



PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
GOBERNACION

---

ANALES  
DE LA  
COMISION DE INVESTIGACION  
CIENTIFICA



VOLUMEN VII

LA PLATA

1966

## COMISION DE INVESTIGACION CIENTIFICA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

### SU ORIGEN

La *Comisión de Investigación Científica* fue creada en la ciudad de La Plata por decreto especial el 5 de diciembre de 1956 para mejorar, fomentar, coordinar y adaptar la investigación científica y tecnológica con el objeto de hallar solución a apremiantes necesidades inmediatas y a intereses vitales de la provincia de Buenos Aires. Aunque el Gobierno provincial aporta fondos requeridos, C. I. C. es un instituto autárquico que goza de las más amplias facultades para llenar su cometido. Con la subvención del gobierno C. I. C. costea sus servicios de investigación y laboratorios propios y constantemente toma las providencias necesarias para facilitar ayuda organizada y proporcionar sistemático estímulo por medio de subsidios adecuados y la provisión de equipos modernos a pequeñas instituciones acreditadas y a estudiosos competentes que deseen realizar trabajos de investigación en alguna rama de la ciencia o de la tecnología. C. I. C. también concede becas a investigadores y a especialistas, dentro y fuera del país, según sus necesidades.

Desde el momento de la creación de C. I. C., se contó con las facilidades indispensables para la realización de estudios especializados como consecuencia de un comprensible apoyo oficial de las autoridades superiores del Gobierno provincial. El resultado es satisfactorio. Desde el comienzo, no obstante, se sintió la necesidad de un órgano oficial de difusión. Y así surgió *Anales*.

### OBJETO DE ANALES

*Anales* contiene informaciones útiles y la solución de problemas técnicos y científicos elucidados por centros e instituciones de investigación y por investigadores privados que han trabajado dentro del ámbito de la provincia de Buenos Aires bajo los auspicios de C. I. C.

Aunque *Anales* se preocupa principalmente por la solución de problemas concretos de interés provincial, los artículos de investigadores de otras zonas también tienen cabida en sus páginas, cuando impliquen adecuado conocimiento científico o tecnológico regional o para el país.

Los artículos sobre trabajos realizados en cualquier punto del mundo también podrán publicarse, en castellano, siempre que tengan importancia para el conocimiento científico y técnico en general.

Las contribuciones que se envíen para su publicación en *Anales* han de ser trabajos originales e inéditos, que no tengan comienzo de publicación en otros órganos ni excluyan las conclusiones que hacen al íntegro objeto del estudio presentado.

*Anales* aparece al término de cada año.

### ITS RISE

The *Commission for Scientific Investigation* was created in the City of La Plata by special edict on 5th. december 1956 to improve, promote, coordinate and adjust, scientific and technological research so as to find an answer to the immediate pressing needs and vital interests of the Province of Buenos Aires. Although the Provincial Government, supplies the requisite means. C. I. C. is an autonomous body and performs its duties with a free hand no undue official constraint. By means of the Government grant C. I. C. maintain its own research services and laboratories and is constantly taking adequate measures to ensure organized aid and systematic encouragement in the way of financial support and the provision of up-to-date equipment to accredited small group institutions and competent scholars seeking to do research work in any of the various branches of science and technology. C. I. C. also awards scholarships to research workers and specialists, at home or abroad, according to their needs.

An soon as C. I. C. came into being all kinds of facilities for active research work in any field were available forthwith thanks to the insight and the unreserved patronage of the Provincial Government. The results, so far, are quite satisfactory. Right from the beginning, however, the advisability of bringing out oficial publication was strongly felt. An *Annals* was designed.

### OBJECT OF ANNALS

*Annals* assembles reports and the solution of technical and scientific problems undertaken by learned societies, research institution and private individuals within the area of the Province of Buenos Aires under the auspices of C. I. C.

Although *Annals* is primarily concerned in the solution of concrete problems of interest to the province, articles by research workers in other regions also have a place in its pages, providing their factual contents are likely to increase the knowledge of the country.

Articles bearing upon the study of significant technical and scientific work accomplished at any point of the world are most welcome too, and are published in Spanish.

All contributions submitted for publication must be original and complete in themselves, and should not have been published before, whole or in part, anywhere else.

*Annals* appears at the end of each year.



PROVINCIA DE BUENOS AIRES  
GOBERNACION

---

**A N A L E S**  
DE LA  
COMISION DE INVESTIGACION  
CIENTIFICA

VOLUMEN VII

LA PLATA

1966

# PROVINCIA DE BUENOS AIRES

---

GOBERNADOR

General FRANCISCO A. IMAZ

MINISTRO DE GOBIERNO

Dr. ALBERTO FRANCISCO CANESTRI

MINISTRO DE ECONOMIA

Dr. JOSE MARIA DAGNINO PASTORE

MINISTRO DE OBRAS PUBLICAS

Ing. Civil CONRADO ERNESTO BAUER

MINISTRO DE BIENESTAR SOCIAL

Dr. JORGE DARIO PITTALUGA

MINISTRO DE EDUCACION

Dr. ABEL CALVO

MINISTRO DE ASUNTOS AGRARIOS

Sr. PABLO JULIO OTTO GRUNBAUM

MIEMBROS DE LA COMISION  
DE INVESTIGACION CIENTIFICA

---

PRESIDENTE INTERINO

Dr. MARTIN VUCETICH

VOCALES

Dr. REYNALDO PEDRO CESCO

Dr. ANGEL V. BORRELLO

Dr. ROBERTO MERCADER

Ing. Agr. BENNO J. C. SCHNACK

SECRETARIO

Dr. LUIS A. BONTEMPI

## **CADENAS ANDINAS Y CADENAS ALPINAS: OBSERVACIONES SOBRE LA GEOLOGIA DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES EN EL PARALELO DE LA ARGENTINA CENTRAL**

Por JEAN AUBOUIN (\*) y ANGEL V. BORRELLO (\*\*)

### **RESUMEN**

Los autores han viajado por los Andes (1965) y los Alpes (1966) a fin de tener una idea conjunta de índole geotectónica que permita brindar los resultados de una comparación reciente sobre la organización y desarrollo de ambas estructuras.

Los Alpes se adecuan al régimen ortogeosinclinal clásico por su evolución y magmatismo. Los Andes en la Argentina central y Chile, vecino, aparecen como un marginal ambiente liminar (Argand), pericratónico. Una afinidad es evidente entre ambas cadenas especialmente en lo que concierne a la deformación pliocuaternaria que afectara a las mismas con la formación de cuencas falladas rellenadas con series terrígenas potentes.

Son analizados los aspectos estructurales de la región andina de Mendoza y Neuquén correspondiente a la Cordillera Principal y expuestos los caracteres salientes de su tectónica de zócalo con sistemas de fallas en compresión (Paleógeno-Mioceno) y sistemas similares en extensión (Plio-Cuaternario). Una rápida visión de la estratigrafía sirvió de base a la exposición tectónica.

Fueron señalados los rasgos geológicos de la Precordillera, Cordillera Frontal y Cordillera Costanera de Chile que se asocian al substratum de la Cordillera Principal.

Se analizan en el trabajo paralelamente algunos caracteres paleogeográficos que interesan para la historia del continente sudamericano.

### **ABSTRACT**

The present authors have visited the Andes (1965) and the Alps (1966), in search of the geotectonical data necessary for the comparison of the evolution and development of these structures.

---

(\*) Laboratorio de Geología General, Facultad de Ciencias, Sorbona, París.

(\*\*) División Geología, Facultad de Ciencias Naturales, La Plata, Argentina.

Taking into account the evolution and magmatism, the Alps pertain to the classical orthogeosyncline regime. While the Andes, in central Argentina and neighbouring Chile appear as a pericratonic, marginal, liminal environment (Argand). These two mountain chains show certain resemblances, especially concerning the plio-quaternary deformation that effected both with the development of fault basins filled with thick terrigenous series.

A structural analysis has been made in the Andean region of Mendoza and Neuquen which belongs to the Cordillera Principal and the salient features, regarding the substratum's tectonic with its corresponding compression (Paleogene-Miocene) and extension (Plio-Cuaternario) fault systems, are put forward. The tectonic exposition is based on a rapid stratigraphical observation.

The geological features that associate the Precordillera, Cordillera Frontal and Cordillera Costanera with the substratum of the Cordillera Principal, are pointed out.

This paper also deals with certain paleogeographical aspects that are important for the Southamerican continent's history.

#### PRIMERA PARTE

#### INTRODUCCION

La Cordillera de los Andes, uno de los sistemas montañosos más interesantes del globo, bordea la faja occidental de los cratones de América del Sud y se conecta al Norte con el sistema Caribe, de dirección O-E, a partir de Venezuela y al Sud, con el sistema que desde Tierra del Fuego a la Tierra de Graham por las Georgia del Sud y las Orcadas del Sud, forma un arco comparable al de los Caribes (las "Antillas meridionales" de E. Suess). En su parte principal toma la dirección N-S, siempre con una desviación al nivel de Perú meridional y de Bolivia que corresponde al ensanchamiento máximo de la cadena. De esta suerte, en Argentina y Chile, forma un conjunto bien individualizado donde se encuentran, por otra parte, las máximas alturas (Aconcagua, 7.040 m).

Este magnífico edificio debe sus alturas, esencialmente, a una tectónica de fracturas, reciente, sobre todo Plio-Cuaternaria, caracterizada por dos juegos de fallas en extensión, clásicamente acompañadas de desplazamientos horizontales laterales (desenganches) importantes; este último carácter ha sido admitido antes que demostrado, según el ejemplo precedente de California. Pero, anteriormente, en el curso del Mesozoico y del Terciario, conoció una evolución característica de un *ciclo andino* sensiblemente contemporáneo del *ciclo alpino*, en tanto que son numerosos los trazos de ciclos preandinos habiendo deformado los terrenos paleozoicos y más antiguos, anteriormente al Triásico: la orogénesis hercínica fue sin duda alguna, importante en ciertos sectores; pero ignoramos el papel *exacto del ciclo caledónico*, suponiendo que hubiere habido

uno. En todo caso, es necesario separar bien el ciclo andino de los ciclos anteriores a fin de tratar la parte que es original de la evolución mesozoica y terciaria de la Cordillera.

### I — El antepais

1. En la región considerada, el cratón sudamericano está dividido en dos por una cadena hercínica de dirección SE-NO encontrándose los testimonios en la parte sur de la provincia de Buenos Aires: Sierra de la Ventana (1.243 m) al Norte de Bahía Blanca donde se encuentra el remanente más importante, afectada por un intenso plegamiento alabeado hacia el Nordeste, de edad hercínica tardía dado que deforma las capas del Pérmico inferior. Las formaciones de la Sierra de la Ventana son sucesivamente, sobre el Precámbrico: en discordancia, un Silúrico representado primero por conglomerados de base y alrededor de 1.500 m de cuarcitas (Grupo Curamalal): en transgresión sobre el Silúrico, un Devónico inferior bajo forma de 1.200 m de gravas, cuarcitas, grauvacas (Grupo de la Ventana); en transgresión sobre el Devónico, un Pérmico inferior representado por más de 4.000 m de sedimentos terrígenos (Grupo de Pillahuincó) comprendiendo sucesivamente alrededor de 800 m de psamitas y cuarcitas que pasan a tilitas (Formación Sauce Grande), 300 m de lutitas calcáreas (Formación Piedra Azul), alrededor de 3.000 m de areniscas y lutitas con *Glossopteris*, *Gangamopteris* y *Eurydesma* en la base (Formación Bonete), *Glossopteris* y *Gangamopteris* solamente en la cima (Formación las Tunas).

La Sierra de la Ventana forma parte del sistema tectónico de la provincia de Buenos Aires (A. V. Borrello, 1965) que comprende (fig. 1): dos cadenas evidenciadas por dos juegos de fallas, la Sierra de la Ventana que ya hemos citado y la Sierra de Tandil (524 m), ésta formada simplemente por cuarcitas ordovícicas, transgresivas sobre el Precámbrico, que han quedado horizontales; dos depresiones sedimentarias ocultas a la observación pero reveladas por los sondeos y los estudios geofísicos: la fosa del río Salado al Norte, rellena por 6.000-7.000 m de sedimentos correspondiendo 3.000-4.000 m. de Paleozoico y 2.000-3.000 m de Terciario con un poco de Mesozoico; la fosa del río Colorado al Sur, de la misma naturaleza. Esta disposición corresponde por lo tanto a una evolución relativamente reciente superpuesta a una evolución hercínica testimoniada esencialmente por la Sierra de la Ventana.

2. Se oponen así al Norte un escudo brasileño del que aflora la parte sur en la Argentina septentrional y en Uruguay, y un escudo patagónico que constituye el resto de Argentina meridional.

El conjunto forma el antepais de la Cordillera en la que se encuentran singulares series paleozoicas en las provincias de Mendoza y San Juan que se ubican en el alineamiento del sistema hercínico de la provincia de Buenos Aires, en tanto que al Norte, como al Sud, la Cordillera parece enfrentar directamente el zócalo precámbrico. Tenemos pues la impresión que el ciclo andino se ha dispuesto oblicuamente por relación con las direcciones del ciclo hercínico; pero ante todo de los argumentos, sólo se tienen indicios.

Estos dos escudos atestiguan una gran estabilidad en el transcurso de los tiempos fanerozoicos: la cubierta sedimentaria primaria, secundaria o terciaria, ha quedado horizontal. En el transcurso del ciclo andino (Mesozoico y Cenozoico), los grandes acontecimientos fueron: grandes derramamientos basálticos de origen fisural del Trias-Jurásico sobre inmensas superficies del Brasil meridional y vulcanismo ácido; la primera transgresión marina del Cretáceo medio a superior sobre la costa nordeste de Brasil y en el límite Cretácico-Terciario sobre el borde nordeste del escudo patagónico, primeros indicios de la existencia de un Atlántico sur que nada indica hasta entonces (1).

## II — La Cordillera

1. Los hundimientos plio - cuaternarios determinan en la Cordillera una serie de depresiones submeridionales que permiten distinguir satisfactoriamente de Este a Oeste:

- una *Cordillera Costanera* que bordea el Pacífico en Chile;
- una *Cordillera Principal* que, en el límite entre Chile y Argentina presenta las alturas máximas (6.000 m del centro al Norte-Aconcagua, 7.040 m y 3.000 m hacia el Sur);
- una *Cordillera Frontal*, desarrollada solamente hacia el Norte a partir de San Rafael (5.000 m de altura media);
- una *Precordillera*, aún más septentrional, a partir de Mendoza (4.000 m de altura media);
- finalmente, más al Norte, a partir de La Rioja, las deformaciones afectan el antepaís fuera de la Cordillera: así se tienen las *Sierras Pampeanas*, generalmente de vastos pliegues simples (teniendo 4.000 m y más de altura).

En consecuencia, la Cordillera se hace más estrecha (de aproximadamente 600 km a menos de 200 km) y más baja (de más de 6.000 m a menos de 3.000 m) de Norte a Sud; esta inflexión axial está señalada por la inmersión progresiva de la costa chilena que se convierte en un archipiélago a partir del paralelo 42° L. S. Las direcciones estructurales se mantienen siempre y, por ejemplo, la isla Chiloe está separada de la costa por la prolongación del *valle longitudinal* hundido (ef. infra).

La Cordillera Costanera y la Cordillera Principal están particularmente bien individualizadas en la comparación considerada: una vasta depresión limitada por fallas, rellena por varios millares de metros de sedimentos del Plio-Cuaternario, de un ancho medio de 50 km, escasos, sobre más de 1.000 km de largo, de Santiago de Chile

---

(1) Esto se explica por pertenecer los escudos sudamericanos al "continente de Gondwana", lo que evidencia analogías de las series sedimentarias con las de Africa meridional, como la presencia de tillitas en el Permo-Carbonífero de la Sierra de la Ventana y también según veremos en la Precordillera de Mendoza. Desde este punto de vista, el Atlántico sur nace por distensión del Mesozoico, muy tardíamente.

Igualmente, notaremos que los vastos derramamientos de basaltos fisurados, a partir del Triásico, son un rasgo común en la historia de los diferentes continentes nacidos del Condwana, bien comprendidos en el cuadro de una distensión.

al Norte a Puerto Montt al Sud y, sin duda, más allá: es el "valle longitudinal" de Chile.

La Cordillera Frontal está separada de la Precordillera por una serie de depresiones también destacadas aunque de menor importancia; se trata más exactamente de una sucesión de cuencas plio-cuaternarias limitadas por fallas y más o menos diferenciadas una de otras: cuencas de Uspallata, de Calingasta, etc. (lámina fuera de texto, E, G).

Como veremos, son la *Cordillera Costanera* y la *Cordillera Principal* las que forman el edificio andino propiamente dicho; la *Cordillera Frontal* y la *Precordillera* están, efectivamente constituidas por terrenos preandinos (Paleozoico de la Precordillera) o intermedios entre los ciclos preandinos y el ciclo andino (Triásico que forma lo esencial de la Cordillera Frontal donde muestra a veces su substratum paleozoico, y que se encuentra esporádicamente en la precordillera coronando el Paleozoico, sobre la cumbre). En el fondo, *la Precordillera y la Cordillera Frontal son paneles del antepaís elevados (hasta los 6.000 m) por la tectónica de fallas plio-cuaternarias.*

2. Hacia el Sur, el sistema considerado pasa la *Cordillera Patagónica* que hace la transición con el sistema de Tierra del Fuego y las Orcadas, de tal suerte que las direcciones paleogeográficas, sensiblemente N-S, son algo oblicuas en relación a este edificio montañoso, orientado ligeramente NNE-SSO. Así, de Norte a Sur, la cuenca mesozoica de la Cordillera aparece en la Argentina un poco al Norte del Aconcagua y se desenvuelve ampliamente antes de terminarse hacia el Sur en la provincia de Neuquén; de la misma forma, los terrenos de la Cordillera Costanera van a formar la cadena faltante a partir del mismo paralelo de Neuquén (región de Bariloche, por ej.) ya que, más al Sur, a continuación, sobre la vertiente chilena, después ganando progresivamente la vertiente argentina, se desarrolla el nuevo sistema de la Cordillera Patagónica.

Es así que el sector analizado en la presente nota corresponde a un edificio autónomo, de una longitud alrededor de los 1.000 km, donde la tectónica de fallas plio-cuaternarias ha elevado partes características del ciclo andino (Cordillera Costanera, Cordillera Principal), como también partes del antepaís en el Norte (Cordillera Frontal, Precordillera, Sierras Pampeanas).

## SEGUNDA PARTE

### ESTRATIGRAFIA

#### I — Los terrenos preandinos

El *Precámbrico* forma esencialmente los escudos brasileño y patagónico. Pero se lo encuentra igualmente expandido en la Cordillera, especialmente en los esquistos antiguos que forman la armadura de la

Cordillera Costanera de Chile; junto al Paleozoico comprobado y datado, existirían terrenos precámbricos (o, más exactamente infracámbricos).

Los *terrenos paleozoicos* reaparecen en la base de la serie mesozoico y están particularmente desarrollados en la Cordillera Frontal y sobre todo en la Precordillera.

De este modo, en la Precordillera de San Juan y Mendoza, han sido reconocidos la mayoría de los niveles paleozoicos (lámina fuera de texto, A a H, sobre todo E):

— el Cámbrico que, por sobre sus niveles inferiores recientemente descubiertos (a A. V. Borrello, 1963), comprende una poderosa formación de calcáreos y dolomías con sílex del Cámbrico medio coronados por niveles de brechas calcáreas;

— el Ordovícico, en el que los niveles inferiores faltan, transgresivo en la base (a partir del Caradoc en San Isidro, cerca de Mendoza); está representado por una serie calcárea, lutítica y areniscas, más o menos rítmica, con figuras de corrientes (San Isidro) o lutitas con graptolites (valle de San Juan) en el que se intercalan formaciones de pillow-lavas (cerca de Calingasta);

— el Silúrico, formado por lutitas verdosas, en discordancia sobre el Ordovícico, con un nivel de esquistos rojos, en la parte media;

— el Devónico, constituido por una formación flyschoides de areniscas y lutitas, grauvacas, alternando de manera más o menos rítmica;

— el Carbonífero, representado por una potente serie de lutitas intercaladas con tillitas en su parte superior, en la región de Mendoza; y contrariamente, por una formación de conglomerados, areniscas y lutitas rojas en facies molásica, en la región de San Juan.

El conjunto de estos terrenos ha sido afectado por la orogénesis hercínica acompañada de granitización: los plutones graníticos supracrustales emplazados peneuran hasta las sedimentitas carboníferas de la región comprendida entre San Rafael y Mendoza (lám. fuera de texto, G.); por el contrario, faltan más al Norte, en la Precordillera hacia San Juan donde el Paleozoico es únicamente sedimentario. En uno y otro caso, la discordancia del Triásico subraya la orogénesis hercínica.

Es difícil reconstruir la organización del edificio hercínico: teniendo en cuenta su oblicuidad en relación con la Cordillera, que ya hemos mencionado (cf. p. 11), se podría suponer que *la región de Mendoza es más interna que la región de San Juan*; también se explicará, en esto último, la ausencia de granitos carbóníferos y, por el contrario la presencia de molasas rojas pudiendo anunciar la antefosa, más ampliamente desarrollada hacia La Rioja (fig. 2 y lám. fuera de texto, A a C) donde el Carbonífero, que conserva su facies de areniscas y esquistos rojos, reposa directamente sobre el Precámbrico. Más al Norte, en la provincia de Catamarca, ya no hay Paleozoico marino y a menudo la "Precordillera" está formada por el zócalo precámbrico: el antepaís hercínico está allí.

En conjunto, las facies del Paleozoico semejan a las conocidas en Europa por ejemplo, las facies areno-esquistosas rítmicas del Devónico recuerdan las series de grauvacas flyschoides de las cadenas

hercínicas de Europa. El estilo de deformaciones tectónicas es semejante. Por el contrario, no parece que hubiese allí metamorfismo general hercínico: la orogénesis fue acompañada solamente de la intrusión en su lugar de plutones graníticos supracrustales aureolados por el metamorfismo de contacto. Esta particularidad que se repetirá en el curso del ciclo andino, subraya la originalidad de la Cordillera hercínica; siempre menor en magnitud que la Cordillera andina, mesozoica y terciaria.

Ciertamente, es difícil llegar a una conclusión respecto a lo concerniente a la existencia o no de un ciclo caledónico: los argumentos faltan casi en su totalidad. Solamente algunos indicios permiten suponerlo: presencia de pillow-lavas intercaladas en el Ordovícico (región de Calingasta; fuera de texto E); aparición de esquistos rojos en el Silúrico que recuerdan una emersión, o al menos la proximidad de una región emergida (valle del río San Juan, fuera de texto E); transgresiones frecuentes en la base del Devónico. Pero esto es un conjunto de detalles que no permiten llegar a la conclusión sobre la existencia o no de un edificio caledónico, aún menos de reconocer una eventual organización geotectónica.

## II — Los terrenos andinos

1. *El Permo-Triásico* asegura la transición entre los terrenos del ciclo hercínico, sobre los que están en discordancia, y los del ciclo andino. Su individualidad se debe a su facies continental acompañada de importantes erupciones de riolitas y porfiritas que adquieren su mayor desarrollo, sobre varios miles de metros de espesor, en la Cordillera Frontal.

A. En la *Precordillera* donde las manifestaciones son más escasas en relación, puede reconocérselas, como el valle del río Mendoza (lám. fuera de texto H):

— el Pérmico, representado esencialmente por masas importantes de andesitas y riolitas con intercalaciones en una formación brechosa potente de alrededor de los 500 m (Formación Choiyoy);

— el Triásico, formado sucesivamente por: 400 m de fanglomerados rojos discordantes sobre el Pérmico (Formación Río Mendoza); 600 m de areniscas, lutitas y sedimentitas piroclásticas en parte de color rojo (Formación Las Cabras); 400 m de areniscas, lutitas y conglomerados grisáceos (Formación Potrerillos); 100 m de esquistos bituminosos azulados y bentonitas, con plantas y peces (Formación Cacheuta); 350 m de arcillas rojas formando badlands (Formación Río Blanco);

— finalmente, importantes derramamientos basálticos pertenecientes al límite Triásico-Liásico, extensivos en Uspallata (Agua de la Zorra).

Estas facies se encuentran en proximidad de las del antepaís, o, como en las Sierras Pampeanas de La Rioja (lám. fuera de texto A a C), el Pérmico (200 m) y el Triásico (300 m) tienen la facies de areniscas continental roja superponiéndose a un Carbonífero de facies análoga (cf. *supra*); en tanto que el techo del Triásico permanece coronado por derramamientos basálticos.

B. En la *Cordillera Frontal*, el Permo-Triásico, que permanece continental, adquiere un gran desarrollo; las facies volcánicas se desarrollan allí considerablemente, a través de riolitas y porfiritas que pueden formar masas enormes. Importantes erupciones basálticas coronando el todo en la Precordillera, en Uspallata sobre el camino internacional por el Paramillo al poniente. Es el Triásico quien constituye la culminación del esqueleto de la Cordillera Frontal (lámina fuera de texto, G, I).

C. Bajo las mismas facies, se encuentran aún el Permo-Triásico en la *Cordillera Principal*, al menos sobre la vertiente argentina, en la base de la serie Jurásica-Cretácica (lámina fuera de texto K).

D. Por lo contrario, en la *Cordillera Costanera* de Chile, la serie permo-triásica parece reducirse solamente al nivel de Triásico superior, transgresivo sobre los esquistos paleozoicos (o más antiguos) bajo una facies de conglomerados, lutitas y areniscas intercaladas por rocas volcánicas. Pero este Triásico superior es marino, ya que próximo a la costa se encuentran plantas y niveles de carbón. Los afloramientos de Triásico reconocidos hasta el momento son escasos (provincia de Coquimbo, especialmente); por que generalmente son los niveles jurásicos los directamente transgresivos sobre el Paleozoico (como ocurre en la región de La Calera, cerca de Valparaíso).

El dominio de la Cordillera está pues individualizado por el Permo - Triásico, bajo forma de una gran cuenca volcánica continental, comprendida entre el antepaís por una parte y la región costera, por otra, desprovisto de Permo-Triásico marino. Con el Triásico superior, la transgresión marina aparece sobre la costa pacífica; ella denota la presencia, más general, del Jurásico. En tanto que los basaltos del zócalo del Triásico en la Precordillera y las Sierras Pampeanas parecen el eco del mismo episodio volcánico que encontramos sobre el escudo brasileño (en Argentina, provincia de Misiones, sobre todo) y, más generalmente, en las formaciones de Gondwana.

La distribución de facies no están siempre diferenciadas sino las que nombramos en el paralelo de Mendoza; así, hacia el Sur, en las provincias de Neuquén y Río Negro, las facies vulcanógenas complejas del Triásico (riolitas, andesitas, basaltos, etc.) avanzan sobre el antepaís (lámina fuera de texto M). *Desde el Tránsito, pues, las zonas isópicas andinas son ligeramente oblicuas en relación a la Cordillera actual*; como lo serán en el curso del Jurásico, del Cretácico y del Terciario y como lo han sido ya en el Paleozoico.

2. *El Jurásico y el Cretácico* están sobre todo desarrollados en la Cordillera Principal caracterizándola y, accesoriamente, en la Cordillera Costanera; faltan en la Cordillera Frontal y en la Precordillera.

A. *Sobre la vertiente argentina* de la Cordillera Principal, en parte sobre el paralelo de Chos Malal (lám. fuera de texto K), la serie estratigráfica sería la siguiente:

— Liásico, bajo forma de tobas y pelitas negras, superponiéndose al Triásico por un nivel de aglomerados; se intercalan niveles de brechas volcánicas que recuerda las facies del Liásico sobre la vertiente chilena;

— Dogger, representado sucesivamente por una barra de calcáreos, después, nuevamente, lutitas negras del Bayociense-Bathoniense-Calloviense; la potencia de estas "tierras negras" del Liásico-Dogger (Formación Cuyo) es alrededor de los 1.000 m);

— un primer nivel de yesos y calcáreos, de una potencia variable de 20 a 100 m, de edad Oxfordiense a Kimmeridgiense (Formación Auquilcó);

— areniscas y lutitas rojas continentales, de edad Kimmeridgiense, de una potencia de 350 m (Formación Tordillo);

— Tithónico, bajo forma de lutitas grises con Ammonites, de unos 400 m;

— Neocomiano y Barremiano inferior representado por alrededor de 800 m de lutitas calcáreas grises con Ammonites; en la parte superior de esta formación, los niveles son más calcáreos en relación a la base del Neocomiano y del Tithónico (Tithónico -Neocomiano = Formación Mendoza);

— un segundo nivel con bancos de yesos a menudo más delgado que el precedente, de alrededor de 25 m de espesor y de edad Barremiense superior (parte de la Formación Huitrín) -de varios centenares de metros al pasar a una formación de areniscas y lutitas continentales alternadas, de edad Aptiense-Cenomaniense-Turonense (Formación Rayoso);

— una potente serie de areniscas rojas continentales, con reptiles, de edad Senoniense (Formaciones Diamante y Neuquén) ligeramente discordantes entre sí y sobre las formaciones anteriores y extendiéndose en ancho sobre el antepaís patagónico en la vasta cuenca de Neuquén. (lám. de texto M);

— finalmente, una serie de calcáreos marinos, de edad Paleocena (Formación Malargüe) que testifica un retorno del mar.

Cierto número de caracteres de esta secuencia Jurásica-Cretácica de la vertiente argentina deben ser subrayadas.

a) En primer lugar, *la facies de esta serie desprovista de vulcanitas es de tipo "externo"*; en cierta medida, las tierras negras del Liásico y el Dogger no lo son sin recordar las de la misma edad que encontraremos nuevamente en el delinado de los Alpes occidentales; lo mismo las facies del Neocomiano recuerdan las de la zona del delinado y más precisamente de la fosa vocontiana.

Esto está confirmado por el hecho de que, hacia el Este, las facies marinas se hacen continentales y luego desaparecen: así como sucede en la Formación Cuyo del Liásico-Dogger que pasa a las lutitas y areniscas violáceas (por ej., Sierra de Reyes, entre Chos Malal y Malargüe) desapareciendo después; y de la misma Formación Mendoza del Tithónico-Neocomiano, mientras que la Formación Diamante del Senoniano, continental, termina por reposar directamente sobre el Permo-Triásico (cuenca de Neuquén —lám. fuera de Texto M—), hasta el Precámbrico (General Roca —lám. fuera de texto M—). La cuenca argentina depende por lo tanto del Pacífico y los cratones sudamericanos son precisamente su antepaís. Hay por lo tanto dos excepciones:

— en el Kimmeridgiense, que se hace marino yendo hacia el Este (representado, por ejemplo por lutitas y areniscas verdes en la re-

gión de la laguna Auquilco al Este de Chos Malal — lám. fuera de texto K—);

— en el Paleoceno, que continúa siendo representado por facies marinas sobre el borde norte del escudo patagónico exactamente sobre las riberas del Atlántico actual.

En el segundo caso, no hay duda que el Paleoceno establece la comunicación con el Océano Atlántico, lo que determina un gran cambio en la paleogeografía de la Cordillera que, hasta entonces dependía del Pacífico; el fenómeno es menos claro en el Kimmeridgiense, si bien, sería posible. Este problema es de capital importancia ya que él fijaría una edad más precoz que la comunmente admitida para la formación del Atlántico Sud (las primeras formaciones marinas transgresivas sobre el escudo brasileño son de edad Cretácico medio a superior en el Brasil y, sobre el escudo patagónico de edad Paleoceno).

b) Señalaremos seguidamente que *una parte de estas formaciones es continental* lo cual señala una *tendencia a la emersión*, relativamente anticipada, marcada por los dos niveles de yesos del Oxfordiense a Kimmeridgiense y del Barremiense superior y las formaciones continentales rojas que los suceden, areniscas Kimmeridgienses (Formación Tordillo), areniscas y esquistos del Cretácico medio (Formación Diamante-Neuquén). Todavía discutible de *emersión sin tectonización* es el Kimmeridgiense, concordante sobre los niveles inferiores, como el Cretácico medio sobre el Cretácico inferior; aun más, el Senoniense es ligeramente discordante sobre el Cretácico medio y concluirá por reposar sobre el Fermo-Triásico y después en el Precámbrico (fuera de texto, M).

B. *Sobre la vertiente chilena* de la Cordillera Principal la sucesión de la serie sedimentaria es semejante: un nivel de yeso caliovo-oxfordiano a kimmeridgiano siempre presente; un nivel de yeso barremiano esporádico; formaciones kimmeridgiense continentales; formaciones cretácicas medio y superior continentales; en tanto que las formaciones intermedias son marinas: Lias, Dogger, Malm inferior por una parte, Malm superior-Cretácico inferior (hasta el Barremiense incluido, excepcionalmente el Aptiense) por otra parte.

Pero toda la serie tiene intercalaciones de potentes masas de rocas volcánicas en todos los niveles, Lias, Dogger, Malm y Cretácico superior, submarinas o continentales, según los casos. Todos los tipos volcánicos están representados entre los basaltos y espilitas por una parte y las riolitas por otra; pero son las andesitas las que predominan bajo una facies de porfiritas. El conjunto de estas formaciones volcánicas jurásicas y cretácicas pueden alcanzar una potencia de varios millares de metros tanto sobre la vertiente chilena de la Cordillera Principal como en la Cordillera Costanera.

Existen diferencias entre una y otra: la serie es más completa en la Cordillera Principal que en la Cordillera Costanera donde existen lagunas importantes.

a) En la *Cordillera Principal* (W. Zeil, 1964), la serie está representada por:

— una primera formación volcánica, arenoso-conglomerádica, de un espesor alrededor de los 1.600 m y que parece corresponder al Lias, al Dogger y a la base del Malm (Formación Nacientes de Tenó);

— una potente formación volcánico-sedimentaria, continental, donde predominan las brechas volcánicas, de un espesor de 3.000 a 5.000 m y de edad Kimmeridgiense (Formación Río Damas);

— una serie margoso-calcáreo-areniscosa, espesa, de alrededor de 1.400 m, desprovista de intercalaciones volcánicas, correspondientes al Tithónico (Formación Leñas Espinoza);

— una formación calcáreo-margosa-areniscosa, con algunas intercalaciones de brechas volcánicas en su base, de un espesor de 800 m, extensiva del Tithónico superior al Hauteriviense (Formación Baños del Flaco);

— una potente serie volcánica de 2.500 a 6.000 m de espesor, llevando en su base dos niveles de yeso que parecieran corresponder al Barremiense, el resto de la formación se extiende sobre el conjunto del Cretácico medio y el Cretácico superior (Formaciones Colimapu y Coya-Machali); sobre todo rica en tranquiandesitas, lleva en su parte superior potentes intercalaciones de basaltos.

Diversos descubrimientos de fósiles, especialmente Ammonites, han permitido reconocer que las formaciones del Lias, Dogger, Malm inferior por una parte, y del Tithónico-Neocomiano (excepcionalmente Barremiense y Aptiense) por otra parte, son marinas; mientras que las formaciones kimmeridgienses por una parte, Cretácico medio y superior por la otra, son continentales.

Hay pues dos formaciones vulcanógenas principales, ambas continentales: una, de edad Kimmeridgiense (Formación Río Damas), es sobre todo rica en brechas volcánicas más que en coladas intercaladas; la otra, del Cretácico medio y superior (Formaciones Colimapu y Coya-Machali), está constituida conjuntamente por masas importantes de tobas y potentes intercalaciones de coladas. Pero hay igualmente intercalaciones volcánicas en las formaciones marinas del Lias, Dogger, Malm inferior y del Tithónico-Neocomiano.

Las lavas son en su mayor parte de masa andesítica, cualquiera sea su naturaleza (brechas o coladas, marinas o continentales) o su edad. Pero hay también riolitas, especialmente en la base de la serie (Formación Nacientes de Teno, en su parte correspondiente al Malm inferior) y basaltos, sobre todo en la culminación de la serie (Formación Coya-Machali, de edad probablemente Maestrichtiense).

b) *La serie de la Cordillera Costanera*, aunque presentando analogías, es relativamente diferente; sucesivamente (W. Zeil, 1964):

— Un Lias inferior y medio representado por unos 1.200 m. de una formación areniscosa y margosa, desprovista de vulcanitas (Formación Quebrada del Pobre); esta formación se apoya en transgresión sobre esquistos más antiguos atribuidos al Paleozoico, también al Infracámbrico);

— una potente formación volcánica, de alrededor de 6.000 m de espesor conteniendo en igual proporción tobas brechas y coladas, intercaladas en las series de areniscas y lutitas algo calcáreas que han brindado la conservación de faunas que permitieron atribuir el conjunto a la terminación del Lias y al Bayociense (Formación Agial del Lias superior, Formación Melón del Bayociense);

— una primer laguna que parece corresponder en lo esencial al Dogger y al Malm;

— una segunda formación volcánica que puede sobrepasar los 10.000 m de espesor, formada esencialmente por coladas y en menor proporción, de tobas y brechas en las que se intercalan areniscas, lutitas y calcáreos que han proporcionado faunas de Ammonites del Valanginense y del Hauteriviense, respectivamente;

— una segunda laguna del resto del Cretácico.

Se observará que hay una especie de oposición de fases entre el vulcanismo de la Cordillera Costanera y el de la Cordillera Principal. En la primera el vulcanismo es esencialmente de edad Jurásica media (más precisamente Bayociense) y Cretácico inferior (más precisamente Neocomiano); en la segunda, el vulcanismo es esencialmente Kimmeridgiense y Cretácico medio a superior. Los ambientes sedimentarios son también diferentes, en atención a las épocas consideradas: el vulcanismo de la Cordillera Costanera es esencialmente submarino; el de la Cordillera Principal, continental. La naturaleza de las lavas difiere de una manera importante: si en la Cordillera Principal predominan las andesitas bajo forma de brechas (Kimmeridgiense) o de coladas (Cretácico medio a superior), en la Cordillera Costanera prevalecen las espilitas y keratófiros, tanto en el Dogger como en el Neocomiano.

c) En el conjunto, se puede considerar que la evolución sobre la vertiente chilena ha sido la siguiente: un primer período marino mientras el Lias, el Dogger y la base del Malm, caracterizado por poderosos derramamientos volcánicos en la Cordillera Costanera, reducidos en la Cordillera Principal, desaparecen por una emersión, atestiguando por una parte el nivel de yeso callovo-oxfordiense a Kimmeridgiense de la Cordillera Principal y por otra parte, la ausencia de terrenos posteriores al Bayociense en la Cordillera Costanera. En el Kimmeridgiense, todo parece emerger, nada se sedimenta en la Cordillera Costanera en tanto que potentes formaciones de brechas andesíticas se forman en la Cordillera Principal. Con el Tithónico y durante una parte del Cretácico inferior se ubica un segundo episodio marino: mientras se sedimentan en la Cordillera Principal formaciones poco vulcanógenas pero relativamente ricas en faunas, en la Cordillera Costanera se forman las más potentes acumulaciones de vulcanitas sedimentarias. A partir del Cretácico medio, nuevamente, el conjunto es continental, pero los sedimentos faltan en la Cordillera Costanera mientras que se acumulan fuertes derramamientos andesíticos de la Cordillera Principal.

Más claramente aún que sobre la vertiente argentina, son pues, destacadas las dos emersiones del Kimmeridgiense y del Cretácico medio: en la Cordillera Principal, a diferencia de las facies aludidas, los fenómenos son los mismos que sobre la vertiente argentina: nivel de yeso callovo-oxfordiense y nivel de yeso del Barremiense anunciando emersiones; formaciones continentales (volcánicas en la vertiente chilena, no volcánicas en la Argentina) del Kimmeridgiense y del Cretácico medio y superior las subrayan. Pero en la Cordillera Costanera, estas emersiones están determinadas por las lagunas, respectivamente, del Dogger superior y del Malm, del Cretácico medio y superior. Dicho de otra manera, es en la Cordillera Costanera donde se ubican las principales surrecciones.

Surgen por lo tanto fases tectónicas importantes. Nada lo indica con certeza. En la Cordillera Principal, las series continentales o marinas son concordantes, en el conjunto, como en la vertiente argentina, con las diferencias de las facies aludidas: no se reconocen pues estructuras que se puedan relacionar con estas emersiones. En la Cordillera Costanera la magnitud de las lagunas dice en favor de importantes surrecciones; pero el Cretácico inferior, evidentemente transgresivo, es apenas discordante dado que reposa sobre los terrenos del Lias y del Jurásico medio.

Allí donde hay una fase orogénica importante, donde se la puede ubicar es en el zócalo del Cretácico superior: es la fase laramiense de los autores. Se acompaña en otras partes de *importantes intrusiones granodioríticas* sobre todo señaladas en la Cordillera Costanera, aún importantes sobre la vertiente chilena de la Cordillera Principal, prácticamente inexistentes sobre la argentina (aunque, en la Cordillera Costanera, la porción debe estar formada por granitos realmente laramienses y de granitos carboníferos; cf. Muñoz Cristi, 1964). *Estos hechos no son acompañados por metamorfismo general alguno, se limitan por lo tanto al emplazamiento en su sitio de los plutones granodioríticos sobreincrustados y aureolados por el metamorfismo de contacto.*

Se entiende, que lo dicho corresponde al sector estudiado en la presente nota donde las diferencias entre la Cordillera Costanera y la Cordillera Principal son sensiblemente las que hemos resumido. Porque, en función de la oblicuidad de las zonas isópicas en relación con la dirección de la cordillera oblicuidad ya citada (cf. p. 11), las formaciones características de la vertiente argentina pasan hacia la chilena por el Norte (donde pueden encontrarse series sedimentarias fosilíferas; no vulcanógenas) en tanto que las series características de la vertiente chilena, especialmente de la Cordillera Costanera, pasarán sobre la vertiente argentina hacia el Sud (donde las hemos reconocido a partir de Bariloche). Mientras tanto en gran escala, el sistema descrito será reemplazado hacia el Norte por los Andes peruanos y hacia el Sur, por los Andes patagónicos.

En el lugar estudiado, la vertiente argentina y la chilena se oponen bien claramente: *si la vertiente argentina tiene caracteres de zonas externas, la vertiente chilena tiene claramente los caracteres de zonas internas*: intercalaciones volcánicas en las series sedimentarias, granitizaciones importantes y emersiones más marcadas.

### III — El Terciario

A. *El Paleógeno*, en parte Cretácico-Paleógeno, está representado por una serie volcánica, discordante sobre los terrenos anteriores; se presenta en la Cordillera Principal, según los casos sobre la vertiente chilena o la argentina, a menudo expuesto sobre la línea de cresta como lo muestran los cortes de la lámina fuera de texto (G, K, L, M); especialmente el Aconcagua, altura máxima de la Cordillera está formado por esta serie que se desarrolla transversalmente hacia el Sud (región Bariloche).

Se trata de un conjunto de areniscas, lutitas opacas, intercaladas por un abundante material volcánico, brechas y coladas de *riolitas, andesitas y basaltos*, con espesores que alcanzan o superan los 2.000 m.

Esta serie es continental, pero hacia el Sud sedimentitas marinas se intercalan sobre la vertiente argentina (región de Bariloche) en unión, a veces con el Paleógeno marino desarrollado en Chile en las provincias de Concepción y Arauco; los fósiles que allí se encuentran son de edad Eoceno. En las facies continentales se intercalan depósitos límnicos que se los ha podido datar igualmente como el Eoceno, aunque podrían ser incluso del Oligoceno; pero la duda subsiste en cuanto a la edad exacta de las facies: así sobre la vertiente chilena, la Formación Farellones de edad paleógena según Kiohm Glehm (1960), podría comenzar en el Coniaciense según Aguirre-Le Bert (1960).

En estas formaciones importantes masas de *granodioritas* son intrusivas encontrándose sobre todo en la parte meridional del sector estudiado (provincia de Neuquén, de Río Negro — lám. fuera de texto M—). Es exacto que el Paleógeno se superpone allí a formaciones antiguas que son las de la Cordillera Costanera, en función de la oblicuidad de las zonas isópicas respecto de la dirección de la Cordillera, de manera que la posición de estas granodioritas es relativamente interna. De todos modos, es difícil distinguirlas de los granitos anteriores intrusivos y más en el Cretácico: también a menudo, se habla de granitos o granodioritas "laramienses", siendo que las granodioritas intrusivas en el Paleógeno pueden ser mucho más recientes.

B. El *Neógeno* está representado por el Mioceno y el Plioceno que forman dos series diferentes.

a) El *Mioceno*, en el sector estudiado, está representado: de un lado por *formaciones continentales* de areniscas y lutitas desarrolladas sobre el flanco argentino en el borde inmediato del antepaís sobre el límite este de la Precordillera ( lám. fuera de texto, E, F) (más al Sud el Mioceno continental desborda ampliamente sobre la Patagonia; por otra parte, por el Mioceno superior *marino* que transgrede sobre los terrenos anteriores, sobre el costado pacífico de Chile, a partir de la región de Valparaíso y más al Sud (Formación Navidad).

b) El *Plioceno* (sin duda el Ponto-Plioceno) y el *Cuaternario* forman series detriticas potentes depositadas en las cuencas falladas que fraccionan la Cordillera en compartimientos alargados en sentido N-S. Estas cuencas se encuentran en todo el espacio de la Cordillera que se conecta sobre su antepaís; de Oeste a Este: *Plioceno marino*, en el borde de la actual costa pacífica con espesores generalmente débiles (Formación Coquimbo desarrollada al Norte, entre la Serena y Antofagasta); *Plioceno continental* en todo el resto de la Cordillera y de su antepaís: varios miles de metros de conglomerados, areniscas y lutitas del valle longitudinal de Chile, de las cuencas intra-andinas, tales, entre la Cordillera Frontal y la Precordillera, las fosas de Uspallata y Calingasta, y las cuencas pre-andinas al pie de la Cordillera en las regiones de San Rafael, Mendoza y San Juan, entre otras.

En tanto que se hundían estas fosas —y la costa pacífica— los paneles actualmente en relieve fueron levantados; encontramos allí los trazos de un importante *vulcanismo basáltico* que cubre todas las altas superficies de la Cordillera desbordando justamente sobre el craton patagónico y argentino, para formar allí, grandes extensiones de basaltos de mesetas en contraste con los cuales se disponen los basaltos de los valles. Los volcanes propiamente dichos se encuentran

en el mismo ámbito de la Cordillera (conocidos volcanes Tronador, Osorno, etc.) algunos todavía activos, hasta en el antepaís donde algunos mezizos volcánicos alcanzan 2.000, 3.000 hasta 4.000 m de altura (volcán Tromen, por ejemplo).

#### IV — Conclusiones

Encontramos en la Cordillera de Los Andes, los terrenos de un ciclo andino y de ciclos pre-andinos.

1. En lo que respecta a los *ciclos preandinos*, solamente el *ciclo hercínico* está bien individualizado; las zonas isópicas parecen disponerse oblicuamente en relación a la Cordillera actual: el Paleozoico marino está bien desarrollado en el sector que comprende las provincias de Mendoza y San Juan; hacia el Sur (provincias de Neuquén y Río Negro) los terrenos mesozoicos descansan directamente sobre el Precámbrico; al Norte, más allá de La Rioja, el Paleozoico se reduce a sus niveles superiores que toman una facies continental. La distribución de las facies es tal que hace suponer que, en este dispositivo hercínico, las zonas internas serían meridionales y las externas septentrionales: es al Sur que se encuentran las facies más continuas y que los granitos carboníferos son intrusivos en las series paleozoicas; al Norte las facies tienden a hacerse continentales, sobre todo, en el Permo-Carbonífero ya que falta la granitización hercínica.

Por último, puede presentarse el problema de las relaciones entre estos Andes hercínicos y la cadena hercínica de la provincia de Buenos Aires: en primera aproximación parecería que, teniendo en cuenta las direcciones estructurales de la provincia de Buenos Aires, los Andes hercínicos estarían ubicados en la prolongación de los mismos. Si admitimos la idea de un sistema hercínico de dirección SE-NO, comprendiendo al mismo tiempo los terrenos paleozoicos de la Cordillera y de la provincia de Buenos Aires, pareciera que tuvieran posición externa; las transgresiones son numerosas, las facies poco profundas o continentales, la tectónica tardía dado que la granitización falta. A menos que el sistema hercínico de la provincia de Buenos Aires no represente la terminación axial del de la Cordillera, entre los escudos brasileros y patagónicos.

2. Tras un Permo Triásico de transición, los terrenos del *ciclo andino* forman tres conjuntos de series sucesivas.

El *Jurásico-Cretácico* está caracterizado por una desimetría de flancos de manera que la vertiente argentina comprende una serie sedimentaria desprovista de vulcanitas en tanto que éstas —andesitas esencialmente— dominan sobre la vertiente chilena, lo que confiere un carácter externo a la vertiente argentina próximo al antepaís y un carácter interno a la vertiente chilena. Las relaciones no están bien conocidas entre los terrenos de la una y la otra parte en razón de las dificultades de los estudios en país que como estos poseen gran altitud topográfica; no se sabe por ejemplo, si se trata de dos cuencas separadas o de una misma cuenca en la cual el costado interno y el externo serían por lo tanto muy diferentes.

Los terrenos del flanco chileno se apoyan hacia el Oeste sobre el antiguo zócalo de la Cordillera Costanera, o sea que las series an-

dinas reposan, del lado del Pacífico sobre un zócalo de carácter cratónico.

Importantes movimientos se han dado en el Kimmeridgiense y en el Cretácico medio que, por dos veces, han visto emerger el conjunto de la Cordillera, sin que hubiera interrupción de la sedimentación de la Cordillera Principal, y con interrupción de la sedimentación en la Cordillera Costanera en el Oeste. Sobre el plan orogénico, hay todavía una desimetría en la Cordillera por lo cual las surrecciones son más marcadas en el Oeste que en el Este, es decir, en más en el lado interno (Chile) que en el lado externo (Argentina). El todo se termina por una surrección general al finalizar el Cretácico (fase larámica).

Finalmente, estos procesos fueron acompañados de granitización supracrustal de edad Cretácico superior, limitado al flanco chileno, sobre todo en la Cordillera Costanera y también sobre el flanco chileno de la Cordillera Principal: nuevamente, se manifiesta la desimetría de la Cordillera que confirma el carácter interno del flanco chileno, y externo del lado argentino.

El *Paleógeno* está representado por series volcánicas andesítico-basálticas, desarrolladas en la parte interna de la Cordillera, al límite entre el flanco chileno y el argentino; pero en razón de la oblicuidad de las zonas isópicas en relación con la dirección general de la Cordillera, estas formaciones paleógenas toman contacto con el antepaís al Sur de la región de transición entre la Cordillera estudiada y la Cordillera patagónica. Numerosas masas de granodioritas son intrusivas en este Paleógeno sin que se sepa su edad exacta.

El *Neógeno* se caracteriza sobre todo por su Plio-Cuaternario dispuesto en cuencas falladas donde el hundimiento parece ser contemporáneo a la surrección de la Cordillera acompañado de un fuerte vulcanismo basáltico. Pero existe un Mioceno, continental sobre el lado argentino, marino sobre el lado chileno; la situación tectónica de este Mioceno nos conduce a separarlo del Plio-Cuaternario y relacionarlo al Paleógeno con el que constituye un conjunto deformado en compresión (al contrario del Plio-Cuaternario deformado en extensión).

#### TERCERA PARTE

#### TECTONICA

1. La tectónica más visible en la Cordillera es la *tectónica de falla de edad Plio-Cuaternaria*. Tectónica en extensión posiblemente acompañada por desplazamientos horizontales laterales importantes, delineando la Cordillera en grandes paneles, unos levantados que constituyen actualmente las partes subreelevadas; los otros hundidos formando las fosas que los separan, permitiendo las distinciones geográficas comunes: Cordillera Costanera separada de la Cordillera Principal por la gran cuenca plio-cuaternaria del valle longitudinal chileno; Cordillera Frontal separada de la Precordillera por la su-

cesión de fosas plio-cuaternarias de tipo Uspallata, Calingasta, y otras. Mientras que, allende la costa pacífica atestiguan los mismos hundimientos, de este lado, sobre todo en la parte septentrional, la Cordillera hállase separada del antepaís estable por una sucesión de cuencas de hundimiento: San Rafael, Mendoza, San Juan, y otras.

Esta tectónica es de gran importancia: si se tiene en cuenta el hecho de que algunos paneles del zócalo en la Precordillera y en la Cordillera Frontal fueron llevados a altitudes aproximadas a los 6.000 metros y que por otra parte el Plioceno de sus bases contiguas es varios miles de metros, tenemos que existen juegos de fallas que alcanzan rechazo vertical igual o superior a 10 km es una tectónica todavía actual dado que algunas de estas fallas son sísmicas: sobre el flanco chileno los sismos son frecuentes, y sobre el argentino Mendoza fue sacudida y San Juan, destruída.

Esta tectónica de falla parece menos importante al Sur en la Cordillera Patagónica, correlativamente, la altitud es menor y los sismos menos frecuentes.

Pero estos juegos de fallas recientes se superponen a las tectónicas anteriores que se pueden reconocer por la deformación de las series a las que corresponden.

2. Así, las series volcánicas del Paleógeno están —sin tenerse en cuenta las fallas posteriores— deformadas en un gran radio de curvatura, de tal suerte que ocupan actualmente una posición sinclinal como sincinales colgados. En la Precordillera ciertos paneles de zócalo paleozoico cabalgan por fallas inversas en un Terciario continental anterior al Plio-Cuaternario y que semeja el Mioceno ( lám. fuera de texto, F). Tanto en uno como en el otro caso, parece darse una serie de deformaciones en compresión de estilo simple y que posiblemente son más antiguas en el interior (deformación de la serie volcánica paleógena) que en el exterior (deformación de la serie continental miocena). Pero, en el actual estado de nuestros conocimientos es difícil precisar exactamente la influencia de esta tectónica.

3. En fin, los terrenos mesozoicos y su zócalo paleozoico son afectados por una tectónica importante caracterizada esencialmente por un desgarramiento hacia el Este, dicho de otra manera hacia el antepaís argentino, independientemente de algunas imbricaduras locales hacia el Oeste.

La serie mesozoica del flanco argentino forma pliegues de tipo subalpino ( lám. fuera de texto, K, L) que deben probablemente una parte de su deformación a accidentes del zócalo, como lo atestiguan el gran número de pliegues en ángulo casi recto (plis en genoux). Pero no faltan los despegamientos de cobertura, utilizando notablemente el nivel del yeso del Jurásico, accesoriamente, el nivel de yeso Cretácico tal como lo atestigua el corte hecho a la altura del paralelo de Chos Malal ( lám. fuera de texto K) o también las escamas a base de yeso jurásico del valle del Río Salado ( lám. fuera de texto D); esos desprendimientos pueden tomar una importancia mayor como en el valle del Río Mendoza bajo el macizo del Aconcagua donde numerosas escamas de base de yeso jurásico, se superponen las unas a las otras ( lám. fuera de texto G). Si bien ciertos pliegues están desviados hacia el Oeste ( lám. fuera de texto, K) el conjunto de la cuenca sedimentaria atestigua una tectónica de observar, hacia el antepaís

argentino: en el corte considerado, en el paralelo de Chos Malal (láminas fuera de texto, K), los terrenos de la cuenca argentina nivelan el antepais mediante un pliegue en ángulo casi recto opuesto al que conserva las formaciones horizontales; aun más, las escamas del Río Salado (lám. fuera de texto, J) y aún los pliegues del valle del Río Atuel (lám. fuera de texto I), están todos deformados, invertidos o cabalgantes hacia el Oeste (lám. fuera de texto, J); como las series de escamas del alto valle del río Mendoza, bajo el Aconcagua (Lámina fuera de texto, G).

Sobre el lado chileno, la tectónica propia de las formaciones mesozoicas parecen limitadas a deformaciones de gran radio de curvatura, de difícil definición en las series volcánico-sedimentarias, muy potentes y de facies monótonas.

Es desde este punto de vista que resulta necesario ubicar las relaciones entre las formaciones del flanco chileno y las del argentino: en este dominio de gran altura, las observaciones son escasas; en lo que nos concierne, pudimos realizar el corte del Río Mendoza del lado argentino y del Río Aconcagua de lado chileno. Pero esto es muy elocuente: *las formaciones volcánico-sedimentarias del flanco chileno cabalgan las formaciones sedimentarias del lado argentino*, ellas mismas cortadas en una serie de escamas despegadas a nivel del jurásico yesífero. Este cabalgamiento parece ser un cabalgamiento de cobertura y los yesos jurásicos juegan allí un papel importante. Es difícil determinarlo. Lo cierto es que, de una y otra parte, las series sedimentarias son totalmente diferentes: del lado argentino, se trata de formaciones sedimentarias no volcánicas, reducidas a afloramientos de algunas escamas; del lado chileno, se trata de formaciones volcánico-sedimentarias desarrolladas hasta la costa. De manera que, por razones de facies en oposición podríamos considerar este cabalgamiento, muy importante. Por otra parte, se podría explicar también la reducción de los afloramientos de la serie argentina en la medida en la que ella pasa bajo la serie chilena; pero esta reducción podría ser de tipo paleogeográfico. Por lo tanto, las formaciones conservan allí sus facies sin que nada indique que la cuenca sea más reducida aquí que más al Sur. De todos modos, falta el estudio de conjunto de estas regiones para determinar la importancia de ese cabalgamiento.

La tectónica de las series mesozoicas parecería pues una tectónica en compresión, desviada hacia el Este, hacia el antepais argentino; dado que las formaciones volcánico-sedimentarias del flanco chileno, poco deformadas, cabalgan las formaciones sedimentarias del lado argentino afectadas por una tectónica relativamente intensa en la cual los desprendimientos de cobertura al nivel de los yesos callovo-oxfordienses hasta kimmeridgienses juegan un papel importante.

4. La tectónica de las series primarias merece un análisis mucho más minucioso. En el conjunto, las series paleozoicas —sobre todo las del Paleozoico inferior— (especialmente el Silúrico) atestiguan una tectónica sencilla y en los afloramientos los micropliegues no faltan. Pero es difícil formarse una idea de la tectónica de Andes hercínicos (y más aun caledónicos, si los hay). Además, en las deformaciones del Paleozoico, es necesario separar aquellos que están ligados a los movimientos propiamente andinos.

El ejemplo de este problema es la Precordillera. Dejando de lado el hecho de que ha sido llevada a su altura por los juegos de fallas plio-cuaternarias, sucede que ha sido afectada ( lám. fuera de texto, E) por una serie de accidentes en compresión que, generalmente, traen un nivel paleozoico más o menos antiguo a cabalgar, por falla inversa, el Carbonífero. Podría pensarse que se trata de accidentes tardío-hercínicos (dado que el Carbonífero, hasta Pérmico bajo, tiene allí la facie de una molasa roja continental). Pero en la parte más externa ( lám. fuera de texto, E, F), los accidentes de igual estilo afectan un Terciario continental, asignable al Mioceno anterior al Plio-Cuaternario. Parecería por lo tanto que esta tectónica en compresión de la Precordillera, marcada por fallas inversas, corresponde efectivamente a deformaciones recientes, evidentemente anteriores al Plio-Cuaternario y que podrían datar del fin del Mioceno. En efecto, podría tratarse de la tectónica en compresión que hemos citado en el punto 2. Pero solamente podemos pensar así en lo que concierne a la parte más externa de la Precordillera, esto es la que se yuxtapone directamente al antepaís; por otra parte, sólo hay terrenos paleozoicos afectados por accidentes que no podemos datar.

5. Parecería por lo tanto, más posible, que esta tectónica en compresión de la Precordillera sea de edad Terciaria reciente, como lo sería también aquella de las Sierras Pampeanas ( lám. fuera de texto, A, B, C): éstas están deformadas en pliegues de gran radio de curvatura posiblemente desviados y siendo evidentemente anteriores a la tectónica de falla plio-cuaternaria que las destaca. Esta tectónica afecta los terrenos hasta el Triásico incluso; ella sería por lo tanto de edad andina, aunque sin poderlo precisar en más.

#### 6. *Conclusión*

Esencialmente, la tectónica de la Cordillera de Los Andes, la más visible, la más importante en lo que concierne a la génesis de los relieves, es la tectónica de falla plio-cuaternaria: la Cordillera le debe su relieve en lo que hay de positivo para los paneles levantados y de negativo para los paneles hundidos; gran parte tiene sólo morfología andina como la Precordillera y la Cordillera Frontal, no así la evolución de sus secuencias que son esencialmente paleozoicas hasta permotriásicas. Por lo tanto, la Precordillera ocupa, respecto a la Cordillera propiamente dicha, la misma posición que la parte este del Macizo Central francés en relación con los Alpes, sin tenerse aquí en cuenta obviamente las diferencias evidentes en lo atinente a la importancia de las deformaciones y su cronología.

Las tectónicas anteriores atestiguan, por lo contrario, un estilo en compresión. Se puede separar una familia de deformaciones recientes afectando las series volcánicas del Paleógeno y las series sedimentarias del Mioceno; y de deformaciones más antiguas afectando las series mesozoicas tales como las del lado chileno cabalgando las del versante argentino según un accidente sobre cuya importancia es difícil definirse; las formaciones del lado argentino están deformadas según un estilo de revestimiento y un estilo de cobertura que utilizan los yesos jurásicos y, en menor medida, del Barremiense. Entre tanto es difícil hacer la parte de la tectónica hercínica, no solamente en la parte interna de la cadena (Cordillera Costanera y Cordillera Prin-

cipal), sino también en las partes más externas (Cordillera Frontal y Precordillera) donde los accidentes más visibles parecen datar un Terciario reciente.

Dejando de lado las deformaciones hercínicas o más antiguas, pareciera que el ciclo andino estaría marcado por lo menos, por tres series de estructuras superpuestas: la que afecta las series mesozoicas; la que afecta las series paleógenas y miocenas y la que afecta las series plio-cuaternarias; las dos primeras, caracterizadas por un estilo en compresión muy estrecho para la primera, menos para la segunda, testimoniando la última, un estilo en extensión.

#### CONCLUSIONES GENERALES

Es bien claro que la Cordillera de Los Andes testimonia una gran originalidad en relación con las cadenas de dominio mesógeno. Pero, no ha sido posible por ahora, comparar de una manera precisa las cadenas andinas y las alpinas (o, si se prefiere, las cadenas peri-pacíficas —al menos las cadenas americanas— y las cadenas mesógenas). Es que la ocasión no se ha presentado a menudo para los geólogos conocedores de las unas, poder ver las otras y viceversa. Por lo tanto, habiendo estado en Francia el uno y el otro visitando Argentina y Chile en el transcurso de los años 1965 y 1966, nos ha sido posible comparar experiencias diferentes, para una de las cadenas andinas en relación con las cadenas alpinas y a la inversa.

Para ser útil, esta comparación necesita distinguir el ciclo andino de los ciclos ante-andinos, de la misma manera que están diferenciados en el Mediterráneo el ciclo alpino y los ciclos ante-alpinos, hercínicos u otros, a fin de confrontar entre ellas lo que sea comparable.

1. Tenemos en consecuencia, que hacer, primeramente, un *paralelo entre las características del ciclo andino* en el paralelo de Argentina central y *las del ciclo alpino* del Mediterráneo.

Una y otra parecen haberse desarrollado según una evolución en tres períodos; retrocediendo en el tiempo: ,

— un periodo plio-cuaternario, determinado por la formación de series espesas terrígenas acumuladas en las cuencas falladas, deformadas por una fuerte tectónica de falla en extensión contemporánea a importantes derramamientos basálticos; el vulcanismo actual y la sismicidad se relacionan con estos sucesos.

Sobre este punto, parecería existir una comunidad de evolución entre las cadenas andinas y las cadenas mediterráneas, similitud que va hasta la cronología. A primera vista, podría parecer que los juegos de fallas de los Andes fueran más importantes que los de las cadenas mediterráneas: pero en gran parte, esta diferencia es sólo psicológica en la medida que, al describir las cadenas alpinas, se pone mayor atención sobre los mantos de corrimiento y las deformaciones contemporáneas, descuidando la tectónica de falla (y por lo tanto, entre los Alpes y el substratum de la llanura del Po, el deshecho de la tectónica plio-cuaternaria es del orden de los 10 km); mientras que por lo contrario, para la Cordillera, se presta mayor atención sobre la tectónica de falla, descuidando las tectónicas anteriores (que son efectivamente menos marcadas que en los Alpes);

— un periodo eoceno, oligoceno, mioceno, caracterizado por formaciones terrígenas espesas deformadas por pliegues de gran radio

de curvatura y por juegos de fallas inversas, acompañadas en las partes internas por un vulcanismo andesítico y, al parecer, por el emplazamiento de granodioritas. Al respecto, los parentescos son todavía grandes con las cadenas mediterráneas, aunque con una semejanza en tiempos posteriores, estos acontecimientos parecerían en parte más antiguos en la Cordillera de los Andes. Igualmente, en las cadenas mediterráneas, existen molasas vulcanógenas en las zonas internas y molasas no vulcanógenas en las zonas externas, siendo las primeras más antiguas que las segundas; esto es lo que corresponde a las observaciones realizadas en la Cordillera. Pero existe una diferencia de edad y de facies: de edad, dado que las formaciones vulcanógenas andinas son esencialmente paleógenas, en tanto que las mismas formaciones del Mediterráneo parecerían más recientes (Mioceno); de facies, porque estas formaciones son a menudo marinas en el dominio mediterráneo —pero algunas veces continentales— en tanto que son generalmente continentales en la Cordillera de los Andes —pero a veces marinas—. Esta oposición será válida para las épocas anteriores, caracterizándose en la Cordillera por la importancia de las facies continentales que allí se encuentran;

— un período mesozoico, caracterizado por el desarrollo de series sedimentarias muy diferentes de un flanco al otro, solamente sedimentarias de una potencia modesta sobre el flanco argentino, volcano-sedimentarias y de gran potencia en el flanco chileno; penetrados por granitos supracrustales de edad cretácico superior generalmente sobre el costado chileno; estas formaciones están deformadas por una tectónica en compresión relativamente intensa tanto que las deformaciones del lado chileno cabalgan las del flanco argentino, ellas mismas deformadas en pliegues muy marcados.

Las semejanzas no faltan con las cadenas mediterráneas: las unas y las otras atestiguan una *polaridad* tal que las formaciones sedimentarias terrígenas son más groseras del lado interno que del externo, que las intrusiones volcánicas sinsedimentarias se encuentran solamente del lado interno, lo mismo que las intrusiones graníticas sintectónicas a postectónicas, debido a que el conjunto de la cadena está desviado hacia su antepaís de posición externa.

Pero las diferencias no son menos evidentes: ausencia de verdadero flysch, ausencia de ofiolitas, ausencia de grandes mantos de corrimiento, ausencia de metamorfismo general en la Cordillera por oposición a las cadenas mediterráneas donde estos fenómenos juegan un papel esencial. Es verdad que las ofiolitas son reemplazadas por los derramamientos volcánicos, a menudo submarinos del Jurásico y del Cretácico; pero su naturaleza es diferente; rocas básicas y ultrabásicas en las cadenas mediterráneas, intermedias (traquiandesitas) en la Cordillera. Es verdad que si no hay flysch, se encuentran formaciones continentales que pueden tenerlas: formaciones de gravas rojas del Kimmeridgiense por un lado y del Cretácico medio a Cretácico superior por el otro; pero estas formaciones no tienen los caracteres sedimentarios del flysch, empezando por su naturaleza marina, *aún siendo a menudo rítmicas*. Verdaderamente el cabalgamiento de la serie chilena sobre la argentina es posiblemente más importante que lo entrevisto en la presente nota;

pero nada indica que se encuentre el sistema de manto característico de las cadenas mediterráneas. En cuanto al metamorfismo general, falta completamente sin que se pueda hacer conjetura alguna sobre esta diferencia.

2. Si hubiera que decir que las cadenas andinas han nacido en un geosinclinal andino, cae de su peso que sería *necesario distinguir en los geosinclinales dos tipos*: un *tipo alpino* cuyas características ya han sido expuestas (J. Aubouin, 1959, 1961, 1965) y *tipo andino* del cual hemos analizado rápidamente los rasgos esenciales diferenciales del tipo anterior. En estas condiciones, los tres períodos reconocidos en la evolución de los Andes como en la de los Alpes, serían, respectivamente, los períodos postgeosinclinales para el Pliocuaternario, tardiogeosinclinal para el Paleógeno y el Mioceno, geosinclinal para el Jurásico y el Cretácico, según una cronología que, en conjunto, puede identificarse con aquella de los Alpes. La diferencia generalmente invocada en cuanto a la cronología de las orogénesis puede ser más bien aparente que real: si las primeras deformaciones importantes se remontan al Jurásico superior, luego al Cretácico superior en la Cordillera de los Andes, no faltan las deformaciones más recientes según ya lo hemos visto; a la inversa, si en el dominio mediterráneo se ha puntualizado repetidamente sobre las deformaciones más recientes que se reencuentran en las zonas más externas —en razón de que han sido respetadas por los hundimientos ulteriores— las deformaciones más antiguas de edad Cretácico superior, hasta Jurásico superior, no faltan como lo atestigua la generalidad de los flyschs tithónicos cretácicos en el dominio mediterráneo

3. Pero las diferencias parecen demasiado importantes para que podamos llegar a aceptar esta solución. Estas diferencias tienen esencialmente un carácter más intracontinental en los Andes que se evidencian: en las series sedimentarias en las que abundan los episodios continentales —al fondo, los Andes han emergido después del Cretácico medio y han estado en iguales condiciones antes del Jurásico superior—; en el estilo tectónico señalado por la ausencia de grandes corrimientos característicos de las cadenas alpinas mientras que los accidentes que allí se encuentran, accidentes de revestimiento y accidentes de cobertura son clásicos en las cadenas intracontinentales; en la naturaleza de los magmas que, por su carácter intermedio, atestiguan la presencia de una corteza continental en toda la Cordillera y en el transcurso de toda su historia. Más adelante, en la costa pacífica, se encuentran formaciones de zócalo antiguo que limitan la Cordillera en relación al océano; ciertamente, los estudios geofísicos muestran que la corteza continental se afina aquí rápidamente; sin que haya duda de su existencia por muy reducida que ella esté, y sobre todo, por lo que atestigua la historia propia de la Cordillera en su desarrollo y situación.

Los Andes aparecen pues como una cadena ubicada en la margen continental pero interiormente en los límites del continente: más que geosinclinales, ellos son *liminares*, por tomar una expresión de E. Argand, creada especialmente para las cadenas de América del reborde del Pacífico. *La organización y la evolución de estas ca-*

*denas liminares son comparables a las de las cadenas geosinclinales con las diferencias ya anotadas; se podría fácilmente distinguir:*

— en el ciclo andino, los *períodos liminares* para el Mesozoico, *tardioliminar* para el Eoceno, el Oligoceno y el Mioceno y *postliminar* para el Plio-Cuaternario; correspondiendo respectivamente a los períodos geosinclinales tardiogeosinclinal y postgeosinclinal;

— en el período geosinclinal, *series mioliminares* del lado del antepaís, tales como las del flanco argentino y las series *euliminares* de la parte interna chilena; unas y otras se oponen por los diversos caracteres mencionados a propósito del régimen de la polaridad de la Cordillera entre los cuales resulta más evidente la presencia del vulcanismo asociado en la zona euliminar y su ausencia en la zona mioliminar.

Tenemos consecuentemente un vocabulario que expresa simplemente las analogías de la evolución y de organización utilizando los mismos prefijos; mientras que las diferencias serán determinadas por la distinción liminar-geosinclinal.

4. Reiterando en el cuadro de un ensayo de clasificación de las cadenas de montañas es posible distinguir a propósito:

— *cadena intracontinentales o intracratónicas* caracterizadas por una tectónica de zócalo acompañada de una tectónica de revestimiento o de cobertura;

— *cadena pericontinentales o pericratónicas* en las cuales se pueden distinguir:

— el *tipo liminar* como tal, andino, desarrollado en la periferia de los continentes pero dentro de sus propios límites;

— *tipo geosinclinal* propiamente alpino, donde una parte, la eugeosinclinal, podría ser extracratónica.

Verdaderamente la diferencia entre cadena liminar y cadena geosinclinal se debe a que la primera bordea una sola área cratónica, en tanto que la segunda está generalmente comprendida entre dos masas continentales. Se pasa de un tipo al otro cuando las condiciones así lo permiten; también, axialmente, la Cordillera de los Andes pasa hacia el Norte, a partir de Venezuela y hacia el Sur, a partir de Tierra del Fuego a cadenas en las que la posición intercratónica (entre América del Sud y América del Norte por la zona del Caribe; entre América del Sud y la Antártida por el sistema de las Orcadas) van acompañadas de una reaparición de caracteres alpinos: reiteración del flysch, de metamorfismo general —y más precisamente de glaucófano, característico del metamorfismo alpino, repetición de una tectónica más compleja.

Más que pericratónicas, las cadenas geosinclinales parecerían intercratónicas.

*Pero una cadena geosinclinal no resulta del enlace de dos cadenas liminares:* no pueden hacerse las cadenas mesógenas con dos cordilleras de los Andes. Cuando mucho podría suceder que de un estrechamiento más fuerte entre dos masas continentales, resultara una tectónica más intensa, con mantos de corrimiento, por ejemplo. Pero la unión de dos cadenas carentes de ofiolitas, de flysch, de metamorfismo general, etc., no pueden dar cadenas que se caracte-

ricen por tales fenómenos; y a la inversa, la suma de dos cadenas distinguidas por grandes series volcánicas de tipo intermedio no pueden dar cadenas como aquéllas que están desprovistas de las mismas. Es que, la una en relación con la otra, el tipo liminar y el tipo geosinclinal demuestran a la vez caracteres positivos y negativos; la adición eventual de estos no cambiarían su significación.

Se trata pues, bien claramente, de dos tipos originales que deben la índole de su organización y evolución al hecho de que, el uno, de tipo liminar, es pericratónico, siendo el otro de tipo geosinclinal, intercratónico (al menos en parte). Pero esta originalidad es suficientemente profunda para permitirnos imaginar que se pueden relacionar sin un cambio notable dos cadenas del primer tipo para obtener dos del segundo. Ciertamente, las cadenas geosinclinales no son cadenas "bi"-liminares.

5. No terminan aquí las reflexiones que sugiere la comparación de los Andes y los Alpes; algunas ideas corrientes encuentran un nuevo punto de discusión. Se pasa así a la *noción del crecimiento de las masas continentales por la adición de cadenas periféricas sucesivas*. Más aún que el de las cadenas geosinclinales que sueldan masas continentales antes que acrecentarlas; el ejemplo de las cadenas liminares parece convincente: bordeando los continentes, pareciera que se desarrollan a expensas de los océanos. Nada indica un fenómeno así a nivel de la Cordillera. La costa pacífica actual está formada, principalmente, por una dorsal de zócalo antiguo; la cadena no ha crecido en absoluto según la imagen clásica de la incorporación de materiales nuevos cratonizados por una tecto-orogénesis acompañada de metamorfismo y granitización. Por otra parte, en el transcurso del ciclo andino, las zonas costaneras, en parte desaparecidas actualmente, han sido, al menos en ciertas épocas, zonas más altas que las que han dado origen a la actual Cordillera; la clasificación lateral de las series mesozoicas, desde las potentes formaciones del flanco chileno hasta las del versante argentino, menos espesas, lo atestiguan; lo mismo que la importancia de las emersiones reconocidas en la Cordillera Costanera, mucho más marcadas que las emersiones correspondientes en la Cordillera Principal. El estado actual como el pasado proveen importantes argumentos en contra de la noción de acrecentamiento de los cratones sudamericanos en la formación de la Cordillera; conclusión que tiene más asidero que la de la tectónica tangencial reconociendo su menor importancia; el ancho de la Cordillera actualmente no es muy distinto del de las zonas que le dieron nacimiento en el transcurso del ciclo andino.

Así se presenta, por el mismo motivo, el problema de los *límites del océano Pacífico*. No es fácil librarnos de error, por el hecho de que la costa pacífica es una costa de fallas; apareciendo a partir del Plioceno (Mioceno superior, posiblemente —cf. Formación Navidad—). Su situación es en todo caso comparable a la de las costas del Mediterráneo; sabemos, en efecto, que el Mediterráneo es, sin lugar a dudas un mar neoformado a partir del final del Mioceno y en el transcurso del Plio-Cuaternario por el juego de la tectónica postgeosinclinal; sabemos también que esta formación existió justamente hasta la desaparición de la corteza continental hasta el fondo de las fosas

marinas más profundas, como la fosa tirrénica, la jónica y otras (2). ¿Podría ser así en el Pacífico? No es objeto de esta nota el responder a esta cuestión relativa al océano considerado como el más permanente del planeta; nos basta citar este problema que diversos autores han considerado recientemente (cf. Fairbridge, 1965): ¿en qué medida y en qué límites el Pacífico podría ser él también un océano neoformado?

Quedando en el campo de las especulaciones, no podemos dejar de anotar que la tectónica reciente —postliminar— de la Cordillera de los Andes atestigua juegos de fallas en extensión tanto como la tectónica —postgeosinclinal— de dominio mesógeno: la coincidencia es notable. *Parecería pues que el estado actual de las cinturas orogénicas del globo sea de extensión.* Pero esta “expansión del globo” tal como lo atestiguan otras marcas como los Rift medio-oceánicos y, posiblemente, los surcos peripacíficos (Fairbridge, 1965) sean solamente plio-cuaternarios como podría pensarse dada la cronología tectónica de las cadenas comparadas, o más antiguas, o constante. En el primer caso, habría que admitir que el globo soportó, alternadamente, períodos de extensión como el actual, y de compresión como los precedentes en las cadenas de montañas; en último caso, sería necesario encontrar el medio de conciliar con una expansión generalizada los períodos de compresión por lo menos localizados a las cinturas orogénicas, conciliación que puede hacerse combinando con la expansión el movi­lismo de las masas continentales conforme con las determinaciones del paleomagnetismo.

El objeto de esta nota, no es absolutamente el discutir problemas en su mayor parte todavía teóricos; pero sería útil, para el caso de una comparación precisa entre estas dos cadenas de montañas que son posiblemente los dos tipos fundamentales, aunque no los únicos, tratar que las relaciones y diferencias que se han podido establecer, concurren a través de conclusiones simples de índole geológica, a la solución de problemas actuales de la geofísica del globo.

Lo cierto es que lo más importante del estudio geológico relacionado con las cadenas andinas y alpinas falta aún de hacer, a excepción de ciertas partes del dominio mediterráneo que han sido bien estudiadas. Las comparaciones que se podrán realizar en el futuro serán sin duda más concretas; podrán incluso contradecir nuestras conclusiones; pero ellas han sido realizadas con el espíritu de que sirvan de base a futuros trabajos científicos en esta especialidad de la Geotectónica.

---

(2) El fenómeno no puede estar comprendido en una simple extensión: sin dudo es necesario referirse a una verdadera asimilación de la corteza continental, según un proceso de “simización” aún oscuro.

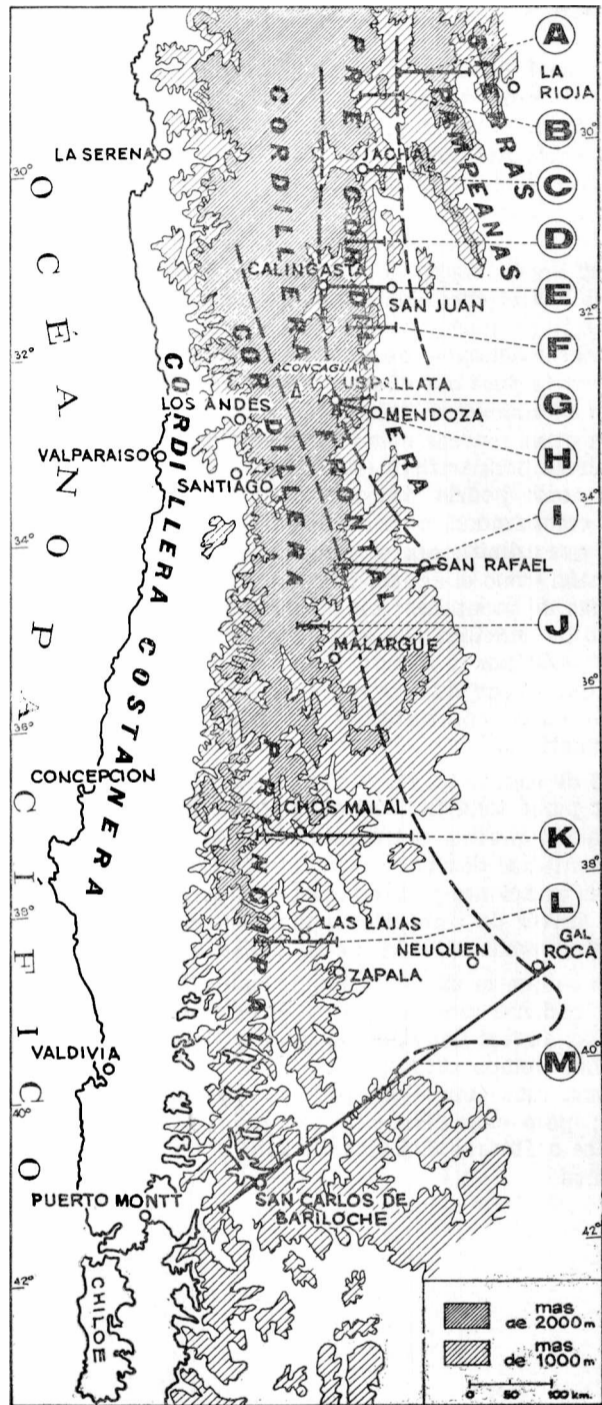


Fig. 1. — Carta esquemática de América del Sur sobre el paralelo de Argentina central.

Esta carta tiene por objeto ubicar los grandes conjuntos geográficos y estructurales y las principales localidades a las que se hace alusión en el presente trabajo.

CORDILLERA COSTANERA

CORDILLERA PRINCIPAL (lado chileno)

CORDILLERA PRINCIPAL (lado argentino)

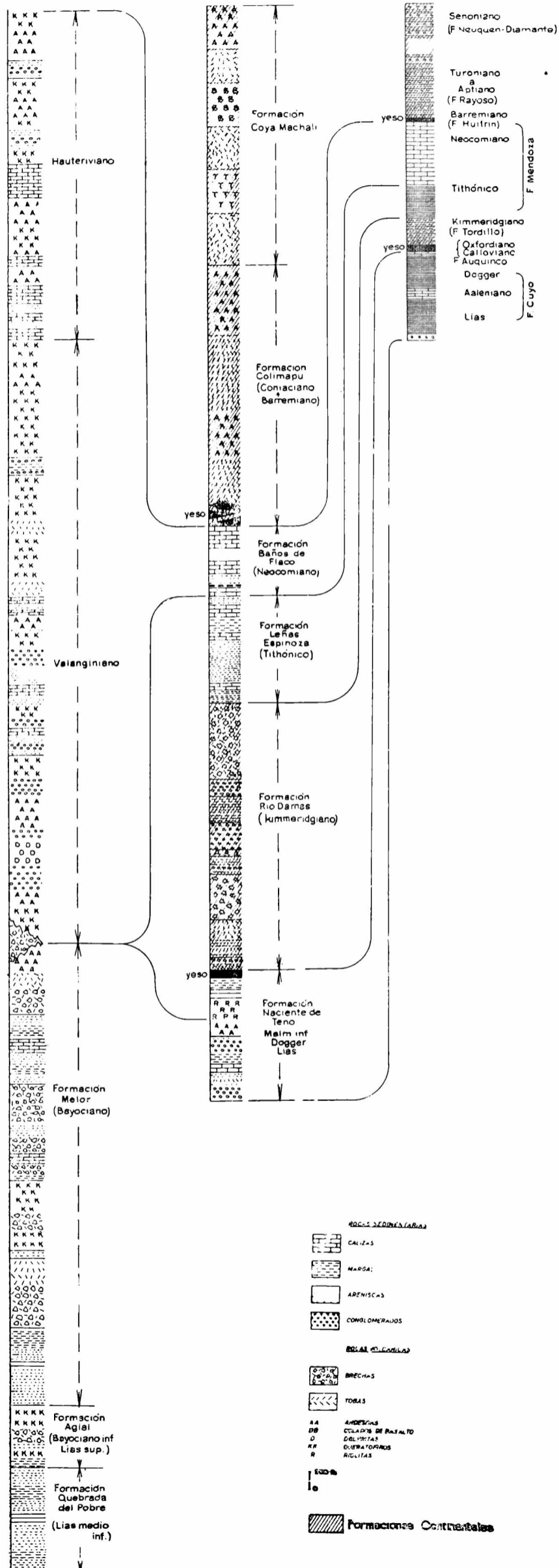


Fig. 2. — Columnas estratigráficas comparadas de las series mesozoicas de la Cordillera Costanera y de los flancos chileno y argentino de la

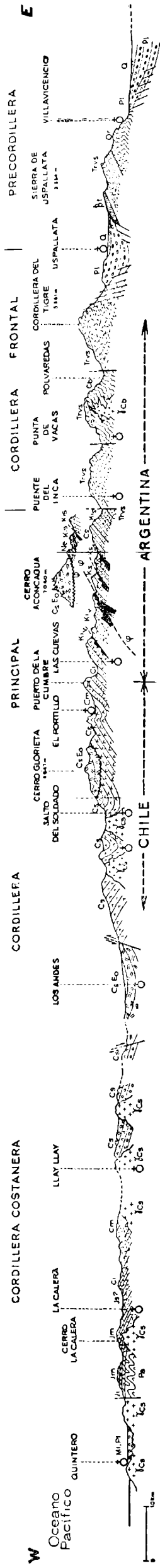
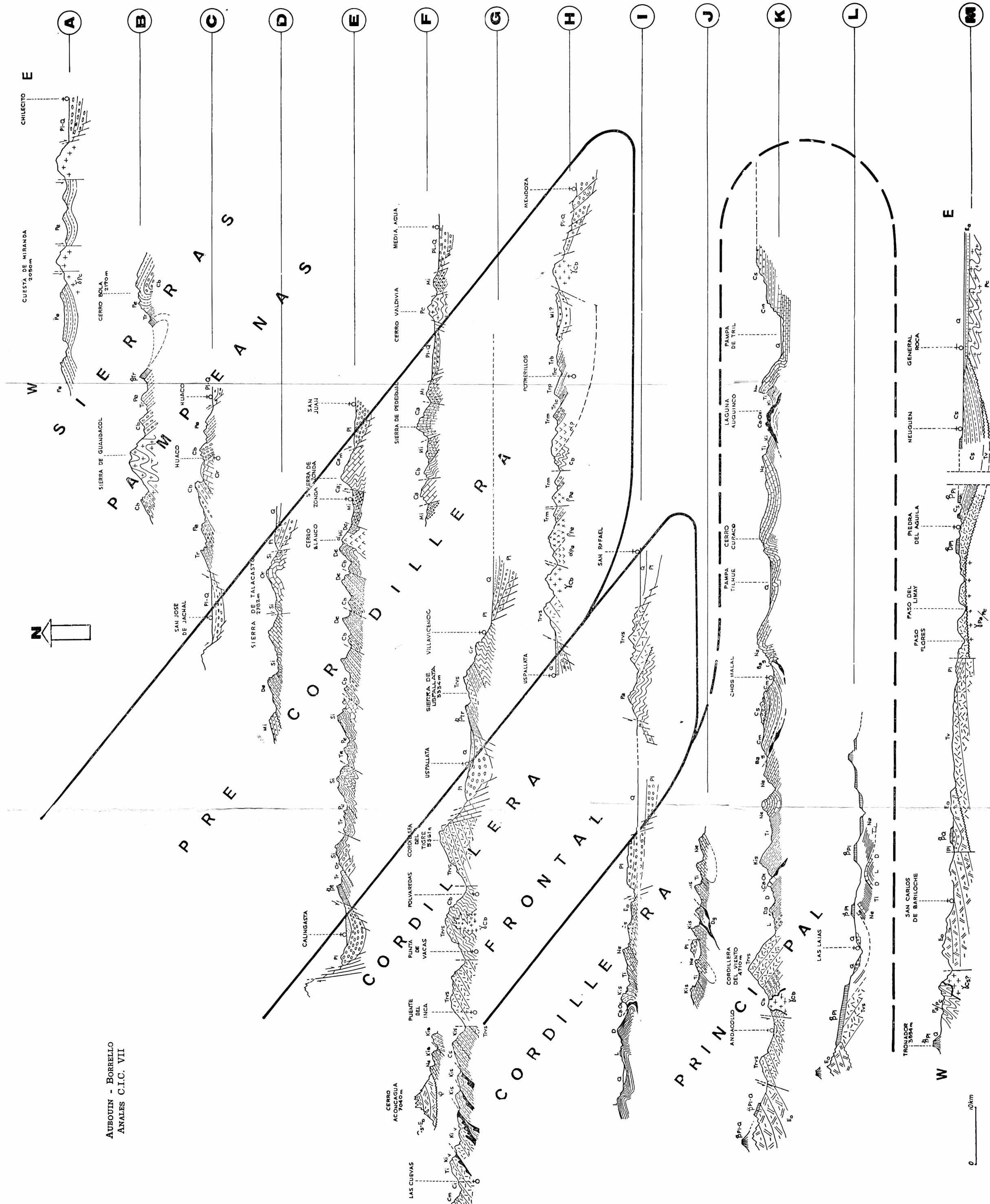


Fig. 3. — Corte general esquemático de la Cordillera en la región de Valparaíso a la de Mendoza.

Este corte continúa el perfil G de la lámina fuera de texto. Una parte del perfil correspondiente al flanco chileno ha sido basada en los trabajos de Aguirre Le Bert y Thomas.

Pa: Paleozoico. Or: Ordovícico. Cb: Carbonífero. (γCb: granitos carboníferos). Tr: Triásico. Trvs: Triásico volcano-sedimentario. βt: Basalto triásico sup. J: Jurásico. Ji: Jur. inf. Jm: Jur. medio. Js: Jur. sup. (Ks: Kimmeridgense. Kis: Kimm. sedimentario. Kiv. Kimm. vulcanógeno). Ne: Neocomiano. C: Cretácico. Ci: Cret. inf. Cm: Cret. medio. Cs: Cret. sup. (γCs: granitos larámicos en sentido amplio). CsEo: Cret. sup. Eoceno. Eo: Eoceno. Mi-Pl: Mioceno-Plioceno. Pl: Plioceno. Q: Cuaternario. φ: discordancia.



**Sierras Pampeanas** (perfiles A, B, C)  
 Pc: Precámbrico (yPc: granitos precámbricos). Cr: Ordovícico. Cb: Carbonífero. Pe: Pérmico. Tr: Triásico. (βTr: basaltos triásicos). Pl-Q: Plio-Cuaternario.

**Precordillera** (perfiles D, E, F, G, H)  
 Pc: Precámbrico. Ca: Cámbrico inferior. (Ca.: Cámbrico medio; Ca. Cámbrico superior). Or: Ordovícico. Si: Silúrico. Infra-Cr: Mesozoico, complejo rítmico (flysch). De: Devónico. Cb: Carbonífero. (yCb: granitos carboníferos). Pe: Pérmico. (αPe: andesitas pérmicas, αPe: riolitas pérmicas). Tr: Triásico. (βTr: Basaltos triásicos; Tr vs: Triásico volcano-sedimentario; Tr m: Formación Río Mendoza; Tr lc: Formación Las Cabras; Tr p: Formación Potrerillos; Tr c: Formación Cacheuta; Tr b: Formación Río Blanco). Mi: Mioceno. (αMi: andesitas miocenas) Pl-Q: Plio-Cuaternario.

**Cordillera Frontal** (perfiles G, I)  
 Pa: Paleozoico. Cb: Carbonífero (yCb, granitos carboníferos). Tr vs: Triásico volcano-sedimentario. Pl: Plioceno. Q: Cuaternario.

**Cordillera Principal** (perfiles G, I, J, K, L)  
 Cb: Carbonífero. (yCb: granitos carboníferos). Tr vs: Triásico volcano-sedimentario. L: Lias. D: Dogger. (Da: Aalenense). Ca Ox: Callovo-Oxfordense a Kimmeridgense. Ki: Kimmeridgense; Kis: Kimmeridgense sedimentario; Ki v: Kimmeridgense volcánico). Ti: Tithónico. Cr: Cretácico inferior; Ca.: Cretácico medio; C-Eo: Cretácico superior-Eoceno). Ne: Neocomiano. Ba: Barremense. (Ba g: nivel de yesos barremenses). Pl: Plioceno. Q: Cuaternario. (βPl, βQ: basaltos pliocenos, basaltos cuaternarios).

**Perfil M:**  
 Pa/Pc: Precámbrico-Paleozoico. Pa/Pc: granitos precámbricos paleozoicos. Tr: Triásico volcano-sedimentario. Cs: Cretácico superior. (yCs: granitos cretácicos superiores). Eo: Eoceno (= Paleógeno). Pl: Plioceno. Q: Cuaternario. (βPl; βQ: basaltos pliocenos; basaltos cuaternarios).

La parte Este del perfil M está realizada en escala algo menor que el resto de los perfiles del corte; la cuenca de Neucúen, entre Piedra de Aguila y General Roca, es de alrededor de 250 km de ancho.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE-LE-BERT, L. (1960). Geología de Los Andes de Chile central. *Inst. Invest. geológica*, Bol. 9, p. 1-70, Santiago de Chile.
- AUTORES VARIOS (1965). Geografía económica de Chile. 1 vol. *Corporación de Fomento de la Producción* ed.
- BODENBENDER, G. (1912). Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes. *An. Min. Agric. Nac.*, Geol. VII, 3, 161 p., Buenos Aires.
- BORRELLO, A. V. (1963). Elementos del magnetismo sísmico en la correlación de la secuencia geosinclinal de la Precordillera. *Inst. Nac. Investig. Científica*, t. N° 19, p. 1-13.
- (1964). Los rasgos morfoestructurales de la provincia de La Rioja y sus relaciones con el desarrollo de los geosinclinales en el Oeste argentino. *Rev. Museo La Plata*, nle série, t. V, N° 34, p. 219-238.
- (1965). Índice bibliográfico de Estratigrafía argentina. *Comisión Investigación Científica, Prov. Buenos Aires*, La Plata, 1 vol. 638 p.
- (1965). Sistemática estructural sedimentaria en los procesos de la orogénesis. *An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. Aires*, t. V.
- BRACACCINI, O. (1946). Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina. *Bol. Inf. Petrol.*, p. 258-264, Buenos Aires.
- CHILOS, O. E. et BEE DE B. W. (1963). Backbone of the Americas (A symposium). Tectonic history from Pole to Pole. *Am. Ass. of Petr. Geol.* Tulsa (Oklahoma).
- FERUGLIO, E. (1941). Nota preliminar sobre la hoja geológica San Carlos de Bariloche, Patagonia. *Bol. Inf. Petrol.*, 20, Buenos Aires.
- GERTH, H. (1913). Die pampinen Sierren zentralargentinien. *Geol. Rundschau*, IV, 8, p. 577-588.
- (1931). La estructura geológica de la Cordillera argentina entre el Río Grande y el Río Diamante en el Sur de la provincia de Mendoza. *Actas Acad. Nac. Ciencias*, 10, Córdoba (con una carta a 1 : 200.000).
- (1932-1941). Geologie Süd Amerikas. in *Geologie der Erde, Borntraeger* éd., Berlin, 3 vol.
- (1961). Bau der südamerikanische Kordillere. 1 vol., 264 p. *Borntraeger* éd., Berlin.
- FAIRBRIDGE, G. (1964). Thoughts about expanding globe. *Geol. and Geophysics*, p. 59-88.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. (1950). Algunos problemas geológicos de las sierras pampeanas. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, V, 3, p. 81-100, Buenos Aires.
- (1950). Geological cross section of the Cordillera de Los Andes about the parallel 33° Lat. *Bull. Geol. Soc. America*, 61, 1, p. 17-25.
- GROEBER, P. (1964). Hoja Chos Malal. *Rev. Soc. Geol. Argentina*, I, 3, p. 177-208, Buenos Aires.
- (1947). Hojas Soneneado y Maipo. *Rev. Soc. Geol. Argentina*, II, 2, p. 141-176 Buenos Aires.
- (1947). Hojas Bardas Blancas y Los Molles. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, II, 4, p. 409-433, Buenos Aires.
- (1951). La alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'. *Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat. Cienc. Geol. y Mus. Arg. Cienc. Nat.*, *Cienc. Geol.*, (1), 5, 352, p. Buenos Aires.
- GROEBER, P. et alt (1952). Mesozoico, in *Geogr. Rca. Argentina, GAEA*, t. II, 541 p. Buenos Aires.
- HOFSTETTER, R., FUENZALIDA, H., CECIONI, G. (1957). Chili. Lexique stratigraphique international, *C. N. R. S.*, Paris, 1 vol., 444 p.
- KLOHN, GIEHM C. (1960). Geología de la Cordillera de Los Andes de Chile central. Provincia Santiago, O'Higgins, Colchagua y Curicó. *Inst. Invest. Geol.*, 8, p. 3-95, Santiago.
- LEVI DE VALENZUELA, B. (1960). Estratigrafía del Jurásico y Cretácico inferior de la Cordillera de la Costa entre las latitudes 32° 40' y 33° 40'. *Univ. de Chile, Inst. Geol.*, Publ. 16, p. 221-269, Santiago de Chile.

- LOMNITZ, C. (1962). On the Andean structure. *J. Geophys. Res.*, 67, 1, p. 351-363, Washington.
- MUÑOZ CRISTI, J. (1960). Contribución al conocimiento geológico de la Cordillera de la Costa de la zona central. *Minales*, 69, 20 p. Santiago.
- (1964). Estudios petrográficos y petrológicos sobre el lacolito de la costa de las provincias de Santiago y Valparaíso. *An. Fac. Ciencias Fis. Mat.*, vol 20-21, 93 p., Santiago de Chile.
- PICARD, L. (1948). La structure du Nord-Ouest de l'Argentine avec quelques réflexions sur la structure des Andes. *B. S. G. F.* (5), VIII, p. 765-846.
- RASMUS, J. (1916). Rasgos geológicos generales de las sierras pampeanas. *Dir. Gen. Min. Hidrolog.*, Bol. 3-13, p. 18, Buenos Aires.
- SCHILLER, W. (1912). La alta Cordillera de San Juan y Mendoza. *An. Min. Agric. Geol.*, VII, 5, 64 p., Buenos Aires.
- THOMAS, H. (1950). Geología de la Cordillera de la Costa entre el Valle de la Ligua y la Cuesta de Barriga. *Inst. Investig. Geol.*, 2, Santiago.
- WETZEL, W. (1951). Die Abbildung des submarinen vulkanismus in sedimenten der andrien Geosynklinalen. *Noves. Jahrb. Min.*, H. 8, p. 177-192.
- ZEIL, W. (1960). Zur geologie der Nordchilenischen Kordilleren. *Geol. Rundschau*, 50, p. 639-673.
- (1964). Geologie von Chile. 1 vol. *Borntraeger* éd., Berlin.

**EL INDICE DE ENSANCHAMIENTO DE LOS GRANOS DE ARENA (DE LOS RODADOS, DE LOS DIFERENTES DETRITOS, ETC.) Y SU APLICACION AL ESTUDIO DE LAS ARENAS DE LAS PLAYAS DE COTENTIN (FRANCIA)**

**Primera comunicación**

Por

AUGUSTO P. CALMELS (\*) y MATTHIAS  
MATSCHINSKI (\*\*)

**RESUMEN**

En este trabajo se exponen los fundamentos y el desarrollo de un método directo —concebido por uno de los autores y aplicado por ambos al estudio de las arenas de varias playas de Cotentin del Norte (Francia)— para caracterizar la forma de los granos de arena de un sedimento, mediante una relación de valores que se ha denominado **índice de ensanchamiento**, al que se considera como el único cuya determinación experimental puede ser realizada valiéndose de medidas no individuales, obtenidas por el procedimiento del doble tamizado.

**ABSTRACT**

The purpose of this work is to present principles and development of a direct method —conceived by one of authors and applied by both to the study of the sands on various beaches in North Cotentin (France)— to determine the shape of the grains of sand of a sediment, by means of a relation of their measures which has been named **enlargement index**. This method is considered as the only one whose experimental determination can be achieved by means of non-individual measures, obtained by a double sifting.

---

(\*) Profesor titular de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca).  
(\*\*) Profesor del Instituto de Estadística de la Universidad de París.

### INTRODUCCION

El presente trabajo consiste de dos partes esencialmente diferentes por sus objetivos y manera de exposición. En la primera parte se describe, con todos los detalles necesarios, un método destinado a caracterizar la forma de los granos de arena (de los rodados, de los diferentes detritos, etc.) por medio de un índice —llamado **índice de ensanchamiento**— propio y aplicado ya anteriormente por uno de nosotros. Este es el único índice cuya determinación experimental puede ser realizada por medio de medidas no individuales (es decir medidas que engloban una experiencia simultánea con todos los conjuntos de granos dados, y no por mediciones individuales sobre cada grano particular de un subconjunto representativo, formado por una elección estadística de algunos granos del total de granos dados). De ese modo, el método propuesto tiene una ventaja indudable —con relación a todos los otros métodos— que consiste en exigir el mínimo de tiempo y permitir la determinación más exacta de lo que se busca definir.

La segunda parte, por el contrario, presenta un estudio de la arena de una veintena de playas de Cotentin del Norte (Francia), estudio llevado a cabo principalmente por el método del índice de ensanchamiento, del que se acaba de hablar, aun cuando no se han pasado por alto las propiedades geomorfológicas de las playas consideradas y la constitución petrográfica de las arenas.

De ese modo, por diferentes que sean, estas dos partes no solamente se completan la una a la otra, sino que son indispensables mutuamente para la buena comprensión de cada una de ellas. Sin la primera parte, el método principal utilizado en la segunda, así como sus resultados, no podrán ser bien comprendidos, y resultará un tanto difícil de juzgar y aplicar por parte de otros investigadores; sin la segunda parte, las ventajas del método del índice de ensanchamiento no pueden ser bien presentadas evidentemente, ni siquiera la manera de su aplicación.

Sin embargo, dado que los ejemplos sobre los cuales hemos trabajado en la segunda parte han sido tomados de las costas francesas, por lo que sus resultados interesan mayormente a Francia, y en razón de que los autores se han comprometido a efectuar su publicación en dicho país, se ven impedidos, por el momento al menos, de adelantar la segunda parte en esta oportunidad.

Es por estas circunstancias que nos ocuparemos aquí solamente de la primera parte del trabajo completo, y es por ello también que lo hemos calificado de "Primera Comunicación", teniendo presente que la segunda parte aparecerá con la denominación de "Segunda Comunicación".

PRIMERA PARTE

LOS METODOS DE CARACTERIZAR LA FORMA DE LOS GRANOS DE ARENA (DE LOS CANTOS RODADOS, ETC.) EN GENERAL Y EL METODO DEL INDICE DE ENSANCHAMIENTO COMO EL UNICO QUE PERMITE MEDIDAS NO INDIVIDUALES

1. Algunas notaciones geométricas preliminares

Toda morfometría —ya esté ligada con un material geológico, geomorfológico o cualquier otro muy alejado de las ciencias dadas— se basa naturalmente sobre una esquematización de las formas estudiadas con la ayuda de las formas puramente geométricas. De ese modo, por “áridas” que parezcan las consideraciones geométricas, resultan inevitables en esta oportunidad.

Una forma geométrica tridimensional, constituida de manera predominante por superficies convexas, siempre puede ser asimilada a un paralelepípedo (figura 1a y 1b). No tenemos mayor necesidad de considerar las superficies cóncavas, porque la práctica de la mor-

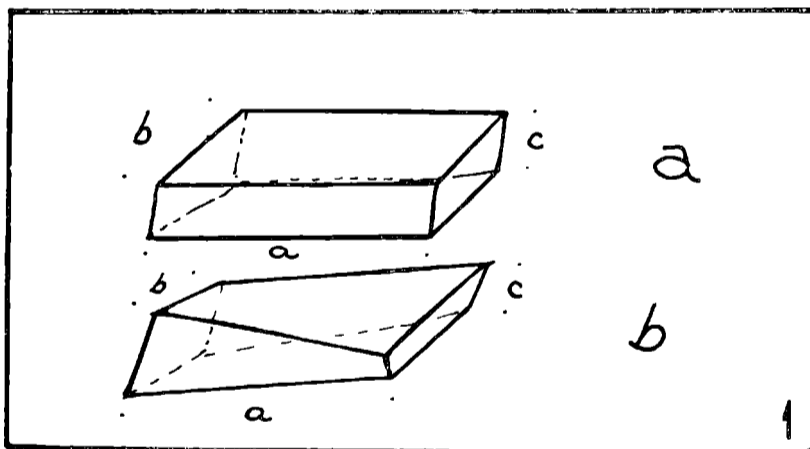


Fig. 1

foscopia de las arenas, de los cantos rodados, de los detritos, etc., nos muestra indudablemente que, con excepción de los restos de conchillas (figura 2a) y algunos casos bastante raros en los granos de pedernal (figura 2b), el material que llega realmente a nuestras manos nunca tiene formas con superficies cóncavas.

Volvamos, entonces, a los granos paralelepipediformes de las figuras 1a y 1b. Tales formas pueden ser caracterizadas —los paralelepipedos (figura 1a) exactamente, las formas más complicadas (figura 1b con cierta aproximación— por medio de tres valores que

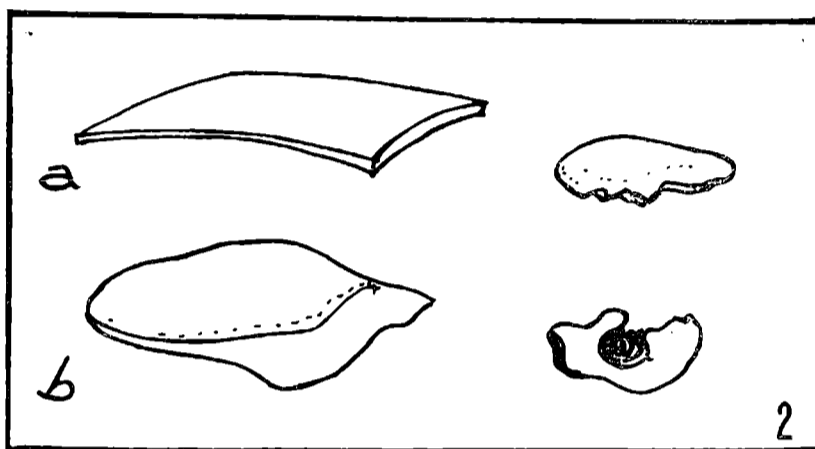


Fig. 2

pueden ser designados: longitud (a), anchura (b) y espesor (c). De acuerdo con el sentido de esas expresiones, la longitud es siempre mayor que la anchura, y ésta es, a su turno, mayor que el espesor; matemáticamente:  $a > b > c$ .

Esta definición de longitud, anchura y espesor que todos (y nosotros mismos) utilizan, no supone de ningún modo la perpendi-

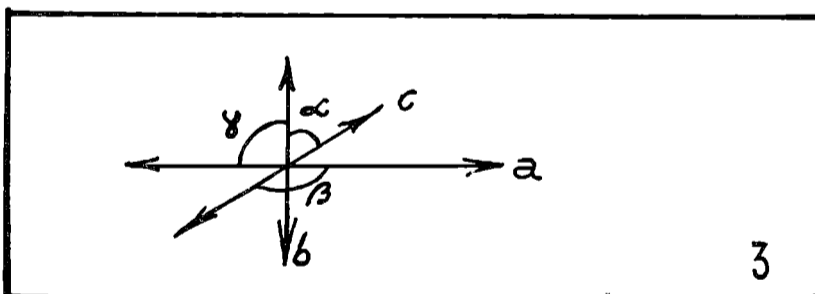


Fig. 3

cularidad de las direcciones en que los tres números en cuestión son medidos. En el esquema de la figura 3, estas tres magnitudes fundamentales consideradas para la forma de los granos de arena (de los cantos rodados, etc.) están representadas por los ángulos que for-

man entre sí. Lo que acabamos de decir será equivalente a la notación de que los ángulos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  no son obligatoriamente rectos. Para acabar esta simple descripción geométrica, nos queda por señalar que los tres números en cuestión, que corresponden en la naturaleza a la longitud, anchura y espesor, no son las medias sino los máximos. De ese modo, en la figura 4, que representa el corte de un grano, el espesor  $c$  describe precisamente el lugar más "espeso".

Es natural que se pueden introducir en consideración los valores medios (para un grano dado) de las longitudes, anchuras y espesores; y varios investigadores así lo hacen. Nosotros no lo haremos,

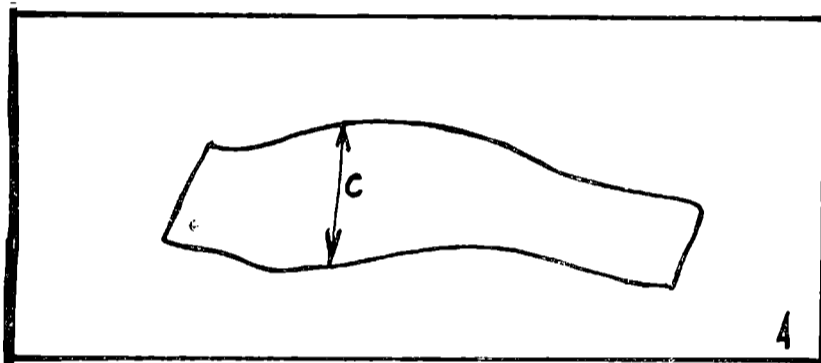


Fig. 4

y pensamos que la introducción de los valores medios aumenta tanto el número de mediciones —cada grano debe ser medido varias veces— que la aplicación de tales características debe ser desaconsejada.

## 2. Mediciones individuales y no individuales; mediciones directas e indirectas.

No es la geometría por sí misma la que puede interesar a un naturalista, sino sus aplicaciones. La aplicación clásica de las simples consideraciones que acabamos de dar explícitamente (pero que usualmente sólo son tomadas en consideración implícitamente) es el tamizado, igualmente clásico, es decir con una serie de tamices de orificios redondos. Por regla general se habla de obtener una clasificación por "el tamaño de los granos". Sin embargo, esta consideración es un poco abusiva: la clasificación a la que se llega utilizando una serie de tamices con orificios redondos ha seleccionado nuestro material, no por la magnitud máxima de los granos (no por su longitud), sino por su anchura, hecho ya indicado por uno de nosotros. Esta notación —"los orificios redondos seleccionan un conjunto de granos por su anchura"— puede ser explicada con la ayuda de la

figura 5. Por los orificios dibujados en esa figura el grano M. pasará, por grande que sea su longitud, pero el grano L no pasará si su anchura  $b_1$  es mayor que el diámetro del orificio, aunque su longitud  $a_1$  sea menor que la longitud  $a$  del grano M.

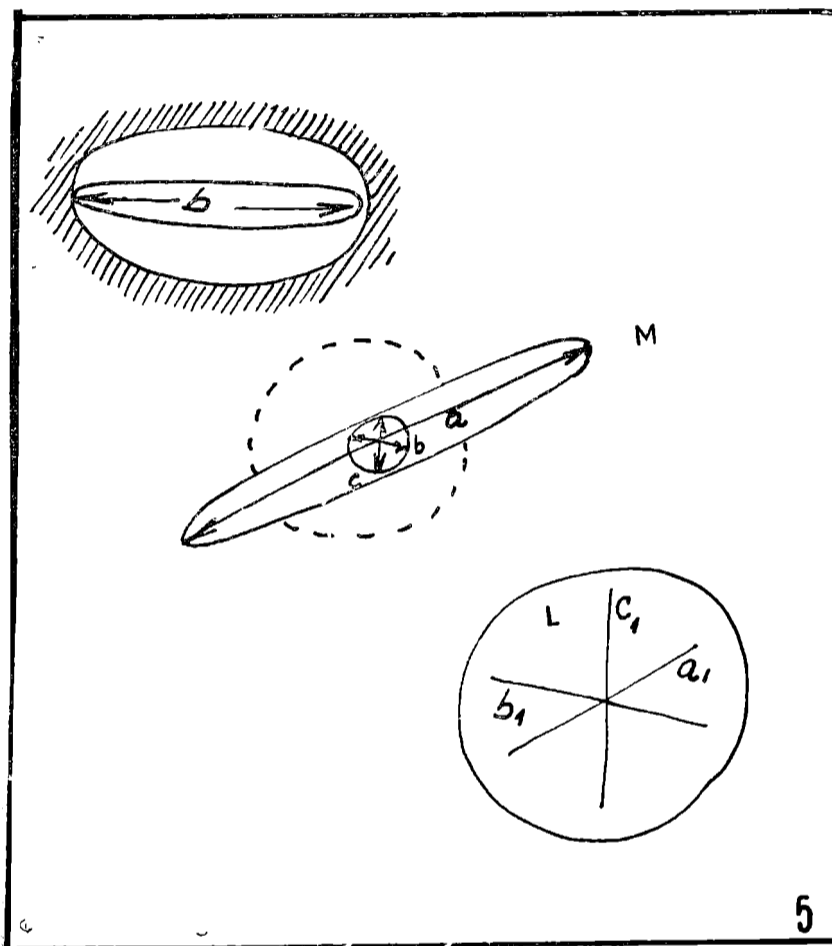


Fig. 5

La notación que se acaba de hacer no constituye un reproche: llegar al conocimiento de la distribución del conjunto dado de granos por sus anchuras, no es menos importante que tener el conocimiento de cualquier otra distribución. Lo que queremos combatir, por medio de esta notación, es una incomprensión bastante difundida de lo que se hace.

Al mismo tiempo, este procedimiento clásico nos proporciona un hermoso ejemplo de las mediciones directas, pero no individuales, introduciéndonos así en los dominios de las cuestiones concernientes

2. las dos distinciones capitales que sirven de título a este párrafo. En efecto, es necesario distinguir las mediciones morfométricas directas —ya sean efectuadas con una regla o un calibre, bajo un microscopio o con una serie de tamices, poco importa— de las mediciones indirectas, por su aplicación de corrientes líquidas o de gases en las cuales nuestro conjunto de granos es introducido, por la caída libre de estos granos en un líquido, o por cualquier otro método en el cual se llega a una clasificación, al fin de cuentas, por la utilización de una fórmula fisicomatemática estudiada previamente y para todos los casos necesarios.

El hecho de que un método sea indirecto no disminuye de ningún modo su valor; a menudo tales métodos son los únicos posibles (por ejemplo para los limos, etc.); a este respecto se podrá recordar los métodos llamados densimétricos. Son bastante difundidos y no nos parece necesario exponerlos. Naturalmente que no son los únicos. El método de LAMAR supone que la porosidad de una arena bien comprimida depende del grado en el cual los granos son más o menos angulosos. De ese modo, deja caer varias veces el recipiente repleto por la arena hasta que el volumen no disminuya más; midiendo entonces la porosidad, y multiplicando el resultado adquirido por un coeficiente teórico, ha creído obtener su coeficiente que caracteriza la presencia de los ángulos sobre la superficie de los granos. Es evidente que este resultado es bastante criticable (WADELL). Por su parte, FRASER ha ensayado mejorar este método introduciendo las mediciones de la arena no solamente al estado seco sino también húmeda.

Es evidente que se pueden recordar muchas otras propiedades físicas y mecánicas que pueden proporcionarnos algunos conocimientos indirectos sobre esta cuestión, "faltando" sólo algunas operaciones teóricas para llegar a uno u otro índice que caracteriza la forma.

Sólo hemos esquematizado estos métodos indirectos para recordar su existencia, y de ningún modo para criticarlos (no habría nada más fácil que practicar aquí la crítica).

En este lugar queremos insistir sobre la necesidad de distinguir los dos tipos de métodos morfométricos en cuestión. Es importante subrayar que nadie ha propuesto métodos indirectos para determinar la forma de los granos, y que el método aquí propuesto, ya adelantado por uno de nosotros, es un método directo. Por esta razón, y dado que este trabajo se refiere a la forma de los granos, en lo que sigue sólo se hablará de los métodos y de los procedimientos directos.

La segunda distinción, de importancia todavía mayor, se refiere a la cuestión: ¿las mediciones que se proponen, deben ser aplicadas a cada grano individualmente o únicamente al conjunto de granos estudiados?

Los procedimientos clásicos de tamizado por medio de la serie de tamices con orificios redondos dan un ejemplo irreprochable de un método no individual. Aquí no se toca ningún grano aisladamente; se miden todos, pero sin considerar ninguno en su individualidad. Por el contrario, cualquier otro método directo exige mediciones sobre el grano tomado individualmente, y esto independientemente de que se los mida manualmente o bajo un microscopio. De acuerdo con

nuestro conocimiento, nadie ha propuesto métodos colectivos para determinar la forma de los granos. Es solamente recién en el año 1960 que uno de nosotros (Matschinski) ha dado las bases de un método tal.

Sin embargo, es bien evidente que se puede decir mucho contra los métodos individuales. Sin señalar que están muy limitados en el dominio de sus aplicaciones —con operaciones hechas a mano es difícil llegar a dimensiones de granos inferiores a 7 milímetros, y bajo el microscopio es extremadamente difícil hacer girar los granos— estos métodos son siempre vulnerables desde el punto de vista de la estadística y de la práctica, a causa del trabajo de “egipcio” que demandan: es inútil insistir sobre el doble hecho evidente de que la estadística exige un elevado número de mediciones y la representatividad de los subconjuntos de granos elegidos para las mediciones, todo lo cual demanda un trabajo considerable del experimentador. Subrayaremos solamente que el número de granos que sería necesario, desde el punto de vista estadístico, para determinar la distribución en sí, podría ser todavía decididamente insuficiente como conjunto representativo. En efecto, es muy difícil —en razón de la diversidad, a veces extrema, de las formas y de la naturaleza de los granos en una muestra de arena (de cantos rodados, de detritos, etc.)— indicar las operaciones seguras para obtener un subconjunto, al mismo tiempo representativo y pequeño en el número de granos, para llevar a cabo las mediciones individuales.

Ilustraremos lo que acabamos de decir con algunos ejemplos de los índices y de los métodos morfométricos propuestos con anterioridad.

### 3. Descripción de algunos métodos precedentes.

Parece que los más antiguos índices que han sido propuestos corresponden a los de Wentworth: relación de la superficie de los granos a su volumen; desviación media del diámetro real con respecto al diámetro medio; desviación media de la convexidad real con relación a la convexidad media. Es evidente que para un grano esférico todos esos índices son mínimos, aun nulos. Pero él mismo dice que sobre el terreno se deben medir 100-200 granos para caracterizar la roca, y él mismo encuentra que esto no resulta del todo práctico. Es por esta razón que ha simplificado dichos índices, introduciendo otros: relación del radio de curvatura media a la mitad del diámetro máximo; relación del radio máximo de curvatura al radio medio (grado de redondez); y relación del radio mínimo de curvatura al radio medio (grado de aplanamiento). Wentworth ha propuesto varios aparatos, bastante simples —análogos a los que se emplean en óptica para medir la convexidad de las lentes—.

Más tarde Tester ha propuesto otro índice, fundado en la hipótesis de que sobre cada grano se pueden encontrar los restos de los lados primitivos, y que se puede, a partir de estos restos, restituir dichos lados y medir sus dimensiones. De ese modo puede obtenerse la forma (figura 6a). Sin decir que este método exige un trabajo quizás más largo que el necesario para lograr los otros índices propuestos, es difícil ocultar que este método es el más arbitrario en su aplicación:

la restitución de la superficie primitiva puede ser efectuada, en la mayoría de los casos, de muy diferentes maneras, de igual modo que el reemplazo de las superficies primitivas por líneas de Tester. Finalmente cabría preguntar ¿qué se hará con las superficies del tipo indicado en la figura 6b?

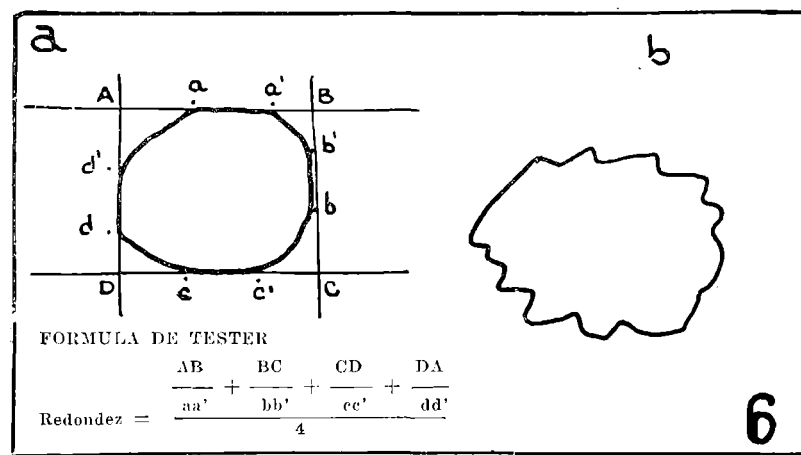


Fig. 6

Wadell introduce todavía otros índices: de esfericidad y redondez. (Lamentablemente todo el mundo utiliza la expresión "redondez" y piensa siempre de cosas físicas diferentes. Así, la "redondez" de Wentworth no es enteramente la misma cosa que la "redondez" de Wadell. Todavía, después de ellos, hemos visto otras "redondez" (*roundness*, en inglés), cuya exposición evitaremos aquí por razones obvias.

La Roundness (P), según Wadell, se expresa por la relación entre el radio de curvatura media de los "ángulos", del grano y el radio del círculo máximo inscrito en el contorno del grano. El índice de esfericidad  $\Psi$  es definido por Wadell como la relación que existe entre la superficie de la esfera equivalente (igual por su volumen al grano dado) y la superficie de este grano.

Además, introduce la relación de estos dos índices  $\frac{P}{\Psi}$ , que denomina la "imagen" del grano.

Las críticas (Wentworth) le han exigido, con razón: ¿cómo se debe medir el número suficiente de granos? Igualmente, se debe dudar de la posibilidad real de medir la superficie de las granos, o de los rodados.

Szadeczki-Kardoss cree —sin dar una argumentación a este respecto— que el grado en que un grano está redondeado puede ser expresado por la relación de las superficies convexas, cóncavas y planas que limitan al grano. Ha introducido diez clases, caracterizadas por diferentes valores numéricos de este grado. Prácticamente, sólo ha medido las partes convexas, cóncavas y planas de los perímetros de los cortes principales. Para estas operaciones propone un aparato es-

pecial. Los pequeños granos han sido observados en un binocular: Szadeczki-Kardoss espera que se pueda determinar esta relación a simple vista, sin mediciones. Por su parte, Zingg ha cambiado un poco el método precedente y espera también que se pueda estimar la relación entre las diferentes partes de la superficie del grano, a simple vista.

Guggenmoos piensa, él también, que las mediciones, en el sentido exacto de esta palabra, pueden ser reemplazadas por la estimación a simple vista. Describe cinco formas de los granos de acuerdo con su redondez (y ésta tampoco es, evidentemente, la misma cosa que la "redondez" de los otros autores).

En general, todos reconocen que se debe tener un método que pueda ser aplicado en igual medida a los granos grandes y pequeños, y que pudiera ser utilizado sin gran pérdida de tiempo. Algunos han llegado a dudar de la existencia de un método y de una definición matemáticos que no exijan un largo trabajo.

En el deseo de simplificar las dificultades de las mediciones y de las definiciones complejas, como las que se acaban de describir, André CAILLEUX ha propuesto su índice de desgaste,  $2r_1 : L$ , en el cual  $r_1$  es el menor radio de curvatura de la superficie del grano, y  $L$  la mayor dimensión (longitud). Igualmente se puede mencionar el índice de aplanamiento  $-(L + 1) : 2E$  en el cual  $L$  representa lo mismo que en el índice anterior,  $l$  corresponde al ancho y  $E$  al espesor. (Estas son las letras empleadas por CAILLEUX en los símbolos dados por nosotros en el párrafo 1 :  $L = a$ ,  $l = b$  y  $E = c$ ). Se habla todavía de la asimetría ( $AC : L$ ), donde  $AC$  corresponde a la longitud visible en la figura 7.

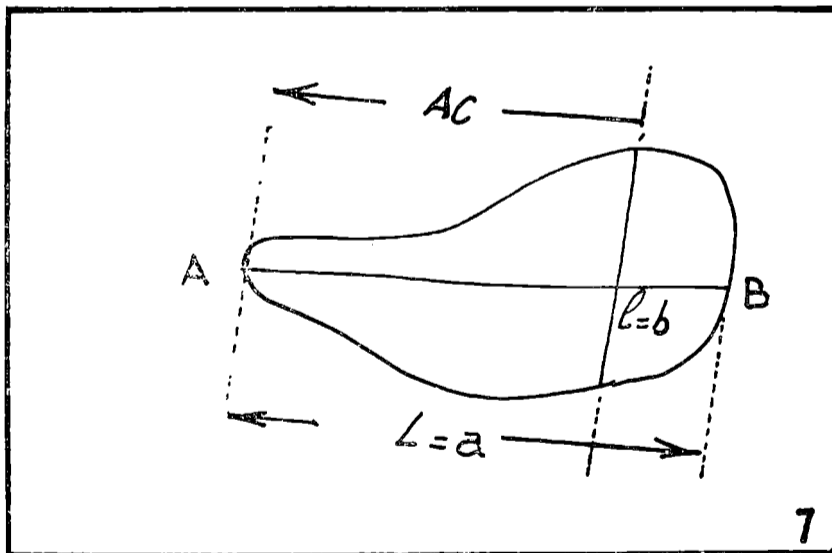


Fig. 7

Es natural que las mediciones necesarias para calcular los valores numéricos de los índices que se acaban de citar requieren menos tiempo que otros métodos, y esto explica el porqué los índices de CAILLEUX están muy difundidos en la actualidad. En esta enumeración se podría mencionar también los nombres de RUSSELL y TAYLOR.

Sin embargo, los métodos en los cuales la estimación numérica está reemplazada por un juzgamiento a simple vista para hacer participar a un grano dado de alguna de las clases establecidas previamente (ver más arriba), son aplicados bastante a menudo, aun en la actualidad. Por ejemplo, en los "Report" del penúltimo Congreso Geológico Internacional, FABER utiliza cinco clases caracterizadas por cinco pares fotográficos, haciendo uso, un poco abusivamente, de las vistas en perspectiva.

Esta corta síntesis podría ser completada con otros numerosos nombres. Sin embargo, no lo haremos, porque no tenemos ninguna pretensión de proporcionar una síntesis exhaustiva. El único nombre que queremos agregar todavía es el de PREOBRAJENSKI, cuya notable publicación, aparecida durante la última guerra, lamentablemente es poco conocida.

#### 4. Utilización de los tamices y de los otros clasificadores.

Volvamos a lo que hemos dicho al final del párrafo 2. Hemos visto que los autores de todos los métodos expresan su deseo de proporcionar el método prácticamente aplicable. Pero, en realidad, todos estos autores han sido llevados, por la fuerza de las circunstancias, ora a hacer demasiado pocas mediciones (desde el punto de vista de la estadística), ora a llevar a cabo un trabajo enorme.

Como es natural, esto no representa su falta personal, sino precisamente las dificultades propias de cada método de mediciones individuales: se debe 1) para satisfacer las exigencias estadísticas, llevar a cabo una enorme cantidad de mediciones y perder el tiempo sin limitación; o bien 2) para permanecer en los dominios de la realidad, efectuar pocas mediciones, en evidente contradicción con la regla de los grandes números. Así WADELL piensa —sin proporcionar ningún argumento— que se pueden medir solamente 225 granos de una muestra que él estima (y resulta difícil comprender cómo) consistente de 6.877.156 granos (sic). Todo es llamativo aquí: negligencia de la regla de los grandes números y capacidad formidabile de contar.

