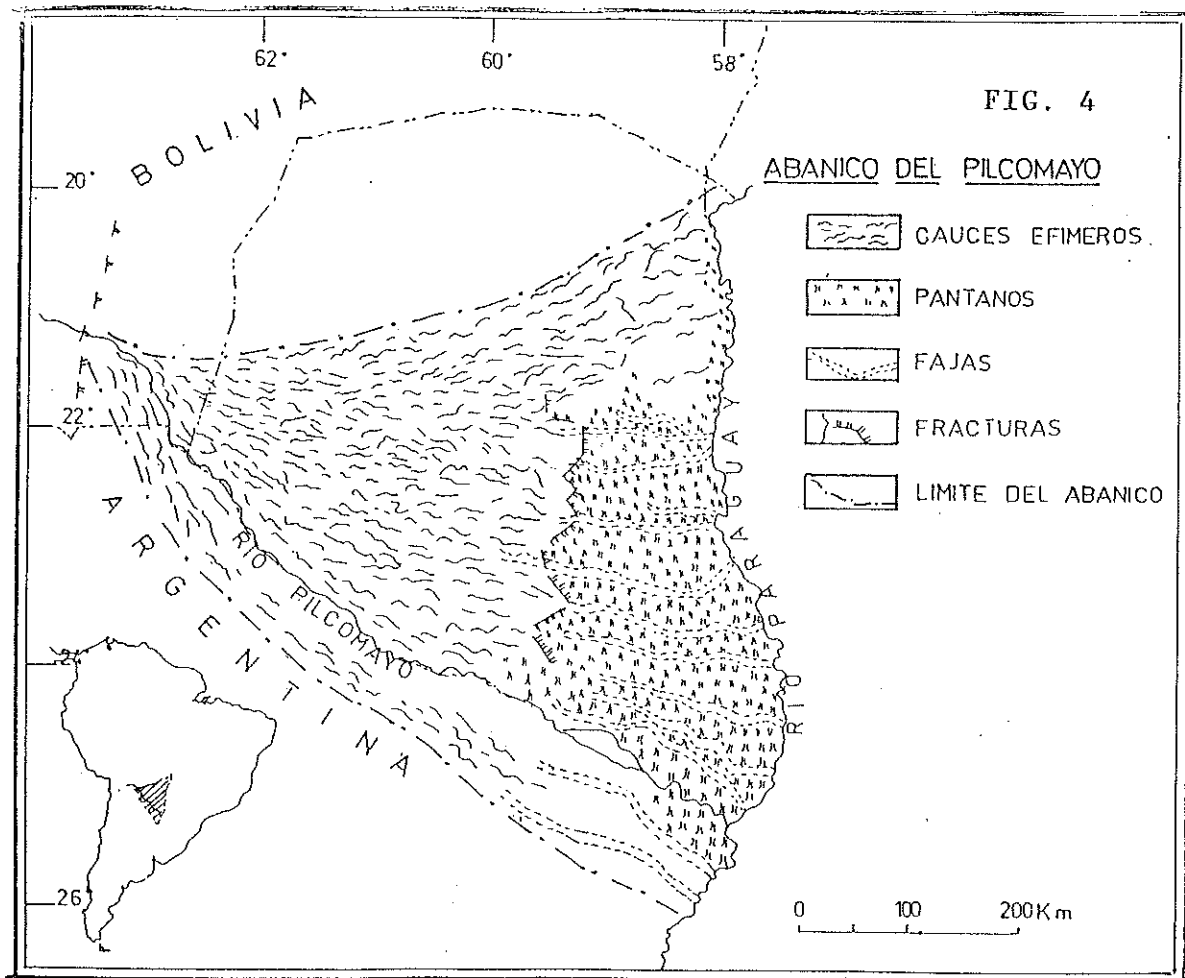
FIG. 2



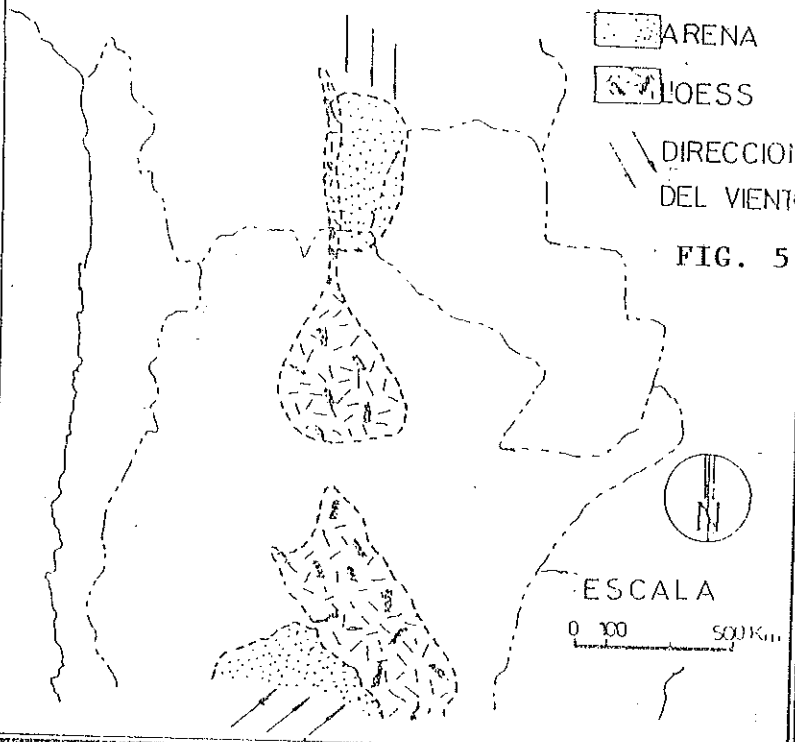
CUENCA DE LOS AMORES

FIG 3





DEPOSITOS EOLICOS PLEISTOCENOS



DEPOSITOS EOLICOS DEL HOLOCENO SUPERIOR





ESCALA


0 100 500km

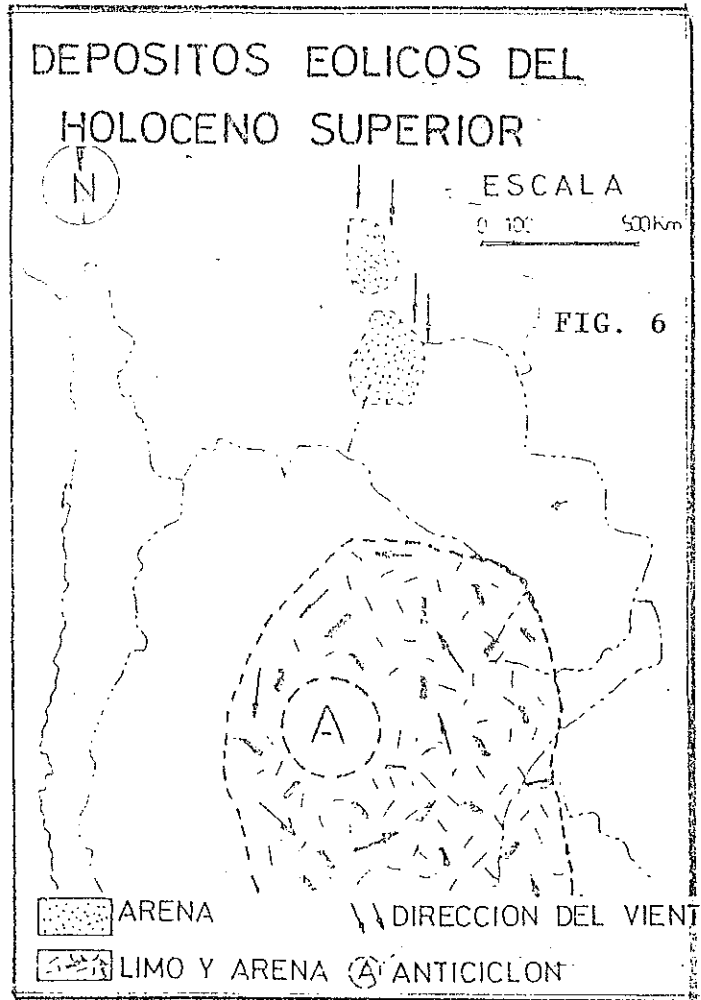
FIG. 6

 ARENA

 DIRECCION DEL VIENTO

 LIMO Y ARENA

 ANTICICLON



MAMIFEROS Y CLIMA DEL HOLOCENO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Eduardo TONNI

ABSTRACT

Mammal faunas from chronostratigraphical units assignable to the late Pleistocene and Holocene in the Buenos Aires province are studied.

According to the environmental requirements, the Holocene mammal faunas of the Buenos Aires province can be divided in four groups: a) in the early Holocene a fauna adapted to semiarid-arid conditions, which follows that of the late Pleistocene sediments (beds); b) a fauna adapted to temperate-humid conditions, also belonging to the early Holocene; c) a fauna adapted to semiarid and arid conditions, that involves a little part of the early Holocene, the middle Holocene, and part of the late Holocene; d) again, a fauna adapted to temperate-humid conditions, that begin to settle around 1.000 years BP, in the late Holocene.

Based on radiocarbon dates, around 13.000 and 8.500 years BP, there's still a high frequency of extinct species characteristic of the Lujanian Stage in the Buenos Aires province.

INTRODUCCION

Esta contribución presenta ligeras modificaciones con respecto a otra (Tonni, 1990) en la que se señalaba que según Rabassa (1987) el Holoceno en la Argentina puede dividirse en temprano, medio y tardío, siguiendo la secuencia generalmente aceptada (véase por ejemplo la recopilación de Mangerud et. al., 1982).

Los criterios para estas subdivisiones son

fundamentalmente climáticos, habiéndose calibrado a las mismas radiométricamente.

Dichos eventos climáticos no han sido adecuadamente establecidos para América del Sur, especialmente para áreas situadas en las latitudes correspondientes a la provincia de Buenos Aires (véase Markgraf, 1983; Lynch, 1986 y la bibliografía allí citada).

Bombín (1980) divide al Holoceno del extremo sur de América del Sur en: 1.- Atlántico, entre 12.000 y 5.000 años BP, 2.- Sub-Austral, entre 5.000 y 2.500 BP, y 3.- Sub-Atlántico, a partir de los 2.500 años BP.

La mayor parte de los autores coincide en que el inicio del Holoceno habría tenido características cálidas y húmedas (Bombín, 1980; Hoganson y Ashworth, 1982; Lynch, 1986). Sin embargo, no se observa consenso en cuanto a los eventos climáticos posteriores, especialmente en lo que se refiere a su calibración radiométrica. De tal forma, Servant et.al. (1981) reconocen para Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) una fase árida para el lapso 7.000 - 5.000 años BP y 3.400 - 1.400 años BP. La primera de estas fases áridas es parcialmente coincidente con la registrada en Panamá por Bradbury (1982), entre 7.300 y 4.200 años BP. Contrariamente, en el esquema general presentado por Bombín (1980), una fase climática árida y probablemente más fría correspondería al lapso 5.000 - 2.500 años BP.

Por su parte, Rabassa (1987) señala un incremento en la temperatura para el lapso 6.000 - 4.500 años BP, correspondiente a su Holoceno medio.

Markgraf (1983) aporta una serie de datos palinológicos para el Holoceno de la Argentina,

entre las latitudes 32o y 41o S, es decir que abarcan latitudinalmente el territorio de la provincia de Buenos Aires, aunque no longitudinalmente, pues corresponden a localidades situadas en el Oeste, al pie de la cordillera. Esta autora señala que el cambio entre tardioglacial y el postglacial se produjo hacia 12.000 años BP en esas áreas, mientras que para latitudes entre 51o y 54o S, a 8.500 años BP. Señala asimismo, que los ambientes postglaciales en todas las latitudes semejan a los ambientes modernos en las mismas latitudes, concluyendo que los cambios climáticos durante el Holoceno, ocurridos en 8.500; 6.000; 5.000 y 3.000 años BP fueron de amplitud mucho menor que el cambio del tardioglacial al postglacial.

Hoganson y Ashwort (1982) estudiaron una asociación de escarabajos en el sur de Chile, recuperados de sedimentos depositados durante el lapso 14.600 a 4.500 años BP. Concluyen que la composición faunística permaneció inalterada durante ese lapso, lo cual implicaría que la temperatura media ambiental tampoco varió. Estos datos contradicen a los aportados por la palinología que sugieren -al menos para el lapso 11.000 - 10.000 años BP en la misma zona- un marcado deterioro ambiental.

En el ámbito de la provincia de Buenos Aires, es destacable el estudio palinológico de sedimentos cuaternarios del fondo de la laguna Chascomús, realizado por Fernández y Romero (1984). Realizan una correlación de sus niveles polínicos con el esquema estratigráfico presentado por Tonni y Fidalgo (1978), coincidiendo, en términos generales, con la caracterización ambiental del Cuaternario que ofrecieron esos autores.

Se han publicado otros importantes trabajos sobre esta temática, pero los aquí comentados son suficientes para evidenciar que para el Holoceno de América del Sur en general y de la Argentina en particular, se posee una serie de datos en su mayoría puntuales y en gran parte contradictorios. Como señalara Markgraf (1986:97) "...cada registro palinológico adicional aumenta la complejidad de la cronología paleoclimática y complica la sinopsis paleoclimática total". Resulta evidente que este incremento en la complejidad e incertidumbre tiene su explicación en los modelos

de variación climática resultantes de las variaciones en la circulación general que tan claramente expuso Pittock (1980).

En tal sentido, debe tenerse en cuenta que esta moderna información sobre las subdivisiones del Holoceno y su clima no incluye la proporcionada por los mamíferos, que aunque escasa y casi restringida pocos años atrás a los tempranos aportes de Ameghino (especialmente 1889, véase Fidalgo y Tonni, 1982), ha tenido un notable incremento en los últimos años. Es por ello que aquí se tratará de sintetizar esta información con el objeto de contribuir desde otro punto de vista -el perfil paleovertebradológico, con énfasis en los mamíferos- a la comprensión del devenir climático-ambiental durante el Holoceno en la provincia de Buenos Aires.

Es importante acotar aquí el alcance de algunos conceptos y términos cuya utilización, en ocasiones laxamente, produce importantes confusiones.

El límite entre las Series Pleistoceno y Holoceno se ha fijado convencionalmente en 10.000 años BP. Como se verá más adelante este límite está involucrado en el segmento temporal durante el cual se depositaron parte de los sedimentos de dos unidades cronoestratigráficas regionales: Lujanense y Platense (véase lo señalado por Simpson, 1971; Woodburne, 1987.)

Estas unidades (Pisos) están bioestratigráficamente basadas en zonas de extensión coincidente, aunque las mismas no han sido adecuadamente establecidas. El Lujanense comprende a un conjunto de especies extinguidas y de la fauna autóctona actual de mamíferos mientras que el Platense se caracteriza por la ausencia (o escasa frecuencia) de especies extinguidas y la presencia de otras de la fauna autóctona actual.

El Piso Platense tiene como límite superior a los sedimentos depositados a partir del arribo de los europeos caracterizados por la presencia de fauna introducida.

El Piso / Edad Lujanense tiene como límite inferior a la base del "Bonaerense" o "Fm." Buenos Aires y "Fm." Arroyo Seco, con una edad magné-

tica Brunhes, es decir menor de 0.7 Ma (Valencio y Orgeira, 1983; Orgeira, 1987); su límite superior coincide con el Miembro Guerrero de la Fm. Luján y con la parte inferior de la Fm. La Postrera (Fidalgo et al., 1973; Fidalgo y Tonni, 1981) con dataciones radiocarbónicas entre 13000 y 8500 años BP. El Piso / Edad Platense coincide con el "Platense fluvial", parte superior de la Fm. La Postrera y otras unidades referibles al Holoceno, anterior al siglo XVI.

La calibración del Lujanense y Platense ha permitido verificar entonces, la correlación de la cronoestratigrafía regional con el standard internacional. Los términos son usados en este trabajo con ese sentido y alcance. Esto último es especialmente relevante ya que este mismo autor y colaboradores (Tonni et al., 1985; Bargo et al., 1986) han usado ambiguamente el término Lujanense como unidad geobiótica (Unidad mamífero o Fauna) refiriéndolo a la parte final del Pleistoceno tardío.

PLEISTOCENO SUPERIOR-HOLOCENO INFERIOR

Scapteromys, un cricétido de estirpe brasilica, alcanza su máxima dispersión austral conocida en las cabeceras del arroyo del Azul (aproximadamente 37° de lat. S), en el sitio arqueológico La Moderna (véase Zetti et al., 1972; Politis, en prensa). Está probablemente asociado con mamíferos extinguidos tales como Doedicurus clavicaudatus, Sclerocalyptus y Glyptodon, y algunos elementos centrales y/o patagónicos (Lama guanicoe, Tolypeutes), más otros brasílicos relativamente eurloicos y euricoros (Holochilus brasiliensis).

Un fechado radiocarbónico sobre la proteína del hueso de Doedicurus clavicaudatus dio una antigüedad de 6.550 ± 160 años BP. Según Politis (en prensa) esta fecha debe considerarse como mínima, causada por procesos de contaminación de la muestra. Se coincide con esta opinión puesto que por la posición estratigráfica y la asociación con otras especies extinguidas, es de esperar una antigüedad mayor.

En el caso de La Moderna, la presencia de Scapteromys es determinante -faunísticamente- en cuanto a la existencia de una fase cálida y húmeda, similar a la actualmente imperante en el NE de la provincia de Buenos Aires, el límite máximo conocido de distribución actual de las especies del género. Estas condiciones son asimismo confirmadas, o al menos no rechazadas, por los peces asociados (Cordyodoras cf. paleatus y Pimelodella cf. laticeps, véase Clone, 1982), decididamente parano-platenses como en la actualidad.

La presencia de Lama guanicoe y Tolypeutes, dos elementos relativamente erémicos, puede explicarse por la proximidad del ambiente serrano, donde la influencia de las condiciones centrales son notables. Téngase en cuenta que la fauna actual del Dominio Pampeano, marcadamente subtropical hacia el este, muestra influencia del Dominio Central -en distinto grado- a través de los cordones serranos de Tandilia y Ventania (véase Ringuelet, 1955, 1960; Reig, 1964). Alternativamente, estos elementos centrales pueden interpretarse como relictos de la fase árida pleistocénica.

Esta fauna de La Moderna se encuentra en un nivel de transición (unidad litoestratigráfica a', véase Zetti et al., 1972) entre los Miembros Guerrero y Río Salado de la Formación Luján. Aquí se considera que este nivel de transición es sincrónico con la formación del Suelo Puesto Callejón Viejo (Tonni y Fidalgo, 1978; Fidalgo, 1983), que por sus características debe haberse desarrollado bajo condiciones similares a las hipotetizadas para la fauna de La Moderna.

En suma, al menos parte de la fauna de La Moderna, la de características cálidas y húmedas, se interpreta como representante de las condiciones imperantes en el Holoceno inferior de la provincia de Buenos Aires, aunque no en la base de la serie.

En el área Interserrana, en el partido de Tres Arroyos, los niveles inferiores del Sitio 2 de Arroyo Seco (aproximadamente 38° 21' de lat. S, véase Fidalgo et al., 1986; Politis et al., 1987), contienen una fauna con alta frecuencia de especies extinguidas características del Lujanense

(Megatherium americanum, Glossotherium robustum, cf. Myloodon sp., Macrauchenia patachonica, Toxodon platensis, Equus (Amerhippus) sp., Hippidion sp., Hemiauchenia cf. wedelli, Eutatus sequini)
 La asociación corresponde a un ambiente semi-árido a árido, contándose con varios fechados radicarbonicos sobre fauna extinguida: L.P. 53: 8390 +/- 140 BP ; TO. 1504 : 8890 +/- 90 BP; TO 1506 :7320 +/- 50 BP(Fidalgo at al.,1986; Politis, com. pers.)

Como se señaló, esta diversidad de especies es característica del Lujanense o "piso pampeano lacustre" de Ameghino (1889). Sin embargo, las fechas CA. 8500 años BP parece demasiado tardía, pues como se verá más adelante para una fauna similar procedente de Miembro Guerrero de la Formación Luján se posee un fechado radiocarbónico de 13.070 +/- 120 años BP. (LP. 1746)

El conjunto faunístico del nivel inferior del Sitio 2 de Arroyo Seco es correlacionable con la fase árida correspondiente a=9 a la depositación de la parte inferior de la Formación La Postrera en el Area Interserrana (Fidalgo y Tonni, 1981). Para esta fase y para esta unidad litoestratigráfica se posee un fechado radiocarbónico de 10.710 +/- 90 años radiocarbono BP, obtenido de la proteína del hueso de Glossotherium (Pseudolestodon) myloides, un edentado extinguido hallado en la parte inferior de la Formación La Postrera, en el partido de Lobería (Figini et al., 1987). Ciertamente, si la fecha para el Sitio 2 de Arroyo Seco es 8390 años BP la fauna característica del Lujanense se extiende hasta esa antigüedad.

En suma, la fase árida representada por la fauna del Sitio 2 de Arroyo Seco y por la de la parte inferior de la Formación La Postrera en Lobería, es asignable a la parte final del Pleistoceno superior y al Holoceno inferior del standard internacional, desarrollándose con anterioridad a la fase húmeda y cálida evidenciada por la dispersión hacia el sur de Scapteromys en La Moderna. A esta ultima fase correspondería la formación del Suelo Puesto Callejón Viejo (Fidalgo, 1983; Tonni y Fidalgo, 1978) y la depositación de los sedimentos con abundante materia orgánica ubicados entre los Miembro Guerrero y Río Salado de la Formación Luján, en

el río Luján en las cercanías de M.J.García, cuyas faunas son poco conocidas.

Con posterioridad a esta fase húmeda, se produce una nueva y prolongada fase árida, que como se verá continúa hasta el Holoceno tardío. Esta nueva fase árida que comienza en el Holoceno temprano, está representada en la zona serrana del partido de General Alvarado por el conjunto A de mamíferos de la Cueva Tixi (aproximadamente 38o lat. S, véase Prado et al., 1985; Tonni et al., 1988). Este conjunto corresponde a condiciones áridas y probablemente más frías, evidenciadas por la presencia de especies tales como Lestodelphys halli (fig), Zaedyus pichly y una alta frecuencia de Belthrodon auritus.

Se destacan también en la base de la secuencia que incluye al conjunto B de mamíferos de Cueva Tixi, dos especies extinguidas, el dasipódido Eutatus sequini y el cánido Canis (Dusicyon) avus, esta última todavía registrada en sedimentos referibles al Holoceno tardío (véase Politis y Tonni, 1982 y lo expresado más adelante).

En cuanto a E. sequini es una especie que se registra a partir del Pleistoceno medio en la provincia de Buenos Aires y forma parte también del elenco de mamíferos Lujanenses.

HOLOCENO MEDIO

La fase árida, cuyo inicio está representado por el conjunto A de la Cueva de Tixi, se extiende dentro del Holoceno medio. En tal caso puede corresponder con la ampliación de la distribución (hacia el norte y el este) de Microcavia cf. australis hacia 4.700 años BP, en el límite entre los partidos de La Plata y Ensenada (aproximadamente 34o 40' lat. S, véase Tonni y Clone, 1984) Microcavia cf. australis (fig.) está asociada con algunos elementos brasílicos, como Oxymycterus rutilans y Holochilus cf. brasiliensis que en la actualidad son frecuentes en el área.

En el sitio arqueológico Fortín Necochea, partido de General La Madrid (37° 23' 49" de lat. S y 61° 08' 15" de long. O., vease Crivelli et al.,1987) se encuentran dos especies de micro mamíferos brasílicos, Monodelphis dimidiata y

Holochilus cf. *magnus* (U.F.J. Pardiñas y E. Masscia, com. pers.) asociadas con *Zaedyus* cf. *pichly*, *Ctenoclys* cf. *talarum* y *Lagostomus* *maximus*. Esta asociación se encuentra en un nivel fechado en 6010 +/-400 años radiocarbono BP; consecuentemente si la relación evento muestra es correcta, son válidas las siguientes interpretaciones: 1.- es una prolongación en la base del Holoceno medio de las condiciones cálidas y húmedas registradas en el Holoceno inferior; 2.- las especies brasílicas son supervivientes de condiciones cálidas y húmedas previas cuando ya en el área imperaban condiciones semáridas a áridas (esta es una situación frecuente debida a los rápidos cambios climáticos del Cuaternario; véase Graham & Lundelius, 1984).

HOLOCENO SUPERIOR

Las condiciones áridas continuaron durante el Holoceno tardío. En Cañada de Rocha (Luján), sedimentos de planicie de inundación encierran a una interesante fauna (véase Salemme, 1983). Predomina *Lama guanicoe*, acompañada de otras especies de distribución actual central y/o patagónica como *Dolichotis patagonum* y *Tolypetes matacus* y otra netamente patagónica como *Canis (Pseudalopex) griseus*. La presencia de especies centrales y/o patagónicas en un área que en la actualidad es faunísticamente subtropical, junto a especies fosoriales (*Ctenomys*, *Lagostomus*) en una planicie de inundación, indican condiciones más áridas que las presentes.

En la Cueva Tixí se tienen dos edades radiocarbónicas sobre carbonato de calcio depositado en la parte superior de los sedimentos que contienen al conjunto de mamíferos B. Estos fechados dan una antigüedad entre 1730 y 1220 años radiocarbono BP (Figini et al., 1985; Tonni et al., 1988). Esta asociación de mamíferos es transicional entre la árida del conjunto A y la templada húmeda actual, con marcada influencia brasílica. Se encuentran en el conjunto B especies brasílicas como *Cavia aperea*, *Holochilus brasiliensis*, *Oxymycterus rutilans* y *Dasypus hybridus*, junto a otras centrales y/o patagónicas como *Zaedyus pichly*, *Lama guanicoe* y una conspicua alta frecuencia de *Belthrodon auritus*.

En el área Interserrana del partido de

Necochea se encuentra la localidad arqueológica Zanjón Seco (aproximadamente 38° lat. S), ubicada en las proximidades de una gran cárcava perpendicular al curso del río Quequén Grande. La fauna recuperada es muy pobre taxonómicamente (véase Tonni y Politis, 1981; Politis y Tonni, 1982), predominando *Lama guanicoe* a la que acompañan en proporción mucho menor *Ozotoceros bezoarticus*, *Chaetophractus villosus*, *Zaedyus pichly*, *Lagostomus maximus*, *Myocastor coypus*, *Felis* sp. y la especie extinguida *Canis (Dusicyon) avus*. La alta frecuencia de *Lama guanicoe* determina para Zanjón Seco condiciones más secas que las actuales para la misma zona, lo cual es corroborado por las especies acompañantes (en especial *Z. pichly*). Un fechado radiocarbónico sobre colágeno del hueso de guanaco indica una antigüedad de 1450 +/- 50 años BP (LP 189; Figini, Carbonari, Huarte, com.pers.).

También en el área Interserrana, en el partido de San Cayetano se encuentra el sitio Cortaderas, cuya fauna es dominada asimismo por *Lama guanicoe* a la que acompañan otras especies centrales y/o patagónicas tales como *Canis (Pseudalopex) culpaeus*, *Zaedyus pichly* y *Tolypetes* sp. (véase Politis et al., 1983). Esta fauna, al igual que la de Zanjón Seco, denota condiciones más secas que las actuales. Arqueológicamente se trata de un sitio prehispánico, con cerámica, características generales éstas que comparte también con la localidad arqueológica de Zanjón Seco.

Dasypus hybridus, un desipódido brasílico, tiene una especial significación zoogeográfica y ambiental. Se encuentra en el sitio La Toma, en el área pedemontana del sistema serrano de Ventania (aproximadamente 38° 17' de lat. S), en sedimentos para los que se posee un fechado de 995 +/- 64 años BP (véase Vizcaino y Bargo, 1987). También se registra algo al sur de la Cueva Tixí, en el sitio Lobería I, en el partido de Lobería, en un momento más tardío: 440 +/- 60 años BP. En este sitio está acompañada por 0=/9 *Ozotoceros bezoarticus*, *Dolichotis patagonum* y *Lama guanicoe*, las dos primeras desaparecidas del área entre fines del siglo XIX y comienzos del XX y la última probablemente poco antes del contacto hispano-indígena (véase Tonni, 1985).

