

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

CARLOS A. ROUSSEAU, Estudio hidrogeológico de la zona de Media Agua, departamento Sarmiento, provincia de San Juan	139
RODOLFO M. CASAMIQUELA, Un anuro gigante del Mioceno de Patagonia	171
MARIO E. TERUGGI, VÍCTOR E. MAURINO, TULIO A. LIMOUSIN y OSVALDO C. SCHAUER, Geología de las sierras de Tandil.....	185
ELSA FERNÁNDEZ DE ALVAREZ, Contribución al conocimiento de la fauna de Uquía. (Provincia de Jujuy, República Argentina)	205
BERNABÉ J. QUARTINO, Mirmequitas y pertitas en un leucogranito de Aysen ..	223
OSVALDO A. REIG, Primeros datos descriptivos sobre nuevos reptiles arcosaurios del Triásico de Ischigualasto (San Juan, Argentina).	257
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	271
NÓMINA DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA	275

BUENOS AIRES
REPUBLICA ARGENTINA

1959

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. TOMÁS SUERO; *Vicepresidente:* DR. MARIO TERUGGI; *Secretario:* DR. EDGARDO O. ROLLETTI; *Tesorero:* DR. JULIÁN FERNÁNDEZ; *Vocales Titulares:* DR. ARTURO J. AMOS, DR. MARCELO T. YRIGOYEN, DR. BERNABÉ QUARTINO. *Vocales Suplentes:* DRES. CARLOS MENÉNDEZ Y FÉLIX ROBRIGO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DRES. MARIO TERUGGI, ARTURO J. AMOS Y MARCELO YRIGOYEN.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

1) Los autores se ajustarán, en la preparación de sus originales, a las siguientes indicaciones:

1) Los originales deben ser escritos a máquina — *ne varietur* — a dos espacios y con las hojas escritas en una sola de sus caras.

2) La lista bibliográfica llevará por título: "Lista de trabajos citados en el texto". Será confeccionada por orden alfabético, según sus autores y en orden cronológico cuando se citen varias obras del mismo autor. Si dos o más obras del mismo autor han sido publicadas en el mismo año, se distinguirán con las letras *a, b, c*, etc. Las respectivas citas llevarán las indicaciones siguientes: apellido completo e iniciales del nombre del autor; título completo de la obra; lugar y fecha de publicación. Tratándose de artículos aparecidos en publicaciones periódicas, se incluirá el nombre de las mismas convenientemente abreviado, con indicaciones del tomo y la página en que dicho artículo se encuentra. Se evitará el uso de términos superfluos tales como tomo, volumen; páginas, etc. A este efecto y para evitar confusiones, los números para distinguir los tomos se escribirán en caracteres romanos y aquellos referentes a las páginas en caracteres arábigos.

3) Las citas bibliográficas deberán ser incluidas en el texto y referirse a la lista bibliográfica inserta al final de cada artículo.

4) Las ilustraciones consistentes en dibujos deberán ser confeccionadas en tinta china indeleble. A los efectos de su mejor reproducción, es conveniente que ellas sean presentadas a doble tamaño del que serán publicadas.

5) Los autores subrayarán con línea *entera* los vocablos que deban ser compuestos en bastardilla; con línea *cortada* los que deban ir en versalita y con línea *doble* los que deban ser compuestos en negrita.

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a

PERU 222, Buenos Aires (Rep. Argentina)

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XIII

Julio de 1958

Nº 3

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA ZONA DE MEDIA AGUA
DEPARTAMENTO SARMIENTO, PROVINCIA DE SAN JUAN

Por CARLOS A. ROUSSEAU

RESUMEN

A base de los datos aportados por cerca de 35 perforaciones, a reconocimientos geológicos expeditivos y a un estudio de prospección geoelectrica, se estudiaron las características hidrogeológicas de la zona entre el Río San Juan y las primeras estribaciones de la Sierra Chica del Zonda.

Hacia el Este se comprueba la existencia de una gruesa cubierta de sedimentos *fluvio-lacustres*, asignados al Pleistoceno, los que no han sido atravesados por las perforaciones en su espesor total. Las acuíferas alcanzadas, corresponden allí a capas de arena fina y gravillas, de espesor y extensión areal no uniforme e irregular, intercaladas en esos sedimentos. En la irregularidad de esas capas acuíferas radica uno de los principales problemas en la exploración y explotación del agua subterránea en la región. La distribución y movimiento del agua subterránea en la parte oriental están evidentemente sujetos a un "control" sedimentario. Se pudo dividir aproximadamente esta zona oriental en siete áreas hidrogeológicas, comprobándose que las más productivas, en lo que a agua subterránea se refiere son las ubicadas al nordeste.

De las observaciones realizadas en la zona occidental, comprendida entre la Sierra Chica del Zonda y la vía férrea del ferrocarril de Mendoza a San Juan (F. C. San Martín), se comprobó la existencia de un gran cono de deyección (Río del Agua), que uniéndose a otros conos (quebrada de la Flecha y Río Acequión), forman los típicos *alluvial fans* al pie de la sierra. Si bien se supone que el cono de deyección mencionado en primer término, juega un importante papel como elemento hidrogeológico, no se ha podido conocer el carácter del mismo con exactitud, pero todos los indicios parecen indicar que no hay aportes de agua subterránea desde el oeste hacia el este. Factores de índole sedimentario y fallas de comprobada existencia regional también parecen actuar en tal sentido.

En consecuencia, se supone que la Zona de Media Agua es hidrogeológicamente un apéndice distal de la cuenca subterránea del Valle del Tulún, recibiendo las acuíferas sus aportes hídricos principalmente desde el norte.

1

This One



GCXR-QPW-B5P9

Hasta la profundidad máxima (345 metros) alcanzada por las perforaciones en la zona oriental, no se han atravesado napas surgentes, si bien las mismas son por lo general de niveles piezométricos de valor reducido pero negativo. Se trata de acuíferas poco caudalosas, siendo generalmente la calidad del agua de regular a malo. Se pudo comprobar además que un elevado porcentaje de las perforaciones existentes han fracasado por fallas técnicas de construcción o terminación, no habiéndose ajustado las mismas a ninguna planificación ni estudio geológico previo.

Se sugiere la aplicación de procedimientos técnicos apropiados para la perforación y terminación de los pozos, proponiéndose además la ubicación de tres pozos de exploración, uno con profundidad de 800 metros en la zona de San Carlos, al sur de Media Agua, y los otros dos en la zona de la estación Cañada Honda, a una profundidad de 300 metros.

No se descarta, finalmente, la posibilidad de encontrar acuíferas con buenos rendimientos de caudal en los sedimentos del Terciario, pero es evidente que esas aguas serán por lo general muy mineralizadas.

ABSTRACT

Hydrological features between Rio San Juan and Sierra Chica del Zonda based on wells, geophysical and geological observations are given.

I. INTRODUCCION

El presente informe corresponde al estudio hidrogeológico de la zona de Media Agua, departamento de Sarmiento, al sur de la provincia de San Juan. Si bien el objetivo inicial de este trabajo fué el de conocer las posibilidades de explotación de agua subterránea para fines de regadío en la localidad de San Carlos, al sur de Media Agua, el estudio se extendió a toda la zona con el propósito de obtener una noción más amplia sobre el cuadro hidrogeológico regional, y de allí poder extraer conclusiones para la zona de mayor interés en particular.

El estudio consistió en un análisis de las condiciones hidrogeológicas de toda la zona, con revisión de los resultados alcanzados por las perforaciones para agua, de observaciones geológicas realizadas al oeste de la zona, y de un estudio geofísico de prospección geoelectrica por el método de medición de resistividades.

La zona de Media Agua es una región agrícola, cuyos cultivos principales son la vid y los frutales. El riego se ha venido efectuando hasta hace muy poco tiempo, exclusivamente por la red de canales del sistema de regadío del río San Juan. No obstante, en los últimos años el aumento del área cultivada en toda la región del Valle del Tulún, ha creado el problema de la escasez del agua, especialmente

en la zona de Media Agua, por hallarse en el extremo meridional de esa red de riego. Ello motivó que a partir de 1950 se iniciaran con mayor intensidad los trabajos de perforación para alumbramiento de agua subterránea, trabajos que han tenido resultado diverso. *Muchas perforaciones han fracasado o no producen el rendimiento esperado, por marcadas deficiencias técnicas de construcción. En otros lugares son las características hidrogeológicas desfavorables, las que han incidido para que elevadas inversiones en obras de este tipo no aportaran resultados positivos o por lo menos satisfactorios.*

Como base topográfica para el presente trabajo se utilizó parcialmente el plano de la zona bajo riego del río San Juan, escala 1 : 50.000, confeccionado por el Departamento de Hidráulica de la Provincia en enero de 1953, y parcialmente planos en escala 1 : 5.000 para ubicación de los perfiles geoelectricos.

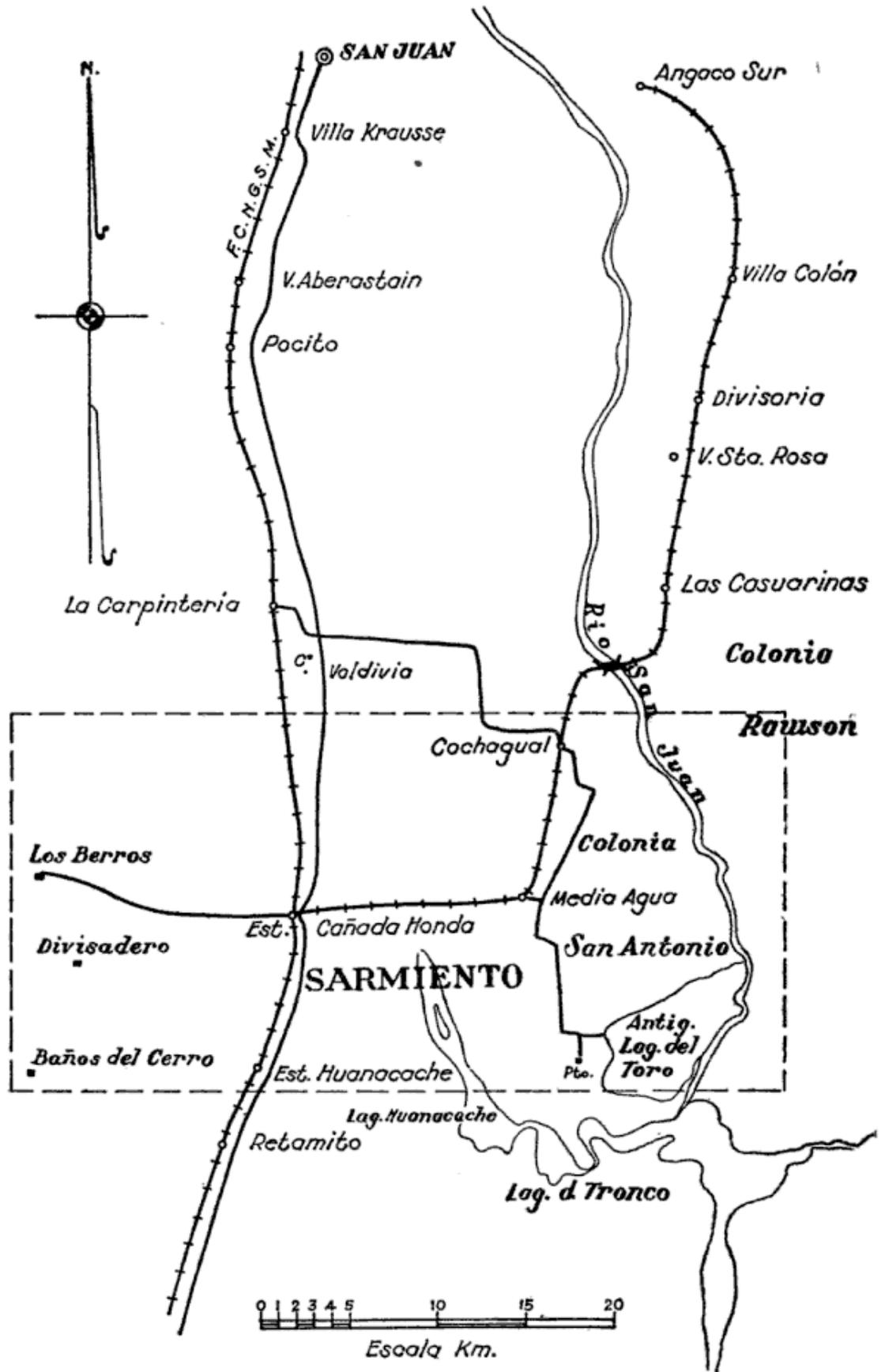
II. RASGOS GEOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS

La zona estudiada, con una superficie aproximada de 1.000 kilómetros cuadrados, se extiende entre el río San Juan, al este y el faldeo oriental de la Sierra Chica del Zonda, al oeste, correspondiendo su latitud geográfica al paralelo 32 (latitud Sur) aproximadamente, el que pasa algo al sur de la Villa de Media Agua.

Hacia el este se extiende una vasta llanura que forma parte de la planicie aluvional del río San Juan, y cuya altura sobre el nivel del mar oscila alrededor de los 540 metros, correspondiendo el área más baja a las lagunas situadas al sudeste del área estudiada. Tales son, entre otras, las lagunas del Toro, de la Balsita y del Rosario, a las que eventualmente llegan las aguas del río San Juan, y en las que prácticamente se encuentra el nivel base de erosión del río.

A partir de la línea determinada por la ruta nacional n° 40, esa llanura va ascendiendo paulatinamente hacia el oeste, hasta una altura de 600 metros sobre el nivel del mar, en las proximidades de la línea férrea del Ferrocarril San Martín (línea de Mendoza a San Juan), y de 800 metros sobre n. m., al pie de la sierra.

Al oeste de la vía férrea el relieve está cortado por numerosos lechos de ríos secos, que bajan de las quebradas del Pedernal, Aguaditas, Los Berros, La Flecha, etc. La quebrada del Río del Agua corresponde a un *canal de descarga* en cuya desembocadura se sitúa el ápice de un cono de deyección de considerables dimensiones, y cuya área de desarrollo comprende la zona situada al oeste de la línea del ferrocarril,



Plano de ubicación

principalmente entre las estaciones Huanacache y Cañada Honda, considerándose que su borde distal estaría próximo a la línea citada. No existen ríos con agua permanente, tratándose de los típicos ríos secos cuyas corrientes esporádicas adquieren marcada competencia para el arrastre de materiales, al producirse lluvias torrenciales.

Geomorfológicamente, y de acuerdo a la clasificación de von Engenl (7, pág. 60), la zona de estudio comprende dos unidades distintas. En su parte occidental se extiende una *planicie pedemontana*, con su margen oeste formada por la zona montañosa de la Precordillera, de la cual derivan los materiales que la forman. Hacia el Este esta planicie pasa gradualmente a una unidad geomorfológica distinta, tal cual es la planicie fluvio-lacustre del río San Juan, con sus característicos sedimentos de textura fina.

III. GEOLOGIA

Como etapa inicial del trabajo se fueron efectuando las siguientes tareas:

- 1º Revisión analítica de la información geológica existente, y que pudiera tener relación con la zona de estudio.
- 2º Reconocimiento geológico expeditivo de la zona cerro Valdivia, Los Berros, Quebrada del Agua del Pedernal, Las Aguaditas, Divisadero y estación Cañada Honda.

Los informes geológicos existentes hacen referencia principalmente a la Sierra Chica del Zonda, y salvo algunas referencias localizadas de Tapia (15, pág. 22) para la parte occidental del área estudiada, sólo se dispone de datos de carácter regional (Groeber (10), Tapia (15), Rodríguez (13), Zakalik (16), en lo que a la parte oriental concierne.

En la región estudiada se hace indispensable el conocimiento del cuadro geológico de la zona a fin de poder comprender mejor los fenómenos de distribución y movimiento del agua en el subsuelo. En principio, ya de la descripción de los caracteres geomorfológicos se desprende la existencia de dos zonas distintas, cuyo límite podrá demarcarse convencionalmente por la línea férrea del F. C. San Martín (línea Mendoza-San Juan).

Zona Oriental: Al Este se ha comprobado que debajo de una delgada cubierta de sedimentos recientes existe un espesor considerable de sedimentos fluvio-lacustres, que las perforaciones para agua realizadas en la zona, algunas con profundidad total de 350 metros, no han atravesado

en todo su espesor. Estos sedimentos están constituidos por capas arcillosas y limosas, de color rosado a pardo claro y grisáceo, con intercalaciones de limos pardo grisáceos, y niveles tobáceos.

Se intercalan también en este perfil, a distintas profundidades, estratos de arena fina a mediana y capas de conglomerado fino (gravillas), todo de espesor variable, y de color gris a verde oscuro, estando compuestos los conglomerados de granos subredondeados a subangulosos de cuarzo, pedernal, cuarcita verdosa, grauvacas y rocas efusivas (nótase la falta de rodados de caliza).

Las capas de arena y gravillas tienen un carácter lenticular, y son de importancia, pues ellas constituyen las acuíferas productivas de la zona.

Por otro lado, se desconoce el substratum de este complejo sedimentario, ya que las perforaciones no lo han atravesado totalmente, pero es de suponer que debajo del mismo se disponen capas del Terciario (Plioceno-Grupo Calchaquí).

Los sedimentos fluvio-lacustres que se citan en los párrafos precedentes han sido asignados al *Pleistoceno Superior*, correlacionándolos, al menos en sus niveles superiores, con el *Lujanense*. El hallazgo de abundantes restos de *gasterópodos* fósiles de agua dulce, en las perforaciones realizadas en la zona, confirma el carácter lacustre de algunos niveles de los sedimentos atravesados. Esos hallazgos son los siguientes:

Pozo n° 7: Colonia San Antonio, entre 132,50 y 137,50 metros de profundidad, en capas de arena fina a mediana. (Comunicación verbal del ingeniero Herrero).

Pozo n° 28: *Cochagüal*, en distintas profundidades en intercalaciones arenosas a partir de los 200 metros de profundidad. (Comunicación verbal).

Tapia (15, pág. 22), haciendo referencia a estas capas en sus afloramientos de la zona de la estación Cañada Honda, habla de: "una potente acumulación lacustre y fluvial, sobre todo en su porción superior, cuya dispersión en los valles antecedentes de la Precordillera es sencillamente extraordinaria". Según el mismo autor, están finamente estratificados y en posición horizontal, conteniendo abundantes *Hidrobias*, correlacionando estos sedimentos con las llamadas "*capas de Borbollón*", que son sedimentos fluvio-lacustres compuestos de arcillas, cenizas volcánicas y arenas alternantes, características en la zona de Borbollón, Mendoza.

En resumen, corresponden estos sedimentos en la zona de Media Agua, a los sedimentos fluvio-lacustres cuaternarios de gran dispersión en las llanuras de pie de sierra y en ambientes precordilleranos, y cuya distribución ha sido señalada por Tapia en su *Ensayo Paleogeográfico de los Grandes Lagos Cuaternarios*. Tapia (15, pág. 58 A). Amplias referencias sobre este tipo de sedimentos pueden encontrarse en el trabajo de Groeber y Tapia (11, pág. 19) y Rodríguez (13, pág. 22 y sig.).

Tal como ya dijéramos las capas de arena y gravillas representan en su mayor parte intercalaciones de origen fluvial, las que tienen fundamental importancia en la hidrogeología de la zona, porque ellas constituyen primordialmente las capas acuíferas. Su origen debe buscarse en los sedimentos que se acumularon en el fondo de los cauces cuando disminuyeron las crecientes. Ello explica el carácter lenticular y las variaciones en espesor y extensión de esas capas. Tal como lo anotan Dunbar y Rodgers (8, pág. 31 y sig.), refiriéndose a este tipo de sedimentos, esta irregularidad se manifiesta no sólo en sentido horizontal sino también en el vertical, ya que el curso del río ha tenido un carácter divagante a través de toda su historia.

Gran parte de estos sedimentos han sido entonces depositados por el río San Juan, el que actualmente también muestra en su lecho a la altura de la zona de Media Agua, un franco predominio de sedimentos finos (gravillas, arenas finas, etc.). Son los característicos sedimentos depositados en la planicie aluvial, en el curso inferior del río, en donde se produce la acumulación de sedimentos de textura fina, constituyendo los típicos depósitos del *flood-plain* (llanura aluvial o planicie de inundación).

Se observa también que mientras la arena y grava fina es transportada y finalmente depositada en el cauce del río, el material más fino, como limo y arcillas, es dispersado sobre la llanura al producirse el receso de las inundaciones, originadas por el aumento esporádico del caudal río. Realmente, los depósitos que el río ha dejado al presente no son representativos de toda la columna de sedimentos aluviales, y esto se debe al hecho de que el río ha ido cambiando su régimen.

Las condiciones de deposición de esos sedimentos explican en parte el cuadro hidrogeológico de la zona, a la vez que inciden indirectamente en los problemas de exploración y explotación del agua subterránea.

Resumiendo, vemos entonces que esa gruesa cubierta sedimentaria

de material detrítico proviene de la erosión de las áreas positivas del Oeste, y que fué depositada por el río San Juan y sus tributarios, ya en el cauce de los mismos, o en vastas superficies por acción de las inundaciones areales. El material muy fino fué así llevado a los lagos o "playas" que ocupaban la parte más baja de las depresiones, en donde se depositaron en forma de capas lacustres bien estratificadas, o como *playa clays* (arcillas de playa). En algunos casos esas capas lacustres quedaron interestratificadas con el aluvio o sedimentos aluvionales más gruesos. Una parte de esos sedimentos pudo a su vez haber sido erosionado o redepositado en forma de dunas o depósitos de "loess", que abundan al Este. Un buen ejemplo similar de capas lacustres intercaladas en sedimentos aluviales, es citado por Meinzer para el Valle de San Simón, en Arizona y Nueva México, EE. UU. (Meinzer, ¹², p. 297).

En la zona de Media Agua, en donde los registros litológicos aportados por las perforaciones son poco explícitos, es muy difícil el separar los sedimentos finos aluvionales de las capas lacustres. No obstante a los efectos del problema hidrogeológico, nos interesa saber sobre la existencia comprobada de potentes capas arcillosas y limosas que actúan como buenas *capas confinantes*, y las que eventualmente llevan intercaladas capas arenosas o de gravillas que constituyen las *capas acuíferas*.

Zona occidental: Al poniente de la actual ruta n^o 40 comienza a elevarse la llanura ya descrita, en forma suave, aumentando la pendiente al oeste de la vía férrea, en donde se manifiesta con todos los rasgos típicos de una *llanura pedemontana*, culminando en su parte más elevada al pie de las estribaciones orientales de la Sierra Chica del Zonda.

La Sierra Chica del Zonda está compuesta principalmente de elementos paleozoicos, presentándose en forma de una serie de bloques escalonado y sobreelevados de este a oeste. Es de destacar que las fallas que separan tales bloques, son de rumbo preferentemente norte-sur, y de tipo inverso, y generalmente con el plano de fractura inclinado al Este, estando del mismo lado del labio alto (Braccacini,⁴ pp. 81-37).

Esa estructura de fallas, que también afectaría el subsuelo de la llanura pedemontana, puede jugar un rol de importancia en el movimiento del agua subterránea.

Debe agregarse que sobre el Carbonífero suele asentarse con un conglomerado basal, y aparentemente sin discordancia angular, los sedimentos del Terciario (Calchaqueño, Plioceno). Este está compuesto de margas y areniscas arcillosas, areniscas masivas de grano

mediano, con escasas intercalaciones conglomerádicas, siendo el conjunto de tonalidades preferentemente rosadas y rojizas. Existen afloramientos de estas capas en la zona de estudio, en los Berros y las Aguaditas, entre otros lugares.

Como depósitos más modernos aún, deben mencionarse los conos de deyección, uno de los cuales, y que se presenta con grandes dimensiones, tiene su ápice en la desembocadura del Río del Agua, Groeber (10, pág. 40) expresa que “estos conos de deyección de la Sierra Chica del Zonda no suelen llegar a la línea del ferrocarril de San Juan a Mendoza, que los corta excepcionalmente.

En cuanto a la relación estratigráfica entre estos conos de deyección y los sedimentos fluvio-lacustres que afloran al Este se plantea una discusión. En tal sentido Tapia (15, pág. 22) opina que son más modernos y se superponen a los sedimentos fluvio-lacustres. Por otra parte, es conveniente tener en cuenta que estos conos de deyección son de carácter compuesto, es decir, formados por varias series de depósitos pedemontanos superpuestos y originados en sucesivas reactivaciones de la erosión por elevación de la sierra. En tal caso no sería extraño que algunos niveles inferiores se hayan depositado sincrónicamente con los sedimentos de la planicie aluvional del este, existiendo así un *engranaje o reemplazo lateral* de los mismos. De ser cierta esta suposición esa interestratificación se produciría en el subsuelo, algo al oeste de la posición de la línea férrea, relación que sólo podrá ser comprobada por futuras perforaciones de exploración en esa zona. (Ver perfil transversal adjunto).

La perforación n^o 33 en la Aguadita no aportó ningún dato sobre el particular, ya que prácticamente entró directamente en los sedimentos del Terciario.

Finalmente debe señalarse la existencia de fallas que inclusive afectan los sedimentos de los conos de deyección en forma comprobada. Ver Amos (1, pág. 22) y Braccacini (4, págs. 77 y 78). Este hecho podría tener su marcada importancia al considerar la distribución y movimiento del agua del subsuelo en la zona.

Por último no debe dejar de citarse la existencia al noroeste de la zona estudiada de un bloque de basamento cristalino elevado, correspondiente al Cerro Valdivia, formado por elementos metamorfizados como anfibolitas, micacitas y cuarcitas, los que presentan similitud con las rocas cristalinas de la Sierra de Pie de Palo y los Cerrillos de Barbosa, situados al E-NE y al S, respectivamente, de la ciudad de San Juan. Sobre esos elementos cristalinos del Cerro Valdivia se dis-

pone una cubierta paleozoica constituida por areniscas cuarzosas y feldespáticas, que han sido asignadas al Carbonífero. Tanto el Cerro Valdivia como los Cerrillos de Barbosa, parecen formar parte de un cordón de basamento elevado, cuya existencia en el subsuelo implicaría la presencia de un umbral, actuando como elemento de importante rol en el movimiento y distribución del agua subterránea.

IV. HIDROGEOLOGIA

a) Características generales de la explotación del agua subterránea en la zona:

Cerca de 40 perforaciones cuya profundidad máxima alcanzada en un sólo caso es de 345 metros, y dispersas sobre un área de extensión considerable, suministran los datos incompletos de que se dispone sobre el agua subterránea de la zona. De todas esas perforaciones el mayor número se concentra en la parte nordoriental, lo que se justifica por tratarse de un área de explotación agrícola semi-intensiva.

Lamentablemente el 50 % de estos pozos son improductivos, por distintas causas, pudiendo ser imputadas en algunos casos a las condiciones hidrogeológicas desfavorables de por sí, pero en muchos otros a deficiencias técnicas de perforación y explotación. Queda así evidenciado el ejemplo de la zona de Media Agua, como el de una región en donde se ha encarado la explotación de agua subterránea sin estudios hidrogeológicos previos ni control de las perforaciones, transgrediendo técnicas básicas de perforación y explotación, todo lo que ha traducido en que, aun cuando se han efectuado inversiones elevadas, no se hayan obtenido resultados que las compensasen.

La mayor parte de las perforaciones han sido realizadas por capital privado, con excepción de las dos realizadas por el Departamento de Hidráulica de San Juan, una por Dirección de Arquitectura Escolar, otra por Obras Sanitarias de la Nación, y una más por cuenta de la Dirección de Minas y Geología.

b) Características hidrogeológicas de la zona oriental:

Las principales napas acuíferas de la zona, están constituidas por capas de arena fina, arena gruesa y gravillas intercaladas dentro del paquete arcilloso ya descripto para los sedimentos fluvio lacustres cuaternarios.

Del análisis de las características litológicas y sedimentarias de estos sedimentos se desprende el carácter irregular de las acuíferas de la zona, tanto en sentido vertical (espesores) como horizontal (extensión).

Por lo general, las acuíferas dan caudales pobres (insuficientes para regadío) aunque con presión artesiana suficiente para obtener niveles piezométricos negativos de valor reducido.

No se han alcanzado napas surgentes a profundidades sobre los 365 metros, desconociéndose si las hay a profundidades mayores. Se trata en general de aguas muy salinizadas de calidad generalmente no potables, e inadecuadas o malas para uso de riego. La napa freática, no muy bien definida, aparece a profundidades alrededor de los 4 a 50 metros, siendo por lo general de caudales pobres y agua de mala calidad.

Del estudio hidrogeológico de la zona, se ha podido efectuar una división en 7 áreas de características hidrogeológicas diferentes. Los límites de las mismas son, como es obvio, no bien definidos dado el número reducido de perforaciones, pudiendo arribarse a la conclusión de que las variaciones de un área a otra son esencialmente de carácter litológico. En consecuencia, en la zona oriental la distribución y movimiento del agua subterránea depende primordialmente de un "control" sedimentario ¹.

Las áreas demarcadas son, como se puede apreciar en el plano adjunto, alargadas en sentido Norte-Sur, notándose a partir del área n^o 4 en dirección Este-Sudeste un paulatino desmejoramiento de las condiciones del agua subterránea (disminución de caudales, reducción de espesor y continuidad de las acuíferas, etc.).

Esto explica tales circunstancias si se tiene en cuenta que las principales acuíferas han tenido esencialmente su origen por deposición de sedimentos del río San Juan.

¹ El término "Control geológico" ha sido introducido por Ferris y Sayre (9, pág. 718), en un trabajo publicado en 1955, estableciendo que las características geológicas de una zona aportan los más importantes controles en la continuidad hidráulica de las rocas y sedimentos, considerados como conductos naturales de agua subterránea. Esos controles ejercerán su influencia en la presión, dirección de movimiento, filtración, calidad y métodos y prácticas de explotación de las aguas del subsuelo. En resumen, que la geología de una zona controla en mayor o menor grado la distribución y movimiento de las aguas subterráneas. Ampliando tal concepto es que podemos hablar en una región de "controles sedimentarios" o "estructurales", según el caso.

Áreas hidrogeológicas: (Están marcadas en el plano con los números 1 a 7).

Zona n° 1 Colonia Fiscal: Comprende una faja alargada en sentido Norte-Sur, limitada al Oeste por la ruta nacional n° 40, y situada al Este de los campos de la Azucarera de Cuyo. Dado lo reducido de la dotación superficial de riego (canal Colonia Fiscal), se han hecho varios intentos de explotación de agua subterránea por parte de particulares y del Departamento de Hidráulica de la provincia de San Juan.

La perforación más profunda allí realizada (n° 12 del Departamento de Hidráulica) alcanzó los 300,80 metros, atravesando 3 acuíferas. La *primera* (11,90-13 m) es salobre (ver análisis n° 1), y de caudal muy pobre, ya que no dió al ensayarla más de 1,1 m³/hora. Se trata, evidentemente, de la napa libre.

La *segunda* acuífera, que no fué ensayada, fué encontrada entre los 64,50 y 72,75 metros de profundidad bajo boca de pozo. Finalmente se atravesó una *tercer* acuífera entre los 91,90 y 93,80 metros, siendo ésta de carácter ascendente con nivel piezométrico negativo de 9,15 m. Produce de acuerdo al ensayo 7,6 m³/hora, con una depresión de 9,35 metros. Se trata de una napa pobre, aunque de buena calidad y potabilidad. (Ver análisis n° II).

Recientemente se perforaron dos pozos en la misma Colonia Fiscal por cuenta de particulares.

El *pozo Elemoff* (n° 11) alcanzó las dos primeras napas del pozo anterior. Se ensayó la segunda (63,50-64,30) comprobándose que da agua de buena calidad, obteniéndose con compresor unos 15 m³/hora para 11 metros de depresión. Se calcula que con una bomba de profundidad se obtendrá un caudal de unos 36 m³/hora.

Por última el *Pozo Brizuela* (n° 13), situado a 2 1/2 kilómetros al norte del pozo n° 12, alcanzó en 54 metros bajo boca de pozo la segunda napa acuífera de los dos pozos anteriores. En resumen, las perspectivas de explotación de agua subterránea con fines de regadío son poco promisorias, ya que se trata de acuíferas pobres que dan caudales reducidos.

Con respecto al perfil litológico del pozo n° 12, conviene aclarar que se nota una mayor cantidad de capas de arena y gravillas intercaladas en el perfil, que en los pozos perforados más al Este. Existe una posibilidad de que parte del material clástico más grueso de este perfil provenga del oeste. No obstante, se plantea un interrogante al respecto, ya que faltan rodados gruesos, que con toda probabilidad deberían

aparecer dada la distancia relativamente corta a las áreas positivas del oeste. Sin duda se trata de un problema que debería ser investigado más cuidadosamente.

2) *Campos de Riveros, al oeste de la vía férrea.* — Esta zona se presenta con sus acuíferas no muy bien definidas, ya que por un lado existen pocas perforaciones, y por el otro algunas de ellas han sido abandonadas por deficiencias de construcción. (Se trata de los “embancamientos” con arena, como consecuencia del uso de filtros inadecuados). Parecen, además, incidir en el problema marcadas variaciones laterales de la sedimentación.

El *Pozo Furlotti* (nº 15) atravesó dos posibles acuíferas (no ensayadas) entre los 70-75 metros bbp. y 86-89 metros de profundidad. Al presente se explota una acuífera entre los 207,50 m y 229 m de profundidad bajo boca de poco, obteniéndose agua de buena calidad para regadío (análisis III), con un caudal promedio de 100 m³/hora.

A 4 kilómetros al norte de este pozo y un kilómetro al oeste de la estación Cochagual del F. C. San Martín, está el *Pozo Lanteri* (nº 18), que fuera recientemente perforado y que ya entró en producción. Entre los 80 y 90 metros la perforación atravesó una acuífera que da buenos caudales para regadío, 120 m³/hora, aunque la calidad del agua es mala, según lo comprobado en el análisis químico respectivo (análisis IV), pudiendo resultar nociva para los cultivos por su bajo índice de álcali. Esta napa acuífera parece corresponder a la atravesada en el pozo nº 15, entre los 70 y 89 metros de profundidad.

Los pozos 16 y 17 de la Sucesión Maurín explotan acuíferas ascendentes, cuya profundidad oscila alrededor de los 70 metros, siendo los caudales pobres y el agua de mala calidad. Un kilómetro y medio al oeste del pozo nº 15 está ubicado el *Pozo Maurín* (nº 14). Según los datos obtenidos ese pozo explotaba una acuífera a 140 m de profundidad. Al presente no está en funcionamiento por “embancamiento” de los filtros por falta de engravado y acumulación de arena.

Con respecto a esta zona, puede afirmarse que a la luz de futuras perforaciones podrán ser determinadas con más claridad las condiciones hidrogeológicas de la misma, aunque aparentemente no existe una continuidad lateral de las acuíferas debido a cambios litológicos.

3) *Colonia San Antonio, Cochagual Este.* — Comprende esta zona una faja de rumbo Norte-Sur que abarca parte de la Colonia San Antonio y Cochagual, al Este de la vía férrea, constituyendo posiblemente el área más favorable para la explotación del agua subterránea en la

localidad de Media Agua, contando al presente con más de 10 perforaciones en producción.

La mayoría de esas perforaciones se encuentran en la parte norte de la citada faja, siendo utilizadas primordialmente para regadío. La principal acuífera es alcanzada por la mayoría de los pozos entre los 115 y 145 metros de profundidad bajo boca de pozo, siendo la misma acuífera que en el *Pozo Bettio* (nº 27) de uno de los mejores caudales de la zona (200 a 250 m³/hora). Otros pozos que explotan la misma acuífera dan caudales menores (*Pozo Collado*, nº 24, 50 m³/hora; *Pozo Barceló*, nº 22, 130 m³/hora), pero ello puede atribuirse a variaciones laterales de permeabilidad y porosidad en la acuífera, o a deficiencia técnica en la terminación de los pozos, tal como la falta de engravamiento de los filtros, la mala ubicación de los mismos frente a la acuífera, al uso de equipos de bombeo inadecuados, etc.

El *Pozo Monti* (nº 28), no ensayado y abandonado, atravesó varias capas de gravilla y arena más abajo de los 100 metros de profundidad, por lo que no se descarta la posibilidad de que algunas de esas capas, especialmente la de 201 metros bbp., pudieran resultar acuíferas productivas. •

Los pozos más profundos de esta zona son el nº 27, que llegó a los 203,10 m de profundidad final, y el nº 28, que fué perforado hasta los 255 metros. Se adjunta el análisis químico correspondiente al pozo nº 24 (análisis V), que presenta un agua de calidad poco apta para bebida y mediocre en su aptitud para riego.

Al sud de esta zona, ya en la Colonia San Antonio, han sido perforados recientemente dos pozos con éxito. Son ellos el *Pozo Peña* y el *Pozo Herce*, marcados en el plano con los números 6 y 7 respectivamente. El primero explota una acuífera entre los 114,20 m y los 136,70 m de profundidad.

El pozo nº 7 explota una acuífera entre 120,40 m y 144 m bajo boca de pozo, produciendo unos 80 m³/hora, que podrían ser aumentados a 150 m³/hora bajando la bomba de profundidad y aumentando las revoluciones del motor que acciona la bomba. Ver análisis VI, correspondiente a la muestra de agua extraída, agua que por su calidad es tolerable en su aplicación para regadío. La napa explotada por ambos pozos pareciera ser la misma de la zona de Cochagual, conclusión a que se arribaría por la similitud en la litología del terreno y por la profundidad y características químicas del agua subterránea.

Zona n° 4. Colonia Sílvia: Comprende una faja de rumbo submeridional que limita al Este con el curso actual del río San Juan, al Sur con la Colonia San Antonio y al Oeste con la zona de Cochagual, ya descripta.

Se ha podido localizar la presencia de una acuífera cuya profundidad varía entre los 170 y 180 metros. Se trata de una napa ascendente, con nivel piezométrico negativo de 5 metros aproximadamente, y en los pozos n°s. 30 y 32 se han obtenido, por bombeo de la misma, caudales promedio de 140 m³/hora. La capa está formada por una gravilla y ripio fino, alternando con capas de arena fina y capas de arcilla.

Estos pozos bombean gran cantidad de arena fina junto con el agua, factor que deberá ser tenido en cuenta al perforar pozos en la zona, ya que al no engravar y utilizar filtros apropiados se produce el embancamiento y en algunos casos la reducción de los caudales.

El pozo n° 31, que según los datos obtenidos alcanzó una profundidad total de 289 metros, atravesó entre los 269 m y 286 m una acuífera de buenas características, ya que produciría por bombeo un caudal horario de 180 m³.

Esta zona presenta algunas variaciones de carácter hidrogeológico con respecto a la anterior. En primer lugar las acuíferas son más profundas y dan caudales mayores. Litológicamente parece existir una mayor proporción de arena fina en determinados niveles de los terrenos atravesados.

Zona n° 5. Villa Media Agua: En esta zona se cuenta con los datos proporcionados por 3 perforaciones (pozos n°s. 8, 9 y 10). De acuerdo con el perfil litológico del pozo perforado por el Departamento de Hidráulica (pozo n° 8), y que alcanzó una profundidad total de 233,70 metros bbb., se comprueba en el perfil un franco predominio de arcilla plástica y limos, con muy pocas intercalaciones delgadas de arena de grano muy fino. Se nota también la ausencia de niveles de ripio y gravillas, que se observan en los perfiles de los pozos perforados al norte.

Entre los 57,50 m y 75,65 m el pozo atravesó una napa acuífera de carácter no ascendente, de mala calidad y escaso caudal, que puede considerarse como la napa libre. Esta misma napa es explotada por medio de un molino a viento en el pozo n° 10.

Entre las profundidades de 184,10 m y 186,50 m se determinó la existencia de una acuífera con nivel piezométrico de 14,60 m. Se trata de una napa pobre, ya que los caudales no superan los 3,7 m³ por hora.

tratándose de agua no apropiada para bebida (ver análisis químico n° VII).

Por último, la perforación de la Azucarera de Cuyo (n° 9), situada a 1 ½ km al oeste de la Villa de Media Agua, alcanzó, a los 345 metros bajo boca de pozo, una acuífera que según los datos obtenidos registró un nivel piezométrico ligeramente negativo, con un caudal horario de 20 m³, tratándose de agua de calidad regular, pero no apropiada para bebida. (Ver análisis químico VIII).

Recientemente una perforación ejecutada al Este de la Villa de Media Agua, en el matadero de la misma, ubicó a los 166 metros de profundidad una acuífera que rinde aproximadamente 200.000 litros por hora y 80.000 litros por hora con compresor. Puede pensarse que esta perforación está ubicada en una prolongación hacia el sud de la zona hidrogeológica n° 3, dadas las características de la acuífera.

Area n° 6. Colonia Santa Marta: Al sud de la Villa de Media Agua, unos 5 km aproximadamente sobre la ruta nacional n° 40, se halla ubicada esta zona. Existen en la misma tres perforaciones profundas, alineadas de Norte a Sur a lo largo de la ruta. Son ellas las indicadas en el plano con los números 2, 3 y 4, no habiéndose podido establecer entre ellas una continuidad en las acuíferas.

El Pozo n° 4, Balmaceda, alcanzó una profundidad total de 306,40 metros bajo boca de pozo, atravesando una serie de arcillas plásticas con intercalaciones de tosca y niveles arenoso-arcillosos. Según el perfil presentado por la compañía perforadora, sólo se atravesó una acuífera entre los 54 m y 54,50 m, la que no fué ensayada. No se descarta la posibilidad de existencia de otras acuíferas en este perfil, dado que en este pozo se perforó buscando napas surgentes en profundidad, descuidándose el control de las muestras en niveles superiores. Debe tenerse en cuenta que en este pozo, como en otros de la zona, por tratarse de terrenos arcillosos muy blandos, se perforó con rapidez, lo que juntamente con el sistema de inyección de bentonita o arcilla (sistema rotativo), hace posible que al no realizarse un control severo puedan haberse pasado por alto algunos niveles arenosos que eventualmente podrían constituir acuíferas.

Dos kilómetros al sud está el pozo n° 3, o pozo Duo, el que de acuerdo a los datos obtenidos explota una acuífera a los 85 metros, de calidad regular y con un caudal que oscilaría alrededor de los 100 m³ por hora, de acuerdo a datos verbales obtenidos.

Finalmente, 2 km al sud de este pozo está la perforación que se eje-

cutó en la Escuela Nacional de Tres Esquinas, destinada a dotar de agua potable al establecimiento. La perforación, cuya profundidad final es de 207,30 m bbb., atravesó dos acuíferas. La primera de ellas (107 m - 117 m) es una capa ascendente, con nivel piezométrico negativo de 7,30 metros, tratándose de una napa pobre en lo que a caudales de agua se refiere.

En cuanto a la segunda acuífera (155,42 - 166,50 m), si bien produce mejores caudales, tampoco es explotada por ser algo salobre para bebida. Este perfil muestra mayores intercalaciones arenosas, y con abundancia de yeso en todo el perfil, que el del pozo n.º 4.

Area n.º 7 — San Carlos: Esta área hidrogeológica se encuentra situada al sud de la Escuela de Tres Esquinas. Los datos sobre el agua del subsuelo son escasos, no habiéndose realizado hasta la fecha ninguna exploración profunda.

Los únicos datos conocidos son los del pozo n.º 1, al oeste de la antigua laguna del Toro, el que habría alcanzado la primera napa acuífera en 50 metros de profundidad, siendo ésta de escaso caudal y mala calidad.

Con respecto a los datos del pozo n.º 5, situado al oeste del control viejo de San Carlos, son de carácter dudoso, ya que sólo se sabe que se perforó con máquina a percusión, siendo después abandonado, e ignorándose si dicho pozo alcanzó alguna acuífera.