Para volver a lo serio de la cuestión, podemos decir que el problema se plantea así: De ningún modo buscar todavía un "índice", astucioso o sencillo, que describa tal o cual propiedad geométrica de los granos; no discutir la "utilidad" de uno u otro método y el "grado" en el cual el índice propuesto caracteriza el conjunto de los granos en cuestión; sino que se trata de establecer un índice tal que su determinación reúna el máximo de exactitud posible con el mínimo de operaciones a efectuar.

Un método tal sólo podría ser no individual. De acuerdo con todo lo que hemos dicho, no hay ninguna comparación entre los mé-

todos individuales y los no individuales desde este punto de vista. Prácticamente, no tenemos ningún límite para el número de granos a medir, cuando son medidos en conjunto y no uno después de otro; de ese modo, de un solo golpe satisfacemos a la exigencia de la estadística (número de mediciones) y a la práctica (tiempo relativamente corto de las operaciones).

En otras palabras, el problema se plantea así: No definir un "índice" y luego buscar las mediciones, sino observar 1) qué medidas no individuales están a nuestra disposición, y 2) qué índices de forma se pueden definir y medir con ellas.

El método más simple para las mediciones no individuales es el tamizado, aunque también existen otros. Ya hemos señalado en el

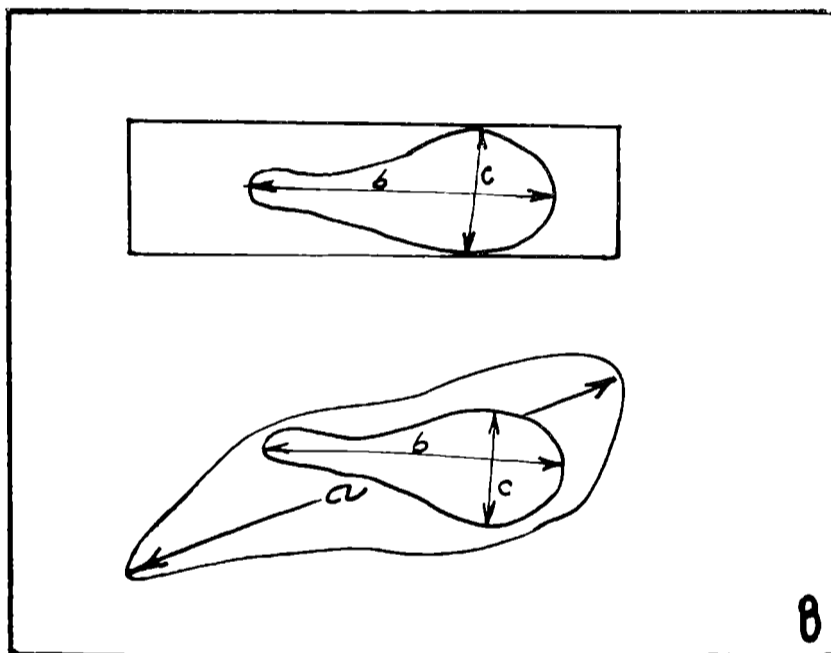


Fig. 8

parágrafo 2 que el empleo clásico de los tamices con orificios redondos equivale a la clasificación del conjunto tamizado de granos por sus anchuras. Dado que un índice de forma debe contener al menos dos propiedades geométricas características de los granos, sería necesario intentar encontrar todavía otra característica medible por una serie de tamices. Lo más simple que puede venir a la mente es el tamizado con tamices que posean orificios alargados. Imaginémonos, por ejemplo, los tamices con orificios que tengan la forma rectangular, cuya longitud sea sensiblemente mayor que la anchura; para fijar ideas supongamos que la longitud de los orificios sobrepase decididamente las dimensiones, aun máximas, de los granos.

Efectuemos, pues, el tamizado de un conjunto de granos con la ayuda de una serie de tamices con orificios alargados, de la forma descrita más arriba, tamices que se distinguen los unos de los otros por la anchura de sus orificios. ¿Por qué característica estarán clasificados los granos luego de esta operación? Resulta evidente que lo estarán por su dimensión menor (el espesor, tal cual lo hemos designado en el párrafo 1).

Para explicar este hecho importante en el método propuesto, se ruega al lector referirse a las figuras 8a y 8b. En la primera se ve el corte de un grano que pasa a través de un orificio alargado de la forma descrita. En la segunda se ve el mismo grano en perspectiva. Estas dos figuras nos muestran que es la magnitud  $c$  que será separada por las diferentes anchuras de los orificios (el espesor de los granos será separado por las anchuras de los orificios; que se nos excuse la desigualdad de la terminología), en tanto que las dimensiones  $a$  y  $b$  poseen todas las posibilidades de pasar por la superficie separadora, perpendicular o paralelamente a ella.

Así se puede afirmar que una serie de tamices con orificios alargados separa un conjunto de granos por sus espesores, de la misma manera que la serie de tamices con orificios redondos separa el mismo conjunto por las anchuras de los granos. De esto se desprende que ya se tienen dos métodos independientes de medir dos dimensiones características de los granos. Cada dimensión, por sí misma, no proporciona ninguna idea de las formas de los granos; las dos juntas sí. El determinar qué combinación de  $b$  y de  $c$ , así medidas, se elegirá para el índice característico, es un problema ulterior. Lo que hemos establecido nos dice solamente que hay dos métodos simples (que se los puede considerar como uno solo) de mediciones no individuales para una determinación numérica de las distribuciones de dos dimensiones características en un conjunto de granos.

Es evidente que el hecho de que existan dos de tales métodos no excluye la posibilidad de que existan todavía otros. Es por esta razón que, antes de emprender las posibilidades surgidas de estas medicio-

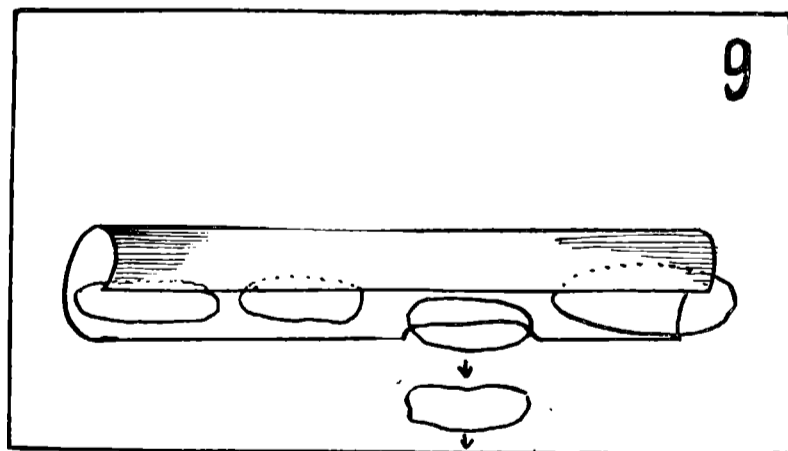


Fig. 9

nes con los tamices, se deben decir algunas palabras sobre otras eventualidades.

Primeramente se debe subrayar —lo que se puede probar matemáticamente— que no hay ninguna posibilidad de clasificar, con la ayuda de los tamices, los granos de un conjunto por su longitud. Evidentemente que esto no significa excluir la proposición de otras construcciones mecánicas que lo puedan hacer. Por ejemplo, se puede imaginar, en lugar de tamices, un sistema de pequeños tubos, cada uno de los cuales tiene un orificio en su costado por el cual un grano, que se desplaza por el tubo, puede salir (figura 9). Una serie de tales elementos clasificará el conjunto de granos por sus longitudes: son las longitudes de los orificios mencionados las que determinarán la clasificación. Es lógico que este ejemplo, puramente teórico, sólo se proporciona a título ilustrativo, por cuanto una aplicación práctica es apenas posible: los tubos se taponarán rápidamente y todo funcionamiento será imposible.

Este ejemplo puede generalizarse. Dado que —según lo acabamos de ver— ningún sistema de orificios puede clasificar los granos por sus longitudes, no nos podemos imaginar los clasificadores de granos en los cuales el camino que deban recorrer los granos no sea curvo. Esta última circunstancia entraña naturalmente un golpeteo para el pasaje de los granos y vuelve la utilización práctica siempre dudosa.

Es evidente que se puede plantear la cuestión de otra manera. Puede preguntarse qué diferencias se obtendrán en la clasificación de los granos si se efectúa consecutivamente un tamizado con una serie de tamices de orificios redondos, y un segundo tamizado con tamices de orificios angulares, como los de la figura 10. Un grano anguloso

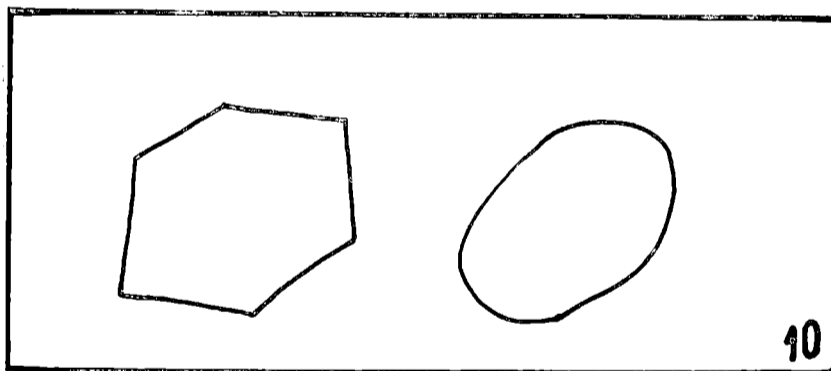


Fig 10

pasará por un orificio angular correspondiente y será retenido por los orificios redondos, elípticos o, en general, no anguloso. Entonces, dos series de tamices de los tipos descritos darán, por principio, distribuciones diferentes: se podrá afirmar que esta diferencia será tanto más sensible cuanto más angulosos sean los granos del conjunto y, por el contrario, será despreciable cuando el porcentaje de granos angulosos sea pequeño.

Sin embargo, se debe reconocer que las diferencias de que se habla serán siempre bastante débiles y la interpretación bastante equívoca. Es por ello que resulta difícil recomendar un semejante doble tamizado. Además, hay todavía una razón suplementaria para dudar de la eficacia de este método, es decir que los orificios de los tamices correspondientes a las dos series, al no tener, ni siquiera cercanamente, la diferencia geométrica entre ellos tan sensible como la diferencia entre los orificios redondos y los orificios muy alargados del método precedente, se volverán pronto prácticamente iguales a causa del desgaste provocado por el pasaje de los granos.

Dilucidados así los problemas de los tamices, nos falta todavía proporcionar algunas notaciones sobre los métodos no individuales, diferentes del tamizado.

Ya hemos mencionado en los párrafos precedentes algunos métodos a este respecto: repartición de las fracciones por la caída de los granos en el seno de un líquido (párrafo 2), método del amontonamiento (párrafo 3), y otros. Todos estos métodos, buenos y malos, exitosos o no, tienen una característica común, tal es la de proporcionar una sola distribución, en tanto que, para obtener un índice que caracterice la forma se requiere tener por lo menos dos de ellas. A falta de tener la posibilidad de observar dos distribuciones mediante un mismo tipo de experiencias, se puede pensar en utilizar los resultados de dos métodos diferentes. Sin embargo, es más que difícil hacerlo razonablemente, porque los resultados proporcionados por tales métodos diferentes son muy difíciles de comparar entre sí; aun podría decirse que, a menudo, son incompatibles. En efecto, los fenómenos físicos que se encuentran en la base de estos métodos (viscosidad, capacidad de amontonamiento, porosidad de un conjunto de granos, etc.) son tan diferentes entre sí, que una interpretación geométrica directa no es posible y, por ello, toda comparación es perturbada por la ausencia de magnitudes físicas o geométricas comunes. Por el contrario —volviendo a la operación del tamizado—, se recuerda que las distribuciones dadas por él, conciernen a magnitudes geométricas del mismo tipo (dimensiones de los granos) y que son fácilmente comparables.

Por todas estas razones, creemos que la única posibilidad práctica de medir las distribuciones de dos propiedades geométricas de los granos, posibilidad de efectuar las mediciones rápida y exactamente, está dada por la utilización del doble tamizado, descrito más arriba, con tamices de orificios redondos y alargados. Es por ello que dejaremos todos los otros métodos, que no sea el doble tamizado en cuestión, y todo lo que sigue sólo será la exposición de los detalles de este método y de sus aplicaciones.

##### **5. Cuadros surgidos de la aplicación del doble tamizado y su teoría. Diferentes expresiones de las relaciones —índices de forma— a que dan lugar dichas mediciones.**

Se efectúa el doble tamizado con dos series de tamices como las que se acaban de describir. Para fijar las ideas, supongamos que hemos elegido las series que contienen diez tamices cada una. En el caso de un simple tamizado, éste nos habría llevado a diez fracciones,

obtenidas por los diez tamices y un resto que ha pasado por todos. En el caso del doble tamizado, habría evidentemente muchas más fracciones. Para el número de estas fracciones consideremos en detalle el procedimiento propuesto. Es recomendable comenzar por la aplicación de los tamices con orificios redondos; las razones para ello se aclararán enseguida. Luego de ese primer tamizado, se separa cada fracción con la ayuda de la otra serie de tamices (con orificios alargados, si hemos comenzado con los tamices clásicos). Sin embargo, no se debe pensar que el tamizado de cada fracción primitiva (generada por la aplicación de la primera serie de tamices) nos proporcionará nuevamente diez fracciones, debidas a la aplicación de la serie de tamices con orificios alargados. Esto ocurrirá sólo con la primera fracción, retenida por el tamiz mayor con orificios redondos. La siguiente —correspondiente a los granos retenidos por el tamiz de orificios redondos, de la dimensión segunda en el orden de magnitud de los diámetros— se repartirá solamente en nueve. En efecto, esta segunda fracción, de los tamices con orificios redondos, no contiene granos con la anchura *b* correspondiente al primer tamiz. Es por esta razón que tampoco contiene granos con el espesor *c* correspondiente a los orificios mayores. No se olvidará que por definición *c* es menor que *b*.

Por la misma razón, la tercera fracción, generada por el tamizado con los tamices de orificios redondos, dará lugar a ocho fracciones solamente, la cuarta sólo tendrá siete, etc., etc., hasta la última, que sólo contendrá una única fracción (y el resto, naturalmente).

De ese modo, el número máximo de fracciones, originado por un doble tamizado con dos series de diez tamices cada una, es igual a:  $10 + 9 + 8 + 7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 55$ , pero nunca igual a  $10 \text{ por } 10 = 100$ , como podría pensarse a primera vista. Este número de 55 fracciones es naturalmente el número máximo posible de fracciones, al igual que el número 10 es el número máximo de fracciones para el tamizado clásico con diez tamices. Nadie se asombrará cuando, como en el resultado de un tamizado clásico, ciertas fracciones se encuentren vacías, sin contener granos. Resulta evidente que de las 55 fracciones teóricas, sólo pueden obtenerse 23, por ejemplo, como es el caso para la primer muestra de la Segunda Parte, o aun 3 fracciones, como nos han proporcionado las muestras 18 y 20 de dicha Segunda Parte. Por el contrario, las muestras 10 y 11 nos han proporcionado 50 fracciones reales. Sin embargo, este número de fracciones —cincuenta— es ya excepcional; como lo demuestra la experiencia, en la mayoría de los casos se tienen entre treinta y cuarenta fracciones.

En esencia, las cosas no cambiarán si se comienza por el tamizado con los tamices de orificios alargados (se tendrán diez fracciones primitivas y el resto) y sólo después se lleva a cabo el tamizado con los tamices de orificios redondos.

La única diferencia teórica será la siguiente: corresponderá a la primera fracción del tamizado con tamices de orificios alargados, la que sólo proporcionará una fracción, y a la última (la décima), que dará lugar a diez fracciones; las intermedias se repartirán respec-

tivamente en dos, tres, cuatro, etc., hasta nueve fracciones. De ese modo, el número de fracciones será igual a:

1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 fracciones, es decir siempre 55. Sin embargo, no habrá restos luego de estos tamizados con tamices de orificios redondos, puesto que todos los restos se habrían eliminado con el tamizado primitivo, que aquí correspondería al que se habría efectuado con los tamices de orificios alargados. Se podría tener la impresión de que este orden de los tamizados es prácticamente más cómodo, a causa de que los restos habrían sido eliminados en la primera operación. No obstante, esta aparente economía de tiempo es obtenida, en primer lugar, a costa de los restos no clasificados. En segundo lugar —y esto es decisivo— este segundo orden de aplicación de los tamices no es natural, porque prescribe la utilización de los tamices con agujeros de superficies menores antes que los tamices de orificios con superficies mayores. Prácticamente esto lleva a un trabajo más largo y a un desgaste más considerable y menos homogéneo de los tamices. ¿Será necesario subrayar que la abrumadora mayoría del tiempo exigido por un tamizado se debe principalmente a la limpieza de los tamices? Creemos que solamente los teóricos optimistas se opondrán a esta triste necesidad. De modo que podríamos afirmar que la experiencia muestra que el orden de tamizado indicado primeramente (ver el comienzo del párrafo es el más conveniente.

Imaginémonos entonces que se efectúa un tamizado del tipo descrito. Sus resultados (los pesos o los volúmenes de las fracciones o, finalmente, los números de los granos de ellas) deben presentarse sobre cuadros, para lo cual se recomiendan los del tipo de la pág. 54.

En dicho cuadro  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{10}$  son los diámetros de los orificios redondos de nuestros tamices, y  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_{10}$  la anchura de los orificios de los tamices con agujeros alargados. En la intersección de las columnas  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_{10}$  con las líneas  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{10}$  se colocan los resultados correspondientes a las fracciones. Es evidente, como ya lo hemos hecho notar, que de las cien intersecciones no estarán ocupadas más de cincuenta y cinco, sobre todo las que se encuentran sobre la diagonal mayor, hacia arriba y hacia la derecha. Por el contrario, todos los lugares por debajo y a la izquierda de dicha diagonal, por principio, se encontrarán vacíos. La columna "Resto" contendrá los datos referentes a ellos; la columna B contendrá las fracciones primitivas del tamizado con tamices de orificios redondos; finalmente, la línea C contendrá las fracciones primitivas del tamizado con tamices de orificios alargados. Resulta natural que, en la práctica, los datos de esta última línea se obtengan por simple adición de los datos de las columnas correspondientes, y no nos servirán para probar la exactitud de las diferentes operaciones aritméticas necesarias para la aplicación del cuadro; además, se servirá de esta última línea para calcular el espesor medio de los granos en la muestra estudiada. En el lugar indicado con  $\Sigma$  se escribirá la característica (peso, volumen o número de granos) de toda la muestra. Es evidente que este número debe ser igual a la suma de todos los números de la columna B y, al mismo tiempo, a la suma de todos los números de la línea C. La coincidencia prác-



tica de esos dos valores nos demuestra la exactitud de los cálculos, y es por ello que no será inútil la recomendación de efectuarlos siempre.

Todo lo que hemos indicado para el caso especial de diez tamices en cada una de las series, puede ser fácilmente generalizado para el caso de cualquier número de tamices. De ese modo, teniendo en general  $k$  tamices en cada una de las series, se tendrá un Cuadro con  $k^2$  intersecciones. Sin embargo, el número máximo de las frac-

ciones será igual a  $\frac{(k + 1) k}{2}$ , y toda intersección que se encuen-

tre por debajo y a la izquierda de la diagonal mayor permanecerá siempre vacía.

Para la práctica hemos elegido precisamente las series de diez tamices. No insistiremos sobre el hecho de que esa elección es la mejor desde el punto de vista teórico. Sólo diremos que son más bien las razones técnicas bastante fortuitas las que nos han obligado a detenernos sobre el número diez. Primeramente, era necesario tomar en consideración el intervalo general de los granos en nuestras muestras. En este sentido, había que tomar diez milímetros como el límite entre las gravas y las gravillas (de acuerdo con la clasificación más corrientemente empleada en Francia). Para el otro límite del intervalo se elige la dimensión de un milímetro, por la simple razón de que los tamices con orificios más pequeños no son prácticamente utilizables a causa del acuñaamiento demasiado frecuente de los granos en los agujeros, de la limpieza interminable que exige y del desgaste que destruye los tamices de una manera acelerada.

De ese modo, las gravillas y las fracciones arenosas estudiadas se encontrarán limitadas entre 10 y 1 milímetro. Sin embargo, si el límite inferior (1 mm) es prácticamente infranqueable el límite superior sólo es convencional. Uno de nosotros (CALMELS) ha efectuado mediciones semejantes para los cantos rodados de La Vendée.

Pero, permaneciendo dentro del material presente, tenemos entonces un intervalo comprendido entre 10 y 1 milímetro, que resulta difícil repartir en más de diez fracciones, porque de otro modo las diferencias entre los orificios de dos tamices sucesivos serán demasiado pequeñas, en primer lugar, y, por otra parte, deben evitarse las dimensiones que estén expresadas por un número con gran cantidad de decimales. De ese modo, una dimensión de orificios tal como 2,371 mm es ilusoria, y no debe ser elegida (ver más adelante). Finalmente, desde el punto de vista práctico es recomendable conformarse con los tamices de las dimensiones que se fabrican, lo que simplifica mucho la adquisición de los tamices y todo reemplazo necesario por causa de desgaste, de pérdida en expediciones, etc.

Todas estas consideraciones nos han llevado a elegir las series de diez tamices.

Volvamos ahora al Cuadro típico de los resultados, proporcionado en la página 54.

Sin entrar todavía en el problema de cómo se deben elegir los números  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{10}, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{10}$ , consideremos primeramente las medias que se pueden calcular con la ayuda del Cuadro típico, para cualquier elección de estas últimas.

Es evidente que hay dos de tales números. Primeramente, es la anchura media de los granos en la muestra en cuestión. Dado que los granos en todas las fracciones de una línea cualquiera del Cuadro tienen casi las mismas anchuras (definidas por los diámetros de los orificios de los tamices superior e inferior a esta línea), se puede, en primera aproximación, contar con que todos los granos

de esta línea, por ejemplo cuarta, tienen la anchura  $\frac{b_3 + b_4}{2}$  ó, en

general, para la línea  $n$ :  $\frac{b_{n-1} + b_n}{2}$ . Entonces, el valor medio buscado será:

$$\text{Anchura media} = \bar{b} = \frac{1}{10} \left( \frac{b_0 + b_1}{2} B_1 + \frac{b_1 + b_2}{2} B_2 + \frac{b_2 + b_3}{2} B_3 + \dots + \frac{b_9 + b_{10}}{2} B_{10} \right)$$

lo que se indicará simbólicamente por  $\bar{b} = \frac{1}{k} \sum b$ . Análogamente, se

tiene:  $\bar{c} = \frac{1}{k} \sum c$ ; o, para nuestro caso, el espesor medio será:

$$\text{Espesor medio} = \bar{c} = \frac{1}{10} \left( \frac{c_0 + c_1}{2} C_1 + \frac{c_1 + c_2}{2} C_2 + \frac{c_2 + c_3}{2} C_3 + \dots + \frac{c_9 + c_{10}}{2} C_{10} \right)$$

Aquí,  $b_1, b_2, \dots, c_1, c_2 \dots$ , ya han sido definidas en tanto que  $b_0$  y  $c_0$  corresponden al diámetro de los orificios redondos y a la anchura de los orificios alargados de dos tamices fuera de serie con los cuales se eliminan los cantos rodados y todo el material de granulometría mayor que el límite superior que nos hemos fijado. En el caso de las dimensiones elegidas,  $b_0 = c_0 = 10$  mm. Es evidente que la utilización de  $c_0$  no es prácticamente necesaria porque el resultado deseado se ha producido ya por la aplicación del tamiz con  $b_0 = 10$  mm. De ese modo, además de los 20 tamices de las dos series descriptas más arriba, se tiene necesidad de uno más, para separar de la muestra todo lo que sobrepasa el límite aceptado (10 mm).

Los números obtenidos —la anchura y el espesor medios— tomados aisladamente uno del otro, nada nos dicen a propósito de la forma media de los granos. Por el contrario, cualquier combina-

ción de ellos caracteriza, bajo un ángulo u otro, la forma media de los granos de la muestra. Se puede tomar, por ejemplo, su relación, su diferencia, o cualquier otra función. Sin insistir en que sea posible aquí una elección única, y dejando a cada investigador elegir la que quiera, hemos elegido la relación entre el espesor y la anchura como una característica eventual de un aspecto de la forma de los granos, y especialmente del **ensanchamiento** de ellos (ver la figura 11, en la cual se han dibujado diferentes granos con la

misma relación  $\frac{c}{b}$ ).

Sin embargo —y aquí llegamos al punto capital del problema—, la elección de una u otra función de  $b$  o  $c$  (por ejemplo, la elección

de la fracción  $\frac{c}{b}$ ) no determina todavía definitivamente la caracte-

terística. Lo más importante es pensar claramente sobre qué magnitudes se trata en nuestra relación: ¿son las medias o las individuales, en el sentido propio de esa palabra, o, finalmente, individuales en un sentido aproximativo, es decir comunes para una fracción? Dado que en este trabajo nos ocuparemos de las medidas no individuales, de las tres eventualidades que se acaban de citar sólo nos quedan la primera y la tercera.

En base a lo anteriormente expuesto, se deben distinguir tres coeficientes de ensanchamiento diferentes:

— El coeficiente de ensanchamiento como la relación entre los valores medios de la anchura y del espesor de los granos (las indicaciones proporcionadas más arriba indican cómo debe ser calculado ese coeficiente);

— El coeficiente de ensanchamiento como la media de las relaciones  $\frac{c}{b}$  para todas las fracciones;

— Finalmente, el coeficiente de ensanchamiento como la inversa de la media de las relaciones  $\frac{b}{c}$  (sic) de todas las fracciones de la muestra.

Matemáticamente resulta evidente que estos tres tipos de coeficientes en cuestión sean numéricamente diferentes. No faltarán quienes dudarán, quizás, de que la diferencia entre estos tres tipos será sensible prácticamente. Sin embargo, los cálculos prácticos prueban que pueden producirse todas las posibilidades: estos coeficientes pueden ser bastante diferentes los unos de los otros, o ser iguales. A título de ejemplo, citemos los valores numéricos obtenidos

para la arena de playa de Anse du Brick (muestra N° 1 de la Segunda Parte): el coeficiente de ensanchamiento en cuanto relación de las medias es igual a 0,71; el coeficiente de ensanchamiento en

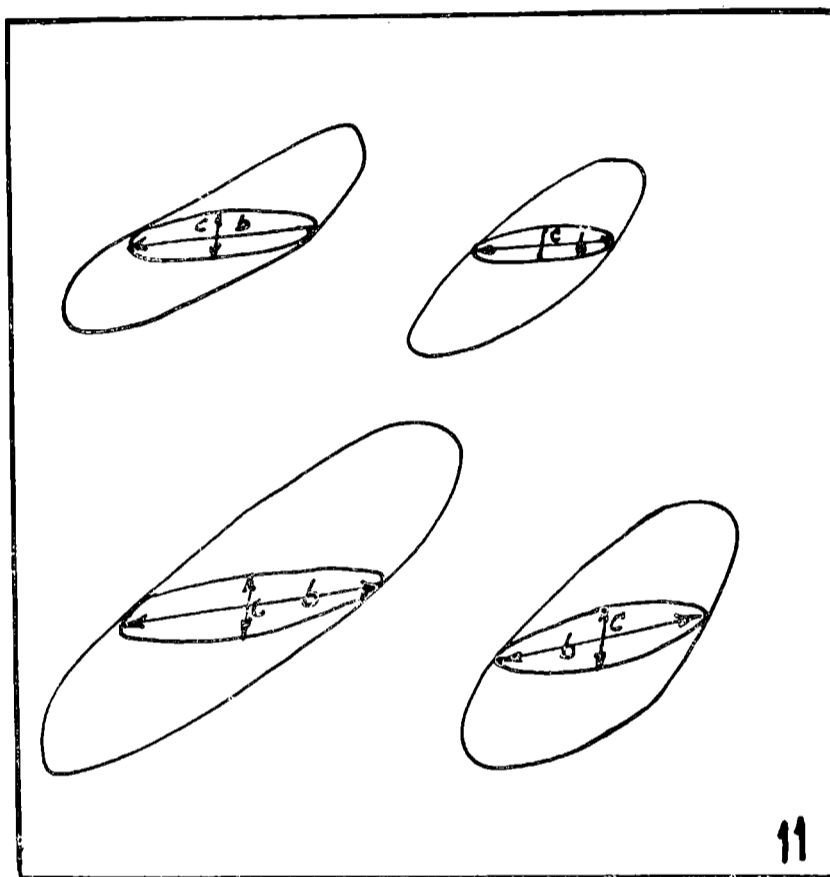


Fig. 11. — Distintos tipos de granos que se caracterizan por poseer la relación  $\frac{c}{b}$  igual en todos los casos.

cuanto media de la relación  $\frac{c}{b}$  es igual a 0,72; finalmente, el coeficiente de ensanchamiento en cuanto inversa de la media de la relación  $\frac{b}{c}$  es igual a 0,69. Igualmente, para la playa de Landemer

(muestra N° 8 de la Segunda Parte, se pueden citar los resultados siguientes de las mediciones: el coeficiente de ensanchamiento en cuanto a relación de las medias es 0,70; el coeficiente de ensancha-

miento en cuanto a media de la relación  $\frac{c}{b}$  es igual a 0,73; final-

mente, el coeficiente de ensanchamiento en cuanto a inversa de la

media de la relación  $\frac{b}{c}$  es igual a 0,72. Estas diferencias pueden

parecer insignificantes a primera vista, pero no se debe olvidar que el mismo coeficiente para diferentes arenas sólo difiere por el mismo orden de magnitud. Así, por ejemplo, el segundo de los coeficientes

citados  $\left(\sum \frac{c}{b}\right)$  es igual, para las arenas de la playa de Anse du Brick,

a 0,72, y para las correspondientes a la playa de Landemer, a 0,73.

Convenza o no, se debe tener en cuenta esta diferencia y precisar claramente de qué se trata en uno u otro caso. Lamentablemente, a menudo se olvida precisarlo.

Es evidente que no hemos citado las muestras N<sup>o</sup> 1 y 8 por las diferencias excepcionales que presentan; estas diferencias son más bien típicas para el conjunto de las veinte muestras de la Segunda Parte. No faltan muestras en las cuales el valor de los coeficientes de ensanchamiento coincide aun en la segunda decimal, en tanto que en algunas otras varía en un 15 % (muestra N<sup>o</sup> 19) y hasta en un 20 % (muestra N<sup>o</sup> 9).

Pero dejemos estos detalles especiales y volvamos a la teoría general del método y a la construcción de los cuadros cuyo tipo general se ha dado algunas páginas atrás.

Como lo hemos visto, el cálculo de las medias de  $b$  y de  $c$  está enormemente facilitado por el hecho de que las fracciones que se encuentran en una misma línea del Cuadro tienen todas el mismo valor de  $b$  y que todas las fracciones que se encuentran en la misma columna tienen el mismo valor de  $c$ , y esto independientemente de la elección de los valores numéricos para  $b_1, b_2, \text{etc.}, c_1, c_2, \text{etc.}$  En general —sin que esta propiedad exista— sería suficiente (para calcular la medida) con multiplicar el peso de cada fracción (el volumen, el número de granos) por las dimensiones  $b, c$  que la caracterizan y, solamente luego, efectuar las sumas. Así, para el primer coeficiente de ensanchamiento del que acabamos de hablar, los valores que se encuentran en el interior del Cuadro no son inmediatamente necesarios, sino que lo son únicamente los valores que se encuentran en la última columna (B) y en la última línea (C), porque se los utiliza directamente. Ahora, nuestra tarea será de ensayar la transformación de nuestro Cuadro en una forma tal que la misma simplificación tenga lugar para el cálculo de las medidas

de las relaciones  $\frac{c}{b}$  y  $\frac{b}{c}$ : dos problemas que se reducen a uno solo.

En efecto, si dos fracciones tienen el mismo valor de  $\frac{c}{b}$ , tendrán

también el mismo valor para  $\frac{b}{c}$ , aunque —repetámoslo— la media

de una no coincide con la inversa de la media de la otra.

Para llegar a resolver el problema de una transformación tal, se puede partir de la observación de que todas las fracciones de la diagonal mayor de nuestro Cuadro contienen los granos práctica-

mente redondos, es decir, que tienen la relación  $\frac{c}{b}$  y  $\frac{b}{c}$  práctica-

mente muy próxima a la unidad. Entonces, se piensa fácilmente definir los valores numéricos de  $b_1, b_2, \text{etc.}, c_1, c_2, \text{etc.}$ , de tal manera que las relaciones en cuestión, en las fracciones de las diagonales paralelas a la diagonal mayor, sean las mismas. Es evidente que para llegar a un Cuadro que tenga esta cómoda propiedad, será necesario y suficiente que las relaciones entre las características numéricas (diámetro de los orificios redondos y anchura de los orificios alargados) para cada dos tamices aplicados sucesivamente, sean las mismas:

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{c_3}{c_2} = \frac{c_4}{c_3} = \frac{c_5}{c_4} = \frac{c_6}{c_5} = \frac{c_7}{c_6} = \frac{c_8}{c_7} = \frac{c_9}{c_8} = \frac{c_{10}}{c_9} = \frac{b_1}{b_0} =$$

$$\frac{b^2}{b_1} = \frac{b^3}{b_2} = \text{etc.}, \text{ hasta } = \frac{b_{10}}{b_9} \quad (1)$$

En efecto, si se realizan las condiciones que acabamos de describir, se desprende lo siguiente:

$$\frac{c_1}{b_1} = \frac{c_2}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_{10}}$$

$$\frac{c_2}{b_1} = \frac{c_3}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_9}$$

$$\frac{c_3}{b_1} = \frac{c_4}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_8}$$

$$\frac{c_4}{b_1} = \frac{c_5}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_7}$$

$$\frac{c_5}{b_1} = \frac{c_6}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_6}$$

$$\begin{array}{r}
 \frac{c_6}{b_1} = \frac{c_7}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_5} \\
 \frac{c_7}{b_1} = \frac{c_8}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_4} \\
 \frac{c_8}{b_1} = \frac{c_9}{b_2} = \text{etc.} = \frac{c_{10}}{b_3} \\
 \frac{c_9}{b_1} = \frac{c_{10}}{b_2}
 \end{array} \tag{2}$$

es decir que se tendría la propiedad deseada.

Dado que  $c_1 = b_1$ ,  $c_2 = b_2$ , etc., hasta  $c_{10} = b_{10}$  y que la re-

lación  $\frac{b_0}{b_{10}}$  es igual a 10, el cálculo numérico elemental nos da una

aproximación de tres decimales exactos:

$$\begin{array}{l}
 b_0 = 10,000 \text{ mm} \\
 b_1 = c_1 = 7,943 \text{ mm} \\
 b_2 = c_2 = 6,310 \text{ mm} \\
 b_3 = c_3 = 5,012 \text{ mm} \\
 b_4 = c_4 = 3,981 \text{ mm} \\
 b_5 = c_5 = 3,162 \text{ mm} \\
 b_6 = c_6 = 2,512 \text{ mm} \\
 b_7 = c_7 = 1,995 \text{ mm} \\
 b_8 = c_8 = 1,585 \text{ mm} \\
 b_9 = c_9 = 1,259 \text{ mm} \\
 b_{10} = c_{10} = 1,000 \text{ mm}
 \end{array}$$

Resulta natural que no existe ninguna posibilidad absoluta de construir ni de utilizar tamices que tengan orificios de dimensiones definidas hasta la tercera decimal. Es por ello que para los trabajos prácticos es necesario redondear las cifras dadas hasta el límite de la realidad técnica. Se puede proponer, por ejemplo, la serie de tamices con las dimensiones siguientes:

$$\begin{array}{l}
 b_0 = 10,00 \text{ mm} \\
 b_1 = c_1 = 8,00 \text{ mm} \\
 b_2 = c_2 = 6,30 \text{ mm} \\
 b_3 = c_3 = 5,00 \text{ mm} \\
 b_4 = c_4 = 4,00 \text{ mm} \\
 b_5 = c_5 = 3,15 \text{ mm} \\
 b_6 = c_6 = 2,50 \text{ mm} \\
 b_7 = c_7 = 2,00 \text{ mm} \\
 b_8 = c_8 = 1,60 \text{ mm} \\
 b_9 = c_9 = 1,25 \text{ mm} \\
 b_{10} = c_{10} = 1,00 \text{ mm}
 \end{array} \tag{3a}$$

o aun llegar hasta la aproximación:

$$\begin{aligned}
 b_0 &= 10,0 \text{ mm} \\
 b_1 = c_1 &= 8,0 \text{ mm} \\
 b_2 = c_2 &= 6,0 \text{ mm} \\
 b_3 = c_3 &= 5,0 \text{ mm} \\
 b_4 = c_4 &= 4,0 \text{ mm} \\
 b_5 = c_5 &= 3,0 \text{ mm} \\
 b_6 = c_6 &= 2,5 \text{ mm} \\
 b_7 = c_7 &= 2,0 \text{ mm} \\
 b_8 = c_8 &= 1,5 \text{ mm} \\
 b_9 = c_9 &= 1,2 \text{ mm} \\
 b_{10} = c_{10} &= 1,0 \text{ mm}
 \end{aligned}
 \tag{3b}$$

Las dos últimas aproximaciones son perfectamente realizables y, en general, se puede elegir la primera (3a); además, las series de tales tamices ya son a menudo aplicadas para el tamizado clásico con tamices de orificios redondos. Sin embargo, es necesario subrayar que las razones por las cuales se eligen los tamices con tales diámetros de orificios son muy distintas que las que nos han llevado aquí a la misma elección. En el empleo corriente de un simple tamizado (no en el doble) son las consideraciones de una distribución de las fracciones más convenientes a los sentidos humanos, regidos por la ley logarítmica de WEBER - FECHNER. No siempre se invoca esta ley, más bien fisiológica, y al fin de cuentas se trata indudablemente de razones, aunque no confesadas, del mismo género. Es natural que existen todavía muchas otras razones valederas para elegir una distribución logarítmica de las dimensiones de los tamices para un tamizado simple. Aquí no nos oponemos a esta elección razonable, y solamente podemos alegrarnos de que las razones clásicas para la elección de los tamices nos lleven a la misma serie de números que las razones particulares de la teoría del doble tamizado que desarrollamos aquí.

Matemáticamente, en la teoría clásica del tamizado con una sola serie de tamices con orificios redondos, la exigencia fundamental concierne a que la relación de los diámetros de los orificios de tamices sucesivos sea constante, es decir a la condición (1), escrita más arriba. Por el contrario, lo que se exige en la teoría del doble tamizado es la condición (2). Se ve que desde el punto de vista físico hay aquí dos condiciones absolutamente diferentes por su sentido material. El hecho de que ellas coincidan matemáticamente —y que no se contradigan la una a la otra— es una buena oportunidad para la teoría: si esta coincidencia no tuviera lugar, ninguna simplificación sería posible para el cálculo de las relaciones medias

c  
—, etc.  
b

Pero para la coincidencia en cuestión se puede aceptar fácilmente una de las aproximaciones que acabamos de recordar —(3a) o (3b)— y calcular el segundo y el tercer coeficiente con la misma facilidad que el primero.

Antes de pasar a las fórmulas del cálculo numérico, es necesario todavía decir dos palabras a propósito de las aproximaciones (3a) y (3b).

Es natural que nadie se podrá oponer al hecho de que (3a) es más exacta, y por lo tanto de mejor aplicación, que la aproximación (3b). Pero lamentablemente, las circunstancias, principalmente técnicas, nos han obligado a trabajar con los tamices correspondientes a (3b). Primeramente, no hemos podido encontrar en los comercios (de París) los tamices que correspondan exactamente a (3a) para la serie de tamices con orificios alargados. Por otra parte, haberlos encargado, lo que no dudamos habría sido posible, nos habría demandado demasiado tiempo. Finalmente, en los límites de exactitud que pueden tener las mediciones sedimentológicas, la diferencia entre los tamices confeccionados de acuerdo a (3a) y a (3b) no habría dado resultados sensiblemente diferentes. Es por estas razones que, para este trabajo que tiene principalmente el objeto de demostrar la aplicabilidad y la utilidad del doble tamizado, hemos creído conveniente emplear lo que teníamos al alcance de nuestras manos, dejando la realización de mediciones más exactas, con tamices que respondan a la aproximación (3a), para los trabajos ulteriores.

Para finalizar con este párrafo debemos pasar ahora a las formas numéricas correspondientes a la elección que se ha hecho de las dimensiones de los orificios de los tamices.

Ante todo, se debe señalar que, por ejemplo, las fracciones de la primera línea (o de la primera columna), pasadas por el tamiz de característica 10, y no pasadas por el tamiz de característica 8, tienen granos que no son todos de la misma dimensión. Así, los granos contenidos en las fracciones de la primera línea tienen las anchuras que varían entre 10 y 8 mm, es decir que están caracterizados por la anchura media igual a 9 mm. De idéntica razón, se estima la anchura media de los granos en las fracciones de la segunda línea en 7 mm. Procediendo de la misma manera para todas las líneas y columnas, se obtendrá la serie de números aproximados siguientes, de las anchuras (y de los espesores, respectivamente) en las fracciones:

Fracción entre: 10-8; 8-6; 6-5; 5-4; 4-3; 3-2,5; 2,5-2; 2-1,5; 1,5-1,2; 1,2-1,0.

Anchura (o espesor) media: 9; 7; 5,5; 4,5; 3,5; 2,7; 2,2; 1,7; 1,3; 1,1.

o, más exactamente, 8,9; 7,1; 5,6; 4,5; 3,5; 2,8; 2,2; 1,8; 1,4; 1,1, para la aproximación (3a).

Estos números se introducen en cada Cuadro en la columna  $L_m$ , para las anchuras medias de las fracciones, y en la línea  $E_m$ , para los espesores. Así, las fórmulas para los cálculos de  $\bar{b}$  y  $\bar{c}$  dados más arriba, toman las formas:

$$\bar{b} = 9B_1 + 7B_2 + 5,5B_3 + 4,5B_4 + 3,5B_5 + 2,7B_6 + 2,2B_7 + 1,7B_8 + 1,3B_9 + 1,1B_{10}, \text{ y}$$

$$\bar{c} = 9C_1 + 7C_2 + 5,5C_3 + 4,5C_4 + 3,5C_5 + 2,7C_6 + 2,2C_7 + 1,7C_8 + 1,3C_9 + 1,1C_{10}.$$

Es evidente que los números dados son muy aproximados y sólo corresponden a la aproximación (3b). Para la aproximación (3a) se debería tomar:

8,9; 7,1; 5,6; 4,5; 3,6; 2,9; 2,2; 1,8; 1,4; 1,1,

o, todavía, los números más exactos con dos decimales.

Los mismos cálculos pueden hacerse tan fácilmente para la

relación  $\frac{c}{b}$ .

Consideremos por ejemplo la fracción que tienen las anchuras comprendidas entre 5 y 4 mm y los espesores entre 4 y 3 mm. ¿Qué

relación  $\frac{c}{b}$  pueden tener los granos de estas fracciones? Es natural

que no pueden ser más ensanchados que en la relación  $\frac{3}{5}$ , ni me-

nos ensanchados que en la relación  $\frac{4}{4}$  (es decir que su coeficiente

de ensanchamiento varía entre 0,60 y 1,00). Para la media se debe tomar evidentemente 0,80, e introducir este número como multiplicador para todas las fracciones de la segunda diagonal. En efecto, tomemos por ejemplo alguna otra fracción de esta diagonal, como podría ser aquella en la cual  $1,5 < b < 2$  y  $1,2 < c < 1,5$ . La rela-

ción  $\frac{c}{b}$  estará contenida en los límites  $1,2/2$  y  $1,5/1,5$ , es decir

entre 0,60 y 1,00. La media es, pues, de 0,80, como lo hemos dicho más arriba. El cálculo para la tercera, cuarta, etc., diagonal es siempre el mismo y nos da las cifras medias de las relaciones siguientes:

**Relaciones medias:** 0,80; 0,60; 0,50; 0,40; 0,30; 0,25; 0,20; 0,15; 0,12

**Nº de las diagonales:** 2    3    4    5    6    7    8    9    10

(4)

Estos números se introducen en las líneas  $R_m$  de los Cuadros respectivos.

La situación es un poco más difícil para la diagonal mayor. Aquí, la simple consideración expuesta no puede ser aplicada enteramente porque, por principio, el espesor no puede ser mayor que la anchura. Así, por ejemplo, para la fracción detenida por los tami-

ces: uno, de orificios redondos de 3 mm de diámetro, y otro, de orificios alargados de 3 mm de ancho, el valor numérico de la re-

lación  $\frac{c}{b}$  sobrepasa naturalmente al de  $\frac{4}{3}$ , pero como la relación

teórica, construida de acuerdo con el método proporcionado más arriba, no puede tener un valor mayor que la unidad, el valor de

$\frac{4}{3}$  — no es nunca accesible. No se debe pensar que la relación media

debe ser tomada como 0,90, a pesar que el valor de la relación varía entre 0,80 y 1,00. Para comprender la dificultad que surge aquí, consideremos las figuras 12a y 12b, donde se han indicado los va-

lores numéricos de  $\frac{c}{b}$ . Por ejemplo, la banda de valores correspon-

dientes a la segunda diagonal se ha indicado por la superficie rayada: sobre la figura 12b exactamente, y sobre la figura 12a aproximadamente. Se ve que, cualquiera sea nuestra elección, el valor

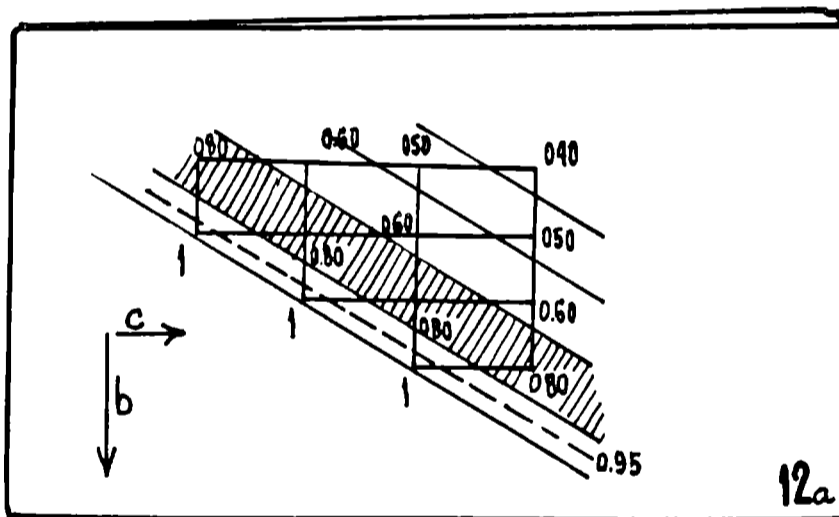


Fig. 12 a

medio de  $\frac{c}{b}$ , para esta banda, es igual a 0,80. Dicho valor es ver-

dadero para la tercera, cuarta, etc., diagonal. Sin embargo, tomar como media de la diagonal mayor el número 0,90 no es posible, porque entre 0,90 y 0,80 se encuentra casi un cuarto de todos los granos de las fracciones de la diagonal mayor, en tanto que entre

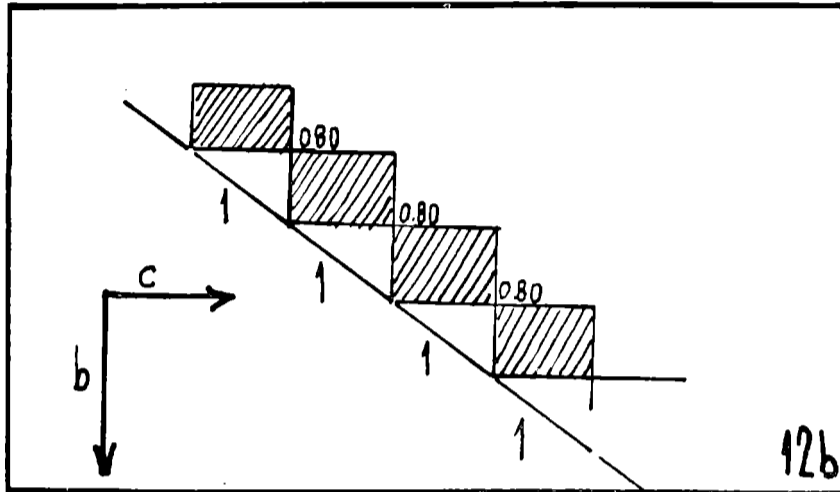


Fig. 12 b

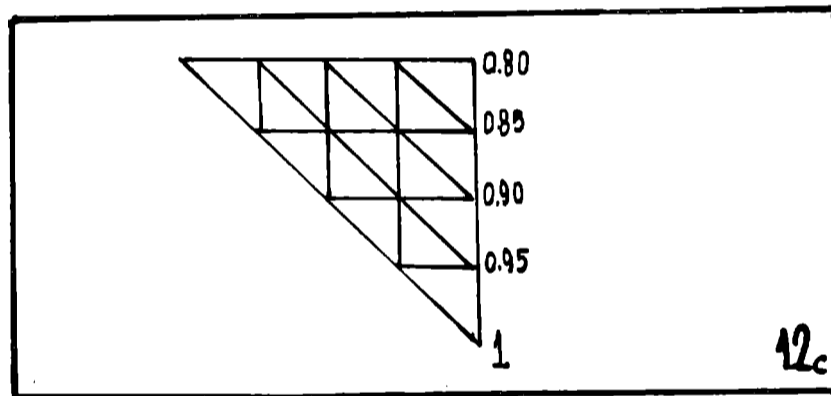


Fig. 12 c

0,90 y 1,00 se encuentran tres cuartos. Se debe tomar esta media numéricamente más próxima a 1,00 que a 0,80. La aproximación 0,94 no está demasiado mal, como se ve en las figuras 12a y 12b. En efecto, el valor 0,95 sería decididamente demasiado grande, porque corresponde a la línea media (0,95) en la figura 12a (ver figura 12c: a la izquierda de la línea de 0,95 se encuentran siete triángulos, en tanto que a la derecha de dicha línea hay nueve). De ese modo, hay que agregar a la serie (4) —ver más arriba— el número 0,94 para la diagonal mayor (la primera).

Las mismas figuras 12a, 12b y 12c nos muestran que las “superficies” correspondientes a las fracciones no son iguales para todas las diagonales: si se toman las superficies para todas las diagonales: salvo la primera, por las unidades, las superficies de estas diagonales mayores son sólo las mitades. Naturalmente que esta circunstan-

cia no desempeña ningún papel en la obtención del cálculo numérico, y de ese modo se tiene:

$$\left( \frac{\bar{c}}{b} \right) = \text{valor medio de la relación } \frac{c}{b} = (0,94 D_1 + 0,80 D_2 + 0,60 D_3 + 0,50 D_4 + 0,40 D_5 + 0,30 D_6 + 0,25 D_7 + 0,20 D_8 + 0,15 D_9 + 0,12 D_{10}) : (D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9 + D_{10}) \quad (5)$$

Aquí, los números  $D_1, D_2, \text{ etc.}$ , son las sumas de los pesos (volumen, número de granos) de las fracciones de la primera, segunda, tercera, etc., diagonal respectivamente, al igual que los números  $B_1, B_2, \text{ etc.}$ , son las sumas para las líneas, y  $C_1, C_2, \text{ etc.}$ , para las columnas. Los números  $D_1, D_2, \text{ etc.}$  se escriben en la línea D de cada Cuadro. Es natural que hay una diferencia esencial entre las fórmulas (3) para la anchura y el espesor medio (que son expresados en milímetros) y la fórmula (5) para su relación (que es un número abstracto) y, de un modo especial, en que esta última fórmula contiene todavía un denominador (la suma de todas las D). En lugar de introducir este denominador, se pueden expresar los números  $D_1, D_2, \text{ etc.}$  en relaciones por ciento, dividiendo el total por cien. Estos últimos valores son indicados también en la misma línea D.

La misma fórmula es exacta también para el tercer coeficiente:

$$\left( \frac{b}{c} \right) = \frac{1}{\text{valor medio de la relación } \frac{b}{c}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 + D_6 + D_7 + D_8 + D_9 + D_{10}}{1,06D_1 + 1,20D_2 + 1,67D_3 + 2,00D_4 + 2,50D_5 + 3,33D_6 + 4,00D_7 + 5,00D_8 + 6,67D_9 + 8,33D_{10}}$$

Aquí, los coeficientes colocados delante de  $D_1, D_2, \text{ etc.}$ , en el denominador, son las relaciones medias de  $\frac{b}{c}$  en las fracciones de

la primera, segunda, etc., diagonal, es decir las inversas aproximadas de las relaciones medias  $\frac{c}{b}$  dadas más arriba: 0,94, 0,80, etc.

—ver la serie (4). Es evidente que el valor expresado por la última fórmula debe ser un número abstracto, por lo cual la presencia del numerador. Si  $D_1, D_2, \text{ etc.}$ , son expresados en números relativos, el denominador se reduce a la unidad.

De ese modo, se debe considerar que el cálculo de los tres coeficientes de ensanchamiento se ha acabado. Se puede, como ya lo hemos dicho, querer definir la forma por otras combinaciones algebraicas del espesor y de la anchura. En este caso es recomenda-

ble elegir otras dimensiones para los orificios de los tamices, para obtener los grupos de las fracciones que tengan los mismos valores numéricos de esta combinación elegida y tener así facilidades de cálculo análogas a aquellas de las cuales se ha hablado. Es evidente que se puede permanecer con los mismos tamices (3a) y (3b), pero los cálculos serán, en este último caso, mucho más complicados, exigiendo no solamente ocho coeficientes precalculados, como el de (4), sino una veintena de coeficientes propios y diferentes para la mayoría de las fracciones. Esto indica que la elección del coeficiente de la forma principalmente la relación entre la anchura y el espesor, es la única elección natural, única para la cual las dimensiones de los orificios corresponden exactamente a las dimensiones exigidas—desde otro punto de vista enteramente diferente— por la teoría clásica del simple tamizado.

En resumen: es necesario repetir que la proposición de describir

la forma de los granos por la relación  $\frac{c}{b}$  —proposición que nos

lleva a los tres coeficientes de ensanchamiento descritos más arriba— no es arbitraria, sino impuesta por los siguientes hechos cardinales:

1. La ausencia completa de la posibilidad de medir con la ayuda de los tamices, cualquier otra dimensión que no sea la anchura y el espesor (ver parágrafo 4); y
2. La coincidencia de las dimensiones de los orificios en las series de tamices exigidos por la teoría clásica del simple tamizado, por una parte, y la exigida por el doble tamizado, en el caso en el cual se lo toma para el coeficiente de ensanchamiento, principalmente como la relación de espesor a anchura; toda otra combinación de  $c$  y  $b$  nos llevaría a series de tamices con dimensiones de orificios distintas a las dimensiones exigidas por la teoría clásica.

De ese modo, consideramos como establecidas las razones sobre las cuales se basa la proposición de caracterizar la forma de los gra-

nos por el coeficiente de ensanchamiento  $\frac{c}{b}$ .

Sin embargo, el cálculo de los coeficientes, sobre el cual se ha concentrado nuestra atención hasta ahora, no es por mucho la única aplicación de los resultados experimentales del doble tamizado. Es necesario todavía decir algunas palabras sobre las representaciones gráficas.

La representación más general sólo puede ser proporcionada con un modelo tridimensional, o imaginada en perspectiva sobre una figura de dos dimensiones. Es evidente que no hay ninguna otra posibilidad de representar la distribución de los granos por dos características, como las que proporciona el doble tamizado, pero también es evidente que para las aplicaciones prácticas, las figuras de dos dimensiones son más preferidas.

Para tales representaciones se puede proponer el dibujo de las curvas correspondientes a las series de números: 1)  $B_1, B_2$ , etc. (es decir la clasificación de los granos de la muestra en cuestión **por sus anchuras**); 2)  $C_1, C_2$ , etc. (clasificación de los granos **por sus espesores**); y 3)  $D_1, D_2$ , etc. (clasificación de los granos **por las re-**

laciones  $\frac{c}{b}$  — —o por las relaciones  $\frac{b}{c}$ ).

No es necesario dar explicaciones de la forma cómo se deben dibujar las curvas correspondientes a los casos 1) y 2): son los histogramas habituales con las columnas representativas de las mismas dimensiones horizontales. Pero para dibujar bien el histograma correspondiente a 3) se debe volver a la notación importante proporcionada antes de la fórmula (5).

Allí, ya hemos llamado la atención de los lectores sobre el hecho de que las "superficies" (figuras 12a, 12b y 12c), correspondientes a la primera diagonal, son dos veces más pequeñas que las otras superficies. Este hecho debe quedar reflejado en los histogramas correspondientes a estas distribuciones; lo más simple que se puede hacer —y es lo que hemos hecho en los Cuadros de la Segunda Parte— es dar a los paralelogramos correspondientes a todas las diagonales, menos a la primera, dimensiones horizontales dobles por comparación con la dimensión horizontal del paralelogramo que corresponde a la diagonal mayor.

Así, los límites entre los paralelogramos de los histogramas son los expresados por las cifras dadas más arriba para las medias de  $B_1, B_2$ , etc.,  $C_1, C_2$ , etc. Es claro —comparar las figuras 12a, 12b y 12c— que estas medias corresponden a los límites entre  $D_1, D_2$ , etc. Para reunir todos estos resultados gráficos y numéricos correspondientes a todos los cuadros eventuales de los datos del doble tamizado, hemos compuesto la representación del Cuadro-tipo (fig. 13). París, diciembre de 1965.

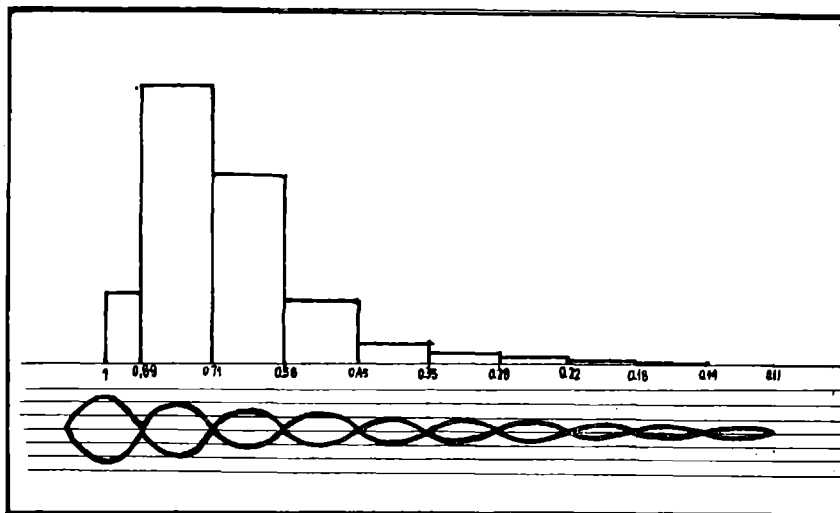


Fig. 13

## OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

- BOURLAI, I. F.: *Algunas correlaciones entre las características granométricas de las rocas detríticas*. Geología e Investigación Minera, N° 3. Moscú, 1963. (En ruso).
- CAILLEUX, A.: *Distinction des sables marins et fluviaux*. Bull. Soc. Géol. France, 5<sup>e</sup> série, XIII, 125-138. Paris, 1943.
- CAILLEUX, A.: *Distinction des galets marins et fluviaux*. Bull. Soc. Géol. France, 5<sup>e</sup> série, XV, 375-404. Paris, 1947.
- CAILLEUX, A.: *L'indice d'éroulé. Définition et premières applications*. Comptes Rendus Somm. Soc. Géol. France, N° 13, pp. 250, Paris, 1947.
- CALMELS, A. y CAILLEUX, A.: *Variabilité des galets le long d'une même plage (Exemples pris sur la côte vendéenne)*. Compte Rendu Somm. Soc. Géol. France., Fasc. 2, pp. 84-86. Paris, 1966.
- FABER, F. J.: *Size and shape analysis of sand grains*. Intern. Geological Congress, Part XXIII (Int. Assoc. of Sedimentology), pp. 45. Copenhagen, 1961.
- FRASER, H. J.: *Experimental study of the porosity and permeability of clastic sediments*. Journ. Geol., 1935, 43, N° 8, 910-1010.
- GALLOWAY, J. J.: *The rounding of grains of sand by solution*. Amer. Journ. Sci., (4), 1919, 47, N° 280, 270-286.
- GREGORY, H. E.: *Notes on the shapes of pebbles*. Amer. Journ. Sci., (4), 1915, 39, N° 231, 300-304.
- LAMAR, J. E.: *Geology and economic resources of the St. Peter sandstone of Illinois*. Bull. Ill. State Geol. Survey, 1937, 53, 148-151.
- MATSCHINSKI, M.: *Des indices caractérisant la forme des grains du sable, des galets, de différentes roches détritiques, etc.* Comptes Rendus Somm. Soc. Géol. France, fac. 1, pp. 7, Paris, 1959.
- MATSCHINSKI, M.: *Les principes élémentaires de la théorie du choix des constantes statistiques*. Bull. de l'Académie Royale de Belgique (Classe des Sciences), fasc. 2, 1959, pp. 72.
- MATSCHINSKI, M.: *Quelques résultats préliminaires sur la pratique et la théorie de la détermination de la forme moyenne des grains*. Comptes Rendus Somm. Soc. Géol. France, fac. 1, pp. 34, Paris, 1964.
- MATSCHINSKI, M.: *The form of the grains of sand, of the fragmented rocks, and the indices characterising this form*. Intern. Geol. Congress, Report of the twenty-second Session, India, Vol. of Abstracts, Section 15, pp. 223. New Delhi, India.
- PREOBRAJENSKY, N. A.: *Sobre la forma de los granos*. Academia de Ciencias de la U. R. S. S. Serie de Petrografía N° 7, 1940. (En ruso).
- RUSSELL, R. D. and TAYLOR, R. E.: *Roundness and shape of Mississippi River sands*. Journ. Geol., 1937, 45, 225-267.
- TESTER, A. C.: *The measurement of the shape of rock particles*. Journ. Sediment. Geol., 1931, 1, N° 1, 3-11.
- WADELL, H.: *A laboratory and field study of cobble abrasion*. Prelim. Rep. Journ. Geol., 1919, 27, 507-521.
- WADELL, H.: *Volume, shape and roundness of rock particles*. Journ. Geol., 1932, 40, N° 5, 443-451.
- WADELL, H.: *Sphericity and roundness of quartz particles*. Journ. Geol., 1935, 43, N° 1, 250-280.
- WENTWORTH, C. K.: *The shapes of beach pebbles*. U. S. Geol. Survey, 1922, Prof. Paper 131-C, 75-83.
- WENTWORTH, C. K.: *The shapes of pebbles*. U. S. Geol. Survey, 1922, Bull. 730-C. *A method of measuring and plotting the shapes of pebbles*, págs. 91-102; *A field study of the shapes of river pebbles*, pp. 103-114.
- WENTWORTH, C. K.: *The shapes of rock particles: a discussion*. Journ. Geol., 1933, 41, N° 3, 306-309.
- WENTWORTH, C. K.: *The diamond head black ash*. Sedim. Petrol., 1937, 7, N° 3, 91-103.
- ZINGG, TH.: *Beitrag zur Schotteranalyse*. Schweiz. Min. u. Petrog., Mitt. 1935, Bd. 15, H. 1, 39-140.

## **ANALISIS DE LAS PAUTAS NORMATIVAS DE GESELL EN 100 NIÑOS ESTUDIADOS LONGITUDINALMENTE DEL NACIMIENTO AL AÑO DE EDAD (\*)**

**Centro de Crecimiento y Desarrollo:**

HELENA LUNAZZI DE JUBANY, Psicóloga; doctor MARCOS CUSMINSKY,  
Pediatra; SUSANA JÁUREGUI DE MELE, Asistente Social; LILIA CH.  
DE AZCONA, Antropóloga; doctora ELSA P. CASTRO, Pediatra.

### **RESUMEN**

Se presenta una descripción del estudio del desarrollo psicomotor y el análisis del rendimiento obtenido por 100 niños vistos longitudinalmente en la Escala del Desarrollo de Arnold Gesell, aplicada sistemáticamente a las edades de 4, 13, 26, 39 y 52 semanas.

A partir del supuesto de que los patrones normales del desarrollo varían en las distintas poblaciones y épocas, el estudio pretende adecuar la escala a nuestro medio, a fin de obtener normas que expresen el comportamiento del grupo y permitan el seguimiento del individuo dentro de él.

La primera etapa de este trabajo consiste en el análisis de cada respuesta a cada ítem de la prueba. Para ello se procedió así:

1. Se recopilaron las respuestas individuales en una planilla llamada Esquema Evolutivo Integral.
2. Se recopilaron todas las planillas individuales en una general.
3. Se ordenaron y codificaron los ítems de la prueba.
4. Se procedió a graficar.

El presente trabajo informa sobre el rendimiento del grupo en cada uno de los ítems de la prueba comparándolos, mediante gráficos adecuados, con los valores de Gesell.

### **ABSTRACT**

A description of the study of the psychomotor development and analysis of productiveness obtained by 100 children longitudinally seen in Arnold Gesell's Development scale is presented systematically applied to the ages of 4, 13, 26, 39 and 52 weeks.

Basing on the supposition that normal development changes in different places and times, the study pretends to adequate this scale to our environment to obtain rules to express the group's behavior and or allowing to watch individual conduct inside it.

---

(\*) Han prestado su valiosa ayuda para el presente trabajo el profesor Wilfredo Mazza, en la parte estadística; la psicóloga Alcira Greco, en parte de la valoración del Test de Gesell y el señor Ernesto N. Melc, en las tareas de recopilación de datos.

The first part of this report consist in the analysis of the answers to each item of the test. The results were obtained after the following procedure:

1. Individual answers were collected into a form called Integral Evolutionary Scheme.
2. All the individual forms were put together into a general one.
3. Items of the test were ordered and codified.
4. The next step was to represent the results grafically.

The present report informs about the group's productiveness in each one of the items of the test comparing them on a graphic with the Gesell's values, using four graphic forms, especially designed.

El presente cuadernillo, que forma parte de una serie de comunicaciones iniciadas ya por este equipo, informa a los profesionales interesados y a los equipos que realizan estudios semejantes, sobre nuestro trabajo en el campo de la investigación psicomotora, suministrando las particularidades de su desarrollo y resultados.

Presentamos:

1. Una descripción de nuestro estudio del desarrollo psicomotor.
2. El análisis del rendimiento obtenido en 100 niños estudiados longitudinalmente a través de su primer año de vida.

Nuestra investigación del desarrollo psicomotor se cumple según el plan del Centro Internacional de la Infancia, para sus estudios coordinados sobre Crecimiento y Desarrollo.

Consiste en:

- a) **Observación sistemática del desarrollo psicomotor**, su registro y evaluación en escalas estandarizadas.
- b) **Interrogatorio a la madre** sobre el desarrollo psicológico del niño, mediante entrevistas dirigidas, en cada edad preestablecidas para los exámenes.

Más adelante detallamos nuestro estudio del punto a, y damos seguidamente una somera información sobre las características que la aplicación del punto b (interrogatorio a la madre) tiene en nuestro trabajo.

Habiendo considerado que para una completa evaluación del desarrollo psicológico, es necesario conocer el medio afectivo que rodea al niño, escogimos el interrogatorio a la madre y las fichas de evaluación del comportamiento elaboradas por Colin Hindley (7). En el año 1962, cuando comenzó nuestro trabajo, hicimos un ensayo con el interrogatorio completo que dicho autor propone. Observamos que dicho cuestionario cumplía fielmente su cometido obteniendo gran cantidad de información útil, sin dificultades en su comunicación. No obstante, se nos planteó un problema de índole material: una sola psicóloga disponiendo de tiempo limitado, no podía efectuar un interrogatorio tan extenso, además de la aplicación de las pruebas de desarrollo. En consecuencia, se decidió aplicar una forma abreviada del interrogatorio en cada visita del niño y su madre a nuestro Centro. A las 4, 13, 26, 39 y 52 semanas se indagaron solamente los aspectos más salientes e importantes

del desarrollo psicológico. Así por ejemplo en el interrogatorio adaptado a las 4 semanas investigamos las actitudes de ambos padres con respecto al embarazo y parto, las experiencias maternas etc. En las entrevistas sucesivas incluimos ítems relativos a la lactancia, alimentación artificial, sueño, llanto, hábitos, destete, lugar de dormir, estado afectivo de la madre, atención al niño, control de esfínteres, etc., registrando además toda la información suplementaria que suministrara la madre y la que surgiere de la observación.

Una información más detallada sobre la investigación del medio afectivo, será emitida en una próxima comunicación. Pero a modo de comentario incluimos los resultados obtenidos de la evaluación de la ficha correspondiente a las 4 semanas sobre las expectativas de los padres ante el hijo. Según ellas hemos extraído los siguientes grupos:

1. **Niños aceptados.** Padre y madre reciben bien al hijo, aceptan el sexo, aunque no lo han "encargado".

2. **Niños buscados.** Son "encargados" por los padres, engendrados luego de cierto período de tiempo o dificultades. En general son muy deseados, la pareja se "propone" engendrar un hijo.

3. **Niños indiferentes.** Tanto en lo concerniente a su llegada, como a su sexo.

4. **Niños rechazados.** Tanto por el sexo y como hijos, por ambos padres.

5. **Otros niños,** donde ubicamos aquellos niños que son aceptados por el sexo pero no como hijos; los hijos de madres solteras; los hijos cuyos padres difieren en sus expectativas, etc.

Tales niños se hallan en la siguiente proporción en el grupo total:

Grupo	%
1. Aceptados .....	32
2. Buscados .....	27
3. Indiferentes .....	10
4. Rechazados .....	3
5. Otros .....	28
TOTAL .....	100 %

En cuanto a la observación sistemática del desarrollo psicomotor (punto a en nuestro trabajo), utilizamos la Escala de Desarrollo de Arnold Gesell<sup>(6)</sup>, que seleccionamos por parecer capaz de aportar datos particulares y amplios en lo concerniente al niño y su medio, y por ser además, una prueba bastante difundida en nuestro ambiente. De acuerdo a las normas de nuestro estudio, examinamos al niño en cinco edades claves durante su primer año de vida: 4, 13, 26, 39 y 52 semanas (o sea respectivamente: 1, 3, 6, 9 y 12 meses de edad).

Gesell obtuvo de la observación de millares de niños en su actividad espontánea, patrones o normas de desarrollo a partir de las 4 semanas de vida. Estos patrones se estructuran en sucesivas Edades Claves, cada una de las cuales es una etapa del desarrollo en la que se consolidan patrones de conducta o aparecen nuevos, configurando una particular constelación conductual, que es susceptible de medición. Cuatro son los campos que Gesell discrimina en el comportamiento infantil: Motriz, Adaptativo, del Lenguaje, Personal Social. Los ítems del test están impuestos por las diversas conductas esperadas en cada edad y en cada campo correspondiente.

La prueba se realiza en presencia de la madre, es decir en el medio afectivo natural del niño, y explora sus actividades habituales. Es fácil observar el juego de un bebé, y también jugar con él. Completando esta observación se utiliza un material que actúa como estímulo desencadenante de repuestas (conductas): aro, pelota, cubo, campanilla, etc.

Tuvimos desde el comienzo la preocupación de conocer en que medida los patrones de Gesell eran apropiados para determinar el nivel de desarrollo de nuestros niños y considerarlos como normal, inferior, o superiormente desarrollados. Es evidente que para evaluar el desarrollo de un niño tomado individualmente, debemos recurrir a los patrones medios del desarrollo de su población y época. En este sentido se orientan los estudios en diversas comunidades. Uno de los más interesantes es el realizado por Gebber M. y Dean R. (5) en Africa, en el cual informan una prematurez en el campo motriz la cual constituye una útil experiencia de la prueba de Gesell.

Como señala Anderson (1) los estudios longitudinales aportan no solamente las medias para cada nivel de edad, como los estudios transversales, sino que permiten también:

1. El análisis de las curvas de desarrollo y crecimiento características de cada niño tomado individualmente.
2. Un estudio detallado del incremento a la vez para cada individuo y para el grupo en su conjunto, y
3. Un análisis detallado de las correlaciones entre los diversos procesos del crecimiento, ya que todos los datos han sido obtenidos sobre los mismos niños.

Teniendo en cuenta lo expuesto, es nuestro propósito analizar acabadamente las características del grupo estudiado y, fundamentalmente, también el seguimiento del individuo dentro del grupo.

Intentamos estimar la **calidad** del rendimiento de nuestros niños en la organización de su conducta y determinar que aspectos o ítems de los patrones establecidos en otros medios son o no satisfactorios para nuestra población, lo que permitiría detectar las diferencias e interpretar su origen.

Establecidas las características del rendimiento de nuestra población, podremos obtener datos acerca de la organización de la conducta de un niño determinado, ubicándolo con respecto a la media de su grupo, para lo cual debemos conocer el patrón habitual de desarrollo que éste tiene.

Estas consideraciones esbozan en general, el tipo de problema que abordamos. Es notorio que en última instancia apuntamos a la necesaria estandarización de todo instrumento psicométrico.

Las características actuales de nuestro trabajo nos permiten informar sobre el rendimiento longitudinal de un grupo de niños de la ciudad de La Plata y alrededores, lo que no constituye obviamente un ejemplo representativo de la Argentina.

La investigación de los aspectos socio-culturales es de gran importancia en todo estudio integral, y en la actualidad es un tema de mucho interés. Idealmente sería necesario, en la formación de grupos para estudios longitudinales, incluir representativamente a todas las clases sociales. En realidad, todos los trabajos efectuados informan de lo dificultoso que esto es, pues sería necesario previamente conocer la composición de la población general y en qué proporción cada clase se halla realmente en ella, cuando se discute inclusive cuáles son los mejores criterios de estratificación. Por otra parte sería también muy dificultoso mantener durante un tiempo considerable tal grupo "representativo", si se lograra formar (\*).

Nuestros niños provienen en su mayoría de los estratos bajo y medio inferior y, aunque los datos que poseemos son escasos, se asume que la población de esta zona está compuesta en su mayoría, por esos niveles (\*\*).

La composición social de nuestro grupo es la siguiente: (criterio de estratificación de G. Germani (10)).

ESTRATO	Porcentaje
1. Bajo Inferior .....	19,88 %
2. Bajo Superior .....	40,62 „
3. Medio Inferior .....	18,69 „
4. Medio Intermedio .....	10,65 „
5. Medio Superior .....	6,00 „
6. Alto Inferior .....	4,16 „
7. Alto Superior .....	— — —
TOTAL .....	100,00 %

Tenemos el propósito de analizar la incidencia del factor socio-económico en el desarrollo psicomotor de los niños de nuestro grupo. Los estudios realizados en Europa con la coordinación del Centro Internacional de la Infancia han demostrado falta de influencia de aquél aspecto sobre el Cociente de Desarrollo durante el primer año de vida. (M. Graffar y J. Corbier, 4). Hasta tanto no tengamos nuestros propios datos preferimos no hacer extensiva esta conclusión a nuestro medio. De todas maneras, creemos útil consignar los resultados de los centros europeos, por resultar valiosos puntos de referencia.

(\*) Es así como en la mayoría de las escalas se componen con niños de niveles socio-económicos e intelectuales superiores, hecho que señalan Pasamanick y Knobloch (8), como una distorsión.

(\*\*) "Estratificación Social en la ciudad de La Plata", por Ethel Susana Jáuregui de Mele. Asistente Social. Dirección de Psicología y Asistencia Social Escolar de La Plata. 1966.

## CUADRO I.

**VARIACIONES DEL COCIENTE DE DESARROLLO EN RELACION  
A LA CLASE SOCIAL (AL AÑO DE EDAD)**

CENTROS	CLASES	Nº CASOS		MEDIANA		DESVIO ESTANDAR	
		Varones	Mujeres	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
Bruselas	I * II	21	22	105,62	107,23	10,45	12,03
	III	25	25	103,44	104,60	7,66	8,35
	IV * V	20	11	105,75	105,00	8,40	8,84
París	I * II	11	16	100,27	95,69	10,95	9,39
	III	21	20	101,14	100,65	10,20	15,26
	IV * V	34	34	95,96	99,12	12,54	10,52
Estocolmo	I * II	27	19	104,70	109,58	11,95	12,36
	III	42	23	104,29	106,96	10,93	10,49
	IV * V	38	35	108,03	106,80	13,53	10,17
Zurich	I * II	22	17	102,86	97,65	10,11	8,96
	III	49	46	99,18	103,78	6,89	9,11
	IV * V	8	14	95,25	100,93	6,30	9,39

El análisis de los resultados obtenidos por nuestros niños en la prueba de Gesell, permitió apreciar el siguiente panorama del grupo, en base al Cociente Global de Desarrollo, cuya distribución cuantitativa en las sucesivas Edades Claves tomadas durante el año es:

## CUADRO II.

COCIENTE GLOBAL	— de 77		78-90		91-103		104-116		117-129		130 y más	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
PORCENTAJES SEGUN EDAD	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1 mes	0.00	5.13	0.0	0.0	20.0	25.64	22.50	23.08	22.50	7.69	35.00	38.46
3 meses	0.00	0.00	14.29	7.50	35.00	35.00	37.14	32.50	8.57	15.00	5.71	10.00
6 ..	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	31.11	40.00	53.54	20.00	11.11	0.00	4.44
9 ..	0.00	0.00	0.00	2.17	35.90	30.43	46.15	54.36	17.95	13.04	0.00	0.00
12 ..	0.00	0.00	4.55	2.13	31.81	38.30	50.00	48.93	13.64	10.64	0.00	0.00

En el cuadro II se puede observar que si bien el mayor porcentaje de niños se distribuyó entre los intervalos 91-103 y 104-116, un número considerable en todas las edades analizadas, mostró un comportamiento dentro de valores superiores. Así, al mes de edad, el 35 % de los varones y el 38 % de las niñas obtuvieron cocientes de 130 y más.

El análisis de los resultados de nuestros niños especialmente la distribución del rendimiento hacia los valores superiores en muchos casos, nos llevó a abordar un aspecto considerablemente complejo: el análisis de cada respuesta a cada ítem de la prueba. Dicho trabajo se llevó a cabo con el objeto de encontrar la forma de estudiar el **comportamiento de un niño determinado** con respecto al grupo de referencia (del que forma parte) y además para conocer la escala real que exprese el **comportamiento del grupo**.

Tomamos todos los niños vistos hasta el año en todas o casi todas las visitas, excluyéndose cuatro niños: dos con microcefalias primarias, uno con luxación congénita de cadera y otro con ambiente familiar extremadamente perturbado.

El procedimiento seguido para el análisis de cada respuesta individual a cada ítem de la prueba consistió en:

#### **1. Ordenación de los ítems de la prueba y su codificación.**

Las respuestas del test fueron codificadas, otorgándose un número a cada serie de ítems que se encuentran en una misma línea evolutiva de conducta y anotando con una X los ítems independientes de ella. Por ejemplo: los ítems relativos al sostén de la cabeza llevan el número de código 4 en las sucesivas edades en las que se lo examina: 4 semanas, código 4: prona: levanta la cabeza a zona I momentáneamente; 8 semanas: código 4: prona: intermitentemente levanta la cabeza zona II; 12 semanas: código 4: prona: cabeza sostenida en zona II; 16 semanas: código 4: prona: cabeza sostenida en zona III.

#### **2. Recopilación de las respuestas individuales en una planilla que denominamos "Esquema Evolutivo Integral". (ver cuadro N° III).**

El rendimiento individual en cada examen realizado, o sean las respuestas del niño a cada ítem del test, fue volcado en una planilla resumen para cada niño (Esquema Evolutivo Integral), en la que se computaron 214 ítems desde las 4 a las 52 semanas correspondiendo, respectivamente, 98 ítems al campo de la Conducta Motriz, 79 ítems al campo de la Conducta Adaptativa, 49 ítems al campo del Lenguaje y 54 ítems al campo de la Conducta Personal Social. En este esquema figuran las 5 Edades Claves consideradas por nosotros (4, 13, 26, 39 y 52 semanas), y en cada una de ellas las edades adyacentes examinadas en el Test de Gesell; por ejemplo, en nuestra Edad Clave 13 semanas, se incluyen como límites inferior 4 semanas, luego 8, 12 semanas y como límite superior 16 y 20 semanas. El rendimiento del niño en las pruebas tomadas en cada edad (que puede incluir respuesta a ítems de varias edades inferiores o superiores a la Clave) se anota en los casilleros correspondientes. Por ejemplo: en las 13 semanas un niño puede tener positivo el ítem 4 en la prueba de las 12 semanas y también el mismo ítem en la de las 16 semanas, **ambos se anotan**.



### 3. Recopilación de todas las planillas individuales en una general.

La planilla reúne los rendimientos máximos de cada niño en cada Campo de Conducta y en cada Edad Clave. Al pasar las planillas individuales a las planillas generales, se consigna el **valor mayor alcanzado**. Siguiendo con el ejemplo anterior en la planilla general correspondiente a Campo de la Conducta Motriz, Edad Clave 13 semanas, se anota el resultado de 16 semanas para el ítem 4. De esta forma obtuvimos los porcentajes de éxito para cada ítem del test, en cada Edad Clave.

### 4. Gráficos (Ver gráficos A, B, C, y D adjuntos).

Con los resultados obtenidos elaboramos un gráfico para cada campo de la Conducta.

Se ordenaron los ítems por edades, siguiendo el código de numeración expuesto para cada uno.

En el gráfico, aparecen en barras oscuras los valores de Gesell para cada una de las edades.

Hemos consignado nuestros resultados en las columnas correspondientes a las Edades Claves en que tomamos la prueba, utilizando los porcentajes de éxito alcanzado por el grupo de niños en cada uno de los ítems.

Los símbolos que usamos para graficar los resultados corresponden a los siguientes porcentajes:

— —	:	menos del	20 %
—	:	del 21 al	30 %
.	:	del 40 al	69 %
+	:	del 70 al	89 %
++	:	del 90 al	100 %

Podemos observar así el rendimiento de nuestro grupo en cada Campo de la Conducta, y compararlo con las normas de Gesell.

Por ejemplo, en el Campo de la Conducta Motriz, observamos que a las 13 semanas nuestros niños, en porcentajes que varían del 21 al 89 %, logran contestar preguntas de las 16 semanas, y un pequeño porcentaje (hasta 20 %) llega hasta el nivel de 20 semanas (cuadro A).

En el Campo de la Conducta Adaptativa, a la edad de 26 semanas, un porcentaje de niños entre 21 y 100 % alcanza resultados positivos en preguntas de las 28 semanas de Gesell y hasta un 39 % responde ítems de las 32 semanas (cuadro B).

En el Campo del Lenguaje se observa que a las 26 semanas entre el 70 y el 100 % de los niños responde ítems correspondientes a las 28 semanas (cuadro C).

En el Campo Personal Social, a las 39 semanas entre el 70 y 100 % de los niños responde ítems de las 40 semanas y entre el 21 y el 69 % llega a las 44 semanas (cuadro D).

Estos son los pasos previos a la obtención de nuestras normas para la prueba. La ampliación de la muestra, y la comparación con otros grupos, como así también la continuación del análisis en las edades subsiguientes al año de vida, permitirán la adecuación de la Escala de Desarrollo a nuestro medio.

## G R A F I C O S

En la ordenada de cada gráfico figuran las pruebas de Gesell correspondiente a cada EDAD CLAVE.

En la abscisa se consignan las semanas. Nuestros resultados se ubican en las columnas correspondientes a las semanas elegidas para los exámenes del presente estudio. En barras gruesas, a título comparativo, se indican los rendimientos obtenidos por Gesell para cada EDAD CLAVE.









BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, JOHN. 1964. *Manual de Psicología Infantil*.
2. BRUNET, O. y LEZINE, I. 1964. *Desarrollo Psicológico de la Primera Infancia*. Editorial Troquel, Buenos Aires.
3. CUSMINSKY, M.; AZCONA, L. CH. DE y Col. 1966. *Notas*. Comisión Investigación Científica, Buenos Aires, Vol. 3, Nº 7.
4. GRAFFAR, M. y CORBIER, J. 1966. *Contribution a l'etude de l'influence des conditions socio-economiques sur la croissance et le Développement de l'enfant*. C. I. E. Courrier.
5. GEBBER, M. y DEAN, R. 1957. *Gesell Test on African Children Pediatrics*, 20-6: 1055.
6. GESELL, ARNOLD y AMATRUDA, R. 1958. *Diagnóstico del Desarrollo*. Paidós, Buenos Aires.
7. HINDLEY COLIN, B. 1961 *Croissance et Développement de l'enfant normal: Recherches Psychologiques*, París. C. I. E.
8. KNOBLOCH, H. y PASAMANICK, B. 1963. *Predicting intellectual potential in infancy* Am. J. Di. of Chil., Vol. 106, July through december, pp. 44.
9. ILLINGWORTH, W. 1963. *An introduction to development in the first year*. Little Club Clinics.
10. GERMANI, G. *Estructura Social de la Argentina*. Editorial Raigal, Buenos Aires, 1955.

## ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DE LA FORMACION RIO NEGRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES - SUS RELACIONES CON LA REGION NORDPATAGONICA

Por CARMELO I. C. DE FERRARIIS

### RESUMEN

El Miembro Samítico Paso de los Indios o "Grés Azuré" de d'Orbigny es un sedimento de carácter continental y mayormente de origen aluvial, en el cual hay intercalaciones eólicas con sus respectivas estructuras sedimentarias típicas.

Por su parte la Formación Río Negro se compone desde abajo de los miembros Paso de los Indios ex-Rionegrense Alcafilo (ex-Tilhuense), Cerro Bayo Mesa (ex-Segundo Nivel de Piedemonte).

La Formación Río Negro cubre rocas de diferente edad, a partir de el Cuaternario inferior o Formación Tehuelche, (Ex-Primer Nivel de Piedemonte). Las de mayor edad que el Entrerriense (Terciario Superior) alcanzan hasta el Paleozoico, las que fueron truncadas por el plano de la discordancia regional elaborado antes de la deposición de dicha formación. Esta, se la encuentra en las cuencas de los ríos Colorado y Negro alcanzando hasta la región de sus cabeceras.

Esta formación también cubre al Chasicoense o a sus equivalentes sedimentarios laterales, desarrollados hacia el sud de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires.

La parte superior de la Formación Río Negro está compuesta por el Conglomerado de Cerro Bayo de Mesa, pero nunca por otras formaciones más antiguas.

El Miembro Rudítico Cerro Bayo Mesa en zonas donde hubo expansión de mantos lávicos está parcial o totalmente cubierto por el Miembro Efusivo Barda de Zapala (Ex-Chapualitense Basalto III) o por basaltos más jóvenes, pero nunca por rocas más antiguas de este tipo.

La Formación Río Negro es un depósito sedimentario típico de Valle en Valle o de envallaje de varios ciclos de depósitos dentro de la Formación Tehuelche, que en Neuquén está parcialmente cubierto por el miembro efusivo Barda Negra (Ex-Coyocholitense Basalto II).

Así la Formación Río Negro a través de su composición litológica, posición y disposición es cronológicamente de edad Cuaternaria.

### ABSTRACT

The Paso de los Indios sandy member or "Grés Azuré" of d'Orbigny is a sediment of continental character, with besides form intercalated eolic beds, with it respectively sedimentaries structures, is mainly of alluvial origin.

The Río Negro Formation is composed from the bottom upward, by the Paso de los Indios (Ex-Rionegrense) or Grés Azuré, Alcafilo (Ex-Tilhuense) and of the Cerro Bayo Mesa (Ex-Chapuense and Ex-Second Piedmont Level) members.

The Río Negro Formation covers rocks different ages, from the lower Quaternary or Tehuelche Formation (Ex-First Piedmont Level). The eldest belong to the Enterrerriense (upper Tertiary) down to Paleozoic which are truncated by a regional unconformity elaborated before the deposition of this formation took place. Besides, we found those sediments in all parts of the Colorado and Negro River Basins as far up as their head-water region.

This formation also overlaps the Chasicoense or their lateral sedimentary equivalents, developed to the South of the Austral Mountains of the Buenos Aires Province.

The upper part of the Río Negro Formation is composed by a conglomerate of Cerro Bayo Mesa, but never by older formations. The Cerro Bayo Mesa ruditic member in zones where lava flows occurred is in part or totally covered by the Barda Zapala (Ex-Chapualitense or Basalt III) or by younger basalts, but never by older rocks of this type.

The Río Negro Formation is a typical valley in valley sediment laid down during several cycles within the Tehuelche Formation, partially covered in Neuquén by Barda Negra Lava flow member (Ex-Coyocholitense or Basalt II).

Thus, the Río Negro Formation, throughout its lithological character and composition position and disposition is chronologically of Quaternary age.

## PROLOGO

La Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires, tuvo la deferencia de permitirme realizar la investigación mencionada en el epígrafe.

Si bien es cierto que la misma demandó un tiempo mayor al proyectado en origen, ello fue debido a diversos factores y entre ellos a la elevada cantidad de elementos bibliográficos consultados, muchos de los cuales fueron de suma utilidad, otros con solo referencias laterales y algunos de muy escasa o nula posibilidad de uso, tal como se deduce de las menciones en el texto en relación a la bibliografía adjunta. Además, y en el orden general, se consultaron otros trabajos fuera del tema directo, como geofísicos, geomorfológicos y algunos relacionados con las asociaciones faunísticas comunes a los complejos sedimentarios, que han sido substratum de la Formación Río Negro.

Por otro lado, fueron primero revisados los mosaicos y luego los respectivos pares de las fotografías aéreas tomadas de gran parte del área investigada, en especial de aquellas zonas que componen la vaguada principal de los ríos Negro y Colorado. Así, se revisó

desde el meridiano 62 al 70 Oeste de Greenwich, y en especial la costa marina entre la boca del río Negro y la zona próxima a San Antonio Oeste, situado en el borde del Golfo San Matías.

A los efectos de la elaboración del presente trabajo, debo recordar que gran parte del material e información del mismo es consecuencia de la experiencia adquirida en las investigaciones realizadas para Yacimientos Petrolíferos Fiscales en años anteriores. En parte dicha labor tuvo carácter especulativo ante relevamientos geológicos de ciertas áreas relacionadas con estos depósitos y que permitieron una más adecuada interpretación de los diferentes niveles de piedemonte y de otros elementos geomorfológicos que integran los ambientes explorados.

Más recientemente se revisaron otros sectores, quedando sin estudiar solamente la boca del río Negro y los acantilados marinos entre ésta y el río Colorado.

Asimismo debo agradecer muy especialmente a los geólogos doctores A. Borrello y O. Schauer por haber corregido los borradores y a los doctores A. Pozzo, H. de la Mota y J. di Giusto, por colaborar en ciertas observaciones y discusiones relacionadas con la región de Paso de los Indios, y al colega R. R. Andreis que además tuvo la gentileza de comparar unas muestras que le entregara, con otras por él recogidas para su trabajo de tesis.

También, debo agradecer al Ministerio de Marina, que me permitió la observación de la corrida de fotografías aéreas del curso inferior del río Negro y parte de la costa Atlántica aledaña.

Por otra parte, y por mi intermedio, hago llegar el agradecimiento de la Comisión de Investigación Científica de la provincia de Buenos Aires a las compañías Esso SAPA y Shell CAPSA, por haberme facilitado los mosaicos y pares aerofotográficos de las zonas examinadas en el presente trabajo.

#### INTRODUCCION

En gran parte de la cuenca del río Negro y en la del río Colorado se extienden los depósitos de una formación sedimentaria muy característica, por su constitución, textura, génesis y aspectos geológicos conexos.

Conocida desde hace más de cien años, el conjunto aludido fue estudiado primero en el tramo inferior del valle, de donde obtuvo la denominación de Areniscas de Río Negro o Río Negrense, o Formación Río Negro, que configuran sus denominaciones más usuales.

Su particular composición y tonalidad en sus afloramientos dio origen al nombre de Gres Azuré, con el que los designara d'Orbigny en 1842. Desde este año, la edad que se admitiera a esta formación sedimentaria ha variado ampliamente en el criterio de los numerosos autores que de ella se han ocupado, directa o indirectamente, en su investigación y descripciones.

Por otra parte ha de expresarse que su correlación estratigráfica experimentó incidentes problemas geológicos en razón de que como unidad sedimentaria se la compendió en una designación generalizada a otras situadas fuera de sus límites de acumulación

primaria. Otro tanto ocurrió con su distribución vertical, tal como puede observarse en el cuadro de la Fig. 26. Esta formación fuera de los ríos Negro y Colorado abarca la región que se muestra en la anexa Fig. 1.

Por la similitud litológica con otras agrupaciones de capas estratigráficamente más bajas al miembro original de las Areniscas Azuladas (Gres Azuré), se le anexaron depósitos de origen marino, con supuestas intercalaciones continentales. Es así, que la edad que se le asigna, varía desde el Terciario medio hasta el Cuartario, como puede observarse en el cuadro geocronológico de la fig. 26.

El primer estudio complejo sobre esta formación, lo realizó d'Orbigny entre 1826 y 1833, publicando luego los resultados en 1842. Medio siglo después fueron revisados por Roth, quien al publicar en 1896, sus conclusiones le da el nombre de **Arenisca de Río Negro** y lo paraleliza con el Pampeano intermedio.

El aludido investigador (1898, p. 3 y sig.) señala que estas sedimentitas se encuentran por debajo del Pampeano superior y de las toscas en que éste se apoya, cubriendo a su vez al Hermosense de Ameghino o Pampeano inferior. Al denominarlo también como Pampeano intermedio, hubo de asignarle coincidentemente una edad terciaria.

La diferenciación que encuentra Roth de estos depósitos con los del Pampeano superior, que es loésico, es que aquél es esencialmente arenoso, de tonos claros a grises. A estos resultados llegó mediante el estudio realizado entre Bahía Blanca y la latitud del río Colorado y, sobre todo, en su examen de los bajos de la región costanera marítima. Luego indicó, que esta formación se extiende también por el valle del río Negro. En un trabajo posterior, Roth (1908, página 127), indica que las Areniscas de Río Negro hacia el Norte, contienen cada vez más loess, pasando paulatinamente a loess al norte de Bahía Blanca.

Al examinar las barrancas de las márgenes del río Colorado, Roth (1898, p. 6) dice que las mismas se componen de areniscas grises, poco consistentes, e interrumpidas en diferentes niveles por capas arcillosas, señalando a la vez que no ha encontrado fósiles en ellas. En el valle del río Negro, es donde esta formación adquiere su mayor desarrollo relativo. Indica el mismo autor (op. cit., p. 7) que en el Carmen (Carmen de Patagones), se presenta el conjunto como sucesión de areniscas homogéneas, de grano mediano, formando una masa compacta poco consistente, bien estratificadas en algunos lugares, y en general denotando estratificación irregular.

Entre las capas depositadas horizontalmente, se encuentran otras discordantes y en posición oblicua, que revelan su origen lacustre o deltaico. Mas adelante, expresa que a unos 10 km al Oeste de Carmen de Patagones, en el mismo valle del río, encontró conchillas fósiles de agua dulce dentro de las areniscas. Figuran entre sus observaciones que algunas capas son mas duras que otras y de tanto en tanto se encuentran intercalaciones arcillosas y el espesor o desarrollo vertical local es de 30 m apoyándose sobre capas marinas del Patagoniano. Finalmente advierte que la composición de la formación es un tanto cambiante, ya que en Choele - Choele, en su parte inferior, con-

tiene trozos considerables de piedra pómez, encerrando esporádicamente restos de huesos de mamíferos de gran tamaño en forma de trozos y de redepósitos. Expresa a la vez que las Areniscas del Río Negro en la Bajada de Chichinales, se apoyan directamente sobre Collon - Cureense. Por otro lado Lapolowicz (1893), dice que esta formación es equivalente en edad a la de Monte Hermoso.

Según Ameghino (1903, p. 228), debe relacionarse ese cuerpo psamítico con el Mesopotamiano y lo ubica cronológicamente, en el Oligoceno Superior, por arriba del Paranense y por debajo del Rosaense o Tehuelche. Luego, en 1906 lo lleva a la base del Mioceno (fig. 26).

A posteriori Windhausen (1931), en resumen de sus trabajos anteriores le asigna a esta formación edad terciaria media (miocénica) y la redenomina como Chichinales que equipara con las Capas de la Balsa del Norte patagónico.

Por su parte Wichmann (1924, p. 4), al ocuparse de los depósitos sedimentarios del Rocanense de la zona de Barranca de Palo, cerca de Auca Mahuida (Neuquén) descriptos por Windhausen (1914), indica que éstos deben ser referidos a las capas pliocénicas de la "formación de Río Negro".

En su trabajo (1931), este geólogo dijo que las Areniscas del Río Negro son equiparables a las areniscas araucanas y se encuentran alternando con depósitos de Rodados Patagónicos, llenando los huecos de éstos.

Kraglievich, (1957) ubica al Río Negrense en niveles equivalentes al Neofriaseano o Friaseano superior Miocénico (fig. 26). Groeber realizó una serie de tentativas en relación a opiniones de diferentes investigadores, ubicando cronológicamente al Río Negrense como equivalente de Mogotes de Keidel o del Tristecense, el cual puede ser Plioceno superior y más verosimilmente Paleopleistoceno, según estudios de diferentes investigadores, o más jóvenes según se deduce del presente trabajo.

Nuestro plan de labor tiende a demostrar que la Formación de Río Negro es una unidad estratigráfica, de carácter continental, independiente de otras de origen marino y que tiene edad cuaternaria. A tal efecto, demostraremos que la misma se apoya, si bien con un ángulo muy agudo, en discordancia regional sobre distintos grupos de rocas desde las del Paleozoico hasta las del Terciario Superior y Cuaternario. En tal sentido, en la Fig. 1 mostramos la relación regional entre las diferentes formaciones, sus límites aproximados, y la cuenca depositacional de la Formación Río Negro. En realidad, podría decirse que la figura antes mencionada, estaría representando poco menos que el mapa paleogeológico referido a la base de esta formación.

En la Fig. 2 hemos tratado de dar un bosquejo geológico de la región sur de la provincia de Buenos Aires, relacionándola con los grupos allí aflorantes, hasta alcanzar por el norte, las estribaciones australes de la Sierra de la Ventana. El mismo se realizó sobre la base de compilación de varios trabajos, entre los que se cuentan como principales los de Wichmann; Feruglio y de la Cooperativa de Geólogos de Sur.

Por otra parte, pondremos en evidencia, que es más moderna que el Coyochense y que el Coyocholitense, (ver figuras 26 y 27) y más antigua que el Chapualitense (figuras 3 a 25).

En la figura 26 se pone de relieve la diferente ubicación que recibe para este grupo estratigráfico. También, se deduce que si bien en cada caso tuvo una ubicación diferente dentro del cuadro cronológico-estratigráfico, en ningún momento se le encontró por techo las series sedimentarias que lógicamente le fueron superpuestas en el esquema, de acuerdo a la posición relativa que guardaba con las formaciones limitantes.

En apoyo de lo manifestado más arriba, hemos dado también en las figuras 3 a la 25 inclusive, perfiles que creemos resultarán de importancia en el estudio regional de estos depósitos sedimentarios.

Concluyendo debemos señalar que se ha tratado de relacionar el problema con los fenómenos fisiográficos que han afectado la región que nos ocupa, en especial, con aquellos originados en los cambios climáticos y sus consecuencias concomitantes.

#### Nomenclatura:

A los efectos de ajustar al Código de Nomenclatura el presente trabajo se indica que la zona de donde se han tomado los mismos corresponde a aquellos lugares geográficos donde aflora la formación de examen o sus miembros en forma característica.

Se intentó conservar la nomenclatura original, pero ello resultó prácticamente imposible.

En consecuencia los nombres adoptados y su sinonimia y perfil donde se describe detalladamente es el siguiente:

#### Formación Río Negro:

Nombre estratigráfico que involucra desde abajo los Miembros siguientes de:

**PASO DE LOS INDIOS:** Conjunto arenoso azulado típico de la Formación Río Negro. Pasan a ser sus sinónimos: Grés Azuré, Areniscas Azules de Río Negro, Rionegrense, Formación de Río Negro etcétera. El lugar de afloramiento clásico es el Valle del Río Negro y tributarios. Aflora y se describe detalladamente en la zona de Paso de los Indios situada a 69° 30' longitud Oeste y 38° 31' latitud Sur y entre las cotas de 495 y 615 m. s. n. m.

**ALCAFILO:** Sucesión tobácea blanquecina que cubre al anterior de Paso de los Indios.

**Sinonimia:** Tilhuelense, Tilhuelitense, Tcbas blancas del Paso de Indios, Plioceno Blanco, etc.

Aflora extensamente en Paso de los Indios y se describe para esa zona, tomando el nombre de Alcafilo, localidad situada a 14 km. al Sudeste de aquella y ubicada en 69° 29' longitud Oeste y 38° 32' latitud Sur.

**CERRO BAYO MESA:** Agrupación rudítica que corona el ciclo sedimentario iniciado con el de Paso de los Indios. Se trata del banco de conglomerados (pedimento o bajada), que se extiende con gran amplitud por dentro de la Formación Tehuelche (Ex Primer

Nivel de Piedemonte y Ex Rodados Tehuelches) como escalón más bajo del depósito de valley in valley.

**Sinenimia:** Rodados Patagónicos. Segundo nivel de Piedemonte-Chapuense, etc. Se ha tomado como localidad clásica la del Cerro Bayo Mesa como remanente más cercano al área típica de Paso de los Indios, donde se presenta como subsidiario. Allí se describe detalladamente y su ubicación geográfica es la de 69° 13' longitud Oeste y 39° 15' latitud Sur, alcanzando de 914 m.s.n.m. en dicho cerro.

**BARDA DE ZAPALA:** Se denomina así el manto lávico (basáltico) que en parte cubre a los conglomerados del miembro anterior. Con el mismo culmina el ciclo de la Formación Río Negro.

La localidad de donde procede su denominación se halla ubicada a 70° de longitud Oeste y 39° de latitud Sur, con una cota de 1080 m.s.n.m. en el sector oriental.

Los sinónimos para este manto lávico es el de Chapualitense y de Basalto 3.

En consecuencia y dentro del presente trabajo se adopta la denominación antes indicada, para cada uno de los miembros de la Formación Río Negro.

#### GEOMORFOLOGIA

Al Sud de Bahía Blanca, la configuración de la provincia de Buenos Aires, ofrece algunos cambios cuyo análisis resulta de suma importancia, tanto en lo que hace al paisaje como a la morfología y costas se refiere. También reviste importancia por el hecho de participar de ella la región de la cuenca sedimentaria del Río Colorado. Esta se desarrolla dentro del ámbito provincial entre el Río Negro y las estribaciones australes de las sierras de la ventana.

El relieve es chato, de planicie recortada con ondulaciones relativamente suaves, conformadas por bajíos dentro de la misma llanura elevada, a la que se agregan acumulaciones de arenas en cordones de médanos. Este paisaje, hacia la costa se encuentra interrumpido en ciertos lugares, como ser al norte del Río Negro por acantilados costaneros, en general de poca altura, que limitan playas marinas de más o menos anchura, aunque generalmente angostas.

Al sur del Río Negro, en la provincia homónima, se repite este tipo de paisaje hasta Caleta de los Loros, en el límite Norte del Golfo de San Matías. Este paisaje se hace típico al Sur de Punta Rubina, mientras que hacia el Norte de la misma y sobre todo a partir de la Bahía de San Blas, es chato, de muy poco relieve y con grandes áreas sometidas al refluo de las mareas. Esta última zona se extiende hasta cerca de Bahía Blanca. Por el Sur de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires se encuentra también un rosario de bajos, cuyo centro característico parece ser la Laguna Chasicó, el Salitral de la Vidriera y las Salinas Chicas. Hacia el Norte de los cuales, fuera del ámbito depositacional del Grupo Río Negro, se extiende elevado el piedemonte de las sierras.

Al Sur de los bajos se desarrolla el paisaje patagónico de mesetas. Es de importancia señalar este hecho aquí por cuanto el mis-

mo reviste particular significado geológico por cuanto se relaciona directamente con el tema del presente trabajo. Dentro de este paisaje aparecen zonas bajas originalmente lacustres, hoy denominadas salares o salitrales, muchas de las cuales también presentan laderas y cantiles donde pueden observarse asomos de las areniscas de Río Negro. Entre las depresiones son notables las: del Inglés, de Piedra y Grande, respectivamente.

Por otra parte, la forma propia de la costa, ya sea tanto por su relieve como por su disposición ortogonal, podría tener, fuera de los fenómenos climáticos que han contribuido a su formación, otros que se relacionan con la génesis y evolución de la propia cuenca sedimentaria del Colorado, reactivada en épocas recientes.

En este sentido llama poderosamente la atención que la línea de costa al oriente de la zona de Bahía Blanca, por un trecho de unos 40 km, tiene rumbo Este-Oeste, y todos los cursos de agua, ya sean permanentes o temporarios, bajan hacia el Sur hasta esa línea. A unos 10 km al Este de Claromecó, ya se presenta un cambio que al parecer es fundamental. Allí la cuenca imbrífera del Quequén ya tiene sentido Noreste y Sudeste, es decir divergente a 45° de todos los anteriores.

En el Oeste participan de la primera región mencionada el Arroyo Chasicó, los ríos Sauce Grande y Chico, el Napostá, el Saladillo, el Quequén Salado y el mencionado Claromecó o Tres Arroyos. También deben ser incluidos aquí los arroyos que convergen al rosario de lagunas costeras denominadas en su conjunto La Salada y del Cangrejal, y de los que al parecer su representante más Oriental es el Arroyo Mendoza, y el curso inferior de los quequenes que desembocan en las inmediaciones de Necochea.

Es de importancia señalar este fenómeno de carácter geomorfológico, por cuanto participan del arco costero suavemente convexo hacia el Sur, Punta Desnudez, Punta Asunción, Punta Sauce, Monte Hermoso, Puerto Rosales y de aquí la línea de costa se interna hacia el Oeste y Noroeste, hasta alcanzar la desembocadura del arroyo Sauce Chico, a través de una serie de islotes. Hacia el interior, esta posible unidad, con igual rumbo, se extiende a La Pampa, por los bajos mencionados precedentemente, en especial, por los ocupados por el Salitral de la Vidriera y la laguna Chasicó que, en la Provincia vecina, se expande por la Laguna Blanca Grande.

No es improbable que este recorrido responda a reflejos del basamento que en forma de escalón se extendería a lo largo de la costa con igual rumbo. Sin embargo, de las labores geofísicas realizadas en región austral de la provincia de Buenos Aires, no se deduce con claridad la presencia de fracturas profundas, mientras que sí podría ser tomado como el "hinge line" del borde norte de la cuenca sedimentaria del Río Colorado. Además, como dijimos antes, este es el límite norte depositacional conocido de la Formación Río Negro.

La región costanera, a partir desde Bahía Blanca hacia el Sur, puede diferenciarse en varias unidades fisiográficas y una es la que precisamente se extiende desde dicha ciudad hacia el Sur, hasta alcanzar la isla o península Verde y Cabo Laberinto.

Se caracteriza, por ser de escaso relieve, sometida en gran parte al reflujo de marea y está compuesta por una serie de islotes, islas bajas y bancos arenosos, algunos de los cuales quedan unidos por la baja marea a la costa, conformada aquí por bahías, caletas y ensenadas. En general aquí hay predominio de albúferas y cangrejales, no faltando los fangales, sobre los demás tipos costeros.

Por otra parte, entre Punta Tejada, la desembocadura del Arroyo Sauce Chico y Punta Laberinto, se conforma una profunda escotadura hacia el Oeste, la cual en cierto modo puede continuarse por la región de los bajos hasta Chasicó. Se trata de una amplia región de relieve bajo, sometida durante el Cuartario a los avances del mar, el que dejó con el Querandino los depósitos que señalan su paso y permanencia y donde, por otra parte, no aflora ni se encuentra en el subsuelo la Formación Río Negro.

El paisaje de casi toda la región costera se complementa con la presencia de dunas. Estas, que en casi toda la costa Atlántica de la provincia de Buenos Aires se encuentran presentes, son las responsables en muchos casos, del rosario de lagunas costeras como las que hemos mencionado al tratar la zona al Este de Bahía Blanca. Ello es debido a que se disponen en forma paralela o subparalela a la costa y se originan por los vientos alisios de regular intensidad y por la falta de capacidad de los arroyos para erodirlas y atravesarlas.

Hacia el sur de Punta Laberinto, hasta alcanzar la zona de descarga del Río Colorado, el relieve es algo más movido. Aquí hay un cantil costero y también bajos elaborados dentro de la zona mesetiforme y dunas que coronan las elevaciones costeras.

Entre el Río Colorado y el Río Negro, se desarrolla una zona más elevada que la tratada anteriormente. El frente marítimo alcanza a superar la decena de metros. La presencia de terrazas y mesetas hace que la misma participe del denominado ambiente fisiográfico patagónico; acaso éste sea el sector más nordoriental conocido del que participa la Formación Río Negro. Las mesetas, las terrazas y sus respectivos escalones, recubiertos por rodados y casquiño, se hallan debajo del tapiz de arena que en forma de manto o acumulación en dunas, desarrolla verdaderos suelos en ciertas áreas.

Al Sur de la Sierra de la Ventana, se extiende una extensa llanura que trasciende los límites de la provincia de Buenos Aires, internándose por el Oeste en La Pampa y por el Sudoeste en la de Río Negro. Su morfología es la que corresponde al paisaje patagónico.

Al Norte de la región deprimida de Bahía Blanca, que alcanza la Laguna de Chasicó, se eleva el faldeo relativamente fuerte de la Sierra de la Ventana. Por el mismo descienden ríos y arroyos, entre los cuales los más importantes son el Napostá Grande, el Sauce Grande, el Bajo Hondo, el Saladillo y el Chasicó en la parte más occidental del área considerada. Este desagua en la laguna Chasicó, que al igual que la de Barrancas, tiene una cota de más de 30 m b. n. m.

Dentro de la línea de bajos y bordeándola por el Sur, se encuentra una zona de médanos de 10 - 15 km de ancho, y que se extiende en conjunto por más de 70 km hasta La Pampa. Otra franja de médanos de más o menos 15 km de amplitud y de mayor

extensión longitudinal que la anterior, es la que arranca desde la costa atlántica en Punta Laberinto para internarse unos 100 km. hasta alcanzar La Pampa, luego de pasar entre las estaciones ferroviarias de Origone y Buratovich.

Estas dos líneas principales de médanos están sobrepuestas al paisaje antes mencionado, por ello es que las hemos incluido aquí. En conjunto, conforman un relieve o paisaje multicíclico desarrollado dentro de un sistema compuesto de procesos geomórficos. El relieve de los médanos alcanza en ciertas ocasiones, a superar los cincuenta metros de altura relativa. Así la "llanura" queda, de tanto en tanto, interrumpida por los médanos y por los bajos, dando la impresión de que las terrazas fueran anaqueles alrededor de los bajos sobre los cuales a su vez se elevan aquéllos.

El substratum rocoso de esta unidad está compuesto en el Norte, por el denominado Postpampeano y Chasicense, donde sus afloramientos se extienden por el Sur de la sierra de la Ventana hasta la zona de los bajos; desde éstos al Sur el predominio de la Formación Río Negro es neto; mostramos sus caracteres típicos como se lo conoce desde d'Orbigny en adelante. En ciertos lugares y sobre todo en la región costera marina y en la entalladura del valle del Río Negro aparece de tanto en tanto, el denominado "Rionegrense marino".

En casi todos los casos, este relieve se halla cubierto por "rodados patagónicos", denominación común, adoptada por varios investigadores para los rodados casquijos y gravillas, a veces conglomerados que coronan las mesetas de la Patagonia y entre los cuales debe ubicarse a los Rodados Tehuelches y los otros niveles más modernos y diferenciados de piedemonte. Es de destacar que hacia el Oeste van desapareciendo los bajos y los médanos, dando mayor consistencia a la presencia real de la llanura. Esta llanura construccional, dentro de la provincia de Buenos Aires, termina casi bruscamente contra la margen izquierda del río Negro, cuyo valle la recorta, dejando un cantil de unos 40 mts. de altura. Sin embargo, esta escotadura ejecutada por el río antes mencionado y la elaboración del extenso valle aluvial, puede ser reconstruida por los remanentes que se presentan más al Oeste, entre ambas mesetas y limitando sus márgenes, ya dentro del ámbito de la provincia de Río Negro. Este es el sector donde se presentan los clásicos depósitos del rionegrense. Entre los rasgos fisiográficos salientes de la región en examen cabe destacar también, la correspondiente a la del delta del río Colorado. El mismo adquiere casi la forma típica de los deltas clásicos triangulares, con un frente al mar de unos 70 km y una longitud de más de 50 km. En él se incluyen los depósitos de desbordes, etc. con una superficie total de unos 1.500 kilómetros, de cuyos pormenores, por escapar al objetivo de este trabajo, nos ocuparemos en otra oportunidad.

Sobre la región deprimida del Salitral de la Vidriera-Chasicó, debemos agregar que la misma Frenguelli (1950) la hace coincidir con la zona baja de San Blas. Como se dijo, esta depresión, tiene un rumbo general Sudsudeste a Noroeste trascendiendo los límites de la provincia de Buenos Aires hasta internarse en La Pampa. Es conocida en ella la laguna Chasicó en la que el arroyo

homónimo, el Salquicó y otros afluentes menores vuelcan sus aguas. El bajo de Salinas Chicas, se encuentra en la misma situación que la anterior y dentro del mismo ámbito, mientras que su fondo, se halla a unos 40 m. b. n. m. La laguna de Capalcó, ubicada dentro del mismo sector, está rodeada por alturas relativas de unos 50 m. sobre su fondo, el cual se encuentra a su vez, a algo más de 12 m. b. n. m. Quizás esta línea de bajos sea el remanente de un río paleopleistoceno decapitado, cuya captura la habría ejecutado el actual Colorado. Este sector de la cuenca sedimentaria del Colorado, según las interpretaciones de algunos autores, corresponde a un graben o por lo menos a un escalón bajo, hacia el Sur, mientras que otros lo interpretan directamente como una losa tectónica de un ancho de unos 30 km. y una longitud que supera los 80 km. y cuyo relleno superficial es el correspondiente al área tratada. Otros investigadores, suponen que ciertos bajos, como el correspondiente al del Salitral de la Vidriera, tiene origen en intrusiones marinas, refiriéndolas algunas de ellos al Querandinense. De cualquier manera, podemos decir que la misma se trata de una región conspicua bien diferenciada de los sectores o áreas geomorfológicas colindantes, y que para nuestros fines tiene o reviste un significado especial, por cuanto hacia el Norte de la misma, dentro de esta región no encontramos depósitos que correspondan al "Grés Azuré" o Areniscas Azules o miembro inferior de la Formación Río Negro.

Cabe señalar aquí, que en el flanco Norte del área "deprimida", se presenta en afloramientos del borde de la barranca, la Formación de Chasicó, Plioceno Inf. hasta Hermosense-Irenense, la cual tiene en estos lugares una cota estructural de 0 m, es decir, que está a nivel del mar y que participaría del fondo de las depresiones mencionadas.

Como las formaciones aflorantes son prácticamente horizontales, a medida que se asciende por el relieve aparecen grupos o términos más jóvenes del Pleistoceno. Este relieve asciende, hacia el Noroeste, por intermedio de escalones y terrazas, hasta unos 100 m. s. n. m.

Hacia el Sur de las depresiones anteriores, se levantan barrancas abruptas que dan una fisonomía asimétrica del paisaje. Estas alcanzan alturas de hasta 50 m. s. n. m. Desde aquí el relieve se mantiene suavemente inclinado hacia el océano y hacia el Sur, interrumpido por los bajos locales ocupados por salitrales y por dunas.

Tapia (1937), creó el término de "planicie marginal" de la Patagonia, la que en la región en examen es la que se extiende al Sur de los bajos. Está compuesta por la zona de mesetas, cortada o interrumpida por algunos cañadones y por las dos escotaduras correspondientes a los ríos Colorado y Negro. La altura media de esta extensa región, es de unos 50 m. s. n. m. Se trata en realidad de las mesetas patagónicas, coronadas por los "rodados patagónicos".

Algunos investigadores los llaman aquí Rodados Tehuelches, pero en realidad este nombre, debe ser reservado solamente para aquellos rodados que coronan las mesetas correspondientes al primer nivel de piedemonte, que hemos denominado Coyochense, y a la deposición coetánea y original de estos rodados en forma de extenso manto con que se cierra el ciclo depositacional correspondiente. Al con-

junto (Fig. 27), lo denominamos Formación Tehuelche y de la que aquel pasa a ser su miembro inferior.

Otros naturalistas, los han denominado "rodados Aterrazados". que si bien señalan su disposición, no tienen relación estratigráfica o geomorfológica, con los sedimentarios y su génesis.

Esta región, también fue motivo de cierta atención por parte de Keidel (1919) el que la definió como de transición, producto del traslado y desplazamiento de los elementos climáticos hacia el Norte, quedando dentro de la isoieta de 500 mm, y la relación con la fase cataclimática correspondiente a la glaciación andina. Esto, al mismo tiempo, se habría reflejado en el traslado, también hacia el Norte, de la isobaras, con el consiguiente avance e incremento de la intensidad de los vientos del Oeste. Ello trajo aparejada la presencia allí de la estepa espinosa, llegando así dicho investigador a explicar el actual relieve masetiforme regional, con sus dunas salitrales o lagunas en los bajos. Este conjunto, concluye Keidel por referirlo a un paleoclima.

En la parte correspondiente a la provincia de Buenos Aires, el valle del Río Negro, tiene unos 15 kilómetros de ancho, amplitud que viene trasladando desde aguas arriba, al igual que su carácter de llanura típicamente aluvial. En parte ha sido rejuvenecido, lo que se deduce por la presencia de varias terrazas laterales, algunas en proceso de elaboración, que lo delimitan en su recorrido hacia el mar. Un hecho de importancia para destacar, es el de que el cauce se fue desplazando hacia el Norte, formando a la altura de la ciudad de Patagones, una alta barranca que alcanza o supera los 35 m. También este hecho tal como se dijo, salvo la diferencia de magnitudes, origina un valle asimétrico con la pendiente que lo margina por el Sur, más suave que la septentrional.

Otra de las particularidades de importancia geomorfológica es de que todos, o la gran mayoría, de los componentes que integran el sustratum en el área examinada son rocas sedimentarias, de estratificación prácticamente horizontal y compuestas esencialmente por samitas y algunas ruditas, todas de escasa consistencia, friables y hasta podríamos decir deleznales.

Este panorama, se integra con la presencia de meandros activos dentro del valle, como así también de otros abandonados. Completando este tipo de relieve aluvial, la presencia de cañadones que desembocan en la vaguada principal, recortando la meseta en cerritos de escasa altura. Se trata pues de un río alóctono que no recibe afluentes desde el pie de los Andes hasta su desembocadura en el Atlántico.

Si nos hemos referido detenidamente en estos aspectos, es para señalar que tal tipo de rocas no podría tener una permanencia en tiempo absoluto muy largo por su falta de compacidad y de cubierta, pues es fácilmente destruible y erodable, donde la remoción en masa se hace sentir intensamente ante cada acción de los agentes meteóricos o de transporte. Así es como se presenta en la actualidad, en su estado de madurez avanzada, iniciado en fecha relativamente reciente, quizás histórica. Es indudable que no debe haber

sufrido los cambios climáticos habidos durante todo el cuartario sino los últimos, los que se caracterizan por ser secos o áridos.

Si las capas que soportan este relieve fuesen realmente más antiguas que el Psicozoico, en manera alguna habría soportado los varios procesos cata y anaclimáticos que le dan carácter a este período geológico.

Con el tema de los acantilados daremos por terminada la reseña fisiográfica presente y lo hacemos así, por cuanto éstos son los que nos proporcionan los afloramientos y asomos de rocas en las mejores condiciones de observación. La provincia de Buenos Aires, muestra la región más oriental de la cuenca depositacional de la Formación Río Negro. Fuera de las barrancas que se levantan a la vera de los ríos, la Barranca Sur, situada a 1 km aproximadamente al Oeste del balneario de Lobería, presenta una alzada de unos 30 metros de altura. Su fisonomía es imponente por lo enhiesto de su frente al mar, cuya caída casi a plomo, permite el desarrollo un tanto estrecho de la playa que la acompaña.

Otro de los acantilados de importancia geomorfológica es el que corresponde al Faro del río Negro. Está edificado al igual que la barranca anterior sobre capas horizontales, de origen continental con un frente de playa muy angosto, apareciendo durante el retiro del mar la restinga integrada por capas más duras y consistentes, de origen marino y que forman el substrátum regional.

#### ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS

##### Composición y edad de la Formación Río Negro

Reunió d'Orbigny en 1842, bajo el nombre de "Terrain Tertiaire Patagonien", a todos los depósitos marinos del Terciario que se encuentran entre el Estrecho de Magallanes y Entre Ríos y los ubica estratigráficamente entre el "Tertiaire Guaranien" abajo y las "Argile Pampien" por encima.

Exploró los depósitos marinos y continentales de la costa de Río Negro, en los acantilados de la desembocadura del río homónimo, haciéndolos coetáneos con los de Entre Ríos. Más tarde encontró sedimentos con *Ostrea Hatcheri*, siendo éstos los verdaderos depósitos patagónicos, aunque los confundió con los de *Ostrea patagónica* del Entrerriense. Es por esta circunstancia que llegó a considerar a todos los depósitos marinos de la costa Atlántica como pertenecientes a una sola formación, a la vez contemporánea de la aflorante en el río Paraná.

Por otra parte se ocupó, por primera vez, extensamente del miembro inferior de la Formación Río Negro, al que denominó "Gres Azuré". Indicó que las capas marinas que las soportan afloran hasta unos 50 kilómetros aguas arriba de la boca de dicho río, hasta unas tres leguas al Noroeste de Carmen de Patagones. Dijo también con toda claridad que en la parte media del perfil se encuentran *Ostrea ferrarisi*, algo erodadas. Están en el seno de areniscas silíceas rojizas, pero en la capa superior la arenisca con los mismos fósiles

“non dans leurs position naturelle, prend, comme a la Barranca Sur”, adquire un tinte verdoso que se continúa a las partes superiores...

También señaló que la deposición de estas rocas se realizó bajo agua, aunque luego indica que tienen señales y rastros de gotas de lluvia.

Se ocupó también de la génesis de los bajos y depresiones dentro de la extensa llanura, muchos de los cuales son salares y salitres con desarrollo mayor en el sentido Noroeste-Sudeste.

Esa disposición la explica por el levantamiento de la Cordillera, la cual a la vez que imprimirle la pendiente que actualmente tienen sus corrientes de agua los habrían excavado hasta más de 40 metros de profundidad. Igual origen le asigna a los fuertes depósitos de guijarros. Quiso explicar la presencia de las depresiones y de sus salares, por las fuertes corrientes de agua salada venida desde la Cordillera, diciendo que éstas serían posteriores a las formaciones marinas y que podrían ser coincidentes con las arcillas pampeanas.

También se ocupó de los depósitos marinos de la Bahía San Blas con restos aún de formas vivientes, que corresponden al Querandínense y de los que luego se ocupara también Doering (1907).

d'Orbigny en resumen dijo que abajo hay depósitos marinos fósilíferos de formas extinguidas. A ellos se le superponen areniscas con osamentas trituradas de mamíferos y también madera fósil. A la vez estas capas contienen fósiles de agua dulce, como *Unio diluvii*, *Chilina* y restos de peces. Por otra parte esta sección hacia el norte, soporta una alternancia de areniscas y arcillas con yeso y al sur las areniscas azuladas, estériles y con un espesor de unos 11 metros. Se intercala una capa de 50 centímetros de calcáreo compacto y le sigue arenisca gris azulada, cuyo conjunto denominó “Gres Azure”. De lo expuesto se deduce que el primer grupo corresponde a lo que luego denominara Entrerriense marino, mientras que los que se le asientan son los de la Formación Río Negro.

Por su parte Darwin (1846) incurre en la misma confusión que d'Orbigny. Estudió el Entrerriense y el Rionegrense al Sur de la desembocadura del río Negro y en la zona costera que alcanza hasta la desembocadura del río Colorado. Además, investigó el Entrerriense del Golfo de San José, etc., extendiéndose hasta Santa Cruz, con sus exploraciones.

Los fósiles coleccionados fueron luego descriptos por Sowerby (1846), resultando un conjunto faunístico diferente del Entrerriense, creyendo al igual que su predecesor que todos los afloramientos marinos de la costa Atlántica de la Patagonia, tendrían la misma edad y que quedarían en consecuencia incluidos en el denominado Entrerriense, Terciario de la Formación Patagónica. En épocas más recientes, la misma situación se repite con Wichmann (1918-b-1919). Este apresurado conjunto de deducciones se une a la de Puerto Pirámides. Aquí, una intercalación al parecer continental dentro del complicado Entrerriense y que fuera denominada “Rionegrense Continental” trabó la exacta ubicación cronológica de estos depósitos, a la que Darwin la denominó “Río Negro Sandstone” y en su génesis supuso que una fuerte actividad volcánica en la cordillera, fue

la que originó la presencia de los espesos depósitos de piedras pómez dentro de sus sedimentos, lo mismo que de arcilla plástica en las rocas observadas en el valle, cerca y hasta la desembocadura del río Negro.

Sobre la base de las exploraciones realizadas por C. Ameghino (1890) y posteriormente, F. Ameghino (1903-1906), colocó al "Rionegrense marino" en el piso Paranense de la Formación Entrerriana, en la que figura como el horizonte más alto del Piso Mesopotámico y que a la vez lo ubica en el Oligoceno superior. Al tratar concretamente a las "Areniscas Azuladas" de río Negro, lo hace sobre la base de que éstas se asientan discordantemente sobre la sección marina, como observara en el perfil de Puerto Pirámides de la Península de Valdés, aunque allí faltaría el mencionado Piso Mesopotámico. Finalmente la coloca en la Formación Araucana y a ésta la lleva al Mioceno inferior, indicando que se trata de depósitos fluviales. Dicho Rionegrense lo coloca en la base de esa formación y que anteriormente denominara Tehuelche antiguo, también ubicado en el Mioceno inferior.

Si bien es acertada su suposición sobre el origen de estos depósitos, la edad que les asigna dista mucho de la real, concretando en consecuencia una secuencia estratigráfica con los respectivos movimientos diastróficos, tal como la que he presentado en el gráfico de la Fig. 26.

Uno de los investigadores que más aportara al conocimiento estratigráfico de la Formación Río Negro fue Wichmann (1918 a, b - 1919).

Luego de sostener que en el ámbito de Bahía Blanca y hacia el Norte y Este no se encuentran depósitos de esta formación, extendió sus estudios por toda la región situada al Sur hasta alcanzar los contrafuertes nordorientales del macizo del Chubut. Hacia el oeste abarcó los valles de los ríos Negro y Colorado, internándose hasta cerca de sus cabeceras (1927-1928-1934).

De los componentes de la Formación Río Negro, ha descrito una buena cantidad de perfiles de localidades clásicas, las que en gran parte son coincidentes con mis observaciones. En este sentido podemos decir que pese a que tuvo en sus manos todos los elementos de juicio necesarios, no se decidió a ubicarla correctamente en el sentido geocronológico.

Los antecedentes existentes sobre la Formación Río Negro empero, no permitieron que Wichmann se desprendiera de la ubicación cronológica prefijada y en relación a los Rodados Tehuelches, el Entrerriense, etc. El Rionegrense marino de puerto Pirámides se creó como cubierta de una posible intercalación continental de 10 metros de espesor, fundándose aquí el Rionegrense continental (inferior).