D. hybridus parece representar así una nueva avanzada de elementos brasílicos hacia el sur, siendo la primera detectada en el Holoceno la correspondiente al registro de Scapteromys en La Moderna (Holoceno inferior); esta nueva avanzada corresponde a condiciones más húmedas y probablemente más cálidas que las precedentes. Un pulso que las prelude está representado por la fauna transicional de Cueva Tixi (conjunto B) que como se señaló tiene una antigüedad entre 1.200 y 1.700 años BP, y que incluye a Dasyopus hybridus. Si se comparan estas fechas con la del sitio La Toma (995 años BP), se observa que son llamativamente coincidentes con un proceso de avance hacia el sur como aquí se postula. Es de destacar que Dasyopus, y otros dasipódidos, tienen una notable respuesta a los cambios climáticos que se manifiestan en sus modelos de distribución (véase Humphrey, 1974; McNab, 1980; Klippel y Parmale, 1984 y la bibliografía allí citada).

En suma, las faunas de Lobería I y La Toma, si bien adaptadas a condiciones locales relativamente semiáridas como las actuales, incluyen elementos brasílicos también como en la actualidad, evidenciando una fase templada y húmeda para el lapso 1.000 - 500 años BP.

En las márgenes del arroyo Napostá Grande, aproximadamente a 38° 30' de latitud S, se ha reconocido una secuencia Lujanense y Platense con un interesante contenido paleontológico (Quattrocchio, et. al. 1988). En la secuencia Platense se encontraron restos de Lama guanicoe, Lestodelphys balli, Reithrodon auritus, Holochilus brasiliensis, Cavia aperea y Ozotoceros bezocarticus. Esta asociación tiene un fechado radiocarbónico de 1960 +/- 100 años B.P. (Dechamps y Tonni, 1990). Se trata de una asociación de especies brasílicas (Cavia aperea y Holochilus brasiliensis) en una latitud relativamente elevada, y de una especie patagónica (Lestodelphys balli). La presencia de esta última puede interpretarse como resultante de condiciones semiáridas o áridas previas que son reemplazadas por otras más húmedas y cálidas. Esto puede ser contrastado por la presencia en los mismos sedimentos del estrácodo Chlamidotherca incisa, una especie de regiones cálidas que actualmente no habita en el área (Quattrocchio et al., 1984 : 41). El fechado de 1960 +/- 100 años B.P. es superior al de otras

localidades con indicadores de condiciones templadas y húmedas (La Toma, Loberías I); esta fase puede haber comenzado en torno a la fecha citada e intensificado en el lapso 1000-500 años B.P.

Esta fase debe coincidir con la del Holoceno superior representada en la Pampa Ondulada por sitios como Río Luján, Cañada Honda, Campana (véase Salemme y Tonni, 1983 y la bibliografía allí citada). En todos ellos se encuentra una fauna de claro sello subtropical, como la actual, indicadora de condiciones templado húmedas. Ninguno de estos sitios cuenta con fechados radiocarbónicos, pero desde el punto de vista arqueológico pueden ubicarse en un momento próximo al contacto hispánico en el área (siglo XVI). Tangencialmente, es importante destacar que la información etnohistórica hace clara referencia a una situación ambiental húmeda y templada en los primeros momentos de la conquista española en el Río de la Plata (véase Tonni y Politis, 1980, con relación a la retracción del guanaco).

El sitio Luján es muy ilustrativo con respecto a lo señalado (Salemme y Tonni, 1983). Se encuentra aproximadamente a los 34° 17' de lat. S, en un área donde actualmente la fauna de mamíferos es fundamentalmente de estirpe subtropical. Las tres especies más frecuentes en el sitio son Myocastor coypus, Blastocerus dichotomus y Cavia aperea. Se encuentran asimismo dos restos atribuibles a un único individuo de Lama guanicoe, especie ésta que debería estar en retracción en un área donde ya predominaba una fauna vinculada con condiciones similares a las actuales. Para poner a prueba lo expresado, es interesante comparar este sitio con Cañada de Rocha, situado a escasa distancia (aproximadamente 34° 30' de lat. S=, donde la fauna responde a condiciones semiáridas a áridas, como las imperantes previamente a la fase representada por los distintos sitios aquí comentados y que se atribuyen al lapso 1.000 {-} 500 BP.

Con posterioridad al siglo XVI se han producido otras fluctuaciones climáticas (véase Politis, 1984 y la bibliografía allí citada), pero las posibles respuestas de la fauna de mamíferos a los mismos no han sido suficientemente documentadas.

CONCLUSIONES

1. 4 El Holoceno inferior en la provincia de Buenos Aires está representado por sedimentos que contienen aún un porcentaje elevado de especies extinguidas que son continuación de las registradas en el Pleistoceno superior; esta fauna corresponde a condiciones semiáridas a áridas. Siempre en el Holoceno inferior, continúa inmediatamente una fauna de especies autóctonas correspondiente a condiciones húmedas y templadas, con escasas o nulas especies extinguidas. Esta fauna incluye a Scapteromys casi hasta los 37º de latitud S, representando ésta su máxima distribución austral conocida.
2. El Holoceno inferior o quizás la base del Holoceno medio continúa con una fase semiárida a árida, representada por especies predominantemente centrales y patagónicas. Esta fase se prolonga en el Holoceno medio y la mayor parte del Holoceno superior. Durante este lapso las especies brasílicas desaparecen del registro. Cavia aperea es reemplazada por Microcavia australis aún en el NE de la provincia de Buenos Aires y por lo menos hasta los 4.700 años BP. C. aperea se registra nuevamente en los 34º de lat. S en el Holoceno superior (1960 años BP).

Durante esta prolongada fase semiárida y árida, las especies con mayor distribución son Lama guanicoe, Zaedyus pichly, Microcavia australis y Galea musteloides. Como indicador ambiental, es significativa la presencia del marsupial patagónico Lestodelphys halli en el área serrana de Tandilia (aproximadamente 37º 40' de lat. S). La especie con mayor distribución es Lama guanicoe que se registra desde aproximadamente los 34º de lat. S hasta más de los 38º de lat. S.

3. Las fluctuaciones húmedas durante el Holoceno medio y comienzos del super-

ior, evidenciadas por indicadores geológicos (v.gr. Suelo Puesto Berrondo, citado por Fidalgo et al., 1973; Fidalgo, 1983), no son detectables por cambios faunísticos. Es probable que las condiciones ambientales hayan sido predominantemente áridas y semiáridas, con lapsos húmedos demasiado breves como para ser registrados por cambios en la fauna. Este enunciado es parcialmente coincidente con lo señalado por Markgraf (1983) para el oeste de la Argentina, en el sentido de que los cambios ambientales en el postglacial han sido menos intensos que los que separan al tardío-glacial del postglacial.

4. Entre 1.000 y 500 años radiocarbono BP se restablece una fauna característica de condiciones templadas y húmedas, registrándose el desplazamiento hacia el sur de especies brasílicas (Dasypus hybridus más allá de los 38º de lat. S hacia los 900 años radiocarbono BP).
5. Dentro de los lineamientos generales citados, se observan algunas variaciones zoogeográficas latitudinales en áreas extremas. Holoceno en el sur (más allá de los 38º de lat. S) está señalado por la presencia de especies brasílicas asociadas a otra patagónica (Cavia aperea y Holochilus brasiliensis vs. Lestodelphys halli). Contrariamente, en un momento del Holoceno superior en el N (en los 34º de lat. S) las especies centrales y patagónicas están asociadas a otras brasílicas (Lama guanicoe, Dolichotis patagonum, Tolypeutes matacus vs. Cavia aperea, Dasypus hybridus). Como señalan Graham C. Lundelius (1984) estas asociaciones ecológicamente "incompatibles" pueden ser el resultado de los rápidos cambios climático-ambientales del Pleistoceno y Holoceno que provocan la superposición en los rangos de distribución de especies con requerimientos distintos (ecológicamente excluyentes).
6. En base a sus requerimientos ambien-

tales, la fauna de mamíferos del Holoceno de la provincia de Buenos Aires puede dividirse en: a) en el Holoceno inferior, una fauna adaptada a condiciones semiáridas a áridas que es continuación de la presente en los sedimentos referibles al Pleistoceno superior, b) también en el Holoceno inferior, una fauna adaptada a condiciones templado-húmedas, c) en la parte superior del Holoceno inferior, en el Holoceno medio y parte del Holoceno superior, una fauna adaptada a condiciones semiáridas a áridas, y d) en el Holoceno superior, a partir de unos 1.000 años BP, nuevamente una fauna adaptada a condiciones templado-húmedas.

Este esquema, basado en los mamíferos, contrasta notablemente con el sumariado por Rabassa (1987:tab. 6) y que ese autor hace extensivo al Pleistoceno tardío y Holoceno de toda la Argentina (véase Cuadro 1).

7. Las especies de mamíferos del Holoceno en la provincia de Buenos Aires tienen representantes vivientes, excepto unos pocos casos de megamamíferos extinguidos registrados en el Holoceno inferior, y de *Canis (Dusicyon) ayus* que perdura hasta el Holoceno superior (ca. 1.500 años BP).

Respecto a las especies con representantes vivientes, el Holoceno en la provincia de Buenos Aires se caracteriza con escasas excepciones, por un conjunto único que se reemplaza a lo largo del tiempo. Esto significa que el registro del Holoceno incluye un conjunto de especies con distribuciones distintas en distintos momentos, que responden a cambios climático-ambientales y permiten las subdivisiones faunísticas señaladas en los apartados 1 a 4.

Un fechado sobre colágeno del hueso de *Megatherium americanum* pro-

cedente del Miembro Guerrero de la Formación Luján en el Quequén Chico, partido de Lobería, dio una antigüedad de 13.070 \pm 120 años BP (LP 174b, Figini, Carbonari y Huarte, com. pers.). Considerando el fechado de 10.710 \pm 90 años BP ya citado para la parte inferior de la Formación La Postrera, también en el partido de Lobería, y el de ca. 8.500 años BP correspondiente a la fauna Lujanense del Sitio 2 de Arroyo Seco, se observa que para el lapso 13.000 - 8.500 años BP hay una alta frecuencia de especies extinguidas que fueron consideradas como características del Pleistoceno tardío en la Región Pampeana (véanse las listas publicadas por Tonni et al., 1985 y Bargo et al., 1986). En un momento posterior, representado por los sedimentos del Miembro Río Salado de la Formación Luján o por los de la parte superior de la Formación La Postrera sólo se registran saltuariamente algunas de las especies características del Lujanense. La Fauna del Lujanense corresponde a una fase semiárida a árida (Tonni y Fidalgo, 1978; Tonni et al., 1985) que continúa registrándose en sedimentos que representan al Holoceno inferior y luego es reemplazada por una fauna correspondiente a condiciones templado-húmedas. Esta última se establece con posterioridad al lapso 13.000 - 8.500 años BP que, como se señaló, está faunísticamente representado por una alta frecuencia de especies extinguidas. En suma, si bien aún no se posee un número suficiente de fechados confiables para esta fauna templado-húmeda correspondiente al Holoceno inferior en la provincia de Buenos Aires, es claro que ésta debe haberse establecido en un momento posterior al intervalo 13.000 - 8.500 años BP. Asimismo, el evento de extinción masiva puede haber comenzado ya en el lapso citado, pero tuvo su máxima expresión con posterioridad al mismo y fue notablemente breve

BIBLIOGRAFIA

- AMEGHINO, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. *Act.Acad.Nac.Cs.Córdoba*, 32:1-1027.
- BARGO, M.S., MENEGAZ, A.N., PRADO, J.L., SALEMME, M.C., TAMBUSI, C.P. y TONNI, E.P. 1986. Mamíferos y bioestratigrafía. Una nueva fauna local de la Unidad mamífero Lujanense (Pleistoceno tardío) de la provincia de Buenos Aires, *Ameghiniana*, Buenos Aires, 23(3-4):229-232.
- BOMBIN, M. 1980. Southeastern South America atmospheric circulation patterns in the last 20.000 years. *Am.Quat.Ass.Abst.and Progr.*, 6o Bienn.Meet., pp. 41- 42.
- BRADBURY, J.P. 1982. Holocene Chronostratigraphy of México and Central América. In: *Chronostratigraphic subdivision of the Holocene* (Mangerud, J., Birks, H.J.B. & Jäger, K.D., eds.), *Striae*, Uppsala, 16:46-48.
- CIONE, A.L. 1982. Peces del Pleistoceno tardío de la provincia de Buenos Aires. Consideraciones biogeográficas. *Circ.Inf.APA*, Buenos Aires, 8:12.
- DESCHAMPS C. y TONNI, E.P., 1990. Un fechado radiocarbónico para fauna de Holoceno tardío en el Sur de la Provincia de Buenos Aires.- *VII Jorn. Arg. Paleont. Vert.*, *Ameghiniana* 26(3-4): 242-243.-
- FERNANDEZ, C.A. & ROMERO, E.J. 1984. Palynology of Quaternary sediments of lake Chascomús, Northeastern Buenos Aires Province. *Quat.S.Amer. and Antarctic Pen.*, Rotterdam, 2:201-221.
- FIDALGO, F. 1983. Algunas características de los sedimentos superficiales en la cuenca del Río Salado y en la Pampa Ondulada. *Coloquio Intern.Hidrologr.Grdes.Llanuras, Olavarría*, Buenos Aires, 19 pp.
- FIDALGO, F., DE FRANCESCO, F.O. y COLADO, U. 1973. Geología superficial en las Hojas Castelli, J.M. Cobo y Monasterio (Pcia.Bs.As.). *Actas V Congr.Geol.Arg.*, Buenos Aires, 4:27-39.
- FIDALGO, F., MEO GUZMAN, L.M., POLITIS, G.G., SALEMME, M.C. y TONNI, E.P. 1986. Investigaciones arqueológicas en el Sitio 2 de Arroyo Seco (Pdo. de Tres Arroyos - Pcia. de Buenos Aires, República Argentina). In: Bryan, A.L. (ed.): *New evidence for the Pleistocene Peopling of the Americas*, pp. 221-269. Univ. of Maine.
- FIDALGO, F y TONNI, E.P. 1981. Sedimentos eólicos del Pleistoceno tardío y Reciente en el área interserrana bonaerense. *VIII Cong.Geol.Arg.*, Buenos Aires, 3:33-39.
- FIDALGO, F. y TONNI, E.P. 1982. The Holocene in Argentina, South America. In: Mangerud, J., Birks, H.J.B. & Jäger, K.D. (eds.): *Chronostratigraphic subdivision in the Holocene*. *Striae*, Uppsala, 16:49-52.

- FIGINI, A.J., CARBONARI, J.E., GOMEZ, G.J., TONNI, E.P. y FIDALGO, F. 1987. Dataciones radiocarbónicas de restos óseos de la Formación La Postrera en el partido de Lobería, prov. de Buenos Aires, Argentina. X Congr.Geol.Arg., Tucumán, Act.3:185-188.
- FIGINI, A.J., HUARTE, R.A., CARBONARI, J., GOMEZ, G.J., ZUBIAGA, A.C., TONNI, E.P. y FIDALGO, F. 1985. Edades isotópicas en carbonatos de la "Cueva Tixi", partido de Gral. Alvarado, provincia de Buenos Aires. I Jorn.Geol.Bonaerense, Tandil, Buenos Aires, Resúmenes:129-130.
- GRAHAM, R. & LUNDELIUS, E. 1984. Coevolutionary disequilibrium and Pleistocene extinctions, chap. 11:223-249., Univ.Ariz.Press., Arizona.
- HOGANSON, J.W. & ASHWORTH, A.C. 1982a. The Chilean Lake region late-glacial climate interpreted from beetle assemblages. 7th Bienn.Conf.Am.Quats.Ass., Seattle, Wash., Abstracts:106.
- HOGANSON, J.W. & ASHWORTH, A.C. 1982b. Utility of Quaternary beetles to resolve conflicting climatic interpretations in southern Chile. Abs.N.Am.Paleont.Conv.III, J.Paleont., 56(2):13.
- HUMPHREY, S. 1974. Zoogeography of the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*) in the United States. Bio Science, Washington, 24:457-462.
- KLIPPEL, W.E. & PARMALEE, P.W. 1984. Armadillos in north American late Pleistocene contexts. Sp.Publ.Carnegie Mus.Nat.Hist., Washington, 8:149-160.
- LYNCH, T.F. 1986. Climate change and human Settlement around the late-Glacial Laguna de Punta Negra, Northern Chile: the preliminary results. Geoarchaeology, 1(2):145-161.
- MANGERUD, J., BIRKS, H.J.B. & JÄGER, K.D. (eds.) 1982. Chronostratigraphical subdivision of the Holocene. Striae, Uppsala, 16:1-110.
- MARKGRAF, V. 1983. Late and postglacial vegetation and paleoclimatic changes in subantarctic, temperate, and arid environments in Argentina. Palynology, 7:43-70.
- MARKGRAF, V. 1986. Paleoclimas del último glacial y Postglacial en los Andes de Argentina. Act.Geocriogénica, Mendoza, 4:93-110.
- McNAB, B.K. 1980. Energetics and the limits to a temperate distribution in armadillos. J.Mamm., 61:606-627.
- ORGEIRA, M.J. 1987. Estudio paleomagnético de sedimentos del Cenozoico tardío en la costa atlántica bonaerense. Rev. Asoc. Geol. Arg. 42(3-4): 362-379- Buenos Aires.
- PASCUAL, R., ORTEGA HINOJOSA, E., GONDAR, D. y TONNI, E.P. 1965. Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquéllas del territorio bonaerense. An.Com.Invest.Cient.Prov.Bs.As., La Plata, VI:165-193.
- PITTOCK, A.B. 1980. Patterns of climatic variation in Argentina and Chile. I. Precipitation, 1931-60. Monthly Weather Rev., 108(9):1347-1361.

- POLITIS, G.G. 1984. Climatic variations during historical times in Eastern Buenos Aires Pampas, Argentina. *Quat.S.Amer. and Antarctic Pen.* Rotterdam, 2:133-161.
- POLITIS, G.G. y TONNI, E.P. 1982. Arqueología de la Región Pampeana: el Sitio 2 de Zanjón Seco (Partido de Necochea - Provincia de Buenos Aires - Argentina). *Rev. de Pre-Historia, Univ. de Sao Paulo, Sao Paulo*, III(4):109-139.
- POLITIS, G.G., E.P. y FIDALGO, F. 1983. Cambios corológicos de algunos mamíferos en el área interserrana de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno. *Ameghiniana*, Buenos Aires, 20(1-2):72-80.
- PRADO, J.L., GOIN, F. y TONNI, E.P. 1985. *Lestodelphys halli* (Mammalia, Didelphidae) in Holocene deposits of south eastern Buenos Aires Provincia, Argentina. Morphological and Paleoenvironmental considerations. *Quat.S.Amer. and Antarctic Pen.*, Rotterdam, 3:93-106.
- QUATTROCCHIO, M., DESCHAMPS, C., MARTINEZ, D., GRILL, S. y ZABALA, C. 1988. Caracterización paleontológica y paleoambiental de sedimentos cuaternarios, Arroyo Napostá Grande, provincia de Buenos Aires. II Jorn. Geol. Bonaerenses, Bahía Blanca, Buenos Aires, Actas:37-46.
- RABASSA, J.O. 1987. The Holocene of Argentina. *Quat.S.Amer. and Antarctic Pen.*, Rotterdam, 5:269-290.
- REIG, O.A. 1964. Roedores y marsupiales del partido de General Pueyrredón y regiones adyacentes (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Publ.Mus.Mun.Cs.Nat. y Trad.Mar del Plata*, Mar del Plata, 1(6):203-224.
- RINGUELET, R.A. 1955. Panorama zoogeográfico de la provincia de Buenos Aires. *Notas Mus.La Plata, La Plata, Zool.*, 18(156):1-45.
- RINGUELET, R.A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, Buenos Aires, 22(63):151-170.
- SALEMME, M.C. 1983. Distribución de algunas especies de mamíferos en el Noroeste de la provincia de Buenos Aires durante el Holoceno. *Ameghiniana*, Buenos Aires, 20(1-2):81-94.
- SALEMME, M.C. y TONNI, E.P. 1983. Paleoetnozoología de un sitio arqueológico en la Pampa Ondulada: Sitio Río Luján (Pdo. de Campana, Pcia. de Bs.As.) *Relac.Soc.Arg.Antrop.*, Buenos Aires, XV(n.s.):77-90.
- SERVANT, M., FONTES, J.Ch., RIEU, M. et SALIEGE, J.F. 1981. Phases climatiques arides holocenes dans le sud-ouest de l'Amazonie (Bolivie). *C.R.Acad.Sci.Paris*, t.292, ser.II:1295-1297.
- SIMPSON, G.G. 1971. Clasificación, terminología y nomenclatura provinciales para el Cenozoico mamífero. *Rev.Asoc.Geol.Arg.*, Buenos Aires, XXVI(3):281-297.
- TONNI, E.P. 1985. Mamíferos del Holoceno del Partido de Lobería, Pcia. de Bs.As. Aspectos paleoambientales y bioestratigráficos del Holoceno del Sector Oriental de Tandilía y Area Interserrana. *Ameghiniana*, Buenos Aires, 22(3-4):283-288.

- TONNI E.P., 1990. Mamíferos del Holoceno en la Provincia de Buenos Aires. Pavía - Coutiana, Porto Alegre (4):3-21.
- TONNI, E.P., BARGO, M.S. y PRADO, J.L. 1988. Los cambios ambientales en el Pleistoceno tardío y Holoceno del SE de la provincia de Buenos Aires a través de una secuencia de mamíferos. Ameghiniana, Buenos Aires, 25(2):99-110.
- TONNI, E.P. y CIONE, A.L. 1984. A thanatocenosis of continental and marine vertebrates in the Las Escobas Formation (Holocene) of Northeastern Buenos Aires Province, Argentina. Quat.Amer. and Antarctic Pen., Rotterdam, 2:93-113.
- 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, Buenos Aires, 15(1-2):235-253.
- TONNI, E.P., PRADO, J.L., MENEGAZ, A.N. y SALEMME, M.C. 1985. La Unidad-mamífero (Fauna) Lujanense. Proyección de la estratigrafía mamaliana al Cuaternario de la Región Pampeana. Ameghiniana, Buenos Aires, 22(3-4):255-261.
- TONNI, E.P. y POLITTIS, G.G. 1980. La distribución del guanaco (Mammalia, Camelidae) en la provincia de Buenos Aires durante el Pleistoceno tardío y Holoceno. Los factores climáticos como causas de su retracción. Ameghiniana, Buenos Aires, 17(1):53-66.
- TONNI, E.P. y POLITIS, G.G. 1981. Un gran cánido del Holoceno de la provincia de Buenos Aires y el registro prehispánico de Canis (Canis) familiaris en las áreas Pampeana y Patagónica. Ameghiniana, Buenos Aires, 18(3-4):251- 265.
- VALENCIO D.A. Y ORGEIRA M.S. 1983. La magneto estratigrafía del Ensenadense y bonaerense de la ciudad de Buenos Aires: Parte II - Rev. Asoc. Geol. Arg. 38(1) :24-33, Bs. Aires.
- VIZCAINO, S.F. y BARGO, M.S. 1987. Los armadillos (Mammalia, Dasypodidae) del sitio arqueológico La Toma (Partido de Coronel Pringles, provincia de Buenos Aires). Aspectos paleoambientales relacionados. III Jorn.Arg.Mastozool., Córdoba, Resúmenes:4.
- WOODBURNE, M.O., 1987. Principles Classification and Recommendations. In M.O. woodburne (ed.): Cenozoic Mammals of North America, PP. 9-17; Univ.California Press.
- ZETTI, J., TONNI, E.P. y FIDALGO, F. 1972. Algunos rasgos de la geología superficial en las cabeceras del arroyo del Azul (Pcia. de Buenos Aires). Etnia, Olavarría, Buenos Aires, 15:28-34.

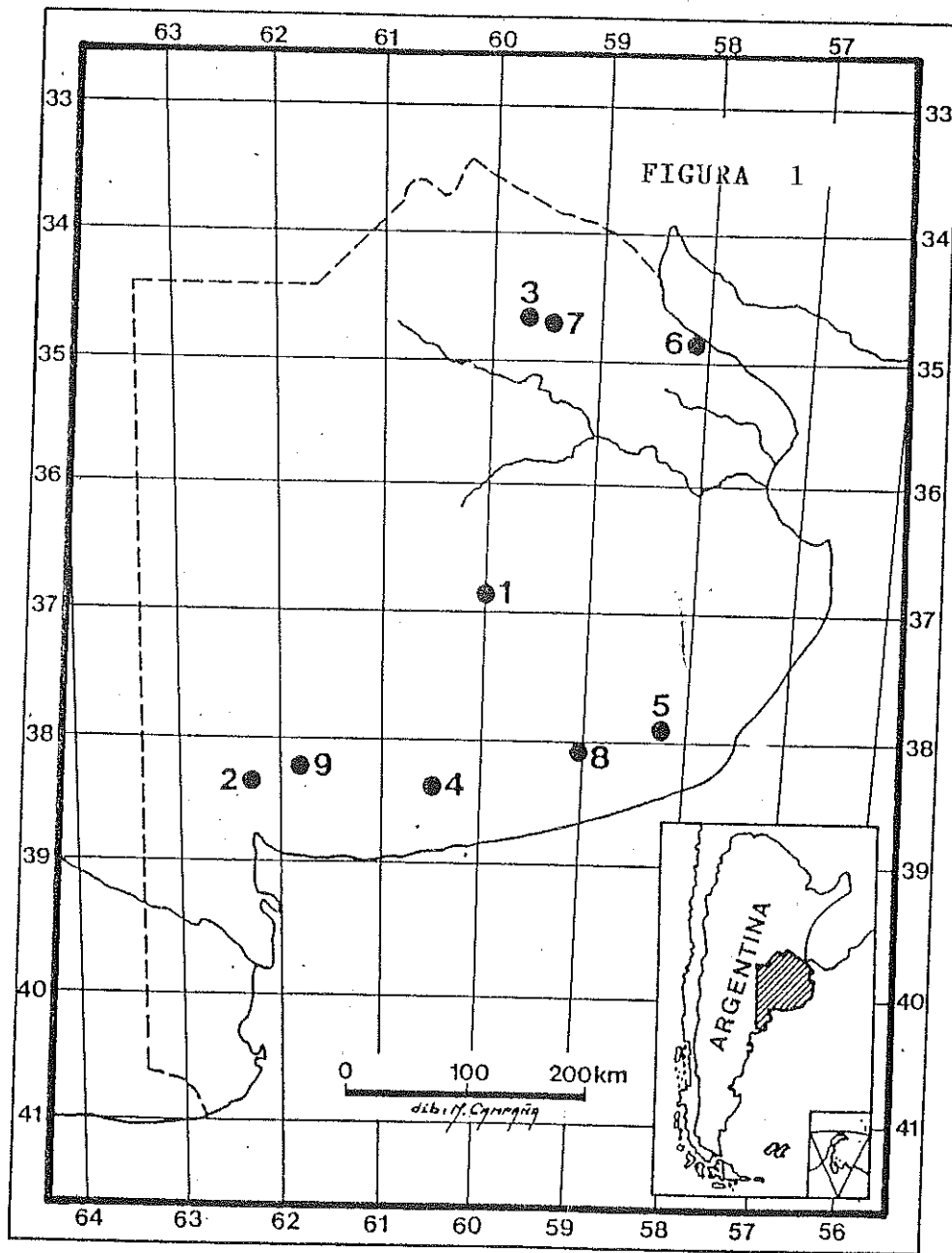


FIGURA 1 - Ubicazción de las principales localidades con mamíferos fósiles citadas en el texto.
 1. Arroyo del Azul - 2. Napostá Grande - 3. Río Luján (M. J. García) - 4. Arroyo Seco (Tres Arroyos) - 5. Cueva Txiki - 6. La Plata - 7. Cañada de Rocha - 8. Zanjón Seco - 9. La Toma.