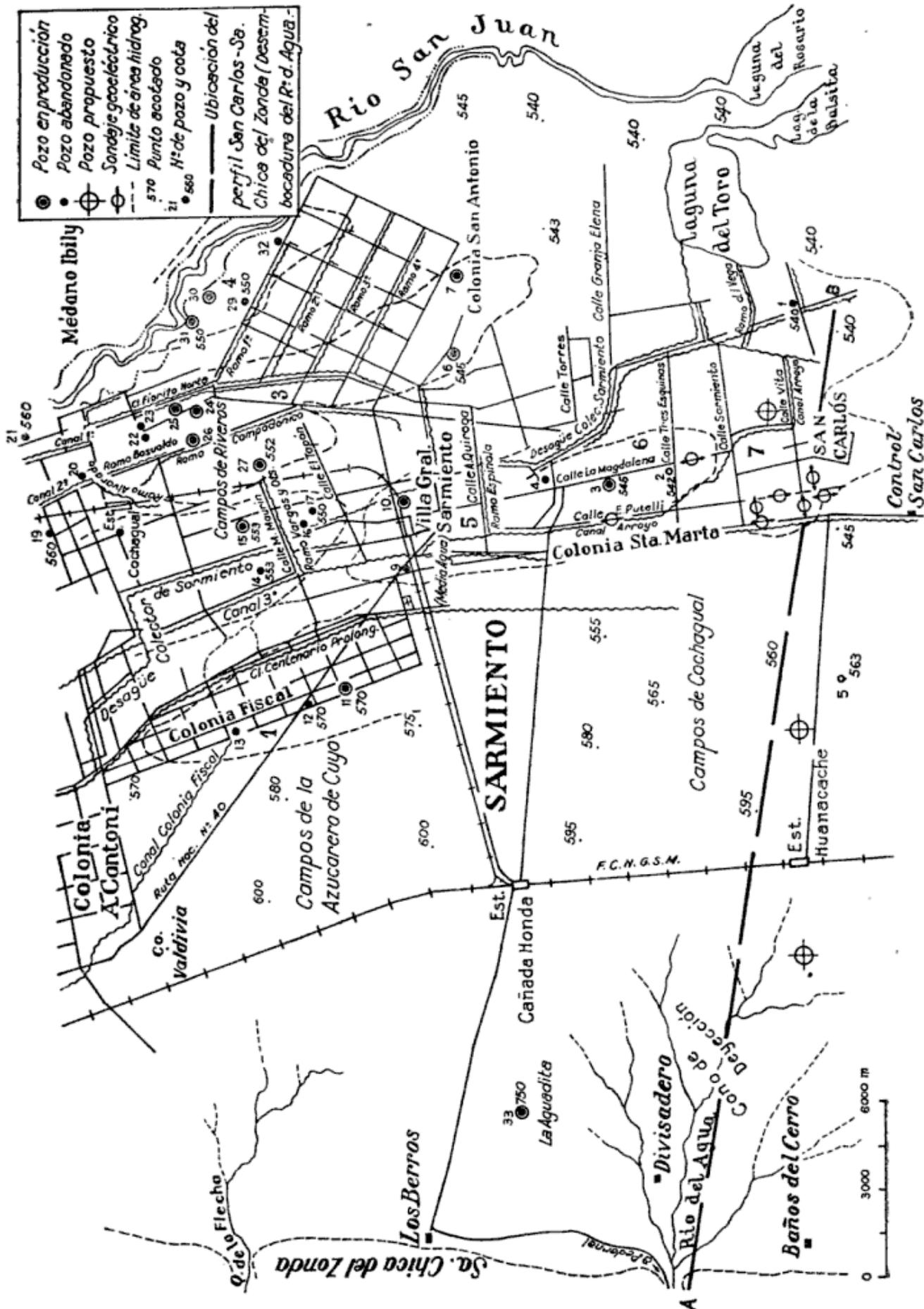
ESTUDIO GEOELECTRICO

En esta área de San Carlos, arriba citada., se efectuó un estudio geofísico de prospección geoelectrica por el método de medición de resistividad eléctrica del terreno (sistema del bicomensador con la configuración de electrodos de Wenner).

Dicho estudio sirvió de complemento al trabajo hidrogeológico, cuyo principal objetivo fué el de conocer las posibilidades de explotación de agua subterránea por medio de perforaciones, con destino al regadío de propiedades agrícolas de esta área.

Se registraron 9 perfiles geoelectricos verticales hasta una profundidad máxima de 220 metros, ubicándose 3 de los mismos, con carácter de "registros de comparación", próximos a los pozos n.ºs. 2, 3 y 7, cuyos perfiles litológicos y acuíferos son bien conocidos.

Los 6 perfiles restantes se ubicaron y registraron al sud de la zona de San Carlos, en las ubicaciones señaladas en el plano.



Plano 2

En general las curvas de los perfiles geoelectricos indican, por los bajisimos valores de resistividad obtenidos, que los terrenos son casi totalmente de caracter arcilloso. Tambien se observan pocas variaciones en sus valores de resistividad, lo que significa que el terreno se mantiene casi uniforme hasta las profundidades alcanzadas. Ademas, dado el espesor reducido de las acuíferas, e intercalaciones arenosas, las mismas aparecen poco marcadas en los perfiles.

Por otra parte, los perfiles de comparacion acusan claramente las acuíferas, existiendo en lineas generales una correspondencia entre las anomalias de resistividad registradas y las variaciones del perfil litológico correspondiente, atravesado por la perforacion respectiva. (Ver perfiles).

En resumen, los perfiles geoelectricos registrados en el area de San Carlos no denotan claramente la intercalacion de capas gruesas de mayor resistividad, lo que coincide con la presuncion de que las posibles capas arenosas acuíferas son de espesor reducido, y de que se trata en este caso de acuíferas de poca importancia.

Se concluye que la aplicacion de este metodo en la zona, si bien no da resultados optimos, puede prestar ayuda en la ubicacion de nuevas perforaciones.

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA ZONA

Del estudio de los analisis quimicos de muestras de agua correspondientes a las acuíferas atravesadas por los pozos en la zona de Media Agua se desprenden las siguientes conclusiones (ver planilla adjunta de analisis de agua) :

- a) Que la napa freática o napa libre es de mala calidad y no apta para consumo humano.
- b) Que en general las napas acuíferas de la zona tienen un alto porcentaje de sales en disolucion, con predominio de *sulfatos*. Así lo muestran, con algunas excepciones, los elevados valores de *residuo seco* y de la *dureza total*, superando esta última, por lo general, los 100° franceses.
- c) El agua obtenida en las perforaciones es, por lo general, no apta para bebida, y en cuanto a sus aplicaciones para regadío, se presenta generalmente como *tolerable a mediocre*, pudiéndosela utilizar para riego preferentemente en suelos arenosos con buen drenaje. En suelos de tipo arcilloso, como los que

predominan en la región, deben tenerse cuidados especiales. En algunos casos particulares, como en el pozo n° 18, la acuífera de los 93 metros de profundidad es de mala calidad, pudiendo traer su aplicación para riego efectos nocivos sobre la vegetación. Se comprueba en el análisis correspondiente (análisis n° IV) no sólo una alta concentración salina, sino especialmente un exceso de cloruros de sodio. El valor del coeficiente de álcali es por cierto muy inferior al límite permisible.

- d) Como excepción en la zona, por su buena calidad, debe citarse el agua obtenida a 93,80 metros de profundidad en el pozo n° 2 de la Colonia Fiscal, aunque se trata de una napa pobre en caudales. Igualmente el análisis del agua de la napa de 207,50 m, en el pozo n° 15, acusa buena calidad.
- e) El agua superficial, de acuerdo al análisis químico de muestras correspondientes a un canal de regadío, se presenta poco apropiada para bebida, aunque apta para riego (ver análisis n° XI). Su alto contenido en sulfatos es uno de los inconvenientes que la hacen poco potable.

En algunos casos, como en la Escuela de Tres Esquinas, se perforó especialmente un pozo profundo en busca de agua de buena calidad. Lamentablemente la napa de 155-166 metros, que quedó finalmente en explotación, resultó demasiado salobre para bebida. El análisis correspondiente acusa 142° Franceses de Dureza, con un valor de residuo seco de 3.600 mg/litro, con predominio de sulfatos, y un índice de Kelly de 1,5.

Es, por cierto, una característica de los sedimentos aluviales el presentar mucha irregularidad en la calidad de las napas acuíferas en ellos contenidas (Meinzer ¹², pág. 244). Ello se debe a que estos sedimentos contienen considerables cantidades de sustancias minerales, tales como yeso, sal, etc., precipitadas a partir de soluciones, y en otros casos por intercalación de capas tobáceas. Como es obvio, la distribución de estas sales se efectúa en forma irregular, existiendo por consiguiente mayores concentraciones salinas en determinados niveles. Tal sería también la explicación del fenómeno de acuíferas de buena calidad intercaladas entre otras de mala calidad. Es evidente que las arcillas y arenas del subsuelo de Media Agua tienen un alto contenido yesífero, y ello explica los elevados valores de dureza total que muestran los análisis de agua en la mayoría de los casos. Ello también apoya la suposición de que las acuíferas de la zona estarían alimentadas primor-

Análisis N°	Dureza total en grados franceses (°F)	Índice de Kelley	Residuo seco a 105°C en Mgr/litro	Reacción a la Fenolftaleína	Coeficiente de Alcalí	Conductibilidad eléctrica en Mohs X 10 ⁻⁶	Sulfato (SO ₄) en Mgr/litro	Cloruro (Cl) Mgr/litro	Bicarbonato CO ₃ H en Mgr/litro	Sulfato (SH) Mgr/litro	Fluor (F)	Calcio (Ca) Mgr/litro	Magnesio (Mg) Mgr/litro	Sabor-Olor-Color	Aptitud	Otros
I.....			6.116	Alcalina			2.606	1.064				770	150	Salada	No potable	
II.....	31°32		947	Acida			343	245				133	42		Potable	Na K 196
III.....	18°2	0,4	948			1.427	370	163	122			62	7			Na K 813
IV.....	117°7		3.816		1,8		1.286	1.058	140			347	74		Mala para riego	Na K 555
V.....	97°3		2.936		3,4	5.787	1.267	540	122			289	60		Mediocre para riego	
VI.....	148°3		3.432		8,7	3.567	2.074	131	61			538			Tolerable para riego	Na K 419
VII.....	120°6		4.363	Lev. Alcalina			1.768	333				628	48		Algo salada	
VIII.....	145°		600				259	59	148	0,4					Apta	Ph 8,1
IX.....			1.202				326	177		326					Apta	Ph 8,1
X.....			824				223	129		184					Apta	Temp. 21°C
XI.....	130°		830				344	56	188		0,7				Inapta	Ph 8,1

dialmente desde el norte, es decir, en relación con la cuenca del Tulum (río San Juan), teniendo en cuenta que el alto contenido salino estaría en relación con el prolongado recorrido del agua subterránea en contacto con ese tipo de sedimentos. En resumen, en la zona oriental o de Media Agua, las aguas subterráneas son generalmente salobres y de calidad regular a mala.

En cuanto a la zona occidental, se comprueba que tanto las aguas subterráneas provenientes de las diferentes vertientes, como las alumbradas por el pozo de las Aguaditas (pozo n° 33, análisis IX y X) se presentan en general como de buena calidad para bebida y regadío.

- I) Colonia Fiscal. Pozo n° 12. Departamento de Hidráulica de la Provincia de San Juan. Profundidad de la muestra: 11,90 a 13 metros.
- II) Colonia Fiscal. Pozo n° 12. Depto. de Hidráulica. Profundidad de la muestra: 93,80 m a 97,90 metros.
- III) Cochagual. Pozo n° 15. Perforó Tecnicagua S. A. Profundidad de la muestra: 207,50 a 225,50 metros. (Pozo Furlotti).
- IV) Cochagual. Pozo n° 18 (Pozo Lanteri). Perforó: Tecnicagua. Prof. de la muestra: 81 a 93 m.
- V) Cochagual. Pozo n° 24 (Pozo Collado). Perforó: Pluvia S. A. Prof. de la muestra: 138 a 150 metros.
- VI) Colonia San Antonio. Pozo n° 7 (Pozo Carlos Herce). Perforó: Sanmartino S.A. Prof. de la muestra: 116 a 136,50 m.
- VII) Pozo Villa Media Agua. Pozo n° 8. Perforó Depto. Hidráulica. Prof. de la muestra: 184,10 a 186,50 m.
- VIII) Pozo al oeste de la localidad de Villa Media Agua. Pozo Azucarera de Cuyo (n° 9). Perforó O.S.N. Prof. de la muestra: 265 m.
- IX) Las Aguaditas. Pozo n° 33. Perforó Dirección de Minas. Prof. de la muestra: 2,23 m a 7 metros.
- X) Las Aguaditas. Pozo n° 33. Perforó: Dirección de Minas. Prof. de la muestra: 22 m a 30,60 m.
- XI) Agua superficial. Canal de riego, Villa de Media Agua.

ORIGEN Y MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA EN LA ZONA DE MEDIA AGUA

No se ha comprobado experimentalmente la dirección y sentido de movimiento del agua subterránea en la zona de Media Agua, pero del análisis de las condiciones geológicas e hidrogeológicas de la región

surge cada vez más clara la posibilidad de que las acuíferas de la zona de Media Agua sean alimentadas desde el norte, es decir, primordialmente desde la cuenca subterránea del Valle del Tulum.

Las observaciones efectuadas en base a los datos obtenidos en las perforaciones de la zona evidencian la falta de aportes hídricos desde el oeste, que es la otra dirección desde donde podría efectuarse la alimentación de esas acuíferas.

Los elementos de juicio en que se basan estos razonamientos son los siguientes:

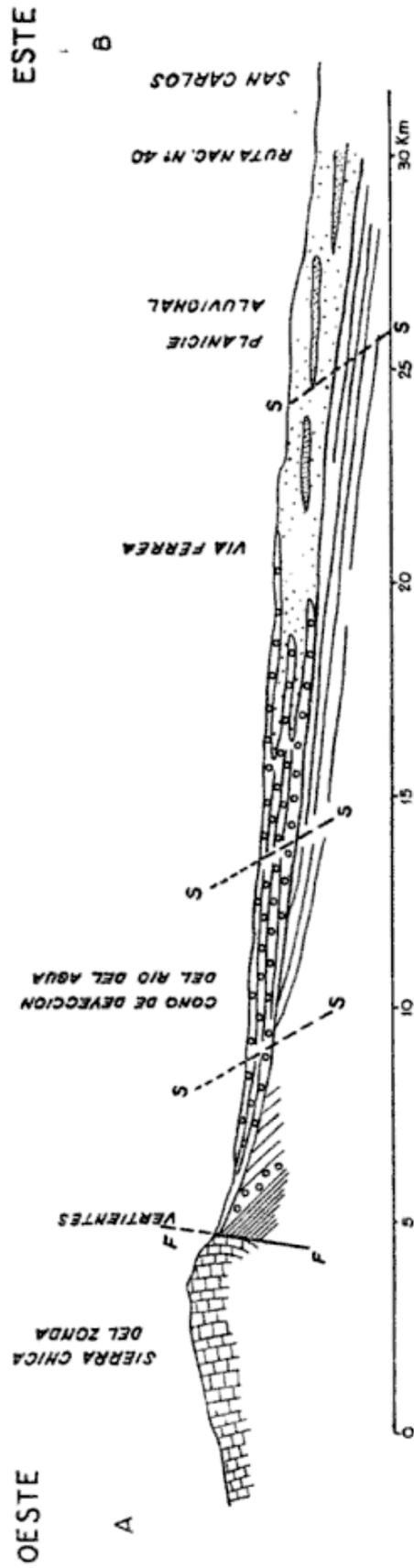
- a) Falta de niveles conglomerádicos en los perfiles litológicos de las perforaciones de Media Agua. Las acuíferas están constituidas esencialmente por arenas finas y gravillas que denotan transporte a larga distancia.
- b) Falta de napas surgentes en las perforaciones de Media Agua.
- c) Las acuíferas son generalmente de caudales pobres y con niveles piezométricos negativos.
- d) *Calidad del agua.* Las aguas subterráneas de la zona de Media Agua son por lo general muy salinizadas, con altos valores de residuo seco y dureza total, difiriendo bastante del agua obtenida en las perforaciones de las Aguaditas y las vertientes occidentales.

HIDROGEOLOGIA DE LA ZONA OCCIDENTAL

Se hace referencia aquí a la zona comprendida entre la vía férrea y las primeras estribaciones de la Sierra Chica del Zonda al oeste. El límite norte estaría definido aproximadamente por el Cerro Valdivia, al norte del cual se han constatado diferentes condiciones hidrogeológicas, y el meridional por la zona algo al sud de la estación Huacacache.

Vertientes: En cuanto a las condiciones hidrogeológicas en esta zona, debe mencionarse ante todo una serie de vertientes ubicadas en las estribaciones orientales de la Sierra Chica del Zonda, al frente de la zona de estudio. Estas son, entre otras, la de los *Berros*, *El Durazno*, *Pedernal*, *El Acequión*, *Cieneguita*, etc., las que son descritas en detalle en el trabajo sobre aguas minerales de la provincia de San Juan (14, págs. 194, 128, 120 y 140).

Algunas de ellas, como la de los *Berros* y *Cieneguita*, brotan en fisuras de las calizas del Cambro-Ordovícico. Sin duda están estas ver-



REFERENCIAS:

- Conos de desecación y depósitos pedemontanos
- Sedimentos fluvio-lacustres
- Terciario Calchaqueño
- Calizas cambrio-andovíticas
- F-F Fallas comprobadas
- S-S Fallas supuestas
- Carbonífero

Plano 3

tientes relacionadas a las fallas que han permitido el levantamiento en bloques de esas calizas. Se trata de aguas hipotermales, cuyo origen evidentemente no es muy profundo. Los caudales obtenidos en la *Cieneguita* son aproximadamente de 54 m³/hora, siendo utilizados en obras de riego artificial. En los *Berros* existen, además de la vertiente principal, otras de carácter secundario, algunas de las cuales brotan de la cubierta de sedimentos recientes. El agua de los *Berros* es utilizada para abastecimiento de la población del mismo nombre y de los establecimientos de explotación de cal del lugar. El excedente es conducido por medio de un canal a la estación del ferrocarril de Cañada Honda.

Las vertientes de *Pedernal*, ya dentro del ámbito de la Sierra Chica del Zonda, brotan en dos puntos diferentes y de sedimentos terciarios (análogamente a los casos anteriores, tienen su origen en fracturas vinculadas a las fallas de rumbo submeridional, que determinan la estructura de la sierra). Estas vertientes dan origen al río del *Pedernal*. Se trata de agua atermal, de mineralización media, y su origen debe buscarse en aguas meteóricas infiltradas al oeste y que salen a la superficie por causa de fallas.

Cono de deyección del Río del Agua. — Uno de los elementos hidrogeológicos de mayor interés en esta zona es el cono de deyección del Río del Agua, que ya fuera citado en el capítulo de Geomorfología. Este cono, que se extiende hacia el este hasta las inmediaciones de la vía férrea, ocupa aproximadamente una superficie de 200 km², estando formado por material detrítico grueso y de alta porosidad. Es, evidentemente, una zona favorable para el movimiento de agua subterránea, especialmente si se tiene en cuenta el aporte hídrico proveniente de la zona montañosa del oeste y de las infiltraciones del mismo Río del Agua y sus afluentes.

Como ya anotáramos, se pensó *a priori* que la existencia de este cono aluvial era un buen indicio en el sentido de la existencia de aportes de agua subterránea hacia la zona oriental, y hasta llegó a creerse que las acuíferas de Media Agua, y especialmente las de la zona de San Carlos fueran alimentadas total o parcialmente por agua de esta zona. No obstante, estas suposiciones no han sido confirmadas, ya que faltan elementos conglomerádicos gruesos en el subsuelo de Media Agua, cuyas acuíferas presentan como elemento litológico más grueso, y esto excepcionalmente, capas de gravillas. Por otro lado, ya hemos expresado en el capítulo de la calidad del agua subterránea las diferencias marcadas entre ambas zonas.

A todo esto debe agregarse el hecho fundamental de que las perforaciones de la zona oriental no han alcanzado napas surgentes, las que, considerando el desnivel con las posibles zonas de alimentación, deberían existir con toda probabilidad, viniendo el agua desde el oeste y de acuerdo a los principios hidráulicos que rigen el movimiento del agua subterránea en una cuenca de tipo artesiano.

Otras perforaciones, ejecutadas bastante al naciente de Media Agua, como la de la Laguna del Rosario (profundidad total: 294 metros), no han atravesado ninguna acuífera, y en consecuencia ninguna surgente. La perforación n° 9 del F. C. del Estado, línea Pie de Palo a Mendoza, Km. 45-910, atravesó capas de arcilla y arena fina, y evidencia la presencia de cuatro napas acuíferas, ninguna de ellas de carácter surgente.

No debe descartarse la existencia de un *control tectónico* (además del sedimentario), en el movimiento del agua en la zona occidental, ya que la presencia de fallas de comprobada existencia regional interseccionarían los sedimentos del cono de deyección, circunstancia comprobada fehacientemente en algunos casos, y con más razón en los sedimentos fluvio-lacustres. Jugarían entonces esas fallas un rol de importancia en la distribución del agua en el subsuelo, al impedir posiblemente su paso hacia el oeste, con lo que la zona de Media Agua no recibiría aportes hídricos desde esa dirección.

Las Aguaditas: En esta localidad afloran sedimentos del Terciario correspondientes al grupo Calchaquí ya descrito, y que evidentemente han quedado al descubierto por erosión de los sedimentos de los conos de deyección. Existe una perforación realizada en el año 1933 por la Dirección de Minas de la Nación, la que alcanzó una profundidad final de 186,86 metros. Se atravesaron dos acuíferas. La segunda, alcanzada a los 22 metros, resultó surgente, con un nivel piezométrico positivo de 4 metros y un caudal horario de 26,18 m³/hora. Aparentemente esta acuífera está formada por capas de aglomerado, rodados y gravillas, constituyendo un nivel que no vuelve a repetirse en el perfil atravesado por el pozo. Si bien se incluye este nivel estratigráfico en el Plioceno, es muy probable que el mismo sea más moderno, correspondiendo a los conos de deyección cuaternarios por sus características litológicas.

Surge además la posibilidad de la existencia de una falla en el lugar, a lo largo de la cual ascendería el agua subterránea.

El pozo atraviesa, hasta su profundidad final, una sucesión de arcillas pardo rojizas a gris rosado, algo arenosa y calcárea, con abundan-

tes intercalaciones de areniscas poco cementadas y friables, concreciones calcáreas, etc., del mismo color y que son típicas del Terciario.

Zona Cerro Valdivia: El Cerro Valdivia, constituido por rocas del Basamento cristalino, que acusan un fuerte metamorfismo (Groeber 7, pág. 27), se halla situado al noreste de la zona de estudio.

Al sud del Cerro se han perforado algunos pozos, no obteniéndose ningún resultado positivo en lo que a hallazgo de acuíferas concierne. Por otra parte, al norte del mismo, en la zona al oeste de Carpintería, los pozos perforados han alcanzado acuíferas que rinden buenos caudales, en algunos casos en napas surgentes.

Aparentemente existe una faja de basamento sobrelevado, que con rumbo noreste-sudoeste, une al Cerro Valdivia con los Cerrillos de Barbosa. Este umbral jugaría un rol de importancia en la distribución del agua del subsuelo en la zona, al actuar como un verdadero dique subterráneo. Por otro lado, las napas surgentes alcanzadas por perforaciones al norte del Cerro Valdivia, corresponderían a la prolongación de la faja de surgencia de la gran cuenca subterránea del Valle del Tulum.

CONDICIONES TECNICAS DE PERFORACION Y EXPLOTACION DE POZOS EN LA ZONA DE MEDIA AGUA

Perforación: La mayoría de los pozos en la zona de Media Agua han sido perforados con máquinas del sistema Rotary, que sin duda es el más adecuado por tratarse de terrenos blandos y por tener intercalaciones de arena fina a veces desmoronable. En estos casos la columna de inyección contribuye a mantener intactas las paredes de los pozos.

El criterio utilizado para ubicar las napas acuíferas ha sido bastante elemental, ya que se basa sólo en el análisis macroscópico del "cutting" o muestras de canaleta. En esta forma se trata de ubicar las capas arenosas o de gravillas que se suponen son acuíferas. Luego se procede a entubar hasta una profundidad determinada dejando el caño filtro frente a la acuífera seleccionada. Sin duda este método tiene sus inconvenientes, ya que por tratarse de terrenos blandos en los que se perfora con rapidez, y por tratarse de acuíferas de espesor reducido intercaladas en gruesos paquetes arcillosos, pueden fácilmente ser pasadas por alto. En consecuencia la elección de la acuífera se hace sólo bajo un criterio granulométrico, al no efectuarse perfilajes eléctricos, ensayos previos de caudales, depresión, índice de productividad y calidad del

agua antes de entubar definitivamente el pozo y dejar ubicados los caños filtro en las profundidades adecuadas. Es así como algunos pozos de exploración declarados improductivos, pozos 4 y 28, no han sido siquiera ensayados, lo que permite pensar que podrían muy bien haber atravesado acuíferas productivas.

Dos soluciones se plantean para este problema. En primer lugar prestar el máximo de atención al muestreo de boca de pozo, el que deberá ser realizado por una persona idónea y responsable. En segundo lugar deberá tratarse de aplicar el perfilaje eléctrico de los pozos antes de entubarlos. Esto permitiría ubicar y seleccionar con más exactitud la o las acuíferas a explotar, y a la vez facilitar la mejor colocación de los caños filtros.

Caños filtro. Terminación de pozos y producción. — Siendo las napas acuíferas de la zona principalmente formadas por arena fina a mediana, uniforme y poco cementada, y más raramente por gravillas, surge la necesidad de prestar especial atención al problema de los *caños filtro*, ya que por lo general se han instalado filtros del tipo “*caño ahujereado*”, lo que constituye un error fundamental, debido a que en la mayoría de los casos se produce el llamado fenómeno de “embancamiento” con excesivo bombeo de arena y acumulación de la misma dentro del pozo, produciéndose su obstrucción total o parcial. En muchos pozos se ha producido así la reducción de los caudales a un mínimo o han cesado de producir por acumulación de arena en las cañerías.

No es raro observar que algunos pozos de la zona bombeen tanto arena como agua, y existe el caso de un pozo que en el lapso de 5 años debió repararse la bomba otras tantas veces por el desgaste producido en las turbinas de la bomba de profundidad por acción de la arena. Ultimamente se ha puesto en práctica el llamado “*engravamiento*” de los pozos o uso del filtro de grava artificial, o sea el rellenamiento del espacio anular entre la pared del pozo y el filtro y la cañería de bombeo, con granza o grava fina. Este procedimiento si bien mejora las condiciones de explotación, y muchas veces elimina la formación de “campanas” (cavidades frente a los filtros), no elimina por completo la extracción de arena.

Las soluciones propuestas entonces son las siguientes:

- 1º Utilizar filtros de malla metálica de abertura adecuada al tamaño de los granos de la acuífera, y contruídos con metales apropiados de acuerdo a las características incrustantes o corrosivas del agua a extraer de la perforación. Para el caso de

las acuíferas formadas por arena fina y de tamaño uniforme deberán utilizarse filtros de malla apropiada con engravado artificial.

- 2º Desarrollo conveniente del pozo antes de entrar en producción por medio de uno de los varios procedimientos de tipo mecánico existentes, ya sea el de los “*Agitadores de Pistón*” que produce un flujo alternado a través de las aberturas del filtro y en la acuífera alrededor del mismo, o el método del “Aire comprimido”. Cualquiera sea el método aplicado el objetivo primordial de su uso es el de remover el “silt” y la arena más fina en la zona más próxima al caño filtro, hasta obtener un pozo “*estabilizado*”, con mayor producción de agua y mínima de arena durante el bombeo.

En cuanto a las condiciones de producción, dado que en general se trata de acuíferas poco caudalosas, es aconsejable colocar las bombas de profundidad bastantes bajas en el pozo, a veces hasta los 45 metros utilizando si es posible, 3 ó 4 cámaras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De todo lo expuesto precedentemente y con miras a obtener el mejor aprovechamiento de los recursos de agua subterránea en la zona de Media Agua deberá tenerse en cuenta los siguientes puntos:

1º *Explotación:*

- a) Se sugiere realizar una perforación de exploración profunda (hasta 800 metros de profundidad), en la zona de San Carlos, y algo al oeste de la antigua Laguna del Toro. Esta perforación para la que se aconseja el uso de una máquina rotativa, permitirá conocer el espesor de los sedimentos fluvio-lacustres cuaternarios, y entrar en los terrenos infrayacentes, con toda probabilidad el Terciario.

Se podrá también así constatar la posible existencia de acuíferas productivas en el Terciario, aunque se prevé, que como ocurre con todas las aguas subterráneas que circulan en estos sedimentos, éstas se hallan altamente mineralizadas.

- b) Realizar dos perforaciones de exploración con una profundidad aproximada de 300 metros (trescientos), las deberán ubicarse al este y oeste de la Estación Huanacache, a 3 ó 4 km

de distancia de la misma. (Ver ubicación propuesta en el plano adjunto al presente trabajo). Para estas perforaciones deberá utilizarse máquina de percusión a cable. Los datos obtenidos en las mismas permitirán aclarar las relaciones entre los sedimentos del Cono de Deyección del Río del Agua, y los sedimentos fluvio-lacustres, como así también el carácter del movimiento y acumulación del agua subterránea en esa área.

- c) Efectuar la prospección geofísica por medio de perfiles geoelectrónicos sobre la línea este-oeste que pasa por la Estación Huanacache del Ferrocarril, y a lo largo de líneas paralelas a esa, y al norte de la misma.

2º Explotación:

En cuanto a la ejecución de nuevas perforaciones en las zonas productivas (Colonia Sílvica, Cochagual, Colonia San Antonio, etc.), deberá ponerse especial cuidado en los procedimientos técnicos de perforación y terminación de pozos, a fin de poder explotar las acuíferas más apropiadas, y obtener el mayor rendimiento de las mismas.

Con respecto a las zonas como Colonia Fiscal, Media Agua y Colonia San Carlos, que son las que presentan perspectivas más desfavorables, se deberá proceder con cautela y sin exceso de optimismo al ejecutar nuevas perforaciones. Los caudales que puedan obtenerse en esas zonas, hasta profundidades de 250 metros serán por lo general pobres para regadío, y la calidad del agua, salobre y de poca potabilidad.

La perforación aconsejada en San Carlos, podría abrir nuevas perspectivas con respecto a acuíferas profundas.

BIBLIOGRAFIA

1. AMOS, A. J. 1954. *Estructura de las formaciones paleozoicas de la Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica del Zonda (San Juan)*. — Asoc. Geol. Arg., t. IX, nº 1.
2. ALASCIO, B. V. 1941. *Observaciones geológicas del Cerro Valdivia*. — Tesis Universidad de Buenos Aires. — B. I. P. de Y.P.F.
3. BARNES, J. R., ELLIS, W. C. y otros. 1949. *Geology and Ground Water in the irrigated region of the Southern High Plains in Texas*. — Report nº 7. Texas Board of Water Engineers. — Texas, E.U.A.

4. BRACACCINI, O. 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina*. — B. I. P. de Y.P.F., Buenos Aires.
5. BREWSTER, B. y BUSHMAN, F. X. 1957. *Guides for development of the Irrigation wells near Clayton, Union County, New Mexico*. — New Mexico Institute of Mining and Technology, Socorro, N. M., E.U.A.
6. DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA MINERA. 1949. *Diez años de perforaciones. 1926-1935*. — Publicación 139, II. — Buenos Aires.
7. ENGELN VON, O. D. 1953. *Geomorphology*. — The Macmillan Co., New York, E.U.A.
8. DUNBAR, C. O. y RODGERS, J. 1957. *Principles of Stratigraphy*. — John Wiley Sons Inc., New York.
9. FERRIS, J. G. y SAYRE, N. A. 1955. *The quantitative approach to ground water investigations*. — Economic Geology. — Fiftieth Anniversary Volume
10. GROEBER, P. 1948. *Datos Geológicos de la Provincia de San Juan*. — Aguas Minerales de la República Argentina, Vol. IX.
11. GROEBER, P. y TAPIA, A. 1926. *Condiciones Geológicas de la Quebrada de Ullún en relación con un proyectado dique de embalse*. — D. G. de Minas, Geología e Hidrología, Public. Nros. 25 y 26. Buenos Aires.
12. MEINZER, O. E. 1923. *The occurrence of ground water in the Western States*. — U. S. Geological Survey Water Supply Paper n° 489, Washington, E.U.A.
13. RODRÍGUEZ, E. J. 1954. *Estudio Hidrogeológico de la Zona Noreste de Mendoza*. — Informe del Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas de Mendoza.
14. SUSSINI, M., HERRERO DUCLOUX, E. y otros. 1948. *Aguas minerales de la República Argentina. Provincia de San Juan*. — Vol. IX. Buenos Aires.
15. TAPIA, A. 1935. *Pilcomayo*. — Boletín de la Dirección de Minas y Geología, n° 40, Buenos Aires.
16. ZAKALIK, B. *El agua subterránea en el Valle del Tulum, San Juan*. — Informe de la Comisión Nacional de Olivicultura.

Manuscrito recibido julio 1958.

UN ANURO GIGANTE DEL MIOCENO DE PATAGONIA

Por RODOLFO M. CASAMIQUELA

Museo de La Plata

ABSTRACT

A new genus and species of a Leptodactyl, *Gigantobatrachus parodii* Cas, is described from the Friasean (middle Mioceno) of Laguna Blanca and Río Guenguel, north to Lago Buenos Aires, Province of Santa Cruz, Argentine.

The genus is very close to *Calyptocephalella* and *Eophractus* but considerably larger (trunk more than 300 mm), surpassing in this character all the known anuran, and can only be compared with the african *Gigantorana goliath*.

The autor remarks that among anura with maxillary teeth and cephalic shield, there are only Pelobatids and some genera of Leptodactylids and Hylids, apart from *Brachycephalus*. This latter genus and the Hylids are eliminated because of their small size and the Pelobatids because of their skull morphology. Among the Leptodactylids the closest affinities are with *Calyptocephalella* and the *Ceratophrynids*, both with fossil representatives in Argentine; from this subfamily it differs in the orbital height. From *Eophractus* it differs in the number of maxillary and premaxillary teeth and in the vertebral morphology.

It approaches very closely to *Calyptocephalella*, a genus from which it can be separated fundamentally only by the dental formula. With respect to this problem, the autor has made dental counts in different species of Leptodactylids, Hylids and Pseudids.

RESUMEN

Se describe un nuevo género y especie de leptodactílidos, *Gigantobatrachus parodii* Cas., del Friasense (Mioceno Medio) de Laguna Blanca y Río Guenguel, al norte del Lago Buenos Aires, Provincia de Santa Cruz, Argentina. El género es muy afín a *Calyptocephalella* y *Eophractus* pero de tamaño considerablemente mayor (más de 300 mm de tronco), rasgo por el que sobrepasa a todos los anuros conocidos y sólo admite comparación con la *Gigantorana goliath* africana. El autor recuerda que entre los anuros con dientes maxilares y escudo cefálico sólo se cuentan los pelobátidos y algunos géneros de leptodactílidos e hílidos, aparte de *Brachycephalus*. Este último género y los hílidos se eliminan por su pequeño tamaño y los pelobátidos por su morfología creaneana. Entre los leptodactílidos las más estrechas afinidades son con *Calyptocephalella* y los ceratofrínidos, ambos con representantes fósiles en la Argentina. De esta subfamilia difiere en la altura orbital. De *Eophractus*, en el número de dientes premaxilares y maxilares y en la morfología vertebral. De *Calyptocephalella* sólo puede ser separado fun-

damentalmente por la fórmula dentaria. Con respecto a este problema, el autor ha realizado recuentos en diferentes especies de leptodactílidos, hílidos y pséuidos.

INTRODUCCION

El conocimiento de los anuros fósiles de nuestro país resulta pobrísimos si se lo compara con el desarrollo notable de la Paleontología en otros campos. Hasta el sensacional descubrimiento del *Notobatrachus*, del jurásico medio de Santa Cruz, que provocó una monografía magistral de Reig (1956), los hallazgos se limitan exclusivamente a leptodactílidos, mencionados o estudiados por Ameghino (1899, 1901), Rovereto (1914), Rusconi (1932) y Schaeffer (1949). Los tres primeros ilustran ejemplares del Terciario superior y Cuartario inferior, del género *Ceratophrys*. El otro describe formas pertenecientes a cuatro diferentes: *Eophractus* y *Calyptocephalella*, géneros afines del Eoceno y Oligoceno del Chubut, respectivamente, y *Eupsophus* y *Neoprocoela*, de esta misma edad y procedencia. Como vemos, dos pertenecen a géneros existentes y para las otras dos se crean nuevos. Con este aporte quedaba evidenciada la alta antigüedad y amplio desarrollo correlativo de la familia *Leptodactylidae* en América del Sur.

La obra de Reig constituye un jalón de otra naturaleza; el *Notobatrachus degiustoi* no conforma ya el representante de un nuevo taxón, sino directamente uno de los tipos morfológicos ancestrales de todos los anuros. No es necesario subrayar las extraordinarias consecuencias taxonómicas y biogeográficas del descubrimiento, "quizás el más importante realizado hasta la fecha, luego del efectuado por Adrián Mas-sinot en el Eotriásico de Madagascar", según señala el mismo autor (1956, 234).

Pero los hallazgos continúan en la Argentina. El propio Reig estudia en estos momentos una importante colección de impresiones de un pequeño anuro del Cretácico inferior de Salta, y el autor de estas líneas, por su parte, trabaja sobre un nuevo pipoídeo y otros materiales de distintos niveles del Terciario patagónico¹.

En la presente nota me propongo hacer el análisis rápido de un pequeño conjunto de restos esqueletarios de un nuevo leptodactílido fó-

¹ Estos materiales se refieren a un nuevo anuro, de edad Friasense con toda probabilidad, procedente de los alrededores de Ing. Jacobacci, Río Negro. Se trata nuevamente de un leptodactílido, de cráneo ornamentado y pequeña talla, presumiblemente afín a *Ceratophrys*. En cuanto a la otra forma mencionada, será publicada próximamente ("Un pipoídeo fósil de Patagonia") en el 3er. tomo de "Acta Geológica Lilloana".

sil de Patagonia. Los materiales en cuestión pertenecen a viejas colecciones realizadas por el doctor Santiago Roth y depositadas en el Museo de La Plata. En ocasión de su puesta al día, labor que realizan conjuntamente el doctor Rosendo Pascual y el señor Lorenzo Parodi, del mencionado instituto, fueron redescubiertos por este último, y de común acuerdo ambos paleontólogos convinieron en cedérmelos para su estudio, gesto que compromete mi gratitud. Vaya mi agradecimiento también al profesor Osvaldo Reig, del Instituto Miguel Lillo, de Tucumán, por su valiosísimo y constante asesoramiento científico.

Me apresuro hoy a dar a conocer los resultados preliminares de la tarea emprendida, ya que las características notables de la forma en estudio (para la que creo género y especie nuevas: *Gigantobatrachus parodii*, nombre específico dedicado a don Lorenzo Parodi) justifican su rápida presentación ante el mundo científico. Esas características radican sobre todo en la talla excepcional del nuevo anuro patagónico, que supera seguramente en ese carácter a todos los restantes géneros conocidos. En efecto, *G. parodii* alcanza dimensiones bien superiores a los 300 mm (medidas cráneo y columna vertebral hasta el extremo caudal del urostilo), gigantescas si se recuerda el tamaño de las formas de mayor desarrollo en distintos géneros actuales; *Calyptocephalella gayi*, la “rana grande” de Chile, alcanza los 200 mm (Marelli, 1927, 147; Gay, 1848, 110); Philippi (1902) señala un ejemplar de 220 mm, y Schneider (1930) uno excepcional de 320 mm!, aunque el promedio es algo menor a los 200 mm. También 200 mm alcanza *Bufo paracnemis*, sudamericano, uno de los bufónidos mayores. Quizá el mayor de este grupo sea *Bufo bufo gargarizans*, de China, que llega a 225 mm (Six, 1925, cit. por Boring y Liu, 1934), *B. asper*, de Malasia, se le aproxima, con 215 mm (Nieden, 1923). Sólo la “rana gigante” africana, *Gigantorana goliath*, que se acerca al pie de longitud (Boulenger, 1914, 208), puede equipararsele.

Para el estudio comparativo de la anatomía esquelética de los géneros actuales me he servido de un esqueleto de *C. gayi* n° 6385 del Dep. de Zool. del Museo de La Plata, y de las colecciones de hílidos y leptolactílidos del Departamento de Zoología del Instituto M. Lillo de Tucumán¹.

¹ A saber, 2 esqueletos de *Calyptocephalella gayi* (n°s. 01191 y 01192); un cráneo (00318) y un esqueleto (01193) de *Ceratophrys ornata*; 5 esqueletos de *Lepidobatrachus asper* (n°s. 00620, 01090, 00997, 01073, 01016); 4 especies de *Leptodactylus*: *L. chaquensis* (n° 00364), *L. laticeps* (01049), *L. pentadactylus* (00611), *L. ocellatus* (00343 y 00571); 3 especies de *Hyla*: *H. Spegazzini* (00904), *H. venulosa* (00334), *H. faber* (1814); y 2 especies de *Pseudis*: *P. mantidactyla* (00903) y *P. paradoxus* (01061).

Aprovecho para expresar aquí mi reconocimiento a ambas instituciones. Debo los dibujos a la Srta. C. Castellanos y las fotografías al señor E. O'Donell, ambos de dicho instituto.

SISTEMÁTICA Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Familia **LEPTODACTYLIDAE**

GIGANTOBATRACHUS género nuevo

Genotipo: *Gigantobatrachus parodii*, nueva especie.

Diagnosis del género: Leptodactílido muy afín a *Calyptocephalella* Strand (1926) y *Eophractus* Schaeffer (1949), de los que se diferencia por su mayor tamaño (doble de la talla promedio de *C. gayi*), por el número bastante menor de dientes maxilares y premaxilares, a saber: 6 en este hueso y 45 aproximadamente en aquél; de *Calyptocephalella*, además, por el carácter predominantemente reticulado de la ornamentación cefálica, y de *Eophractus* por la morfología vertebral.

Gigantobatrachus parodii nueva especie

Diagnosis de la especie: la misma del género.

Tipo: premaxilar izquierdo completo, articulado con el correspondiente maxilar, casi completo, que conserva la parte mesial inferior de la órbita; ambos provistos de dientes desarrollados incompletos, aislados, y dientecillos nacientes (nº I); dos fragmentos, de la región anterior del maxilar derecho y premaxilar articulado (nº VII); fragmento de escudo cefálico, seguramente de la región frontoparietal (nº II); fragmento de escudo cefálico, presumiblemente de la región nasal (nº VIII); porción terminal de la rama mandibular izquierda, con evidencia de un hueso mento-Meckeliano en su región articular mesial interna (nº III); vértebra presacra incompleta (nº IV); fragmento de epífisis distal de húmero derecho (nº V). Nº 59-VII-30-1 del Museo de La Plata.

Material asignado: fragmento de maxilar izquierdo, con el comienzo de la porción descendente del palatino (nº VI); fragmento de la región mesial de maxilar derecho, con 5 bases de dientes implantadas y un dientecillo naciente (nº XIII); trozo de escudo cefálico, probablemente de la región frontoparietal (nº X); fragmento de escudo cefálico, al parecer correspondiente a la región post-orbitaria (nº IX);

vértebra presacra incompleta (nº XI); epífisis distal de húmero izquierdo (nº XII); atribuibles a un individuo diferente (quizá más de uno), de tamaño algo mayor al del tipo. Nº 59-VII-30-2, del Museo de La Plata.

Horizonte y localidades: los materiales proceden de las llamadas "areniscas patagónicas", de edad Friasense (Mioceno medio) (Kraglicovich, 1930; Feruglio, 1950, t. II). El tipo de la especie fué coleccionado en *Laguna Blanca*; los otros restos en la localidad de *Río Guen-guel*, ambos yacimientos coetáneos y situados al norte del Lago Buenos Aires, provincia de Santa Cruz, Argentina.