Los sedimentos por debajo eran Entrerrienses y los superiores, Rionegrense marino. Aquí el criterio paleontológico no se utilizó con igual rigidez a efectos de determinar que ambos depósitos son de la misma edad, que contienen los mismos fósiles y que en consecuencia no podían ser el fundamento para crear nuevas entidades estratigráficas, con nombres y edades diferentes. Su parecido lito-

lógico con aquellas del sur de la provincia de Buenos Aires, resulta, tal como también así lo expresa Teruggi (1954, 1959, et. al 1964), de que la fuente genética son las mismas desde el Cretácico superior, tal como se ha bosquejado en la fig. 1. Por otra parte este factor no ha sufrido mayores variaciones durante el último período geológico. La diferencia consiste en las "razones geomórficas" que las afectan. Así hemos visto que en ciertos casos se han comparado formaciones haciéndolas equivalentes, basados en uno u otro carácter, pero su análisis determinan que se han desarrollado en ámbitos climáticos diferentes, cuya coexistencia ambiental es imposible.

Tampoco es posible realizar comparaciones con depósitos originados en diferentes etapas evolutivas del relieve y en distintos ciclos geomórficos. Muchas de estas cuestiones Wichmann las presintió, pero no alcanzó a desprenderse de los esquemas en boga en ese entonces.

En este sentido dijo que "debo mencionar otro conglomerado como formación cuaternaria, el cual se encuentra en toda la costa en los alrededores de la Bahía de San Antonio". "Se compone de rodados cementados por carbonato de calcio, con conchillas y caracoles triturados y gastados. Encierra también en algunos lugares las grandes ostras terciarias mencionadas. Cerca de Barranca Final, este conglomerado pasa a arenisca calcárea dura, de grano grueso, horizontalmente estratificada en parte, con muchos detritus de conchas". "El espesor de esta capa parece ser bastante considerable, sobre todo a juzgar por las muestras suministradas por la perforación de San Antonio Oeste. Descansa directamente sobre capas marinas terciarias"... "También en la Bahía Ross encontré en cierto punto, a algunos metros sobre el nivel del mar, un banco de un metro de espesor, descansando sobre la Arenisca de Río Negro, compuesto"... Aquí, Wichmann al referirse al banco de la Bahía Ross, está mencionando el mismo de la Bahía Creek y de Barranca Final, es decir al mismo banco que muestra en la lámina III<sub>2</sub> de su trabajo (op. cit. 1919). Es decir que este investigador en primer término dice que se trata de un depósito basal de iniciación de un nuevo ciclo sedimentario y en segundo lugar, y esto lo expresa con toda claridad, que se trata de casquijo y fragmento de moluscos cuaternarios, en los que hay redeposición casi "in situ" de ciertos elementos más resistentes. Finalmente y lo avala nuestra suposición es que, mientras a este banco le asigna edad cuaternaria, cosa que repite en varias oportunidades en su obra, lo incluye en definitiva dentro del Rionegrense, asignándole a esta formación edad terciaria, con lo que aquél también pasa a ser terciario.

Por su parte, L. Kraglievich (1930), al referirse a la formación de las Areniscas Patagónicas de Roth (1908) ("Die Patagonische Sandstein Formation"), indica que son anteriores al Santacrucense típico, de modo que su antigüedad se remonta al Oligoceno inferior, abarcando entonces el Oligoceno, el Mioceno y parte del Plioceno. Además reconoció cuatro pisos, cuyo resumen final se muestra en la Fig. 26, colocando el Rionegrense en el Plioceno y haciéndolo sincrónico con su Mesopampeano o sea con el Pampeano inferior de Ameghino.

Por su parte Leanza (1941) indica que el Rionegrense (Plioceno) descansa en discordancia sobre las tobas terciarias del Colloncurense y a su vez está cubierto por un manto de basalto. Más tarde, al referirse a las correlaciones del Hermosense (1948) con terrenos Pampeanos y Araucanos, dijo que son prácticamente imposibles por cuanto los fósiles de colecciones que de aquél proceden, fueron obtenidos de tres horizontes geológicos diferentes.

Por su parte, Groeber (1949), al tratar el tema del Rionegrense, dice que desde los comienzos del Mesozoico, hasta el Mioceno medio, la región al Sur de Bahía Blanca estaba sumergida, manteniendo una escasa altura sobre el nivel del mar. Esta circunstancia permitió la conservación de los estratos Pérmicos, alcanzados por la perforación de Y.P.F. en Pedro Luro, a unos 3.000 m. de profundidad. Sin embargo cabe recordar que en la cuenca Mesozoico Neuquina, luego de los movimientos diastróficos del Intercretácico (Patagonides), la pendiente continental fue Atlántica. A partir de esta época se producen varias oscilaciones epicontinentales, siendo la más antigua la del Loncochense (Groeber 1955), es decir que en el sector considerado prácticamente no hay depósitos Mesozoicos. Luego de ello sobrevienen los movimientos correspondientes a la Primera Fase del Primer Movimiento Andino (Larámico), produciéndose una notable penillanura y la deposición consecuente y discordante del Rocanense-Malalhueyano de edad Eocena inf. Sin embargo debemos convenir con Groeber que la zona en examen tuvo casi siempre carácter negativo, integrando la Cuenca del Colorado, donde se preservaron las formaciones más antiguas, puestas en evidencia por la perforación de pozos. En Pedro Luro, el Cretácico más alto y Paleoceno podría estar representado por unos 1.300 m. de sedimentos. También en esta época se produce una reactivación de las líneas tectónicas preexistentes, situación similar a la de todas las cuencas de la costa Atlántica del extremo Sur del Continente.

Luego Groeber menciona la ingresión marina generalizada que incluye la llanura Chaco-Paranense, que con un espesor de unos 2.000 m la hace culminar en el ambiente Paranense - Entrerriense. Después del retiro del mar se produce la fracturación y ascenso continental.

A continuación (op. cit. p. 240) manifiesta que sobre ellas se acumularon las Areniscas del río Negro o Rionegrense. Estos depósitos se extienden desde el pie oriental de la Cordillera, hasta el mar, siguiendo la depresión ocupada por los ríos Negro y Colorado, que desde la longitud de Choele-Choel, se abre en abanico hacia el Este y Noroeste. Puntualiza que en dirección a Monte Hermoso, el Rionegrense cambia un tanto de composición, acusando sus depósitos las influencias de un clima considerablemente más húmedo. En este sentido concluye manifestando que con los comienzos del Cuaternario, "estos sedimentos que alcanzan un espesor de unos 100 a 150 m fueron sustituidos por otros, mucho menos potentes que consisten en rodados procedentes de la Cordillera y del Noroeste de Río Negro, elaborados por los glaciares que revisten estas regiones y transportados hacia el Este por la porción del piedemonte de esta masa de hielo, como se tratará de demostrar más adelante".

Al respecto cabe señalar que los depósitos mencionados son de edad Cuartaria, como se demuestra en el presente trabajo, a los que Groeber, en el Eocuartario los hace cubrir por las camadas de rodados antes mencionados. Implícitamente se refiere a los Rodados Tehuelches y éstos son también Cuartarios y anteriores a la Formación Río Negro (véase Figuras 26 y 27), mientras que los que lo están cubriendo, forman con la misma una sola entidad estratigráfica, como cierre del ciclo de elaboración del segundo nivel de piedemonte, en el que además deben incluirse todos los depósitos que se intercalan entre el nivel de base de erosión o de nivelación o de denudación contemporánea y los conglomerados que lo coronan.

Además, estos depósitos, cuyo conjunto he denominado Formación Río Negro, está coronado por las efusiones de basalto y su séquito de tobas, conocido como Basalto III o Chapualitense, según Groeber. Este ciclo es indudable que se inicia mucho antes que los límites fijados anteriormente, tal como ya lo insinuara en su oportunidad Darwin. La enorme cantidad de piedra pómez y toba que integra el miembro Alcafilo o Plioceno Blanco (Padula, 1951) proviene de este ciclo eruptivo que también menciona Groeber y contradice así su propia premisa. En la Figura 27 se dan los miembros que componen a la Formación Río Negro.

Al tratar la morfología de la provincia de Buenos Aires, Frenguelli (1950) resume sus ideas y se refiere a la vez específicamente al tema estratigráfico, manifestando (op. cit., p. 15) que es igual a Entre Ríos donde el Plioceno está compuesto por el Puelchense que cubre al Rionegrense, el cual se asienta sobre el Entrerriense. Indica que este último asoma en la barranca Sudoeste de la desembocadura del río Negro, en la costa Atlántica, mientras que sólo aflora en parte en el extremo austral de la provincia de Buenos Aires, apareciendo en algunos trechos de la costa y en la que se ve solamente su parte superior. Se trata de depósitos de aguas poco profundas en cuya parte inferior hay intercalaciones de bancos ostreros con *Ostrea patagónica* d'Orb., acompañada por *Arca Bomplandiana* d'Orb., *Ostrea Alvarezii*, d'Orb., *Myochlamys paranensis*, d'Orb., y otros raros moluscos de la fauna marina del Entrerriense.

Luego, al proseguir con la descripción dice que en su parte superior la formación (op. cit. p. 16) a menudo termina en capas lenticulares de arcillas grisáceas o rojizas, coincidiendo con nuestra apreciación de que éstas marcan el límite superior del mencionado Entrerriense.

El Rionegrense que le sigue encima, forma la mayor parte de las barrancas y predominando en todos los perfiles del Sur de la provincia de Buenos Aires. Se trata de las rocas cuya composición ya hemos mencionado. Al referirse a los fósiles, Frenguelli dice que son de rara presencia, encontrándose algunas cáscaras de moluscos de agua dulce, como *Diplodon* sp. y *Chilina* sp. y algunos huesos de mamíferos, como *Megamys* sp., *Cardiotherium* sp., *Trachytypotherium* sp. y *Eutatus* sp. Rovereto (1914) da una lista de mamíferos encontrados en un pozo de 46m. ubicado a 55 km. al Norte de Conesa y es la única mención de la presencia de estos fósiles en el Gres Azuré de d'Orbigny. Debo suponer que tanto unos como los otros tienen otro nivel estratigráfico de origen y que probablemente provengan del

Calchaquí (Charito) de Groeber o del Chasicense. El Puelchense, que según Frenguelli le sigue encima, se origina por la remoción eólica de aquél y que su aspecto y componentes han sido comparados con el lcess pampeano, con el que se lo sincroniza, "pero evidentemente corresponde en cambio, a las arenas subpampeanas, esto es a las arenas similares que, en el subsuelo de Buenos Aires y en la barranca del río Paraná, en Entre Ríos, yacen inmediatamente debajo del Pampeano".

Feruglio (1950, t. I, p. 6) al referirse al tema expresó que a raíz de los descensos intermitentes la Patagonia quedó sumergida en varias oportunidades y entre ellas durante el Rionegrense cuyos depósitos marinos rellenan una amplia y profunda cubeta situada entre las entalladuras del Golfo de San Matías y Bahía Blanca. Más adelante (p. 15) manifiesta que en la sección situada al Norte del Paralelo 43, la cubierta terciaria se reduce a los estratos marinos y continentales del Entrerriense y Rionegrense. A estos sedimentos los sitúa en el Terciario más alto, con un espesor total de algunos cientos de metros. Esta mención la realiza al referirse al tipo de relieve mesetiforme predominante en toda la región extrandina de la Patagonia.

Continúa (op. cit., p. 18) diciendo que la transgresión Entrerriense-Rionegrense, que ubica en el Mioceno superior o Plioceno, afectó tan sólo, la franja costera al Norte del Paralelo 45. Pero previamente indica que la transgresión patagónica del Oligoceno-Mioceno, fue más general, pues abarcó toda la Patagonia, exceptuando probablemente el área situada al Norte del Paralelo 45. Con estas fases talásicas, alternaron tres fases continentales durante las cuales se depositaron los sedimentos con restos de mamíferos, en tres series principales separadas entre sí por intercalaciones marinas.

El primer ciclo comprende el Riochiquense y las tobas de Sarmiento, el segundo al Santacrucense y el último al Rionegrense. Es decir que en el Sur, la faja costera al Norte del Paralelo 45 sufrió un nuevo descenso con un avance del mar Entrerriense-Rionegrense, según Feruglio (op. cit., p. 19) emergiendo luego para dar origen al extenso manto de areniscas continentales del Rionegrense, la que se prolongó desde el mencionado paralelo hasta el río Colorado. Indica luego que los ascensos epirogénicos más importantes se produjeron en las partes centrales encerradas respectivamente por los ríos Negro y Chubut y por el Deseado y Chico de Santa Cruz, donde hoy afloran complejos del basamento y la placa porfirica.

Este cuadro explicativo de Feruglio resulta un tanto complejo, con balanceo continental empírico, con un eje Norte-Sur y otro Este-Oeste, ubicado este último más o menos en el Paralelo 45. Por otra parte no se conoce depósito parecido al de la Formación Río Negro en toda la Patagonia, fuera del ámbito depositacional de éstos.

Feruglio también señala que la disección del Rionegrense fue más profunda por sobre elevamiento, el que aumentó hacia la Cordillera, donde el tablero más alto de la meseta quedó reducido a tableros aislados, mientras que en la costa aún se conservan las terrazas de gran extensión y superficie llana, fenómeno que se habría producido durante el Mioceno-Plioceno.

Al referirse Feruglio al Entrerriense y Rionegrense del Golfo de San Jorge dice que el pasaje es gradual y que el límite entre ambos es convencional, a lo que podemos agregar que puede que se haya intentado diferenciar entidades dudosas o inexistentes. En cierto modo, Rovereto (1921) en relación a estos temas ya había rectificado lo expuesto por Ameghino (1906, p. 255 y Figura 58) sobre el perfil de Puerto Pirámides.

Por otra parte Feruglio mismo indica que la separación bioestratigráfica no es muy exacta, tal lo expresara Rovereto, ya que la *Ostrea ferrarisi* se encuentra dentro de las capas transicionales del Entrerriense al Rionegrense, respondiendo a una emersión temporaria el paquete intermedio de Puerto Pirámides, según lo observara Frenquelli (1927) como separación entre las dos entidades. Feruglio sintetiza su expresión respecto al problema diciendo que el Rionegrense marino representa la continuación inmediata del Entrerriense, siendo la transición al Rionegrense continental, del todo paulatina, por lenta y gradual regresión. Por otra parte (op. cit. t. II, p. 273) al referirse a la fauna Entrerriense-Rionegrense indica que el 41 % son formas exclusivas del primero y de ellas el 61 % son lamelibranquios. Por su parte al tratar el Rionegrense marino del Chubut dice que el 31 % de las formas son aún vivientes y el 15 % comunes con las del Entrerriense, apareciendo 4 formas nuevas, de las cuales tres son vivientes. Es decir que una es continuación de la otra y que además se continúan en las correspondientes a las de las terrazas marinas con predominio cada vez mayor de las formas vivientes, hasta llegar a la fauna actual, todo lo cual habla muy en favor de la juventud de unas y otras, a la vez que de las pocas variaciones ambientales que las pudiese haber afectado.

Criado Roque (1950, p. 236, figura 2) ubica al Rionegrense por arriba de los Estratos de Pincheira y por debajo del Tristecense, dentro del Terciario superior, junto al Palaocolitense. Señala que en la zona de su exámen tienen poco desarrollo, aflorando en contados lugares, no pudiendo observarse el contacto con el grupo infrastante. Sus afloramientos se encuentran cerca de la parte mas alta del Cerro Butaló, donde se asientan discordantemente sobre el Colloncureense y a la vez se encuentran truncados por el primer nivel de piedemonte o cubiertos por el Basalto Chapualitense inferior (Basalto III). Al tratar el Tristecense, puntualiza que no ha podido observar las relaciones con el yacente, para el caso el Rionegrense. Según la correlación el Tristecense sería equivalente de los Rodados Dislocados de Stappenbeck, de los Puna Chotter de Penck y de la Formación del Río Diamante de Boehm, que por no haber sido dislocada la coloca en el Pleistoceno, mientras que Criado Roque (op. cit., cuadro 3, p. 253) lo ubica al Rionegrense en el Plaisancense, por arriba de la prefase del Segundo Movimiento Andino (Plioceno) y por debajo de la Tercera Fase. Por otra parte puntualiza que en ningún perfil encontró a este grupo y el Tristecense superpuestos. En realidad ello se explica si se tiene en cuenta que el Rionegrense por ser más joven que el Tristecense y en ciclo geomórfico distinto se encuentra topográficamente más bajo que aquél rellenando un relieve dentro del Cuartario y por debajo del nivel correspondiente al primer piedemonte y no debajo de éste, pues debe ser debajo del segundo como por otra parte lo aclara con la presencia del basalto Chapualitense.

Teruggi (1954, p. 187) indica que hay concordancia entre la composición mineralógica de los depósitos rionegrenses del Valle del Río Negro y los pampeanos, en relación a su contenido y origen de las cenizas "lo que demostraría un origen común o la derivación del segundo a partir del primero". Al referirse a la sedimentación del Cuaternario dice que éste "no ha reunido las condiciones físicas y químicas necesarias para producir la alteración de estos minerales o bien simultánea o alternativamente, que no ha transcurrido el tiempo necesario para ocasionar esa alteración". Dicho autor se refiere aquí a los sedimentos cuaternarios inmaduros y con ello explica las condiciones en que se encuentran los minerales dentro del rionegrense, coincidiendo así con nuestro punto de vista. En 1964 colocó a tales depósitos en el Plioceno, debajo de los Rodados Tehuelches, a los que ubica en el Pleistoceno. Indica a la vez que entre ambos no existen complicaciones tectónicas. Luego trata el problema de la madurez textural y dice que está dado por las especies metaestables e inestables, lo que demostraría que la acción climática no ha sido muy efectiva en la destrucción y descomposición de esos componentes de reducido potencial de meteorización. Ello puede ser explicado, en relación al Rionegrense, por cuanto los detritos basálticos y su séquito de elementos piroclásticos, son de edad cuaternaria como lo demuestramos en este trabajo.

En relación a los esquemas de datación del Pleistoceno, el Basalto II-Coyocholitense, desde su destrucción y redeposición en la Formación Río Negro, a partir del tiempo de su efusión, habrían transcurrido 75.000 años. Las efusiones preparatorias del Chapualitense y parte de sus tobas incluidas en el Tilhuense y Chapuense de mi esquema tienen una edad máxima total de unos 150.000 años, lo que hace un total para ambos conjuntos de unos 225.000 años. Por otra parte poca es la participación de las eruptivas básicas anteriores en el mencionado grupo.

Otro hecho a tener en cuenta de las conclusiones de Teruggi (1959) es de que en la región inmediata y hasta varios kilómetros tierra adentro, sólo se encuentran depósitos que deben ser referidos al Cuaternario y que se encuentran en pleno proceso de destrucción.

Por su parte y en relación a la edad de las rocas del genéricamente denominado Rionegrense, J. L. Kraglievich (1957), menciona que en la zona de Barda Negra, entre Ramón Castro y Cerro Lotena, Biondi habría encontrado un fósil, cuya clasificación determina que se trata de un *Carolozittelia cf. tapiroides*, Amegh. Se trata de una forma primitiva del Eoterciario y según este autor el sedimento que lo contiene es el Balsense (Groeber) y en consecuencia sería el primer fósil determinable de dichas capas. Sobre esta base, (op. cit., p. 22) en relación al perfil de la Balsa Córdoba paraleliza las areniscas entrecruzadas del Rionegrense con el Friasense, del Mioceno superior, que se hallaría cubierto directa y discordantemente por el Segundo Nivel de Piedemonte de Groeber. En este sentido debemos indicar que el término inferior del grupo en este caso, como toda Formación Río Negro, se encuentra rellenando un relieve excavado dentro de un valle y es por ello por otra parte que se trata de un depósito de **Valley in Valley** y que denomino en conjunto formación y consecuen-

tamente el coronamiento del ciclo, representado por el miembro Cerro Bayo Mesa (Chapuense, o "Rodados del Segundo Nivel Pedemontano"), parecería discordante.

Finalmente Andreis (1964) señala las dificultades que encontró para fijar la edad de estas rocas, concretando que las mismas deberán hacerse sobre la base de las intercalaciones marinas que contiene. En principio la ubica en el Plioceno a Mioceno sup. Luego se extiende en su estructura y ambiente depositacional, mencionando la presencia de restos vegetales e invertebrados, todos de agua dulce, a la vez que depósitos de este origen, de poco relieve y relacionados con el plano aluvial, con áreas lacustres marginal, etc. pero que no es de cauce, según deduce del análisis de los parámetros estadísticos utilizados. Esto confirma nuestra exposición a la vez que lo ya expresado por otros investigadores, asignándole el doble origen de eólico y aluvial a estos sedimentos. En la parte oriental podría tratarse de depósitos mayormente deltaicos. En relación a este último párrafo, quedaría aun por determinarse la dirección y persistencia de los vientos durante ese período geológico. Este podría tener un ángulo de casi 90° de divergencia con el de las paleocorrientes fluviales a la vez que habría sido uno de los factores más importantes en la distribución y transporte como así también de la acumulación loésica de la región periglacial. Además el tipo gradacional del depósito que menciona Andreis, puede explicarse por el proceso eustático que la afectó.

#### Los "Rodados Patagónicos". Su origen.

Con esta determinación generalizada se conocen la mayoría de las cubiertas de rodados que en distintos niveles coronan las mesetas australes del país. Algunas de ellas son depósitos primarios y los escalones o terrazas, o niveles más bajos, son en gran parte redepósitos de aquéllas.

Se debe a Darwin (1846) una de las menciones más antiguas al respecto. Los consideró de origen marino denominándolos a la vez "Great Shingle Formation". Esta a su vez cubriría coladas basálticas. Dice que el mar habría sido el agente dispersante de los rodados en su retroceso, distribuyéndolos uniformemente, luego de haberlos arrastrado desde la Cordillera.

Por su parte Moreno (1899), Nordenskjöld (1898-b), Roth (1898) y Steinmann (1908) son partidarios del origen glaci-fluvial de estos rodados. El primero de ellos dió a conocer el antiguo recorrido del río Limay, que de ser así, por su posición austral en relación al actual Limay-río Negro, habría contribuido juntamente con éste y el Colorado a la génesis de la Formación Río Negro (Fig. 1).

El nombre de Rodados Patagónicos fue dado por Doering (1882) inclinándose también por su origen fluvioglacial, mientras que la tosca de la zona central y Norte de la provincia de Buenos Aires pasa a la parte superior de esos rodados del altiplano patagónico, denominándolos Piso Tehuelche, al que relaciona con el período pluvial cuaternario. Finalmente lo lleva al Horizonte Superior Tehuelche, describiendo a la vez (1916) al Rionegrense presente en el ámbito del curso inferior del río homónimo.

Por su parte Keidel al referirse a este elemento estratigráfico (1919) dice que en la Pampa de Castillo cubren en discordancia erosiva al Plioceno.

Caldenius, en su específico trabajo sobre este tema, en relación a lo manifestado por Darwin (op. cit.) o por Hatcher (1897) o a los escalones Tehuelches de Doering (op. cit.) o a los Rodados Tehuelches de Ameghino (1906) y que denomina "Shingle Formación", dice que provienen de grandes depósitos de material de ríos de montaña, unidos en la planicie y que formaron un plano inclinado. Su acumulación "ocurrió durante el levantamiento de la Cordillera y que pusiera el Este de la Patagonia en la sombra de las lluvias". Por otra parte dice que la expansión de los rodados se vio facilitada por la soliflucción de los hielos sobre todo en las zonas distales, con la época fría entre el Plioceno y el Pleistoceno, fijándole así también su edad.

En este sentido debo aclarar que el miembro samítico (Ex Coychense) que denominó para Neuquén Colihuinca (Barda Negra) más el miembro rudítico que llamó El Cuy (Ex Tehuelchense) que antes se denominara Primer Nivel de Piedemonte o Rodados Tehuelches, etc.) integran la Formación Tehuelche, el que a su vez en la zona occidental se halla parcialmente cubierto por el manto lávico que para Neuquén denominó de Barda Negra (Ex Basalto II o Coycholitense de Groeber), tal como se muestra en la Fig. 27.

Por su parte Frenguelli (1950) los hace más jóvenes y los paraleliza con su Formación Loéssica, extendiéndose luego en la composición del conglomerado.

#### **Las terrazas.**

Relacionado con el tema anterior nos encontramos con distintos niveles, o escalones, de los cuales varios son los autores que de ellas se han ocupado.

En tal sentido también fue Darwin uno de los primeros (1846 y 1851) en ocuparse de estos temas señalando que las más constantes son aquellas que se encuentran en los niveles de 47 m y 77 m y el de 90 m a 107 m.s.n.m. En este sentido, como veremos más adelante al tratar las investigaciones que Feruglio realizara en la Patagonia, se deduce que hay varias terrazas de origen marino. Por su parte sus faunas están señalando que corresponden a mares relativamente templados, más que los actuales allí presentes y que al menos en las dos más altas contienen algunas formas que son comunes con las correspondientes al denominado Rionegrense Marino.

En lo referente a la temperatura de los mares de ese entonces, de acuerdo con nuestro cuadro, debemos señalar que por ser depósitos de una interglacial les corresponde un clima equivalente con sus corrientes oceánicas también de mayor temperatura. Por otra parte esta oscilación del nivel del mar también se refleja en casi todas partes del mundo, reflejada en depósitos de mares someros con sus ingresiones y regresiones como en parte bosquejamos en el cuadro de la Fig. 27.

Mientras el Cuaternario, o mejor dicho el Pleistoceno se caracteriza por oscilaciones combinadas eustático-isostáticas, durante el

Terciario y sobre todo durante su última parte, prácticamente la estabilidad epírica es la predominante y trajo aparejado la presencia de relieves seniles en casi todas partes del mundo.

Por su parte las efusiones sólo tienen una incidencia importante en el relieve al final del Terciario y ello se debe a que participan del diastrofismo general del período final de esta era.

Wilckens (1905) y luego Ihering (1907 y 1927) mantienen el esquema general colocando en el Plioceno al llamado Rionegrense continental y marino. Este último autor lo paraleliza con las terrazas del Cerro Laziar (o Laziar), del Cabo de Buen Tiempo y otras. Debemos decir (Fig. 26 y 27) que este problema deberá ser encarado oportunamente a fondo, sobre todo teniendo tanto en cuenta las consecuencias estratigráficas como por las implicancias paleontológicas y bioestratigráficas que de él resulten.

Las descripciones más detalladas de que dispongo son las de Feruglio (1950). Este investigador señala (t. III, p. 175) que la terraza del Cerro Laziar (ver plano de Feruglio) ocupa las mesetas más elevadas de las salientes de Puerto Deseado, a una altitud de 170 a 186 m. Dichas mesetas se levantan con una escarpa alta de 40-70 m sobre la planicie de la terraza de la Estancia de Cabo Tres Puntas. Indica, a mi criterio, erróneamente que es por este hecho que son más jóvenes que éstas. Luego al tratar la terraza de Cabo Buen Tiempo (op. cit., p. 176), de 138 m de altitud, puntualiza que ocupa una posición del todo análoga a la meseta de la Estancia Cabo Tres Puntas de Cerro Laziar, las que se presentan en el borde de la meseta costanera de la Patagonia.

Al referirse a la fauna que contienen ambas terrazas, dice que ésta acusa un clima más cálido que el actual y en cualquier caso excluye que sea contemporáneo de una glaciación. Concluye al respecto diciendo: "Por otra parte atendiendo a la elevada proporción de formas extinguidas y su vinculación con la fauna Rionegrense, no cabe duda que un profundo hiato la separa de las terrazas de los niveles más recientes; todo lo cual induce a colocarla en el Plioceno antes que en el Pleistoceno".

A pesar de que no poseo ciertos elementos para un análisis final del problema, me inclino a colocar la terraza Laziar-Sistema I de Feruglio- en el Pleistoceno inf. la que debe ser ubicada en el interglacial Vallimanca-Colorado. Además, es posible que el denominado Rionegrense "marino" o la parte superior del Entrerriense, tal como lo paralelizara Ihering, también sea de esta edad. La revisión estratigráfica y faunística podría aportar adecuadas respuestas a una serie de problemas de fecha geológica reciente.

Por su parte, Groeber (1949, p. 241) se refiere a las terrazas del piedemonte de la cordillera, ("bajadas" de la nomenclatura actual), puntualizando que entre la I y la II hay una diferencia de nivel de unos 300 m mientras que hacia la costa atlántica disminuye paulatinamente hasta ser de pocos metros y con la posible presencia de un tercer nivel que desde río Colorado alcanzaría el mar. Los rodados que las cubren son de origen glacial, cuya destrucción parcial o total según Groeber se debería a movimientos ascendentes de origen epírico.

Más adelante en su exposición puntualiza con toda claridad que el Piedemonte II como su substratum Rionegrense, se extendieron en tiempos de su formación más al Este de la costa marina actual, fijando así las relaciones estratigráficas y geomorfológicas de la unidad tratada.

En Puesto Mansilla (op. cit. p. 247) dice que el Rionegrense aflora hasta 70-80 m, cubierto en todos los casos por la costra calcárea y rodaditos, cuyo carácter, relieve y la costra es igual a la descrita por Tapia (1939) para la Pampa Austral de la región de Chacharramendi. Debo señalar que la costra calcárea no es distintiva de uno de ellos, sino que es común a varios y por su génesis sí lo es para las bajadas del Cuartario.

En relación al desagüe glacial longitudinal austral, Bruggen (1946) al referirse a los valles del sur de Chile, dice que habrían estado rellenos durante la época glacial anterior, similar a la actual. En cierto modo su opinión coincide con la de otros investigadores en relación a la parte correspondiente al piedemonte atlántico, con lo que no estoy de acuerdo, en especial respecto a la mecánica de la primera glaciación en la Patagonia.

#### Loess. Su composición y correlación.

En relación a la definición del concepto petrográfico de Zirkel, Kantor (1922) realiza un análisis conceptual a los efectos de determinar las diferencias existentes entre los distintos loess conocidos, limos y lateritas, asignándole al primero de ellos un origen exclusivamente eólico. Luego (op. cit. p. 321) acepta que su génesis es glaciática, desde elementos arenosos. Al ocuparse de las cenizas volcánicas, dice que es común a casi todas las rocas a partir del Pampeano inf. hacia arriba incluyendo aquellas que Doering refiere a los pisos Ensenadense, Belgranense y Bonaerense. En este sentido véase también a Teruggi (1954). Kantor (op. cit. p. 329) dice que tanto el Montehermosense como el Chapadmalense no son loésicos, sino limicos.

En relación al loess se debe indicar que a partir de Heusser y Claraz (1864) se lo consideró originado en regiones áridas y de estepa, cuya sedimentación adquiere carácter heterogéneo. Penck (1953) considera a las acumulaciones loésicas como productos interglaciares. Sus depósitos serían periglaciales y estarían en correspondencia con climas secos y relativamente cálidos. Por su parte Frenquelli (1925-1936) coincide con las opiniones antes mencionadas, pero al referirse a estos depósitos europeos los coloca en períodos cataclimáticos y coetáneos con la glaciación, al igual que el universalmente conocido de China.

Por otra parte Castellano (1918-1962), como Kantor (op. cit.), sostiene que en el Montehermosense, Chapadmalense y Ensenadense sólo hay limos y no loess, el cual es común a las formaciones loésicas del Bonaerense, Platense y Cordobense. De acuerdo con Flint (1957) la acumulación de loess responde al pico de máxima glacial de cada época, en la que la acumulación se produce en la región periglacial, como consecuencia de los fuertes vientos que desde el manto de hielo lo barrieron hacia el exterior. A este concepto debemos agregar que dicho proceso se continuó durante gran parte

del interglacial subsiguiente, hasta casi alcanzar el pico de máximo incremento de temperatura media estacional.

A pesar de lo expuesto Frenguelli (1925 y 1936) interpretó para la región pampeana que las épocas glaciales serían húmedas, mientras que las interglaciales serían secas y estépicas, colocando el loess en el interglacial. Sin embargo cabe indicar que este producto es, en zonificación climática, de origen glacial y relacionado con "Rinentäler" y "Urstromtäler". Por otra parte, comparte Frenguelli su opinión con la que le precediera de Burmeister (1876) de que el loess procedería de los grandes conos de deyección cordilleranos, transportados y dispersados por el viento.

En relación a este tema, Castellanos (1962) señala como uno de los hechos más fundamentales de que la desaparición de la fauna de los grandes mamíferos de la llanura pampeana se debería esencialmente a un fenómeno climático, con avance de la estepa. Establece cuatro periodos pluviales y equipara al Nonense con la capa "C" de Doering, que paraleliza (1918-1962) a su vez con los Rodados Tehuelches. De ello se deduce que deberá ser reubicada la misma o envejecer el cuadro por él presentado. Por otra parte al tratar la región de Río Negro indica que sobre el Tehuelche-Nonense hay loess amarillento y rojizo equivalente del Cordobense y del Médano Invasor de Groeber.

#### **El ámbito rionegrense y la teoría glacial.**

Groeber (1949) al tratar la región oriental de la cuenca deposicional del Rionegrense sostuvo que los desinveles de las lomadas y bajos alcanza alturas diferenciales de más de 50 m señalando que ellas fueron debidas a exaración glacial. Dicho paisaje se extiende por todo el Sur de Bahía Blanca y desde la costa Atlántica hasta el pie de la Cordillera. El rumbo de las bateas y lomadas, para este caso, adquieren disposición en abanico abierto hacia el oriente. Este ambiente geomorfológico Tapia (1939) lo admite hasta el Norte del paralelo 36° contra el Primer Nivel de Piedemonte, donde las morenas y depósitos fluvio-glaciales que se expanden al Este del Altiplano del Payén, según este investigador, están cubiertos en gran parte por enormes masas de basalto postglacial y neocuartario. Es decir que sitúa en tiempo a todas las bateas y demás elementos que relaciona con su Rionegrense (Gres Azuré) con el Segundo Nivel de Piedemonte (véase Fig. 27). En resumen explica la génesis de esos bajos, como los de más al Oeste y entre ellos el de Añelo, por acción glaciológica.

Sobre este particular, luego (op. cit. p. 251) se refiere a las derivaciones resultantes, como la correspondiente a la extensión de la glaciación eocuartaria en la región del Sur de Mendoza y Neuquen, relacionándolas con dos periodos. Por otra parte y de acuerdo con la extensión de su primer nivel de piedemonte, dice que es dable pensar, como éste incluye en su ámbito a niveles del segundo, la primera también se extendió hasta la Meseta de Somuncurá, cubierta por basaltos pliocénicos, los más altos del Coyocholitense, lo que sería una contradicción. La segunda glaciación ha quedado confinada al Sur del río Colorado y ha cubierto también parte del Río Negro

según Groeber, no alcanzando a invadir La Pampa. Ubica los movimientos ascendentes, para llegar al relieve actual, en el Yarmouthense o "Gran Interglacial" (véase Fig. 27) expresando que la red de drenaje es anterior a las glaciaciones neocuartarias, cuyos glaciales quedaron encauzados y confinados dentro de las mismas. También piensa que los bajos se habrían formado por exaración glaciár, cuyo retiro trajo aparejado el crecimiento de la cubierta de rodados en etapas que estarían marcadas por su distribución areal, donde el hielo muerto sería de influencia decisiva para explicar la falta de rodados en los bajos, además de la formación de las terrazas lacustres y de varves en lo que coincide con la opinión de Guinazú. Menciona también la presencia (Auer) de varves cerca de Jacobacci, correspondientes al período inicial de la primera glaciación.

Por su parte dice que el río Colorado sería un Urstromtäl marginal septentrional de la glaciación II, ahora profundizado por ascenso general de la región. El río Negro y su red de captación correspondería a un tipo de Rinnentäler y quizás se relacione al drenaje del "lambeau", de los lóbulos de los dos retrocesos principales de las glaciaciones iniciales. También Groeber considera como Urstromtäl a la red de lagunas que durante la primera glaciación habrían nacido en Alpachiri-Carhué y que luego siguen a Vallimanca-Saladillo, descargando en definitiva los excedentes en el río Salado. Otro sería el de sudeste y sud que desde Chasicó desembocaría en la zona de Bahía Blanca por intermedio de la zona deprimida.

En resumen: la supuesta o dudosa glaciación de Groeber en el oriente sería más joven que su Rionegrense, puesto que la afectaría en su techo. Por otra parte no pueden ser interpretados los depósitos de la Formación Río Negro, y en especial de los de su Formación Rionegrense, como morena de fondo, pues su constitución no lo permite. La extensión oriental de la segunda glaciación para Groeber sería aun más joven que su Segundo Nivel de Piedemonte (rodados de Miembro Chapua) y en consecuencia dicho período glacial tendría una edad equivalente al Riss del esquema universal o Diamante del mismo autor, o tercera glaciación andina. Es por esta circunstancia y con todos los ajustes que finalmente la posición de las areniscas azules de Paso de los Indios. Formación Río Negro la lleva al tiempo plioceno (Fig. 27).

En relación al tema de las glaciaciones europeas, tengo que decir que las morenas frontales, alcanzan hacia el Sur casi los 45° de latitud. En América del Norte estas se extendieron hasta los 37° en su expansión austral, cuyo equivalente promedio es la latitud de la región que estamos examinando.

Por otra parte podemos señalar que las diferencias de temperatura entre la actual y la inicioglacial de englazamiento en Bariloche alcanzaría sólo a unos 6° C. Para una región de llanura, con buen respaldo glacial, como podría suceder con la pendiente Atlántica de la Patagonia, la variación de cada grado en el gradiente vertical traería aparejado desplazamientos de casi 300 km en el frente del hielo continental. Esto lo manifiesto así por cuanto tiene dos sentidos: el de la glaciación y su posible extensión y el del efecto que sobre la misma podría tener cualquier variación en el gradiente vertical originado en diversos factores, incluyendo el epírico. Así,

una región englazada, cuyo geloide por ejemplo llegase al nivel del mar y allí se encontrase su frente o el 0°C, este retrocedería proporcionalmente al descenso epírico, aumentando en aproximadamente 1° C, por cada 150 de descenso de la masa siálica.

Si la pendiente regional topográfica y en este caso la Patagónica, es de un metro por tres mil, el "firn" o "névé" habría retrocedido en tal caso horizontalmente más de 400 km con el consiguiente derretimiento de la masa frontal de hielo y remoción y traslado del "outwash", morenas, etc., las que serán depositadas o esparcidas por la peneplanicie glacial anterior. Dejo en este caso la imaginación del lector, buscar las consiguientes consecuencias geomórficas desarrolladas hasta aquí poco menos que en el nivel de base y muy cercano al del mar.

Con el cambio climático y consecuente aumento de temperatura o por el descenso continental ante la sobrecarga, el derretimiento de los hielos traería aparejado un proceso construccional, pues la reposición de los volúmenes de agua origina un rápido incremento general eustático, con ingresiones marginales tales como lo muestran los remanentes de terrazas marinas (Fig. 27).

Para completar el panorama relativo al posible englazamiento patagónico, diré que en este sentido cabe realizar algunas reflexiones, las que pueden ser el punto de partida de nuevas y más extensas investigaciones. Esto lo hago en mérito a Groeber, creador y propulsor de esta idea y con la cual en gran parte estoy identificado. Lo contrario sería develar el gran misterio científico de la desigualdad de las glaciaciones entre los dos hemisferios. Estas en tal caso serían por lo menos más restringidas que las del boreal, mientras que en realidad y aún hoy es el austral el más frío.

En un análisis comparativo, resulta que la montaña que forma la espina dorsal de la península Escandinava, tiene una longitud de unos 1.000 km y una altura media actual de 1.200 a 1.500 m s.n.m., alcanzando en el Sur de Noruega los 2.500 m. Representa el remanente dejado por la fuerte erosión glacial pleistocena. Estas se disponen oblicuamente a la dirección de donde soplan los vientos marinos del Atlántico norte.

Las precipitaciones varían entre 750 y 3.000 mm por año, habiendo a la vez cierta variación nivo-pluvial con respecto a la altura relativa sobre el nivel del mar y altitud de las crestas de montaña. La mayor parte de éstas cae en forma de lluvia, aunque hay suficiente nieve que combinada con veranos nubosos tal como allí existen, con inviernos fríos mantienen una capa de hielo y una glaciación de montaña que cubre unos 5.000 Km<sup>2</sup>. Lo antes expuesto, en relación a la patagonia andina y extraandina, hace que las magnitudes sean semejantes pero favorables al cono austral de América meridional. Su porción cordillerana es bastante más alta y suponemos que también lo fue anteriormente, a partir de la base del Pleistoceno, originada en el Tercer Movimiento Andino y que al menos teóricamente también diera origen a la glaciación de ese sector. Esta región aún se encuentra también englazada como la del Norte, pero resulta de importancia decir que la superficie cubierta es unas seis veces mayor que aquella y donde el hielo continental se extiende por casi seis grados de latitud. Sus ventisqueros y lenguas glaciares aún hoy en ciertas zonas alcanzan el nivel del mar. En lo referente a la preci-

pitación pluvionival, la comparación aún podría ser favorable a la Patagonia en relación a la Escandinava, aunque no se tiene detallada información al respecto. Por su parte las corrientes atmosféricas, la posición relativa de los océanos como fuentes de humedad, corrientes marinas y sus temperaturas relativas también son similares y hasta diríamos directamente comparables en sus distintos parámetros.

En relación a las fases de crecimiento, diremos que en el Norte de Europa, el manto de hielo se originó en las mencionadas montañas, radiándose el "drift" hacia el Este, Sur y Suroeste. El descenso de temperatura con o sin aumento de las precipitaciones traería aparejado una expansión del área englazada, con coalescencia de las diferentes unidades que forman los distintos ventisqueros de montaña. Quizá esta sea la mecánica del proceso. Es decir que para explicar en su totalidad el fenómeno dentro del área analizada del Norte de Europa, es necesario asumir, entre otras cosas, que hubo un descenso de temperatura, un aumento de las precipitaciones y que la masa de aire corría aproximadamente de Oeste a Este, dejando en la parte oriental una importante masa de hielo, cuyo espesor en definitiva, fue mayor que el situado al Oeste de la misma. Esto se evidencia por los rasgos, formas de relieve y otros documentos geológicos, tal como también aconteció en la Columbia Británica, y como debe haber sucedido también en la Patagonia. El lado Noruega, dada la corta distancia al mar, a partir de alturas iguales, originó pendientes mayores y así también lo fue el drenaje, tal como sucede o puede haber sucedido en la pendiente occidental de los Andes Patagónicos. Aquí, el ancho promedio del faldeo, es de unos 100 km, alcanzando excepcionalmente los 200 km, mientras que el ancho de la pendiente atlántica alcanza, en el norte los 750 km, siendo el promedio de la zona austral de unos 350 km, cifras que son casi coincidentes con el ancho de la plataforma continental en esos lugares. A la pendiente actual del Oeste y Noroeste de Noruega se le debe sumar la plataforma litoral o strandflat exterior que prolongaría la mencionada extensión horizontal en casi un cincuenta por ciento. En la misma se pueden distinguir tres niveles de abrasión y sus banquetas, anaqueles, etc., y a la vez los cortes de canales producidos por valles glaciales. Estas formas al parecer se hallan asociadas a costas de fiordos y en consecuencia a áreas englazadas y a subsecuentes períodos interglaciares o de fluctuaciones climáticas y del nivel del mar en la zona periglacial.

Desafortunadamente las observaciones de que disponemos en la región austral del continente no son muy detalladas para permitir una investigación más adecuada. A pesar de ello y especialmente en la parte sur de la isla de Tierra del Fuego, parece desarrollarse una ancha plataforma litoral a aquella del norte de Europa, de Groenlandia, Spitzberg, etc.

Dicha plataforma aquí alcanza una profundidad un tanto mayor y en la misma no es posible, por falta de información adecuada, determinar la presencia de canales y ombligos, formas residuales típicas de la acción glacial y de las variaciones isoeustáticas del nivel del mar, con pocas modificaciones fluviomarinas, acción de friso de los hielos, etcétera. Ello sólo es posible, por la densidad de datos, realizarlo en

el Canal de Beagle, Isla de los Estados y zonas aledañas, donde tiene parte de los caracteres antes apuntados.

En Escandinavia, la pendiente oriental hasta el Báltico es de unos 400 km. Es decir, que nos encontramos con dimensiones proporcionales entre ambas regiones, aunque con cierto saldo a favor de la Patagonia en casi todos los aspectos antes mencionados.

Es decir, que hacia el Oeste de la península Escandinava, al igual que en el poniente de la Patagonia, el hielo alcanzó en un recorrido relativamente corto las aguas profundas del mar. También se formó una plataforma de hielo cuyo conjunto de terminales fue continuamente destruido evitándose así, aguas afuera, la expansión de la calota.

Lo contrario sucedía en la pendiente oriental del Norte de Europa, donde el hielo fue desplazándose en una muy larga y suave pendiente topográfica. Su deslizarse fue mucho más lento, sin mayores pérdidas de carga y masa sin desprendimientos de importancia. En otras palabras, la expansión coalescencia en la pendiente oriental, alcanzaron gran distancia, llegando entre Suecia y Finlandia al actual Golfo de Botnia en forma de glaciares de piedemonte, los que eventualmente se transformaron en un manto continuo de hielo continental, que alcanzó a sepultar la casi totalidad del relieve.

No puedo decir que esto también sucedió en la pendiente oriental de la Patagonia, pero en tal caso, nos debemos preguntar porqué. Quizás haya algunas posibles respuestas, las que la investigación confirmará o desechará. Una de ellas, es la que los elementos de juicio deberá buscarse debajo o dentro de la Formación Tehuelche al igual que con la Formación Río Negro (Fig. 27) en sus respectivos niveles de piedemonte o bajadas. Por otra parte al decir Nivel de Piedemonte, nos queremos referir a lo que esta unidad morfológico-estructural significa no debiéndose confundir con el pedimento y/o bajada. En principio corresponde resumidamente a lo que podríamos denominar ciclo erosivo hasta llegar al nivel de base y apoyo del mencionado nivel pedemontano. En este período hay o pudo haber fuerte eliminación de depósito de cubierta. Esta fue fácilmente erodada por cuanto la constitución general del Cretácico-Terciario Patagónico es de rocas deleznable, salvo la región de los macizos.

Es decir que, el nivel de base de erosión de los elementos activos —agua, hielo, viento— encontró allí, fácil accionar. También hubo un propicio vaciadero (véase Ewing *alt.*, 1964) como lo es la plataforma submarina del Atlántico Sur y en la cual muy probablemente algunos de sus escalones —plataformas submarinas Groeber (1948)— pueden ser el resultado conjunto de ese aporte que debe haber alcanzado grandes volúmenes elásticos, con las combinadas oscilaciones del nivel del mar y su frente de abrasión.

Es decir que relaciono ese nivel de base de la etapa erosiva, con el período glacial. El siguiente es la acumulación consecuente con la finalización del pico de máxima glacial; la iniciación de la época interglacial, con la disminución cada vez mayor de la capacidad de transporte de hielo-agua, ascenso del nivel relativo del mar, etc. y la correspondiente formación de las respectivas terrazas, hasta alcanzar, dentro de este depósito el nivel de base de los conglomerados que la coronan. Como es obvio, este nivel de base es prácticamente cero. En este caso, diré que para esta primera sección del primer

nivel de piedemonte, la correlación con la glaciación deberá ser con la equivalencia austral de la de Günz, en la etapa de formación del relieve de base y para el período interglacial el respectivo relleno, hasta la colmatación de la respectiva penillanura construccional por el miembro sefítico El Cuy. Lo que no puedo decir con certeza, es de si los rodados que coronan estos niveles de piedemonte, corresponden al ciclo fenecido o etapa póstuma aluvial o son el resultado de la etapa inicial de otro nuevo, que comienza con derrames generalizados para continuar luego con una fuerte fase erosiva. Creo que podrían corresponder a este último ciclo, pero debemos esperar que los estudios e investigaciones que se realizan así lo determinen, o bien como veremos al tratar su origen, se relacionen con fenómenos vulcanológicos y como final del primer proceso, como expliqué más arriba.

Entonces el movimiento diastrófico del Terciario Superior y el consecuente englazamiento Pleistoceno inferior trae aparejado dos fenómenos concomitantes principales que son: uno el eustático negativo (rápido) y el otro el epírico descendente (tardío y lento) que lo acompaña durante la primera parte del proceso hasta formar la plataforma submarina exterior de alrededor de los 200 metros. En su construcción se conjugan también dos factores. Uno es la abrasión marina en ese nivel y el otro, como ya se anticipó es el aporte sedimentario continental producido por la erosión glacial. Sin embargo Groeber (1952), coloca todas las plataformas submarinas en el Tardío Glacial, lo que se contradice con sus premisas previas y también con las oscilaciones climático-eustáticas del Pleistoceno.

Es de hacer notar que el proceso isostático incidente en la formación de la plataforma submarina, aún no es controlable en forma directa y absoluta. Por otra parte es la respuesta de compensación a la sobrecarga que soporta la masa siálica, resultando entonces evidente que en aquellas áreas donde ésta adquiere mayores valores, como consecuencia de un espeso manto de hielo, la onda completa isostática —sinusoide decreciente en amplitud desde el Günz al Würm— también debe ser de mayor amplitud.

No es posible tampoco aún controlar en ella el parámetro velocidad de reacción vertical desarrollado. En consecuencia el borde exterior de la plataforma también debe haberse hundido más profundamente en dicha zona. Es decir por otro lado, que el borde exterior de la plataforma puede descender gradualmente, desde el norte, hacia las zonas de mayor incidencia isostática y de igual modo, pero en sentido inverso, puede acontecer lo mismo con las terrazas marinas concomitantes con tal movimiento. Para el estudio detallado de estos procesos hacen falta cartas marinas y topográficas apropiadas.

La segunda parte de aquella evolución se caracteriza por lo expuesto de los signos epíricos y eustáticos, dando como consecuencia la iniciación del período interglacial; la del crecimiento del nivel marino de las aguas; la de la onda de máxima profundidad epírica continental; la de una ingresión marina de máxima, con la formación de las respectivas terrazas costaneras y simultáneamente la depositación de los elementos que integraron el nivel del piedemonte respectivo. Es decir que para este caso la terraza de Laziar, integra

ese primer nivel de piedemonte, posterior al englasamiento y que hemos denominado miembro samítico y rudítico Colihuinca y El Cuy (Ex Coyochense, por relacionarse o culminar con el miembro efusivo de rocas básicas del Coyocholitense (Groeber) o más conocido por Basalto II). No es improbable que los rodados intercalados entre ambas unidades —sedimentaria y efusiva— en casi todos los casos y que en este precisamente fueron denominados Rodados Tehuelches, se relacionen con la faz preparatoria de la efusión Coyocholitense, precipitando el deshielo de zonas englasadas y consecuentemente la esparción más o menos rápida del desecho glacial y de su "outwash" fácilmente distribuible en la penillanura construccional recientemente integrada. Ese desecho característico de la Patagonia y poco menos que único en el mundo, es en este caso, el nivel de rodados y coincidentemente lo es en todos los casos, como etapa final de procesos similares y siempre previos a las efusiones o relacionado con ellas, repetidamente observado desde el sur de Mendoza, por toda la Patagonia.

Respecto a este fenómeno, debo decir que la presencia de estos extensos mantos de rodados son característicos de la Patagonia, ya que en otras zonas englazadas con las que hemos establecido comparaciones, no se los encuentra ni tampoco lo está la fase efusiva inmediata. Es decir que la relación genética para el primer nivel de piedemonte sería: 1º Erosión hasta el nivel de base. 2º Deposición de la Colihuinca y formación de la penillanura construccional; 3º Preparación de la fase efusiva con tobas y derretimientos y formación del nivel sefítico El Cuy cubriendo gran parte del relieve y 4º Efusiones en manto, de rocas básicas de Barda Negra. Luego, al final del interglacial se produciría: 1º Elevación continental epirica, 2º Rejuvenecimiento del relieve y formación de valles, 3º Iniciación de un nuevo englazamiento (Mindel o Colorado) encauzado y elaborado dentro del piedemonte anterior y de allí su mayor restricción areal.

En apoyo también del conjunto de este proceso y sobre todo de la edad de los mismos debemos indicar que es de conocimiento de todos, que los relieves diastróficos jóvenes, tienden a producir zonas de bajas temperaturas, con aumento de la precipitación pluvial, circulación agitada y hasta ciclónica de la atmósfera y consecuentes descensos del límite inferior de las nieves perpetuas, que es lo que debe haber acontecido luego del 3er. Movimiento Andino —Fase principal—. Contrariamente, en relieves maduros a seniles, con predominio de planicies o peniplanicies amplias, el clima se hace más uniforme, tendientes a las temperaturas altas y condiciones áridas.

Las otras derivaciones de este esquema como resultante eustática, son los desplazamientos de masas de aguas desde el mar hacia los continentes; los defectos y excesos de masa con su respectiva incidencia isostática sobre las masas siálicas; los efectos epirogenéticos consecuentes y finalmente, que es lo que nos interesa, los depósitos o documentos geológicos concomitantes con estas fluctuaciones. Estos son los que quedarán como formaciones representadas por terrazas sumergidas o emergidas, según la etapa, carácter y lugar en que fueron afectadas las rocas de la corteza terrestre y por las ingresiones y regresiones marinas con sus efectos en las respectivas redes

hidrográficas, rejuvenecimientos, erosión, transporte en masa, formación de llanuras aluviales, etc.

Al retomar el tema diré que como consecuencia de la acumulación de hielo en ambos lados de la cordillera, se formaliza la respectiva divisoria. Esta se desplaza en relación a la actividad erosiva de la masa de que depende y se relaciona a la vez con la pendiente y el substratum. Por otra parte, como siempre migra hacia atrás, la de la región occidental de Escandinavia lo hizo más en forma ostensible que la oriental y también en ello encontramos una gran similitud con la de Patagonia. Esto puede deducirse por los numerosos indicadores geológicos remanentes en ambas regiones.

En el norte de Europa se puede decir que Dinamarca fue invadida por los hielos precedentes en primer término desde el sur de Noruega y luego desde la cubeta báltica cuando esta fue colmada. En todas las glaciaciones siguientes se repitió el fenómeno. La deglaciación realizó en casi todos los casos el proceso y camino inverso.

Otro de los elementos semejantes entre ambas zonas, es la presencia de fiordos. Su origen se debe a causas glaciológicas, en este caso pleistocénicas, con iguales factores incidentes en la mecánica construccional de su proceso, iso y eustacia, etc. Es decir que confirmaría, como consecuencia, lo antes expuesto, sobre el carácter e importancia de la glaciación patagónica. Además en Noruega se desarrollan en una longitud de más o menos de 1.500 km, mientras que en Patagonia superan los 2.000 km, con igual o mayor amplitud y magnificencia.

Por otra parte al alcanzar aquí los 41° norte, contra los 45° sur de Noruega, viene a confirmar indirectamente la magnitud e importancia particular que debe haber adquirido el hielo continental en Patagonia. En lo referente al espesor del manto de hielo continental, podemos señalar que las cifras estimadas para la región escandinava, es de más de 2.500 m promedio. En la Patagonia, no es posible adelantar cifras, pero la opinión de los partidarios del englazamiento es de que aquí también debe haber tenido un espesor similar o quizás mayor que el escandinavo. Indirectamente y de acuerdo a la "onda" isostática, ateniéndonos a la diferencia de densidades, etc. en la parte oriental nos daría un promedio mínimo de unos 1.200 m. La Antártida se encuentra actualmente con una cubierta promedio de hielo similar a la antes mencionada para Escandinavia. Es posible que por intermedio de la facetación isostática con su correspondiente onda oscilatoria, nos permita indirectamente obtener una información más acertada o cercana de la realidad. Es cierto que se trata de una investigación compleja, por cuanto es muy difícil determinar "cuanto" en cada caso afecta la sobrecarga y "cuanto" corresponde al fenómeno eustático. Pero tal como lo supongo es que ambos procesos parcialmente se han acompañado, es decir que durante un cierto tiempo al menos, han tenido igual signo o sentido.

En lo que atañe a las fuentes de alimentación pleistocénica para el geloide del norte de Europa, puedo decir que las masas de aire tienden a desplazarse desde el sudoeste, tal como casi exactamente lo hacen en la actualidad; pero ello no elimina los vientos del noreste que actúan en sentido opuesto y con bastante frecuencia, al-

ternando con los del sur. Estos últimos son los portadores de grandes masas de vapor, mientras que el del sudoeste o continental poco es lo que traslada en cuanto a su contenido hídrico. Creo fundamentalmente, que igual carácter tuvo en el pasado, sobre todo durante la época glacial. Es decir que la montaña de los Alpes actúa y actuó como barrera clima-orográfica deshidratante, para los desplazamientos atmosféricos desde el Mediterráneo. En la Patagonia, el cuadro que se plantea es muy similar. La masa predominante de aire marino se desplaza desde el oeste-sudoeste, y es portadora del vapor de agua, gran parte del cual hoy se precipita en el flanco oeste de la cordillera. Una importante cantidad de vapor también trasciende de ella y alcanza por los valles, el flanco y la llanura oriental cuyo ancho promedio es similar a la de Suecia, situada también en el flanco oriental de la Península Escandinava.

En el Norte de Europa se produce una asimetría glacial con un radio máximo, al sudeste, de unos 1.300 km o sea desde los dorsos de montañas de Escandinavia, hasta las cercanías de Moscú. Pero se puede indicar que durante la primera glaciación, la masa de hielo alcanzó la latitud de Stalingrado —cabeceras del río Volga—, situado a unos 2.000 km de aquel origen. En este sector nos encontramos con los lóbulos del Don y del Dnieper. Hacia el norte y noroeste la misma tuvo valores de desarrollo normal. Por otra parte hacia el sudoeste alcanzó a unirse y coalescer con la glaciación local de Gran Bretaña. Así, hacia el sudeste alcanzó la extensión máxima y es en esta zona donde el río Volga corre actualmente paralelo al drift viejo o antiguo de Saale y/o Elster, siendo el arco morénico más joven, el de Bradenburgo y sus correlativos. Este arco morénico describe un amplio arco con retiro hacia el Norte para coalescer luego con los hielos de los englazamientos locales de los Urales y Nueva Zembla. Comparando estos resultados, con sus antecedentes, etc. no encontramos explicación de por qué no se puede haber producido en la Patagonia un fenómeno similar, teniendo en cuenta que todos los factores positivos tienen igual o mayor magnitud que los vistos más arriba, mientras que no encontramos negativos de importancia. Por el contrario, en el norte de Europa, la pendiente oriental de Escandinavia —substratum de rocas cristalinas— se desarrolla por unos 400 km, hasta el Báltico actual pero de allí en adelante, hasta alcanzar la zona central de la llanura de Rusia —rocas consolidadas parecidas a las de la Patagonia— ha tenido que deslizarse sobre una peniplanicie subhorizontal senil de fines del Terciario. Allí, coalescieron con los glacioblastos de los Urales y con otros locales de la región. Es decir que creemos que al menos este fenómeno en la Patagonia debe haberse producido para la primera glaciación, pues para la misma estaban dadas todas las condiciones originales favorables tal como se menciona más arriba. La falta de frentes morénicos quizás se deba a que están o estaban en la hoy plataforma continental.

#### DESCRIPCION DE PERFILES

A los efectos de ordenar los conocimientos que de esta formación se poseen, a la vez que dar una visión panorámica de su dis-

tribución areal, constitución y comportamiento, describiré tres corridas de perfiles.

La primera de ellas es la correspondiente a asomos de la costa Atlántica a partir de Bahía Blanca hasta alcanzar, dentro del seno del golfo de San Matías, la ciudad de San Antonio.

La segunda serie de perfiles, es la que se extiende tierra adentro, por las comarcas patagónicas que bordean la cuenca del río Negro y su prolongación con el río Limay. La tercera corrida se extiende atravesando la cuenca desde el noreste en las márgenes del río Colorado, hasta el curso inferior del río Neuquén.

Las descripciones y conjuntos han sido generalizados y adecuados a la presente labor de carácter regional.

Para una mejor representación gráfica y que ella pueda resultar comparativa entre las distintas unidades que se analizan, se las ha bosquejado en escala vertical 1: 1000. La proyección horizontal es meramente esquemática y se relaciona con la compacidad relativa de las rocas o su incidencia morfológico-estructural en el relieve. La ubicación de los perfiles se da en la Fig. 1.

#### Zona Bahía Blanca (Fig. 3)

En esta zona situada al noreste de la región deprimida o de los bajos (Bahía Blanca - Chasicó) no se presenta la Formación Río Negro, (véase Figuras 1 y 2) al menos en sus caracteres típicos y tal como fuera definido primitivamente por d'Orbigny.

Tampoco ha sido aquí hallada, en el subsuelo por los pozos perforados para agua, u otros fines. En la misma se presenta:

Arriba:

1. Capa húmifera, a veces arenosa de hasta 2 m. de espesor.
2. Capa loésica con intercalaciones lenticulares de areniscas y gravas. Contienen restos de fósiles marinos y también de mamíferos. Se lo considera Pampeano Superior.
3. Capa de toscas y conglomerado fino. Parece corresponder al límite entre las capas 2 y 4.
4. Areniscas limicas, parcialmente loésicas. Se las equipara al Pampeano intermedio, el que por otra parte, ha sido paralelizado con el Rionegrense por Ameghino (1906), aunque finalmente éste investigador lo hace más antiguo y lo lleva a la base del Araucanense de su esquema, al menos la parte marina.
5. Los grupos arenoso-loésicos anteriores se apoyan en discordancia paralela sobre el denominado Hermosense de dicho autor o del Pampeano Inferior de Roth (1898).

El espesor mínimo total de este afloramiento, es de algo más de 20 metros, en el que tanto la sección 2 como la 4, pueden alcanzar hasta espesores algo superiores a los 20 m cada una, dada su amplia variación lateral.

**Zona Salinas Chicas (Fig. 4).**

En la barranca Sudeste de las Salinas Chicas, ubicada casi directamente al Oeste del Bahía Blanca, y al Sur de la zona de los grandes bajos, se puede observar el siguiente perfil:

Arriba:

1. Nivel de rodados polimícticos, bastante bien redondeados y hasta del diámetro de una nuez. En parte están cementados con caliche, constituyendo este último, por concentraciones locales, verdaderos bancos de tosca. Parece representar el segundo nivel de piedemonte o un subsidiario del mismo.
2. Integrando toda la barranca, se encuentra arenisca gris azulada, de grano mediano a fino, con una intercalación a media barranca de arenisca gris rojiza.

Todo este depósito pertenece al típico miembro arenoso Paso de los Indios de la Formación Río Negro. Esta sección se repite a lo largo de las barrancas que por el Sur delimitan los "bajos", hasta Chasicó.

**Zona Salitral Grande (Fig. 5).**

A pesar de la distancia a que se encuentra del perfil anterior, aquí tanto la sucesión estratigráfica como los caracteres salientes de la Formación Río Negro son similares a lo hallado en Salinas Chicas. Este perfil fue relevado por Witte (1916).

Arriba:

1. Nivel de rodados de rocas predominantemente volcánicas, correspondientes al parecer al segundo nivel de piedemonte o subsidiario local de aquel. Abundan los de porfirita y hay algunos de granito y basalto.  
Están prácticamente sueltos o muy poco cementados, hallándose en su mátrix, si así puede denominarse, arena gris azulada similar a la de los depósitos infrastantes. En parte se encuentra cubierto por arenas sueltas eólicas que alcanzan a formar médanos, como los de la línea que desde algo más al Norte se extiende hacia el Oeste-Noroeste hasta alcanzar el límite Oeste de la provincia de Buenos Aires.
2. Arenisca gris azulada Paso de los Indios, la que cuando está húmeda el color es más oscuro.

Es deleznable y en general, poco consistente. Está integrada casi por un 50 % de elementos finos y alterados. La estratificación es diagonal aunque en parte parece torrencial. No hay una estratificación definida.

**Zona Balneario Pocitos (Fig. 6).**

Aquí, como en los casos anteriores y dado que el relieve no es muy elevado, el perfil que estudió Groeber (1949), no tiene mucho

realce, pero para el caso concuerda en sus lineamientos generales con los ya observados de Salinas Chicas y Salinas Grandes.

Arriba:

1. Médanos modernos, muy recientes y parcialmente fijos algo más al Oeste. Están integrados mayormente, por arenas de origen marino, transportadas por los vientos alisios. Se extienden y cubren una capa de rodados y en parte conglomerados semiconsolidados.

En parte, está cementada por carbonato de calcio, el que localmente se resuelve en verdaderas toscas.

2. Con un espesor de unos diez metros se presenta el miembro Paso de los Indios compuesto por elementos relativamente sueltos, sin estratificación definida, de color gris azulado hasta azul oscuro cuando están mojadas y son más verdosas aquellas que las embebe el agua de mar. Hay un evidente predominio de estratificación alternante de origen eólico según Groeber, pero que creo es deltaico.
3. Se puede observar, muy localmente, un adosamiento de terraza joven, de origen marino y situada más o menos a media barranca, que según el mismo autor estaría representando allí, un remanente del mar Querandiense, tal como puede observarse a una legua y media al Norte del mencionado balneario.

Es de hacer notar, que en general, el corte marítimo de la barranca donde se encuentra presente la Formación Río Negro es casi vertical. Ello es debido, en gran parte, a sus características litológicas, su poca consistencia y quizás, en parte, a que se hallaría presente una forma de disyunción, parecida a la que sufren las masas loésicas.

#### **Zona Barranca del Norte (Fig. 7).**

Este perfil también se encuentra en la zona marítima del Sur de la provincia de Buenos Aires y corresponde mayormente a los afloramientos que aparecen desde la margen izquierda de la boca del río Negro y hacia el Norte de la Punta Main (Principal).

El mismo ha sido descrito por diversos autores, siendo el más antiguo publicado, el de d'Orbigny, con el cual coinciden en gran parte todas las observaciones posteriores allí realizadas.

Arriba:

1. Rodados y arenas sueltas, de color marrón rojizo, parcialmente blanquecino por la presencia de caliche y concentraciones locales de carbonato de calcio.
2. Banco fino de arcilla bentónica plástica, rojiza y con concentraciones calcáreas endurecidas. No se trata de un nivel constante.
3. Arenisca gris pardo azulada de grano mediano a fino. En la parte superior hay predominio depositacional de carácter eólico. En general la roca es deleznable, pero localmente está endurecida y forma salientes en el relieve de las laderas de las barrancas, donde está expuesta.

4. Arenisca cuarcífera grisácea formando, por lo general, un solo banco que aumenta de dureza o compacidad hacia arriba. Contiene algunos fósiles que sin duda son de agua dulce. (*Unio* s. p. y *Chilina* s. p.).
5. Las areniscas anteriores se apoyan sobre un banco arcilloso margoso hasta calcáreo, en parte manganesífero, con abundantes dendritas y manchas de manganeso.
6. Entre las mareas, aparecen las capas marinas asignadas al Enterriense o sea que aquí, por primera vez en los perfiles, encontramos el yacente del miembro arenoso Paso de los Indios. Esta formación marina, está compuesta por areniscas de grano grueso, de estratificación horizontal, y en bancos de mediano espesor. El límite superior de estas capas lo integra, como un nivel bastante constante, una arcilla rojiza lenticular, la que al parecer podría formar parte de la antigua superficie de denudación, expuesta al cambio de régimen de marino a continental. Todo el relieve está parcialmente cubierto por médanos y arena suelta.

#### Zona Punta del Faro — Barranca Sur (Fig. 8).

Aquí, al igual que en el caso anterior, describiré, con ligeras correcciones, el perfil relevado hace más de un siglo por d'Orbigny, ya que también se trata de otra de las localidades clásicas y diríamos claves para el estudio del miembro Paso de los Indios ("Gres Azuré"). Luego, al poco tiempo, se ocupó también de ellas Darwin, como ya fuera mencionado.

##### Arriba:

1. En la parte superior coronando los afloramientos y cubriendo en gran parte el relieve chato, subhorizontal del remanente de la meseta, se encuentra arena eólica y acumulaciones en forma de médanos.
2. Le sigue por debajo, una espesa capa de rodados mayormente porfíricos, bastante bien redondeados, de tamaño regular a pequeños, con abundante arena integrando lo que podría denominarse mátrix. En parte se encuentra cementado por carbonato de calcio, cuyas concentraciones mayores alcanzan a constituir pequeños bancos de tosca, de forma y tamaño irregular y bastante duras. El color de conjunto del nivel subsidiario del miembro Cerro Bayo Mesa es castaño claro y en algunos filos, como puede observarse también en la fotografía aérea, se presenta la base de este grupo, como un nivel o línea prácticamente blanca.
3. Inmediatamente debajo de los rodados nos encontramos con las primeras areniscas azuladas del miembro samítico de esa formación, en su desarrollo típico. En parte es diatomítica y contiene restos de fósiles de agua dulce (*Chilina* sp.), en la intercalación arcillosa que se encuentra cerca de su base y cuyo espesor es de unos 30 cm. La estratificación de las areniscas es un tanto indefinida y más bien torrencial a entrecruzado.

4. Capa calcárea de espesor variable y máximo de unos 2 m. Según d'Orbigny, se trata de un calcáreo ostrero, con restos de grandes ostras, las que no duda de que se traten de "**Ostrea Patagónica**", "Elle ne recele que mon ostrea patagonica". Feruglio (1949), dice que la "**O. patagónica**", es equivalente de la "**Ostrea ferrarisi**" dándole por lo tanto el mismo valor bioestratigráfico. Es de mencionar que tampoco otros investigadores que se ocuparon de este perfil, no señalan la presencia de este banco y entre ellos cabe mencionar a Witte (1916), Wichmann (1918) y más recientemente a Andreis (1964). Hacia el oeste, esta capa calcárea pasa lateralmente a arcillas límicas hasta arenosas finas, de colores rojizos que completan el perfil. Hay "**Unio sp.**" y algunos moldes de hojas y laminillas de yeso.
5. Este banco de arena azulada, no tiene definida estratificación y es estéril. En su parte superior, se encuentra un delgado nivel de arcilla también de color rojizo, como la anterior, que lateralmente es parda azulada, hasta castaña. Contiene lentejones de composición calcárea, bastante endurecidos y en parte cuarcíferos con concentración diagenética y recristalización de los granos de cuarzo de la arena.
6. Capa de casi 30 m de espesor, a el que d'Orbigny denominó "**Areniscas con osamentas**" y en realidad lo que se encuentra dentro de ella son, en parte, huesos triturados que se supone que son de mamíferos. Se trata de arenisca azulada. Contiene algunas toscas y también pequeñas intercalaciones de arcillas límicas de colores oscuros con fósiles de agua dulce entre los que fueron determinados la presencia de **Diplodon diluvi** d'Orb. y **Diplodon patagonicus** d'Orb. comúnmente denominados "**Unios**" y **Chilina antiquata** d'Orb. Acompañan a los fósiles anteriores, restos de peces, de vegetales y también hay algunas especies de diatomeas. Este grupo se asienta sobre los depósitos marinos infrastantes en concordancia aparente.
7. Banco delgado de arcilla rojiza oscura, la que está rellenando un pequeño relieve de diastema. Se presenta en forma más bien lenticular y con cierta continuidad lateral. Debajo encontramos un banquito de arenisca compacta y de colores claros, la que es parcialmente calcárea. En parte y lateralmente, sus colores se hacen más oscuros, hasta grises. Se trata de la roca que d'Orbigny denominó "**arenisca dendrítica**", por la presencia de dendritas de manganeso que se encuentran entre sus estratos o lajas. Entre estas areniscas y las arcillas anteriores, localmente se intercala una capa calcárea, también estéril, como las anteriores y que dicho investigador denominó "**calcáreo dendrítico**". Recién por debajo de estas capas, aparecen las areniscas cuarcíferas con cemento calcáreo, de colores verde pálido, verde azulado claro en parte destañadas, muy fosilíferas, que dicho autor las denomina "**areniscas marinas**". Estas areniscas y las margas que las acompañan, contienen concreciones por lo general alargadas y muy duras, con fuerte concentración calcáreo-dolomíticas y son manganesíferas. Hay concentraciones locales de fósiles y Wichmann (1918 b) dice

que, aquí encontró la *Ostrea ferrarisi* d'Orbigny. Este, denominado localmente banco ostrero, generalmente, se lo ve durante la marea baja y forma parte de la restinga que se extiende frente a la playa, la que por otra parte es bastante angosta o estrecha y se desarrolla por delante del enhiesto cantil antes descripto. Este grupo que hemos aunado bajo el número 7, corresponde al Entrerriense de algunos autores que siguen la antigua denominación o al Patagoniano como mal lo supone Wichmann (op. cit.) y otros investigadores.

#### **Zona Punta Bermeja (Fig. 9).**

Al poniente de Barranca Sur-Punta del Faro, se desarrolla con bastante claridad en este perfil el sector basal correspondiente del perfil anteriormente analizado, el cual desde arriba se compone de:

Arriba:

1. Nivel subsidiario o en elaboración con rodados, arena suelta y médanos.
2. Areniscas azuladas que corresponden, en parte, al grupo 6 del perfil Fig. 8. La estratificación es alternante. Su límite inferior queda indicado por la presencia de un nivel de piedra pómez, en parte rodada y algo descompuesta, que en los cortes frescos le da aspecto moteado a la muestra, dado que el mátrix es la arenisca azulada grisácea Paso de los Indios.
3. Arcilla arenosa, bastante bien estratificada de color gris azulado, en parte oscura y algo abigarrada.
4. Arcilla rojiza, que como en el caso del perfil anterior se la considera como el límite entre el denominado Rionegrense continental y el marino que le sigue por debajo. Como se dijo anteriormente se trata de un nivel bastante constante. Por debajo nos encontramos con el Entrerriense marino fosilífero compuesto por capas de areniscas finas, arcillas margosas, margas y calizas de coloración verdoso-azulada, en parte oscurecidas y de disposición subhorizontal.

#### **Zona La Boca del Río Negro (Fig. 10).**

Se trata de otro de los perfiles de interés, por cuanto representa un aporte más a la comprensión total del problema que nos ocupa, tanto en el sentido areal, como por la sucesión estratigráfica de la Formación Río Negro.

Arriba:

1. Dunas y manto de arena que cubren irregularmente los estratos subyacentes.
2. Manto de rodados y conglomerados, en parte suelto y en gran parte arcilloso-arenoso y con gravas intercaladas. Como se deduce se trata de un nivel de elaboración o subsidiario.
3. Cuerpo principal de areniscas azuladas de Paso de los Indios en el que hay predominio de material fino en la masa total.

Ello se deduce del análisis de malla, pues macroscópicamente tienen aspecto de areniscas de grano mediano y a veces hasta grueso. La estructura general es entrecruzada. Se encuentran algunas intercalaciones en las cuales es dable observar la presencia de laminillas de yeso. En el tercio inferior se encuentra una intercalación de arenisca arcilloso-calcárea de colores también gris-azulados, de estructura laminar con ondulitas y fragmentos de conchillas. En el tercio superior, también hay una intercalación arcillosa, límica, pero de colores más oscuros.

4. En la parte basal y prácticamente al nivel del mar, aflora arcilla gris-verdosa con resto triturados de conchillas que al parecer corresponden al Enterriense.

#### **De la Zona de La Lobería (Fig. 11).**

Se puede componer un perfil, el cual en parte ya ha sido descrito por Wichmann (1918 b) el que por otra parte ha tenido el honor de haber sido uno de los primeros en ocuparse de esta zona.

1. En la parte más alta, se encuentran dunas y arenas constituyendo un extenso manto, el que cubre gran parte del relieve.
2. Gravas y arenas grises con inclusiones de trocitos de arcillas hasta formar pequeños lentes.
3. Arenisca gris-azulada de tipo netamente continental, en parte tobacea que hacia abajo pasan a un definido nivel de piedra pómez, que alcanza hasta formar un banco. Este a su vez se sobrepone a uno arcilloso rojizo, parcialmente duro y saliente. Las areniscas son laminares. Las intercalaciones de pequeños banquitos arcillosos son moteados y con predominio del color castaño. Este nivel, sin seguridad podría corresponder al miembro tufítico Alcofilo.
4. Cuerpo principal de las areniscas gris azuladas, Paso de los Indios, compuesto por esta sección y la siguiente. Están separadas entre sí por una intercalación arcillosa gris rojiza, en parte calcárea que contiene restos fósiles de *Unio* sp. Es manganesífera, encontrándose de tanto en tanto algunas concreciones.
5. Areniscas ídem ant.

#### **Discordancia:**

6. El Enterriense aquí se inicia desde arriba con una arcilla ostrífera, en parte calcárea con intercalaciones de arenisca, de colores grisáceos. En la superficie de contacto con el grupo 5, los bancos se acuñan por truncación no manteniendo el espesor normal. Le siguen hacia abajo, arcillas marrones tobáceas, en parte moteadas o con puntuaciones, con intercalaciones grises de areniscas lenticulares consolidadas. Hay nódulos margosos de colores amarillentos. Se encuentran conchillas de fósiles marinos. Sigue abajo una sucesión de arenisca y arcillas mayormente grisáceas con *Pecten* sp., en parte son lenticulares, encontrándose algunas secciones con estratificación laminar, no faltando de tanto en tanto las tobas.

Se hace notar que en esta formación se han encontrado restos de foraminíferos que según los estudios de Shell CAPSA, ubican este piso, con el nombre de Belem Fm. en el Terciario trascendiendo al Cuaternario.

**Zona de la Bahía Ross (Fig. 12).** Tiene unos 60 m. de altura.

1. Manto arenoso y médanos recientes.
2. Cuerpo principal de las areniscas azuladas Paso de los Indios compuesto por somitas de grano mediano a fino, no consolidadas, deleznales y de estructura entrecruzada. El color de conjunto es grisáceo-azulado. Hay pequeños sectores con colores un tanto más oscuro y pequeñas intercalaciones arcillosas.

Se apoyan en discordancia paralela en:

3. Enterriense marino, compuesto por arcillas ostreras de colores grises y azulado verdosas. Hay bancos finos de arcillas calcáreas y margas lenticulares. Hacia abajo la sección se hace más arenosa, encontrándose zonas de estratificación laminar, con ondulitas. Las areniscas son más duras, en parte azuladas y con entrecruzamiento pequeño en su estructura. En la parte inferior se encuentran algunas intercalaciones tobáceas e incluso de ceniza volcánica. En general, se trata de depósitos lenticulares y de poco desarrollo vertical por unidad.

**Zona Acantilados de Belén (Fig. 13).**

1. Los acantilados marinos de la zona de Belén están cubiertos por un manto de regular espesor de arena, que en parte alcanzan a constituir médanos, tal como puede observarse también en la fotografía aérea de la región revisada.
2. Le sigue abajo el nivel subsidiario del miembro Cerro Bayo Mesa, compuesto por grava gruesa y conglomerado parcialmente, cementado por carbonato de calcio. Los rodados son polimícticos, bien redondeados, del tamaño de una nuez o menores y las gravas y arenas que llenan en parte los intersticios son relativamente finas y de igual origen que los rodados, pero con mayor predominio de trozos tobáceo.
3. Arcillas marrones con intercalaciones arenosas, encontrándose también un banquito de arenisca poco consolidada marrón grisácea.
4. Grupo arenoso tobáceo, gris claro, compuesto por arena gruesa de estructura entrecruzada y con intercalaciones finas de capas de arcilla, en parte es de superficie irregular y de colores castaños.
5. Arena arcillosa, poco consolidada, de color gris-azulada, de tamaño mediano a gruesa, con intercalaciones arcillosas de colores claros, hasta verdosos. La estratificación es entrecruzada.
6. Arena, arcillas y tobas interestratificadas. El color de conjunto es gris azulado claro, en parte moteado.
7. Cuerpo principal del miembro samítico Paso de los Indios compuesto por arenas de colores gris azulados, de estratifica-

ción entrecruzada, de tamaño mediano a grueso. Tiene algunos niveles e intercalaciones arcillas tobáceas parduzcas.

8. Banco arcilloso arenoso, en parte tufítico de color gris castaño. Contiene lentejones de arenisca verdosa, de grano grueso. Las intercalaciones de arena son de tonos azulados y grisáceos.
9. Arena gris azulada, entrecruzada, con intercalaciones finas de arcillas de colores claros. El tamaño de los granos varía de mediano a grueso, pero no hay mucha selección y las capas son poco consolidadas. No se ha podido observar la base y se puede señalar, que con este grupo termina la parte expuesta aquí, de la Formación Río Negro.

Al Oeste de esta sección estratigráfica, una de las más completa, nos encontramos con otro núcleo de afloramientos. Son los de la Bahía Creek, Caleta de los Loros y Punta Mejillón que oportunamente entre otros describiera Wichmann, (op. cit.) el que con ajustes reproduzco a continuación.

#### **Zona Caleta Loros, Bahía Creek y Punta Mejillones (Fig. 14).**

Arriba:

1. Manto arenoso y de médanos recientes.
2. Manto de gravas y rodados poco consolidados de un nivel subsidiario de piedemonte. Predominio de elementos de origen volcánico, de tamaño inferior a los 3 cm, siendo el color de conjunto, castaño claro, en parte teñido de blanquecino por carbonato de calcio secundario.
3. Cuerpo principal de Paso de los Indios de la Formación Río Negro, compuesto por arenas poco consolidadas, deleznales, de grano mediano a grueso. La estructura es entrecruzada y en la masa arenosa se encuentran niveles intercalados de arcilla laminar, límica, en parte tobácea, gris parduzca, a veces verdosa y por lo general formando delgados bancos.
4. Se trata de arcillas tobáceas gris rojiza del Entrerriense, intercalada entre arenisca parcialmente endurecida e irregularmente cementada por carbonato de calcio. Está manchada de hierro y en parte es siderítica. Los cuerpos arenosos son irregulares y contienen fósiles marinos. Algunas de las arcillas son castañas hasta oscuras, muy fosilíferas cuando alcanzan espesores de más de 2 metros. También hay bancos de margas arcillosas castañas, siendo éstas las portadoras de las ostras.

Según Wichmann (1919), este grupo contiene una fauna mezcla, Entrerriano-Patagónica, tal como lo manifestara tanto para este perfil como al tratar el de Barranca Sur. Esa apreciación, quizás, fue debida a que la clasificación paleontológica de las formas halladas haya sido provisoria y sujeta a posteriores ajustes, revisión que luego el autor no realizó.

Quizás, también, haya lanzado esta primera apreciación, frente al hecho por él observado y así manifestado, de que las capas marinas que se encuentran en la costa al sur de San Antonio, pertenecen a la "Molasa Patagónica". Sin embargo, luego Feruglio (1949), en el

Mapa Geológico de Patagonia, distingue y separa eógenas de las que denominara Ríonegrese-Entrerriano.

La segunda línea de perfiles que describiré, se inicia en la costa Atlántica y corre a lo largo del valle del río Negro, el que tiene un desarrollo de unos 650 km y un ancho medio de 15 km, y del Limay hasta alcanzar en el Oeste el curso inferior del río Collón Cura, como puede verse en la figura 1 y en la 15 al 20 inclusive.

En estos perfiles, al igual que en caso anterior, iniciaremos las descripciones desde arriba hacia abajo, de Este a Oeste, y emplearemos también, la misma escala vertical anterior, o sea de 1:1000 m.

El primer perfil que debiera considerarse, es el correspondiente a la boca del río Negro. De esta zona ya hemos descrito el de Barranca Norte (Fig. 7), el de Punta del Faro o Barranca Sur (Fig. 8), y el de la boca del río Negro (Fig. 10). El siguiente perfil a considerar entonces está ya dentro del valle del río Negro, es el de Tres Cerros.

#### Zona Tres Cerros (Fig. 15).

El perfil correspondiente a esta área, se halla ubicado algo al Sudeste de Carmen de Patagones, aproximadamente a dos leguas aguas abajo de dicha ciudad. Se trata de uno de los lugares también clásicos para la investigación del grupo que nos ocupa, y que del mismo hay descripciones de d'Orbigny, Darwin, y otros, las que en general son coincidentes, aún con las observaciones más modernas. En dicho perfil desde arriba se observa:

1. Nivel de rodados mas o menos cementado, con mátrix arenosa y en parte calcárea. Sobre el mismo, se encuentra un manto de arena suelta, que en los bordes de la barranca alta, suele concretarse en médanos vivos de reciente acumulación eólica.
2. Arcillas y limos arenosos, pardo rojizos, con laminillas de yeso en las grietas y en parte, esparcido en el conjunto.
3. Arenisca poco compacta, gris azulada, típica del miembro somítico Paso de los Indios.
4. Banco duro de arcilla arenosa fina, con diferenciaciones delgadas de arenisca pura y un banquito calcáreo que se interpone en forma de intercalación. Las arcillas son blanquecinas, algo tufáceas y contienen diatomeas. Se suelen encontrar niveles de piedra pómez, en parte alterada, de granulación pequeña a fina, que le imparte a la masa su propio color. Hay también, arcillas con *Unio* sp. en bancos delgados de color rojizo, pardo y hasta castaño. Esta, contiene placas calcáreas y geodas de variadas formas, pero en general no muy desarrolladas. En parte se trata de margas calcáreo-manganesíferas.
5. Arenisca gris azulada típica, en cuya parte inferior se suelen encontrar concentraciones locales de toscas calcáreas duras. También se intercalan delgados y pocos extensos lentes arcillosos rojizos. Estas intercalaciones, como muchas observadas, tanto en este perfil, como en los ya descritos o a describir, corresponden a depósitos de agua dulce, intermédanos del valle aluvial, donde se desarrollaron.

6. Arcilla rojiza, lenticular estéril, a la que le sigue por debajo, en disposición subhorizontal, arenisca gris verdosa y margas relativamente duras, fosilíferas, que integran ya los depósitos marinos del denominado Entrerriense.

#### **Zona Carmen de Patagones (Fig. 16).**

Se trata de otra de las localidades clásicas por sus afloramientos. Este perfil fue descrito, en repetidas oportunidades, por casi todos los investigadores que se dedicaron al tema, a partir de la minuciosa y detallada relación que en su oportunidad realizara el Orbigny.

Desde arriba se presenta.

1. Suelo de distinta composición al que se le agrega, fuera del tipo completo o normal, hasta el chernotziem, arenas sueltas y hasta pequeños médanos. Sobre este nivel, se encuentra edificada la ciudad de Carmen de Patagones, la más austral de la provincia de Buenos Aires. Hacia el Norte y Noreste, éste se continúa en una extensa planicie correspondiente al nivel de piedemonte o terraza, sólo interrumpida, de tanto en tanto, por bajos ocupados por lagunas someras salitrosas o salitrales por desecación de aquéllas.
2. Nivel de rodados de espesor muy variable, polimícticos, entre los que predominan las rocas porfíricas, graníticas y basálticas. Se trata de rodados por lo general bastante bien redondeados donde abundan los del tamaño de una nuez o algo mayores. Los intersticios, están rellenos, por lo general, por arenas de diversa procedencia y tipo. También hay concentraciones calcáreas y parcial cementación de los mismos, las que localmente alcanzan a formar hasta un nivel que resalta como línea sinuosa en la observación del paisaje.
3. Por debajo siguen areniscas gris amarillentas, en parte yesíferas. Arcillas tobáceo - pumíceas, diatomíticas, de colores rosado claro o moteado por la concentración local mayor de rodaditos de piedra pómez. Hay intercalaciones delgadas o laminas de yeso. La base de este grupo, la constituye una marga arcillosa marrón clara hasta castaña, finamente arenosa. Quizás este nivel pueda corresponder en parte al miembro tufítico Alcafilo.
4. Se desarrolla aquí, bastante bien en todo el espesor visible de la barranca Noroeste del río Negro, las areniscas homónimas. Están compuestas por varios bancos más o menos delezna- bles, con intercalación tobácea lenticular, de color más claro que la correspondiente al azulado de las arenas, entre las que está interpuesta. En esta intercalación se encuentra abundante piedra pómez en distintos grados de conservación. Luego en la base del siguiente banco arenoso, nos encontramos con otra intercalación arcillosa, la que en parte es diatomítica, de colores rojizos, parcialmente desteñida, algo plástica y arenosa fina a límica.

Siguen hasta la base, en varios cuerpos más o menos diferenciados por su desigual dureza, arenisca gris azulada, que

como las de más arriba, que si bien no tienen una estratificación definida predomina la estructura alternante, en parte torrencial. En esta sección, según Roth (op. cit.) hay *Hydrobia* sp.

5. En algunos lugares del cauce del río Negro, aparece el substratum de apoyo de las mencionadas areniscas. El contacto es normal y subparalelo, tratándose aquí, de areniscas que hemos diferenciado como correspondientes al Enterrriense marino, aunque otros autores las ubicaron en principio en el Patagoniano (Wichmann), tal como se comentara precedentemente.

#### Zona Choele-Choel (Fig. 17).

En realidad aquí presentamos un perfil compuesto, el que se ha elaborado con secciones relativamente cercanas una de otra, y cuyo relevamiento se efectuó al norte de la localidad mencionada de Choele - Choel.

Además, cabe mencionar, que el mismo es muy monótono, dada la uniformidad de las unidades que lo integran. A pesar de ello, se diferencian desde arriba los términos stratigráficos siguientes:

1. Cubierta arenosa-eólica, resolviéndose en ciertos casos, en médanos de poco relieve sobre la altiplanicie del nivel de piedemonte donde se desarrolla.
2. Nivel de rodados que localmente alcanzan a constituirse en conglomerados. Los mismos se encuentran parcialmente cementados por carbonato de calcio, que en la mayoría de los casos envuelve o engloba al contenido, cubriéndolo con una película gris blanquecina. En ciertos casos, alcanza a diferenciarse en nivel de caliche y hasta de tosca endurecida. Cabe citar aquí, que los rodados que los integran, tienen un tamaño medio de unos 5 a 6 cm, que considerado en relación con el desarrollo y comportamiento de los rodados de la vaguada actual del río Negro, se comportan similarmente. Así se ha podido observar que en la zona de Confluencia (ríos Limay y Neuquén), los rodados tienen un diámetro medio de unos 10 cm, el que disminuye hacia el Oriente, hasta ser casi grava o rodaditos de menos de 1 cm, en la costa Atlántica, y que de acuerdo a la clasificación propuesta por F. González Bonorino y M. E. Teruggi (1952), variarían entre "Guijón" y "Guija a Gránulo". Esta misma observación puede realizarse sobre el tamaño de los elementos que integran los niveles de las terrazas altas o niveles de rodados, de donde se deduce además, del origen común, similar distancia a la fuente genética.
3. Arenisca gris azulada típica de la Formación Río Negro, sin estratificación muy definida, en general son alternados a torrenciales. Incluyen en su masa algunos "rodados" de piedra pómez de colores bastante claros hasta blancos. El tamaño de los granos es mediano a grueso.
4. Intercalada entre la masa sabulítica de las mencionadas areniscas se encuentra un banco de arcilla loésica, en parte lí-

mica, de color rojizo amarillento a castaño claro, cuando se seca, oscureciéndose hasta adquirir tono subido cuando está mojada. Es en parte plástica.

5. Con un espesor de casi 40 m, se desarrolla el banco inferior de la Formación Rionegrense. Se trata de arenas no muy coherentes, con estratificación pobre, en la que mayormente se descubren algunos niveles por la inclusión de elementos de piedra pómez de colores más claros que los comunes de las mencionadas típicas arenas.

En general, salvo excepciones, los rodados de piedra pómez y algunos otros de origen porfírico, se encuentran diseminados en el conjunto. No se ha podido observar el substratum de esta formación, pero se supone que ya el apoyo lo hace en rocas más antiguas que las observadas hasta aquí, y que quizás, ya pueden corresponder al Colloncurense o más viejas, como veremos en los siguientes perfiles.

Se hace notar que aquí, como en otros perfiles, según veremos más adelante, hay concentraciones locales de ciertos elementos, en especial de piedra pómez y tobas incorporadas a las arenas. Ello es debido esencialmente, por el tipo de sedimentación, su carácter, etcétera, tal como sucede siempre en los depósitos aluviales de relleno de valles de la amplitud y características que debía tener en su época al antecesor del río Negro. Se puede señalar en tal caso, que éste, dentro de la clasificación genética de corrientes de agua, le corresponde la de río sobrepuesto de valle epigenético. Su antecesor fue un río consecuente y a la vez compuesto, dada la amplitud de su área de drenaje.

#### **Zona Chichinales (Fig. 18).**

Se trata aquí otro de los lugares que podríamos decir clásicos para afloramientos de este grupo. El perfil en sí, es bastante completo, según podrá deducirse de la descripción.

Se desarrolla a unas dos leguas al este de la Población de Chichinales y cerca de la margen izquierda del río Negro.

#### **Arriba:**

1. Rodados de las mesetas, integrados mayormente por elementos porfíricos. El color de conjunto es castaño rojizo, con zonas alternadas más claras sobre todo donde aparecen concentraciones de carbonato de calcio, que en parte cementa a los rodados o los recubre de una película blanquecina.

Entre los rodados suele encontrarse abundante material arenoso que llena o rellena los intersticios. Por lo general los gránulos están bastante bien redondeados, al igual que los rodados. Estos alcanzan un diámetro promedio de unos 7 cm. Se trata del miembro superior cerro Bayo Mesa de la Formación Río Negro.

2. El miembro tufítico Alcafilo aquí es arenoso, de granos medianos a gruesos, aunque también los hay finos en elevada proporción. El color de conjunto es gris azulado, aunque localmente haya matices más claros u oscuros. La estructura

dominante es parcialmente torrencial, no faltando cierto entrecruzamiento. Incluyen trozos de los denominados "rodados" de piedra pómez. En realidad al analizar el conjunto se puede determinar que se trata de un depósito gradacional, ya que tanto las arenas disminuyen de tamaño hacia arriba, como los trozos de piedra pómez que a partir de la base, con un promedio de algo más de 20 cm, descienden hasta menos de 1 cm, al alcanzar la base del grupo 1.

Por otra parte, se puede señalar, que se trata de un depósito casi sin estratificación. Al parecer la deposición rápida y de corto lapso para el relleno de la cubeta depositacional, que considerada así, tal lo expuesto, es de carácter retrocedente.

3. Arcillas blanquecinas, de colores grises, gris amarillentas, parcialmente tobíferas, en parte hay trozos incluidos de los depósitos infrastantes, en la arenisca gris azulada. En la base, esta sección es bastante arcillosa, lo que la diferencia de las areniscas sobre las que se apoya y cubre. Con este nivel termina hacia arriba la Formación Río Negro.
4. Arenisca gris-azulada, iguales que las anteriores, pero de grano mediano prominente. Tampoco aquí, la estratificación es muy definida, aunque por los límites de la misma, es deducible.
5. Areniscas gruesas, hasta muy gruesas de color gris azulado, característica de esta formación. En parte son conglomerádicas, cuyos elementos provienen de piedra pómez, cuarzo y porfiritas. También se encuentran trozos de un material cocido por contacto con roca volcánica.

Según Wichmann, tanto esta roca de color rojo vivo o ladrillo, como el vidrio volcánico, etc., procederían de la destrucción de una colada de basaltos y en tal caso no sería improbable que se trate del Basalto II de Groeber. (Coyocholitense miembro efusivo Barda Negra de la Formación Tehuelche).

#### **Discordancia.**

6. En aparente concordancia paralela, le sigue hacia abajo, un cuerpo arenoso tobífero, de color amarillento grisáceo, manchado de rojo localmente (óxido de hierro y alteración por ácidos orgánicos). Los granos de arena incluidos, son de tamaño mediano, pero se nota una abundante mezcla con elementos más finos, posiblemente muchos de ellos residuales, de descomposición poco menos que in situ, de la misma toba. Se indica que, con este grupo se entra ya dentro de las llamadas tobas de la Formación Colloncureense.
7. Arenisca grisácea hasta amarillenta por teñido secundario. Es en parte tobífera y hay trozos menos alterados que parecen corresponder a la piedra pómez. La estructura es de carácter torrencial, conteniendo en su masa lentes delgadas de conglomerado de elementos finos del tamaño de guijas. Son notables los endurecimientos secundarios locales que hace que la roca parezca lenticular.

8. Arcilla tobífera de color claro a castaño. Hay zonas decoloradas que se presentan como bandas blanquecinas. Hay secciones que son algo arenosas, con granos finos y parcialmente micáceas.
9. Idem anterior, grisácea clara. Es menos compacta que la anterior y está bastante alterada o meteorizada cuando se encuentra por mucho tiempo expuesta al medio ambiente. También aquí, parecería que hay trozos de piedra pómez y también sectores de alteración local.

En la zona de General Roca-Balsa Córdoba, el Grupo Río Negro también está presente. Es de destacar aquí un hecho que resulta de importancia en el concepto regional de esta formación y es el siguiente: Al observar el perfil de la margen derecha del río Negro se ve que las mencionadas areniscas están cubriendo un relieve o mejor dicho rellenando un relieve excavado dentro de las denominadas Areniscas de Chichinales (Groeber), y/o de la Formación Colloncurensis. Se acuñan hacia el Sudoeste rápidamente hasta desaparecer, mientras que en sentido contrario adquieren un buen desarrollo, tal como veremos en el siguiente perfil.

#### **Zona Balsa Córdoba (fig. 19).**

Este perfil ha sido repetidamente revisado por diversos motivos y entre otros precisamente para el estudio estratigráfico del Rionegrense, además de capas de la Balsa, Chichinales, Loncoche, Colpodense, etc. Del mismo se ocuparon Wichmann (1928-1934), Windhausen (1914-1931), Groeber (1955), Pozzo (Inf. ined. Y.P.F.), etc., entre otros. Repito en parte, dicho perfil con los ajustes emergentes de mis observaciones.

#### **Arriba:**

1. Miembro superior cerro Bayo Mesa, con espesor que alcanza los 10 m. Está integrado por rodados polimicticos, preferentemente porfiríticos, no faltando los de origen basáltico y de aspecto algo más frescos que aquéllos. En parte están cementados por carbonato de calcio, el que localmente llega a constituir un banco compacto englobado totalmente a la rudita, integrando así, un verdadero conglomerado.  
Este nivel, es el más alto de la región y se extiende con suave declive hacia el Este y Sudeste. Hacia el Sud, luego de un trecho relativamente corto se halla interrumpido para entrar en el gran Bajo de los Menucos. Este se desarrolla al este de la Gran Meseta de El Cuy, la que soporta parte del Primer Nivel de Piedemonte, coronada por los originales Rodados Tehuelches, en la formación homónima (ver fig. 27).
2. Arcilla arenosa plástica, disgregable, de color castaño claro hasta rojiza. En parte es blanquecina algo bandeada.
3. Le sigue hacia abajo una arenisca bastante bien estratificada, dura, compacta y de color muy parecido al de las arcillas que se le superponen.
4. Arenisca arcillosa, yesífera, en parte de color rojo violáceo, intercalada entre arenisca gris azulada típica de la Forma-

ción río Negro. Hay también algunos lentes de conglomerados. Las areniscas que integran la masa principal, están compuestas por lapilli de basalto triturado y trocitos de piedra pómez, adquiriendo el conjunto, coloración azulada hasta oscura, dependiendo esta última tonalidad según la humedad que las afecta.

5. Dentro del cuerpo principal se intercala un banco grueso de arenisca en parte consistente, pero en general friable, de grano grueso y de color gris blanquecino.
6. Idem 4 con intercalaciones oscuras hasta rojizas dentro de la arenisca. El conjunto se hace más arcilloso y más claro hasta blanquecino hacia abajo. Estas capas se apoyan en suave discordancia sobre el grupo infrastante.

#### **Discordancia.**

7. Tobas marcadamente blanquecinas, en gran parte caolinizadas y alteradas. En partes se encuentran manchas por óxidos de hierro y manganeso. La caolinización produce parcialmente un material secundario parecido a la bentonita. Se trata de las capas que hacia abajo pasan de la Formación Chichinales a la Formación La Balsa, de Groeber (1955) y que luego Kraglievich (1957) las asignó al Colpodense. Estas por intermedio de una discordancia de bajo ángulo y luego de la Primera Fase de los Movimientos Andicos se asentarían sobre las capas que Groeber (1946-1955) denominó también Larámico y cuya edad es Maestrichtiana y corresponden a la extensión oriental de los grupos más altos de los estratos con Dinosaurios. Por nuestra parte diremos que el grupo descrito aquí bajo el número 7 como soporte de la Formación río Negro, corresponde al Colloncureense.

La situación que se presenta en la margen izquierda del río Neuquén es similar a la recién descrita. El grupo de capas motivo de este trabajo, se asientan discordantemente en muy suave ángulo sobre capas miocénicas. Estas aumentan su espesor hacia la vaguada actual del río Negro y localmente hacia el Este, como lo hemos observado en el caso anterior.

Hacia el Sudoeste la Formación Río Negro aflora entre otras localidades en la del Cerro Bayo de las Puertas de Salamanca, correspondiente a la región de Carrin-Curá que describió Leanza (1941).

Aquí se encontrarían interpuestas entre las tobas del Colloncureense, en las que se apoyan como base de disposición y la meseta basáltica cuyo manto lávico está cubriendo la penillanura correspondiente al Segundo Nivel de Piedemonte. El mismo autor menciona la presencia de estas capas horizontales, también en Paso Flores (1952), donde discordantemente se asientan sobre el Colloncureense con inclinaciones a veces acentuadas. Aquí, podemos repetir lo que hemos dicho anteriormente o sea que la Formación Río Negro, se encuentra rellenando el antiguo valle y lo más propio es considerarlas como relleno aluvial y más precisamente como una deposita-

ción de "Valley in Valley" o de envallaje. Con las mismas características aparece dentro del valle del río Catán-Lil y a lo largo del Aluminé-Collón-Curá, hasta su desembocadura en el río Limay.

#### **Zona del río Collón-Curá inferior (fig. 20).**

Las menciones más antiguas sobre este perfil se tienen a partir de Roth (1898). Por diversos motivos, otros investigadores se ocuparon de similares o diferentes problemas en esta misma región. El perfil relevado, con los ajustes correspondientes, es el siguiente:

##### **Arriba:**

1. Meseta lávica, compuesta por un manto de basalto y en parte por tobas de igual procedencia la que se encuentra parcial o totalmente cubierta en su extensión horizontal por arenas y escombros basálticos, productos de la alteración del mencionado manto efusivo. En parte, la disyunción es poliédrica, con tendencia a ser columnar. El basalto, miembro efusivo Barda de Zapala, en parte, es amigdaloides y cavernoso, y sus cavidades están rellenas por calcita. En ciertos lugares, se encuentran verdaderos escoriales de este basalto y lo más importante es la mención de Roth (1898, p. 17), que señala en la base de este nivel, restos y depósitos relacionados con "modernas glaciaciones".
2. Debajo del manto basáltico encontramos un espeso depósito de rodados gruesos que en parte alcanzan a constituir, por compactación, verdaderos conglomerados. Los elementos tienen un diámetro medio de casi 12 cm, encontrándose abundante arena en su espacio interruditico. En ciertos casos las arenas están diferenciadas constituyendo capas de estructura torrencial o entrecruzada. Se trata del miembro rudítico de la formación río Negro.
3. Típico depósito del miembro samítico Paso de los Indios compuesto por arenas poco consolidadas, de color gris azulado. Se compone de granos mayormente finos que engloban trocitos de piedra pómez, y donde ésta se hace predominante, el aspecto pumicio es evidente, fuera de adquirir coloración mucho más clara, hasta blanquecina. En parte resulta moteada de varios colores, según los componentes que la integran. Hay intercalaciones conglomerádicas, y también arenosas puras compuestas casi íntegramente por elementos de origen basáltico y en consecuencia son casi negras, resaltando del conjunto de colores claros de que se compone el perfil. La estratificación es fuertemente entrecruzada a torrencial, muy similar a la ya vista en el valle del río Negro. Dentro de la masa se encuentran intercalaciones de arcilla fragmentosa, castaño rojiza hasta de color ladrillo. Estas forman depósitos lenticulares de relativa extensión. También se encuentran pequeños banquitos de arcilla gris litificada y cinerítica, cuya toba es de composición feldespática. En algunos niveles más claros se hace evidente la concentración de pie-

dra pómez, cuyo cemento está constituido, como en la enorme mayoría de los casos por arena gris azulada. En algunos lugares sobre todo cerca de los límites depositacionales de este grupo se encuentran rodados gruesos integrando intercalaciones y hasta bloques y entre éstos, los más comunes son los de granito. Tampoco faltan las intercalaciones diatomíticas como la de Curru-Leufú. Este conjunto, como ya en parte se manifestó más arriba, está rellenado un relieve anterior, aquí excavado dentro de las tobas del Colloncurensis.

Es por esta circunstancia, también, que el espesor de esta formación es variable alcanzando en ciertos lugares a superar los 100 m de desarrollo vertical dentro de este valle longitudinal. Esta formación se asienta sobre el Colloncurensis compuesto por:

4. Tobas liparíticas y andesíticas que en ciertos casos sus bancos alcanzan a tener un desarrollo vertical de más de 30 m. Su color de conjunto es grisáceo claro, con manchas locales de variados colores, predominando los rojizos.

Dentro de estas tobas se ha encontrado la respectiva fauna de mamíferos que la caracteriza. En algunos lugares, la Formación Rionegrensia se asienta directamente sobre el Baisalto I de Groeber, tal como sucede en la Bajada de Gente Grande del río Collón-Curá. Es decir que aquí, prácticamente aquella formación, se encuentra yuxtapuesta al Mioceno medio.

La siguiente línea de perfiles se desarrolla desde unos 60 km al norte de las márgenes del río Colorado, en las cercanías de la conjunción de límites entre las provincias de Mendoza, La Pampa, Río Negro y Neuquén por un lado, y la región de Paso de los Indios en el otro extremo. Esta localidad está en la provincia de Neuquén y donde el río homónimo ya deja de recibir aportes laterales de afluentes.

La alineación general es de Noreste a Sudoeste y que extendida en dicha dirección puede empalmarse con la anterior en la zona del río Collón-Curá inferior. Iniciaremos la descripción de perfiles por aquel que se encuentra en la región de Cochi-Có, presente en el flanco Oeste Noroeste del valle homónimo, sito en la provincia de La Pampa.

#### **Zona de Cochi-Có (fig. 21).**

Este perfil está expuesto a unos 30 km al noreste de Puelén. Ha sido descrito en varias oportunidades y la mención más antigua del mismo y a nuestro alcance, es la que nos brinda Wichmann (1928), sin embargo hay descripciones anteriores como la de Doering (1882) y en parte de Roth (op. cit.) pero hechas por referencias de otros investigadores. Este perfil, tal como se deduce, tanto del esbozo como de la descripción de la sucesión estratigráfica, reviste suma importancia, por cuanto aquí, como en otros lugares se presentan dos elementos delimitantes de la Formación río Negro, que permite su real ubicación estratigráfica.

Al ocuparnos del mismo, haremos la correspondiente actualización según nuestra observación.

**Arriba:**

1. Manto de basalto efusivo que cubre la extensa meseta lávica que se tiende hacia el Norte y Noroeste, conocida como "de Puelén". Se trata de la efusión basáltica de Barda de Zapala Ex Basalto III de Groeber o Chapualitense) el que se encuentra aquí cubriendo directamente a los rodados que coronan la penillanura del segundo nivel pedemontano y que ha denominado miembro rudítico Cerro Bayo Mesa (Ex-Chapuense de de Ferrariis, 1964). El espesor de este manto efusivo, en ciertos casos compuesto por varias coladas, supera los 20 m, mientras que en el perfil se presenta con algo más de 6 m.

Es evidente que hacia el oeste, aumenta rápidamente de espesor, hacia los centros efusivos de donde proviene, superando holgadamente los 60 m en el ámbito de la provincia de Mendoza.

Al parecer, se trata de efusiones basálticas alineadas, cuyos remanentes adquieren formas de cuchillas, las que han originado formas construccionales que aún hoy se conservan. Se trata de un basalto olivínico, compacto, el que por otra parte se encuentra cubierto por escoriales y desechos del mismo basalto. En ciertos casos su detritus con mezclas de diversas proporciones de otras rocas, forma un manto continuo de arena que en las acumulaciones locales alcanzan a formar médanos de baja altura y de contornos informes por falta de persistencia orientada de los vientos que los acumulaban.

En ciertos casos el basalto es dolerítico, alveolar y que además de la olivina enrojecida contiene cierta proporción de piroxeno.

Hay también, dentro de la masa, cierta cantidad de mica parda que puede corresponder a una olivina con alto contenido proporcional de hierro. También suele encontrarse titanita, magnetita titanífera y plagioclasa.

2. Manto de rodados de Cerro Bayo Mesa integrado por elementos del tamaño de guijón que forma un conglomerado grueso. Abundan los elementos de basalto y en menor proporción el de otras rocas volcánicas, especialmente de porfiritas. En parte están cementados por carbonato de calcio que localmente alcanzan a constituir un nivel calcáreo cavernoso muy impuro que recubre los individuos con una película gris blanquecina.
3. Arenisca gris azulada, cuando se encuentra relativamente húmeda, en parte es calcárea y parcialmente endurecida en algunos niveles. El tamaño de los gránulos es mediano a grueso y compuesto esencialmente por feldespatos y en menor proporción cuarzo y lapillos.

Es en parte tobífera. Se trata del miembro samítico Paso de los Indios la que se asienta discordantemente sobre el Paleozoico.

4. Caliza lajosa, dura, compacta, bien estratificada, en parte es blanca y laminar. Se altera con relativa facilidad. Es de color castaño a rojizo y parcialmente desteñida, en tonos más claros, hasta amarillentos, que le otorgan al conjunto un aspecto moteado. Se trata de un grupo sedimentario que según Wichmann (op. cit.) podría ser ubicado en el Paleozoico y que nosotros de acuerdo a los estudios regionales y propagación de los depósitos de esa edad en la zona de Precordillera y Cordillera Frontal y su extensión austral en el Nevado, podemos decir que casi seguramente son de edad Ordovícica.

**Zona del río Colorado:** (Zona de conjunción de límites de las cuatro provincias (Fig. 22).

Se trata de un perfil compuesto e integrado por varias secciones aflorantes, cercanas entre sí y que se ha podido conjugar perfectamente, por cuanto he seguido algunos niveles guías a tal fin.

Fuera de nuestras observaciones se han ocupado del mismo problema y descrito perfiles similares Roth (1898) y Wichmann (1928). Desde arriba se trata de:

1. Miembro efusivo Barda de Zapala, igual al del Perfil de Cochicó (Fig. 21). En parte hacia el norte se encuentra cubierto por un manto arenoso, el que alcanza a formar verdaderos médanos. Este detalle, se puede observar en la fotografía aérea, donde además y en relación a este último punto he podido determinar dentro del valle del Río Colorado, verdaderos barjanas. Estos por la proximidad entre individuos, forman lo que podría denominarse "Mar de Arena" y creo que ésta es la primer mención que se hace de su presencia en el país.
2. Miembro rudítico Cerro Bayo Mesa constituido esencialmente por un conglomerado de individuos de tamaño grande (guijones, en cuya parte superior y donde está expuesto, se presenta cubierto por un manto o capa de caliche impuro, de espesor variable y en ciertos casos diferenciado del conglomerado del que procede y que lo soporta. El espesor de este conglomerado varía desde 1 m hasta más de 10 m según los lugares de observación. El conjunto del Segundo Nivel de Piedemonte, cubierto por el Basalto III que en parte y donde se le sobrepone lo calcina, se puede observar entre otros lugares, en los siguientes afloramientos cercanos a la zona de esta descripción: Las Salinas, las Salinillas, Huaca-Hué y en algunas de las "ventanas topográficas o morfológicas o pequeños descolgaderos alrededor de la meseta basáltica de Puelén" o la que rodea a la sierra de Chachahuen. También es observable en la margen derecha del río Colorado, aguas arriba de Rincón Grande, hasta cerca de Rincón del Sauce.

Es de mencionar aquí, que el espesor de estos conglomerados aumentan hacia el Oeste. Además en ciertos lugares cosa que resulta de la mayor importancia, hay intercaladas areniscas sobre las ruditas y por debajo de los basaltos.

Estas interestratificaciones, conservan aún, los caracteres propios sedimentarios originales correspondientes a miembros de la Formación Río Negro. Esta observación puede hacerse en varios lugares y también en las Torrecillas (margen izquierda del Río Colorado).

3. Grupo arenoso-calcáreo, castaño oscuro, bastante bien definido que se diferencia localmente en forma neta de las capas infrastantes y yuxtapuestas. Pasan lateralmente, a ser conglomerádicas y hasta constituir verdaderos conglomerados integrados por individuos polimicticos de tamaño grande, de 15 centímetros, bastante bien redondeados y cementado con arena calcárea y piedra pómez, con algunas intercalaciones de arcillas claras arenosas finas, hasta gris amarillento.

La estratificación es poco definida variando de torrencial a entrecruzada. El espesor de este grupo es variable y al parecer se relaciona con el espesor y desarrollo del manto de rodados que se le sobrepone, ya que el conjunto de ambos aquí suele mantenerse alrededor de los 15 m.

4. Areniscas grises y azuladas, más oscuras cuando mojadas. De estructura torrencial a entrecruzada, en parte calcárea y en especial en ciertos niveles, con litificaciones locales tanto en el sentido horizontal como vertical, cuya descomposición original típicas formas de muñecos para este grupo. Los granos de las arenas son medianos a gruesos y se encuentran intercalaciones límnic-arenosas, hasta arcillosas de colores rojizas, predominando el castaño claro. Hacia abajo se hacen más compactas y en consecuencia son también salientes en el relieve. En la base, suele intercalarse y formar el límite con el grupo siguiente, fuera de lo expuesto, un banquito de hasta un metro de espesor de arenisca calcárea, dura, de colores claros hasta amarillenta.
5. Le sigue hacia abajo, un banco de arcilla arenosa fina. En parte es yesífera y se desintegra con bastante facilidad por las características propas de sus componentes pelíticos. El color de la misma es castaño claro en la superficie y oscuro cuando el corte es fresco. Hay niveles con concreciones. El conjunto es arcilloso y conserva un cierto parecido a aquellas que Wichmann (1928) describió también de la margen derecha del Río Colorado en la zona de Catriel y que de este lugar dijo que contenía *Eutatus*. La sucesión estratigráfica permite diferenciarlas, ya que estas provienen de toda una serie de capas de composición arcillosa y con abundantes restos fósiles, entre los que cabe mencionar los de *Unio*, *Ostracodos* y de peces de agua dulce. Este conjunto podría ser referido al Calchaquí (Charito), de Groeber, el que por otra parte sería equivalente del Chasicense, aunque dicho conjunto fosilífero puede ser también Pleistoceno inf.
6. Arenisca gris clara, amarillenta hasta azulada, de grano mediano a grueso. Contiene intercalaciones de areniscas arcillosas y arcillas arenosas finas a límnicas, parcialmente calcáreas y de colores castaños. En parte, al parecer, la concentración de hierro hematítico le otorga tonos bastantes oscuros. Los

granos son subredondeados, abundando los de origen feldespático y en menor proporción los de cuarzo y restos de rocas volcánicas. Dentro de esta sección en la que no se han encontrado fósiles, se encuentran sí, restos triturados de conchillas presumiblemente Rocanense o más antiguas. Este grupo N° 6, no se halla presente en todos los perfiles y ello es debido a dos hechos principales. El primero es que se trata de una formación prácticamente horizontal y con una inclinación máxima de 1° hacia el oriente, en consecuencia en el rumbo de las capas, el factor topográfico juega gran importancia en la presencia o ausencia del mismo.

El segundo de los factores es la disposición de estos sedimentos, los cuales se hallan rellenando un relieve anterior, dentro de valles de gran amplitud y aunque no siempre, entre terrazas de mayor altura correspondientes, a la Formación Tehuelche (Primer Nivel de Piedemonte).

En este lugar no se ve el piso en que se asientan estas sedimentitas, pero a partir de los alrededores del Atamisque, ya aparecen rocas cuya edad con toda seguridad es Cretácica superior, Semomiana o Maestrichtiana (Ciclo Neuquino de los Estratos con Dinosaurios).

#### Zona Barranca de Palo (Fig. 23).

La sección correspondiente a este perfil de la Formación Río Negro es conocida también desde hace muchos años. Se ocuparon de ella Windhausen (1914), Roth (1898) y Wichmann (1927-1928 y 1931) y en épocas más recientes lo hicieron los geólogos de Y.P.F. y entre ellos Padula.

Desde arriba presenta:

1. Miembro rudítico Cerro Bayo Mesa compuesto por rodados sueltos y conglomerados de rocas eruptivas y con predominio de porfiritas y basaltos. El cemento es carbonato de calcio secundario, el que en ciertos lugares se segrega, aunque queda muy impuro o bien tñe los elementos integrantes con una pátina irregular opaca y rugosa de color blanquecino. En general se trata de elementos sueltos; entre los que se encuentran abundantes restos de rocas sedimentarias de mayor edad, donde la presencia de fósiles erodados descubre los correspondientes a los de Rocanense. El espesor varía hasta alcanzar en ciertos lugares los 10 m. En la base suele encontrarse una concentración de carbonato de calcio que en la fotografía aérea se destaca como línea distintiva que recorta el borde de las mesetas en las cuales se desarrollan.
2. Arcilla gris blanquecina, en parte tobácea, con lentes intercalados de conglomerado de elementos más finos que los que se les superponen de la culminación del Nivel de Piedemonte. Aquí se encuentran abundantes restos de trozos y rodaditos de piedra pómez, como así también, de diatomeas. El color blanquecino es debido principalmente a la presencia de los elementos tobáceos antes mencionados. Se trata del grupo que Padula (op. cit.), denominara Plioceno Blanco, y que jun-

tamente con los que describiré a continuación, lo ubico en el Pleistoceno dentro de la Formación Río Negro como miembro tufítico. Este nivel en otros sectores, fue denominado por algunos geólogos como Tilhuelitense (Groeber 1946-1952-1955, Herrero Ducloux, de Ferrariis, de la Mota, Pozzo y Saccone, en informes inéditos de Y.P.F.).

3. Arenisca gris azulada, que hacia abajo contienen algunos lentes más duros o compactos y salientes de areniscas limnica-arcillosa, de colores rojizos. Se trata en conjunto de un cuerpo deleznable y fácilmente removible por la erosión y transporte en masa, originando un relieve fuerte (Band-Land), saliente en parte laberíntico de paredes empinadas donde están cubiertas por rocas de mayor resistencia a los factores climáticos.

Las intercalaciones conglomerádicas están compuestas por elementos bien redondeados, incluidos en una masa o mátrix arenosa de grano mediano a fino. Se encuentran intercalaciones de arcilla rojiza de espesor y consistencia variable. Este grupo 3 es el cuerpo principal samítico de la Formación Río Negro, que se apoya en suave discordancia sobre el yacente.

Discordancia:

4. Margas relativamente resistentes, de colores castaños claros a oscuras y que contienen fósiles erodados de mamíferos y conchillas. Se trata del nivel que Groeber (1955,239) denominó Calchaquí (Charito). Este nivel por otra parte, de ser así, debe paralelizarse en el Chasicoense-Araucano, que postulara el mismo autor. Por otra parte y tal lo dicho en este trabajo, el Chasicoense-Araucano, tendría una extensión mucho mayor que la supuesta en principio dentro de la cuenca. Por otra parte quizá el mismo grupo, por los caracteres petrográficos, composición litológica y contenido faunístico, aparecería en diversos lugares, como en la costa del Río Colorado y entre los valles actuales de este río y el de Río Negro en el cual se excavó la cuenca correspondiente a la Formación Río Negro, la que están rellenando. Esto se observa en la costa del río Colorado, lo volveremos a encontrar en la Barranca de Palo donde este grupo está cubierto por espesores variables de la Formación Rionegrense, que queda emparedada entre dicho Chasicoense, con un ángulo muy agudo, pero que de cualquier manera muestra su menor edad.

Discordancia:

5. Rocanense cubierto discordantemente por los grupos anteriores, ya que como hemos indicado al principio de la descripción de este perfil, hemos señalado que restos fósiles de este grupo sedimentario los encontramos en el miembro radítico Cerro Bayo Mesa, incluidos y formando parte del mátrix que engloba a los rodados y en el antes comentado Calchaquí.

En Sierra Blanca, se puede determinar en conjunto que se repite más o menos lo ya manifestado para el perfil de Barranca de Palo, donde el nivel de rodados alcanza un espesor algo superior al ya anotado. Por su parte, el denominado Plioceno Blanco, que no es otra cosa que la parte media de la

Formación Río Negro, integrada por una mayor abundancia de piedra pómez, también es algo más espeso. Esta formación y en parte la presencia de carbonato de calcio secundario que tiñe y recubre o aglomera a los rodados de las mesetas es lo que ha originado el nombre local de esta "sierra", que no es más que la exposición de parte de un remanente del Segundo Nivel de Piedemonte abierto hacia el Gran Bajo de Añelo.

Aquí el grupo 3 del perfil se trata del cuerpo principal de la Formación Río Negro con casi 25 m de espesor encontrándose a la vez bien expuestas la parte basal del mismo y con un desarrollo de casi 15 m.

Los derrumbes y pedimentos no permiten una investigación más fina, detallada y directa en la fotografía aérea, aunque cabe señalar que morfológicamente la presencia de éstos y de la superficie de elaboración que en forma de escalón más bajo y tendido se proyecta hacia la mencionada gran depresión o cuenca endorreica, permite suponer que en ella, al menos en la zona inmediata a la barda o meseta, nos encontramos ante un nuevo término geológico más resistente a los agentes meteóricos que los que se le superponen. Es notable como resaltan y se presentan en forma tan típica los mencionados pedimentos de esta aérea observada en la fotografía aérea.

#### **Zona Flanco Sur del Bajo de Añelo (Fig. 24).**

Las condiciones estratigráficas generales que se presentan en este perfil, son en gran parte coincidentes con la de los dos perfiles anteriores correspondientes a la región oriental de la misma depresión. En él observamos desde arriba:

1. Conglomerados de Cerro Bayo Mesa integrado por rodados iguales o similares ya descriptos para este nivel. También aquí nos encontramos con carbonato de calcio secundario producido como proceso de condensación, disolución, evaporación y precipitación de sales en clima árido, del que es característico de las condiciones antes expuestas. Alcanza a formar en algunos niveles, tosca y hasta un banquito calcáreo muy impuro por cierto, que se hace notable en fotografía. Es de mencionar también aquí, la procedencia de los restos fósiles de formaciones más antiguas que el Pleistoceno. Este nivel de rodados se apoya concordantemente sobre el grupo infrayacente.
2. Arcilla gris clara, finamente estratificada cuya deposición parece ser lacustre. Se encuentran intercalaciones de tobas y cenizas de origen volcánico que le dan al conjunto, un aspecto parcialmente bandeado, cuando el corte es fresco. En parte es diatomítica con algunos lentes arenosos gruesos hasta conglomerádicos. El conjunto es de color castaño y a la vez en su masa, por concentraciones calcáreas locales, nos encontramos con lentes y concreciones margosas, de colores más oscuros que la roca continente. Estas margas, por otra parte, también son más resistentes a la erosión que las arcillas, de manera que donde se encuentran presentes, sobresalen en la barranca

o relieve que las intercepta. También hay entre los planos de estratificación superficial y disyunción del conjunto, cristales impuros de yeso. El conjunto es bastante parecido al que hemos descrito en 2 para el perfil de Barranca de Palo, lo que por otra parte está probando la constancia del nivel sobre todo teniendo en cuenta que se trata de la depositación final del ciclo que culmina con los rodados del nivel pedemontano antes mencionado.

3. Arenisca gris azulada de estratificación torrencial, con abundante piedra pómez. Tanto el grano de la arena, como el tamaño de los trozos de esta última, disminuyen hacia arriba fenómeno también observado en otros lugares. Se trataría de un depósito gradacional, el que se complementaría hacia arriba por los depósitos que hemos designado con el número 2.

En el extremo septentrional del Departamento de Confluencia, Neuquén Oriental, frente a Tratayén, en la margen derecha del río Neuquén, la Formación Río Negro, se adelgaza rápidamente hacia el Sur.

Allí, como en todos los lugares descriptos, están rellenando un relieve cuya parte más profunda, coincide en gran parte, con la vaguada actual del mencionado río. Aquí, también se encuentra cubierto por (Chapuense) los rodados del Segundo Nivel de Piedemonte con sus caracteres comunes. El grupo que nos ocupa sólo alcanza valores en su desarrollo vertical que varía entre 10 y 15 m. Se trata siempre de areniscas poco consolidadas deleznable, de estratificación alternante, de grano grueso, en parte conglomerádica, con abundante contenido de piedra pómez y estratificada en capas de poco espesor hasta laminar, no superando los 10 cm cada estrato. El color predominante del conjunto es gris azulado claro, con algunas bandas más oscuras. Se apoya directamente sobre grupos altos de las Estratos con Dinosaurios, siendo el contacto, por supuesto discordante y de pequeño ángulo. En algunos lugares del angosto mesetón que separa el Bajo de Mari Menuco del Río Neuquén, se pueden observar como integrando el mencionado nivel de piedemonte, trozos de diferentes formas y tamaños, sobre todo de bloques de cantos agudos de rocas cuya edad cretácico-terciaria, según se ha podido determinar por la presencia de restos de fósiles o por la composición litológica de la misma. También hay trozos cuya procedencia se supone de rocas aún más antiguas, pero se las puede definir con la certeza anterior.

Hacia el Oestesudeste de este sector (Añelo), pasamos a la del gran codo austral del río Neuquén, de donde describiremos desde arriba el perfil siguiente:

#### **Zona Paso de los Indios (Fig. 25).**

1. Nivel de rodados (Chapuense), integrado por un escalón subsidiario muy cercano al original superior; del cual se encuentra a pocos metros. Este nivel está compuesto por elementos del tamaño de guijón, con diámetros de hasta 25 cm, son poco redondeados, casi podría decirse que se trata de bloques. En

general, se encuentran poco cementados, incluyendo en su mal denominado mátrix, arena de distintos tamaños, formas y desgaste. La parte superior, en ciertos lugares, puede ser denominada realmente "conglomerado", por cuanto el elemento aglomerante es el carbonato de calcio secundario. Entre los elementos más comunes que integran la masa de rodados, hay ruditas de porfiritas y pórfidos, basaltos, trozos de rocas sedimentarias resistentes a la destrucción por el transporte y atrición, y además al igual que piedra pómez en trozos de diferentes medidas. No falta la espuma de basalto lo que señala lo cercano entre la efusión y la acumulación, y además lo reciente de las mismas pues están frescas o muy poco alteradas.

La forma más común de los elementos medianos y chicos de los rodados, es plano-elípticos, más y mejor pulidos que los de mayor tamaño.

El conjunto de este depósito polimíctico es gris oscuro, parcialmente castaño claro, encontrándose sectores que tienen tonos muy oscuros hasta casi negros. Por infiltración y evaporación consecutivas con las condiciones climáticas imperantes en la región, además de carbonatos de calcio, nos encontramos con segregaciones y yesíferas por lo general impuras, pero que en ciertos casos, muy esporádicos alcanzan a cristalizar en maclas transparentes o al menos translúcidas. Se hace notar que la mayoría de los guijarros planos tienen su eje mayor orientado de Sur a Norte, el mediano de Este a Oeste y el menor es cenital o cercano a la vertical. Este puede ser un fenómeno local en la orientación de los guijarros, en consecuencia hace falta un mayor número de observaciones que conjuntamente con las ondulitas permitan aplicarlas a las corrientes de agua, local y general de ese entonces.

- Los clastos, parecería que se disponen en niveles por tamaño, lo que en cierto modo da la sensación de una sedimentación en camadas o estratos. Ello es debido a la diferencia de intensidad de las corrientes que los arrastraron hasta allí.
2. Arenisca gris blanquecina hasta azulada, de grano grueso, con abundantes elementos de cuarzo y muchos trozos de lapillo de basalto y basalto triturado. Este último, en ciertos niveles se halla concentrado formando una verdadera arena balsática de color muy oscuro hasta negra. Esto es más notable en los planos finos de estratificación entrecruzada o alternante. La estratificación en general no es muy definida, con tendencia al entrecruzamiento de planos. Dentro de la masa se encuentran abundantes trozos y rodaditos de piedra pómez, algunos de los cuales tienen gran tamaño, alcanzando hasta más de 25 cm. En la disposición de los componentes depositacionales se nota en cierto modo una alternancia de areniscas finas, gris-oscuros y gris-claras, en camadas muy delgadas. La masa en parte se encuentra diaclasada y en las grietas encontramos segregaciones de cristales de calcita.