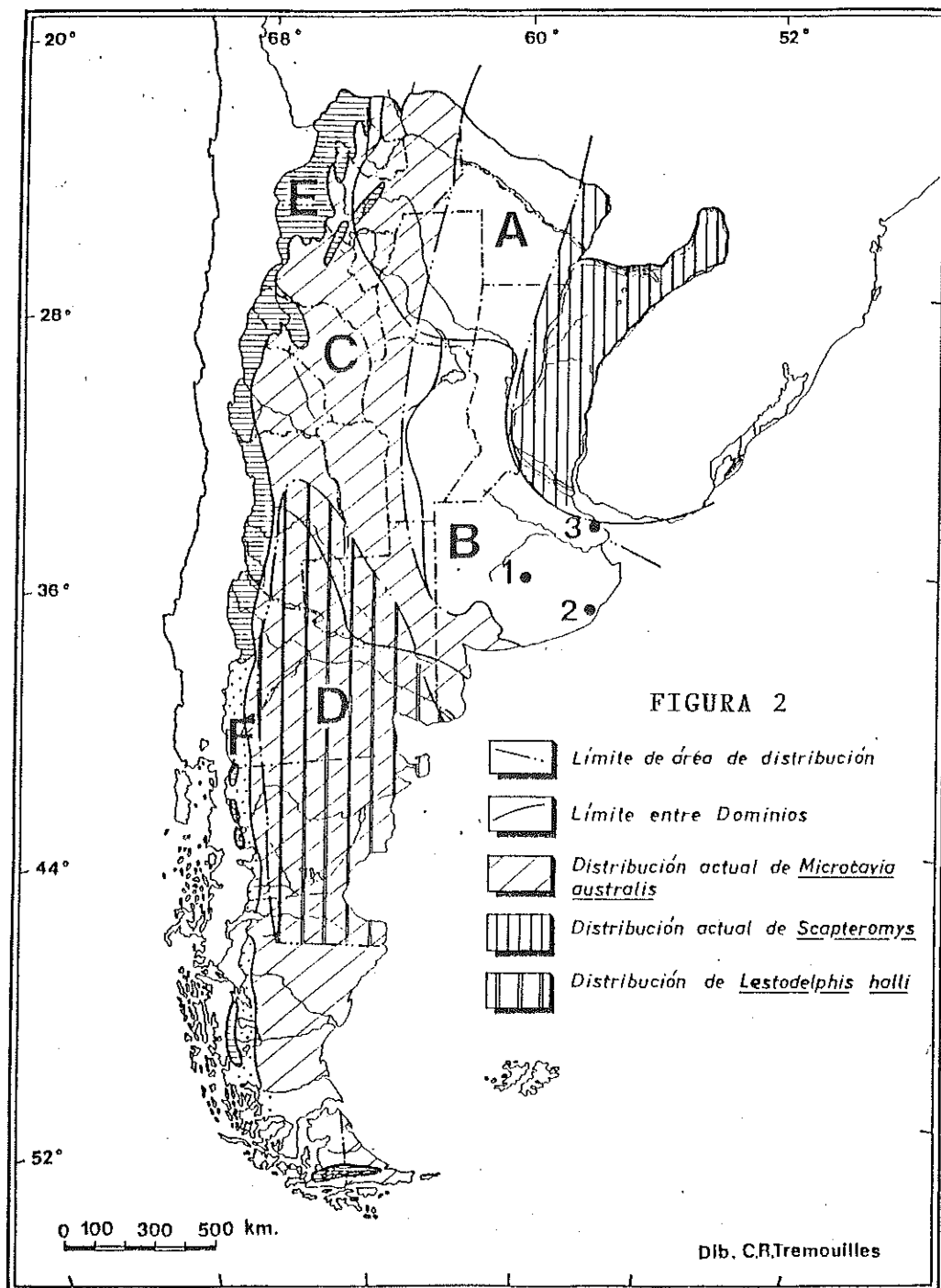


FIGURA 2 - Dominios zoogeográficos de la Argentina (según Rínguelet, 1961) y distribución en el Holoceno y en la actualidad de tres especies de micro-mamíferos * A. Dominio Subtropical - B. Dominio Pampásico - C. Dominio Central - D. Dominio Patagónico - E. Dominio Andino - F. Dominio Austral-Cordillerano. / 1. *Scapteromys* en la base del Holoceno temprano - 2. *Lestodelphis halli* en el Holoceno inferior - 3. *Microcavia australis* en el Holoceno medio. Los datos de la distribución actual de *L. halli* fueron proporcionados por F. Goin.

FIGURA 3

Series (Standard internacional)	Pisos regionales	Principales acontecimientos Faunísticos (mamíferos)	Años BP
H O L O C E N O	Platense	<p>Fauna introducida por los europeos Expansión hacia el sur de la Fauna brasílica</p> <p>Fauna Patagónica y/o central hasta menos de 34° de Lat. S (especies euritérmicas)</p> <p>Fauna brasílica hasta más de 38° de lat. S. Escasa (o nula) Frecuencia de especies extinguidas Proceso de extinción masivo</p>	<p>500</p> <p>1000</p> <p>4000</p> <p>8500</p>
	Lujanense	<p>Fauna Patagónica y/o central hasta menos de 34° de Lat. S</p> <p>Alta Frecuencia de especies extinguidas</p>	<p>10000</p> <p>12000</p>
PLEISTOCENO			

SINTESIS CLIMATOGRAFICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA

Norberto GARCIA

INTRODUCCION

La República Argentina ocupa la mayor parte de las tierras sudamericanas que al sur del Trópico de Capricornio se proyectan hacia las latitudes medias, y alcanza el Polo Sur a través de su Sector Antártico.

Este vasto territorio, distribuido sobre dos continentes (Fig. 1), muestra marcadas diferencias climáticas de un continente a otro. Al ser objeto de estudio en la presente obra unicamente la región continental sudamericana de este país, solamente se hará referencia a la misma.

La Rep. Argentina, que en Sudamérica se extiende aproximadamente desde los 55°S limita al oeste con la Cordillera de los Andes, que la separa de Chile, y manifiesta los climas propios de las diferentes alturas en las zonas montañosas y una notable variedad de climas en las zonas planas. La mejor comprensión de la mayoría de las características climáticas se ve facilitada si se inserta a este país, en una aproximación inicial, en el marco regional sudamericano; situando climáticamente la región austral del continente en el contexto general hemisférico antes de particularizar en el territorio que nos ocupa.

América del Sur es el único de los continentes que proyectándose desde el ecuador alcanza las latitudes medias australes. A diferencia de las masas continentales del hemisferio norte, ésta alcanza su máxima extensión este-oeste en la zona ecuatorial, disminuyendo notablemente hacia el lado polar, para terminar abruptamente en el Cabo de Hornos.

Una elevada cadena montañosa, la Cordillera de los Andes, la recorre próxima a la costa occidental desde el istmo de Panamá hasta el extremo sur, constituyéndose en una muy efectiva barrera meteorológica entre las tierras de ambos lados. De esta manera, si a los abruptos con-

trastes de relieve se le agregan la posición geográfica y las condiciones oceánicas que la rodean, se tendrá en consecuencia una gran diversidad de climas.

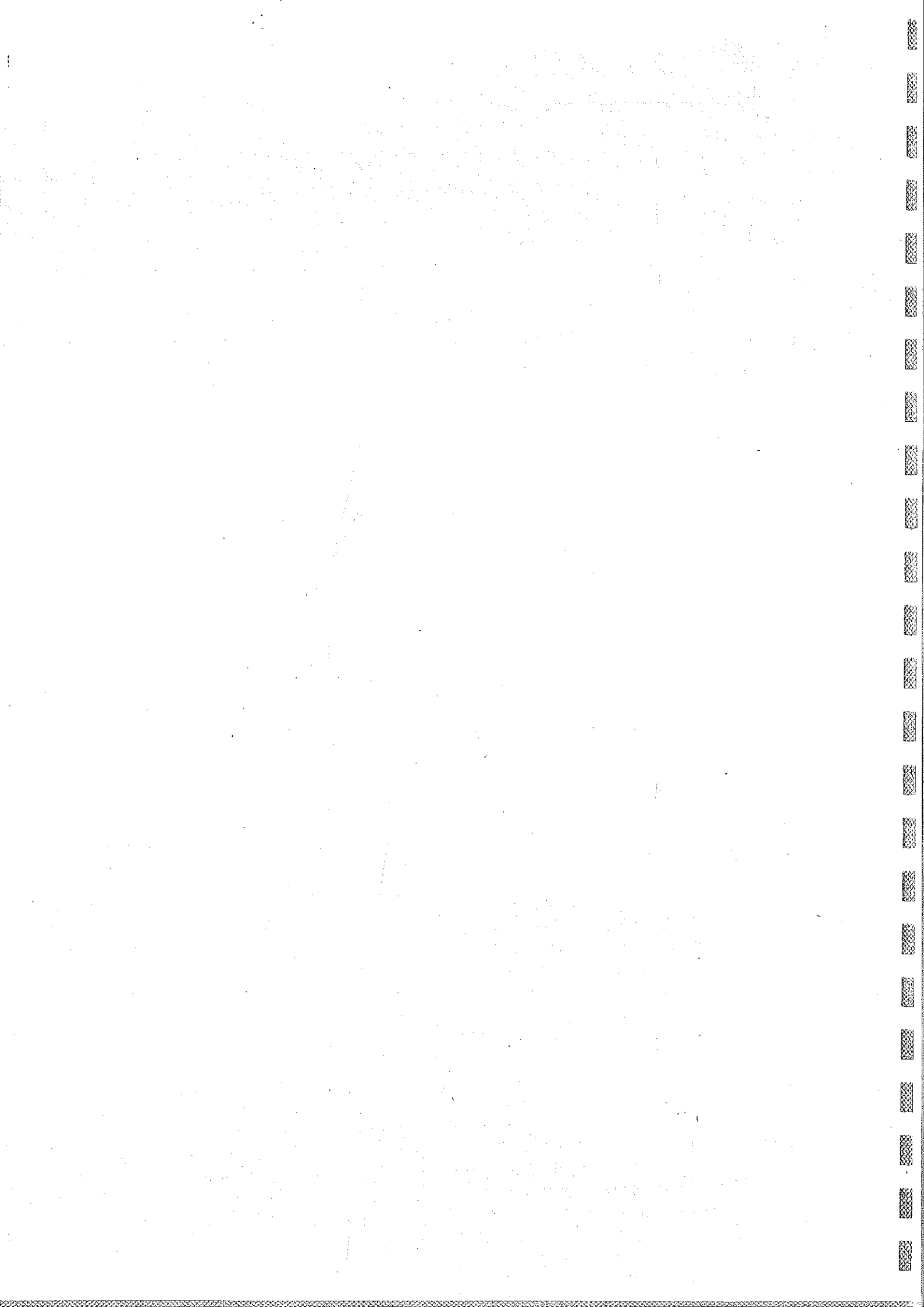
1.- Condiciones oceánicas

La singular ubicación y extensión geográfica de Sudamérica, rodeada totalmente por mares pero interrumpiendo la libre circulación este-oeste de las aguas tropicales merced a la conexión continental con las tierras del norte a través del istmo de Panamá, produce circulaciones oceánicas (Fig. 2) que confieren características climáticas diferenciadas a sus costas. Esto remarca particularidades notables a cada región, sobre todo si se tiene en cuenta además la existencia de la ya mencionada Cordillera de los Andes.

Por el extremo continental austral pasa, en el sentido de oeste a este, la corriente circumpolar antártica, que se sitúa entre los 50° y 60° de latitud sur aproximadamente. Sin embargo, el estrechamiento existente entre el continente antártico y sudamérica hace que este enorme río oceánico sufra perturbaciones y modifique un poco su recorrido; pasando su mayor caudal por el estrechamiento, llamado Pasaje de Drake, y uno mucho menor es desviado hacia el norte luego de encontrarse con las costas del sur de Chile.

Esta derivación que se extiende hacia el norte y que es llamada corriente de Humboldt, recorre la costa occidental sudamericana hasta las proximidades del ecuador, imprimiendo singulares características al clima de esas costas.

La corriente de Humboldt, que transporta aguas frías hacia el norte a lo largo del litoral chileno, se desvía hacia el noroeste, separándose del continente al llegar a la costa peruana, generando un vacío que es ocupado por aguas profundas más frías que surgen a la superficie y condicionan aún más los principales rasgos climáticos de la zona costera entre el ecuador y los 20°



de latitud sur.

La costa oriental, por su parte, tiene características notablemente distintas a la vez que muestra un comportamiento estacional que no se observa con la misma intensidad en el litoral pacífico. En estas costas adquiere vital importancia la corriente ecuatorial del sur, que en su movimiento de este a oeste encuentra al continente sudamericano en las proximidades del Cabo Blanco, donde se bifurca en dos corrientes que recorren las costas, una hacia el noroeste y otra hacia el sudoeste, bordeando el litoral marítimo brasileño. Estas aguas, que son calientes por su origen ecuatorial, en su marcha hacia el sudoeste alcanzan al final del verano a superar el

Malvinas.

Al final del invierno, la corriente de Malvinas desplaza de las cercanías de la costa a la corriente del Brasil, alcanzando por el litoral atlántico brasileño la zona del Cabo Frío; mientras tanto, las aguas cálidas que han sido separadas del continente se desplazan en una dirección sur, bañando las costas brasileñas solamente entre Cabo Blanco y la zona del Cabo Frío.

Un efecto directo de las condiciones oceánicas aparece nitidamente identificado al comparar las temperaturas medias mensuales del mes más caliente y el mes más frío entre ambas costas continentales (Ver Tabla 1).

LATITUD	LOCALIDAD	T mes más caliente	T mes más frío	Amp. anual
8° S	LANBAYEQUE (oeste)	24.3	17.5	6.7
8° S	RECIFE (este)	26.3	22.9	3.4
23° S	ANTOFAGASTA (oeste)	20.3	13.4	6.9
23° S	RIO DE JANEIRO (este)	20.1	20.8	5.3
33° S	VALPARAISO (oeste)	17.9	11.7	6.2
33° S	CURITIBA (este)	20.1	12.6	7.5
40° S	VALDIVIA (oeste)	16.5	7.6	8.9
40° S	BAHIA BLANCA (este)	22.8	7.6	15.2
50° S	PUNTA ARENA (oeste)	10.7	2.3	8.4
50° S	RIO GALLEGOS (este)	12.9	0.9	12.0

Tabla I.- Temperaturas medias mensuales de los meses más calientes y más fríos en las costas oriental y occidental de América del Sur.

Cabo Corrientes, en las costas argentinas, y constituyen la llamada corriente del Brasil. A esta misma zona del Cabo Corrientes converge un desprendimiento de la corriente circumpolar antártica, que recorre el litoral patagónico llevando aguas frías hacia el norte; a este desprendimiento se lo identifica con el nombre de corriente de

Durante el verano austral la costa oriental es, al sur del ecuador, más cálida que la costa occidental; sin embargo esta característica no se mantiene a lo largo de todo el año, pues en el invierno prevalece la corriente fría de Malvinas a lo largo de la costa oriental y las temperaturas mensuales son prácticamente iguales en ambos

litorales hacia el lado polar de los 30° de latitud sur. Al norte de los 23° de la misma latitud la diferencia es mayor durante el Invierno, pues en verano, generalmente entre enero y abril, la ocurrencia ocasional del fenómeno de "El Niño" (Irrupción de aguas tropicales hacia el sudeste, a lo largo de las costas de Ecuador y Perú) disminuye las diferencias térmicas entre ambas costas.

Estas condiciones, que prevalecen en el cono sur sudamericano, marcan nitidamente tanto las características climáticas de la región como de la República Argentina; por lo que, a fin de enmarcar el clima de este país frecuentemente se harán referencias regionales con el objeto de brindar la posibilidad de una mejor comprensión.

2.- Campo Térmico

El campo térmico en América del Sur muestra características estacionales bien definidas, por lo que es razonable hablar de cuatro estaciones notablemente diferenciadas entre sí, en particular al sur del Trópico de Capricornio que es donde realmente se manifiestan totalmente. Los meses de enero, abril, julio y octubre han sido tomados como los más representativos de cada estación; correspondiendo respectivamente a verano, otoño, invierno y primavera del hemisferio sur.

Obviamente, en el análisis térmico estacional se hace incapié en lo que ocurre al sur del ecuador, por corresponder a esta región la zona de ubicación de la República Argentina.

En el mes de enero (Fig. 3a), el área más caliente del continente se encuentra en el centro sur del Brasil, Bolivia y norte de la República Argentina. Por otra parte, se puede apreciar que en las zonas costeras, particularmente en el borde occidental, es notable el efecto de las corrientes marinas frías, aunque este es menos marcado y solo llega hasta el Río de la Plata a lo largo de la costa patagónica. Sobre tierra se puede hacer notar, y contrasta con los mares adyacentes, el

calentamiento estival del suelo, que es máximo durante este mes y se manifiesta especialmente en la franja de tierras que se extiende de norte a sur, junto a la ladera oriental de los Andes.

Durante el mes de julio (Fig. 3b), con el enfriamiento generalizado de las tierras se achica la diferencia de temperaturas entre éstas y el mar. Sólo es perceptible la corriente de Humboldt, que se destaca notoriamente aún en estas condiciones en el campo de isotermas.

Abril y octubre (Figs. 4a y 4b) son meses representativos de estaciones de transición y mantienen condiciones térmicas bastante similares entre sí, con una configuración muy parecida a la que se puede observar en verano, aunque con algunos contrastes de calentamiento diferencial entre tierra y agua algo menos marcados

3.- Campos medios de presión y vientos

En el continente sudamericano la vaguada del campo de presión que da origen a la zona de convergencia inter-tropical (CIT) de los alisios del sudeste y del nordeste, oscila en el sentido norte-sur siguiendo al sol. En el mes de abril el sol está muy próximo al plano ecuatorial terrestre, provocando que en este momento del año las presiones más bajas se encuentran sobre el ecuador. Como el sol aumenta su declinación hacia el norte, la vaguada ecuatorial se desplaza siguiéndole y alcanza su máxima latitud norte en el mes de julio (Fig. 5a), produciendo en todo el continente un campo de presión muy chato que abarca desde el Istmo de Panamá hasta la zona norte de la Patagonia. Hacia el mes de octubre el sol, en su movimiento aparente, se ubica nuevamente cerca del plano ecuatorial terrestre en su migración hacia el hemisferio sur haciendo que la vaguada ecuatorial retorne al ecuador. Así en enero (Fig. 5b) alcanza su máxima latitud austral sobre el continente, en la amazonia central y sur.

Sobre los océanos la vaguada ecuatorial migra casi imperceptiblemente, permaneciendo siempre en el hemisferio norte en la costa del Pacífico, a la latitud de Panamá y norte de

Colombia; y se mueve apenas unos pocos grados de latitud al sur del ecuador en el litoral atlántico.

En el mes de julio los centros de alta presión subtropical están centrados aproximadamente en los 30° de latitud sur en el Océano Pacífico, al tiempo que lo están en los 27° S en el Atlántico; al mismo período se le encuentra un cinturón de alta presión que los vincula atravesando el continente, y señalando el camino por el que usualmente se desplazan los anticiclones migratorios que desde el Pacífico trasponen la cordillera para llegar al océano Atlántico.

Durante el verano, esto último es interrumpido por el mayor calentamiento sobre tierra que produce una extensión de la baja presión en superficie hacia latitudes medias y separa los anticiclones subtropicales semipermanentes, con presiones menores que en julio pero con notables gradientes apuntando hacia el polo en las zonas de los vientos del oeste, al sur de los 40°S de latitud.

Las direcciones de los vientos predominantes durante los meses de enero y julio pueden verse en las figuras 6a y 6b, respectivamente, aunque es menester aclarar que al norte del trópico de Capricornio y hacia el interior del continente no es posible brindar datos confiables, por lo que se evita dar esta información.

En el mes de enero la vaguada ecuatorial, y con ella la CIT, alcanza su mayor latitud sur, particularmente sobre sudamérica. La CIT, fácilmente identificable en las imágenes satelitarias debido a la banda nubosa que la caracteriza, cruza la costa oeste de Colombia en 5°N de latitud, aproximadamente, y se curva hacia el centro de la amazonia al este de la cordillera de los Andes, alcanzando el sur de dicha cuenca al norte del Paraguay, desde donde retorna nuevamente hacia el norte saliendo del Brasil un poco al este de la desembocadura del río Amazonas. Finalmente, en el Océano Atlántico se extiende hacia oriente un par de grados al norte de la línea ecuatorial.

Al norte de la CIT predominan los vientos alisios del nordeste, los cuales soplan con moderada intensidad sobre la costa norte del continente entre el río Amazonas y Panamá. Al sur de la CIT y hasta los 15°S, en la costa oriental, los vientos alisios soplan desde el sudeste en la zona oceánica y van rotando paulatinamente al este y al nordeste a medida que penetran tierra adentro.

Mientras tanto, en la costa occidental de América del Sur los vientos del sudeste predominan entre el ecuador y los 30° de latitud sur.

Al sur de la zona de los alisios y hasta los 40°S, en ambos océanos, sobre las costas hay un cinturón de vientos variables que es más notable en el Atlántico que en el Pacífico, y más hacia el sur y hasta el Pasaje de Drake los vientos del oeste se manifiestan con singular intensidad y persistencia.

En el mes de julio la CIT, que como se ha dicho anteriormente coincide con la vaguada ecuatorial, alcanza su posición extrema norte y los vientos del nordeste se dejan sentir solamente en las costas caribeñas de Venezuela y Colombia. Al sur de la CIT, sobre el Atlántico, entre los 5°N y 15°S, soplan los alisios del sudeste; mientras que en la costa occidental entre los 5°S y el Golfo de Panamá se produce un ligero efecto monzónico, soplando vientos del sudoeste y variables, apareciendo los alisios del sudeste entre los 5°S y los 25°S.

Por su parte, la franja de vientos variables se corre ligeramente hacia el norte, de manera tal que se pueden detectar los vientos del oeste desde los 38°S hasta el Pasaje de Drake.

Hay que destacar que los sistemas de viento están sujetos localmente a influencias topográficas, que, como en las costas occidentales pueden ser notablemente fuertes.

Obviamente, la circulación general de la atmósfera está íntimamente ligada a las precipitaciones y fuertemente afectada por la topografía;

por ello, las precipitaciones en sudamérica no serán analizadas particularmente y solo se verán oportunamente las que afectan a la República Argentina.

4.- Climatografía de la República Argentina

Dentro del marco regional analizado sustintamente en las páginas precedentes a una escala que no permite concluir rigurosamente acerca de las características específicas del clima de la República Argentina, se encarará en lo sucesivo la descripción de la situación climática argentina con un grado de detalle adecuado a los objetivos buscados en la presente obra.

Naturalmente, al cambiar de escala de trabajo podrán surgir cambios respecto de lo que se ha visto a nivel continental; y nuevos detalles serán detectados al disminuir el alcance geográfico.

En pro de este nuevo objetivo, se hace imperiosa una breve reseña descriptiva del relieve para comprender cabalmente el comportamiento de las variables climáticas, por lo que se describirá brevemente el mapa hipsométrico que se muestra como figura 7.

En el mapa mencionado en el párrafo anterior se puede observar que en la República Argentina se distinguen dos regiones limitadas aproximadamente por el paralelo 40° S. La región del norte, hipsométricamente más ordenada, por decirlo en términos bastante simplistas, muestra franjas meridionales de menores a mayores altitudes de este a oeste, con algunas alteraciones provocadas por la precordillera y las sierras subandinas; en esta las tierras se encuentran por debajo de los 200m de altitud, ocupan aproximadamente un tercio de la superficie, correspondiendo otro tercio a las que están comprendidas entre 200m y 500m de altitud.

Al sur del paralelo 40° S, las altitudes inferiores a 200m se confinan en estrechas franjas costeras y alguno de los valles de los más importantes ríos que vuelcan sus aguas en el

Atlántico; el resto de la Patagonia está formada por grandes planicies escalonadas que se encuentran entre los 200m y 1000m de altitud aproximadamente, de una manera más desorganizada que la región norte del mencionado paralelo, sin alcanzar en la cordillera alturas muy significativas.

Esta morfología dá al clima regional una fisonomía muy particular que se puede percibir en los campos térmicos, béricos y de precipitaciones medias, tanto anuales como mensuales, que se describirán a continuación.

5.- Campo térmico estacional medio

Se ha dicho que son suficientemente representativos de las estaciones primavera, verano, otoño e invierno los meses de octubre, enero, abril y julio respectivamente; por ende el análisis se limitará a estos cuatro meses comparándolos entre sí y relacionándolos con la topografía.

La figura 8 muestra una comparación entre los meses de enero (Fig. 8a) y julio (Fig 8b) donde se constata que el campo térmico se comporta sustancialmente distinto en la estación de verano si se lo compara con la estación de invierno, a excepción de la región noreste y sobre las sierras preandinas donde se observa una estructura térmica similar, fuertemente afectada por la topografía, en particular sobre las sierras donde se nota un marcado mínimo de temperaturas.

Durante enero las tierras que se encuentran hacia el interior del país con altitudes inferiores a 1000 m se encuentran calientes, provocando un recurvamiento en las isotermas con la convexidad hacia el lado polar; obviamente, el efecto de la cordillera es indiscutible en todas las estaciones del año, con isotermas orientadas a lo largo de la misma en una dirección general norte-sur. Por su parte, en la zona costera se percibe el efecto del mar donde aún en esta época la corriente de Malvinas se nota con bastante intensidad y provoca un desplazamiento

de las isoterms hacia el norte. El máximo absoluto, con 28 °C de temperatura media, aparece en una amplia región de las provincias de Formosa y Chaco, y en una de menor extensión de Salta y Santiago del Estero.

En el mes de julio, a excepción de la zona cordillerana en la que se presenta el mismo panorama descrito para esta región, en casi todo el territorio se nota un importante cambio en el campo térmico. En este último se puede apreciar que las alturas de la región patagónica, donde se encuentra el polo frío en estaciones de superficie, desplazan las isoterms con dirección norte-sur hasta el litoral marítimo donde se tiene un marcado contraste entre las temperaturas de mar y tierra, muy particularmente sobre la plataforma continental donde la corriente de Malvinas tiene una presencia poco apreciable en esta época. Al norte de los 38° S se produce un campo térmico bastante chato con una variación gradual hacia el norte, particularmente en las tierras bajas.

La figura 9 describe la amplitud térmica media anual, calculada sobre los meses de enero y julio. En la misma se observan ciertas características continentales en la región cuyana, La Pampa y Río Negro, con una amplitud máxima de más de 16 °C, que justifican ciertas suposiciones, sostenidas por importantes autores, sobre el campo bórico durante el mes de julio en la zona central del país, donde suponen con buenos argumentos la ocurrencia de un centro de alta presión térmica.

En abril (Fig. 10a) y octubre (Fig 10b) la situación térmica es estructuralmente semejante en la zona continental, notándose diferencias en el litoral marítimo pues en octubre se hace presente con mayor intensidad la corriente de Malvinas, mientras que en abril lo hace la del Brasil.

6.- Campos bóricos medios estival e invernal

En este acápite se muestran solamente las situaciones de verano (Fig. 11) y de invierno (Fig 12), pues es redundante hablar de la similitud de la estructura media del campo de presión en las cuatro estaciones, resultando suficiente con

mostrar las que coinciden con los extremos térmicos.

Resulta paradójico que el campo bórico no muestre características singulares del comportamiento climático, y ello es porque al promediar desaparecen rasgos típicos de la región de estudio, por ello se apelará más adelante a un análisis climático-sinóptico de ciertas situaciones que configuran características climáticas regionales en la República Argentina, como el viento norte, el pampero, la sudestada, los temporales de invierno, etc.

Los vientos medios predominantes están indicados en las figuras 11 y 12 con flechas, y de esto se desprende que en la región en estudio, al sur del trópico de Capricornio y en zonas llanas es muy buena aproximación considerar al viento paralelo a las isobaras. Esto último es debido a la fuerza de Coriolis, que es tanto más notable cuanto mayor es la latitud (Mínima en el ecuador y máxima en el polo).

Régimen de precipitaciones

El régimen pluviométrico medio anual que se muestra en la figura 13 puede ser comentado con mayor provecho si se analiza una regionalización del territorio argentino de manera tal de agrupar en la menor cantidad posible de áreas, definidas por el relieve y el campo de precipitaciones, la mayor superficie en cada una.