DESCRIPCIÓN

Cráneo: El fragmento mayor de maxilar conservado (nº 1) y su unión artificial con el trozo nº VII, permiten tentar una reconstrucción ideal de ese hueso en *Gigantobatrachus*, y por ende un esbozo de su contorno y dimensiones aproximadas. Una medida sobre la cuerda del arco que forman el maxilar y premaxilar arroja 102 mm; de ella puede deducirse aquella del hueso original. El resultado se da en la fig. nº 3, en tamaño natural. El premaxilar mide 13 mm, y el reborde interno supraalveolar, achatado, y expandido en ambos extremos, en el mesial bastante más que en *Calyptocephalella*, muestra una superficie roma para su contactación con el premaxilar opuesto, y cóncava para su articulación con el maxilar. Lleva exactamente 6 alvéolos, en el último de los cuales se conserva, trunco, un diente bien desarrollado. El mencionado reborde se continúa, chato, hasta la altura del sexto alvéolo maxilar, en este hueso, y a partir de allí se hace cilindroide. A lo largo de todo su desarrollo se evidencia entre él y el plano alveolar un surco característico, también notable en *Calyptocephalella*. Se cuentan en este hueso 36 alvéolos, 40-41 si se agrega la región mesial, restaurada, lo que permite calcular un número de 51 para la *fórmula dentaria* de *Gigantobatrachus*. En la región posterior del fragmento se observa en los alvéolos una tendencia a la inclinación —y a la reducción—, que se acentúa terminalmente; este carácter también se advierte, aunque menos evidente, en *Calyptocephalella*. Se conservan algunas bases de dientes implantadas y debe destacarse la presencia de dos pequeños conos dentarios nacientes, característicos de la dentición de todos los anuros. Exteriormente, no existe surco sobre la "porción dentada", como señala Schaeffer (1949, 49) para *Eophrac-*

tus. La órbita se abre a baja altura (15 mm desde su parte mesial inferior al borde alveolar) y adelante (40 mm desde ese mismo punto al extremo anterior del premaxilar). La ornamentación es alveolar, o reticulada.

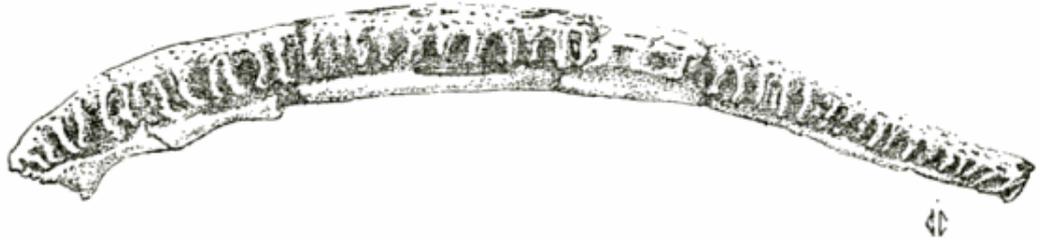


Fig. 1. — Vista alveolar del premaxilar y maxilar izquierdos (Nº I) articulados de *Gigantobatrachus parodii*

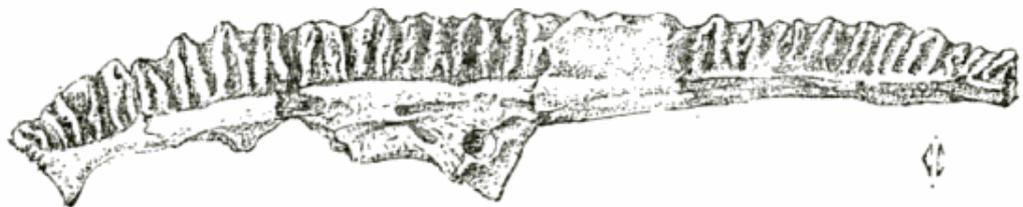


Fig. 2. — Vista interior del premaxilar y maxilar izquierdos (Nº I) articulados de *Gigantobatrachus parodii*

Los otros restos preservados de maxilar permiten observar detalles aislados de la morfología de este hueso. En el n^o VII, con 5 alvéolos, puede apreciarse nítidamente el proceso de reemplazamiento dentario; articula además con una porción de premaxilar, hecho que permite su reconstrucción (fig. 3).

El fragmento n^o XIII no presenta rasgos dignos de mención. Se observa igualmente un cono dentario naciente, de ápice arqueado hacia adentro. Es más elocuente el resto n^o VI, de gran tamaño absoluto, que muestra, por encima del reborde supraalveolar, el origen del hueso palatino, excavado anteriormente. Hacia adelante de este punto se advierte una inclinación, ahora dirigida en sentido anterior, de los alvéolos. Idéntico hecho, atenuado, se da en *Calyptocephalella*. Exteriormente, a la raíz del palatino corresponde el origen posterior de una depresión bastante marcada. La ornamentación es reticulada, y entre ella y el borde alveolar aparece una zona lisa, convexa, que también existe en algunos ejemplares de aquel género.

De la mandíbula (n^o III) se conserva sólo la porción articular izquierda, morfológicamente inseparable de aquella de *Calyptocephalella*. La presencia de un mento-Meckeliano, seguramente no osificado,

se deduce de un surco interno, expandido posteriormente, que presenta el hueso. Desde la cara articular hasta la tuberosidad interna del hueso de aquel mismo nombre, se miden aproximadamente 20 mm; 16 mm en el ejemplar mayor de *Calyptocephalella*.

El techo del cráneo está representado por escasos fragmentos. El n^o II, típicamente reticulado, muestra una sutura zigzagueante, bien visible por la cara interna, que podría corresponder a la sagital del escudo cefálico, aunque llama la atención su perpendicularidad con respecto a un haz de estrías que, en *Calyptocephalella*, corre en sentido preferentemente anteroposterior. No ayuda para su ubicación una elevación crestada, de disposición diagonal con respecto a la sutura, que muestra el hueso.

En el resto n^o X una zona lisa, suavemente convexa, contigua al borde natural de la pieza, que parece corresponder a una superficie de sentido longitudinal según la dirección de las estrías interiores, recuerda a la región mesial de contactación de los frontoparietales de algún cráneo del género afín a que me vengo refiriendo.

Otros dos fragmentos dignos de mención son los n^{os}. IX y VIII. El primero conserva un reborde, neto, cóncavo hacia adentro, que podría corresponder al borde orbitario. El segundo es particularmente interesante por el carácter mixto de su ornamentación; en efecto, un suave surco presente en el hueso parece marcar el límite entre la ornamentación reticulada y la *papiliforme*, según se aprecia en la lámina II, fig. n^o 8. Presenta además un reborde interno-lateral, que igualmente recuerda al borde de la órbita, y opuesta a él, una cara articular recta (seguramente se trata de un nasal).

El esqueleto postcraniano está representado por dos vértebras presacras incompletas y dos porciones distales de húmeros, en ambos casos de diferente tamaño pero de morfología muy semejante. Para describir a las primeras elijo la n^o XI. El centro es ancho y corto (11 mm y 13 mm respectivamente), de contorno subelíptico, procélico. Conserva el nacimiento de ambos diapófisis, que, por su rápida expansión hacia adelante, evoca la misma disposición en las últimas vértebras presacras de *Calyptocephalella*.

En cuanto a los húmeros, describiré el fragmento que lleva el n^o XII y que corresponde a un húmero izquierdo. Las porciones conservadas de ambos epicóndilos no permiten diferenciarlo de aquel del género de referencia. La tróclea, fuerte (unos 13 mm de diámetro), no muestra rastros de cavidad, como en algunos ejemplares del mencionado género.

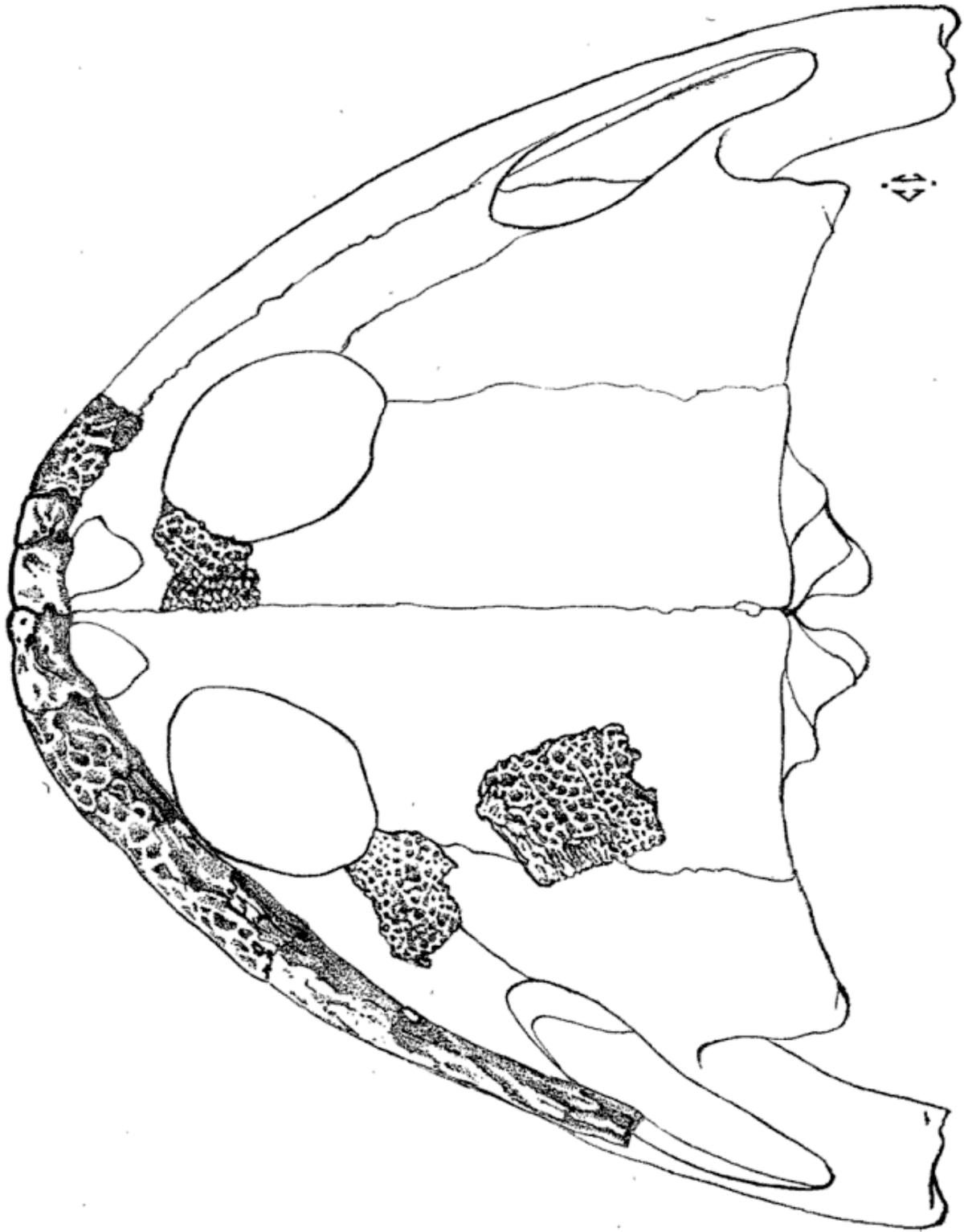


Fig. 3. — Reconstrucción ideal del cráneo de *Gigantobatrachus parodii*. En él han sido ubicadas tentativamente las piezas nos I, II, VII, VIII y IX

AFINIDADES

Entre los anuros sudamericanos con dientes maxilares y cráneo provisto de escudo cefálico se cuentan varios géneros de por lo menos dos familias: *Leptodactylidae* e *Hylidae*¹. Hay poca duda en considerar a *Gigantobatrachus* dentro de la primera. Las escasas dimensiones de los hílidos (en los hemifractinos, p. ej. alrededor de 60 mm; *Trachycephalus*, 95 mm; *Corythomantis*, 78 mm; Mir. Rib. 1926) los excluyen naturalmente de la comparación en este caso. *Amphignatodon* (hemifractino y por consiguiente hílido para Noble; 1954, 512), aunque presumiblemente representante de una familia diferente por el singular carácter de poseer dientes mandibulares (Boulenger, 1882, 449; Piveteau, 1927, 63), es igualmente de pequeña talla: *A. guentheri*, por ejemplo, mide unas tres pulgadas (Gadow, 1909, 189).

Una posible afinidad con los pelobátidos, a los que igualmente se aproxima por el carácter de la ornamentación (Zweifel, 1956, fig. 1), difícil de establecer por la escasez de restos del esqueleto postcraniano en *Gigantobatrachus*, se desvanece si se recuerda que el propio Zweifel descartó su parentesco con *Ceratophrys* y *Calyptocephalella* en base, entre otras consideraciones, a la forma de los huesos del cráneo.

Se debe, pues, volver a los leptodactílidos. Dentro de esta familia, la talla lo acerca a *Calyptocephalella* y los *ceratofrinos*, grupos ambos que precisamente tienen representantes fósiles en el suelo argentino. De los géneros de esta subfamilia, *Stombus* (Mir. Rib. 1920, 302) posee escudo cefálico poco desarrollado, y desgraciadamente desconozco la morfología craneana de *Proceratophrys* (Mir. Rib., 1920, 301) y *macrogenioglottus* (Leitão de Carvalho, 1946). Resta *Ceratophrys*, y una simple observación de la altura de la órbita, p. ej., tan escasa en *Gigantobatrachus*, lo excluye igualmente de la comparación. Este mismo rasgo elimina a *Lepidobatrachus*, forma también de cierto tamaño, dentada y con escudo cefálico.

En cuanto a *Eophractus*, en la diagnosis se puntualizan las diferencias con este nuevo género, a saber: morfología vertebral —aspecto del que me ocupó más adelante— y fórmula dentaria. Desgraciadamente, Schaeffer no consigna el número de dientes, pero este carácter puede inferirse de la comparación de su fotografía del maxilar n° 3164 (lám.

¹ *Brachycephalus*, con escudo cefálico y dorsal ornamentados, es de pequenísimos tamaño. Recientemente ha sido asignado a la flia. *Atelopodidae* por GAFFITHS (1959).

16, fig. 2, derecha) con idéntica porción de maxilar de *Gigantobatrachus*.

Sólo *Calyptocephalella* resiste a todas las comparaciones. Es de fundamental importancia, en primer lugar, su tendencia al gigantismo (puede calcularse un promedio de 160 mm de largo de tronco; Marelli, 1927, por ej.), ya que precisamente nos encontramos frente a un anuro de tal'a excepcional. Pero las afinidades se continúan en los restantes caracteres, a saber: forma y proporciones del cráneo, con desarrollo notable del escudo, morfología del maxilar, premaxilar y mandíbula (un rasgo notable es la forma levantada en arco rectilíneo que adoptan los premaxilares en contacto, característica exclusiva de los dos géneros comparados, que yo sepa), y, en fin, de las vértebras y el húmero, único hueso largo parcialmente conservado.

Las diferencias, que a mi juicio son de suficiente peso, son las adelantadas en la diagnosis, y radican fundamentalmente en la dentición. El género *Calyptocephalella* incluye dos especies, *C. gayi* Strand, de Chile, y *C. testudiniceps* Cope, de Panamá. No he podido establecer el número de dientes en la segunda de estas especies, pero —de estar ésta correctamente adscripta al género— me atrevo, no obstante, a adelantarlo; ha de oscilar en los 60 dientes para el maxilar y 10 para el premaxilar, como queda dicho. Esta seguridad surge de la extrapolación realizada con otros géneros, de las familias *Leptodactylidae*, *Hylidae* y *Pseudidae*. En la primera se verificó sobre cuatro especies y arrojó el siguiente resultado: *Leptodactylus laticeps*, 14 dientes premaxilares y 65 maxilares; *L. pentadactylus*, ídem; *L. chaquensis*, ídem; *L. ocellatus*, 14 y 68-70, lo que hace un promedio de 65-66 dientes para el maxilar. En *Pseudis* se realizó el recuento sobre dos especies: *P. paradoxus* y *P. mantidactyla* y, a pesar de las dificultades de la observación por la pequeñez del material —que también hace difícil la labor en el grupo siguiente—, puede hablarse de un promedio de 48 para el maxilar. Por fin, en *Hyla*, se marca una tendencia a un número de dientes mucho mayor, cuyo promedio ha de oscilar en 80 (*H. Spegazzini*, 79; *H. faber*, 86, aproximadamente) ¹.

En cuanto a la constancia intraespecífica, queda acreditada con recuentos realizados sobre dos ejemplares de *Ceratophrys ornata* (procedentes de la provincia de Bs. Aires), que evidenciaron 34 y 31 dientes maxilares respectivamente, y sobre cuatro ejemplares de *Lepidoba-*

¹ En *H. venulosa* se contaron sólo 58 dientes maxilares, pero quizá se trate de un ejemplar joven. En todo caso, falta una confirmación.

trachus asper (provenientes de las provincias de Salta, Formosa y La Rioja), cuyo número promedio es 40 (40-38-41-39) ¹. Para *Calyptocephalella gayi*, que muestra una fórmula muy regular, hice el recuento en el premaxilar y maxilar de tres ejemplares, procedentes de diferentes partes de Chile. Las cifras son: promedio de 11 para aquel hueso (10-11-12 respectiv.) y 60 para éste (59-61-62).

Confiero menor importancia a los caracteres de la ornamentación cefálica. El propio Schaeffer (1949, 50) recuerda —citando a Reinbach (1939)— que la ornamentación *poceada* (reticulada) de *Eophractus* (común a los pelobátidos y *Amphignatodon*) se aproxima a aquella de subadultos muy pequeños de *Calyptocephalella*. Además, en uno por lo menos de los ejemplares adultos de este género que he analizado (nº 01192), la decoración papiliforme, o granulosa, se hace reticulada en los huesos de las regiones laterales del cráneo, y, por el contrario, es netamente papiliforme en uno de los fragmentos del cráneo de *Gigantobatrachus* (nº VIII). En realidad la transición es simple y se produce por una soldadura de las papilas aisladas por medio de puentes cortos, lo que confiere al conjunto su aspecto reticular, o alveolar, característico. Algo semejante ha de ocurrir en el caso de *Ceratophrys*. La acentuación de la granulosis del cráneo de *C. prisca* que señala Ameghino (1899, 10) y subraya Rovereto (1914, 178), habla precisamente de transición entre ambos tipos de decoración, y Rusconi (1932, 146-7) lo entiende así cuando señala que “la escultura de *C. ornata* se asemeja más bien a una superficie rugosa debido a que sus conos son menos elevados, muy abundantes y casi siempre unidos entre sí” (hay una fig. en p. 147).

Son mucho más importantes las diferencias que surgen de la comparación de la morfología vertebral de *Eophractus* con aquella —muy semejante— de *Calyptocephalella* y *Gigantobatrachus*. El centro cilíndrico y la concavidad redondeada de la única vértebra conocida de aquel género (Schaeffer, 1949, lám. 16) no aceptan una comparación con los centros achatados y las cavidades elípticas de estos dos últimos.

Resumiendo: que, evidentemente, estamos en presencia de un nuevo género de leptodactílidos fósiles, claramente diferenciable por caracteres esqueléticos precisos y dimensiones corporales excepcionales.

¹ En un ejemplar de *L. asper* de Santiago del Estero (nº 01194) el número fue sólo de 30; quizá se trate nuevamente de un ejemplar juvenil.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AMEGHINO, F., 1899. *Sinopsis Geológico-Paleontológica*. Suplemento (Adiciones y correcciones), La Plata; 1-13.
- 1901. *L'âge des formations sédimentaires de Patagonie*. — An. Soc. Cient. Arg., 51 : 65-91.
- BORING, A. M. y LIU, C. C., 1931. *Giant Toads in China*. — Copeia, 1934 ; 14-15.
- BOULENGER, E. G., 1882. *Catalogue of the Batrachia Salientia, S. Ecaudata, in the collection of the British Museum*. London.
- 1914. *Reptiles and Batrachians*. London.
- FERUGLIO, E., 1950. *Descripción geológica de la Patagonia*, 2 vols., Bs. As.
- GADOW, H., 1909. *Amphibia and Reptiles*. — The Cambridge Nat. Hist., 8.
- GAY, C., 1848. *Historia física y política de Chile*. — Zoología, 2 : 107-110.
- GRIFFITHS, I., 1959. *The phylogeny of « Smynthillus limbatus » and the status of the « Brachycephalidae » (Amphibia Salientia)*. — Proc. Zool. Soc. Lond., 132, 3 : 457-487.
- KRAGLIEVICH, L., 1930. *La formación friaseana del río Frías, Río Fénix, Laguna Blanca, etc., y su fauna de mamíferos*. — Physis (Rev. Soc. Arg. Ci. Nat.), 10 : 127-161.
- LEITÃO DE CARVALHO, A., 1946. *Um novo genero de ceratofridídeo do sudeste baiano*. — Bol. Mus. Nac., nov. sér. Zool. n° 73.
- MARKLLI, C., 1927. *Aclimatación de la Rana Grande chilena « Calyptocephalus Gayi », Dum. y Bibr., en los pantanos con agua y pequeños arroyos improductivos de la Argentina*. — Bol. Min. Obr. Publ. Prov. Bs. As., 1 : 103-116.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. DE 1926. *Notas para servir de estudo dos Gymnobatrachios (Anura) Brasileiros*. — Arch. Mus. Nac. R. de Jan., 27.
- 1920. *Algumas considerações sobre o genero « Ceratophrys » e suas especies*. — Rev. Mus. Paulista, 12 : 291-304.
- NIEDEN, F., 1923. *Amphibia, Anura I, Subordo Aglossa und Phaneroglossa. Sectio I Arcifera*. — Das Tierreich, 46 : 1-32, 1-584.
- NOBLE, K., 1954. *The biology of the amphibia*, N. York.
- PHILIPPI, R. A., 1902. *Suplemento a los Batraquios chilenos descriptos en la Historia Física y Política de Chile, de don Claudio Gay, Santiago*.
- PIVETEAU, J., 1927. *Etudes sur quelques amphibiens et reptiles fossiles*. — An. Paleont., 16 : 57-97.
- REIG, O., en STIPANICIC, PEDRO y REIG, OSVALDO, 1956. *El « Complejo Porfírico de la Patagonia extraandina » y su Fauna de Anuros*. — Acta Geol. Lilloana, 1 : 185-297.
- REINBACH, W., 1939. *Untersuchungen über die Entwicklung des Kopfskeletts von « Calyptocephalus Gayi »*. — Jen. Zeitschr. Natur., 72 : 211-362.
- ROVERETO, C., 1914. *Los estratos araucanos y sus fósiles*. — An. Mus. Hist. Nat. Bs. Aires, 25 : 1-247.
- RUSCONI, C., 1932. *La presencia de anfibios (« Ecaudata ») y de aves fósiles en el piso ensenadense de Buenos Aires*. — An. Soc. Cient. Arg., 113 : 145-149.

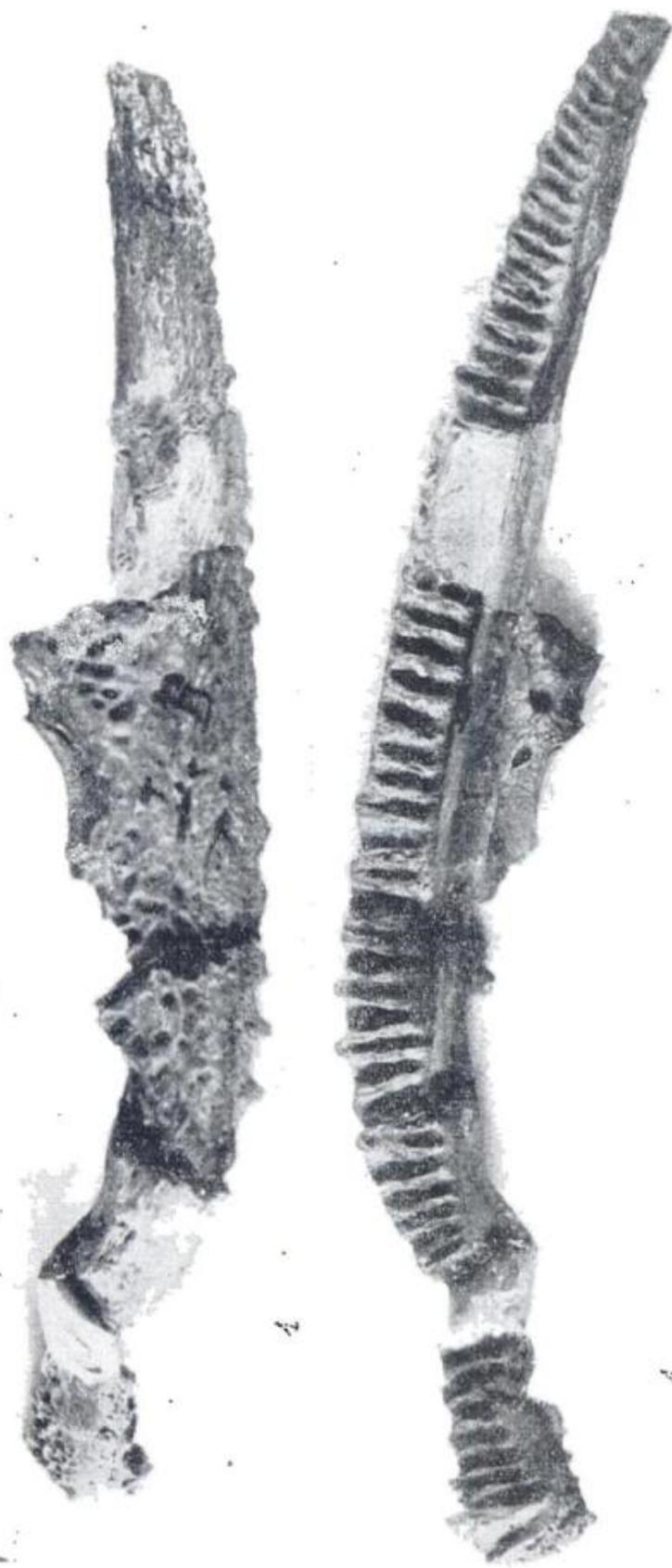
- SCHAEFFER, B., 1949. *Anurans from the early tertiary of Patagonia.* — Bull. Am. Mus. Nat. Hist., 93 (2): 47-68.
- SCHNEIDER, O., 1930. *Observaciones sobre batracios chilenos.* — Rev. Chilena de Hist. Nat., año 34: 220-223.
- STRAND, E., 1926. *Miscellanea nomenclatorica zoologica et palaeontologica, I-II.* — Arch. Naturg., div. A, 92 (8): 1-75.
- ZWEIFEL, R., 1956. *Two Pelobatid Frogs from the Tertiary of North America and Their Relationships to Fossil and Recent Forms.* — Am. Mus. Nov., n° 1762.

Manuscrito recibido en octubre de 1959.

LAMINA I

1. Vista exterior e interior del maxilar izquierdo y ambos premaxilares, articulados (I y VII).
2. Idem. Fragmento de maxilar izquierdo (VI).
3. Fragmento de maxilar derecho (XIII).
4. Porción terminal de la rama mandíbular izquierda (III).

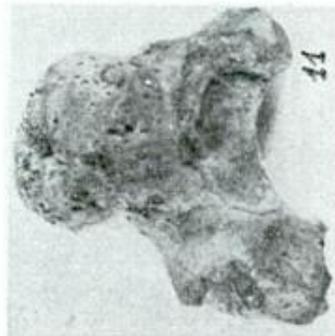
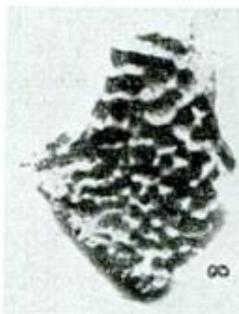
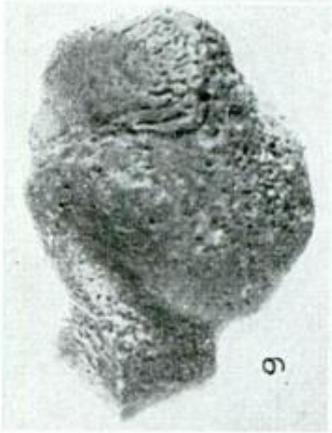
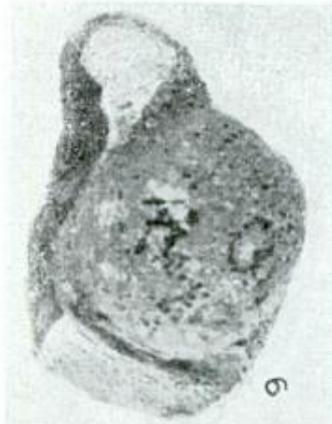
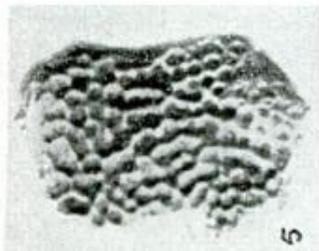
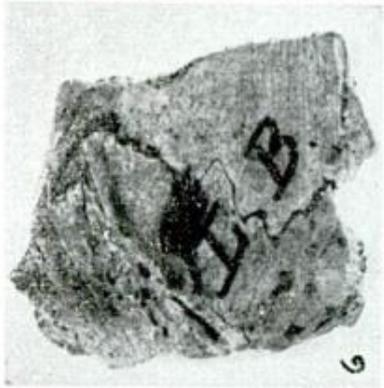
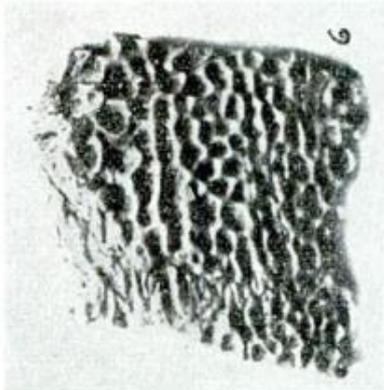
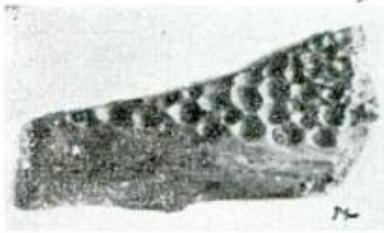
La fig. 1 } 1,3. Las figs. 2,3 y 4 } 1,7.



LAMINA II

5. Vista ventral y dorsal de un fragmento del escudo cefálico (IX).
6. Idem. (II).
7. Vista dorsal de un fragmento del escudo cefálico (X).
8. Idem. Vista ventral y dorsal (VIII).
9. Vista posterior y anterior de la epífisis distal del húmero izquierdo (XII).
10. Idem. Húmero derecho.
11. Vista ventral y dorsal de una vértebra presacra incompleta (XI).
12. Idem (IV).

Figs. 5-12, aumentadas a algo menos del doble.



GEOLOGIA DE LAS SIERRAS DE TANDIL ¹

POR MARIO E. TERUGGI, VICTOR E. MAURIÑO, TULIO A. LIMOUSIN
Y OSVALDO C. SCHAUER

RESUMEN

El presente trabajo comprende el relevamiento geológico de una superficie de 4.000 km² de la parte central y más elevada de las sierras de Tandil.

El estudio comprende, además de una parte de morfología, la descripción del basamento cristalino precámbrico, compuesto esencialmente por migmatitas, y de la serie de ortocuarcitas de la serie de La Tinta. Estructuralmente, la región está constituida por un campo de fallas, que han delimitado bloques de diversas dimensiones y con distintas altitudes.

ABSTRACT

This paper deals with the geological survey of an area of some 4.000 km² of the central and most elevated part of the Tandil range.

Besides a geomorphological description, attention is paid to the Precambrian rocks of the crystalline basement - mainly migmatites - and the orthoquartzites of the La Tinta Series.

The area surveyed is on the whole a fault-field, in which the separate blocks have different altitudes through differential vertical movements.

INTRODUCCION

El presente estudio —que incluye el relevamiento geológico de un área cercana a los 4.000 km²— tiende a completar el conocimiento de la geología de las sierras septentrionales de la Provincia de Buenos Aires y comprende la porción más elevada del bloque fracturado de dichas sierras.

Las sierras de Tandil no constituyen una unidad orográfica defi-

¹ Este trabajo es un resumen del original, realizado por el Laboratorio de Ensayo de Materiales e Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de Buenos Aires, con cuya autorización se publica.

nida, sino una sucesión de cerros y lomadas, resultantes de la acción tectónica y de la erosión.

Litológicamente, representan una prolongación de las de Olavarría y Azul, constituídas por rocas ígneas y metamórficas de edad supuestamente precámbrica. En la parte meridional de la región relevada, a causa de la posición ligeramente inclinada de los bloques fracturados, que se hundén suavemente hacia el SW, se ha conservado la cubierta de ortocuarcitas y escasas calizas, paleozoicas. Esta serie es idéntica a la que aflora en Sierras Bayas y en la región de Balcarce-Mar del Plata.

FISIOGRAFIA

Las Sierras del Tandil se conectan hacia el NW por medio de suaves lomadas con las serranías de Azul. Hacia el N, E y S desaparecen gradualmente debajo de los depósitos de la llanura pampeana. El ancho máximo de las sierras en el meridiano de la ciudad de Tandil, alcanza unos 55 km; la altura de las sierras es moderada; las máximas se encuentran en el grupo del C^o Las Animas (485 m s.n.m.) y en la parte septentrional de los cerros situados al E de Barker (524 m s.n.m.). Fuera de estas elevaciones la altura de los cerros más elevados varía entre 300 y 400 m s.n.m. Hay, además, gran cantidad de lomas y lomadas que no exceden de 250 a 300 m s.n.m. En líneas generales pueden distinguirse dos grupos de sierras, uno septentrional y otro meridional, cuyas características fisiográficas son el resultado de diferencias litológicas.

GRUPO SEPTENTRIONAL

Comprende toda la región situada al N de una línea imaginaria de rumbo aproximado E-W que pasa por la zona del A^o Viejo Malo. Litológicamente está constituída por rocas del basamento cristalino. Dentro de ella se reconocen dos zonas características: zona de las sierras y zona de lomadas.

Zona de las sierras. — Se extiende desde la ciudad de Tandil hasta el camino Juárez-Ayacucho; lateralmente está limitada por los caminos que unen esa ciudad con Mar del Plata y Juárez, respectivamente. Todos los cerros de esta zona tienen laderas suaves con pendientes entre 8^o y 14^o; en algunos lugares, sin embargo, están limitados por

escarpas de fallas, y entonces la pendiente puede ser de 25° o más. La erosión ha redondeado considerablemente todas las formas del relieve, y aparte del control estructural, han sido influenciadas por los planos de diaclasas, lo que determina que algunos cerros tengan un perfil suavemente escalonado, generalmente enmascarado por la acumulación de detritos del falda. Los bloques de basamento que constituyen estas sierras han sido labrados —bajo la influencia tectónica— por numerosas y pequeñas corrientes de agua. Las principales dentro de esta zona son: el arroyo Langueyú, que recibe el aporte de numerosos diminutos cursos de agua, y el de las Mercedes, que colecta las aguas del pequeño arroyo Tandileofú.

Zona de lomadas.— Comprende el resto del grupo septentrional, con un relieve bajo y redondeado, constituido por rocas del basamento. Su altura se halla comprendida entre los 250 y 300 m s.n.m., por lo que el desnivel es pequeño con respecto a la llanura circundante, no sobrepasando los 100 m. Forman grupos, a veces extensos, pudiendo entre las mismas levantarse cerros a mayor altura, como el Centinela (440 m) y la Sierra Alta de Vela (480 m). Los afloramientos son escasos y están muy meteorizados.

GRUPO MERIDIONAL

Comprende toda el área situada al S de la anterior. Se caracteriza por la presencia de una cubierta de ortocuarcitas paleozoicas que se asienta en discordancia erosiva sobre las rocas niveladas del basamento.

Las cuarcitas confieren a este grupo una fisiografía característica al actuar como manto protector de la acción erosiva. De este modo se originan cerros aislados de tipo *butte*, tal como El Sombrerito, frente a la sierra de la Tinta, a pesar de que la forma *butte* es rara en esta región, siendo lo común que las sierras con cubierta cuarcítica tengan cumbres planas, más bien alargadas. Lo más frecuente, debido al escaso buzamiento S-SW de las cuarcitas, es que la forma topográfica sea intermedia entre una mesa y una cuesta. El perfil de estas sierras es ligeramente asimétrico, ya que la ladera septentrional se levanta generalmente en forma de escarpa hasta el plano superior, para descender hacia el S, hundiéndose en el relleno cuaternario o descender en forma de una escarpa menos marcada, apareciendo las capas de cuarcitas como escalones o bardas. Si el basamento no está muy profundo, aparece al pie de las faldas.

Esta zona, lo mismo que la anterior, ha estado sometida a una intensa erosión que ha eliminado mucho de la cubierta cuarcítica.

Los cursos de agua más importantes de la región son el del Quequén Chico y el del arroyo de Quillancinta, Diamante.

GEOLOGÍA

Los trabajos publicados sobre la geología de esta zona son muy someros y carecen de relevamientos geológicos (Aguirre, 1897; Hautal, 1896; Nágera, 1940; Zeballos, 1877; Heuser y Claraz, 1863). Igualmente existen algunas interpretaciones tectónicas de la región (Tapia, 1937) u otras vecinas (Schiller, 1930, 1938). Los únicos relevamientos disponibles son los de Teruggi (1951) y las hojas 32p y 33p, realizados por Villar Fabre (1954, 1956), que abarcan la mayor parte del área relevada por nosotros.

La sucesión de las formaciones reconocidas, desde la más reciente a la más antigua, es la siguiente:

FORMACIONES	EDAD
Sedimentos loessoides eólicos y fluviales	Cuaternario (Pampeano)
(Discordancia)	
Calizas	
Ortocuarcitas (con algunas intercalaciones de arcillas y calizas).	Paleozoico Medio (Serie de la Tinta)
(Discordancia)	
Basamento Cristalino (migmatitas, milonitas, anfibolitas, calizas cristalinas)	Precámbrico

La edad de la serie de La Tinta (Nágera, 1940) no está fehacientemente establecida. En la zona estudiada no aflora en ningún lugar la serie completa, observable en Sierras Bayas (González Bonorino, 1954), ni se han encontrado restos fósiles. Según el hallazgo de *Spiriferina campestris* efectuado por Harrington (1940), la dolomía de Sierras Bayas —intercalada entre las cuarcitas inferiores y las superiores— sería de edad carbónica superior. Los hallazgos de *Artrophyucus*, *Cruziana*, etc., en el cerro San Agustín, de Balcarce (Nágera, 1919) harían suponer una edad algo mayor, posiblemente gotlándica o devónica. Hasta tanto no se hallen nuevos elementos de juicio, la edad de esta formación sólo puede atribuirse de manera aproximada.

BASAMENTO CRISTALINO

El basamento cristalino constituye todos los cerros del grupo septentrional, hasta las últimas lomadas, que hacia el W, N y E de la región relevada se hundan bajo el relleno cuaternario. En el grupo meridional el basamento se halla cubierto en gran parte por los estratos de La Tinta y sólo aflora al pie de los faldeos. La observación geológica es sumamente difícil debido a la acumulación de detritos de falda, avanzada meteorización, etc. Esto imposibilita el reconocimiento de los principales tipos litológicos, que son de una gran complejidad petrográfica; por las razones apuntadas, los límites en el mapa de aquellos tipos son necesariamente aproximados.

PETROGRAFÍA DEL BASAMENTO

De las rocas del basamento cristalino de Tandil sólo se cuentan algunos estudios parciales (Teruggi, 1951; Benvenuti, 1951; Villar Fabre, 1954, 1956; Klee, 1937; Passotti, 1954, 1958).

En líneas generales, puede afirmarse que las rocas predominantes netamente son las migmatitas, que constituyen la casi totalidad de los afloramientos; son frecuentemente cataclásticas, y en muchos lugares, afectados por planos de fallas, han sido transformadas en milonitas y ultramilonitas. Mucho menos abundantes son los filones o masas indefinidas de anfibolitas y lentes de calizas cristalinas. Faltan por completo las rocas típicamente metamórficas o magmáticas.

MIGMATITAS

Las migmatitas de esta zona, primeramente señaladas por Villar Fabre (1954), se caracterizan por poseer una estructura esquistosa o gnéissica muy difusa e imperfecta, y un aspecto ígneo bien notable. Por estas razones pueden considerarse del tipo *anatexitas*, en el sentido de Jung y Roques (1938) y Roques (1941).

El color dominante es el gris o gris verdoso más o menos oscuro; siguen en abundancia las rocas rojas, rojizas o gris rojizas, y otras en que se hallan mezcladas las dos coloraciones fundamentales. La textura dominante, cuando la acción cataclástica es poco marcada, es la granoblástica de grano mediano; en algunas canteras situadas al N y NW de la ciudad de Tandil (La Movediza, Bertagno, Los Leones,

parte septentrional de Los Nogales) hay variedades porfiroblásticas con individuos de microclino, y microclino-micropertita, que pueden tener bordes idioblásticos o crenulados y miden hasta 2 cm de longitud. Casi siempre presentan estructura esquistosa o una lineación de los componentes melanocráticos. Ocasionalmente puede desaparecer esta esquistosidad por lo que el aspecto es granudo. En concordancia con la esquistosidad, suelen aparecer filones pegmáticos y aplíticos. El material pegmatítico está también muy mezclado con el paleosoma de estas migmatitas.

Tipos litológicos de migmatitas. — En el plano geológico se han señalado tres tipos principales de migmatitas sobre la base de la proporción de metasoma (esencialmente feldespato potásico, y cuarzo con algo de plagioclasa ácida): Migmatitas graníticas, migmatitas granodioríticas y migmatitas tonalíticas, sobreentendiéndose que existen todos los tipos intermedios entre estos tres.

Según la mayor o menor interacción entre paleosoma y metasoma, se distinguen tres tipos estructurales principales:

1) Poca interacción entre paleosoma y metasoma. Como buenos ejemplos se citan los afloramientos al E del camino Azucena-Gardey y al N del Cerro El Centinela. En muchos casos el paleosoma está formado por agregados informes, ovals, estirados, etc., de hornblenda verde, acompañada o no por biotita, y frecuentemente asociados con zoisita (en cristales o masas granulares), epidoto, y más raramente clorita derivada de biotita. Estos restos pueden tener cierta orientación o bien distribuirse irregularmente en la masa metasomática; según el caso, la roca tendrá esquistosidad más o menos marcada. También paleosomáticos se consideran los cristales alterados de plagioclasas (oligoclasa-andesina) diseminados en el metasoma, ya aislados, ya asociados con minerales melanocráticos.

El metasoma, casi sin excepción, está constituido por cuarzo y un feldespato potásico que puede ser microclino, micropertita o microclino-micropertita. El cuarzo es siempre granular y forma mosaico, fino a mediano. El feldespato potásico se halla finamente diseminado por el mosaico cuarzoso, pero en muchas de estas rocas forma porfiroblastos microscópicos. Puede haber un poco de albita formando un ribete metasomático en torno a las plagioclasas. No es posible dar una denominación petrográfica a estas rocas; sin embargo, en su mayor parte, son de naturaleza granodiorítica, adamellitica o granítica-

calco-alcalina (más rara la alcalina). Estructuralmente, son en su mayoría migmatitas foliadas que podrían agruparse bajo la denominación genérica de gneiss de impregnación difusa. Los gneiss de tipo inyectado son muy raros.

2) La mezcla de paleosoma y metasoma es más íntima, por lo que el reconocimiento de ambos es muy difícil o aún imposible a simple vista. Buenos ejemplos son los provenientes de los cerros situados al NE de Barker y de las cercanías de la Cantera Albión.

El metasoma es más abundante que en el grupo anterior (85 % y 90 %). Los minerales metasomáticos son siempre cuarzo y feldespato potásico; lo común es que el microclino (o microclino micropertita) forme en la masa metasomática porfiroblastos que pueden ser idióblásticos, aunque lo normal es que sean xenoblásticos.