Entre los planos de estratificación esta calcita adquiere el aspecto de delgadas láminas, casi hojosas. También hay yeso finamente laminar, distribuido irregularmente dentro del cuerpo sedimentario. El aspecto detallado de este depó-

sito, asemeja al de una ritmita o a un varve, además de lo homogéneo de las unidades.

En conjunto, este depósito fue tomado como una acumulación de tobas en épocas pasadas, al que por otra parte se le asignó una edad de acuerdo con Groeber, le correspondía la denominación de Tilhuelitense (ver Fig. 27). Se trata por otro lado, del mismo depósito que ya hemos descrito de la zona de Sierra Blanca, Barranca del Palo del Jagüel de Rosauer, y de otros lugares de Oriente que denominé antes como Tilhuense (de Ferrariis, 1964), y que corresponde al miembro tufítico Alcafilo de la Formación Río Negro.

En la fotografía aérea, se los puede seguir con mucha facilidad por largas distancias. Además por su colorido la disposición y relaciones con que integra el grupo de sedimentitas oscuras, limnico-arcillosas, y rudíticas, se destaca como término intermedio de la Formación Río Negro. Sobre ellas, y siempre en forma concordante, se encuentra el miembro rudítico cerro Bayo Mesa y donde faltan algunos de estos miembros o todo el tufítico es que estamos en presencia de niveles subsidiarios de elaboración y que fueron destruidos, o bien que no fue depositado localmente debido a procesos de colmatación de la cuenca.

3. Intercalaciones de espesor variable de conglomerados de elementos apenas cementados y quizás sueltos, con sus intersticios rellenos con arenas. No se encuentra estratificación alguna y sólo se delimita su base y techo por las rocas que los soportan y cubren. Los elementos constitutivos de esta unidad, pueden ser clasificados como de graves hasta conglomerados. Sus tamaños van desde el gránulo hasta el tamaño de guijarro y constituyen en consecuencia, de acuerdo a su compactación, desde un sábulo hasta una grava mediana a gruesa.

Se trata de depósitos lenticulares que tienden a desaparecer hacia el Norte. El contacto con las arcillas infrastantes es un tanto irregular y su superficie es más bien ondulada y quizás de relleno. Los guijarros tienen por lo general forma elíptica, pero son achatados y están compuestos por porfiritas y basaltos en su casi totalidad. Sus colores son oscuros a negro, aunque el conjunto aparece moteado por inclusión de elementos arenosos de las areniscas infrastantes. El "cemento", es relativamente calcáreo, es decir, que hay una reacción cálcica suave de los elementos constitutivos, en lo que podríamos denominar mátrix de esta grava a conglomerado suelto. Puede ser clasificado como restos de depósito aluvial o fondo de un antiguo curso de agua.

4. Arenisca fina arcillosa a muy arcillosa. Se trata de un depósito de color gris ocráceo de elementos finos hasta integrar arcillas puras en ciertos niveles. La estratificación no es muy clara y definida, aunque de cualquier manera lo es más que las del grupo 2. Hacia arriba la estratificación es más definida y se asemeja a la típica de varves o ritmitas, tal como lo indicamos anteriormente.

5. Arcillas amarillentas hasta claras, en parte con segregaciones laminares de arenas finas, cuyo conjunto adquiere el aspecto de varves o ritmitas, tal lo manifestáramos más arriba. Hacia la parte superior hay intercalaciones de gravas finas de elementos sabulíticos que llegan a constituir un banco parcialmente endurecido y saliente donde lo corta el relieve.
6. Areniscas mayormente deleznales y disgregables con cierta facilidad. Son de grano grueso muy cuarzosas y bastante micáceas. Incluyen trocitos de otras rocas, integrando una unidad cuya base no se observa en el perfil en forma directa, pero que se la encuentra en otros sectores cercanos, por ello el espesor graficado no es real, sino debe ser mayor que el supuesto. Entre los trocitos de rocas de diferentes procedencias, pueden separarse los correspondientes al basalto, que en ciertos niveles y en las láminas sedimentarias, con elementos de igual procedencia pero más finos, permiten indicar con claridad la estratificación entrecruzada.

Este grupo sedimentario, se apoya en discordancia angular, sobre rocas del Cretácico superior, en el oriente de Paso de Indios, mientras que hacia el Occidente lo hacen sobre depósitos del Cretácico medio, correspondientes al Rayoso.

Hacia el nacimiento de este perfil, a unas dos leguas de Paso de los Indios, la parte superior se completa con una intercalación de unos 10 m entre los grupos descritos 1 y 2.

Se trata de arcillas blancas, de coloración rosada hasta amarillento cremoso, conteniendo algunas intercalaciones arcilloso-arenosas finas, estratificada en láminas delgadas. En parte son límnicas.

Hacia arriba las arcillas se hacen algo fragmentosas y son más puras que las de la parte inferior. El color de conjunto es grisáceo, gris-blancuecino hasta blancuecino, por el predominio también en la parte más alta de elementos tobáceos. El perfil antes descrito, se presenta, con pocas variantes, también en la zona de la desembocadura del río Agrio en el Neuquén. Aquí, la Formación Río Negro, se asienta directamente sobre el Rayoso (medio).

Es de mencionar que en casi todas las muestras de arcillas finas se encuentran restos de diatomeas.

En la observación de la fotografía aérea de este sector, si bien no se puede entrar en el detalle que acabamos de mencionar como resultado de la observación directa, es factible la diferenciación de cuatro niveles, los cuales se pueden seguir por todo el ámbito de la zona de Paso de los Indios. Se puede mencionar que en la parte inferior aparece un grupo sedimentario claro hasta blancuecino, el que asoma en la costa del río o en las entradas laterales cercanas al mismo y donde el relieve topográfico ha excavado lo suficientemente profundo, como para ponerlo al descubierto. En su límite sedimentario superior, suele formarse un pequeño escalón o terraza, de extensión variable, al que le sigue un grupo de rocas más arenosas, de colores grises y de relieve

empinado por ser más deleznable que las anteriores. Por lo general sus paredes tienen las típicas formas ornamentadas del relieve propio de las zonas desérticas, de "badlands".

Sobre estas rocas, vuelve a aparecer, el grupo blanquecino en el que por correlación con los afloramientos, sabemos que están integrados mayormente por elementos gruesos, aunque livianos, compuestos por areniscas pumíceas, y que en determinados lugares, como aquí ya se manifestó, fueron denominadas en distintas formas, según los autores que se ocuparon del problema. El relieve de este grupo, también es bastante fuerte, sobre todo donde se encuentra a cubierto por rocas más duras que forman cornisas. Al mismo, se le sobrepone otro elemento sedimentario que también es de colores oscuros y de espesor variable, por cuanto es el más afectado por los niveles subsidiarios o de elaboración de final de ciclo del Segundo Nivel de Piedemonte.

#### CONCLUSIONES

De lo expuesto en las páginas precedentes, se extraen entre otras, las conclusiones siguientes:

1. El miembro samítico Paso de los Indios de la Formación Río Negro, tal la descripción original de d'Orbigny (Gres Azuré), está compuesta por arenas, areniscas, rodados, conglomerados, limos, arcillas, tobas, piedra pómez y lapillo de basalto conjuntamente con otros trozos de rocas volcánicas eruptivas. Se trata de un depósito de carácter continental, principalmente aluvional, con todos los componentes estructurales propios de estos sedimentos, y además depósitos eólicos intercalados. Las estructuras sedimentarias son propias de los rellenos aluvionales; de las dunas o mantos de arena; de valles chatos y de charcas, etc. Su color distintivo es el azulado y/o gris azulado, no faltando otros tonos y además algunos bandeamientos de colores rosados y hasta blanquecinos y blancos. Su composición y características petrográficas sugieren una ubicación cronológica en el Cuartario.

2. La Formación Río Negro, cubre transversalmente, en su cuenca depositacional, rocas de diferente edad y en general de por lo menos dos edades, una de las cuales corresponde al Cuartario inferior. Las de mayor edad, a partir del Entrerriense (Lobería) se hallan truncadas por discordancia y cubiertas por este grupo.

3. La Formación Río Negro cubre, regionalmente tal como lo exponemos en los diferentes perfiles, y como puede observarse en las Figs. 1, 2, 3 y 26, rocas de distinta edad, desde el Paleozoico hasta el Terciario más alto y Cuartario, este último compuesto por remanentes de la Formación Tehuelche.

4. El techo de la Formación Río Negro, cuando su sección se presenta estratigráficamente completa, está compuesto por el miembro Cerro Bayo Mesa y nunca por niveles más antiguos o formaciones más antiguas.

5. El miembro rudítico Cerro Bayo Mesa como integrante de la Formación Río Negro, cuando se halla en aquellas zonas de derra-

mes de rocas básicas, cubierto parcial o totalmente por un manto de mayor o menor espesor, correspondiente al miembro efusivo Barda de Zapala o Basalto III del esquema de Groeber o Chapualitense. En ciertos casos puede estar cubierta la formación por basaltos más jóvenes, donde hubo niveles subsidiarios o bien en elaboración, pero nunca más antiguos que el mencionado en primer término.

6. Cuando el perfil de la Formación Río Negro no es completo, está parcialmente erodado y cubierto por niveles subsidiarios de piedemonte y sus depósitos o, como dijimos más arriba, lo corona basalto más modernos que el miembro efusivo Barda de Zapala pero nunca rocas más antiguas.

7. La Formación Río Negro, por el tipo de depósitos que la componen, por su posición y disposición, puede señalarse que se trata de un típico depósito de envallaje o de valle en valle o valle de dos o más ciclos, y en consecuencia sedimentado por dentro y a menor nivel que el correspondiente a la Formación Tehuelche, el que a su vez, incluye arriba al miembro rudítico El Cuy, parcialmente cubiertos por el miembro efusivo Barda Negra, como se muestra en la Fig. 27.

8. En consecuencia la Formación Río Negro, estará compuesta, cuando el perfil es completo, desde abajo por el miembro samítico Paso de los Indios, por el tufítico Alcafilo referido en ciertos casos a otras formaciones y edades, y por el nivel de rodados y conglomerados del miembro rudítico Cerro Bayo Mesa. Lo corona el miembro efusivo Barda de Zapala.

La Formación Río Negro, tal como está constituida, o su componente samítico típico, se encuentra prácticamente en todo el ámbito de las cuencas hídricas de los ríos Colorado y Negro, hasta cerca de sus cabeceras.

10. El tipo, forma y características depositacionales de la Formación Río Negro es el correspondiente a un valle (río) equilibrado en las circunstancias siguientes: a) Que ha perdido gradualmente su desagüe. b) Que el nivel de base de su curva de equilibrio ha ido ascendiendo lentamente, en este caso por gradual y sostenido ascenso eustático del nivel del mar. c) Por cambio climático regional, sobre todo en la región de sus cabeceras del sur de Mendoza y Neuquén. d) Por cesación de la glaciación. e) Movimiento epírico ascendente, uniformemente desacelerado del continente y de menor valor que el eustático. El movimiento epírico desde el interglacial, hasta el englazamiento máximo se caracteriza por su carácter positivo tal como actualmente acontece en la misma región, donde los recientes procesos eustáticos dejaron algunos cordones marinos costaneros, por ser más rápidos los ascensos del nivel del mar que los continentales, mientras que este último aún hoy continúa y se manifiesta por el parcial y casi total rejuvenecimiento que se observa en todo el ámbito de las cuencas hídricas a las que nos referimos.

11. El hecho de que las cuencas hídricas de los ríos Colorado y Negro drenan y se desarrollan entre el macizo del Chubut y los contrafuertes sudoccidentales del de Brasilia, dentro de las cuencas sedimentarias del Mesozoico Neuquino y Cretácico-Terciario de la del Colorado, en la costa Atlántica, hace que los factores geomórficos que la han afectado en los últimos periodos no sean exclusivos o unilaterales y entre ellos, tres son los principales, como lo son

el eustático y el climático en el relleno aluvial, principalmente, y el isostático como responsable de la formación de las terrazas marinas, etc.

12. Por otra parte, el río Negro y sus afluentes principales se define como sobreimpuesto de valle epigenético, a la vez que es consecuente y compuesto, dada la complejidad geológica del área que drena y alóctono a partir del meridiano 70 al este.

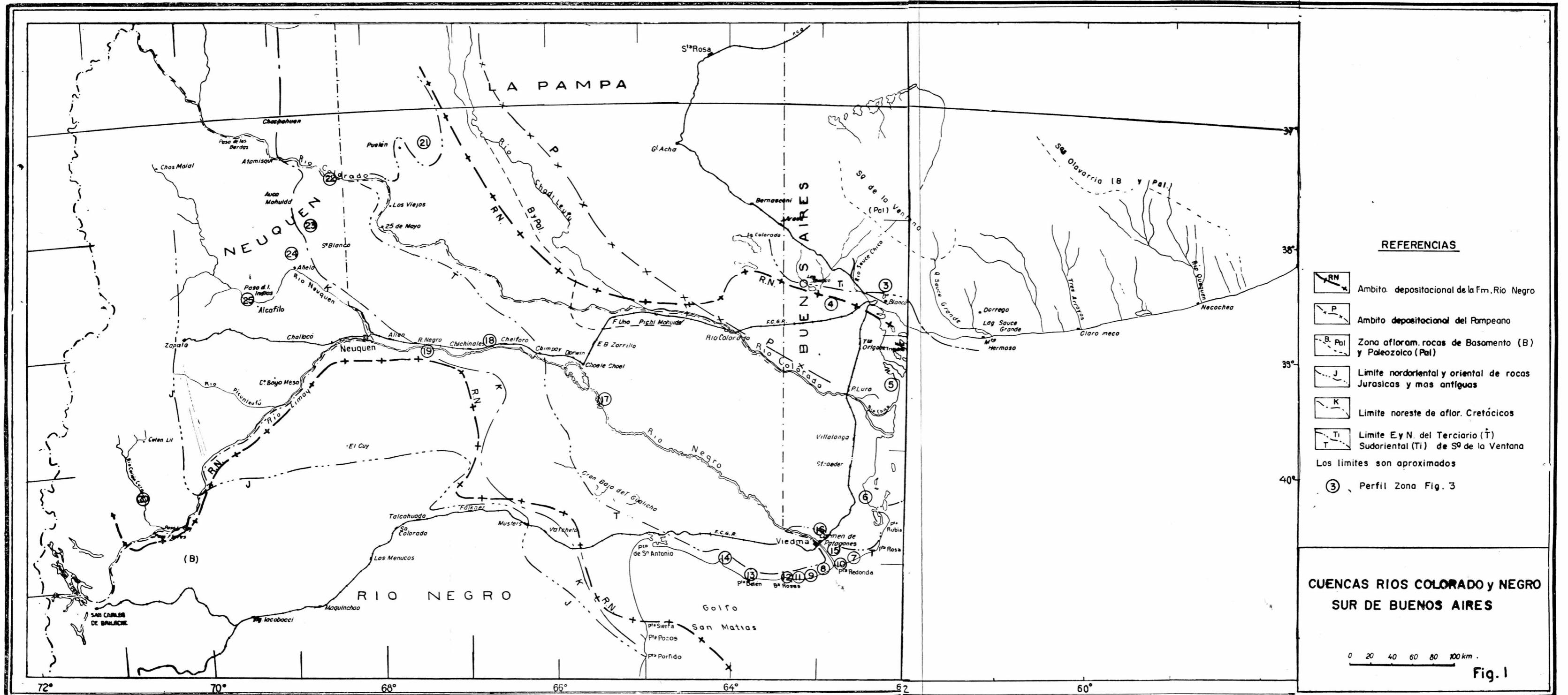
13. Al sur de la zona deprimida de Chasicó-Bahía Blanca, por la pendiente regional y por lo que se deduce de lo expuesto en este trabajo, también la Formación Río Negro cubre al Chasicense o sus equivalentes sedimentarios laterales.

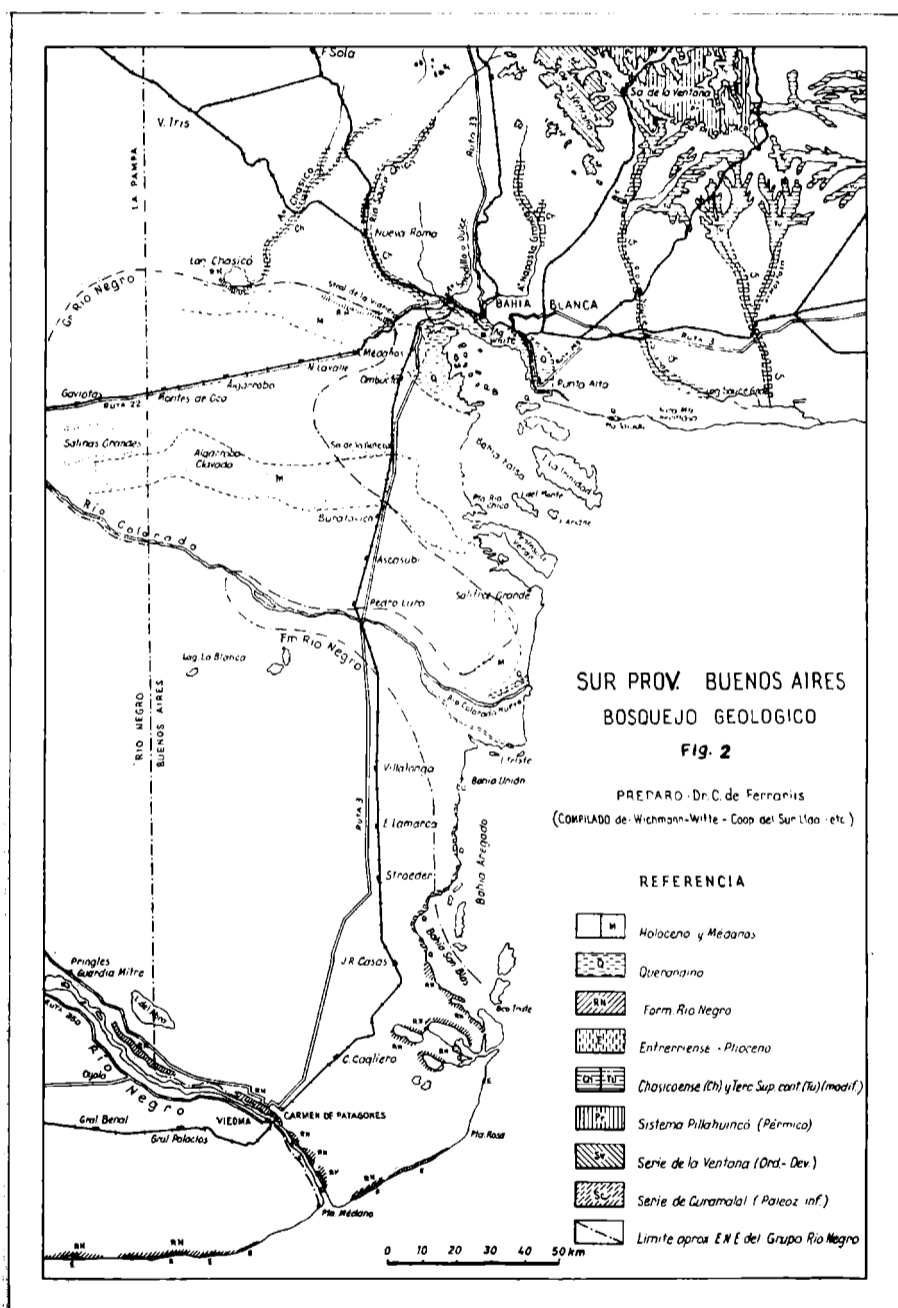
14. El parecido con rocas infrastantes de mayor edad, es sólo circunstancial y debido a la comunidad de origen de la mayoría de los componentes mineralógicos que las integran. Se diferencian de las demás rocas de caracteres parecidos, por ser depósitos de otros ciclos geomórficos, dependientes de otros climas y depositadas en llanuras aluviales con intervención fluvio-eólicas y deltaica en sus sedimentos.

15. Los elementos de correlación entre la Formación Río Negro con equivalentes de otras cuencas, deberá realizarse sobre la base de los ciclos efusivos y sedimentarios geoclimáticos correspondientes. Entre estos se encuentran, como más seguros los del miembro tufítico Alcafilo y el rudítico cerro Bayo Mesa que lo cubre.

16. En la fase efusiva subsecuente y que cubre a los depósitos antes mencionado, tenemos al basalto de Barda Zapala. En todo caso éste se expandirá por el plano de la penillanura correspondiente al ciclo erosivo correspondiente a dicha edad.

17. El elemento adicional de correlación de la Formación Río Negro con equivalentes de otras cuencas depositacionales, ha de ser el geomorfológico, en cuyo ciclo se presentará como envallaje cuando se halla presente la Formación Tehuelche, tal como la hemos definido o como integrante de la penillanura que elaboró en su totalidad el ciclo.





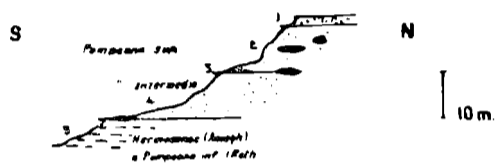


Fig. 3 ZONA BAHIA BLANCA

- 1. Paleoceno
- 2.3. Pampeana Sup
- 4. Pampeana intermedia
- 5. Hormonosa (Amegh) o Pampeana inf. (Rath)

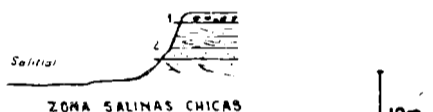


Fig. 4 ZONA SALINAS CHICAS

- 1. Paleoceno
- 2. Miembro Paso de los Indios (Aren. arcuadas)



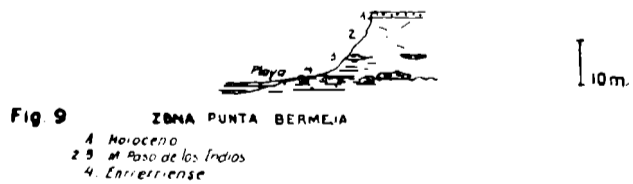
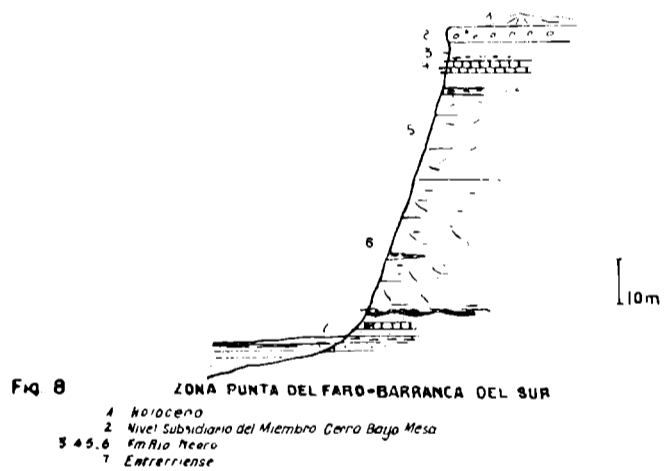
Fig. 5 ZONA SALITRAL GRANDE

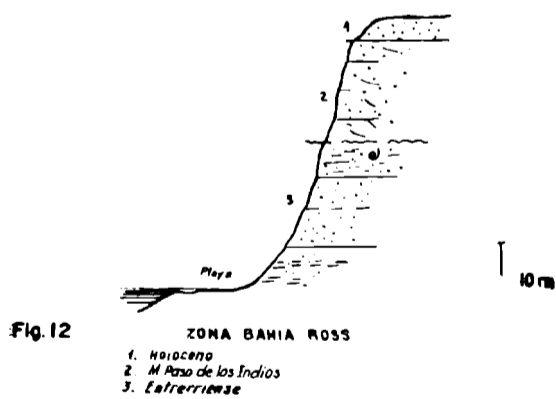
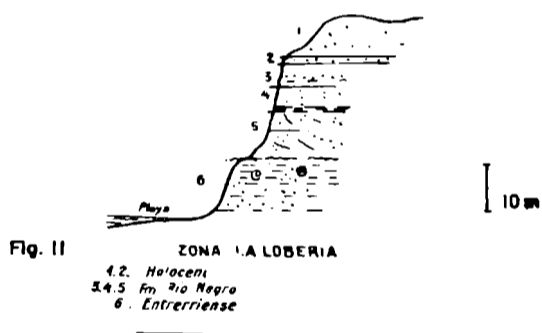
- 1. Paleoceno
- 2. M. Sarmiento Paso de los Indios



Fig. 6 ZONA SALITRAL PUCITO

- 1. Paleoceno
- 2. M. Paso de los Indios
- 3. Quersudino? (Grosbe)





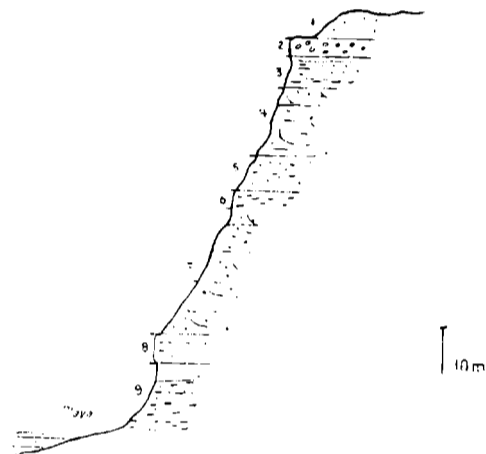


Fig 13 ZONA ACANTILADOS DE RTIEM  
 1 Holoceno  
 2 M. Cerro Bajo Mesa  
 3 M. Aicollin  
 4 M. Paso de las Indias } En Rio Negro  
 5 6 7 8 9

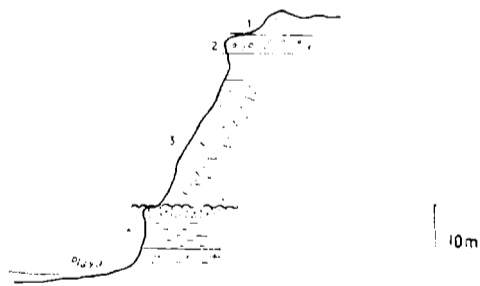


Fig 14 ZONA CALETA LORDS, BAHIA CREEK Y PUNTA MEJILLONES  
 1 Holoceno  
 2 M. Cerro Bajo Mesa  
 3 M. Paso de las Indias  
 4 Llanquense

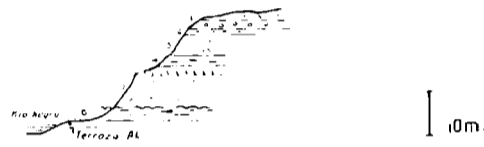


Fig. 15 ZONA TRES CERROS

- 1 Holoceno
- 2, 3, 4, 5 M. Paso de los Indios
- 6 Entrerriense



Fig. 16 ZONA CARMEN DE PATAGONES

- 1, 2, 3 Holoceno
- 4, 5 M. Paso de los Indios
- 6 Entrerriense

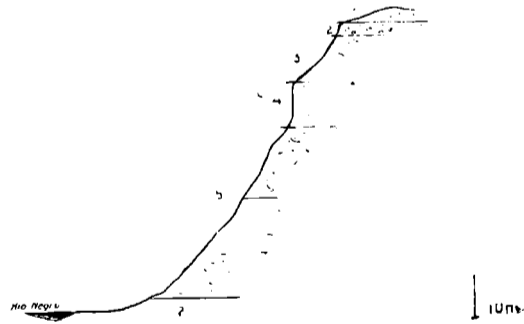


Fig. 17 ZONA CHOELE-CHOEL

- 1, 2, 3 Holoceno
- 4, 5 M. Paso de los Indios

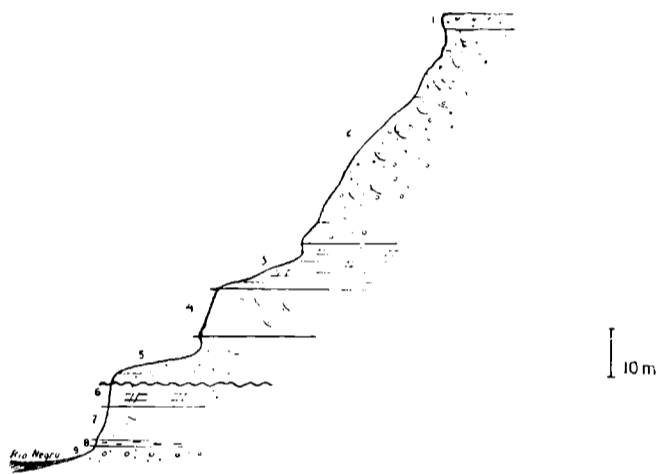


Fig. 18 ZONA CHICHINALES  
 1 M. Cerro Bayo Mesa } Formacion  
 2 M. Alcañiló } Rio Negro  
 3, 4, 5, M. Paso de los Indios }

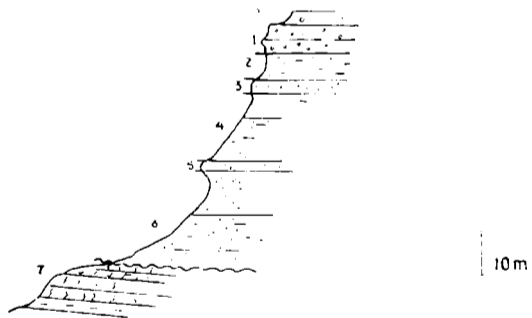


Fig. 19 ZONA Balsa Córdoba  
 1. Segunda Nivel de Piedemonte  
 2, 3, 4, 5, 6 M. Paso de los Indios  
 7 Fm. Coltoncurese

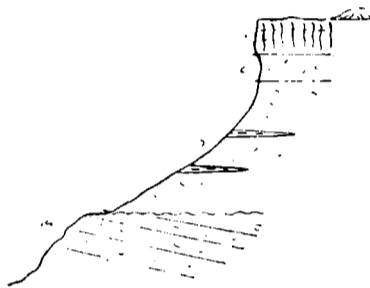


Fig. 20 ZONA R. D. COLLÓN CURA INFERIOR

- 1. M. Barba de Zapala
- 2. M. Cerro Bajo Mesa
- 3. M. Paso de los Indios
- 4. Paleozoico

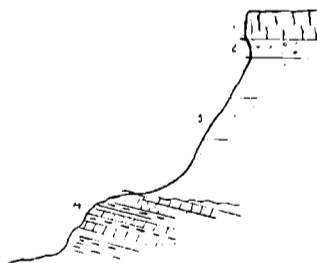
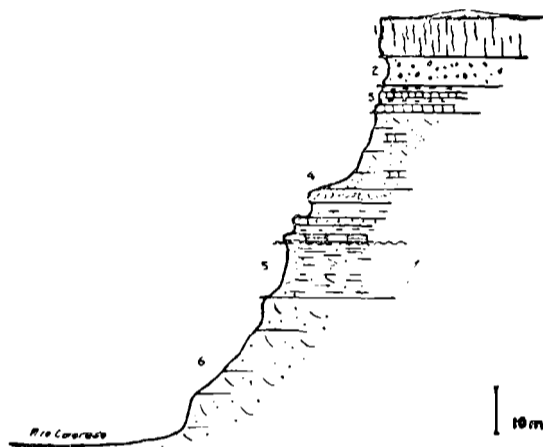
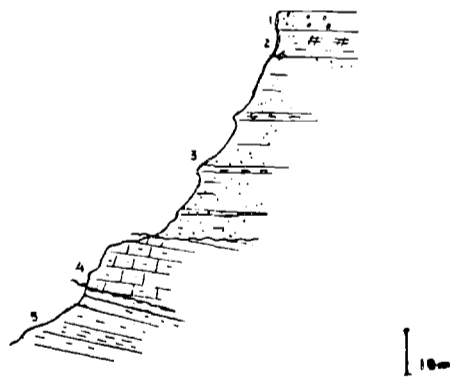


Fig. 21 ZONA COCHICO

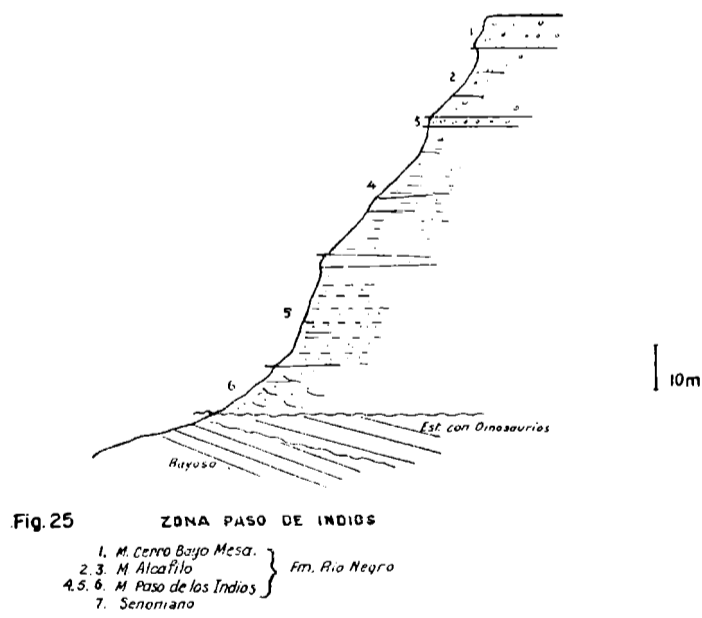
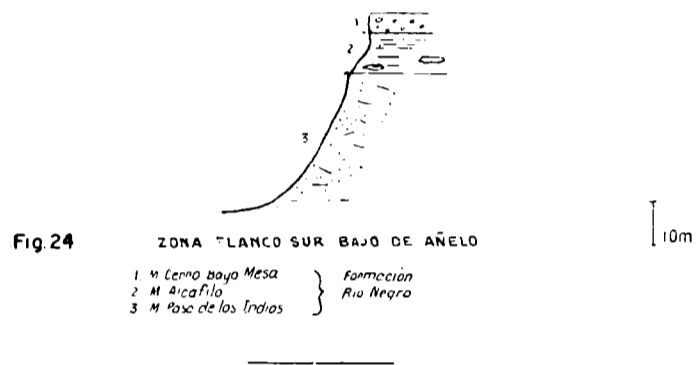
- 1. M. Barba de Zapala
- 2. M. Cerro Bajo Mesa
- 3. M. Paso de los Indios
- 4. Paleozoico (Ordovícico ?)



**Fig. 22** ZONA RIO COLORADO  
 1. M. Banda de Zapala  
 2. M. Cerro Bayo Mesa  
 3, 4. M. Paso de los Indios  
 5, 6. Plio. Pleistoceno - Caichaqui Charito? - Chasicense - Araucano ?



**Fig. 23** ZONA BARRANCA DE PALO  
 1. M. Cerro Bayo Mesa  
 2. M. Aicofilo  
 3. M. Paso de los Indios  
 4. Caichaqui (Charito) Groeber Chasicense  
 5. Rocanense



CUADRO GEOCRONOLÓGICO TERCIARIO CUARTARIO DE PATAGONIA Fig. 26

	Daering (1882)	Hatcher (1900)	Wilckens (1905)	Ameghino (1906)	Ihering (Patagonia) (1907)	Ihering (N. Patagonia) (1914)	Rovato (1914)	L. Kraglievich (1920-24)	Windhausen (1921)	Simpson (1940)	Groeber (1946-55)	Feruglio (1948-50)	Criado Roque (1950)	J. L. Kraglievich (1957)	de Ferraris (1)	
Reciente Holoceno	Ariense Aimense			Amorense = Aim				Piotense Ciclo Post Pampeano Querandense	Terrozos	Querandino (Post Pampeano)	Aluvial Tromentense (Sup. Basalto XII Inf. Basalto XI) Matruense = Andesita V	Tenazas Marinas de Com. Rivadavia (Morenas recientes y estadias)				N. d. P. Subcarinos en elaboración, Basaltos XI y XII Andesita V ? Basalto X
Pleistoceno	Querandino Cordobense Tehuelchense Piotense y Azules Lujonense Bonaerense Belgranoense	Shingle Fm.		Querandense (Piotense) Hiatus Post Lujonense Lujonense = Lujon.	Post Pampeano	Lujonense Bonaerense Ensenadense Puelchense Chapalmalense	Bonaerense Lujonense Belgranoense Lujonense Bonaerense	Ciclo o Fm. Pampeano	El Estero Teschendorf y Tronador Lomas Patagon	Bonaerense Belgranoense Ensenadense Puelchense Uquense Chapalmalense Montemarquense Turuyonense Huyocuerense Entrerriense Paranense Chasicuense = Magallanes Friasense = Collancurense	Puelchense = Basalto X Morenas y rod. Gl. Atuel Chapalmalense sup. = Basalto IX Tehuelchense sup. = Andesita III Glaciación Diamante Chapalmalense inf. = Basalto VIII Tehuelchense inf. = Andesita II, III, Colares El Yaghuense Canoahuense = Basalto VII				VI Puerto Matorredo (Antiteatro Morenas) VII T. Escarpado Norte III T. Comarones (Morenas de Pichinifu) II T. Est. Caba Tres Puntas (Morenas de Pichinifu) I T. Caba Buen Tiempo y Cº Lactor.	GI Atuel N. d. P. Subcarinos + Basalto IX etc. GI Diamante Fm. Rio Negro + Basalto III etc. GI Colarado Fm. Tehuente + Basalto II etc. GI Valtimanca
Plioceno	Supraensadense Interensadense Pclao o Prensadense Fairweatherense	Cape Fairweather-Beds (1500)	Parana Stufe	Belgranoense = Belgr. Bonaerense (Inf.) Ensenadense Cuspidal = Ens. Cusp. Interensadense = Ensenadense Basal = Prensadense = Hiatus Hiatus = Post Puelchense	Pampeano (Terrozos de Desado etc.) Lactor Cabo Buentempo Gras ATUR =	Mazda Hermosense Araucanense	Chapalmalense Hermosense Araucanense Rionegrense	Ensenadense Prensadense 2º Subfase de la 3ª Fase Uquense = Fm. Uquenducha (Fm. Hmp) Chapalmalense Chasicuense = Irenense Hermosense Turuyonense Huyocuerense Araucanense Belgranoense Mesopotamiense Chasicuense Paranense Subfase de la 2ª Fase Meyense Friasense Collancurense 2ª Fase Andiana	Rod. Basaltos AT Rio Argu Mesetas Rio Negro Araucanense Rio Entremontano Lactor, Lactor, Rosarino	Interensadense Uquense Chapalmalense Montemarquense Turuyonense Huyocuerense Entrerriense Paranense Chasicuense = Magallanes Friasense = Collancurense Karakense Palagoniense Cahue Huapiense	Eocuarario (Huanquense, Negotes) Rodados dislocados Araucanense 3º Mov. Andino (Prefase)	Fase Princ. 3º Mov. And. 2º N. de P.			Tristecense Rionegrense (Huyocuerense y Araucanense) Panchera - Pantense	Tristecense Magales Entrerriense = Chasicuense Idem Groeber
Mioceno	Sup. Puelchense Med. Chapalmalense Araucanense o Montemarquense Inf. Rio Negroense Patagonico	Santa Cruz Beds (1500)	Santa Cruz Stufe Patagonische Molesse	Fairweatherense = Puelchense Hiatus = Hiatus Hiatus = Chapalmalense Lactorense = Hermosense Rosarinoense = Araucanense Rionegrense = Rionegrense	Rionegrense Entrerriense	Entrerriense	Entrerriense	Entrerriense	Santocruceano Friasense Santocruceano	Chasicuense = Magallanes Friasense = Collancurense Santocruceano Karakense Palagoniense Cahue Huapiense	Santomariense Elusiones Andesíticas Palaeocollancurense Sup. = Basalto I Palaeocollancurense inf. = Tobas dacit. y Upariticos; Collancurense Lupa Collancurense 2ª Fase 2º Mov. And.	Entrerriense (Copas de nos Mav. Frios y Collan Cura) Santocruceano + Karakense Superpatagonico				el Neofriasense. Frios (Rionegrense) a) Friasense: Post Patag. Copas de Chichinales Friasense inf. (Collancurense sst)
Oligoceno	Sup. Mesopotámico Med. Inf. Paranense	U. Lignite Beds Magallanian Beds (1000)	Capas con Pyrotherium Notostylops	Mesopotamiense = Mesop. Paranense = Paran. Hiatus Araucanense = Friosense Magallanense = Mag.	Magallanense	Magallanense	Santocruceano Karakense Tretawense	Mafosa Patagonica Patag. y Super Patag.	Deseadense	Mollelense = El. Andesíticas 2ª Fase del 2º Mov. And. Copas de Chichinales y la Bolsa	Leonense Juliense Cahuehuapiense Tretawense Deseadense	Capas de Lofeta Copas de Bonaerense	Ede Agua de la Piedra Rodados Lustrados		c) Banco de Rodados de Rod. Lustrado comp. brillante = 505	

Fm = Formación S = Areniscas  
A la izquierda = dep. Marinos  
A la derecha = dep. continentales  
N. d. P. = Nivel de Piedemonte

A la izquierda = Morinos  
GI = Glaciación  
E = Estrato

Espesor (100) = pies  
(100m) = metros

U = Sup. Superior  
M = Med. Medio  
L = Inf. Inferior  
T = Terrazo  
(1) Detalle en "Geocronología del Cuartario" fig. 27

CUADRO GEOCRONOLOGICO CUARTARIO					
Cronologia Mundial	Fases Glaciales e Interglaciales		Argentina		Mov. Eustáticos
	Alpes	N. Alemania Escandinava	Argentina (G. o eber)	(De Ferrariis)	
Actual Reciente	Alpes	N. Alemania Escandinava	Argentina (G. o eber)	(De Ferrariis)	Terrazas - Mar. - Dos Plataformas Submarinas
	Flandrico	Fin. Tardio G. Escandinava	Tromenitense Sup = Basalto VII	Terrazas (Al. Moder)	Sistema VI de Terrazas (Feruglio)
	Würm III	Pomeraniano Masuriense	Tromenitense Inf = Basalto VI	M d P	Escalones subm. 5/20m
	Würm II	Weichseliano	Martulitense = Andesito V	Subsid y envallajes	T Pio Mazaredo (Sist. IV)
Oulijano	Int.	Int. Peoriano	Puentelitense = Basalto IV	Terrazas aluviales	Plataforma Submarina 30/40m.
	Würm I o Riss III	Warthe	Chabuaitense Sub = Basalto IV	Basalto IV (B. IV) Andesito IV (B. IV) Terrazas aluviales Piedemonte 3?	
Challenoano	Int Würm	Emiano	Tinuelitense Sup = Andesito IV	N d P Subsid. y envallajes	Comarones - Escarpado Norte etc. (Sist. III)
Tirreniano I	Riss	Societiano	Movim. Ascendentes	Glaciacion Diamante	Plataforma Submarina 80/90m.
Riss	Riss		Glaciacion Diamante	Glaciacion Diamante	
Int. Mindel	Int. Mindel		Chabuaitense inf = Basalto III	M. e. Barde de Zapala. Formacion M. r. Cerro Bayo Mesa. Rio Negro M. r. Alcañal. M. s. Paso de las Indias. Glaciacion Colorado	Tres Puntos - Dos Bahias etc (Sistema II)
Mindel	Mindel		Movimientos Ascendentes	Formacion M. r. El Cuy. Tehuelche M. s. Colhuinca. Glaciacion Vallimanca	Plataforma Submarina 10/130m
Mindel Int Günz	Int Günz		Glaciacion Ascendentes	Mov. Tectonicos	Lacor - Buen Tiempo (Feruglio-Sistema I)
Günz	Günz I		35 Fase Mov. Andico. Intiscense - Rio Negro	Fase Principal del 3º Mov. Andico	Plataforma Submarina 180/200m
Villafrauco	Calabriano		Glaciacion P.		
	Danubio		Glaciacion P.		
	Plioceno		Glaciacion P.		
	Gr. = Grupo		Glaciacion P.		
	Int = Interglacial		Glaciacion P.		
	N. d. P. = Nivel de Piedemonte		Glaciacion P.		

M = Miembro.  
 t = Tuffico.  
 r = Rudficio.  
 s = Smitico.

Fig. 27

## BIBLIOGRAFIA

- AMEGHINO, C., (1890). *Exploración geológica en la Patagonia*. Bol. Inst. Geogr. Argentino, t. XI, p. 1-40. Buenos Aires.
- AMEGHINO, C., (1918). *Los yacimientos arqueológicos y osteolíticos de Miramar*. Physis, t. VI, Nº 16, p. 14-27. Buenos Aires.
- AMEGHINO, F., (1903). *L'age des formations sedimentaires de Patagonie*. An. Soc. Cient. Argentina, t. L a LIV, p. 109-130, 20-39, 244-250 y 161-180. Buenos Aires.
- AMEGHINO, F., (1906). *Les formations sedimentaires du Cretacé superieur, et du Tertiaire de Patagonie*. An. Mus. Nac. Buenos Aires, t. VIII, 568 p. Buenos Aires.
- AMEGHINO, F., (1908). *Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapadmalal*. An. Mus. Nac. Buenos Aires, (3). t. X, p. 343-428. Buenos Aires.
- ANDREIS, R. R., (1964). *Petrografía y Paleocorrientes de la Formación Río Negro*. Fac. Cienc. Nat. y Museo La Plata. Tesis inédita. La Plata.
- BRUEGGEN, J., (1928). *La glaciación actual y cuaternaria de la Cordillera de los Andes*. An. Univ. de Chile, p. 599-684. Santiago de Chile.
- BRUEGGEN, J., (1941). *El Volcán de Antuco y la Geología glacial del valle de Laja*. Rev. Chil. de Hist. y Geogr. t. XIX, págs. 356-386. Santiago de Chile.
- BRUEGGEN, J., (1946). *La cronología de las épocas glaciales de Chile*. Rev. Univ. Chile Univ. Catól., t. XXXI, p. 27-39. Santiago de Chile.
- BRUEGGEN, J., (1950). *Fundamentos de la geología de Chile*. Inst. Geogr. Mil., 1 vol. 374 p. Santiago de Chile.
- CABRERA, A. L., (1953). *Esquema fitogeográfico de la República Argentina*. Rev. MLP. (N: S.) Bot. t. VIII, p. 87-168. La Plata.
- CALDENIUS, C. C., (1932). *Las Glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego*. Dir. General Min. y Geol. Pub. Nº 95, p. 1-162. Buenos Aires.
- CALDENIUS, C. C., (1940). *The Tehuelche or Patagonian Shingle-formation. A contribution to the study of its origin*. Geogr. Amer., t. XXII, p. 160-181. Stockholm.
- CASTELLANOS, A., (1918). *Observaciones preliminares sobre el Pleistoceno de la Provincia de Córdoba*. Bol. As. Nac. Cienc. en Córdoba, t. XXIII, p. 232-254. Buenos Aires.
- CASTELLANOS, A., (1962). *El Holoceno en la Argentina*. UNL. Inst. Fisiogr. Geol., Publ. XLV, p. 1-78, Rosario.
- CRIBADO ROQUE, P., (1950). *Consideraciones generales sobre el Terciario del sur de la Provincia de Mendoza*. Rev. Asoc. Argentina, t. V, Nº 4, p. 233. Buenos Aires.
- DARWIN, CH., (1846). *Geological observations in South America*. Ed. 1890 de Ward, Lock and Co., p. 1-268. Londres.
- DE FERRARIIS, C., (1948). *Instrucción sobre trabajos de campo para cuatro comisiones geológicas. Elevación de los informes producidos por las mismas*. Instruc. Inspec. Zona Cuenca Neuquina. YPF. Varios informes inéditos. Buenos Aires.
- DE FERRARIIS, C., (1964). *Léxico estratigráfico de la Cuenca Neuquina*. (Para el: Lexico Stratigraphique International Amerique Latine). En prensa. Buenos Aires.
- DE FERRARIIS, C., (1964). *Indice Bibliográfico de Estratigrafía Argentina. Secc. Terciario*. Com. Invest. Cient. Prov. Buenos Aires. La Plata.
- DE LA MOTA, H., (1950). *Informe geológico sobre el relevamiento de la zona de Paso de Indios y sus alrededores*. YPF, Informe inédito. Buenos Aires.
- DESSANTI, R. N., (1946). *Hallazgo de depósitos glaciales en las Huayquerías de San Carlos (Mendoza)*. Rev. Asoc. Geol. Argentina, t. 1, Nº 4, p. 270-284. Buenos Aires.
- DOERING, A., (1882). *Informe Oficial de la Comisión Científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro*. Entrega III, Geología, p. 299-530. Buenos Aires.
- DOERING, A., (1907). *La formación pampéne de Córdoba*. Rev. Mus. La Plata., t. XIV, p. 172-190. Buenos Aires.
- DOERING, A. y LORENTZ, P. G. (1916). *Recuerdos de la Expedición al Río Negro (1879)*. Bol. Ac. Nac. Cienc. en Córdoba, t. XXI, p. 301-386. Buenos Aires.

- DOMEYKO, I., (1868). *Algunas palabras sobre el terreno en que se hallan huesos de Mastodonte en Chile*. An. Univ. de Chile, p. 369-374. Santiago de Chile.
- D'ORBIGNY, A. D., (1842). *Voyage dans L'Amérique Meridionale*. Vol. III, part. 3 eme., Geologie, p. 7-177. París y Estrasburgo.
- EWING, M.; LUDWING, W. J. y EWING, J. I., (1964). *Sediment Distribution in the Oceans: The Argentine Basin*. Tour Geophysical Research. Vol. 69, Nº 10, p. 2003-2032. New York.
- FERUGLIO, E., (1927). *Estudio de la región pre y subandina en la latitud del Nahuel Huapi*. Gaea, t. II, Nº 3, p. 425-427. Buenos Aires.
- FERUGLIO, E., (1950). *Descripción geológica de la Patagonia*. Direc. Gen. de YPF. t. I, II y III. Buenos Aires.
- FLINT, R. F. (1957). *Glacial and Pleistocene Geology*. J. Willey Sons, Inc. Texto p. 1-553. New York.
- FLINT, R. F. y FIDALGO, F., (1963). *Geología Glacial de la zona de borde entre los paralelos 39° 10' y 41° 20' de latitud sur en la Cordillera de los Andes. República Argentina*. Dir. Nac. de Geol. y Minería. Bol. Nº 93, p. 7-35. Buenos Aires.
- FOSSA, M., et al. (1938). *Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica*. BIP. t. XV, Nº 171, p. 31-95. Buenos Aires.
- FRENGUELLI, J., (1925). *Loess y limos pampeanos*. Gaea, t. I, Nº 3. Buenos Aires. Reimpresión con prólogo de M. Teruggi (1955). Fac. Cienc. Nat. y Museo, Serie Tecn. y Didáctica, Nº 7, p. 5-88. La Plata.
- FRENGUELLI, J., (1927). *El Entrerriense de Golfo Nuevo del Chubut*. Bol. Ac. Cienc. en Córdoba, t. XXIX, p. 195-243. Córdoba.
- FRENGUELLI, J., (1936). *La serie geológica de la República Argentina en sus relaciones con la antigüedad del hombre*. Hist. Nat. Argentina, t. I, p. 97-120. Buenos Aires.
- FRENGUELLI, J., (1937). *Apuntes sobre el Interensenadense del subsuelo de Buenos Aires*. Notas MLP., t. II, Geol. Nº 4, p. 11-123. La Plata.
- FRENGUELLI, J., (1945). *El Piro Platense*. Rev. MLP., t. II, Nº 12, p. 287-311. La Plata.
- FRENGUELLI, J., (1950). *Rasgos generales de la morfología y la geología de la Provincia de Buenos Aires*. L. E. M. I. T., Ser. II, Nº 33, p. 1-72. La Plata.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., (1944). *Descripción geológica y petrográfica de la Hoja 4-b Río Puel. Territorio de Río Negro*. Direc. Min. Geol. Hidrol., Bol. Nº 56, p. 5-124. Buenos Aires.
- GROEBER, P., (1936). *Oscilaciones de clima en la Argentina desde el Plioceno*. Rev. Centro Estudiantes Doct. Cienc. Nat., t. I, Nº 2, p. 71-84. Buenos Aires.
- GROEBER, P., (1945). *Larámico, Capas de la Balsa y Chichinales en la Balsa sobre el río Negro, frente a Fortín General Roca*. Notas MLP., t. X, Geol., Nº 38, p. 107-111. La Plata.
- GROEBER, P., (1946). *Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70*. (Varias hojas). Rev. Asoc. Geol. Argentina, t. I, Nº 3 y sig. Buenos Aires.
- GROEBER, P., (1948). *Las plataformas submarinas y su edad*. Ciencia e Investigación, t. IV, Nº 224-231. Buenos Aires.
- GROEBER, P., (1949). *Resumen preliminar de las observaciones realizadas en el viaje a la región al sur de Bahía Blanca en enero de 1947*. Notas MLP., t. XIV, Nº 57, Geol., p. 237-266. La Plata.
- GROEBER, P., (1951). *La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'*. Rev. Inst. Nac. Inc. Nat. Serv. Cienc. Geol., t. I, Nº 5, p. 235-352. Buenos Aires.
- GROEBER, P., (1952). *Glacial, Tardío y Postglacial en Patagonia*. Rev. Mus. Munic. Cienc. Nat y Trad. Mar del Plata. Vol. I, entr. 1, p. 79-103. Mar del Plata.
- GROEBER, P., (1955). *Anotaciones sobre el Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario*. Rev. Asoc. Geol. Argentina, t. X, Nº 4, p. 234-262. Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J., (1936). *El Conglomerado Rojo de las Sierras Australes de Buenos Aires y sus relaciones con el relieve de montaña*. Obra Cincuent. MLP., t. II, p. 145-184. Buenos Aires.
- HARRINGTON, H. J., (1947). *Explicación de las hojas 33 m y 34 m de las Sierras de Curamalal y La Ventana*. Direc. Grn. Ind. Minera. Bol. Nº 51, p. 1-43. Buenos Aires.
- HATCHER, J. B., (1897). *Geology of Southern Patagonia*. Amer. Jour. Cienc. Ser. IV, t. IV, Nº 21, p. 327-354. New Haven.
- HEUSSER, J. y CLARAG, G., (1864). *Beitraege zur geonostischen und physikalischen keuntnis der Provinz Buenos Aires*. Deukschriften Schweiz. Naturf Gesell., Band XXI.
- IHERING, H., VON (1907). *Les Mollusques fossiles du Tertiaire et du Cretacé superieur de l'Argentine*. An.Mus. Nac. Bs. As. t. VIII, Nº 3, p. 611. Buenos Aires.

- IHERING, H. VON (1927). *Die Geschichte des Atlantischen Ocean*. VII Cap. 237 p. 9 cartas (G. Fischer) Jena.
- KANTOR, M. (1922). *Monte Hermoso en la relación con el origen del limo y loess pampeano*. Rev. MLP., t. XXVI, p. 281-332. Buenos Aires.
- KEIDEL, J., (1919). *Ueber das Patagonische Tafelland, das Patagonische Geröll und Beziehungen zu den geologischen Erstcheinungen in argentinischen Andengebiet und litoral*. Zeitschr. Deutsch. Wiss. Ver p. 219-245 (1917); p. 311-333 (1917); p. 53-59 (1917); p. 139-161 (1918) y p. 1-27 (1919). Buenos Aires.
- KRAGLIEVICH, L., (1930). *Formación Freaseana del río Frías, río Fenix, Laguna Blanca, etcétera, y su fauna de mamíferos*. Physis, t. X, N° 35, p. 127-161. Buenos Aires.
- KRAGLIEVICH, J. L., (1952). *El perfil geológico de Chapadmalal y Miramar Provincia de Buenos Aires*. Rev. Mus. Munic. Cienc. Nat. y Tradic. de Mar del Plata. Vol. 1, Entr. 1, p. 8-37. Mar del Plata.
- KRAGLIEVICH, J. L., (1957). *Sobre la presencia de "Carolozittelia" cf. "tapiroides" Amegh., en la formación La Balsa, Neuquén*. Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Argentina, t. I, 193 p. 22. Buenos Aires.
- LEANZA, A. F., (1941). *Apuntes estratigráficos sobre la región cruzada por el curso inferior del arroyo Carrín-Curá en el Neuquén. (Patagonia)*. Notas MLP., t. VI, Geol. N° 13, p. 203-213. La Plata.
- LEANZA, A. F., (1948). *Nota preliminar sobre la geología de las Barrancas de Monte Hermoso. (Provincia de Buenos Aires)*. Notas MLP., t. XIII, Geol. N° 48, páginas 3-6. La Plata.
- LEANZA, A. F., (1952). *Historia del río Catan Lil*. Fac. Fil. y Letras Instituto Geogr. Serie A, N° 16, p. 1-15. Buenos Aires.
- LÓPEZ ALANIZ, Y. A. L. DE (1954). *Contribución al conocimiento de los sedimentos y el suelo de la alta terraza del valle del río Colorado*. An. Acad. Cient. Fenn. Serie A, N° 37, t. III, p. 5-28. Geol. y Geogr. Helsinki.
- MORENO, F. P., (1899). *Explorations in Patagonia*. The Geogr. Jour., t. XIV, páginas 241-269 y 353-373. London. Vers. Cast. en Bol. Inst. Geogr. Arg., t. XX, p. 342-394. Buenos Aires.
- NORDENSKJÖLD, O., (1898) b. *Ueber die posttatiaren Ablagerungen der Magallansländer nebst einer kursor von vehergicht ihrer tartarian Gebilde*. Wiss. Erghn. Schwed. Exp. Magall. 1895-1897, Bd 1 (1907 N° 2 (1898) p. 13-80, 10 fig. Taf. 1-7. Berlín.
- PADULA, E., (1951). *Informe preliminar del levantamiento zona Auca Mahuida y Bajos de Añelo*. YPF. Inf. inédito. Buenos Aires.
- PENCK, W., (1953). *Morphological analysis of land forms. (A contribution to Physical Geology)*. St. Martins Press Inc. New York.
- PETERSEN, C. S. y GONZÁLEZ BONORINO, F., (1947). *Observaciones geológicas en el Chubut occidental*. Rev. Soc. Geol. Argentina, t. II, N° 3, p. 177-222. Buenos Aires.
- RIGGI, J. C., (1957). *Resumen geológico de la zona de los lagos Pueyrredón y Posadas. Provincia de Santa Cruz*. Rev. Asoc. Geol. Argentina, t. XII, N° 2, p. 65-97. Buenos Aires.
- RIGGS, E. A. y PATTERSON, B., (1938). *Results of the Marshall Field Paleontological Expedition to Argentina*. Field Museum, t. I. Chicago.
- ROTH, S., (1908). *Beitrag zur Gliederung der sedimentablagerunge in Patagonien und der Pampasregion*. Neues Jahrb. f. Min. Geol. und Pal. Beilag. XXVI, p. 92-150. Stuttgart.
- ROTH, S., (1898). *Apuntes sobre la geología y paleontología de los territorios de Río Negro y Neuquén. (Diciembre de 1895 a junio de 1896)*. Rev. MLP., t. IX, páginas 3-57. Buenos Aires.
- ROTH, S., (1920). *Investigaciones geológicas en la llanura pampeana*. Rev. MLP., t. XXV, p. 135-342. Buenos Aires.
- ROVERETO, G., (1914). *Los estratos Araucanos y sus fósiles*. An. Mus. Nac. Hist. Nat. t. XIV, p. 1-247. Buenos Aires.
- ROVERETO, G., (1921). *Studi di Geomorfologia Argentina. V. La Penisola de Valdez*. Boll. Soc. Geol. Italiana, t. XXX, p. 1-47. Roma.
- RUSCONI, C., (1948). *El Puelchense de Buenos Aires y su fauna. (Plioceno Medio)*. Primera Parte y Segunda Parte. Inst. Fisiogr. y Geol. UNL. Pub. N° XXXIII, p. 1-99 y Pub. N° XXXVI, p. 1000-1242. Rosario.
- SOEWERLY, G. B., (1846). *Description of fossil shells from South America*. (en Darwin, C., 1846).
- SIMPSON, G. G., (1940). *Review of the mammals-bearing Tertiary of South America*. Proc. Amer. Phil. Soc., t. LXXXIII, N° 5, p. 649-709. Filadelfia.

- SIRAGUSA, A. (1964). *Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires*. Gaea, t. XIII, p. 93-122. Buenos Aires.
- STEINMANN, G., (1908). *Das Alter der Schieferformation im Feuertland* Contralb. Min. Geol. Pal. Jahrb. 1908, p. 193-4. Stuttgart.
- SUERO, T., (1951). *Descripción geológica de la hoja 36 c, Cerro Lotena (Neuquén)*. Dir. Nac. Miner., Bol. N° 76, p. 1-47. Buenos Aires.
- TAPIA, A., (1935). *Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas*. Dir. Gen. Ind. Minera, Bol. N° 40, p. 1-124. Buenos Aires.
- TAPIA, A., (1937). *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas. Historia geológica de la región de La Brava en relación con la existencia del hombre prehistórico*. Dir. Nac. Min. y Geol., Bol. N° 43, p. 4-122. Buenos Aires.
- TAPIA, A., (1939). *Chacharramendi y alrededores*. Physis, t. XIV, p. 221-224. Buenos Aires.
- TERUGGI, M. E., (1954). *El material volcánico piroclástico en la sedimentación Cuaternaria Argentina*. Rev. Asoc. Geol. Argentina, t. IX, N° 3, p. 184-191. Buenos Aires.
- TERUGGI, M. E., (1957). *The nature and origin of Argentina Loess*. Jour. Sed. Petrog., vol. XXVII, N° 3, p. 322-332.
- TERUGGI, M. E., et al (1959). *Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires entre Cabo San Antonio y Bahía Blanca*. L. E. M. I. T., serie II, N° 77. La Plata.
- TERUGGI, M. E., (1964). *Las arenas de la costa de la Provincia de Buenos Aires entre Bahía Blanca y Río Negro*. L. E. M. I. T., serie II, N° 81. La Plata.
- (VARIOS) COOP. GEOL. DEL SUR LTDA. (1957). *Informe sobre los resultados de la exploración de los depósitos de "Tosca y Calcáreos" del Sur de la Provincia de Buenos Aires*. L. E. M. I. T., (Inf. inédito). La Plata.
- WICHMANN, R., (1918 a). *Contribución al conocimiento geológico de la República Argentina. I. Investigaciones regionales. Geología e Hidrología de Bahía Blanca y sus alrededores. (Provincia de Buenos Aires)*. Dir. Gen. Min. Geol. e Hidrol., t. XIII, N° 1, p. 1-67. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., (1918 b). *Estudios geológicos e hidrogeológicos en la región comprendida entre Boca del río Negro, San Antonio y Choele Choel*. Dir. Gen. Min. Geol. e Hidrol., t. XIII, N° 3, págs. 1-44. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., (1919). *Contribución a la geología de la región comprendida entre el Río Negro y el Arroyo Valcheta*. Dir. Gen. Min. Geol. e Hidrol., t. XIII, N° 4, Buenos Aires.
- WICHMANN, R., (1927). *Los Estratos con Dinosaurios y su techo en el este del Territorio de Neuquén*. Dir. Gen. Min. Geol. e Hidrol., Publ. N° 32, p. 1-25. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., (1928). *Contribución a la geología de los departamentos de Chical Co y Puelén, de la parte occidental de la Pampa Central*. Dir. Min. Geol. e Hidrol., Publ. N° 40, p. 1-33. Buenos Aires.
- WICHMANN, R., (1934). *Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Neuquén y Río Negro*. Dir. Min. y Geol., Bol. N° 39, p. 1-27. Buenos Aires.
- WILCKENS, O., (1905). *Die Meeresablagerungen der Kreide un Tertiär Formation in Patagonien*. Neues Jahrb. f. Miner. Geol. u. Palaentol. Band XXI, p. 89-195. Stuttgart.
- WINDHAUSEN, A., (1914). *Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Río Negro y Neuquén, con un estudio de la región petrolífera de la parte central de Neuquén (Cerros Lotena y Cobunco)*. An. Min. Agric. Nac. Sec. Geol. Min. y Min., t. X, N° 1. Buenos Aires.
- WINDHAUSEN, A., (1921). *Ensayo de una clasificación de los elementos en el subsuelo de la Patagonia y su significado para la historia geológica del Continente*. Bol. Ac. Nac de Ciencias, t. XXV, p. 125-139. Córdoba.
- WINDHAUSEN, A., (1931). *Geología Argentina*. Peuser. Tomos I y II. Buenos Aires.
- WITTE, L., (1916). *Estudios Geológicos en la Región de San Blas. (Partido de Patagones)*. Min. Obras Públicas Prov. de Buenos Aires, Direc. Geol. Min., p. 1-97. La Plata.

**SOBRE EL PROBLEMA GEOMORFOLOGICO DEL ALINEAMIENTO DE LAS CUMBRES EN LA REGION DEL LAGO BUENOS AIRES Y LA DETERMINACION DE LAS LINEAS TECTONICAS EN LA PARTE SUR DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES**

Por: MATTHIAS MATSCHINSKI <sup>(1)</sup>, AUGUSTO CALMELS <sup>(2)</sup>

y ELBA FERRANDI <sup>(2)</sup>

**RESUMEN**

En el presente trabajo se desarrolla un método de análisis geomorfológico-estadístico aplicado a la deducción de hechos geológicos generales. Es el método estadístico de los alineamientos, que se ha empleado para determinar las direcciones tectónicas de la región cordillerana del lago Buenos Aires, valiéndose del trazado de los alineamientos de las cumbres de la región considerada. De ese modo se ha inferido la existencia de cuatro direcciones tectónicas predominantes, caracterizadas por ángulos de 27°, 55°, 100° y 175°, medidos a partir de la dirección Norte y en el sentido del movimiento de las agujas del reloj.

**ABSTRACT**

The purpose of this work is to develop a method of a morphologic-statistical analysis applied to the deduction of general geological facts. This is the statistical method of the alignments, which has been applied to determine the tectonic directions of the Andes region in the vicinity of the Buenos Aires lake, by establishing the alignments of the tops of the mountains in the above mentioned region. In this way it has been possible to deduce the existence of four main tectonic directions, distinguished by angles of 27°, 55°, 100° and 175°, measured from the North and moving like the hands of a clock.

---

(1) Instituto de Estadística de la Universidad de París.

(2) Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca).

1. Existen numerosos métodos para llegar a la determinación más o menos exacta de las líneas tectónicas de una región geológica o geomorfológica. Cuando los mapas geológicos están confeccionados con gran detalle, cuando la región está minuciosamente estudiada, esa tarea no resulta difícil. En un estado avanzado de los estudios, no es necesario ni siquiera tener un método para la determinación de esas direcciones: pueden ser reconocidas inmediatamente, y el método sólo representa la manera de expresarse brevemente para decir lo mismo que el mapa.

Pero para las regiones todavía no estudiadas suficientemente, con un acceso difícil, con grandes vacíos sobre el mapa geológico y geomorfológico, el problema de definir las direcciones tectónicas se vuelve verdaderamente un **problema**: una tarea aparte que exige sus propios métodos de investigación.

No se puede esperar simplemente el momento en que los mapas estén completos, en que los viajes de investigación se multipliquen, en que se llegue al conocimiento completo de las estructuras geológicas, geomorfológicas y otras de la región. No se debe esperar solamente porque esta espera sería infinitamente larga, sino también porque el progreso en el conocimiento geológico de la región en cuestión podría ser acelerado si se tuvieran a disposición ciertas ideas, aunque no muy exactas, sobre la estructura geológica en general y particularmente sobre las direcciones tectónicas.

2. En la parte sur de la Cordillera de los Andes nos encontramos en esa situación. La región está bastante poco estudiada geomorfológica y geológicamente, los mapas son someros y vagos, las lagunas son grandes y numerosas. A esto se agrega una lamentable circunstancia "política" dada por el hecho de que la región forma parte de dos países diferentes, cuyos servicios geológicos no quieren —o no pueden— llegar a la edición de mapas geológicos en común. Es por ello que no pensamos que sea inútil emprender una pequeña investigación sobre esas direcciones tectónicas, aun cuando estamos convencidos de que, en el estado actual de los conocimientos, no podrá dar resultados enteramente exactos.

Para esta investigación aplicaremos el método estadístico de los **alineamientos**. Este método ha sido propuesto por uno de nosotros <sup>(1)</sup>, quien lo ha aplicado a diferentes distribuciones caóticas de formaciones geológicas y geográficas tan distintas como maares, dolinas, volcanes, islas, etc. Siempre, y sin excepción, se ha demostrado que el conjunto de las direcciones de alineamiento corresponde, a grandes rasgos, con los conjuntos de las direcciones tectónicas de la región estudiada. Esto puede ser afirmado con seguridad en base al hecho de que se han emprendido tales estudios en regiones no estudiadas desde el punto de vista de las direcciones tectónicas y también se ha aplicado este mismo método a una gran cantidad de regiones en las cuales las líneas tectónicas habían

sido completamente definidas por otros métodos posibles. La coincidencia entre los resultados logrados por esos otros métodos y los resultados obtenidos por la aplicación del método de los alineamientos es tan perfecta que puede haber muy poca duda sobre la discordancia eventual con una región nueva.

A pesar de esta exactitud perfecta, dada por el método de los alineamientos, es natural que no pretendemos exactitudes irreprochables en los resultados publicados en este trabajo; por bueno que sea el método, la exactitud de los resultados no depende únicamente de él, sino de otras mil circunstancias: de la deficiencia en el número de mediciones o de sus errores o, finalmente, de una inexacta o falsa interpretación.

3. Volvamos, entonces, a esa región del sur de la Cordillera que será objeto de nuestra investigación. Resulta natural que en el estado actual de la ciencia geológica o geomorfológica no pueda decirse que no se conoce nada de las direcciones tectónicas de esa importante y gran región del globo. Es suficiente con un simple mapa geográfico, y no geológico, para persuadirse de la presencia de dos grandes grupos de direcciones tectónicas que pueden ser reconocidos aquí. Por una parte, es un conjunto de direcciones que se agrupan alrededor de la dirección general de la Cordillera, es decir entre  $\pm 20^\circ$  de la dirección Norte-Sur, con excepción de Tierra del Fuego, naturalmente. Por otra parte, es un conjunto de direcciones que cortan, de manera más o menos decisiva, la dirección de la Cordillera. Esta dirección no es perpendicular a la Cordillera en el sentido geométrico de la palabra. Como se desprende de la dirección de los grandes lagos (Buenos Aires, Viedma, Argentino), de los grupos de pequeños lagos y de ciertas crestas perpendiculares, estas direcciones, diferentes a las del grupo Norte-Sur, se reúnen alrededor de dos direcciones un tanto inclinadas con relación a la dirección perpendicular.

La existencia de esas direcciones diferentes al grupo de las direcciones Norte-Sur y próximas a ellas, ya ha sido señalada por varios autores, y entre otros por nosotros (2). Sin embargo, de acuerdo con nuestro conocimiento, no existe ningún trabajo exhaustivo a este respecto, sin decir que esas direcciones de líneas tectónicas secundarias nunca se han dado con la precisión necesaria.

Esperamos, con este pequeño trabajo, ver colmada parcialmente esta laguna.

4. Hasta ahora hemos hablado de la parte sur de la Cordillera de los Andes. Es natural que para llegar a cifras más o menos exactas, que caractericen las líneas tectónicas, tanto las más importantes como las secundarias, no se puede dispersar la atención sobre una región tan grande: esas direcciones pueden ser esencialmente diferentes para las distintas partes. Puede notarse que ya la dirección dorsal de la Cordillera cambia bastante sensiblemente en esta región. De su dirección general al Sur, esta dirección dorsal se desvía casi hasta los  $20^\circ$  al Oeste (en la latitud de  $42-43^\circ$ ) para dirigirse luego exactamente al Sur, en la latitud de  $49^\circ$ , y girar aún más al Este al Sur de ese paralelo. Como se sabe, en la parte extrema

—Tierra del Fuego— la dirección dorsal deja completamente el Sur y se vuelve casi perpendicular a sí misma. Pero, como ya lo hemos dicho, la Tierra del Fuego quedará fuera de las consideraciones de nuestro trabajo.

Pero aún en la parte esencial, entre 42 y 50° de latitud, estas características cambian demasiado como para ser consideradas en un conjunto. Es por esta razón que hemos elegido, como objeto de nuestro estudio, una región bastante limitada alrededor del lago Buenos Aires. Esto significa que nos limitaremos por el paralelo de 46° al Norte y por el de 48° al Sur.

Es natural que estos límites son bastante arbitrarios, pero en el estado actual de las cosas sólo se puede partir de ciertas hipótesis. Comparando la dirección general del lago Buenos Aires con la dirección de la parte profunda de los fiordos chilenos, de los lagos más pequeños, como el Cochrane, de los depósitos lacustres cuaternarios (cuyos grupos principales se encuentran en la latitud de 45°20', 46° y 47°20'), se percibe fácilmente que la hipótesis de reunir la región comprendida entre los paralelos indicados más arriba, es completamente plausible.

Tal será la región de nuestros estudios.

5. En lo que concierne a las geoformas que estudiaremos, podemos decir que se tratará de las cumbres, tal como están indicadas en la carta topográfica del Instituto Geográfico Militar, escala 1:500.000, hoja número 86, denominada "Lago Buenos Aires", edición de 1962, compilada en 1937. Se buscará el alineamiento de esas formaciones y luego se ensayará de conformar los resultados adquiridos por su comparación con otros datos geomorfológicos y geológicos, aunque estos últimos sean relativamente magros.

Es evidente que se podrían considerar también los valles transversales. Sin embargo, la forma de tales valles transversales es un hecho que depende mucho más de los fenómenos de erosión que la posición de las cumbres, aunque estas últimas no dejan de estar influenciadas en alguna medida por la erosión. Pero desde que no es la erosión lo que estudiamos, sino la forma "primitiva", definida por las líneas tectónicas, es razonable elegir los fenómenos que dependen lo menos posible de los fenómenos de erosión.

La presencia de algunos otros fenómenos especiales (como por ejemplo de las dolinas, que proporcionan un servicio tan notable en el Jura para definir las líneas tectónicas) podría constituir un valioso auxilio en la determinación de nuestro objetivo. Pero casi no están presentes en la Cordillera y, de ese modo, no se puede esperar esa cooperación que se tiene para los estudios del Jura.

Retornemos, pues, a nuestro objetivo: las cumbres. Podemos comprender fácilmente que la elección de lo que es una cumbre resulta un poco arbitraria. Si hubiéramos emprendido esta elección personalmente se nos podría reprochar de haber elegido, voluntaria o involuntariamente, las cumbres más favorables para la comprobación de una u otra hipótesis. El mismo reproche se nos podría hacer si hubiéramos tomado esa elección de algún trabajo geológico, que siempre es hecho —y no podría ser de otra manera— a partir de una cierta idea sobre las distribuciones, las direcciones, etc. Es

por esta razón, de la máxima objetividad posible, que hemos tomado los datos de un mapa geográfico, donde la idea de una aplicación tectónica no ha estado presente seguramente en la mente de sus autores.

6. El método aplicado para definir los alineamientos de esas cumbres es el que ha sido propuesto por MATSCHINSKI (1 y 3).

Los lineamientos característicos de este método son muy simples y su aplicación no exige conocimientos especiales, ni matemáticos generales ni estadísticos. No podemos introducirnos aquí en la teoría de ese método y en todas sus aplicaciones, pero pensamos que es útil exponer algunos detalles sobre la técnica de su aplicación para hacerla comprensible a las personas que todavía no la conocen y, al mismo tiempo, proporcionarles la idea de la posibilidad de este método y, eventualmente, incitarlos a su aplicación en los diferentes dominios de la geomorfología y de la geología.

Uno de los autores (MATSCHINSKI) ha aplicado este problema su teoría general de las "medias tensoriales" (4), procurando simplificarlo para que pudiera ser aplicado gráficamente y casi sin cálculos numéricos. No insistiremos sobre la teoría de ese método simplificado, pero daremos algunas indicaciones prácticas sobre su aplicación al ejemplo elegido.

Dado que una hipótesis previa sobre la forma de las líneas de "alineamientos" (rectas, curvas, quebradas, etc.) es, aunque posible, bastante arbitraria y a menudo azarosa, es preferible tratar de buscar, primeramente, el alineamiento "local" alrededor de cada cumbre y, solamente luego, construir el alineamiento "global" sobre la base del "local" que se haya encontrado. Aquí hemos procedido de esa manera.

Para determinar este alineamiento local es suficiente con considerar tres puntos —tres cumbres o, en forma más general, tres geoformas—: el primero (A, figura 1, 1), en que se busca la dirección del alineamiento, y los dos que están más próximos de él (B y C, de la figura 1, 1) que determinan el alineamiento. Matemáticamente, el problema se limita a la determinación de la tangente a la curva eventual BAC. Empero, sería inexacto trazar esta tangente por el punto A como una paralela a BC, puesto que de esta manera la influencia de B y de C sería la misma, en tanto que, como resulta evidente, en el caso de la figura considerada, la influencia de C debe ser más débil, en razón de encontrarse más alejada de A (figura 1, 2). Entre las posibilidades lógicamente más fundadas, sólo nos referiremos a dos: 1) los ángulos de la línea a determinar con las rectas AB y AC son iguales (figura 1, 3), y 2) dichos ángulos son proporcionales a las longitudes de AB y AC  $\alpha/\beta = AB/AC$  (figura 1,4).

El primer método es más simple y no exige cálculos, mientras que el segundo se ajusta más a nuestro objetivo. Para hacer coincidir las comodidades de los cálculos con la exactitud requerida, se recomienda colocar la regla sobre el mapa de acuerdo con el primer método y mejorar el resultado girando un poco en el sentido del segundo. De ese modo se tendrá inmediatamente la dirección buscada sobre el mapa, sin necesidad de efectuar ningún cálculo.

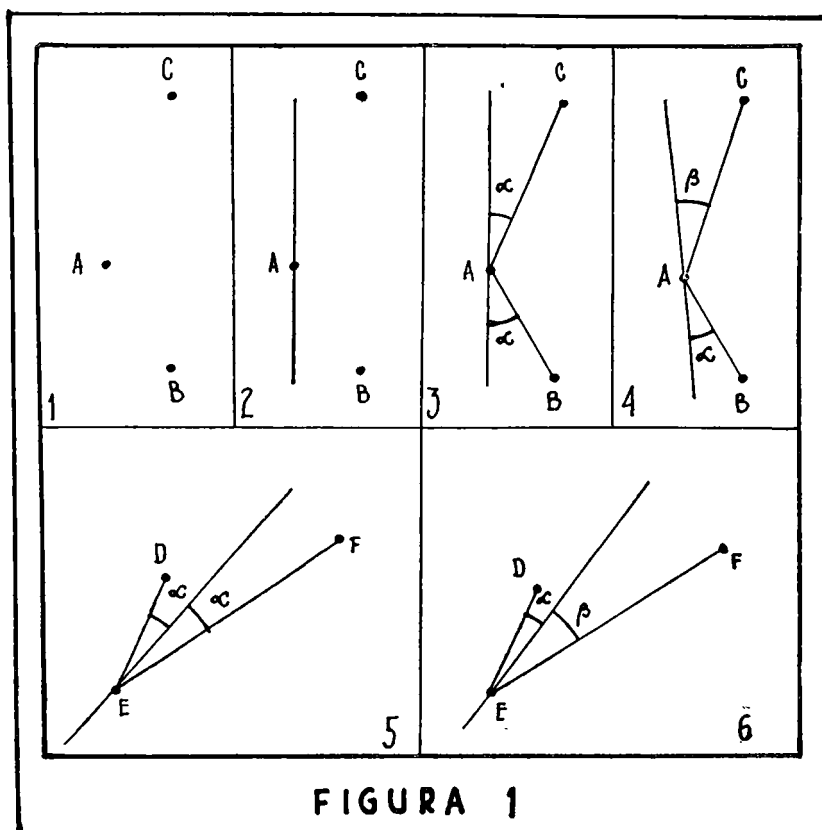


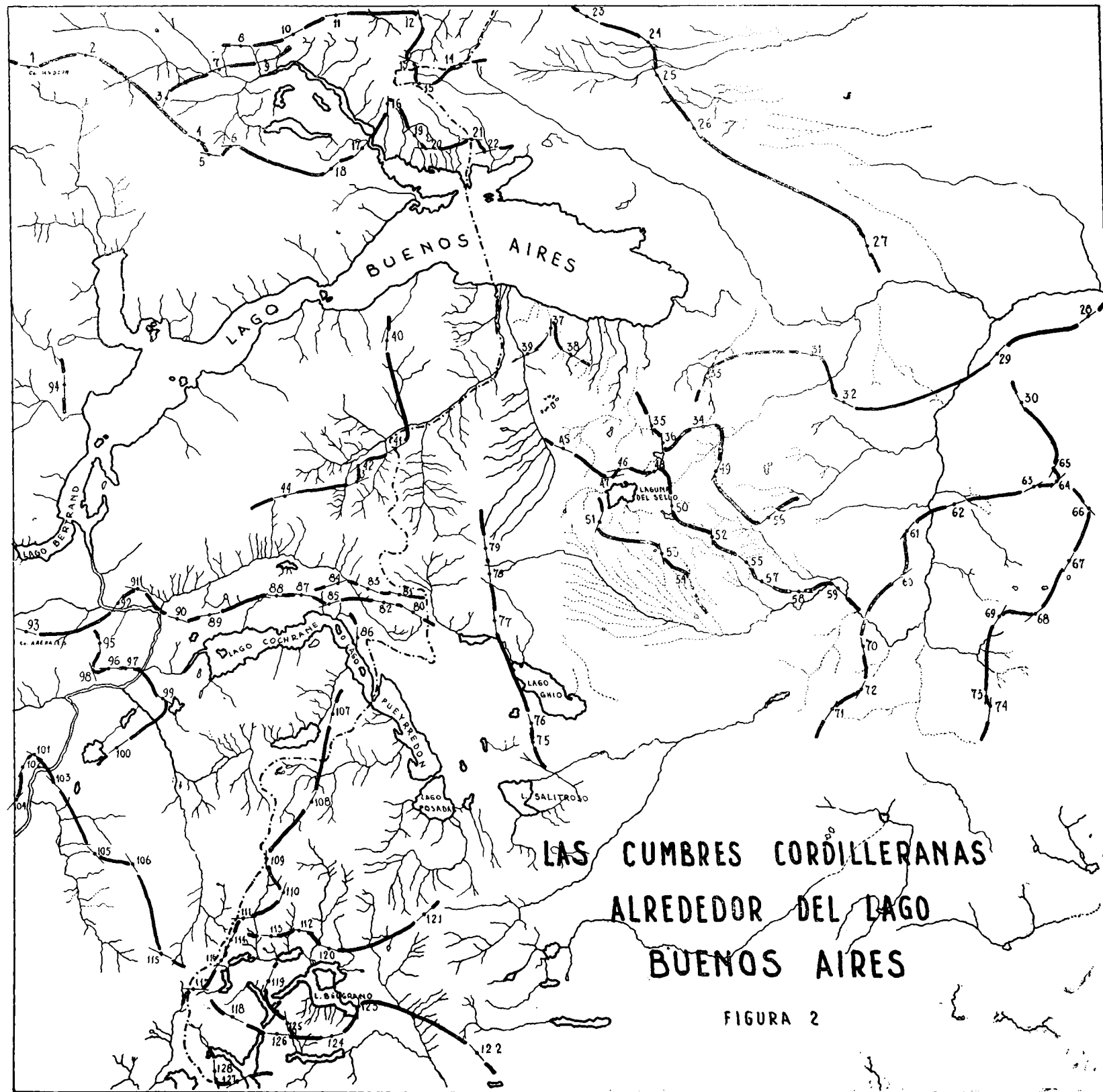
FIGURA 1

Al aplicar este método se debe tener constantemente en cuenta el punto que sirve de base (en el cual se busca la dirección del alineamiento) y los puntos que están más próximos de él. Así, la misma configuración de la figura 1, 1 puede dar lugar tanto a los resultados de 1, 3, 1, 4 (donde A es la base y B y C los puntos "más próximos"), como a los resultados 1, 5, 1, 6 (en que el punto E es la base y D y F los "más próximos").

Las medidas descriptas han sido efectuadas sobre 128 cumbres que se encuentran en la parte comprendida entre los paralelos mencionados (figura 2). Los ángulos de alineamiento local, así encontrados para estos puntos, han sido medidos de 0 a 180° (para no introducir números negativos) a partir del Norte geográfico y girando en el sentido de las agujas del reloj. La curva de frecuencia adquiere la forma de la figura 3.

Para la aplicación a toda otra forma (geoforma) que no sean las cumbres, la técnica geométrica-gráfica es siempre la misma que la que se ha descrito.

A un geólogo, geomorfólogo o geógrafo a menudo le será suficiente con considerar atentamente estas líneas de alineamiento así obtenidas. Esta noción es particularmente exacta cuando el sistema de líneas así obtenido no es demasiado complicado.



**LAS CUMBRES CORDILLERANAS  
ALREDEDOR DEL LAGO  
BUENOS AIRES**

FIGURA 2



Por el contrario, si las líneas dan la impresión de estar desordenadas, es necesario recurrir a la construcción de las curvas de frecuencia.

7. Con el método descrito hemos obtenido los resultados que se detallan a continuación:

El alineamiento local, contado a partir de la dirección Norte-Sur, está representado en el Cuadro I. La curva de frecuencia correspondiente se proporciona en la figura 3.

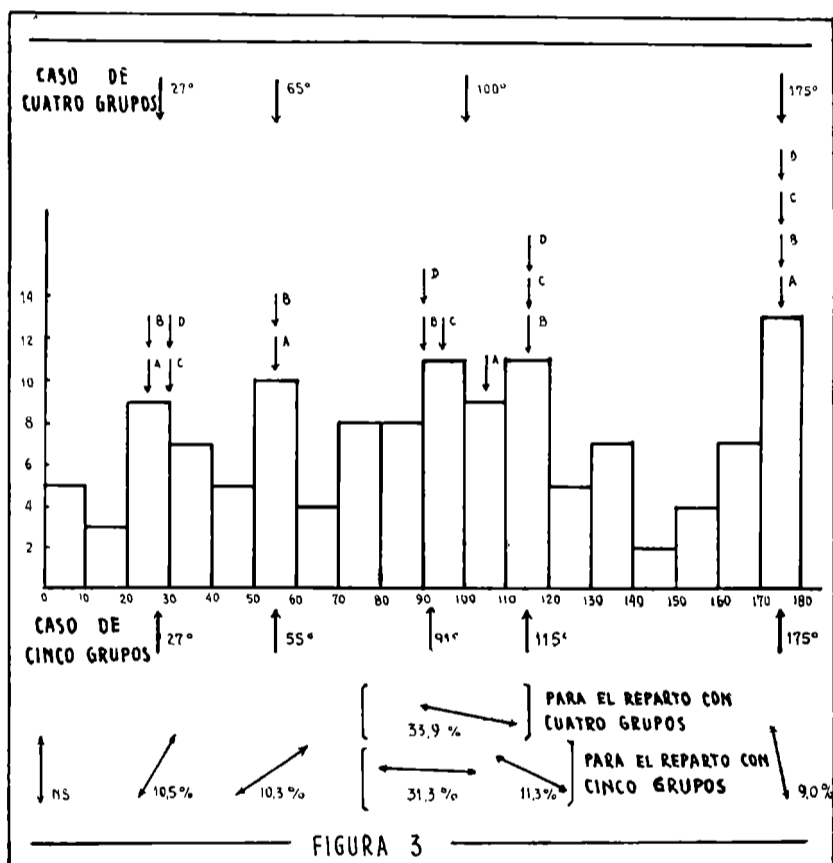


FIGURA 3

Esta curva de frecuencia es extraordinariamente irregular: seis máximos locales y seis mínimos; por otra parte, todos los máximos y mínimos son extremadamente asimétricos. Es por ello que, a primera vista, puede dar la impresión de que no existe la posibilidad de obtener de ella los fenómenos primitivos, es decir los grupos de las direcciones de alineamientos dominantes.

Por esa razón se ha aplicado el método del análisis de los máximos, a partir de cuatro diferentes hipótesis iniciales. Para el Caso A (figura 4) se obtendrán cuatro componentes, cuya distribuciones están

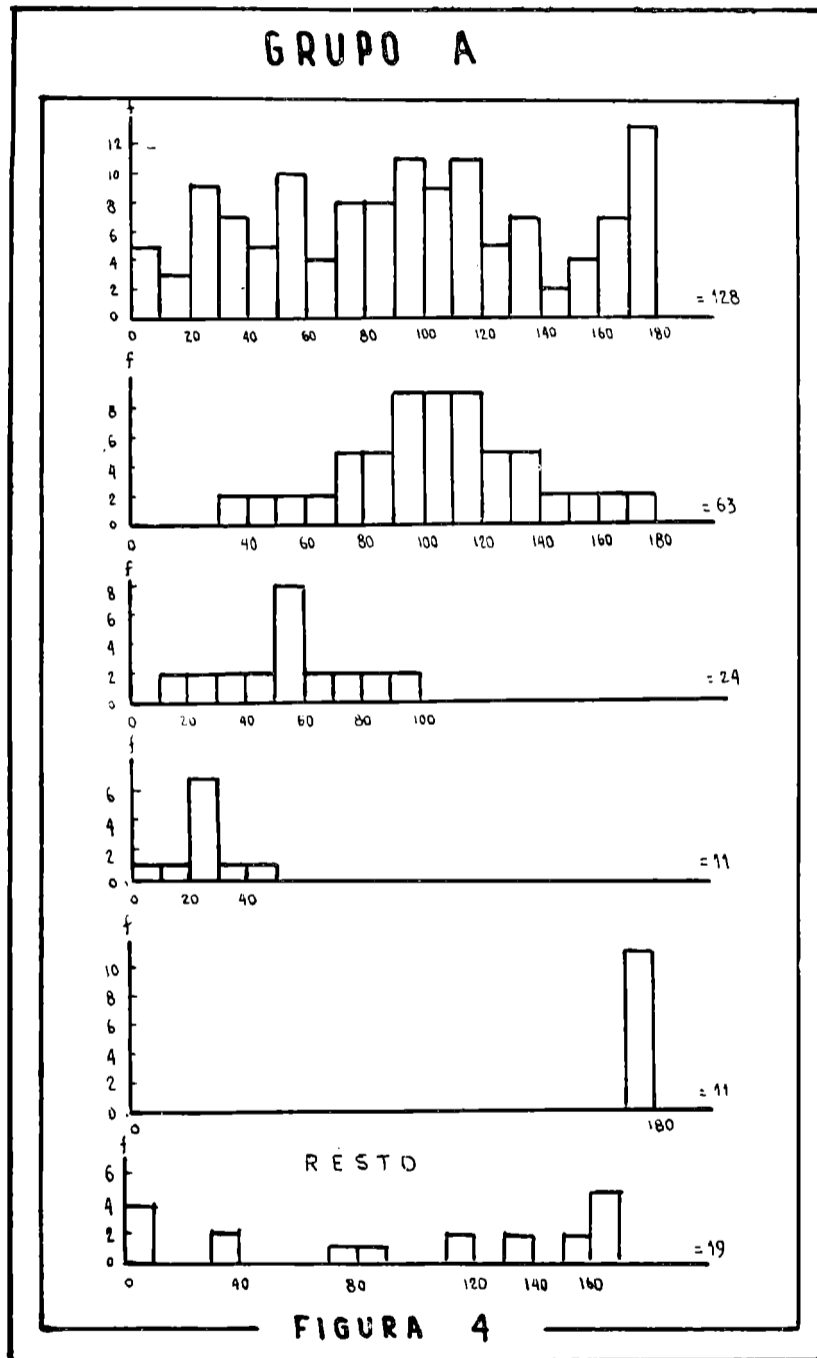


Figura 4 — Caso A

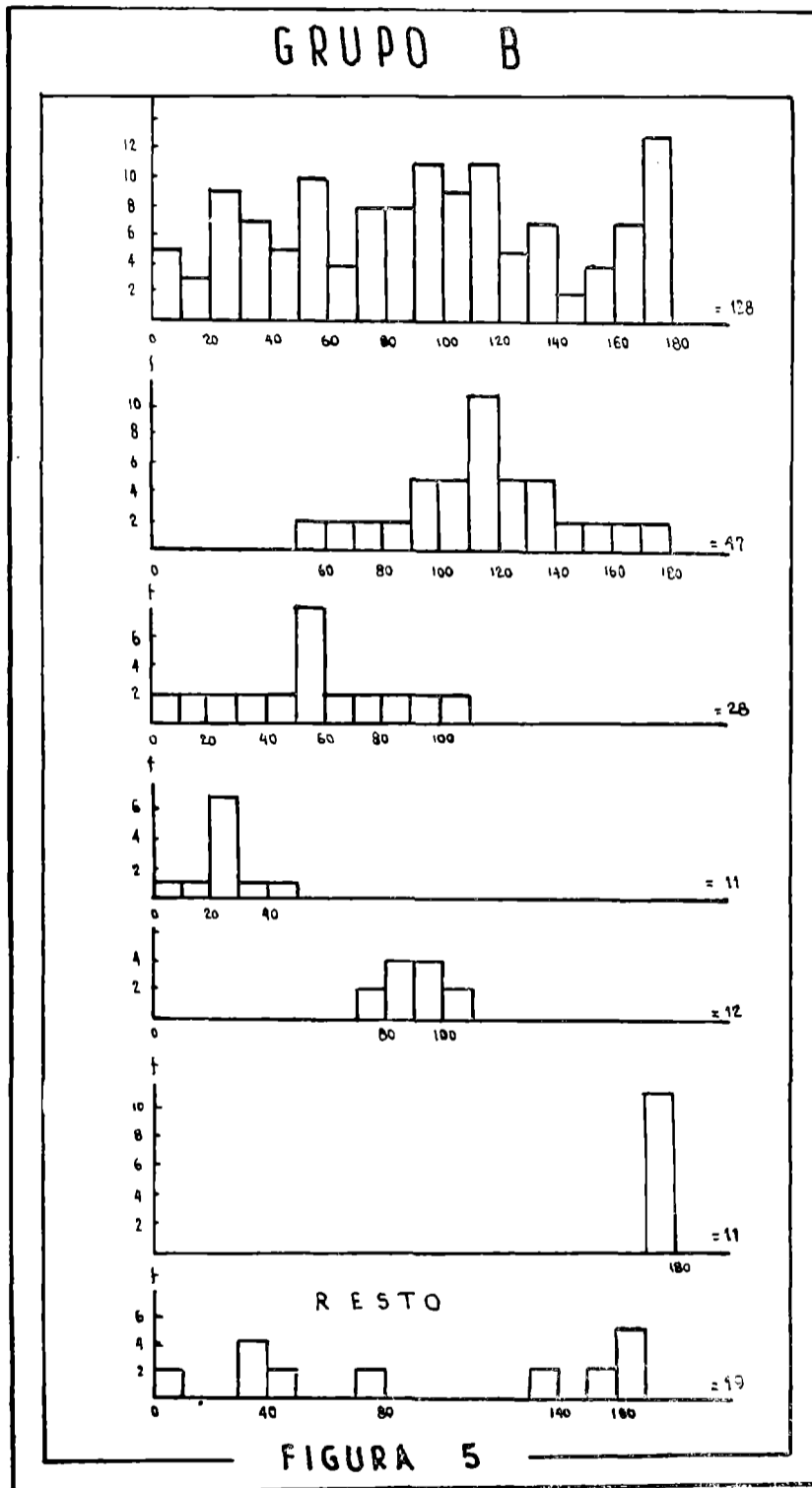


Figura 5 — Caso B

dadas en las líneas 2, 3, 4, y 5 de la mencionada figura. De acuerdo con la teoría general, estas distribuciones parciales se han supuesto simétricas, monótonas a derecha e izquierda de su máximo. Se ve que una gran parte de los fenómenos (49%) está descrita por la primera de estas cuatro distribuciones, en tanto que las otras tres sólo toman el 19, 9 y 9 por ciento respectivamente, quedando un 14% para el resto no caracterizable. Estas direcciones (máximos de la distribución parcial) están indicadas también en la figura 3 por las flechas provistas de la letra A.

Para el Caso B (ver figura 5) se tienen ahora cinco distribuciones parciales. La posición de tres de ellas (segunda, tercera y quinta) coincide con la posición de la segunda, tercera y cuarta distribución parcial del Caso precedente. Por el contrario, sus pesos relativos han cambiado un poco: ha aumentado de 19 a 22 para uno de ellos y de 9 a 10 para otro; el peso relativo del tercero, así como el peso relativo del resto, no ha variado. Para los detalles ver el Cuadro II. Estas cinco direcciones están también indicadas en la figura 3, siempre por las flechas, provistas en este caso de la letra B.

CUADRO II						
GRUPO A	49%	19%	9%	9%	14%	
GRUPO B	36%	22%	9%	10%	9%	14%
GRUPO C	58%	10%	9%	4%	19%	
GRUPO D	56%	9%	9%	11%	15%	

Para el Caso C (figura 6) y para el Caso D (figura 7) no encontramos necesario describir los detalles. Esperamos que, de acuerdo con la explicación que acabamos de dar para los casos A y B y con la ayuda del Cuadro II, los lectores no encontrarán dificultades en su interpretación.

De ese modo puede reconocerse que las direcciones halladas pueden ser reunidas ya sea en cinco o cuatro grupos, que se presentan sobre la figura 3 indicadas por las flechas situadas encima de la curva de frecuencia. El grupo ubicado a la izquierda está compuesto de la tercera distribución del Caso A, de la tercera distribución del Caso B, de la segunda del Caso C y de la última del Caso D. El grupo siguiente reúne solamente dos distribuciones: las segundas del Caso A y del Caso B. El grupo ubicado a la derecha está compuesto de las últimas distribuciones de los casos A y B y de las penúltimas distribuciones de los casos C y D.

Hasta aquí todo es muy simple y unívoco. Para las distribuciones cuyos ángulos característicos (posición de los máximos) corresponden a la parte media de la figura 3, existen dos posibilidades de

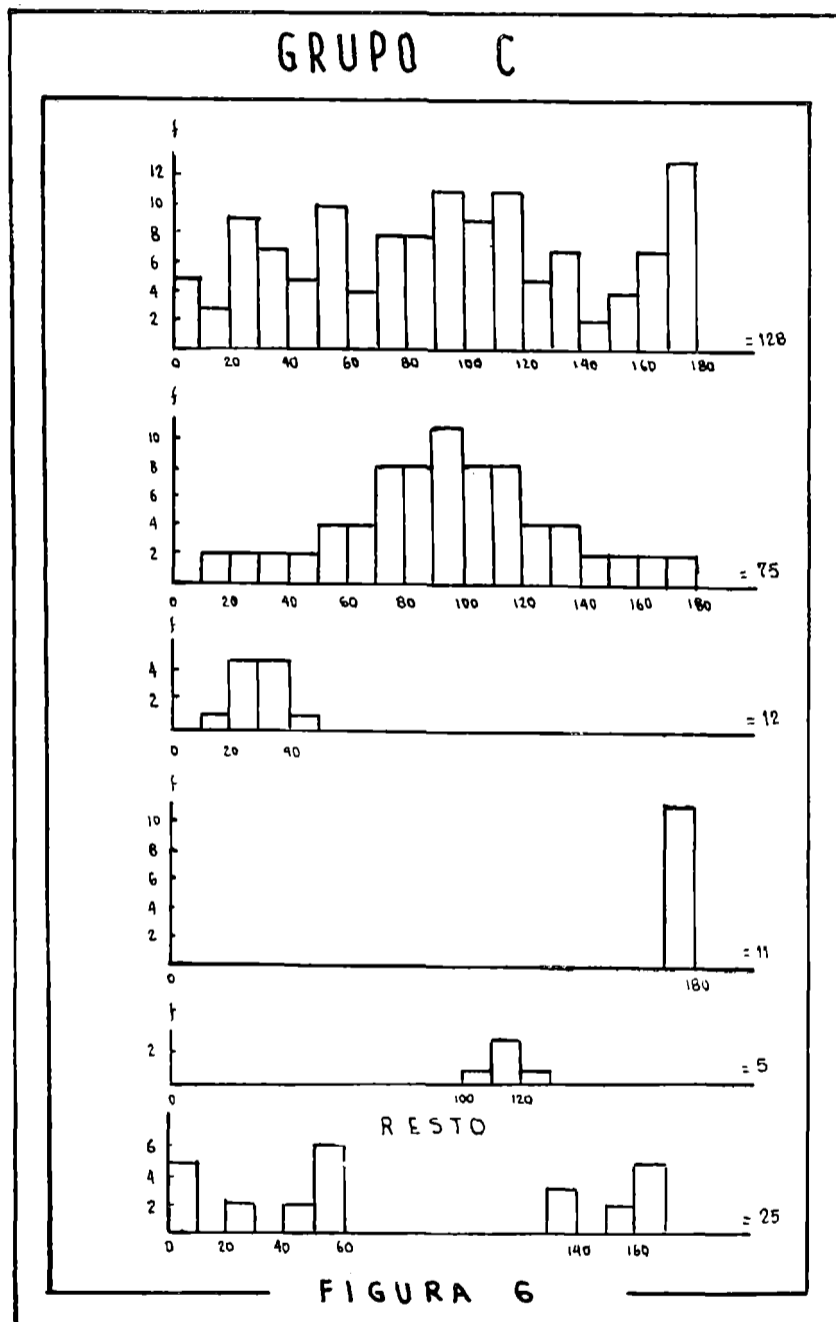


Figura 6 — Caso C

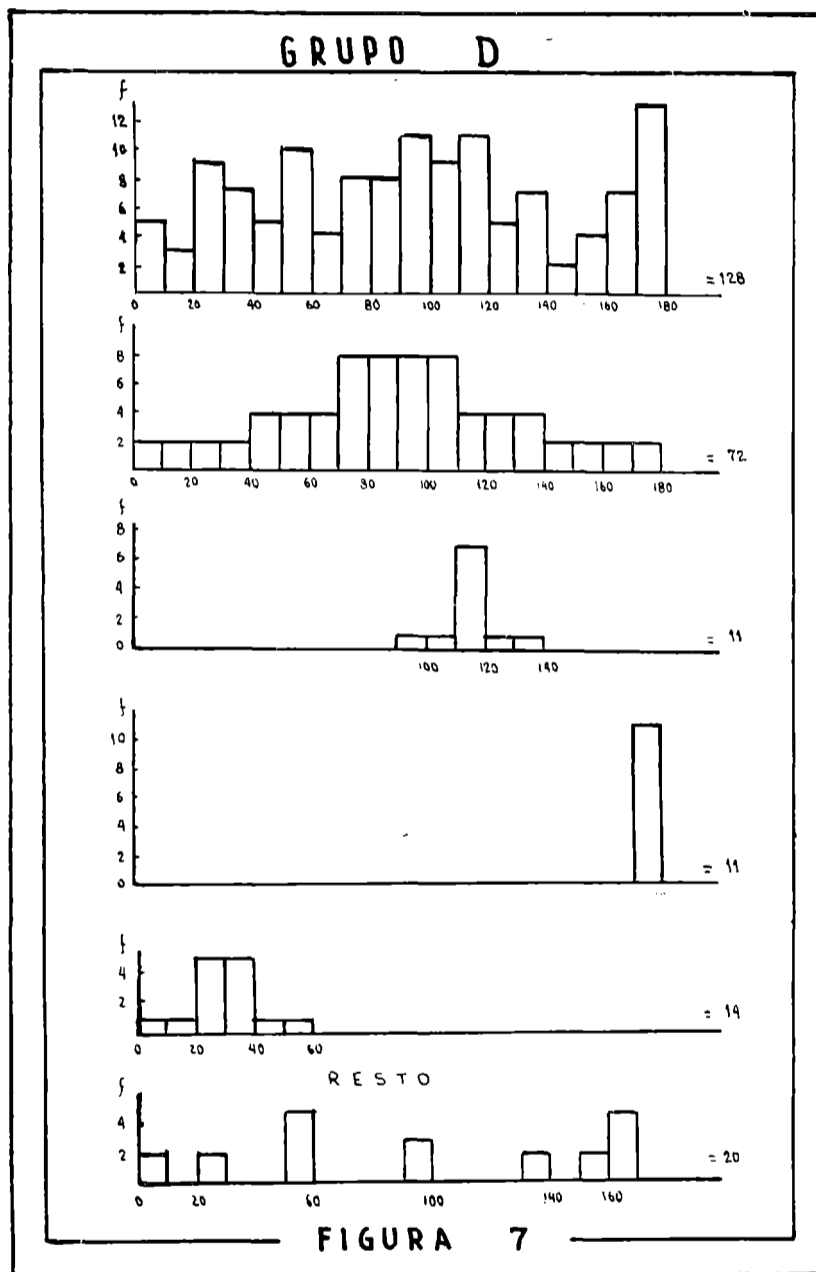


Figura 7 — Caso D

interpretación. Se pueden considerar todas esas distribuciones como pertenecientes a un solo grupo, en cuyo caso el número de grupos se vuelve igual a cuatro (tres definidos antes y este último definido como cuarto). A esta elección corresponde la segunda parte del Cuadro III. Por otra parte, no puede tomarse en consideración la flecha A en este grupo de distribuciones parciales, es decir eliminar el Caso A. Lo que resta es de fácil distribución, como puede verse en la misma figura 3, entre dos grupos, de los cuales uno está constituido por la primera distribución del Caso B, la última del Caso C y la segunda del Caso D, en tanto que el segundo grupo está formado por la cuarta distribución del Caso B y las primeras de los casos C y D. De acuerdo con esta manera de considerar las cosas, no tenemos cuatro sino cinco grupos, de los cuales tres son iguales a los del primer reparto y los otros dos corresponden a los que acabamos de describir.

Los pesos relativos de dichos grupos se han presentado en el Cuadro III, y las posiciones de los grupos están indicadas siempre en la figura 3 (en su parte superior para el caso de cuatro grupos y en su parte inferior para el caso de cinco grupos). En la parte más inferior de esa figura, las direcciones medias de esos cinco grupos están representadas como flechas cuya posición corresponde a la posición normal en un mapa geográfico: a saber, con el Norte hacia arriba y el Sur hacia abajo. Cerca de cada flecha se ven los pesos relativos de los grupos de alineamientos correspondientes a esas direcciones medias.

CUADRO III									
	GRUPOS				PROBABILIDAD	ANGULO TÍPICO			
	A	B	C	D	MEDIA				
1	9%	9%	10%	14%	10,5 %	27°			
2	19%	22%			10,3 %	55°			
3		10%	58%	56%	31,3 %	91°			
4		36%		9%	11,3 %	115°			
5	9%	9%	9%	9%	9,0 %	175°			
					72,4 %				
1	9%	9%	10%	14%	10,5 %	27°			
2	19%	22%			10,3 %	55°			
3	49%	$\frac{36+10}{2}$	23%	$\frac{4+58}{2}$	31%	$\frac{56+9}{2}$	32,5%	33,9 %	100°
4	9%	9%	9%	9%	9,0 %	175°			
					63,7 %				

8. Pasemos, pues, a la interpretación de estos resultados. Volveremos, todavía una vez, a la distribución de las direcciones principales en grupos. Como hemos visto en el párrafo precedente, desde el punto de vista estadístico se puede distribuir las en cuatro o cinco grupos: en efecto, se trata solamente de la cuestión siguiente: ¿las direcciones de la parte media de la figura 3, deben ser tratadas como dos grupos o uno sólo? Estas dos posibilidades están indicadas en la parte inferior de la figura 3 por la presencia de dos variantes (puestas entre corchetes con la indicación "para cuatro grupos" y "para cinco grupos").

Se ve que desde el punto de vista práctico la diferencia entre esos dos modos de reparto no es ni muy grande ni fácilmente reconocible sobre el mapa geológico; finalmente, se trata de un matiz cuya importancia podría volverse grande cuando nuestros conocimientos sean más completos, pero que actualmente quedarán todavía en el dominio de lo indeterminado.

Es por ello que pensamos que no sería práctico considerar cinco grupos en el estado actual de nuestros conocimientos y, habiendo indicado esta posibilidad útil para el futuro, nos mantendremos aquí en el dominio de las interpretaciones para cuatro grupos solamente.

El primer y último grupo, que corresponden a las desviaciones de aproximadamente  $25^\circ$  de un lado y  $5^\circ$  del otro lado de la dirección Norte-Sur, representan evidentemente la dirección fundamental Norte-Sur de la cordillera y la desviación de esta dirección fundamental en algunas otras partes.

Las grandes divisorias de aguas pasan, en la región del lago Buenos Aires, algo al Oeste de nuestra región y por esta razón no se puede esperar una coincidencia completa con nuestros datos; además, las cumbres de todas esas divisorias no han sido tomadas en nuestros cálculos. Pero a pesar de ello, la dirección general de esa divisoria, es decir la línea definida por el cerro Hudson (2.660 metros), el cerro San Valentín (4.058 m) y el cerro Arenales (3.437 m) —que son los tres puntos característicos de esa divisoria— está, por su dirección, muy próxima a  $25-27^\circ$  de acuerdo con nuestra figura.

Además, la divisoria secundaria, que corresponde a la frontera argentino-chilena al Sur del lago Buenos Aires, coincide también bastante aproximadamente con esta dirección. Esto corresponde al primer grupo de nuestra figura.

Las direcciones correspondientes al último grupo de nuestra figura (la segunda dirección cordillerana) determina muchas pequeñas divisorias, por ejemplo la de la frontera argentino-chilena al Norte del lago Buenos Aires.

No pensamos que haya muchas razones para dar más ejemplos de estos dos grupos de direcciones, correspondientes a la dirección general de la Cordillera. Finalmente, nadie se opondrá a la afirmación (formulada en la figura 3) de que esa dirección general oscila entre las direcciones de  $25^\circ$  hacia un lado y  $5^\circ$  hacia el otro lado de la dirección tomada como referencia, o está compuesta de diferentes subdirecciones que se encuentran en ese intervalo. No olvidemos que se trata, no de toda la parte Sur de la Cordillera, sino

de la región del lago Buenos Aires, definida como se lo ha hecho más arriba en el párrafo 4.

9. Volveremos, pues, a los otros dos grupos de direcciones. Como se ve, siempre en la misma figura 3, estas dos direcciones son más bien perpendiculares a la dirección fundamental de la Cordillera y descripta por dos subdirecciones que se desvían de la dirección Oeste-Este, una a 35° al Norte y la otra a 10° al Sur.

Sin decir que la existencia de dos direcciones, no completamente perpendiculares a la dirección dorsal de la Cordillera, ha sido supuesta por varios autores, se pueden dar muchos ejemplos locales que sostienen esta definición numérica de dichas direcciones tectónicas secundarias.

A la primera de esas dos subdirecciones corresponden, por ejemplo, las formas geológicas y geomorfológicas siguientes:

1. La dirección de la parte chilena del lago Buenos Aires (no se debe olvidar que esa dirección no entra en los datos tomados en consideración para la construcción de la figura 3, porque sólo se han tomado las posiciones y, por consecuencia, las direcciones de alineamiento de las cumbres, así que es una prueba independiente).
2. La posición del grupo de lagos al Sur de nuestra región (Pueyrredón, Posadas, Ghio y Salitroso).
3. El lago Cochrane ( en el cual el ángulo que define su dirección es algo menor que los números dados por nuestra figura, sin embargo los datos geológicos pueden permitirnos mejorar este resultado).
4. La posición de los depósitos glacialacustres al Sur del lago Buenos Aires, de los que ya hemos hablado más arriba. Aquí, el ángulo que define su dirección es un poco mayor que el proporcionado por nuestros resultados.
5. La dirección de escurrimiento en la gran región basáltica al Sur del lago Buenos Aires; etc., etc.

Es natural que esta pequeña lista está muy lejos de ser completa y esperamos, en nuestros próximos trabajos, volver sobre este problema y proporcionar otros ejemplos.

Ahora nos ocuparemos de la otra dirección tectónica secundaria. Esta dirección —ver figura 3— está caracterizada por la desviación de 10° al Sur de la dirección Oeste-Este. Para ella se pueden dar los ejemplos siguientes:

1. La parte argentina del lago Buenos Aires, así como los depósitos glaciales que la contornean.
2. Las líneas de escurrimiento en el gran dominio basáltico, al Sur del lago Buenos Aires, de las que ya hemos hablado.
3. La posición de la cuenca glacial lacustre al Norte del lago Buenos Aires; así como
4. La posición de muchos valles y divisorias de agua secundarias; etc., etc.

El número de estos ejemplos también puede ser aumentado, y a ellos pensamos volver en otra parte.

En todos los ejemplos mencionados hemos evitado, deliberadamente, el problema de las cumbres. Es evidente que dar las direcciones de los grupos de cumbres significaría querer probar un he-

cho por el hecho mismo: ya han sido utilizadas para construir la figura y llegar a la determinación de las direcciones tectónicas.

Sin embargo, la dirección de los grupos de cumbres, por principio mismo, no pueden estar en contradicción con nuestros resultados y puede ser utilizada para ilustrarlos. Esto se ha realizado en el mapa de la figura 2, donde las direcciones de alineamientos generales eventuales están provisoriamente trazadas.

Antes de terminar nos permitimos mencionar que en otro trabajo geomorfológico sobre el río Colorado (2) hemos descubierto las direcciones tectónicas secundarias más o menos perpendiculares a la dirección dorsal de la Cordillera. Sin embargo, no se debe olvidar que la región del tramo superior del río Colorado está bastante alejada de la región estudiada aquí, y que, por lo tanto, no se debe esperar una coincidencia demasiado notable.

Así, nuestros resultados pueden ser formulados brevemente como la prueba provisoria de la existencia, en la región del lago Buenos Aires, de cuatro direcciones tectónicas determinadas por los ángulos de 27, 55, 100 y 175°, medidos a partir de la dirección Norte-Sur: la primera y la última corresponden a la línea tectónica dorsal de la Cordillera, y la segunda y tercera a las líneas tectónicas secundarias. Pensamos que el método aquí desarrollado, ya bien confirmado en otros casos, así como el ejemplo citado más arriba, dan a nuestra determinación —aunque provisoria— bastante seguridad. Esperemos que los resultados futuros la aprueben.

Bahía Blanca, setiembre de 1966.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

1. MATSCHINSKI, M., *Sur le problème "d'alignement" de données apparemment dispersées*. Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, t. 254, p. 806-808, París, 1962.
2. MATSCHINSKI, M. y CALMELS, A. P., *Algunas investigaciones geomorfológicas sobre el río Colorado*. Presentado a la XXVIII Semana de Geografía, Tucumán, 1966.
3. MATSCHINSKI, M., *Introducción a los problemas estadísticos de las ciencias de la Tierra*. Trad. española de A. P. Calmels, 308 p. Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, 1966.
4. MATSCHINSKI, M., *Sur les moyennes-tenseurs et sur leur application*. Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences, t. 239, p. 1457. París, 1954.

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS COMUNIDADES BENTICAS DE MAR DEL PLATA

### I. EL LITORAL ROCOSO ENTRE PLAYA GRANDE Y PLAYA CHICA (1)

Por SANTIAGO RAUL OLIVIER, ANAMARIA ESCOFET, JOSE M. ORENSANZ, SILVIA E. PEZZANI, ANA M. TURRO Y MARIA E. TURRO.

(Instituto de Biología Marina, Mar del Plata)

#### RESUMEN

Se ha estudiado una zona restringida del litoral rocoso entre Playa Grande y Playa Chica (Mar del Plata, República Argentina). Fue objetivo principal determinar la zonación biocenológica en un área biogeográficamente interesante, por su aislamiento de otras regiones rocosas del litoral sudamericano.

Se adoptó la terminología zonal de Pérés y Picard (1958) y los lineamientos generales fueron semejantes a un estudio anterior efectuado en Puerto Pardelas (Chubut, Argentina) (Olivier, Paternoster y Bastida, 1966).

Las biocenosis que pueblan los pisos Supralitoral y Mediolitoral posibilitaron la diferenciación de los distintos horizontes.

#### ABSTRACT

It has been studied a restricted rocky littoral zone between Playa Grande and Playa Chica (Argentine Republic, Mar del Plata). The main object was to determine the biocenological zonation in a biogeographically interesting area, because of its isolation from the other rocky regions of the southamerican littoral.

The Pérés and Picard (1958) zonal terminology was adopted and the general features were similar to a previous study done in Puerto Pardelas (Argentine, Chubut) (Olivier, Paternoster y Bastida, 1966).

It was possible to distinguish the different horizons because of the biocenoses that occupy the Supralittoral and Medilittoral levels.

---

(1) Trabajo realizado con el auspicio de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires. Presentado como comunicación al III Congreso Latinoamericano de Zoología. (Santiago, Chile, 1965).

Entre los planes de trabajo que tiene el Instituto Interuniversitario de Biología Marina (I.I.B.M.), se halla el de realizar cursos de perfeccionamiento para estudiantes universitarios que desean especializarse en las Ciencias del Mar.

Uno de los seminarios programados para los veranos de 1964 y 1965 se refirió a las comunidades litorales del área de Mar del Plata. En sus costas no se han realizado hasta el presente estudios de esta índole, motivo por el cual hemos creído conveniente dar forma a las observaciones realizadas y compaginarlas como un trabajo preliminar.

Desde Playa Grande, en la ciudad de Mar del Plata, a la albufera Mar Chiquita distante 35 kms. al norte, se alternan distintos tipos de costas que van desde las cuarcitas paleozoicas de Playa Chica-Cabo Corrientes, hasta las fangosas de la albufera, pasando por las playas arenosas que se alternan con restingas de toscas sedimentarias areno-limosas. Por tal razón se consideró que estudios comparativos en diversos biotopos, brindarían un panorama general de las comunidades bentónicas que se desarrollan en la región. Es ésta la primera contribución al respecto.

La inmejorable ubicación del I.I.B.M. facilitó las tareas de campaña y laboratorio. Hemos adoptado en general, la terminología y la técnica de un anterior trabajo (Olivier, Paternoster y Bastida, 1966).

#### OBJETIVOS

Fueron objetivos primordiales del seminario:

1. Reconocimiento de las comunidades naturales en ecotopos previamente seleccionados.
2. Realización de transecciones en esos ecotopos marcando la zonación.
3. Determinación de los factores ecológicos más importantes que determinan esa zonación (mareas, oleaje, temperatura, salinidad, luz, tipo de fondo, etc.).
4. Realización de censos ecológicos con el objeto de determinar la densidad de las poblaciones y su biomasa.
5. Estudio detallado de la fauna con observaciones biológicas.

#### METODOS DE TRABAJO

##### A. De campaña

1. Colección de muestras biológicas, determinación de factores ecológicos, censos de población y toma de muestras de agua para su posterior análisis químico.
2. Censos: con bastidores de 0,25 m y 1,00 m de lado se censaron organismos animales y vegetales.

##### B. De laboratorio

1. Análisis químicos: a) salinidad por el método de Knudsen; b) oxígeno disuelto en agua por el método de Winkler. Contamos en este aspecto con la colaboración del doctor Mariano J. Pizarro y del lic. Roque H. Calabrese.

2. Biomasa: el peso seco se obtuvo luego de colocar en estufa a 100° C hasta conseguir un valor constante; las cenizas por calcinación en crisoles de porcelana.

#### EL AREA DE INVESTIGACION

Los estudios fueron realizados en una angosta faja litoral que se extiende sobre cuarcitas paleozoicas, ubicadas entre Playa Grande y Playa Chica de la ciudad de Mar del Plata (fig. 1). Son las estribaciones sud orientales del sistema de Tandilia, formadas por grandes



Fig. 1. Vista general de la zona de estudio entre Playa Grande y Playa Chica (Mar del Plata)

farallones cuarcíticos vivos, dislocados por la erosión marina y que se hallan superpuestos formando profundas grietas y oquedades donde el mar acciona incesantemente. Se elevan casi perpendicularmente sobre el nivel del mar, formando una barranca pronunciada que supera los 20 m. de altura. Se hallan expuestos a los vientos del sur, este y noreste, siendo la moda del mar muy agitada.

La costa se hunde lentamente: 12 m. de profundidad a 150 m. de la costa y 16 m. a 1 milla. La salinidad del agua de mar es relativamente variable entre un máximo de 35 ‰ y un mínimo de 33 ‰. La temperatura varía considerablemente a lo largo del año; influencias notables ocasionan la corriente fría de las Malvinas que avanza en invierno con una temperatura de 6-8°C y retrocede en verano frente a la corriente cálida de Brasil (alrededor de 20°C). En el mes más frío (julio) las aguas superficiales y costeras tienen una temperatura de 10°C para llegar a un máximo de 20°C en el mes más cálido (enero).

El clima es típicamente marítimo templado; las precipitaciones son más o menos regulares, alcanzando un promedio anual de 858,3

mm. Predominan los vientos suaves del oeste y suroeste, y son frecuentes fuertes temporales.

El establecimiento de puerto medio en Mar del Plata es de 5h 54'; la amplitud de la marea de sicigias media es de 0,90 m. y la de cuadratura media de 0,60 m.

### I. ZONACION BIOCENOLOGICA

#### Piso supralitoral.

Se extiende todo a lo largo de la zona estudiada. Su límite inferior se halla bien marcado por las comunidades propias del piso mediolitoral; el superior, en cambio, es impreciso: pareciera extenderse hasta las rocas que afloran en el Parque General San Martín donde son evidentes las incrustaciones de líquenes anaranjados. Esta zona recibe la influencia de la humectación en días de fuerte viento.

Hemos diferenciado tres horizontes: el **inferior** que recibe diariamente la acción del agua de rociada; el **medio** donde el agua de rociada sólo llega en los días de mar muy agitado y el **superior** sujeto únicamente a la influencia de la humectación.

Habitan en ellos tres comunidades:

1. **Pachysiphonarietum lessoni**. Se trata de una consociedad que ocupa el supralitoral medio e inferior. **Pachysiphonaria lessoni** vive de preferencia en las grietas y hendiduras. Es llamativo además que los individuos de mayor tamaño se ubican en los niveles más altos del horizonte medio: por ej., un análisis preliminar indica que mientras en el H. S. M. el alto del cono es de 8 mm término medio, en el H. S. I. no sobrepasa los 5 mm.

2. **Calothrixetum crustacea**. Se desarrolla en pequeñas pozas de rociada de los horizontes medio e inferior. Las Cianofíceas (2) dominantes (**Calothrix crustacea** (MA), **Schizothrix calcicola** (A), **Lyngbya lutea** (A) y **Plectonema** sp. (A) forman una fina capa verde-paruzca sobre el substrato.

3. **Líquenes**. En los horizontes medio y superior la roca se halla densamente cubierta por incrustaciones de líquenes (*in litt.*). En el horizonte medio tienen color negro y salpican las rocas en forma irregular; en el superior la densidad de las incrustaciones es menor y adoptan una distribución más compacta caracterizándose por su color anaranjado fuerte.

#### Piso mediolitoral.

Al igual que el piso supralitoral, se extiende ininterrumpidamente entre Playa Grande y Playa Chica. Su extensión es sumamente irregular debido a la fractura y dislocación del substrato lo que determina diferentes grados de exondación aún en los mismos bloques y por ende afecta la distribución de la comunidad.

(2) Determinaciones efectuadas por la Dra. Delia Halperin (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires).

La única biocenosis, **Mytilus platensis-Brachyodontetum rodriguezii**, es en general muy densa y cubre la mayor parte de las rocas. Se presenta en facies diferentes que nos han permitido diferenciar los horizontes superior, medio e inferior. Por otra parte, pozas de marea de escasa profundidad crean residencias ecológicas donde la comunidad adopta una fisonomía especial.

Las facies en cuestión son las siguientes:

a) **Hildenbrandia - Pachysiphonaria lessoni - Nematium**. (H. M. S.)

Se desarrolla en el horizonte mediolitoral superior cubriendo alrededor del 80 % de la superficie. Es precisamente **Hildenbrandia** sp. quien define el límite superior del horizonte por sus incrustaciones de color rojo-ladrillo intenso. En ciertos sectores adquiere el carácter de consocias, mientras que en otros se le asocian **Nematium** sp. y **Pachysiphonaria lessoni**. Por debajo de esos cinturones la dominancia corresponde a **Brachyodontes rodriguezii** que forma densas agregaciones unas veces sobre la propia **Hildenbrandia** y otras sobre un degado estrato arenoso. Epizoicos sobre el mejillín suelen hallarse ejemplares de **Nematium** sp. y **Porphyra** sp., y entre ellos algunos Nemertinos y Poliqueto Silidos (*in litt*). Además son frecuentes ejemplares de **Mytilus platensis** (muy pequeños y algunos **Hyalidae** (**Hyalis** sp.)).

b) **Ulva lactuca**. (H. M. M.)

La biocenosis de **Brachyodontes rodriguezii** es acompañada por abundante **Ulva lactuca** que vive epizoica de aquéllos. Cubre el 100 por ciento del substrato. Integran además la biocenosis: **Polysiphonia**, **Chondria**, **Chaetomorpha**, **Enteromorpha**, **Scytosiphon** y **Herposiphonia** entre las algas, y actinias, **Hyalidae**, **Idothea** y Poliquetos (Silidos, Nereidos (**Platynereis magalhaensis**), y Eunícidos (**Eunice argentinensis**), entre los zoocomponentes.

c) **Chondria - Polysiphonia**. (H. M. I.)

La comunidad de **Brachyodontes rodriguezii** es acompañada en este caso por un grupo de algas Rodomelaceas entre las que predominan **Polysiphonia** sp. y **Herposiphonia** sp. en los niveles más altos del horizonte, y **Chondria** sp. en los niveles inferiores. Cubre el 100 % de las superficies de la roca adoptando una fisonomía particular. Algunos Nemertinos (*in litt.*), **Platynereis magalhaensis**, **Halosydnella australis**, **Lumbrinereis** sp. y otros Poliquetos, **Pachycheles haigae**, **Idothea** sp. y **Hyalidae** completan la biocenosis.

En general las algas viven epizoicas sobre las agregaciones de **Mytilus** y **Brachyodontes**.

**Piso infralitoral.**

El límite entre los pisos mediolitoral e infralitoral se halla bien marcado, especialmente en las rocas poco expuestas a la luz, por el desarrollo de **Dasyopsis** que tiene como acompañante más conspicua a **Chondria**.

Si bien no hemos podido apreciar en detalle la estructura de la biocenosis, observaciones aisladas realizadas durante las bajas mareas de sicigias han puesto en evidencia ciertas facies criptozoicas en las

que predominan *Crepidula dilatata*, *Plaxiphora aurata*, *Chaetopleura isabellei*, *Saxicava solida*, *Eunice argentinensis*, *Marphysa* sp., *Lepidasthenia* sp. y otros Poliquetos, Nemertinos, Esponjas y Ascidas. Entre las algas que predominan en estas facies se encuentran las *Corallinaceae* y *Ceramiales*. Es notable la ausencia de Mitilidos.