Con este criterio se ha obtenido el mapa de provincias climáticas que se puede apreciar en la figura 14, y que permitirá comentar breve y racionalmente el comportamiento de las precipitaciones en la República Argentina.

Por otra parte, hay que destacar que existe una marcada similitud entre la regionalización propuesta en la figura 14 y la obtenida aplicando la clasificación climática de Köppen (Fig. 15) cuyos alcances geográficos están universalmente reconocidos, pero que agregaría al presente trabajo un grado inapropiado de dificultad.

Estudiando la figura 14, y cotejándola con el campo de precipitaciones medias anuales, se puede ver que la provincia climática del este tiene más cantidad de precipitación que las restantes, con un mínimo de 800 mm de precipitación media anual y un máximo de más de 1500 mm en la provincia de Misiones; en ella el verano y el otoño son las estaciones más lluviosas.

La provincia climática central se distingue de la del este por una larga estación seca, la cual incluye el período de mayo a septiembre. En ella la precipitación media es de aproximadamente 700 mm, y también menor. El centro y el sur de esta región tiene la mayor parte de las tierras cerealeras del país.

Las laderas orientales de la precordillera, en el noroeste, son lluviosas y bien forestadas, con precipitaciones medias anuales que superan los 1000 mm.

La provincia climática del oeste es en su totalidad de semiárida a árida, con poca nubosidad y una fuerte insolación, con una topografía muy variada que incluye montañas de más de 1500 metros que encierran valles profundos y cuencas a pocos metros sobre el nivel del mar. La precipitación es igualmente variada, con más de 700 mm en las montañas y menos de 250 mm en las depresiones, las cuales son mayormente desérticas.

La lluvia es muy variable de un año a otro, mientras que en el año puede presentar ocasionales chaparrones en la estación seca, de mayo a septiembre, y precipitaciones en el resto. La abundante presencia de salinas, raras veces cubiertas de agua, son una expresión de la aridez de la región, donde los veranos son calientes y los inviernos frescos con muchos días fríos. Esta provincia climática del oeste está por consiguiente en fuerte contraste con la bien regada y forestada región del noreste.

La zona patagónica, que tiene en su mayor parte bajas precipitaciones, es desértica y

fría. Pese a esto, no es esta región la climáticamente más continentalizada del país, debido a su extensión meridional, su escasa envergadura este-oeste, su vinculación al mar a través de un extenso litoral marítimo, y a la cordillera notablemente baja al sur del paralelo de 38° S, que con valles transversales facilita el paso de masas de aire con bastante humedad desde el Océano Pacífico.

La provincia climática andina tiene rangos de precipitación aproximadamente similares en toda su longitud por encima de los 3000 metros. La zona cordillerana al norte del paralelo 38°S es poco lluviosa, remarcadamente seca y desnuda para una región montañosa; es parte de la faja de bajas precipitaciones que se extiende desde la Patagonia hasta el norte de Chile. Solamente las más altas cumbres tienen nieves perpetuas; por las escasas precipitaciones y la poderosa insolación la línea de nieve perpetua se mantiene por encima de los 5000 metros.

Al sur de los 38° S las condiciones cambian rápidamente y se pasa de una escena desértica a una más húmeda y cubierta de vegetación. En ésta la altura media de la cordillera descende a unos 1500m y los valles cordilleranos cambian de orientación, y de ser longitudinales como en el norte pasan a ser transversales, permitiendo así un aumento de las precipitaciones en los faldeos orientales ocasionando que en el sur se alcancen las marcas más notables del país.

Las tablas 2 y 3 muestran particularidades de las precipitaciones en la República Argentina que indican elocuentemente como se distribuyen estas a lo largo del año en las principales localidades del centro del país, además de la notable disminución de las mismas de este a oeste.

El riesgo de sequías es muy serio en la República Argentina, de la cual tiene una fuerte dependencia la agricultura; tanto la región central como la oeste las sufren frecuentemente. No es extraño, en consecuencia, que en estas zonas una sequía persista por varios meses, pudiendo llegar

ESTAC. ____	Primav....	Veran.....	Otoñ.	Invier...
Buenos. Aires _	26	26	29	19
Rosario _____	29	31	28	12
S. del Est. _____	19	53	24	4
Córdoba _____	25	45	26	4
Mendoza _____	25	37	27	11

Tabla 2. Porcentaje estacional de la precipitación de este a oeste

a casi dos años en algunas estaciones. La ausencia de lluvias es tanto más calamitosa cuanto mayor es el grado de insolación, lo que provoca que la humedad y la nubosidad, al igual que las precipitaciones, también decrezcan de este a oeste.

El campo de temperaturas acusa las

Localidad	media	max	min.
Buenos Aires	1027.3	1858.0	583.0
Cordoba	677.1	930.0	487.0
San Juan	86.8	167.0	30.1

Tabla 3.- Precipitaciones anuales de este a oeste (mm).

consecuencias de las particularidades indicadas en el párrafo anterior; mostrando que el rango de la amplitud térmica es mayor en las provincias climáticas más alejadas del mar que en las cercanas al mismo. Sin embargo, aquí también se hace sentir la altitud de la estación sobre el nivel medio del mar, pues la continentalización se vé en cierta medida compensada por esta última, como se puede ver en la tabla 4.

Cabe agregar que, si bien las temperaturas más altas se producen en la provincia de Santiago del Estero y las más bajas en el centro sur de la provincia de Río Negro y centro norte de la provincia de Chubut, las heladas se producen

Localidad	Altitud	Rango Medio Anual	Medio Rango Diario		Maximo	Minimo
			ENERO	JULIO	ABS.	ABS.
BUENOS AIRES	25m	(°c) 9.7	(°c) 10.9	(°c) 8.1	(°c) 44.3	(°c) -5.4
PARANA	62m	12.4	13.6	10.9	42.8	-5.1
S. DEL ESTERO	199m	14.2	13.9	14.9	46.4	-7.3
CORDOBA	425m	13.4	12.6	13.3	41.4	-6.1
SAN LUIS	713m	13.7	13.7	13.9	41.5	-10.5
MENDOZA	829m	11.2	11.7	11.3	38.8	-6.9

Tabla 4.- Condiciones térmicas en grados centígrados, de este a oeste.

practicamente en todo el país, y eventualmente pueden hacerlo aún en la época estival.

La región patagónica, por su lado, que está ubicada íntegramente en la zona de los vientos del oeste es la parte más fría del país, con veranos frescos y desapasibles, inviernos fríos e intensamente nubosos con un litoral marítimo relativamente caliente para la latitud en que se encuentra. En esta provincia climática la precipitación, aunque escasa, está bien distribuida a lo largo de todo el año.

8.- Climatología sinóptica de la República Argentina

Según la definición dada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se denomina climatología sinóptica al "estudio de los climas basado en los procesos sinópticos de la circulación general de la atmósfera", por ello el objetivo básico es, en consecuencia, relacionar los climas locales o regionales a una base de referencia significativa como es la circulación general.

Existe una gran cantidad de temas que pueden ser estudiados con este esquema, pero el objetivo fundamental de esta presentación es puntualizar algunos de los rasgos característicos de sistemas sinópticos que afectan a la República Argentina con importantes consecuencias ambientales y económicas. Así se pueden enumerar distintas situaciones sinópticas que afectan de una u otra manera a diversas regiones del país.

Es bien sabido que el bienestar general del hombre varía con el estado del tiempo. Algunos atribuyen este hecho a la temperatura, otros a la presión o al viento, y son muchos también quienes consideran que la nubosidad o las precipitaciones son los elementos meteorológicos que tienen mayor influencia sobre el estado de ánimo del ser humano. Esta disimilitud de conceptos se debe en parte a que aún no hay resultados concretos en las investigaciones biometeorológicas, por lo menos en lo que a aspectos concluyentes se refiere.

Por de pronto, puede afirmarse que no es la temperatura por sí sola, como tampoco la humedad, la presión atmosférica u otro elemento meteorológico el factor responsable de las variaciones del bienestar psico-físico del ser humano. En rigor, es el conjunto de elementos, que suele denominarse "el tiempo" y los procesos meteorológicos que se producen en un momento dado, los que determinan su estado de salud y ánimo.

El tiempo varía continuamente; sin embargo, estas variaciones no son del todo casuales por cuanto es posible distinguir varias "fases del tiempo" al considerar el período de varios días comprendido entre la ocurrencia de un estado de mal tiempo y el siguiente, que se presenta después de algunos días de tiempo bueno, o de buen tiempo a buen tiempo, según como se quiera definir el ciclo del tiempo.

A cada fase del ciclo meteorológico corresponden síntomas biológicos diferentes, siendo la relación de carácter estadístico. La ocurrencia de un círculo considerado en un organismo sano es función, además de lo producido por las influencias del tiempo, de su capacidad de regulación fisiológica y de su equilibrio biológico. Los estímulos meteorológicos que afectan al bienestar general se relacionan exclusivamente con el tiempo en su conjunto y no con las componentes del mismo. Parece ser que la intensidad de las variaciones del bienestar general es de alguna manera proporcional a la magnitud de las transformaciones energéticas que

acompañan a los procesos atmosféricos que producen el tiempo.

Así, se pueden describir varias situaciones sinópticas asociadas a diferentes estados de tiempo característicos que influyen de una u otra manera sobre el hombre a nivel individual y sobre el medio ambiente en general. Estas situaciones a que se hará referencia caracterizan los estados del tiempo que individualizan al viento pampero, a la sudestada en la región del plata, al temporal de invierno, a la entrada de aire frío y húmedo hacia el centro del país, al viento norte y al viento zonda, por mencionar tan sólo las más significativas.

Por otra parte, se pueden describir otros fenómenos que, si bien no están tan claramente definidos en una situación sinóptica, tienen implicancia socio-económica como las líneas de turbonada o inestabilidad y los tornados.

En primer lugar se hará referencia al viento Pampero, cuyo nombre se remonta a la llegada de los españoles al Río de la Plata, a quienes llamó la atención un viento fuerte, seco y frío proveniente del interior del continente del sector sudoeste. Actualmente se entiende como Pampero al viento frío, fresco o templado según la estación del año, siempre seco y proveniente del sudoeste que sigue al pasaje de un frente frío, según se muestra en la figura 16.

Los procesos meteorológicos asociados al pasaje del frente frío hacen que la fase inicial del Pampero esté caracterizada por ráfagas intensas, bruscos descensos de temperatura y del contenido de vapor de agua del aire, ascenso de la presión atmosférica y, sobre todo en la época estival, tormentas eléctricas (Ver Gráfico 2).

Si en la fase inicial se producen precipitaciones se lo llama pampero húmedo, en el caso contrario pampero seco. Cuando el viento levanta polvo se lo llama pampero sucio; este último puede convertirse en una tormenta de polvo, lo que a menudo ocurre en las regiones áridas. La

frecuencia de las tormentas de polvo es máxima en la zona árida del país y disminuye hacia la región húmeda; las tormentas de polvo que afectan a esta última región provienen en gran parte de las provincias climáticas del oeste y central. No obstante, algunas tormentas de polvo pueden generarse dentro de la zona húmeda durante una sequía o al final de la misma.

En ocasiones, la irrupción del aire frío post-frontal tiene una circulación neta del sur tal como se puede ver en la figura 17, arrimando aire frío y húmedo desde el océano Atlántico hacia el interior del continente. Si se produce esta situación durante el invierno o al principio de la primavera es común observar en la zona cordillerana un fenómeno meteorológico denominado temporal de invierno, que con mayor o menor intensidad y frecuencia descarga nieve y provoca todo tipo de inconvenientes; pero genera buena parte del agua que se dispondrá en la época estival en las provincias climáticas andina y oeste.

El meteoro citado precedentemente, que se presenta en las zonas bajo su influencia como una invasión de aire frío y húmedo acompañado de fuertes vientos puede durar varios días, y en ocasiones estar además asociado a sudestadas en el Río de la Plata, situación esta que se describe en la figura 18 y que se genera por el efecto combinado entre el anticiclón ubicado sobre el litoral marítimo patagónico y el ciclón localizado sobre el centro de la mesopotamia y la región fronteriza occidental entre Brasil y Uruguay. Este ciclón generalmente se origina en una ondulación del frente frío de la figura 17, donde puede observarse sobre la zona frontal una confrontación entre el aire frío y húmedo de origen marítimo post-frontal y el cálido y húmedo pre-frontal proveniente del norte.

Iniciada la ondulación del frente que se menciona en el párrafo anterior, al confrontarse las dos masas de aire de propiedades físicas distintas, disminuye la presión atmosférica en esa zona y se forma una depresión que, al seguir profundizándose, intensifica la circulación del viento del

sector sudeste en la región del Río de la Plata; fenómeno al cual se lo conoce como sudestada y que tantos perjuicios causa en la zona ribereña. La distribución de las sudestadas a lo largo del año se caracteriza por una mayor frecuencia durante la primavera, en tanto que fines de otoño e invierno son las estaciones que registran el mayor número de sudestadas intensas que son las que originan las inundaciones más calamitosas.

Tabla 5.- Escala F.P.P. de Fujita Pearson para clasificación de tornados

Cuando la irrupción del frente frío mostrado en la figura 16 es frenada por la circulación del norte mencionada en la génesis de la sudestada y el frente no se ondula se produce un desplazamiento hacia el este del anticiclón post-frontal, mientras otro anticiclón, esta vez el semi-permanente del Atlántico Sur genera juntamente con la depresión del noroeste un flujo del norte en capas bajas y medias sobre el centro y norte del país. A esta situación se la llama de viento norte y está ejemplificada en la figura 19. Su persistencia siempre genera trastornos, en especial si se produce durante la época estival cuando provoca lo que se ha dado por denominar "ola de calor".

Entre Jujuy y Neuquén, en los valles cordilleranos orientales, es frecuente que sople un viento fuerte, caracterizado por extrema sequedad y elevada temperatura; este viento que se produce bajo determinadas condiciones atmosféricas, preferentemente en el período comprendido entre mayo y noviembre, es llamado "zonda". Vientos con características similares suelen producirse en distintas partes del mundo con nombres tales como föhen, chinook, etc.; siempre a sotavento de una cadena montañosa cuando una corriente atmosférica intensa tiene que atravesarla.

El proceso genético del zonda se ilustra en la figura 20, donde puede apreciarse que casi toda la humedad de una masa de aire ascendente queda barlovento de una montaña, formando abundante nubosidad y generando precipita-

ciones, de modo tal que el aire al trasponerla llega casi seco a sotavento de la misma. Las diferencias térmicas que se observan a ambos lados de la cadena montañosa son debidas a procesos termodinámicos de enfriamiento y calentamiento cuasiadibático de distintas características que se producen en el ascenso y en el descenso del aire.

Los efectos del viento zonda sobre la temperatura y humedad de una estación bajo su influencia están claramente ilustrados en la figura 21 donde, en una faja termo-higrográfica de la localidad que sufrió el meteoro, se puede observar que a un importante aumento de la temperatura se le superpone un notable descenso de la humedad relativa, de manera sostenida mientras duró el fenómeno.

Cuando la circulación o el avance del frente frío de la figura 17 son relativamente intensos pueden generarse en la parte delantera del frente las llamadas líneas de inestabilidad o turbonada, como se muestra en la figura referida sobre la provincia de Corrientes. Estas líneas de inestabilidad son asociaciones de tormentas convectivas que se desplazan rápidamente hacia el nordeste provocando intensas lluvias acompañadas de tormentas eléctricas; las mismas pueden alcanzar fácilmente un millar de kilómetros de longitud y generalmente se van debilitando a medida que se alejan de la zona en que se originaron; aunque también pueden producirse sin la presencia de dicho frente en condiciones que favorezcan el desarrollo convectivo.

Pese a lo expresado en el párrafo anterior, nada hay más erróneo que pensar que las tormentas severas sólo se pueden generar de manera organizada. Estas pueden producirse también en el seno de una masa de aire, lejos de una zona frontal, por inestabilización de la misma; en particular, esto se puede ver favorecido durante la temporada estival por calentamiento diurno y puede traer como grave consecuencia la formación de un tornado, ya sea producto de un sistema organizado como de una tormenta individual

El tornado es uno de los más espectaculares, severos y destructivos fenómenos meteorológicos que se produce sobre la superficie de la Tierra. Puede llegar a devastar completamente una comunidad por la acción combinada de la tremenda fuerza del viento rotatorio que se origina, y que en ocasiones puede superar los 500 km/hora, y la diferencia de presión que se ejerce en áreas muy localizadas. Esta diferencia de presión, que se produce bruscamente, genera fuerzas de intensidad inusitada que muy pocos edificios pueden soportar.

Esta devastadora fuerza de la naturaleza causa anualmente numerosas víctimas y daños a la propiedad por valor de varios miles de millones de dólares estadounidenses en todo el mundo. Por lo común un tornado está acompañado por granizada, lluvia intensa, relámpagos, rayos y la oscuridad propia de las nubes de tormenta a la que se adiciona el polvo que puede levantar.

Los tornados se pueden observar únicamente en nubes convectivas de gran desarrollo vertical (llamadas cumulonimbos), en las cuales desde su base se estira hacia el suelo una especie de embudo giratorio con un color que puede ser desde el blanco hasta el gris mientras no hace contacto con el suelo, pero que al hacerlo se torna gris oscuro o negro debido al polvo y escombros que son arrastrados desde el suelo por el tremendo viento.

El diámetro de un tornado varía desde unos pocos metros hasta unas centenas, pudiendo recorrer en su desplazamiento distancias que ocasionalmente llegan a varios kilómetros, moviéndose en forma errática.

La velocidad máxima del viento en un tornado es casi imposible de medir debido al efecto destructor del mismo, por lo que se crearon distintas escalas que permiten estimar la velocidad que el viento debió alcanzar en función de los daños que producidos. La más utilizada quizás sea la de Fujita y Pearson, llamada F.P.P., que presenta una gama suficiente de valores dentro de

los cuales los tornados pueden clasificarse teniendo en cuenta la velocidad máxima del viento, el ancho del tornado y la longitud de la trayectoria (Tabla 5).

ESCALA F.P.P. PARA TORNADOS			
Velocidad máx. del viento	Daños probable	Largo de la trayectoria	Ancho de la trayectoria
F ₀ < 120 km/h m	Ligeros	P ₀ < 1,5 km	F ₀ < 15
F ₁ 121-180 *	Moderados	P ₁ 1,6-5 *	P ₁ 16-50
F ₂ 181-250 *	Considerab.	P ₂ 5,1-16 *	P ₂ 51-160
F ₃ 251-320 *	Severos	P ₃ 16,5-50 *	P ₃ 161-500
F ₄ 321-420 *	Desvastador	P ₄ 50,1-160 *	P ₄ 500-1500

Tabla 5.- Escala F.P.P. de Fujita Pearson para clasificación de tornados

En lo referente a la observación de tornados en la República Argentina la figura 22 es bastante elocuente, teniendo presente que sólo son detectados cuando afectan al hombre y su habitat. En áreas de escasa o nula densidad poblacional es probable que ocurran tornados y que pasen desapercibidos. Por este motivo no debe llamar la atención que la mayor frecuencia de este devastador meteoro parezca darse en las áreas más urbanizadas o pobladas. Sin embargo, existe una gran probabilidad para que la distribución de la ocurrencia de los tornados se aproxime a lo descrito en la figura mencionada.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Atlas Climático de la República Argentina - Servicio Meteorológico Nacional. Buenos Aires, 1960.
- 2.- Atlas Climático de América del Sur (Vol. I) -Organización Meteorológica Mundial - UNESCO. Preparado por el Dr. José A.J. HOFFMANN, Ginebra, 1975.
- 3.- Boletines informativos del Servicio Meteorológico Nacional - Buenos Aires.
- 4.- Schwerdtfeger, W. - Climates of Central and South America. World Survey of Climatology, Vol XII, Elsevier, 532 pp.; 1976.
- 5.- World Weather Record, U.S. Department of Commerce -Washington D.C., 1966.

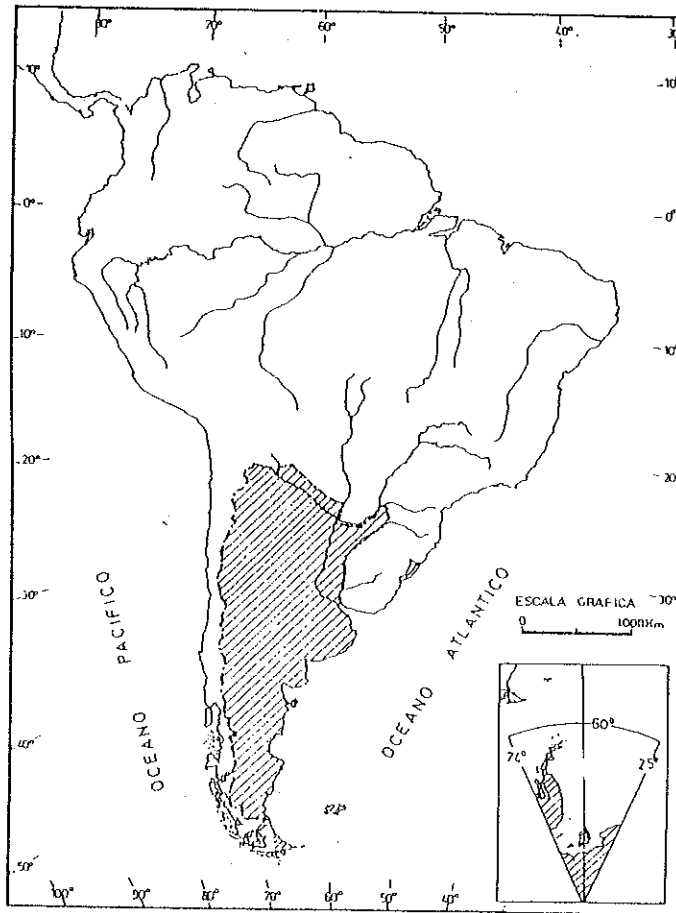


Figura 1.- Mapa de ubicación de la R. Argentina dentro de Sudamérica y del Continente Antártico.

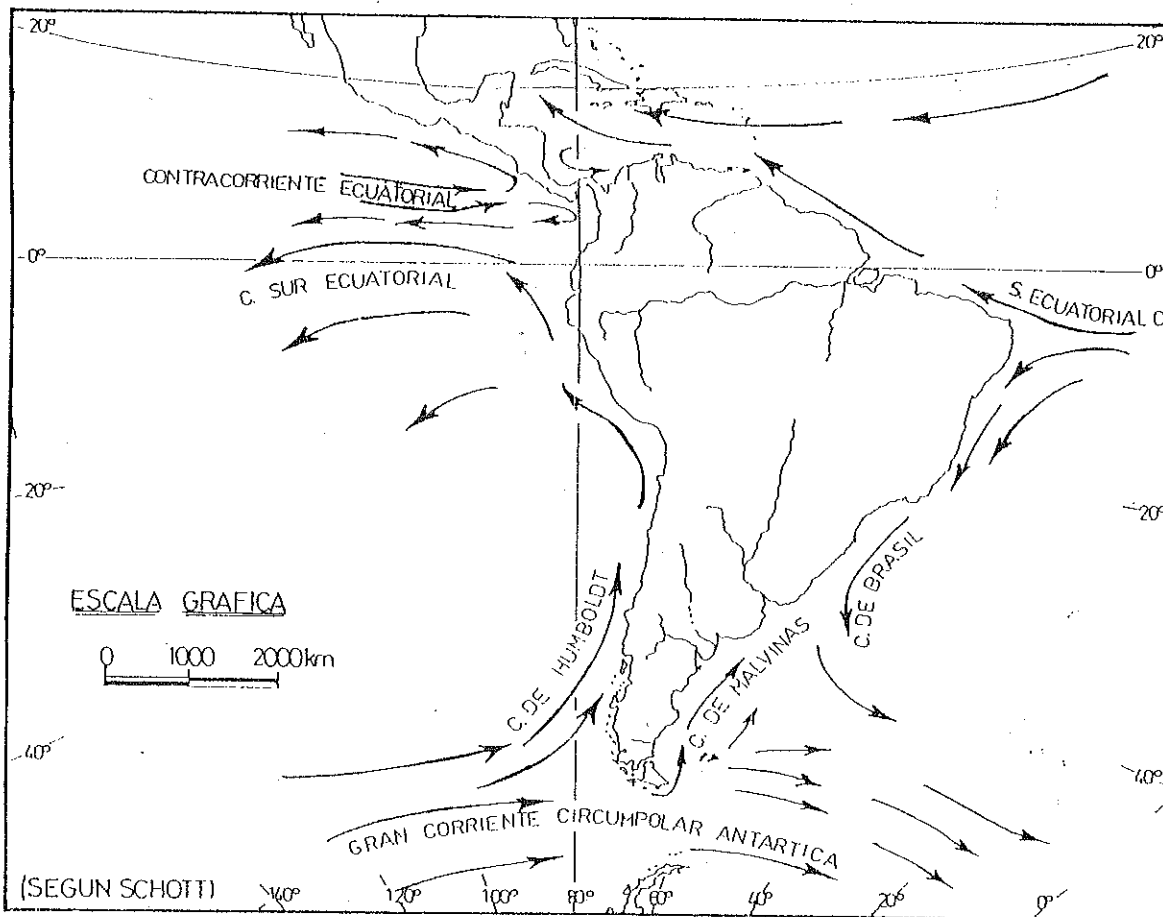


Figura 2.- Corrientes marinas en la región sudamericana

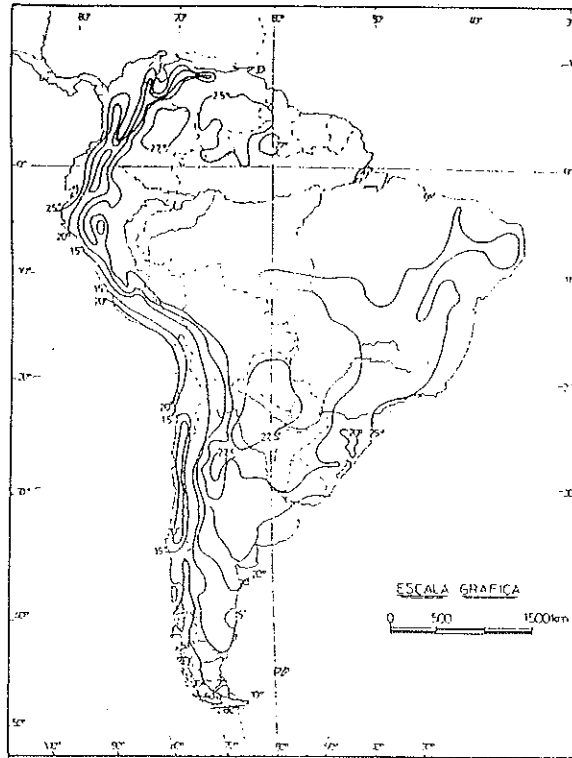


Figura 3a.- Isothermas medias del mes de enero en América del Sur (en °C).

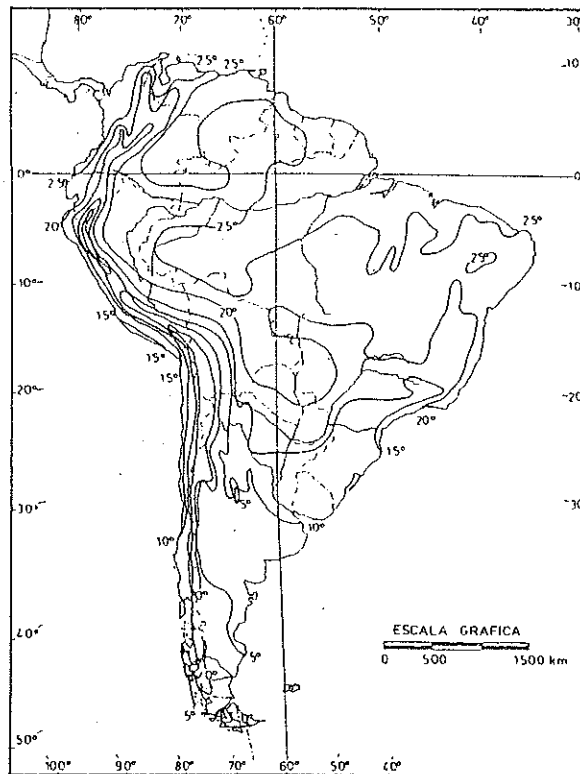


Figura 3b.- Isothermas medias del mes de julio en América del Sur (en °C).