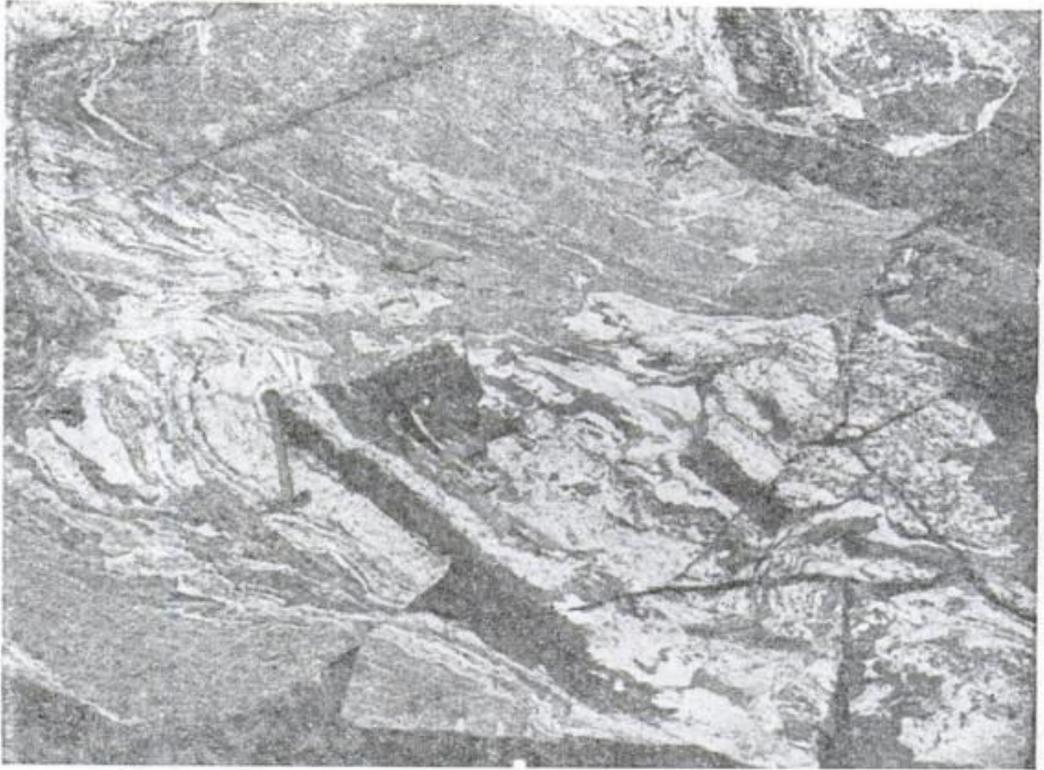
El paleosoma está siempre formado por plagioclasa alterada (sericita, zoisita) y escamillas, paquetes ó manojos dispersos de biotita y/o hornblenda, con o sin zoisita. La diferencia de este grupo con el anterior es que el paleosoma no está nitidamente limitado, sino que se halla muy mezclado con el metasoma. En este grupo de migmatitas el aspecto granítico es más pronunciado a causa de la abundancia del metasoma.

3) La penetración metatéxica ha “aflojado” al paleosoma, que pierde su identidad al ser penetrado y reemplazado por el metasoma.

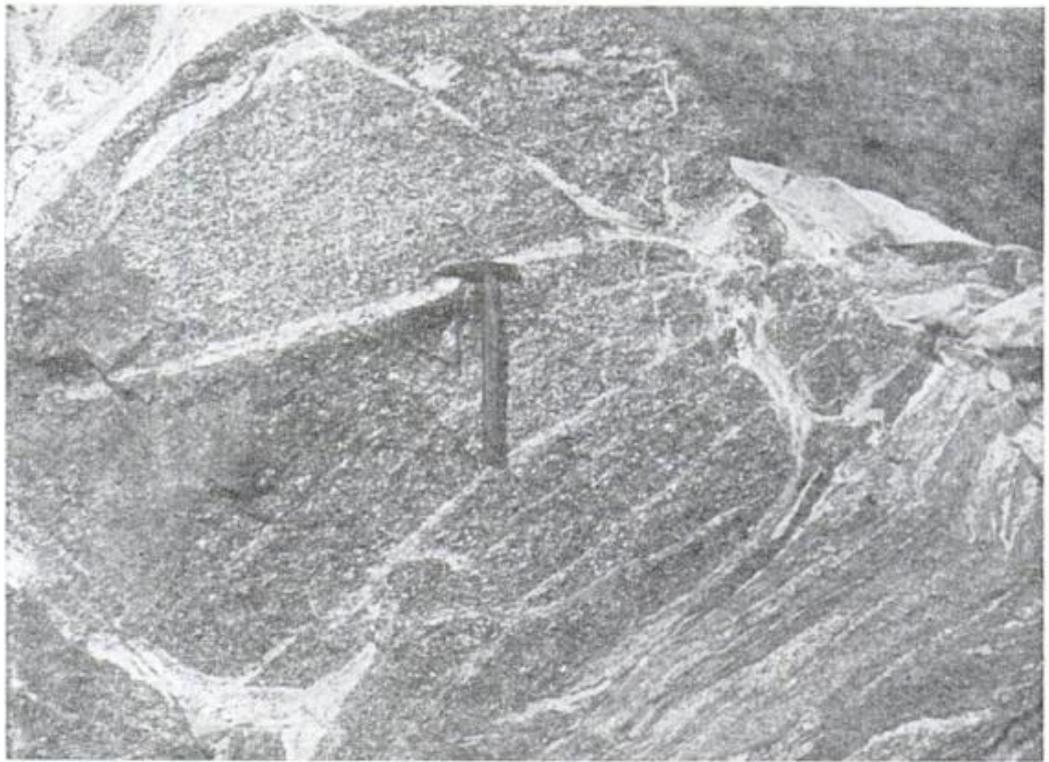
El paleosoma consiste en cristales aislados de plagioclasa bastante ácida (oligoclasa), muy cargada de escamillas de sericita y granos de zoisita, o en mafitos (biotita, clorita, hornblenda, zoisita, epidoto). No es raro que los rebordes de las plagioclasas sean de albita limpia o que estén parcialmente reemplazadas por feldespatos potásicos.

El metasoma está formado por un mosaico cuarzoso, con o sin individuos pequeños de microclino. En algunas de estas rocas, el metasoma es de grano fino y de aspecto aplítico; en cambio, en otras la presencia de cristales grandes de micropertita o microclino les confiere un aspecto pegmatítico muy marcado. Su denominación más correcta sería la de granitos, granodioritas, etc. pero con el calificativo de migmáticos para denotar su origen.

En la casi totalidad de las migmatitas, las características texturales y estructurales que se acaban de describir están modificadas por una acción cataclástica de regular intensidad, que ha afectado tanto el paleosoma como al metasoma.



Gneiss fuertemente inyectado y replegado, junto a gneiss con poca inyección y bandas de anfíbolita. Tomada en la cantera situada a 2 Km al W de El Empalme



Inclusión Gneissica densa, contorneada por el gneiss inyectado y parcialmente penetrado por guías pegmatíticas. Tomada en la cantera situada 2 Km al W de El Empalme

MILONITAS

La acción cataclástica que se acaba de considerar puede llevar a originar, en las cercanías de los planos de fallas, verdaderas milonitas. Son estas rocas densas, de grano sumamente fino, de color frecuentemente rojizo o rojizo violáceo a causa de que en las zonas de falla se ha producido la alteración alofánica de los feldespatos potásicos, con la correspondiente fijación de óxidos férricos (González Bonorino, 1954). Sin embargo, existen milonitas grises o verdes que aparentemente no han sido afectadas por dicho proceso.

Muchas milonitas tienen aspecto esquistoso, o mejor, pizarroso, a causa del fuerte estiramiento de los minerales, en especial del cuarzo y mafitos. Al microscopio aparecen formadas por una masa totalmente molida sobre la que se destacan ocasionalmente nidos diminutos de biotita (más clorita) o anfíbol, y agregados granulares de zoisita, con prolongaciones estiradas en la dirección de la esquistosidad. Tampoco faltan restos o agrupamientos de feldespato potásico o plagioclasas e inclusive porfiroblastos de micropertita sin señales de acción tectónica, por lo que su formación debe suponerse posterior a la trituración de la roca.

La mineralogía de las milonitas es variable, pues hay tantas variedades como hay migmatitas, de las que han derivado.

ANFIBOLITAS

Forman por lo general lentes y filones de reducidas dimensiones, concordantes con la actitud regional de las migmatitas y milonitas. Son densas, de grano relativamente fino y color verde oscuro; cuando están alteradas su tonalidad es más clara. Al microscopio aparecen desprovistas de esquistosidad y están constituidas por cristales, agregados irregulares o masas indefinidas de una hornblenda castaño-verdosa o verde, que aparece como "destrozada" en una base de plagioclasas alteradas o frescas, que pueden tener cuarzo como accesorio. La zoisita y el epidoto se hallan normalmente presentes en reducidas cantidades; los granates faltan, salvo en algunas muestras donde forman un porcentaje reducido.

Por disminución del anfíbol, las anfibolitas pasan gradualmente a tonalitas hornbléndicas migmatíticas, tipo intermedio de rocas común en la región.

CALIZAS CRISTALINAS

Sólo se encontraron en la Cantera San Manuel, al norte de Barker. Los afloramientos consisten en tres o cuatro lentes alineadas, intercaladas en una migmatita granítica pegmatoide. Las calizas son concordantes con la migmatita, con rumbo 98° y buzamiento vertical. Están formadas por cristales de calcita de hasta 3 cms. e incluyen granos redondeados de diópsido; ocasionalmente contienen algunos cristales de grosularia castaños, y cerca de los contactos suele hallarse un poco de wollastonita y, más raramente, de hornblenda.

Las calizas cristalinas no son esquistosas, pero presentan un bandeo poco marcado concordante con el rumbo de las lentes.

PETROLOGÍA DEL BASAMENTO

Como se ha señalado, la región, al igual que su prolongación en las sierras de Azul y Olavarría (González Bonorino *et al.*, 1956), está constituida por anatexitas en las cuales la acción de los procesos ultrametamórficos —con una concurrente permeación granítica— ha obliterado por completo los caracteres de las rocas originales. No obstante estas dificultades, el proceso metamórfico que afectó a las rocas de Tandil podría corresponder a lo que Misch (1949) denomina *granitización sincinemática*.

En tiempos precámbricos, en ambiente geosinclinal, se depositaron areniscas impuras, lutitas y lutitas calcáreas con una muy reducida cantidad de calizas puras. Esta serie sufrió un fuerte proceso orogénico: la acción de fuerzas compresivas y elevada temperatura produjeron la conversión de la pila sedimentaria en una serie de rocas metamórficas que corresponderían, a juzgar por la composición, a la facies de anfibolitas (aproximadamente equivalente a la mesozona de Grubenmann y Niggli).

Sobre la base de esta interpretación, las rocas originales se habrían transformado de la siguiente manera: las areniscas arcillosas y las lutitas en gneiss, las calizas impuras en anfibolitas, y las puras en mármoles y calizas cristalinas. González Bonorino (1954) considera que en Sierras Bayas las rocas originales eran filitas, micacitas y anfibolitas. Nuestras observaciones, y la presencia de gneiss granatífero no migmático y de calizas serpentínicas en la región de Balcarce, nos hace suponer que la serie metamórfica estuvo esencialmente constituida por gneiss y anfibolitas.

El metamorfismo de la serie sedimentaria fué acompañado, o culminó, con la invasión de material granítico. El hecho de que no existan en la Sierras de Tandil ni intrusiones ni plutones definidos, sino que todo el material supuestamente magmático ha impregnado las rocas metamórficas, hace suponer que la teoría transformista sería la más acertada. La mezcla de material metamórfico (paleosoma) y granítico (metasoma) no parece haber alcanzado gran movilidad, pues la actitud tectónica de las rocas de basamento descartan la posibilidad de que haya habido masas líquidas apreciables o que el migma o el neomagma haya sido reinyectado en distintos niveles.

La naturaleza de los ichores no se puede establecer con toda precisión, pero aparentemente ha sido de carácter potásico-silíceo, según la mineralogía del metasoma, con porfiroblastos de micropertita y microclino acompañados de abundante cuarzo. De esta forma, las variedades psammíticas y pelíticas fueron penetradas por estas emanaciones que pudieron estar acompañadas además por un poco de soda (albita) y las convirtieron en anatexitas de aspecto más o menos "ígneo". La permeación de los gneiss derivados, se efectuó o por reemplazo de casi toda la roca o por reemplazo más moderado.

En cuanto a las rocas que originariamente tenían mayor proporción de carbonato de calcio, han sufrido una granitización muy reducida o nula y las emanaciones han actuado no químicamente, sino térmicamente, con la consiguiente recrystalización. Las margas y rocas afines originaron las anfibolitas, en tanto que las calizas dieron origen a los mármoles cristalinos. Finalmente, la serie no totalmente granitizada de adamellititas, granodioritas y tonalitas, representarían sedimentos originalmente con cantidades crecientes de carbonato de calcio, lo que dificultó la penetración potásica. La migmatización sin-cinemática fué seguida de un período de granitización post-cinemática, que actuó sobre las rocas sólidas deformadas.

ORTOCUARCITAS

La serie sedimentaria se asienta sobre el basamento en discordancia erosiva, pudiéndose observar, en los pocos lugares en que el contacto es visible, que falta el conglomerado basal, o que está muy escasamente desarrollado.

La potencia máxima observada es de 80 mts. al E de la Estación Barker, debiendo ser mayor el mismo, aunque no se puede apreciar, al S de la falla que pasa por la cantera El Infierno. Se presenta en

bancos de un espesor de 0.50 a 2 mts., muchos de ellos separados por diaclasas de estratificación, buzando entre 4º y 5º hacia el S-SW.

El grano de las ortocuarcitas está generalmente bien seleccionado, considerándose que aquellas partes conglomerádicas (en las que los clastos raramente exceden de un centímetro) indican únicamente una variación en la velocidad del agente de transporte. Su aspecto va del sacaroide, muy deleznable, hasta aquellas de aspecto cuarcítico marcado, muy cementadas por sílice, con fractura concóidea a través de los granos. Su color va desde el blanco puro hasta el rojo morado oscuro, presentando las superficies expuestas a la alteración, un color amarillento por hidratación de la hematita que las tiñe; el mismo está condicionado al porcentaje de hematita, que oscila entre un 5 % a 1 % desde las más oscuras a las más claras, que son las que predominan ampliamente.

Microscópicamente tienen aspecto muy similar, estando compuestas todas las muestras casi exclusivamente de cuarzo. En ínfima proporción se observan: turmalina castaña o verdosa, piroxeno de tipo augítico, mica blanca y rarísimo zircón y apatita. Los clastos presentan un redondeamiento muy marcado, en aquellos pocos casos en que un crecimiento secundario no enmascara la forma original, siendo frecuente observar entre los mismos una escasa matriz arcillosa de caolinita o dickita.

Entre los bancos de ortocuarcitas se hallan intercalados niveles de arcillitas u ocre hematítico. La mayor abundancia de ellas se encuentra en la Sierra de La Tinta, al W de Barker, donde alcanzan espesores irregulares de hasta más de 5 m de potencia; sin embargo, las mayores concentraciones corresponden a "bolsones", limitados en su parte inferior por ftanitas de superficies redondeadas que llegan a medir más de 1 m de diámetro. También en esta zona se encuentra desarrollada en el techo de las intercalaciones arcillosas, una concentración de hierro sedimentario. Su origen es metasomático y en un corte de dicha mena se comprobó que a hematita-magnetita reemplaza la mayor parte de una ortocuarcita, del la cual quedan algunos clastos "flotantes" o aislados, como remanente.

EL PROBLEMA DE LAS CUARCITAS SUPERIORES E INFERIORES

La ausencia de la intercalación dolomítica en las Sierras de Tandil, que se encuentra completando la serie en la zona de Sierra Bayas, hace imposible el reconocimiento de los dos niveles de ortocuarcitas

en esta región, y también hacia Balcarce y Mar del Plata. La conclusión que puede extraerse es que, o no se produjo la depositación de dolomías (o calizas) o que si se produjo fueron posteriormente eliminadas por erosión. Se ha comprobado en los cortes delgados de algunas ftanitas que se encuentran en la base del depósito ocre-arcilla



Fenómeno de erosión en las cuarcitas, en un cerro al NE de La Numancia

de la Sierra de La Tinta, que se han formado por reemplazo metasomático silíceo de una caliza oolítica, cuya estructura se conserva borrrosa. Esto demostraría que efectivamente hubo depositación de calizas, aunque restringida, que fueron obliteradas posteriormente por reemplazo.

Las observaciones de campaña hacen suponer que existen dos niveles de cuarcitas. La mayoría de los cerros situados al E y SE de la Estación Barker, presentan en su faldeos dos bardas bien visibles;

por otra parte, en Sierras de Barrientos y al E de la Numancia, la presencia de niveles ortocuarcíticos con cemento hematítico hacen suponer sean equivalentes de las cuarcitas superiores de Sierra Bayas, en contraste con las inferiores totalmente desprovistas de este cemento.

CALIZAS

Al SE de Barker aflora caliza en lomadas de poca elevación y cubiertas de suelo vegetal. Por no haber sido posible observar la base, y carecer de techo, no se las puede correlacionar estratigráficamente con las de Sierra Bayas, pero litológicamente son similares a las mismas. Son rocas muy homogéneas de color gris negro intenso, debido al alto contenido de materia orgánica, que forman bancos de hasta un metro de espesor, separados por diaclasas de estratificación. Son concordantes con las ortocuarcitas, es decir subhorizontales, manteniendo por lo tanto igual rumbo y buzamiento.

Microscópicamente, están formadas por un fino mosaico de granos de calcita recristalizada.

Solamente en la Cantera La Calera se observó una caliza de aspecto similar a dolomía, que puede considerarse como un pequeño bioherma.

PETROLOGÍA DE LA SERIE DE LA TINTA

Se trata de una facies de plataforma, la que típicamente consiste de los siguientes términos:

4. Lutitas con calizas autóctonas intercaladas.
3. Ortocuarcitas y calcarenitas, intercaladas.
2. Ortocuarcitas.
1. Arcosa basal o tilita.

Mientras que en Sierras Bayas están representados los tres miembros superiores (González Bonorino, 1954), en Tandil falta el 1, encontrándose el 2 y 3 (en parte). Son depósitos de un mar costanero poco profundo, en cuya parte inferior (1, 2 y 3) existió un ambiente litoral, que pasa a batial en 4. La actividad de este mar estable poco profundo determinó la neta predominancia del cuarzo sobre los otros minerales menos resistentes, destruidos junto con los restos orgánicos (ausentes en estos sedimentos). Luego de la sedimentación de las arenas cuarzosas, e intercaladas entre éstas, se produce la de las calizas,

que son de tipo clástico (calcarenitas), es decir, el detrito calcáreo proveniente de la destrucción de estructuras orgánicas. La ausencia o poco desarrollo de los dos miembros superiores debe atribuirse o a una acción erosiva posterior, o a fenómenos locales que impidieron su depositación.

Las ortocuarcitas se cementaron por diversos procesos diagenéticos, bajo la presión de las capas superiores y por acción del agua circulante cargada de sílice que puede provenir de la solución parcial de los granos de cuarzo o bien de las capas de lutitas (arcillas) que pierden su agua de porosidad por compactación. Las calizas clásticas sufren también una modificación profunda, observándose microscópicamente que consisten en un fino mosaico recrystalizado. No se encuentran dolomias como en Sierras Bayas, excepto una dolomitización incipiente en el posible bioherma de La Calera.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS

Son sedimentos con aspecto de loess o limos loessoides, de color castaño rojizo claro, carentes de estratificación, o muy poco marcada, que se encuentra cubriendo, en forma más o menos continua, la mayor parte de las zonas deprimidas y muchas de las lomadas. No es posible determinar su edad por no haber sido encontrado fósiles característicos, pero según Tapia (1937) corresponderían al postpampeano, aproximadamente al Lujanense o Platense. Su origen es netamente volcánico-piroclástico de acumulación eólica, con modificaciones locales por aguas fluviales (Teruggi, 1954; 1957).

En aquellas partes en que los cursos de agua han cortado estos sedimentos, se puede observar su uniformidad de composición, encontrándose solamente concreciones calizas o planchas de tosca, que son comunes en toda la región. Se presenta en casi todos las lomadas de los valles interserranos, de las que forma sus cumbreres, y también en los cerros con basamento cristalino, entre éste y el suelo chernozoide.

ESTRUCTURA

Las rocas del basamento cristalino sufrieron en el Precámbrico una fuerte acción tectónica compresiva, cuyas consecuencias se manifiestan en la esquistosidad y lineación de las migmatitas, que sería en realidad herencia de la fase orogénica del geosinclinal en la cual los



Vista panorámica N-S, donde puede apreciarse el basamento cristalino y un cerro tipo mesa con enarcitas en su parte superior
Foto tomada 7 Km al N de La Numancia

terrenos metamórficos fueron simultánea y posteriormente granitizados en vasta escala.

La esquistosidad regional es aproximada entre E-W, rumbo que puede sufrir variaciones de hasta unos 15° hacia el N o el S; el buzamiento es vertical o muy cercano a él (de alrededor de 80 a 85°, inclinados hacia el S).

Además de la esquistosidad, las rocas del basamento están atravesadas por numerosos planos de diaclasas agrupados en diversos sistemas. El más frecuente y más estrechamente espaciado (leptoclasas) es el que se encuentra en las franjas milonitizadas, en concordancia con la esquistosidad de las migmatitas (*strain-slip-cleavage* o *Auswichungsclivage*). Otro sistema de diaclasas es el que resulta normal a las anteriores y por ende a la esquistosidad regional; corresponde, por lo tanto, a cruceros o *cross-joints*. Un tercer sistema es el de diaclasas subhorizontales u horizontales, mucho más reducido que los anteriores.

Desde el punto de vista tectónico, toda la región puede considerarse un campo de fallas, que han fracturado en bloques al basamento cristalino y su cubierta ortocuarcítica. En el mapa sólo se ha señalado las fallas que son más o menos fáciles de reconocer por su influencia sobre la morfología o por la producción de franjas de milonitas. Las más notables son las que corren con dirección aproximada E-W, siendo las principales: 1) la que pasa frente al Cerro Parque Independencia y Cerro de Las Animas; 2) la que pasa por la ruta Juárez-Ayacucho, al E de donde está cruzada por el camino de tierra que viene de Tandil; 3) la que corre a la Altura del Arroyo Viejo Malo y que da origen a las serranías cubiertas de ortocuarcitas que se encuentran inmediatamente al S; 4) la que pasa inmediatamente al S de la Cantera el Infierno.

Además de estas fallas paralelas a la esquistosidad, existen otras transversales u oblicuas, entre las que se pueden mencionar: 1) la falla que originó la escarpa de la Cascada; 2) una falla probable por donde corre el Quequén Chico sobre relleno pampeano; 3) otra posible falla coincidente con el cauce del Arroyo Napaleoufú; 4) otra posible falla en la zona de estación Barker.

Las fallas que corre E-W han originado una serie de bloques sucesivos también fracturados por fallas oblicuas o transversales. Un ascenso diferencial de los bloques ha originado escalones ligeramente volcados hacia el S y SW; esta inclinación ha permitido la preservación

de las calizas en la zona de Barker, pues por su posición topográfica baja han sido protegidas de la erosión.

El movimiento de los bloques a lo largo de los planos de falla ha originado frecuentes franjas miloníticas de poca potencia, lo mismo que ha determinado que, a lo largo de los planos de diaclasas, se produjeran ligeros movimientos de bloques contiguos, determinando espejos de fricción en diaclasas epidotizados y cloritizados, o ligeras cataclasis en las rocas contiguas. Todos estos son pequeños movimientos de ajuste de los bloques.

En cuanto a la edad de las fallas, la misma es indeterminable. Los movimientos de ascenso de los bloques se suelen ubicar en el Plioceno, con posible continuación en el Cuaternario como repercusión de la orogénesis andina. El estudio de cataclasitas y milonitas, sin embargo, demuestran que los procesos granitizantes continuaron después de la milonitización de las rocas. Esto hace suponer la existencia de una tectónica antigua (Precámbrica), que produjo la esquistosidad de las migmatitas y, concordantemente, por los planos de debilidad existentes, el fallamiento y milonitización. En consecuencia, se deduce que la tectónica precámbrica ha estado en buena parte controlada por la esquistosidad del basamento, habiendo sido reactivada pero no modificada esencialmente por los movimientos posteriores.

La serie sedimentaria no está afectada por plegamientos; sólo en la región de la Sierra de la Tinta se observan que los ocreos y arcillas intercalados en las cuarcitas se hallan localmente plegados en estructuras menores (drag-folds), como así también existen algunos pliegues menores en las ortocuarcitas del Cerro Gruta de Oro. No se encontraron en ningún lugar milonitas de ortocuarcitas. Las diaclasas en estas rocas tienen su orientación general similar a la del basamento cristalino, predominando netamente las verticales. Sobre esta base puede suponerse que el sistema de diaclasas sea post-palcozoico, del Mesozoico o Terciario.

GEOMORFOLOGÍA

Las características geomorfológicas de la región son el resultado de la acción de los agentes erosivos en un relieve de bloques fracturados, junto con la naturaleza de las rocas integrantes de los mencionados bloques. A medida que los bloques fueron elevándose, la erosión comenzó a rebajarlos en forma diferencial; en el grupo septentrional de sierras, la cubierta ortocuarcítica fué totalmente eliminada, probablemente debido al mayor ascenso de este conjunto de blo-

ques, siendo posteriormente labrados bajo control estructural. La orientación general de los cerros W a E coincide con las fallas principales y la esquistosidad.

Sobre la base de estas observaciones se concluye que la erosión, en la zona del basamento cristalino denudado de su cubierta ortocuarcítica, ha producido un relieve de meteorización profunda que tiende a acercarse a una penillanura, salvo en aquellos lugares donde han quedado rocas resistentes sobresaliendo como colinas de erosión o *monadnocks*.

La acumulación loésica ha suavizado el relieve primitivo. Posteriormente se implantó el drenaje actual, que se encauzó a lo largo de las zona deprimidas que representan los valles tectónicos erosivos, parcialmente colmados por sedimentos eólicos.

En el grupo meridional de serranías, la geomorfología se ha desarrollado bajo el mismo control estructural, pero la cubierta sedimentaria paleozoica ha sido el factor dominante en la elaboración del paisaje, esculpiéndose en los bloques las características formas de mesas.

En ambas regiones serranas el ascenso diferencial de los bloques originó *horsts* y *graben*. Las diferencias de nivel posibilitaron la implantación de un sistema de drenaje ecuaternalario de tipo consecuente, que profundizó los valles y rebajó las alturas. Todo este drenaje quedó sepultado (Lujanense?) por un depósito eólico de tipo loessoide, sobre el cual se implantó la red actual de arroyos.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ACUIRRE, E. (1897). *Notas geológicas sobre la Sierra de la Tinta*. Anal. Mus. Nac. Bs. As., vol. V, pp. 334-347.
- BENVENUTI, J. C. (1951). *Fenómenos de granitización en el Cerro Tandileofú (Tandil)*. Rev. Asoc. Geol. Arg. vol. VI, pp. 207-212.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. (1954). *Geología de las Sierras Bayas*. L.E.M.I.T. Serie II, n° 55, pp. 1-37.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., ZARDINI, R. A., FIGUEROA, M. Y LIMOUSIN, T. (1956). *Estudio geológico de las Sierras de Olavarría y Azul*. L.E.M.I.T., Serie II, n° 63, pp. 1-23.
- HARRINGTON, H. J. (1940). *La edad de la dolomita de Olavarría*. — Rev. Museo La Plata, N. S., Sec. Geol., t. I, pp. 233-258.
- HAUTHAL, R. (1896). *Contribución al estudio de la geología de la Provincia de Buenos Aires. I. Las Sierras entre Cabo Corrientes e Hinojo*. — Rev. Mus. La Plata, t. VII, pp. 477-489.
- HEUSSER, J. C. Y CLARAZ, G. (1863). *Ensayos de un conocimiento geognóstico físico de la Provincia de Buenos Aires*.

- JUNG, J. Y ROQUES, M. (1938). *Les schistes cristallins du Massif Central.* — Bull. Carte Geól. France.
- KLEE, G. (1937). *Sobre la naturaleza de las rocas de la cantera Aguirre de las sierras de Tandil.* — Rev. Fac. Quím. Industr. y Agric. Santa Fe, tomo VI.
- MISCH, P. (1949). *Metasomatic granitization of batholithic dimensions.* — A. Jour. Science, vol. 247, pp. 209-245; 372-406; 673-705.
- NÁGERA, J. J. (1919). *Nota geológica sobre el Cerro San Agustín.* — Dir. Gen. Minas, Geol. e Hidrol., Bol. 22.
- (1940). *Historia física de la Provincia de Buenos Aires. Tomo I. Tandilia.* — Biblioteca Humanidades (La Plata), t. XXIV., pp. 1-272.
- PASOTTI, P. (1954). *Sobre una roca filoniana adamellitica del cerro Tandileofú (Pcia. Bs. Aires).* — Inst. Fisiografía y Geología (Rosario), Publ. XLI, pp. 1-25.
- PASOTTI, P. (1958). *Rasgos tectónicos de las sierras de Tandil.* — Inst. Fisiografía y Geología, Rosario, Publ. XLIII; 28 págs.
- PETTIJOHN, F. J. (1949). *Sedimentary rocks.* — Harper y Bros., New York.
- ROQUES, M. (1941). *Les schistes cristallins de sud-ouest Massif Central.* — Bull. Carte Géol. France.
- SCHILLER, W. (1930). *Complicaciones tectónicas (cobijaduras) en las sierras del Tandil.* — Rev. Mus. La Plata, t. XXXII, pp. 299-306.
- (1938). *Cobijaduras tectónicas en el Paleozoico de las sierras de La Tinta.* — Notas Museo La Plata, t. III, Geol., n° 5.
- TAPIA, A. (1937). *Las cavernas de Ojo de Agua y Las Hachas.* — Dir. Minas y Geol., Bol. 43, pp. 1-124.
- TERUGGI, M. E. (1951). *Contribución a la petrología del Partido de Tandil. El cerro Noceti.* — Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat., Geol., t. III, n° 1, pp. 1-53.
- (1954). *El material volcánico piroclástico en la sedimentación pampeana.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. IX, pp. 184-191.
- (1957). *The nature and origin of Argentine loess.* — Jour. Sed. Petrology, vol. 27, pp. 322-332.
- VILLAR FABRE, J. F. (1954). *Resumen geológico de la hoja 32q Sierras del Tandil.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. IX, pp. 109-130.
- (1956). *Informe geológico de la hoja 33q Barker (Pcia. Bs. As.).* — Inédito Dir. Nac. de Minería, Bs. As.
- ZESALLOS, E. (1876-77). *Estudio geológico de la Provincia de Buenos Aires.* — Anales Soc. Cient. Arg., vols. III-III, pp.

Manuscrito recibido en noviembre de 1959.

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XIII

Diciembre de 1958

Nº 4

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA FAUNA DE UQUIA

(PROVINCIA DE JUJUY, REPUBLICA ARGENTINA)

Por ELSA FERNANDEZ DE ALVAREZ

Cátedra de Paleontología, Departamento de Ciencias Geológicas,
Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

En este trabajo se describe y figura, *Hippidium uquiense* Kragl. que había sido someramente citado por su autor. Además se incorporan a la fauna de Uquía dos nuevos elementos faunísticos, *Palaeolama weddelli* (Gerv.) y *Lama angustimaxilla* (Amegh.) L. Aranguren.

ABSTRACT

In this work it is described and figured, *Hippidium uquiense* Kragl. that had been superficially mentioned by its author. Besides two new faunistical elements were incorporated to the fauna of Uquía, *Palaeolama weddelli* (Gerv.) and *Lama angustimaxilla* (Amegh.) L. Aranguren.

INTRODUCCION

La fauna de la región de Uquía, en la provincia de Jujuy, dada a conocer imperfectamente desde hace varios años, vale decir, originariamente en 1906, en que De Carles recogió algunos restos determinados como de vicuña fósil, ha mantenido un interrogante sobre la edad de los sedimentos que la contienen. Por el momento, no puede ser develado, pues los restos exhumados en esa región son escasos. Muchos de ellos, especies nuevas, algunas inéditas, que han sido colectadas hace algunos decenios, no son debidamente conocidas por los paleontólogos, por falta de descripciones, figuras y medidas que permitan

un exacto reconocimiento y su incorporación definitiva al elenco de esa formación Uquiá, así denominada por Kraglievich en 1929. En esta fecha, el ilustre paleontólogo dio a conocer la nómina de ellos y recientemente (1950) Castellanos, en un trabajo titulado "El Uquiense", menciona los géneros y especies descriptas, con algunas aclaraciones breves. Cuenta con un total de catorce géneros y doce especies.

Es precisamente parte de este material, el que motiva este trabajo. Me refiero al denominado por Kraglievich *Hippidium uquiense* en (nº 23), sin aportar ningún dato ni medida que permita su identificación.

Dar a conocer esta especie en todos sus detalles es lo que me propongo en estas páginas.

El material pertinente se halla depositado en la sección Paleontología del Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Al revisarlo, encontré dos fragmentos óseos y un hueso del carpo que no se identifican con *Hippidium uquiense* Kragl., sino que pertenecen a *Palaeolama weddellii* (P. Gerv.), *Lama angustimaxilla* (Amegh.) L. Aranguren, y a ? *Promacrauchenia* (*Pseudomacrauchenia*) *yepesi* Kragl., respectivamente.

Lo importante de este hecho es que los Camélidos no habían sido citados para los sedimentos de Uquiá. Elevándose ahora la fauna de Uquiá conocida, a 16 géneros y 14 especies.

Todo este material me ha sido facilitado gentilmente, para su estudio, por las autoridades de dicho instituto, a las que quedo muy agradecida.

Descripción:

Orden ARTIODACTYLA

Familia CAMELIDAE

Palaeolama weddellii (P. Gerv.) 1855

Lám. I, Figs. 13 a, 13 b, 13 c; Lám. III, fig. 4

Material examinado: Una porción proximal de metacarpiano tercero y cuarto del miembro derecho. Lleva el nº 5315 del catálogo de la Sección Paleontología del Instituto Nacional de Investigaciones de las Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia".

He comparado el material con las ilustraciones que hizo Gervais del tipo y coincide exactamente con él. Entre las carillas articulares del magnum y unciforme, se destaca un amplio hueco de posición subcentral posterior, donde se insertan formaciones tendinosas.

En la región proximal y sobre la cara anterior se destaca una incisión que marca los límites de ambos metacarpianos, pero que no llega al borde de la superficie articular.

La mayor extensión int. externa corresponde al mtep. III que lleva en su superficie articular las carillas para el magnum y trapezoide. Esta última, semielíptica con alargamiento transverso externo sobre su borde interno y en el punto de contacto con la carilla para el magnum presenta una prominencia.

El metacarpiano IV lleva una amplia articulación para el unciforme, que asume forma arriñonada, de gran amplitud ántero posterior, que sobrepasa en nueve milímetros el límite posterior del tercer metacarpiano. Esta porción saliente corresponde al quinto metacarpiano.

	Medidas en mm	%
Diámetro transverso de la extremidad proximal.....	54,5	100
Diámetro transverso del tercer metacarpiano al nivel del punto de separación más alto.....	29	53,2
Diámetro transverso del cuarto metacarpiano.....	17	31,1
Espesor antero posterior máximo en el extremo proximal....	42	77
Diámetro transverso máximo de la carilla del magnum.....	27	49,5
Diámetro antero posterior de la carilla del magnum.....	29,3	53,7
Diámetro transverso máximo de la carilla del trapezoide....	15,8	28,9
Diámetro antero posterior de la carilla del trapezoide.....	7	12,8
Diámetro transverso de la carilla del unciforme.....	24,5	44,9
Diámetro antero posterior de la carilla del unciforme.....	38	69,7

Lama angustimaxilla (Ameghino) L. Aranguren, 1930

Lám. I, fig. 14; Lám. III, fig. 2

Material examinado: Extremidad proximal de cúbito y radio derecho con la parte de la diáfisis. La superficie articular del radio algo incompleta, lo mismo que la apófisis ancónica. El olecranon falta totalmente. (Nº 5346).

Descripción: El anquilosamiento de ambos huesos es completo, no observandose, los límites comunes de ambos en ningún punto.

Por sus dimensiones, es intermedio entre los grandes guanacos y *Palaeolama weddellii* (P. Cerv.).

Evidentemente, en cuanto a sus dimensiones y caracteres coincide exactamente con el ejemplar de *Palaeolama weddellii* figurado por Boule en (8) en la figura 1 de la lámina XXI y que como afirma Cabrera en (13) pág. 301, no corresponde a esa determinación, sino a *Lama angustimaxilla*, de menor talla que *Palaeolama*.

No se distingue sobre la cavidad glenoidea la línea de separación entre ambos huesos.

Hacia el tercio externo de la superficie articular del radio, existe una depresión, elíptica en dirección antero posterior. Sobre la cara posterior del zeugopodio, existe un foramen alargado que corresponde al foramen nutricio del radio.

Cuadro osteométrico y comparativo (Medidas en mm)

	<i>Lama angustianarilla</i> N° 5346	Guanaco según Rusconi	<i>Palaeolama weddellii</i> según Cabrera		
			N° 1063, col. Rusc. según Rusconi (36) pág. 186	N° 2783 Mus. Buenos Aires	N° 9-110 Museo La Plata
Diámetro transverso del radio en la zona articular.....	46	48	57	73,5	63
Diámetro transverso de la diáfasis a nivel del foramen nutricio....	38,8				
Diámetro antero posterior máximo a nivel foramen nutricio.....	38				
Distancia del foramen nutricio a la superficie articular del radio considerado proyectado hacia la región posterior hasta encontrar la línea vertical que pasa por el foramen.....	30,2				

Orden LITOPTERNA

Familia MACRAUCHENIIDAE

? *Promacrauchenia (Pseudomacrauchenia) yepesi* Kragl.

Lám. IV, figs. 3 y 5

Material examinado: Un semilunar izquierdo en perfecto estado de conservación, al que le corresponde el N° 5388.

Descripción: Extraordinariamente robusto, sobre todo en dirección anteroposterior.

Comparado con los Macrauchenidos afines se asemeja bastante a *Promacrauchenia (Pseudomacrauchenia) yepesi* Kragl. Sobre todo

en sus dimensiones transversales, o interno externo, en cambio difiere en lo que respecta a su extensión antero post, que es algo mayor que en el género comparado.

En *Windhausenia Delacroixi* Kragl. la carilla articular para el radio es más ancha y más corta que en nuestro caso. Siendo casi isodiamétrica en *Macrauchenia patachonica* Owen.

De modo que podría referirse con dudas a *Promacrauchenia* (*Pseudomacrauchenia*) *yepesi* Kragl. Tratándose en este caso de un individuo más robusto, que tal vez podría atribuirse a diferencias sexuales.

	Medidas en mm
Diámetro antero posterior máximo.....	58,5
Diámetro transverso máximo a nivel del quinto anterior.....	22
Longitud antero posterior de la carilla para el radio.....	47,5
Ancho máximo de la carilla para el radio en el 1/3 anterior..	20
Altura sobre la región posterior.....	32
Altura sobre el 1/3 anterior.....	35
Diámetro antero posterior de la carilla para el magnum.....	37
Ancho de la carilla para el magnum en su parte anterior.....	20
Ancho de la carilla para el magnum en su región posterior...	18

Orden PERISSODACTYLA

Familia EQUIDAE

Género **HIPPIDIUM** Owen, 1870

Hippidium uquiense Kraglievich, 1930

Tipo: Cuatro molares superiores aislados. Segundo premolar inferior "in situ" con trozo de mandíbula y tercer molar inferior. Porción de premaxilares con incisivos "in situ", fracturados. Región proximal de escápula. Pelvis incompleta. Segunda y tercera falange y un astrágalo.

Diagnosis: Talla reducida, comparable a *Hypohippidium humahuaguense* Alv. o tal vez algo más chica. Menor que las restantes especies de *Hippidium*.

Quizá, cabeza bien desarrollada, con extremidades cortas y gráciles.

Molares superiores: con protocono e hipocono redondeado y pliegue caballino poco denticulado y casi verticales.

Inferiores: Morfológicamente semejantes a *Hippidium principale* Lund, siendo, el P₂ más reducido. Pliegue interno de la muralla externa, en contacto con la lámina interna de esmalte. Presencia de protos-

tylido, carácter que la distingue de las otras especies de *Hippidium*.

El tercer lóbulo del M_3 presenta lobación labial y lingual con un pliegue semejante al protostylido.

Incisivos: Más reducidos que en las restantes especies de *Hippidium*. Semejantes a *Parahipparion devillei* (Gerv.) Sefve.

Foramen mentoniano: Desplazado posteriormente aproximándose a la serie dentaria.

Escápula: De igual tamaño que *Hippidium bonaerensis* C. Amegh.

Falanges: Delgadas y cortas. Tercera falange corta y ensanchada.

Astrágalo: Presenta desplazamiento de la carilla cuboidea, hasta ponerse en contacto con la carilla calcánea anterior.

Descripción:

Molariformes superiores

Material examinado: Cuatro molariformes que identifico como premolares tercero y cuarto y dos molares, primero y tercero del maxilar derecho.

La serie dentaria superior ha tenido posiblemente, la misma extensión que en el caballo actual, aproximadamente 160 mm.

Un carácter común a todos los molariformes es el que presentan el protocono e hipocono casi circulares. Esto permite distinguirlos de *Hippidium principale* Lund; especie en la que son alargados, lo mismo que en *Parahipparion devillei* (Gerv.) Sefve. En este caso, si bien algunos molares tienen protocono circular, el hipocono es siempre elíptico.

En *Amerhippus neogaeus* (Lund) Hoffstetter el hipocono se destaca como un repliegue interno de la corona, que en algunos casos presenta un entrante anterior, pero sin llegar nunca a constituir un contorno circular.

La disposición que presenta el pliegue caballino es muy particular, pues sus semejanzas son mayores con *Onohippidium* sp. que con las especies de *Hippidium*. El pliegue es simple con una sola entrante poco pronunciada, sería bifido, y la tangente a él en la zona de la entrante, determina con la tangente al borde interno del protocono un ángulo aproximado de 60°. Lo mismo vale para *Onohippidium*. En cambio en *Hippidium principale* Lund y *Amerhippus neogaeus* (Lund) Hoffst. existen varias entrantes o dentículos, y en algunos casos que existe uno, este es muy profundo. Su tangente al pliegue, con raras excepciones, es prácticamente paralela a la tangente interna del protocono.

La extensión interna del protocono e hipocono tiene igual amplitud en todos los molariformes estudiados, con excepción del P³, en que el protocono supera al hipocono en dos mm. Igual disposición se observa en *Hippidium principale* Lund. En *Onohippidium* el protocono sobrepasa al hipocono, en todas las piezas dentarias.

Todos los molariformes, tienen en común, sobre la superficie oclusal, dos crestas perpendiculares al ectolofo, más acentuadas en el P⁴, M¹ y M².

El límite posterior del protocono, llega a la mitad del diámetro antero posterior de la superficie oclusal, al nivel del mesostilo. Es decir que el borde posterior del protocono, se apoya sobre la normal al borde lingual que pasa por el borde posterior del mesostilo; con excepción del P³, en que el borde posterior del protocono es anterior a la normal indicada. Este carácter es común a las otras especies de *Hippidium*. No así en *Parahipparion Devillei* (Gerv.) Sefve ni en *Onohippidium muñizi* Mor. En ambos el límite post del protocono es posterior a la normal descripta. Excepcionalmente alcanza igual nivel.

Premolares: Tercer premolar (P³)

(Lám. I, fig. 1 : lám. II, figs. 1 y 5)

Un molar aislado, bastante bien conservado, que lleva el n^o 5324.

Es evidente, por el desgaste que presenta lo mismo que los restantes, que han pertenecido a un individuo adulto y de edad algo avanzada.

El hábito de la corona es rectangular. La longitud total del molar es reducida. Con tres raíces bien visibles. Una ántero interna ubicada bajo el parastilo y protocónulo. La segunda de posición pósterio interna, debajo del protocono e hipocono y la tercera pósterio externa reúne al mesostilo y metastilo.

En la superficie oclusal, se destacan además de los caracteres comunes a los demás molariformes, señalados anteriormente, el aislamiento del hipocono, aunque con una débil entrante posterior. Dentro de él, se observa un islote de esmalte, posiblemente ocasionado por el desgaste.

Además se observan dos elevaciones transversales, coincidentes respectivamente con el paracono-protocónulo y protocono-hipocono.

El pliegue caballino presenta una escotadura central bastante amplia, poco profunda.

Los valles de cemento son triangulares, alargados en la dirección

antero posterior del molar, con algunos repliegues, que podrán apreciarse en la ilustración respectiva.