## II. ZONACION EN ALGUNOS ECOTOPOS

### Transección I (Fig. 2).

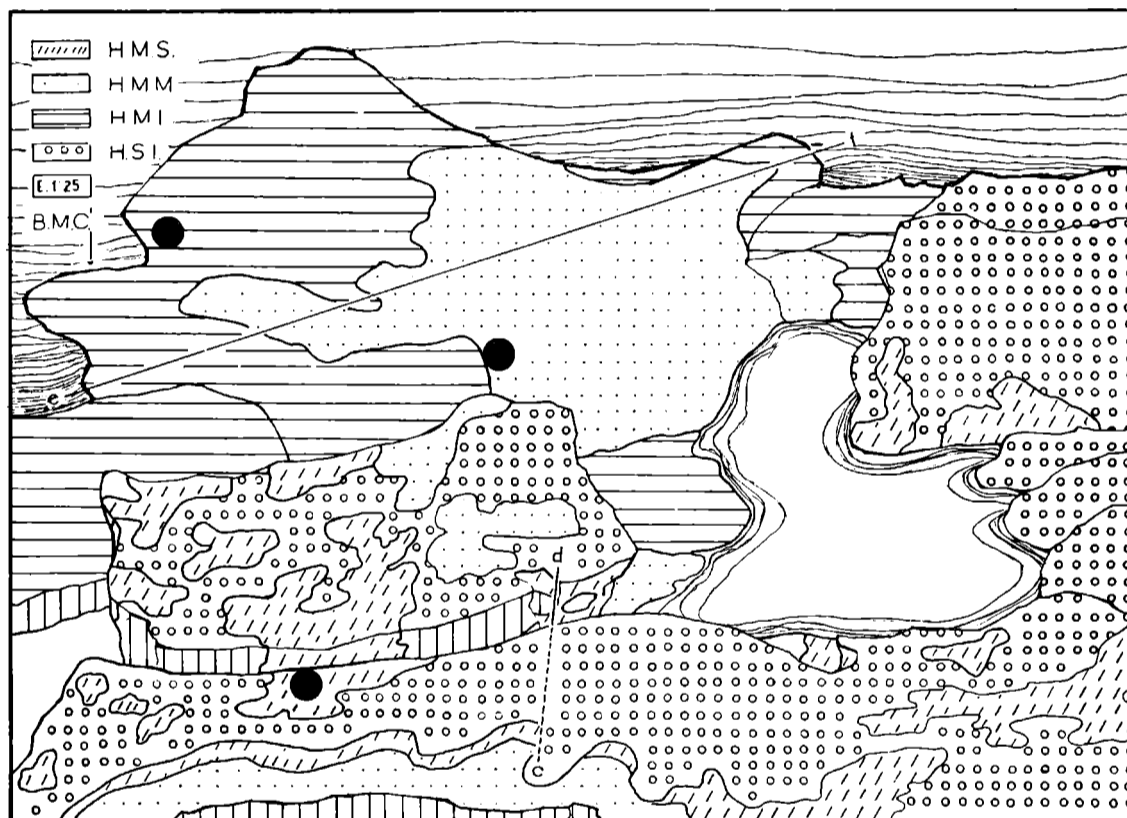


Fig. 2. Transección I. Zonación: HSI horizonte supralitoral inferior; HMS horizonte mediolitoral superior; HMM horizonte mediolitoral medio; HMI horizonte mediolitoral inferior; BMC baja mareas de cuadraturas; círculos negros, lugar donde se realizaron los censos.

### Sección a - b (Fig. 3). Piso supralitoral.

HSI: tiene una altura de 1,50 m. y el 1 % de su superficie está ocupada por la biocenosis de *Pachysiphonaria lessoni*.

HSM: se desarrolla verticalmente con una altura máxima de 3,50 m.; el 75 % de su superficie tiene incrustaciones negras de líquenes mientras que las grietas y hendiduras están

ocupadas por una consocios de **Pachysiphonaria lessoni**.  
El HSS se extiende hasta la zona urbanizada con incrustaciones aisladas de líquenes anaranjados.

Debe señalarse en el HSI la presencia de enclaves de la biocenosis de **Mytilus platensis-Brachyodontes rodriguezii** facie de **Hildenbrandia-Pachysiphonaria lessoni-Nemalion**.

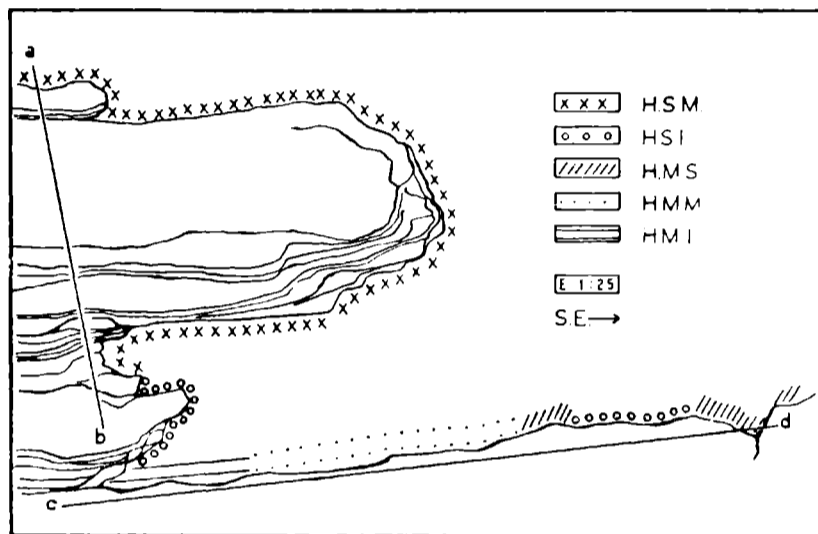


Fig. 3. Transección I. Corte transversal de la zonación en los niveles más altos. HSM horizonte supralitoral medio; HSI horizonte supralitoral inferior; HMS horizonte mediolitoral superior; HMM horizonte mediolitoral medio; HMI horizonte mediolitoral inferior.

**Sección c-d (Fig. 3). Pisos supralitoral y mediolitoral.**

HSI: ocupa la cresta de la roca en una extensión de 1,00 m. y el 1 % de su superficie está ocupado por el **Pachysiphonarietum lessoni**.

HMS: se extiende hacia ambos lados del **Pachysiphonarietum lessoni**, 0,70 m hacia el lado externo y 0,30 m hacia el interno: en ambos casos está poblado por el **Mytilus platensis-Brachyodontetum rodriguezii** facie de **Hildenbrandia-P. lessoni-Nemalion**.

HMM: tiene una longitud de 2 m y el 100 % de la superficie está cubierta por la comunidad **M. platensis-B. rodriguezii** facie **Ulva lactuca**.

HMI: inmediatamente a continuación del anterior y en una extensión de 1,20 m., se halla totalmente cubierto por una facie difusa de **Chondria - Polysiphonia**; en una pequeña hondonada se hace evidente un mayor desarrollo de Clorofíceas y Rodofíceas.

**Sección e - f (Fig. 2). Piso mediolitoral.**

Atraviesa el HMM y el HMI cuya distribución es irregular respondiendo a diferentes grados de exondación. Es así como en los extremos de la sección, que son cubiertos por las olas aún en las bajas mareas de sicigias, se desarrolla una biocenosis de *Mytilus platensis* - *Brachyodontes rodriguezi*

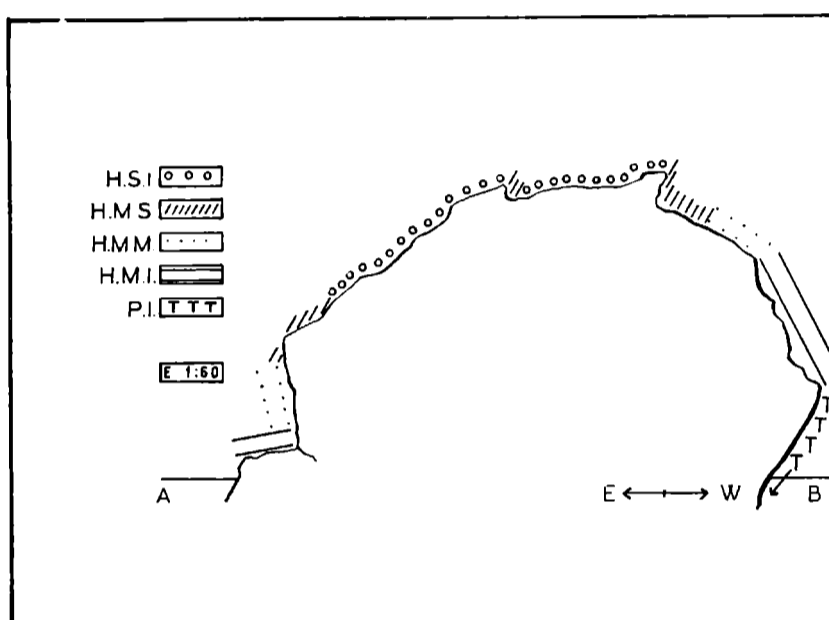


Fig. 4. Transección III. Corte transversal de la zonación. H.S.I. horizonte supralitoral inferior; H.M.S. horizonte mediolitoral superior; H.M.M. horizonte mediolitoral medio; H.M.I. horizonte mediolitoral inferior; P.I. piso infralitoral.

facie *Chondria-Polysiphonia* mientras que, en el sector central donde la exondación es mayor hallamos la comunidad de *M. platensis*-*B. rodriguezi* en su facie de *Ulva lactuca*.

**Transección III (Fig. 4).**

Se seleccionó una roca prominente, ubicada en una zona muy expuesta a la acción del oleaje, que se eleva 4,00 m. sobre el nivel de las bajas mareas.

**Sección A-B (Fig. 4).** Pisos supralitoral, mediolitoral e infralitoral.

**HSI:** tiene un desarrollo oblicuo de 4,60 m. interrumpido en su parte media por una estrecha enclave del HMS; la totalidad del substrato está ocupado por el *Pachysiphonarietum lessoni*.

**HMS:** se extiende a ambos lados del HSI alcanzando mayor desarrollo hacia el Este donde tiene una amplitud de 0,52 metro; en ambos casos se halla ocupado por la biocenosis

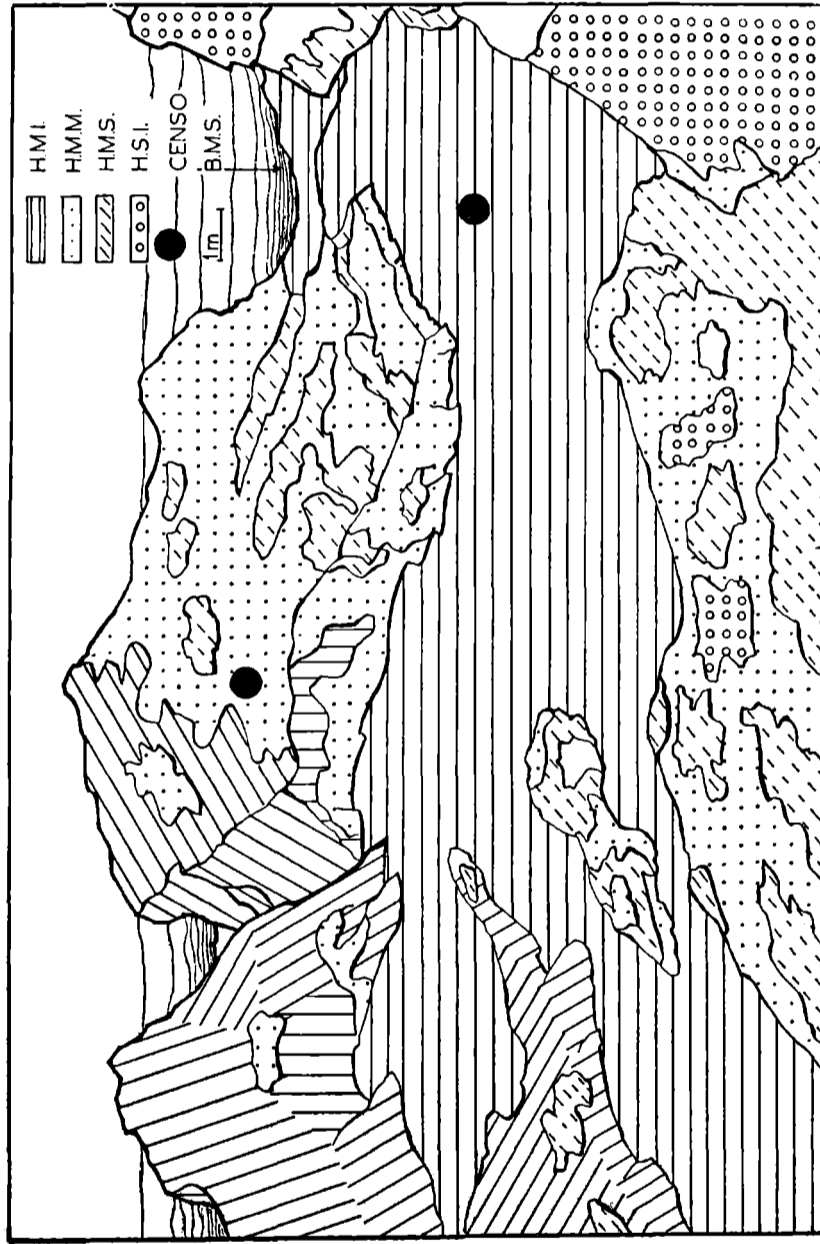


Fig. 5. Transección IV. Vista general de la zonación. HSI horizonte supralitoral inferior; HMS horizonte mediolitoral superior; HMM horizonte mediolitoral medio; HMI horizonte mediolitoral inferior; círculos negros, lugar donde se realizaron los censos; B.M.S. baja mareas de sigtaas.

**M. platensis-B. rodriguezii** facie **Hildenbrandia-P. lessoni-Nemalion**.

HMM: también acusa un desarrollo más notable hacia el Este con 0,45 m. de alto sobre una pared vertical; a uno y otro lado se desarrolla la misma comunidad: **M. platensis-B. rodriguezii** facie **Ulva lactuca**.

HMI: a diferencia de los otros horizontes del piso mediolitoral tiene su mayor desarrollo (1,10 m.) hacia el Oeste como consecuencia de la marea muy agitada que predomina sobre ese lado; se halla totalmente ocupado por la comunidad **M. platensis-B. rodriguezii** facie **Chondria-Polysiphonia**.

PI: se presenta únicamente sobre el lado Oeste y su límite superior está indicado por la presencia de **Dasyopsis** sp.

**Transección IV** (Fig. 5). Piso mediolitoral.

Todas las rocas están cubiertas por la comunidad de **Mytilus platensis-Brachyodontes rodriguezii** que al igual que en las demás transecciones presenta facies que caracterizan los distintos horizontes.

HMS: la facie **Hildenbrandia-Pachysiphonaria lessoni-Nemalion** forma manchones en las partes más prominentes de las rocas. **Nemalion** es constante pero no ocurre lo propio con **Porphyra**. El manto de mejillines tiene entre 5 y 7 cm. de espesor.

HMM: la facie de **Ulva lactuca** ocupa un gran porcentaje de la roca y es notable el gran espesor del mejillinar.

HMI: la facie **Polysiphonia-Ceramium** se desarrolla en las partes de la roca que soportan menos exondación, en los lugares donde el agua corre hacia los niveles inferiores, y en las paredes laterales de la misma. Es notable el mayor tamaño de **Mytilus platensis** en relación con los ejemplares de los otros horizontes.

En profundas grietas, donde el agua bate constantemente, se pudieron coleccionar numerosos organismos pertenecientes al Piso Infralitoral, a saber: Poríferos (in. litt.), Hidrozoos (**Sertularia** sp. y **Tubularia** sp.) Nemertinos (in. litt.), Moluscos (**Chaetopleura isabellei**, **Plaxiphora aurata**, **Crepidula dilatata**, **Crepidula** sp., **Saxicava sólida**, **Scala d'orbigny**), Poliquetos (**Plathynereis magalhaensis**, **Eunice argentinensis**, **Marphysa** sp., **Halosydnella australis**, **Halosydnella** sp., **Lepidasthenia** sp., **Thelepus** sp., **Hydroides** sp., etc.) (3), Decápodos (**Pachycheles haigae**, **Leucippa pentagona**, **Pelagia rotunda**, **Pilumnoides** sp.) y Picnogónidos (in litt.).

### III. POZAS DE MAREA

En la Transección II se hizo notable la presencia de pozas de marea con diferentes características ecológicas. Se hallan ubicadas

(3) La fauna de Poliquetos de Mar del Plata será motivo de una comunicación especial.

en los Pisos Infralitoral (HSI) y en el Mediolitoral. Hemos estudiado las tres más importantes y registrado las variaciones de algunos factores ecológicos. En general presentan una zonación muy particular donde se conjugan organismos de los Pisos Mediolitoral e Infralitoral.

**Poza 1** (Figs. 6 y 7). HSI, sup. aprox. 1,60 m<sup>2</sup>; prof. máx. 1,05 m.

**Sección a - b.** (Fig. 7 A).

Por debajo y sobre el nivel del agua se desarrolla una cintura de **Hildenbrandia** de 7 cm. de ancho que se continúa por un cinturón (no continuo) de 17 cm. de ancho ocupado por una comunidad de **Mytilus platensis-Brachyodontes rodriguezi-Polysiphonia**. En lugares poco soleados de este cinturón se desarrollan asociaciones de **Lyngbya** y agregaciones

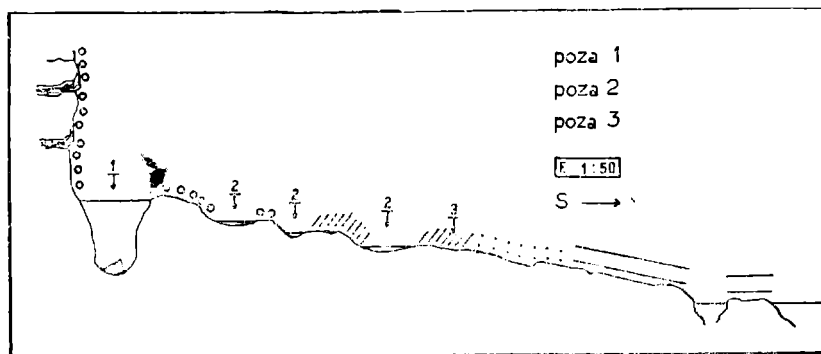


Fig. 6. Transección II. Corte transversal de la zonación pasando por las pozas de marca.

diatomíticas. Se desarrolla más abajo un cinturón de unos 35 cm. de ancho donde prospera una comunidad de **Corallina officinalis** que vive incluso epizoica sobre grandes ejemplares de **Mytilus platensis** y se halla acompañada por **Eunice argentinensis**, **Halosidnella australis**, **Plathynereis magalhensis**, **Idothea** sp., Ofiuroides (in. litt.), Ascidias y Gamáridos. Le sigue un cinturón de **Codium** sp. de 6 cm. de ancho, y otro de 30 cm con dominancia de **Bryopsis** sp. que es acompañada de **Idothea** sp. y Gamáridos. La microzonación concluye en una zona aparentemente desnuda de unos 37 cm. de alto, poblada también por **Bryopsis** (muy escasa y pequeña) aunque aparentemente desnuda.

**Sección c-d** (Fig. 7B).

Sobre el extremo C se desarrollan las mismas comunidades que fueron descritas en la sección a-b con algunas variaciones locales. En cambio sobre el lado opuesto, muy posiblemente como consecuencia de una pequeña entrada de agua dulce y menor iluminación, la zonación se inicia por una biocenosis donde predominan sucesivamente **Brachyo-**

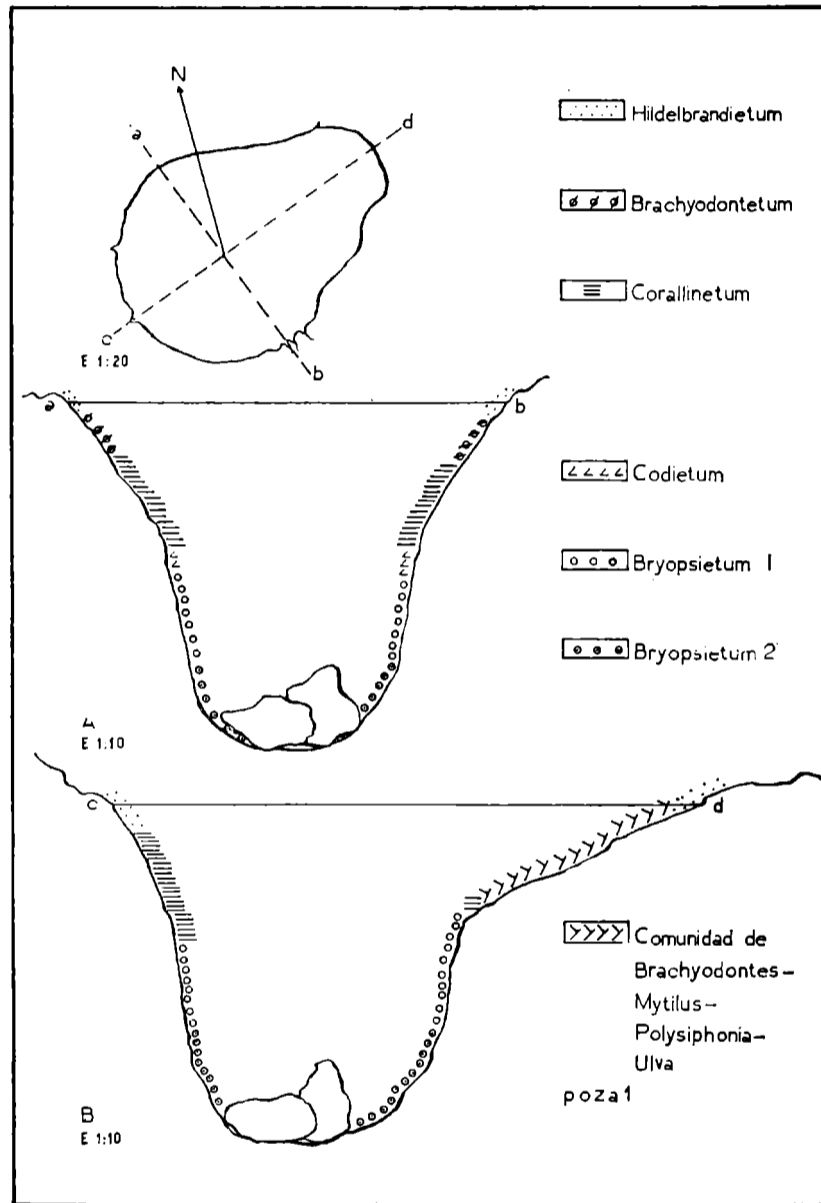


Fig. 7. Poza de marca 1. Vista horizontal. A, corte transversal a-b; B, corte transversal c-d.

**dontes rodriguezi**, **Mytilus platensis**, **Polysiphonia** y **Ulva lactuca**. El resto del substrato está poblado por una comunidad de **Bryopsis** que adopta dos facies: en la superior vive además **Corallina officinalis** y numerosos Poliquetos. (Entre éstos es notable el gran tamaño de algunos ejemplares de

**Eunice argentinensis** y la abundancia de **Dorvillea** sp. Hemos hallado además ejemplares de **Thelepus** sp., en cuyos tubos vive como inquilino **Halosydnella australis**, y otros Cirratúlidos y Sílicos (*in. litt.*) que otorgan un aspecto muy particular a la comunidad. Los últimos 40 cm. de la cubeta están ocupados por una facie difusa de **Bryopsis** entre los que se intercalan algunos ejemplares de mejillín.

**Factores ecológicos** (tabla 5).

Los datos consignados señalan cierta variabilidad, aunque no extrema, de algunos factores. La temperatura superficial osciló entre 19°C y 24,1°C, y la salinidad entre 23,68 ‰ y 34,27 ‰. Al mismo tiempo la valoración del oxígeno disuelto demostró una notable estratificación: mientras en la superficie alcanzó al 42 % de saturación, en las proximidades del fondo era del 13 %; este factor aparecería así como principal responsable de la zonación, en especial de la ausencia de una comunidad importante en el cinturón más profundo.

**Poza 2** (Fig. 8). HSI, entre una serie de pozas encadenadas; sup. aproximadamente 1,75 m<sup>2</sup>, prof. máx. 0.17 m.

**Sección e-f.**

Zonación poco marcada. Bordeando la cubeta se observa un estrecho cinturón de 7 cm. poblado por **Hildenbrandia** y

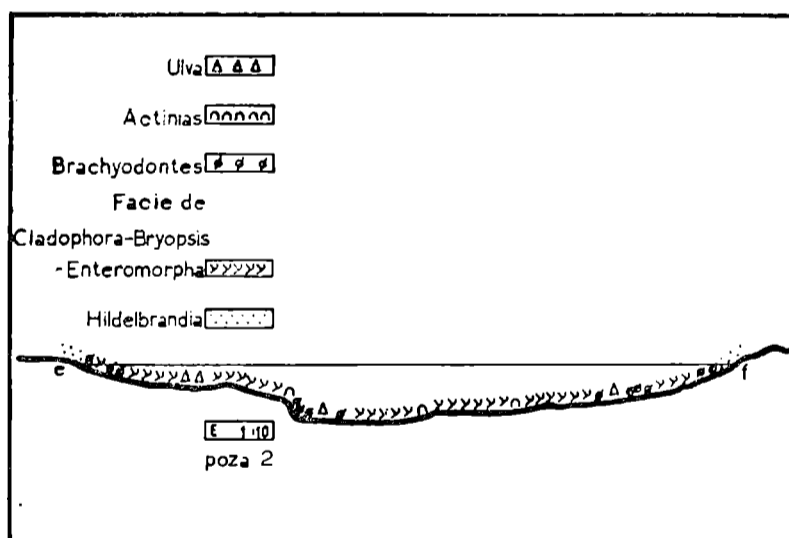


Fig. 8. Poza de marea 2. Corte transversal de la zonación.

**Chaetomorpha** a las que acompañan algunos ejemplares de **Brachyodontes rodriguezi** que lleva epizoicas a **Corallina officinalis**, **Ulva lactuca**, **Enteromorpha** sp., **Pachysiphonaria lessoni**, **Halosydnella australis** y algunas Actinias.

**Factores ecológicos (tabla 5).**

El carácter más saliente de esta poza es la marcada euri-termia y eurihalinidad que determinan un desarrollo limitado de algunos organismos y la ausencia de otros que viven en pozas vecinas. En efecto, la temperatura osciló entre un mínimo de 22,3°C y un máximo de 31°C, y la salinidad entre 22,41 ‰ y 35,55 ‰.

**Poza 3. HMI, sup. aprox. 0,84 m<sup>2</sup>; prof. máx. 1,10 m.**

En uno de los extremos de la poza y sobre el nivel del agua hallamos un cinturón de *Hildenbrandia* de 27 cm. de ancho por debajo del cual se ubica un denso cinturón de *Brachyodontes rodriguezi* de 9 cm. Por debajo de ese nivel se continúa el mejillinar por espacio de 62 cm., cubierto en sus primeros 8 cm. por algas epizoicas: *Ulva lactuca* (MA), *Polysiphonia* (E), y *Bryopsis* (E). El resto de este cinturón se halla cubierto por *Corallina officinalis* (MA), *Dyctiota* (MA), *Ulva lactuca* (E), *Bryopsis* (E), *Codium* (E) y *Actinias* (F). Se continúa luego una faja de 33 cm. poblada por una biocenosis de *Bryopsis*. Concluye la pared de la poza en una parte desnuda de 24 cm. de ancho.

Sobre la pared opuesta se desarrolla un cinturón de 7 cm. de *Hildenbrandia* sp. sobre el cual se encuentran *Brachyodontes rodriguezi* (F), *Chaetomorpha* (A), *Pachysiphonaria lessoni* (E), *Ulva lactuca* (E) y *Bryopsis* sp. Por debajo se extiende un cinturón de 22 cm. de ancho de *B. rodriguezi*.

**Factores ecológicos (tabla 5).**

Dada su ubicación los factores ecológicos son más estables. La temperatura superficial osciló entre 21°C y 27°C mientras que en un día de intenso calor se registró estratificación térmica (ver tabla 5). La salinidad fue asimismo más estable que en las pozas 1 y 2, oscilando entre un mínimo de 32,38 ‰ y un máximo de 34,54 ‰ (salinidad de las aguas libres 33,07 ‰).

**IV. DENSIDAD Y BIOMASA DE LA POBLACION**

El análisis cuantitativo de las poblaciones del Piso Mediolitoral, consideradas en forma separada las distintas especies, han arrojado los siguientes resultados:

**1. *Brachyodontes rodriguezi***

HMS: 43.552 i/m<sup>2</sup> (peso seco 5.504 gr.; ceniza: 4.378,72 gr.).

HMM: 6.736 i/m<sup>2</sup> (peso seco 4.750,24 gr.; cenizas: 3.266,24 gr.).

HMI: 4.192 i/m<sup>2</sup> (peso seco 1.556,48 gr.; cenizas: 1.229,28 gr.).

Es evidente una pronunciada disminución de la densidad de la población desde el HMS al HMI. El porcentaje de cenizas osciló entre un máximo de 79,55 % (HMS) y un mínimo de 68,76 % (HMM); 79,00 % en el HMI.

**2. Mytilus platensis**

HMS: 272 i/m<sup>2</sup> (peso seco 0,28 gr.; cenizas: 0,24 gr.).

HMM: 1.056 i/m<sup>2</sup> (peso seco 661,76 gr.; cenizas 516,64 gr.).

HMI: 2.752 i/m<sup>2</sup> (peso seco 824,64 gr.; cenizas 537,44 gr.).

En este caso ocurre la inversa que en el ejemplo anterior: la densidad de la población aumenta desde el HMS al HMI mientras que el porcentaje de cenizas disminuye apreciablemente lo que está demostrando un tamaño mayor de los individuos a medida que nos acercamos al Piso Infralitoral (85,71 % en el HMS; 79,55 % en el HMM; y 65,14 % en el HMI).

Ambos Mitílidos representan el 95 % de los zoocomponentes de la biocenosis.

**3 Pachysiphonaria lessoni**

HMS: 1.680 i/m<sup>2</sup> (peso seco 16,80 gr.; cenizas 11,04 gr.).

HMM: 144 i/m<sup>2</sup>.

HMI: 16 i/m<sup>2</sup>.

Su disminución desde el HMS al HMI es tan significativa que nos impidió registrar los datos de peso seco y cenizas en los HMM y HMI.

El resto de los zoocomponentes no son apreciables cuantitativamente aunque algunas especies pueden contribuir a definir la zonación: tal el caso de algunos Anélidos y Nemertinos (in. litt.).

La densidad total de los zoocomponentes es muy variable. Mientras en el HMS asciende a 46.064 i/m<sup>2</sup> en los horizontes MM y MI oscila entre 8.000 y 7.000 i/m<sup>2</sup>. Seguramente ello se debe al menor tamaño de los ejemplares de Mitílidos.

**4. Nematia**

HMS: peso seco 8,16 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 6,40 gr.).

No se registró cuantitativamente en los horizontes MM y MI.

**5. Porphyra**

HMS: peso seco 4,32 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 1,92 gr.).

HMI: peso seco 0,016 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 0,0032 gr.).

En el HMM no se registró su presencia en forma cuantitativa.

**6. Ulva lactuca**

HMS: peso seco 0,096 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 0,032 gr.).

HMM: peso seco 50,88 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 22,88 gr.).

HMI: peso seco 21,92 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 10,24 gr.).

**7. Chondria**

HMS: no se registró cuantitativamente su presencia.

HMM: peso seco 6,08 gr/m<sup>2</sup> (peso de cenizas 3,52 gr.).

HMI: peso seco 180,48 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 16,64 gr.).

## 8. Polysiphonia

HMS: no se registró cuantitativamente su presencia.

HMM: peso seco 9,44 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 4,32 gr.).

HMI: peso seco 77,60 gr/m<sup>2</sup> (cenizas 45,28 gr.).

	SUPRALITORAL		MEDIOLITORAL			SUPRALITORAL	
	H.L.S.	H.M.I.	H.M.M.	H.M.S.	H.S.I.	H.S.S.	
BRACHYDONTES		D	D	D			
MYTILUS		D	D	D			
PACHYSIPHONARIA		C	C	F	D		
ULVA LACTUCA		F	A				
CLADOPHORA			F				
ENTEROMORPHA		C	A				
CHAETOMORPHA			F				
HEMALION				F			
POLYSIPHONIA	A	A	C				
PORPHYRA				A			
CHONDRIA	A	A	E				
CORALLINA		F					
WILDEBRANDIA		A	A	A			

Fig. 9. Distribución zonal de las principales especies.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las estribaciones de la Sierra de Tandil, existentes en las costas de la ciudad de Mar del Plata, constituyen dentro del sistema litoral o fital bonaerense la única zona con substrato rocoso a lo largo de cientos de kilómetros. Hacia el sur y hacia el norte se extienden playas arenosas, sólo alteradas por algunas restingas o construcciones portuarias, que llegan hasta la Bahía Blanca por un lado y hasta la desembocadura del Río de la Plata por otro.

El área de estudio se constituye de esta forma en una zona biogeográficamente interesante. Nuestras observaciones parecen indicar que se trata de una región biocenológica aislada lo que se explica por la ausencia de grupos que, en otras regiones, caracterizan a los pisos mediolitoral y supralitoral. Las playas arenosas se comportan de esta manera como barreras biogeográficas para ciertos organismos.

En el Piso Supralitoral la ausencia más notable la constituyen los Isópodos *Ligidae* y los Moluscos del gen. *Littorina* muy abundantes en otras regiones del mundo, incluyendo las costas de Brasil, Chile y Venezuela.

Otro hecho notable es la ausencia en el Piso Mediolitoral de Cirripédos, animales que lo caracterizan en muchas costas incluyendo

las de América del Sur. En Mar del Plata se registra un hecho curioso: mientras en las escolleras del interior del puerto *Balanus* forma agregaciones densas que cubren el substrato supra y mediolitoral, su ausencia es total en las rocas entre Playa Grande y Playa Chica. Este fenómeno puede explicarse por el aporte biológico que realizan los barcos de ultramar gracias a sus incrustaciones. Su ausencia en la zona de nuestros estudios no deja de ser un hecho notable que podría tener explicación en la moda muy agitada que la caracteriza y en la dirección de las corrientes.

Un análisis más minucioso de la microfauna acompañante contribuirá sin duda con más elementos de juicio para confirmar aquella hipótesis.

La zonación puede resumirse de la siguiente manera.

1. En el Piso Supralitoral se diferencian tres horizontes de los cuales el HSI es el mejor caracterizado biológicamente por la presencia de una comunidad de *Pachysiphonaria lessoni*.
2. En el Piso Mediolitoral se diferencian tres horizontes ocupados por otras tantas facies de una misma biocenosis de *Mytilus platensis-Brachyodontes rodriguezi*. En el HMS encontramos un predominio absoluto de *B. rodriguezi* y la destacada presencia, entre las algas acompañantes, de *Hildenbrandia* y *Nemalion*; la población de *Pachysiphonaria lessoni* es la mayor del piso. En el HMM disminuye notablemente la densidad de *B. rodriguezi* y de *P. lessoni*, y aumenta considerablemente la de *M. platensis*; entre las algas acompañantes predomina *Ulva lactuca*. En el HMI disminuye aún más la densidad de *B. rodriguezi*, casi desaparece *P. lessoni* y aumenta el número de *M. platensis*; entre las algas acompañantes predominan *Chondria* y *Polysiphonia*.
3. El límite superior del Piso Infralitoral está muy diferenciado por la presencia de *Dasyopsis* a quien acompaña una variada fauna epilítica y epizoica.
4. Las pozas de marea resultan ser enclaves donde se repite, en forma de microzonación, la composición biológica ya analizada.

Los resultados cuantitativos indican que la mayor biomasa y densidad de la biocenosis corresponde al HMS. Aunque la densidad en el HMM disminuye en un 83 % la biomasa sólo disminuye en el 1 % (los individuos del HMM son proporcionalmente de mayor talla y peso. En el HMI la población es un 10 % menos que en el HMM y la biomasa también menor en un 52 % (disminuye nuevamente la talla y peso de los componentes). La climax de la biocenosis parece estar entonces en el HMM.

#### BIBLIOGRAFIA

- PÉRÉS, J. M., (1961). *Océanographie biologique et biologie marine. Tome I. La vie benthique*. Ed. Press. Univ. de France, 541 p. París.
- OLIVIER, S. R.; I. K. DE PATERNOSTER y R. BASTIDA, (1966). *Estudios biocenóticos en las costas de Olubut (Argentina). I. Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo)*; Boletín Inst. Biol. Marina, 10: 1-74. Mar del Plata.

TABLA 1. Resultado de los censos del Horizonte Mediolitoral Superior (cifras por m<sup>2</sup>).

Nº	EJEMPLARES	Nº	% del Nº	Peso seco gr.	% del peso seco	Nº	Cenizas gr.	% de cenizas	Nº	Régimen alimentario
<b>ZOOCOMPONENTES</b>										
1	Brachyodontes rodriguezi	43.552	94,54	5504,00	99,41	1	4378,72	99,52	1	filtradores
2	Pachysiphonaria lessoni	1.680	3,64	16,80	0,30	2	11,04	0,25	2	fitófagos
3	Anipodos (Gamaridos)	512	1,11	2,40	0,04	3	0,64	0,01	3	omnivoros
4	Mytilus platensis	272	0,59	0,28	0,002	4	0,24	0,005	4	filtradores
5	Varios (Peliquetos, Isópodos)	48	0,10	—	—	—	—	—	—	—
—	SUBTOTAL	46.064	—	5523,36	—	—	4390,64	—	—	—
<b>FITOCOMPONENTES</b>										
—	Nemalion	—	—	8,16	0,14	1	6,40	0,10	1	—
—	Porphyra	—	—	4,32	0,07	2	1,92	0,04	2	—
—	Algas varias	—	—	0,64	0,01	3	0,24	0,005	3	—
—	Ulva lactuca	—	—	0,09	0,001	4	0,032	0,007	4	—
—	SUBTOTAL	—	—	13,21	—	—	8,88	—	—	—
—	TOTAL	46.064	—	5536,57	—	—	4399,52	—	—	—

TABLA 2. Resultado de los censos del Horizonte Mediolitoral Medio (cifras por m<sup>2</sup>).

Nº	EJEMPLARES	Nº	% del N°	Peso seco gr.	% del peso seco	Nº	Cenizas gr.	% de cenizas	Nº	Régimen alimentario
<b>ZOOCOMPONENTES</b>										
1	<i>Brachyodontes rodriguezi</i>	6.736	85,91	4750,24	86,25	1	3266,24	85,42	1	filtradores
2	<i>Mytilus platensis</i>	1.056	13,46	661,76	12,01	2	516,64	13,51	2	filtradores
3	Anfipodos	26	0,33	15,52	0,28	3	0,32	0,008	4	omnivoros
4	Varios (Poliquetos, Isópodos)	22	0,28	1,92	0,03	4	2,40	0,06	3	—
—	SUBTOTAL	7.840	—	5429,44	—	—	3785,60	—	—	—
<b>FITOCOMPONENTES</b>										
—	<i>Ulva lactuca</i>	—	—	50,88	0,92	1	22,88	0,59	1	—
—	<i>Polysiphonia</i>	—	—	9,44	0,17	2	4,32	0,11	3	—
—	<i>Corallina - Jania</i>	—	—	8,48	0,15	3	5,40	0,16	2	—
—	<i>Chondria</i>	—	—	6,08	0,11	4	3,52	0,09	4	—
—	<i>Scytosiphon</i>	—	—	2,88	0,05	5	0,64	0,01	5	—
—	<i>Herposiphonia</i>	—	—	0,32	0,005	6	0,16	0,004	6	—
—	SUBTOTAL	—	—	78,08	—	—	37,92	—	—	—
—	TOTAL	7.840	—	5507,52	—	—	3823,52	—	—	—

TABLA 3. Resultado de los censos del Horizonte Mediolitoral Inferior (cifras por m<sup>2</sup>).

Nº	EJEMPLARES	Nº	% del Nº	Peso seco gr.	% del peso seco	Nº	Cenizas gr.	% de cenizas	Nº	Régimen alimentario
<b>ZOOCOMPONENTES</b>										
1	Brachyodontes rodriguezi	4.192	59,14	1556,48	57,84	1	1229,28	66,64	1	filtradores
2	Mytilus platensis	2.752	38,82	824,64	30,64	2	537,44	29,13	2	filtradores
3	Varios (Actinias, Braquiuros, Polychaeta, Pachysiphonaria, Isópodos, Nemertinos)	128	1,80	17,60	0,65	3	2,24	0,12	3	—
4	Anfipodos (Gamáridos)	16	0,22	0,016	0,0005	4	0,016	0,0008	4	omnivoros
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>7.088</b>		<b>2398,736</b>	<b>89,1305</b>		<b>1768,976</b>			
<b>FITOCOMPONENTES</b>										
—	Chondria (1)	—	—	180,48	6,70	1	16,64	0,90	2	—
—	Polysiphonia	—	—	77,60	2,88	2	45,28	2,45	1	—
—	Ulva lactuca	—	—	21,92	0,81	3	10,24	0,55	3	—
—	Corallina	—	—	5,76	0,21	4	0,16	0,0008	6	—
—	Enteromorpha	—	—	5,44	0,20	5	2,56	0,13	4	—
—	Algas varias (Rodomelaceas, Ceramiaceas)	—	—	0,96	0,03	6	0,64	0,03	5	—
—	Periphyra	—	—	0,016	0,0005	7	0,0032	0,0001	7	—
—	<b>SUBTOTAL</b>	—	—	<b>292,176</b>	—	—	<b>75,5232</b>	—	—	—
—	<b>TOTAL</b>	<b>7.088</b>	—	<b>2690,912</b>	—	—	<b>1844,4992</b>	—	—	—

(1) Datos correspondientes a dos censos, el tercero está incluido en algas varias.

**TABLA 4. Registros comparativos de los organismos indicadores del Piso Mediolitoral**

	H M S			H M M			H M I		
	Nº ind.	Peso seco gr.	Peso cenizas gr.	Nº ind.	Peso seco gr.	Peso cenizas gr.	Nº ind.	Peso seco gr.	Peso cenizas gr.
<b>Brachyodontes rodriguezi</b>	43.552	5504,00	4378,72	6.736	4750,24	3266,24	4.192	1556,48	1229,28
<b>Mytilus platensis</b>	272	0,28	0,24	1.056	661,76	516,64	2.752	824,64	537,44
<b>Pachysiphonaria lessona</b>	1.680	16,80	11,04	144	—	—	16	—	—
<b>Nemalion</b>	—	8,16	6,40	—	—	—	—	—	—
<b>Porphyra</b>	—	4,32	1,92	—	—	—	—	0,016	0,0032
<b>Ulva</b>	—	0,09	0,032	—	50,88	22,88	—	21,92	10,24
<b>Chondria</b>	—	—	—	—	6,08	3,52	—	180,48	16,64



## MODERNAS TEORIAS SOBRE LA ANGUSTIA

Por EUGENIO PUCCIARELLI

### RESUMEN

La actualidad del tema no se explica solamente por la conciencia de la difusión del fenómeno de la angustia —moral y mórbida— en el mundo contemporáneo en razón de las situaciones por las que atraviesa la sociedad de nuestro tiempo. Hay otros factores: los progresos de la neurología, los intereses terapéuticos en relación con el tratamiento de las neurosis, que han estimulado la investigación del fenómeno y la elaboración de teorías encaminadas a explicar su génesis. No faltan los intereses filosóficos: la función descubridora que la filosofía existencialista atribuye a la angustia a la que considera fecunda vía de acceso a la realidad, reveladora de aspectos inaccesibles por otros métodos.

La complejidad del fenómeno ha estimulado los intentos de descripción desde diferentes ángulos: científico natural, psicológico, psicoanalítico, filosófico, y su exploración a distintos niveles: vital, psíquico, histórico, existencial, metafísico.

Las diferencias de enfoque no anulan las coincidencias de los resultados. Por su índole, la mayoría concuerda en señalar que la angustia es una determinación inherente al hombre en cuanto tal, y sólo excepcionalmente un hecho patológico; no es una imperfección, sino un rasgo positivo vinculado al espíritu y a la libertad. Se resiste a su traducción en conceptos dado que se presenta siempre como ambigua: oprime y cautiva, atrae y repele. Se la ha definido como el vértigo de la libertad y se la asocia estrechamente al tiempo en la dimensión del futuro.

### ABSTRACT

Current interest on this subject is not aroused only by the awareness of the diffused phenomenon of dread —either normal or morbid— in present-day society as a result of the situations it faces. There are other reasons as well: the progress of neurology and the concern of therapeutics with the treatment of neurosis have led to the study of this phenomenon and the introduction of theories to account for its appearance. There is also a philosophical interest in the problem —dread is endowed with a discovering power by existentialism, and so considered as a profitable way of grasping reality because it discloses what cannot be revealed through other methods.

The complexity of this phenomenon has encouraged attempts to describe it from different angles —scientific, psychological, psychoanalytic,

philosophical—, and to examine it at various levels —vital, psychic, historical, existential and metaphysical.

A common outcome is not impaired by these distinct approaches. There is a general agreement in stating that dread is by nature an inherent feature in man, which only exceptionally should be considered as a pathological fact. Accordingly, we are not confronted with the lack of something, but with a positive trait related to spirit and freedom. Dread cannot be expressed in the language of concepts because its nature is always ambiguous: at the same time it oppresses and captivates, it both attracts and repels. It has been considered as the dizziness of freedom and closely connected with time in the dimension of the future.

### 1

El pensamiento de hoy no puede eludir el tema de la angustia. (1) La situación no es nueva ni original: en épocas remotas y en las civilizaciones más dispares, la angustia ha quebrantado la alegría y la tranquilidad de los hombres. Aun el historiador que sólo pone atención en los pormenores más externos de una época no ha podido dejar de recoger el eco áspero de esa extraña emoción. Mucho menos la literatura antigua, que ofrece por boca de los profetas o los salmistas, los trágicos o los moralistas, el testimonio del dolor o de la desesperación de las víctimas de opresiones de toda índole: castigo divino, derrota militar, intriga política, persecución eclesiástica. Ante hechos tan frecuentes, ¿quien no sentiría la tentación de considerar a la angustia como inseparable de la condición humana?

Si es verdad que nunca ha estado ausente del repertorio, siempre variado y cada vez más nutrido, de las inquietudes humanas, ahora su presencia es permanente y nadie logra eludir su acoso. También es cierto que la preocupación que obsede a nuestros contemporáneos

---

(1) Muchas publicaciones recientes, destinadas a examinar los distintos aspectos del problema de la angustia, ofrecen la prueba de este aserto. Basta con limitarse a mencionar dos de las más significativas: las conferencias y debates organizados en Ginebra en 1953 y recogidos en el volumen *L'angoisse du temps présent et les devoirs de l'esprit*, Editions de la Baconnière, Neuchâtel 1954, y *Der Angst*, Rascher Verlag, Zurich 1959, traducido al español e incorporado a la serie que lleva el título común de "Tribuna de la Revista de Occidente", Madrid 1960.

El primero contiene los estudios de Raymond de Saussure, *L'aspect psychologique de l'angoisse*; Paul Ricoeur, *Vrai et fausse angoisse*; Mircea Eliade, *Le symbole religieux et la valorisation de l'angoisse*; Robert Schuman, *Les causes sociales et politiques de l'angoisse*; Guido Calogero, *L'angoisse et la vie morale*; François Mauriac, *La victoire sur l'angoisse*. Entre los debates que registra el volumen merece destacarse la exposición de Georges Friedmann, *Les conséquences intellectuelles et morales des conditions du travail dans la société contemporaine*.

El segundo reúne los trabajos de Heini Hediger, *La angustia del animal*; Hans Zulliger, *La angustia del niño*; Erich Neumann, *La angustia ante lo femenino*; Urs Schwarz, *La angustia en la política*; Gaetano Benedetti, *La angustia desde el punto de vista psiquiátrico*; Arthur Jores, *Angustia de vida y angustia de muerte*; Ernst Benz, *La angustia en la religión*; Walter Ueberwasser, *La angustia en la pintura occidental*.

no siempre exhibe una significación precisa. Pero la palabra, que ha salido del vocabulario de los técnicos para incorporarse al acervo del pueblo, parece recoger en los pliegues de su amplio manto los matices más heterogéneos de aquella emoción y prestarse con docilidad para nombrar estados y situaciones, individuales o colectivos, que no disimulan ciertos rasgos comunes.

Motivos prácticos, que proceden del terreno social, con sus inevitables resonancias políticas y económicas, e intereses teóricos, que tienen su raíz en la ciencia y en la filosofía, se conjugan para explicar la actualidad y la difusión del tema.

Entre los primeros se cuenta el sentimiento de inseguridad, que embarga a nuestra generación y que se traduce en un vago y difuso malestar no engendrado, al parecer, por la amenaza de ningún peligro preciso. Quizá la incertidumbre en que vive el hombre de hoy reconozca su origen en los desequilibrios que afectan a la sociedad contemporánea y en la inestabilidad política del Estado. Pero también en la impotencia del individuo frente a los cambios sociales, que lo ponen a merced de la colectividad o de la minoría que detenta el poder y lo convierten en víctima de errores y abusos. A ello se unen las crisis que conmueven a Oriente y Occidente, los conflictos entre naciones, la ingerencia política y militar de un país en otro, y la misma desconfianza ante el progreso de la técnica, que por momentos se convierte en implacable medio de destrucción. No faltan las cuestiones sociales derivadas del deseo de mayor participación en los bienes y goces, fomentado generosamente por la igualdad jurídica, pero entorpecido por la desigualdad congénita que caracteriza a los hombres en lo que atañe a la posesión de cualidades morales e intelectuales, aparte de la desigualdad que proviene de la diversidad de tareas y condiciones de vida. El hombre de hoy, sensible a la justicia, no tolera la subordinación y la explotación, y experimenta inquietud frente al futuro próximo de un mundo convulsionado, todo lo cual enturbia su afán de tranquilidad y se traduce en un malestar que compromete su equilibrio anímico.

No sólo de la situación anormal de una época de crisis surgen factores desencadenantes de angustia. También las condiciones mismas del trabajo cotidiano ejercen un efecto similar. Nuestra persona entera está comprometida en la tarea que realiza a diario. En más de una ocasión, la tarea, por las condiciones en que se desenvuelve, engendra tensiones que constituyen la raíz de frustraciones individuales y el origen de conflictos que afectan a la colectividad. No siempre el individuo se siente integrado en la labor que realiza: muchas veces participa en ella a disgusto, y lo hace con reticencias que comprometen su eficacia y reducen su rendimiento. Es un hecho conocido que la división del trabajo paralela a la diversificación creciente de las tareas, ha multiplicado el número de oficios. Pero también los ha quebrado en pedazos, por así decirlo, al especializar en tal forma las funciones que el operario reduce su intervención a la práctica mecánica de unos pocos movimientos estereotipados, que se repiten de una manera monótona. En el orden técnico-industrial esta tendencia ha adquirido ingentes proporciones. La actividad mecánica, incapaz de deparar goce, se agrava con la rapidez del ritmo que impone el trabajo en cadena. La pe-

licula de Chaplin, "Los tiempos modernos", ilustra elocuentemente esta situación, que no es otra que la del trabajo anónimo que sustrae al obrero la parte de dignidad que el hombre proyecta siempre sobre lo que hace. En el artesano de antaño la ejecución del trabajo prolongaba la función creadora del pensamiento. La mecanización de la industria actual ha cavado un abismo entre ambos: por un lado, el proyecto elaborado por el equipo de técnicos que se mueven en el plano intelectual y tienen conciencia de la integración de los detalles en el conjunto, por otro, la realización efectiva del trabajo, dividido en infinitos detalles a cargo de operarios diferentes que carecen de la visión de la totalidad. El obrero de hoy no disfruta del doble goce que proporcionan el avance en la tarea y el éxito final de la obra terminada. De ahí proviene su sentimiento de frustración. La industria moderna, cada vez más racionalizada en beneficio de la producción económica de bienes de consumo, reclama menos el ejercicio de la inteligencia por parte del obrero: todo está previsto de antemano, no hay sitio para el azar y, por lo tanto, no hay situaciones que reclamen la solución de problemas inesperados que exijan la intervención de la inteligencia. ¡Qué raro que en la situación actual el trabajo acabe por producir el embotamiento del espíritu crítico, la anulación del juicio independiente! Y cuando el individuo, sometido a estas condiciones, advierte las consecuencias, no es extraño que se sienta conducido a estados neuróticos. La agresividad en el ocio, la violencia en política, el desenfreno en la conducta sexual, la pasión incontrolada en el juego, la extorsión en el orden gremial, no son más que algunos síntomas a través de los cuales se exterioriza el estado neurótico que afecta a muchos hombres de nuestra época.

También la política es fuente de angustia. Lo es superlativamente en los regímenes totalitarios, donde el individuo está siempre sujeto a sospecha y su conducta sometida a constante vigilancia. Pero no deja de serlo igualmente, al menos en forma esporádica, en los sistemas democráticos, sobre todo cuando sus gobernantes, inseguros en el ejercicio del poder, se sienten amenazados por peligros exteriores y temen la complicidad de sus súbditos con el enemigo de afuera. No sólo el gobernado es presa de angustia; también suele serlo el propio gobernante, para quien esa emoción no siempre es ajena a sus decisiones políticas. La difusión de amenazas sobre la existencia de una comunidad logra despertar un estado de angustia que intimida al individuo y paraliza su acción cuando no provoca su huida o su desertión. Por este medio se puede obrar sobre masas enteras y despertar una angustia colectiva, cuyos resultados son similares a los que se observan en la conducta del individuo aislado. Y ante una emoción colectiva de cierta intensidad se tornan inoperantes toda las exhortaciones de la reflexión. La historia de la primera mitad del siglo XX es pródiga en experiencias de esta índole: la incertidumbre ante el futuro inmediato, las guerras de nervios, las amenazas con armas secretas, la hábil propaganda del terror, la violencia —asesinato, mutilaciones, torturas, secuestros— esgrimida como táctica cotidiana han sido y, por desgracia, aún no han dejado de serlo, fuentes de angustia. No es imposible

que la emoción de los oprimidos rebote sobre los opresores, y éstos obren movidos por la angustia y realicen contra sí mismos lo que más temen en los otros.

## 2

Ciencia y filosofía han traído al primer plano de la consideración intelectual el problema de la angustia. Psiquiatría, psicología, psicoanálisis, unas veces con intención terapéutica y siempre con limpio propósito de explicación científica, han intentado arrojar luz sobre la naturaleza de la angustia, sus vínculos con el resto de la vida emocional y sus variedades clínicas. En un terreno que pretende ser estrictamente objetivo, en que los datos de la fisiología no excluyen la consideración atenta de la vivencia de la emoción, desde Pierre Janet hasta Kurt Goldstein se han examinado las conexiones entre sentimientos, comportamiento y cuerpo. También el psicoanálisis, inicialmente por obra de Sigmund Freud y después por sus continuadores, ha explorado las raíces subconscientes del fenómeno de la angustia. Por último, la filosofía existencialista, siguiendo el precedente de Kierkegaard, ha encontrado en la angustia una componente estructural inseparable de la existencia humana. Los nombres de Jaspers, Heidegger y Sartre jalonan la exploración de este dominio.

## 3

En su conocida obra, *De la angustia al éxtasis* (1928), Pierre Janet ha dado una interpretación de los sentimientos en términos de conducta, y después de distinguir dos grupos de conductas afectivas —que denomina primarias y secundarias—, ha explorado el dominio de estas últimas integrado por el temor, el sufrimiento, la alegría y la tristeza. De una manera que más tarde se ha prestado a agrias discusiones, Pierre Janet ha incluido la angustia en el segundo grupo, explicándola como una reacción de fracaso en relación con actos del individuo que no han alcanzado feliz término. En cambio, el neurólogo Kurt Goldstein, en su monografía sobre *El problema de la angustia* (1929), ha rebatido la teoría que convierte a la angustia en el resultado de un acto encaminado a un fin no logrado. Más bien, la angustia aparece sin objeto; precede, en el paciente, a la conciencia del objeto y aun a la conciencia reflexiva del propio yo. Sólo puede explicarse científicamente apelando a la estructura del organismo y sus reacciones, consideradas como totalidad. No sigue a la conciencia del fracaso, sino comparece con todo el cortejo de sus signos objetivos durante la experiencia del fracaso. Y en esa ocasión conmueve a la persona íntegra y asume el carácter de una reacción catastrófica. En una obra posterior, *La estructura del organismo* (1934), Goldstein reaccionó contra su primera teoría y sostuvo que la angustia acompaña a algunas reacciones catastróficas, justamente aquéllas en que se produce una conmoción íntegra porque aparece amenazada la existencia misma.

Ni la teoría de Pierre Janet ni la de Kurt Goldstein satisfacen plenamente. La primera, al introducir la angustia entre las emocio-

nes melancólicas, no la distingue como es debido del temor, la tristeza, el sufrimiento. Tampoco parece acertado el vínculo entre angustia y fracaso. Este último podría acarrear disgusto, abatimiento, mal humor, consternación, emociones que no se dejan asimilar a la angustia. A la teoría de Goldstein, por otra parte, habría que reprochar que no siempre es correcto llamar angustia al tipo de comportamiento de los pacientes afectados por lesiones cerebrales. Otras emociones, como humillación, impaciencia, dolor moral entrarían propiamente en escena. Aparte de eso, Goldstein omite considerar en forma explícita la angustia neurótica, a la que resulta difícil aplicar su teoría. Estos reparos a las dos tesis expuestas han sido señalados por Juliette Boutonier, en su libro *La angustia* (1945), y no hay duda que se trata de objeciones serias dignas de ser meditadas.

## 4

La angustia ha merecido una constante atención de Sigmund Freud, a lo largo de toda su carrera de investigador. La reconoció desde temprano, propuso una primera interpretación, que corrigió más tarde y finalmente, sin quebrar la continuidad de sus explicaciones, amplió sus puntos de vista. Freud ha estimado siempre que la realidad es más importante que las teorías propuestas para entenderla. Habría sido absurdo, a su juicio, aferrarse a una explicación, por seductora que pareciese, y dejar de modificarla todas las veces que nuevos hechos se resistieran a encararse en los esquemas preparados para acogerlos. La probidad intelectual del investigador en el terreno de la ciencia se revela por su disposición para adaptarse frente a lo novedoso.

La teoría de Freud acerca de la angustia atraviesa por tres etapas. Todas ellas presuponen la distinción de dos planos —consciente y subconsciente— de la vida psíquica y el tránsito de uno a otro.

La primera, fijada hacia el año 1895, distingue la neurastenia y la neurosis de angustia, y caracteriza a esta última como un estado flotante que acecha la ocasión para manifestarse y que lo hace en forma de accesos. Proviene de una satisfacción incompleta o deficiente de las necesidades sexuales. Más adelante, hacia 1908, Freud había de describir otra neurosis, la histeria de angustia, que se distingue por la aparición de fobias de la índole más variada, y obedece también a la represión de la libido, cuyo efecto se traduce en el plano psíquico. La diferencia entre ambas formas —neurosis de angustia e histeria de angustia— parece advertirse a través de la variable participación de los ingredientes somático y psíquico de la libido. Si ésta alcanza un grado de tensión muy elevado, en el plano somático, por excitaciones intensas que no logran su fin normal —el acto sexual y la voluptuosidad—, aparece la neurosis de angustia. En cambio, surge la histeria de angustia si la libido despierta de manera indirecta, más sutil, sobre el plano psíquico, y enseguida es rechazada. En la primera el yo consiente pero el instinto queda insatisfecho: hay decepción, en la segunda el yo detiene, traba la manifestación de la libido: hay rechazo, inhibición. En am-

bos casos, la angustia resulta de un conflicto psíquico; una tendencia normal es rechazada hacia lo subconsciente. Muy pronto Freud hizo retroceder hasta la infancia y aún más allá las raíces del conflicto generador de angustia: la primera experiencia de angustia estallaría en el grito del niño que se desprende del seno materno en el momento de nacer; traduciría la pérdida de una seguridad que lo ponía al abrigo de todo padecimiento. Esta experiencia quedaría grabada en lo subconsciente y toda situación desencadenante de angustia no haría otra cosa que evocar ese peligro latente.

La segunda etapa, desarrollada a partir de 1920, señala una complicación mayor de la estructura de la vida psíquica. Freud distingue tres elementos, que no siempre se mantienen en estricto equilibrio: el *yo*, donde convergen lo consciente y lo subconsciente, es el centro de la personalidad; el *ello*, manojos de instintos y de hábitos; y el *supra-yo*, asiento de los imperativos morales que inspiran las acciones singulares de la vida diaria. No sería errado considerarlo como una "segunda naturaleza" que, alternativamente, vigila, excita o reprime el comportamiento del individuo. Las presiones sociales ejercidas a través del medio ambiente, ya sea por la mera convivencia colectiva o por la educación, obran de una manera represiva sobre la espontaneidad del individuo y en gran medida modelan su personalidad. La angustia, como consecuencia de las exigencias del instinto, representa una señal de peligro. Cuando éste es real y consiste en una amenaza que proviene del mundo exterior se manifiesta la angustia objetiva, que asume las formas del temor, el miedo, el espanto; cuando el peligro, que proviene de los instintos desencadenados, es interno sobreviene la angustia neurótica; y, finalmente, cuando el peligro emana de las prescripciones del *supra-yo* en pugna con el *ello*, aparece la angustia de conciencia. En todos los casos, el *yo* sufre, y los síntomas de la neurosis no son más que mecanismos de defensa urdidos para evitar el sufrimiento.

La tercera etapa, posterior a 1932, representa la atenuación de algunas ideas anteriores —el significado etiológico del deseo insatisfecho o de la amenaza de un peligro— y la irrupción de nuevos mecanismos: en el interior de cada hombre se agitan y se contraponen, a veces hasta la exasperación, instintos de vida e instintos de muerte. Su conflicto interno, subyacente a la conciencia, explica el desgarramiento psíquico del neurótico. Al primer grupo corresponden los instintos sexual y de conservación, que dan cuenta de la supervivencia de la especie y que aseguran la protección del individuo. ¿Quién sabe si por debajo de ellos una tendencia más honda —que Freud ha llamado narcisismo— no será la fuerza secreta que mantiene la cohesión de la personalidad? Pero los instintos de muerte, agresivos y destructores, siempre en acecho, conspiran contra la integridad del *yo*. La angustia brotaría de la exageración de este antagonismo que es normal en el hombre.

Los discípulos de Freud han seguido y desarrollado las ideas del maestro correspondientes a las dos primeras etapas; la última, muy discutida, cuenta con menos adeptos.

El problema psicológico de la angustia tuvo una formulación brillante hace un siglo en la obra del filósofo danés Soeren Kierkegaard, *El concepto de la angustia* (1844). Aunque lo formula dentro del marco de la teología cristiana y con especial referencia al problema del pecado, sus análisis, fundados en sus propias experiencias, son frutos de una reflexión que no distingue los aspectos mórbido y normal del fenómeno, lo que no ha impedido, sin embargo, que sus descripciones hayan sido acogidas por la ciencia y la filosofía posterior, que en la mayoría de los casos no han logrado superar la precisión de sus formulaciones.

Los resultados del análisis de Kierkegaard no se dejan encerrar en un sistema conceptual, y no sólo por la aversión que el autor tenía en general a los sistemas, sino porque la angustia no es un concepto: es un rasgo constitutivo esencial de la existencia humana y no puede traducirse exhaustivamente a términos intelectuales y encerrarse en una fórmula conceptual transparente para todo el mundo. En el caso de Kierkegaard el análisis apelaba al testimonio de sus propias experiencias, era el eco de sus desequilibrios y sufrimientos. La notable capacidad de observarse a sí mismo y el don magnífico de expresión que poseía le permitieron calar muy hondo en la rica y compleja experiencia de que disponía. Pero su reflexión no distingue la forma mórbida y la forma normal de la angustia, porque en su propia vida no se habían disociado todavía.

Sostiene Kierkegaard que la angustia carece de objeto que la provoque. No es posible señalar un factor desencadenante porque aparece siempre en ausencia de todo estímulo visible. El estado de inocencia, que sin sentido peyorativo Kierkegaard asocia estrechamente con la ignorancia, no excluye la angustia, y nada puede señalarse como causa provocadora.

En conexión con la angustia se encuentran las ideas de posibilidad, tiempo y libertad. De actos pasados puedo arrepentirme pero no angustiarme. Sólo el futuro se cierne ante mí como una amenaza, por el bien que puede malograrse o por el mal que viene a mi encuentro. Soy libre para tender hacia uno u otro porque ambos se me ofrecen como posibilidades, y la angustia brota con la conciencia de no poder alcanzar la meta. Nuestra libertad encara un futuro que es meramente posible, y por tanto fuente de angustia.

La relación de la angustia con el espíritu invita a exponer brevemente la concepción del hombre que sostenía Kierkegaard. El hombre es síntesis de alma y cuerpo, síntesis organizada y sostenida por el espíritu. Este tercer elemento, aparentemente aglutinador, tiene una tendencia antitética: por un lado desea y por otro se opone a la síntesis perfecta. Hay, por así decirlo, una especie de guerra intestina en la actividad que desempeña el espíritu para unir y separar alma y cuerpo. De esta tendencia antitética nace propiamente la angustia.

Al concebir la angustia como un aspecto constitutivo del hombre e inseparable de su espíritu, se la excluye del dominio del animal, aunque algunos autores, sobre todo en la época contemporánea, hayan dedicado investigaciones a la angustia del animal. Posible-

mente no hay, en esos casos, una discriminación precisa de fenómenos que en el hombre se diferencian claramente: angustia, miedo y terror.

Asociada al espíritu, la angustia revela igual ambivalencia. Nadie más dotado que Kierkegaard para mostrar esa esencial duplicidad en la conducta del angustiado: sus propios sentimientos, tal como se manifestaban en el curso de su agitada vida personal, se lo revelaban. Así lo registraba su diario íntimo: "soy un Jano bifronte; uno de mis rostros rie, el otro llora". Esta ambivalencia vivida se ha traducido en una fórmula que después ha conquistado amplio favor: "La angustia es una antipatía simpática y una simpatía antipática", que muestra que la contradicción anida dentro del sentimiento mismo.

El análisis psicológico del fenómeno de la angustia se desenvuelve, en la obra de Kierkegaard, dentro del marco de la dogmática cristiana y, por lo tanto, aparece el concepto de pecado en conexión con los de libertad, posibilidad y angustia. De ello resulta que la angustia es la raíz del pecado como condición de posibilidad del mismo, pero a su vez, el pecado, una vez cometido, es nueva fuente de angustia. Más aún: la angustia entra en el mundo gracias al pecado, lo cual lleva a Kierkegaard a afirmar no sólo que la angustia es el supuesto del pecado original, es decir, la condición de la posibilidad histórica del mismo, sino a separar dos formas de angustia —subjetiva y objetiva—. La primera, comparable al vértigo, se apodera del individuo en el momento de cometer el pecado. Este es una consecuencia posible de la libertad y en ésta el espíritu pone al desnudo el límite de sus posibilidades. Su número y el hecho de que no estén realizadas de antemano y que obliguen a escoger produce vértigo. La angustia se define como "el vértigo de la libertad". La segunda forma, llamada objetiva, consiste simplemente en la presencia de la angustia en el mundo a raíz del pecado de Adán. Esta interpretación tiene un trasfondo dogmático: sostiene Kierkegaard que en Adán está todo el género humano. Cada hombre no es un individuo aislado, sino la especie entera. Se explica así la presencia en el mundo de la segunda forma de la angustia.

Aparte de esta división, que se explica por la atmósfera teológica en que se mueve el análisis psicológico de Kierkegaard, hay que distinguir dos especies en la angustia subjetiva, en su relación con el bien y el mal. La angustia ante el bien eleva la vida del individuo y halla su coronación en la fe que la suprime; da al sentimiento un carácter positivo. La angustia ante el mal nos deprime y confiere al sentimiento una tonalidad negativa, que le ha valido el nombre de demoníaca.

De este análisis ha de retenerse la conexión entre el vértigo y la angustia, que permite caracterizar a esta última como el vértigo de la libertad. Ningún hombre escapa a la angustia, y la angustia instala al hombre ante sí mismo.

Despojadas de su contexto teológico, las ideas de Kierkegaard han tenido fortuna tardíamente. Autores muy distintos en su orientación intelectual pero entregados a la tarea de analizar la existencia humana, han incorporado a sus sistemas partes fundamenta-

ies de la teoría sobre la angustia, hasta el extremo que muchas descripciones del fenómeno coinciden casi textualmente. Eso ocurre en las filosofías de la existencia de nuestro tiempo.

## 6

El primero en recoger el legado de Kierkegaard parece haber sido Karl Jaspers que ya en su *Psicopatología general* (1913) examina el problema de la angustia, que después retoma en su obra fundamental *Filosofía* (1932).

El filosofar, que Jaspers interpreta como "búsqueda del ser", ha de partir de nuestra situación y ha de realizarse desde la existencia. La tarea se reparte en los clásicos dominios de la filosofía, la ciencia y la metafísica, que se presentan sucesivamente como "aclaración de la existencia", "orientación en el mundo" y "indagación de la trascendencia". La angustia, que surge en el hombre y con el hombre, aparece a propósito de la aclaración de la existencia, y en relación con la libertad. En cuanto espontaneidad y iniciativa radical, la libertad se presenta como un acto de la existencia que consiste en la elección de sí mismo. El vértigo surge a la vista de las posibilidades que invitan a realizar la opción. La angustia se define en términos que recuerdan las fórmulas de Kierkegaard: el vértigo que experimenta la libertad al encontrarse forzada a elegir.

En la búsqueda de lo incondicionado, en que consiste el filosofar, el movimiento asciende de la conciencia como vivencia, realidad individual de la existencia empírica, a la conciencia absoluta anclada en la certidumbre del ser. Esa conciencia absoluta, que no es apresable como realidad empírica ni puede alcanzarse mediante ningún conocimiento, sólo puede existir conquistándose por un movimiento que hace surgir lo positivo a partir de lo negativo: la angustia es punto de partida.

Dos formas —vital existencial— asume la angustia. La primera, que afecta al yo empírico, proviene de la conciencia de la muerte que amenaza tronchar el curso regular de la vida. La segunda revela la posibilidad de la nada, la conciencia del propio no-ser existencial, el vacío del ser.

Abolir la angustia es empresa imposible: en el orden vital no hay seguridad objetiva, todo mal es posible; en el orden existencial, sólo la serenidad que brota de la certidumbre del ser puede dominar, sin suprimirla, la angustia.

Superar la angustia no equivale a suprimirla. Quererla es una manera de asumirla y otorgarle una función positiva. Para ello se requiere valentía. La genuina pregunta por el verdadero ser y el impulso hacia lo incondicionado reclaman esa valentía. La angustia se convierte, así, en el camino que conduce a la existencia. El criterio, no objetivo pero sí experimentado en lo íntimo de la vida filosófica consiste en la superación de la angustia en la conciencia absoluta, pero ésta es una meta penosamente alcanzada y siempre en trance de perderse.

## 7

La angustia adquiere una significación sobresaliente en el pensamiento de Martín Heidegger, no sólo en las páginas (40) de *Ser y*

tiempo (1927), sino también en su conferencia *¿Qué es metafísica?* (1929). El análisis de la existencia descubre la angustia como un elemento constitutivo esencial del ser del existente humano. La vida intelectual —el razonar, el juzgar, el concebir— hunde sus raíces en un subsuelo emocional, normalmente oculto a la mirada: allí está siempre presente una disposición afectiva que tiene múltiples maneras de manifestarse, cada una de las cuales es reveladora de aspectos del mundo y de la existencia humana. Sus nombres son temor, terror, espanto, timidez, medrosidad, zozobra, tedio, hastío, desinterés, angustia, júbilo, alegría... A todos y a cada uno Heidegger asigna una función descubridora. Los temples de ánimo nos colocan frente a ciertas realidades, las hacen patentes, las tornan manifiestas, no a la manera en que lo hace el conocimiento que, por esencia, implica un desdoblamiento de sujeto y objeto y, por tanto, una oposición polar y separación de dos términos contrapuestos. Los temples de ánimo "abren" de manera afectiva y hacen posible la tarea ulterior del conocimiento.

Los estados de ánimo, que normalmente pasan por ser vivencias fugaces que tiñen con sus cambiantes colores la corriente de la conciencia, tienen la propiedad de distraernos de nosotros mismos o de ponernos frente a nosotros mismos. Es lo que Heidegger llama, con expresión difícil de reemplazar por otra que no arrastre connotaciones intelectuales que la desnaturalicen "abrir" o "cerrar" al ente humano: tornarlo patente para sí mismo o apartarlo de sí mismo. De esos estados de ánimo tenemos conciencia, pero resulta difícil advertir su original función en la existencia humana.

En todo momento estamos afectados por un estado emocional capaz de revelarnos el conjunto de nuestra condición humana. Por razones que ignoramos, en la existencia cotidiana no podemos reprimir la tendencia obstinada a ocultarnos a nosotros mismos el sentido de esta revelación. Parece como si nos volviéramos de espaldas a nosotros mismos, como si temiéramos a la transparencia, a la diaphanidad. A pesar de esta resistencia interior, el estado afectivo que nos embarga no pierde su relación con la totalidad del ser y con nosotros mismos.

Uno de esos estados de ánimo —la disposición afectiva a encontrarse— tiene, entre sus modos fundamentales, a la angustia. Heidegger atribuye a la angustia una función descubridora. ¿Qué nos devela la angustia?

1º La angustia descubre al existente humano como ser-en-el-mundo, abriendo, así, una vía de acceso a la estructura última e indiferenciada del existente. Previo a toda intervención de la inteligencia y antes de la disociación de sujeto y objeto, la angustia hace patente la mundanidad del mundo. No es la suma de cosas que coexisten en el espacio, ni el amasijo de procesos que el torrente del tiempo arrastra en rápida carrera. Por la descripción de los objetos jamás llegaremos a captar el mundo como tal. Tampoco por la enumeración de los caracteres comunes de las regiones en que parece dividirse. Poco auxilio pueden ofrecernos las ciencias que dirigen su curiosidad a esas mismas regiones. El mundo está supuesto ya antes de emprender tales investigaciones, y sólo a partir de él adquieren sentido las distintas ciencias. Por obra de la angustia, los objetos que habitualmente acaparaban nuestra atención parecen sumergirse

en profunda tiniebla: pierden su color y su figura y se desvanecen. Sólo queda el mundo como mundo. Los pequeños recintos, al parecer inofensivos, amables y seguros, donde transcurrían el trabajo, el placer y el estudio, desaparecen con sus contenidos heterogéneos y multicolores ante el hecho gigante del mundo como tal. A la vista de este mundo, aparentemente exterior, en el cual estamos inmersos sin haberlo buscado y sin poder eludirlo, nos sobrecoge la conciencia de nuestra condición. Nos descubrimos como **ser-en-el-mundo**: una fundamental estructura constitutiva nuestra nos aprisiona desde adentro y en lo más hondo de nosotros. La órbita de nuestra existencia habrá de describirse en su áspero recinto y sin poder detener su curso. La angustia nace de esta condición —la de ser el hombre un ser-en-el-mundo—, pero también la pone al descubierto.

2º Pero si merced a la angustia los objetos de nuestro contorno, los entes intramundanos, pierden relieve e importancia y acaban por hundirse en una nada, también yo mismo me siento desaparecer de la escena. Desaparezco como ya habitual, como sujeto de preocupaciones, deseos, ambiciones, y, perdido y sin sostén, me transmuta en mi puro existir. Queda al desnudo mi realidad a solas, como hecho simple no asegurado por nada. La angustia me descubre el ser y la nada, dos aspectos metafísicos fundamentales, dos significados ontológicos. La nada cósmica comparece con la mundanidad del mundo, porque ésta frente a la multiplicidad y diversidad de los entes determinados que constituyen su contenido, no es nada, ya que carece de toda determinación. La nada existencial comparece con la conciencia de mi caducidad, con la certidumbre de mi propia finitud, con la seguridad de mi muerte.

La angustia no es un acto intencional, no tiene correlato intencional, no es un estado psíquico, no concibe ni comprende, pero hace posible la concepción y la comprensión. Es una posibilidad del ser del existente, que consiste en un abrirse, gracias al cual el existente se pone ante sí mismo y dispone de una base fenoménica para apresar su totalidad original.

Lo mismo que Kierkegaard, había distinguido Heidegger la angustia y el temor. Ambos son temores de ánimo; el segundo ocurre frente a un objeto determinado que amenaza; la primera no puede invocar como causa ningún factor determinado.

## 8

Jean Paul Sartre retoma el tema de la angustia y lo incorpora a su sistema, no sin imprimirle, al mismo tiempo, una entonación original. Más categóricamente que sus predecesores —Kierkegaard, Jaspers, Heidegger—, Sartre se complace en subrayar que "el hombre es angustia". Y lo es, no sólo porque en la ejecución de un acto de omnimoda libertad se elige a sí mismo, sino porque al obrar de esa manera elige también a la humanidad. Al realizar esta doble elección, con clara conciencia del compromiso que implica, no escapa al sentimiento de su total y profunda responsabilidad.

Estos dos rasgos de su responsabilidad —el de ser plena y el de afectar profundamente al individuo— es una consecuencia del hecho, innegable para Sartre, de la no existencia de Dios. Con gran arrogancia, Sartre cree haber podido aportar la prueba de que Dios

no existe. Mientras en el curso de la historia de la filosofía, más de dos veces milenario, se ha intentado probar, con derroche de ingenio exteriorizado en la invención de los argumentos de la índole más variada, la existencia de Dios, Sartre cree haber encontrado el argumento demostrativo de su no existencia. De semejante premisa derivan importantes conclusiones.

Si Dios no existe, mi responsabilidad es absoluta: no hay, por encima mío, ninguna instancia que sea fuente de normas a las que habré de ajustar conducta. No hay valores objetivos, suprapersonales, a cubierto del vaivén de la historia, que puedan inspirar mi acción. Estoy condenado a cada instante, a inventar al hombre. Este invento no me afecta a mí solo, como individuo; comprometo a la humanidad entera.

No es extraño que en semejante acto, realizado a ciegas y sin la inspiración de valores y normas, comparezca la angustia. En el momento mismo en que surge la angustia se hace patente mi libertad. La angustia es reveladora de la libertad.

El tema de la angustia aparece en la filosofía de Sartre, no sin arrastrar influencias de Kierkegaard y de Heidegger, a propósito de los tipos de conducta negativa —imaginación, interrogación, duda metódica “epojé”, mala fe—, que se descubren al considerar los rasgos característicos del hombre o, en términos técnicos más precisos, del “para-sí”.

Como en Kierkegaard, aunque en un clima intelectual muy distinto, también en Sartre la aclaración de la angustia compromete a un examen de otros conceptos, íntimamente asociados, como los de “libertad”, “nada”, “posibilidad” y “temporalidad”. Pero a diferencia de Kierkegaard, que se apoyaba en sus propias experiencias, tal como se le habían revelado en las peripecias de su atormentada vida individual, en Sartre hay una lúcida voluntad de sistema, sostenida por una lógica rigurosa y orientada hacia el problema del ser. En eso se percibe la huella de la influencia de Heidegger. Esto no significa que Sartre rehuya la experiencia anímica, y en más de una ocasión, especialmente en su obra literaria, que en buena medida constituye la ilustración de su propio sistema, se demora en las proyecciones psicológicas del problema.

Sartre distingue dos sentimientos: la náusea y la angustia. A ambos es posible atribuir una función descubridora. Para mostrarlo es menester apelar a la oposición de dos tipos de entes: el “en-sí” y el “para-sí” o, si se prefiere expresarlo en lenguaje más popular aunque menos riguroso, el mundo y la conciencia. Al primero adscribe la náusea; al segundo la angustia.

La náusea es el sentimiento de sofocación, ahogo y opresión que nos invade al contacto de la presencia invasora de un mundo de cosas, que nos rodea, nos acosa y nos oprime. El “en-sí” es concebido como plenitud y opacidad, increado y contingente, sin razón y sin causa. Se nos aparece como idéntico consigo mismo, macizo, sin interior ni secretos. No es conciencia: es objetividad pura. Absurdo y gratuito despierta en nosotros el sentimiento de la náusea.

En virtud de un mecanismo que escapa a nuestro alcance, en el dominio de la realidad humana parece atenuarse la densidad del “en-sí” y producirse una fisura en su maciza plenitud. La nada se des-

liza por esa grieta que resquebraja la rígida unidad del ser. En la medida en que el ente se nihiliza adviene el hombre. En el seno del "en-sí" surge el "para-sí" y por él la nada llega al mundo. El sentimiento de la angustia nos pone en presencia de la nada, nos revela nuestra libertad, nos exhibe a nosotros mismos como conciencia.

En el hombre tropezamos con la pareja ser-nada.

Sartre insiste en la anterioridad de la nada respecto de la negación. Siguiendo el precedente de Heidegger, opina Sartre que la negación —el juicio por el cual excluyo un atributo determinado de un sujeto— se funda en la nada, y no al revés, como lo ha sostenido una tradición intelectual que llega hasta Bergson.

El análisis de las conductas en la interrogación y en la mala fe se presta para mostrar el surgimiento de la nada en medio del ente y gracias al hombre. La interrogación, aparte de implicar una relación del hombre con el "en-sí", supone la posibilidad de alcanzar una respuesta afirmativa o negativa, es decir, un develamiento del ser o del no-ser. El juicio negativo exige la presencia de un no-ser en nosotros y fuera de nosotros. El asedio de la nada resulta ser la condición de la posibilidad del juicio negativo.

Sartre está lejos de concebir la nada fuera del ser, como una noción abstracta y complementaria o como un medio infinito en el cual se hallaría inmerso el ente. La nada aparece más bien en el corazón del ente: viene al mundo gracias a un ente —el hombre— que tiene, como propiedad constitutiva inseparable de sí mismo, la de nihilizar la nada sostenerla en su ser, ser él mismo su propia nada.

En la interrogación el hombre cumple un doble ademán de nihilización primero, al colocar al objeto interrogado en un estado neutro, oscilante entre el ser y el no-ser y luego rompiendo en sí mismo con el ser a fin de sacar de sí la posibilidad de un no-ser. La negatividad entra en el mundo gracias a este doble ademán.

Para aclarar este pensamiento, que a primera vista puede parecer muy arduo, Sartre señala que es propio del hombre aislarse de las cosas, tomar distancia en el espacio y en el tiempo, a fin de poder conocerlas y obrar con más eficacia. Ese aislamiento o separación —que le permite al hombre modificar su relación con las cosas y consigo mismo— es llamado por Sartre, con atrevida expresión, "segregar una nada". También con respecto a sí mismo el individuo está aislado de su pasado y de su futuro, y no porque aniquile a uno y a otro, sino porque es uno y otro en el modo de no serlo. El pasado no determina la acción del presente; el futuro es siempre indeterminado. El hombre es, específicamente, nada, pero su ser no se agota en la nada: también arrastra un oscuro "en-sí": su pasado, su ego, su cuerpo. Pero sí es el ente por quien la nada viene al mundo. Y en la angustia toma conciencia de esa condición. La angustia es considerada como la posibilidad permanente de encontrarse frente a la nada.

El tema de la angustia aparece vinculado al tema de la libertad. Para Sartre, la libertad precede y hace posible la esencia del hombre, condiciona la aparición de la nada: en la libertad el ente humano pone fuera de juego su pasado segrega una nada que lo separa de él. Gracias a la libertad nos mantenemos frente al pasado y al futuro como siéndolos y, a la vez, no siéndolos.

Siguiendo los precedentes ya conocidos de Kierkegaard y de Heidegger, también Sartre distingue la angustia y el temor. Caracteriza a la primera como un sentimiento que tiene su raíz en sí mismo, y para cuya aparición no hemos de buscar estímulos exteriores que lo provoquen. El segundo se desencadena frente a entidades extrañas, que nos amenazan con alguna agresión. Pero Sartre no se detiene en esta conocida contraposición. Su originalidad consiste en la relación que descubre entre ambos sentimientos. 1º El temor, que ha nacido de una situación que amenaza cambiar mi vida desde afuera, provoca angustia, en la medida en que al examíname a mí mismo desconfío de la eficacia de mis reacciones de defensa frente a la situación agresora. En el temor, la situación está frente al hombre; en la angustia los papeles se invierten: aparece el hombre frente a la situación se puede caracterizar al temor como aprehensión irreflexiva de lo trascendente; y a la angustia como aprehensión reflexiva de sí mismo. 2º Puede darse el caso de que tenga miedo de tener miedo: en esa circunstancia hablo de angustia. 3º La angustia puede aparecer pura, sin ser precedida ni seguida por el temor.

La angustia está vinculada al tiempo y se desencadena frente al porvenir en la forma del vértigo de la libertad y frente al pasado como conciencia de la ineficacia. Las situaciones vienen a mi encuentro, desencadenan temores, provocan reacciones reflexivas, me invitan a apelar a mis posibilidades. Mi conducta es sólo posible: el futuro se me aparece como indeterminado y mi acción como insuficientemente eficaz. El porvenir es, sin duda, parte de mí mismo. Soy mi futuro, pero lo soy en el modo de no serlo. Y la conciencia de esta condición —ser mi futuro en el modo de no serlo— es lo que llamo angustia. Entre mi pasado y mi futuro se ha deslizado la nada. Yo no soy ahora el que seré. El tiempo me separa de mí mismo. Lo que ahora soy no basta para asegurar lo que seré. Ninguna existencia actual puede determinar rigurosamente lo que voy a ser. Aparece el vértigo: danzan ante mí mis posibilidades y me consumo en la indecisión. Tampoco el pasado permite prever la conducta que asumo en el presente. No hay determinismo. La nada, que se insinúa entre el pasado y el presente, entre el presente y el futuro, funda mi libertad que descubro en la angustia.

La angustia, que debía ser un estado permanente de mi afectividad, es, en rigor, excepcional. Se explica: el mundo inmediato, con sus exigencias y obligaciones, se interpone entre mí y lo que soy profundamente: el proyecto primero de mí mismo, la manera como yo he elegido ser en el mundo. De ahí que este velo nos impida vernos directamente. Nos vemos por fuera, como otro, como cosa. Este ocultamiento que me alivia es obra de la mala fe. Huyo para ignorar, pero no ignoro que huyo. La fuga ante la angustia es un modo de tomar conciencia de la angustia. No podemos, pues, evadirnos de la angustia. Sartre dirá triunfalmente "el hombre es angustia".

La angustia impregna toda la vida emocional. Es un fenómeno normal y constituye el fondo primario, el subsuelo donde arraiga toda emotividad. Irrumpe en todos los niveles en que se manifiesta la con-

ciencia y la actividad del hombre. Paul Ricoeur, en su estudio *Verdadera y falsa angustia* (1953), ha realizado un análisis que contempla su expresión en esos distintos niveles. Hay una **angustia vital** como emoción ante la muerte y como conciencia de la vulnerabilidad de las partes del cuerpo; una **angustia psíquica** que se manifiesta ante la alienación, como discordancia de las funciones mentales; una **angustia histórica**, que surge frente a la vislumbre del sin sentido de las acciones colectivas y de la contraposición anárquica de los papeles sociales; una **angustia existencial**, expresión de la libertad frente a la elección de fines y medios y de la conciencia de la culpabilidad que la misma libertad entraña; una **angustia metafísica**, que se expresa en el presentimiento de que la orientación de los esfuerzos humanos hacia el ser, lo absoluto, la plenitud es meramente ilusoria.

Las teorías que se han esforzado por describir el fenómeno de la angustia y proponer una explicación que lo torne comprensible se dejan clasificar en rubros diferentes; psicológicas, objetivas, psicoanalíticas, filosóficas (=existencialistas). Las diferencias de enfoque no anulan las coincidencias. La mayoría conviene en que la angustia, por su índole, no es concepto, sino determinación existencial; no es imperfección, sino rasgo positivo; y es ambigua: atrae y repele, oprime y cautiva. Su objeto es nada y, con relación al tiempo, el futuro, es decir, lo que no es aún. Está ligada al espíritu y a la libertad. Kierkegaard, Jaspers y Sartre la definen como "el vértigo de la libertad". Tiene, finalmente, una pluralidad de formas, de las cuales la dos mejor descritas han sido la vital y la existencial.

## BIBLIOGRAFIA

Aparte de los estudios que se mencionan en la nota 1, al pie de la página 208 cabe señalar los siguientes:

- RENE LACROZE, *L'angoisse et l'émotion*, Boivin, París 1938.  
 JULIETTE BOUTONNIER, *L'angoisse*, Presses Universitaires, París 1945.  
 PIERRE JANET, *De l'angoisse a l'extase*, Alcan, París 1926-28.  
 SIGMUND FREUD, *Obras completas*, trad. López Ballesteros, Biblioteca Nueva, Madrid 1948:  
 1. La histeria. 2. Primeras aproximaciones a la teoría de las neurosis. 3. Ensayos sobre la vida sexual y la teoría de las neurosis. 4. Inhibición, síntoma y angustia.  
 OTTO RANK, *Le traumatisme de la naissance*, Payot, París 1928.  
 S. KIERKEGAARD, *El concepto de la angustia*, trad. J. Gaos, Revista de Occidente, Madrid 1930.  
 JEAN WAHL, *Etudes Kierkegaardianes*, 2ª ed., Vrin, París 1949.  
 URS VON BALTHASAR, *El cristiano y la angustia*, Guadarrama, Madrid 1960.  
 M. HEIDEGGER, *El ser y el tiempo*, trad. José Gaos, Fondo de Cultura Económica, México 1951. *¿Qué es metafísica?*, trad. X. Zubiri, Cruz y Raya, Madrid 1913.  
 KARL JASPERS, *Psychopathologie générale*, trad. Kastler & Mendousse, Alcan, París 1928. *Philosophie*, 2ª ed., Springer, Berlín 1948.  
 JEAN PAUL SARTRE, *L'être et le néant*, 18 ed., París 1949.  
 OTTO F. BOLLNOW, *Das Wesen der Stimmungen*, 2ª ed., Klostermann, Frankfurt a. M., 1943.  
 CHARLES ODIER, *La angustia y el pensamiento mágico*, trad. de Alfonso Millán, Fondo de Cultura Económica, México 1961.  
 JUAN J. LÓPEZ IBOR, *La Angustia vital*, en Atlántida, Rialp, Madrid 1965, Nº 14, pp. 115-134.

- EDMOND ROCHEDIEU, *Angoisse et religion*, Editions du Mont-Blanc, Geneve 1952.
- JULES VUILLEMIN, *Essai sur la signification de la mort*, Presses Universitaires, Paris 1948, pp. 187-194.
- GERMAINE GUEUX, *La neurosis de abandono*, trad. de Julia Ferrari, Eudeba, Buenos Aires 1962.
- NATHAN K. RICKLES, *Tratamiento de la angustia*, trad. de J. M. Costa Molinari, Editorial Noguer, Barcelona-Madrid 1965.
- Studies over de Angst*, Uiterverij Het Spectrum, Utrecht, 1956; *Estudios sobre la angustia*, trad. de J. C. E. Jaenicke, Rialp, Madrid 1962.
- W. GROUSSOUW, *La angustia en la Biblia*, pp. 9-38; A. DE WAELEHENS, *La angustia en la filosofía actual*, pp. 39-64; E. DE GREEFF, *Psicología y psicopatología de la angustia*, pp. 65-96; H. RUYGERS, *Discusión*, pp. 97-108.
- J. F. CATALAN, *Angoisse et durée*. Temps et affectivité chez l'anxieux leucotomisé, "Archives de Philosophie", tomo XIX, cahier II, 1956, pp. 88-130, tomo XIX, cahier III, 1956, pp. 106-147.
- T. M. PODISHA, *Las raíces metafísicas de la angustia*, "Crisis", Revista Española de Filosofía, año XII, Nº 45, 1965.
- JOHANNES NEUMANN, *Leben ohne Angst*, Hippokrates Verlag, Stuttgart 1949.
- FRITZ RIEMANN, *Grundformen der Angst und die Antinomien des Lebens*, München-Basel, Ernst Reinhardt 1961.

## **EL AZOCARMIN Y LA HEMATOXILINA PLUMBICA EN LA TINCION DE CELULAS DE LA PARS DISTALIS DE LA HIPOFISIS DE CONGRIO, SAPO Y GATO**

Por MARIO A. RESTELLI Y FERMIN C. ITURRIZA \*

### **R E S U M E N**

Se estudiaron hipófisis de congrio, sapo y gato con las técnicas de azocarmín, hematoxilina plúmbica y ácido peryódico-reactivo de Schiff.

En el congrio se observó que las células azocarminófilas son hematoxilina plúmbica positivas y ácido peryódico-Schiff negativas.

En el sapo y gato las células azocarminófilas son ácido peryódico-reactivo de Schiff positivas y hematoxilina plúmbica positivas.

Se realiza una descripción detallada del método de tinción con el azocarmín preconizado por los autores argentinos.

Se asume que la hematoxilina plúmbica no es un colorante específico para células corticotropas en otras especies distintas a los teleosteos.

### **A B S T R A C T**

**Lead hematoxylin and azocarmine in the staining of cells of the  
pars distalis of the hypophysis of conger, toad and cat.**

Pituitary glands of conger, toad and cat were stained with azocarmine, periodic acid-Schiff reactive, and lead hematoxylin in order to determine the affinity of the cells for the different stains. It was observed in conger that azocarminophil cells are the only ones which are stained with lead hematoxylin; these cells are periodic acid-Schiff reactive negative.

In the toad and cat azocarminophil cells are lead hematoxylin positive and periodic acid-Schiff reactive positive.

It is assumed that lead hematoxylin is not a specific stain for evidencing corticotrophic cells in species other than teleosts.

In view of the differences existing in the use of azocarmine between the european authors and argentinian ones, a detailed methodological description of the azocarmine technique used by us is done.

El método de tinción con hematoxilina plúmbica (HP), originalmente introducido por Mac Conaill (8) en el arsenal de coloraciones histológicas, ha sido utilizado por Olivereau (11) como colorante

---

\* Laboratorio de Neuroendocrinología Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, Argentina.

específico para las células productoras de adrenocorticotrofina en algunos peces teleosteos, incluyendo anguiliformes.

Como el significado funcional de las diversas células de la pars distalis de la hipófisis de anfibios (16, 7, 10) y del gato (1) parecieran estar en la actualidad esclarecidas, se consideró de significación observar qué células son las HP positivas en las glándulas de estas dos especies y comparar estos resultados con aquellos obtenibles en el congrio.

#### MATERIAL Y METODOS

Fueron utilizados 8 hipófisis de gato, 20 de sapo (*Bufo arenarum*) y 5 de pez anguiliforme (*Conger orbignyanus*). Todos los animales eran adultos y pertenecían a ambos sexos.

El material fue fijado en líquido de Elftman (5) durante tres horas, con ulterior deshidratación e inclusión en parafina según el método de rutina. Se hicieron secciones de 5 micrones de espesor, las que fueron coloreadas con las tres técnicas más abajo detalladas. En todos los casos los cortes fueron colorados con una técnica dada, fotografiados, decolorados, recolorados, y refotografiados, de forma tal que las tres coloraciones distintas fueron sucesivamente aplicadas a un mismo corte.

A los efectos de establecer si la utilización previa de una tinción afectaba en algo a la otra tinción posteriormente aplicada, se siguieron las distintas secuencias de coloración según un orden de posibilidades.

Las coloraciones utilizadas fueron las siguientes:

- a) Acido peryódico - reactivo de Schiff (PAS), según Gomori (6).
- b) Hematoxilina plúmbica (HP), según Mac Conaill (8).
- c) Azocarmin, según Prieto - Díaz y Echave - Llanos (12).

Como hemos podido observar a través de diversos artículos, especialmente aquellos referentes a hipófisis de anfibios (16, 7, 9) aparecidos en los últimos tiempos, que diversos autores no utilizan la técnica del azocarmin tal como ha sido preconizada por Prieto-Díaz y secuaces (12, 13, 14) en sus estudios sobre hipófisis, nos ha parecido oportuno volver a detallar esta técnica.

1. Los cortes son colorados durante una hora a 56°C. en la siguiente mezcla, que se halle ya a esa temperatura.

Azocarmin G. ....	2 gr.
Acido acético .....	5 gotas
Agua destilada .....	100 ml.

2. Dejar enfriar hasta temperatura ambiente.

3. Este paso consiste en la diferenciación y es un paso crítico en la tinción utilizada por nosotros; se realiza en una solución de aceite de anilina 1 por mil en alcohol 96, en **absoluto reposo y con el portaobjeto horizontal** en una caja de Petri, como lo indica la fig. 1. La diferenciación se realiza a temperatura ambiente en un tiempo variable entre 12-24 horas y debe ser controlada periódicamente al microscopio, sin previo lavado de la preparación y sin permitir que

ella se seque durante la observación. Si a los efectos de acelerar la diferenciación se agita el portaobjeto o se agrega agua a la solución, las células que resultarán coloradas no serán exclusivamente las azocarminófilas de nuestras previas publicaciones (ver discusión).

4. Detener la diferenciación en 1 por ciento de ácido acético en alcohol 96, durante 1 minuto. La diferenciación se suspende cuando los gránulos de las células azocarminófilas continúan intensamente rojos, mientras que los citoplasmas de otros tipos celulares deben observarse incoloros y los núcleos de todas las células ligeramente rojizos.

5. Luego de haber detenido la diferenciación, si se desea observar únicamente las células azocarminófilas los especímenes serán deshidratados en alcoholes de graduación creciente, clarificados en xilol y montados en bálsamo o medios sintéticos; si por el contrario, se desea completar la técnica de Azán para la coloración de otros tipos celulares, se tratarán los cortes de ácido fofotúngstico y posterior coloración en la mezcla orange G-azul de anilina, según Prieto-Díaz y col. (14).

#### OBSERVACIONES

**Gato.** Las células azocarminófilas del gato han sido detalladamente estudiadas por Bade y Echave-Llanos (1) quienes han destacado la PAS positividad de estos elementos. En el presente trabajo hemos podido comprobar que ellas son el único tipo celular de la pars distalis de este animal que se colorea con la HF (Fig. 2).

**Congrio:** En la pars distalis rostral de esta especie, en íntimo contacto con las digitaciones que envía la pars nervosa y separadas de ellas por una delgada membrana basal, pudieron observarse células alargadas con granulaciones intensamente azocarminófilas que mediante una delgada protrusión se aplican sobre la antedicha membrana basal. Estas células de distribución tan peculiar fueron las únicas azocarminófilas halladas en la pars distalis rostral y mostraron una reacción negativa con el PAS, pero resultaron ser intensamente positivas con la HP (Fig. 3).

**Sapo:** La morfología y distribución de las azocarminófilas del sapo fueron ampliamente descritas en trabajos anteriores (12, 14). En el presente estudio se corroboró que este tipo celular da reacción intensamente positiva con el PAS y se halló que es el único que se colorea con la HP (Fig. 4).

#### DISCUSION

En este trabajo se describe detalladamente la técnica que los autores argentinos hemos utilizado para teñir las células que nosotros denominamos azocarminófilas. Deseamos poner especial énfasis en destacar los detalles de diferenciación de los cortes teñidos con azocarmin, pues este paso es decisivo para la tipificación de dichos elementos. Según lo han establecido Bade y Echave-Llanos (1) las células azocarminófilas de la hipófisis del gato referidas en su trabajo y en el presente, no son homologables con aquellas definidas como tales por Dawson (4) en esta misma especie. El método de

diferenciación aquí usado ha decolorado totalmente a los elementos de Dawson, mientras que si se hubiese deseado ponerlos en evidencia habría que haber agitado los cortes en la diferenciación o haber añadido discreta cantidad de agua a la mezcla diferenciadora (Echave-Llanos, comunicación personal). Es también importante destacar que si los cortes son diferenciados con el portaobjeto colocado verticalmente y agitando, por causas ignoradas, las células ubicadas en la periferia de la sección se decoloran mucho más rápidamente que las centrales, determinando, cuando la tinción del azocarmin va seguida de la mezcla orange-azul de anilina, que las células periféricas capten el azul constituyendo de esta forma elementos púrpura (rojo del azocarmin + azul del azul de anilina). Este último mecanismo, dicho sea de paso, podría proveer explicación al hallazgo de células púrpura en la pars distalis del sapo *Bufo vulgaris*, por parte de Zuber-Vogeli (17). Bade y Echave-Llanos (1) han demostrado la función gonado-tropa de las células azocarminófilas del gato y aquí demostramos que ellas son las únicas HP positivas; por o tanto, en esta especie la HP no colorea las células corticotropas, interpretación que coincide con los hallazgos de Carlon (3) en el perro.

En el congrio nuestros hallazgos son coincidentes con los de Ball y Oliveréau (2) en la anguila europea *Anguilla anguilla* y en *Poecilia latipinna* en lo referente a la localización y morfología de las células HP positivas. En la especie aquí estudiada estas células resultaron ser azocarminófilas y PAS negativas. Estos autores (2) parecen haber demostrado consistentemente que las células HP positivas de los dos teleosteos antes mencionados son corticotropas. Dada la identidad morfológica, topográfica y tintorial entre las células HP positivas del congrio y la anguila, existen bases como para pensar que en el congrio las células azocarminófilas también representan elementos corticotropos.

En el sapo las células azocarminófilas comparten idénticas afinidades tintoriales que aquellas del gato, es decir, son PAS positivas y HP positivas; sin embargo, desde el punto de vista funcional, parecen no ser similares las de ambas especies, pues existen fuertes evidencias de que las azocarminófilas del sapo son tirotropas (14).

Dadas las condiciones de diferenciación del azocarmin utilizadas por nosotros, que difieren de las de investigadores europeos, se puede asumir que las azocarminófilas del *Bufo arenarum* no son homologables con las de aquellos. Para establecer un parangón entre la tipificación celular por nosotros empleada y la de otros autores se puede consultar Prieto-Díaz y col. (14). Posteriormente a este trabajo han aparecido diversos estudios sobre la citología de la pars distalis de otros anfibios, de ellos concluimos que las azocarminófilas de *Bufo arenarum* pueden ser homologables con: a) las células gamma de van Oordt (16); b) las células basófilas tipo III de Kerr (7); c) las células basófilas tipo II de Mazzi y col. (10), las que según este autor son HP positivas. Ninguno de éstos ha asignado función corticotropa a las células homologables con las azocarminófilas de *Bufo arenarum*; por lo tanto, se puede sostener que la HP no es una técnica específica para células corticotropas, concepto referido, al menos, a especies diferentes a los teleosteos.

Por último, deseamos destacar el hecho de que ciertas células hipofisarias poseen idéntica afinidad para el azocarmin como para la HP, lo que, teniendo en cuenta las distintas estructuras químicas de las hormonas que ellas contienen, no hablaría de una afinidad específica determinada por la calidad del material hormonal, sino, tal vez, de su cantidad o de un estado físico químico del material almacenado (15). La conjunción entre PAS positividad—HP positividad— azocarminofilia que caracteriza a las células del sapo y gato se ve disociada en el congrio, donde las células que nos ocupan no evidencian ser PAS positivas; esto indicaría que la substancia/s responsable de la PAS positividad no es la misma que determina la afinidad por el azocarmin y la HP en las diferentes células.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean destacar su agradecimiento al Prof. Dr. J. M. Echave-Llanos por haberles proporcionado detalles de la técnica del azocarmin; a la Prof. M. Olivereau por similares datos con respecto a la hematoxilina plúmbica; a la Prefectura Nacional Marítima del Puerto de Mar del Plata por facilitarles la obtención de los peces; y a R. Raña por su asistencia técnica.

#### OBRAS CITADAS EN EL TEXTO

1. BADE, E. G. y ECHAVE-LLANOS, J. M. (1962). *Citología de la pars distalis de la hipófisis del gato*. Rev. Soc. Argent. Biol. 38: 184.
2. BALL, J. N. y OLIVIEREAU, M. (1966). *Identification of ACTH cells in the pituitary of two teleosts, Poecilia latipinna and Anguilla anguilla: Correlate changes in the intercell and in the pars distalis resulting from administration of metopirone (SU 4885)*. Gen. Comp. Endocr. 6: 5.
3. CARLON, N. (1966). *Sur la possibilité d'identifier les cellules à LH-ICSH dans l'adenohypophyse du Chien par l'hématoxyline au plomb*. Comp. Rend. Soc. Biol. 160: 136.
4. DAWSON, A. B. (1946). *Some evidences of specific secretory activity of the anterior pituitary gland of the cat*. Am. J. Anat. 78: 347.
5. ELFTMAN, H. (1957). *A chrome-alum fixative for the pituitary*. Stain Technol. 32: 25.
6. GOMORI, G. (1958). *Microscopic Histochemistry*, pag. 58. The University of Chicago Press, Chicago (USA).
7. KEER, T. (1965). *Histology of the distal lobe of the pituitary of Xenopus laevis Daudin*. Gen. Comp. Endocr. 5: 232.
8. MAC CONAILL, M. A. (1947). *Lead hematoxylin*. J. Anat. 81: 371.
9. MAZZI, V. (1949). *La citología dell'ipofisi del tritone crestato*. Arch. Ital. Anat. Embriol. 54: 3.
10. MAZZI, V.; PEYROT, A.; ANZALONE, M. R. y TOSCANO C. (1966). *L'histophysiologie de l'adenohypophyse du triton crêté (Triturus cristatus carnifex Laur)*. Z. Zellforsch. 72: 597.
11. OLIVIEREAU, M. y BALL, J. N. (1964). *Contribution à l'histophysiologie de l'hypophyse des téléostéens, en particulier de celle de Poecilia species*. Gen. Comp. Endocr. 4: 523.
12. PRIETO-DÍAZ, H. E. y ECHAVE-LLANOS, J. M. (1947). *Citología de la porción distal de la hipófisis del Bufo arenarum (H)*. Arch. Histol. Norm. Patol. 3: 541.
13. PRIETO-DÍAZ, H. E.; ITURRIZA, F. C. y GÓMEZ-DUMM, C. L. A. (1959). *Estudio citológico de la hipófisis del Bufo arenarum Hensel*. Actas y Trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología 5: 239.

14. PRIETO-DÍAZ, H. E.; ITURRIZA, F. C. y THEA, J. P. (1963). *Azocarmophil cells of the toad adenohypophysis after mercaptoimidazol or radioiodothyroidectomy*. Gen. Comp. Endocr. 3: 569.
15. PURVES, H. D. (1961). *Sex and Internal Secretions*, pag. 161. W. C. Young edit., The Williams and Wilkins Co., Baltimore (USA).
16. VAN OORDT, P. G. W. J. (1961). *The gonadotropin-producing and other cell types in the distal lobe of the pituitary of the common frog, Rana temporaria*. Gen. Comp. Endocr. 1: 364.
17. ZUBER-VOGELI, M. (1953). *L'histophysiologie de l'hypophyse de Bufo vulgaris L.* Arch. anat. histol. Embriol. 35. 77.

L A M I N A S

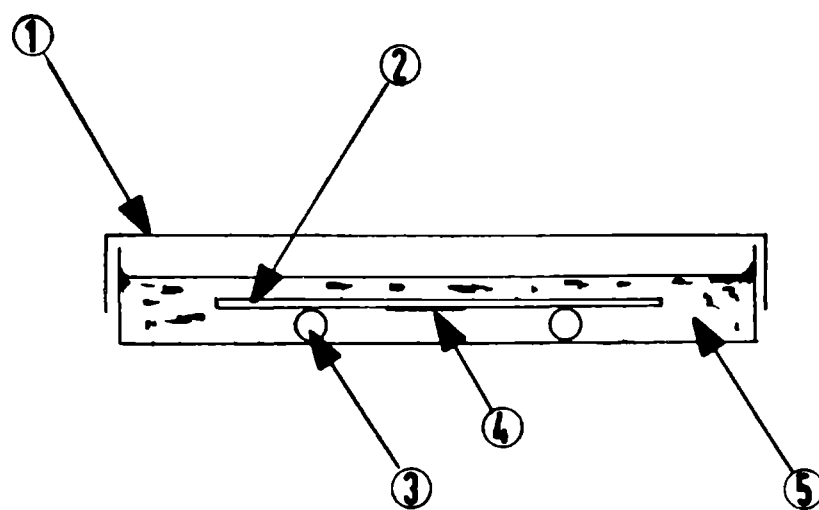
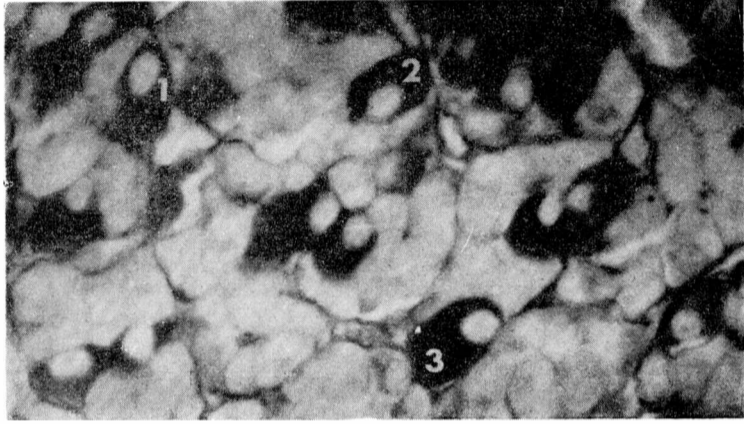
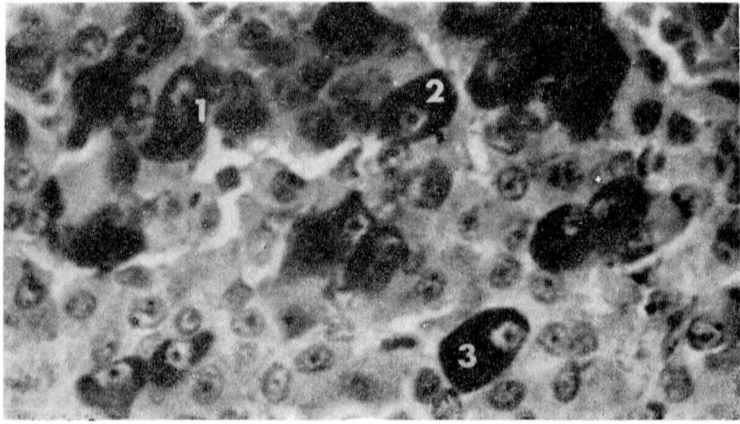


FIG. 1. — Posición del portaobjetos durante la diferenciación en alcohol-aceite de anilina en el método de azocarmín. 1, caja de Petri; 2, portaobjetos; 3, varilla de vidrio; 4, espécimen; 5, solución diferenciadora (Alcohol-aceite de anilina).

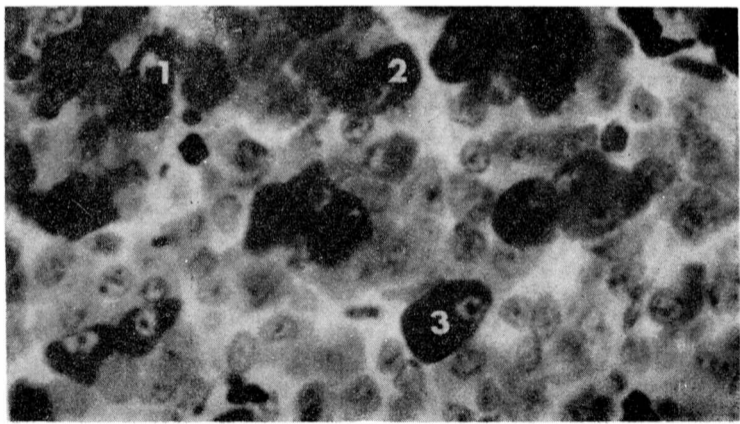
FIG. 2. — Hipófisis de gato. Las células señaladas con idénticos números son las mismas. A, PAS; B, HP; C. azocarmín. Obsérvese la afinidad de las mismas células por las tres coloraciones.  $\times 1600$ .



A

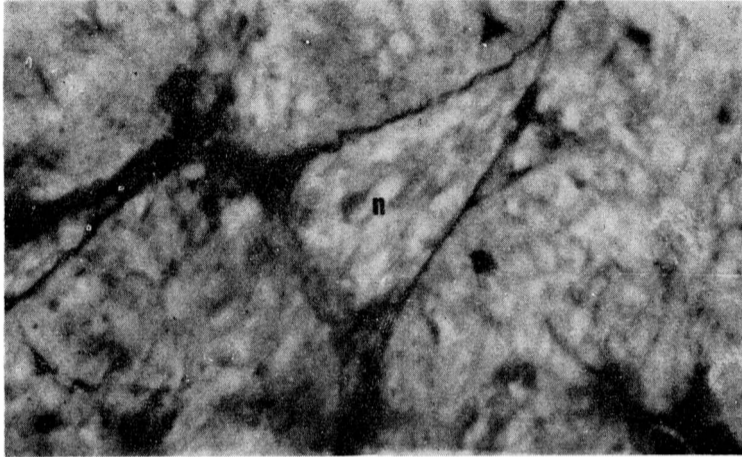


B

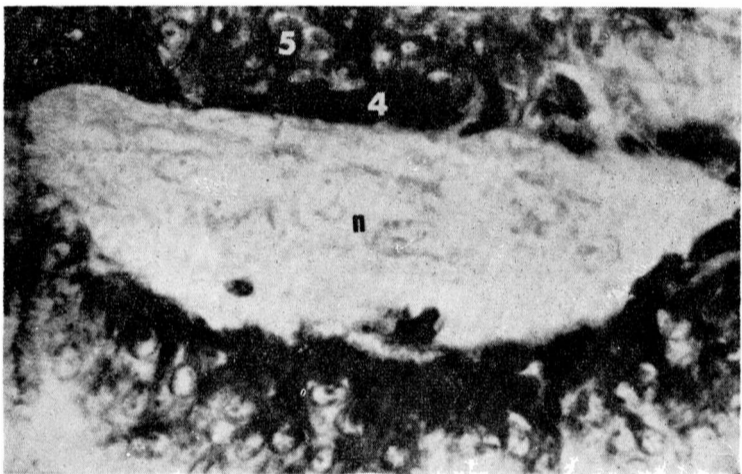


C

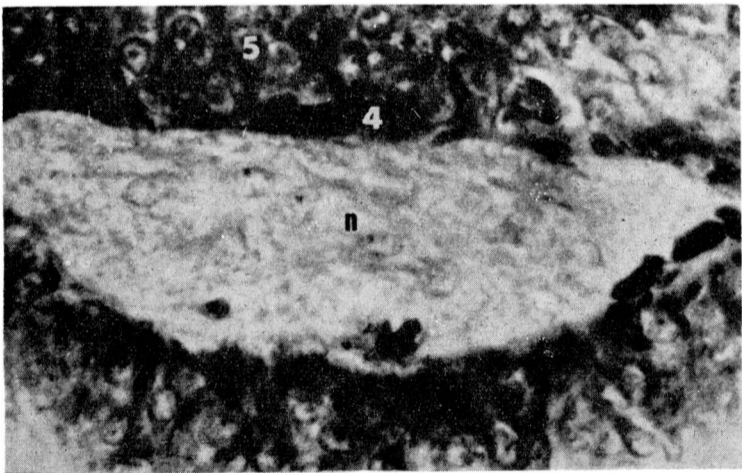
FIG. 3. — Hipófisis de congrio. Las técnicas de coloración son iguales que en fig. 2. *A* es un corte distinto a *B* y *C* que son el mismo corte; *n*, digitación seurohipofisaria. Se aprecia que las células "en empalizada" (4,5), son HP positivas (*B*) y azocarminófilas (*C*) pero no son PAS positivas (*A*.) × 1600.



A

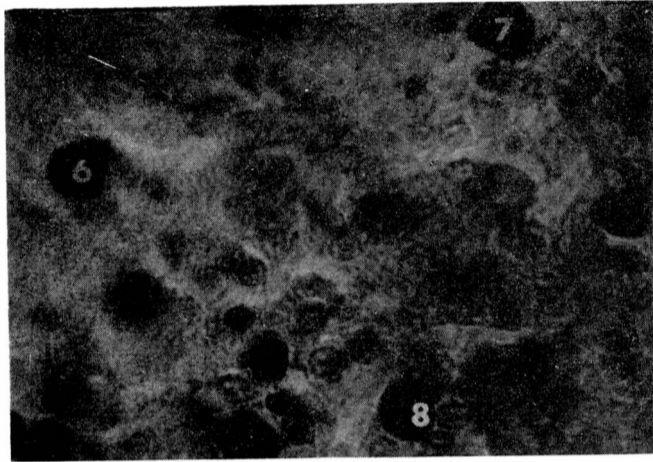


B

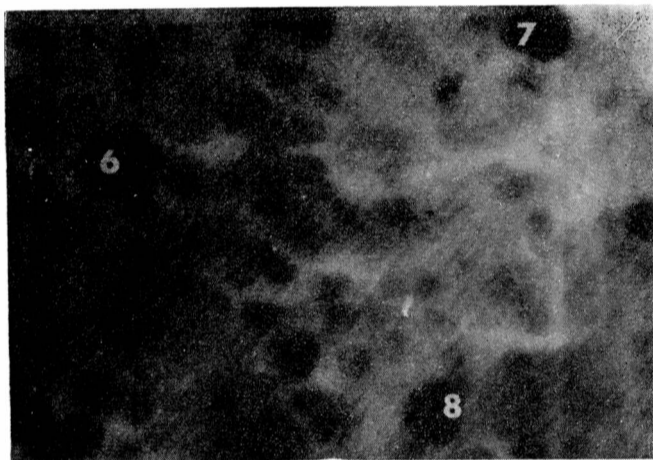


C

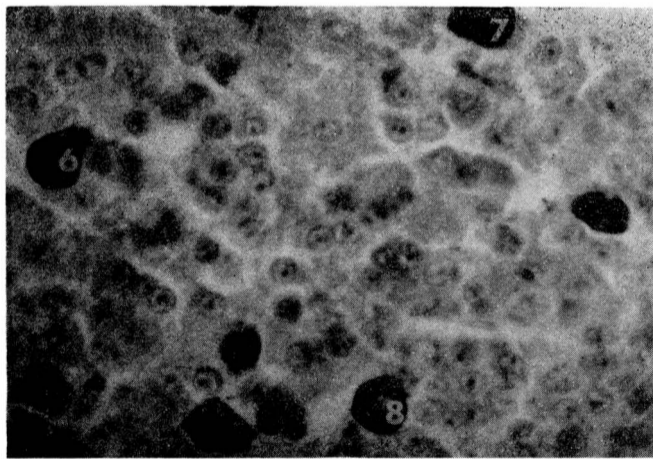
FIG. 4. — Hipófisis de sapo. Idéntica explicación que para fig. 2.  $\times 1600$ .



A



B



C

## DOSIMETRIA CLINICA EN TELECOBALTOTERAPIA

Por JORGE EDGARDO CRUZ

### RESUMEN

El presente trabajo está dirigido a los radioterapeutas que no cuentan con la colaboración directa de un físico especializado en el Servicio que relice el planteamiento de las distintas modalidades de tratamiento que posibilitan las fuentes de Cobalto 60.

Todos los métodos que se detallan permiten objetivar como se distribuye la dosis deseada en el tumor y en los tejidos sanos vecinos. Han sido descritos con sencillez, sin entrar en la explicación de los fundamentos físicos de los distintos pasos que deben realizarse. Ello lo podrá consultar el lector en la bibliografía que se cita.

### ABSTRACT

This present work has been written for radiotherapeutic doctors that have not got the direct help of a specialised physicist in their service to plan the different techniques of treatments that Cobalt 60 allows.

All the above methods described let us see how the dosis is distributed in the tumor and in healthy tissue that surrounds the tumor. These methods have been described with simplicity, without going into explanations about the physical basis of the different steps to be followed the reader will find such explanations in the bibliography that follows.

### Estudios Preliminares:

Antes de comenzar un tratamiento con Telecobalto (o cualquier tratamiento de teleterapia con radiaciones ionizantes) deben efectuarse una serie de pasos que tienen por finalidad dar la dosis cancericida en forma homogénea en el volumen a irradiar y evitar la irradiación perjudicial del tejido sano vecino.

Los pasos previos a seguir son fundamentalmente los siguientes:

- 1º **Cálculo del volumen a irradiar;**
- 2º **Localización exacta del mismo** (dentro del esquema del contorno del paciente y a nivel del plano anatómico transversal que pasa por el centro teórico del tumor);
- 3º **Estudio crítico de la dosis** (a administrar en el seno de los tejidos); y
- 4º **Colocación del paciente** (en la mesa de tratamiento).

## A) Cálculo del volumen a irradiar:

El cálculo del volumen de tejido a irradiar es quizás el paso más difícil de ejecutar, ya que una estimación macroscópica inferior a la real es el motivo por el cual no se irradia parte de la neoplasia, y un cálculo excesivo hace que se irradie innecesaria y perjudicialmente el tejido sano peritumoral; siendo también mayor la **Dosis Integral**.

El cálculo del volumen a irradiar se basa en métodos objetivos. Para los tumores superficiales y de las cavidades naturales es fundamental la Inspección y la Palpación; y en los tumores profundos se utilizan métodos auxiliares, tales como la Radiología, la Endoscopia, la Gammagrafía, etc.

Antes de detallar los métodos radiográficos para calcular el volumen a irradiar conviene aclarar el concepto que debe tenerse sobre lo que debe entenderse por **volumen tumor** y lo que debe interpretarse por **volumen objetivo**.

Se denomina **volumen tumor** a la masa de tejido neoplásico más una cantidad de tejido sano peritumoral ("margen de seguridad". 1 a 1,5 cm).

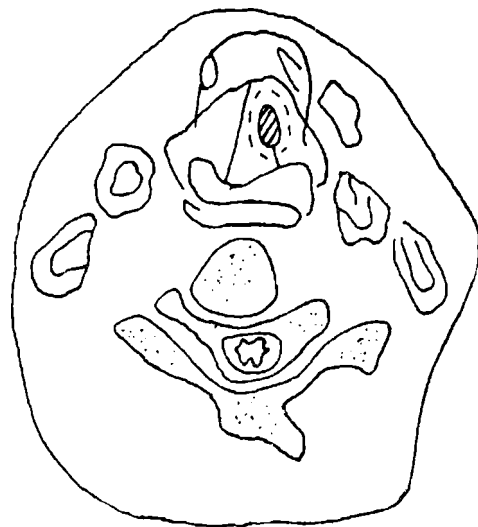


Fig. 1 — VOLUMEN TUMOR.

/// Tejido Neoplásico.  
--- Margen de seguridad.

Y se denomina **volumen objetivo** (en el sentido de blanco de artillería) al **volumen tumor** más una cantidad de tejido sano clínicamente, cuyos límites se calculan teniendo en cuenta el tipo histológico de la neoplasia, su forma evolutiva, las redes linfáticas y estaciones ganglionares del órgano donde asienta el tumor, etc.

Es decir, que el **volumen objetivo** engloba al **volumen tumor** y a las regiones de probable deseminación inmediata del mismo.

Dos ejemplos sirven para aclarar estos conceptos:

1. **Tumor de epiglotis:** aunque no tenga adenopatías clínicamente demostrables, se irradia también la cadena regional ganglionar. El volumen tumor está constituido por el tumor de epiglótis más una cantidad de tejido sano peritumoral ("margen de seguridad") y el

volumen objetivo está constituido por el volumen tumoral más los tejidos donde transcurren las redes linfáticas y se encuentran los ganglios linfáticos (Fig. 2).

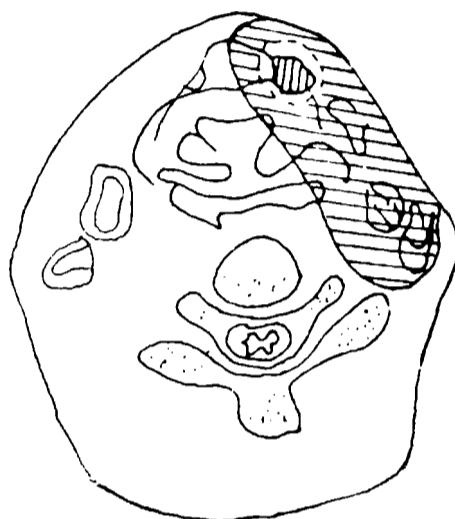


Fig. 2. — VOLUMEN OBJETIVO.

/// Tejido Neoplásico.  
--- Margen de seguridad.  
/// Volumen objetivo.

2. **Tumor de Cuerda Vocal:** como en esta localización no existe la posibilidad de deseminación linfática, el volumen tumor comprende la tumoración más el "margen de seguridad".

En este caso el volumen tumor y el volumen objetivo son lo mismo.

## I. CALCULO DEL VOLUMEN A IRRADIAR:

### Métodos Radiográficos:

Algunas masas tumorales pueden ser puestas en evidencia por medio de la radiografía, ya sean simples o contrastadas.

Varios son los métodos radiográficos que se utilizan para determinar el volumen del tumor y su topografía. Todos ellos tienden a solucionar el inconveniente del aumento de tamaño de la imagen radiográfica por la distancia objeto-placa (tumor-placa). Todos los autores dan solución a este inconveniente ya sea por artificios técnicos o por el empleo de coeficientes de corrección. A continuación se detallan algunos métodos.

#### 1. Estratigrafía Axial Transversa:

Es un método muy preciso que se utiliza especialmente para el estudio de los tumores endotorácicos pues se obtienen imágenes bien contrastadas por el aire de las vías aéreas. Con este método se inscriben simultáneamente en la placa radiográfica el corte transversal del paciente y el volumen tumoral. Lo que permite apreciar perfec-

tamente las relaciones del mismo con los distintos órganos anatómicos.

Además, si se efectúan varios cortes tomográficos se obtiene la noción tridimensional del volumen tumor (diámetro vertical).

Para conocer la altura del corte tomográfico se colocan sobre la piel del paciente marcas radio-opacas algo separadas que permiten individualizar la altura del corte tomográfico transversal.

Sannazzari y Torretta han ideado un método simple para hallar la altura del corte tomográfico. Estos autores colocan al paciente en la posición de tratamiento sobre un ortoscopio y le marcan sobre la piel el límite superior e inferior del tumor, y miden la distancia entre las dos marcas radio-opacas.

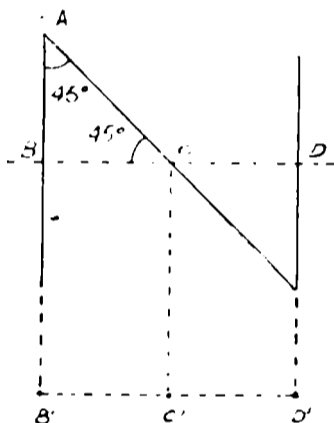


Fig. 3. — ESQUEMA DEL REPARO DE PLOMO EN "N"; BD: plano de sección; B'C'D': puntos de corte de las ramas del reparo metálico como aparecen en la tomografía axial transversa. B'C' es igual a AB (de Sannazzari y Torretta, 1959).

Con un alambre fino de plomo se construye una ene mayúscula (N) (fig. 3), cuyos lados verticales miden igual altura que la altura del tumor obtenida por ortoscopia. La separación de las ramas verticales es también la misma. La rama oblicua de la N forma un ángulo de 45° con las ramas verticales. Queda formado de esta manera un triángulo isóceles en el cual el lado AB es igual al BC.

En el corte tomográfico transversal la N radio-opaca aparece como tres puntos. Se mide la distancia entre el punto de la izquierda y el punto medio que es el segmento BC, y como BC es igual a AB, ésta es la altura del corte tomográfico.

Debe tenerse en cuenta en la radiografía el agrandamiento debido a la distorsión radiográfica. Para llevarla a medidas reales se puede utilizar el índice de agrandamiento o el pantógrafo.

Esta corrección se puede efectuar en la misma placa o se transportan las medidas corregidas (contorno del paciente, volumen tumor, y órganos) sobre un papel milimetrado.

Para efectuar el estudio crítico de la dosis es conveniente utilizar el corte tomográfico donde el volumen tumor es mayor.

## 2. Señalamiento Ortogonal:

Estos métodos se basan en la obtención de dos radiografías, una con el rayo central perpendicular al plano frontal del paciente,

otra con el rayo central perpendicular al plano sagital (frente y perfil estrictos. Sirven para localizar en las tres dimensiones los tumores que se visualizan directamente o que se ponen en eviden-

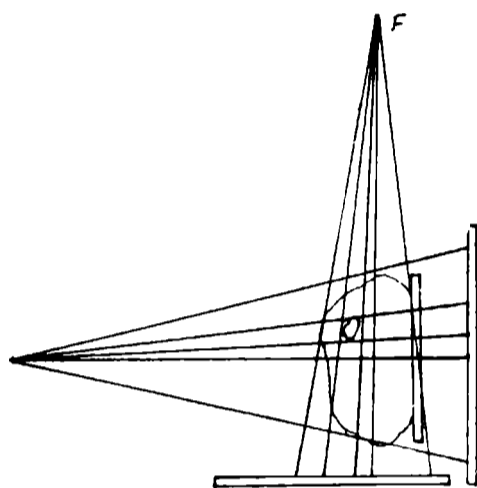


Fig. 4. — LOCALIZACION DEL TUMOR CON HACES ORTOGONALES (de Picchio 1960).

cia por medio de elementos radio-opacos (metal, sulfato de bario, etcétera).