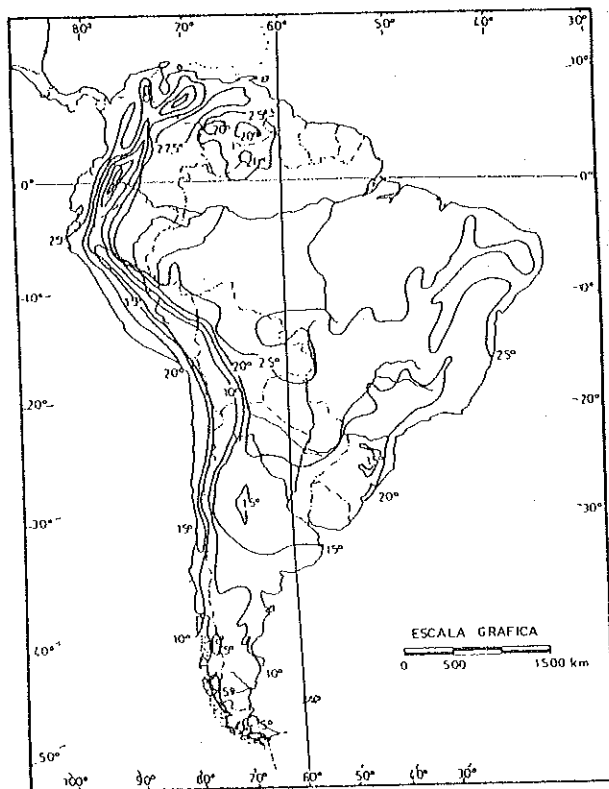


Figura 4a.- Isotermas medias del mes de abril en América del Sur (en °C).

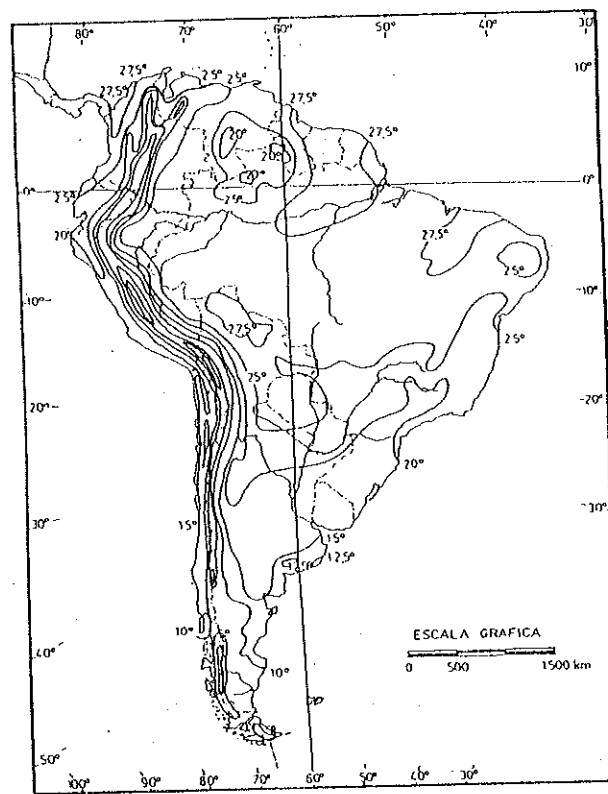


Figura 4b.- Isotermas medias del mes de octubre en América del Sur (en °C).

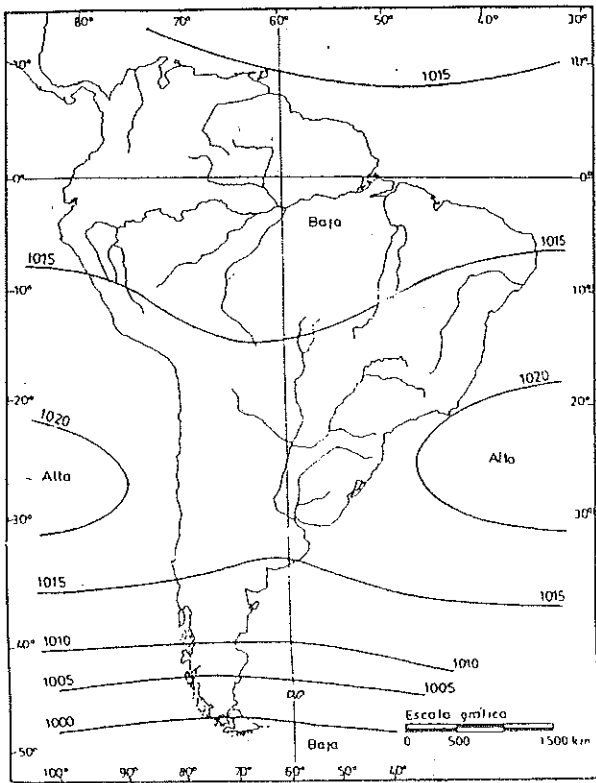


Figura 5a.- Campos medios de presión al nivel del mar en el mes de julio en América del Sur en hPa.

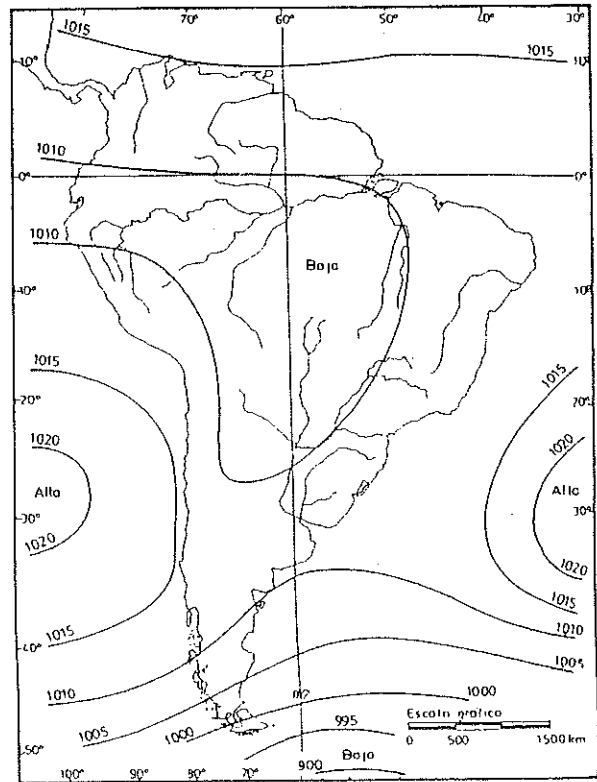


Figura 5b.- Campos medios de presión al nivel del mar en el mes de enero en América del Sur en hPa.

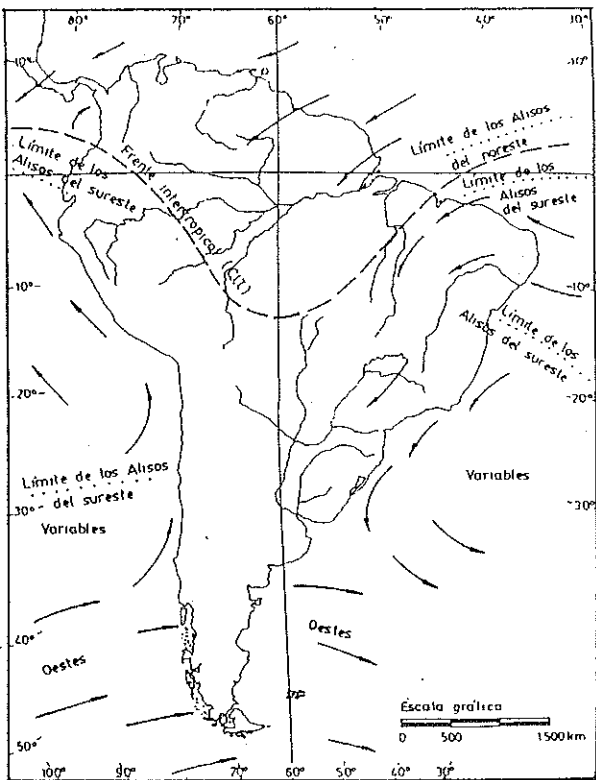


Figura 6a.- Vientos predominantes durante el mes de enero en América del Sur.

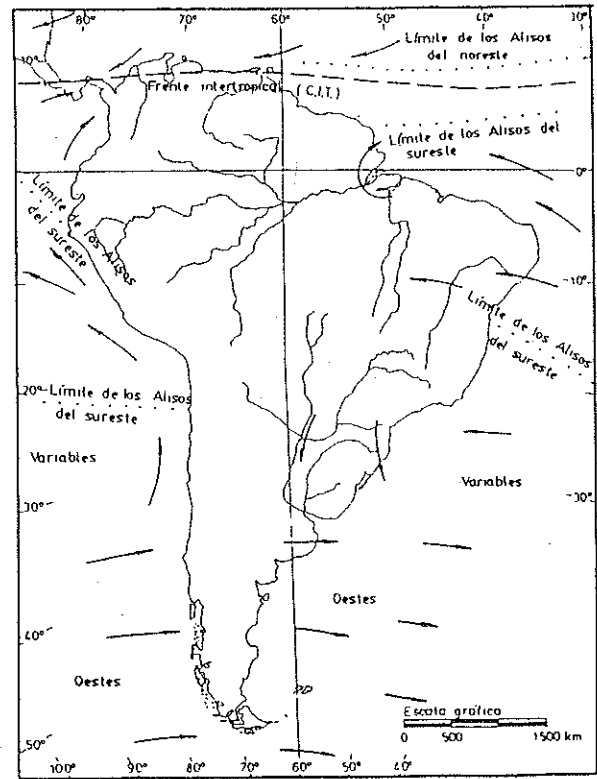


Figura 6b.- Vientos predominantes durante el mes de julio en América del Sur.

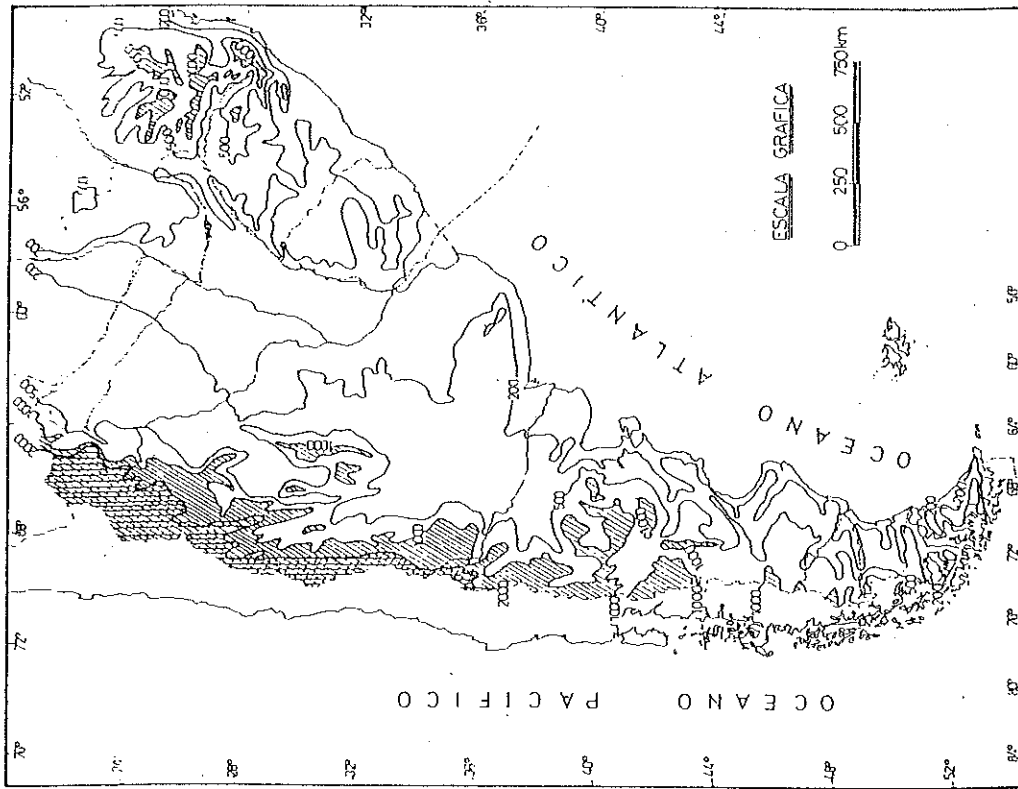


Figura 7.- Mapa hipsométrico aproximado de la República Argentina, en m.

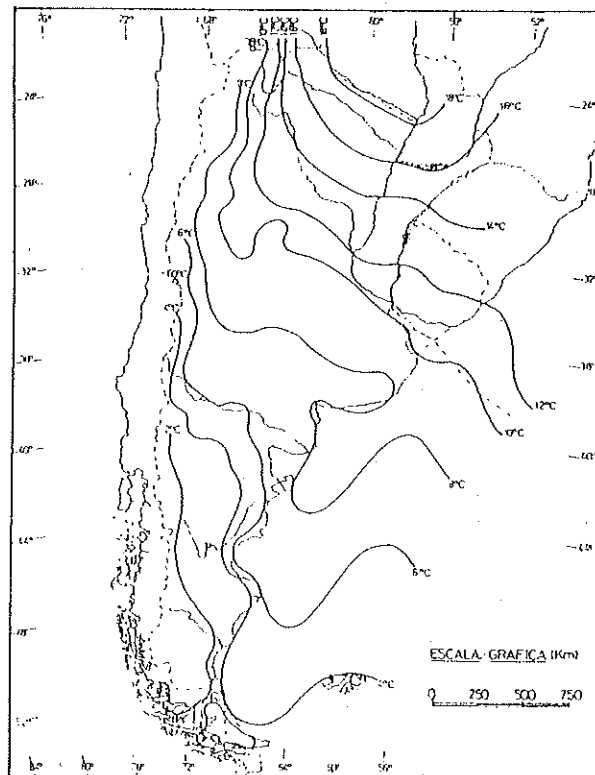
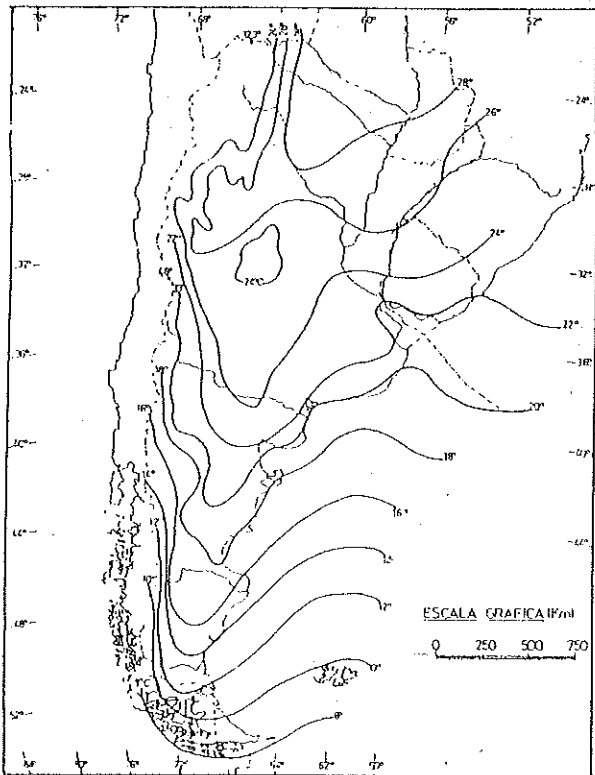


Figura 8a
Figura 8b
Figura 8.- Temperaturas medias mensuales en enero (Fig. 8a) y julio (Fig. 8b), en °C.

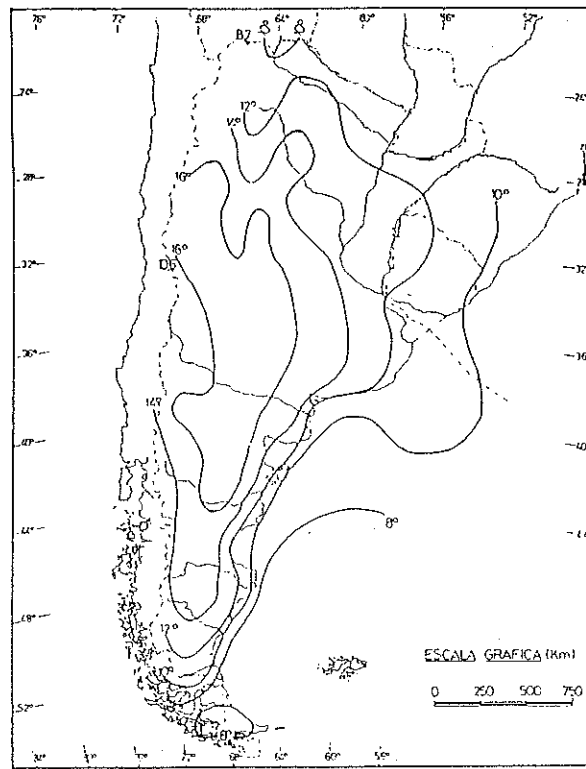


Figura 9.- Amplitud térmica media anual, en °C.

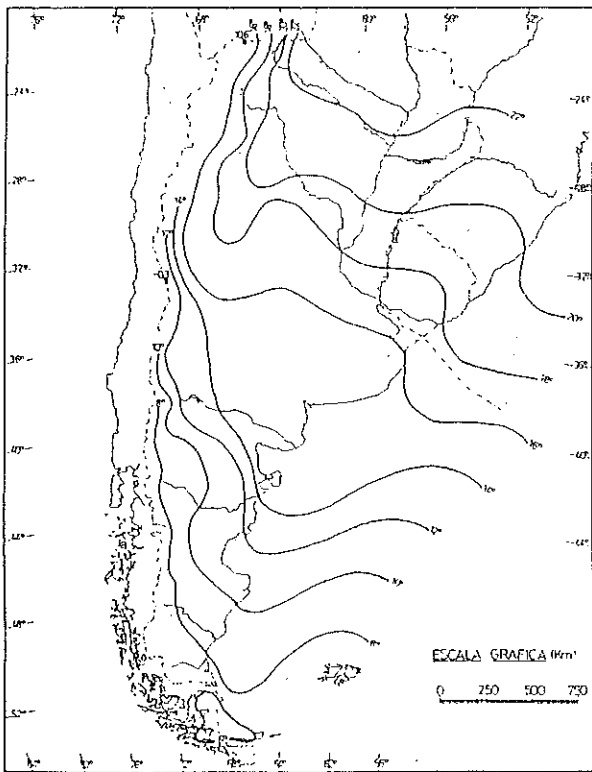


Figura 10a

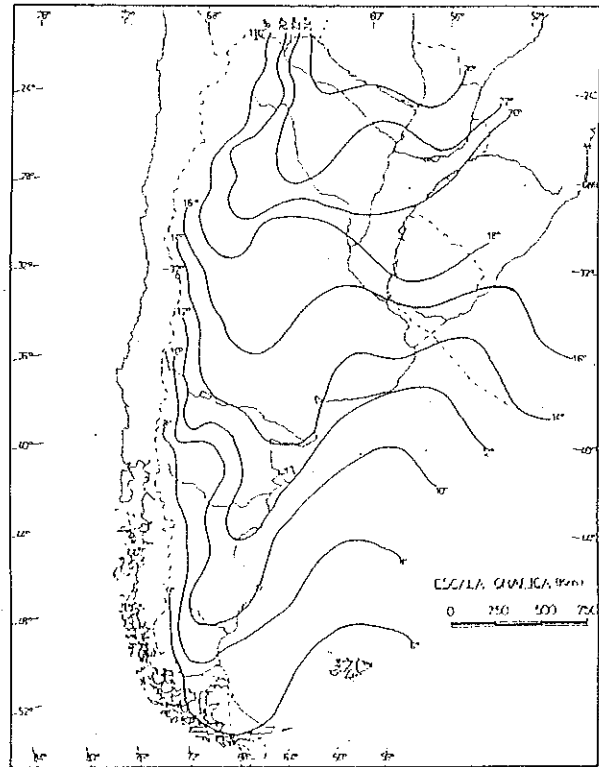


Figura 10b

Figura 10.- Temperaturas medias mensuales (°C) durante abril (Fig. 10a) y octubre (Fig.10b).

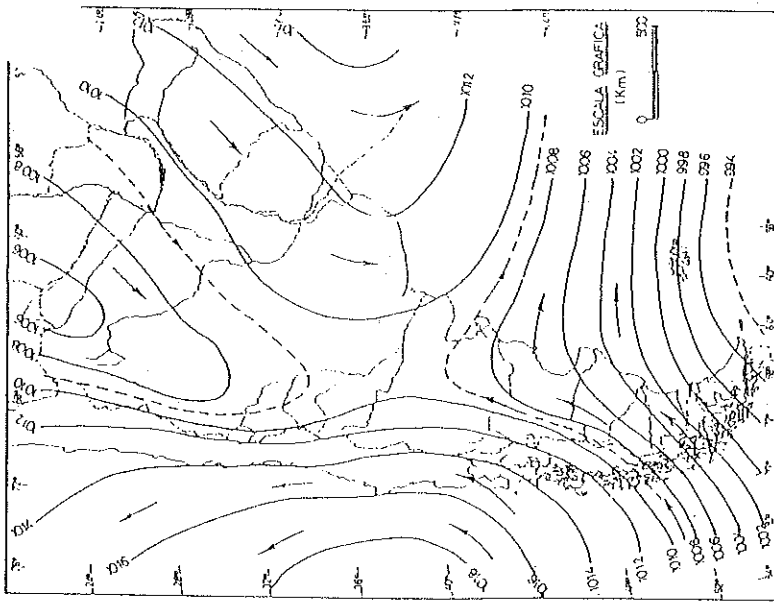


Figura 11.- Presión atmosférica
media de enero (hPa).

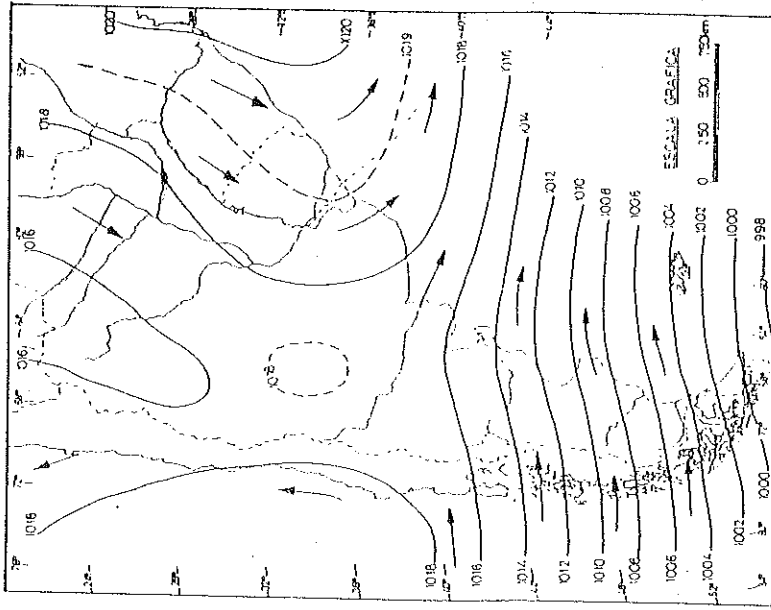


Figura 12.- Presión atmosférica
media de julio (hPa).

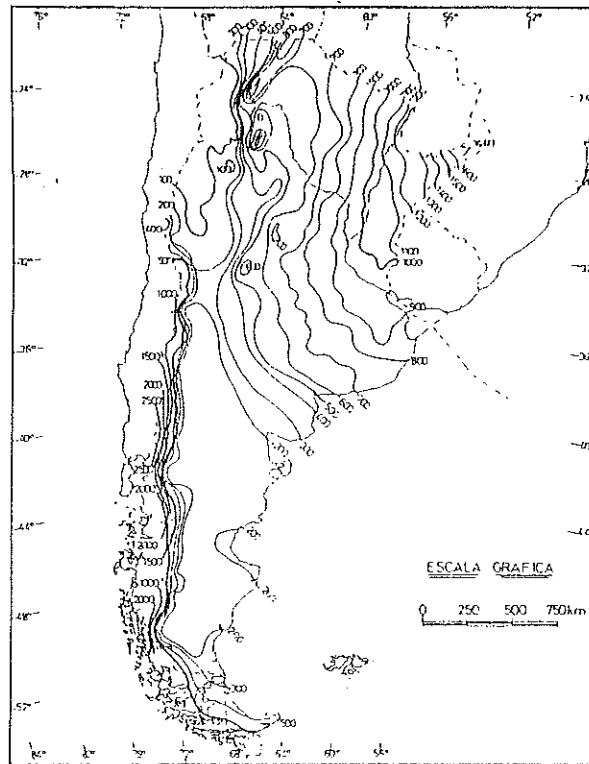


Figura 13.- Precipitación media anual en milímetros.

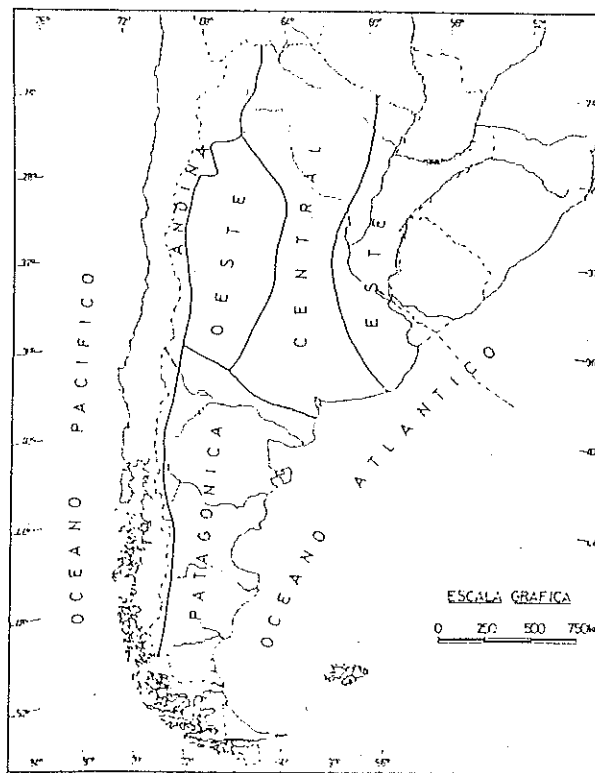


Figura 14.- Regionalización climática simplificada de la R. Argentina

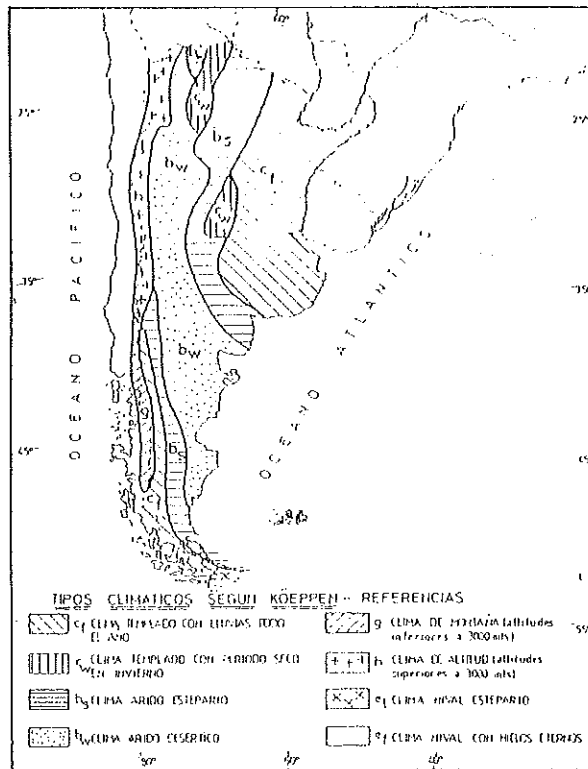


Figura 15.- Regionalización climática según Köppen

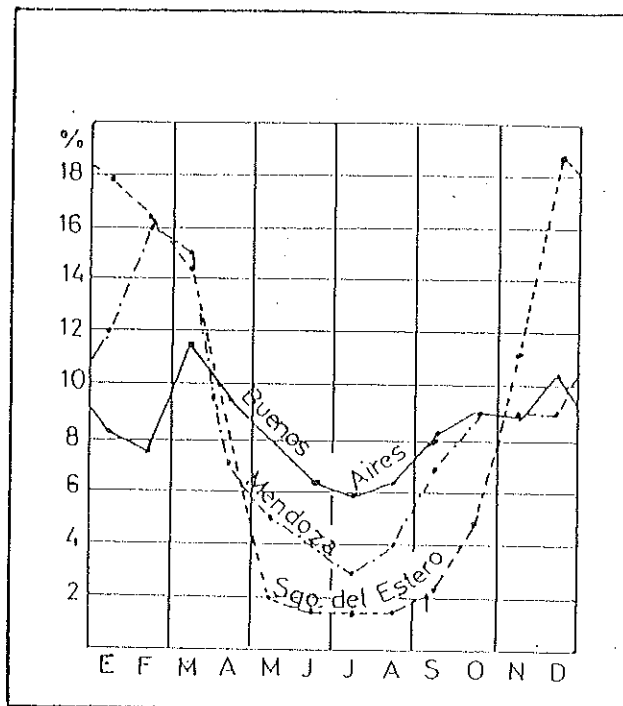


Gráfico 1.- Porcentaje respecto de la media anual, de las precipitaciones medias mensuales.