	Medidas en mm
Longitud total a nivel del mesostilo	51
Diámetro longitudinal o antero posterior	29
Diámetro transverso máximo (mesostilo a borde interno del protocono).	27

Cuarto premolar (P⁴)

(Lám. I, fig. 2 ; lám. II, fig. 4)

Un molar aislado, n^o 5325, fracturado. Algo incompleto en la región posterior, faltando en parte el metastilo.

Esta pieza, es algo más curvada que el P³. La sección es cuadrangular. Tanto el protocono como el hipocono ofrecen un perfecto aislamiento, bien circulares y separados por un pliegue caballino algo más ancho que en el P³ y con un pequeño pliegue mediano distinto del premolar anterior.

Sobre la superficie masticatoria, se observan dos crestas transversales, que coinciden: la anterior con el paracono y protocónulo. La posterior con el metacono y metacónulo.

La región radicular, no puede apreciarse, por encontrarse fracturada.

	Medidas en mm
Longitud total a nivel del mesostilo	55,7
Diámetro longitudinal máximo	28,5
Diámetro transverso máximo (mesostilo a borde interno del protocono)	30,3

Molares

Más reducidos que los premolares.

Primer molar (M¹) (Lám. I, fig. 3; Lám. II, figs. 2 y 8). Un molar aislado N^o 5327, bastante destruído. No puede apreciarse su porción radicular.

Bastante curvado, coincidiendo en este carácter con el P⁴. El pliegue caballino más angosto y más recto que en los premolares. La región más profunda del mismo, lleva una invaginación o denticulo, equivalente a la tercera parte de la longitud del pliegue. Las crestas transversales ocupan posición análoga al P⁴.

	Medidas en mm
Longitud total (aproximada por fractura).....	55
Diámetro longitudinal máximo.....	26
Diámetro transverso máximo (aproximado)	29

Tercer molar (M³)

(Lám. I, fig. 4 ; lám. II, figs. 3 y 6)

Un molar aislado n^o 5326, al que falta parte del ectolofa y metastilo. De sección transversa algo trapezoidal, con la base menor hacia la región posterior.

La porción apical aparece incompleta.

Esta pieza, presenta un plano de desgaste coronal, totalmente distinto a los anteriores. En efecto, en los molariformes descritos, el plano de desgaste es perpendicular al eje longitudinal del diente. En cambio en el M³ es tangencial, siendo mayor la elevación posterior. Esta diferencia en el desgaste se debe posiblemente, a la implantación inclinada, en el maxilar, facilmente explicable, por tratarse del último molar.

Se observan también sobre la superficie oclusial dos crestas transversales. La anterior corresponde al paracono-metacónulo y la posterior al protocono, interesando la región interna del hipocono.

A diferencia de lo observado en los molares descritos, tanto el protocono como el hipocono son algo alargados en dirección antero posterior. El pliegue caballino, ofrece dos pequeños dentículos de escasa profundidad. Sobre la cara posterior, en la confluencia de ella con la cara interna, se destaca un hipostilo.

Su posfoseta se presenta mucho más desarrollada en dirección transversa que la prefoseta.

	Medidas en mm
Longitud total a nivel del mesostilo	48
Longitud total a nivel del parastilo.....	39,4
Diámetro antero posterior	27
Diámetro transverso	23,5

Molariformes inferiores

Si bien los molariformes superiores presentan ciertas analogías con *Parahipparion devillei* (Gerv.) Sefve y *Onohippidium muñizi* Mor. los inferiores se parecen mucho a los de *Hippidium principale* Lund, sobre todo el P₂, aunque con menor diámetro longitudinal. El M₃ ya muestra ciertas diferencias, que se indican en la parte correspondiente.

Dispongo de dos molariformes, un premolar y un molar. El premolar que es el segundo lleva el n^o 5364, está implantado en una porción de rama mandibular izquierda bastante fracturada, pero que conserva el foramen mentoniano.

El molar, que es el último, está adherido con mastic a la pared externa de la rama mandibular que lleva también parte de M_2 . Le corresponde el N° 5361.

La porción mandibular a que me he referido líneas arriba, es gruesa, con la cara interna casi completamente aplanada y la externa más convexa.

El borde inferior del cuerpo mandibular, es convexo, carente en absoluto de la cresta filosa de *Equus*.

Una particularidad que considero importante, se refiere a la posición que ocupa el foramen mentoniano, el cual se encuentra muy desplazado hacia la región posterior. Vale decir que está más próximo al borde anterior de la serie dentaria. La altura del cuerpo mandibular a nivel del borde anterior del P_2 es de 54,7 mm, en tanto que en *Hippidium bonaerensis* C. Amegh. es de 60 mm. En *Equus caballus* Linn. 63 mm y en *Parahipparion devillei* (Gerv.) Sefve 56 mm.

Se pueden establecer comparaciones entre algunas especies de équidos, con respecto a la posición del foramen mentoniano, en función de la altura de la rama mandibular, tomando algunas medidas que considero ilustrativas al respecto y que he consignado en el siguiente cuadro.

	<i>Parahipparion devillei</i> (Gerv.) Sefve		<i>Equus caballus</i> Lin.		<i>Hippidium bonaerensis</i> C. Amegh.		<i>Hippidium uquiense</i> Kragl.	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
1) Altura de la rama mandibular a nivel anterior del P_2	56	100	62	100	60	100	54,7	100
2) Distancia del borde posterior del foramen mentoniano al borde anterior del P_2	20	35,7	37,9	61	30	50	11,5	21
3) Distancia desde el foramen mentoniano al margen alveolar	20	35,7	23	37	21,6	36	20	36,5

De la observación de este cuadro puede deducirse: que *Hippidium uquiense* Kragl. presenta en cuanto a la medida (2) mayor afinidad con *Parahipparion devillei* (Gerv.) que con *Hippidium bonaerensis*. En cambio la dimensión (3), es prácticamente constante en todos los casos considerados.

Segundo premolar (P₂)

(Lám. I, fig. 5 ; lám. III, fig. 5 ; lám. IV, fig. 4)

Similar a *Hippidium principale* con respecto a la forma, pero el parastilido ocupa una posición bien distinta. Está más desplazado sobre la cara lingual, siendo su ubicación francamente antero interna. En cambio en *Hippidium principale* está sobre la cara anterior.

Se puede observar que el pliegue interno de la muralla externa es muy profundo y llega a ponerse en contacto y aún interponerse entre el metacónido y el metastilido, los cuales son circulares y menos desarrollados que el entocónido. En *Hipp. principale*, metacónido, metastilido y entocónido tienen igual amplitud. El entostilido en cambio es semejante en las dos especies.

Se destaca sobre la lámina posterior del pliegue interno de la muralla externa, una cierta inflexión (protostilido) que recuerda a los molares de *Amerhippus andium* y otras sp. europeas de *Equus* como *E. caballus* Linn., pero nunca observable en *Hippidium* y *Onohippidium*.

La cara labial es plana, lo mismo que la posterior.

	Medidas en mm
Diámetro longitudinal.....	32
Diámetro transverso a nivel del protocónido.....	13
Diámetro transverso a nivel del hipocónido.....	16

Tercer molar (M₃)

(Lám. I, fig. 6 ; lám. IV, fig. 6)

Tiene casi la misma longitud que el P₂. Presenta un tercer lóbulo accesorio de menores dimensiones que los dos anteriores, que lleva dos lobaciones del esmalte, tanto linguales como labiales, siendo mucho más amplias las últimas. Esta lobación y repliegue externo del tercer lóbulo no se observa en *Hippidium principale*. Según Boule, estas diferencias serían individuales, como consecuencia del desgaste.

El metacónido y entocónido están igualmente desarrollados. En cuanto el metastilido es menor.

Se repite lo expresado para el P₂ respecto al contacto del esmalte de la muralla externa con la interna tanto entre los dos primeros lóbulos como entre el segundo y tercero. Existe también un protostilido. Se observa una saliente análoga a el, sobre la región posterior del pliegue de la muralla externa entre el segundo y tercer lóbulo del molar,

ubicado algo más internamente. Análogamente se destaca un pilarcito accesorio entre las dos lobaciones externas del tercer lóbulo.

	Medidas en mm
Diámetro longitudinal.....	32,8
Diámetro transverso a nivel del protocónido.....	16
Diámetro transverso a nivel del hipocónido.....	12
Diámetro transverso máximo del tercer lóbulo.....	8,5

Segundo molar (M₂). Se encuentra "in situ" pero muy destruido. Sólo se puede dar su dimensión ant. post. que es de 25 mm.

Incisivos

(Lám. I, fig. 7a y 7b)

Una porción anterior de premaxilar (nº 5315), completamente deformada por rotura y aplastamiento, lleva "in situ" los seis incisivos, muy destruidos; de ellos sólo puede apreciarse el tercero derecho. Bastante desgastado, conserva el fondo de la foseta dentaria.

El espacio ocupado por los tres incisivos es de 40 mm aproximadamente, lo mismo que en *Parahipparion devillei* (Gerv.). En cambio en *Hipp. principale* se eleva a 46,5 mm y a 44 mm en *Equus caballus* aproximadamente.

La foseta dentaria, es alargada y angosta. En cambio en *Hippidium principale* tiene menor extensión antero posterior, siendo más ensanchada en relación con el diámetro de la corona. Ver cuadro osteométrico.

Tercer incisivo (I ³)	<i>Hippidium principale</i> Boule op. cit. Lám. XIV, fig. 7		<i>Parahipparion devillei</i> (Gerv.) Boule op. cit., Lám. XIV, fig. 2		<i>Hippidium uquiense</i> Ej. nº 5315	
	mm	%	mm	%	mm	%
Diámetro antero posterior de la corona.....	20	100	16,5	100	14	100
Diámetro transverso.....	9	45	9,5	58,3	8,3	58,1
Diámetro longitudinal de la foseta.....	8,5	42,5	10	66,6	9	64,2

Cinturas : Cintura escapular. Escápula

(Lám. I, fig. 8 ; Lám. IV, fig. 1)

El material correspondiente consiste en la región proximal de escápula izquierda (nº 5318), en la que puede distinguirse la cavidad glee-

noidea y el proceso coracoides. Responde en sus magnitudes a las que presenta *Hippidium bonaerensis* C. Amegh.

	Medidas en mm
Diámetro transverso tomado a nivel del nacimiento del acromiion	49
Diámetro de la cavidad glenoidea entre las márgenes coracoide y glenoide.	56
Altura del proceso coracoide. Desde el margen coracoide al borde de la cavidad glenoidea (aproximado)	33
Diámetro transverso desde el proceso coracoide al margen glenoide.	67,6
Diámetro interno externo de la cavidad glenoidea.	44,8

Cintura pelviana

(Lám. I, figs. 11a y 11b ; Lám. IV, fig. 1)

El material estudiado está constituido por dos coxales, izquierdo y derecho, del mismo individuo (nº 5305), a los que falta la región anterior del iliion. Una porción acetabular de otro individuo (nº 5357).

De menores dimensiones que *Hippidium bonaerensis* C. Amegh. La cavidad cotiloidea, que es de dimensiones reducidas, acusa un fémur, cuya cabeza ha sido 1/3 menor que la del caballo actual. La espina isquiática, es muy prominente, continuándose en una cresta saliente, filosa y recta, que se redondea hacia la hendidura sacrociática mayor.

La hendidura sacrociática menor, es marcadamente cóncava y su límite posterior, la tuberosidad isquiática, alcanza la misma altura que el límite anterior o espinal del isquiion.

Sobre la cara externa del isquiion, irradiando desde el borde externo del acetábulo se observan cuatro rugosidades bastante bien acusadas, que recuerdan a las que presentan los *Artiodactyla*.

Más ilustrativa que la descripción ha de resultar la observación de las figuras correspondientes.

Los porcentuales del cuadro se han considerado en función del acetábulo.

	Medidas en mm	%
<i>Cavidad cotiloidea.</i> Diámetro longitudinal	44,4	100
Diámetro transverso	43,7	96,1
Distancia desde la espina isquiatica al borde inferior del isquiion	45	101,3
<i>Foramen obturador.</i> Diámetro antero posterior.	67	150,9
Diámetro transverso	56	126,1
<i>Tuberosidad isquiática.</i> Diámetro máximo interno externo o longitudinal	50	112,6
Diámetro transverso	32	72
Longitud de la sínfisis.	117	263,5
Diámetro transverso interno de la pelvis mayor tomado a nivel del punto más anterior del acetábulo. . .	130	292,7
Longitud de la hendidura sacrociática menor	45	101,3

Huesos de los miembros

Material utilizado: Segunda falange que refiero al miembro posterior derecho con algunas dudas (Nº 5363).

Algo desgastada sobre el borde superior, cara anterior y región anterior de la carilla articular inferior.

Tercera falange izquierda (Nº 5365) algo destruída en la región infero anterior.

Astrágalo izquierdo (Nº 5369). La conservación es imperfecta, por fractura de la porción ántero lateral externa, parte de la carilla escafoidea, cuboidea y calcánea ántero externa. En su cara interna, falta la tuberosidad interna y parte de la carilla calcánea ántero interna.

Segunda falange

(Lám. I, figs. 10a y 10b ; Lám. III, fig. 3)

En rasgos generales, es muy delgada, en proporción a su longitud absoluta. A juzgar por las proporciones osteométricas comparativas que pueden verse más adelante, se trata de una especie de patas cortas y delgadas, quizá el équido sudamericano de patas cortas y más delgadas. Basándome, por supuesto, en los pocos restos de los miembros que poseo. Esto no obsta que pudieran encontrarse restos de los huesos que faltan del miembro equivalente, que presentaran mayor longitud que la prevista, lo que traería aparejada una mayor longitud del mismo.

No se observa ningún rasgo osteológico que la pueda definir específicamente, con excepción de sus relaciones relativas de longitud y diámetro transversal. Siendo la más corta que se conoce y la proporcionalmente más delgada.

La especie más próxima a ella en cuanto a éste carácter es *Amerhippus andium*, citada para los yacimientos fosilíferos de Tarija y de Punín en Ecuador.

	Medidas en mm	%
Longitud absoluta.....	33,5	100
Diámetro transversal de la extremidad superior.....	40	119,4
Diámetro transversal de la extremidad inferior.....	34,7	103,5
Diámetro antero posterior de la extremidad superior.	23,7	77,4
Diámetro antero posterior de la extremidad inferior.	20	59,7
Diámetro antero posterior cavidad glenoidea externa.	16,9	50,4
Diámetro transversal cavidad glenoidea externa.....	17,2	51,3
Diámetro antero posterior cavidad glenoidea interna.	18,5	55,2
Diámetro antero posterior de la tróclea (reg. int.)...	19	56,7
Diámetro antero posterior de la tróclea (reg. ext.)...	19	56,7

Cuadro osteométrico comparativo

Las medidas correspondientes a *Hyphippidium humahuaguense* Alv, *Hippidium uquiense* Kragl. corresponden a los ejemplares tipo. Las restantes han sido tomadas de Sefye I (38), págs. 178-179, 180, Boule op. cit. (8), págs. 160, 161 y 162 y Rusconi (36), pág. 169.

Especies	Longitud absoluta		Diámetro transverso			
	Medidas en mm	%	Superior		Inferior	
			mm	%	mm	%
<i>Hippidium uquiense</i>	33,5	100	40	119,4	34,7	103,5
<i>Hippidium bonaerense</i>	45,5	100	58	131,2	49,5	110
<i>Amerhippus neogaeus</i>	39	100	55,5	142,3	46,5	119,2
<i>Amerhippus andium</i>	35	100	44	121	38	109
<i>Onohippidium compressidens</i>	40	100	58	126,1	54	117,4
<i>Hyphippidium humahuaguense</i> ..	36	100	46	127,7	40	111,1
<i>Parahipparion saldiasi</i>	41	100	51	124,4	46	112,3
<i>Parahipparion peruanum</i>	37,7	100	49	130,3	45	119,5
<i>Parahipparion puelchensis</i> (según Rusconi).....	40	100	51	127,5	46	115
<i>Equus curvidens</i> *.....	37	100	51,2	139,6	45,5	124,5
<i>Equus asinus</i> *.....	27	100	35	128	30,5	112
<i>Equus caballus</i> (rec.) *.....	50	100	68,5	138	61,5	123,3

* Según Branco.

Tercera falange

(Lám. I, figs. 9a y 9b ; Lám. IV, fig. 2)

Algo ensanchada en dirección transversal y más bien de escasa altura. Al articularse con la segunda falange, sobresale bastante el reborde articular. La cara anterior del cuerpo es algo aplanada y la elevación que corresponde a la cresta intercondílea es poco prominente. Otros caracteres pueden apreciarse en las respectivas figuras.

	Medidas en mm	%
Longitud absoluta (sobre la región media de la cara anterior)	33	aprox. 100
Diámetro transverso máximo de la extremidad inferior.....	52	157,5
Diámetro transverso entre los tubérculos externos.....	52	157,5
Diámetro antero posterior región media (extremidad proximal).	28,5	aprox. 86,3
Diámetro antero posterior lateral (extremidad distal).....	47,8	144,8
Diámetro transverso de la cavidad glenoidea.....	43,3	131,2
Diámetro antero posterior de la cavidad glenoidea interna...	21,5	65,1
Diámetro antero posterior de la cavidad glenoidea externa ..	22	66,6
Diámetro transverso de la cavidad glenoidea interna en la región media.....	21,5	65,6
Diámetro transverso de la cavidad glenoidea externa en la región media.....	21	63,6

Relación comparada de la tercera falange en función de la segunda.

<i>Hippidium uquiense</i>	98,5 %
<i>Hypohippidium humahuacuense</i>	125
<i>Equus</i> sp.....	140

Astrágalo

(Lám. I, figs. 12a y 12b ; Lám. III, fig. 6)

Conserva el mismo hábito de gracilidad observado en la segunda falange, pero no en la tercera que es ensanchada.

Su carácter distintivo principal reside en las relaciones entre la longitud y el ancho y en la proximidad de la carilla cuboidea con la calcánea ántero interna, las cuales llegan casi a tomar contacto.

Es decir, que la carilla cuboidea se ha desplazado sobre el borde lateral externo de la superficie escafoidea y hacia la cara inferior astragaliana.

La carilla escafoidea, es más cuadrangular que en las otras sp. del mismo género.

	Medidas en mm	%
Longitud absoluta o diámetro antero posterior.....	56,5	100
Longitud de la polea.....	32,5	57,5
Diámetro transverso máximo del cuerpo.....	45	79,6
Diámetro transverso de la polea.....	24	42,4
Diámetro transverso de la cabeza (aprox. por fractura)....	48	84,1
<i>Carillas articulares</i> . Diámetro transverso de la carilla para el navicular.....	42 aprox.	74,3
Diámetro antero posterior de la carilla del navicular.....	29,6	51,3
Diámetro antero posterior de la carilla cuboidea.....	6,6	11,6
Diámetro transverso (posterior) carilla postero externa....	25,5	45,1
Diámetro longitudinal (posterior) carilla postero externa...	26	46
Diámetro longitudinal carilla antero interna.....	16	28,3

APENDICE BIBLIOGRAFICO

1. ALVAREZ, E. F. DE. 1957. *Hypohippidium humahuacuense* nov. gen. et nov. sp. — Ameghiniana, t. I, n° 1 y 2, Buenos Aires.
2. AMEGHINO, F. 1889 *Contribución al conocimiento de los Mamíferos fósiles de la Rep. Arg.* — Act. de la Acad. Nac. de Cs. de Córdoba T. VI.
3. — 1891 *Observaciones críticas sobre los caballos fósiles de la Rep. Argentina.* — Rev. Arg. de Hist. Nat. 1 p., 4-17 y 65 y 68.
4. — 1894 *Sur les ongulés fossiles de l' Argentine. Examen critique de l'ouvrage de M. R. Lyddekker.* — Rev. Jard. Zool. de Bs. As., 2, 7, 111 págs. Bs. As.
5. — 1904 *Recherches de morphologie phylogenetique sur les molaires superieures des ongulés.* — An. Mus. Hist. Nat. ; Serie 3a., III, 468.

6. — 1907 *Sobre dos esqueletos de mamíferos fósiles*. — An. Mus. Nac. de Bs. As. XVI, 35-43. Bs. As.
7. — 1908 *Las formaciones sedimentarias de la región del litoral de Mar del Plata y Chapadmalal*. — An. Mus. Hist. Nat., XVII, 343-428.
8. BOULE, M. 1920 *Mammifères fossiles de Tarija*. — pgs. 79 y sig. Láms. X-XVII; 171 y sig. Láms. XX y XXI, París.
9. — 1937 *Los Equus o verdaderos caballos*. — An. Univ. Central de Quito, 58, 151-166.
10. BURMEISTER, G. 1875 *Los caballos fósiles de la Pampa argentina*. — 88 p. 8 lám. Description Physique de la République Argentine, T. III (Texto y Atlas).
11. CARDOSO, A. 1912 *Antigüedad del caballo en el Plata*. — An. Mus. Nac. de Bs. As. 22, 372, 439, Bs. As.
12. CABRERA, A. 1931 *Sobre los camélidos fósiles y actuales de la América austral*. — Rev. del Mus. de La Plata. T. XXXIII, pgs. 89-117, Bs. As.
13. — 1935 *Sobre la osteología del Palaeolama*. — An. Mus. Arg. de Cs. Nat. T. XXXVIII, p. 283-312, Bs. As.
14. — 1935 *Estado actual de los conocimientos sobre el origen del género Equus*. — Rev. de la Fac. de Agronomía y Veterinaria. Ent. I, T. VIII, Bs. As.
15. CASTELLANOS, A. 1950 *El Uquiense. Sedimentos neógenos de Uquiá (Senador Pérez) de la Prov. de Jujuy (Argentina)*. — Univ. Nac. del Litoral. Fac. de Cs. Nat. Fis. Quim. y Nat. Serie Técnica-Cientif. Publicac. N° 36, 1-55, figs. 1-16, 9 perf. Rosario.
16. DANIEL, H. 1941 *El caballo americano*. — Bol. Mus. Hist. Nat. «Javier Prado» Lima, 5, 19, 488-499, Lima.
17. GERVAIS, P. 1855 *Recherches sur les mammifères fossiles de l'Amérique meridionale*. — París. pl. VII, figs. 8-10, p. 41, figs. 12, 12a.
18. — 1855 *Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les Animaux vertébrés vivants et fossiles*. — París.
19. GERVAIS, P. Y AMEGHINO, F. 1880 *Les Mammifères fossiles de l'Amérique du Sud*. — París. Bs. As. pgs. 114-122.
20. GIDLEY, (J. W.) 1901 *Tooth characters and revision of the North American species of the genus Equus*. — Bull. Ann. Mus. Nat. Hist. vol. XIV, pgs. 91-141.
21. HOFFSTETTER, R. 1950 *Algunas observaciones sobre los caballos fósiles de la América del Sud*. — Bull. inf. Cient. Nac., III, N° 26-27, 426-454, figs. 1-4, Quito.
22. — 1952 *Les mammifères pleistocènes de la République de l'Equateur*. — Mem. Soc. Geol. France, N° 66. 1-391, 8 pls.
23. KRAGLIEVICH, L. 1930 *La formación triaseana del Rio Frías etc. y su fauna de Mamíferos*. — Physis, R. A. X. p. 160.
24. — 1934 *La antigüedad pliocena de las faunas de Monte Hermoso y Chapadmalal etc.* — O. póstuma. p. 43; 114-116. Montevideo.
25. KRAGLIEVICH, L. J. 1946 *Sobre Camélidos chapadmalenses*. — Notas del Museo de la Plata, T. XI, Paleontología N° 93, pgs. 317-328. La Plata.
26. LÓPEZ ARANGUREN. 1930 *Camélidos fósiles argentinos*. — An. Soc. Científica Arg. T. CIX, figs. 3-5.
27. LYDDEKKER, R. 1893 *Paleontología Argentina*. — An. Mus. La Plata, T. II, pág. 79. lám. XXIX.
28. MÁRQUEZ, L. C. 1938 *Especies extinguidas. Hallazgos fósiles de la Sabana de Bogotá*. — Rev. Acad. Colombiana, 2, N° 5, 38-42.

29. MORENO, F. P. 1891 « Onohippidium muñizi ». *Breve noticia sobre los restos fósiles de un género nuevo de la familia de los Equidos conservados en el Museo de La Plata.* — *Rev. del Mus. La Plata*, T. VIII, pp. 65-71.
30. NORDENSHJÖLD (ERLAND) 1908 *Ein neuer Fundort für Säugetier fossilien in Peru.* — (*Arkiw för zoologi*) Bd IV, N° 11, Stockholm.
31. ROTH, S. 1899 *Descripción de los restos encontrados en la caverna de Ultima Esperanza.* — *Rev. Mus. La Plata*, 9, pp. 421-453. Lám. II-V, La Plata.
32. ROVERETTO, C. 1914 *Los estratos araucanos y sus fósiles.* — *An. Mus. Nac. de Hist. Nat. de Bs. As.* XXV.
33. RUSCONI, C. 1933 *Apuntes preliminares sobre las arenas puelchenses y su fauna.* — *An. Soc. Científica Argentina*, T. CXVI, pág. 169, Bs. As.
34. — 1933 *Nuevas especies de mamíferos terciarios procedentes del piso chapadmalense.* — *Physis*, T. CVI, p. 105.
35. — 1939 *Sobre un metápodo de caballo fósil del Chapadmalense.* — *An. Soc. Cient. Arg.* ; Bs. As. 128, 375-379. 1 fig.
36. — 1949 *El puelchense de Buenos Aires y su fauna (Plioceno medio). Segunda parte.* — *Instituto de Fisiografía y Geología*, XXXVI, Rosario, 1-242.
37. SEFVE, I. 1910 *Hyperhippidium eine neue Südamerikanische Pferdegattung.* — *Kunglika Svenska Veternskapsakademiens Handlingar*, Bd. 46, N° 2, 6 Lám. Uppsala.
38. — 1912 *Di Fossilien Pferde Südamerikas.* — 3 láms. *Kunglika Svenska Veternskapsakademiens Handlingar*, Bd. 48, N° 48, N° 6. Uppsala.
39. VILLEGAS FUENZALIDA, H. 1936 *Los caballos fósiles encontrados en Chacabuco y otros con los cuales se relacionan.* — *Bol. Mus. Nac. de Chile*, XV, 47-60, lám. I, fig. IV y V.
40. WINGE, A. 1906 *Jordfune nulevende Hovdyr (Ungulata) fro Lagoa Santa, Minas Geraes, Brasilien.* — (*E Museo Lundii* III, 1).

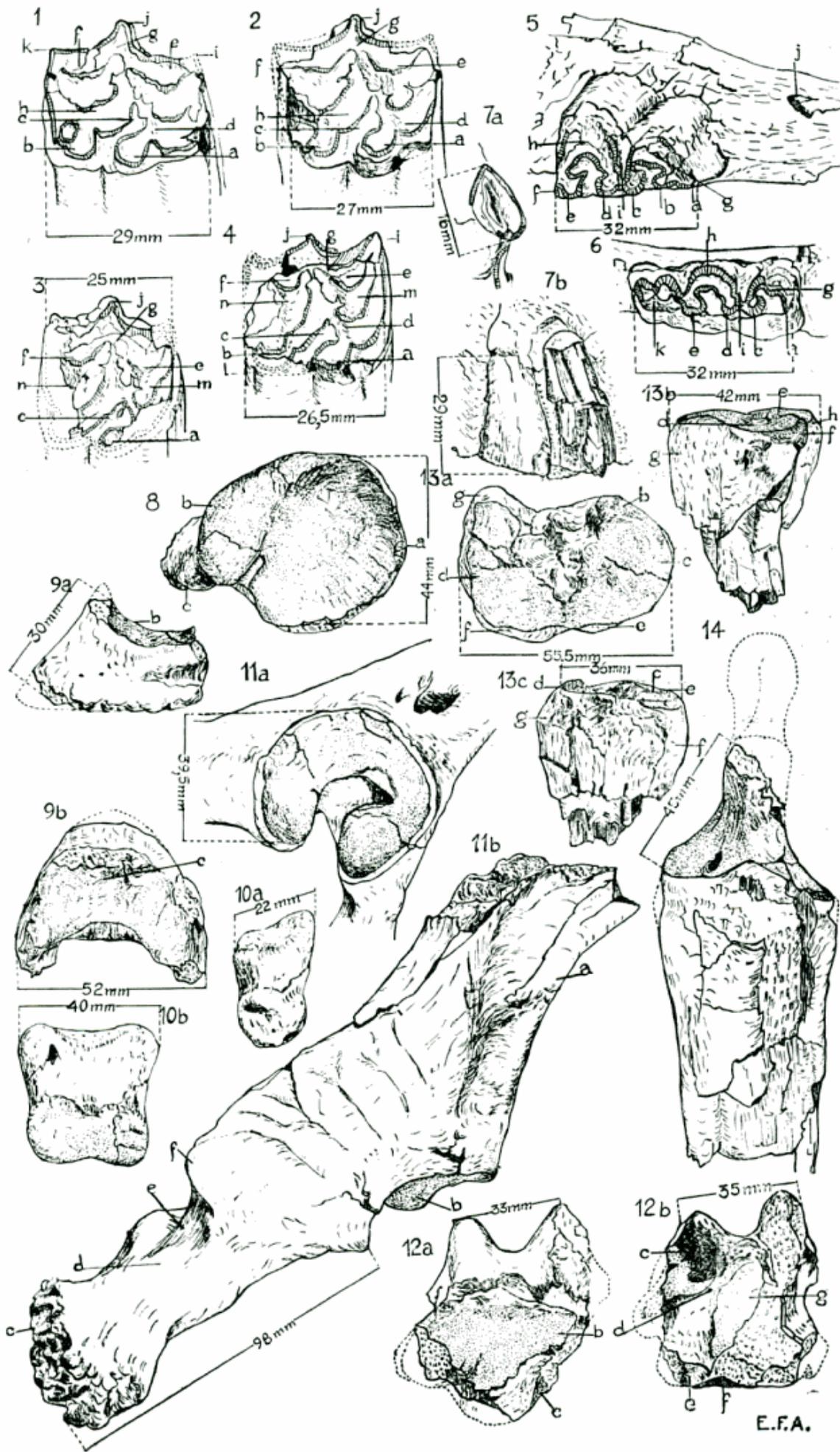
Manuscrito recibido diciembre de 1959.

LAMINAS

LAMINA I

Hippidium uquiense Kragl.

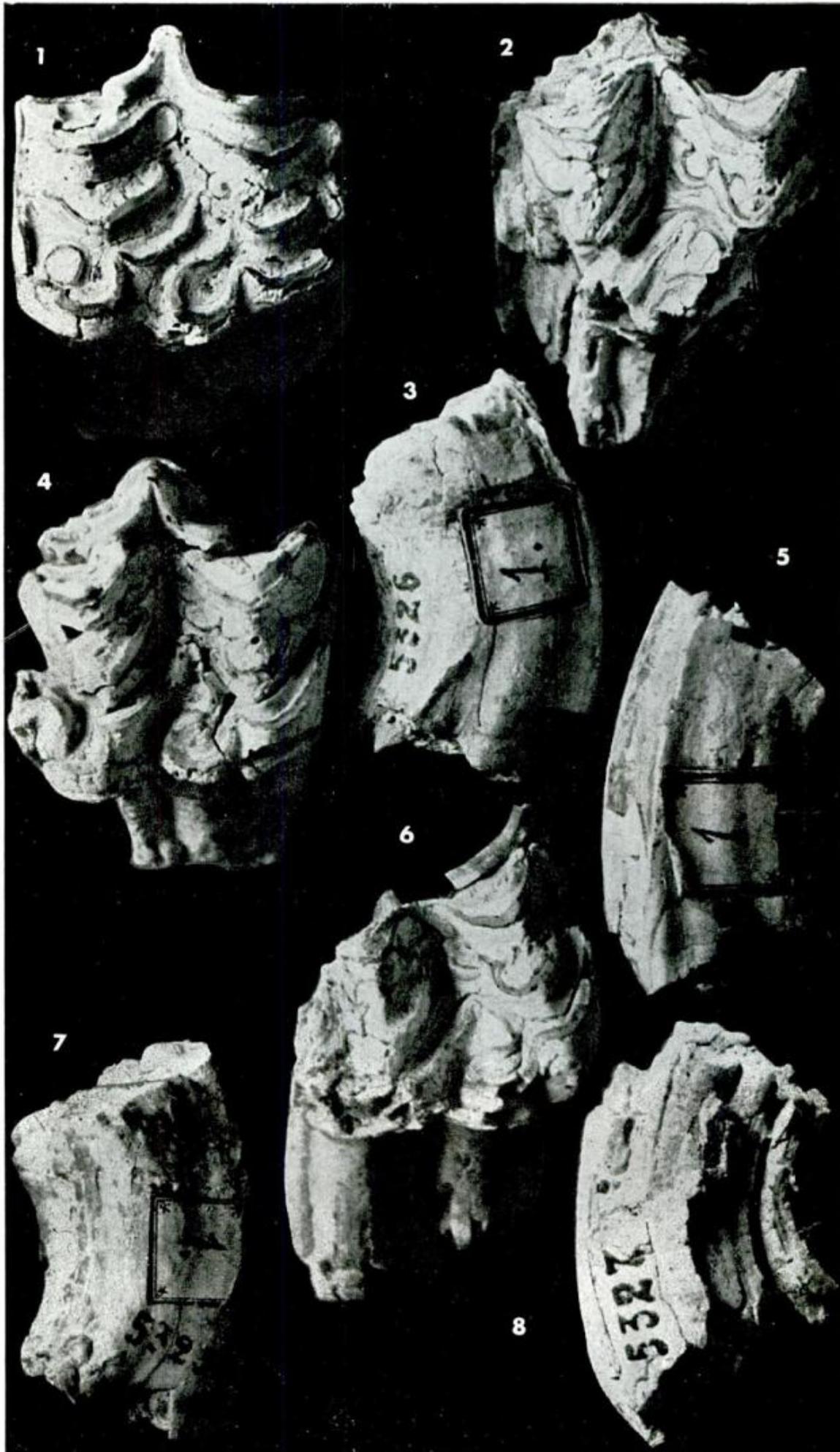
- Fig. 1. — Tercer premolar superior derecho (N° 5324). Vista superior : *a*, protocono ; *b*, hipocono ; *c*, pliegue caballino ; *d*, protocónulo ; *e*, paracono ; *f*, metacono ; *g*, ectolofa ; *h*, metacónulo ; *i*, parastilo ; *j*, mesostilo ; *k*, metastilo.
- Fig. 2. — Cuarto premolar superior derecho (N° 5325). Vista superior. Iguales referencias que en fig. 1.
- Fig. 3. — Primer premolar superior derecho (N° 5327). Vista superior. Referencias como en fig. 1.
- Fig. 4. — Tercer molar superior derecho (N° 5326). Vista superior. Referencia como en fig. 1 : *l*, hipostilo ; *m*, profoseta ; *n*, posfoseta.
- Fig. 5. — Segundo premolar inferior izquierdo (N° 5364). Vista superior : *a*, parastilido ; *b*, paracónido ; *c*, metacónido ; *d*, metastilido ; *e*, entocónido ; *f*, entostilido ; *g*, protocónido ; *h*, hypocónido ; *i*, protostilido ; *j*, foramen mentoniano ; *k*, tercer lóbulo.
- Fig. 6. — Tercer molar inferior izquierdo (N° 5361). Vista superior. Referencias como fig. 5.
- Fig. 7a. — Tercer incisivo superior derecho (N° 5315). Vista de la superficie masticatoria.
- Fig. 7b. — Vista externa de 7a con parte del I² fracturado.
- Fig. 8. — Escápula izquierda (N° 5318). Extremidad proximal. Vista de la cavidad glenoidea : *a*, borde glenoide ; *b*, borde coracoide ; *c*, coracoides.
- Fig. 9a. — Tercera falange izquierda (N° 5365). Vista lateral externa ; *b*, cresta intercondílea.
- Fig. 9b. — Vista superior de 9a : *c*, cresta intercondílea.
- Fig. 10a. — Segunda falange posterior derecha (5363). Vista lateral externa.
- Fig. 10b. — Vista posterior de 10a.
- Fig. 11a. — Coxal derecho (N° 5305). Cavidad cotiloidea.
- Fig. 11b. — Coxal derecho. Vista lateral externa : *a*, ilion ; *b*, cavidad cotiloidea ; *c*, tuberosidad isquiática ; *d*, isquion ; *e*, hendidura sacrociática menor ; *f*, espina del isquion.
- Fig. 12a. — Astrágalo izquierdo (N° 5369). Vista anterior : *b*, carilla escafoidea ; *c*, carilla cuboidea.
- Fig. 12b. — Vista inferior de 12a : *c*, carilla póstero externa ; *b*, hueco calcáneo astragaliano.
- Fig. 13a. — *Palaeolama weddelli* (Gerv.) Metacarpiano derecho (N° 5315). Extremidad proximal. Vista de la superficie articular ; *b*, carilla para el trapecoide ; *c*, carilla para el magnum ; *d*, carilla para el unciforme ; *e*, tercer metacarpiano ; *f*, cuarto metacarpiano ; *g*, quinto metacarpiano.
- Fig. 13b. — Vista lateral interna de 13a ; *d*, carilla para el magnum ; *e*, carilla para el unciforme ; *f*, carilla para el trapecoide ; *g*, tercer metacarpiano ; *h*, quinto metacarpiano.
- Fig. 14. — *Lama angustimaxilla* (Amegh.) L. Arang. Cubito radio derecho (N° 5346). Extremidad proximal. Vista anterior.



LAMINA II

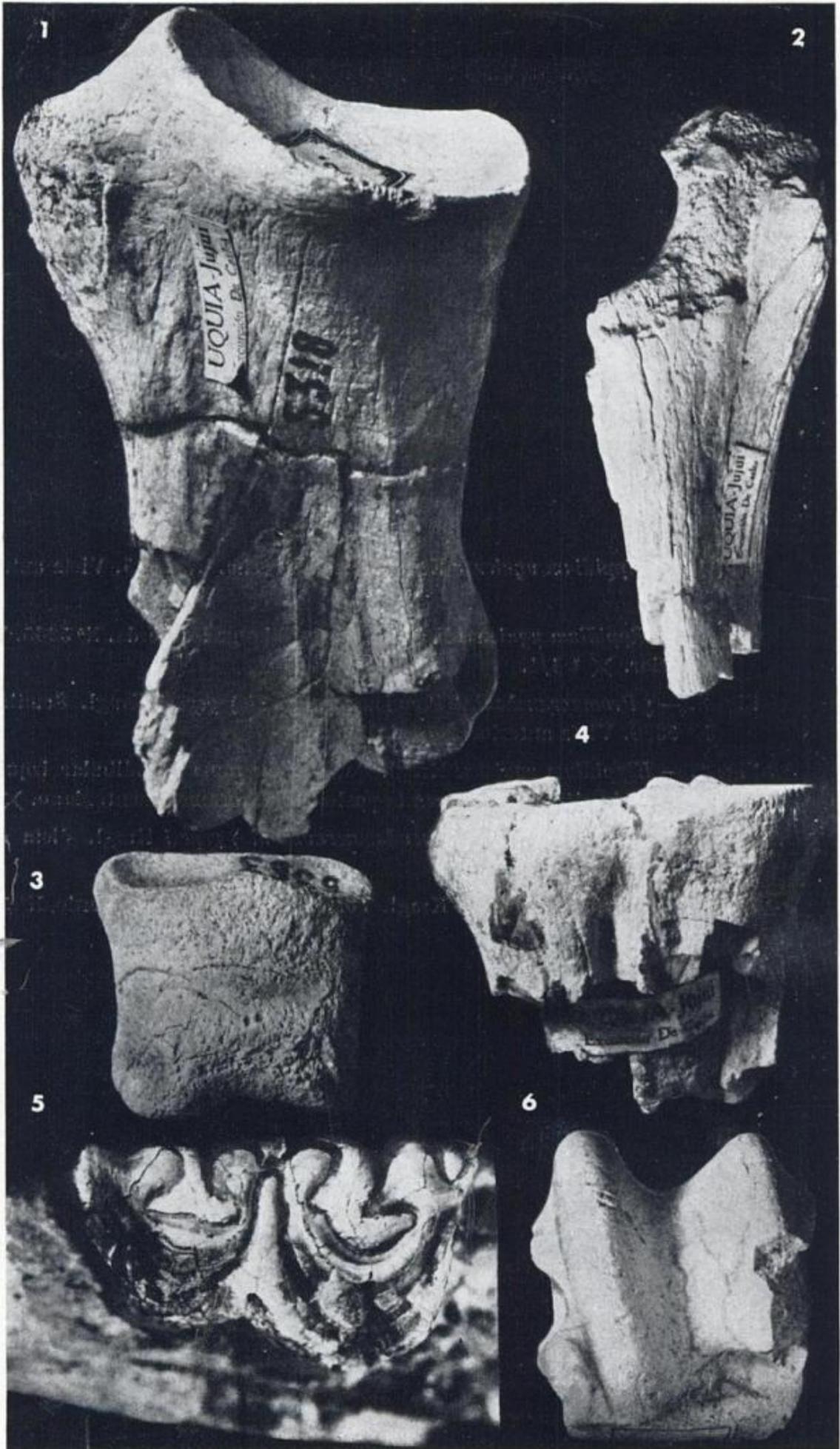
Hippidium uquiense Kragl.

- Fig. 1. — Tercer premolar superior derecho. (P³) N° 5324. Vista oclusial. $\times 1 \frac{3}{8}$.
- Fig. 2. — Primer molar superior derecho. (M¹) N° 5327. Vista oclusial. $\times 1 \frac{1}{8}$.
- Fig. 3. — Tercer molar superior derecho. (M³) N° 5326. Vista lateral anterior. $\times 1 \frac{2}{17}$.
- Fig. 4. — Cuarto premolar superior derecho. N° 5325. Vista oclusial. $\times 1 \frac{1}{3}$.
- Fig. 5. — Vista lateral posterior de 1. $\times 1 \frac{1}{6}$.
- Fig. 6. — Vista oclusial de 3. $\times 1 \frac{2}{3}$.
- Fig. 7. — Vista lateral anterior de 4. $\times 1$.
- Fig. 8. — Vista lateral posterior de 2. $\times 1 \frac{1}{9}$.