Se suele interponer entre el foco y la placa radiográfica reglas o cuadrículas opacas graduadas en centímetros, las que por comparación permiten calcular el agrandamiento radiográfico de la imagen.

Además, es conveniente colocar también elementos radio-opacos a nivel de los "accidentes óseos" naturales ("puntos de referencia") como la horquilla esternal, sinfisi pubiana, etc., para poder referir el centro teórico del tumor a punto de la superficie del paciente (ver "Colocación del paciente").

#### a) Método de Vaccheri:

Este autor utiliza la lámina cribada de Gilardoni, que es de plomo y tiene orificios cada centímetro, y otros algo más grandes cada 5 centímetros. Hay uno mayor central, que es por donde se hace pasar el rayo central del haz radiográfico. (Fig. 5).

Se coloca al paciente en la mesa de rayos en la misma posición que adoptará durante la irradiación y se obtiene una placa radiográfica sin la lámina cribada.

Luego se levanta al paciente y se vuelve a hacer una segunda exposición sobre la misma placa, previa colocación de la lámina cribada paralela a la placa y separa de ésta por la distancia que existe entre el tumor y la placa (distancia objeto-placa). Ejemplo;

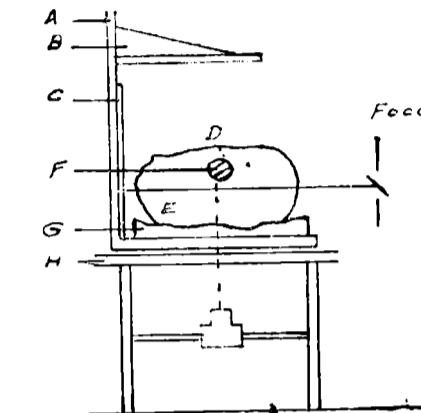


Fig. 5. — Método de Vaccheri. A: soporte en L; escuadra graduada para medir la distancia placa-plano paralelo a ésta que pasa por el centro teórico del tumor; C: chasis; D: reparo en la piel plomado que indica la proyección el centro teórico del tumor; E: contorno del paciente; F: vejiga opacificada; G: colchón; H: mesa de rayos (de Sannazzarri y Torretta, 1959).

en un tumor de trígono vesical se mide desde la línea media del enfermo a la placa. A esta distancia se coloca la lámina cribada. (Fig. 6).

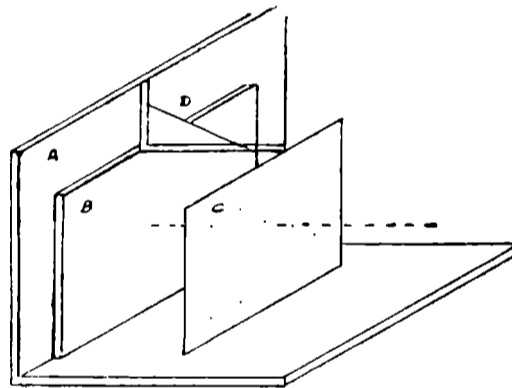


Fig. 6. — Método de Benesi. Soporte en L. B: chasis; C: lámina cribada; D: escuadra para medir la distancia lámina-plomada-placa (de Sannazzarri y Torretta, 1959).

De esta forma aparecen en la placa radiográfica del paciente los orificios de la lámina cribada, cuya separación ha sufrido el mismo agrandamiento radiográfico que el tumor. Es decir, que en la placa radiográfica se deben considerar las separaciones de los pequeños orificios como de 1 cm y la de los medianos orificios como 5 cm. En base a esto se calcula el tamaño del tumor.

Benesi ha simplificado este método porque ha tomado placas radiográficas de la lámina cribada sin paciente manteniendo constante la distancia foco-película y modificando en cada una de ellas de centímetro en centímetro la distancia lámina cribada-película, es decir, a todas las distancias probables tumor-placa.

Por lo tanto obtiene Benesi la radiografía del paciente como en el caso anterior, y en lugar de hacer una segunda exposición sobre la misma, superpone a la radiografía obtenida del paciente la placa radiográfica de la lámina cribada correspondiente a la distancia tumor-placa medida en el paciente.

**b) Método de Picchio:**

Se basa este método en el principio de la ortodiagrafía. Utiliza él un fino haz de rayos X, que lo obtiene diafragmándolo con una lámina radio-opaca que tiene una ranura móvil. Esto permite obtener una reproducción fiel de las medidas en cada una de las direcciones en que se mueve la hendidura.

Son suficientes tres radiografías obtenidas en las tres direcciones ortogonales (planos: frontal, sagital y horizontal) para obtener las coordenadas necesarias para localizar el foco en las tres direcciones del espacio. (Figs. 7a y 7b).

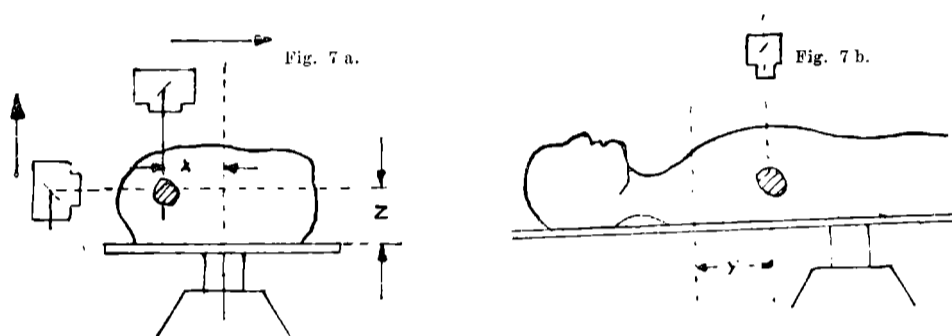


Fig. 7. — Método de Picchio.

**c) Método de Manchester:**

Se utiliza para determinar la altura de los tumores situados en la línea media. Se usan dos reglas de material plástico radio transparentes que tienen marcas radio-opacas cada centímetro, y una marca más notoria a los 10 cm de la base. Estas marcas opacas son de distinta forma en cada regla para poder individualizarlas en las radiografías. (Fig. 8).

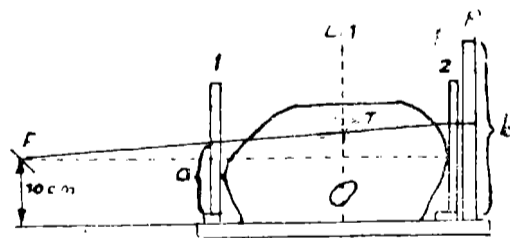


Fig. 8. — Método de Manchester. 1 y 2: reglas de plástico con marcas radio-opacas; F: foco; T: tumor; P: placa; LM: línea media.

El paciente debe colocarse acostado en la posición de tratamiento y se coloca una regla a cada lado del mismo, a nivel del tumor, en la radiografía de perfil; y en la línea media anterior y posterior en la radiografía de frente. En la radiografía de perfil del rayo central pasa a 10 cm por encima de la mesa.

Luego se mide en la placa la altura del tumor de acuerdo a cada regla. Se suman los valores y se lo divide por dos (media aritmética). El resultado obtenido es la altura del tumor.

## d) Método de Pissani:

Para el cálculo del agrandamiento radiográfico este autor utiliza la siguiente fórmula para hallar el factor de corrección.

$$x = \frac{AB.D - d}{D} \quad \text{donde:}$$

D = Distancia foco-película;

d = Distancia foco-plano del tumor;

AB = medida del tumor en la placa radiográfica.

## e) Corrección del agrandamiento geométrico de la imagen:

Teniendo en cuenta la geometría del haz de rayos X utilizado y basado en las propiedades de los triángulos semejantes (Fig. 9) se puede efectuar la corrección del agrandamiento de la imagen de una manera aproximada de acuerdo a otra fórmula que da el factor de corrección (FC).

$$FC = \frac{DF'F - DOF}{DF'F} \quad \text{donde:}$$

DF'F = distancia foco-filme utilizada;

DOF = distancia objeto-filme (esta distancia se obtiene de la radiografía tomada en dirección perpendicular a la placa que se emplea para efectuar las medidas).

Para eliminar las operaciones correspondientes se adjunta en el apéndice una tabla para hallar los Factores de Corrección de acuerdo a la distancia foco-película y el objeto-película que se emplea en el Departamento de Radiodiagnóstico del Centro de Oncología y Medicina Nuclear de Madrid.

Un método práctico que permite calcular el volumen tumor en una placa radiográfica en la que se desconoce la distancia foco-película con que fue obtenida, consiste en hallar el factor de corrección (FC) que permita corregir el agrandamiento de la imagen.

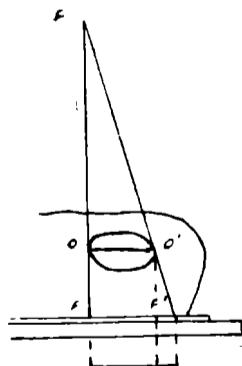


Fig. 9. — OO': diámetro del objetivo; FF': su proyección distorsionada en la radiografía.

Este factor de corrección se obtiene de la relación que se establece entre la medida de un segmento del paciente, ejemplo: medida del diámetro anteroposterior a nivel del ángulo esternal (19 cm) con la medida del mismo segmento en la radiografía (25cm). (Figuras 10 a y 10 b).

$$FC = 19/25 = 0,76$$

Se multiplican las medidas del tumor, obtenidas de la radiografía con distancia foco-película desconocida, por el factor de

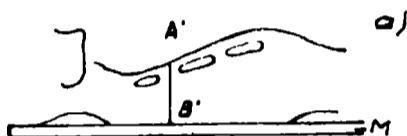


Fig. 10 a. — AB: medida del diámetro anteroposterior a nivel del ángulo esternal en la placa.

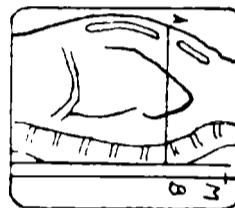


Fig. 10 b. — A'B': medida del diámetro anteroposterior a nivel del ángulo esternal en el paciente.

corrección (0,76 cm) y se obtiene una corrección del agrandamiento radiográfico de la imagen bastante aceptable.

#### f) Método de Surmont y Lalanne:

Estos autores para hallar la topografía y las dimensiones del tumor toman las placas de frente y de perfil con el paciente colocado entre dos grillas cuadrículadas, haciendo coincidir la línea media de las mismas con el plano sagital del paciente.

Estas grillas se diferencian unas de otras en que en una el cuadrículado de plomo es de trazo continuo y en la otra discontinuo. Esto permite individualizarlas en la placa radiográfica, es decir, saber cuál está en relación con el plano anterior y posterior del paciente.

Además, la grilla superior tiene en su parte media-superior (o inferior) una barra metálica, la que se pone en contacto con el reparo óseo de la línea media (manubrio esternal, sínfisis pubiana). Esto sirve para determinar la distancia del centro teórico del tumor a los puntos de referencia superficiales del paciente (Figs. 42 a, 42 b, 42 c y 42 d).

## II. LOCALIZACION DEL TUMOR EN EL ESQUEMA DE TRATAMIENTO.

### Contorno del paciente (Morfograma).

Una vez obtenidas las medidas del volumen tumor y su topografía se lo debe ubicar dentro del esquema del corte trasversal del paciente.

Se debe obtener el contorno del paciente a nivel del plano transversal que pasa por el centro teórico del tumor a irradiar. El perímetro obtenido se transporta sobre un **papel milimetrado transparente** y se dibuja en su interior la masa tumoral.

Se debe dibujar también dentro del contorno del paciente los órganos que se encuentran a nivel del plano transversal. Para ello se puede utilizar cualquier atlas de anatomía que tenga este tipo de corte anatómico (Roy Camille; Eychhshimer; Pernkopf, etc.). (Fig. 11).



Fig. 11. — Contorno del paciente. Se han dibujado en su interior los órganos que se encuentran a nivel del plano anatómico transversal (fosa cerebelosa).

Los órganos se dibujan en proporción a las medidas del paciente, o lo que es más práctico se copia la proyección de la diapositiva del corte anatómico correspondiente dentro del contorno, tratando de ajustar las dimensiones de la diapositiva a las del paciente.

**a) Métodos del diámetro antero-posterior y transversal.**

Es un método práctico aunque no muy exacto. Consiste en medir con un pelvómetro los diámetros anteroposterior a nivel del plano sagital del paciente, y luego el diámetro transversal medio. Estas me-

didadas se transportan al papel milimetrado trazándolas como una cruz cuya rama vertical es el diámetro anteroposterior y la rama horizontal el diámetro transverso.

Se proyecta sobre esta cruz la diapositiva correspondiente, y se va alejando o acercando el proyector hasta que el contorno de la imagen coincida con los extremos de la cruz (diámetros).

No siempre se logra la coincidencia total. Este método tiene además el inconveniente que las deformaciones localizadas del contorno no se inscriben.

**b) Método de la cinta maleable:**

Este método de la cinta maleable (cable de plomo revestido de material plástico) es muy práctico. Se contornea con el cable de plomo el perímetro del paciente y luego se "apoya" sobre el papel milimetrado y se copia el contorno.

Tiene el inconveniente que al "abrir" la cinta maleable para quitársela al paciente se deforma en parte el contorno obtenido. Para evitar este inconveniente se aconseja modelar primero una mitad del contorno y luego la otra. La asociación de los métodos a y b proporciona una mayor precisión en la toma del contorno, siendo aconsejable en algunas regiones anatómicas (cuello, cabeza, etcétera).

**c) Método de la venda de yeso:**

Algunos utilizan una venda de yeso angosta, la que luego de fraguar se secciona y retira para "apoyarla" sobre el papel milimetrado donde se copia el contorno así obtenido. La "deformación" que sufre el contorno así obtenido es mínima.

**d) Método de Picchio:**

Este autor utiliza el aparato denominado **Pin and arc**, que normalmente se utiliza para obtener coordenadas polares, para trazar

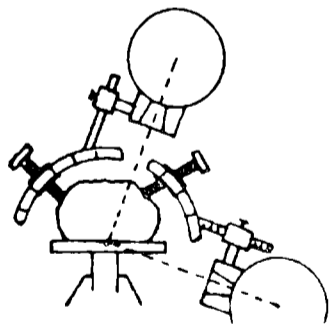


Fig. 12. Método de Picchio. Utilización del "Pin and Arc".

el contorno del paciente. Este dispositivo tiene un arco de círculo de 45° sobre el que se desliza un curso que tiene una barra móvil metálica graduada. (Fig. 12).

Se desplaza el curso sobre el arco de 45° hasta el ángulo deseado y se coloca el extremo de la barra metálica en contacto

con el paciente, leyéndose sobre ésta la medida del segmento comprendido entre el centro de la circunferencia y su extremo. De esta forma se obtiene un ángulo y un segmento, es decir, una coordenada polar. Se transportan todos los puntos así obtenidos al papel milimetrado; luego se unen, quedando trazado el contorno del paciente.

e) **Método de Buzzi:**

Se basa en el método anterior, salvo que utiliza un arco de círculo de 180°. (Fig. 13).

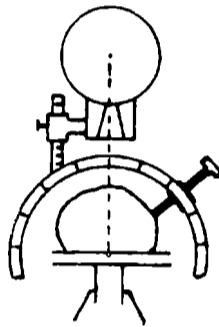


Fig. 13. — Método de Buzzi. Modificación del "Pin and Arc".

f) **Método de Surmont y Lalanne:**

Estos autores han construido un dispositivo que se utiliza en los enfermos en decúbito. Es un marco metálico con una reja de barras móviles que son perpendiculares al plano de la mesa de yacimiento. Estas barras, que están graduadas, están separadas entre sí por una distancia conocida (se obtienen coordenadas cartesianas). (Fig. 14). Se acuesta al paciente debajo del arco me-

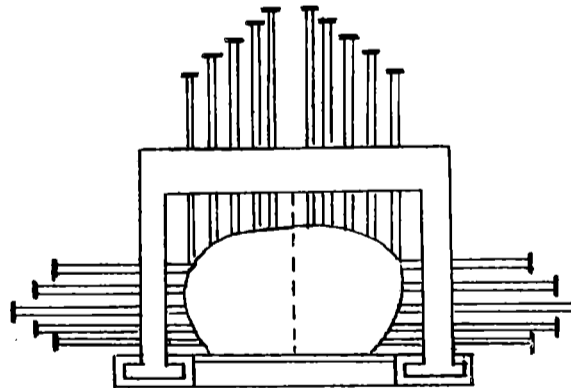


Fig. 14. — Conformador de Surmont y Lalanne (Inst. Gustave Roussy) con el agregado de barras transversales (centro de Oncología de Madrid).

tálico y se deslizan las barras metálicas hasta que contacten con el paciente a la altura del centro teórico del tumor. Se lee en cada una de las barras la distancia entre su extremo inferior y la mesa. Estas medidas se transportan al papel milimetrado, se unen estos puntos y queda trazado el contorno, la parte inferior se representa por una línea horizontal, que es el plano de la mesa de tratamiento.

En el Departamento de Radiodiagnóstico del Centro de Oncología y Medicina Nuclear de Madrid, se han agregado al marco metálico unas barras laterales que permiten obtener con mayor exactitud las partes laterales del contorno.

### 3. ESTUDIO CRITICO DE LA REPARTICION DE LA DOSIS EN EL SENO DE LOS TEJIDOS.

#### Dosis Tumor:

Como la dosis a administrar en el seno del tejido tumoral nunca es uniforme en todos los puntos, no se la puede expresar en una sola cifra. Por esta razón varios autores proponen que anote en los esquemas de tratamiento la dosis (o porcentajes de la misma) máxima y mínima que recibe el tejido tumoral.

La mayoría de los autores están de acuerdo en que un tratamiento está bien planteado cuando al hacer el estudio critico de la dosis el volumen a irradiar queda comprendido dentro de la línea de Isodosis del 90 %.

Es decir que lo mínimo que recibe el punto más externo del tumor es el 90 % de la dosis total en el centro teórico del tumor.

Se verá más adelante al hacer el estudio critico de la dosis en los planteamientos de las distintas modalidades de telecobaltoterapia (Estática y Cinética) los variados métodos que existen para trazar la Isodosis del 90 % (Método de la Isodosis de Base; Método de Pourquier; Método de Jones y Método de Braestrup).

De lo dicho se desprende que los puntos de la masa tumoral que reciben menos del 90 % de la dosis tumor total se consideran **Puntos Subdosados** y se consideran **Puntos Calientes** a aquellos que reciben más del 110 - 120 % de la dosis tumor total.

#### Estudio crítico de la dosis:

Es conveniente efectuar siempre el estudio critico de la dosis en el interior del contorno del paciente donde se hallan dibujados el tumor y los órganos que se encuentran a dicho nivel. (Fig. 15).

Es éste el único método que permite conocer con exactitud si al volumen a irradiar le llega una dosis suficiente y homogénea en toda su extensión. Es decir, que permite comprobar si el o los tamaños de campo, y la inclinación de los mismos, es la adecuada para el caso que se trata. Además permite conocer con exactitud la dosis que reciben los órganos vecinos. Esto es muy importante, especialmente en aquellos órganos muy sensibles a las radiaciones ionizantes (riñón, médula ósea, cristalino, etc.), que es necesario

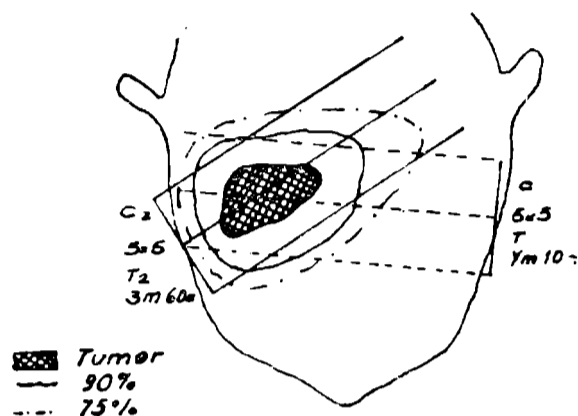


Fig. 15. — Estudio crítico de la dosis tumor en los tejidos.

evitar, o por lo menos procurar que reciban el más bajo porcentaje posible de la dosis tumor total.

Realizando el estudio crítico de la dosis tumor, el radioterapeuta se encuentra en condiciones de saber al cabo de un tiempo de realizado el tratamiento si las causas de una recidiva, metástasis ganglionares regionales, y/o complicaciones (nefritis, mielitis, cataratas, etc., radiógenas) pueden ser imputadas al tratamiento efectuado.

Para realizar el estudio crítico de la dosis en el seno de los tejidos se utilizan las **Curvas de Isodosis de Base** que las casas constructoras proveen con cada aparato; que tanto sirven para teleterapia estática (campos fijos) como para la teleterapia cinética (Método de Jones). Algunas casas constructoras proveen además de un juego de **Curvas de Isodosis Normalizadas al 100 %** (Método de Braestrup) exclusivas para la teleterapia cinética (rotación completa o pendulación).

De lo dicho precedentemente se desprende que trabajar únicamente con las **Tablas de "Relación dosis tejido/dosis aire"** (Tissue/air ratios, RTA, ver apéndice Tabla 5) que están confeccionadas para variados tamaños de campo y para distintos espesores de tejidos atravesado en terapia de movimiento; o con las tablas de **"Porcentajes de la dosis aire en profundidad"** (Porcentaje Depth Doses, ver apéndice Tabla 6.1; 6.2; 6.3 y 6.4) que también están confeccionadas para distintos tamaños de campo; y para las diversas distancias (foco-piel) utilizadas, y para los variados espesores de tejidos para la terapia estática, son insuficientes porque sólo permiten conocer el número de rad que llega a un solo punto situado a la profundidad que interesa.

Ejemplos:

**Tabla 6 5** (Tissue/air ratios) a un tumor situado a 11 cm de profundidad irradiado con un campo de 7 x 7 cm le llega 62 % de la dosis en el aire (RTA 0.628), con tratamiento cinético.

**Tabla 6 1** (Porcentaje Depth Doses) a un tumor situado a 11 centímetros de profundidad, irradiado con un campo de 7 x 7 y a una distancia Foco-Piel de 50 cm le llega el 43,3 % de la dosis en el aire, con un tratamiento de campos fijos (teleterapia estática).

Es decir que sólo se conocerá que a determinada profundidad y sobre el eje del haz llega cierto porcentaje de la dosis en el aire, pero no se conoce qué volumen de tejido recibe esta dosis, si la misma es homogénea (puntos calientes y/o subdosados), ni si son irradiados y con qué porcentaje de la dosis tumor total los tejidos sanos vecinos. Es el método de Johns.

**Métodos para efectuar el estudio crítico de la dosis:**

Se detallan a continuación en forma práctica la manera de realizar el estudio crítico de la dosis de acuerdo a las distintas modalidades de Telecobaltoterapia.

- |            |   |                  |                        |
|------------|---|------------------|------------------------|
| A) TERAPIA | { | 1) Campo único   |                        |
| ESTATICA   |   | 2) Varios campos |                        |
| B) TERAPIA | { | 1) Pendular      | {                      |
| CINETICA   |   | 2) Rotación      |                        |
|            |   |                  |                        |
|            |   |                  | b) Método de Jones     |
|            |   |                  | c) Método de Braestrup |

**Curvas de Isodosis de Base:**

Antes de describir detalladamente la forma práctica de ejecutar el estudio crítico de la dosis para las variadas técnicas de terapia estática es necesario destacar algunos conceptos. (Fig. 16).

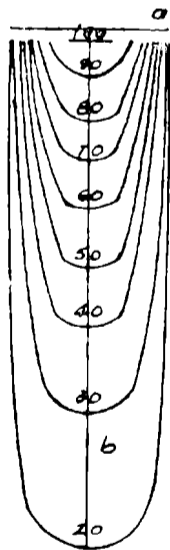


Fig. 16. — Isodosis de base. DFP: 50 cm; Campo: 5 x 5; a: base; b: eje (rayo central).

1. Las Curvas de Isodosis de Base que se utilizan en Telecobaltoterapia están hechas para los distintos tamaños de campo que se suelen utilizar y de acuerdo a las variadas distancias foco-piel (terapia estática) y son exclusivas de cada marca y modelo de Bomba de Cobalto.

Esto es debido a las características particulares (construcción) de cada colimador para el haz de radiaciones ionizantes del Co 60, es decir a su diseño, y al material (peso atómico) empleado en su construcción.

Efectivamente, el haz de radiaciones electromagnéticas del Cobalto 60 al incidir sobre las paredes del colimador produce una radiación secundaria formada principalmente por electrones. Estos tienen gran poder de penetración y se suman al haz primario. (Fig. 17).

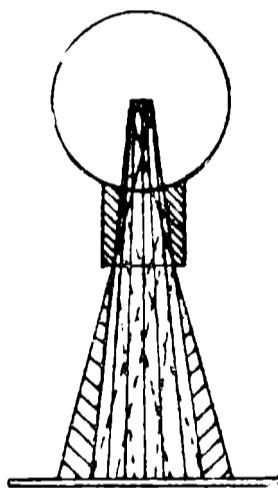


Fig. 17. — Contaminación del Haz Gamma del Co 60.

— Rayos Gamma.  
 . . . . Electrones.  
 / / / Penumbra.

Por esta razón no se cumple en Telecobaltoterapia estrictamente la "Ley de la inversa del cuadrado de la distancia" como en Roentgenoterapia Convencional.

2. Las Curvas de Isodosis de Base son obtenidas por dosimetría efectuada en el interior de maniqués construidos con material cuyo coeficiente de absorción ( $\mu = \mu_{\text{H}}$ ) es igual al del tejido humano (1). Se anota en cada Curva de Isodosis de Base la distancia foco-piel (DFP), y el tamaño del campo utilizado durante la dosimetría:

Ejemplo: DFP 60 cm; Campo 8 x 10.

La primera cifra del tamaño del campo, 8 cm en el ejemplo, corresponde al lado del campo que durante la dosimetría ha sido perpendicular al eje de la cámara de ionización, y la segunda cifra, 10 cm, es el lado del campo paralelo al eje de la cámara de ionización. (Fig. 18 a).

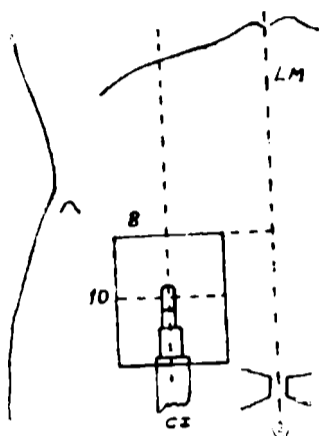


Fig. 18 a. — CI: Cámara de ionización; LM: Línea media.

Es importante recordar este detalle de dosimetría, pues al colocar al paciente ya para irradiar puede plantearse la duda sobre que lado del rectángulo que forma el colimador debe ser de 8 o 10 cm.

La primera cifra del tamaño del campo de una curva de isodosis de base (o normalizada al 100 %) debe corresponder siempre al lado del colimador que es perpendicular al plano sagital del paciente, y el otro lado del campo que forma el colimador paralelo a dicho plano del paciente. O sea, como si la cámara de ionización estuviera colocada con su eje mayor paralelo al plano sagital del paciente. (Fig. 18 b).

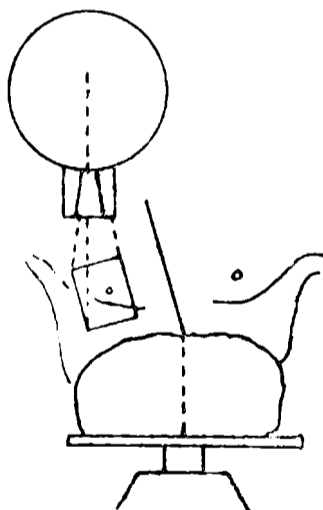


Fig. 18 b. — El lado interno del campo que forma el colimador es paralelo a la línea media.

3. Al estudiar en forma crítica la distribución de la dosis se trabaja generalmente sobre el plano anatómico transversal, es decir en dos de las tres dimensiones del espacio: anteroposterior y trans-

versal, y no en altura. Por lo tanto al utilizar las Isodosis de Base, que son la objetivación de la distribución del haz en solo dos de las dimensiones del espacio (largo y ancho), deben ser únicamente utilizadas cuando el plano que la representa se puede colocar solidario, paralelo, al plano del corte transversal anatómico del paciente.

**Ejemplos:**

En un tumor de hipófisis se puede hacer el estudio crítico de la dosis que llega desde varios campos: 1) Anterior (Frontal); 2 y 3) Temporales (derecho e izquierdo) y 4) Posterior occipital.

Se suman las dosis porque el plano de los cuatro campos es paralelo al plano del corte anatómico transversal que pasa por la silla turca. Pero no se puede sumar la dosis que se quisiera administrar por un campo superior (bi-parietal medio) por que el plano que representa a este campo es perpendicular al plano transversal del paciente (no es coplanario (Fig 19 a).

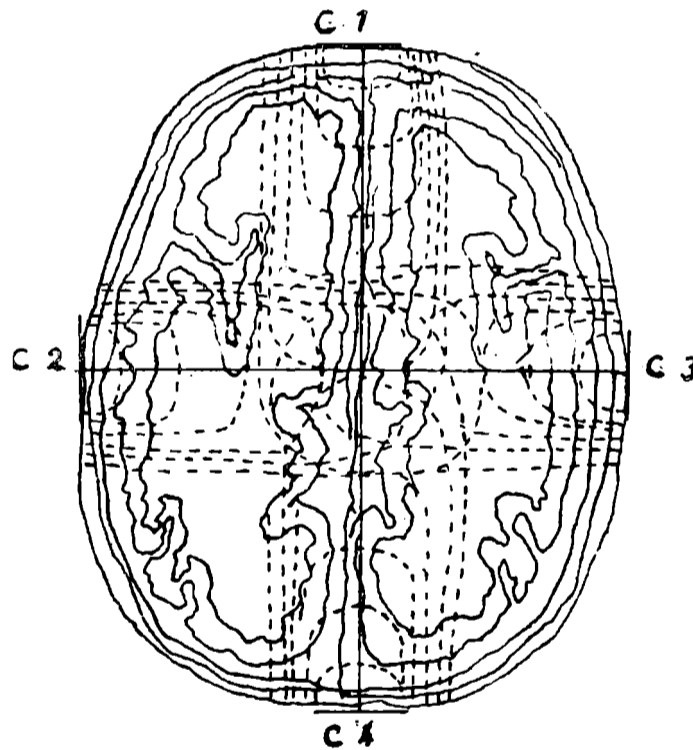


Fig. 19 a. — Cuatro campos coplanarios en el plano horizontal que pasa por la silla turca.

Ahora bien, si se trabaja con un plano de corte anatómico paralelo o justo sobre el plano sagital del paciente, se puede estudiar la dosis que llega desde un campo superior (biparietal medio) y desde el campo anterior (frontal) y otro posterior (occipital), porque el

plano que representa a cada uno de las Isodosis de Base de estas puertas de entrada, es paralelo al plano de corte anatómico sagital (son coplanarios). No así el plano de los campos laterales (temporal derecho e izquierdo) porque no se puede calcular en el plano sagital el aporte de la dosis desde campos cuyos planos son perpendiculares a él (Fig. 19 b).

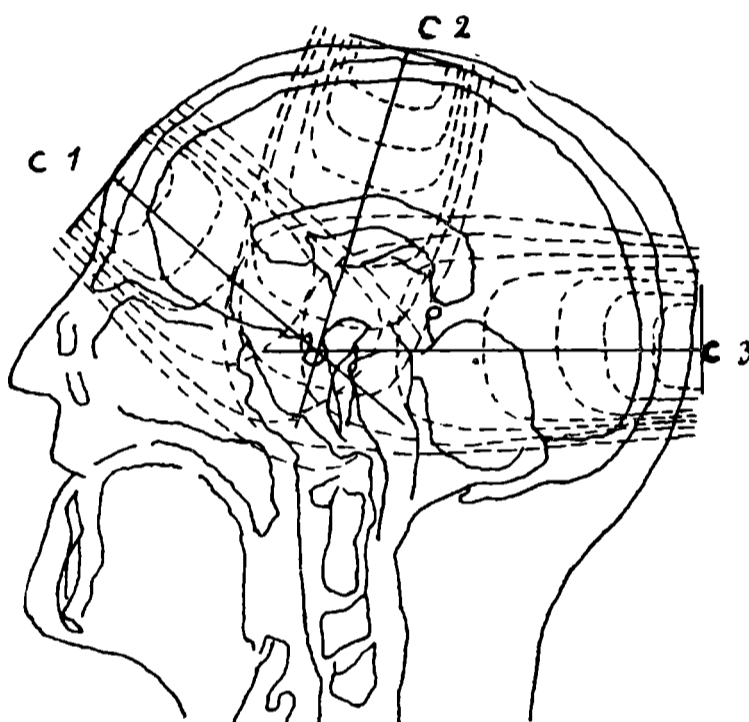


Fig. 19 b. — Tres campos coplanarios en el plano sagital de la cabeza.

**Resumiendo:** no se puede hacer el estudio crítico de la dosis en el plano del corte anatómico transversal que pasa por el centro teórico del tumor cuando el plano que representa la o las puertas de entrada (el de las curvas de isodosis de base) forma ángulos diedros con él.

4. De lo expuesto se deduce que también es causa de error en el estudio crítico de la dosis hacer "girar" el cabezal de la Bomba de Cobalto sobre cualquiera de sus ejes. Aunque en la práctica muchos autores lo hacen, especialmente el giro sobre el eje vertical (parametrios, inguinocrural etc. (Fig. 20 a y b).

5. Cuando la casa constructora no ha provisto la curva de isodosis de base para determinado tamaño de campo, ejemplo 8 x 6, se puede utilizar para efectuar el estudio crítico de la distribución de la dosis una curva de isodosis de un campo cuya primera dimensión (lado perpendicular al eje de la cámara de ionización) sea igual

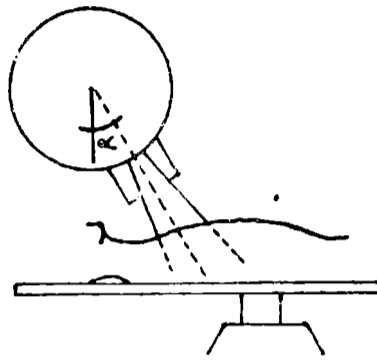


Fig. 20 a. — Inclinación del cabezal (hacia los pies del paciente).

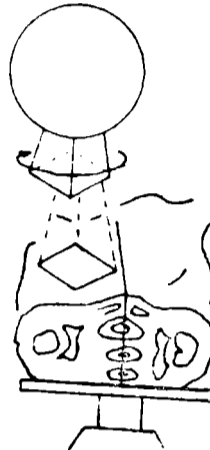


Fig. 20 b. — Rotación del colimador (sobre el eje vertical del cabezal).

a la del campo que se utilizará al irradiar al paciente, ejemplo  $8 \times 12$  ( $96 \text{ cm}^2$ ).

Si se compara por superposición curvas de isodosis cuyas primeras cifras son iguales se apreciará que la diferencia de las dosis en profundidad no son muy marcadas (Fig. 21).

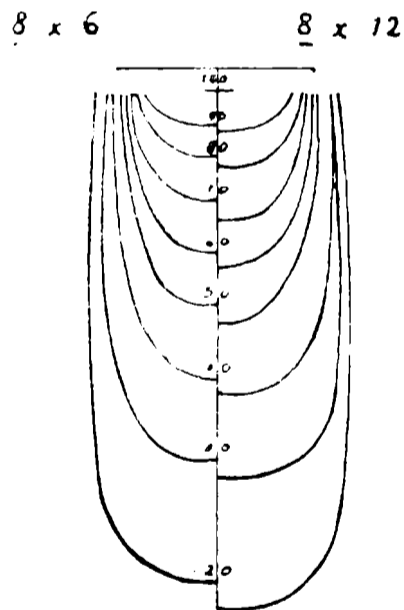


Fig. 21. — Comparación de la profundidad de dos curvas de isodosis de base que tienen el mismo ancho.

Debe recordarse que al hacer el cálculo de la intensidad (r/minuto) a partir de la curva de rendimiento de la pastilla de cobalto debe usarse el valor del área del campo que se utilizará para irradiar

48 cm<sup>2</sup>, y no el valor del área que se utilizó para efectuar el estudio crítico, 96 cm (8 x 12 cm).

6. Un campo (puerta de entrada) se considera útil cuando desde él llega al centro teórico del tumor por los menos el 50 % de la dosis en el aire. Es decir, cuando una isodosis superior o igual a la del 50 % pasa por el centro teórico del tumor.

Ejemplo: 3.000 r/aire son 1.500 r/tejido.

De no ser así se irradia demasiado el tejido sano situado entre la piel y el tumor. Dando en estos puntos una dosis superior a la dosis tumor, formándose por lo tanto una zona de puntos calientes (sobredosificados).

Además, los tiempos de irradiación son muy prolongados, lo que es un inconveniente en los niños y en los servicios con gran caudal de enfermos (Fig. 22). También tiene el inconveniente de aumentar la "Dosis Integral".

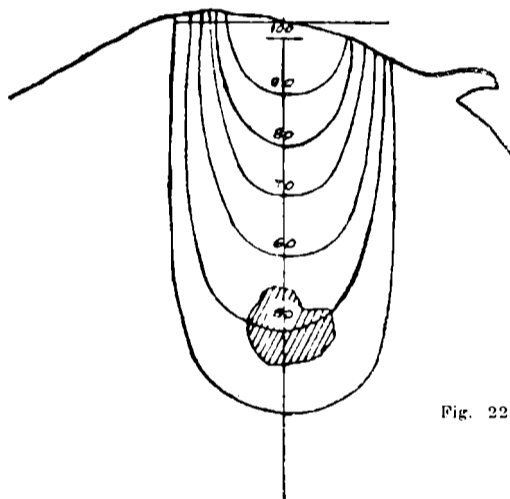


Fig. 22. — Puerta de entrada útil.

#### MÉTODOS PARA EFECTUAR EL ESTUDIO CRÍTICO DE LA DOSIS

##### A) TERAPIA ESTÁTICA.

##### I) Campo Único:

No es frecuente irradiar una masa tumoral desde un solo campo porque tiene el inconveniente que se administra una dosis elevada al tejido sano situado entre la piel y el tumor. Se suele utilizar el campo único cuando la tumoración es superficial y está situada en un plano anatómico transversal de gran diámetro. Ejemplo: región inguinocrural.

Sin embargo algunos autores utilizan un solo campo aunque tengan la posibilidad de hacer otro campo más. Ejemplo: laringe.

Los pasos que se deben efectuar para hacer el estudio crítico de la dosis tumor con un campo único de irradiación son los siguientes:

1. Se toma la curva de isodosis de base correspondiente al tamaño de campo escogido de acuerdo al volumen del tumor; ejemplo 6 x 8, y se la coloca por debajo de la hoja de papel milimetrado transparente donde están dibujados el contorno del paciente, la masa tumoral y los órganos vecinos.

Como se utiliza para trabajar una mesa-negatoscopio, por transparencia se aprecia perfectamente como se proyectan las líneas de la isodosis dentro del contorno del paciente.

2. Se desplaza la curva de isodosis de base hasta hacer coincidir la base de la misma con el contorno del paciente, y el eje (rayo central) que pase por el centro teórico del tumor. Esto último es el requisito más importante. Generalmente la base de las curvas de isodosis empleada no coincide con la línea del contorno del paciente. Ya sea por la concavidad o convexidad de éste, o bien por la dirección oblicua del haz de irradiación (campos posteriores oblicuos para evitar la médula espinal).

La corrección práctica de este problema se detalla más adelante (ver "corrección por oblicuidad del haz" o por "irregularidad de la superficie del paciente").

3. Si la base de la curva de isodosis coincide con el contorno del paciente y el eje de la misma pasa por el centro teórico del tumor, se procede a copiar por transparencia íntegramente la curva de isodosis de base.

4. Se observa que línea de la curva de isodosis de base pasa por el centro teórico de la masa tumoral, ejemplo la de 85 (Fig. 23). Esto significa que al centro teórico del tumor llega el 85 % de la dosis en el aire.

5. Luego se debe proceder a hallar el tiempo de duración de la irradiación. Para ello se necesita conocer el rendimiento de la fuente (r/minuto en el aire) a la distancia foco-piel empleada de acuerdo al tamaño de campo utilizado. Este dato se obtiene de la curva de rendimiento de la fuente en las condiciones de trabajo, (DFP y tamaño del campo) o multiplicando la intensidad de la dosis r/minuto para un tamaño de campo pre-establecido por el coeficiente del tamaño de campo que se utiliza, 48 cm<sup>2</sup> en nuestro ejemplo (ver "Tiempo de Irradiación").

Una vez determinada la intensidad de la dosis que recibe el centro teórico del tumor, hallado por el tanto por ciento de la dosis máxima que llega a él y que está indicado por la curva de isodosis que pasa por dicho punto. En nuestro ejemplo, la intensidad de la dosis máxima es de 54 r/minuto en el aire (para un campo de 48 cm<sup>2</sup>; DFP 60 cm.) y la curva de la isodosis que pasa por el centro teórico del tumor es la de 85, que significa que el 85 % de la dosis en el aire, 54 r/m, llega al punto en cuestión.

$$Dt = Dm - t \% = \frac{54 \times 85}{100} = 46,1 \text{ r/m.}$$

$Dt = 46,1$  r/m es la intensidad de la dosis absorbida por el centro teórico del tumor durante un minuto de irradiación.

El tiempo que debe durar la irradiación de cada sesión diaria se obtiene dividiendo la dosis que se quiere administrar por día por la intensidad de la dosis absorbida en el centro teórico del tumor durante un minuto (46,1 r/m).

$$T = \frac{200 \text{ r}}{46,1 \text{ r/m}} = 4 \text{ min. } 76 \text{ cent.}$$

En los pasos 6 y 7 se procedió a transformar las r/minuto en el aire en r/minuto en el tumor porque es causa de error (dosis excesiva o insuficiente) utilizar como medida de la dosis en el aire en la piel (con Co 60 el 100 % de la ionización se produce a 5 mm de profundidad) pues un mismo tipo histológico de tumor y con idéntica localización anatómica suele hallarse a distinta profundidad en cada paciente, lo que significa que pasan por el centro teórico de los mismos distintas líneas de isodosis, o sea diferentes porcentajes de la dosis aire total o de la dosis por sesión.

Ejemplo: si por un tumor pasa la línea de isodosis del 60 y por el otro la del 45, y la dosis aire es 4.000 r/a, llega al seno del tumor en cada paciente 2.400 r y 1.800 r respectivamente.

Como las Curvas de Isodosis de Base tienen inscripto en cada una de sus líneas los porcentajes de la dosis en el aire, se debe proceder a rectificar dichos porcentajes ya que el 100 % de la dosis se da a nivel de la curva de isodosis que pasa por el centro del tumor, dosis tumor.

Ejemplo: si el 100 % de la dosis, pasa a nivel de la isodosis del 85, la curva del 90 se transforma en:

$$\frac{85 \text{ ————— } 100 \%}{90 \text{ ————— } 100 \% \times 90} = 105,77 \%$$

85

Es decir que si se administran 6.000 r/tumor a nivel de la curva del 85, a un punto situado a nivel de la curva del 90 le llegan 6.346,2 r/t (6.000 r/t.  $\times$  105,77).

**9. Trazado de la Isodosis del 90 %.**

Para hallarla se hace el siguiente cálculo: si el 100 % de la dosis llega a nivel de la curva del 85, el 90 % llegará a nivel de la curva del:

$$\frac{100 \% \text{ ————— } 85}{90 \% \text{ ————— } 85 \times 90} = 76,5$$

100

Se traza la curva de la isodosis del 76,5 entre la del 80 y el 70, y si la masa a irradiar queda englobada dentro de esta curva de isodosis del 90 %, el tratamiento está bien planeado.

## II. Dos o más campos de Irradiación: (Fig. 24).

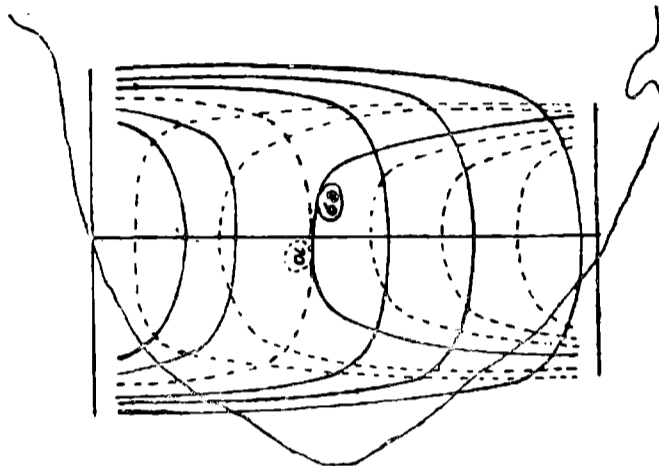


Fig. 24. — Dos campos opuestos paralelos y coplanarios.

Para detallar la forma de realizar el estudio crítico de la dosis en profundidad cuando se utilizan dos o más campos se pone como ejemplo el caso más complejo, pero menos frecuente. De esta manera quedarán aclarados perfectamente todos los pequeños problemas que pueden plantearse durante la ejecución del trabajo.

En el ejemplo se utilizan:

- a) **Dos campos de dimensiones distintas** (C 1 =  $6 \times 6,36$  cm<sup>2</sup>) y C 2 =  $8 \times 10$  (80 cm<sup>2</sup>). Lo común es utilizar siempre el mismo tamaño de campo.
- b) **Por cada uno de los campos se administran distintos porcentajes de la dosis tumor total:** 6.000 r/total; C 1 = 40 % (2.400 r/t); C 2 = 60 % (3.600 r/t). Generalmente se suele administrar el mismo porcentaje de la dosis tumor total por cada campo.
- c) **Cada puerta de entrada está a distinta distancia del centro del tumor:** C 1 a 6 cm (Isodosis del 70) y C 2 a 8 cm (Isodosis del 60). Esto es frecuente.
  1. Se colocan las curvas de isodosis de base de los campos elegidos ( $6 \times 6$  y  $8 \times 10$ ; DFP 60 cm) sobre el lado del paciente y con la inclinación que convenga más. Esto se aprecia perfectamente sobre el plano del corte anatómico transversal del paciente que está dibujado en el papel milimetrado transparente. Con respecto a la colocación de la "base" y el "eje" de las isodosis se deben cumplir los mismos requisitos que se indicaron en el "Campo Unico".
  2. Se procede a calcar íntegramente las líneas de isodosis de cada campo, lo que es conveniente hacer con colores dis-

- tintos para poder distinguir sin dificultad los “entrecruzamientos” de las líneas de isodosis de un campo con el otro.
3. Se observa desde cada campo qué curva de la isodosis correspondiente pasa por el centro teórico del tumor. En el ejemplo que se está desarrollando se tiene que por el C 1 la del 70 y por el C 2 la del 60.
  4. En base al porcentaje de la dosis tumor total que se administra por campo (C 1 40 % y C 2 60 %) y la curva de isodosis que pasa por el centro teórico del tumor (C 1 = 70 y C 2 = 60) se debe proceder a rectificar los valores de las curvas de isodosis, porque los valores registrados en ellas corresponde a los porcentajes del 100 % de la dosis aire total, y lo que interesa son los porcentajes con respecto a la dosis tumor que se da por cada campo.

**A) Rectificación de los porcentajes de isodosis del Campo 1:**

$$\begin{array}{r} 70 \text{ ————— } 40 \% \\ \phantom{70} \phantom{—————} 40 \% \times 1 \\ 1 \text{ ————— } \phantom{—————} = 4/7 \\ \phantom{1} \phantom{—————} 70 \end{array}$$

Se multiplica por 4/7 todos los valores primitivos de las curvas de isodosis. Ejemplo: la curva del 90 (del 100 % de la dosis máxima en el aire) se transforma en la del 51,43 % (de la dosis tumor total) ( $90 \times 4/7$ ).

Ejemplo: porcentaje de la dosis total, 70; curva de isodosis, 40.

90	.....	51,43
80	.....	45,71
<b>70</b>	.....	<b>40</b>
60	.....	34,14
50	.....	22,57
40	.....	17,14
30	.....	11,42

En el apéndice se adjuntan unas planillas donde ya están confeccionadas todas las rectificaciones de acuerdo a los distintos porcentajes de la dosis tumor total y de acuerdo a la línea de isodosis que pasa por el centro teórico.

Estos valores rectificados de las líneas de isodosis se anotan sobre la curva correspondiente.

**B) Rectificación de los porcentajes de isodosis del Campo 2.**

Los datos que se tienen son: 1. porcentaje de la dosis tumor total que se administra por este campo 60 %; 2. curva de isodosis que pasa por el centro del tumor 60.

Se hace el mismo planteo que en el caso anterior:

$$\begin{array}{r} 60 \text{ ————— } 60 \% \\ \phantom{60} \phantom{—————} 60 \% \times 1 \\ 1 \text{ ————— } \phantom{—————} = 1 \\ \phantom{1} \phantom{—————} 60 \end{array}$$

Cuando el porcentaje de la dosis tumor total, 60 %, es igual al valor de la curva de isodosis que pasa por el centro del tumor, 60, no hay necesidad de rectificar los valores de los porcentajes que están inscriptos en las curvas de isodosis.

Estos valores también se anotan sobre las curvas del campo correspondiente.

#### 5. Trazado de la Isodosis del 90 %. (Fig. 25).

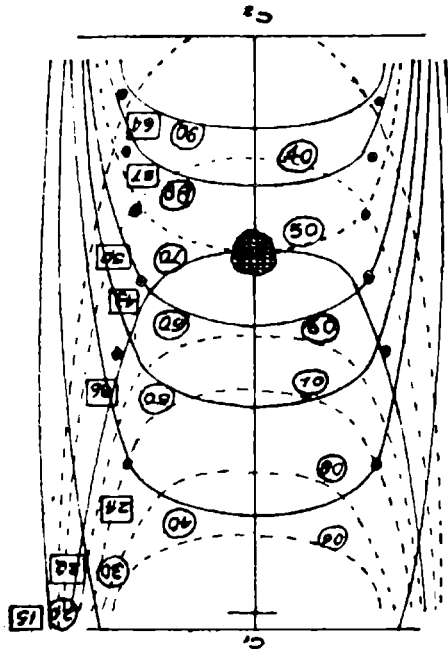


Fig. 25. — Trazado de la línea de isodosis del 90 %.

- Porcentajes de la dosis en el aire.
- Porcentajes de la dosis tumor.
- (.) Puntos con el 90 % de la dosis.

La superficie del plano anatómico transversal del paciente donde las curvas de isodosis se superponen recibe irradiación desde las dos puertas de entrada, por lo tanto deben sumarse los porcentajes de la dosis total que llegan desde éstas. Por ello se suman a nivel de los "puntos comunes" los valores de los porcentajes de las isodosis de cada campo que los forman.

Ejemplo: el punto donde se corta la curva de isodosis rectificadora del 40 de un campo con la del 50 del otro campo, recibe el 90 % de la dosis tumor total.

No siempre los porcentajes de la dosis de las curvas que forman los "puntos comunes" suman exactamente 90.

Ejemplo: el "punto común" de la curva de isodosis del 54,7 con la del 40, dan un punto que recibe el 94,7 % de la dosis tumor total. El punto del 90 se hallará algo más afuera (los porcentajes decrecen a medida que un punto se aleja de la "base" y el "eje" de la curva de isodosis). El "punto común" más externo y cercano al anterior es el del 85,7 ( $45,7 \div 40$ ). Se interpola entre estos dos puntos comunes, 94,7 y 85,7, y se halla el punto del 90.

Se buscan todos los puntos del 90 que existen y se los une con una línea continua. De esta forma queda trazada la curva de isodosis del 90 % de la dosis tumor total. Conviene trazarla siempre de un mismo color (rojo) para individualizarla de las demás líneas de isodosis cuando se "lee" un estudio crítico.

De la misma forma que se halla la **Isodosis del 90 %** se pueden trazar otras isodosis, 70, 50, etc.

La isodosis del 90 % puede tener varias formas, ella depende del número de campos que se utilizan, los porcentajes de la dosis tumor total que llega por cada uno de ellos, y de la curva de isodosis que desde ellos pasa por el centro del tumor. Ejemplos:

1. **Adenopatía Cervical.** (Fig. 26).

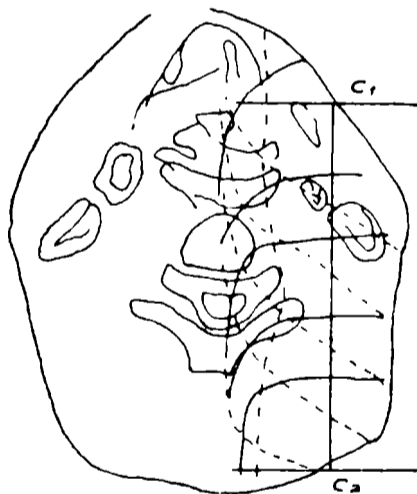


Fig. 26. — *Adenopatía cervical.*  
 ---- Isodosis del 90 %

Cuando se hacen dos campos (anteroposterior y posteroanterior) puestos, paralelos y coplanarios, la isodosis del 90 % es prácticamente una línea recta, que en este caso pasa por fuera del cuerpo vertebral. La zona comprendida entre ella y la piel del paciente recibe como mínimo el 90 % de la dosis tumor total.

## 2. Vértice de pulmón. (Fig. 27).

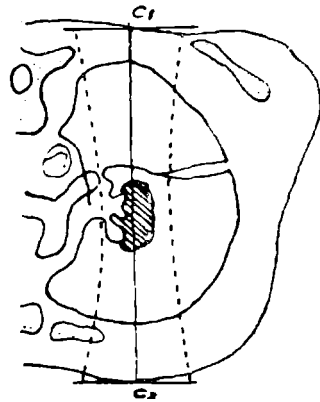


Fig. 27. — Vértice de pulmón.  
 ..... Isodosis del 90 %

Dos campos como en el caso anterior. La curva de isodosis del 90 % se dibuja como dos líneas paralelas que tienden a juntarse en la línea media.

## 3. Seno maxilar. (Fig. 28).

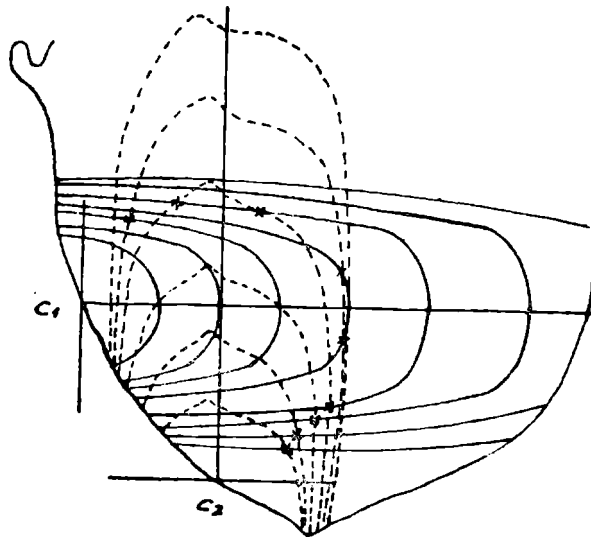


Fig. 28. — Seno maxilar.  
 xxxx Isodosis del 90 %  
 ..... Isodosis del C 1  
 ---- Isodosis del C 2

Dos campos perpendiculares entre sí (anterior y lateral). La isodosis del 90 % se dibuja como un elipse.

La isodosis del 90% para tres o más campos puede adoptar cualquier forma.

**E) TERAPIA CINÉTICA.**

Se detallarán a continuación algunos de los numerosos métodos que pueden utilizarse para trazar la isodosis del 90 % en cicloterapia y para calcular el porcentaje de la dosis en profundidad.

Estos métodos son: a) Método de la Isodosis del 90 % de Pourquier; b) Método de Jones (que utiliza las isodosis de base para campos fijos); y c) Método de Braestrup (que utiliza las curvas de isodosis normalizadas al 100 %).

Y el método de Johns (que utiliza sus tablas de "Relación dosis tejido/dosis aire" RTA) para el cálculo del porcentaje de la dosis tumor total en el eje de rotación (centro teórico del tumor).

Todos estos métodos se pueden utilizar en cualquier tipo de terapia de movimiento, Rotación Completa o Pendulación.

Cualquiera sea el método que se utilice, el primer paso que debe efectuarse en todos ellos es hallar el porcentaje de la dosis en el centro teórico del tumor, eje del movimiento. Para ello se debe hallar el **radio medio** del contorno del paciente, lo que se efectúa de la siguiente manera (Fig. 29).

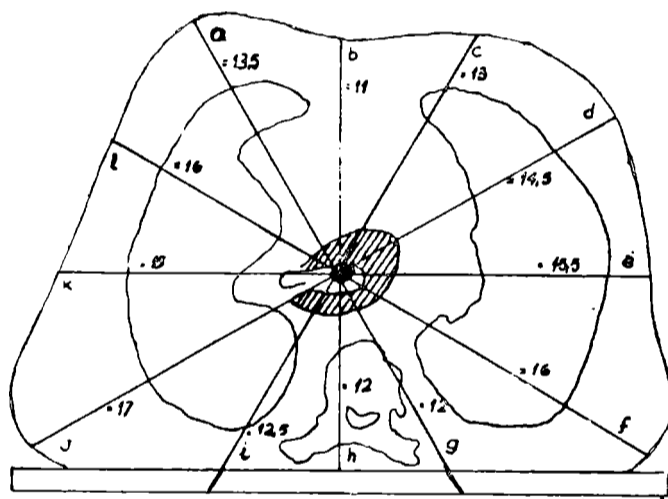


Fig. 29. — Radio medio (14 cm).

**Radio Medio:**

1. Sobre el volumen tumor que está dibujado dentro del contorno del paciente se marca el centro teórico del mismo.
2. Por este punto se traza el diámetro vertical y horizontal a la mesa de tratamiento.
3. Se completa el esquema trazando radios cada 20° a 30°, los que conviene individualizar con letras (a, b, c, etc.).

Cuanto menor es el ángulo que se utiliza para trazar los radios más exacto será el cálculo del radio medio y como consecuencia de esto el cálculo del porcentaje de la dosis en profundidad y el trazado de la Isodosis del 90 %; pero los métodos se hacen muy labo-

riosos, (método de Jones y de Braestrup). Por esta razón Tubiana y Mme. Dutreix aconsejan, trazan los radios cada 20° a 30° como máximo.

4. Se miden los radios así trazados, se suman, y este valor se divide por el número de radios trazados (media aritmética), ejemplo 14 cm.

5. Con el radio medio, 14 cm, y el área del campo a utilizar, ejemplo 100 cm<sup>2</sup> se busca en la tabla de "Relación dosis tejido/dosis aire" el porcentaje de la dosis correspondiente: 0.564 (ver apéndice tabla 6.5).

6. Por este valor de RTA, 0.564, se multiplica el rendimiento de la fuente (r/m) de acuerdo al área de campo utilizada, 100 cm<sup>2</sup>, (igual que para los campos fijos. Ejemplo: 67 r/m en el aire.

$$67 \text{ r/m} \times 0.564 = 37,7 \text{ r/m en el centro teórico del tumor.}$$

7. Por último se procede a hallar el tiempo de irradiación por sesión. Se divide la cantidad de r tejido por sesión 200 r/t por la cantidad de r/minuto en el tumor:

$$\frac{200 \text{ r/t}}{37,7 \text{ r/t m}} = 5 \text{ m-33 centésimas}$$

El método que se detalló para hallar el **radio medio** del paciente es muy simple y rápido, pero no muy exacto porque no siempre el paciente tiene una circunferencia como contorno (predominio de un diámetro sobre otro ejemplo: tórax) ni el centro del tumor es el centro del contorno (tumores excéntricos). De lo que se desprende que la RTA (porcentaje) hallado en esta forma no es muy exacto, por lo que es mejor hallar la **RTA promedio** y no el radio promedio (radio medio).

Para ellos se mide como en el caso anterior cada radio que se ha trazado en el esquema, y se busca en la tabla de "Relación dosis tejido/dosis aire" la RTA (porcentaje) que corresponde a cada uno de estos radios.

Se suman los valores de RTA hallados y se divide el total también por el número de radios trazados. De esta forma se obtiene la RTA promedio (porcentaje) de la dosis en el aire en el eje de rotación.

Ejemplo:

Radio	cm	RTA
a	13,5	0,585
b	11	0,665
c	13	0,595
d	14,5	0,560
e	15,5	0,525
f	16	0,505
g	12	0,632
h	12	0,632

Radio	cm	RTA
i	12,5	0,615
j	17	0,485
k	15	0,535
l	16	0,505
Tot. ....	165	6.849

RTA radio medio = 0.564 (56,4 %)  
 RTA promedio = 0.570 (57 %)

Como se desprende del ejemplo el porcentaje hallado para la media aritmética de los radios es distinto al porcentaje obtenido de la media aritmética de la RTA.

Hallar la media aritmética de la RTA es un método bastante laborioso, especialmente cuando hay que hallar la RTA de radios (espesores de tejido atravesado) que no figuran en la tabla de relación "dosis-tejido/dosis-aire, como podría 14,4 cm, pues hay que interpolar entre valores de RTA para 14 y 15 cm de tejido respectivamente.

Una solución sencilla a este problema consiste en transformar la tabla de cada tamaño de campo en una curva. Curva que representa todos los espesores posibles. A su vez la curva correspondiente a cada tamaño de campo pueden transformarse en reglas donde está registrado cada porcentaje de dosis en profundidad. Con estas reglas graduadas la simplificación llega al máximo porque permiten trabajar con rapidez y con exactitud.

Mas adelante se detalla la forma de utilizar las tablas de "Relación dosis tejido/dosis aire" (RTA) ("Tissue/air ratios"); su transformación en curvas, y la construcción de las reglas.

**Velocidad Angular:** (para rotación completa o pendulación ).

El desplazamiento de la fuente de cobalto alrededor del tumor (eje de rotación) debe ser uniforme y completar siempre un número entero de rotaciones o pendulaciones durante el tiempo que dura la sesión. De no cumplir este requisito importante habrá regiones del paciente "barridas" por la radiación gamma del Co. 60 que recibirán mayor cantidad (o menor) de r/tejido que las calculadas en el estudio crítico de la dosis.

Para obtener una velocidad uniforme debe determinarse la velocidad angular (omega) ( $\omega$ ). La misma se obtiene de la siguiente fórmula:  $\omega = \text{Vel. Angular} = \text{rotación completa en grados} \times \text{tiempo trat. en segundos} \text{ grados de movimiento.}$

Por comodidad se expresa la inversa de la velocidad angular (número de revoluciones por segundo, rev./seg.) es decir segundos por

revolución (seg./rev.) que es el valor que puede leerse en control respectivo del comando del aparato. Ejemplo:

Tiempo de tratamiento = 5 minutos = 300 segundos.

Pendulación = 220°:

$$\omega = \frac{360^\circ \times 300 \text{ seg.}}{220^\circ} = 490 \text{ seg./revolución}$$

Los valores hallados se transportan a los controles espectivos de la mesa de comando. En el reloj se registran 5 minutos y en el que marca la velocidad angular se marcan 490 seg./rev. (1 pendulación de 220°).

La mayoría de los autores aconsejan hacer por lo menos cuatro pendulaciones o rotaciones durante cada sesión. Por lo tanto se debe modificar la velocidad angular.

En el ejemplo se tenía 490 seg./rev. para una pendulación de 220° como conviene hacer cuatro:

$$\frac{490 \text{ seg./rev.}}{4} = 122,5 \text{ seg./rev.}$$

4

Este valor de la inversa de la velocidad angular se marca en el registro correspondiente de la mesa de comando.

#### A) Método de Pourquoiier (mét. de la Isodosis del 90 %).

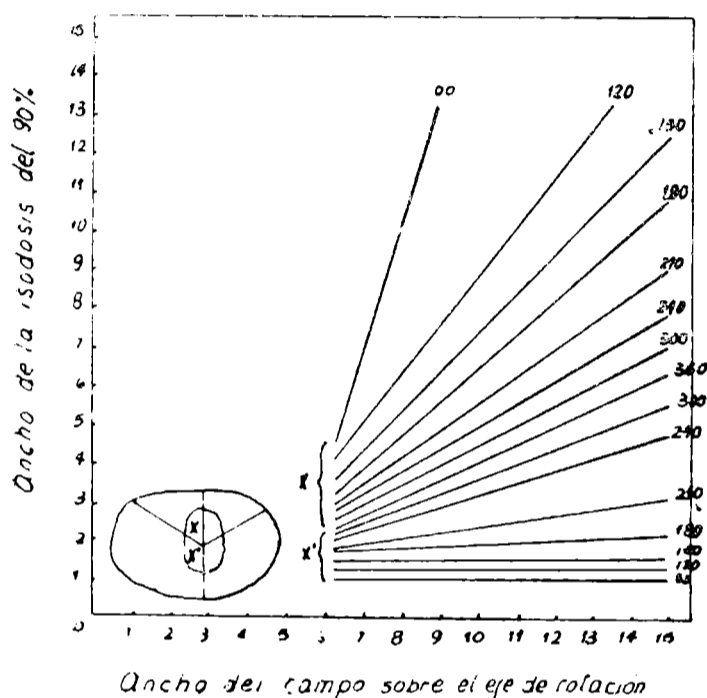
Este autor francés ha confeccionado dos diagramas (nomogramas) que en el presente trabajo se han esquematizado en el apéndice que se adjunta, y que conviene consultar en la obra del citado autor (H. Pourquoiier: "La Telecobaltherapie en Cancerologie" pág. 98). Estos diagramas permiten trazar en forma sencilla y bastante aproximada la isodosis del 90 % para todos los tamaños de campo que se suelen utilizar y para ángulos de pendulación comprendidos entre 90° y 360° (y una distancia foco-eje de rotación de 55 cm).

Pourquier considera que no se justifica hacer pendulaciones de un ángulo menor de 90° porque la curva de isodosis del 90% es prácticamente igual a la curva de isodosis del 90 de un campo fijo. Esto se debe a que cuando menor es el ángulo de pendulación más se aproxima la isodosis del 90 % a la superficie del paciente que está del lado del foco radiante.

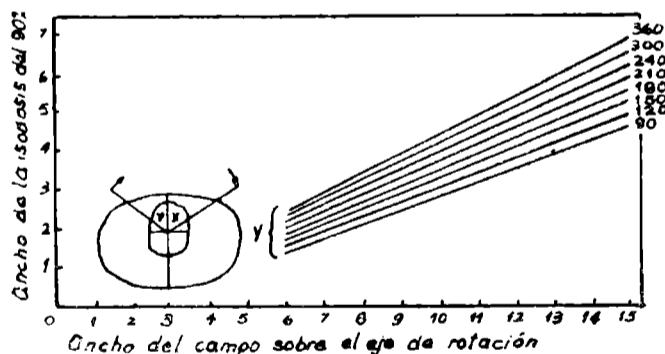
Los datos para la confección de los diagramas fueron obtenidos por dosimetría en un maniquí cilindrico de densidad equivalente al tejido humano (1).

El **diagrama 1** muestra la variación de la dimensión de la isodosis del 90 % sobre la bisectriz interior del ángulo irradiado. Sobre

el eje de las X del costado de la fuente, y sobre el X' del costado opuesto a la fuente por relación al centro de rotación (Fig. 30).



El diagrama 2 muestra la variación de la posición de la isodosis del 90 % sobre la bisectriz exterior del ángulo irradiado, eje Y (Fig 31).



**Forma de utilizar los Diagramas (1 y 2):**

Tres datos dan los diagramas: 1) ancho del campo utilizado (primera cifra); sobre el eje de rotación; 2) grados del ángulo de movimiento; y 3) diámetros de la isodosis del 90 %.

Generalmente los datos que se conocen son: ancho del campo sobre el eje de rotación ( $8 \times 12$ ) y grados del ángulo de movimiento. Los diámetros de la isodosis del 90 % son las incógnitas.

Dos ejemplos servirán para aclarar completamente la forma de utilizar los diagramas. En el primer ejemplo se explicará la forma de trazar la isodosis del 90 % cuando se hace una rotación completa; y en el segundo para una pendulación. a) **Rotación Completa.** (Fig. 32).

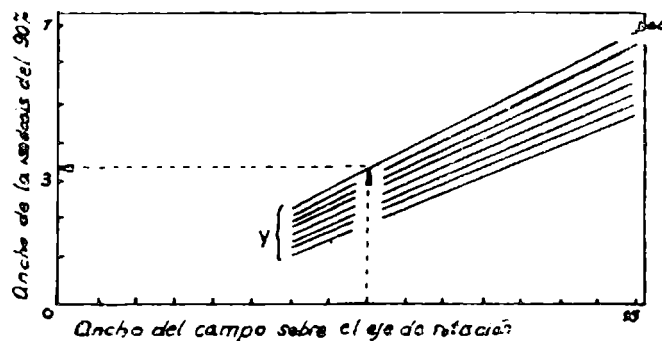


Fig. 32. — Rotación completa.

Datos: tamaño del campo:  $8 \times 10$  cm; rotación completa  $360^\circ$ .

Como la línea de isodosis del 90 % en las rotaciones completas es una circunferencia (con este método) los valores de Y, X y X' son iguales. Por lo tanto, con hallar cualquiera de ellos es suficiente.

Se puede utilizar cualquiera de los dos diagramas para hallar el radio de la circunferencia de la isodosis del 90 %; aunque es más práctico utilizar el diagrama 2.

En la línea del "ancho del campo sobre el eje de rotación" del diagrama se busca el punto correspondiente a 8 cm. Desde este punto se levanta una perpendicular hasta la intersección con la línea oblicua que corresponde a los  $360^\circ$ .

Desde este nuevo punto se traza otra perpendicular a la línea del "ancho de la isodosis del 90 %". El valor que se lee sobre ésta, 3,2 cm por ejemplo, es el radio de la circunferencia de la isodosis del 90 %. Se transporta esta medida del radio al esquema de tratamiento del paciente y se traza una circunferencia cuyo centro es el centro teórico del tumor.

b) **Pendulación** (Fig. 33)

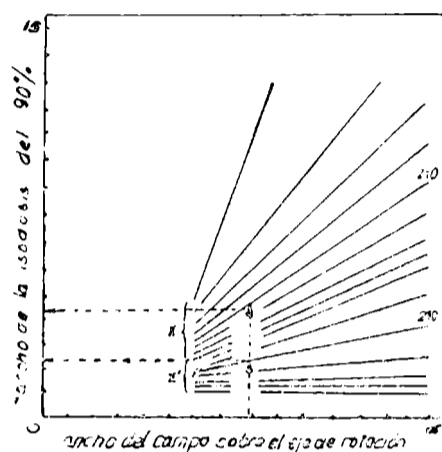


Fig. 33. — Pendulación.

Datos: campo  $8 \times 10$  cm; ángulo de pendulación  $210^\circ$ .

Como en las pendulaciones la curva de isodosis del 90 % dibuja una elipse se deben utilizar los dos diagramas (1 y 2) porque los semiejes de la misma son lógicamente de distinto valor, Y, X, y X'.

Por el centro teórico del tumor se traza una línea en el sentido del diámetro mayor del tumor, y otro perpendicular a ésta que también pasa por el centro teórico del tumor.

En el diagrama 1 se busca la medida de los semiejes X y X' igual que en el ejemplo anterior, es decir con 1 la primera cifra del campo (8) y su intersección con la línea oblicua correspondiente a los  $210^\circ$  inferior para X' y la línea oblicua de los  $210^\circ$  superior para X. Desde estos puntos de intersección se tiran perpendiculares a la línea del ancho de la Isodosis del 90 %". Los valores que se leen sobre ésta corresponden, el menor a la medida del semieje X', y el mayor a la medida del semieje X (X' = 2,2 y X = 4,1 cm). Se transportan estas medidas sobre el eje mayor de la cruz que se ha trazado por el centro teórico del tumor.

En el diagrama 2 se busca el valor de los semiejes Y (Y = Y) en la misma forma que se detalló para la rotación completa (Y = 3,2 cm). El valor de Y se transporta sobre la rama menor de la cruz.

Se unen con una línea curva continua los puntos marcados en la cruz y queda trazada la elipse de la isodosis del 90 % de una pendulación.

Igual que en todos los estudios críticos de la dosis que se han detallado para campos fijos, debe observarse si el volumen a irradiar queda comprendido dentro de la línea de isodosis del 90 % así trazada.

A veces el volumen a irradiar no queda englobado porque la primera cifra del campo elegido es menor que lo necesario, o porque el ángulo de pendulación no tiene la suficiente amplitud.

Para evitar el inconveniente señalado se utilizan los diagramas 1 y 2 conociendo el ángulo de barrido del haz y el ancho de la isodosis del 90 %, siendo la incógnita el ancho del tamaño del campo (primera cifra). Ejemplos:

a) Rotación completa: (Fig. 34).

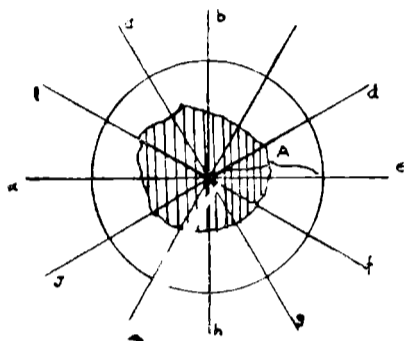


Fig. 34. — A: ancho (radio) de la Isodosis del 90 %.

Datos: radio de la isodosis del 90 % 4,2 cm; rotación completa 360°. Se traza en el esquema de tratamiento una circunferencia por el centro teórico del tumor, cuyo radio de 4,2 cm. engloba al tumor y al margen de seguridad (1 a 1,5 cm) o sea que se ha trazado la isodosis del 90 % cuyo radio es el "ancho de la isodosis del 90 % del diagrama".

Esta medida del radio, 4,2 cm se transporta al diagrama 2 sobre la línea que indica el "ancho de la isodosis del 90 %" y se traza una perpendicular a ésta hasta la intersección de la línea oblicua de 360°. Y desde la intersección de estas dos líneas se baja una perpendicular a la línea que indica el "ancho del campo utilizado". La medida que se lee sobre ésta es la medida del ancho del campo que debe utilizarse.

b) Pendulación: (Fig. 35).

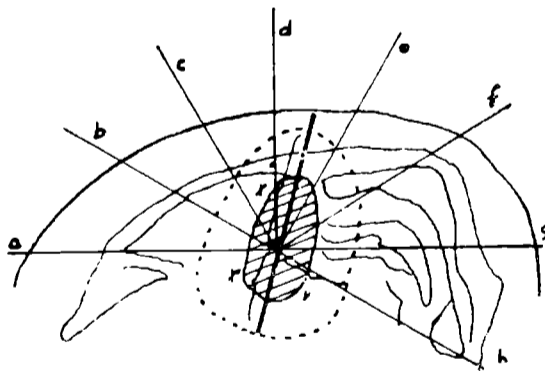


Fig. 35. — Pendulación de 210° Semieje Y (2,2 cm).

Datos: medida del semieje Y 2,2 cm.; pendulación 220°. Se traza en el esquema de tratamiento una elipse, isodosis 90 % que engloba completamente al volumen a irradiar. Con la medida del semieje Y

y el valor del ángulo de pendulación  $210^\circ$ , se busca en el diagrama 2 la medida del ancho del campo (igual que en el caso anterior) ej. 7 centímetros.

Con la cifra del ancho del campo hallada, 7 cm y el ángulo de barrido,  $210^\circ$ , se busca en el diagrama 1 las medidas de los semiejes X, X' (como se explicó en ejemplo anterior de pendulación) Se transportan sobre el esquema las medidas de los semiejes y si son iguales o similares a los que se trazó en el esquema el ancho del campo es el adecuado.

La segunda dimensión del campo, segunda cifra, se calcula teniendo en cuenta la altura del volumen a irradiar.

**Determinación del ángulo de barrido del haz (Fig. 36 a).**

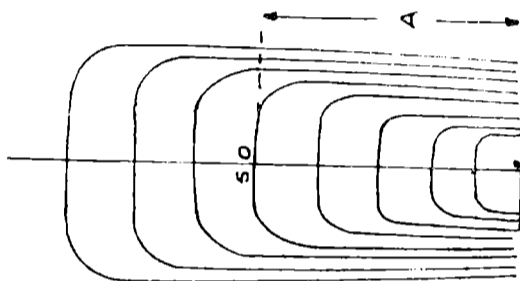


Fig. 36 a. — Capa hemirreductora en cm de tejido (CHR).

Determinar exactamente los grados del ángulo de pendulación es un paso muy difícil pues depende casi exclusivamente de la experiencia del médico o físico que plantea el tratamiento.

Wachsman ha descrito un método para hallar el ángulo de barrido útil, que si bien no puede aplicarse sistemáticamente, pues depende de la forma, topografía, órganos vecinos, etc, es de utilidad práctica.

Sobre el contorno del paciente se mide el radio mínimo (centro teórico del tumor-piel). A este radio se le suma la medida de la capa hemirreductora de tejido en centímetros, se mide sobre el eje de la curva de isodosis de base del campo a utilizar la distancia entre la base de la misma y la curva del 50 % (Fig. 36 b).

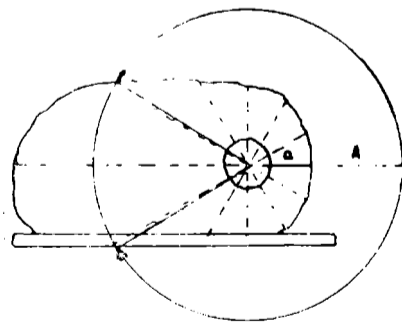


Fig. 36 b. — a: radio mínimo; A: CHR en cm de tejido.

Con esta medida como radio se traza una circunferencia cuyo centro es el centro teórico del tumor. Desde el centro de la circunferencia se trazan dos rectas hacia cada uno de los puntos de intersección de la misma con el contorno del paciente y queda inscripto el ángulo de pendulación adecuado.

Cuando el contorno del paciente queda comprendido dentro de la circunferencia así trazada, Wachsman aconseja efectuar una rotación completa.

#### B) Métodos de Jones.

Este método permite determinar el porcentaje de la dosis que llega al centro de rotación, o a cualquier punto que interesa, durante una rotación o una pendulación. Es un método muy exacto, y permite también trazar la curva de isodosis del 90 %, aunque ello requiere un procedimiento sumamente laborioso.

#### Ejecución de un estudio crítico.

1. Se asimila el contorno del paciente a una circunferencia cuyo centro es el centro teórico del tumor y su radio puede ser el mayor que está trazado dentro del contorno del paciente (ver radio medio) o se puede utilizar el promedio entre el radio máximo y mínimo del paciente. Esto último es lo más práctico.

En el primer caso el contorno del paciente queda totalmente inscripto dentro de la circunferencia así trazada; y en el segundo caso parte del contorno del paciente queda dentro y parte fuera de la circunferencia (Fig. 37 a y b).

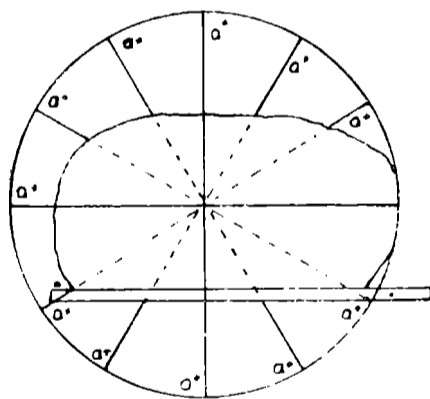


Fig. 37 a. — Contorno del paciente asimilado a una circunferencia (con el radio mayor del contorno del paciente).  
a+ = diferencia de espesor.

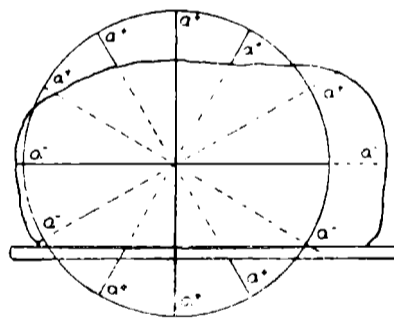


Fig. 37 b. — Contorno del paciente asimilado a una circunferencia (con el radio medio del contorno del paciente).  
a- y a+.

2. Se prolonga hasta la circunferencia los radios que ya estaban trazados (cada 20 % - 30 %) en el esquema de tratamiento.

3. Se utiliza la isodosis de base correspondiente al tamaño de campo elegido, cuya distancia foco-piel es la distancia foco-circun-

ferencia, y la distancia fuente-eje de rotación es la suma de la distancia fuente circunferencia más el radio de la misma (Fig. 38).

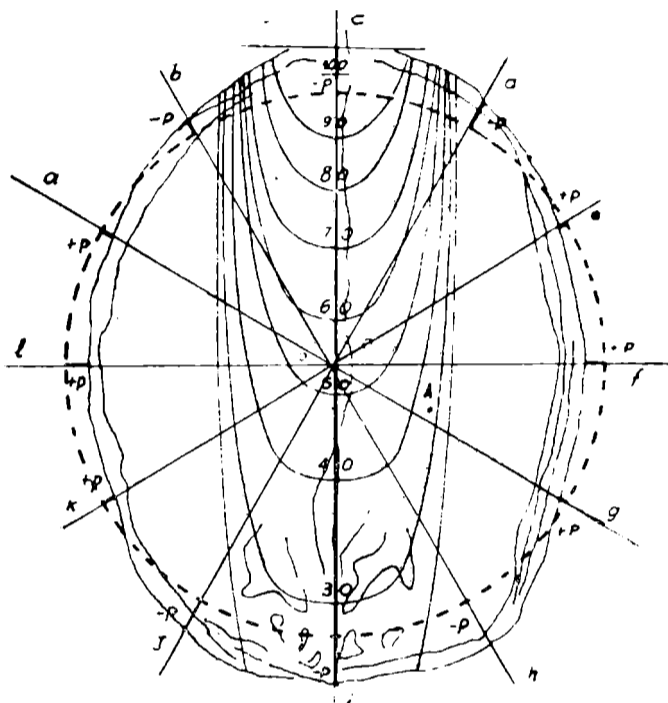


Fig. 38. — Método de Jones. Cálculo de la dosis en el punto A y O.  
 DFP = 50 cm;  
 Campo = 5 × 5.

Se coloca la isodosis de base haciendo coincidir el eje de la misma (rayo central) con uno de los radios trazados; y la base de la misma con la circunferencia.

Para conocer el porcentaje de la dosis en el centro de rotación es suficiente leer solamente un solo radio pues todos miden lo mismo. Pero cuando se quiere conocer el porcentaje de la dosis que llega a uno o varios puntos excéntricos vecinos al centro teórico del tumor radios trazados porque las distancias de los puntos que interesan a debe "apoyarse" el eje de la curva de base sobre cada uno de los las líneas de isodosis varían (distintos porcentajes).

El porcentaje de la dosis que se lee en cada radio se encuentra afectado por un coeficiente de corrección proveniente de la diferencia de espesor de tejido que existe entre la circunferencia y el contorno del paciente ( $d$ ), (exceso o defecto). Estos segmentos  $d$  son por lo tanto positivos o negativos según sea que el contorno del paciente queda dentro (+) o fuera (—) de la circunferencia trazada.

4. Se confecciona una tabla donde se registran los porcentajes que llegan al o los puntos desde cada radio; la medida del segmento  $d$ ; el coeficiente correspondiente; el porcentaje de la dosis leído en la isodosis de base; y el valor de los porcentajes rectificadas.

El término de corrección es:  $e_{\mu d}$  donde:

$e$ : Es la base de los logaritmos naturales o neperianos: 2,718.

$\mu$ : Es el coeficiente de atenuación aparente sobre el eje del haz considerado: 0,024.

$d$ : Es la medida de la distancia que existe entre el contorno ideal del paciente y el contorno real del mismo.

5. Una vez obtenidos todos los segmentos  $d$  se halla el factor de corrección de cada uno de los radios (cuando  $d$  es positiva los coeficientes de corrección son mayores a 1, y viceversa).

6. Se multiplica cada uno de los coeficientes de corrección hallados para los distintos radios por el porcentaje de la dosis en el centro (o en los puntos que interesa conocer el porcentaje de la dosis con respecto al centro) y se halla posteriormente la media aritmética de los mismos.

Para simplificar este cálculo del valor del coeficiente de atenuación aparente sobre el haz utilizando la fórmula  $\mu d$ , se puede utilizar el gráfico confeccionado por Tubiana y Dutreix.

7. El porcentaje hallado para el centro de rotación es el 100 % de la dosis tumor total. Para conocer el porcentaje de la dosis tumor total que llega a un punto determinado se establece una relación entre el porcentaje que llega a ese punto y el que llega al centro de rotación.

$$D) / D_a = \%$$

#### C) METODO DE BRAESTRUP.

Este autor ha confeccionado una curvas de isodosis, exclusivas para la terapia de movimiento, denominadas **normalizadas al 100 %**.

En estas curvas de Isodosis Normalizadas al 100 % la línea de isodosis correspondiente está situada profundamente, y no casi en la superficie (5 mm) como en las Isodosis de Base que se utilizan para campos fijos (Fig. 39).

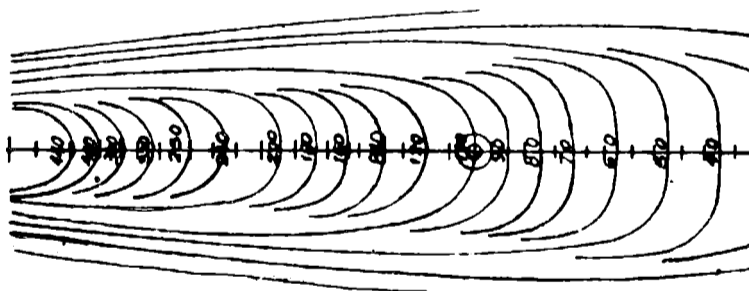


Fig. 39. — Líneas de isodosis "normalizadas al 100 %" (de Braestrup).  
DFE de rotación: 55 cm; Campo: 5 X 5.

La intersección de la línea de isodosis del 100 % con eje (rayo central de la misma) está señalado en forma notoria. Este punto es el que se hace coincidir exactamente con el centro teórico del tumor.

Estas curvas de isodosis normalizadas al 100 % se confeccionan para los distintos tamaños de campo y las variadas distancias fuente eje de rotación.

**Modo de utilizar las curvas de isodosis normalizadas al 100 %.**

1. Sobre el dibujo del volumen tumor donde se encuentran trazados los radios se marcan una serie de puntos numerados y separados entre sí por una distancia de 1 a 1,5 cm (como máximo). Se debe marcar una cantidad de puntos tal que excedan el perímetro del tumor más el margen de seguridad. Para simplificar en parte este método se pueden marcar únicamente los puntos de la periferia del tumor (pero así no se puede determinar si hay puntos centrales calientes). (Figs. 4) a y b).

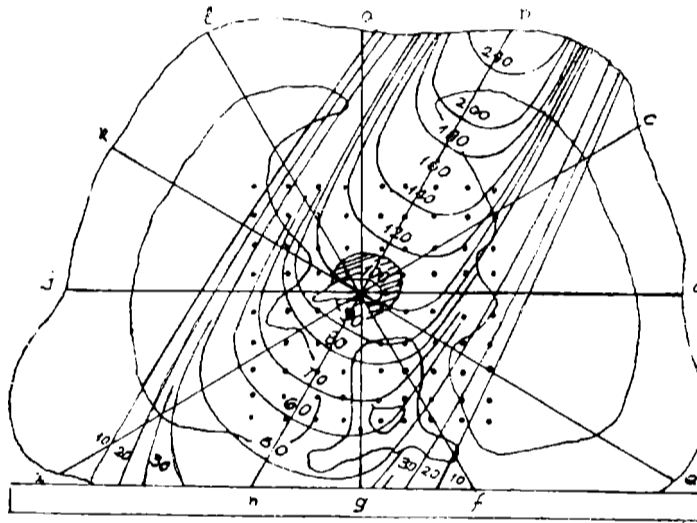


Fig. 40 a. — Método de Braestrup. Curva de Isodosis Normalizada al 100 % colocada en el eje de radio b.

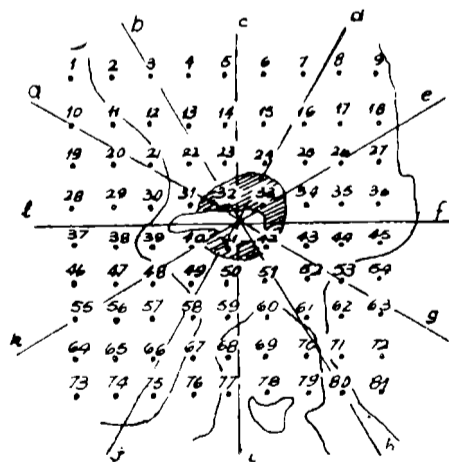


Fig. 40 b. — Puntos numerados alrededor del tumor.

Se confecciona una planilla donde en la primera columna horizontal se anotan los radios que se han trazado (a, b, c, ... etc.); y en la primera columna vertical de la izquierda se coloca en orden creciente los números de los puntos marcados sobre el dibujo de la masa a irradiar.

3. Sobre el dibujo del contorno del paciente se coloca la curva de isodosis normalizada al 100 por ciento correspondiente al tamaño de campo a utilizar. El punto del 100 por ciento de la misma se hace coincidir exactamente con el centro teórico del tumor y el eje de la misma con el primer radio, a.

Se lee el porcentaje de la dosis que desde esa posición llega a cada uno de los puntos numerados y se anota en la planilla.

Se pasa luego a hacer lo mismo colocando la isodosis normalizada del 100 por ciento sobre los restantes radios en la forma indicada (la cantidad de radios depende si se hace una rotación completa o una pendulación).

4. Una vez registrados todos los porcentajes que llegan a los distintos puntos desde todos los radios se suman los que llegan a cada uno de los puntos numerados. Cada valor obtenido se divide por el número de radios trazados. Así se obtiene el porcentaje por medio de la dosis total en el centro teórico que recibe cada punto.

5. Se buscan los puntos que reciben el 90 por ciento de la isodosis máxima. Cuando no hay valores exactamente del 90 por ciento se interpola entre dos puntos entre sí, de los cuales uno recibe una dosis mayor del 90 por ciento de la dosis máxima y el otro tiene una dosis menor que este valor.

Luego se unen los puntos del 90 y queda trazada la Isodosis del 90 por ciento.

#### IV. Colocación del paciente.

Efectuado el estudio crítico de la dosis y comprobada la eficacia del tratamiento planeado se debe proceder a iniciar el mismo.

Es fundamental colocar al paciente siempre en la misma forma en la mesa de tratamiento. Esta debe ser cómoda y fácil de reproducir en cada sesión. El decúbito dorsal es la posición más útil.

Debe establecerse un sistema de referencia para él o los que ejecuten el tratamiento conozcan la topografía del volumen a irradiar de manera que el mismo quede siempre englobado dentro de la geometría eficaz del haz establecida.

Para ubicar el tumor en el espacio se debe referir su posición con respecto a los tres planos del mismo.

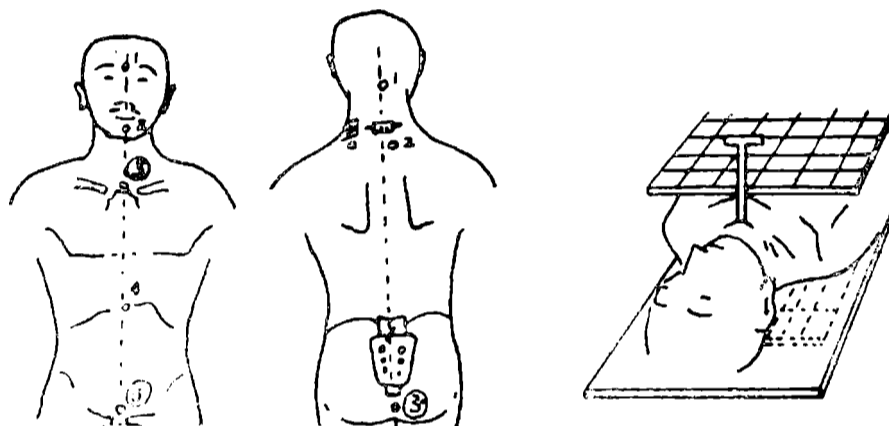
Como **plano horizontal** se utiliza el plano de la mesa de tratamiento ya que es solidario con el plano dorsal o ventral del paciente. Como **plano vertical** se utiliza el plano sagital del paciente, que es perpendicular al anterior. Este plano se aprecia perfectamente por una línea que pasa por el manubrio y la sínfisis del pubis en el decúbito dorsal; o por la protuberancia occipital externa o séptima apofisis espinosa cervical y el cóccis (de cúbico ventral).

Como tercer plano se utiliza el **plano transversal**, perpendicular a los anteriores, y que se hace pasar por un punto de referencia óseo

notorio (manubrio esternal, apófisis xifoides, sínfisis, pubiana, crestas iliacas antero-posteriores).

Dada la movilidad de la piel no conviene utilizar sus accidentes (pliegues, ombligo, mamilas, etc.) como puntos de referencia. Gran exactitud dan en cambio los puntos de referencia óseos. En la línea media anterior: glabella, sínfisis monteniana, **manubrio esternal**; apófisis xifoides; y **sínfisis del pubis**.

En la línea media posterior: la protuberancia occipital externa, séptima apófisis espinosa cervical, coccis. (Fig. 42 a y b).



Figs. 42 a y b. — Colocación del paciente. A: reparos óseos; (.) reparos óseos más útiles; a) plano anterior y b) plano posterior.

Fig. 42 c. — Las grillas se colocan en contacto con el paciente. La barra vertical se "calza" en el manubrio esternal.

La cabeza por las variadas posiciones que pueden tener sus planos dada la movilidad que le confiere la columna cervical debe ser cuidadosamente colocada para poder repetir exactamente su posición en todas las sesiones.

Es aconsejable colocar la cabeza en forma tal que el plano sagital sea perpendicular a la mesa y que el plano de la base (Wirchow) forme con la mesa el mismo ángulo (Fig. 43).

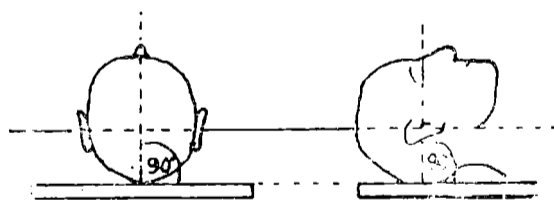


Fig. 43. — Colocación de la cabeza.

Se ejemplificará la colocación del paciente con un caso de tumor de pulmón derecho.

**Datos:** el centro teórico del tumor está a 5 cm, a la derecha de la línea media (plano sagital); a 12 cm., por debajo del plano transversal que pasa por el manubrio esternal (punto señalado con

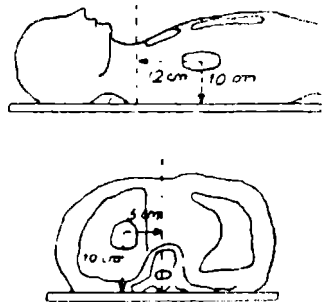


Fig. 44 a y b. — Colocación del centro teórico del tumor con respecto al plano transversal y horizontal.

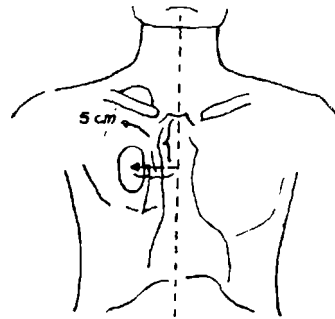


Fig. 44 c. — Colocación del centro teórico del tumor con respecto al plano transversal y horizontal.

un elemento radio-opaco en la radiografía) y a 10 cm, por encima del plano de la mesa (plano horizontal). Figs. 44 a, b, c y d.

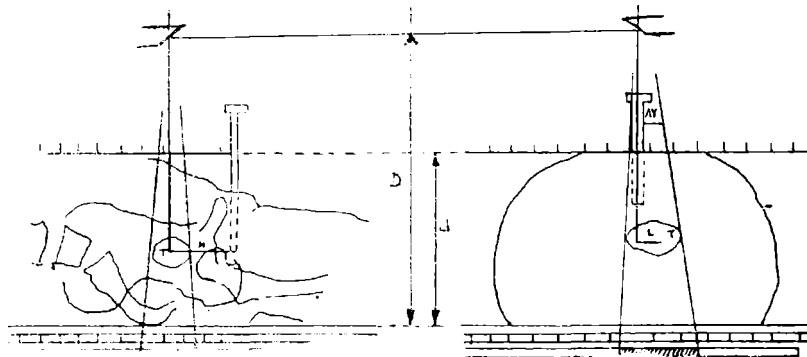


Fig. 44 d. — Señalamiento ortogonal. La placa radiográfica lo indica por lectura directa. H: distancia entre el tumor (T) y el reparo óseo (Y); L: distancia entre T y el plano sagital AY; d: distancia entre las grillas; D: distancia foco-placa (Surmont y Lalanne, Journal de Radiologie et d'Electrologie, T 38, N° 5-6, 1957).

#### a) Campo Fijo:

1. Se marca en cada sesión sobre la piel del paciente un punto que está situado a 12 cm, por debajo del plano transversal que pasa por el manubrio esternal, y a 5 cm, a la derecha del plano sagital (línea manubrio esternal-sínfisis pubiana) tanto en la región anterior como en la posterior (con un "back pointer", Fig. 45).

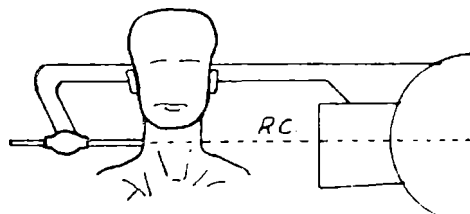


Fig. 45. — Utilización del Back Pointer.

El punto lateral, que da la altura del centro teórico del tumor, se marca a 10 cm, por encima del plano de la mesa y a nivel del plano transversal que pasa a 12 cm, por debajo del plano que pasa por el manubrio esternal.

Los puntos así marcados sólo se pueden utilizar cuando el rayo central del haz utilizado es perpendicular al plano de la mesa (campo anterior o posterior) o al plano sagital del paciente (campo lateral).

Cuando el rayo central por razones técnicas (haz oblicuo) pasa por el centro teórico pero no es perpendicular al plano de la mesa o al plano sagital del paciente se marca el punto de entrada del rayo central de la siguiente manera:

- a) Se mide en el esquema de tratamiento sobre el contorno del paciente la distancia que existe entre la línea media con la entrada del rayo central, ejemplo 15 cm.
- b) A esta distancia de la línea media y a 12 cm, por debajo del plano transversal que pasa por el manubrio esternal se marca el punto de entrada. Para ello se hace girar el cabezal de la bomba hasta que forme con la perpendicular a la mesa el ángulo que se determinó en el esquema de tratamiento. (Fig. 46).

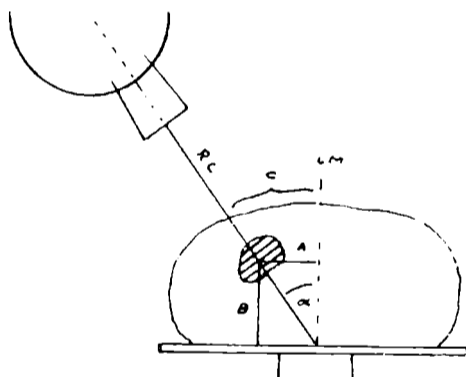


Fig. 46. — *Campo fijo oblicuo*. RC: rayo central;  $\alpha$ : ángulo de inclinación; A: distancia tumor-plano sagital; B: distancia tumor-plano horizontal; C: distancia entre el RC y la línea media (LM).

2. Se abre el colimador de acuerdo al tamaño de campo a utilizar y se hace coincidir el punto que indica el centro del campo (centro de la superficie iluminada por el colimador luminoso) con el punto marcado en la piel.

3. Se levanta la mesa de tratamiento para trabajar a la distancia foco-piel elegida hasta que las líneas luminosas laterales u oblicuas posterior (depende del tipo de sistema de colimación luminosa de cada aparato) coincida con el punto marcado en la piel.

El lado interno del campo luminoso debe ser paralelo a la línea media del paciente.

**b) Campo móvil:**

Como en cicloterapia se trabaja con distancia foco-eje de rotación el procedimiento de colocación del paciente tiene algunos aspectos particulares.

1. Se proyecta el haz del colimador luminoso sobre la mesa de tratamiento, sin el paciente. Se levanta la mesa hasta que el centro del campo coincida con las luces laterales u oblicua posterior que indican que la misma se encuentra a la distancia fuente-eje de rotación elegida.

2. Se acuesta al paciente en la posición de tratamiento, y se hace coincidir el punto central del haz luminoso con el punto marcado en la piel del paciente (en la misma forma que para los campos fijos).

3. Luego se baja la mesa de tratamiento 10 cm, (distancia entre el centro teórico del tumor y el plano horizontal) para que el eje de rotación sea el centro del volumen tumor.

#### MISCELANEAS:

##### 1. Tablas de "Relación dosis tejido/dosis aire" (tissue/air ratios) (ver apéndice tabla 6.5).

Esta tabla fue construida por Johns para la Radioterapia de Movimiento. Los valores de las relaciones (porcentajes) varían de acuerdo con la longitud de onda del haz utilizado; con el tamaño de campo empleado (field size); y del espesor de tejido atravesado por el haz (depth in cm). La variación de la distancia foco-eje de rotación influye en el valor de las relaciones (RTA) entre 40 y 100 cm (Pouquier), y 100 y 150 cm para Tsien.

Estas tablas de RTA se confeccionan de la siguiente manera:

1. Se mantiene constante la distancia foco-cámara de ionización (distancia foco-eje de rotación).

2. Se mide la dosis en el aire para determinado tamaño de campo, ejemplo 5x5. Luego se procede a medir, también con este tamaño de campo, las dosis que llegan a la cámara de ionización cuando se interpone entre ella y el foco emisor espesores crecientes (0,5 cm 1 cm ..... 30 cm) de un material que tenga un coeficiente de absorción equivalente al tejido humano, 1 (agua, arroz, etc.).

3. Se divide el valor de la dosis hallada para cada uno de los distintos espesores interpuestos por el valor de la dosis en el aire (relación dosis tejido/dosis aire).

Se tiene así todas las RTA para un campo. Luego se procede de la misma forma para cada uno de los distintos tamaños de campo que se suelen utilizar.

En el suplemento N° 10 del "British Journal of Radiology" están confeccionadas estas tablas para Roentgenoterapia Convencional; Telecesioterapia; Telecobaltoterapia, y Rayos X de 2 Mev.

##### Transformación de las "Tablas de Relación dosis tejido/dosis aire (RTA) en curvas.

Conviene graficar las tablas de RTA para cada tamaño de campo en curvas para poder obtener las relaciones para determinados valores de espesor de tejido (depth in cm) que no figuran en la misma.

**Ejemplo:** Las tablas tienen valores que van de 1 en 1 cm hasta 20 centímetros de profundidad y desde esta profundidad a 30 cm de 2 en 2 cm; faltando valores intermedios como 14,4 cm de profundidad

Una interpolación lineal es posible, pero con un margen de error no siempre aceptable (salvo para los espesores de tejido que no sobrepasan los 10 cm donde las curvas se alejan poco de la línea recta) ya que estas curvas siguen una función exponencial.

Para la construcción de estas curvas deberá elegirse una escala apropiada. Es aconsejable para la profundidad en centímetros (de 0 a 30 cm) una escala de 1 cm/1 cm. y para los valores de RTA (de 1,000 a 0,301) una escala de 1.000/50 cm) (escalas menores hacen dificultosa la lectura de los valores intermedios).

**Método práctico para trazarlas:**

En un papel milimetrado de por los menos 30 cm de ancho por 50 cm de alto se utiliza la línea de base como eje de las abscisas (eje de las x). Se llevan sobre esta los valores de la profundidad en centímetros, de 0 a 30 cm.

Sobre el borde derecho de la hoja de papel milimetrado, que se utiliza como eje de las ordenadas (eje de las y) se transportan los valores de la RTA que varían de 1.000 a 0.000 (estos valores están expresados en proporción de 1 x 1, o sea que 1.000 es igual al 100 % de la dosis).

Se representa la RTA 1.000 (100 %) de acuerdo con la escala establecida como un punto situado a 50 cm sobre el eje de las y y a 0,5 cm. sobre el eje de las x.

Conviene transformar los valores RTA que están expresados en proporción 1 x 1 en porcentajes (1 = 100 %).

**Ejemplo:** La RTA a 10 cm de profundidad para un campo de 6 x 6 es 0,648, que expresado en porcentaje es 64,8 % (0,648 x 100).

Si el 100 % se representa en el eje de las y por un segmento de 50 cm (1/50 cm ó 100 % /50 cm) se tiene que:

$$\begin{array}{l}
 100 \% \text{ --- } 50 \text{ cm} \\
 \qquad \qquad \qquad 50 \text{ cm} \times 1 \% \\
 1 \% \text{ --- } \frac{\qquad \qquad \qquad}{100 \%} = 0,5 \text{ cm}
 \end{array}$$

Si se multiplica las RTA de un determinado campo (ej. 7 x 7) por 0,5 cm se obtiene la medida de cada una de ellas sobre el eje de las y.

**Ejemplo:**  $0,648 \times 100 = 64,8 \times 0,5 \text{ cm} = 32,4 \text{ cm}$

De esta forma se van marcando todos los puntos correspondientes a un tamaño de campo en un gráfico. Luego se unen los puntos correspondientes a un tamaño de campo de forma que resulte una curva continua.

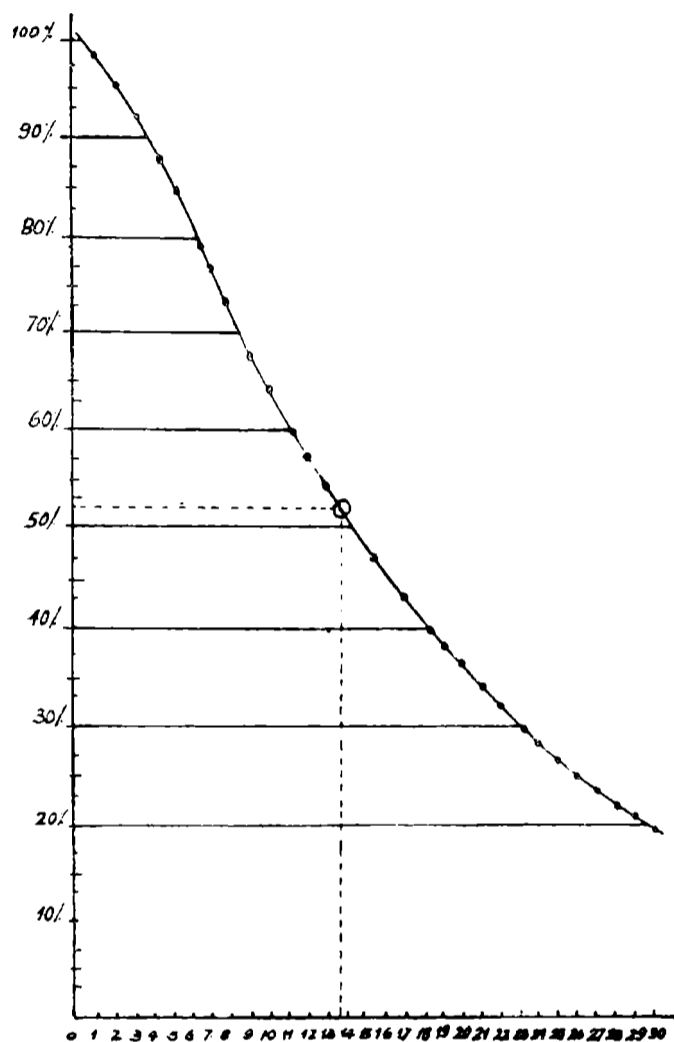


Fig. 47. — Transformación de la tabla de RTA 7 x 7 en curva. (.) RTA que corresponde a un espesor de tejido de 13,5 cm (RTA = porcentaje)

Los valores de RTA dentro de los dos primeros centímetros de profundidad son superiores al 1,000 (100 %) debido a la retrodifusión (back scatter).

#### Construcción de las reglas de "Relación dosis tejido|dosis aire".

Estas se construyen en base a las curvas que se trazan como se vio precedentemente.

De acuerdo a la escala adoptada (1/50 cm) el valor correspondiente al 100 % de la dosis (RTA = 1,000) está representado por un segmento de 50 cm en el eje de las y.

Se divide este segmento en diez parte iguales y se obtienen los puntos correspondientes a los porcentajes 90, 80, . . . . . 10 %. Si a su vez se dividen cada uno de estos segmentos en 10 partes iguales, por ejemplo el segmento entre 80 % y 70 %, se obtiene sobre el eje de las y los puntos correspondientes al 79 %, 78 % . . . . . 71 %.

Una vez efectuada esta división sobre el eje de las ordenadas se miden los segmentos comprendidos entre estos puntos que indican los porcentajes de la dosis y la curva correspondiente al tamaño de campo elegido para construir la regla. La medida de estos segmentos se transporta sobre una recta a partir de un punto común. (Fig. 48).

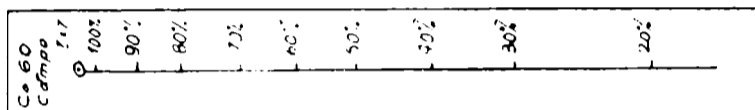


Fig. 48. — Regla que expresa la relación dosis tejido/dosis aire (RTA) del campo 7 × 7 (escala 0,5 cm/1 cm).

De esta forma queda confeccionada la regla para determinado tamaño de campo. Es conveniente tener hechas las reglas de todos los campos que se suelen utilizar.

**II) Corrección por heterogeneidad:**

Debe recordarse que las curvas de isodosis de base son obtenidas en maniqués de agua de densidad 1, y que el organismo en algunas regiones tiene tejidos de densidad distinta como el pulmón y el hueso.

Para el haz de radiación gamma del Co 60 (por su energía de 1,25 MeV predomina el Efecto Compton) la diferencia de absorción de energía por los tejidos no es tan marcada como en la Roentgenoterapia Convencional (predomina el Efecto Fotoeléctrico) porque sólo depende de la densidad del medio y no del número atómico de sus componentes.

La corrección por interposición de tejido óseo no es tan importante con el Co 60, además las pantallas óseas son generalmente de poco espesor y de tejido esponjoso, y a veces discontinuas (parrilla costal).

Para la radiación gamma ( $\gamma$ ) emitida por el Cobalto 60 las diferencias de absorción para los tejidos más heterógeneos son pequeñas: hueso compacto 1,65 gr|cc; hueso esponjoso: 1,15 gr|cc; pulmón: 0,32 gr|cc.

En la práctica sólo se tiene en cuenta la corrección por heterogeneidad ósea cuando se irradia un órgano situado dentro del anillo pélvico.

En cambio la corrección por heterogeneidad del medio que causa el tejido pulmonar debe efectuarse siempre ya que la dosis puede estar aumentada (mediastino: hasta un 30–40 % de la dosis total).

Antes de detallar los métodos para efectuar la corrección por heterogeneidad pulmonar debe aclararse que la misma no debe efec-

tuarse cuando el haz atraviesa el o parte del pulmón con características patológicas (infiltración neoplásica, atelectasia, hepatización, derrames) ya que la densidad es prácticamente 1.

Los métodos que se utilizan consisten en:

- 1º Transformar el espesor de tejido atravesado (densidad 0,32) en su equivalente en tejido blanco (densidad 1); y
- 2º Rectificar el valor de los porcentajes de la dosis en el aire de las líneas de isodosis pues éstas indican el decrecimiento de la dosis en un medio homogéneo de densidad 1.

#### 1. Transformación del espesor de pulmón atravesado por su equivalente en tejido blanco.

Se transforma el espesor de tejido blanco atravesado por el haz de radiación (densidad 0,32) en su espesor equivalente de tejido blanco (densidad 1) y con este valor (depth in cm) se busca en la tabla de "Porcentaje de la Dosis en Profundidad" el valor correspondiente a la distancia foco-piel (DFP) y el tamaño de campo utilizado (ver apéndice tablas 6.1; 6.2; 6.3, y 6.4).

Se puede efectuar la corrección del espesor del pulmón por su equivalente en tejido blanco en dos formas:

a) Se reemplaza el espesor de tejido pulmonar atravesado (medido en el esquema de tratamiento) de densidad 0,3 por su equivalente de tejido blanco, de densidad 1, que es igual a  $0,7$  de  $h$  siendo  $h$  el espesor de tejido pulmonar atravesado).

Este espesor equivalente hallado se resta al espesor total (profundidad, distancia piel-tumor). Luego se obtiene el porcentaje de la dosis en el aire en función al **espesor de tejido de densidad 1 obtenido**; al tamaño de campo; y a la distancia foco-piel empleada.

**Ejemplo:** Se mide sobre el esquema de tratamiento la distancia piel-tumor, profundidad ( $y$ ) = 14 cm, y el espesor de tejido pulmonar atravesado ( $h$ ) = 10 cm, **corrección 0,7 de  $h$**  = 7 cm de tejido equivalente, es decir:

$$14 \text{ cm} - 7 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

En la tabla correspondiente de "Porcentaje de dosis en Profundidad" se busca el porcentaje de la dosis aire que llega a 7 cm de profundidad (depth in cm). Este es el porcentaje de la dosis real que llega al centro teórico del tumor.

b) Se multiplica el espesor de pulmón atravesado por el haz, 10 cm, por la densidad del pulmón 0,32.

$$10 \text{ cm} \times 0,32 = 3 \text{ cm de tejido blanco equivalente}$$

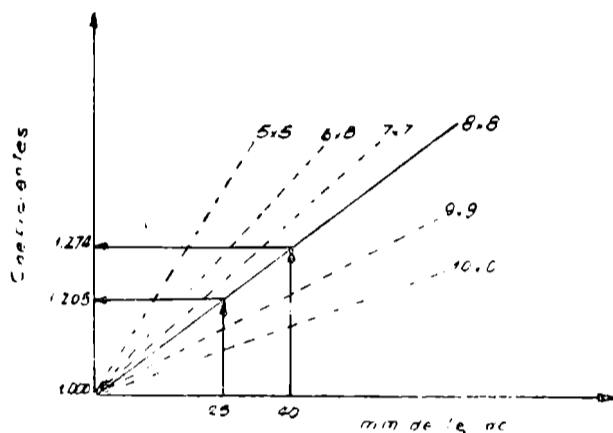
En el ejemplo que se dio precedentemente se tenía que el tumor se encontraba a una profundidad de 14 cm, de los cuales 10 cm son de tejido pulmonar que restados a la profundidad total (14 cm - 10 cm = 4 cm) de tejido blanco da densidad 1.

A este valor, 4 cm, se le suma el espesor de tejido blanco equivalente de pulmón, 3 cm:

$$4 \text{ cm} + 3 \text{ cm} = 7 \text{ cm de tejido de densidad 1.}$$

Se busca como en el ejemplo anterior el porcentaje de la dosis en el aire, registrados en las curvas de isodosi de base, se utiliza el

**2. Rectificación del valor de los porcentajes de la curvas de isodosi de base.**



Para efectuar la rectificación de los porcentajes de la dosis en el aire registrados en las curvas de isodosi de base se utiliza el gráfico N° 4, que se adjunta en el apéndice.

Este permite hallar los coeficientes de corrección por la heterogeneidad del pulmón de acuerdo al espesor del mismo que atraviesa el haz y el tamaño de campo utilizado (Fig. 49).

1. Se mide en el esquema de tratamiento el segmento del eje de la curva de isodosi correspondiente al espesor de tejido pulmonar comprendido entre el borde externo del pulmón y la línea de isodosi de base cuyo valor interesa corregir.

**Ejemplo:** Para la curva del 70 el espesor de pulmón atravesado es de 25 mm; para la del 60 es de 40 mm, etc.

2. Cada una de las medidas de los segmentos de pulmón atravesado se transportan a la base del gráfico (mm de tejido) y desde los puntos correspondientes a cada una se levantan perpendiculares hasta la intersección de la línea oblicua del tamaño de campo a utilizar. Desde estos puntos de intersección se levantan perpendiculares a la línea donde están anotados los coeficientes de corrección.

**Ejemplo:** 1,205; 1,274; etc.

3. Se multiplica el valor primitivo de la isodosi de base por el coeficiente hallado y se obtiene el valor real de la isodosi en ese punto del medio heterogéneo.

**Ejemplo:** El coeficiente hallado para la curva del 70 es 1,205;

$$70 \frac{\%}{n} \times 1,205 = 84,3 \%$$

De esta forma se rectifican los valores de las curvas que atraviesan el pulmón.

Estos métodos 1 y 2 tienen el inconveniente que sólo corrigen exactamente la heterogeneidad a nivel del eje de la curva de iso-

dosis, ya que el haz puede atravesar espesores de pulmón mayores o menores que los que se miden sobre el eje lo que varía los valores de los coeficientes de corrección por heterogeneidad del pulmón.

### III. Tiempo de irradiación:

Para hallar el tiempo de irradiación se debe conocer el rendimiento de la fuente de acuerdo al tamaño de campo que se utiliza (área en  $\text{cm}^2$ ) y la distancia foco-piel o foco-eje de rotación utilizada, DEP y DFE.

Las r/minuto en el aire se obtienen por dosimetría.

Existen dos métodos para hallar el rendimiento de la fuente. Los mismos se detallan a continuación:

#### A) Curva de rendimiento (r/aire) de acuerdo al tamaño de campo y la distancia foco-cámara de ionización utilizados.

Esta curva se puede construir de la siguiente manera:

1. En un papel milimetrado se coloca el eje de las  $x$  los valores de las áreas de campo en  $\text{cm}^2$  (desde 0 a 400  $\text{cm}^2$ ; escala 10  $\text{cm}^2/1\text{mm}$ ). Y sobre eje de las  $y$  se colocan los distintos rendimientos (1 r/m/10 mm). (Fig. 50).

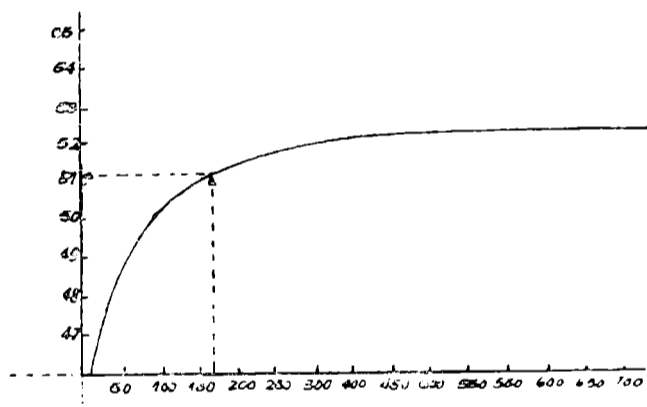


Fig. 50. — Influencia del tamaño del campo en las r/minuto en el aire.

2. Se mantiene constante la distancia fuente-cámara de ionización (DFP) a la que se desea trabajar, y se efectúa la dosimetría de cada tamaño de campo, ejemplo: 4 x 4; 5 x 5; ..... 15 x 15.

3. Se anota las dosis obtenidas para cada área de campo en el gráfico confeccionado. Se unen los puntos con una curva continua y queda trazada la curva de rendimiento (r/m) en el aire en función del tamaño de campo.

Es conveniente trazar esta curva todos los meses, ya que el rendimiento varía al disminuir la actividad de la fuente con el tiempo. También se puede calcular el decrecimiento mediante la fórmula que se pone a continuación, o por el uso de tablas o curvas que administra la casa constructora.

$$I = I^0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

Siempre debemos saber la distancia fuente-punto de dosis máxima (piel o centro teórico del tumor).

$I^0$  = es el rendimiento de la fuente en el instante inicial;

$I$  = es el rendimiento de la fuente en el instante que consideramos;

$T$  = es el período de desintegración del elemento;

$t$  = es el tiempo (desde que se retiró de la pila atómica).

**B) r/minuto para un área determinada:**

Otra forma de conocer el rendimiento de acuerdo al área de campo a utilizar es el siguiente:

1. Se obtiene por dosimetría la cantidad de r/minuto para un área de campo determinada (10 x 10) a cierta distancia fuente-cámara de ionización.

**Ejemplo:** DFF 70 cm = 57 r/m

2. Este valor se multiplica por el coeficiente del tamaño que se utilizará.

**Ejemplo:** para 8 x 11 el coeficiente es 839:

$$57 \text{ r/m} \times 0,839 = 47,83 \text{ r/m}$$

**Corrección de las líneas de isodosis de base por oblicuidad del haz o irregularidad de la superficie del paciente.**

Cuando el eje del haz no es perpendicular a la superficie del paciente, ya sea porque se utiliza un haz oblicuo o porque la superficie es irregular, cambian las condiciones de atenuación y difusión del haz.

Lo último no es tan importante para el Co 60 ya que la radiación difusa sigue prácticamente la dirección del haz primario.

Es conveniente efectuar la corrección del trazado de las curvas de isodosis de base pues se pueden cometer errores de cálculo que oscilan entre un 3 a 7 % aproximadamente.

Tubiana, Dutreix, y Mme. Dutreix han efectuado un acabado estudio sobre el problema y han conseguido calcular con gran exactitud la dosis que recibe un punto irradiado con un haz cuyo rayo central no es normal a la piel del paciente.

Por el carácter práctico de este trabajo sólo se detallarán los métodos que estos autores aconsejan efectuar basados en sus estudios desimétricos.

**Métodos prácticos:**

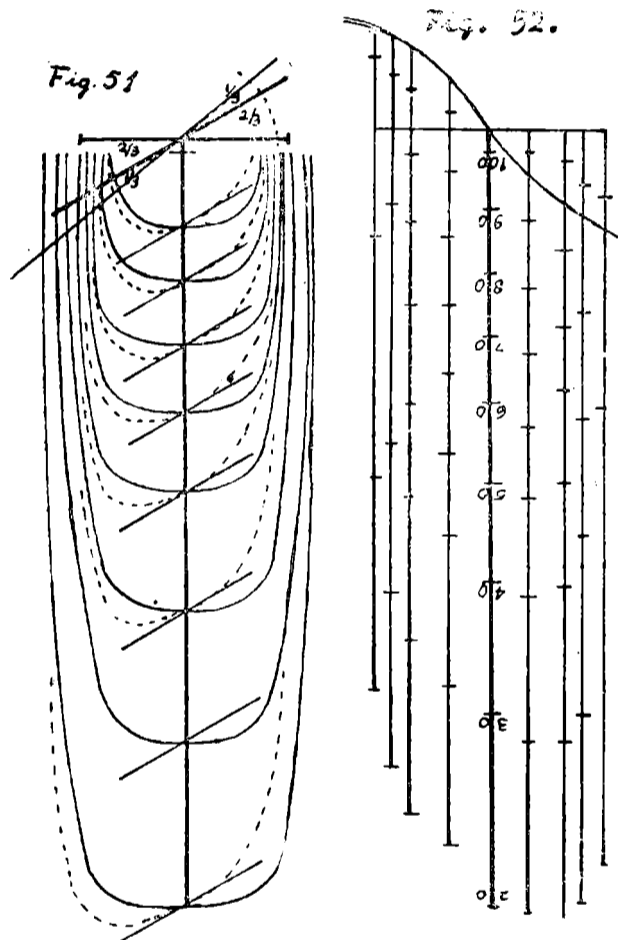
1. La oblicuidad que sufren las curvas de isodosis de base cuando el rayo central no es normal a la superficie del paciente es aproximadamente 2/3 del ángulo que forma ésta con la "base" de la curva de isodosis. En base a esta observación se detallan dos métodos. (Fig. 51).

A) 1. Se marcan en los ángulos opuestos por el vértice que forman la piel y la "base de la curva de isodosis el tercio de los mismos más próximo a la piel.

2. Se unen estos puntos así obtenidos por una recta que pasa por el vértice de los ángulos opuestos.

La oblicuidad que marca esta recta es la que sufren las isodosis con respecto al rayo central.

B) El método que se detalla a continuación permite hacer simultáneamente la corrección por oblicuidad del haz y por irregularidad de la superficie del paciente. (Fig. 52).



1. Se coloca el vértice que forman la "base" con el "eje" de la curva de la isodosis exactamente sobre el contorno del paciente, y se traza dentro del esquema de tratamiento el "eje" y la "base" de la misma. Luego se retira la red de isodosis que se veían por transparencia en la mesa-negatoscopio dentro del esquema de tratamiento.

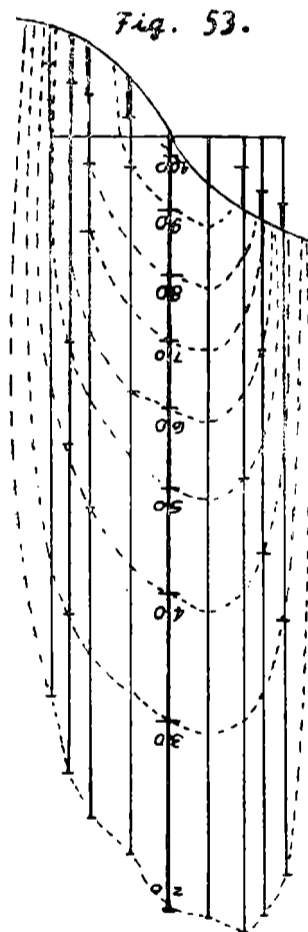
2. Se divide la base en seis segmentos iguales, y a los segmentos del extremo se los divide en dos. Desde estos puntos de división se levantan líneas paralelas al "eje" de la isodosis de base.

3. Al segmento de estas líneas paralelas comprendido entre la piel y la base se los divide en tres partes iguales, marcando únicamente el tercio más próximo a la piel. (Fig. 52).

4. Se vuelve a colocar debajo del papel milimetrado del esquema de tratamiento la curva de isodosiis de base, haciendo coincidir la base y el eje de la misma con los que se han trazado dentro del esquema. Se marcan sobre el "eje" de la misma los puntos donde cortan las curvas de isodosiis (90, 80, ..... 20).

5. Se desliza la isodosiis de base, primero hacia arriba, haciendo siempre coincidir el eje de la misma con el que se ha trazado dentro del esquema hasta que la base coincida con el tercio marcado en el segmento de la línea paralela más próxima al eje. Sobre esta línea paralela se marcan también los puntos de corte de las líneas de isodosiis de base (90, 80, ..... 20).

Se continúa deslizando la red de isodosiis de base hacia arriba hasta marcar todos los puntos de corte de las líneas de isodosiis en todas las líneas paralelas de un lado del eje.



Luego se procede a hacer lo mismo sobre la otra mitad de la isodosis de base, pero ahora haciendo descender la red de isodosi porque los tercios están marcados por fuera del contorno del paciente.

6. Una vez marcados todos los puntos de corte de las líneas de isodosis en todas las líneas paralelas se procede a unir a todos los puntos que tienen el mismo valor en todas las líneas paralelas al eje. Ejemplo los puntos del 80.

De esta forma queda graficada dentro del esquema de tratamiento las modificaciones que sufren las isodosi por oblicuidad del haz e irregularidad de la superficie del paciente. (Fig. 53).