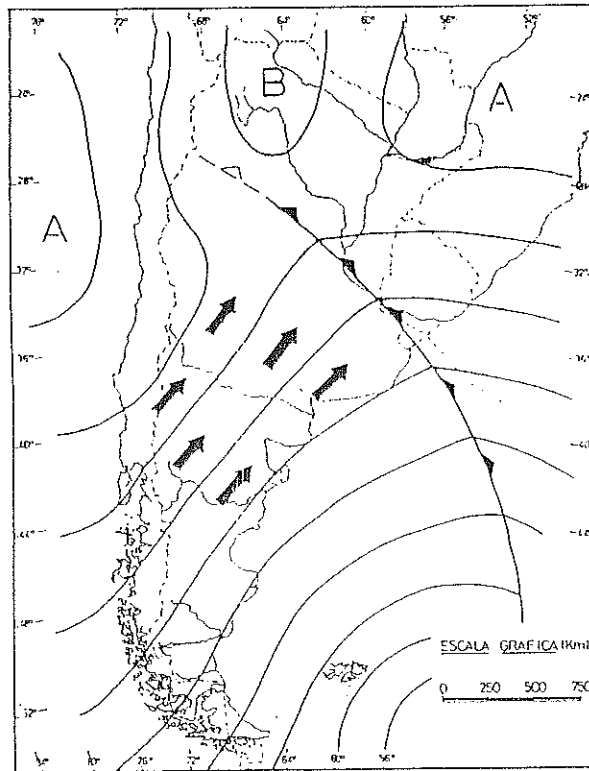


Figura 16.- Situación sinóptica característica de la ocurrencia del viento Pampero.

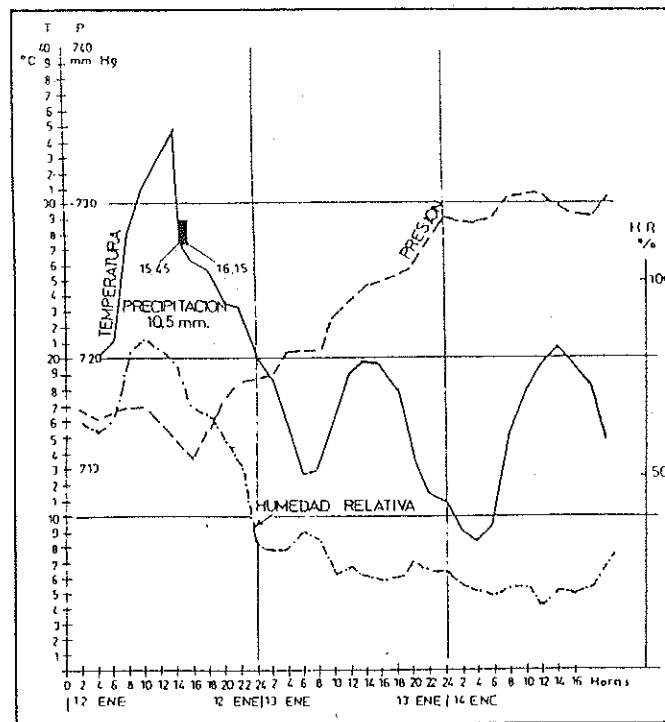


Gráfico 2.- Variación típica de la presión atmosférica, temperatura y humedad relativa durante el pasaje de un frente frío.

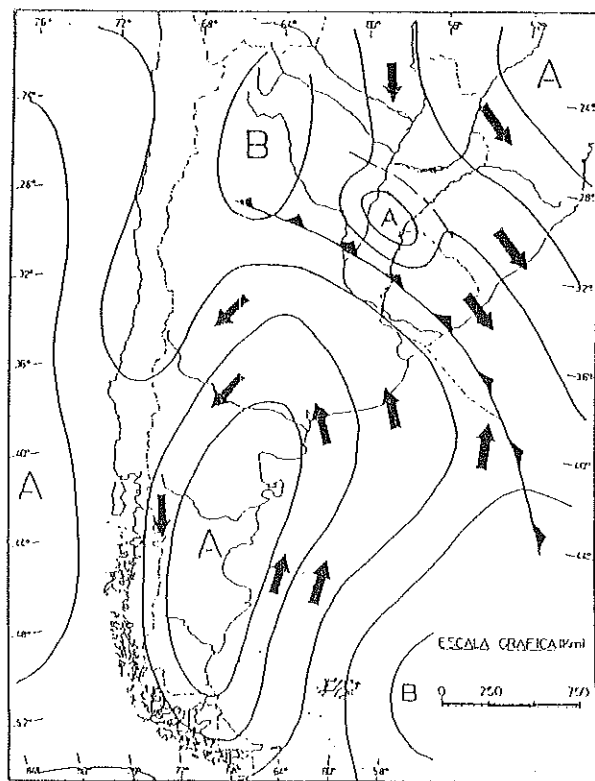


Figura 17.- Situación sinóptica correspondiente a la entrada de aire frío y húmedo.

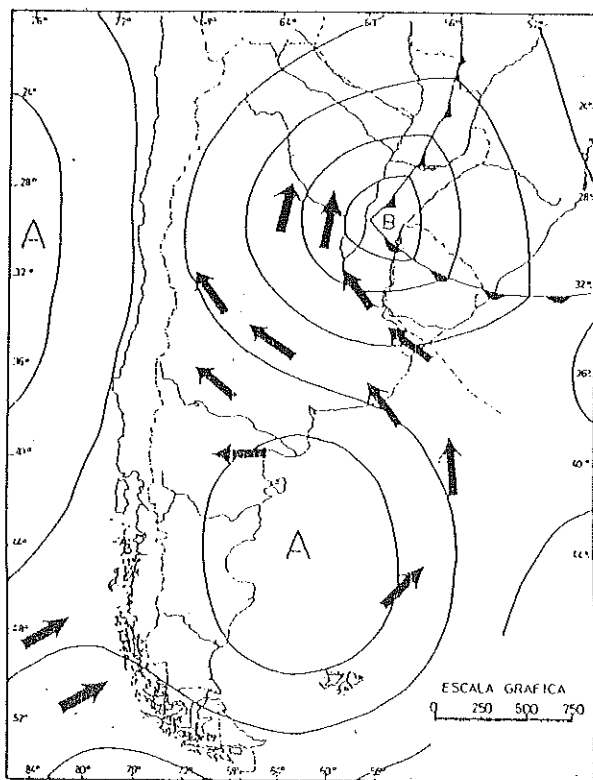


Figura 18.- Situación sinóptica correspondiente a una sudestada en el Río de la Plata.

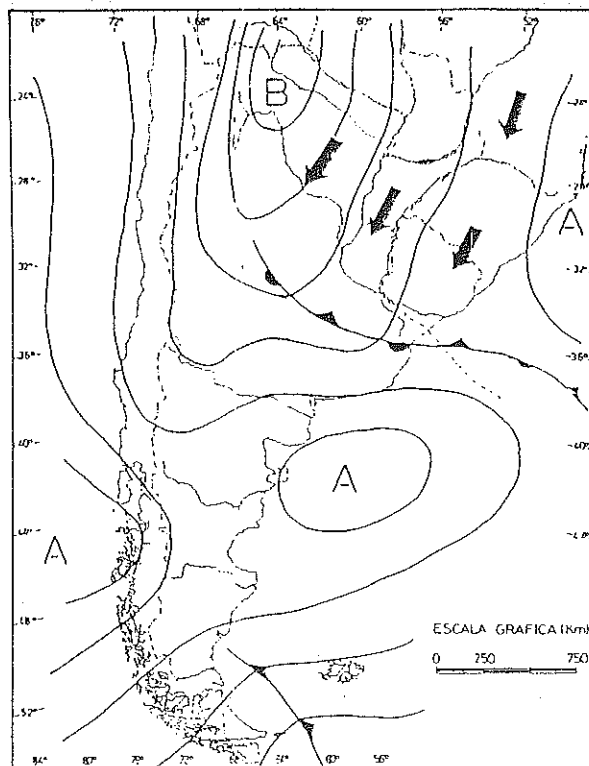


Figura 19.- Situación sinóptica correspondiente al viento norte.

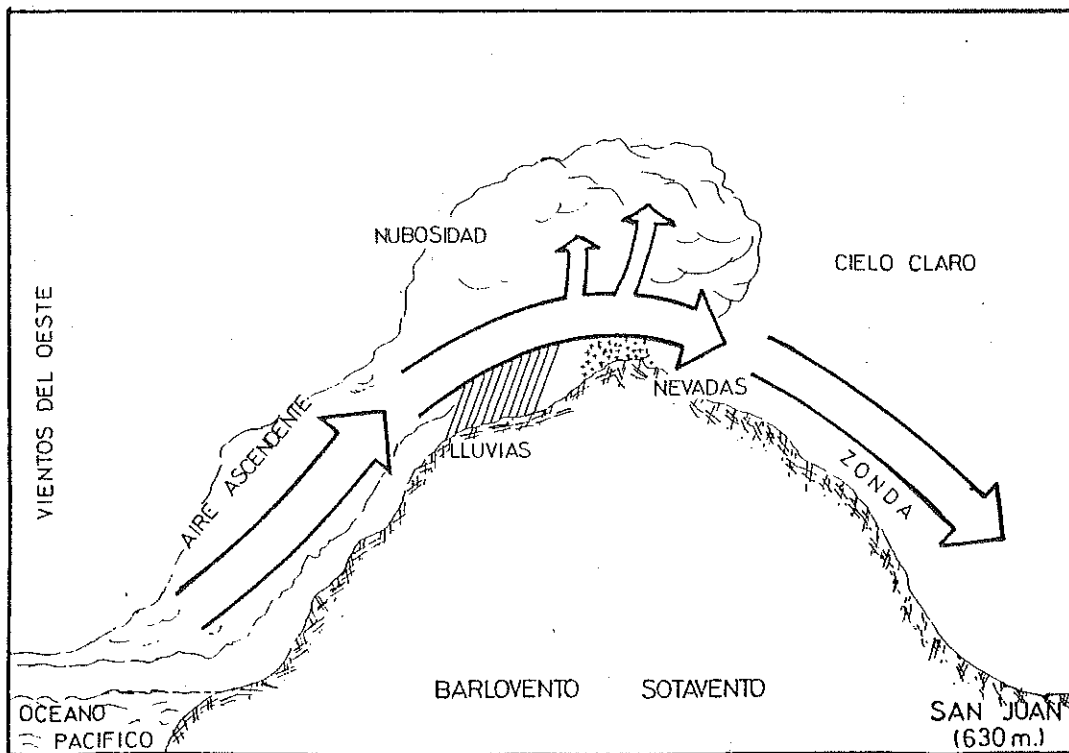


Figura 20.- Esquema del proceso genético del viento Zonda.

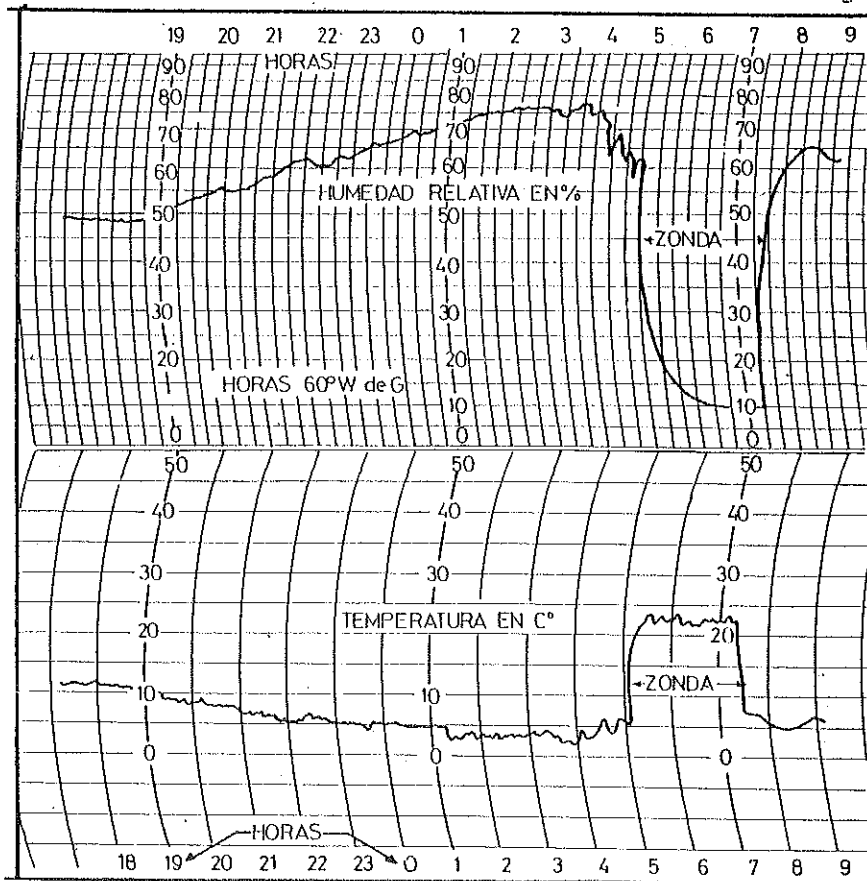


Figura 21.- Faja termo-higrográfica registrada en una localidad bajo los efectos del viento Zonda.

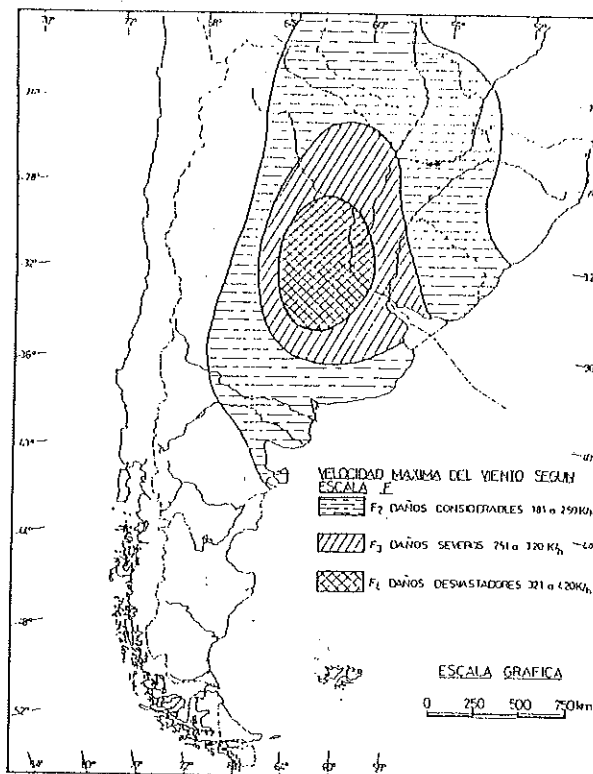


Figura 22.-Distribución de ocurrencia de tornados por gama de intensidad.

EL TARDIGLACIAL Y HOLOCENO DE TIERRA DEL FUEGO

Jorge RABASSA

Calvin HEUSSER

Nathaniel RUTTER

RESUMEN

El estudio del Holoceno del sector argentino de Tierra del Fuego ha demostrado que: (i) el Tardioglacial estuvo caracterizado por condiciones climáticas fluctuantes que prevalecieron durante el retroceso de los grandes glaciares pleistocénicos, con dos eventos climáticos fríos, de los cuales el más reciente ha sido correlacionado con el Dryas Reciente de Europa septentrional; (ii) varios readvances de los glaciares de montaña tuvieron lugar durante el Holoceno, correspondiendo el último de ellos a la "Pequeña Edad del Hielo", tal como ha sido reconocida en otras regiones de los Andes Patagónicos; (iii) los procesos litorales han interactuado con las geoformas de génesis glacial durante los tiempos holocenos, una circunstancia única para la costa argentina; (iv) el mejoramiento climático permitió una recuperación temporal del bosque de *Nothofagus* luego de la deglaciación, ya hacia 14.600 A.P., y más tarde, se produjo su recuperación completa en las cercanías del límite Pleistoceno-Holoceno, luego de un intervalo de empobrecimiento relativo de los ecosistemas terrestres, entre 11.000 y 10.000 años A.P.; (v) el nivel del mar relativo ascendió hasta posiciones similares a las actuales ya hacia 8.000 años A.P., alcanzando un máximo local de +10.5 m s.n.m., en el canal de Beagle, hacia 6.000 años A.P.; (vi) se deduce una alta tasa de elevación continental, de 1.5-2.0 mm/año, para los últimos 8.000 años radiocarbono, a partir de la distribución altitudinal de los depósitos marinos litorales del Holoceno medio y tardío del Canal Beagle; (vii) la aminoestratigrafía ha probado ser un método viable para determinar edades relativas, estimar edades absolutas y evaluar edades radiocarbónicas de los depósitos del Cuaternario tardío en esta región.

ABSTRACT

The study of the Holocene of Argentine Tierra del Fuego, has shown that: (i) the Late-Glacial was characterized by fluctuating climates that prevailed during the retreat of the large Pleistocenic glaciers, with two cool climatic events, of which the younger has been correlated with the Younger Dryas of Northern Europe; (ii) several readvances of the Holocene mountain glaciers took place, corresponding the last one to the "Little Ice Age", as it has been recognized in other parts of the Patagonian Andes; (iii) glacial and marine landforms and processes interacted during Holocene time, a unique fact for the Argentine coast; (iv) climatic amelioration enabled a temporary recovery of the *Nothofagus* forest after deglaciation, as early as 14,600 years B.P., and later, a complete recovery at or near the Pleistocene-Holocene boundary, after an interval or relative impoverishment of the terrestrial ecosystems, between 11,000 and 10,000 14-C years B.P.; (v) relative sea-level rose to conditions similar to the present as early as 8,000 yr B.P., achieving a local maximum of +10.5 m a.s.l. in the Beagle Channel at 6,000 yr B.P.; (vi) a high continental uplift rate, with an average of 1.5-2.0 mm/yr for the last 8,000 14-C years, is deduced from the altitudinal distribution of mid-to late Holocene coastal marine deposits in the Beagle Channel; (vii) aminostratigraphy has proven to be a viable method of determining the relative age, estimating absolute ages and evaluating radiocarbon dates of Late Quaternary deposits in this region.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo es una versión en castellano del trabajo presentado en el Simposio Inter-

nacional del Holoceno de América del Sur, Paraná, 1988 (Rabassa et al., 1988, 1989) y publicado en lengua inglesa por Rabassa et al. (1990).

La Isla Grande de Tierra del Fuego, la mayor de las islas del Archipiélago Fueguino, es la masa continental ubicada a más altas altitudes en el Hemisferio Sur, fuera de la Antártida.

Tierra del Fuego (lat. 52°30'S-56°S) se extiende entre el Estrecho de Magallanes y el Cabo de Hornos. El Archipiélago Fueguino puede ser subdividido en dos regiones principales: las llanuras esteparias en el norte, suavemente onduladas, y los Andes Fueguinos en el sur, montañosos y cubiertos por el bosque subantártico, que alcanzan hasta 2500 m s.n.m. en la Cordillera Darwin (Chile). En el sector argentino, las cumbres rara vez sobrepasan elevaciones de 1500 m s.n.m. (Figura 1).

Esta porción de América del Sur está fuertemente influenciada por las condiciones oceanográficas y climáticas de los mares del Sur y de la Antártida. El clima es fuertemente oceánico en los sectores occidental y meridional del archipiélago, aumentando en continentalidad hacia el este y norte. La temperatura media anual es de alrededor de 5°C, pero las diferencias estacionales son más marcadas en la parte norte de las llanuras esteparias. La precipitación también decrece hacia el norte y el este. La precipitación media anual en Ushuala es de 570 mm y menos de 300 mm en Río Grande. Estas cifras corresponden a estaciones de observación a nivel del mar; la precipitación total cerca de las cumbres andinas puede ser de hasta tres veces superior. Una descripción de las relaciones entre el clima y la distribución regional de la vegetación y la lluvia polínica ha sido presentada por Heusser (1989a).

La tectónica andina y la actividad de las placas oceánicas del Pacífico Sur son en gran parte responsables de las características geológicas y la estructura de la región. La mayoría, si no la totalidad de Tierra del Fuego estaba por debajo del nivel del mar durante el Terciario, hasta que la emergencia de esta región comenzó en el Plioceno. La conexión terrestre entre Tierra del Fuego y la Península Antártica fue destruida quizás en el Terciario tardío, cuando se abrió el Pasaje Drake y los Andes Fueguinos se deformaron hasta alcanzar su presente posición este-oeste.

La glaciación plio-pleistocena de Tierra del Fuego fue, sin dudas, extensa. Grandes glaciares

de descarga procedentes del manto de hielo de montaña que cubría la Cordillera Darwin fluyeron hacia el norte y el este hasta alcanzar la actual plataforma submarina del Atlántico Sur (Caldenius, 1932), siguiendo grandes y profundos valles, que hoy conocemos como el Estrecho de Magallanes, el valle que conecta Bahía Inútil (Chile) con Bahía San Sebastián (Argentina), el valle del Seno Almirantazgo-Lago Fagnano y el Canal Beagle. Varias glaciaciones han sido reconocidas en la porción septentrional de la isla (Meglioni et al., 1990), en el Estrecho de Magallanes (Porte, 1990) y en el Canal Beagle (Rabassa et al., 1990b). La última glaciación es probablemente equivalente a la Glaciación Llanquihue del Distrito Lacustre Chileno (Porter, 1981) o el Wisconsin tardío de América del Norte (Estadio Isotópico 2).

Aunque todavía se carece de dataciones radiocarbónicas precisas, el último Máximo Glacial en Tierra del Fuego fue probablemente alcanzado en algún momento entre 18.000 y 20.000 años A.P., en tanto que la recesión glacial habría comenzado por lo menos en el Canal Beagle, antes de 14.700 a A.P. (Rabassa et al., 1990b).

Fuentes de información acerca de las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales del Holoceno de Tierra del Fuego han sido las geofomas y depósitos del Pleistoceno tardío a lo largo del Canal Beagle y en circos y valles montañosos, los afloramientos costeros marinos y las secciones palinológicas en turberas, mallines y secciones estratigráficas.

A los fines del presente trabajo, se define aquí el Tardiglacial como el lapso comprendido entre el comienzo del retroceso glacial desde las morenas terminales del último Máximo Glacial y el comienzo del Holoceno. El límite Tardiglacial-Holoceno se establece aquí en 10.000 años radiocarbono A.P.

2. LOS GLACIARES HOLOCENOS Y SUS FLUCTUACIONES

El hielo glacial estaba aún presente en el Canal Beagle y en los valles tributarios a él, y en partes del Estrecho de Magallanes, en épocas tan tardías como 10.000 años A.P. La presencia del hielo puede haber sido en forma de glaciares activos en retroceso o bien en forma de glaciares muertos en proceso de desintegración. La mayoría de los glaciares tributarios han retorcido antes de esta fecha. Los glaciares persistieron luego en circos y pequeños valles de los Andes Fueguinos

orientales, y como un extendido complejo glacial en Tierra del Fuego occidental, principalmente en la Cordillera Darwin. Algunas de estas lenguas de hielo aún alcanzan en su desarrollo el actual nivel del mar.

Los glaciares de montaña de los andes argentinos fueron probablemente bloqueados por el cuerpo de hielo troncal, el enorme "Glaciar Beagle", durante el último Máximo Glacial. El "Glaciar Beagle" retrocedió durante el Tardiglacial, con una pérdida mínima de por lo menos 500 m en espesor en Ushuaia, como se demuestra por la formación de morenas laterales a elevaciones menores en esta región (Rabassa et al., 1990b). La depositación de los difts Pista de Ski y Andorra tuvo lugar durante este intervalo (Figura 2; Rabassa et al., 1990b). Los circos y valles tributarios a alturas superiores a los 500 m s.n.m. habían sido invadidos durante el máximo glacial por lóbulos laterales del potente glaciar de valle principal (Coronato, 1990). A medida que el glaciar principal retrocedía, los circos y valles tributarios fueron liberados de su endicamiento glacial y pudieron fluir pendiente abajo. Dos sistemas morénicos principales han sido observados en la salida de los circos mayores y los valles de montaña, los cuales probablemente se correlacionan con dos fases de estabilización del "Glaciar Beagle" durante los tiempos tardiglaciales (Rabassa et al., 1990b).

Una recesión generalizada siguió a estos máximos y varios reavances neoglaciales pueden ser observados en la mayoría de los circos glaciales de esta región. Cinco arcos morénicos han sido mapeados en las cercanías del Glaciar Vinciguerra, Valle de Andorra (Figura 2). La morenas más antiguas alcanzan el límite superior del bosque (600-650 m s.n.m.) y han sido en su mayor parte colonizadas por éste. La morena más reciente, todavía desprovista de vegetación, yace muy por encima de la línea superior del bosque. Esta morena fue probablemente formada durante la "Pequeña Edad del Hielo" (siglos XVI a XIX), en el sentido en que fuera descrita por Rabassa (1987) para los Andes Patagónicos Septentrionales; los reavances más antiguos están representados por sistemas morénicos, los cuales podrían haberse formado durante uno o más episodios climáticos. Tanto el avance asignado a la "Pequeña Edad de Hielo" como los avances más antiguos aún no han sido datados.

3. ACTIVIDAD VOLCANICA

Evidencia de la ocurrencia de eventos volcánicos se ha preservado como delgadas capas de ceniza (de pocos cm. de espesor) en turberas, y como lentes de tefra discontinuos, muy meteorizados, en los suelos del bosque y de la estepa de esta región. Stern (1990) indica que varios centros de erupción volcánica pueden ser fuente de las tefras de Tierra del Fuego.

Las erupciones del Volcán Reclus (lat. 5° S; long. 73° 45'W) son la fuente de la Tefra I de Auer (Auer, 1974), alrededor de los 10.330 a A.P., mientras que la erupción del Monte Burney (lat. 52° 20'S; long. 73° 25'W) habría originado los depósitos correspondientes a la Tefra III de Auer, entre 2500 y 3000 a A.P. Otros centros volcánicos en el Area del Monte Aymond, inmediatamente al norte del Estrecho de Magallanes y el Monte Cook (lat. 55°S, en la costa sur del Canal Beagle; Martinic, 1988) no son considerados como fuentes potenciales de tefras, a causa de la ausencia de evidencia de erupciones explosivas durante el Holoceno (Stern, 1990). La distribución geográfica observada para estas tefras sugiere que la dirección dominante del viento durante los tiempos del Tardiglacial y el Holoceno temprano fue oeste-noroeste, en lugar de la dirección dominante en la actualidad, oeste-suroeste (Stern, 1990).