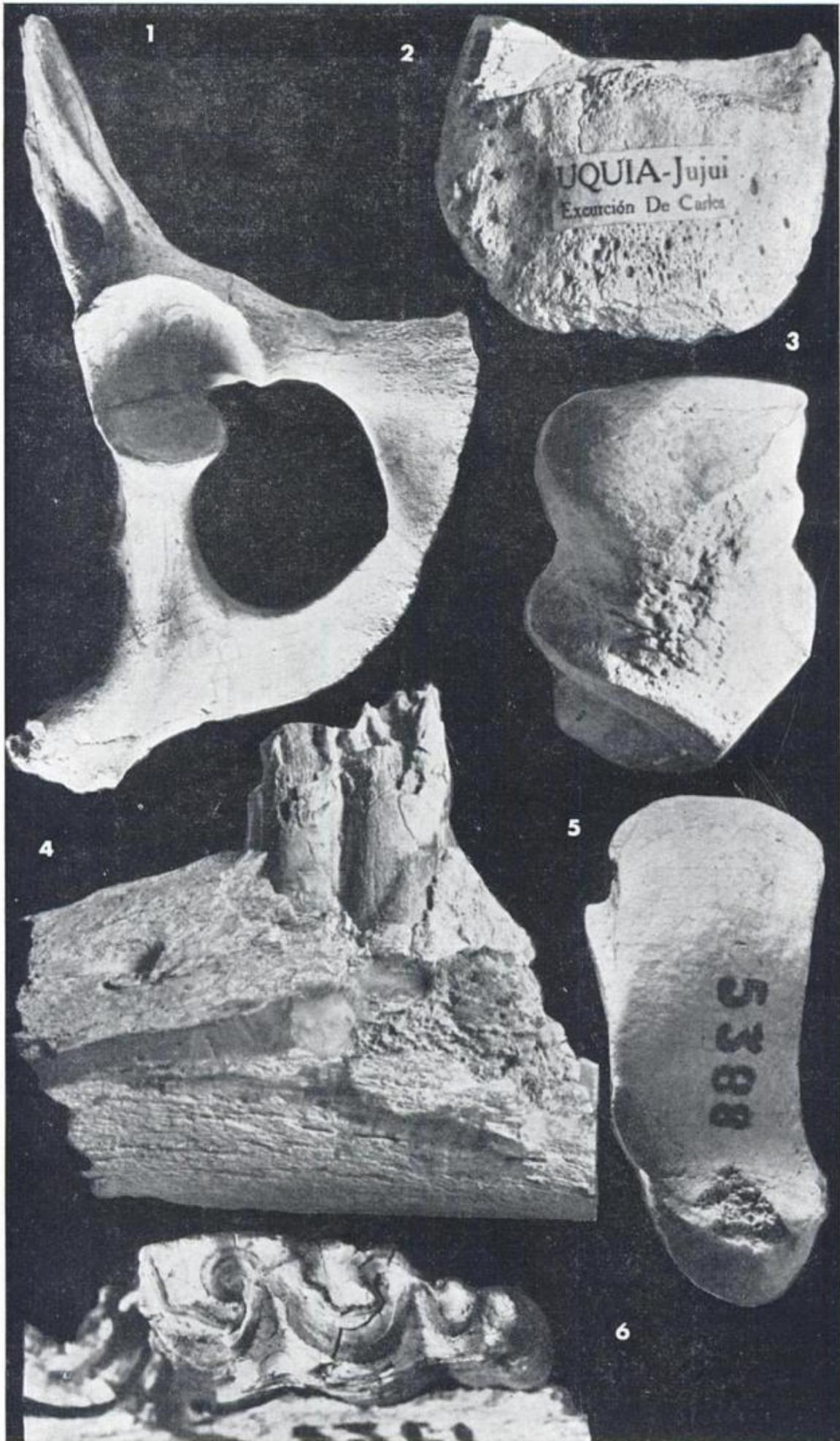
LAMINA III

- Fig. 1. — *Hippidium uquiense* Kragl. Escápula izquierda. Vista interna. $\times 1 \frac{6}{49}$.
- Fig. 2. — *Lama angustimaxilla* (Amegh.) L. Arang. Cubito radio. N° 5346. Vista interna. $\times 5/8$.
- Fig. 3. — *Hippidium uquiense* Kragl. Segunda falange posterior derecha. Vista anterior. $\times 12 \frac{13}{13}$.
- Fig. 4. — *Palcolama Weddelli* (P. Gerv.) Metacarpiano tercero y cuarto derecho. N° 5315. Extremidad proximal; vista anterior. $\times 1$.
- Fig. 5. — *Hippidium uquiense* Kragl. Segundo premolar inferior izquierdo. N° 5364. $\times 1 \frac{2}{3}$.
- Fig. 6. — *Hippidium uquiense* Kragl. Astrágalo izquierdo. N° 5369. Vista superior. $\times 5/6$.



LAMINA IV

- Fig. 1. — *Hippidium uquiense* Kragl. Coxal derecho. N° 5305. Vista anterior. $\times 1/2$.
- Fig. 2. — *Hippidium uquiense* Kragl. Tercera falange izquierda. N° 5365. Vista anterior. $\times 1\ 1/4$.
- Fig. 3. — $\frac{1}{2}$ *Promacrauchenia (Pseudomacrauchenia) yepesi* Kragl. Semilunar. N° 5388. Vista anterior. $\times 1\ 2/5$.
- Fig. 4. — *Hippidium uquiense* Kragl. Porción de rama mandibular izquierda con P₂ « in situ ». Se destaca la posición del foramen mentoniano. $\times 3/4$.
- Fig. 5. — $\frac{1}{2}$ *Promacrauchenia (Pseudomacrauchenia) yepesi* Kragl. Vista superior de 3. $\times 1\ 2/5$.
- Fig. 6. — *Hippidium uquiense* Kragl. Tercer molar inferior izquierdo, N° 5361. $\times 1\ 9/16$.



MIRMEQUITAS Y PERTITAS EN UN LEUCOGRANITO DE AYSÉN

POR BERNABE J. QUARTINO

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se describe un leucogranito microclínico procedente de las inmediaciones de Puerto Aysén, República de Chile, con preferente atención a sus pertitas y mirmequitas y al origen de ambas. Se analiza el desarrollo de las pertitas y los crecimientos mirmequíticos en relación con el proceso de cristalización de la roca, y se clasifican los distintos tipos de mirmequita según su posición textural. Las mirmequitas intersticiales, situadas entre granos mayores de microclino se han formado por deposición directa de los derivados magmáticos, con reemplazos marginales en microclino, durante la consolidación final. Las mirmequitas que aparecen como reborde o crecimiento secundario en plagioclasa, junto a micropertita, penetrantes o no en esta última, son consideradas formaciones construcionales, desarrolladas a veces zonalmente sobre plagioclasa previamente cristalizada, durante la formación activa de microclino en la fase final de la consolidación de la roca. La lobulación, penetrativa aparentemente en micropertita, se explica como resultado del progreso rápido del crecimiento de la mirmequita, que concluyó de cristalizar antes que el microclino, el cual se adaptó a la forma exterior de aquélla. La disposición de los vermes cuarzosos indica separación de sílice durante el crecimiento de la mirmequita, debido a la naturaleza muy silícea de los residuos magmáticos o al crecimiento de la plagioclasa mirmequítica en variables condiciones de ajuste de la relación Si/Al, no correspondiente al contenido de anortita. Otros tipos de mirmequitas pueden ser referidos a los anteriores o ser casos de interpretación dudosa. Se discute el origen de las pertitas estimándose que el factor preponderante ha sido la exsolución, y se destaca el hecho de que las pertitas tienen algunos crecimientos cuarzosos semi-vermiculares (pertitas mirmequíticas).

ABSTRACT

1. A description is given of a micropertthite myrmekite-rich leucogranite from a place 13 km east of Puerto Aysén, Chile.

2. The origin of the perthites which constitute films, strings and patches in the microcline is considered. No final conclusion is reached, but exsolution is believed to be the preponderant process. This may have been accentuated by slight cataclasis which might also have permitted the introduction of replacing solutions. The grains and semi-vermicular growths of quartz in the perthites — as well as the margins darkened by very fine argillaceous-ferruginous material — may be the consequence of exsolution. The first effect would have resulted from liberation of an excess of silica arising originally from cryptocrystalline dispersion of silica or

from lack of adjustment of the silica-alumina relationship in the structure of the original alkaline feldspar due to the incorporation of calcium.

3. The myrmekites are classified in accordance with their distribution in the fabric, and in accordance with the presence or absence of plagioclase nuclei: A) Myrmekites interposed between plagioclase and microperthite, as thin margins, or as penetrating lobes in the latter. B) Interstitial myrmekites between larger grains of microperthite, and without plagioclase nuclei. C) Myrmekitic plagioclase grains generally anhedral, independent of plagioclase crystals on which they might have grown. D) Albitic borders of plagioclase in microperthite. E) Myrmekitic plagioclase without nuclei, included in microperthite. F) Myrmekitic perthite with quartz grains and semi-vermicular growths. Other types are transitional among the foregoing, or are of doubtful interpretation. The vermicular development of quartz are more characteristic of types A and C.

4. The myrmekites of types A and D are interpreted as constructional forms, by secondary growth of the more basic plagioclase which acts as nucleus of precipitation of the solution or differentiated magma enriched in sodium. The final growth is immediately anterior to the termination of crystallization of potassium feldspar. The enrichment of sodium in the crystallizing solution may be accentuated by the lesser sodium content of the potassium feldspar during the final stage of growth of this latter. The myrmekite corresponds to the field of formation of two alkaline feldspars. The apparent penetration of myrmekite in microcline is due to lobate growth to which the microcline finally adapts itself.

5. The quartz worms are distributed in correspondence with the lobes. They generally are supported on the inner border. In the zonal myrmekites, with the two zones separated by a turbid line, there are likewise a double formation of quartz worms, in correspondence with the form of the myrmekite. The plagioclase twins that crosses the quartz worms are seen by transparency when are thinner than the thin section. The quartz has separated by segregation as the myrmekite grew because the solution was rich in silica, or by liberation of excesses to the Si/Al ratio of the anorthite, while this mineral crystallized in the myrmekite in the conditions of its own great structural ordering. Where microcline corrodes plagioclase myrmekite is not generally found.

6. Interstitial myrmekites are formed by direct crystallization of the magmatic derivatives, accompanied by a marginal replacement of microcline. They represent the last episode of the process of consolidation of the rock. Types C and E can be referred by comparison with the foregoing types; those of type C being larger interstitial formations.

CONTENIDO

I	Introducción	225
II	El leucogranito del Valle del Aysen	226
	Caracteres microscópicos	226
III	Pertitas, mirmequitas y albita intersticial	228
	Pertitas	228
	Mirmequitas	231
	Tipos de mirmequitas	231
IV	Origen de las pertitas y mirmequitas	237
	Ideas generales	237
	Resumen	239
	Origen de las pertitas del leucogranito de Aysen	241
	Origen de las mirmequitas del leucogranito	245

I. INTRODUCCION

La existencia de crecimientos vermiculares de cuarzo en plagioclasa rica en sodio, generalmente en relación con el contacto entre plagioclasa y ortoclasa o microclino, es un hecho frecuente de observación en rocas graníticas y gnéissicas. En casos muy particulares el desarrollo de mirmequitas se presta a consideraciones especiales sobre su forma, disposición y origen, sobre todo cuando su abundancia permite reunir distintos detalles de observación cuya vinculación genética resulta indudable por corresponder a una misma roca.

La génesis de las mirmequitas ha sido objeto de controversia, habiendo evolucionado las ideas hacia la admisión de más de un posible origen, temperamento por cierto que parece aplicarse a no pocos detalles estructurales y mineralógicos de las rocas, entre los cuales pueden incluirse, en general, todos los llamados intercrecimientos, propios de los procesos finales de consolidación de las rocas ígneas, y el desarrollo de pertitas en los feldespatos potásicos de las rocas graníticas. Los conceptos de reemplazo, exsolución, reacción mutua al estado sólido, crecimiento secundario de minerales e intercambio de cationes entre estructuras adyacentes significan procesos cuya independendencia en la petrogénesis resulta difícil de establecer, y cuya individualización y reconocimiento en el estudio petrográfico ofrece no sólo las dificultades propias de la investigación geológica en general, es decir el conocimiento de los resultados y la duda sobre los factores actuantes, sino el inconveniente de que el resultado de procesos supuestamente diferente puede ser semejante o muy parecido. Los hechos o detalles estructurales y mineralógicos explicables teóricamente por más de un proceso petrogenético pueden en realidad ser resultados *análogos* de procesos independientes (correspondiendo entonces a la investigación petrológica la determinación de cuál ha sido el proceso actuante), o bien ser los resultados de la *convergencia* de más de un proceso cuya suma o reunión pueda ser concretada por favorables condiciones físico-químicas en el ambiente geológico.

Un leucogranito proveniente del Valle del Río Aysen, a 13 km al este de la ciudad de Aysen, República de Chile, ofrece buenos ejemplos de pertitas y distintos tipos de mimerquitas cuya formación se debe en parte a causas vinculadas entre sí. Sobre todo las mimerquitas poseen detalles sugerentes sobre su origen. La descripción de esta roca (parte de un estudio petrográfico más amplio sobre algunas rocas

eruptivas de la Cordillera Patagónica) constituye el contenido de esta contribución, con particular referencia a la génesis de sus mimerquitas y pertitas.

Agradecimiento: Quede constancia del reconocimiento del autor al Dr. Félix González Bonorino por le lectura del manuscrito, al licenciado Carlos A. Rinaldi por su colaboración durante la visita a Aysen, al señor Juan Ulbrich por su colaboración en el trabajo bibliográfico, y al señor Manuel Calvelo Ríos por la obtención de las fotomicrografías.

II. EL LEUCOGRANITO DEL VALLE DEL AYSEN

La muestra del leucogranito fue obtenida a unos 13 km al este del puerto de Aysen, junto al camino que une ese puerto con la ciudad de Coyhaique. No hubo oportunidad de reconocer los alrededores sino a varios kilómetros al oeste, junto al puerto, donde las rocas plutónicas que constituyen esta parte de la Cordillera Patagónica son dioritas cuarcíferas con biotita y hornblenda y restos de clinopiroxeno; y más al este, junto al puente sobre el Río Mañihuales, donde aparece el característico microgranito rosado; ambas rocas conocidas desde las descripciones de Nordenskjöld (1905) y Quensel (1911).

El leucogranito tiene una estructura granosa, según se observa a simple vista con homogénea distribución de sus componentes principales (microclino, cuarzo, plagioclasa, biotita), y de los respectivos desarrollos de grano. De color blanco grisáceo, algo más oscuro el cuarzo, con biotita en paquetes de laminillas visibles como puntos negros o como manchas no superiores a 2 mm, que se distribuyen con bastante regularidad en un número promedio de 3 a 4 por cm² en superficie. Los granos de cuarzo son por lo común de 3 a 4 mm, llegando como máximo a tamaño dos veces mayor. La roca es fresca y muy consistente.

Caracteres microscópicos

Estructura granosa panalotriomorfa. Los únicos cristales, entre los componentes principales, con desarrollo idiomórfico son los individuos de plagioclasa que se hallan incluidos en microclino o cuarzo, y algunos subhedrales del mismo mineral que forman parte del agregado granoso. La distribución de los minerales es homogénea en cuanto no se observan marcadas áreas de predominio de uno u otro mineral, si bien el microclino suele extenderse más en razón de abundancia y ta-

maño de grano. *Cataclasis* se manifiesta en la extinción ondulosa-fragmentosa del cuarzo, y en particularidades del maclado entrecruzado del microclino, que no guarda dentro de un mismo grano una estructura uniforme, sino que tiende a disponerse en paquetes o mosaicos no bien delimitados. La cataclasis es más bien leve y no afecta por igual a todos los granos de cuarzo y microclino, pero es importante destacar su existencia en relación con otros caracteres de la roca que pudieran tener vinculación con ella, por ejemplo las *pertitas*.

El *microclino* solamente por excepción aparece exento de maclas de albita y periclino. Su falta de idiomorfismo es también constante, salvo algún contacto recto con cuarzo. Excepto estos casos la regla es que los contactos cuarzo-microclino sean marcadamente irregulares con penetraciones mutuas de trazado curvo o festoneado, y muy frecuente el caso de que cuarzo penetre profundamente en microclino por haberlo reemplazado y corroído. Las *pertitas*, que luego se describirán con más detalle, son muy abundantes, variando en apariencia su proporción en las secciones debido a que guardan una orientación determinada dentro del cristal de microclino. Por simple transparencia, sin analizador, las *pertitas* se manifiestan no solamente por su distinto índice de refracción, sino por corresponderse con una acentuación de la alteración arcillo-ferruginosa pulverulenta del feldespato, que aparece no en la albita misma, sino en los bordes, dentro del microclino, por lo cual la *pertita* se destaca como guía clara entre rebordes más oscuros y opacos. El microclino contiene invariablemente inclusiones de plagioclasa, anhedrales a casi euhedrales, de composición similar a la plagioclasa del agregado granoso, y a veces alguna laminilla de biotita, y mineral opaco escaso, en granos o cristales idiomorfos muy pequeños generalmente de sección rectangular.

El *cuarzo* forma granos independientes, sin forma característica, y pavimentos de pocos granos, en ocasiones alargados, con disposición que parece adaptarse al espacio entre granos mayores y más isodiamétricos de feldespato, a los cuales invade marginalmente. Suele aparecer dentro del microclino como aparente inclusión, pero formado muy probablemente con posterioridad por corrosión y reemplazo. Las inclusiones mayores que contiene son cristales subhedrales de plagioclasa. Las más diminutas son las comunes inclusiones fluidas, dispersas o alineadas, y otras opacas, con aspecto de polvo, y agujas, probablemente de rutilo, sumamente escasas.

La *plagioclasa* forma individuos por lo general anhedrales o subhedrales, menos abundantes que los minerales anteriores en el agre-

gado granoso, pero frecuentes como inclusiones, sobre todo en microclino. Estas son más pequeñas que los primeros, que suelen alcanzar tamaño semejante al de los cristales medianos de microclino, privando sin embargo una variación del tamaño de grano que determina al microscopio una inequigranularidad no perceptible a simple vista en la roca. Los límites con microclino casi constantemente implican la interposición de un crecimiento de albita, similar en composición a la plagioclasa de las pertitas, de naturaleza por lo general mimerquítica por contener ampollas y vermes de cuarzo. Algunos cristales de plagioclasa conservan un núcleo idiomorfo turbio, más cálcico. Fuera de ello y del mencionado crecimiento albitico, la zonalidad es muy leve manteniéndose la composición dentro de albita-oligoclasa.

La *biotita* constituye láminas frescas, muy pleocroicas, o bien con alteración total o parcial a clorita y óxido de hierro. Contiene inclusiones de apatita, zircón y mineral opaco, y carece de halos pleocroicos. Titanita forma pocos cristales pequeños.

III. PERTITAS. MIMERQUITAS Y ALBITA INTERSTICIAL

I. Pertitas

Aparecen en su mayoría como láminas o filamentos, con una característica inconstancia en su espesor, el que, término medio, es de 40 a 60 micrones. Por adelgazamiento pasan a hilillos y por engrosamiento a manchas de forma irregular. Las bandas se disponen en trenes paralelos debido a un control estructural del microclino, disposición de la cual se apartan por curvaturas, bifurcaciones y anastomosis de dos o más ramas, en cuyo caso el control estructural se manifiesta en la tendencia a dicho desarrollo de los trenes paralelos, porque ramas que divergen a veces en ángulo recto se interrumpen a un nivel paralelo inmediato sobre el cual se continúan. En contados cristales hay desarrollos arborescentes de pertitas. La abundancia de pertitas es independiente de la proximidad de los bordes de los granos de microclino y frecuentemente los ensanchamientos como manchas se desarrollan en el interior, notándose adelgazamiento de la lámina hacia los bordes, adonde pueden llegar con el espesor medio o como hilillos entrecortados, o bien no alcanzar el borde por adelgazamiento definitivo dentro del grano. Entre los trenes de bandas y sus ensanchamientos se disponen, siempre conservando el paralelismo, hilillos muy

finos, con los cuales pueden conectarse manchas también muy pequeñas.

En otros granos —menos abundantes— predomina el aspecto de manchas o parches, a veces continuados en cordones de grosor variable, del orden de las anteriores bandas que no siguen direcciones preferenciales. Estas pertitas maculosas desarrollan las formas más variadas, y al igual que en los ensanchamientos de las láminas su crecimiento es aparentemente independiente de la proximidad de los bordes.

Maclas. — Gran parte de las pertitas presenta maclas polisintéticas de albita, dispuestas paralelamente a las del microclino. El espesor de las laminillas de macla es variable, desde submicroscópicas hasta 70 micrones, este último caso poco frecuente. El desarrollo del maclado es también variable; puede faltar o manifestarse en láminas muy nítidas y paralelas, o bien mal trazadas, acuñadas e inconstantes. En este último caso, en algunas pertitas gruesas, la interrupción de las maclas dentro del espesor de las pertitas es del tipo de la llamada estructura de tablero de ajedrez. Estas anomalías pueden estar en relación con la cataclasis leve del microclino. Los bordes de las pertitas aparecen francamente aserrados, observando con gran aumento, y las entrantes y salientes se corresponden con las trazas de los planos de unión de las maclas. Cuando las pertitas no tienen maclas los bordes son irregulares en el sentido de que no corresponden con una línea de trazado neto; la observación con gran aumento acentúa pues los ya referidos cambios de espesor en cuanto a los más finos detalles.

Composición de las pertitas. — Se componen de plagioclasa ácida (Albita con 5-6 % de An) ¹. Muchas contienen granitos diminutos de cuarzo, de formas redondeadas, que aparecen en secciones más o menos circulares, alargadas y semivermiculares, y en rosario. Adquieren la apariencia de los crecimientos vermiculares de las mirmequitas, pero sin alcanzar la gran delicadeza de formas y finura, ni la distribución en abanico propias de las ampollitas cuarzosas de las mirmequitas más características. Sin embargo puede hablarse con propiedad de *pertitas mirmequíticas*.

La localización del cuarzo dentro de las pertitas es un hecho importante que no puede dejarse a un lado al describir las pertitas en sí, y al

¹ La determinación de las plagioclasas ha sido efectuada por medición de la extinción máxima de los individuos de macla de albita en la zona [010] con platina universal.

considerar su génesis. Por otra parte estos menudos crecimientos cuarzosos nunca aparecen fuera de las pertitas o en sus proximidades, por lo cual puede estimarse que su formación se halla unida al proceso de crecimiento de las pertitas, no debiendo ser considerados como meras inclusiones. Cuarzo en granos redondeados, aislados dentro del microclino, suele hallarse, pero su tamaño es mayor que el de los granitos de las pertitas, y su origen ha de deberse a reemplazo y corrosión por el cuarzo de cristalización más tardía.

La *alteración* pardusca pulverulenta del feldespató alcalino se halla vinculada también con la presencia de pertitas, por cuanto se localiza preferentemente como un fino reborde difuso junto al contacto. Las pertitas aparecen así como bandas muy translúcidas en un marco obscuro. En ciertos casos la opacidad pulverulenta afecta también a las pertitas, sobre todo cerca del borde o irregularmente, de manera que se pierde toda relación precisa en la localización de la turbidez.

Pertitas e inclusiones de plagioclasa: En la mayoría de los casos las inclusiones de plagioclasa no muestran respecto de las pertitas relaciones definidas; no existe marcada concentración o disminución de material pertítico en sus alrededores y cuando ello sucede no parece sino accidental, independiente de una relación de causa a efecto entre la inclusión y la localización de la pertita respectivamente, aunque se hallen en contacto. En otros casos por el contrario las pertitas guardan una relación con la inclusión que se pone de manifiesto en el encuentro entre ambas, sobre todo con el reborde de plagioclasa sódica —generalmente mirmequítica—, que las inclusiones de plagioclasa casi siempre tienen.

Descartando los casos de dudosa claridad, se observaron los siguientes hechos cuya descripción puede tener interés: 1) la banda pertítica parece interrumpirse en el encuentro con la inclusión de plagioclasa, pero en realidad ésta tiene un reborde de plagioclasa sódica que la rodea íntegramente, el cual se continúa, en apariencias, perfectamente con la pertita, sin que se advierta ninguna diferencia de índice de refracción entre ambos, que extinguen simultáneamente; 2) caso análogo al anterior, pero reborde sódico y pertita no extinguen simultáneamente, siendo aquel más límpido; 3) una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica, de contactos muy netos con el microclino, muy próxima a una pertita, se pone en contacto por largo trecho con una derivación de ésta; dicho contacto aparece solamente muy nítido con analizador debido a la igualdad de índices refractivos. Los

bordes de la pertita sobre el microclino son menos nítidos que los correspondientes de la inclusión; 4) una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica se halla aparentemente dentro de la pertita que la rodea; 5) una pertita atraviesa una inclusión de plagioclasa sódica mirmequítica, como una guía a través de ella. Pertita e inclusión mirmequítica tienen distinta orientación óptica, y no se aprecian diferencias de índice de refracción.

II. Mirmequitas

El rasgo estructural más notable de la roca es la abundancia de mirmequitas, algunas de ellas con la más delicada estructura vermicular de cuarzo, semejante a los más típicos ejemplos descritos en la literatura. Otras son menos características, y entre los extremos existe una gama de variación que las hace de sumo interés, sobre todo porque su relación con los minerales del agregado granoso, las inclusiones de plagioclasa en microclino y las pertitas de este último ofrecen la posibilidad de examinar conjuntamente un grupo de detalles que deben encuadrar en una coherente interpretación de la cristalización de la roca. En todos los casos las mirmequitas se hallan en contacto con feldespatos potásicos pertíticos, y gran parte de ellas constituyen interposiciones entre plagioclasa no mirmequítica y feldespatos potásicos, apareciendo como continuidad de aquella, como crecimiento secundario y frecuentemente penetrando en el microclino pertítico.

Para mayor claridad se describirán las mirmequitas según los tipos reconocidos de acuerdo a su situación en la fábrica de la roca.

III. Tipos de mirmequitas

A. *Mirmequita dispuesta entre plagioclasa del agregado granoso y micropertita, como reborde de la primera, a veces penetrante en micropertita* (Lám. I, figs. 2 y 4, y lám. II, figs. 1 y 2).

En la roca estudiada permiten asegurar que el contacto plagioclasa-micropertita es determinativo para el desarrollo de este tipo de mirmequitas —cualquiera sea el proceso formativo— por cuanto se observa en todos los casos que cristales subhedrales o anhedrales de plagioclasa que limitan con cuarzo, con otra plagioclasa y con micropertita, solamente tienen mirmequita en contacto con esta última. Una sola excepción fue observada, en una plagioclasa que posee un reborde mirmequítico junto a plagioclasa el cual se extiende sobre el límite con cuarzo, acuñándose. La excepción no rectifica lo anterior,

por cuanto no puede excluirse la presencia de feldespato potásico en un plano inferior o superior al del corte, eliminado al efectuarse el preparado.

Estas mirmequitas pueden ser descritas con bastante propiedad diciendo que *constituyen un crecimiento secundario de plagioclasa, más sódica y con ampollitas y granos de cuarzo.*

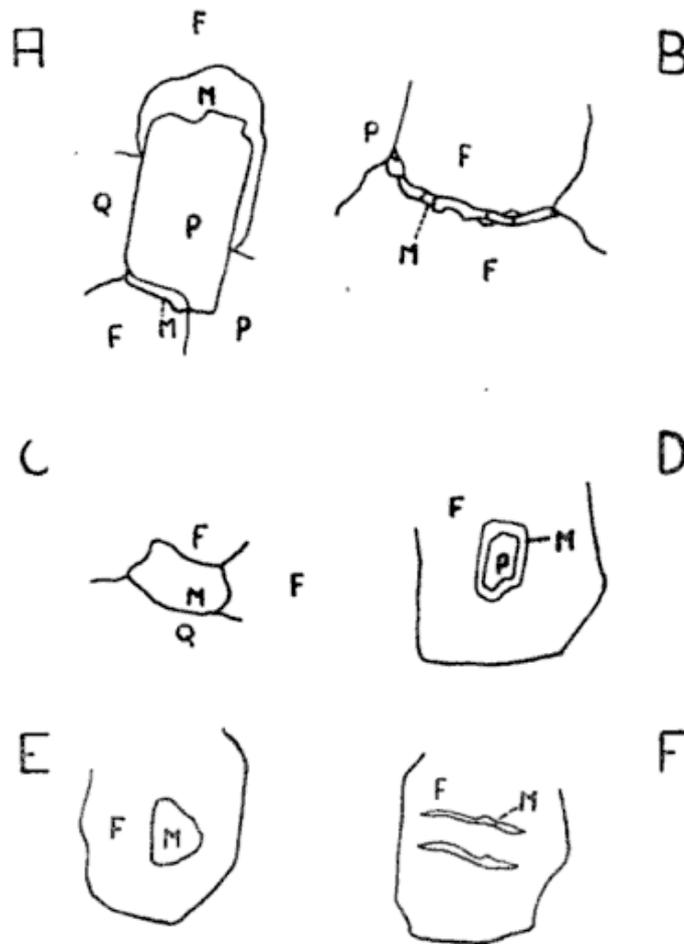


Fig. 1. — Esquemas simplificados de los tipos de mirmequitas. F, microclino perfitico; P, plagioclasa; Q, cuarzo; M, Mirmequita

El límite entre plagioclasa y mirmequita (o límite interno) es en casi todos los casos bastante nítido. Aquella es oligoclasa sódica-albita, y el reborde mirmequítico es albita con 4 a 6 % de An. Se han visto sin embargo algunos pasajes difusos, debido a la composición bastante sódica de la plagioclasa originaria en la parte externa.

En muchos casos la mirmequita forma un reborde, subparalelo al límite originario de la plagioclasa, que puede desarrollar una lobulación poco acentuada en contacto con microclino (límite externo) de trazado liso o festonado. En estos casos resulta muy llamativo el aspecto de crecimiento secundario de plagioclasa. Si bien en general

es pobre el avance penetrativo de mirmequita dentro del microclino hay muchos ejemplos de penetración profunda con límite externo lobulado y festoneado. Se asemejan entonces a la clásica mirmequita que por corroer o reemplazar al feldespató potásico dio la base para la conocida interpretación del origen por reemplazo calcosódico del feldespató potásico (Becke, 1908). La disposición de los vermes y ampollitas de cuarzo guarda una relación con la forma y desarrollo de la mirmequita, *dando la impresión de que son consecuencia no de su corrosión sino de su crecimiento. Se disponen preferentemente cerca del límite interno, como en una empalizada de tallitos normales al límite, todo a lo largo de él o en parte, o aparecen como "salpicaduras" de concentración variable o como un rosario cercano siempre al límite interno.* En los casos de mirmequitas de mayor penetración en microclino y lobulación más acentuada, los vermes adoptan una disposición divergente hacia afuera, en abanico. A veces la mirmequita es *zonal*, con dos sectores bien delimitados por la presencia de ampollitas cuarzosas: los vermes cruzan el sector interior más o menos divergentemente en correspondencia con la convexidad del lóbulo; el límite entre los dos sectores se halla marcado por una línea que sugiere interrupción de crecimiento, marcada por opacidad. Sobre esta línea crece un segundo grupo de vermes, igualmente radiales o divergentes que llegan casi al límite externo de la mirmequita. En otros casos se ha visto zonalidad algo más compleja, con tallitos para los interiores, una faja intermedia con vermes en abanico y un tercer alineamiento de vermes cuarzosos ya cerca del microclino. En un ejemplo se ha apreciado mayor acidez en la plagioclasa de la zona externa de la mirmequita.

En cuanto a las maclas, *polsintéticas normales*, cuando se hallan presentes en la plagioclasa originaria se continúan en el reborde mirmequítico, con las diferencias de extinción propias del distinto contenido en anortita. Cuando la macla es intersectada por una ampollita cuarzosa, se continúa perfectamente luego de la interrupción o se ve dentro de la ampollita.

B. *Mirmequita intersticial, entre granos de micropertita* (Lám. I, fig. 2).

Son muy abundantes, alcanzando un desarrollo muy llamativo aunque no se hallan obligadamente presentes en todos los contactos entre dos granos de microclino. Se disponen en la línea de sutura entre éstos, penetrando en ambos con cotornos festoneados o

con límites rectos, nítidos, a veces paralelos a los planos de macla. Forman un único cordón de espesor variable a lo largo del contacto, o bien granos irregulares o de sección rectangular o cuadrática, que muestran pertenecer a una sola unidad óptica por simultánea igualdad de iluminación al extinguir las maclas. En otros casos son granos independientes que extinguen en distintas posiciones del giro de la platina del microscopio. El carácter intersticial de esta albíta mirmequítica se acentúa cuando son granos muy pequeños que aparecen como un relleno de contornos irregulares en la sutura entre granos mayores de micropertita. Por aumento de tamaño toman el aspecto de granos —si bien menores— del agregado granoso de la roca (tipo C). La característica de esta mirmequita intersticial es su independencia de cristales de plagioclasa sobre los cuales pudiera haber crecido. Se hallan en contacto solamente con microclino y por ello constituyen una peculiaridad muy útil para un esquema interpretativo. Pueden en un extremo llegar a conectarse con un cristal de plagioclasa, pero ello parece un hecho ocasional sin significado especial genético. Una estructura afín a la descrita se halla en aquellos contactos entre dos granos de microlino que se caracterizan por una irregularidad extrema, de suturamiento muy fino, en la cual se sitúan diminutos granitos de albíta y de cuarzo, como en un mosaico microgranular.

Los desarrollos de ampollitas de cuarzo suelen ser vermiculares ondeados o en abanico.

Respecto de las relaciones entre la mirmequita intersticial y las pertitas del microlino no se observaron vinculaciones determinadas de contacto o de simultaneidad de extinción salvo en un caso, en que albíta y mirmequita intersticiales extinguen simultáneamente con los parches de las pertitas maculosas, también maclados, que se hallan muy en el interior del microlino.

En este tipo de mirmequitas, como en el anterior, existe una gama de variación en la cantidad de ampollitas cuarzosas, hasta casos de pura plagioclasa albítica (An 4-6 %).

C. Granos de plagioclasa mirmequítica en el agregado granoso de la roca.

Estas mirmequitas también son aparentemente independientes de cristales de plagioclasa sobre los cuales pudieran haber crecido. Son totalmente anhedrales, como grandes manchas de contornos irregulares, festoneados, que pueden tener contacto más o menos liso con mi-

croclino, o penetrar en lóbulos dentro de él. Se componen de albita (An aprox. 4-5 %), sin restos de plagioclasa más básica y las ampollitas de cuarzo se disponen en todo el grano o preferentemente más cerca de los bordes. Siempre se hallan en contacto con microclino. Algunos granos son de sección más tabular, alargados en la dirección de las maclas polisintéticas. Cuando se conserva un núcleo de extinción distinta no se aprecia diferencia de índice de refracción con el borde; en ese caso las ampollitas cuarzosas se hallan dentro y fuera del núcleo, pero son más abundantes en el contacto.

D. *Reborde albitico mirmequítico en inclusiones de plagioclasa en micropertita* (Lám. I, figs. 1 y 3).

Las inclusiones de plagioclasa anhedrales que se encuentran en micropertita tienen en muchos casos un reborde más sódico perfectamente definido. Este reborde parece homólogo del descrito para el tipo A, con la diferencia que rodea íntegramente al cristal de plagioclasa (en razón de hallarse ésta en contacto únicamente con microclino), y que no desarrolla lóbulos hacia el interior del microclino. La disposición de las ampollitas de cuarzo muestra mayor concentración junto al borde interno, y dispersión en el resto. El borde exterior del crecimiento secundario sigue el trazado del interno, apartándose poco del paralelismo con él. Las maclas se continúan desde el núcleo a través del borde, y en el límite exterior con microclino suelen determinar entrantes y salientes en correspondencia con el espesor de las laminillas de macla. La cantidad de ampollitas de cuarzo es menor que en los tipos anteriores, y es frecuente la existencia de rebordes de pura albita. *Este tipo de mirmequita puede definirse con toda exactitud como crecimiento secundario de plagioclasa.*

E. *Plagioclasa sólida mirmequítica, carente de núcleo y rebordes, incluida en micropertita.*

Puede entenderse como una variedad del caso anterior, en el mismo sentido quizás que el tipo C respecto de A. Son inclusiones de plagioclasa sódica, preferentemente subhedrales, que contienen ampollas de cuarzo en su interior, sin disposición ordenada preferente. No existe reborde más sódico por ser ésa la composición de toda la inclusión.

F. *Pertitas mirmequíticas.*

Las pertitas ya descritas tienen la particularidad de contener granos y ampollitas muy pequeñas de cuarzo que le dan composición mirmequítica. La textura no llega nunca a los desarrollos vermiculares radiales, en empalizada o en abanico, que son característicos de los casos anteriores sobre todo en los tipos A, B y C, donde se encuentran los crecimientos vermiculares más delicados. Pero no por ello dejan de ser mirmequitas en el sentido de contener aparentes inclusiones de cuarzo (en plagioclasa sódica) en contacto con microclino, y con evidencias de que el cuarzo no es incidental, ni tampoco parte de una mayor cantidad de cuarzo que pueda ser común a microclino y albita. La existencia de cuarzo en las pertitas permite intentar una hipótesis de vinculación genética entre éstas y las mirmequitas, sobre todo en cuanto al origen del cuarzo en sí.

Una revista general de los seis tipos anteriores permite añadir las siguientes observaciones: a) Existen crecimientos mirmequíticos que no se ajustan exactamente a la tipificación anterior, que pueden referirse por analogía a uno u otro tipo, de los cuales pueden ser variaciones, o cuya interpretación — incluso la mínima necesaria para una descripción objetiva — resulta dudosa. Así hay transiciones entre los tipos A y C por no observarse núcleo de plagioclasa más básico y persistir la distribución periférica del cuarzo, entre B y C por existir desarrollos intermedios de mirmequitas entre granos de microclino, etc. Los casos dudosos son grandes placas de mirmequita con plagioclasa maclada, incluidas aparentemente en micropartita, de contornos festoneados o semirectos, con gran desarrollo de ampollas de cuarzo, que pueden ser inclusiones del tipo E corroídas, o a la inversa, reemplazos de microclino por plagioclasa mirmequítica. Debe tenerse en cuenta que los cortes delgados dan relaciones aparentes, porque revelan nada más que los caracteres observables en un plano. Siempre queda la duda de la existencia de plagioclasa no mirmequítica en un plano superior o inferior, que de existir daría a la aparente inclusión o isla de mirmequita pura, como por ejemplo las del tipo E, la condición de formación de borde en contacto con microclino. Esta limitación, ya señalada en la literatura, debe tenerse en cuenta para muchos de los casos observados, debiendo entenderse que las descripciones que anteceden dan idea de las relaciones aparentes en el plano del corte. *No es superfluo hacer esta reiteración, por cuanto ello constituye una de las grandes dificultades, y posible fuente de error de las interpretaciones de secuen-*

cias mineralógicas —y de allí procesos petrogenéticos— en base a las relaciones de contacto entre minerales.

b) Un caso interesante es una penetración de micropertita en un cristal grande de plagioclasa. Esta entrante tiene una aureola mirmequítica dentro de plagioclasa. Se trata de una excepción a las relaciones de penetración de mirmequita en microclino.

c) Los crecimientos granosos —vermiculares de cuarzo, más conspicuos en los tipos A, B y C, varían en cantidad, sobre todo en los restantes, desde los extremos de mirmequita verdadera a pura plagioclasa sódica de generación distinta que la plagioclasa del agregado granosos. Las pertitas mirmequíticas representan el tipo con menor desarrollo de los crecimientos cuarzosos.

IV. ORIGEN DE LAS PERTITAS Y MIRMEQUITAS

I. Ideas generales

La sistematización descriptiva de las seis maneras de presentarse las mirmequitas en la roca estudiada ha sido hecha teniendo en cuenta que muchas de las interpretaciones que se han intentado sobre el origen de las mirmequitas se apoyan en la secuencia de los minerales que por hallarse en contacto se vinculan al proceso de formación, es decir feldespato potásico y plagioclasa. Esos tipos distintos han sido descriptos por distintos autores separadamente o bien como pertenecientes algunos de ellos a una misma roca. Las teorías explicativas de las mirmequitas resultan más dificultosas cuanto más sentido general para los distintos tipos quiera atribuírseles. En este trabajo se consideran separadamente los distintos casos de situación en la fábrica de la roca, precisamente para no generalizar sobre el origen de un fenómeno que bien puede ser el resultado de distintos procesos que reproducen semejantes condiciones físico químicas.

La hipótesis de Becke (1908), que interpreta las mirmequitas como el producto de la transformación de feldespato potásico, mediante aporte de Ca y Na, remoción de K y liberación de SiO₂ en forma de vermes y ampollas, en el contacto con plagioclasa, se mantiene aún en el mismo plano de lógica aceptación que otras interpretaciones, en cierto modo opuestas, como la de Drescher-Kaden (1948). Por ejemplo Eskola (1956) ha admitido recientemente el carácter lógico de ambos procesos, pese a preferir la explicación de Becke. Drescher-Kaden asume una posición muy distinta al considerar la mirmequita

interpuesta entre feldespato potásico y plagioclasa como resultado del reemplazo de plagioclasa por las soluciones inmediatamente anteriores a la cristalización principal del feldespato potásico¹. El cuarzo en vermes o tallitos sería el producto de un frente de infiltración que sitúa cuarzo en áreas estructuralmente flojas de plagioclasa. Los ejemplos estudiados por dicho autor dan sólida base a la hipótesis, pero si bien establecen la mayor juventud de feldespato potásico respecto de la plagioclasa, no demuestran la imposibilidad de que la mirmequita sea posterior a la formación de ambos, ni excluyen la posibilidad de que la mirmequita crezca como una formación independiente que no implique corrosión o reemplazo. Su distinción de dos tipos de mirmequita: I) premicroclino y II postmicroclino, intersticial, con menor desarrollo de crecimientos cuarzosos, carencia de vermes alargados o tallitos, y disposición independiente de plagioclasa que opera pasivamente como núcleo infaltable, ya había sido señalada por Sederholm (1916, pág. 135) y otros autores, con la diferencia de que Drescher Kaden afirma claramente un origen distinto para ambas, y estima que la última se forma en conexión con un metasomatismo postmicroclínico, de tipo hidrotermal. La cuestión de hasta qué punto esta distinción es genéticamente verdadera, y si es posible que haya formaciones mirmequíticas que escapen a su ubicación en uno u otro tipo, resulta de mucho interés.

Si bien la clasificación de Drescher Kaden es genética, tiene igualmente valor descriptivo por cuanto ofrece caracteres diferenciales entre ambos tipos en cuanto a composición y estructura interna (desarrollo de los crecimientos cuarzosos) y disposición en la fábrica de la roca. En cuanto a esto último la mirmequita I cae plenamente dentro del concepto de formación o mineral sinantético de Sederholm, restringiendo su significado a lo puramente textural, no genético, mientras que la mirmequita II representa una formación intersticial póstuma, aunque vinculada a la presencia de un mineral fundamental (feldespato potásico) en relaciones de contacto. Las diferencias entre este último concepto y el de pertita se reducen, en lo esencial, y ello resulta más evidente aún, cuando es posible observar —como en el caso que aquí se describe— crecimientos cuarzosos redondeados o subvermiculares en las pertitas.

¹ Esta idea había sido concebida antiguamente ya que Michel Levy en 1875 (véase Sederholm, 1916, pág. 63) había supuesto una acción corrosiva del feldespato más reciente sobre feldespato englobado, en relación con la naturaleza sílicea de aquél.

Los estudios experimentales sobre la homogeneización y exsolución de feldespatos sódico potásicos artificiales y naturales han contribuido a fortalecer la atribución de un origen exolutivo para muchas pertitas, en las condiciones físico químicas de la fase posterior a la cristalización principal de las rocas graníticas; y las consideraciones de Tuttle (1952) y Tuttle y Bowen (1958) sobre exsolución de albita en el contacto plagioclasa-feldespato potásico han reactualizado en el plano de la discusión la posibilidad de un origen exolutivo de la albita intersticial. Esa misma idea podría extenderse a las mirmequitas de disposición semejante, como reborde de plagioclasa junto a microclino (según parece haber sugerido Rogers (1958, pág. 457), y a las mirmequitas que aparecen como granitos independientes, ya mencionadas por Sederholm y otros autores y referidas por Drescher-Kaden a la mirmequita II, post microclino. El papel de la exsolución en la localización de las estructuras mirmequíticas en consecuencia deberá ser valorado en ciertos tipos de mirmequitas del leucogranito de Aysen, conjuntamente con los fenómenos de metasomatismo, corrosión y cristalización directa, y la posibilidad de cataclasis como factor activante.

II. Resumen

Mirmequitas: Si bien el reemplazo, en sentido amplio, figura como idea preponderante acerca del origen de las mirmequitas, ya que la pura exsolución y la cristalización directa del magma como resultado de una composición eutéctica han gozado de menor aceptación (véase Sederholm, 1916), tampoco ha habido acuerdo sobre la naturaleza del proceso de reemplazo, en cuanto a si el componente aportado lo ha sido por acción neumatolítica o hidrotermal, o por efecto de corrosión magmática, difusión atómica o iónica, o intercambio atómico entre fases sólidas; y lo mismo respecto de la composición química del aporte y la eliminación supuestos, y su procedencia y destino respectivamente. Las recientes ideas de Mísar (1957) sobre difusión metasomática de iones SiO_4 coinciden en cierto modo con las de Drescher-Kaden porque suponen la existencia de lugares estructuralmente defectuosos en la plagioclasa, que permiten la localización —en forma de ampollas y vermes— del material aportado. La interpretación de Edelman (1949) para el caso de un anillo mirmequítico que rodea el feldespato potásico en una roca gnéisica porfiroblástica, es un ejemplo de ideas sobre metasomatismo complejo, ya que supone formación metasomática del porfiroblasto de microclino por aporte potásico-alumínico en un área granulada de

la roca, y derivación hacia la periferia de un metasomatismo calcosódico por difusión térmica, el cual da lugar al crecimiento mirmequítico. Es decir, en este caso la mirmequita sería el resultado coetáneo de la construcción del feldespató potásico, mientras que según la teoría de Becke sería producto de su destrucción, y en la de Drescher-Kaden la fase previa a su cristalización. Esta comparación da idea de cómo sobre la base de una coincidencia sobre origen metasomático de las mirmequitas se han cubierto las tres únicas posibilidades de secuencia de formación entre éstas y el feldespató potásico. Completa el ejemplo sobre la diversidad de opiniones, la cristalización directa por consolidación de un eutéctico, que representa un fenómeno independiente de la cristalización del feldespató potásico.