#### IV) DOSIS INTEGRAL. ( $\Sigma$ )

Es muy importante saber la Dosis Integral que recibe un paciente cuando se efectúa un tratamiento con radiones ionizantes es que existe una relación directa entre la magnitud de ésta ya el prototípico cuadro clínico del "Mal de Rayos". Esto es más notario cuando se utilizan raciones de baja energía (Radioterapia Convencional)

Cuando menor sea la Dosis Integral mayores son las posibilidades de retardar la aparición del "Mal de rayos", y menor será la intensidad de sus síntomas.

Por lo tanto, el valor de la Dosis Integral es un dato que no debe omitirse y se registrará en la ficha de tratamiento de cada paciente.

Debemos recordar que cuando se irradia un tumor profundo una parte de la energía de haz de radiación es cedida al tejido tumoral y a los tejidos que constituyen el volumen blanco. Es la **radiación útil**. El resto de la energía del haz es cedida al tejido sano vecino, es la **radiación perjudicial**.

De lo dicho se desprende la definición de Dosis Integral "es la cantidad de energía cedida a la materia por las radiaciones ionizantes". Este término fue introducido por Mayneord (Washman lo denominó "dosis-volumen").

Mayneord utilizó como unidad de la Dosis Integral el "gramo-roentgen" (gramo-roentgen es la energía absorbida por un gramo de aire que recibe una dosis de un roentgen) ésta es igual a 88 ergios.

Actualmente se utiliza como unidad de la Dosis Integral el "gramo-rad", que equivale a 100 ergios. Pero como esta unidad es muy pequeña se utiliza un múltiplo: el "mega-gramo-rad" (1 mega/gramo-rad =  $10^6$  gr/rad).

Lógicamente la Dosis Integral se puede expresar también en unidades de energía: ergios, julios, calorías, electrón-voltios, pero por comodidad se utiliza el rad.

La radiación al incidir en la materia produce fenómenos de interacción (dispersión coherente; Efecto Fotoeléctrico; Efecto Compton; formación de Pares y Tríos. El tipo de fenómeno de interacción que se produce en la materia depende de la calidad de la radiación electromagnética empleada y del peso atómico del material atravesado.

Es decir que en la interacción parte o toda la energía de la radiación es cedida al medio (sólo cuando se produce el efecto foto-

eléctrico o el efecto Compton), donde se producen fenómenos físicos; éstos causan fenómenos químicos (los que finalmente ocasionan alteraciones biológicas en las células, esencialmente trastornos de la reproducción celular) que es el efecto buscado.

Siguiendo siempre los lineamientos prácticos del presente trabajo no se entrará en el detalle del fundamento físico en que se basa el estudio de la Dosis Integral y se describirá un método simple para hallarla en telecobaltoterapia. La fórmula no varía esencialmente de las dadas para hallar la Dosis Integral con otro tipo de energías que se utilizan en teleterapia con radiaciones ionizantes.

**Fórmula:**

La dosis Integral depende de: a) dimensión del haz utilizado (tamaño de campo); b) del espesor del tejido atravesado; c) de la distancia frente piel empleada (DFP); y d) de la calidad del haz de radiación.

La expresión matemática de la Dosis Integral ( $\Sigma$ ) para el Co 60 (y también para todas las energías superiores a 400 KeV y espesores de tejido superiores a 20 cm) es:

$$\Sigma = 1,44 D_0 \cdot A \cdot d^{1/2} (1 + 2,88 d^{1/2}) \text{ donde:}$$

- $\Sigma$  = Dosis Integral;
- $D_0$  = dosis aire de acuerdo al tamaño de campo y a la distancia foco-piel empleada (dato que se obtiene de la curva de rendimiento r/m aire del aparato);
- A = área del campo utilizada;
- $d^{1/2}$  = es la mitad de la distancia que existe entre la entrada y la curva de isodosis del 50 %, medida que se obtiene en el eje de la isodosis de base correspondiente al tamaño de campo y la DFP empleada (capa hemirreductora);
- f = es la distancia foco-piel.

Se reemplaza en la fórmula  $D_0$ ; A;  $d^{1/2}$ ; y f por los datos correspondientes de acuerdo con la técnica empleada y se obtiene el valor de la Dosis Integral que recibirá el paciente con este planeamiento.

1,44 y  $1 + 2,88$  son valores constantes para el Co 60 (varían para cada tipo de energía) y que corresponden al coeficiente de atenuación lineal  $\mu$  (u) en un medio absorbente equivalente a 1 (agua) para este tipo de energía (1,33 MeV).

De lo expuesto se desprende que debe optarse por el planteo de tratamiento en el que el paciente reciba menos Dosis Integral.

# APENDICE

**TABLA 1**

**Corrección de la distorsión geométrica de la imagen**  
(Factor de corrección)

Distancias Objeto - Film.	Distancias foco-film en cms.							
	200	150	120	100	90	80	70	60
	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
2.	0,99.	0,99.	0,98.	0,98.	0,97.	0,97.	0,97.	0,96.
3.	0,98.	0,98.	0,97.	0,97.	0,96.	0,96.	0,95.	0,95.
4.	0,98.	0,97.	0,96.	0,96.	0,95.	0,95.	0,94.	0,93.
5.	0,97.	0,96.	0,95.	0,95.	0,94.	0,93.	0,93.	0,91.
6.	0,97.	0,96.	0,95.	0,94.	0,93.	0,93.	0,91.	0,90.
7.	0,96.	0,95.	0,94.	0,93.	0,92.	0,91.	0,90.	0,88.
8.	0,96.	0,94.	0,93.	0,92.	0,91.	0,90.	0,89.	0,87.
9.	0,95.	0,94.	0,93.	0,91.	0,89.	0,87.	0,87.	0,85.
10.	0,95.	0,93.	0,92.	0,90.	0,89.	0,88.	0,86.	0,84.
11.	0,94.	0,93.	0,90.	0,89.	0,88.	0,87.	0,85.	0,82.
12.	0,94.	0,92.	0,90.	0,88.	0,87.	0,85.	0,83.	0,80.
13.	0,93.	0,91.	0,89.	0,87.	0,86.	0,84.	0,82.	0,78.
14.	0,93.	0,91.	0,88.	0,86.	0,85.	0,83.	0,80.	0,76.
15.	0,93.	0,89.	0,87.	0,85.	0,83.	0,82.	0,79.	0,75.
16.	0,92.	0,90.	0,86.	0,84.	0,82.	0,80.	0,77.	0,74.
17.	0,92.	0,89.	0,86.	0,83.	0,81.	0,79.	0,76.	0,72.
18.	0,92.	0,88.	0,85.	0,82.	0,80.	0,78.	0,75.	0,70.
19.	0,91.	0,88.	0,84.	0,81.	0,79.	0,73.	0,73.	0,69.
20.	0,90.	0,87.	0,83.	0,80.	0,78.	0,75.	0,72.	0,67.

$$F.C. = \frac{D.F.F.}{D.O.F.}$$

D.F.F.

**TABLA N° 2**

Valores rectificados de los porcentajes de la dosis en el aire de acuerdo a la isodosis que pasa por el centro del tumor (en la columna de la izquierda) y el porcentaje de la dosis tumor total (columna derecha) que se administra por campo.

90 %			
90 — (50)	34 — (55)	90 — (60)	90 — (45)
80 — 44,5	80 — 48,8	80 — 53,4	80 — 40
70 — 38,9	70 — 42,8	70 — 46,6	70 — 35
60 — 33,3	60 — 36,7	60 — 40	60 — 30
50 — 27,8	50 — 30,6	50 — 33,3	50 — 25
40 — 22,2	40 — 24,4	40 — 26,7	40 — 20
90 — (40)	90 — (33,3)		
80 — 35,5	80 — 29,6		
70 — 31,1	70 — 25,9		
60 — 26,7	60 — 22,2		
50 — 22,2	50 — 18,5		
40 — 17,8	40 — 14,8		
85 %			
85 — (60)	85 — (55)	85 — (50)	85 — (45)
90 — 63,5	90 — 58,2	90 — 53	90 — 47,6
80 — 56,5	80 — 51,7	80 — 47	80 — 42,3
70 — 49,4	70 — 45,3	70 — 41,2	70 — 37,1
60 — 42,4	60 — 38,8	60 — 35,3	60 — 31,8
50 — 35,3	50 — 32,4	50 — 29,4	50 — 26,5
40 — 28,2	40 — 25,9	40 — 23,5	40 — 21,2
85 — (40)	85 — (33,3)		
90 — 42,4	90 — 35,3		
80 — 37,6	80 — 31,3		
70 — 32,9	70 — 27,4		
60 — 28,2	60 — 23,5		
50 — 23,5	50 — 19,6		
40 — 18,8	40 — 15,7		
80 %			
80 — (60)	80 — (55)	80 — (50)	80 — (45)
90 — 67,5	90 — 61,9	90 — 56,2	90 — 50,6
70 — 52,5	70 — 48,1	70 — 43,7	70 — 39,4
60 — 45	60 — 41,2	60 — 37,5	60 — 33,8
50 — 37,5	50 — 34,4	50 — 31,3	50 — 28,1
40 — 30	40 — 27,5	40 — 25	40 — 22,5
80 — (40)	80 — (33,3)		
90 — 45	90 — 37,1		
70 — 35	70 — 28,9		
60 — 30	60 — 24,8		
50 — 25	50 — 20,6		
40 — 20	40 — 16,5		

TABLA Nº 3

75 %			
75 — (40)	75 — (45)	75 — (50)	75 — (55)
90 — 48	90 — 54	90 — 60	90 — 66
80 — 42,6	80 — 48	80 — 53,3	80 — 58,6
70 — 37,4	70 — 42	70 — 46,6	70 — 51,3
60 — 32	60 — 36	60 — 40	60 — 44
50 — 26,7	50 — 30	50 — 33,3	50 — 36,7
40 — 21,3	40 — 24	40 — 26,7	40 — 29,3
75 — (60)	75 — (33,3)		
90 — 72	90 — 39,6		
80 — 64	80 — 35,2		
70 — 56	70 — 30,8		
60 — 48	60 — 26,4		
50 — 40	50 — 22		
40 — 32	40 — 17,6		
70 %			
70 — (40)	70 — (45)	70 — (50)	70 — (55)
90 — 51,4	90 — 57,8	90 — 64,3	90 — 70,7
80 — 45,7	80 — 51,4	80 — 57,1	80 — 62,8
60 — 34,3	60 — 38,6	60 — 42,8	60 — 47,1
50 — 28,6	50 — 32,2	50 — 35,7	50 — 39,3
40 — 22,8	40 — 25,7	40 — 28,6	40 — 31,4
70 — (60)	70 — (33,3)		
90 — 77,1	90 — 42,8		
80 — 68,5	80 — 38,1		
60 — 51,4	60 — 28,5		
50 — 42,8	50 — 23,8		
40 — 34,3	40 — 19		
65 %			
65 — (40)	65 — (45)	65 — (50)	65 — (55)
90 — 55,4	90 — 62,3	90 — 69,2	90 — 76,1
80 — 49,2	80 — 55,4	80 — 61,5	80 — 67,6
70 — 43,1	70 — 48,5	70 — 53,8	70 — 59,2
60 — 36,9	60 — 41,5	60 — 46,1	60 — 50,7
50 — 30,8	50 — 34,6	50 — 38,5	50 — 42,3
40 — 24,6	40 — 27,7	40 — 30,8	40 — 33,8
65 — (60)	65 — (33,3)		
90 — 83,1	90 — 45,7		
80 — 73,9	80 — 40,6		
70 — 64,6	70 — 35,5		
60 — 55,4	60 — 30,5		
50 — 46,1	50 — 25,4		
40 — 36,9	40 — 20,3		

**TABLA Nº 4**

60 %			
60 — (40)	60 — (45)	60 — (50)	60 — (55)
90 — 60	90 — 67,5	90 — 75	90 — 82,5
80 — 53,3	80 — 60	80 — 66,6	80 — 73,3
70 — 46,6	70 — 52,5	70 — 58,3	70 — 64,1
50 — 33,3	50 — 37,5	50 — 41,6	50 — 45,8
40 — 26,5	40 — 30	40 — 33,3	40 — 36,7
30 — (60)	60 — (33,3)		
90 — 90	90 — 49,5		
80 — 80	80 — 44		
70 — 70	70 — 38,5		
50 — 50	50 — 27,5		
40 — 40	40 — 22		
55 %			
55 — (40)	55 — (45)	55 — (50)	55 — (55)
90 — 65,5	90 — 73,6	90 — 81,9	90 — 90
80 — 58,2	80 — 65,5	80 — 72,7	80 — 80
70 — 50,9	70 — 57,3	70 — 63,6	70 — 70
60 — 43,6	60 — 49,1	60 — 54,5	60 — 60
50 — 36,4	50 — 41	50 — 45,5	50 — 50
40 — 29,1	40 — 32,7	40 — 36,4	40 — 40
55 — (60)	55 — (33,3)		
90 — 98,1	90 — 54		
80 — 87,2	80 — 48		
70 — 76,4	70 — 42		
60 — 65,5	60 — 36		
50 — 54,5	50 — 30		
40 — 43,6	40 — 24		
50 %			
50 — (40)	50 — (45)	50 — (50)	50 — (55)
90 — 72	90 — 81	90 — 90	90 — 99
80 — 64	80 — 72	80 — 80	80 — 88
70 — 56	70 — 63	70 — 70	70 — 77
60 — 48	60 — 54	60 — 60	60 — 66
40 — 32	40 — 36	40 — 40	40 — 44
50 — (60)	50 — (33,3)		
90 — 108	90 — 60		
80 — 96	80 — 53,3		
70 — 84	70 — 46,6		
60 — 72	60 — 39,9		
40 — 48	40 — 26,6		

**TABLA N° 5**

British Journal of Radiology  
Supplement N° 10  
(pág. 54)

**Table 6.1 Percentage depth doses: 50 cm S.S.D.**

Cobalt 60 rays		0	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	10×10	12×12	15×15	20×20
	1.00	1.011	1.014	1.016	1.019	1.021	1.026	1.030	1.037	1.046	
0.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	94.6	96.0	96.4	96.7	97.0	97.1	97.5	97.6	97.7	97.7	97.7
2	85.2	88.7	89.4	90.1	90.6	90.9	91.4	91.7	91.9	92.1	92.1
3	76.8	81.6	82.7	83.6	84.2	84.7	85.4	85.8	86.2	86.7	86.7
4	69.3	75.0	76.3	77.3	78.2	78.7	79.6	80.8	80.7	81.5	81.5
5	62.6	68.8	70.2	71.3	72.3	72.9	74.0	74.6	75.4	76.4	76.4
6	56.4	63.0	64.3	65.6	66.6	67.4	68.6	69.4	70.3	71.6	71.6
7	51.0	57.6	59.0	60.2	61.2	62.1	63.4	64.4	65.5	67.0	67.0
8	46.1	52.6	53.9	55.2	56.3	57.1	58.5	59.6	60.9	62.6	62.6
9	41.7	48.0	49.3	50.5	51.5	52.4	53.9	55.1	56.6	58.5	58.5
10	37.8	43.8	45.0	46.2	47.2	48.1	49.7	50.9	52.5	54.7	54.7
11	34.3	40.0	41.2	42.3	43.3	44.2	45.8	47.0	48.7	51.1	51.1
12	31.1	36.5	37.7	38.8	39.8	40.7	42.2	43.5	45.2	47.7	47.7
13	28.2	33.3	34.6	35.6	36.5	37.4	39.0	40.2	42.0	44.5	44.5
14	25.6	30.5	31.6	32.6	33.5	34.4	36.0	37.3	39.0	41.6	41.6
15	23.3	27.9	28.9	29.9	30.8	31.6	33.2	34.6	36.3	38.8	38.8
16	21.1	25.5	26.5	27.4	28.4	29.1	30.6	32.0	33.8	36.3	36.3
17	19.3	23.3	24.2	25.1	26.0	26.8	28.2	29.6	31.5	34.0	34.0
18	17.5	21.3	22.0	23.0	23.8	24.7	26.1	27.5	29.3	31.8	31.8
19	15.9	19.5	20.3	21.1	22.0	22.7	24.1	25.5	27.3	29.8	29.8
20	14.5	17.8	18.6	19.4	20.1	20.9	22.2	23.6	25.4	27.9	27.9
22	(12.0)	(14.9)	(15.6)	(16.3)	(17.0)	(17.7)	(18.9)	(20.2)	(22.0)	(24.2)	(24.2)
24	(10.0)	(12.4)	(13.0)	(13.7)	(14.3)	(15.0)	(16.1)	(17.3)	(19.0)	(21.2)	(21.2)
26	( 8.2)	(10.4)	(11.0)	(11.5)	(12.1)	(12.7)	(13.8)	(14.9)	(16.5)	(18.5)	(18.5)
28	( 6.8)	( 8.7)	( 9.2)	( 9.7)	(10.2)	(10.8)	(11.8)	(12.8)	(14.3)	(16.2)	(16.2)
30	( 5.6)	( 7.2)	( 7.7)	( 8.2)	( 8.6)	( 9.1)	(10.1)	(11.0)	(12.4)	(14.2)	(14.2)

**TABLE No 6**  
**Table 6.2 Percentage Depth Doses: 60 cm. S. S. D.**

Cobalt 60 rays  
Field size (cm)  
B. S. F.  
Depth in cm

	0	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	10×10	12×12	15×15	20×20
1.00	1.011	1.014	0.016	1.019	1.021	1.026	1.030	1.037	1.046	
0.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1	95.0	96.5	97.0	97.2	97.4	97.7	97.8	98.0	98.1	98.1
2	86.0	89.7	90.3	91.3	91.7	92.1	92.4	92.7	93.0	93.0
3	77.9	83.2	84.0	85.4	86.0	86.6	87.0	87.5	88.0	88.0
4	70.7	77.7	78.0	79.6	80.3	81.2	81.8	82.4	83.1	83.1
5	64.2	71.0	72.2	73.2	74.1	75.9	76.6	77.4	78.3	78.3
6	58.3	65.4	66.6	67.7	68.6	70.7	71.6	72.5	73.7	73.7
7	53.0	60.1	61.4	62.5	63.6	65.6	66.6	67.8	69.2	69.2
8	48.2	55.1	56.3	57.6	58.6	60.8	61.8	63.3	64.9	64.9
9	43.9	50.4	51.8	53.0	54.0	56.3	57.5	59.0	60.9	60.9
10	39.9	46.1	47.4	48.7	49.6	52.1	53.4	54.9	57.0	57.0
11	36.3	42.2	43.5	44.8	45.8	48.2	49.5	51.1	53.4	53.4
12	33.1	38.7	39.9	41.2	42.2	44.6	45.9	47.6	50.0	50.0
13	30.2	35.5	36.7	37.9	38.8	41.3	42.6	44.4	46.9	46.9
14	27.5	32.5	33.6	34.8	35.8	38.2	39.6	41.4	43.9	43.9
15	25.1	29.8	31.0	32.0	33.0	35.4	36.8	38.6	41.1	41.1
16	22.9	27.4	28.4	29.4	30.4	32.8	34.2	36.0	38.5	38.5
17	20.9	25.2	26.2	27.1	28.0	30.4	31.8	33.6	36.1	36.1
18	19.1	23.2	24.2	25.0	25.9	28.2	29.6	31.4	33.9	33.9
19	17.4	21.3	22.1	23.0	23.9	26.2	27.6	29.3	31.8	31.8
20	15.9	19.5	20.3	21.1	22.0	24.2	25.6	27.3	29.8	29.8
22	(13.2)	(16.4)	(17.2)	(17.9)	(18.7)	(19.4)	(22.1)	(23.9)	(26.0)	(26.0)
24	(11.0)	(13.8)	(14.5)	(15.1)	(15.9)	(16.5)	(19.2)	(20.9)	(22.9)	(22.9)
26	(9.2)	(11.7)	(12.3)	(12.9)	(13.5)	(14.1)	(16.6)	(18.2)	(20.6)	(20.6)
28	(7.6)	(9.8)	(10.3)	(10.8)	(11.5)	(12.0)	(14.3)	(15.8)	(17.6)	(17.6)
30	(6.4)	(8.3)	(8.8)	(9.3)	(9.8)	(10.3)	(12.4)	(13.8)	(15.5)	(15.5)

**TABLE No 7**

**Table 6.3 percentage Depth doses: 80 cm. S.S.D.**

Field size (cm)	0	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	10×10	12×12	15×15	20×20
0.5	1.00	1.011	1.014	1.016	1.019	1.021	1.026	1.030	1.037	1.046
1	95.4	96.8	97.0	97.4	97.6	97.8	98.2	98.0	98.4	98.4
2	87.1	90.6	91.3	91.9	92.3	92.7	93.3	93.6	93.9	94.0
3	79.5	84.7	85.6	86.5	87.1	87.6	88.3	88.8	89.3	89.6
4	72.7	79.0	80.2	81.1	81.9	82.5	83.4	84.0	84.7	85.2
5	66.6	73.5	74.8	75.9	76.7	77.4	78.5	79.3	80.1	80.8
6	60.8	68.1	69.6	70.7	71.6	72.4	73.6	74.4	75.4	76.4
7	55.6	62.9	64.4	65.7	66.7	67.5	68.8	69.8	70.8	72.1
8	50.9	58.0	59.4	60.8	61.9	62.7	64.1	65.1	66.5	68.0
9	46.6	53.5	55.0	56.2	57.3	58.2	59.7	60.8	62.3	64.0
10	42.7	49.3	50.7	52.0	53.0	54.0	55.6	56.9	58.4	60.2
11	39.2	45.5	46.9	48.1	49.2	50.1	51.7	53.0	54.7	56.6
12	35.9	41.9	43.2	44.1	45.5	46.5	48.1	49.5	51.2	53.2
13	32.9	38.6	39.9	41.1	42.1	43.2	44.8	46.1	47.9	50.0
14	30.2	35.6	36.8	38.0	39.2	40.1	41.8	43.2	44.9	47.0
15	27.7	32.9	34.2	35.2	36.2	37.2	38.9	40.3	42.0	44.2
16	25.4	30.4	31.5	32.6	33.6	34.5	36.2	37.6	39.3	41.3
17	23.3	28.1	29.2	30.2	31.2	32.1	33.7	35.1	36.8	39.0
18	21.4	26.0	27.1	28.0	29.0	29.8	31.4	32.8	34.5	36.7
19	19.6	24.0	25.0	26.0	26.8	27.7	29.2	30.6	32.3	34.6
20	18.0	22.1	23.1	24.0	24.9	25.7	27.2	28.5	30.3	32.6
22	(15.3)	(18.9)	(19.8)	(20.6)	(21.4)	(22.1)	(23.7)	(24.9)	(26.5)	(28.8)
24	(12.9)	(15.1)	(16.9)	(17.7)	(18.4)	(19.1)	(20.5)	(21.8)	(23.2)	(25.4)
26	(10.8)	(13.7)	(14.4)	(15.1)	(15.8)	(16.5)	(17.8)	(18.9)	(20.4)	(22.5)
28	( 9.1)	(11.7)	(12.3)	(12.9)	(13.6)	(14.2)	(15.5)	(16.5)	(17.9)	(19.9)
30	( 7.7)	(10.0)	(10.6)	(11.1)	(11.7)	(12.3)	(13.5)	(14.4)	(15.7)	(17.5)

**TABLA No 8**  
**Tabla 6.4 percentage Depth doses: 100 cm. SS.D.**

Cobalt 60 rays  
Field size (cm)  
R. S. F.  
Depth in cm

	0	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	10×10	12×12	15×15	20×20
1.00	1.011	1.014	1.016	1.019	1.021	1.026	1.030	1.037	1.046	
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0.5	95.9	97.1	97.4	97.7	98.0	98.1	98.6	98.7	98.8	98.9
1	87.9	91.4	92.0	92.6	93.0	93.3	93.9	94.3	94.6	94.7
2	80.7	85.8	86.7	87.5	88.0	88.5	89.3	89.8	90.2	90.5
3	73.8	80.2	81.5	82.4	83.1	83.7	84.7	85.3	85.9	86.3
4	67.8	74.8	76.2	77.3	78.2	78.9	80.1	80.9	81.6	82.2
5	62.3	69.7	71.2	72.4	73.4	74.2	75.5	76.3	77.3	78.1
6	57.3	64.8	66.3	67.4	68.6	69.5	70.9	71.9	73.0	74.0
7	52.7	60.1	61.5	62.9	64.0	64.9	66.4	67.5	68.7	70.0
8	48.5	55.7	57.1	58.4	59.5	60.5	62.0	63.2	64.5	66.1
9	44.7	51.5	52.9	54.2	55.3	56.3	57.8	59.0	60.6	62.3
10	41.2	47.7	49.0	50.3	51.4	52.4	53.9	55.2	56.9	58.7
11	38.0	44.1	45.3	46.7	47.8	48.7	50.3	51.6	53.4	55.3
12	35.0	40.8	42.1	43.3	44.4	45.4	47.0	48.4	50.2	52.1
13	32.2	37.8	39.1	40.2	41.4	42.3	43.9	45.4	47.1	49.1
14	29.6	35.0	36.2	37.4	38.4	39.4	41.0	42.4	44.2	46.2
15	27.2	32.5	33.8	34.8	35.8	36.7	38.3	39.8	41.5	43.5
16	25.0	30.1	31.3	32.3	33.3	34.2	35.8	37.1	39.0	41.0
17	23.0	27.9	29.0	30.0	31.0	31.9	33.5	34.9	36.7	38.6
18	21.2	25.8	26.9	27.9	28.8	29.7	31.3	32.7	34.5	36.4
19	19.5	23.8	24.9	25.9	26.9	27.7	29.3	30.7	32.4	34.4
20	(16.5)	(20.6)	(21.5)	(22.5)	(23.3)	(24.2)	(25.6)	(27.0)	(28.5)	(30.5)
22	(14.0)	(17.7)	(18.5)	(19.4)	(20.2)	(21.0)	(22.3)	(23.6)	(25.2)	(27.1)
24	(11.8)	(15.2)	(16.0)	(16.8)	(17.4)	(18.2)	(19.6)	(20.8)	(22.3)	(24.0)
26	(10.1)	(13.0)	(13.7)	(14.4)	(15.1)	(15.8)	(17.1)	(18.2)	(19.7)	(21.4)
28	( 8.5)	(11.2)	(12.0)	(12.5)	(13.2)	(13.8)	(15.0)	(16.0)	(17.3)	(19.0)

**TABLA N° 9**

**Table 6.5 tissue/air ratios**

Cobalt 60 rays  
 Field size (cm)  
 Depth in cm

	0	4×4	5×5	6×6	7×7	8×8	10×10	12×12	15×15	20×20
0.5	1.000	1.011	1.014	1.016	1.019	1.021	1.026	1.030	1.037	1.046
1	0.965	0.989	0.995	1.000	1.004	1.009	1.018	1.024	1.031	1.042
2	0.905	0.950	0.959	0.967	0.974	0.981	0.992	1.001	1.009	1.020
3	0.845	0.910	0.921	0.932	0.941	0.948	0.961	0.970	0.982	0.995
4	0.792	0.868	0.881	0.894	0.905	0.914	0.929	0.940	0.953	0.968
5	0.742	0.824	0.840	0.854	0.866	0.877	0.893	0.906	0.922	0.939
6	0.694	0.781	0.799	0.813	0.826	0.838	0.855	0.870	0.887	0.908
7	0.650	0.736	0.755	0.772	0.785	0.798	0.817	0.833	0.850	0.875
8	0.608	0.694	0.712	0.728	0.742	0.756	0.777	0.794	0.815	0.841
9	0.570	0.652	0.671	0.688	0.703	0.716	0.739	0.756	0.778	0.808
10	0.534	0.615	0.631	0.648	0.663	0.676	0.700	0.719	0.745	0.776
11	0.501	0.578	0.596	0.611	0.628	0.640	0.664	0.684	0.709	0.744
12	0.469	0.542	0.560	0.577	0.592	0.605	0.629	0.650	0.677	0.712
13	0.440	0.507	0.527	0.543	0.557	0.572	0.596	0.616	0.643	0.680
14	0.412	0.478	0.496	0.512	0.527	0.540	0.564	0.587	0.615	0.650
15	0.386	0.451	0.466	0.481	0.496	0.510	0.534	0.557	0.585	0.620
16	0.361	0.425	0.440	0.454	0.468	0.481	0.506	0.528	0.556	0.593
17	0.338	0.400	0.415	0.430	0.442	0.455	0.479	0.500	0.530	0.568
18	0.317	0.375	0.391	0.405	0.418	0.431	0.454	0.474	0.503	0.542
19	0.297	0.352	0.367	0.380	0.394	0.406	0.429	0.449	0.447	0.518
20	0.278	0.330	0.345	0.358	0.371	0.383	0.405	0.425	0.454	0.494
22	0.246	0.291	0.304	0.316	0.328	0.341	0.362	0.382	0.411	0.449
24	0.215	0.257	0.268	0.279	0.290	0.301	0.321	0.341	0.369	0.407
26	0.187	0.227	0.236	0.246	0.256	0.266	0.286	0.305	0.331	0.366
28	0.164	0.200	0.209	0.218	0.226	0.236	0.253	0.272	0.298	0.332
30	0.144	0.175	0.183	0.192	0.200	0.208	0.226	0.243	0.267	0.301

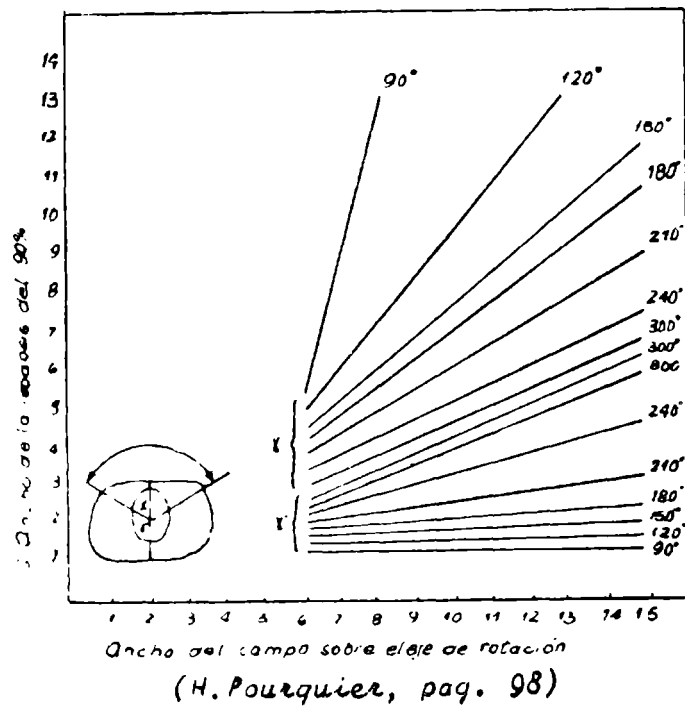
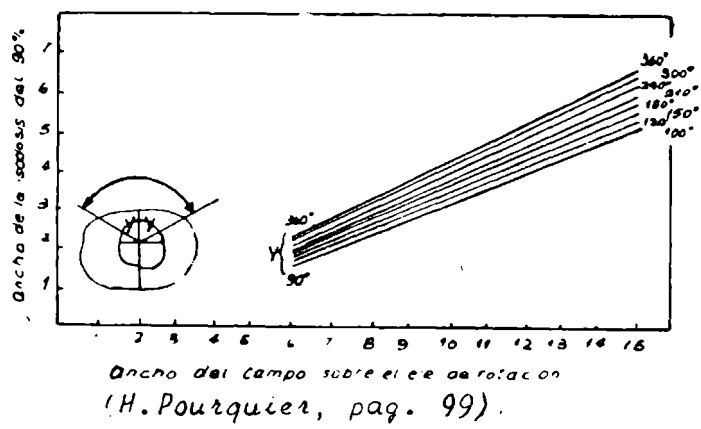
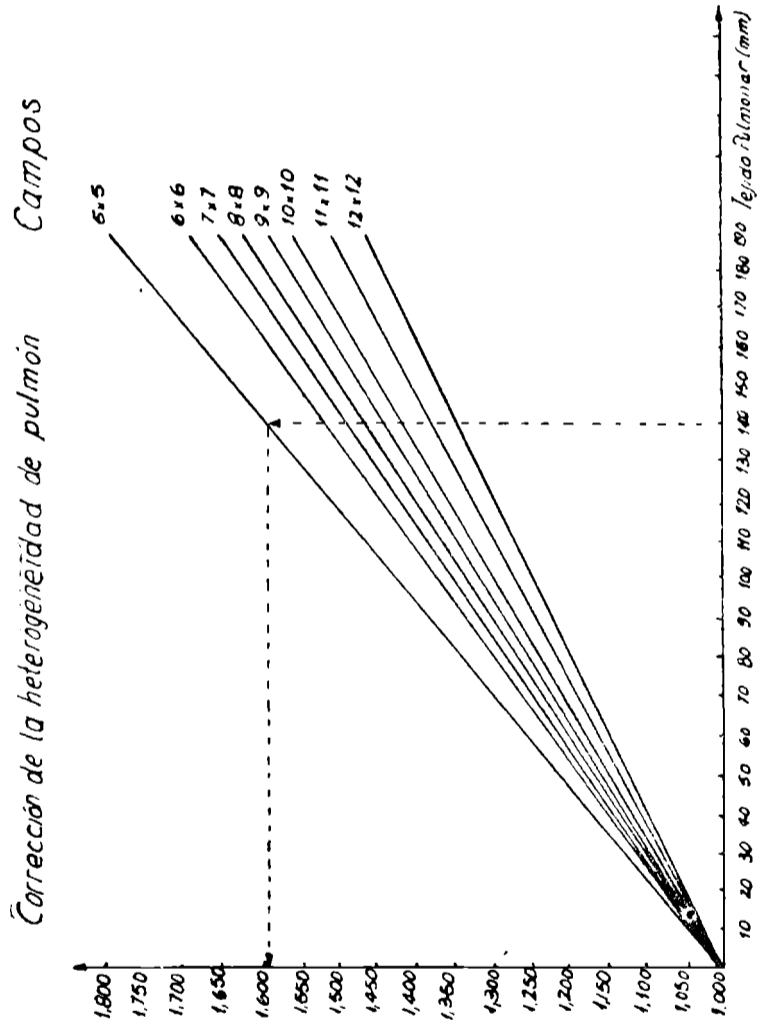


Diagrama n° 2





BIBLIOGRAFIA

- AMALRIC, R.; VIGNE, J. P.: *Le Cesium 137 en Télétherapie*, Gauthier Villars et Cie Editeur, 1963.
- BRITISH JOURNAL OF RADIOLOGY: (Suplement Nº 10) *Depth Doses Tables for Use in Radiotherapy*. Published by the British Institute of Radiology, London 1961.
- GARCÍA CAPURRO, F.: *Radioterapia Práctica*; Ed. Inter-Médica, 1961.
- GUÍA PARA LA RADIOTERAPIA DE MOVIMIENTO: Departamento científico de C. H. F. Muller Aktiengesellschaft; Hamburgo, 1958.
- KUNKLER, P.; RAINS, A.: *Tratamiento del Cáncer en la Práctica Clínica*, Salvat Editores, S. A. 1963.
- MURPHY, W.: *Radiation Therapy*, W. B. Sanders Company, 1959.
- NOGUERA, O.; AMBROGNA, J.; ROSIGNOLI, L. y TRABUCCO, A.: *Telecobaltoterapia, Técnica y Métodos*, Ed. Inter-Médica, 1961.
- OLIVARES MUÑOZ, P.: *Determinación de la Dosis Integral* (Madrid, España) Vol. III, nº 2, p. 244; 1964.
- OTERO LUNA, J.: *Telecobaltoterapia, Dosimetría Física y Clínica* (tesis doctoral, Facultad de Medicina de Sevilla (España), abril de 1962).
- PÉREZ MODREGO, S.: *Cáncer de mama* Acta Oncológica (Madrid, España) Vol. I, nº 1, p. 1; 1962.
- PÉREZ MODREGO, S.: *Detección Precoz, Diagnóstico y Tratamiento del Cáncer*, Ed. Gar-se 1965.
- PISANI, G.; CORTISSONE, C.; SAVINO, G. y MALASPINA, A.: *Elementi Fisici, Biologici y Tecnici della Telecobaltoterapia*, Edizioni Minerva Médica 1961.
- POURQUIER, H.: *La Telecobaltoterapie en Cancerologie*, Masson et Cie Editeurs, 1962.
- SURMONT, V.; LALANNE, C.: Journal de Radiologie et d'Electrologie. Tomo 38, números 5-6, 1957.
- TUBIANA, M.; DUTREIX, A.; JOCKEY, P.: *Bases Physiques de la Radioterapie et de la Radiobiologie*, Masson et Cie. Editeurs 1963.
- WACHEMANN, F.; DIMOTIS, A.: *Kurven und Tabellen fur die Strahlentherapie*. S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1957.
- WACHMANN, BARTH, N.; DI RIENZO, S.: *Radioterapia Moderna*. Ed. Alessandri, 1957.

---

Agradecimiento:

A la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires que me permitió concretar mi viaje de perfeccionamiento.

A las autoridades del Instituto de Cultura Hispánica de Madrid (España) y de La Plata (Argentina).

Al doctor S. Pérez Modrego, Profesor Titular de Medicina Nuclear de la Facultad de Medicina de Madrid y Director del Centro de Oncología y Medicina Nuclear de Madrid, quien dirigió mi actividad científica durante mi estadia en su Servicio en calidad de Médico Concurrente.

A la doctora Pilar Olivares Muñoz, Jefa del Departamento de Radio-Física del Centro de Oncología y Medicina Nuclear de Madrid.

A todos los colaboradores del profesor S. Pérez Modrego.

Y al ingeniero Alberto Jorge Narcy.

La Plata, junio de 1965.

## ESTUDIO DEL PLEUSTON Y BAFON DE LAS LAGUNAS DE CHASCOMUS Y YALCA

(Pcia. de Buenos Aires). Su composición y variación estacional.

Por RICARDO A. RONDEROS (1), LUIS A. BULLA,  
JUAN A. SCHNACK y JULIO C. VES LOSADA

### RESUMEN

#### Variación estacional del pleuston y bafon en las lagunas de Chascomús y Yalca (Provincia de Buenos Aires, Argentina).

Se estudia la mesofauna asociada a la vegetación flotante y sumergida en las lagunas del epígrafe, realizándose un análisis cuali y cuantitativo de la misma y del sustrato, así como también su variación estacional.

Se describe el método utilizado en la obtención de las muestras y extracción de la mesofauna, así como también se pone de manifiesto el criterio seguido para la selección de las "asociaciones vegetales" que sirven de sustrato a la fauna en cuestión. Tres asociaciones flotantes fueron seleccionadas y se individualizaron con el nombre de la especie dominante: *Ricciocarpus natans*; *Azolla filiculoides* y *Salvinia rotundifolia*; siendo dos las sumergidas: *Ceratophyllum demersum* y *Potamogeton striatus*. Se describe cada asociación respecto de su extensión, permanencia y fluctuaciones a lo largo de un año calendario, así como también se da a conocer la lista de presencias de las distintas taxias discriminadas por asociación.

Se analizan los pleustontes y bafontes de cada asociación, y sus posibles relaciones interespecíficas y con el sustrato, demostrándose la existencia de especies caracterizantes en cada uno de los mismos, siendo algunas exclusivas; se analizan, además, mediante correlaciones, las relaciones predator-presa y animal sustrato en cada asociación.

La aplicación del índice de diversidad específica pone de manifiesto la madurez de las distintas asociaciones flotantes consideradas y la mayor o menor influencia del sustrato como elemento morigerador de los agentes externos en relación con el ciclo anual de los componentes de su mesofauna, evidenciándose en dos de ellos un comportamiento estacional similar al del plancton.

---

(1) Instituto de Limnología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Carrera del Investigador Científico. Buenos Aires.

De las consideraciones de estas poblaciones y sus relaciones con el ambiente acuático se propone dividir al pleuston en: **eupleuston** y **hemipleuston** y un extrapleuston: **pseudopleuston**.

#### A B S T R A C T

**Seasonal variations of the pleuston and bafon of the Chascomús and Yalca lagoons (Province of Buenos Aires, Argentina).**

In the Chascomús and Yalca lagoons, the mesofauna associated with floating and submerged vegetation was studied through a qualitative-quantitative analysis which also included the substratum and the seasonal variations.

After a description of the sampling technique employed and the method of extraction of mesofauna, there follows an explanation of the criterium adopted in selecting the "vegetable associations" which act as a substratum for the analysed fauna. Three floating associations each named after the dominant species, were selected: **Ricciocarpus natans**, **Azolla filiculoides** and **Salvinia rotundifolia**; two submerged associations were also studied: **Ceratophyllum demersum** and **Potamogeton striatus**. Each association is described in relation to extension, permanency and fluctuation through a whole calendar year, and a list of presences of different taxias discriminated by association is presented.

In each association an analysis of the "pleustontes" and "bafontes" and of their interspecific relations as well as those related to the substratum, which have shown the existence of species characteristic of each substratum, some of them exclusive. Furthermore, through correlations, each association was determined the relationships predator-prey and animal-substratum. The application of the "index of specific diversity" has shown the maturity of the different floating associations and the greater or lesser influence of the substratum as a moderating element of external agents related to annual cycle of the constituents in the mesofauna. In two of them a seasonal behavior, similar to that of plankton, has been evinced.

From a consideration of these populations and their relationships to the aqueous environments, it is proposed to divide pleuston into: **eupleuston**, **hemipleuston** and a extrapleuston: **pseudopleuston**.

#### INTRODUCCION

Según el concepto de Ringuet (Ringuet R. A., 1962, *Ecología Acuática continental*, Eudeba, Bs. As.) se entiende por "**pleuston**" al conjunto de organismos vinculados a la vegetación flotante, mientras que define al "**bafon**" como el conjunto de organismos vinculados al sustrato vegetal sumergido.

El conocimiento de estas comunidades o conjuntos heterogéneos en América del Sur y más aún en el hemisferio occidental es por demás escaso, así como su relación con el metabolismo de los cuerpos de agua continentales. El estudio detallado de los componentes de estas comunidades, en especial del pleuston, nos ha demostrado su complejidad, ya que sus integrantes poseen regímenes de vida dispa-

res, según su ubicación dentro, por debajo o encima del sustrato, motivo por el cual daremos más adelante nuestro punto de vista sobre su composición, con referencia a la distribución de componentes en relación con el sustrato vegetal y el agua.

Sobre este particular sólo existen estudios de carácter taxionómico sobre las especies animales y vegetales acuáticas o semiacuáticas y su distribución geográfica, pero hasta el momento no se habían intentado estudios referentes a la vinculación de estos organismos entre sí como integrantes de estas comunidades, y sus interrelaciones, como tampoco se habían analizado las mismas respecto de su real amplitud y alcance de su definición,

Dada la numerosidad de los cuerpos de agua permanentes existentes en la provincia de Buenos Aires, y la imposibilidad de poder encarar estudios con igual intensidad de todos ellos, se decidió tomar como área piloto las lagunas de Chascomús y Yalca, las que fueron seleccionadas luego de haber realizado prospecciones preliminares en los demás cuerpos y haber establecido que en ambas se encontraban representadas las asociaciones vegetales presentes en los mismos. Ello no descarta que, en etapas sucesivas y una vez establecida la población existente en las mencionadas, la investigación se lleve a cabo en los cuerpos de agua restantes, pero eso sí, ya con una información básica respecto de los integrantes normales del pleuston y bafon..

En esta nota, damos a conocer las primeras conclusiones respecto de esta investigación, en la que se ha tendido a calificar y cuantificar a los integrantes de estas comunidades y establecer su variación estacional y su relación con el sustrato vegetal.

#### MATERIAL Y METODO

Por los motivos antes expuestos, los métodos de recolección y extracción utilizados, fueron ensayados a fin de establecer cuales, dentro de los métodos clásicos de investigación limnológica, se adaptaban para los fines de este tipo particular de investigación, dada la calidad de comunidades que se debían considerar y lo heterogéneo de sus habitantes. Ambos tipos de comunidades merecieron un tratamiento diferente en cuanto a metodología, razón por la cual describiremos cada técnica por separado. El resultado de los ensayos preliminares nos permitió llegar a la conclusión de que sólo sería posible emplear un método específico para cada comunidad a estudiar y que los clásicos no se adaptaban a los fines de nuestra tarea, conclusión que nos llevó a idear y poner en práctica, previo ensayo, los siguientes:

**Pleuston:** A fin de realizar el estudio cuantitativo de la población se extrajo la vegetación flotante de una superficie constante de 2500 cm<sup>2</sup>, la que se demarcó con un cuadrante de madera de 10 cm de alto por 50 cm de lado, el que flota en la superficie del agua y por estar parcialmente sumergido impide el movimiento fuera de su perímetro de los organismos que encierra. La toma de la muestra se realizó con un colador de malla de 0,5 mm hasta dejar limpia de vegetación la superficie demarcada.

**Bafon:** La masa de vegetación sumergida se obtuvo en todos los casos de un volumen, variable según la profundidad de la estación en cada prospección, determinado por un recipiente de hojalata cuadrangular, de 0.49 m de lado por sección, constituido por cuatro secciones acoplables, que dan un total de 1,60 m. Este aparato se introduce en el agua en el lugar seleccionado con tantas secciones como profundidad haya en ese momento, asentándolo en el sedimento. Se retira la vegetación incluida dentro del volumen demarcado y luego, mediante un colador similar al empleado para las tomas de muestras de pleuston, se extrae todo el contenido de organismos en el existente, o sea, hasta que el colador salga limpio. En este caso, el ingenio utilizado, no sólo demarca un volumen computable, sino que impide el desplazamiento fuera del mismo de los organismos a recolectar.

**Extracción:** Una vez obtenidas las muestras en ambas comunidades la extracción se realiza de igual manera para ambas, habiéndose procedido de la siguiente manera:

1. Lavado de la vegetación por agitación y colado posterior a través de una red de plancton.
2. Acondicionamiento del producto del lavado y por separado de la vegetación, en bolsas de polietileno.
3. Transporte de las muestras en heladera al laboratorio.
4. Separación de los organismos resultantes del filtrado bajo lupa binocular y a ojo desnudo.
5. Separación por extracción automática mediante embudos de Berlese, de los organismos no visualizados en la primera búsqueda y de la vegetación lavada.
6. Determinación y separación del material por Clase, Orden, Familia, Género y Especie (éste último paso en los casos que su determinación es posible con los medios bibliográficos o existencia de especialistas de cada grupo colectado).
7. Recuento por taxia.
8. Obtención del peso seco de la vegetación obtenida en los muestreos. (Este paso fue realizado por el laboratorio de química de la Dirección de Recursos Pesqueros, Ministerio de Asuntos Agrarios - Provincia de Buenos Aires).

#### ASOCIACIONES VEGETALES ESTUDIADAS

**Ubicación y definición de las asociaciones.** Los muestreos iniciales a que hemos hecho referencia, nos permitieron establecer las siguientes asociaciones vegetales, las que denominamos con el nombre de la especie dominante:

**Pleuston:** *Ricciocarpus natans* (L) (A<sub>1a</sub>) Laguna Chascomús

*Azolla filiculoides* Lam. (A<sub>2</sub>) )

*Salvinia rotundifolia* Willd (B) Laguna Yalca

**Bafon:** *Ceratophyllum demersum* L. (A<sub>1b</sub>) Laguna de Chascomús

*Potamogeton striatus* Ruiz y Pavón (A<sub>4</sub>)

Pese a la dominancia de las especies citadas, cada asociación en especial de vegetación flotante, es invadida en cantidades variables con la época del año, por otras especies vegetales que en algunos casos

las llegan a igualar en volumen. Es así como *R. natans* es invadida en cantidades variables por *A. filiculoides*, especialmente en los meses de primavera, con su climax en octubre. *A. filiculoides*, convive en forma permanente con *Utricularia platensis* Speg., cuyos tallos horizontales se entremezclan con sus frondas, siendo bien evidentes en los meses de enero y febrero por sus vistosas flores amarillas que emergen entre el manto rojizo de *Azolla*; ésta asociación es también parcialmente invadida, aunque en escaso volumen por *R. natans*.

Todas las asociaciones flotantes presentan también como integrantes permanentes pero en muy escaso volumen a *Lemna valdiviana* y *Wolffiella oblonga*. Dado su carácter flotante, estas asociaciones se encuentran comúnmente contenidas en su desplazamiento por una corona de "juncos", lo que las hace, en lo que se refiere a las lagunas en cuestión, costeras o semicosteras.

Las sumergidas son más puras en su constitución, salvo que estén cubiertas, cómo ocurre frecuentemente con *C. demersum* por vegetación flotante, cuyos integrantes forman parte esporádicamente de los muestreos efectuados. Es así como esta asociación puede cubrirse total o parcialmente por *R. natans* o *A. filiculoides* o ambas *Potamogeton striatus* por el contrario no se mezcla con otras especies vegetales, siendo todos sus nucleamientos puros, en sectores con sedimento consistente y escaso "barro", con ubicación generalmente costera.

La laguna Yalca presenta una asociación vegetal que no aparece en Chascomús, con dominancia de *Salvinia rotundifolia* Wiedl; es una asociación flotante con dominancia de esta especie, la que se desarrolla perimetralmente a la costa. Otras especies vegetales pueden invadirla parcialmente, y debemos citar la presencia, siempre en grado "escaso" de *A. filiculoides*, *R. natans*, Lemnaceas e *Hydrocotyle bonariensis*, este último, en la faja netamente costera, formando un anillo de transición entre la costa y *S. rotundifolia*.

Con fines prácticos hemos aceptado una nomenclatura especial para designar las estaciones de estudio en ambas lagunas, las que hemos designado con las siglas que se consignan al lado de cada una de ellas.

Una tercera asociación fue establecida en la Laguna de Chascomús: *Myriophyllum brasiliensis* Cambes (A<sub>3</sub>), pero, dada su irregular presencia en esta laguna, la hemos descartado habiendo en su defecto incorporado esta estación en la Laguna del Burro, cuyo estudio hemos iniciado en noviembre de 1966.

**Secuencia en la toma de muestras.** En cada una de las estaciones seleccionadas se realizaron dos prospecciones mensuales (quince días de intervalo); en todos los casos se trató de repetir la toma de muestras a la misma hora, tomándose los datos de temperatura superficial; los restantes datos físicos y químicos, son obtenidos del relevamiento limnológico que paralelamente a estos estudios realiza el equipo especializado, bajo la dirección del Dr. R. A. Ringuelet.

#### ESTUDIO SISTEMÁTICO DE LOS ORGANISMOS

Para el estudio en cuestión, hemos seleccionado macroorganismos dejando de lado los microcrustáceos, animales unicelulares, etc., limitando nuestra tarea a las siguientes Clases: Turbellaria, Mollus-

ca, Arachnida, Annelida, Crustacea (Amphipoda, Ostracoda y Decapoda) e Insecta. La determinación del material fue realizada por los autores, salvo en los casos en que existen especialistas en el país, por lo que debemos expresar nuestro agradecimiento a los doctores Luis De Santis (Hymenoptera y Tysanoptera), Manuel Viana (Coleoptera: Curculionidae), Axel Bachmann (Hemiptera: Pleidae y Corixidae), Zulma A. de Castellanos (Mollusca), Raúl A. Ringuélet (Hirudinea) y Ricardo A. Mauri (Acarina).

#### UBICACION GEOGRAFICA

Ambas lagunas se encuentran dentro del partido de Chascomús (provincia de Buenos Aires) situado entre los 36° 20' de latitud S y los 58° de longitud W. La laguna de Chascomús forma parte del sistema de las Encadenadas, siendo de ellas la de mayor extensión con 3.014 hectáreas. Se encuentra ubicada junto a la ciudad del mismo nombre con dos tipos de costas: una abrupta con barrancas no inundables (margen W) y otra baja e inundable (margen E).

La laguna de Yalca ubicada a 6 kilómetros al E. de la primera es una típica colección pluvial, con costas bajas, sin barrancas, con una superficie de 1.201 hectáreas 43 áreas 29 centiáreas.

#### Taxiones presentes en el pleuston y bafon de las lagunas de Chascomús y Yalca

TAXIA	ESTACION				
	A <sub>1a</sub>	A <sub>1b</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	B
TURBELLARIA .....	+	+	+		+
ANNELIDA					
Oligochaeta .....					+
Hirudinea .....					
<i>Helobdella acutifera</i> Bl. ....					
<i>H. triserialis</i> s. str. (E. Bl.) .....	+	+			+
<i>H. simplex</i> (Moore) .....		+			
<i>H. hyalina</i> Ringuélet .....		+			
MOLLUSCA					
<i>Littoridina parchappei</i> .....			+	+	
<i>Ampullaria canaliculata</i> .....				+	
<i>Ancylus concentricus</i> .....		+		+	
Planorbidae .....		+	+	+	
CRUSTACEA					
Ostracoda .....			+		
Amphipoda					
<i>Hyaella curvispina</i> .....	+	+	+	+	+
Decapoda					
<i>Palaemonetes argentinus</i> .....		+		+	+
INSECTA					
Collembola .....	+	+	+	+	+
Ephemeroptera - Caenidae .....		+	+		+
Odonata					

TAXIA	ESTACION				
	A <sub>1a</sub>	A <sub>1b</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	B
Coenagriidae	+	+	+		+
Aeshnidae			+		+
Thysanoptera			+		+
Hemiptera					
Lygaeidae - <i>Lipostemmata humeralis</i> Berg	+	+	+		+
Hebridae - <i>Lipocomphus lacuniferus</i> Berg	+		+		+
Pleidae					
<i>Neoplea absona</i> (Drake y Chapman)	+	+	+		+
<i>N. argentina</i>	+	+	+		+
Belostomatidae		+			+
Naucoridae - <i>Pelocoris nigriculus</i> Berg					+
Corixidae					
<i>Tennagobia fuscata</i> (Stal)			+	+	
<i>Sigara argentinensis</i> Hungfd.			+	+	
Trichoptera - Leptocoellidae		+		+	+
Lepidoptera			+	+	+
Coleoptera					
Noteridae					
<i>Suphisellus</i> sp. 1			+		
<i>Suphisellus</i> sp. 2					+
<i>Hydrocanthus iricolor</i> Say					+
Dytiscidae					
<i>Bidessus acuminatus</i> Steinh			+		+
<i>B. affinis</i> Say	+	+	+		+
Pselaphidae	+		+		+
Staphylinidae	+		+		+
Hydrophilidae					
<i>Berosus</i> sp.	+	+	+		+
<i>Hydrochus richteri</i> Bruch	+	+	+		+
<i>H. ochraceus</i>		+	+		
<i>Derallus rudis</i> Shp.			+		+
<i>Tropisternus lateralis</i> Fab.					+
<i>Tropisternus setiger</i> Germ.					+
<i>Paracymus rufocinctus</i> Bruch	+		+		+
<i>Helochares femoratus</i> Brullé				+	+
<i>Enochrus circuncinctus</i> Bruch			+		+
<i>E. scutellaris</i> Bruch	+				+
<i>E. vulgaris</i> Steinh	+		+		+
<i>Enochrus</i> sp. 1	+		+		+
<i>Enochrus</i> sp. 2			+		+
<i>Hydroglobus puncticollis</i> Bruch			+		+
Dryopidae - <i>Pelonomus pubescens</i> Blanch.					+
Lampyridae					+
Chrysomelidae			+		+
<i>Rhinomethus bruchi</i> Bowditch			+		+
Curculionidae					
<i>Hyperodes marginicollis</i> Hust.					+
<i>Stenopelmus brunneus</i> Hust.	+	+	+		+
<i>Tanyspheroideus parvulus</i> Hust.	+				+

TAXIA	ESTACION				
	A <sub>1a</sub>	A <sub>1b</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	B
<i>Ochetina bruchi</i> Hust. ....	+		+		+
<i>Tyloderma obliquata</i> Hust. ....			+		
<i>Apion simplex</i> B-B .....	+				
<i>Neobagous coarcticollis</i> Hust. ....			+		
Hymenoptera					
<i>Kleidotoma (Kleidotomidea)</i> sp. ....			+		+
<i>Hexacola</i> sp. ....			+		+
<i>Anaphes</i> sp. ....			+		+
<i>Hydrophylita bachmanni</i> De Santis .....	+	+			
<i>Eupteromalus</i> sp. ....			+		
<i>Euphorinae</i> sp. ....	+		+		
<i>Apanteles</i> sp. ....			+		
<i>Heterospilus</i> sp. ....					+
<i>Opius</i> sp. ....	+				
<i>Chaenusa</i> sp. ....	+		+	+	
<i>Baeus platensis</i> (Bréthes) .....					+
Diptera					
Tipulidae .....					+
Culicidae .....		+			+
Heleidae .....					
<i>Alluaudomyia</i> sp. ....	+	+	+		+
<i>Bezzia</i> sp. ....	+	+	+		+
<i>Dasyhelea</i> sp. ....		+			+
Ephydriidae					
<i>Ephydra</i> sp. ....	+		+		
<i>Hydrellia</i> sp. ....	+	+	+	+	+
<i>Paralimna</i> sp. ....	+	+	+	+	+
Stratiomyiidae - <i>Odontomyia</i> sp. ....	+	+	+	+	+
Psychodidae .....		+			+
Chironomidae .....	+	+	+	+	+
Tabanidae .....	+		+	+	+
Arachnida					
Araneida .....					+
Acarina					
<i>Macrochaeles</i> sp. ....	+	+	+		+
Phytoseiidae .....	+		+		+
Trombididae .....	+	+	+		+
Halacaridae .....		+	+		+
Arrenuridae .....			+		+
<i>Hydrozetes platensis</i> Berlese .....	+	+	+		+
<i>Ceratozetes</i> sp. ....	+				+

## ANALISIS DE CADA ASOCIACION — PLEUSTON

**Ricciocarpus natans. A 1a**

Es la asociación más pobre en pleustontes, a pesar de su riqueza en sustrato. La estación se estableció en las proximidades de la

desembocadura del arroyo Vitel, por ser la zona que ofrecía mayor superficie cubierta por vegetación, y mayor persistencia de la misma a lo largo del año, al estar protegida del viento por los juncales circundantes que en ese sector son muy densos. La vegetación, a pesar de su abundancia es laxa, siendo común la subyascencia de *Ceratophyllum demersum*. Es la asociación más pura, ya que a la especie dominante se agrega en forma permanente, pero escasamente, *Afiliculoides*, siendo rara la presencia de Lemnaceas, tan comunes en las otras asociaciones.

Los crustáceos están representados exclusivamente por *Hyaella curvispina* cuya dominancia en cuanto a numerosidad es evidente en otoño e invierno, con una merma muy marcada en verano. Los artrópodos restantes están escasamente representados en lo referente a número de especies (35 sobre un total de 90) y se distribuyen entre ácaros e insectos, variando ambas poblaciones a lo largo del año en forma casi similar. Los Oribatei, representados por *Hydrozetes platensis* componen el máximo de la población; el hecho de ser una especie fitófaga, que se alimenta de la fronda del sustrato, motiva su variación numérica a lo largo del año en forma acorde con el volumen del mismo; son escasos a nulos los Phytoseiidae, ácaros predadores, no acuáticos, por la escasez de fauna de superficie, hecho que se corroborará al comentar las restantes asociaciones, donde los mismos son por demás abundantes, concomitantemente con la abundancia de formas de superficie. La presencia de Trombididae en escasa cantidad, pero en forma casi permanente, entendemos no caracteriza a esta asociación, sino que suponemos es debido a la presencia de *Azolla*, vegetación ésta más costera y con más posibilidades de contaminación terrestre.

Los insectos, pobres en número y en especies, están representados principalmente por Coleópteros y Dípteros, sin descartar los Colémbolos, grupo dominante en todas las asociaciones, pero eminentemente superficiales, salvo escasas formas verdaderamente acuáticas. Los Hemípteros, si bien abundantes en número de individuos, están representados sólo por 3 familias, de las cuales la única eminentemente acuática en la de los Pleidos, predadores, con 2 especies presentes *Neoplea absona* y *N. argentina*, la primera sólo presente en verano y otoño y la segunda con escasos representantes a lo largo de todo el año; las dos familias restantes son, una de ellas de insectos de los llamados "patinadores", por cuanto se desplazan por la superficie del agua, sin penetrar en ella, los híbridos, representados por *Lipogomphus lacuniferus* y la restante la de los Lygaeidae representados por *Lipostemmata humeralis* que vive sobre las frondas sin penetrar en el agua, hecho que se corrobora por estar provista de abundante pilosidad higrofoba.

Si bien son los Coleópteros los mejor representados en cuanto a número de especies, su presencia a lo largo del año es sólo notable para el hidrofílico *Paracymus rufocinctus* y las larvas de *Berosus* sp., fenómeno éste último que se repite en las restantes asociaciones; los curculiónidos, tan abundantes en las demás asociaciones, son aquí por demás escasos siendo lo más notable a destacar la presencia de *Stenopelmus brunneus*, Errininae típico en

la asociación A<sub>2</sub> por ser "comensal" de *Azolla filiculoides*, presente en esta asociación.

Los Dípteros constituyen una población apreciable en cuanto a número de individuos, con dominancia de 2 familias: Stratiomyidae y Ephydriidae. La primera representada por larvas de *Odontomya* sp., se encuentra presente durante todo el año con escasa fluctuación en número de individuos, pero bajas en densidad; se trata de larvas fitófagas, que se alimentan de frondas en descomposición y más aún de los hongos que en ellas se desarrollan, siendo notable que en ningún momento se han encontrado sus pupas, hecho éste que corrobora la afirmación de que las larvas migran a la orilla de las colecciones de agua, para empupar en seco; dentro de los Ephydriidae es *Hydrellia* sp., la que se encuentra en número apreciable de individuos, representada por sus larvas, que son también fitófagas y de hábitos minadores, viviendo a expensas de las frondas; *Paralimna* sp. muy abundante en *A. filiculoides* es aquí escasa, no habiéndose establecido la presencia de *Ephydra* sp. Los Heleidae están representados por larvas y pupas de *Bezzia* sp. con su climax en verano e invierno, con escasa o nula representatividad de los otros géneros (*Alluaudomya* sp. y *Dasyhelea* sp.).

#### *Azolla filiculoides*. A<sub>2</sub>

Esta asociación es bien característica y difiere notablemente de las demás; ocupa el segundo lugar por su riqueza en pleustontes, presentando formas que le son exclusivas. Se fijó una estación de estudio en las proximidades de la desembocadura del arroyo Valdés, sector éste también protegido por juncales densos. Para evitar la influencia de formas terrestres las muestras fueron tomadas a regular distancia de la costa (20 y 30 metros) y a apreciable distancia de la estación A<sub>1</sub> (500 metros aproximadamente), existiendo entre ambas, zonas libres de vegetación flotante. Sus componentes principales además de la especie dominante, están constituidos por *Utricularia platensis* presente con regular abundancia durante todo el año, Lemnaceas (*Lemna valdiviana* y *Wolffiella oblonga*) en escasa cantidad y apariciones esporádicas de *R. natan*, *A. filiculoides* forma un manto continuo y compacto sobre la superficie del agua, alcanzando su mayor densidad en los meses de invierno y la mínima en verano; los demás componentes fluctúan a lo largo del año sin representar, salvo el caso de *U. platensis*, una masa apreciable en el total de la asociación.

En esta asociación la dominancia numérica está dada por los insectos con sus representantes netamente acuáticos y los superficiales, muchos de ellos de extracción terrestre; le siguen en importancia los acaros y en menor proporción los otros invertebrados, con dominancia dentro de estos últimos de los crustáceos, representados principalmente por *Hyaella curvispina*; son escasos a casi nulos los moluscos y turbelarios, los que aparecieron sólo en primavera y verano.

Dentro de la clase dominante, los colémbolos constituyen la masa numérica principal, atribuible éste hecho al manto compacto que forma *Azolla*, que proporciona abundante soporte y segura protección a los integrantes de este orden, que a diferencia de las

otras dos asociaciones, son abundantes durante todo el año. Los Coleópteros y Dípteros les siguen en orden de importancia, los primeros en cuanto a número de especies y los segundos en cuanto a número de individuos a pesar de estar menos representados en lo que se refiere a variedad específica. Los Hemipteros representados por una masa menor de individuos tienen representantes de 4 familias (Hébridos, Ligeidos, Pleidos y Corixidos) siendo más numerosos los que presentan formas de vida superficial, no estrictamente acuática. *Lipostemmata humeralis* y *Lipogomphus lacuniferus* están presentes durante todo el año con su climax en otoño e invierno, hecho éste que atribuimos a la abundancia de frondas con la consiguiente mayor protección para los individuos; *Tennagobia fuscata* y *Sigara argentinensis* (Corixidae) tiene apariciones esporádicas en primavera y verano, presencia que suponemos es debida a la existencia, próxima a esta estación, de algunos acumulos de *C. demersum* ya que son formas, para esta laguna, típicas del bafon. Dentro de los Pleidos, *Neoplea argentina* tiene una presencia más constante en la asociación, hecho este notable, ya que es la menos representada, de ambas especies presentes, en las asociaciones estudiadas con excepción de A<sub>2</sub>; *N. absona* por el contrario es en esta asociación más abundante en verano y primavera, desapareciendo totalmente en cuanto a sus formas adultas, en invierno; las ninfas de ambas especies están presentes durante todo el año en cantidades menores que los adultos, hecho que atribuimos a su régimen de vida distinto, ya que suponemos son predadores de fondo.

Lor Odonatos tienen presencia discontinua con escasa numerosidad, dentro de ellos son más abundantes los Zigopteros (Agrionidae) con ninfas nadadoras y branquias traqueales terminales, las que presentan mayor continuidad estacional, desapareciendo solamente durante los meses de verano y comienzo del invierno; los Anisópteros (Aeshnidae) con sus ninfas caminadoras sólo aparecen en verano, suponemos por el hecho de poseer un soporte adecuado para su desplazamiento, contituido por *U. platensis*; éste suborden de Odonatos aparece con relativa abundancia sólo en esta asociación, hecho que concurre a dar peculiaridad al pleuston de la misma.

Otros órdenes representados aunque en menor proporción son: Efemerópteros, con escasas ninfas en verano, al igual que Tisanópteros y Lepidópteros, con larvas de vida acuática los últimos.

De los órdenes dominantes los Coleópteros presentan la mayor riqueza específica, estando el grueso de su población representada por Curculionidos y Estafilinidos. Los primeros representados por cuatro especies, una de ellas con larvas acuáticas, *Stenopelmus brunneus*, cuya dominancia sobre las demás especies y su presencia uniforme, nos hace concluir que sus larvas viven a expensas de las frondas de *A. filiculoides*. Un hecho interesante a destacar es la marcada desproporción entre el número de adultos y el de larvas, las que representan más del 90 % de la población total de esta familia. Este fenómeno entendemos se debe al hecho de que los adultos de vida superficial, se desplazan hacia tierra o invaden las formaciones costeras; las tres especies restantes entendemos no son pleustontes verdaderos sino formas terrestres. Los Estafilinidos, insectos predadores tanto en estado larval como de imago son marcadamente abundantes desde el otoño a la primavera, coincidiendo su mayor población con una

mayor población de otros animales tanto aéreos como acuáticos, en especial de Colémbolos. Los Hidrofilidos son los que presentan mayor riqueza específica, siendo en su gran mayoría predadores; la población varía con la fluctuación de sus posibles presas; con esta familia se repite el mismo fenómeno que anotáramos para *S. brunneus*; el mayor porcentaje poblacional está dado por las larvas de *Berosus* sp., mientras que la presencia de adultos de este género es casi nula; intentamos explicar este hecho considerando a sus adultos de vida aérea parcialmente extrapleustónica, suponiendo la migración larval a la costa, en busca de lugares apropiados para empupar, con la sola vuelta al sustrato para efectuar las oviposiciones. Este supuesto sólo será corroborado con la cría de las larvas que intentaremos en un periodo sucesivo. De las doce especies de Hidrofilidos presentes sólo *Paracymus rufocinctus* e *Hydrochus richteri* tienen presencia permanente durante todo el ciclo anual como adultos, con su climax en otoño, invierno y primavera, especialmente para la última especie. Otras familias representadas son la de los Distiscidos con *Bidessus affinis* y *B. acuminatus* en muy baja proporción, Lampiridos con sus formas larvales (muy esporádicas), Crisomélidos con *Rhinotmethus bruchi* y los Pseláfidos, formas que no consideramos verdaderos pleustontes, sino de extracción terrestre.

La importancia del orden Diptera en esta asociación si bien no está dada por la variedad específica, si lo está por su numerosidad. De las familias representadas la de los Tendipedidos la consideramos no pleustónica, ya que son las formas típicas de fondo; de las cuatro restantes la de los Efidridos es la más numerosa constituyendo el 76 % de la población total de este orden, con una especie que la caracteriza: *Paralimna* sp. por su dominancia sobre los demás representados (*Ephydra* sp. e *Hydrellia* sp.). La dominancia de *Paralimna* sp. la atribuimos al hecho de ser una larva cuyo mecanismo respiratorio la obliga a tomar el aire directamente de la superficie, tiene mayores posibilidades de supervivencia que las dos restantes, puesto que éstas por ser larvas minadoras, poseen menos sustrato para su evolución y por ende para respirar, mientras que la primera al insinuar sus sifones entre las frondas asegura su intercambio respiratorio y su posibilidad de desplazamiento, por ser buenas nadadoras les permite obtener el alimento necesario para su sustento. La presencia de larvas de esta familia es permanente durante todo el ciclo estacional, siendo el climax para la forma dominante otoño e invierno.

Los Estratiómidos con *Odontomyia* sp. poseen una población apreciable en esta asociación, presentando un hecho notable con relación a los otros Dipteros, y es el hecho de presentar su climax poblacional en verano y otoño, completamente opuesto al comportamiento biológico de todos los pleustontes de este y de los restantes órdenes y clases presentes en esta comunidad, por lo menos para estas lagunas. Los Heleidos, con sus larvas eminentemente predadoras están representados por tres géneros, *Alluaudomya* sp., *Bezzia* sp. y *Dasyhelea*, las dos restantes tienen su climax poblacional en otoño e invierno desapareciendo totalmente, en cuanto a sus formas larvales, en primavera; *Dasyhelea* por el contrario aumenta su población en verano, desapareciendo sus larvas en primavera y otoño.

Otra población ponderable aunque con un volumen menor que Insectos es la de los Acaros, en la que dominan los representantes de

la familia Phytoseiidae, ácaros predadores, estrictamente superficiales. La correlación de la variación de su población con la de los colémbolos y hemipteros de las familias Hebridae y Lygaeidae, nos hace suponer que, su climax poblacional y por ende su evolución está totalmente ligada a la existencia de víctimas para su sustento, que serían en gran parte los taxiones arriba mencionados. **Hydrozetes platensis** está ligado a la existencia de suficiente sustrato, de igual manera que ocurre en A... En menor proporción y en forma discontinua están presente los Arrenuridos y los Halacaridos, grupo este último con escasas formas de agua dulce pues son de preferencia marinos, en este caso representados por **Porolohmanella** sp.

#### **Salvinia rotundifolia. B.**

Esta asociación es muy particular, no estando representada en la Laguna de Chascomús; fue establecida una estación en la laguna Yalca, 6km. al E. de la primera, a escasos 20 metros de la costa, ya que el manto de vegetación forma una corona costera de no más de 30 metros de ancho. Esta asociación se desarrolla con un espeso manto flotante de **S. rotundifolia** el que se continúa insensiblemente con el fango de la costa, con profundidades subyacentes de 30 a 40 centímetros como promedio, estando siempre perimetrada por los juncuales. Su componente principal es **Salvinia**, presentando a lo largo del año escasos representantes de **R. natans** y **A. filiculoides**, siendo común la presencia, pero en escasa cantidad de **L. Valdiviana** y **W. oblonga**; en primavera y verano; junto a la costa se desarrolla una corona de 30 a 50 centímetros de ancho de **Hydrocotyle bonariensis**.

Esta asociación presenta mayor número de individuos de filiación terrestre, ofreciendo un cuadro muy característico, con elementos y variaciones que le son estrictamente particulares.

Los insectos por su numerosidad y calidad son los que constituyen el grueso de la población; en total, la población animal considerada representa el 76 % de los taxiones tabulados para el pleuston y bafon de ambas lagunas. Los crustáceos y arácnidos constituyen el 23 % restante en proporciones similares y los demás invertibrados el 1 % restante.

Los colémbolos, que constituyen la población más numerosa, a la inversa de las asociaciones antes consideradas, tienen su climax en los meses de verano con una marcada declinación en primavera, otoño e invierno, sin dejar por ello de dominar en cuanto a número con respecto al resto. Los hemipteros, dípteros y coleópteros tienen poblaciones similares respecto a número y las mismas tienen una variación estacional parecida a las asociaciones antes estudiadas. Los restantes órdenes (Efemerópteros, Odonatos, Tisanópteros, Tricópteros y Lepidópteros) sólo constituyen el 2 % de la población general de insectos.

Dentro de los crustáceos, **Hyaella curvispina** es el taxión más abundante y con variaciones mínimas en el ciclo anual y su climax en los meses de verano, hecho éste que atribuimos a una mayor protección térmica (calores estivales poco elevados con respecto a la media anual de las otras estaciones) debido a la densidad y volumen de las frondas de **Salvinia**, que constituyen un elemento morigerador térmico, observación que es válida para los meses de invierno y oto-

ño. Está presente, pero en forma casual, **Palemonetes argentinus**, elemento que no consideramos pleustónico.

Los ácaros se encuentran presentes en gran variedad con relación a las otras asociaciones consideradas, debiendo citar además de los Phytoseiidae, y Oribatei a los Arrenuridae, Halacaridae, Trombididae y Macrochaelidae. El grueso de la población está dado por los dos primeros, con el climax de **H. platensis** en las estaciones de verano y otoño; los Phytoseiidae, por el contrario, tienen su climax en primavera y otoño, hecho este que, al igual que en A<sub>2</sub> corrobora la suposición de su carácter de predadores y su estricta correlación con la abundancia poblacional de las especies de superficie.

Los Macrochaelidae son escasos y su aparición es casual, entendemos por invasión desde la costa. Los Trombididae, si bien son permanentes, los consideramos que están estrictamente vinculados al sustrato, en este caso **Salvinia**, lugar donde cumplen su ciclo total, y por ende debemos en esta asociación, considerarlos como verdaderos pleustontes. Arrenuridos y Halacáridos, estos últimos representados por **Porolohmanella** sp., son verdaderos pleustontes, pero su numerosidad es baja influyendo poco en la población total de este orden.

Turbelarios y Anelidos, (Hirudinea. **Helobdella triserialis** y Oligochaeta: Naididae) solo aparecen esporádicamente en esta asociación; los primeros en número apreciable en primavera y verano, desapareciendo en el resto del año.

Dentro de los coleópteros son los estafilínidos los más abundantes, con incrementos en su población en primavera, otoño e invierno, siendo su climax en estas dos últimas y su desaparición casi total en verano. Para esta asociación la población de larvas de esta familia presenta tres picos en cuanto al número de individuos, los que coinciden con primavera, otoño e invierno, no así los adultos que alcanzan su climax en invierno, con un incremento en grado mucho menor en otoño. Los Hidrofilidos son los más significativos para esta asociación dentro de este orden, presentando especies que le son exclusivas, a saber: **Hydroglobus puncticollis**, **Derallus rudis** y **Tropisternus lateralis**, y la continuidad estacional de otras presentes en las restantes como **Paracimus rufocinctus** y **Helochares femoratus**. Las larvas de **Borcsus** sp. son escasas en relación con las otras asociaciones, no habiéndose encontrado adultos representantes de este género. La población total de esta familia y ni aún sus especies mejores representadas ofrecen características modales en cuanto a su ciclo estacional, hecho que atribuimos a la uniformidad de las condiciones ambientales, en especial escasa variación térmica y química del agua.

Otras familias de coleópteros son exclusivas de esta asociación como los Dryopidae, representados por **Pelonomus pubescens**; los Dytiscidae están representados por **Bidessus acuminatus** y **B. affinis**, esta última escasamente representada sólo en los meses de verano, siendo constante la presencia de la primera con su climax en invierno y primavera. Los Noteridae constituyen en esta asociación un grupo importante no por su número sino por su representatividad, teniendo una especie que le es exclusiva: **Hydrocanthus iricolor**, cuyos adultos se hacen presentes en el pleuston en primavera y verano; sus larvas, como es sabido son predadoras de fondo y viven sujetas a las raíces

de las plantas acuáticas arraigadas respirando por sus tejidos, desplazándose solo cuando escasea el alimento.

Los Curculionidos están representados en esta asociación por una especie de la subfamilia Errininae que le es característica, **Tanyspheroideus parvulus**, cuya presencia es solo ocasional en las otras; la población en ambos estados evolutivos activos se compensa a lo largo de las cuatro estaciones, ya que los adultos alcanzan su climax en invierno y primavera y las larvas en otoño, siendo la población estival uniforme para ambos. **Ochetina bruchi** es en esta asociación más numerosa que en las restantes apareciendo en otoño y primavera; las restantes especies presentes no las consideramos como verdaderos pleustontes.

Los efemerópteros (Caenidae) están presentes en verano en mayor cantidad que en A<sub>2</sub>, al igual que los odonatos (Agrionidae), cuya presencia es constante durante todo el año. Los hemipteros también tienen en esta asociación formas que son exclusivas de la misma, como los Naucóridos, representados por **Pelocoris nigriculus** con mayor densidad en verano, pero escasos en general en cuanto a número; también están presentes los Belostomatidos con escasos individuos pero con notables permanencias sobre todo en los meses de otoño. Hébridos y Ligeidos son marcadamente abundantes como elementos de superficie, siendo más abundantes los segundos representados por **L. humeralis** con su climax en otoño e invierno y muy escasa población en las estaciones restantes; los Hébridos, por el contrario tienen una población más estable, sin una tendencia cíclica definida. Los Pleidos en esta asociación incrementan su población en primavera y verano, a la inversa de lo que ocurre en la laguna de Chascomús en las otras dos asociaciones, hecho que entendemos se explicaría con igual criterio que para los hidrofílicos; **Neoplea absona** es en esta asociación más abundante que **N. argentina** pero ambas especies están representadas durante todo el año.

Los dípteros en esta asociación presentan como elementos caracterizantes la dominancia de **Dasyhelea** sp. sobre los otros dos géneros presentes de Heleidos: **Bezzia** y **Alluaudomyia**, con su climax en primavera y otoño, siendo mayor la población en esta última estación; los géneros restantes si bien presentan su mayor población en otoño, son inferiores en cuanto a numerosidad. Los estratiomidos con **Odonatomyia** sp. presentan la misma modalidad que en las asociaciones anteriores con su climax en primavera verano; los Efidridos con los tres géneros presentes denotan la dominancia parcial de **Paralimna** sp. sin una modalidad cíclica definida. Los tabánidos tienen en esta asociación su mayor presencia en forma casi uniforme también sin modalidad cíclica definida, las restantes familias representadas no ofrecen ninguna característica singular, siendo muchas de ellas típicas formas de fondo (Chironomidae y Psychodidae).

#### BAFON

##### **Ceratophyllum demersum.** A<sub>1b</sub>

Esta asociación para su estudio fue seleccionada en las proximidades del arroyo Vitel dada su constancia; se desarrolla en aguas poco profundas 50 a 70 cm promedio, vecina o subyacente, según las

épocas a *R. natans*; sus componentes son matas frondosas con abundante fango intersticial, no habiendo variado de consideración el volumen de las muestras, por la escasa variación del nivel del agua en esa zona. Son escasos los elementos faunísticos que le son característicos, ya que, por su proximidad con *R. natans* y el hecho de estar sus componentes arraigados al fondo, es normal que en ella se encuentren elementos del pleuston suprayacente o de fondo.

No obstante ello son comunes en sus ramas los Hirudíneos (*Helobdella triserialis*, *H. simplex* y *H. hialina*) siéndole exclusivas estas dos últimas especies; los Oligoquetos (Naididae) son abundantes en el fango intersticial, así como también las larvas de Efemerópteros (Caenidae). Los Crustáceos en número dominante en el total de la población están representados por *H. curvispina* y son comunes aunque en escasa cantidad los Decapoda (*Palaemonetes argentinus*). Todos los componentes de esta asociación estimamos deben ser considerados no exclusivos de ella, sino simples desplazamientos de poblaciones del fondo o de la superficie, salvo, con ciertos reparos, los Anélidos y los Moluscos. La modalidad cíclica de los distintos taxiones tabulados para esta asociación podríamos decir es inversa a la del sustrato suprayacente, en este caso *R. natans* pudiendo interpretarse ésto como un desplazamiento vertical de los mismos en busca de alimento o de protección ante la inclemencia de los factores, en especial térmicos. Excepción podríamos hacer con los Oribatei (*H. platensis*) cuya presencia en forma tan discontinua y en tan escasa cantidad puede deberse al conocido fenómeno de levitación que caracteriza a esta familia, fenómeno que es motivado por cualquier trastorno mecánico que sufra el sustrato que lo soporta (agitación, hundimiento, etcétera).

Las distintas taxias tabuladas pueden ser constatadas en el cuadro correspondiente.

#### **Potamogeton striatus. A<sup>1</sup>**

Esta asociación vegetal se desarrolla en lugares muy abiertos, de aguas libres, con sedimentos consistentes y siempre alejada de los juncuales, o si estos están próximos no mezclan sus individuos, suponemos en razón del distinto sedimento de fondo de éstos. Las plantas ofrecen escaso sustrato a la fauna asociada, siendo esta por demás escasa en lo que se refiere a variedad de taxiones.

Fue seleccionada como estación de estudio el sector próximo al embarcadero del Club de Pesca y Náutica, por ser el que presentaba una mayor densidad de vegetación.

Esta asociación se desarrolló sólo al llegar la primavera, habiendo desaparecido en invierno. Las larvas de Tricópteros constituyen el elemento más característico, representados por *Leptocoela* sp., especie que aparece en esta asociación en mayor número y con mayor frecuencia que en las asociaciones flotantes. El resto de la asociación está constituida por larvas de quironómidos, elementos de fondo, anfipodos en escasa cantidad, larvas de efidridos, estratiomidos y tabánidos, pero en forma discontinua que podríamos llamar accidental; algunos coleópteros del género *Bidessus* que podríamos interpretar

como errantes, y ácaros (Arrenuridae y Oribatei: **H. platensis**) también sin continuidad.

Un elemento abundante, sobre todo en verano-otoño es **Palaeomonetes argentinus**, crustáceo que entendemos utiliza a **P. striatus** como soporte, no constituyendo a nuestro juicio un poblador permanente de esta asociación.

#### INSECTOS PARASITOS DE LOS INTEGRANTES DEL PLEUSTON Y BAFON EN AMBAS LAGUNAS

Entendemos que estos insectos merecen una consideración especial, razón por la cual no los hemos considerado al analizar cada una de las asociaciones estudiadas.

En las distintas muestras estudiadas fueron encontrados numerosos himenópteros de la serie parasítica cuya individualización nos permite establecer un elemento de juicio más en el estudio de la variación estacional de los integrantes, en especial del pleuston, de las lagunas de Chascomús y Yalca.

De las formas determinadas podemos deducir que el grupo animal más parasitado es el de los dípteros, por cuanto la presencia de las siguientes especies así lo establecen: **Kleidotoma (Kleidotomidea)** sp. (Eucolidae); **Eupteromalus** sp. y un género próximo a **Isocyrtus** sp. y **Chaenusa** sp. (Braconidae). La especificidad parasitaria sólo podemos establecerla para **Kleidotomidea** obtenida a partir de una pupa de **Paralimna** sp., **Chaenusa** sp. obtenida de pupas del género **Hydrellia** sp. ambos Ephydriidae de la asociación A, y en este caso es interesante destacar la abundancia del último parásito, hecho éste que coincide con la dominancia de la especie de referencia en la asociación en cuestión. El resto de las especies enumeradas, son sin lugar a dudas parásitos de dípteros por las evidencias bibliográficas existentes sobre las mismas, no pudiendo en nuestro caso indicar el hospedador.

La presencia de **Hydrophylita bachmanni** (Trichogramidae) parásita de huevos de Zygoptera (Odonata) nos indica que los representantes de esta familia en Ala y Alb derivan de ovoposiciones efectuadas en **Ceratophyllum demersum**.

Parásitos de coleópteros fueron encontrados en la asociación B, a saber **Anaphes** sp. (Mymaridae) y **Heterospilus** sp. (Braconidae).

#### ANÁLISIS ECOLÓGICO DEL "PLEUSTON" Y "BAFON"

Según la definición de Ringuelet (loc.cit.) el "pleuston" es el conjunto de organismos vinculados a la vegetación flotante. Esta definición es en sentido amplio y engloba a los organismos netamente acuáticos, semiacuáticos y superficiales; entendemos que un análisis cuidadoso de los mismos, permitirá establecer distintas categorías dentro de esta denominación general.

Al considerar el orden Hemiptera como integrante del pleuston surgen dos grupos bien definidos, aquéllos que son eminentemente acuáticos, los Pleidae y los que por el contrario viven sobre el agua (Hebridae) o sobre el sustrato (Lygidae). Si tomamos en cuenta el orden Diptera, una nueva categoría puede ser establecida, por

cuanto todos los adultos integrantes del pleuston son de vida aérea y solo uno o dos de sus estados evolutivos viven realmente como integrantes del mismo; igual razonamiento nos imponen los Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera y algunos de los integrantes del orden Coleoptera (ej. Curculionidae).

Otros por el contrario son integrantes accidentales del pleuston como los Chironomidae y Psychodidae (Diptera), ya que son componentes normales de la fauna de fondo.

Teniendo en cuenta este razonamiento entendemos de utilidad establecer tres categorías secundarias dentro de la comunidad o asociación heterogénea denominada pleuston: 1. **eupleuston**, 2. **hemipleuston** y 3. **epipleuston**, que se agregarían a la creada por Dioní, el **rizopleuston**, que a nuestro entender, es una subcategoría del eupleuston ya que involucra a los organismos que viven sujetos a las raíces del sustrato.

Con este criterio podemos definir cada una de las siguientes categorías como sigue:

**Eupleuston:** Es el conjunto de organismos vinculados a la vegetación flotante de estricta vida acuática, o sea que cumplen todas sus funciones vitales en el agua.

**Hemipleuston:** es el conjunto de organismos vinculados a la vegetación flotante con vida acuática parcial, o sea que solo cumplen parte de sus funciones vitales en el agua.

**Epipleuston:** es el conjunto de organismos vinculados a la vegetación acuática flotante que cumplen parcial o totalmente sus funciones vitales sobre esta sin ser en ningún momento estrictamente acuáticos.

Seguindo estas categorías propuestas intentamos a continuación la ubicación de los pleustones estudiados en las distintas asociaciones:

Eupleustones:	Turbellaria	
	Annelida	
	Mollusca:	
		<i>Littoridina parchappei</i>
		<i>Ancylus concentricus</i>
		Planorbidae
	Crustácea	
	Insecta:	
		Hemiptera: Pleidae
		Coleoptera: Noteridae
		Ditiscidae (en parte)
	Arachnida:	
		Acarina: Arrenuridae
		Halacridae
Hemipleustones:	Mollusca:	
		<i>Ampullaria canaliculata</i>
	Insecta:	
		Ephemeroptera
		Odonata

- Hemiptera: Corixidae
- Naucoridae
- Belostomatidae
- Trychoptera - Ephemeroptera
- Lepidoptera
- Coleoptera: Ditiscidae (en parte)
- Staphylinidae (en parte)
- Hydrophilidae
- Dryopidae
- Lampyridae
- Curculionidae (en parte)
- Hymenoptera (en parte)
- Diptera
  
- Arachnida:
- Acarina: Oribatei
  
- Epipleustontes: Insecta:
- Collembola (en parte)
- Tysanoptera
- Hemiptera: Lygaeidae
- Hebridae
- Staphylinidae (en parte)
- Pselaphidae
- Chrysomelidae: *R. bruchi*
- Curculionidae (en parte)
  
- Arachnida: Acarina: Phytoseiidae
- Macrochaelidae
- Trombididae

A nuestro entender, como resultante del análisis de las dos asociaciones estudiadas, consideramos al bafon como una comunidad artificial, siempre en relación con los organismos considerados, por cuanto la misma está integrada por organismos provenientes del pleuston y del bentos, careciendo por ello de elementos caracterizantes. Puede inferirse asimismo que de ser considerada como una comunidad es solamente transitoria, pues sirve de soporte o etapa a los desplazamientos tanto verticales como horizontales de los integrantes de la gran comunidad acuática.

#### RELACIONES INTERESPECIFICAS ENTRE LOS PEUSTONTES Y EL SUSTRATO VEGETAL Y ENTRE LOS PEUSTONTES ENTRE SI

Es evidente, de acuerdo con lo expuesto anteriormnete, que los pleustontes de cada asociación estudiada ofrecen características similares en cuanto a las relaciones interespecificas de sus integrantes, en cada una de las poblaciones animales estudiadas y de éstas con el sustrato vegetal que les sirve de soporte tanto físico como biológico. La relación predator-presa está bien definida en numerosos

casos, tanto en lo que se refiere a poblaciones animales entre sí, como entre éstas y el sustrato vegetal.

A fin de corroborar los hechos más salientes de cada asociación flotante, hemos calculado los coeficientes de correlación ( $r$ ) que se agregan en los cuadros respectivos, los que demuestran la bondad de nuestras especulaciones. Los mismos fueron calculados utilizando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum (dx_2 dy)}{\sqrt{\sum dx^2 \sum dy^2}}$$

donde el numerador expresa la sumatoria de los productos de las desviaciones de las variables  $x$  e  $y$  medidas con respecto al promedio y el denominador es la media geométrica de las sumatorias de las mismas desviaciones elevadas al cuadrado.

Este índice mide el grado de asociación o dependencia entre dos variables y su grado de variación es de 1 a  $-1$ , considerándose máxima la dependencia cuanto más cerca se halle  $r$  de los valores mencionados. En razón de no existir antecedentes para este tipo de correlaciones en cuanto a los límites inferiores de significación de los coeficientes, hemos optado por desdeñar los índices menores de 0,30, considerando nulas o casuales las correlaciones inferiores a este valor.

**R. natans** ( $A_{1a}$ ). En esta asociación son escasos los índices que han resultado significativos, escasa significatividad que atribuimos a dos factores: 1) el escaso valor alimentario o mejor aún la escasa aptitud que despierta el sustrato y 2) lo marcadamente laxa que es la comunidad animal con solo dos taxones dominantes *H. curvispina* e *H. platensis*, los que representan en casi todos los muestreos el 80 % o más de los individuos tabulados. Estas dos especies correlacionan entre sí, pero no con el sustrato, lo que indica que, al no existir entre ambas relaciones tróficas, la dependencia obedecerá a la existencia de un factor común que los afecta, verbi gracia, la temperatura, con la cual ambas muestran fuerte correlación negativa, lo que indica que ésta actúa en exceso como factor limitante.

De la observación del cuadro correspondiente, puede resultar extraño la ausencia de correlación entre dos elementos evidentemente relacionados entre sí (*H. platensis* y su sustrato y alimento); pero si se tiene en cuenta lo reducido de la población de esta especie en relación con el elevado volumen de sustrato disponible, se comprenderá que éste no llega a ser en ningún momento un factor limitante, en relación con la amplitud poblacional de este ácaro.

La no existencia de correlaciones significativas, nos permite afirmar que **R. natans** es una asociación poco diversificada y sin límites estrictos entre sus componentes.

**A. filiculoides** ( $A_2$ ). Esta asociación muestra diferencias notables si la comparamos con la anterior. Existen una serie de correlaciones positivas muy significativas entre el sustrato y determinadas especies, lo que pone en evidencia relaciones tróficas indiscutibles. Tanto *S. brunneus* (Col. Curculionidae) y *Paralimna* sp. (Dipt. Ephydriidae) dan un coeficiente de correlación de 0,925 y 0,827 respectivamente, lo que demuestra su marcada dependencia del sustrato. Otros

grupos dan correlaciones no tan estrictas y tal vez individuales, o sea con una relación con el sustrato no estrictamente trófica sino mixta, utilizando al mismo más como soporte y cobertura que como alimento, tal el caso de *L. lacuniferus* (Hebridae) y *L. humeralis* (Lygaeidae) con valores  $r=0,620$ , Collembola, con  $r=0,336$  y Pleidae,  $r=0,401$ .

En el caso de los Pleidae la interpretación de la correlación es aún más compleja, pues son varios los factores que actúan sobre su población, teniendo en cuenta su condición de predator, de lo que es lógico concluir que la misma es por demás complicada, pues son numerosos los elementos intermedios a considerar para establecer el verdadero valor de  $r$ .

Correlaciones evidentes son las que relacionan predadores y sus presas posibles, tal el caso de los Hydrophilidae (Coleoptera) y *Odontomyia* sp. (Dipt. Stratiomyiidae), con un valor  $r=0,659$ ; si bien esta correlación no es tan alta, es por demás significativa, teniendo en cuenta que probablemente *Odontomyia* no sea la única presa de estos coleópteros, teniendo además presente que deben existir otros grupos animales que intervienen en la regulación de las poblaciones de estos últimos. Un valor  $r$  semejante presenta Phytoseiidae (Acarina) y Collembola ( $r=0,687$ ), lo que unido a que valores semejantes para esas comparaciones se repiten en otras asociaciones, nos lleva a concluir que valores entre 0,6 y 0,7 constituyen un elemento significativo para definir la relación predator-presa.

Es interesante establecer que el valor  $r$  para *H. curvispina* y temperatura es también negativo para esta asociación.

*S. rotundifolia* (B). El esquema de esta asociación se aproxima al de la asociación  $A_2$ , con relaciones interespecíficas múltiples y bien establecidas. Difieren en la ausencia de una correlación ajustada entre sustrato y Ephydriidae y Curculionidae, defecto éste atribuido a la falta de especies dominantes de ambas familias, ya que *T. parvulus*, curculionido abundante en ésta, no llega a volúmenes tales como en  $A_2$  para *S. brunneus* y por ende la correlación se enmascara por la gran abundancia de frondas que le aseguran alimento aún en épocas desfavorables; esta apreciación queda demostrada por una correlación muy lábil como lo es 0,393.

Como lo hiciéramos notar al considerar la asociación  $A_2$ , es muy significativo el valor  $r$  para Hydrophilidae y *Odontomyia* sp. (0,626), el que es muy similar a igual correlación en la asociación anterior. En el caso de Collembola y Phytoseiidae la correlación es más estricta que en  $A_2$  ( $r=0,843$ ) y es muy significativa la correlación Hebridae-Lygaeidae con Staphylinidae (Coleoptera) igual a 0,40, lo que define probablemente una relación presa-predator que aunque no muy estricta puede deberse a que estos últimos predan sobre ambos hemipteros pero que a su vez, éstos no constituyan el total de su dieta, sino solo una parte de la misma.

De lo expuesto y del análisis de los cuadros de correlaciones que se agregan puede deducirse que las relaciones que surgieron del estudio cuantitativo de las distintas comunidades son valederas, más aún teniendo en cuenta que solo se han calculado parte de las posibles combinaciones, sobre todo en razón de carecer de antecedentes

sobre este tipo de análisis poblacional en asociaciones de esta categoría.

#### Diversidad específica en las comunidades flotantes

Margalef (1951. Publ. Inst. Biol. Aplic. Barcelona, 9:5-27) define al índice de diversidad específica ( $d$ ), como la expresión matemática de la relación número de especies - número de individuos, que presume es constante y característica de cada comunidad.

Dicha relación podría ajustarse empíricamente a la función:

$$S = d \log_e N + 1$$

donde  $S$  es el número de especies que aparecen en la muestra;  $N$  el número total de individuos de la muestra y  $d$  es el coeficiente característico de cada asociación animal, vegetal o mixta, (índice de diversidad específica) el que depende de numerosos factores ecológicos, históricos, biocenológicos, etc. Dicho coeficiente sería constante para cada asociación y posibilitaría una comparación entre las comunidades estudiadas. El valor  $d$  puede despejarse:

$$d = \frac{S - 1}{\log_e N}$$

advirtiéndose finalmente que para una muestra de tamaño fijo  $N$ ,  $d$  depende del número de especies presentes, variando proporcionalmente con ellas. En realidad el valor del denominador, tiene en nuestros casos escasa variación, y el valor de  $d$ , aparece mucho más influenciado por  $S$  (número de especies que aparecen en la muestra). El número de especies depende: 1) de la disponibilidad de nichos ecológicos que pueda ofrecer cada una de las asociaciones vegetales y 2) del aprovechamiento total de todos estos nichos.

En una comunidad madura, las posibilidades de ocupación de nichos han sido aprovechadas al máximo, ha habido gran diversificación y  $S$  es máximo. En una comunidad joven y aún no estabilizada esta diversificación no ha tenido lugar y es común la presencia de especies con gran dominancia debido a la escasa o nula competencia existente lo que motiva valores de  $d$  bajos, en razón de que se trata de comunidades con relaciones de interdependencia no muy estrictas.

Un ejemplo claro del comentario arriba efectuado es la asociación **R. natans**, con sólo dos especies con amplia dominancia, lo que motiva para ésta el valor  $d$  más bajo de todos los obtenidos (2,414).

Las restantes asociaciones presentan índices más elevados, como **S. rotundifolia** (**B**), ya que se trata de asociaciones más ricas en especies y además con numerosas correlaciones significativas, lo que da la pauta para calificar a ésta como una comunidad madura ya que su valor  $d = 4,020$ . **A. filiculoides** (**A**<sub>2</sub>), para quien valen las mismas consideraciones, si bien es algo más pobre en especies, tiene un valor  $d = 3,016$ .

En todos los casos hemos dado valores promedio de  $d$ , pero un análisis de los cuadros de valores que se agregan para cada asociación, permitirá establecer que las variaciones con respecto al promedio no son amplias y por ende son asociaciones más o menos puras, que no sufren invasiones de especies provenientes de otras asociaciones en todos los casos la diferencias no sobrepasan valores superiores a 0,5 unidades.

Es necesario tener presente que el hallazgo, a veces, de escaso número de ejemplares, puede provocar variaciones importantes del índice, pues hay especies que cuentan con solo 1 ó 2 representantes en la muestra y el azar del muestreo puede por lo tanto introducir variantes importantes en el valor de  $d$ .

Consideramos por lo tanto que el índice de diversidad específica constituye un elemento válido, al menos en nuestro caso, para comparar asociaciones similares y trabajando con tamaños de muestras similares combinando este índice con los coeficientes de correlación calculados puede lograrse un panorama de cada una de ellas analítica y cuantitativamente expresable.

#### CONCLUSIONES

Del análisis de las asociaciones consideradas en ese trabajo parcial respecto de las comunidades acuáticas continentales de las lagunas de la pampa deprimida de la provincia de Buenos Aires podemos establecer las siguientes conclusiones:

##### Variación estacional del Pleuston:

1. **Laguna de Chascomús.** Los pleustontes de las dos asociaciones estudiadas, *Ricciocarpus natans* y *Azolla filiculoides* tienen una tendencia bimodal en su ciclo anual, con incrementos poblacionales en primavera y otoño-invierno, siendo mayor el invernal.

La tendencia bimodal en ambas asociaciones está regida principalmente por las poblaciones de insectos y ácaros, ya que los crustáceos varían en forma discontinua. Consideramos a la temperatura como factor limitante en la progresión de la población, pero no como limitante indirecto, ya que, la temperatura ambiente por sí, no condicionaría este comportamiento, sino la temperatura reinante en el ecosistema, que, en el caso de la comunidad "pleuston", estaría regulada por la densidad del sustrato. Las bajas temperaturas no serían letales para los pleustontes sino más bien las temperaturas estivales serían las reguladoras en menos, de la densidad de la población. En cuanto a las bajas temperaturas, las extremas invernales estarían contrarrestadas por la aislación del sustrato y el calentamiento diurno debido al fotoperiodo.

El crecimiento de las poblaciones de hemi y epipleustontes predadores (*Staphylinidae* y *Phytoseiidae*) estaría condicionado además de por el factor temperatura por la existencia de presas, la que se desarrollarían a expensas de la protección que les brinda la fronda (*Collembolla*, *Hebridae*, *Lygaeidae*). Por otra parte aquellas formas

fitófagas condicionarían su crecimiento poblacional a la existencia de sustrato y por consiguiente de un "filtro" térmico adicional.

2. **Laguna de Yalca.** Esta laguna por su condición de oligohalina mesopoikilohalina—, por tener una salinidad media (en residuo sólido) entre 0,5 - 5 gr./l y una amplitud de variación anual que excede en menos el límite 0,42-0,58 gr./l (según la clasificación por el sistema de Aguesse)— es una laguna de baja salinidad, que permite el desarrollo de la asociación **Salvinia rotundifolia**, asociación no viable en Chascomús por su condición de oligopoikilohalina (con salinidad media entre 0,5 - 5 gr./l pero con variación anual que no sobrepasa el límite 0,75 - 1,2 gr./l) y por ende con mayor salinidad.

Esta condición, que entendemos se habrá de repetir en otros cuerpos de agua para esta asociación, hace que la misma se comporte en lo referente al pleuston en forma marcadamente diferente con respecto a las asociaciones arriba analizadas.

Si bien existe una bimodalidad en el ciclo estacional de los pleustontes, ésta no es tan evidente como en las comunidades de Chascomús, y los picos de incremento de población corresponden a las estaciones de primavera-verano y otoño sin que exista una caída brusca en la estación restante.

Interpretamos este fenómeno como resultante de la acción moderadora de la temperatura que ejerce el manto de **Salvinia** con frondas de volumen ponderable y con densidades siempre elevadas, factor éste que además ofrece protección a los epi y hemipleustontes a la vez que mantiene la temperatura del agua subyacente en niveles tales que la sobrevida de los eupleustontes es más factible que en la asociaciones A<sub>1a</sub> y A<sub>2</sub>.

#### PLEUSTONTES CARACTERIZANTES DE CADA ASOCIACION

A<sub>1a</sub>. **Ricciocarpus natans** es una asociación de difícil caracterización en base a los integrantes de la comunidad pleuston. Son escasos los taxones que contiene, los que se repiten en las demás asociaciones. No obstante ello podemos indicar como elementos caracterizantes a **Hydrozetes platensis**, pues su densidad es superior en proporción a la de las restantes asociaciones, así como también la presencia de **Hydrellia** sp. que sólo domina en la población total de Ephydriidae (Diptera) en esta asociación.

A<sub>2</sub>. **Azolla filiculoides** es una asociación rica en pleustontes con representantes que le son exclusivos como **Stenopelmus brunneus** (Col. Curculionidae), la dominancia en la población de Ephydriidae de **Paralimna** sp., la presencia de Phytoseiidae en sus frondas en grandes cantidades así como también una población apreciable de Hebridae y Lygaeidae (Hemiptera) y Staphylinidae (Coleoptera).

B. **Salvinia rotundifolia** asociación con mayor riqueza de formas que las anteriores con taxones exclusivos como **Pelocoris nigriculus** (Hemiptera, Naucoridae), **Hydroglobus puncticollis** y **Derallus rudis** (Col. Hydrophilidae), **Hydrocanthus iricolor** (Col. Noteridae). **Tanis-**

**pheroideus parvulus** (Col. Curculionidae) domina en la población de esta familia, siendo casi exclusivo de esta asociación, debiendo por último agregar la dominancia de **Dasyhelea** sp. en la población de Heleidae (Diptera).

Entendemos que sería una redundancia insistir en lo referente a las asociaciones de vegetación sumergida respecto a su caracterización, pudiendo agregar solamente que A<sub>10</sub> (**Ceratophyllum demersum**) podría caracterizarse por la presencia de Corixidae (Hemiptera) representados por **Tennogobia fuscata** y A<sub>4</sub> (**Potamogeton striatus**) por la presencia en grado elevado de larvas de Tricoptera y la abundancia de **Palaemonetes argentinus** en ciertas épocas del año.

LAGUNA DE CHASCOMUS — VEGETACION FLOTANTE ESTACION A<sub>1</sub> — ASOCIACION RICCIOCARPUS NATANS  
 TABLA DE LA VARIACION ESTACIONAL DE LOS TAXIONES — OCTUBRE 1965 — OCTUBRE 1966

TAXIA	Total		1965												1966											
	%		O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	M.V.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.											
Total general	14121 100	620 4,39	785 5,56	500 3,54	906 6,41	934 6,61	548 3,88	1187 8,40	1917 15,47	3053 21,62			2359 16,70		1312 9,29											
Turbellaria	28 0,20	6 0,04	1 0,007	11 0,08				3 0,02	1 0,007	6 0,04																
Crustacea	6657 47,14	314 2,22	288 2,04	5 0,035	260 1,84	241 1,71	187 1,32	385 2,73	859 6,08	1827 12,94			1602 11,34		689 4,88											
H. curvispina																										
Acarina (total)	5165 36,57	205 1,45	371 2,63	365 2,58	374 2,65	593 4,20	274 1,04	535 3,79	571 4,04	933 5,90			570 4,04		474 3,36											
Macrochelidae	2 0,014								2 0,014																	
Phytoseiidae	1 0,007								1 0,007																	
Trombididae	42 0,30				3 0,02	4 0,03	10 0,07	3 0,02	6 0,04	10 0,07			1 0,007		5 0,035											
Oribatei (total)	5120 36,25	205 1,45	371 2,63	365 2,58	371 2,63	589 4,17	264 1,87	532 3,77	562 3,98	823 5,83			569 4,03		469 3,32											
H. platensis	5118 36,24	203 1,44	371 2,63	365 2,58	371 2,63	589 4,17	264 1,87	532 3,77	562 3,98	823 5,83			569 4,03		469 3,32											
Ceratozetes sp.	2 0,014	2 0,014																								
Insecta (total)	2271 16,08	95 0,67	125 0,88	119 0,84	272 1,93	100 0,71	87 0,62	264 1,19	486 3,44	387 2,74			187 1,32		149 1,05											
Collémbola	1361 9,64	10 0,07	15 0,11	62 0,44	191 1,35	9 0,06	34 0,24	134 0,95	394 2,79	300 2,12			145 1,03		67 0,47											





TAXIA	Total		1965							1966						
	%	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	Mv.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.		
T. Parvulus	1 0,007				1 0,007											
O. bruchi	2 0,014								1 0,007	1 0,007						
Diptera (total)	452 3,20	59 0,42	49 0,35	38 0,27	31 0,22	27 0,19	28 0,20	53 0,37	53 0,37	62 0,44	31 0,22	31 0,22	21 0,15			
Chironomidae	13 0,09	3 0,02			3 0,02			2 0,014	2 0,014	1 0,007	1 0,007	1 0,007	3 0,02			
Heleidae (total)	85 0,60	5 0,035		10 0,07	15 0,11	3 0,02	3 0,02	3 0,02	9 0,06	16 0,11	16 0,11	16 0,11	3 0,02			
Alluaudomyia sp.	2 0,014					2 0,014										
Bezzia sp.	83 0,59	5 0,035		10 0,07	15 0,11	1 0,007	3 0,02	3 0,02	9 0,06	16 0,11	16 0,11	16 0,11	3 0,02			
Stratiomyiidae Odontomyia sp.	67 0,47	11 0,08	10 0,07	7 0,05	4 0,03	3 0,02		6 0,04	9 0,06	10 0,07	1 0,01	1 0,01	6 0,04			
Tabanidae	2 0,014					1 0,007		1 0,007								
Ephydriidae (total)	285 2,02	40 0,28	39 0,28	21 0,15	9 0,06	18 0,13	25 0,18	41 0,29	34 0,24	26 0,18	13 0,09	13 0,09	9 0,06			
Hydrellia sp.	258 1,83	31 0,22	30 0,21	18 0,13	9 0,06	18 0,13	25 0,18	38 0,27	32 0,23	25 0,25	13 0,09	13 0,09	9 0,06			
Paralimna sp.	27 0,19	9 0,06	9 0,06	3 0,02				3 0,02	2 0,014	1 0,007						



TAXIA	Total		1965						1966						
	%	Total	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.
<i>Oribatei</i>	239	18	17	8	12	36	9	17	3	60	30	29			
<i>H. platensis</i>	11.84	0.89	0.84	0.40	0.53	1.78	0.45	0.84	0.15	2.96	1.47	1.43			
<i>Insecta (total)</i>	677	117	151	46	63	48	18	37	19	56	48	71			
	33.54	5.80	7.48	2.27	3.27	2.38	0.89	1.83	0.94	2.76	2.37	3.51			
<i>Collembola</i>	15	5			5	3		4			3				
	0.75	0.25			0.25	0.15		0.20			0.15				
<i>Ephemeroptera</i>	35	10	8	17											
<i>Caenidae</i>	1.73	0.49	0.40	0.84											
<i>Odonata Agrionidae</i>	163	48	29	11	18	12	3	9	6	16	4	7			
	8.07	2.38	1.44	0.54	0.39	0.59	0.15	0.45	0.30	0.79	0.20	0.35			
<i>Trichoptera</i>	2	2													
<i>Leptocoeilidae</i>	0.10	0.10													
<i>Psocoptera (total)</i>	1								1						
	0.05								0.05						
<i>Hemiptera (total)</i>	225	39	71	4	15	20	2	16	3	16	16	39			
	11.15	1.93	3.52	0.20	0.74	0.39	0.10	0.79	0.15	0.79	0.79	1.93			
<i>Lygaeidae</i>	5			3			2								
	0.25			0.15			0.10								
<i>Pleidae</i>	94	35	35	4	12	8	2	7	1	7	5	20			
	4.66	0.59	1.73	0.20	0.59	0.40	0.10	0.35	0.05	0.35	0.25	0.39			
<i>Ninfas</i>	9				7	2									
	0.45				0.35	0.10									
<i>Neoplea absona</i>	4			2		1		1							
	0.20			0.10		0.05		0.05							
<i>Neoplea argentina</i>	81	35	35	2	5	5	2	6	1	6	5	20			
	4.01	1.73	1.73	0.10	0.25	0.25	0.10	0.30	0.05	0.30	0.25	0.99			
<i>Belostomatidae</i>	1														
<i>Belostoma sp.</i>	0.05							0.05							



TAXIA	Total		1965										1966					
	%	Total	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.			
<b>Culicidae</b>	3	0,15						2							1	0,05		
<b>Chironomidae</b>	35	1,73	10	7	10	4		3	1									
<b>Heleidae (larvas y pupas)</b>	28	1,39	2	3	1	2	4		2				4		4	0,20		
<b>Alluaudomyia sp.</b>	12	0,59	2	1		2	1						3		2	0,10		
<b>Bezzia sp.</b>	16	0,79		2	1		3		2				1		2	0,10		
<b>Strotomyiidae</b>	37	1,83	1		1	2	1		1				12		3	0,15		
<b>Odontomyia sp.</b>	13	0,64	1		0,05	0,10	0,05		2				4		3	0,15		
<b>Ephydriidae (total)</b>	1	0,05							0,10	0,05	0,10		0,20			0,15		
<b>Ephydra sp.</b>	1	0,05							0,05									
<b>Hydrellia sp.</b>	6	0,30							0,05	0,05	0,05		0,05		2	0,10		
<b>Paralimna sp.</b>	6	0,30	1										3		1	0,05		
<b>Psychodidae</b>	1	0,05	1										0,15			0,05		

Laguna de Chascomús — Vegetación flotante — Estación A<sub>2</sub> — Asociación Azolla filiculoides  
 Tabla de variación estacional de los taxones. Octubre 1965 — Octubre 1966.

TAXIA	1965		1966												
	Total	%	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	Mv.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.
Total General	39441	569	1791	1958	1389	2348	2305	4544	5648	5724	8441	1724			
	100	1,44	4,54	4,97	3,52	5,95	5,84	11,52	14,32	22,12	21,40	4,37			
Turbellaria	21	15			7										
	0,06	0,04			0,017										
Mollusca (total)	7														
	0,017														
Littoridinina	6				6										
parchappei	6				6										
	0,015				0,015										
Planorbidae	1				1										
	0,0025				0,0025										
Crustacea (total)	5512	30	784	67	51	2	49	54	746	1154	2315	255			
	13,98	0,08	1,99	0,17	0,13	0,005	0,12	0,13	1,89	2,92	5,87	0,65			
Ostracoda	2				2										
	0,005				0,005										
Amphipoda Hyalella	5510	30	784	67	49	2	49	54	746	1154	2315	255			
curvispina	13,97	0,08	1,99	0,17	0,12	0,005	0,12	0,13	1,89	2,92	5,87	0,65			
Acarina (total)	14471	127	350	757	872	477	577	1362	1008	3691	4828	422			
	36,69	0,22	0,89	1,92	2,21	1,21	1,46	3,45	2,55	9,36	12,24	1,07			
Macrochelidae	3									3					
	0,0075									0,0075					
Phytoseiidae	4852	84		407	789	460	385	1162	820	656	16	73			
	12,30	0,212		1,031	2,00	1,166	0,98	2,945	2,078	1,66	0,04	0,185			
Trombididae	35								19	9	6	1			
	0,089								0,048	0,023	0,015	0,0025			
Halacaridae	27	25				1		1							
	0,068	0,063				0,0025		0,0025							
Arrenuridae	14							2	6		1	5			
	0,035							0,005	0,015		0,0025	0,012			

TAXIA	1965										1966									
	Total		%	C.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.				
<i>H. platensis</i>	9540	18	0.046	350	350	83	16	192	197	163	3023			4805		343				
	24.18	0.046		0.887	0.887	0.210	0.045	0.486	0.499	0.413	7.66			12.18		0.87				
Insecta (Total)	19429	397		652	1184	452	1869	1679	3128	3894	3879			1298		1049				
	49.26	1.01		1.65	3.00	1.14	4.74	4.26	7.93	9.87	9.83			3.29		2.65				
Collembola	10744	211		364	801	186	1398	1131	2073	2823	1089			623		45				
	27.23	0.53		0.92	2.03	0.47	3.54	2.87	5.25	7.16	2.76			1.58		0.11				
Psocoptera	2			2																
	0.005			0.005																
Ephemeroptera	1			1																
Leptocellidae	0.0025			0.0025																
Odonata (Total)	57	4		2	2	8	1	1	2	2	1			26		10				
	0.14	0.01		0.005	0.005	0.02	0.0025	0.0025	0.005	0.005	0.0025			0.066		0.025				
Agrionidae	51	4		1	1	6			2	2				26		10				
	0.13	0.01		0.0025	0.0025	0.015			0.005	0.005				0.066		0.025				
Aeshnidae	6			1	1	2	1	1			1									
	0.015			0.0025	0.0025	0.005	0.0025	0.0025			0.0025									
Thysanoptera	9			9																
	0.022			0.022																
Hemiptera (Total)	736	12		40	40	45	42	100	55	47	196			140		30				
	1.86	0.03		0.10	0.10	0.11	0.10	0.25	0.14	0.12	0.50			0.35		0.10				
Lygaeidae	166			5	5	5		18	22	29	80			10		2				
<i>L. humeralis</i>	0.42			0.012	0.012	0.012		0.04	0.06	0.07	0.20			0.025		0.005				







TAXIA	Total		1965						1966					
	%		O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jl.	Ag.	S.	O.
<b>Pteromalidae</b>		3												
	0.0075	0.0075												
<b>Eupteromalus sp.</b>		2												
	0.005	0.005												
<b>Diptera (total)</b>	3787	60	210	130	346	131	480	582	1301	164	342			
	9.60	0.152	0.532	0.329	0.877	0.332	1.216	1.48	3.30	0.42	0.87			
<b>Chironomidae</b>	16		9	4				2	1					
	0.040		0.023	0.01				0.005	0.0025					
<b>Heleidae (total)</b>	283	2	3	3	57	2	21	56	105	30	5			
	0.72	0.005	0.005	0.0075	0.144	0.005	0.053	0.141	0.27	0.075	0.12			
<b>Alluaudomyia sp.</b>	150		3	3			17	43	66	15	4			
	0.38		0.0075	0.0075			0.043	0.11	0.17	0.038	0.01			
<b>Bezzia sp.</b>	55	2	2	2			1	4	30	15	1			
	0.139	0.005	0.005	0.005			0.0025	0.01	0.075	0.038	0.0025			
<b>Dasyhelea sp.</b>	78				57		3	9	9					
	0.197				0.144		0.0075	0.023	0.023					
<b>Stratiomyidae</b>	565		7	83	97	69	112	73	47	15	59			
<b>Odontomyia sp.</b>	1,432		0.0075	0.018	0.210	0.174	0.284	0.185	0.119	0.038	0.149			
<b>Tabanidae</b>	50	20	1	3			4	12	9					
	0.12	0.05	0.0025	0.0075			0.01	0.05	0.023					
<b>Ephydriidae (total)</b>	2873	38	193	40	189	60	343	439	1139	119	278			
	7.28	0.096	0.489	0.10	0.479	0.152	0.863	1.112	2.887	0.302	1.704			
<b>Ephydra sp.</b>	214		13	2			196	1	1					
	0.542		0.033	0.005			0.497	0.0025	0.0025					
<b>Hydrellia sp.</b>	94	1	7	11				2	12	10	28			
	0.23	0.0025	0.018	0.028				0.005	0.03	0.025	0.071			
<b>Paralimna sp.</b>	2765	37	180	31	189	49	147	436	1126	108	250			
	6.502	0.094	0.456	0.078	0.479	0.12	0.372	1.105	2.854	0.274	0.634			

LAGUNA DE YALCA - VEGETACION FLOTANTE - ESTACION B - ASOCIACION: SALVINIA ROTUNDIFOLIA  
 TABLA DE VARIACION ESTACIONAL DE LOS TAXIONES - OCTUBRE 1965 A OCTUBRE 1966

TAXIA	1965										1966									
	Total	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.						
Total General	44587	2193	3064	4,584	5960	5288	2757	2508	3308	3251	1991	4913	2849	1920						
	100	4,91	6,87	10,28	13,37	11,86	6,18	5,63	7,42	7,29	4,47	11,02	6,39	4,31						
Turbellaria	99	2	27	23	47															
	0,22	0,004	0,06	0,05	0,11															
Annelida (total)	4			4																
	0,01			0,01																
Oligochaeta	3			3																
	0,01			0,01																
Hirudinea	1			1																
H. triserialis	0,002			0,002																
Crustacea (total)	9488	395	445	1124	1308	1083	610	711	785	561	641	481	799	545						
	21,28	0,89	1,00	2,52	2,93	2,43	1,37	1,59	1,76	1,26	1,44	1,08	1,79	1,22						
Amphipoda	9484	395	444	1123	306	1083	610	711	785	561	641	481	799	545						
H. curvispina	21,27	0,89	1,00	2,52	1,99	2,43	1,37	1,59	1,76	1,26	1,44	1,08	1,79	1,22						
Decapoda	4		1	1	2															
P. argentinus	0,01		0,002	0,002	0,004															
Arachnida (total)	12,889	830	1254	967	1018	1010	731	397	918	501	485	3018	1036	734						
	28,91	1,86	2,81	2,17	2,28	2,27	1,64	0,89	2,06	1,12	1,09	6,77	2,32	1,65						
Araneidos	189	8	7	12	9	15	13	31	24	21	11	13	16	19						
	0,42	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07	0,05	0,05	0,02	0,03	0,04	0,04						
Acarina (total)	12700	822	1247	955	1009	995	718	366	894	480	474	3005	1020	715						
	28,49	1,84	2,80	2,14	2,26	2,23	1,61	0,82	2,01	1,08	1,06	6,74	2,29	1,60						
Macrocheles sp.	3			2																
	0,01			0,004																
Phytoseiidae	4347	128	468	451	631	875	562	282	587	134	86	50	63	30						
	9,75	0,29	1,05	1,01	1,42	1,96	1,26	0,63	1,32	0,30	0,19	0,11	0,14	0,07						



TAXIA	1965												1966															
	Total												Total															
	%	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	S.	O.	%	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jun.	Jul.	Ag.	S.	O.
<b>Hebridae</b>	429	3	3	74	14	52	49	21	96	18	25	46	21	7	0.96	0.01	0.01	0.17	0.03	0.12	0.11	0.05	0.22	0.04	0.06	0.10	0.05	0.02
<i>L. lacuniferas</i>	321	17	19	53	17	9	7	11	8	25	8	57	76	14	0.72	0.04	0.04	0.12	0.04	0.02	0.02	0.002	0.02	0.06	0.02	0.13	0.17	0.03
<b>Pleidae (total)</b>	82	2		6	6		2	1	5		2	30	30	4	0.18	0.004		0.01	0.01	0.004	0.002	0.01		0.004	0.07	0.07	0.01	
<b>Nimfas</b>	201	13	10	36	10	6	4	7	3	24	6	27	46	9	0.45	0.03	0.02	0.08	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.06	0.10	0.02
<b>N. absona</b>	38	2	9	17	1	3	1	3	1	1				1	0.09	0.004	0.02	0.04	0.002	0.01	0.002	0.01	0.002					1
<b>N. argentina</b>	10	1		1					2		1			1	0.02	0.002							0.002					0.002
<b>Belostomatidae</b>	35		6	9	10	2	1		3	1	1		3	1	0.02	0.002		0.002		0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.01	0.01	0.002	
<b>Naucoridae</b>	0.08		0.01	0.02	0.02	0.004	0.002		0.01	0.002	0.002		0.002		0.08	0.01	0.01	0.02	0.02	0.004	0.002	0.01	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	
<b>P. nigrificus</b>	1		1												1	0.002												1
<b>Trichoptera</b>	0.002		0.002												0.002	0.002												0.002
Leptocoellidae	269	8	2	23	14	31	12	51	74	16	27	6	16	5	0.60	0.02	0.004	0.05	0.03	0.07	0.03	0.11	0.17	0.06	0.01	0.04	0.01	
Lepidoptera (larvas)	6377	558	663	393	418	281	113	395	369	952	418	852	507	458	14,30	1,25	1,49	0.88	0.94	0.63	0.25	0.89	2.14	0.94	1.91	1.14	1.03	
<b>Coleoptera (total)</b>	36	1	1	9	6			2	5	10	1	2	2		0.08	0.002	0.002	0.02	0.01		0.004	0.01	0.02	0.002	0.002	0.004		
<b>Noteridae (total)</b>	5							1			1				0.01							0.002						
<b>Suphisellus sp. 1</b>	3														0.01							0.002						0.002
<b>Suphisellus sp. 2</b>	28	1	1	9	6				3	8					0.06	0.002	0.002	0.002	0.01			0.01	0.02				1	
<b>H. iricolor</b>	0.06		0.002	0.002	0.01				0.01	0.02					0.002	0.002						0.002	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	

TAXIA	1965												1966													
	Total						%						Total						%							
	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.
Dytiscidae (total)	219	7	37	18	4	20	8	12		4	72	18	17	0.49	0.01	0.08	0.04	0.01	0.04	0.08	0.03		0.01	0.16	0.04	0.04
B. acuminatus	204	1	36	18	2	15	8	12		4	72	17	17	0.46	0.002	0.08	0.04	0.004	0.03	0.02	0.03	0.01	0.16	0.04	0.04	
B. affinis	15	6	1		2	5						1		0.03	0.01	0.002	0.004	0.01							1	0.002
Pselaphidae	39													0.09												
Staphylinidae (total)	3922	337	191	234	72	1	244	192		394	556	358	308	8.80	0.76	0.43	0.52	0.16	0.002	0.55	0.43	1.68	0.88	1.25	0.80	0.69
Larvas	1358	200	122	154	71		156	47		95	45	50	214	3.05	0.45	0.37	0.35	0.11		0.35	0.11	0.31	0.21	0.10	0.11	0.43
Adultos	2564	86	69	80	1	1	88	145		746	511	308	94	5.75	0.19	0.15	0.18	0.002	0.002	0.20	0.33	1.67	0.67	1.15	0.67	0.21
Hydrophilidae (tot.)	760	27	40	102	134	36	73	73		16	52	53	13	1.70	0.06	0.09	0.23	0.30	0.08	0.1	0.16	0.04	0.03	0.12	0.12	0.03
Larvas (-Berosus sp.)	316	22	73	66	102	15	20	18						0.71	0.05	0.16	0.15	0.23	0.03	0.04	0.04					
Berosus sp. (Larvas)	9			1	1									0.02			0.002	0.002						2	2	1
H. richteri	31	1	1											0.07	0.002	0.004	0.002							7	12	2
D. rudis	2			1										0.004			0.002							0.02	0.03	0.004
T. lateralis	2	1												0.004			0.002									
P. rufocinctus	192	3	19	18	17	5	27	13		4	21	24	5	0.43	0.01	0.07	0.04	0.04	0.01	0.06	0.03	0.02	0.01	0.05	0.05	0.01

TAXIA	Total	1965							1966						
		O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jr.	Jl.	Ag.	S.	O.	
H. femoratus	83 0.19		12 0.03	9 0.02	7 0.02	10 0.02	9 0.02	12 0.03	8 0.02	2 0.004	3 0.01	7 0.02	4 0.01		
E. circumcinctus	2 0.004												2 0.004		
E. scutellaris	7 0.02								1 0.002			2 0.004	2 0.004	2 0.004	
E. vulgaris	1 0.002													1 0.002	
Enochrus sp. 1	2 0.004								1 0.002						
Enochrus sp. 2	3 0.02		2 0.004		3 0.01			2 0.004	2 0.004						
H. puncticollis	104 0.23	1 0.002	7 0.02	10 0.02	6 0.01	3 0.01	7 0.02	9 0.02	26 0.06	6 0.01	7 0.02	13 0.03	7 0.02	2 0.004	
Dryopidae	1 0.002	1 0.002													
P. pubescens	72 0.16	7 0.002	4 0.01	12 0.03	5 0.01	1 0.002	27 0.06	3 0.01	6 0.01	3 0.01	6 0.01	2 0.004	2 0.004	2 0.004	
Lampyridae (Larvas)	1 0.002														
Chrysomelidae	1 0.002														
R. bruchi	1327 2.98	235 0.53	188 0.42	104 0.23	53 0.12	70 0.16	41 0.09	84 0.19	135 0.31	6 0.01	3 0.01	116 0.37	76 0.17	118 0.26	
Larvas	572 1.28	201 0.45	143 0.32	56 0.13	23 0.05	18 0.04	22 0.05						1 0.002	108 0.24	
H. marginicollis	1 0.02			1 0.002											
S. brunneus	31 0.07	1 0.002	15 0.03			4 0.01	2 0.004		3 0.01			4 0.01		4 0.01	

TAXIA	Total		1965										1966									
	%	Total	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.							
T. parvulus	648	32	30	45	30	47	30	37	79	127	37	135	50	6								
	1,45	0,07	0,07	0,10	0,07	0,11	0,07	0,08	0,18	0,28	0,08	0,20	0,11	0,01								
O. bruchi	75	1	2	1	4	1	4	2	5	6	2	27	25	2								
	0,17	0,002	0,004	0,002	0,01	0,002	0,01	0,004	0,01	0,01	0,004	0,06	0,06	0,004								
Hymenoptera (total)	3				3																	
	0,01				0,01																	
Hexacola sp.	2				2																	
	0,004				0,004																	
H. bachmanni	1				1																	
	0,002				0,002																	
Diptera (total)	1506	90	133	86	78	149	81	76	403	60	79	108	101	62								
	3,38	0,20	0,30	0,19	0,17	0,33	0,18	0,17	0,90	0,13	0,18	0,24	0,23	0,14								
Tipulidae	1													1								
	0,002													0,002								
Culicidae	1																					
	0,002																					
Chironomidae	24	12	12																			
	0,05	0,03	0,03																			
Heleidae (total)	688	14	60	38	30	18	26	7	292	12	45	65	62	19								
	1,54	0,03	0,13	0,09	0,07	0,04	0,06	0,02	0,65	0,03	0,10	0,15	0,14	0,04								
Alluaudomyia sp.	81	4	4	1	1	8	8	6	17	4	7	11	27									
	0,18	0,01	0,01	0,002	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02	0,06									
Bezzia sp.	201	7	6	7	8	4	5	1	17	8	36	52	32	19								
	0,45	0,002	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,08	0,12	0,07	0,04								
Dasyhelea sp.	406	3	50	30	21	6	13	1	275	1	2	2	3									
	0,91	0,01	0,11	0,07	0,05	0,01	0,03	0,002	0,62	0,004	0,004	0,004	0,01									
Stratiomyiidae	611	52	35	36	32	118	22	69	36	33	28	36	34	30								
Odontomyia sp.	1,37	0,12	0,08	0,08	0,07	0,26	0,05	0,15	0,19	0,07	0,06	0,08	0,03	0,07								

TAXIA	Total		1965							1966						
		%	O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.	
Psychodidae	2	0.004		26	1	1				1						
				0.06	0.002	0.002				0.002						
Tabanidae	74	0.17	12		5	5		5		13	3	6	7	4	2	
			0.03		0.01	0.01		0.01		0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.004	
Ephydriidae (total)	106	0.24		26	11	8		27		11	12			1	10	
			0.06	0.06	0.02	0.02		0.06		0.02	0.03			0.002	0.02	
Ephydra sp.	2	0.004				1		1								
						0.002		0.002								
Hydrellia sp.	34	0.08			1	7				11	11				3	
					0.002	0.02				0.02	0.02			0.002	0.01	
Paralimna sp.	70	0.16		26	10			26		1	1			7	7	
				0.06	0.02			0.06		0.002	0.002			0.002	0.02	





Indice de Diversidad Especifica en las Asociaciones estudiadas

S - 1  
 d = \_\_\_\_\_ (Margalef. 1951)  
 Loge. N

Asociación	d	1965					1966							
		O.	N.	D.	E.	F.	M.	A.	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S.	O.
R. natans	2,414	2,800	2,250	1,931	3,084	2,632	2,061	2,967	3,440	1,745	1,416	2,229		
C. demersum	2,740	3,047	3,277	2,229	3,134	2,207	2,126	4,019	2,140	2,225	2,829	3,009		
A. filiculoides	3,016	3,468	2,537	2,903	3,809	2,577	2,325	2,850	2,894	3,637	2,766	3,356		
S. rotundifolia	4,202	4,420	4,734	4,390	4,372	3,616	4,292	4,213	4,536	4,205	3,686	4,401	3,969	



**Indice de correlaciones calculados para la estación A<sub>1</sub>**  
(Asociación R. natans)

	Vegetación	Staphylinidae	Phytoseiidae	Hydrophilidae	Odontomya sp.	Berosus sp.
Collembola						
Pleidae						0,684
Lvgaeidae Hebridae	0,508					

**Indices de correlación calculadas para la estación B**  
(Asociación S. rotundifolia)

	Collembola	Pleidae	Lvgaeidae + Hebridae	Curculionidae	Odontomya sp.	Ephydriidae (sp. dominante)	H. platensis
Vegetación	—	0,619	—	0,393	0,317		0,584
Staphylinidae			0,48				
Phytoseiidae	0,843						
Hydrophilidae	0,594				0,626		

**Indices de correlación calculados para la estación A<sub>2</sub>**  
(Asociación A. filiculoides)

	Collembola	Pleidae	Lvgaeidae + Hebridae	Curculionidae	Odontomya sp.	Ephydriidae (sp. dominante)
Vegetación	0,336	0,401	0,620	0,925		0,827
Staphylinidae						
Phytoseiidae	0,687					
Hydrophilidae					0,619	

**Peso seco mensual de la vegetación de las asociaciones estudiadas — Octubre 1965 - 1966**

Laguna	Estac.	Peso seco en gr./250 cm <sup>2</sup> (A <sub>1a</sub> , A <sub>2</sub> y B) y gr./112 l. (A <sub>1b</sub> y A <sub>4</sub> )												
		1965						1966						
		O	N	D	E	F	M	A	My.	Jn.	Jl.	Ag.	S	O
Chascomús	A <sub>1a</sub>	36,170	34,078	29,520	12,831	18,289	14,310	31,959	23,472	31,438	70,283	52,936		
	A <sub>1b</sub>	12,418	26,928	15,418	48,559	4,331	21,248	41,436	28,717	26,558	17,800	12,418		
	A <sub>2</sub>	25,830	24,241	23,003	19,282	18,856	20,105	36,355	29,976	54,204	30,143	19,338		
	A <sub>4</sub>	9,312		22,457	2,736	8,997	14,910	20,361	16,870	18,803				
Yalca	B	40,188	56,730	62,677	28,912	22,399	23,956	27,810	32,246	38,352	42,558	48,588	46,642	14,869

GRAFICO N° 1

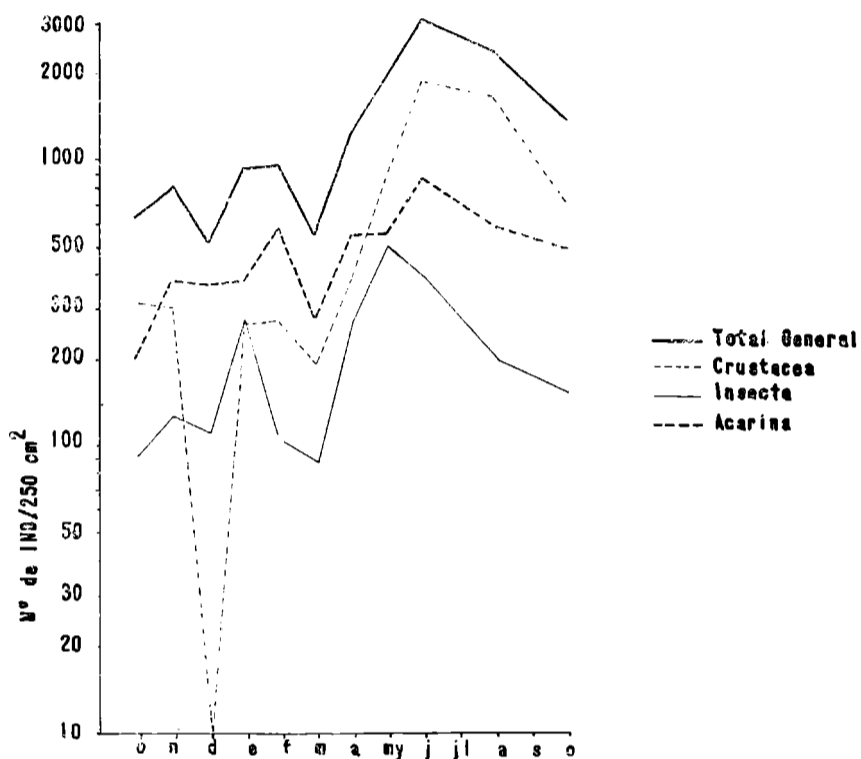
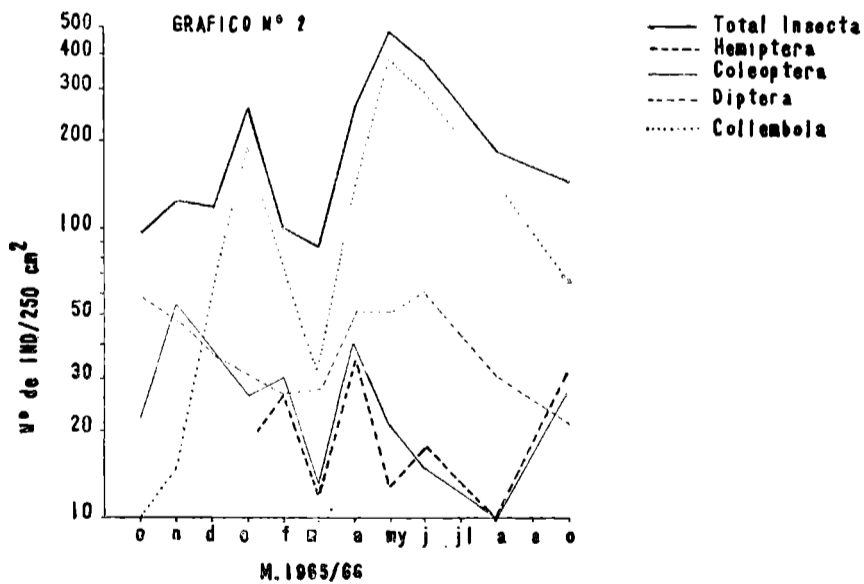


GRAFICO N° 2



Variación estacional de los taxones en la Estación A<sub>1a</sub> - Pleuston.