Los datos disponibles de las secciones de turberas indican que las erupciones de mayor magnitud tuvieron lugar alrededor de 10.000 AP, 9400 AP, 8900 AP, 6600 AP, entre 5500-3500 AP, 4500 AP y 2240 AP. Tres unidades informales denominadas "Tefra 1", "Tefra 2" y "Tefra 3" han sido identificadas (Figura 2). A los fines de proveer un esquema regional, son necesarias investigaciones más completas en estos tópicos. Antiguos incendios forestales han sido reconocidos a partir de la concentración de partículas de carbón en los perfiles de turberas. Estas concentraciones alcanzan (Rabassa, Heusser y Coronato, 1989) sus valores pico hacia 10.000-9000 A.P., 6000-5000 A.P. y 2000-1500 A.P. Estos incendios se consideran como iniciados por los aborígenes, pero podrían haber sido asimismo generados por actividad volcánica (Heusser, 1987).

4. ESTRATIGRAFIA Y CRONOLOGIA DE LOS DEPOSITOS MARINOS

En la Tierra del Fuego Argentina existen extensos depósitos litorales y de playa a lo largo de la costa atlántica, representando una transgresión marina del Holoceno medio, particularmente en Bahía San Sebastián y a lo largo de las costas

del Canal Beagle. Luego del retroceso glacial, el Canal Beagle fue probablemente ocupado por un lago glacial de aguas de deshielo alrededor del 9400 A.P., con un nivel del lago de hasta 30 m. por encima del nivel del mar actual, y quizás aún mayor.

Cuando el Canal Beagle se abrió, en algún momento antes de 8000 A.P., el lago fue drenado y reemplazado por aguas marinas, a medida que el nivel del mar ascendía y erosionaba las morenas (Rabassa et al., 1986). El ambiente marino se estableció en forma permanente a lo largo del canal y probablemente en toda la periferia de la Isla Grande hacia 7600 A.P., con una elevación relativa máxima del nivel del mar alrededor de 8000 A.P. (Lago Roca, +10.5 m s.n.m. actual; Rabassa 1987).

La elevación observada para los sedimentos marinos holocenos es significativamente superior a aquellos depósitos coetáneos a lo largo de la costa atlántica de Patagonia y provincia de Buenos Aires. Aunque la recuperación glaciostática puede haber tenido lugar inicialmente durante la deglaciación, la elevación tectónica es considerada exclusivamente responsable de la elevación, por lo menos para los depósitos más jóvenes, a lo largo de la costa del Canal Beagle. Una tasa de elevación de 1.5/2.0 mm/año ha sido estimada para esta región, en base a los datos disponibles.

Conclusiones diferentes han sido alcanzadas por Morner (1987), que estima que los niveles relativamente elevados del nivel del mar consignados por Porter et al. (1984) y Rabassa et al. (1986) están en realidad condicionados por el efecto local de levantamiento sismotectónico diferencial. De acuerdo a Morner (1987), no ha existido en el área elevación glacio-isostática significativa, y el nivel del mar absoluto nunca se elevó más de +0.5-1.0 m por encima del nivel del mar actual, una situación que podría haber ocurrido alrededor de 4000 años AP.

La Interacción de episodios de glaciación-transgresión-regresión proporciona rasgos geomorfológicos únicos para esta región de Argentina. Una combinación inusual de formas costeras de submersión y rasgos litorales de emersión tectónica está presente a lo largo del Canal Beagle. En la costa atlántica, acantilados en rápida erosión y complejos sistemas intertidales han estado evolucionando continuamente desde los tiempos del Holoceno medio.

ESTRATIGRAFIA

Varlas unidades estratigráficas de génesis marina, tanto formales como informales, se han reconocido en la Tierra del Fuego argentina.

En La Misión, Auer (1959) y Markgraf (1980) han descrito depósitos de mareas entre -8.2 m y la superficie actual. Una datación radiocarbónica de 9300 +/- 180 (Markgraf, 1980), en la base de la secuencia marina, provee información acerca del nivel del mar en ascenso en la costa atlántica.

Codignotto y Malumián (1981) describieron la formación San Sebastián, compuesta de sedimentos marinos: gravas de cordones costeros y arcillas limosas grisáceas. Estos sedimentos y sus geoformas vinculadas sugieren un nivel del mar relativo de +8 m, o aún más, por encima del nivel actual. Los datos radiocarbónicos de valvas marinas procedentes de estos depósitos no son más antiguos de 2990 +/- 100 A.P. Estos depósitos representan una transgresión del Holoceno medio, que se hace evidente a lo largo de toda la costa atlántica argentina.

Varias unidades depositacionales no formales han sido reconocidas a lo largo del Canal Beagle (Figura 2). Las Capas Bahía Lapataia, Lago Roca, Alakush y Punta Pingüinos son distinguidas sobre la base de su elevación por encima del nivel del mar y sus fechados radiocarbónicos (Rabassa et al., 1986)

Estudios detallados de las secciones estratigráficas y los fechados radiocarbónicos han sido presentados por Porter et al. (1984) y Rabassa et al. (1986). Investigaciones en desarrollo en el Lago Roca por Sandra Gordillo (comunicación personal a J.R.) ha permitido la identificación de capas marinas al nivel actual del lago (+3.5 m s.n.m.), con una edad radiocarbónica sobre valvas de 7518 +/- 58 A.P. (NZ-7730). Este fechado confirma la persistencia de condiciones ambientales de fiordo en el Lago Roca por más de 3000 años radiocarbónico (Coronato y Rabassa, 1989).

AMINOESTRATIGRAFIA

Con anterioridad a los trabajos de Rabassa et al. (1988, 1989, 1990a) las técnicas de datación en base a aminoácidos no habían sido aplicadas en Tierra del Fuego a moluscos fósiles modernos. El propósito aquí es testear la utilidad de estas técnicas como un método de datación relativa y de estimación de edades absolutas, para comparar y evaluar la precisión de fechados radiocar-

bónicos y relaciones de aminoácidos, y establecer, de esta manera, una base de datos de aminoácidos para esta región. En este trabajo se presentan relaciones D/L de ácido aspártico de valvas de moluscos holocenos, recolectados en Punta Pingüinos, Bahía Lapataia y el Sitio Arqueológico YPF (Figura 1).

Una cierta variedad de especies fueron recolectadas para su análisis, de las diversas localidades, a los fines de comparar los resultados, y, de ser posible, comparar las tasas para las mismas especies en sitios de diferente edad. Aunque solamente han sido presentadas dieciséis relaciones de aminoácidos, los especímenes analizados aquí fueron de alta calidad, es decir, valvas enteras de apariencia fresca, que, con la excepción de sólo un espécimen, fueron consideradas como no retrabajadas.

Fueron analizados el umbo de las valvas de bivalvos y la columna central en gasterópodos. Los autores reconocen los problemas existentes en el uso de esta técnica, al obtener diferentes tasas para especies diferentes, así como diferentes tasas para diferentes partes de las mismas especies, en materiales de la misma edad. Para una revisión general de estos problemas véase Rutter et al. (1989). Sin embargo, en general, cuanto más joven es la muestra, más baja es la tasa de aminoácidos obtenida; por lo tanto, se estima que estas tasas son de utilidad en la reconstrucción cronoestratigráfica.

PROCEDIMIENTO ANALITICO

Las muestras fueron preparadas tal como se recomienda en Rutter et al. (1979), utilizando etanol acidificado y anhídrido pentafluoropropiónico para procesar los aminoácidos purificados obtenidos de las muestras de valvas. Cada muestra fue preparada solo una vez, a menos que se encontrara demasiado débil para su análisis; en este caso, fue preparada una segunda o tercera vez, con mayor cantidad de valvas. Este fue usualmente el procedimiento necesario con las muestras más antiguas.

Los aminoácidos fueron separados por cromatografía gaseosa, utilizando una columna capilar Chirasil-Val, con un programa de temperatura que asegura la resolución de la línea de base entre los picos D y L del ácido aspártico sobre el cromatograma. La mezcla standard fue analizada diariamente, las tasas D/L fueron calculadas y, de ser necesario, el programa de temperatura fue

ajustado para producir relaciones standard entre 0.9800 y 1.0500.

La precisión de la performance del instrumento fue comprobada por medio del análisis del estándar interlaboratorios para valvas marinas. Se encontró que las tasas se encontraban dentro del rango esperado de valores.

Cada muestra fue analizada tres veces. Se calcularon las tasas D/L para hasta siete aminoácidos, dividiendo las áreas pico integradas por la computadora, y luego dividiendo por la tasa estándar, para ajustarla por fluctuaciones en la performance del instrumento. No fue posible para el integrador calcular áreas pico precisas para todos los aminoácidos, en cada muestra. Las valvas con cantidades mayores de deterioro de threonina mostraron interferencia con los picos de alanina. Las valvas con una mayor concentración de serina, prolina, glicina, isoleucina, threonina y posiblemente aminoácidos tales como beta-alanina, produjeron cromatogramas con picos que oscurecían el pico de la D-leucina.

El aminoácido más adecuado resultó ser el ácido aspártico, el cual aparecía en una situación aislada en el cromatograma y, a menudo, se presentaba en concentraciones mayores que los otros aminoácidos. Las tasas presentadas aquí son de ácido aspártico.

Para cada tasa D/L de aminoácidos determinada, fue calculada la desviación standard para tres pasadas. Las desviaciones entre las distintas corridas puede ser calculado dividiendo la desviación estándar por la relación media D/L y multiplicando por 100.

RESULTADOS

Punta Pingüinos

En Punta Pingüinos, los moluscos fueron recolectados en gravas de playa procedentes de la terraza superior, a aproximadamente 8 m por encima del nivel medio del mar actual (Figura 1). La terraza superior ha sido datada en alrededor de 6000 años radiocarbono A.P., en base a correlación con terrazas marinas de altitud equivalente en Lago Roca, datadas radiocarbonicamente. Además, dos de las especies de moluscos fueron recolectadas en las playas modernas circundantes.

Sólo una especie de molusco puede ser comparada entre ambas localidades: *Mytilus edulis* (Figura 2). La relación D/L del ácido aspártico es 0.10 para la terraza superior y 0.04 para la playa moderna. El resto de las formas procedentes de la terraza superior varían entre 0.08 y 0.14, con la excepción de *Patinigera magallánica*, la cual arrojó valores de 0.33, el cual se juzga demasiado elevado para la edad de la playa. Se asume que ésta ha sido una valva retrabajada de una playa más antigua y, por lo tanto, debería ser descartada. El otro espécimen proveniente de la playa moderna, *Chlamys patritiae*, proporcionó una tasa de 0.01.

Bahía Lapataia

Solamente *Patinigera antiqua* fue recolectada de la localidad de Bahía Lapataia. Esta especie fue muestreada de una capa de arcillas verdosas de 30 cm. de espesor, entre dos capas de turba, aproximadamente a la misma posición, que han sido datadas radiocarbónicamente entre 7200 A.P. y 8200 A.P. (Figura 3).

Además dos especímenes de *Aulacomya magallánica* fueron recolectados de la superficie de un conchero arqueológico, a unos 100 m.

de distancia de la mencionada localidad estratigráfica. La edad de este conchero ha sido estimada en aproximadamente 1000 años A.P.

Las tasas obtenidas en las arcillas de Bahía Lapataia proporcionaron valores de 0.24 mientras que aquéllas del conchero antropogénico fueron de 0.05 y 0.06 (Tabla 1).

Sitio Arqueológico YPF

El sitio arqueológico YPF está ubicado en la parte septentrional de Tierra del Fuego, cerca de la terminal del oleoducto de YPF, sobre la costa sur de Bahía San Sebastián (Figura 1). Está situado en una pequeña albufera,

sobre el sector que mira hacia el mar. Tiene unos 300 m. de ancho y se encuentra sobre un cordón costero, el cual se eleva unos pocos metros por encima del nivel del mar actual. Este es el más interno de una serie de cordones que, progresivamente, decrecen en altura hacia el mar, cerca de 800 m hacia el norte. El sitio consiste en 60 cm de arena gruesa de playa con valvas, y una concentración de valvas de moluscos, interpretada como un conchero antropogénico, dentro de la unidad.

En las arenas de playa del sitio arqueológico y de la playa moderna, unos 800 m hacia el norte, fueron obtenidas muestras para el análisis de aminoácidos. Afortunadamente, dos especies han sido encontradas en ambas localidades: *Mytilus edulis* y *Patinigera magallánica* (Figura 2). Las dos especies proporcionaron una tasa D/L de 0.10 en el sitio arqueológico y de 0.03 y 0.02 en la playa moderna. Una tercera forma, *Aulacomya magallánica*, arrojó una tasa de 0.02.

Interpretación y conclusiones

Los resultados son consistentes y estimulantes, aun cuando el número de especímenes y aquellos de las mismas variedades provenientes de sitios de diferente edad son aún limitados. Las tasas de las playas modernas variaron entre 0.01 y 0.04, con un promedio de 0.02; el conchero antropogénico de 1000 años A.P., entre 0.05 y 0.06; el sitio de "6000 años A.P." en Punta Pingüinos, entre 0.08 y 0.14, con un promedio de 0.11; y la zona comprendida entre 7200 y 8200 A.P. arrojó una tasa de 0.24. Estas tasas de encuentran dentro del orden de magnitud esperado para los resultados presentados anteriormente en sitios holocenos, y menores que aquellos informados para localidades pleistocénicas en Tierra del Fuego septentrional, comúnmente por encima de 0.36 (Rutter et al., 1989).

Se concluye por lo tanto que las técnicas de datación por aminoácidos son útiles para determinar edades relativas aproximadas y para estimar las edades absolutas de los depósitos holocenos, así como para evaluar los fechados radiocarbónicos existentes para Tierra del Fuego.

5. ESTRATIGRAFIA PALINOLOGICA Y

CRONOLOGIA

El polen y las esporas de los taxones predominantes, que aparecen secciones estratigráficas datadas radiocarbónicamente en Puerto Harberton, Punta Pingüinos y Lapatala (Figura 1), permiten reconstruir la secuencia paleoambiental a lo largo del Canal Beagle por aproximadamente los últimos 15.000 años A.P.

Estos registros complementan a datos publicados e inéditos (Rabassa et al., 1986; Heusser y Rabassa, 1987; Heusser, 1989a, 1989b) provenientes de secciones tomadas en diversas localidades en proximidad al Canal Beagle.

Puerto Harberton

Este sitio es una turbera elevada, ubicada a 11.1 km a lo largo de la ruta al este de Puerto Harberton (lat. 54° 52' S; long. 67° 53' W). Bordeada por el bosque de fagáceas perennifolias y caducifolias (en su mayoría *Nothofagus betuloides* con *N. pumilio*; Moore, 1983), esta turbera circular de unos 10 m en altura mide unos 200 m de ancho. Su superficie está cubierta principalmente por el pequeño arbusto *Empetrum rubrum* y por *Sphagnum magellanicum*, con *N. antarctica* diseminado y arbustiforme. La estratigrafía sedimentaria de la sección (Figura 4) es la siguiente: 0-0.7m, turba detrítica conteniendo trizas de ceniza volcánica a 6.7 y 7.9 m; y 9.6-10.4 m, limos arenosos orgánicos que descansan sobre arenas guijarrosas.

Los niveles que contienen cenizas, datados en cerca de 10.000 y entre 7590 y 5640 años A.P., parecen correlacionar con cenizas volcánicas fechadas en 9380-8905 y 8600-4480 años A.P., en otros lugares de Tierra del Fuego (Auer, 1958). Su origen ha sido interpretado en la Isla Cook, el área volcánica más austral conocida en Tierra del Fuego (lat. 54° 57' S; long. 70° 15' W), casi 200 km al oeste en Chile (Martinic, 1988),—pero trabajos recientes de Stern (1990) han cuestionado esta interpretación (véase

Apartado 3). Las edades radiocarbónicas en niveles fechados (\pm 5 cm) en la sección de Puerto Harberton son: 1.0 m, 380 \pm 160 (QL-4163); 2.0 m, 2350 \pm 80 (QL-4164); 3.0 m, 3020 \pm 80 (QL-4230); 4.0 m, 3560 \pm 100 (QL-4166); 5.0 m, 4430 \pm 80 (QL-4167); 6.0 m, 5640 \pm 70 (QL-4168); 7.0 m, 7590 \pm 80 (QL-4170); 8.0 m, 10,000 \pm 100 (QL-4169); 8.3 m, 10,200 \pm 60 (QL-4250); 8.5 m, 11,160 \pm 100 (QL-4251); 9.0 m, 11,780 \pm 110 (QL-4171); 9.6 m, 13,000 \pm 80 (QL-4252); 10.4 m (\pm 10 cm), 14,670 \pm 300 años A.P. (QL-4279-80).

En esta sección han sido reconocidas tres zonas polínicas (Figura 4): zona 3 (14,670-10,000 a A.P.), zona 2 (10,000-5000 a A.P.), y zona 1 (5000-0 a A.P.). La zona 3, subdividida en tres subzonas, consiste en asociaciones de *Nothofagus-Empetrum-Gunnera-Gramineae-Cyperaceae* (3c, 14,670-13,000 a A.P.), *Gramineae-Tubuliflorae-Nothofagus* (3b, 13,000-11,500 a A.P.), y *Graminae-Cyperaceae-Empetrum* (3a, 11,500-10,000 a A.P.); la zona 2 y la zona 1 están caracterizadas por asociaciones de *Nothofagus-Gramineae-Polypodiaceae* y *Nothofagus-Empetrum*.

La vegetación implicada en la sucesión de asociaciones durante los aproximadamente 5000 años de registro en el Tardiglacial (zona 3) corresponde a una tundra crecientemente dominada por *Gramineae* a expensas de *Nothofagus*. Durante la primera parte de la secuencia (zona 3c), *Nothofagus* aumentó en su frecuencia, pero luego disminuyó, y finalmente no aparece representada en el registro (zona 3a). Las *Cyperaceae* de la secuencia, aunque en realidad un componente de la tundra, son probablemente derivadas localmente. En cambio, las proporciones cambiantes de *Empetrum*, *Acaena*, *Gunnera* y *Tubuliflorae*, todos ellos elementos de la tundra, probablemente representan ajustes en la composición florística de la comunidad, que tuvieron lugar durante esta tendencia general hacia la

dominación de la tundra (zona 3a).

La vegetación interpretada durante el Holoceno temprano (zona 2) es la correspondiente a bosque abierto de *Nothofagus*, intercalado con expansiones de estepa dominada por pastizales. La tendencia expresada a lo largo de cinco milenios por *Nothofagus* y por las *Polypodiaceae*, un taxón generalmente heliofílico, es hacia la reducción progresiva de espacios abiertos. Su causa es debida a la expansión de *Nothofagus* y el ensombrecimiento creciente creado por el cerramiento de las copas de los árboles, a medida que el bosque se convertía en selva pluviosa cerrada.

Tal como lo indican las cantidades significativas de carbón que aparecen en los sedimentos de esta sección en ese momento, los incendios impidieron posiblemente el avance del bosque y contribuyeron hacia el mantenimiento de la estepa.

El máximo desarrollo del bosque a lo largo del Canal Beagle fue aparentemente alcanzado durante los últimos cuatro milenios del Holoceno tardío, cuando *Nothofagus* alcanzó en forma consistente 75% o más de suma total de polen (zona 1). El contenido casi insignificante de *Gramineae* luego de 5000 años A.P. sugiere que las comunidades de la estepa, que hoy solamente aparecen en forma extensiva en Tierra del Fuego septentrional, más allá del límite del bosque, se hicieron muy restringidas, debido a la expansión de éste. Coincidentemente, *Empetrum* se incrementó, hasta cierto punto, sobre la superficie de la turbera. Un arbusto de diversas afinidades comunitarias, que aparece notablemente en la estepa y en la tundra, *Empetrum* es también heliófilo y devino excluido de los stands de *Nothofagus* del Holoceno tardío, a medida que las coronas arbóreas se cerraban, sombreando el suelo del bosque. Hasta pocos siglos atrás, los incendios aparentemente tuvieron poca influencia sobre la vegetación luego de alrededor del 5000

A.P., como lo sugiere la virtual ausencia de carbón en la mayor parte del segmento superior de la sección.

Punta Pingüinos

La sección estudiada en Punta Pingüinos (lat. 54° 51'S; long. 68° 20'W) está ubicada en un afloramiento a lo largo de la costa meridional de la Península Ushuaia, a unos 5 km. al sur de la ciudad de Ushuaia (Figura 1).

Las relaciones estratigráficas de esta sección han sido descritas por Auer (1959) y discutidas por Porter et al. (1984) y Rabassa et al. (1986), en lo concerniente a niveles del mar altos durante el Holoceno temprano. La sección, de 750 cm de espesor (Figura 5), fue medida en 1986 y fueron tomadas muestras para el análisis polínico y fechado radiocarbónico. Se observan dos capas de turba, la inferior de 0.30 m de espesor y la superior de 0.15 m, separadas por 0.10 m de arenas guijarrosas, que descansan sobre 0.45 m de arcillas. Un espesor visible de 2m de till alojado infrayace a estas capas, hasta descender al nivel superior de arenas de playa. La columna que suprayace a estos depósitos está conformada por: 0.60 m de arcillas laminadas, 3.50 m de gravas y 0.40 m de arenas eólicas edafizadas. El espesor real del till alojado en la base de la sección, por debajo del nivel de playa, es desconocido. Las muestras recolectadas por Auer (1970, 1974) de la turba superior fueron datadas en 7660 +/-100 y 7450 +/-100 años A.P. (Y-191). Los fechados adicionales de las muestras obtenidas en 1986 para las capas inferiores de turba han arrojado valores de 10,080 +/- 280 y 8100 +/-220 años A.P. (RL-1998, R1-1999) y para los horizontes orgánicos en las arcillas laminadas, 7095 +/-70 y 5930 +/-180 años A.P. (SI-6733, RL-2018).

Es importante destacar el significado histórico de esta localidad para el Cuaternario argentino, ya que los fechados radiocarbónicos realizados por el Laboratorio de la Universidad de

Yale (USA) para Vaino Auer (Auer, 1959), como se indicara más arriba, se encuentran probablemente entre los primeros fechados por Carbono-14 de muestras de la República Argentina, y quizás, de América del Sur. Nótese, en tal sentido, el muy bajo número de muestra correspondiente al Laboratorio de Yale, el cual indica que estos fechados fueron realizados en 1957-58, poco después que este método saliera de su fase experimental, desarrollado por W.F.Libby, entre 1946 y 1951 (Libby, 1955). Sin embargo, Auer (1959, p.21, p.32) informa que las muestras habían sido ya enviadas a dicho laboratorio, pero no da a conocer los resultados sino en trabajos posteriores (1970, 1974).

La estratigrafía de polen y esporas en Punta Pingüinos (Figura 5) ha sido dividida en las zonas polínicas 3, 2b, 2a, y 1. Las asociaciones polínicas identificadas son: zona 3, Polypodiaceae-Tubuliflorae-Empetrum-Gramineae-Nothofagus; zona 2b, Polypodiaceae-Acaena-Nothofagus-Gramineae; zona 2a, Myriophyllum-Acaena-Nothofagus-Gramineae y zona 1, Nothofagus-Gramineae-Plantago. Las tendencias observadas en el transcurso del registro siguen, con solo algunas modificaciones, las tendencias de los taxones en el Holoceno temprano, tal como fuera observado en Puerto Harberton (Figura 1, zona 2). La abundancia de Acaena (zonas 2b, 2a) y de la planta acuática Myriophyllum (zona 2a) en la turba sugiere una fase sucesional local resultante de la perturbación, posiblemente relacionada a los cambios hidrológicos como consecuencia de la elevación del nivel del mar. Las arcillas laminadas en la sección fueron interpretadas por Auer (1959) como estuáricas, teniendo en cuenta la presencia de valvas de mejillones (*Mytilus*) y fragmentos de hueso de ballena encontrados por este autor en la unidad mencionada (Auer, 1959). *Plantago maritima*, una planta de marismas costeras salinas (Moore, 1983), es la especie que presumiblemente está representada en la asocia-

ción polínica vinculada a estos niveles (*Plantago* sp., zona 1).

Lapataia

La localidad de Lapataia (lat.54°51'S; long.68°32'W) es una turbera elevada ubicada en el bosque caducifolio de *Nothofagus*, aproximadamente a 1 km. del fin de la ruta nacional 3 en Bahía Lapataia en el Parque Nacional Tierra del Fuego (Figura 1). La turbera, con una altitud de aproximadamente 20 m. s.n.m., tiene una extensión de unos 250 m x 150 m y está caracterizada por montículos irregulares formados por *Sphagnum magellanicum* y parcialmente cubiertos por *Empetrum rubrum* e infrecuentes arbustos de *N. antarctica*, con ejemplares de *Marsippospermum grandiflorum* que crecen en espacios intercalados. La litología de la sección (Figura 6) muestra restos de *Sphagnum* no humidificado hasta una profundidad de 2.5 m; restos de *Sphagnum* humidificado, 2.5-3.6 m; turba detrítica, 3.6-4.5 m; gyttja arcillosa, 4.5-5.1 m, debajo de la cual se encuentra arena. Los fechados radiocarbónicos para niveles escogidos de esta sección son los siguientes: 700 +/- 100 (RL-2020) a 1.0 m, 2300 +/- 220 (RL-2021) a 2.0 m, 2340 +/- 120 (RL-2023) a 2.5 m, 3170 +/- 120 (RL-2022) a 3.0 m, 8900 +/- 220 (RL-1999) a 4.3 m, 9860 +/- 240 (RL-2000) a 4.7 m, y 10,080 +/- (RL-2001) a 5.1 m.

Dos zonas de asociaciones polínicas, cada una de ellas subdividida en tres subzonas, son interpretadas a partir de la estratigrafía de polen y esporas (Figura 6): *Nothofagus* - *Empetrum*-Cyperraceas-Gramineas-Tubulifloras (zona 2c), Polipodiáceas - Gramineas - Acaena - Tubulifloras (zona 2b), *Nothofagus* - Gramineas - Tubulifloras - Polypodiaceas (zona 2a), *Nothofagus* - *Empetrum* (zona 1c), *Empetrum* - *Nothofagus* (zona 1b), and *Nothofagus* - *Empetrum* (zona 1a.). La zona 2 se estima que involucra el Holoceno temprano y parte del medio (10.000 - 500 A.P.), mientras que la

zona 1 comprende la porción más reciente del Holoceno medio y el Holoceno tardío (5.000 - 0 años A.P.).

La estratigrafía de polen y esporas en Lapataia, en general, paraleliza los cambios mayores del Holoceno, en donde se superpone con los registros de Puerto Harberton y Punta Pingüinos (Figuras 4 y 5). Gramíneas y otros taxones no arbóreos, en particular Acaena, Tubullifloras y Poypodiaceas, representan una estepa y bosque abierto expandidos en el Holoceno temprano (zona 2), en contraste con el complejo bosque turbera de *Nothofagus* y *Empetrum* del Holoceno tardío (zona 1). El pico singular de *Empetrum* en la zona 1b, atribuible a cambios locales en la comunidad de la superficie de la turbera, es un rasgo exclusivo de Lapataia. Los incendios, indicados por la cantidad de carbón, especialmente en la zona 2b y 2a del Holoceno temprano, fueron evidentemente un factor más importante en Lapataia que en Puerto Harberton. Mientras que la cantidad de carbón (expresada en $\mu\text{m}^2 \text{cm}^{-3}$) en Puerto Harberton es raramente cercano a 1×10^6 , en Lapataia es a menudo mucho más elevado y alcanza a 7×10^6 .

PALEOECOLOGIA DEL TARDIGLACIAL

Holoceno

El clima tardiglacial, de acuerdo a las implicancias que se desprenden de la estratigrafía de polen arbóreo versus polen herbáceo en Puerto Harberton (Figura 4), fue aparentemente más cálido luego de 14.670 hasta algún momento antes de 13.000 años A.P., y luego se hizo más frío, quizás fluctuando hasta aproximadamente 11.500 años A.P., cuando la inversión hacia condiciones más frías tuvo lugar hasta aproximadamente 10.200 años A.P. o antes. La porción de esta secuencia posterior a 13.000 años radiocarbono A.P. corrobora un registro polínico de 12.730 años radiocarbono de antigüedad, de la cercana Isla Navarino en Chile, en el cual tuvo lugar un cambio hacia clima más frío desde 11.850 años A.P., hasta aproximadamente 10.500 años A.P. Este episodio fue detectado por primera vez por Heuser y Rabassa (1987). Antes de 13.000 años

A.P., la depresión de la temperatura comparada con el presente fue quizás de 3°C , pero alcanzó $+3^\circ \text{C}$, luego de 13.000 años A.P. y fue aparentemente aún mayor, durante el episodio frío, cuando la tundra fue dominante, hacia el fin del Tardiglacial. Esta estimación fue obtenida aplicando una tasa promedio de 0.5°C cada 100 m, para las altitudes de la vegetación del bosque y de la tundra a lo largo del Canal Beagle, donde, de acuerdo a Moore (1975), el límite superior del bosque se encuentra en promedio entre 550-600 m.