Pertitas: De los tres procesos invocados como causa de la formación de pertitas: cristalización simultánea (atrape de fusión sódica en el feldespató potásico), desmezcla o exsolución de un feldespató alcalino homogéneo, y reemplazo albitico, los dos últimos han merecido una mayor atención a lo largo de más de cincuenta años de consideración del problema. En Alling (1938); y Gates (1953) puede consultarse una valoración crítica de los distintos procesos en relación con los distintos tipos de pertitas. Si bien las opiniones se hallan lejos de conducir a un acuerdo, priva el criterio de atribuir un origen por reemplazo a las pertitas que constituyen una proporción muy alta en el feldespató alcalino inhomogéneo, y que adoptan la forma de interposiciones gruesas, bandas o parches; mientras que el origen por exsolución logra mayor apoyo en los casos de pertitas más finas, filiformes, como una extrapolación de los resultados experimentales de exsolución de criptopertitas.

Sin embargo la frecuente existencia de gran variabilidad de grosor y forma en las pertitas de un mismo cristal o en un conjunto de cristales de una misma roca, ha movido a pensar que más de un factor, por ejemplo exsolución y reemplazo, han actuado concurrentemente, sea en acción simultánea o sucediéndose en el tiempo. Así Alling (1938) da al reemplazo el carácter de proceso último que sigue a una desmezcla producida a temperatura mayor; Anderson (1928) en micropertitas de pegmatitas describe un proceso complejo en el cual un reemplazo incompleto es seguido por exsolución, a la cual se sobrepone un intenso reemplazo de microclino por albita, que llega a ser total; Exner (1949) supone una exsolución inicial, ensanchamiento de láminas pertíticas y metasomatismo que llega finalmente como único factor al reemplazo completo. En estos dos últimos ejemplos la estructura peculiar llamada

de tablero de ajedrez caracteriza el resultado final del proceso. Gates (1953) añade el concepto de movilidad del material sódico exsuelto, que puede actuar por acción de reemplazo sobre otra simultánea exsolución peritítica, llegando a la substitución total de microclino por plagioclasa. Los estados intermedios del proceso están representados por la compleja asociación de distintos tipos de pertitas, a la cual no puede atribuirse un origen que sea excluyente de metasomatismo o exsolución.

Recientemente (Robertson, 1959) se ha descrito un caso de pertitas de reemplazo cuyo origen es muy distinto del que refieren las clásicas interpretaciones, ya que es atribuido a la reorganización de la albita remanente de una plagioclasa primeramente albitizada y luego reemplazada por feldespato potásico.

III. Origen de las pertitas del leucogranito de Aysen

Como contribución al esquema petrogénético dentro del cual ha de tener cabida la formación de mirmequitas, corresponde una breve discusión sobre el origen de las pertitas del leucogranito según las ideas ya expuestas, y sobre todo porque muchas pertitas contienen "inclusiones" cuarzosas. Las siguientes consideraciones deben ser tenidas en cuenta.

1) *La menor abundancia de pertitas en los bordes de los granos de microclino*, (cualquiera sea la forma de aquellas), y sobre todo el hecho de que son más frecuentes las pertitas gruesas en el interior del cristal, las cuales suelen adelgazarse o desaparecer antes de llegar a los bordes, contribuye a interpretar un origen por exsolución en oposición a la penetración del material desde el exterior de los granos de microclino.

2) *La proporción de pertitas es constante*, es decir no hay áreas de pertitización muy avanzada, en contraste con otras más homogéneas. En general los distintos granos tienen proporción parecida de plagioclasa, la cual puede deberse a similiar capacidad de substitución atómica en el feldespato originario.

La forma de las pertitas no debe ser considerada muy sugestiva sobre el origen, si bien las que tienen aspecto de bandas y manchas resultan semejantes a las que distintos autores han atribuido a reemplazo. La disposición paralela, algo irregular, de los trenes de bandas y filamentos es puramente un reflejo del control estructural que tanto puede ejercerse sobre exsolución como sobre reemplazo. Observaciones del autor en rocas graníticas porfiroides de la Sierra de Velazco, Provincia de La

Rioja, han permitido constatar que fenocristales de microclino tienen pertitas semejantes a las descritas en este trabajo, y que las mismas guardan una notable uniformidad en muestra distantes entre sí muchos kilómetros. Tal constancia difícilmente puede reconciliarse con la idea de un reemplazo regional, que debería manifestarse con distintos grados de intensidad. La uniformidad regional apoya un origen exolutivo para este caso, y ello puede invocarse como argumento a favor de un origen semejante para las pertitas del leucogranito.

Las pertitas maculosas, y los ensanchamientos de las pertitas elongadas dan sin embargo una fuerte impresión de reemplazo.

3) La albitización no afecta a la plagioclasa. Este hecho, común a los granitos en general suele ser pasado por alto en las apreciaciones sobre origen de pertitas, a pesar de que no puede aducirse una mayor resistencia por parte de la plagioclasa para la transformación por soluciones residuales de la consolidación magmática, según se desprende de tantos casos comprobados de albitización en distintas rocas. La deposición albitica evidentemente ha existido, pero se manifiesta como fenómeno marginal de granos y como cristalización intersticial, propia de los espacios intergranulares que constituyen caminos más favorables para la circulación de fluidos. La mayor penetrabilidad del microclino ante los agentes metasomatizantes podría solamente explicarse por una previa exolución parcial, formadora de discontinuidades cristalinas muy particulares. En ese caso habría una superposición o adición de los procesos de desmezcla y metasomatismo que produciría engrosamiento de pertitas desarrolladas inicialmente mediante exolución muy fina. La movilidad de los átomos o iones del feldespato alcalino que tienden a un nivel energético menor resulta campo favorable para una acción de reemplazo que aporta los mismo elementos que en la exolución se están separando para constituir estructuras independientes. El concepto de "metasomatismo cristalino interno" aplicado por Niggli (1954) a procesos que involucren cambios de lugar de átomos en las estructuras cristalinas, como la exolución, describe en cierto modo la semejanza íntima de los dos procesos que pudieran sumarse en el desarrollo de las pertitas. Ronsenqvist (1951, pág. 82) señala que aún la pertita de exolución puede ser considerada como una forma de pertita de reemplazo. La difusión del Na en la estructura cristalina es similar según ambos conceptos. Estas consideraciones quieren significar la imposibilidad de proscribir totalmente el proceso metasomático, aunque se admita que este no ha actuado como factor importante.

4) *Las pertitas son independientes de las más probables vías de penetración* (clivajes, contactos con inclusiones), las cuales se hallan totalmente exentas de albíta; ellos se oponen a la idea de dicha penetración.

Tratándose de una roca en que la fase flúida intesticial evidentemente ha existido, *la difusión sólida* como agente de metasomatismo debe ser considerada a partir de una difusión en la fase flúida —donde la velocidad de difusión es mucho mayor—, por lo cual son válidos en este caso los mismos argumentos que se pueden tener en cuenta en el metasomatismo por *penetración* directa de derivados sódicos fluidos.

5) *La existencia de granos y crecimientos semivermiculares de cuarzo en muchas pertitas* (pertitas mirmequíticas) transfiere en parte el problema al origen de ciertas mirmequitas y no aporta elementos de juicio clarificadores a la interpretación de formación de las pertitas. Deben excluirse las posibilidades que dicho cuarzo sea de corrosión porque en ese caso no tendría porqué localizarse en las pertitas y no en el microclino, así como que se forme por cristalización eutéctica del material aportado, en razón de la estructura. Tanto la exsolución como la introducción de material sódico en discontinuidades pueden dar explicación de la presencia del cuarzo, como resultado de la separación de un exceso de sílice, en el primer caso de un feldespató con algo de calcio en substitución diadócica simple de sodio, sin la correspondiente intervención del aluminio; y en el segundo directamente de una solución o derivado magmático infiltrado.

De lo anterior no se puede obtener una conclusión terminante, pero los detalles estructurales apoyan más un origen exolutivo que puramente metasomático, sobre todo la disposición y proporción de las pertitas, y la falta de penetración albítica en plagioclasa. El ancho de las láminas, que excede el propio de las pertitas más comunmente estimadas como exolutivas, y que significa una separación de fases más importante que las comprobadas experimentalmente, puede ser explicado por el efecto favorable de leve cataclasis, promotora de la recristalización de las pertitas exueltas y aceleradora de la desmezcla, de acuerdo a las ideas de Chayes (1952). La exsolución pudo haber separado solamente hilillos finos que se han acoplado y reunido luego como una respuesta a las fuerzas que provocaran la cataclasis. Según Layes (1952) la exsolución en condiciones de equilibrio implica un movimiento atómico hacia condiciones de mayor estabilidad que se produce mediante los procesos de desmezcla de Na y K y ordenamiento de Al y Si. La imperfección de este último puede inhibir el desarrollo de las pertitas

confinándolo a las estructuras más finas. Una débil stress, inferior a la observada por Chayes en su computación estadística, puede hacer avanzar el proceso de reordinamiento estructural, el cual puede culminar en la separación o expulsión de otros elementos ubicados establemente a mayor temperatura. Ello daría lugar a la separación de cuarzo en ampollitas independientes y quizás también a la segregación de óxido de hierro, responsable en parte del enturbiamiento pulverulento de los márgenes de las pertitas.

La separación de SiO_2 en esas condiciones había sido invocada por Schwantke (Sederholm, 1916, pág. 90) como explicación del cuarzo mirmequítico, suponiendo un exceso de SiO_2 en el feldespato alcalino por la existencia de calcio no como parte de anortita, sino como integrante de un hipotético feldespato expresado como $\text{Si}_6\text{O}_{16} \text{Al}_2 \text{Ca}$. *La idea puede ser retomada en el sentido de que en la cristalización según el patrón estructural de feldespato potásico a la incorporación de sodio por substitución diadócica simple de K , se suma una incorporación de Ca en variables condiciones de ajuste de las relaciones Si/Al correspondientes a la nortita y albita.* Ello no exige una relación constante entre el contenido de anortita de la pertita y la proporción de cuarzo separado y puede explicar la existencia aún en un mismo cristal de pertitas exentas y portadoras de cuarzo. El proceso de ordenamiento Si-Al durante la exsolución llevaría al completo ajuste estructural, con compensación de valencia de acuerdo a la composición de la anortita, separándose el exceso de SiO_2 . Esta interpretación es conjetural, pero encuadra dentro de las ideas del origen exolutivo de las pertitas. Tampoco puede desecharse sin embargo, la idea de la existencia de cuarzo criptocristalino en el feldespato originario, que por redistribución daría los gránulos microscópicos.

En cuanto a las relaciones temporales entre el desarrollo de maclas y el crecimiento de la pertitas, el hecho de que entrantes y salientes de las pertitas se correspondan con el espesor de individuos de macla sugiere contemporaneidad. El stress que puede haberse ejercido durante el crecimiento ha sido absorbido por éste, por lo cual no tiene por qué manifestarse en imperfecciones del maclado. Sin embargo se observan también casos de maclas mal definidas, como ya se indicó, lo cual hace pensar que la leve presión deformativa se mantuvo luego de concluir el desarrollo de las pertitas. Salvo estos últimos detalles las maclas pueden ser interpretadas como primarias, como parte del crecimiento de la plagioclasa pertítica. Ello está de acuerdo con el criterio expuesto por

Turner (1951) sobre origen primario de maclado de plagioclasa, deducido de la circunstancia de que plagioclasas de esquistos con fábricas tectónicas fuertes, que indican deformaciones simultáneas con la cristalización, exhiben un maclado menos abundantes que fenocristales de rocas volcánicas. Las pertitas no macladas del leucogranitos no pueden ser tenidas en cuenta pues como argumentos contrarios al papel de la deformación durante el crecimiento pertítico.

En resumen: no puede llegarse a una conclusión definitiva sobre el origen de las pertitas ya que los argumentos en favor de la exsolución no excluyen el aporte metasomático. El autor se inclina sin embargo a admitir un papel preponderante de la exsolución como causa primera de la formación de las pertitas, limitando el reemplazo al carácter de factor concurrente, capaz de concretar los aspectos texturales del grosor de las pertitas elongadas y sus bifurcaciones, y la formación de "manchas". Generalizando, *estima que quizás la exsolución sea el factor imprescindible en toda formación de pertitas*, lo que equivale a decir que estas son siempre, inicialmente, un fenómeno de exsolución, y que *los reemplazos por sí mismos no pueden dar lugar a la formación de pertitas, precisando una exsolución previa o simultánea que los encauce hacia el tipo textural propio de la pertitización.*

IV. Origen de las mirmequitas del Leucogranito

El origen de las distintas mirmequitas del leucogranito no es único. Lo que se trata de establecer es un esquema del proceso de consolidación de la roca, en el cual tengan cabida lógica los crecimientos de mirmequitas de los distintos tipos.

Las mirmequitas del *tipo F* ya han sido consideradas como pertitas mirmequíticas preponderantemente exsolutivas. En las otras mirmequitas la exsolución del feldespató alcalino no aparece como factor determinante de su desarrollo, aunque en una de ellas, las intersticiales, no puede descartarse su participación.

Es conveniente considerar separadamente el origen 1º, de las mirmequitas intersticiales (B); 2º, de las mirmequitas que se hallan interpuestas entre plagioclasa más básica y micropertita (A, D); 3º, de las mirmequitas aparentemente independientes de núcleo o grano adyacente de plagioclasa (C, E) que pueden ser referidas a las anteriores, o constituir casos de dudosa interpretación.

1º *Las formaciones de albita y mirmequita intersticiales, incluyendo las mayores, próximas al tipo C.*

A juicio del autor corresponden a la mirmequita II de Drescher-Kaden, desarrolladas en la fase póstuma de la cristalización de la roca, por cristalización directa de derivados magmáticos ricos en sodio, o reemplazo de tipo hidrotermal, en ambiente deutérico, de los bordes de los grandes cristales de microclino, quizás con participación de material proveniente de la exsolución de este último.

Muchos de los granos o cristales de albita más pequeños carecen de granos o vermes de cuarzo, mientras que en otros éstos están bien desarrollados, siendo característico en esos casos que no lleguen a los bordes de los granos de albita en contacto con microclino, desarrollándose como una estructura interna. Los crecimientos mirmequíticos algo mayores, penetrativos en microclino como festones suelen tener los vermes cuarzosos en disposición subradial, en correspondencia con el avance de la albita dentro del microclino, igualmente con independencia del borde externo. La extinción óptica de los granos y tallitos cuarzosos puede ser simultáneas en una misma mirmequita o por grupos. Esto no es rígido pero es lo más característico y frecuente. En algunos casos, siempre en las mirmequitas mayores (transición al tipo C) existe disposición arborescente de pequeñas cuñas de cuarzo que extinguen simultáneamente lo cual recuerda la estructura micrográfica. Estos rasgos estructurales permite descartar toda posibilidad de que el cuarzo se forme por un avance corrosivo desde el exterior de los granos, *pudiendo concluirse que los granos y vermes cuarzosos se disponen como una formación interior*, y muchas veces adaptándose a la forma de la mirmequita, como si se hubiera constituido al crecer ésta. Ello indica contemporaneidad de cuarzo y plagioclasa en la mirmequita. Cabe suponer un intercrecimiento de tipo micropegmatítico, por consolidación de mezcla eutéctica o bien que ha habido una segregación de sílice al crecer la plagioclasa sódica, por la naturaleza química de la solución depositante, o por liberación de exceso de sílice en función de la incorporación de calcio en la estructura. El desarrollo de la mirmequita ha sido regido por el crecimiento de la plagioclasa, disponiéndose el cuarzo pasivamente. Esto explica la apariencia de esqueleto o nervaduras que adoptan los vermes de cuarzo, lo cual podría ser el resultado del crecimiento rápido de la albita en los espacios intersticiales. Este crecimiento ha sido en parte invasor y corrosivo en microclino, dentro del cual penetran las mirme-

quitas. *Es decir el porceso ha sido cristalización intersticial y reemplazo marginal de feldespato potásico.* El origen exolutivo de las pertitas en esta roca no desacuerda con esa interpretación, por cuanto puede admitirse que los derivados albíticos, se concentraron intersticialmente por el impedimento de penetrar en los granos feldespáticos mayores ya formados.

La aparente penetración de mirmequita dentro de microclino puede ser interpretada de otra manera, suponiendo que el microclino terminó de cristalizar después que la mirmequita, a cuyas formas saliente cubrió, dando la impresión, en el corte, de ser reemplazado. Esta ieda parece ser válida en el caso de las mirmequitas A y D interpuestas entre microclino y plagioclasa, pero puede extenderse con reservas a las mirmequitas intersticiales, dependiendo ello de la exacta delimitación de las etapas de la secuencia mineralógica.

Dada la localización de estas mirmequitas entre granos mayores de microclino, no puede omitirse considerar la posible participación de la exsolución en la formación del material albítico, por concentración proveniente de ambos cristales adyacentes de micropertita, según las ideas de Gates (1953) y de Tuttle (1952) ya comentadas. No se aprecia ninguna correspondencia sugestiva entre las pertitas y mirmequitas, y en un sólo caso se observó orientación óptica similar en ambas. Puede admitirse que la exsolución del material alcalino no ha obrado activamente en los márgenes de los cristales, y que solamente granos pequeños intersticiales pueden ser puramente exolutivos. Si bien una discontinuidad muy neta entre dos cristales en exsolución es un lugar muy apto para la separación de fases cristalinas, si la exsolución se produce cuando aún persisten derivados magmáticos intersticiales residuales, el material exuelto no ha de depositarse o meramente separarse, sino que es posible que se mezcle con aquél, por lo cual aún en el caso de existir exsolución extracristalina, el origen de la cristalización intersticial no provendría exclusivamente de esa fuente.

2º Mirmequitas interpuestas entre plagioclasa más básica y micropertita.

Es decir mirmequitas en contacto con micropertita, adyacentes o penetrativas en ésta, y plagioclasa del agregado granoso (tipo A) o de inclusiones (tipo D).

Se supone que ambos tipos se han formado por causas análogas, como resultado de un crecimiento secundario de plagioclasa, durante la cristalización de feldespato potásico. Son en ese sentido mirmequitas pre-

microclino, como las del tipo I de Drescher-Kaden, pero el origen, atribuido es distinto al supuesto por dicho autor, y constituye en cierto modo una nueva interpretación sobre el origen de las mirmequitas, o una reunión de ideas conocidas con una ubicación determinada en la secuencia mineralógica de la roca. No implica reemplazo de feldespato potásico (a pesar de detalles estructurales aparentes que así lo sugieren), ni corrosión de plagioclasa, sino una neoformación de plagioclasa sódica en condiciones muy particulares de crecimiento quizás muy rápido, en la etapa final de consolidación de la roca con segregación de cuarzo vermicular.

Las consideraciones más importantes en esta cuestión son las siguientes a) la localización de las mirmequitas en el contacto entre microclino y plagioclasa es indicadora de la participación de los dos minerales —si bien de distinto modo— en su desarrollo. Esta idea ha sido básica en la interpretación de mirmequitas, según Sederholm y Becke. Esta disposición deja abierta la posibilidad de que la mirmequita sea un fenómeno anterior o posterior a la formación del feldespato potásico, como lo han entendido respectivamente Drescher-Kaden y Becke. Las relaciones de penetrabilidad en uno u otro mineral —sobre todo en el microclino— han sugerido ideas de metasomatismo o reemplazo, y la corrosión de plagioclasa por el feldespato alcalino posterior (Michel Levy, Drescher-Kaden). Tuttle (1952) ha concebido la albita intersticial entre microclino y plagioclasa como resultado de la exsolución extracristalina, pudiendo extenderse esta interpretación a las albitas intersticiales con ciertos crecimientos cuarzosos de tipo mirmequítico. En el leucogranito los crecimientos albitico-mirmequíticos como rebordes sugieren claramente un *crecimiento secundario de plagioclasa sódica*. Estos rebordes no difieren de los comunes en fenocristales de rocas volcánicas, sobre todo andesitas, en las cuales plagioclasa básica o media se halla marginada por albita. La diferencia estriba en el *ambiente de formación*, dado que estos, el reborde por lo general desarrollado alrededor de todo el fenocristal, no guarda relación determinada alguna con la vecindad de otro cristal de feldespato potásico: resulta simplemente de la deposición cristalina sobre una plagioclasa libre en un medio fundido capaz de consolidar en vidrio.

En las rocas plutónicas, incluyendo en ellas las migmatíticas, y quizás también en las de consolidación no tan profunda, como cuerpos hipabisales, filones diabásicos, etc. la cristalización póstuma se efectúa en cambio en un ambiente limitado, en el cual puede tener particular in-

fluencia la naturaleza pegmático-hidrotermal del magma, influida por la marcha de la cristalización de otros minerales. En el leucogranito el intercrecimiento se halla colindando con microclino. ¿Cómo puede explicarse el fenómeno admitiendo que el reborde es un crecimiento secundario? La idea de la exsolución del feldespato potásico sobre plagioclasa vecina, que hace de núcleo de precipitación, es atractiva, y encuadra con la interpretación exolutiva de las pertitas, pero falla en explicar los límites nítidos exactamente paralelos al contorno del cristal originario de plagioclasa, en contraste con la mayor irregularidad del límite de las pertitas. La explicación aquí expuesta ve la localización como un fenómeno contemporáneo del crecimiento del feldespato potásico ya semi-desarrollado. Los cristales de plagioclasas que han concluido de cristalizar mientras el microclino continúa aún haciéndolo, han recibido un aporte superficial de las mismas soluciones o magma muy evolucionado de las cuales se separa feldespato potásico. *La plagioclasa ha obrado como núcleo pasivo receptor de albita (con Ca y exceso de SiO₂) solamente donde se halla creciendo el feldespato potásico.* El descenso de temperatura ha disminuído las posibilidades de mayor incorporación de sodio en el feldespato potásico, o más simplemente se ha pasado al campo por debajo de la curva del solvus, según el diagrama Si₃O₈AlNa - Si₃O₈AlK en presencia de agua (Bowen y Tuttle, 1950), es decir la cristalización ha entrado en el campo de los feldespatos alcalinos por debajo de 600° C. Heinrich (1953) por otra parte ha señalado una disminución de pertitas de exsolución en el microclino más tardío en la secuencia mineralógica de pegmatitas. Por ello se concentra el sodio, y más aún por activa cristalización de feldespato potásico y se deposita como reborde sobre la plagioclasa. El proceso concluye con la puesta en contacto del microclino y la albita mirmequítica, cuya formación ha impedido el contacto directo entre microclino y plagioclasa originaria. Estos márgenes se hallan también en muchas inclusiones de plagioclasa dentro del microclino. La atribución de un origen igual al del caso anterior puede ser objetada por el supuesto carácter temprano de las inclusiones, anteriores al óptimo de separación entre ambos feldespatos alcalinos. Pero debe tenerse en cuenta que, tal como lo señaló Bowen y lo detaca particularmente Shand (1947, pág. 106) al tratar el orden de cristalización en rocas eruptivas, que la ubicación de un cristal incluído en el centro del mineral incluyente según se ve en el corte, no es prueba de que se encuentre en el centro del cristal, dependiendo ello de la dirección del plano del corte. Las inclusiones con reborde albitico se hallan rodeadas totalmente por éste, a diferencia de la pla-

gioclasa del agregado de la roca, y el rebordes es más delgado, por interrumpirse el proceso de crecimiento secundario prontamente debido al crecimiento del feldespató potásico.

b) Los contactos entre plagioclasa y microclino carentes de interposición mirmequítica, serían el resultado del reemplazo de aquélla por este último, en el microgranito. Esto es muy interesante porque significa que la corrosión de plagioclasa por feldespató potásico no produce mirmequitas salvo la excepción ya señalada, como habría que suponer según las ideas de Drescher-Kaden. Estas relaciones de reemplazo son en rocas granosas en general más comunes que el desarrollo de mirmequitas. En el leucogranito es a la inversa. La relación de velocidad de crecimiento entre feldespató potásico y albíta mirmequítica, puede ser determinativa del espesor de esta última, que puede ser nulo en casos particulares, y además llegar a producirse el reemplazo de la plagioclasa por el feldespató alcalino posterior.

c) Las penetraciones de mirmequita en feldespató potásico han sido explicadas por distintos autores como reemplazo en este último o bien como corrosión de la plagioclasa o de la mirmequita por el feldespató alcalino posterior. Las interpretaciones son sugeridas por las formas curvas y festoneadas de esas penetraciones, y es muy posible que en muchos casos ambas interpretaciones sean ciertamente correctas.

Knup (1958), por ejemplo, ilustra casos muy evidentes probatorios en apariencia de las ideas de Becke. En general es acertado pensar que una única interpretación genética de la formación de mirmequita no ha de cubrir los diferentes casos que pueden hallarse en rocas graníticas y gnéissicas o migmatíticas, ya que un mismo resultado mineralógico y aún estructural por relación íntima entre dos o más minerales, puede originarse por distintos procesos, según ha demostrado la experiencia de los estudios petrográficos. El autor esboza un enfoque distinto del origen del crecimiento penetrativo de la mirmequita en el feldespató potásico, *suponiendo que la mirmequita lobulada concluyó su crecimiento antes que el microclino, el cual por lo general no fué afectado por corrosión. La forma del contacto sería entonces la del límite del desarrollo de la mirmequita, al cual se adaptó el último crecimiento de microclino.* Se comprende que este proceso admite formas diversas de mirmequitas, y distintos grados de penetración, según como se haya desarrollado el crecimiento. Este puede perfectamente haber respetado la forma de la superficie de deposición, dando rebordes paralelos al límite interno, o bien haberse producido quizá en forma muy rápida, dando formas lo-

buladas y festoneadas, y aún arborescentes, semejantes a los crecimientos de geles.

Si la forma de la mirmequita es el resultado de su crecimiento, es de esperara que los tallitos o vermes cuarzosos se dispongan de manera acorde con ello.

d) Efectivamente la disposición de los vermes cuarzosos se halla también en relación con el crecimiento lobulado de la mirmequita. Esto se ve muy bien en las mirmequitas más características (A, C) en las cuales el cuarzo se desarrolla en abanicos y vermes muy largos, y en los casos de *mirmequitas zonales* (lám. II, figs. 1 y 2). *Los crecimientos cuarzosos se han desarrollado desde el borde interior hacia el externo, y los vermes se apoyan muchas veces sobre el borde interior divergiendo hacia afuera. La interrupción del crecimiento de la mirmequita y su reanudación forma zonas; una nueva generación de vermes cuarzosos crece en la nueva zona, siempre en correspondencia con la convexidad de la mirmequita.* La interrupción del crecimiento se suele marcar por una línea bastante definida de puntuaciones que separa las dos zonas. La plagioclasa es similar en ambas, o ligeramente más sódica en el exterior a juzgar por los índices de refracción. *Estos rasgos estructurales no concuerdan con la idea de la penetración de cuarzo o de grupos SiO_4 desde el exterior, sino más bien con su separación durante el crecimiento de la mirmequita, lo que significa que el cuarzo sería contemporáneo con la plagioclasa asociada.*

En una inclusión de plagioclasa en microlino (lám. I, fig. 3) se observa una particular disposición del cuarzo como un largo verme situado a lo largo del contacto neto entre la plagioclasa y el reborde albítico. Esta disposición no sugiere penetración desde el exterior, pudiendo deberse al encierro o atrapamiento de cuarzo al iniciarse el crecimiento del reborde.

e) En cuanto a la extinción óptica de los distintos vermes asociados es frecuente que sea simultánea para un conjunto de ellos o para la totalidad de una mirmequita. Este rasgo estructural no es indicador de un determinado origen de los vermes, sugiriendo solamente que se han formado como si constituyeran una sola unidad cristalina, lo cual es difícil de explicar cualquiera sea la teoría sobre el origen de la mirmequita, debido a la independencia entre los distintos vermes cuarzosos. *Pero puede admitirse un control estructural de la red de SiO_4 de la plagioclasa sobre la disposición de los núcleos de crecimiento de cuarzo.*

f) *Las relaciones entre los vermes cuarzosos y las maclas de la plagioclasa asociada* son un posible indicio de la secuencia de ambos minerales. Lo más frecuentes es que la macla se interrumpa en todo el espesor aparente del verme, continuándose más allá de él. Esto significa que el verme cuarzoso atraviesa la lámina de macla que aparece más o menos perpendicularmente, y que el mismo ocupa casi todo el espesor de la preparación. Mucho menos frecuente, o más bien raro es observar laminillas de macla que pueden seguirse a través del verme cuarzoso. Sederholm (1916, fig. 38, lám. VII) ilustra un caso en que se observa una laminilla de macla continuarse aparentemente a través de todo el verme de cuarzo, y otras que se proyectan un corto trecho hacia el interior en ambos lados del verme o en uno solo. Sederholm supone que la laminilla de macla ha continuado su crecimiento tardíamente. Drescher-Kraden (1948, pág. 99) reproduce la figura y concluye que esa interpretación es errónea explicando que ello resulta de la corrosión por cuarzo, de la plagioclasa previamente maclada. Ahora bien, las relaciones de penetración aparentes observadas por Sederholm, son en realidad el resultado de la transparencia, por ser el verme cuarzoso de espesor menor que la preparación, por lo menos en el tramo en que se ven las laminillas de macla dentro de él. En la figura 2, lamina II, se ilustra una mirmequita zonal del tipo A del lencogranito. El trazado de las laminillas de macla puede seguirse a través del verme de cuarzo, por transparencia, por lo cual aparecen distintamente iluminadas en ese tramo. La más iluminada aparece más oscura y viceversa. Algo similar se observa en la figura de Sederholm. Ello se debe a que el cuarzo hace la laminilla sensible similar a la lámina de mica de $\frac{1}{4} \lambda$ ante la cual las dos maclas contiguas dan efectos distintos por su diversa orientación óptica. Esta relación se observa en todos los casos de aparente penetración observados. Estos caracteres no aluden a determinada relación de secuencia de cuarzo y plagioclasa asociada y desarrollo de maclas, porque el hecho de que el cuarzo cruce el límite entre distintas laminillas de macla no modifica la continuidad estructural de estas últimas. Las maclas de la plagioclasa mirmequítica se disponen según el maclado de la plagioclasa originaria. El encuentro de láminas de macla y vermes cuarzosos depende de la relación entre la disposición de éstos según el crecimiento de la mirmequita, y de la posición de aquéllas en su adaptación a la plagioclasa del núcleo.

CONCLUSION

El autor opina que las mirmequitas de los tipos A y D son *formas constructivas, desarrolladas como crecimientos secundarios de plagioclasa sódica con atrape o liberación de SiO₂ en forma de vermes o tallitos dispuestos desde el interior hacia el exterior, a veces en zonas superpuestas*. El crecimiento se realiza en la vecindad inmediata de feldespato potásico, por concentración de sodio que se precipita sobre el reborde mirmequítico en crecimiento. El cuarzo muy probablemente sea contemporáneo con la plagioclasa asociada, siendo su disposición acorde con el crecimiento de la mirmequita, muchas veces a modo de abanico en correspondencia con la convexidad de los lóbulos, que resultan aparentemente penetrativos en el feldespato potásico que concluyó de cristalizar inmediatamente después.

El cuarzo se separa: 1) por la riqueza en sílice de las últimas soluciones o derivados magmáticos, como es frecuente en los crecimientos gráficos, exista relación auténtica o no; o 2) resulta de un exceso de sílice en función de la incorporación de calcio (simultáneamente con el crecimiento) en la estructura de la albita. Es decir la incorporación estructural de Ca en condiciones variables de ajuste de la relación Si/Al puede proveer segregación de sílice al equilibrarse la estructura de la anortita en las condiciones del elevado ordenamiento, que caracterizan este mineral.

3º *Las mirmequitas sin núcleo plagioclásico tipos C y E.*

La inexistencia de núcleo plagioclásico puede ser solamente aparente, por razones de posición del corte delgado. En una roca con tan abundante cantidad de mirmequitas esta posibilidad resulta aceptable por alta probabilidad. Ello es válido para los cristales subhedrales de plagioclasa mirmequítica incluida en microlino y para las mirmequitas del agregado granoso. Estas últimas (C), tan características a veces por el gran desarrollo vermicular, pueden ser referidas a las mirmequitas intersticiales de mayor tamaño. La discusión de estos dos casos queda naturalmente subordinada a la determinación de su verdadera posición estructural.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ALLING, H., 1938. *Plutonic perthites*. — Jour. Geol., Vol. 46, N° 2, pp. 142-165.
- ANDERSEN, O., 1928. *The genesis of some types of feldspar from granite pegmatites*. — Norsk. Geol. Tidsskr. X, pp. 116-208.
- BRÜCKE, E., 1908. *Ueber Myrmekit* Mitt. der Wiener Mineralog. — Gesellsch. Tschermaks Min. u. Petr. Mitt. XXVII, pp. 381-390.
- BOWEN, N. L. AND TUTTLE, O. F., 1950. *The system NaAlSi₃O₈-KAlSi₃O₈-H₂O*. — Jour. Geol. 58, pp. 489-511.
- CHAYES, F., 1952. *On the Association of perthitic microcline with highly undulant or granular quartz in some calalkaline granites*. — Amer. Jour. Sci., Vol. 250, N° 4, pp. 281-296.
- DRESCHER-KADEN, F. K., 1948. *Die feldspat-Quarz-Reaktionsgefüge der Granite und Gneise und ihre genetische Bedeutung. Mineralogie und Petrographie in Einzeldarstellungen*. Springer-Verlag.
- EDELMAN, N., 1949. *Microcline porphyroblasts with myrmekite rims*. — Bull. Com. Geol. Finlande, N° 144, pp. 73-79.
- ESKOLA, P., 1956. *Postmagmatic potash metasomatism of granite*. — Bull. Comm. Géol. Finlande, n° 172, pp. 85-100.
- EXNER, C., 1949. *Tektonik Feldsparausbildung und deren gegenseitige Beziehungen in den ostlichen Hohen Tauern*. — Min. Petr. Mitt., LXX, 1, pp. 197-284.
- GATES, R. M., 1953. *Petrogenic significance of perthite*; en Emmons, R., *Memoir* 52, Geol. Soc. Amer., pp. 55-69.
- HEINRICH, E. W., 1953. *Chemical differentiation of multi-generation pegmatite minerals*. — The Amer. Mineralogists, Vol. 38, N°s 3 y 4. (Abstract).
- KNUP, P., 1958. *Geologie und Petrographie des Gebietes zwischen Centovalli-Valle Vigizzo und Onsernone*. — Schweiz. Min. Petr. Mitt., 38, 1, pp. 83-236.
- LAVES, F., 1952. *Phase relations of the alkali feldspars*. — II. Journ. Geol., Vol. 60, N° 6, pp. 549-574.
- MISÄR, Z., 1957. *Ovzuiku myrmekitu v sämperském granodioritu*. — Universitas Carolina Geologica, Vol. 3, pp. 147-181 (Miner. Abstracts, 13, N° 11, p. 670, 1958).
- NIGGLI, P., 1954. *Rocks and mineral deposits*.
- NORDENSKJÖLD, O., 1905. *Die krystallinen Gesteine der Magellansländern*. — Wiss. Ergebn. Schwed. Exp.n.d. Magellansländern, I, 6, 175-240. Stockholm.
- QUENSEL, P. D., 1911. *Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera*. — Bull. Geol. Inst. Upsala, IX, pp. 1-113.
- ROBERTSON, F., 1959. *Perthite formed by reorganization of albite*. — The Amer. Mineral. Vol. 44, N°s 5-6, pp. 603-619.
- ROGERS, J. J., 1958. *Textural and spectrochemical studies of the White Tank Quartz Monzonite, California*. — Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 69, N° 4, pp. 449-464.
- ROSENQVIST, J. TH, 1952. *The metamorphic facies and the feldspar minerals*. — Univ. I Bergen, Natur. rekke, N° 4.
- SKEDERHOLM, J. J., 1916. *On synantectic minerals and related phenomena*. — Bull. Com. Geol. Finlande, N° 48, pp. 1-148.
- SHAND, S. J., 1947. *Eruptive rocks*.

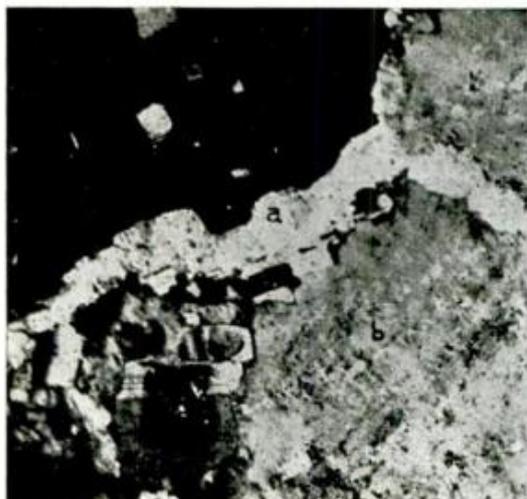
- TURNER, F. J., 1951. *Observations on twinning of plagioclase in metamorphic rocks.* — The Amer. Mineral., Vol. 36, Nos 7-8, pp. 581-588.
- TUTTLE, O. F., 1952. *Origin of the contrasting mineralogy of extrusive and plutonic silic rocks.* — Journ. Geol., Vol. 60, No 2, pp. 107-124.
- TUTTLE, O. F. AND BOWEN, N. L., 1958. *Origin of granite in the light of experimental studies in the system $NaAlSi_3O_8$ - $KAlSi_3O_8$ - SiO_2 - H_2O .* — Memoir 74, Geol. Soc. Amer.

Manuscrito recibido en agosto de 1959.

LAMINA I

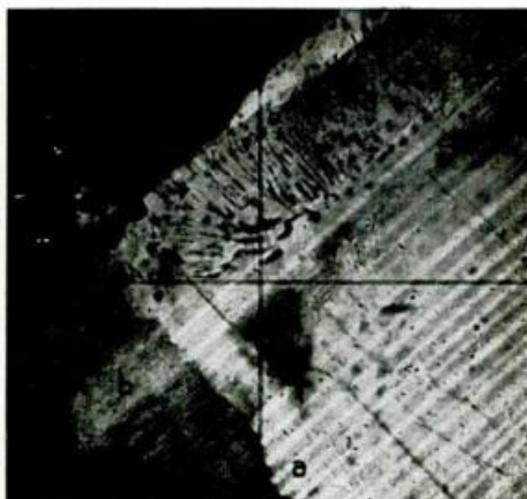
- Fig. 1.** -- *a*, albita mirmequítica dispuesta intersticialmente entre granos mayores de micropertita (*b*) ; *c*, margen mirmequítico, tipo D. Analizador intercalado. $\times 40$.
- Fig. 2.** — Reborde mirmequítico (tipo A) penetrativo en micropertita (*b*) : *a*, plagioclasa. Obsérvese la disposición de los vermes cuarzosos sobre el borde interno de la mirmequita. Con analizador. $\times 120$.
- Fig. 3.** — Reborde albítico del tipo D, en inclusión de plagioclas (*a*) en micropertita (*b*). Un verme cuarzoso, *c*, se dispone sobre el contacto interno del reborde albítico. Analizador intercalado. $\times 110$.
- Fig. 4.** — Reborde mirmequítico del tipo A ; *b*, micropertita ; *a*, plagioclasa. Analizador intercalado. $\times 130$.

1



0,2 mm

2



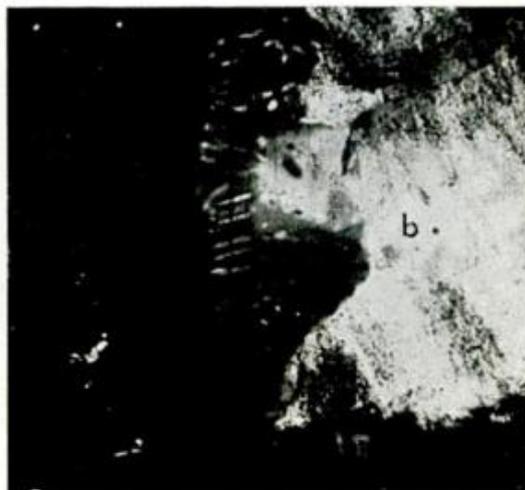
0,1 mm

3



0,1 mm

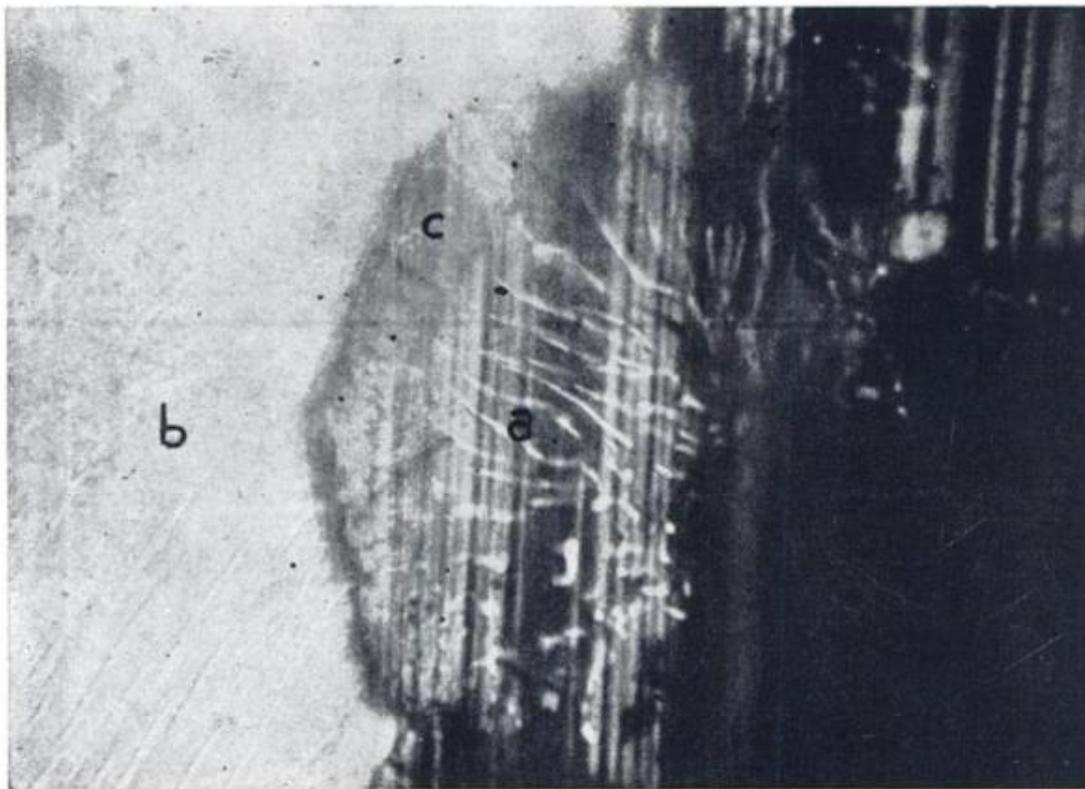
4



0,1 mm

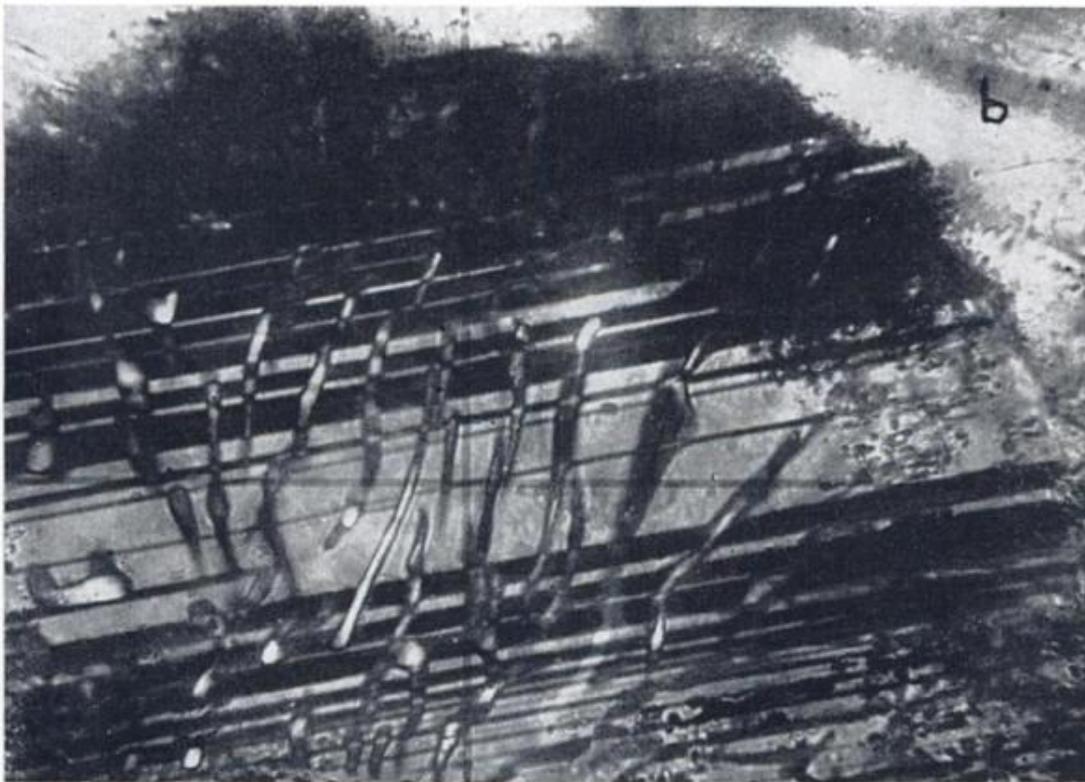
LAMINA II

- Fig. 1. - Mirmequita del tipo A, zonal, penetrativa en micropertita (*b*): *a* y *e*, zonas interna y externa de la mirmequita; *b*, microclino con pertitas filiformes y laminares. Analizador interpuesto. $\times 215$.
- Fig. 2. — Detalle de la mirmequita anterior, penetrativa en micropertita (*b*). Obsérvese la disposición de los vermes cuarzosos, semiradiales según la convexidad del borde exterior de la mirmequita, y la disposición de los vermes en la zona externa. En el cruce entre vermes cuarzosos y laminillas de macla, se advierten efectos aditivos y sustractivos del retardo en láminas contiguas de macla (ver texto). Analizador intercalado. $\times 430$.