GRAFICO N° 3

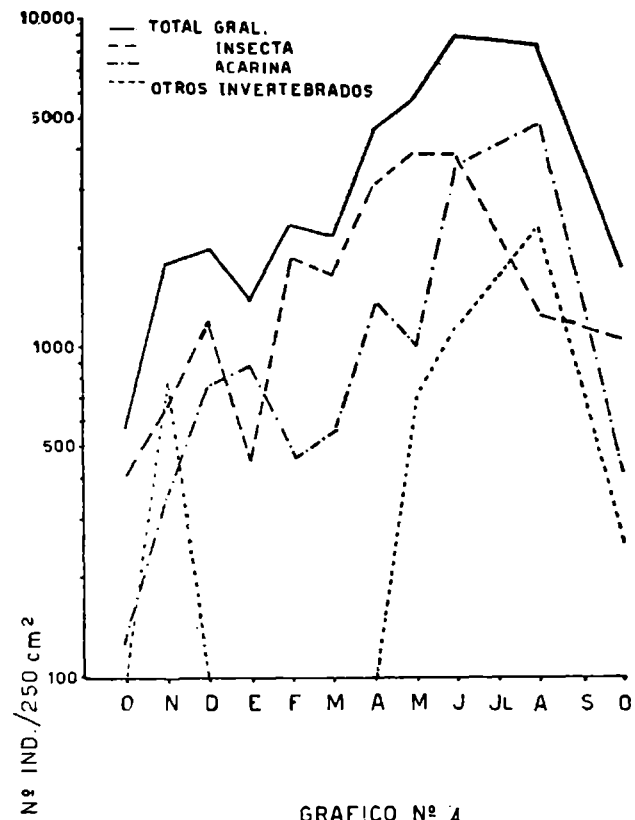
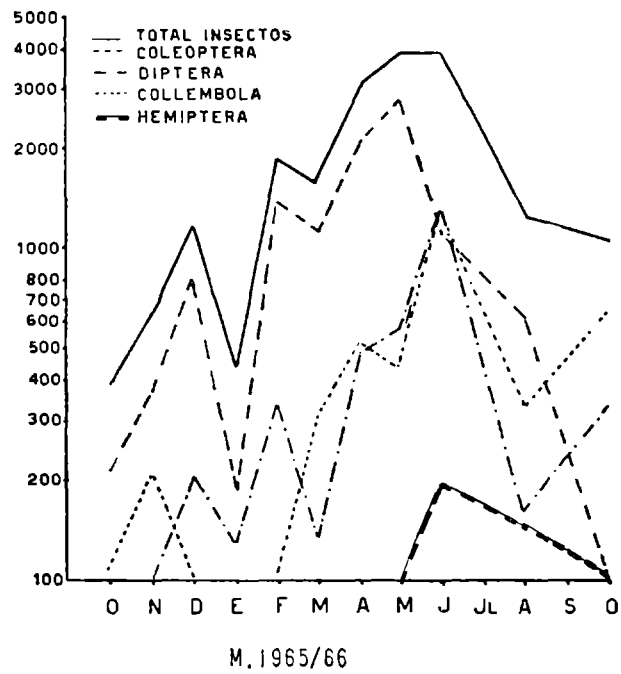
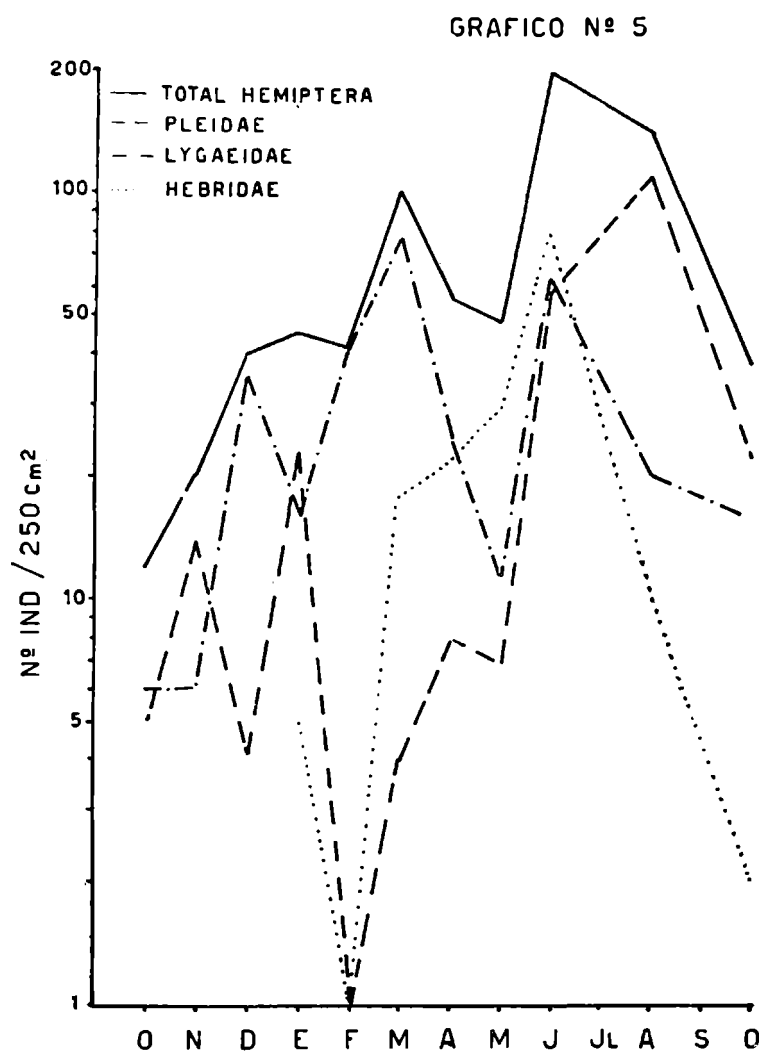


GRAFICO N° 4

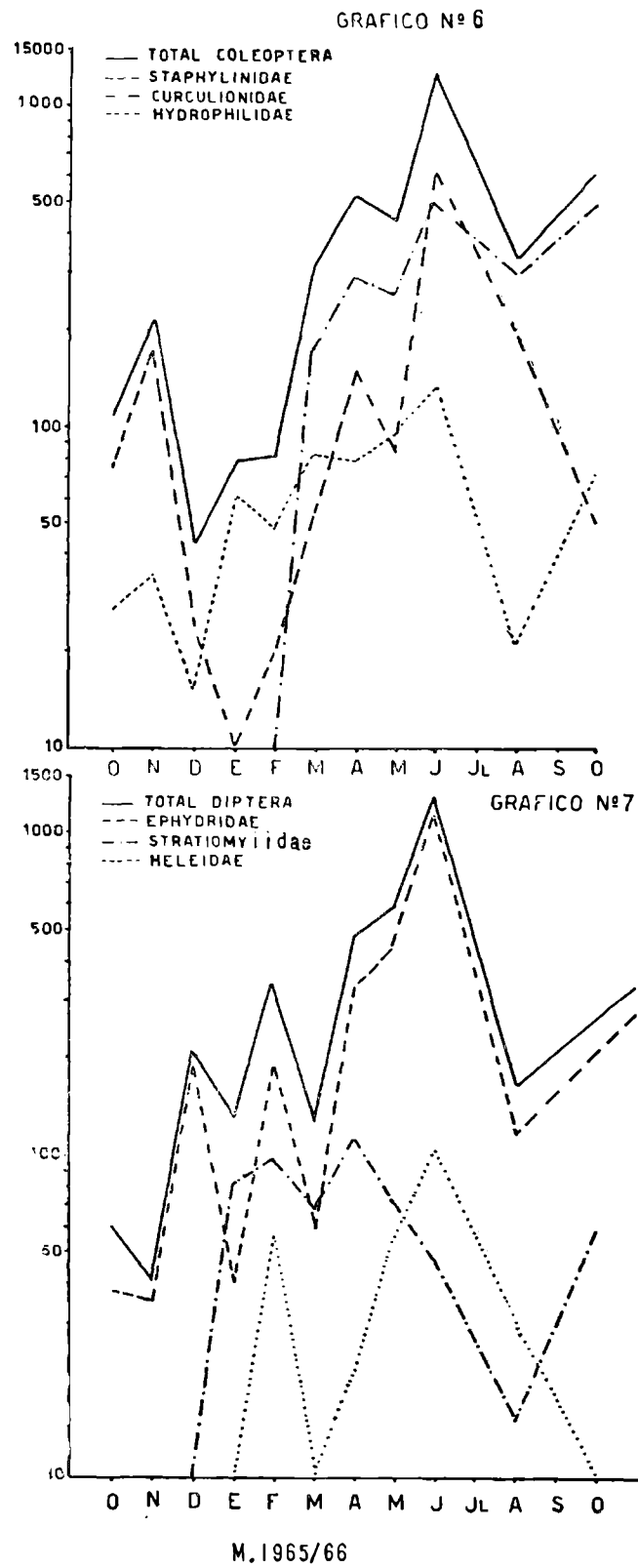


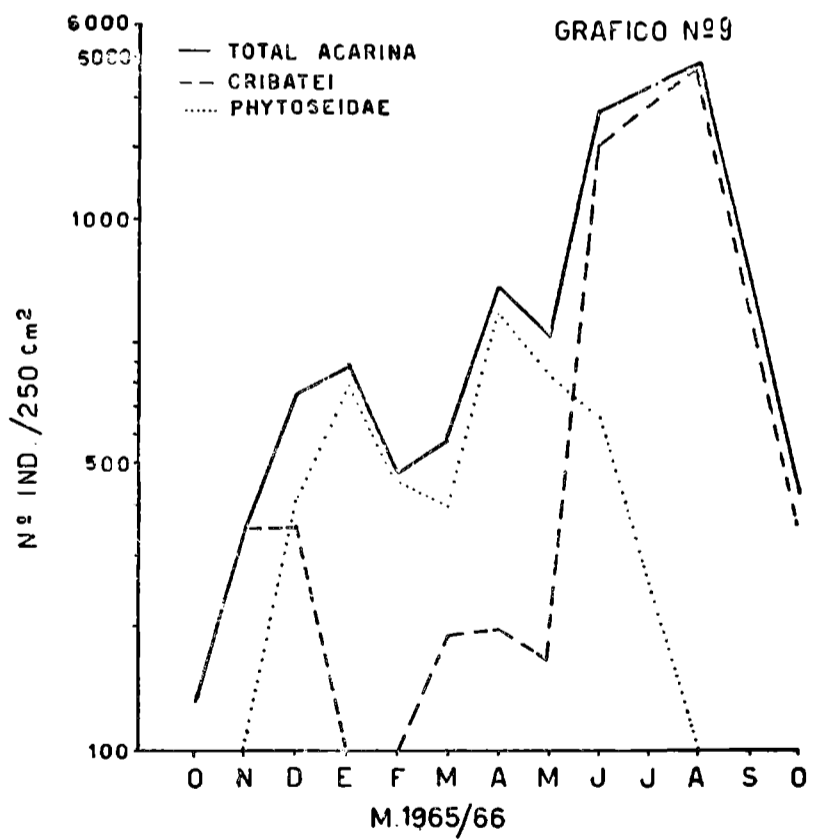
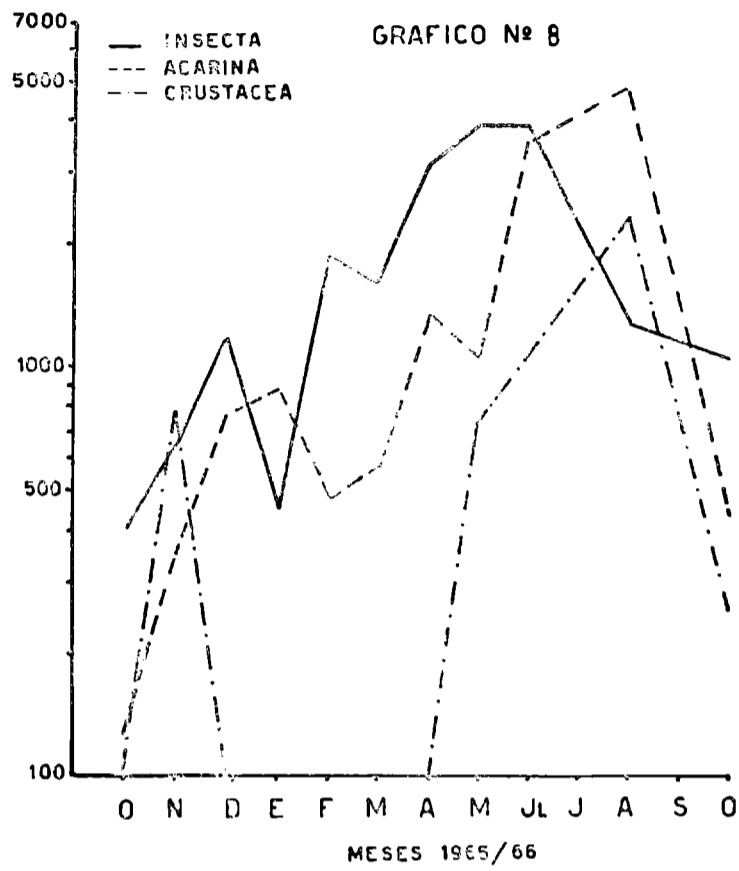
M. 1965/66

Variación estacional de los taxones en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston,

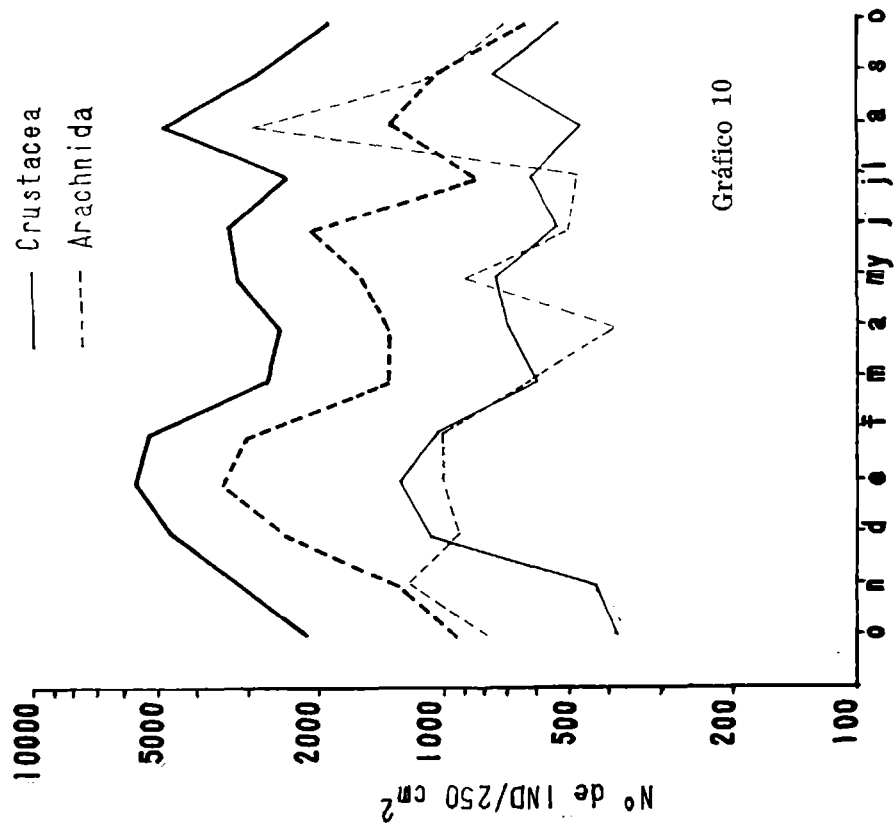


Variación estacional de los taxiones en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston.

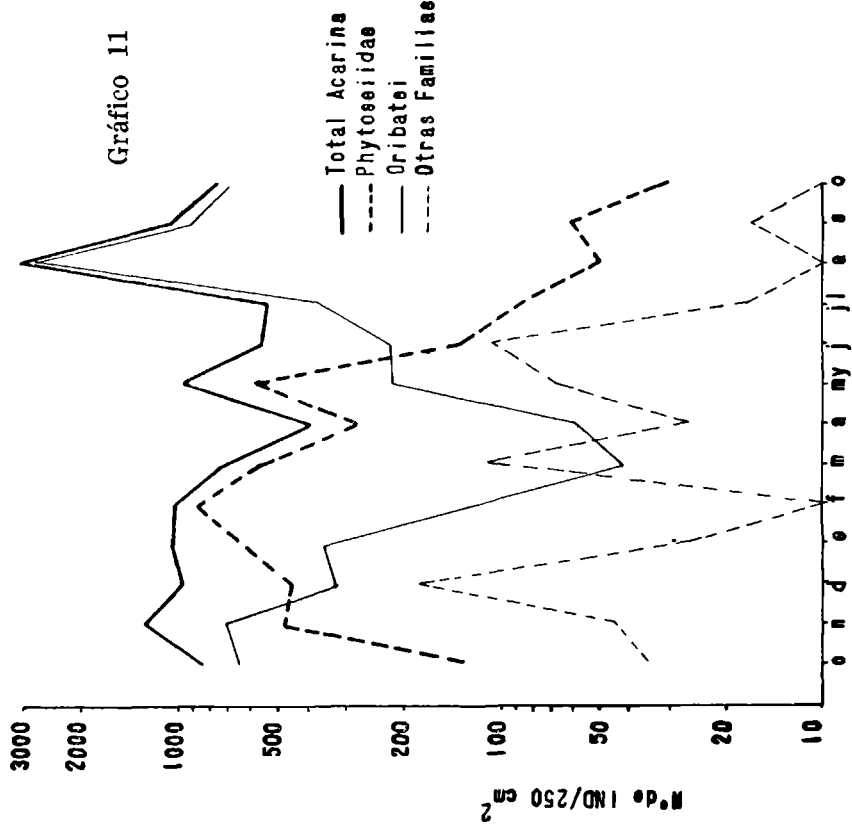




Variación estacional de los taxones en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston.



M.1965/66



M.1965/66

Variación estacional de los taxones de la Estación B - Plenitón.

GRAFICO Nº 12

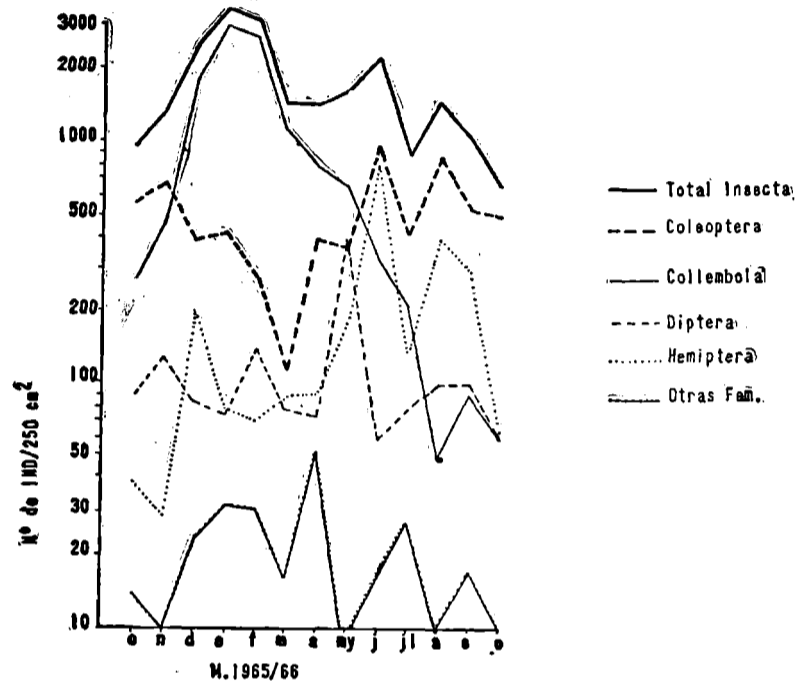
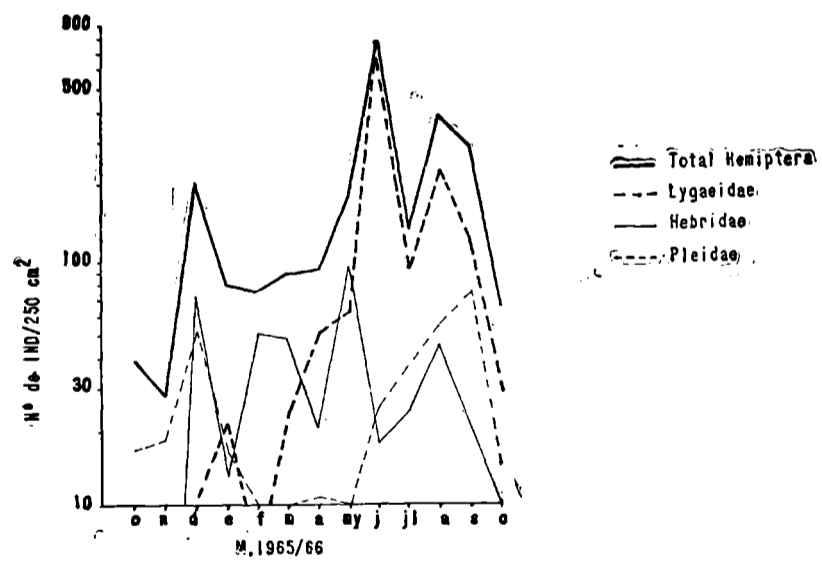


GRAFICO Nº 13



Variación estacional de los taxones de la Estación B Pleuston

GRAFICO Nº 14

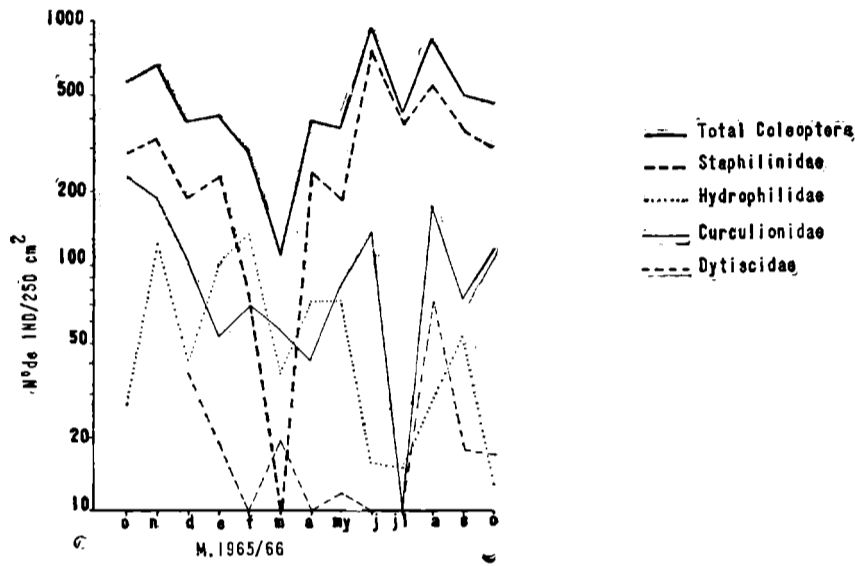
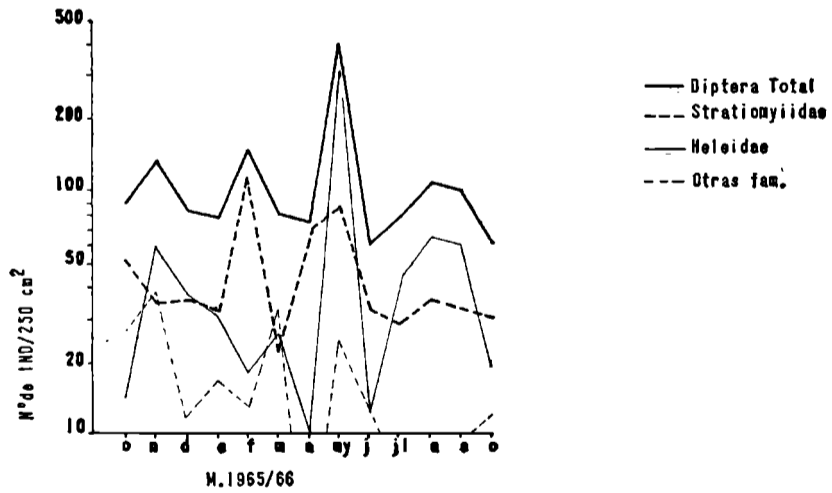
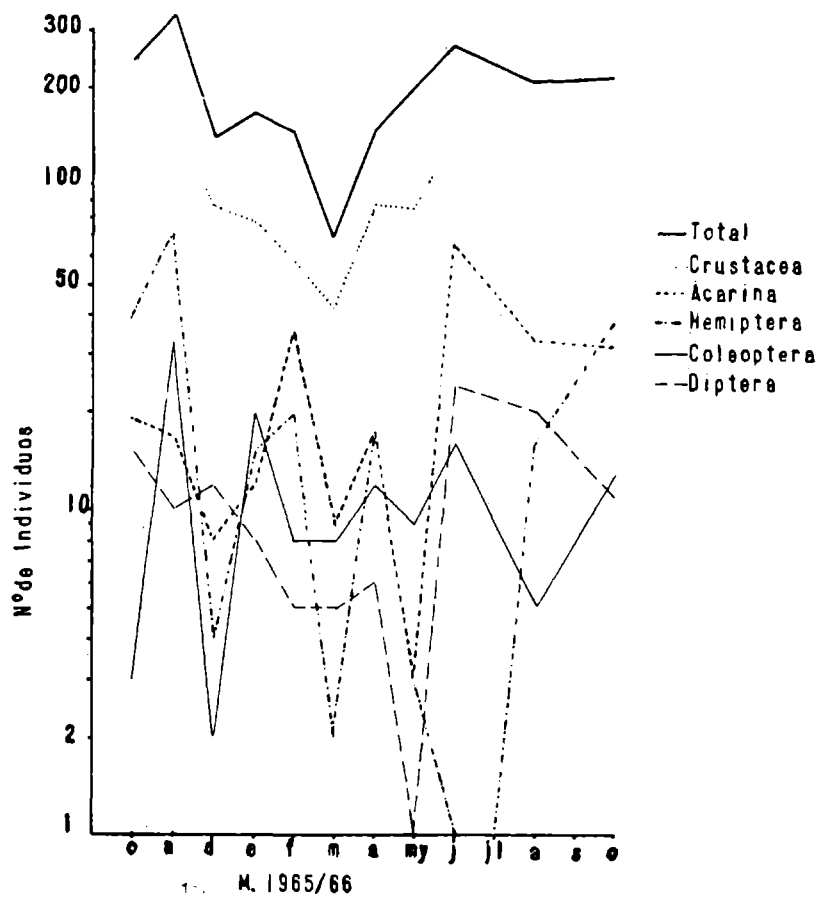


GRAFICO Nº 15



Variación estacional de los taxones de la Estación B - Pleuston.

GRAFICO Nº 16



Variación estacional de los taxiones en la Estación A<sub>10</sub> - Bafon.

GRAFICO N° 17

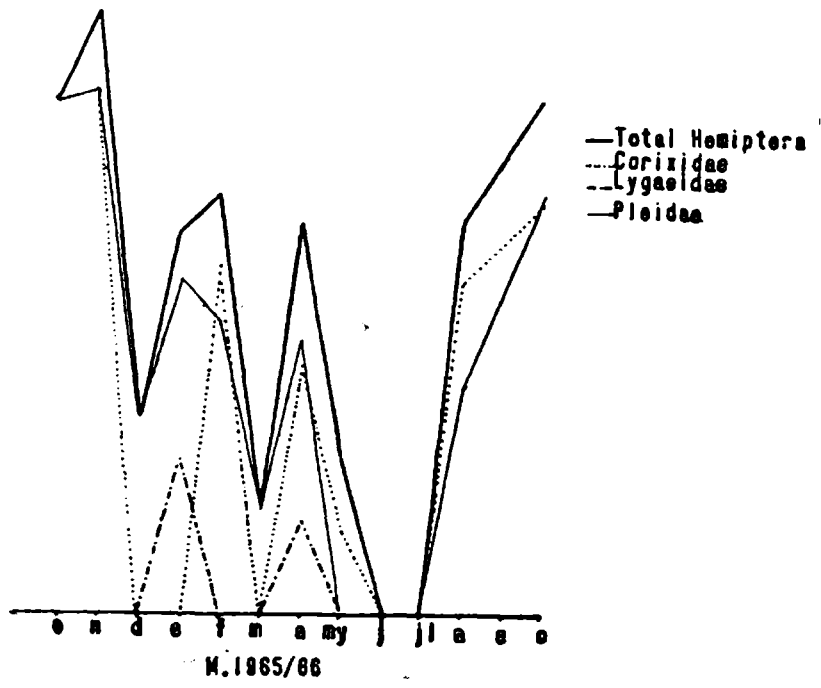
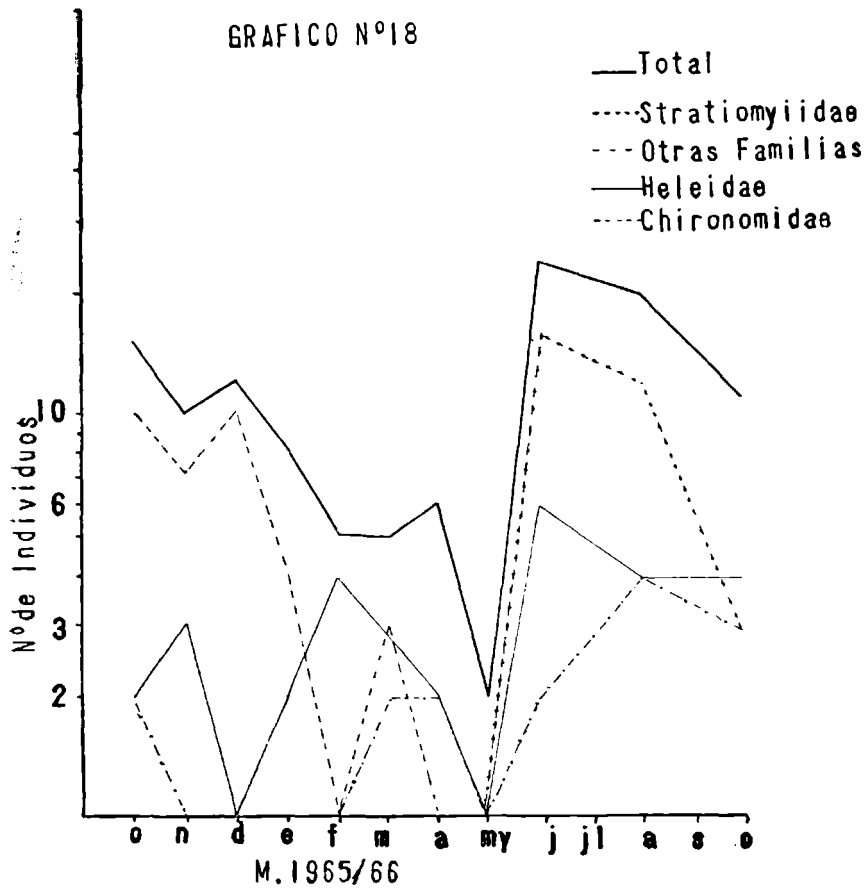
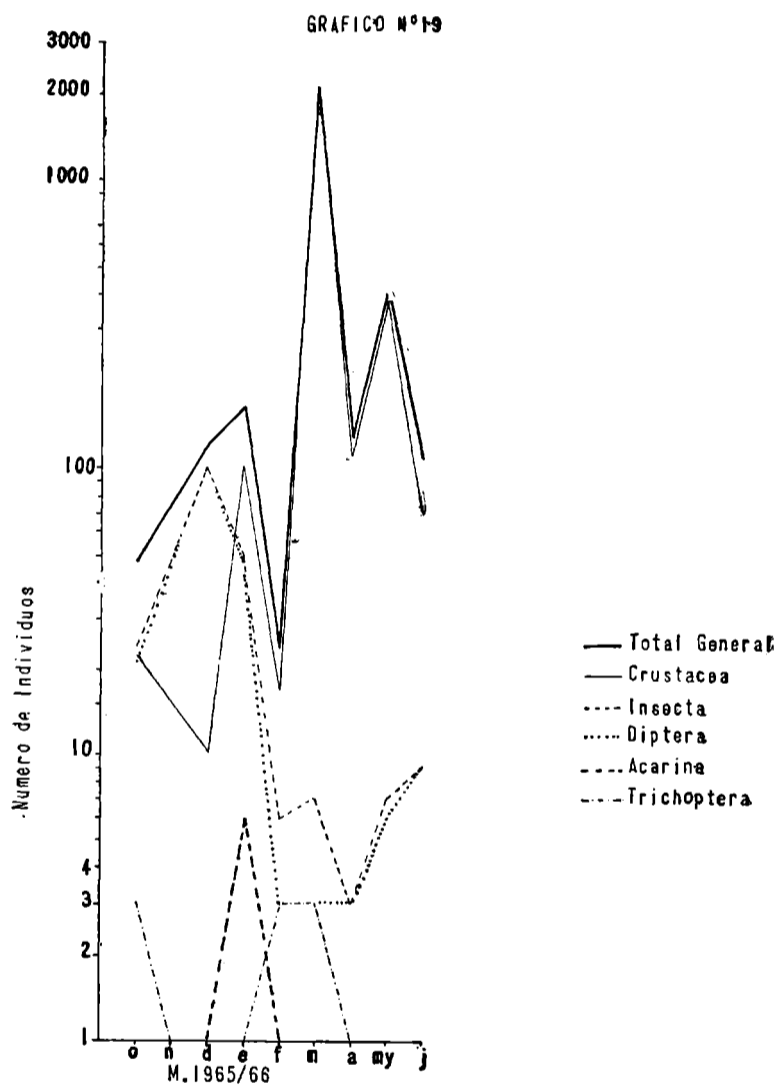


GRAFICO N° 18

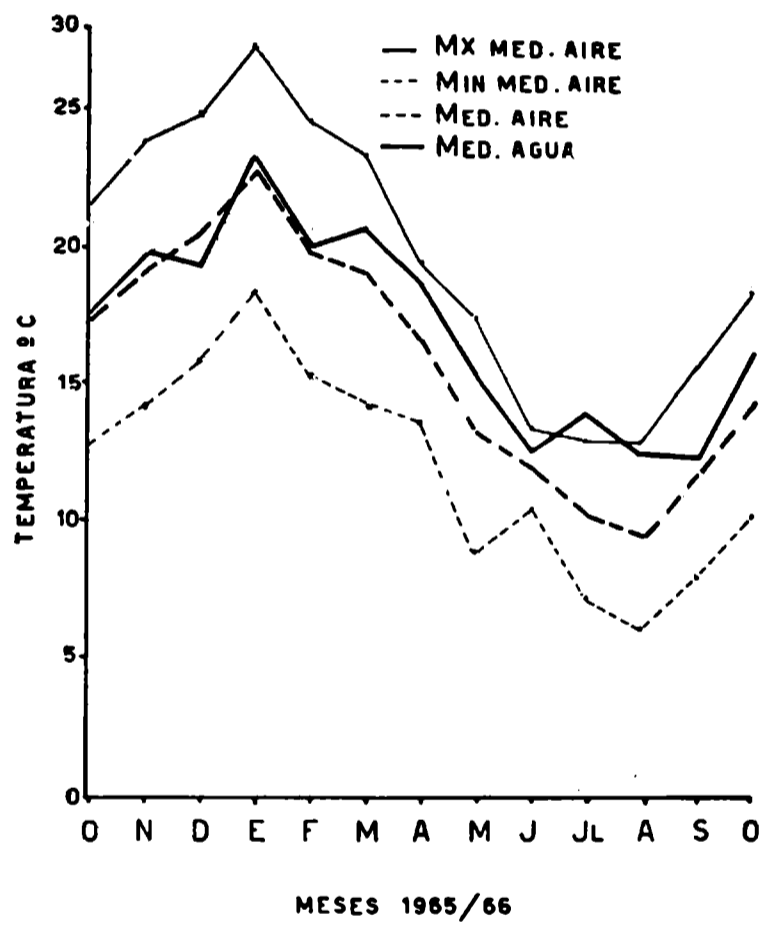


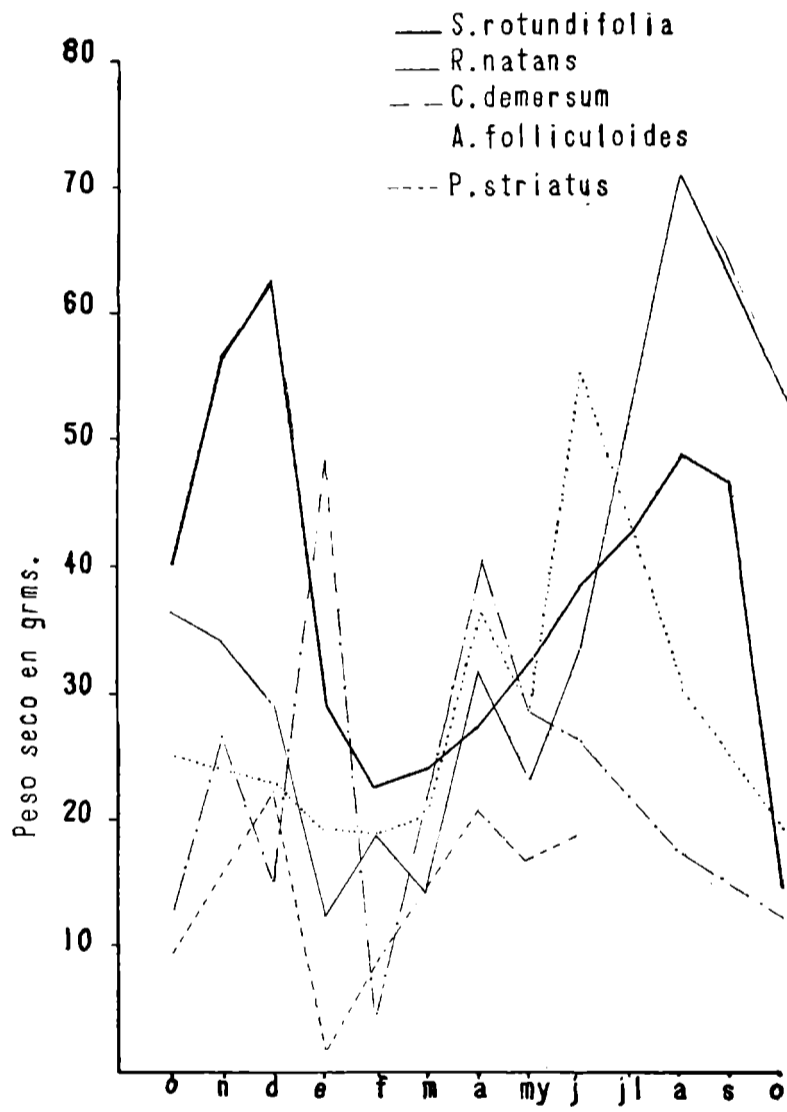
Variación estacional de los taxones en la Estación A<sub>1</sub> - Bafon.



Variación estacional de los taxones de la Estación A<sub>4</sub> - Bañon.

Temperatura en la Laguna de Chascomús  
(Período 1965 - 1966)





Variación estacional del peso seco de la vegetación en las asociaciones estudiadas.

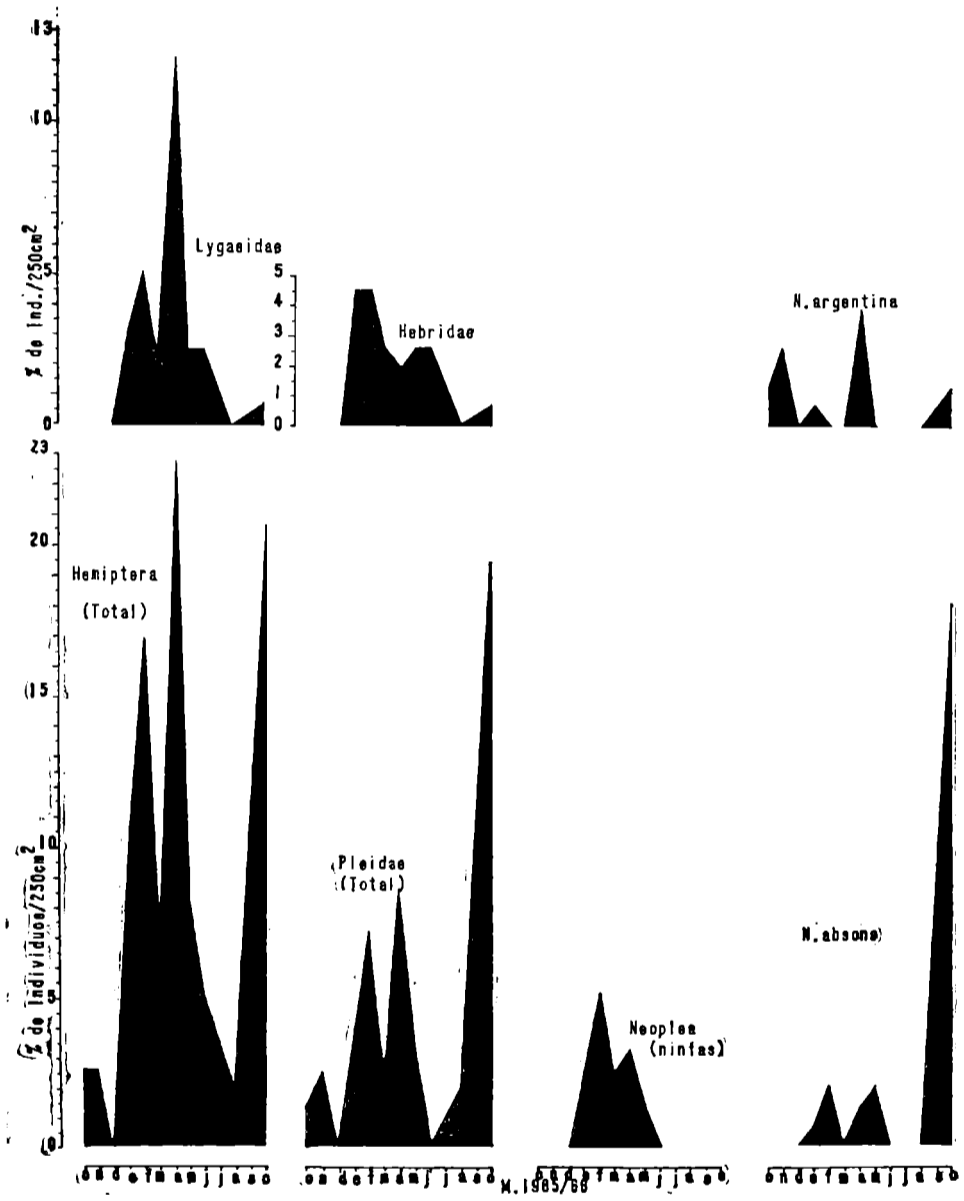


Gráfico 20. — Variación estacional (porcentual) del orden Hemiptera, Estación A1, - Pleuston.

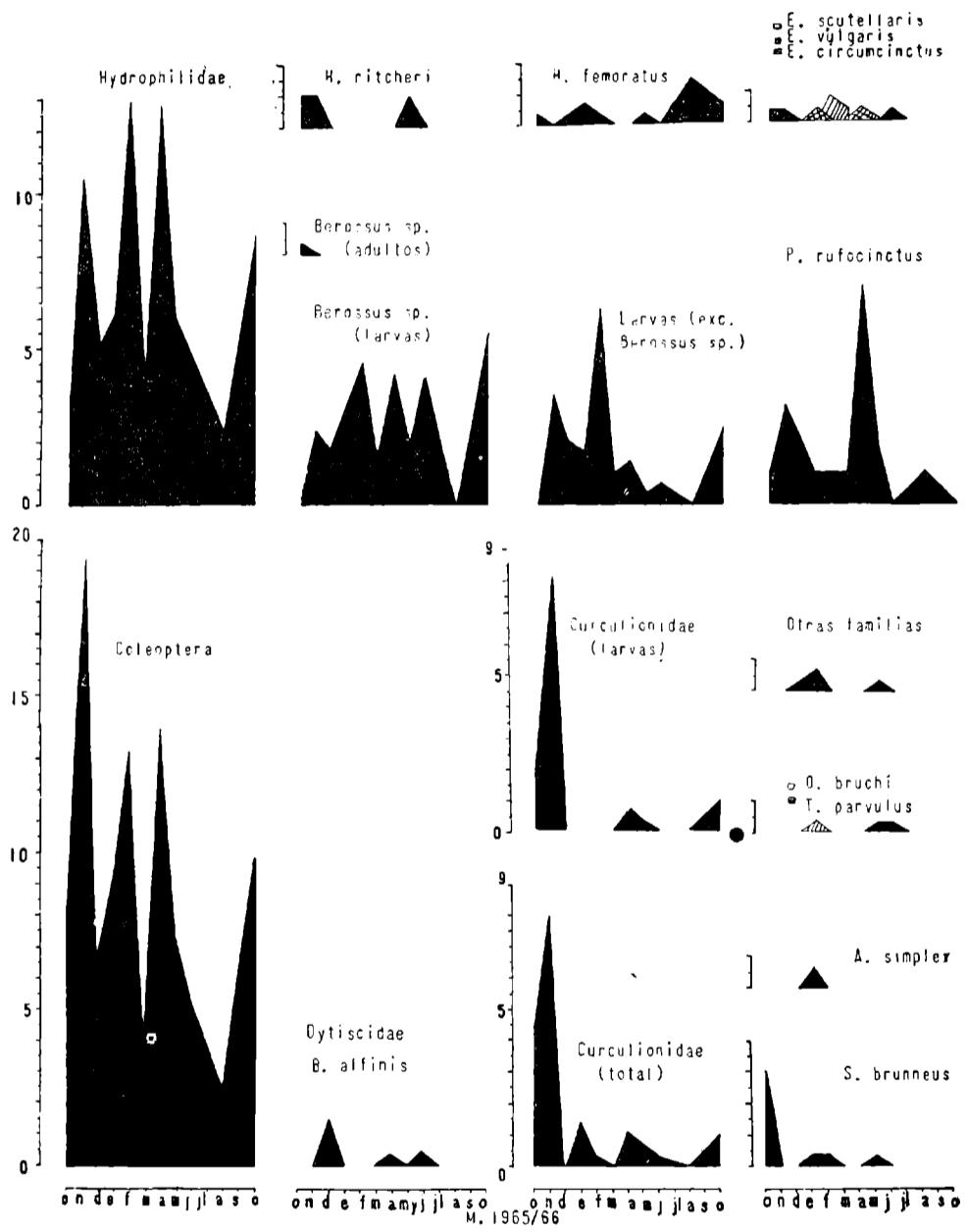


Gráfico 21. — Variación estacional (porcentual) del orden Coleoptera, Estación A<sub>1</sub> - Pleuston.

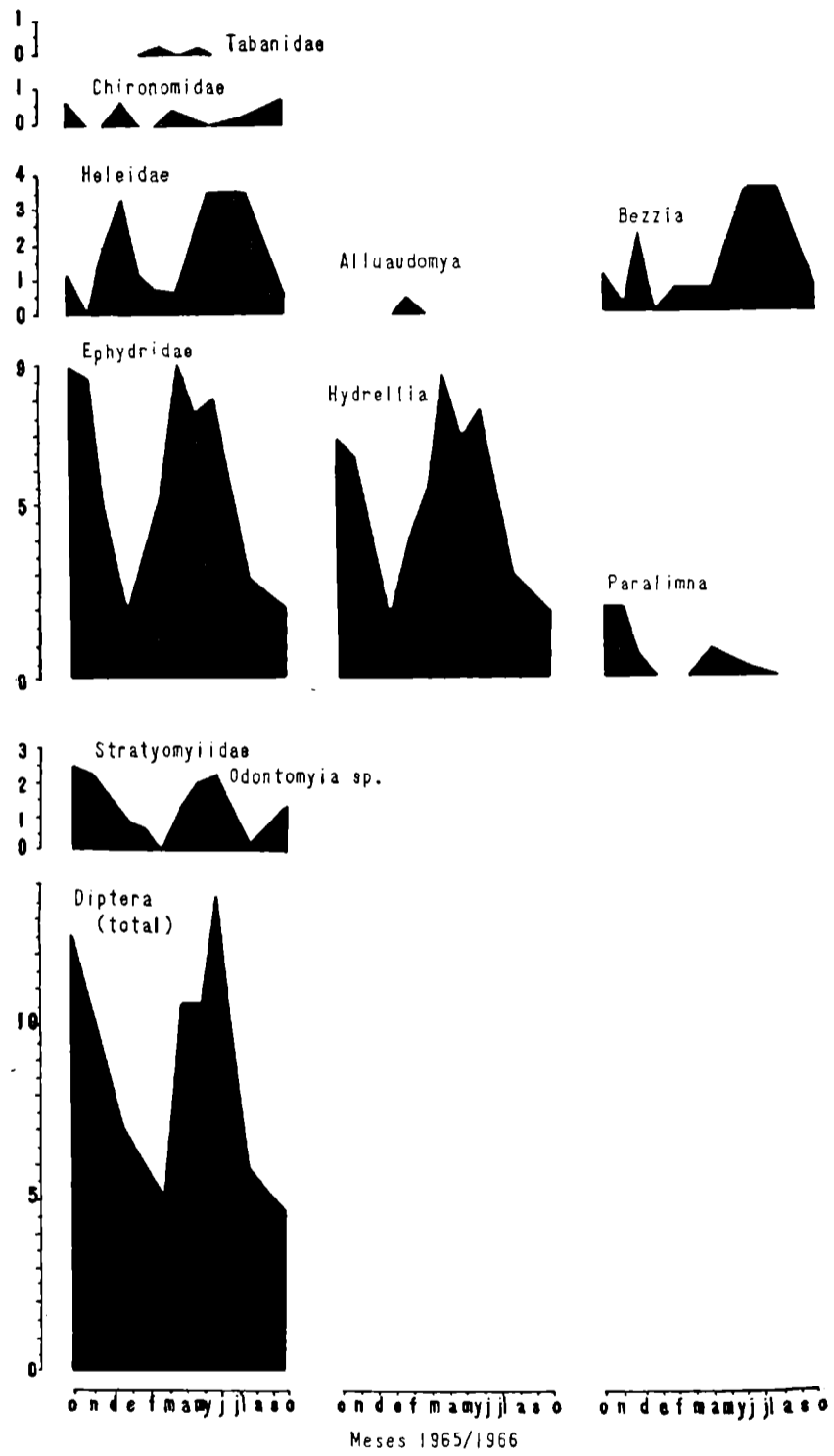


Gráfico 22. — Variación estacional (porcentual) del orden Diptera, en la Estación A<sub>1a</sub> - Pleuston.

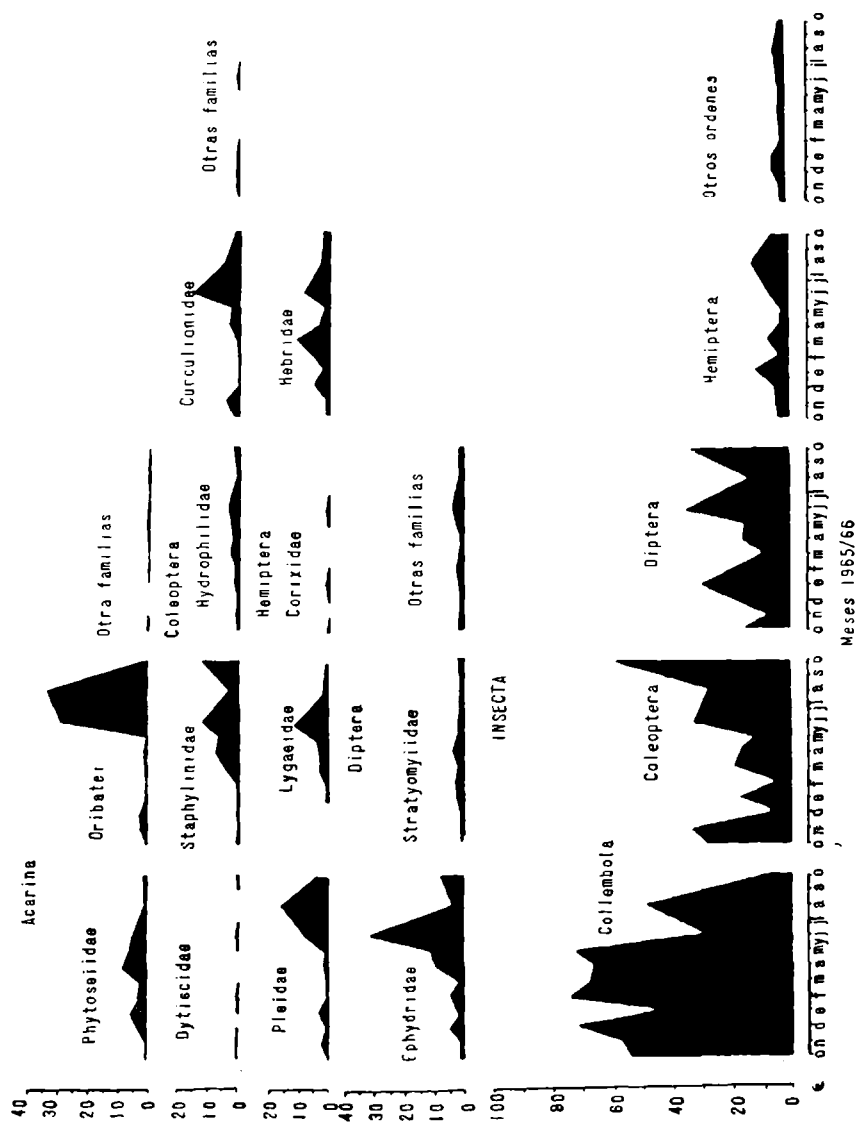


Gráfico 23. — Variación estacional (porcentual) del total de los taxones en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston.

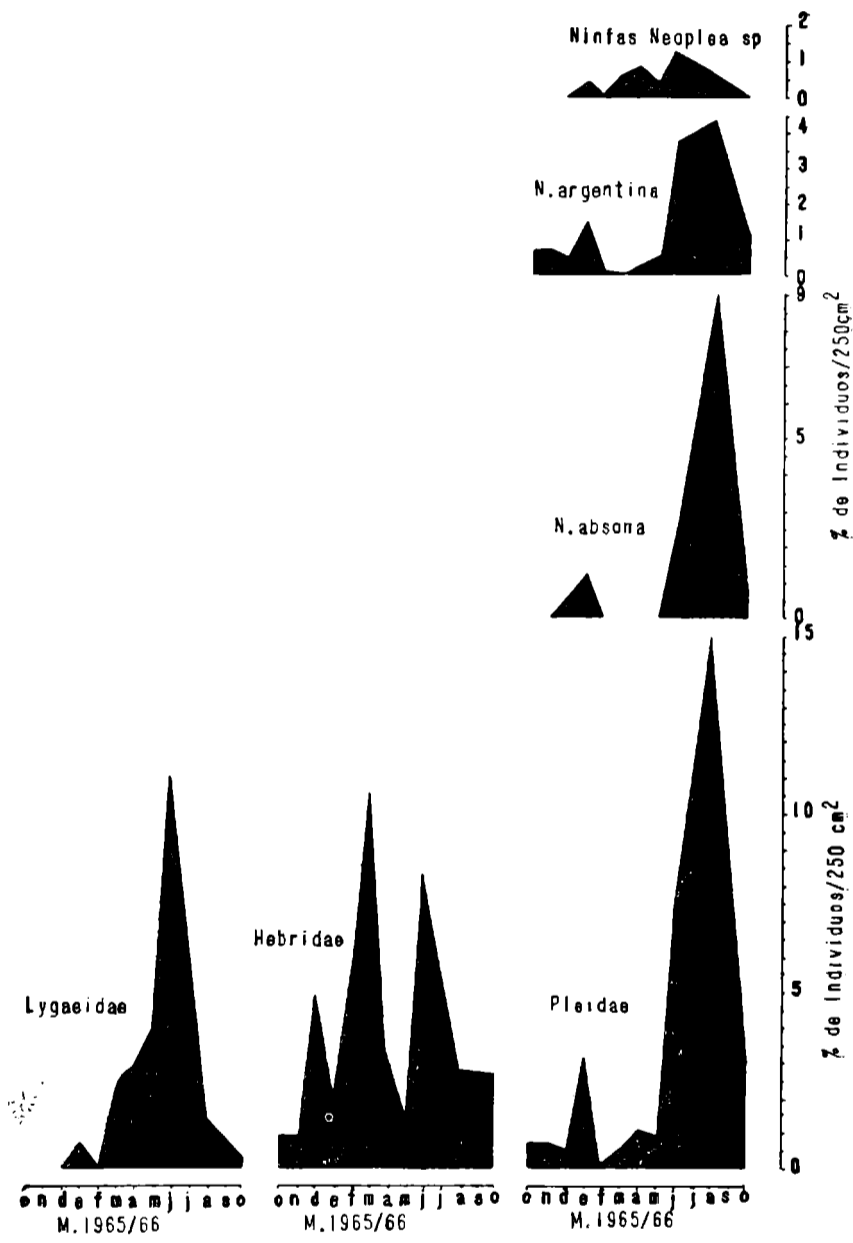


Gráfico 24. — Variación estacional (porcentual) del orden Hemiptera, en la Estación A2 - Pleuston.

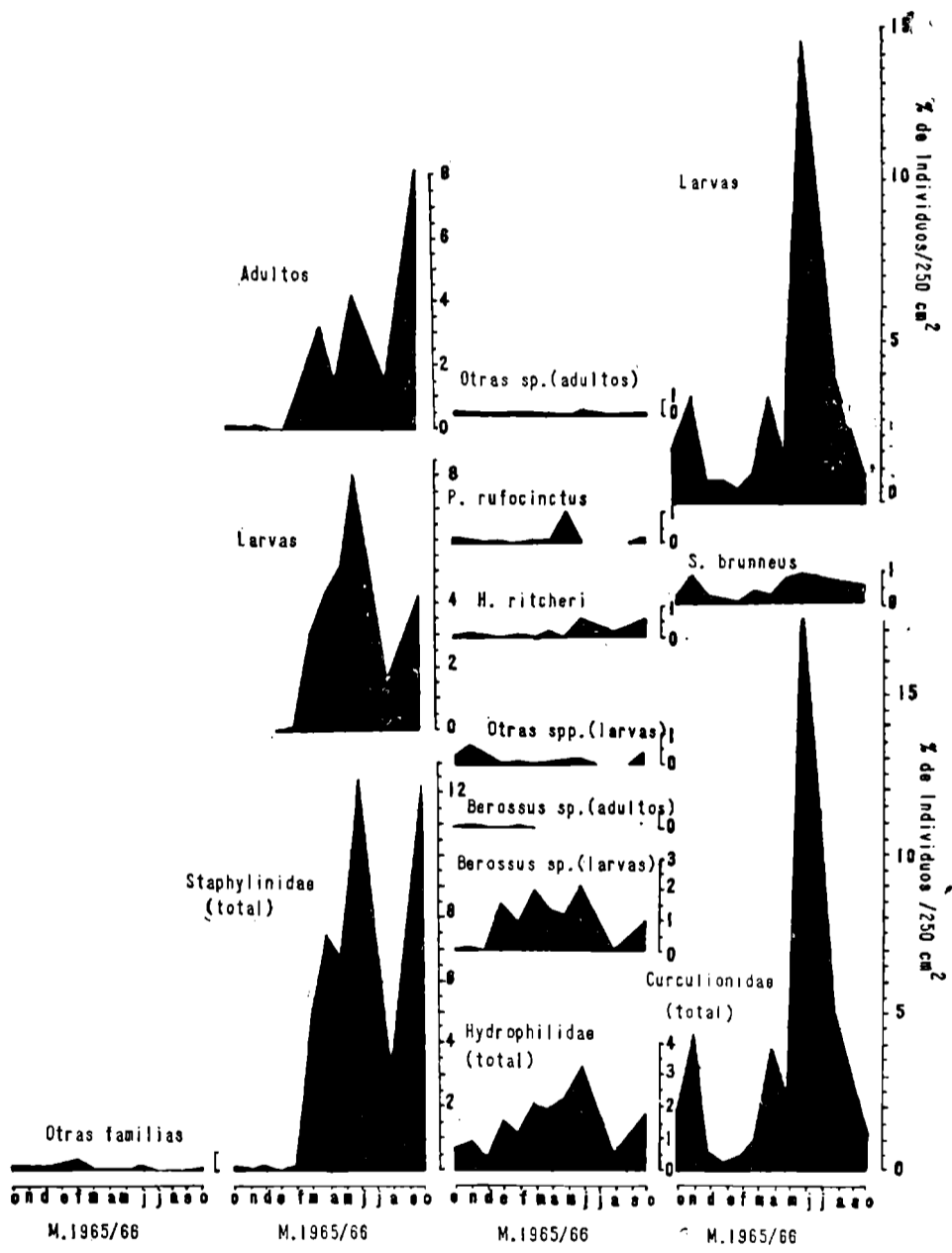


Gráfico 25. — Variación estacional (porcentual) del orden Coleoptera, en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston.

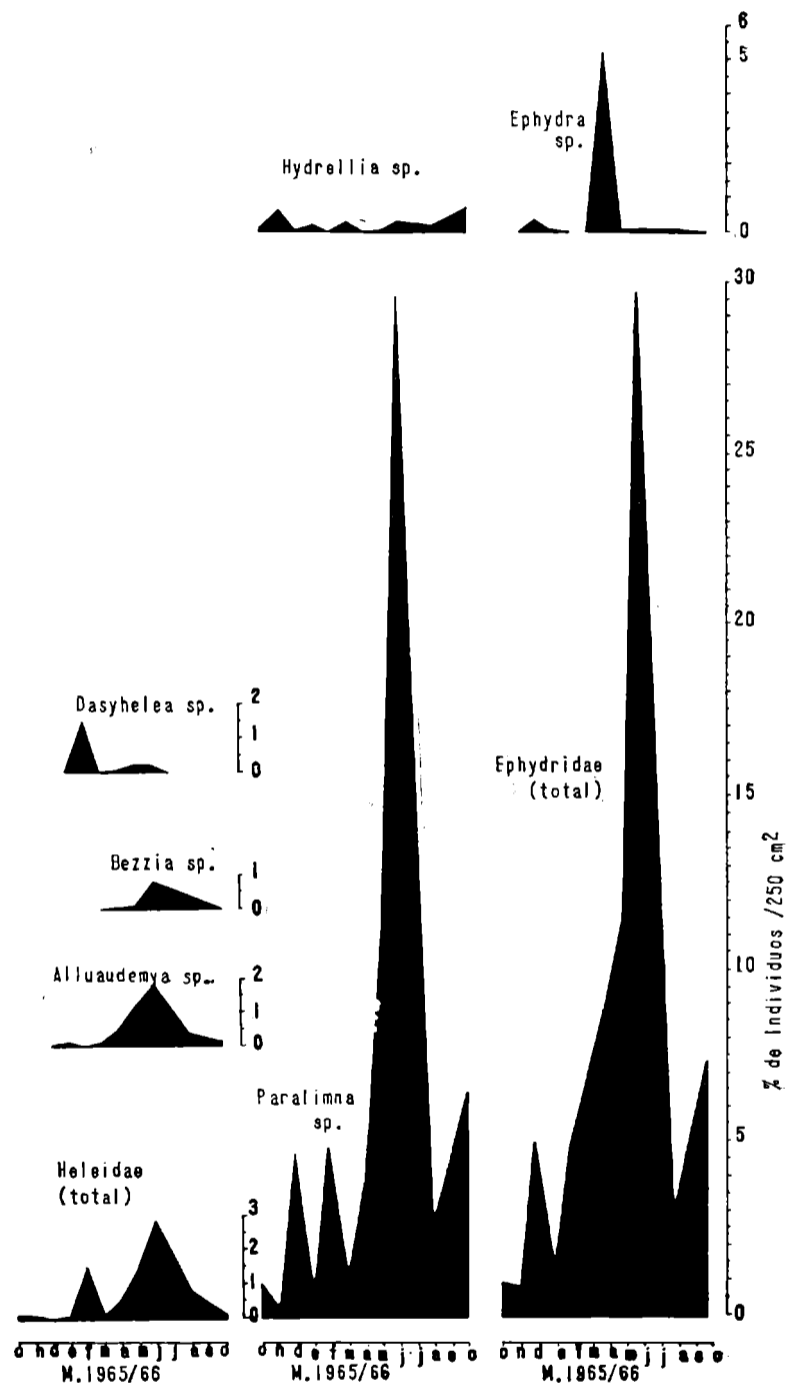


Gráfico 26. — Variación estacional (porcentual) del orden Diptera, en la Estación A<sub>2</sub> - Pleuston.

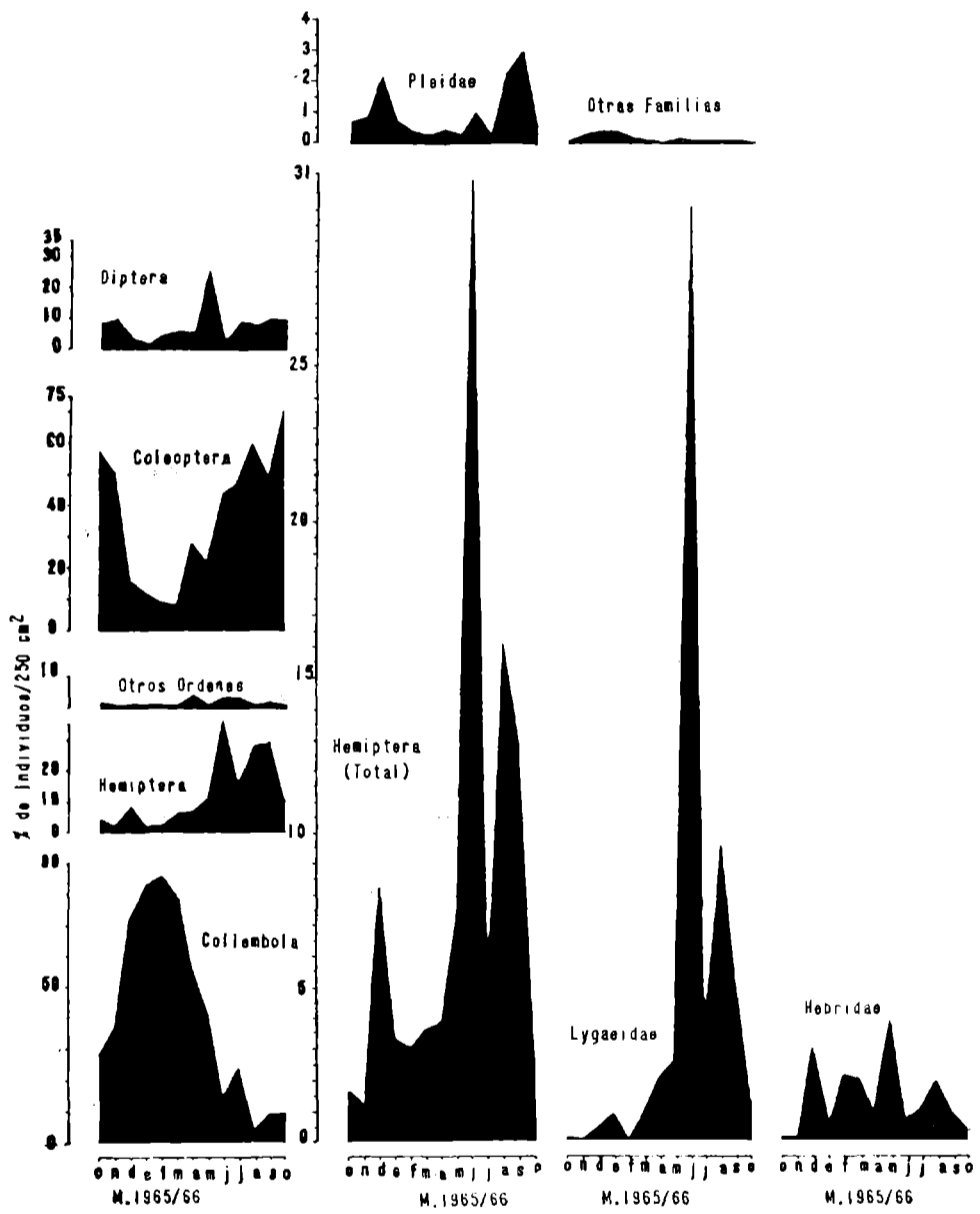


Gráfico 27. — Variación estacional (porcentual) de los taxones en la Estación B - Pleuston.

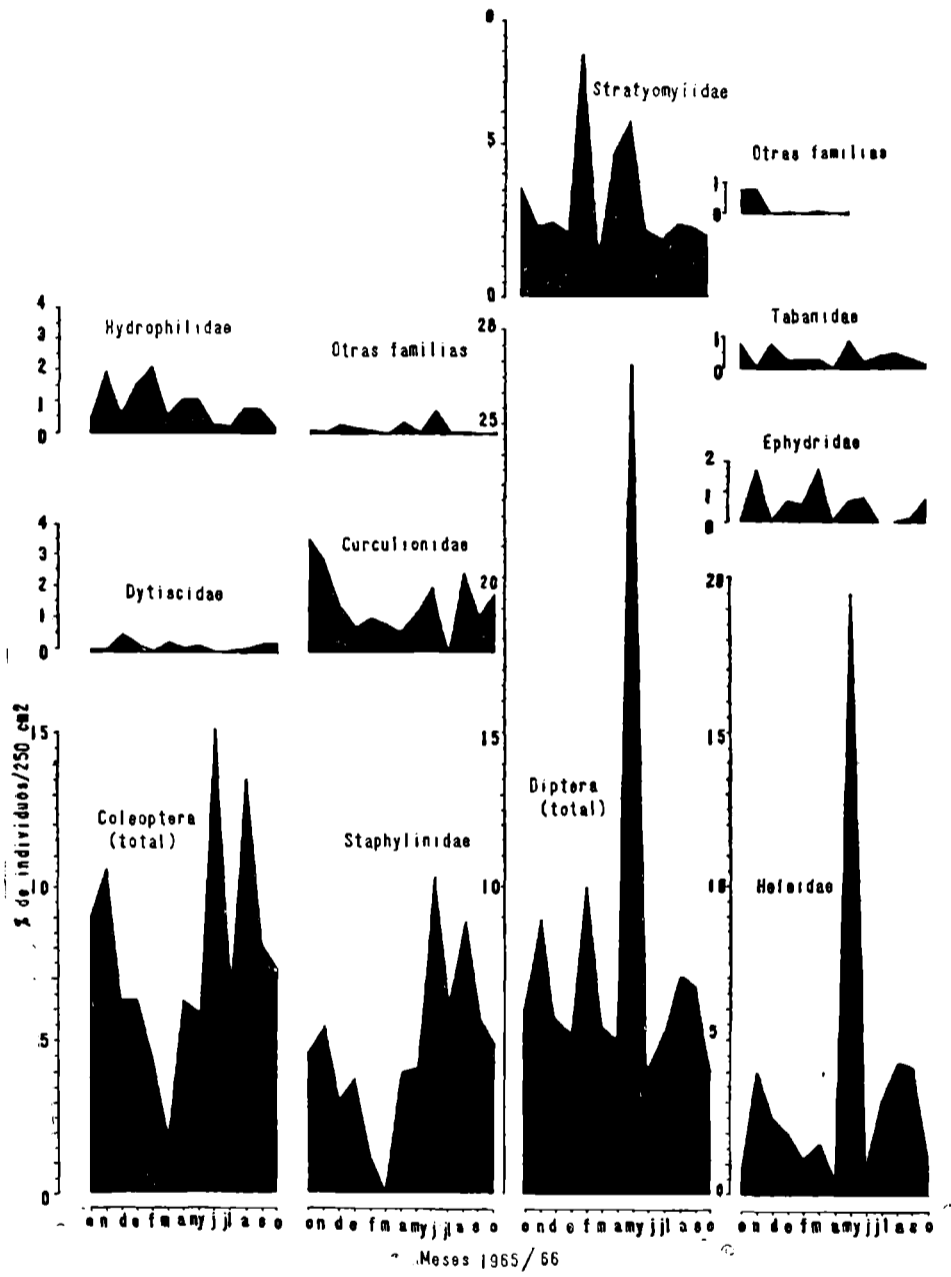


Gráfico 28. — Variación estacional (porcentual) de los órdenes Diptera y Coleoptera, en la Estación B - Pleuston.

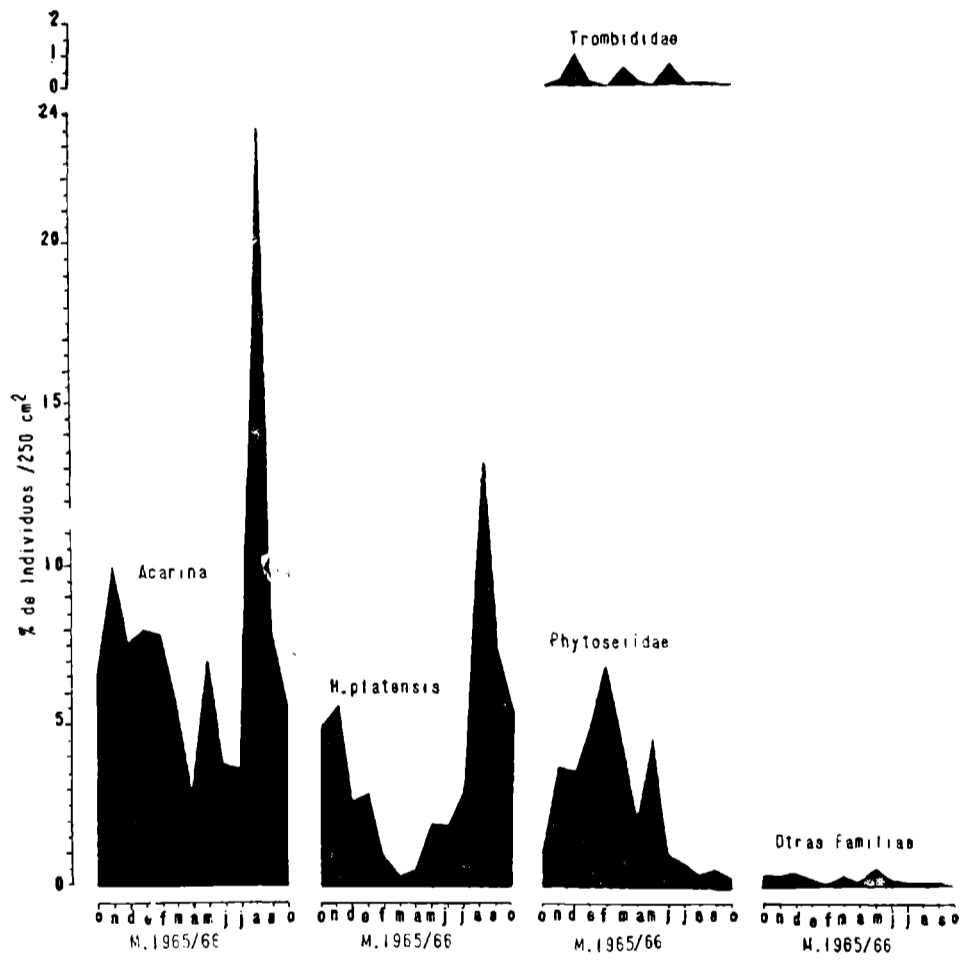


Gráfico 29. — Variación estacional (porcentual) del orden Acarina, en la Estación B - Ecist.

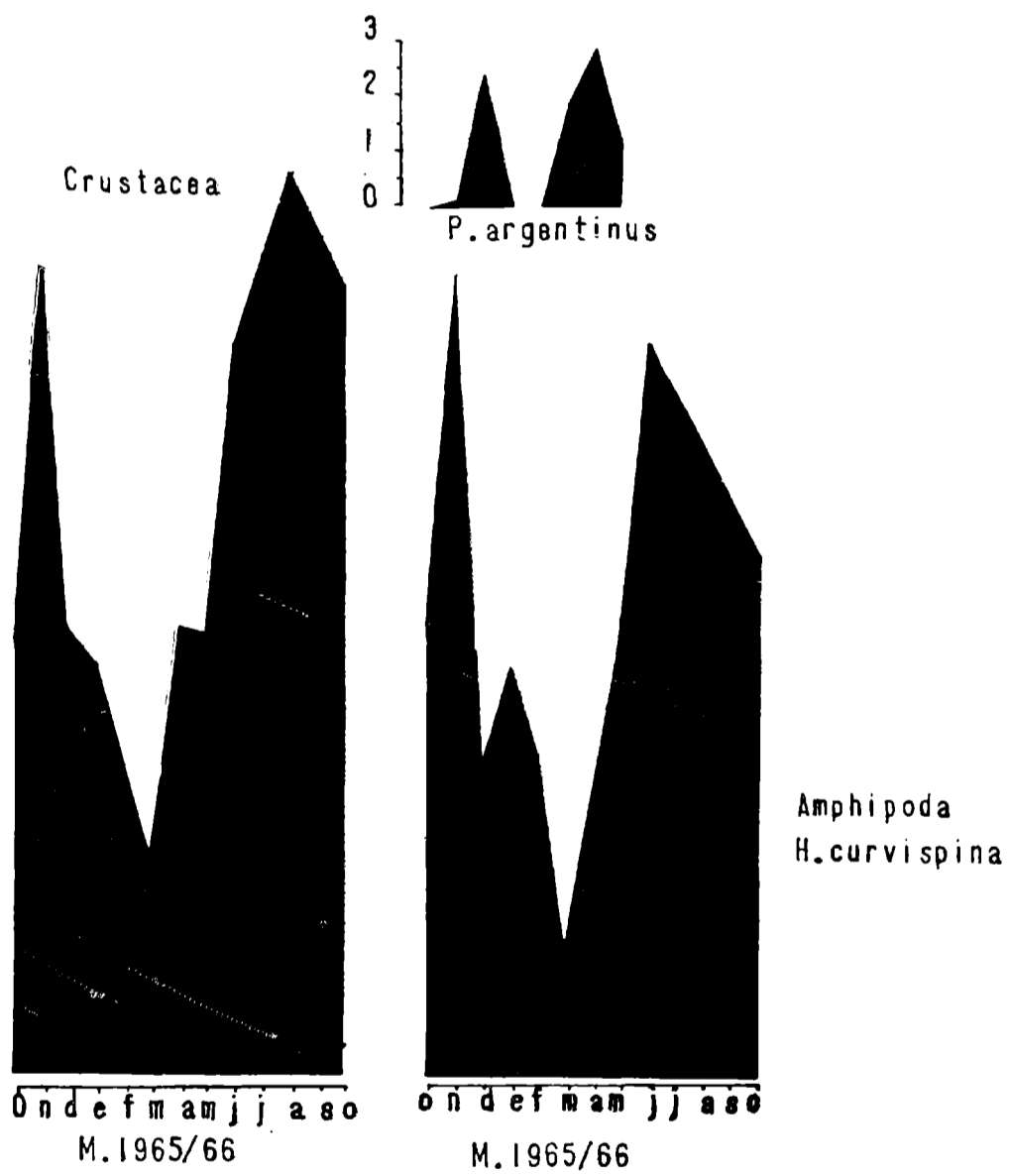
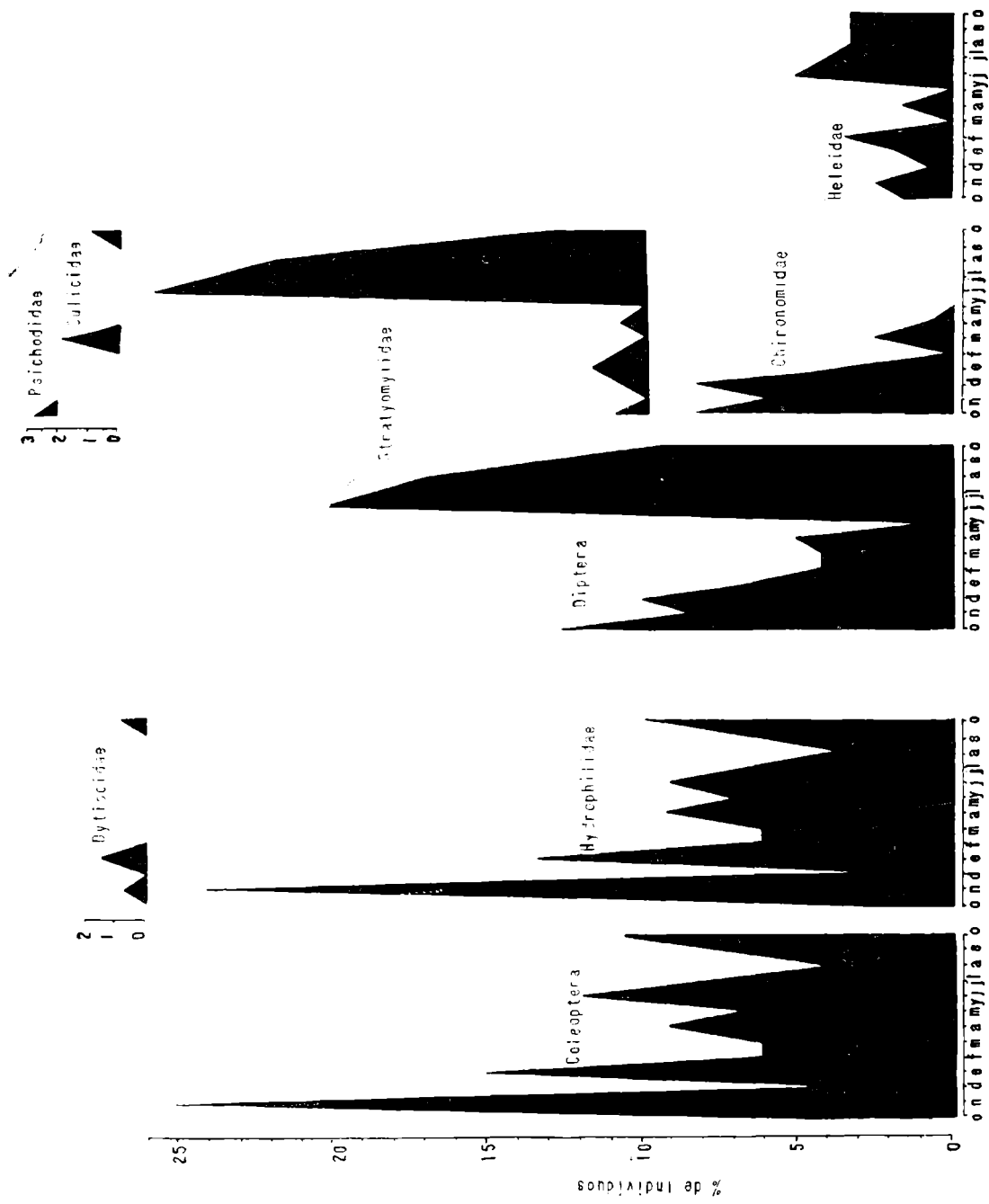


Gráfico 30. — Variación estacional (porcentual) de la clase Crustacea, en la Estación A<sub>16</sub> - Bafon.



Meses 1965/1966  
 Gráfico 31. — Variación estacional (porcentual) de las taxiones, en la Estación A10 - Bafon

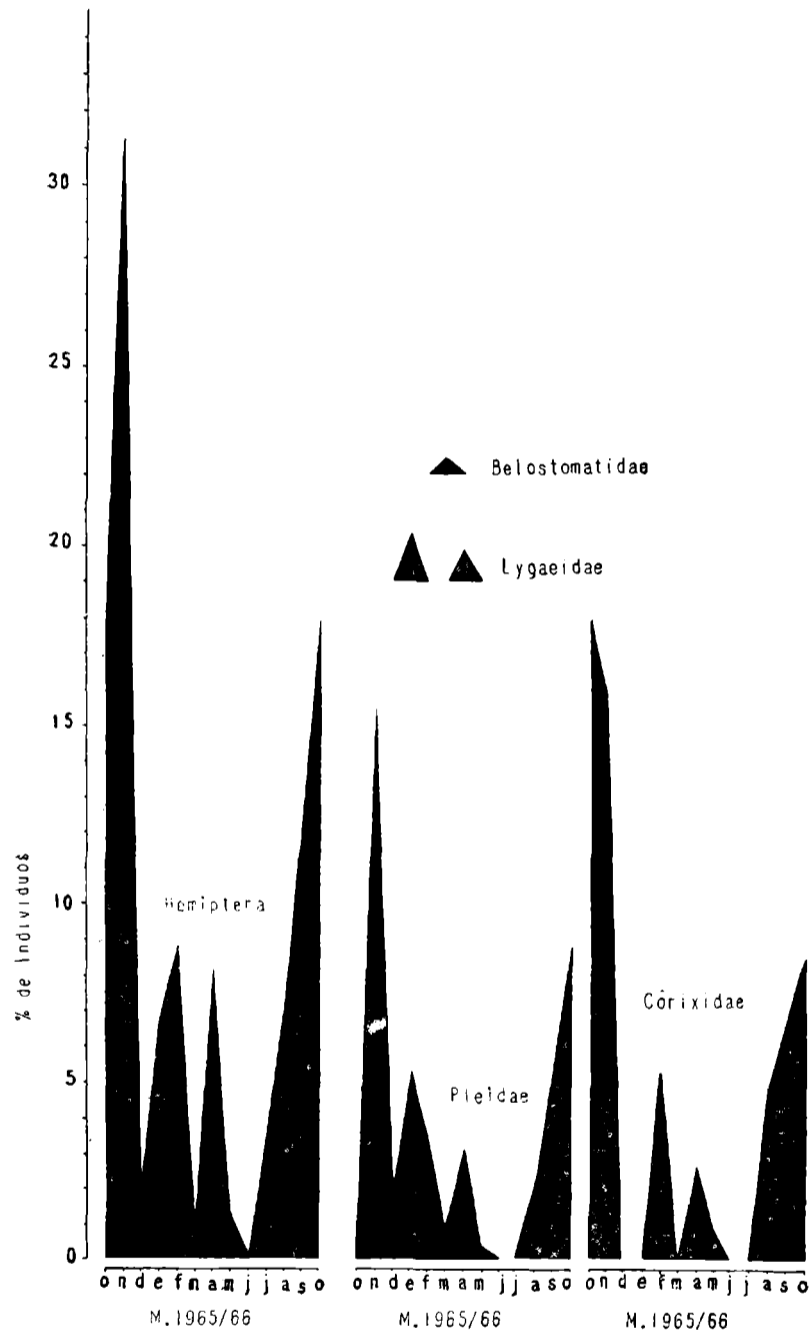


Gráfico 32. — Variación estacional (porcentual) del orden Hemiptera, en la Estación A Ib, Buenos Aires.

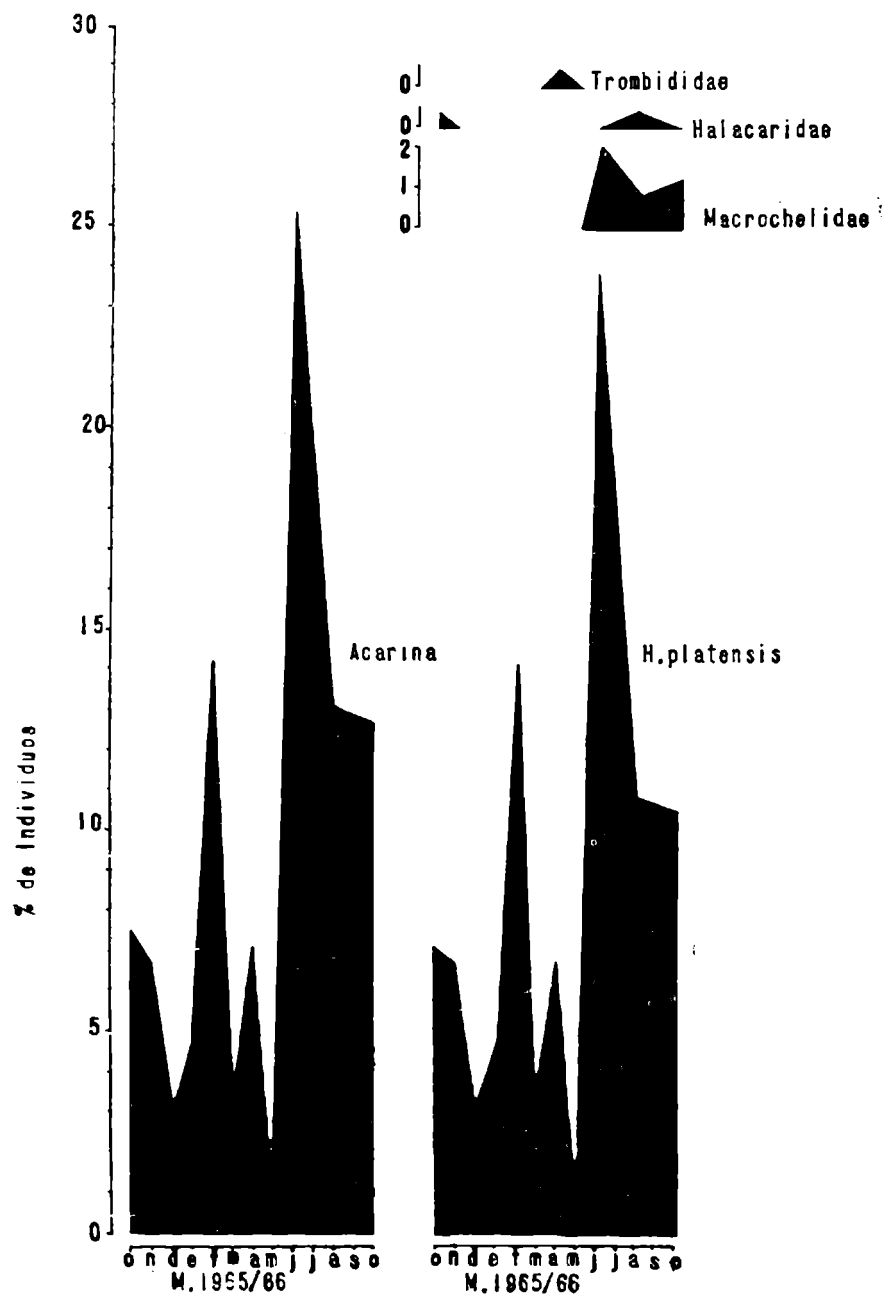


Gráfico 33. — Variación estacional (porcentual) del orden Acarina, en la Estación A. El Bajon.

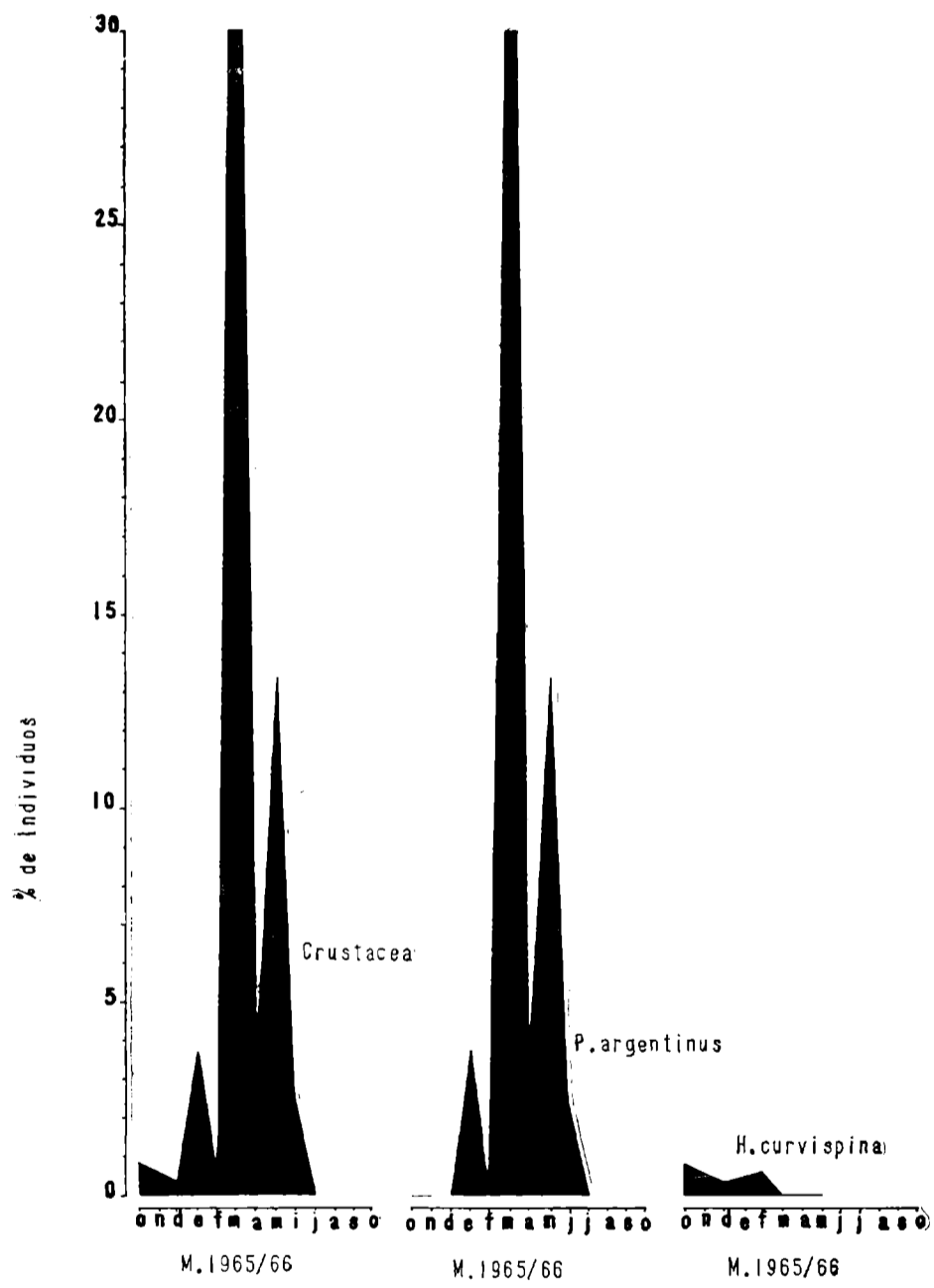


Gráfico 34. — Variación mensual (porcentual) de la clase Crustacea, en la Estación A4 - Bahon.

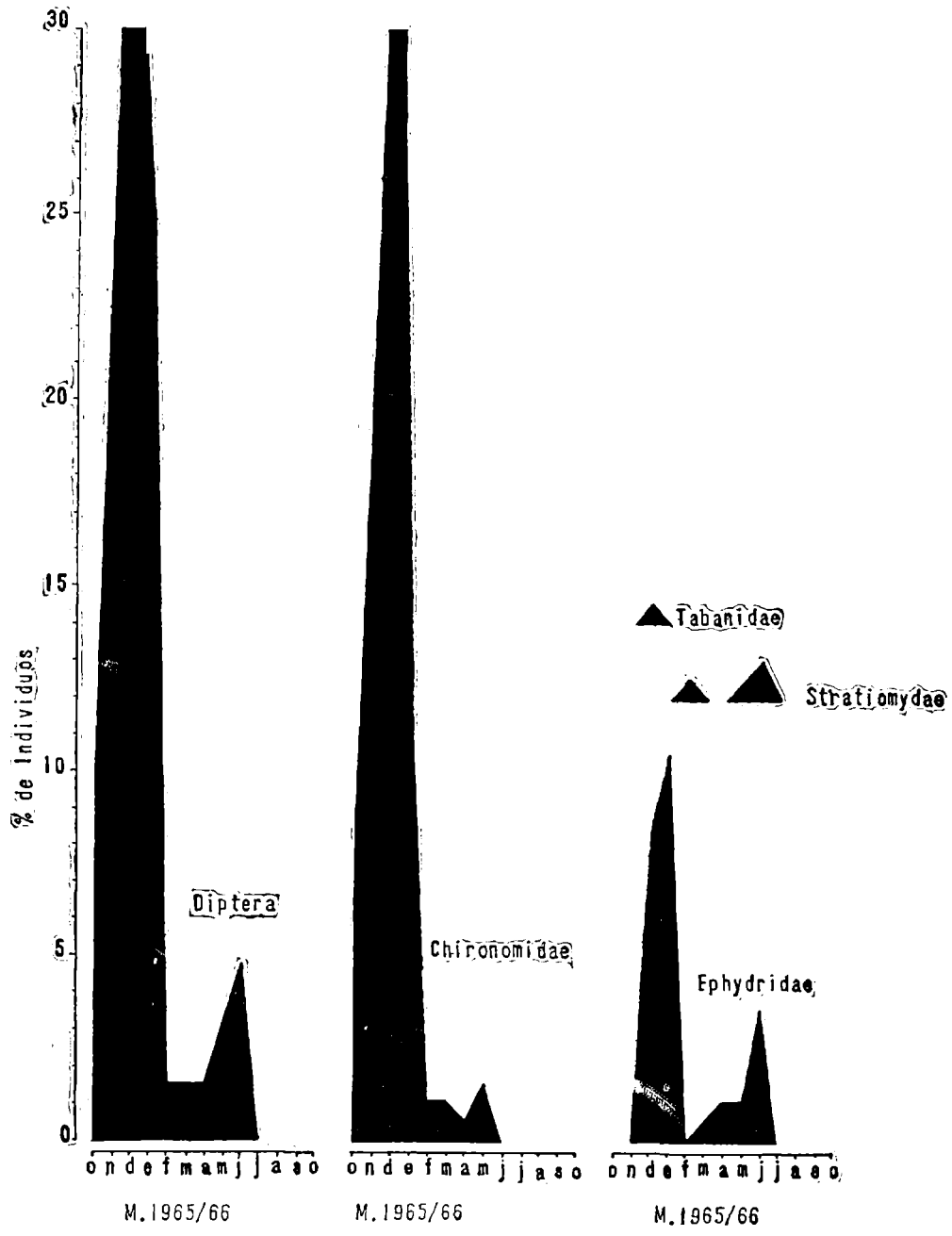


Gráfico 25. — Variación estacional (porcentual) del orden Diptera, en la Estación A<sub>4</sub> - Bafon.

# NOTAS CIENTIFICAS

## SOBRE LEYES GEOTECTONICAS

Por ANGEL V. BORRELLO (1)

El estudio comparado de los procesos integrales y sucesivos que ocurrieron en las épocas geológicas desde el comienzo de la historia del Infracámbrico, a través de los cuales ha tenido lugar la evolución de las áreas continentales conocidas al presente, permite establecer algunas normas invariables en el desarrollo de la corteza terrestre que con límites objetivos caben en la jerarquía de leyes geotectónicas indiscutibles. Pueden en conjunto darse preventivamente las siguientes:

**Una primera ley geotectónica: DE LA ORGANIZACION DE LAS AREAS CONTINENTALES.** Las masas continentales existentes caracterizanse por ajustarse al plan estructural de composición **cratónica** (área estable) y **geosinclinal** (área móvil), esta última discernible tras su evolución como área peneestable o **casicratónica**. La distribución de las superficies y volúmenes cratónicos y geosinclinales son variables de un continente a otro dentro de sus límites actuales.

**Una segunda ley geotectónica: DE LA SECUENCIA DE LOS PROCESOS GEOTECTONICOS.** Las áreas cratónicas poseen evidencias de una evolución geosinclinal total o parcialmente individualizada en su medio de régimen genérico **pangeosinclinal** para el lapso protogeico del catarcaico-proterozoico, pero los geosinclinales o estructuras neogeicas del infracámbrico-neoídico se distinguen, aunque alcanzaron el grado de casicratónicos, por ofrecer un desenvolvimiento **tectogenético** y **orogénético** sucesivo y completo, que comenzó con la subsidencia y culminara con la instalación de las cadenas de montaña en la estructura continental.

**Una tercera ley geotectónica. DE LA REGENERACION TECTONICA.** Las zonas geosinclinales (**ortogeosinclinales: miogeosinclinal-eugeosinclinal**) comenzaron su proceso de desenvolvimiento de **individualización** (Aubouin) tras la **regeneración tectónica** (Stille) o rehabilitación subsidente de ámbitos cratónicos vueltos por ello a la movilidad, de manera que los campos estables participan de la composición de las cadenas de montaña en gestación como elementos de basamento diferenciado en su volumen y litología respectivos.

**Una cuarta ley geotectónica: DE LA SUCESION Y FASES DEL CICLO GEOTECTONICO.** El ciclo geotectónico que comienza con la regeneración (**anorogénesis**) y termina con la orogénesis final (**cratogénesis**) abarca las fases progresivas de la suborogénesis y **preorogénesis** (**tectogénesis**) y las de la **tardiorogénesis** y **postorogénesis** (**orogénesis**) documentadas por los testimonios de la sedimentación estructural y las tectónicas sucesivas.

---

(1) La presente exposición de síntesis configura una breve expresión de los estudios geotectónicos que lleva el autor realizados en sus años últimos de labor en el país habiendo sido inspirada a la vez por la lectura de las obras de especialidad producidas en Europa por H. Stille y J. Aubouin, con singular fondo y estilo científico.

**Una quinta ley geotectónica: DE LA SECUENCIA Y FASES DEL CICLO GEOSSEDIMENTARIO.** Los geosinclinales comprenden cuatro fases sucesivas en este ciclo que se denominan de la **vacuidad**, **flysch**, **molasa** (Aubouin), y **neomolasa** (Borrello), ligadas como **tectonotemas** distintivos al ciclo geotectónico aludido, cuyo control genético está dado por la condición tectónica de evolución geosinclinal, siendo en cada caso representación indubitable de la sistemática estructural sedimentaria durante la tectorogénesis indicada.

**Una sexta ley geotectónica: DE LA SUCESION Y FASES DEL CICLO GEOMAGMATICO.** Durante el desarrollo geosinclinal y conectadas a su evolución estructural las cadenas ortogeotectónicas (Borrello) poseedoras de magmatismo conexo, se generan involucrando a las rocas de cuatro fases geomagmáticas progresivas, denominadas con arreglo a su ordenamiento total: de la **ofiolitización** (simaico inicial, Stille) de la **plutonización**, del **secuevulcanismo** (vulcanismo secuente con plutonitas intercedentes, Stille) y del **finivulcanismo** (vulcanismo final, Stille). El **vulcanismo postofiolítico** que perdura en el tectonotema del flysch, es excepcional o residual. Las estructuras parageotectónicas, o sea las que carecen de magmatismo, no están comprendidas en el caso expuesto.

**Una séptima ley geotectónica: DEL ORDENAMIENTO Y FASE DEL CICLO ESTRUCTURAL.** Rocas de las fases geosedimentarias del vínculo geosinclinal o tectonotemas (**tectonotemas I a IV**, Borrello) están limitadas en sus bases y techos, respectivamente, por superficies de **cambio** litológico y estructural que responden a la categoría de **discontinuidades** (Borrello) llegando en las zonas de mayor tectonización regional a evidenciarse simplemente como discordancias (angulares o paralelas) que corresponden a la acción de los movimientos sucesivos que se denominan **embriotectónicos** (Argand) entre la vacuidad y el flysch (**discontinuidad subtectónica**), de la **tectónica geosinclinal principal** (Aubouin), (**discontinuidad catatectónica**) entre el flysch y la molasa, de la **tectónica de fondo** entre la molasa y neomolasa (Argand) (**discontinuidad anatectónica**) y tafrotectónicos (Krenkel) al comienzo de esta última sedimentación.

**Una octava ley geotectónica: IRREVERSIBILIDAD DE LOS PROCESOS GEOTECTONICOS.** Una zona geosinclinal desarrollada entre la anorogénesis y la cratogénesis transformada en **orógeno** (Kober) o **armadura** (Borrello), acusa el plan de desenvolvimiento episódico enmarcado por los **ciclos geotectónicos, geosedimentario, geomagmático y geoestructural** en orden creciente, progresivo, sin retornos o alteraciones en el plan fundamental al que las propias fases de tales ciclos se ajustan, de manera que los mismos son **irreversibles**. La recurrencia del flysch es de carácter excepcional y asimismo lo es la aparición ocasional prematura de las molasas en la base de éste.

**Una novena ley geotectónica: DE LAS TECTONICAS SUPERPUESTAS.** El encadenamiento progresivo de las estructuras geosinclinales conservando sus volúmenes y estilos geológicos de origen da lugar en el montaje o apilamiento al establecimiento de los procesos de las **tectónicas superpuestas** (Wegmann) cuyos límites generales son los de cada orógeno y, en particular, son sus deslindes los dados por los cambios en cada fase estructural.

**Una décima ley geotectónica: DE LOS GEOSINCLINALES COMO ELEMENTOS DE CRECIMIENTO CONTINENTAL.** La expansión de las áreas emersas nucleadas en el ámbito de los **cratones** (o **plataformas**, cuando tienen cubierta de la sedimentación por epirogénesis) tiene lugar en función de la evolución **geosinclinal** cuando por anejió n surgen las cadenas (peripacíficas) o bien al generarse los **geosinclinales** situados entre dos áreas rígidas preexistentes (alpinas), con exclusión del propio desarrollo trascrató nico o epicrató nico, en cada caso, ya que las armaduras desde que se formaron resultan elementos nuevos del paisaje y estructuras terrestres.

Las leyes geotectónicas enunciadas, a título preliminar, no dejan de señalar por otra parte el plan integral que se advierte como hecho unitario en la transformación de la corteza del Globo. Es harto probable que con la marcha de las investigaciones los autores puedan proporcionar otros elementos de juicio, científicos y especulativos, que sirvan para innovar o acrecentar el cuerpo o número de las mismas en lo futuro.

## COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

**Geosynclines**, por Jean Aubouin, 335 p., 67 fig., 2 tabl. Elsevier, Amsterdam, New York. 1965.

Aunque para los geólogos toda la corteza terrestre puede ser un vasto pangeosinclinal, los geosinclinales son estructuras definidas que ahora vislumbramos como vientres gigantes del Geoide en donde nacen las cadenas de montaña. Este alumbramiento tectónico se produjo varias veces y la faz de la Tierra tiene desde la época más remota (Arcaico) descendencias orogénicas sistematizadas por la geología en los testimonios de eras tectónicas de gran magnitud, en gran parte conocidos, sobre todo en Europa.

El Prof. Jean Aubouin ha escogido como tema de su gran obra publicada el examen moderno de los geosinclinales alpinos, esto es el estudio de la más joven cadena montañosa que se alza contiguamente al borde del mediterráneo y se proyecta al campo asiático denotando hermandad estructural y cronológica con las cordilleras andinas de América del Sur. Por esto el distinguido colega vino a la Argentina y Chile a objeto de ampliar el conocimiento especulativo de una tectónica comparada que actualizara, mancomunadamente con geólogos argentinos, la correspondencia estructural entre Alpes y Andes al plazo de muy breve futuro.

No es esta obra un fruto aparte de la tenaz labor científica del Prof. J. Aubouin. Es, por entero, una consecuencia directa, inmediata y cabal de sus investigaciones sobre geosinclinales y orogénesis realizadas con minuciosidad y acierto en el decurso de casi tres lustros de ininterrumpida labor. Haug, Argand, Glangeaud y Lutaud, le brindaron sin duda, entre otros el acceso para el dominio de la escena estructural tan claramente impreso en el texto de su libro y en la expresión de sus grabados que lo complementan en forma sobresaliente en el desenvolvimiento de las sucesivas exposiciones brindadas al lector en dieciséis racionales capítulos completos.

Una primera parte de la obra, tres capítulos, fue destinada por Aubouin a la revista histórica del problema de los geosinclinales y parte con Hall, el largo temario que involucra las tendencias de un siglo científico sobre la materia jalonada con los resultados de Dana, Haug, Schuchert, Stille, el gran maestro germano recientemente desaparecido, Kay, Poyve y Sinitzyn. Entre las clasificaciones ofrecidas figuran la de los geosinclinales propias del autor mantenida en límites clásicos de las terminologías aplicadas internacionalmente.

La segunda parte consagrose en sus cuatro capítulos a la identificación del concepto europeo de geosinclinal intercratónico con el desarrollo de las cadenas mediterráneas del ciclo alpino. El tipo analizado es el de los Hellénides exponente de sus mejores estudios científicos cumplidos fuera de Francia en Grecia, Yugoslavia e Italia. La evolución paleogeográfica (Triásico-Plioceno) es la premisa que advierte la profundidad del análisis logrado en el trabajo con la fundamental distinción de organización y evolución geosinclinal. La

cuplamio-eugeosinclinal en esencia encauza los límites de la organización aludida. Tres periodos sucesivos: geosinclinal, tardío-geosinclinal y postgeosinclinal, indican los cambios del proceso orogénico (tectogénesis) en la evolución. La vacuidad, el flysch y las molasas son las formas representativas del desarrollo y los depósitos de sus facies testimonian una verdadera sistemática estructural sedimentaria en el trance de la orogénesis.

Aspectos de sedimentación, metamorfismo, magmatismo, tectónica y emplazamiento geosinclinal, incluyendo los problemas de orogénesis y embriotectónica integran la siguiente tercer parte del estudio compuesto por ocho capítulos. En la estructura debe destacarse el cuadro de la llamada tectónica superpuesta que perfecciona el criterio anterior del estilo alpino, indiscriminado no obstante la secuencia tectono-cronológica que es su verdadera condición característica. En una parte última, la quinta, en un solo capítulo, se sintetiza el cuantioso volumen de observaciones reunidas por el autor y se anexa una comparación con otras cadenas europeas de mayor edad geológica (hercínica, caledónica y precámbrica).

Una extensa lista bibliográfica acompaña al escrito. Las referencias americanas están consignadas selectivamente. Las obras de autores rusos figuran por igual con el acerbo monográfico europeo. Geosinclinales (del Prof. J. Aubouin es indiscutiblemente un trabajo completo y actual en su género para el conocimiento y estudio de los elementos geosinclinales mediterráneos. Es la tónica científica de una escuela francesa ágil y moderna sobre geosinclinales. Sus conceptos tradicionales) son de aplicación general para la investigación de las propias estructuras del ámbito andino, donde los geosinclinales por ser continuos desde el Precámbrico al Mesozoico-Terciario abren las puertas de una nueva escuela geotectónica en el país. El aserto anticipa un auspicioso enlace en adelante con la gran escuela de París con vistas a alcanzar un mejor discernimiento estructural de los geosinclinales y orógenos mesógenos y andinos y de sus respectivas plataformas conexas.

En *Geosynclines*, el Prof. J. Aubouin ha logrado compendiar un denso tratado de esta compleja materia, con estilo, sensiblemente claro y objetivo, al alcance de investigadores y alumnos de geología de nuestros institutos especializados. La realización editorial de Elsevier es de relevante jerarquía científica y sobria presentación con una sobrecubierta que es privativa de una nueva serie publicada bajo la rotulación de adelantos en Geotectónica.

**GEOLOGIA**, por Bermudo Meléndez y José María Fuster, 687 p figs., cuad. Paraninfo. Madrid, 1966. Con prólogo de Francisco Hernández Pacheco.

Los autores que son conocidos en nuestro medio científico, ofrecen en esta oportunidad y bajo el título de *Geología* un aporte actualizado de la materia con vistas a su mejor aplicación por estudiantes de las facultades y escuelas de España. Es obvio señalar la extensión de esta utilidad en la preparación de los alumnos de nuestras propias facultades que disponen de bibliografías limitadas para el grado en

que al presente requiere el aprendizaje fundamental de la llamada Ciencia de la Tierra.

Los profesores Meléndez y Fuster, presentan su obra de preferente escenario hispano estructural en veintitrés capítulos. Los dos primeros están reservados a las generalidades del tema introductorio que arranca con la definición y naturaleza del cuerpo terráqueo. Nueve capítulos asignados al tratamiento de la geodinámica externa donde entre otros temas considerados se destacan el agua subterránea y la acción geológica del mar culminando con la descripción de las rocas sedimentarias que descritas abordan la exposición de las sustancias minerales de génesis hidrocarbурadas. La parte siguiente con seis capítulos encara el estudio de los aspectos geodinámicos internos de la Tierra. La isostasia y las teorías orogénicas, la tectónica, las rocas endógenas con el vulcanismo y la indole del metamorfismo con sus rocas representativas configuran una asociación temática complejiva de neto estilo moderno conjugado con magnífica accesibilidad y orden metódico.

Los últimos seis capítulos fueron redactados para exponer sistemáticamente los cuadros clásicos de la geología histórica. Para ello se dan liminarmente los conceptos que hacen a la introducción de la estratigrafía, paleontología, correlación estratigráfica y lo atinente a la cronología absoluta, donde se reseñan los métodos radiactivos que intervienen en las vías accesibles de la datación de las rocas en grandes y cortas edades mensurables. En esta extensa sección de la obra las eras geológicas se describen a partir de la Arcaica a la cuaternaria aportándose todo cuanto se requiere para la ilustración de las divisiones estratigráficas, ciclos orogénicos, paleogeografía, faunas y floras para pasar a la descripción sucinta de los sistemas comprendidos en las mismas. La documentación objetiva e ilustrada en estos casos son elocuente testimonio del dominio que los autores poseen en el arte descriptivo de los pasajes históricos de la geología de la península ibérica de cuyos problemas son investigadores consagrados.

No es dable lograr con obras de compendio el propósito que reclaman libros de este género complejo y delicado. Los profesores Meléndez y Fuster, han alcanzado sus objetivos que trascienden de las exigencias didácticas y se encumbran en un fuero científico que sobresale gravitacionalmente del texto preparado como consecuencia del sentido impreso a la obra desde su comienzo. Por ello la Geología de ambos colegas distinguidos y guía singular para quienes deseen penetrar gustosamente en la estructura geológica preciosa del suelo español.

La Editorial Paraninfo siguiendo su inconfundible y tradicional sello impresor ha presentado la obra con tipografía de extrema claridad. Las figuras son, como los esquemas incertados en el libro, de precisa reproducción. Llamativa es por cierto la cubierta del volumen que luce estilizado motivo paleontológico.

Sugerimos su lectura en todos los niveles facultativos y en los de aquellos en que movidos por natural inquietud de buen conocimiento amplian su cultura general con obras que, como lo será la comentada, sirven para enriquecer decididamente las fuentes disponibles de nuestra cultura.

A. V. B.

Se terminó  
de imprimir en la  
segunda quincena de  
abril de 1969, en los  
Talleres de la Dirección de  
Impresiones del Estado  
y Boletín Oficial de  
la provincia de  
Buenos Aires.

#### INDICACIONES A LOS AUTORES

- a) Los originales — sin excepción — deberán ser dactilografiados a dos espacios y en hojas escritas en una sola cara.
- b) Los gráficos que incluyan tendrán que ser confeccionados a tinta china indeleble. Las fotografías se presentarán en papel brillante y llevarán la indicación de las medidas a que se reducirán para la impresión. De preferencia todos los grabados irán dentro del texto; excepcionalmente se aceptarán láminas fuera de texto en casos altamente justificados.
- c) Los trabajos incluirán una lista bibliográfica que se intitulará en todos los casos "Obras citadas en el texto". La misma se ordenará alfabéticamente por autor. Dos o más trabajos de un mismo autor serán discriminados por letras a), b), c), según el orden cronológico de aparición de los mismos. A continuación del autor, irá el año de edición del trabajo. En la cita se omitirá la mención de los datos superfluos y la consignación del tomo, volumen, página; etc., se hará con las respectivas iniciales. El título del trabajo se indicará en forma completa, sin excepción.
- d) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto de todos los trabajos y se referirán a la lista correspondiente agregada al término de los trabajos que se publican.
- e) Los autores harán la revisión de sus artículos en los originales que entreguen, dado que no es norma remitir las pruebas tipográficas para correcciones, responsabilizándose la Comisión solamente de los errores comunes que resulten de la impresión.
- f) Se aceptará el uso de "bastardilla", que se indicarán subrayadas en línea simple, y "negrita", que se subrayará con doble línea llena.
- g) Los autores recibirán sin cargo, cincuenta separatas de sus trabajos publicados. Un número mayor de éstas correrán por cuenta de los mismos y se harán a pedido en la circunstancia de la entrega de los originales.
- h) La Comisión de Investigación Científica adopta para ANALES y a objeto de las respectivas citas bibliográficas, la siguiente abreviatura: "An. Com. Invest. Cient. Bs. As."

#### DIRECTIONS FOR CONTRIBUTORS

- a. All contributions must be *typed* double-spaced throughout on one side of paper.
- b. *Drawings* must be made in black India ink. *Photographs* must have a glossy finish and must be accompanied by instructions about the size they must be reduced to for print. *Illustrations* had better be incorporated into the text. An illustration would only be printed separately in a very exceptional case.
- c. A *bibliographic list* is to be supplied for each contribution and the surnames of authors arranged in alphabetical order, after the name, the full title of the work, place publisher, year of publication.
- d. *Footnotes* should be numbered serially throughout the text and the footnotes themselves typed at the end of article.
- e. Authors are urged to send the original without mistakes because contributions are not sent back for proofing. The Editor's office is only responsible for the *proofreading* of the galley proofs.
- f. A single underline is used for *italics* and two underlines for **BOLD FACE**.
- g. Authors will receive fifty *reprint copies* free of charge.
- h. For Anales of the Comisión de Investigación Científica de Buenos Aires, is adopted the following abbreviation: "An. Com. Invest. Cient. Bs. As."

---

Inscrito en el Registro de la Propiedad Intelectual

---

## I N D I C E

	Pág.
J. AUBOUIN y A. V. BORRELLO — Cadenas andinas y cadenas alpinas: Observaciones sobre la geología de la Cordillera de los Andes en el paralelo de la Argentina central .....	9
A. P. CALMELS y M. MATSCHINSKI — El índice de ensanchamiento de los granos de arena (de los rodados, de los diferentes detritos, etc.) y su aplicación al estudio de las arenas de las playas de Cotentin (Francia) .....	37
H. LUNAZZI DE JUBANY, M. CUSMINSKY, S. JÁUREGUI DE MELE, L. CH. DE AZCONA, E. P. CASTRO — Análisis de las pautas normativas de Gesell en 100 niños estudiados longitudinalmente del nacimiento al año de edad .....	71
CARMELO I. C. DE FERRARIIS — Estudio estratigráfico de la Formación Río Negro de la Provincia de Buenos Aires. Sus relaciones con la región nordpatagónica .....	85
M. MATSCHINSKI, A. P. CALMELS y E. FERRANDI — Sobre el problema geomorfológico del alineamiento de las cumbres en la región del lago Buenos Aires y la determinación de las líneas tectónicas en la parte sur de la Cordillera de los Andes .....	167
S. R. OLIVIER, A. ESCOFET, J. M. ORENSANZ, S. E. PEZZANI, A. M. TURRO y M. E. TURRO — Contribución al conocimiento de las comunidades bentónicas de Mar del Plata .....	185
EUGENIO PUCCIARELLI — Modernas teorías sobre la angustia .....	207
M. A. RESTELLI y F. C. ITURRIZA — El azocarmín y la hematoxilina plúmbica en la tinción de células de la pars distalis de la hipófisis de congrejo, sapo y gato .....	225
JORGE EDGARDO CRUZ — Dosimetría clínica en telecobaltoterapia .....	241
R. A. RONDEROS, L. A. BULLA, J. A. SCHNACK, J. C. VES LOSADA — Estudio del pleuston y bafon de las lagunas de Chascomús y Yalca (provincia de Buenos Aires) .....	311
<b>NOTAS CIENTÍFICAS:</b>	
ANGEL V. BORRELLO — Sobre leyes geotectónicas .....	393
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS .....	397

EDITOR: DR. LUIS A. BONTEMPI

COMISION DE INVESTIGACION CIENTIFICA

Calle 526 — 10 y 11 — LA PLATA

PROVINCIA DE BUENOS AIRES — REPÚBLICA ARGENTINA

*Distribuidora exclusiva y ventas: LIBRART, S. R. L. CORRIENTES 127, BS. AIRES*

NOTA: La exposición y conclusiones de cada trabajo tienen en cada caso como única responsabilidad la de su autor.