Datos procedentes de otra fuente (Heusser, 1972) implican que la disminución de la temperatura fue de por lo menos $6-6.5^\circ \text{C}$ y que las condiciones de humedad disponibles eran también menores, determinando condiciones ambientales más secas. No es posible demostrar claramente hasta qué extensión la precipitación jugó un rol en la determinación de los cambios en la vegetación tardiglacial. Sin embargo, la humedad ambiente fue evidentemente mayor antes de 13.000 años A.P., para decrecer posteriormente.

El clima del Holoceno temprano a lo largo del Canal Beagle fue más templado que en la actualidad en una estimación de $1-2^\circ \text{C}$ y más seco en unos 100mm/año y quizás aún más, cuando otras condiciones, características del ecotono estepa-bosque, se encontraba en desarrollo (Zamora y Santana, 1979a). Durante el Holoceno tardío, cuando el clima se hizo más fresco y relativamente húmedo, la temperatura y precipitación anuales promedio, sobre lapsos prolongados, pueden haber variado $\pm 0.5^\circ \text{C}$ y $\pm 100 \text{ mm}$ (Zamora y Santana, 1979b; Santana 1984). Las condiciones relativamente frescas, húmedas y nubosas, que prevalecieron luego de 5000 años A.P. fueron favorables no sólo para el desarrollo del bosque cerrado de *Nothofagus*, sino también para la acumulación de turba de *Sphagnum* en las turberas elevadas de Puerto Harberton y Lapataia (Figuras 4 y 6). Las tasas de acumulación entre 10.000-5000 y 5000-0 años A.P. fueron de 4.40 cm/100 años, comparado con 11.66 cm/100 años en Puerto Harberton y 2.20 cm/100 años en relación a 8.00 cm/100 años en Lapataia o sea un incremento por factores de 2.6 a 3.6. Estudios más detallados (Rabassa et al., 1990c) ha demostrado que las tasas de acumulación parecen haber fluctuado en relación con la variación de las condiciones ambientales a lo largo del Holoceno.

El clima más cálido y el terreno abierto del Holoceno temprano fueron convenientes para los

viajes y la inmigración de los indígenas precedentes del continente. De acuerdo a Orquera y Piana (1987), cazadores del sector septentrional de la Isla Grande de Tierra del Fuego viajaron a pie a lo largo de la costa del Canal Beagle, ya hacia los 7000 A.P. y fueron seguidos luego, hacia 6000 A.P., cuando el clima se hizo más fresco, por cazadores y recolectores litorales que utilizaban canoas. Pero la tradición cazadora podría ser mucho más antigua en Tierra del Fuego meridional. El registro de carbón que se extiende en el tiempo hasta aproximadamente 10.000 años A.P. en Puerto Harberton y en Lapataia (Figuras 4 y 6, así como también en una sección de la sección de la Isla Navarino (Heuser 1989), sugiere que los incendios en esta región, en la supuesta ausencia de causas meteorológicas, fueron probablemente causada por aborígenes como prácticas de caza. La historia de los incendios naturales en Tierra del Fuego y Patagonia (Heusser, 1987) indicaría evidencia de la presencia humana en la región del actual Canal Beagle ya en el Tardiglacial.

CONCLUSIONES

El Holoceno del sector argentino de la Tierra del Fuego está caracterizado por las complejas interrelaciones entre un clima fluctuante, un paisaje de orígenes diversos, erupciones volcánicas espaciadas en el tiempo elevación tectónica continua, y ecosistemas terrestres altamente sensibles y vulnerables.

Esta revisión de investigaciones anteriores y propias en desarrollo permite presentar las siguientes conclusiones preliminares:

- a) Los tiempos tardiglaciales fueron caracterizados por condiciones climáticas rápidamente cambiantes, que forzaron el retroceso del glaciar Beagle y el desarrollo de un frente glaciar parcialmente flotante, ya sea en un lago proglacial o en el mar transgresivo.
- b) Por otra parte este mejoramiento climático permitió una rápida recuperación del bosque de *Nothofagus*, en épocas tan tempranas como 14,600 años A.P.
- c) Por lo menos dos episodios más fríos tuvieron lugar durante el período tardiglacial, siendo el último de ellos parcialmente sincrónico con el evento Dryas tardío ("Younger Dryas") del hemisferio Norte.
- d) El límite Pleistoceno - Holoceno, definido como 10.000 años C-14, es casi coincidente con la recesión final del hielo y con un rápido desarrollo de los ecosistemas fore-

stales de la región, luego de un marcado empobrecimiento de la vegetación entre 11.000 y 10.000 años A.P.

- e) El mejoramiento climático del Holoceno temprano empujó la rápida transgresión del mar. Las aguas del mar se encontraban ya en el Canal Beagle cerca o en el nivel del mar actual, a aproximadamente 8.000 años A.P. La condición de insalubridad de Tierra del Fuego fue alcanzada por lo menos en ese milenio, pero bien podría haberlo sido antes, si bien a cotas significativamente menores.
- f) La posición más elevada del nivel del mar relativo se alcanzó hacia 6.000 A.P. a unos +10.5 m por encima del nivel del mar actual, en Lago Roca. Playas marinas elevadas, más jóvenes aún sugieren una elevación continental continuada de la porción meridional de Tierra del Fuego, a lo largo de los Andes Fueguinos con un promedio de 1.5-2.0 mm/año para los últimos 8.000 años radiocarbono. Estas cifras pueden ser algo menores para el sector oriental del Canal Beagle.
- g) Los glaciares de montaña de los Andes Fueguinos muestran un mínimo de cinco fluctuaciones de sus márgenes durante el Holoceno. Estas fluctuaciones están relacionadas a oscilaciones climáticas, pero no se dispone aún de dataciones precisas. Sin embargo el reavance más joven se ha correlacionado con la "Pequeña Edad del Hielo" ("Little Ice Age") de Patagonia Septentrional, sobre la base de la ausencia de colonización vegetal sobre las morenas de circo.

AGRADECIMIENTOS

Las investigaciones que han conducido a la preparación del presente trabajo han sido financiadas por varios subsidios de CONICET (a J.R.), a través de la Comisión de Ciencias de la Tierra y del Departamento de Relaciones Internacionales, por los subsidios ATM 8308021 y ATM 8617154 de la National Science Foundation a New York University (a C.J.H.) y por los subsidios del Natural Science and Engineering Council of Canada (a N.R.).

Se agradece muy especialmente la colaboración en los trabajos de campo, tareas de gabinete y laboratorio y revisión del presente manuscrito a Andrea Coronato, Sandra Gordillo, Silvia Lendaro, Irma Belvideri, Silvia Leiva, Patricia Perucca, Sergio Fernández, Mónica Salemmé, Claudio Roig Elaine Stock.

BIBLIOGRAFIA

- Auer, V. 1958. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II. The history of the flora and vegetation, *Anales Academiae Scientiarum Fennicae. III. Geológica-Geographica*. 50:1-239.
- Auer, V. 1959. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part III. Shoreline displacement. *Anales Academiae Scientiarum Fennicae. III. Geológica-Geographica*. 60:1-247.
- Auer, V. 1970. The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part V. Quaternary problems of southern South America, *Anales Academiae Scientiarum Fennicae. III. Geológica-Geographica*. 100:1-194.
- Auer, V. 1974. The isorhythmicity subsequent to the Fuego-Patagonian and Fennoscandian ocean level transgressions and regressions of the latest glaciation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae. III. Geologica-Geographica*, 115:1-88
- Caldenius, C.Z. 1932. Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. *Geografiska Annaler*, 14: 1-164.
- Codignotto J.O. and Malumián, N. 1981 *Asociación Geológica Argentina Rev.*, 36(1): 44-88.
- Coronato A. 1990. Analisis de fábrica, forma y redondamiento de clasto en depósitos glaciares para la determinación de la génesis de geoformas en un ambiente de la glaciación múltiple, valle del Arroyo Grande, Tierra del Fuego. *Acta III Reunión Argentina de Sedimentología*, p.94-99, San Juan.
- Coronato, A. y Rabassa, J. 1989. Lago Roca, Tierra del Fuego: fotointerpretación de un fiordo de historia geomorfológica compleja. *Primer Simposio Argentino de Teledetección, Resúmenes*, p.10, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Heusser, C.J. 1972. On the occurrence of *Lycopodium* province of Osorno, *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 99: 178-184.
- Heusser, C.J. 1987. Fire history of Fuego-Patagonia. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 5: 93-109.
- Heusser, C.J. 1989. Late Quaternary vegetation and climate of Southern Tierra del Fuego. *Quaternary Research*, 31: 396-406.
- Heusser, C.J. y Rabassa J. 1987. Cold climatic episode of Younger Dryas age in Tierra del Fuego. *Nature* 328: 609-611.

- Libby, W.F. 1955. Radiocarbon dating. University of Chicago Press Chicago.
- Markgraf, V. 1980. New data on the late - and postglacial vegetational history of La Misión, Tierra del Fuego, Argentina. in: *Proced. VI Inter.Palynol.Conf. Lucknow, India* 3: 68-74.
- Martinic, B., M. 1988. Actividad volcánica en la región de Magallanes, *Revista Geologica de Chile*, 15: 181-186.
- Meglioli, A. inédito. Glacial geology of Southernmost Patagonia, the Straits of Maellan and Northern Tierra del Fuego. Ph.D Dissertation, Department of Geological Sciences, Lehigh University. Bethlehem, Pennsylvania, Usa inédito.
- Meglioli, A.: Evenson, E. y Rabassa, J. 1990. Multiple Relative and absolute dating techniques applied to the glacial history of Tierra del Fuego. *Geological Society of America Abstracts, Northeastern Section*, 22(2):55.
- Morner, N.A. 1987. Sea level changes and tectonics in Tierra del Fuego. *INQUA Neotectonics Commission Bulletin*, 10:31. Stockholm.
- Moore, D.M. 1975. The alpine flora of Tierra del Fuego. *Anales del Instituto Botánico Antonio José Cavanilles*, 32: 419-440.
- Moore, D.N. 1983. *Flora of Tierra del Fuego*. Owstry, Nelson 396 pp.
- Orquera, L.A. y Piana, E.L. 1987. Human littoral adaptation in the Beagle Channel region: the maximum possible age. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 5: 133-162.
- Porte, S.C. 1981. Pleistocene glaciation in the southern Lake District of Chile. *Quaternary Research*, 16: 263-292.
- Porte, S.C. ; Stuiver, M. y Heusser, C.J. 1984. Holocene sea-level changes along the Strait of Magellan and Beagle Channel, southernmost South America. *Quaternary Research*, 22:59-67.
- Porte, S.C. 1990. Character and ages of Pleistocene drifts in a transect across the Strait of Magellan. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, 7: 39-54. A.A. Balkema Publishers, Rotterdam.
- Rabassa J. 1987. Lago Roca, Tierra del Fuego: The hisghest Holocen marine beach in Argentina. 16CP-Project 200, "Late Quaternary Sea-level Correlation and Applications", Abstracts, p.21, Dalhousie University-NATO Avanced Study Institutes Programme, Halifax.

- Rabassa, J. ; Heusser, C.J. y Stuckernrath, R. 1986. New data on Holocene sea transgression in the Beagle Channel: Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 4: 291-309.
- Rabassa, J.: Heusser, C. y Reuter, N. 1988. El holoceno de Tierra del Fuego, Argentina. Simposio Internacional sobre el Holoceno de América del Sur, Resúmenes Paraná, Entre Ríos, Noviembre 1988.
- Rabassa, J.: Heusser, C. y Reuter, N. 1989. El holoceno de Tierra del Fuego, Argentina. Simposio Internacional sobre el Holoceno de América del Sur, Resúmenes Expandidos , M.Iriondo y C. Ceruti, editores, Paraná, Entre Ríos.
- Rabassa, J.: Heusser, C. y Reuter, N. 1990a. Late-Glacial and Holocene of Argentine Tierra del Fuego. *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, 7: 335-360.
- Rabassa, J.: Serrat, D.; Martí, C. y Coronato, A. 1990b. El Tardiglacial en el Canal de Beagle. Tierra del Fuego Argentina. XI Congreso Geológico Argentino, Actas, en prensa San Juan.
- Rabassa, J.: Heusser, C. y Coronato, A. 1990c. Tasas de acumulación en turberas de los Andes de Tierra del Fuego y Patagonia (Argentina y Chile) durante los últimos 43.000 años. *Actas III Reunión Argentina de Sedimentología*, p.229-234, San Juan.
- Reuter, N.W., Crawford, R. y Hamilton, R. (1979). Dating methods of Pleistocene deposits and their problems. IV: Amino Acid Dating Techniques. *Geoscience Canada*, 7: 122-128.
- Reuter, N. W., Schnack, E.J., Fasano, J.L., Isla, F.I. del Río, J. y Radtke, U. (1989). Correlation and dating of Quaternary littoral zones along the Patagonia coast Argentina. *Quaternary Science Reviews*, 8: 213-234.
- Santana, A., 1984. Variación de las precipitaciones de 97 años en Punta Arena como índice de posibles cambios climáticos. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 15: 51-60.
- Stern, C. 1990. Tephrochronology of Southernmost Patagonia. *National Geographic Research*, vol.6.
- Zamora M., E. y Santana A., A. 1979a. Características climáticas de la costa occidental de la Patagonia entre las latitudes 46°40' y 56°30' S. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 10: 109-144.
- Zamora M., E. y Santana A., A. 1979b. Oscilaciones y tendencias térmicas en punta Arenas entre 1988 y 1979. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 10: 145-154.

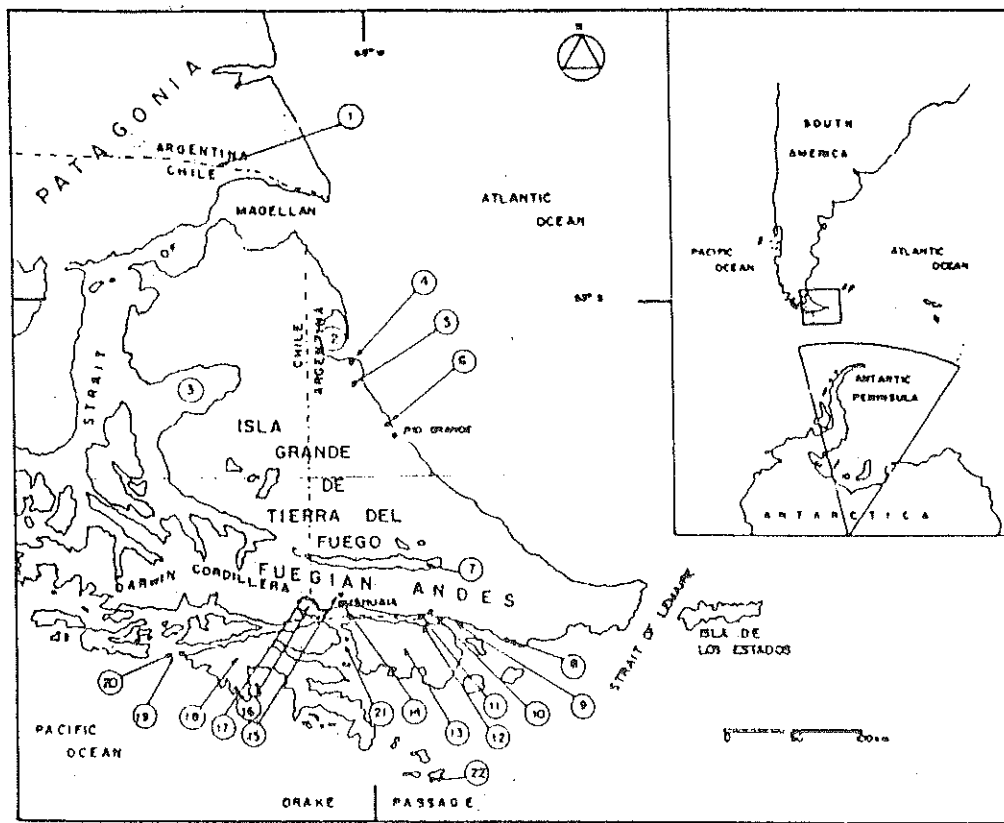


FIG. 1 - Mapa de ubicación. Localidades citadas en el texto:
 1. Monte Aymond; 2. Bahía San Sebastián; 3. Bahía Inútil; 4. Sitio arqueológico YPF; 5. Estancia La Sara; 6. La Misión;
 7. Lago Fagnano; 8. Punta Moat y Río Moat; 9. Canal de Beagle;
 10. Puerto Harberton; 11. Isla Gable; 12. Puerto Williams; Caleta Róbalo; 13. Isla Navarino; 14. Sitio Punta Pingüinos;
 15. Valle Andorra; 16. Sitios Lapataia, Parque Nacional de Tierra del Fuego; 17. Lago Roca y Sitio Alakush; 18. Isla Hoste;
 19. Monte Cook, Isla Cook; 20. Canal Beagle, entrada occidental; 21. Canal Murray; 22. Cabo de Hornos.

NORTHERN TDF	REGION OF THE BEAGLE CHANNEL AND FUEGIAN ANDES		AGE ¹⁴ C yr B.P.	D/L AMINO ACID RATIO	LITTLE ICE AGE
SAN SEBASTIAN FM	PUNTA PINCUAROS BEDS ALARCON BEDS LAGO ROCA BEDS LAPIDINA BAY BEDS	TEPHERA I	< 500 1,400 2,500	0.05 / 0.15	H O L O C E N E
		TEPHERA II	4,000 5,500 5,950 7,850 9,500 10,000		L O C E N E
NON G L A C I A T E D	PENINSULA USHUAIA DRIFT	ANDORRA DRIFT	> 9,100 > 9,300 > 10,080 > 10,080 ? 12,000		* YOUNGER DRYAS * LATE GLACIAL
		PISTA DE SKI DRIFT	> 12,700 > 13,500 > 14,800 = 18,000		LATE PLEISTOCENE (WISCONSINAN)
SARA FM	MARINE SHELLS PICKED UP BY THE ICE	?	> 43,000 ? 120,000	= 0.60	SANGAMONAN INTERGLACIAL
TAPERA SUR DRIFT	LENNOX DRIFT		?		EARLY TO MIDDLE PLEISTOCENE
(more than one unit?)	OLDER GLACIATIONS ?				ILLINOISAN OR OLDER
CULLEN FM			2.2 Ma		LATE PLEISTOCENE

FIG. 2 - Esquema de correlación estratigráfica para el Cuaternario de la Tierra del Fuego argentina.

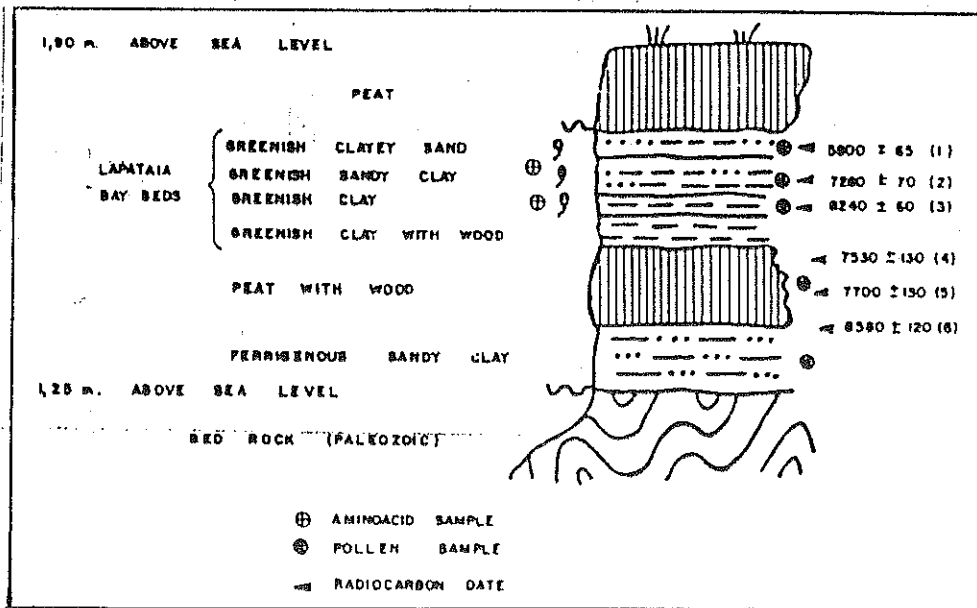


FIG. 3 - Sección estratigráfica de Bahía Lapataia, mostrando los niveles fechados con aminoácidos y radiocarbono.

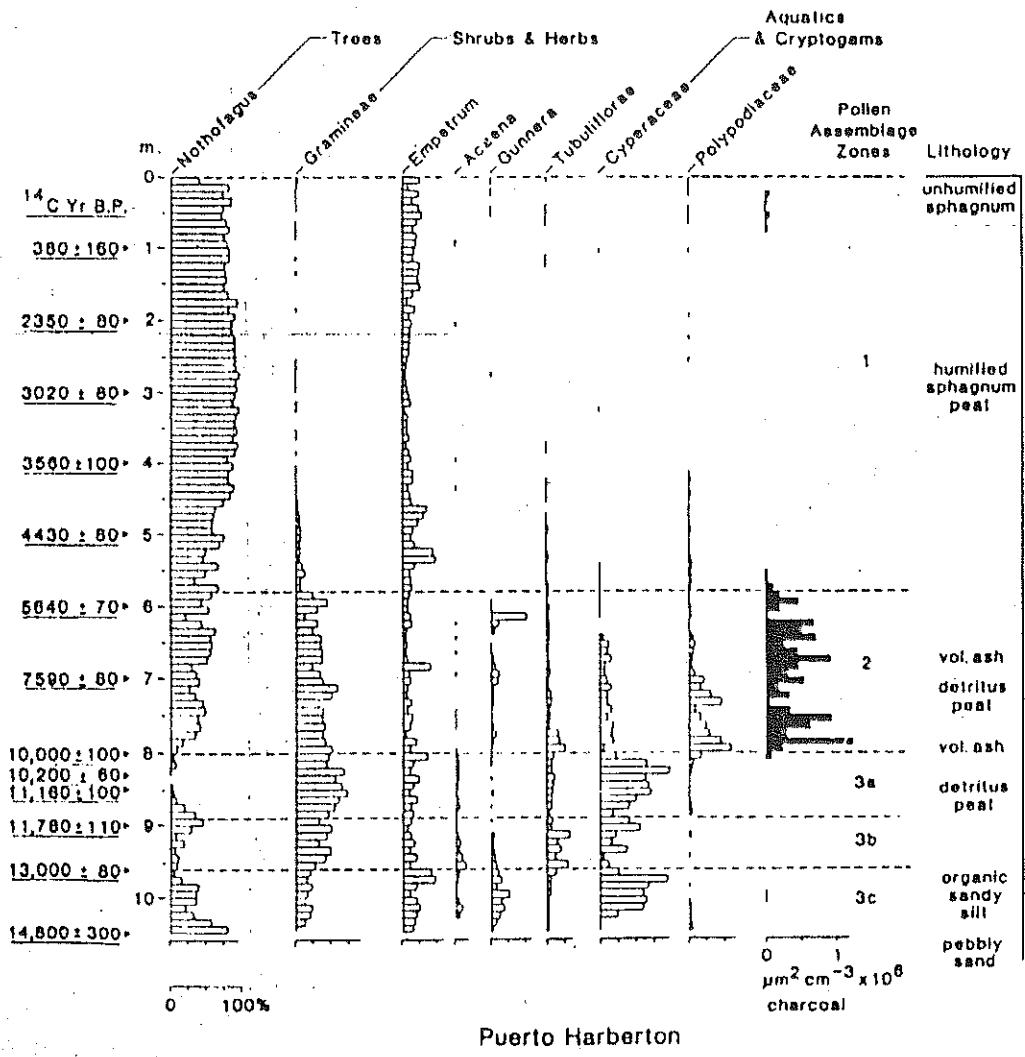


FIG. 4 - Estratigrafía de polen y esporas, abundancia de carbón, litología y cronología del perfil de Puerto Harberton.

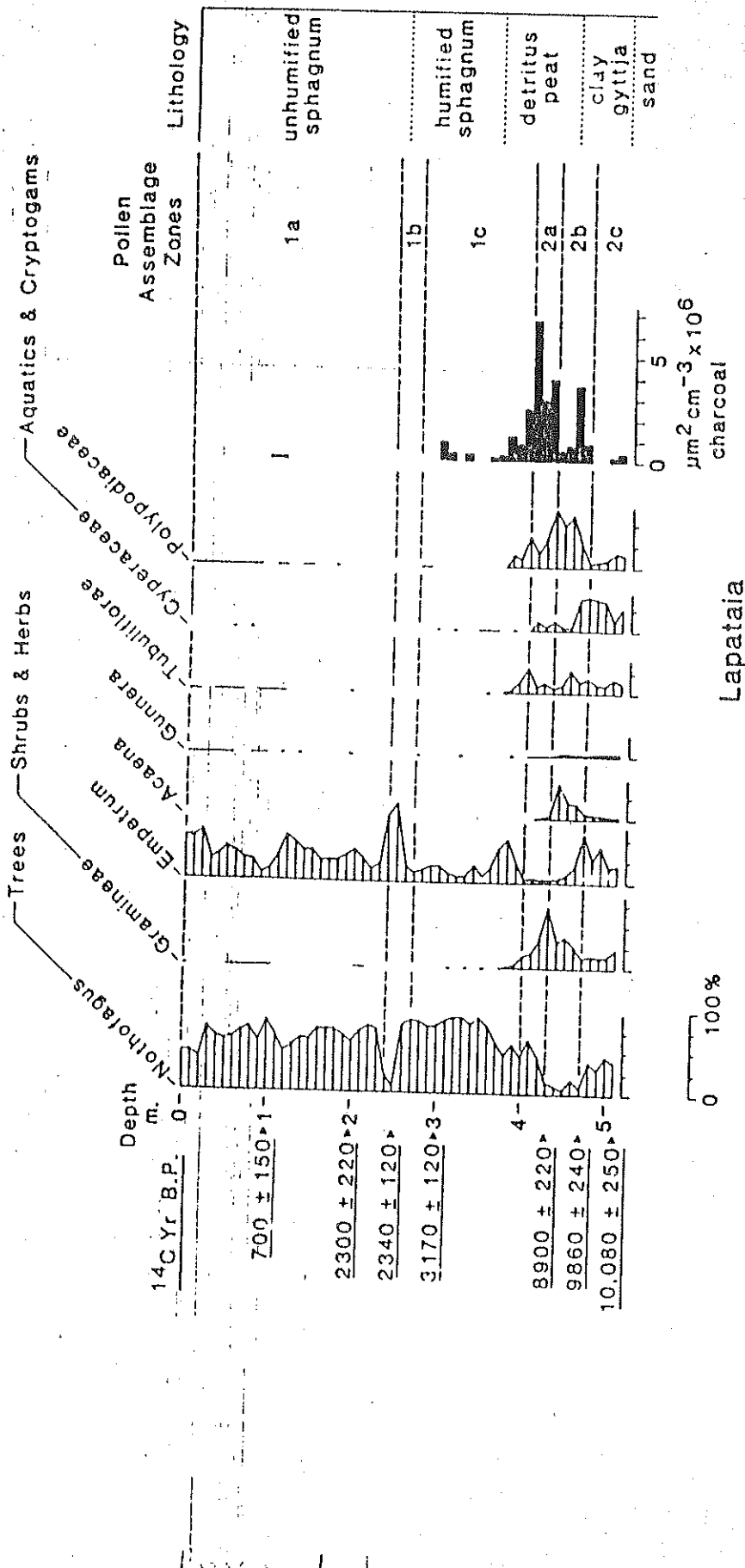


FIG. 5 - Estratigrafía de polen y esporas, abundancia de carbón, litología y cronología del perfil de Lapataia.