1

0,05 mm



2

0,05 mm

PRIMEROS DATOS DESCRIPTIVOS

SOBRE

NUEVOS REPTILES ARCOSAURIOS DEL TRIASICO DE ISCHIGUALASTO

(SAN JUAN, ARGENTINA)

Por OSVALDO A. REIG

Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán

RESUMEN

En este trabajo se proporcionan los primeros datos diagnósticos y descriptivos y se discute de manera preliminar las relaciones sistemáticas y el significado filogenético de dos nuevos géneros y especies de reptiles de la subclase de los arcosaurios provenientes del depósito mesotriásico de Ischigualasto, en el norte de la Provincia de San Juan, Argentina. Uno de ellos, para el que se propone el nombre de *Saurosuchus galilei*, n. gen., n. sp., y que se conoce a través de un cráneo casi completo y de buena parte de un esqueleto de otro individuo, es un tecodonte pseudosuquio de la superfamilia de los ornitosucoideos. Se trata posiblemente de un ornitosúquido propiamente dicho, pero de talla gigantesca, ya que su cráneo mide alrededor de sesenta y cinco centímetros de longitud total y que el largo del animal completo se calcula en cinco metros y medio. El otro está representado sólo por material craneano, contándose con un excelente cráneo con su mandíbula y otros dos menos significativos. Se trata de un arcosaurio típicamente cocodriloide, para el que se propone el nombre de *Proterochampsia barrionuevei* n. gen., n. sp. *Proterochampsia* es asignado tentativamente al suborden *Protosuchia* del orden de los cocodrilos y se sostiene que difícilmente puede asignarse a la familia de los notochámpsidos. El significado de *Saurosuchus* para la cuestión del origen de los saurisquios y particularmente de los carnosaurios y el de *Proterochampsia* para el problema del origen de los cocodrilos, resulta obvio, y se prometen consideraciones extensas sobre el particular para futuros trabajos.

ABSTRACT

In this article the first diagnostic and descriptive data of two new genera and species of Archosaurian Reptils from the Mesotriassic of Argentine are given. The new fossil Reptils come from Ischigualasto, in the North of the Province of San Juan and were discovered by the Instituto « Miguel Lillo » Expedition, in April-May, 1959. The author also discusses the sistematic relationships and phylogenetical

significance of the described new genera, but only preliminarily. One of the new reptils is named *Saurosuchus galilei*, n. gen., n. sp. and is represented by a nearly complete skull and much of the skeleton of another specimen. It obviously belongs to the suborder *Pseudosuchia* of the order *Thecodontia*, and to superfamily *Ornitosuchoidea*. It is possibly a representative of the family *Ornitosuchidae*, but a giant form, with a skull of about 65 cm of total length and an estimated length of the entire animal of about five meters and a half. The other new reptil is only represented by skull material, among which is an excellently preserved and nearly complete skull with mandibles. It is typically a crocodyloid reptil, and the name *Proterochampsia barrionuevoi*, n. gen., n. sp., is proposed for it. Tentatively it is assigned to the suborder *Protosuchia* of the order *Crocodylia*, but it does not seem to belong to the family *Notochampsidae*, in which the three previously known protosuchian genera are grouped. The significance of *Saurosuchus* for the problem of the origin of saurischian dinosaurs and, more closely, of the origin of carnosaurians is obvious, in the same manner as is obvious the significance of *Proterochampsia* form studies in crocodylian origins. The author promises more detailed accounts on these problems in future work.

Durante los meses de abril y mayo de 1959 tuvo lugar una expedición al yacimiento de tetrápodos mesotriásicos de Ischigualasto, en el Departamento de Valle Fértil de la Provincia de San Juan, que fue organizada por el Laboratorio de Vertebrados Fósiles del Instituto "Miguel Lillo" de la Universidad de Tucumán y que fue financiada en lo fundamental por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Esta expedición, que estuvo precedida por otra previa organizada en junio de 1958 por el mismo Instituto, obtuvo resultados verdaderamente excepcionales, en gran parte por la eficiencia del personal técnico especialmente contratado, particularmente de los señores Galileo J. Scaglia y José Bonaparte. Luego de mes y medio de labores de campo se exhumaron más de doscientos ejemplares de varios grupos de reptiles y algunos laberintodontes. Entre el material se cuentan esqueletos y cráneos completos que han sido incorporados a la colección del Laboratorio de Vertebrados Fósiles del Instituto Miguel Lillo y que, ya en su mayor parte adecuadamente preparados, están siendo estudiados por el autor, por Rodolfo Casamiquela y por José Bonaparte.

Los restos obtenidos pertenecen a reptiles terápsidos cinodontes y dicinodontes, a rincosaurios, a varios grupos de tecodontes y a laberintodontes estereospóndilos. Los cinodontes eran ya conocidos para nuestro país a través de restos hallados por Joaquín Frenguelli en el mismo yacimiento, y que fueron dados a conocer por Angel Cabrera (1943). Los dicinodontes están representados por un género gigantesco, posiblemente el mismo *Staaleckeria* hallado en el Triási-

co del Brasil. Los rincosaurios parecen referibles a *Cephalonia*, también del Mesotriásico brasileño. Los laberintodontes recuerdan mucho a los braquiopoideos supatriásicos de la familia *Metoposauridae*. Pero es entre los reptiles arcosaurios donde se ha dado con novedades de mayor interés. Abundan los estegonolepoideos, de los cuales se exhumaron restos muy completos pertenecientes a dos nuevos géneros que ha descripto ya Casamiquela (en prensa) y se han hallado restos muy significativos de tecodontes ornitosucoideos y de un primitivo arcosaurio cocodriloide, de los que nos ocuparemos preliminarmente en esta comunicación.

PROTEROCHAMPSA n. gen.

Diagnosis: Un reptil cocodriloide grande, de cráneo ancho y chato, con hocico prolongado y medianamente estrecho. Orbitas medianas, de ubicación dorsal. Ventanas supratemporales pequeñas y que miran decididamente hacia arriba; fosas infratemporales mucho mayores y también abiertas hacia arriba y un poco hacia el costado; con fosas anteorbitarias, pequeñas. Cuadrado-yugal reducido. Superficie dorsal de los huesos craneanos muy rugosa. Tabla craneana bien delimitada, con una fuerte cresta que atraviesa, hacia atrás y afuera, el postorbitario y el escamoso. Ventana supraorbitaria delimitada, presumiblemente, por el postorbitario, el parietal y el escamoso. Maxilares mucho más largos que los premaxilares y portadores de siete dientes subiguales, de sección ovoide, de disposición típicamente tecodonte y separados entre sí por pequeños diastemas. Premaxilares portadores de un diente grande a cada lado y hacia adelante y de tres dientes posteriores más pequeños. Paladar con las narinas internas de ubicación muy posterior; paladar secundario formado a expensas de los premaxilares y los maxilares que se unen largamente en la línea media. Palatinos también presumiblemente unidos en la línea media en su porción más anterior, en medio de ambas narinas. Fosa pterigoidea alargada y estrecha, con los pterigoides aliformes y unidos brevemente cerrando hacia adelante la fosa. Una fenestra interpterigoidea grande, de figura ovoide, a cada lado de la fosa. Mandíbula fuerte y baja, con una ventana lateral.

Especie tipo:

***Proterochampsa barrionuevoi* n. sp.¹**

Holotipo: La mayor parte de un cráneo y la rama mandibular derecha articulada, en excelente estado de conservación, pero con el costado izquierdo bastante carcomido por la meteorización. Fue hallado por Galileo J. Scaglia el 10 de mayo de 1959, completamente incluído en una pátina areniscosa muy compacta y sobresaliendo de un banco de arenisca blanquecina de la parte inferior del tercio medio de los "Estratos de Ischigualasto", a 5.100 m al W-NW del campamento de Agua de la Peña, y a unos 300 metros de la margen derecha del arroyo seco La Pintada, en la Hoyada de Ischigualasto. El cráneo fue preparado a torno por G. Scaglia en el Laboratorio de Vertebrados Fósiles del Instituto Miguel Lillo y durante su preparación se descubrieron varias vértebras cervicales, incluídas todavía en la roca. Está catalogado con el n° P.V.L. 2063 de las colecciones de ese mismo laboratorio.

Material asignado: P.V.L. 2057. Gran parte de un cráneo en mediocre estado de conservación y que conserva buena parte de ambas ramas mandibulares, con el paladar y la región anterior del rostro no conservados. Descubierto por Rogelio Bellmann a 4.150 m al NW del Campamento de Agua de la Peña, el 28 de abril de 1959, en la parte media del tercio superior de los "Estratos de Ischigualasto".

P.V.L. 2058. Restos de cráneo aplastado y ambas mandíbulas, también aplastadas, descubierto por Rogelio Bellmann a 4.300 metros de la Aguada de la Peña, en un nivel equivalente al anterior el 30 de abril de 1959.

Procedencia y antigüedad: Hoyada de Ischigualasto, Departamento de Valle Fértil, Provincia de San Juan, Argentina. "Estratos de Ischigualasto" de la Serie Ischigualasto-Ischichuca. Mesotriásico.

Discusión: *Proterochampsa* merece ser considerado como un reptil arcosaurio de notable significación filogenética. Por su morfología

¹ La especie dedicada al doctor Luis Alberto Barrionuevo, apreciado geólogo, jefe de la Seccional La Rioja de la Comisión Nacional de Energía Atómica, merced a cuya gentileza fué posible buena parte de los resultados de nuestra expedición a Ischigualasto de 1959.

craneana parece una forma notablemente transitiva entre los tecodontes proterosúquidos y los cocodrilos propiamente dichos. El cráneo es típicamente cocodriloide en muchísimos aspectos, tanto que la ma-

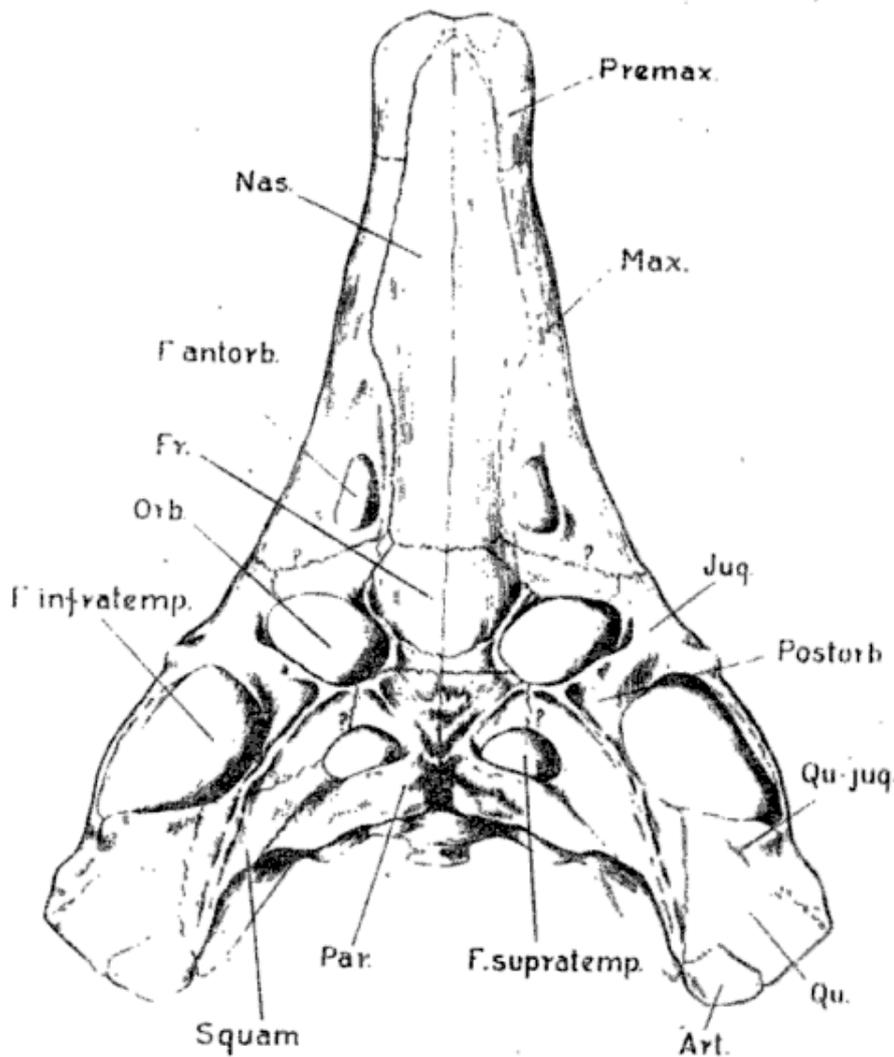


Fig. 1. — *Proterochampsa barrionuevoi* n. gen., n. sp. Vista dorsal del cráneo del holotipo, parcialmente reconstruido. Nº P.V.L. 2063. $\times 2/5$. Fanny Silva del

yor parte de sus caracteres indicarían la necesidad de incluirlo dentro del orden *Crocodylia*. Las características de la tabla craneana, la existencia de un paladar secundario primitivo, constituido fundamentalmente por la unión de premaxilares y maxilares, la ubicación dorsal de las órbitas y de las fosas supratemporales, el escaso diámetro de estas últimas, el aspecto aliforme de los pterigoideos y el hocico

estrecho y alargado, son otros tantos caracteres de neto corte cocodriloide. Sus caracteres resultan inclusive mucho más avanzados hacia los de los cocodrilos que los que presentan los pequeños esfenosucoideos

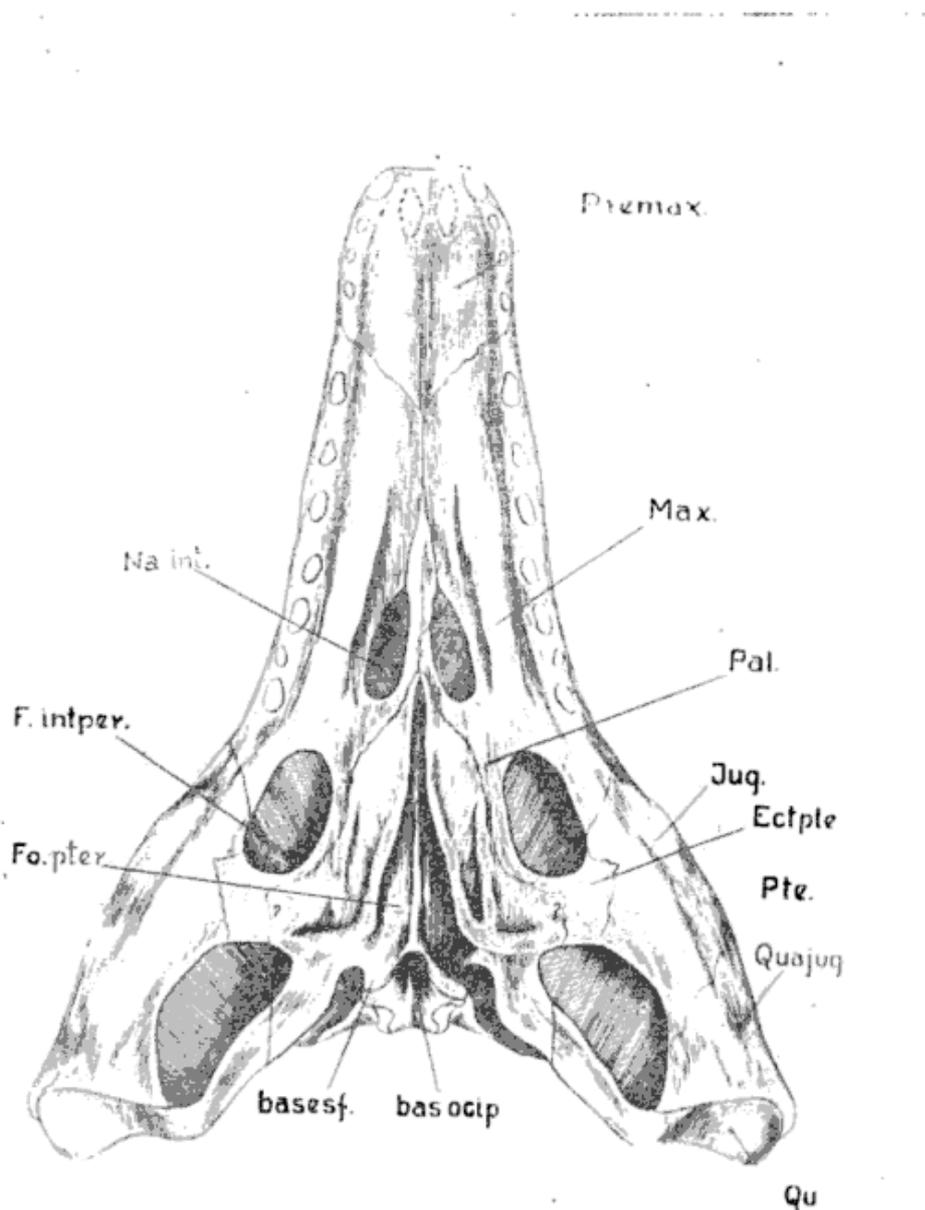


Fig. 2. — *Protochampsia barrionuevei*, n. gen., n. sp. Vista ventral del cráneo del holotipo, parcialmente reconstruido y con la mandíbula idealmente apartada. No P. V. L. 2063 \times 25. — Fanny Silva del.

del Neotriásico sudafricano (*Sphenosuchus*, *Pedeticosaurus*) a los que se atribuye el papel de formas transitorias entre pseudosquios y cocodrilos propiamente dichos (ver Broom, 1927). Inclusive, posee algunos rasgos aún más cocodriloideos que los de los verdaderos cocodrilos del suborden de los protosquios también del Neotriásico de

Sud Africa (*Notochampsia*, *Erytrochampsia*) y de América del Norte (*Protosuchus*) (véase Colbert, 1951). Pero al mismo tiempo ofrece algunos caracteres de tipo tecodonte, como la presencia de bien definidas fosas anteorbitarias y de una larga fosa pterigoidea, la forma del basioccipital y del basiesfenoides, que, unido a su antigüedad mayor que la de los primeros representantes reconocidos en la literatura de la línea que conduce a los cocodrilos, nos haría pensar que quizás estamos todavía en presencia de un tecodonte de la superfamilia de los proterosuchoideos. No hay posibilidad, empero de que el género de Ischigualasto sea confundido con ningún proterosúquido ni con ningún esfenosúquido ni protosuquio de los descriptos, independientemente de la decisión a que se llegue sobre sus precisas relaciones sistemáticas. Me inclino a ubicarlo dentro del orden de los cocodrilos y más precisamente, en el suborden *Protosuchia*, aunque seguramente en una familia nueva, distinta que la que agrupa a *Protosuchus*, *Erytrochampsia* y *Notochampsia*. Si un estudio comparativo más esmerado llega a confirmar esta atribución sistemática, deberíamos llegar a modificar las explicaciones dadas hasta ahora sobre el origen del orden *Crocodylia* y a desjerarquizar el papel de los esfenosucoideos como formas de transición y a considerar a los notochampsidos como meros remanentes braditéticos de la cepa ancestral original, que debería ubicarse en el Mesotriásico y en la que habría que ubicar a *Proterochampsia*.

Tabla de medidas del ejemplar holotipo

	Milímetros
Longitud total del cráneo, del borde posterior del cuadrado al extremo del premaxilar, en la línea media.....	330
Longitud del cráneo de la cresta occipital al extremo del premaxilar, en la línea media.....	277
Longitud del cráneo desde el cóndilo occipital hasta el extremo de los premaxilares.....	287
Ancho máximo del cráneo, entre los bordes externos de ambos cuadrado-yugales.....	256
Ancho del cráneo entre ambos márgenes orbitales externos.....	125
Diámetro máximo de la órbita.....	42
Diámetro entre ambos márgenes externos de las ventanas supratemporales..	81
Diámetro máximo de la ventana supratemporal.....	25
Diámetro máximo de la fenestra infratemporal.....	66
Diámetro mínimo de la fenestra infratemporal.....	44
Diámetro entre los bordes internos de ambas ventanas infratemporales.....	122
Diámetro entre ambas ventanas supratemporales.....	33
Diámetro interorbitario.....	42
Mayor diámetro de la ventana anteorbitaria.....	26

Ancho de la ventana anteorbitaria	12
Altura máxima del cráneo	60
Ancho del cráneo entre ambas fosas anteorbitarias.....	51
Ancho del hocico a la altura del borde anterior de las fosas anteorbitarias ..	104
Ancho del hocico a la altura del tercer diente del maxilar.....	80
Ancho del hocico a la altura de la sutura entre maxilar y premaxilar	55
Longitud del hocico, desde el borde anterior de la órbita a la punta de los premaxilares.....	189
Longitud del hocico, desde el borde anterior de las fosas anteorbitarias hasta la punta de los premaxilares.....	143
Distancia desde el borde anterior de las narinas internas hasta el extremo de anterior de los premaxilares	131
Diámetro máximo de cada narina interna.....	39
Distancia desde el borde posterior de las narinas internas hasta el cóndilo, en la línea media.....	125
Diámetro entre ambas ventanas interpterigoideas	62
Diámetro máximo de la fenestra interpterigoidea	43
Longitud del espacio ocupado por los siete dientes maxilares.....	113

SAUROSUCHUS n. gen.

Diagnosis: Un tecodonte ornitosucoideo de talla gigantesca, cuya longitud total se calcula en más de cinco metros y medio. Cráneo parecido al de *Ornitosuchus taylori*, con el rostro alto, largo y lateralmente comprimido, con gran ventana anteorbitaria de abertura alargada longitudinalmente, más estrecha hacia adelante y proporcionalmente mucho menor que la de *Ornitosuchus*. Fosas nasales externas grandes y alargadas, delimitadas por nasales y premaxilares. Premaxilares muy bien desarrollados, robustos y con cuatro dientes cada uno. Maxilares altos, con diez dientes cada uno. Dientes fuertes, desiguales, lateralmente comprimidos, ligeramente curvados hacia atrás, de bordes cortantes y finamente aserrados. Órbitas grandes y alargadas, dispuestas lateralmente; ventana supratemporal pequeña, situada en el plano dorsal. Espacio interorbitario cóncavo por un reborde supraorbitario destacado formado a expensas del frontal. Vértebras ligeramente anficélicas, con centro lateralmente comprimido y espinas neurales altas y anchas. Pelvis con acetábulo completamente cerrado y desarrollado a expensas primordialmente del ilion y del isquión. Isquiones muy largos y fusionados en casi toda su longitud, con un contacto muy limitado para el pubis. Una hilera longitudinal de placas dérmicas a cada lado de la línea media. Placas relativamente pequeñas, sin ornamentación ostensible, de figura cuadrangular en la región dorsal, donde corresponden dos por cada segmento

vertebral. Otras placas, posiblemente cervicales, de figura acorazonada, imbricadas y con un engarce particular.

Especie tipo:

Saurosuchus galilei n. sp. ¹

Holotipo: La mayor parte de un cráneo, algo aplastado lateralmente, del que se conserva admirablemente preservada toda la región anterior a las ventanas temporales, n^o P.V.L. 2062. Fue descubierto por Galileo Scaglia y el peón Leocadio Soria el 27 de abril de 1957 en una arenisca tobácea verdosa, muy compacta, aflorante en el tercio superior de la sección de los "Estratos de Ischigualasto", en asociación con restos de vegetales, a 3.900 m al NW de la Aguada de la Peña, en la Hoyada de Ischigualasto, en un área donde se exhumaron varios cráneos de cinodontes y el ejemplo P.V.L. 2057 que referimos a *Proterochampsia barrionuevoi*. Extraído por Galileo Scaglia y José Bonaparte y restaurado por el primero.

Material asignado: P.V.L. 2198: Porción de maxilar derecho con las raíces de dos dientes, ilion izquierdo completo; ambos isquiones fusionados; conjunto de once vértebras articuladas de la región dorsal; parte del escudo dorsal constituido por dos hileras de doce placas cada una y en posición articular; tres placas sueltas articuladas; costillas y dientes sueltos. Descubierto por Rogelio Bellmann a 3.500 m al E.SE de la Aguada de la Peña, a la izquierda del arroyo seco Algarrobudo, en la Hoyada de Ischigualasto, el 15 de mayo de 1959. Extraído por Galileo Scaglia, Roberto Cei y José Bonaparte y restaurado en laboratorio por este último.

Procedencia y antigüedad: Hoyada de Ischigualasto, Departamento de Valle Fértil, Provincia de San Juan, Argentina. "Estratos de Ischigualasto" de la Serie Ischigualasto-Ischichuca. Mesotriásico.

Diagnosis: Igual que la del género.

Discusión y relaciones: A través de las figuras que acompaño (figs. 2 y 3) se podrán apreciar las características del cráneo de este notable y gigantesco arcosaurio triásico. Si bien la morfología craneana

¹ El nombre de la especie en homenaje a Galileo J. Scaglia, quien exhumó y restauró admirablemente el ejemplar tipo de este notable tecodonte.

es muy afín a la de *Ornitosuchus* (ver Newton, 1894, Broom, 1913), y es más afín a la de un ornitosocuídeo que a la de un saurisquío,

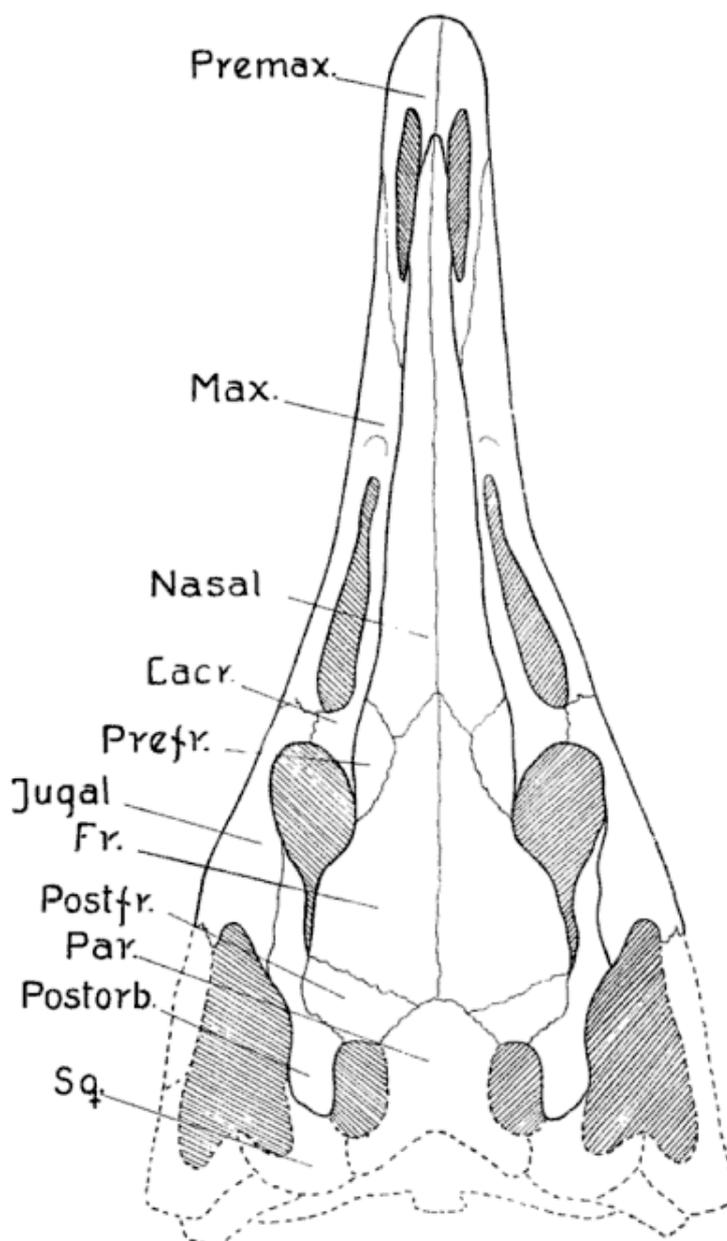


Fig. 3. — *Saurosuchus galilei*, n. g. n. n. sp. Vista dorsal cráneo del ejemplar holotipo parcialmente reconstruído. N.º P. V. L. 2062. $\times 15$. Fanny Silva del

el enorme tamaño del cráneo, que completo debió superar ligeramente los 65 cm, nos hizo pensar primeramente que estábamos en presencia de un dinosaurio carnosaurio. La morfología de los dientes, que son lateralmente comprimidos, de dos bordes cortantes finamente aserrados e inclinados hacia atrás, nos hicieron comparar este cráneo con formas como *Teratosaurus* y *Zanclodon*, del Keuper europeo.

Pero cuando tuvimos la seguridad de que el conjunto de elementos esqueléticos catalogados con el número 2198 y que pertenecen obviamente a un mismo individuo, debía asignarse a la misma especie que el cráneo holotipo, no pudimos abrigar ya dudas sobre el hecho de que estábamos en presencia de un ornitosucoideo y no de un sauriscquio. Tal seguridad fue proporcionada por el trozo de maxilar hallado en asociación con las vértebras, los escudos y los elementos pelvianos, pieza aquella que es comparable en sus menores detalles al maxilar del cráneo nº 2062.

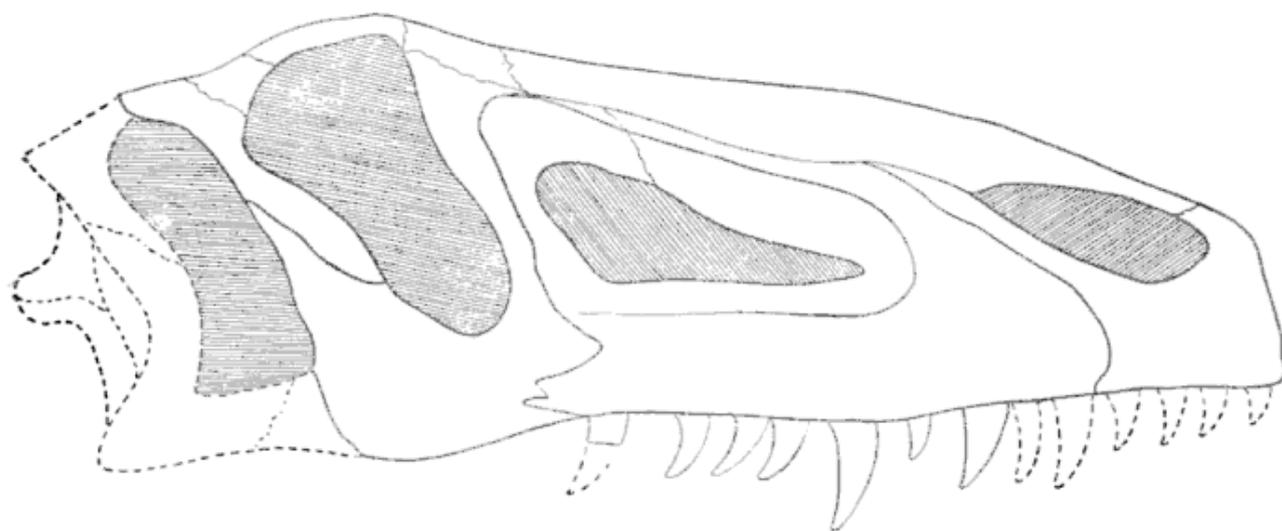


Fig. 4. — *Saurosuchus galilei*, n. gen., n. sp. Vista de la norma lateral izquierda (invertida) del cráneo del ejemplar holotipo, parcialmente reconstruido. Nº P. V. L. 2062. $\times 1/5$. Fanny Silva del

Saurosuchus es aproximadamente coetáneo de *Parringtonia* de los "Upper bone beds" de Ruhuhu, Tanganika y por ende más antiguo que todos los *Ornitosuchidae sensu stricto* (*Erpetosuchus*, *Ornitosuchus*, del Keuper de Elgin, en Escocia; *Hesperosuchus* del Neotriásico de Arizona, EE. UU.; *Saltoposuchus*, del Keuper alemán), pero más moderno que los euparkéridos (*Euparkeria* y *Browniella*) que son exclusivos de la biozona con *Cynognathus* (eotriásica) de Sud Africa. Pero es enormemente mayor que cualquiera de ellos. El más grande de los ornitosucoideos conocidos hasta ahora es el *Ornitosuchus taylori*, cuyo cráneo debió medir a lo sumo 25 cm de longitud total. Los otros son aún mucho más pequeños: *Hesperosuchus*, que es de los grandes, tenía un cráneo calculado en 145 mm y su longitud total fue estimada por Colbert en un máximo de metro y medio. Si comparamos estas cifras con los 65 cm del cráneo de *Saurosuchus* y su longitud total que estimamos en alrededor de cinco metros y medio,

tendremos una idea de la enorme diferencia de tamaño que separa al género de *Ischigualasto* de los otros miembros de la superfamilia.

A pesar de esta notable diferencia de talla, creo que no pueden haber dudas sobre la asignación de *Saurosuchus* a la superfamilia de tecodontes *Ornitosuchoidea*, y dentro de ella, provisoriamente, a la familia *Ornitosuchidae*. Los elementos de juicio que avalan esta asignación están dados no sólo por los rasgos básicos de la morfología craneana, sino, especialmente, por la pelvis, en la cual la cavidad cotiloidea no presenta el menor vestigio de la perforación que es común en todos los dinosaurios y el ilion tiene una morfología típica-

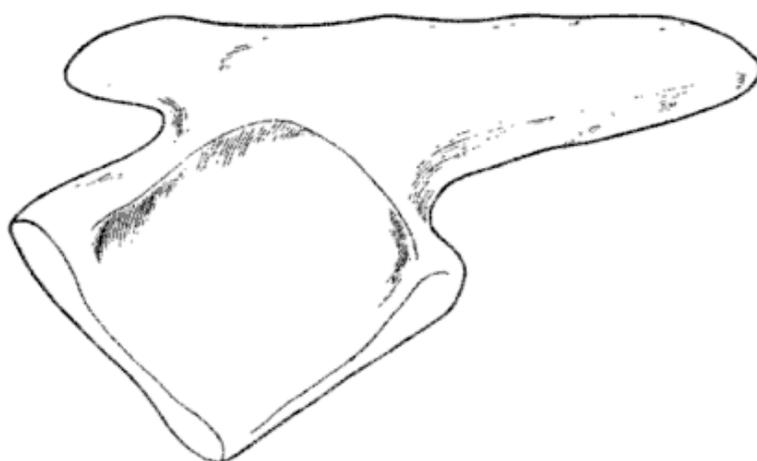


Fig. 5. — *Saurosuchus galilei*, n. gen., n. sp. Vista lateral externa del ilion izquierdo del ejemplar N° P. V. L. 2198. $\times 1/5$. Fanny Silva del

mente afín a la de *Euparkeria*, por ejemplo; por la presencia de esa doble hilera de escudos dorsales dérmicos, que como se sabe es común y definitoria para todos los ornitosuchoideos; por el tipo de vértebra, que no tiene elementos articulares accesorios (zigosfene y zigogantro) como en saurisquios y ornitisquios y que, en sus rasgos generales, son muy parecidas a las de *Erpetosuchus*.

La presencia de un ornitosuchoideo tan gigantesco en el Mesotriásico tiene también gran significación para las especulaciones filogenéticas, en este caso, sobre el origen de los saurisquios carnosaurios. Como se sabe, éstos están ampliamente representados en el Triásico superior a través de formas grandes, como *Palaosaurus*, *Teratosaurus*, de Europa, *Griponyx* y *Aetonyx*, en Africa; *Sinosaurus* en China, *Zatomus* en América del Norte. Se suponía que los carnosaurios eran derivados de los ornitosuchideos, pero no podrían serlo de los pequeños ornitosúquidos que son coetáneos con los primeros saurisquios ya agigantados. Algunos indicios (*Dongusia colorata* von Huene, 1940) harían pensar en la existencia de arcosaurios con potencialidad para

ser ancestrales de los saurisquios en el Eotriásico. La presencia en el Mesotriásico de un ornitosucoideo ya muy avanzado y ya de gran talla, como lo es *Saurosuchus*, puede considerarse entonces entonces muy sugestiva.

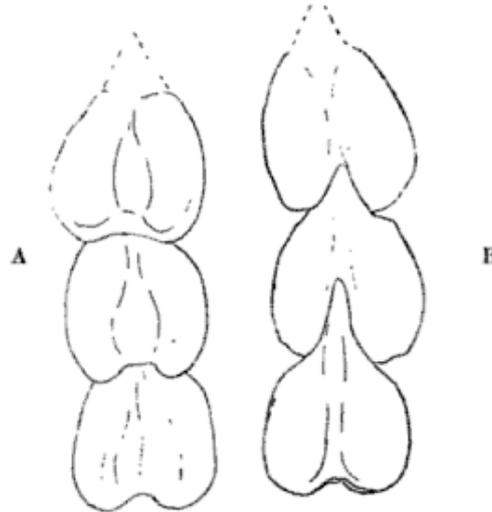


Fig. 6. — *Saurosuchus galilei*. n. gen., n. sp.; A, Vista dorsal y B, vista ventral, de un conjunto de tres placas dérmicas, posiblemente de la región cervical, del ejemplar. N° P. V. L. 2198. Reducido a la mitad. Fanny Silva del.

Tabla de medidas

	2062	2198
Longitud total (calculada) del cráneo.....	650	—
Longitud del cráneo desde el extremo superior de la ventana supratemporal al extremo anterior de los premaxilares, en línea recta.....	565	—
Longitud del cráneo desde la sutura fronto-parietal al extremo de los premaxilares, en la línea media.....	552	—
Longitud del rostro, desde el extremo más anterior de la órbita hasta la punta de los premaxilares.....	395	—
Alto del cráneo a la altura de la sutura entre maxilar y yugal...	190	—
Diámetro oblicuo máximo de la órbita.....	172	—
Diámetro máximo (longitudinal) de la fosa anteorbitaria.....	182	—
Longitud de los nasales en la línea media.....	313	—
Ancho del cráneo entre las crestas supraorbitarias.....	111	—
Espacio ocupado por la hilera de dientes maxilares.....	252	—
Diámetro anteroposterior del quinto diente maxilar, en la base ..	22	—
Largo de la parte extraalveolar del mismo diente, medido en la cara externa, desde el borde alveolar.....	55	—
Alto del cráneo debajo de la cresta supraorbitaria.....	215	—
Espacio ocupado por las once vértebras dorsales.....	—	890
Longitud del centro de la 8ª y 9ª vértebra dorsal.....	—	84
Ancho del centro de la misma vértebra.....	—	58
Alto total de la misma vértebra, desde la punta de la espina neural.	—	218
Longitud total del ilion.....	—	395
Longitud total de la cresta ilíaca.....	—	360
Longitud total del isquion.....	—	472

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BROOM, R. 1913. *On the South-African pseudosuchian « Euparkeria » and allied genera.* — Proc. Zool. Soc. London, 1913, 2, : 619-633.
- 1927. *On « Sphenosuchus », and the Origin of the Crocodiles.* — Proc. Zool. Soc. London, 1927, 1 : 359-370.
- CABRERA, A. 1943. *El primer hallazgo de Terápsidos en la Argentina.* — Notas Museo La Plata, VIII.
- COLBERT, E. H. 1952. *A Pseudosuchian Reptile from Arizona.* — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XCIX, 10, 561-592.
- COLBERT, E. H. Y MOOK, C. C. 1951. *The ancestral crocodilian « Protosuchus ».* — Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., XCVII, 3, : 143-182.
- HUENE, F. VON. 1940. *Eine Reptilfauna aus der ältesten Trias Nordrusslands.* — Neuen Jahrb. Min., etc., Abt. B, LXXXIV, : 1-23.
- NEWTON, E. T. 1894. *Reptils from the Elgin Sandstone. Description of two new genera.* — Phil. Trans. Roy. Soc., London, CLXXXV, B, : 573-607.

Manuscrito recibido diciembre 1959.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

HEISKANEN, W. A. Y VENING MEINESZ, F. A. "The Earth and Its Gravity Field". 470 pp., 116 figuras, 52 tablas, 2 láminas, ed. McGraw-Hill Book Company Inc, New York, EE. UU., 1953.

En los últimos años se han publicado muchos artículos y monografías dedicados a investigaciones realizadas dentro del campo gravitatorio terrestre, entregándose no sólo una copiosa cantidad de datos y observaciones, sino también conclusiones sobre diferentes problemas conexos. No obstante, independientemente de esta bibliografía, se carecía de un libro que compendiará el estado actual del conocimiento en este enfoque de la ciencia y que expusiera sintéticamente los principales resultados alcanzados y su utilidad más inmediata. El tomo de Heiskanen y Vening Meinesz viene a llenar este vacío abarcando lo concerniente a la gravedad terrestre y a otros temas afines ya tocantes con varias ramas de la Geodesia, la Geofísica y la Geología.

El presente volumen, que pertenece a la "Serie de Ciencias Geológicas" de la editorial McGraw-Hill, consta de doce capítulos de los que los tres primeros y los tres últimos se deben a la pluma de *F. Vening Meinesz* (profesor del Instituto de Mineralogía, Geología y Geofísica de la Universidad de Utrecht) correspondiendo los seis restantes a *W. Heiskanen*, director del Instituto de Geodesia, Fotogrametría y Cartografía de la Universidad del Estado de Ohio.

Luego de un breve Prefacio, el *Capítulo I*, a modo de "Introducción y Sumario", resume la esencia del libro. Antes de entrar en el tema principal gravitacional se da en el mismo una suficiente información de la Tierra de acuerdo a las últimas investigaciones de la Sismología, el Geomagnetismo y otras técnicas geofísicas. El *Capítulo 2*, "Constitución interna de la Tierra", trata de las tres discontinuidades principales (o "interfases") que divide el planeta en cuatro partes concéntricas. Diferenciada de la corteza rígida superficial, arriba de la discontinuidad de Mohorovicic -- interface M -- está la Corteza M. Esta reacciona normalmente a los esfuerzos en forma elástica y sólo fuerzas tectónicas son suficientemente fuertes como para causar su deformación plástica. Entre la Interfase M y el límite -- periferia -- del núcleo se encuentra el "manto". Se espera que el manto reaccione plásticamente a los esfuerzos y ello permite suponer dentro del mismo la existencia de corrientes internas muy lentas, del orden de centímetros por año. Entre las Interfases de 2.900 km y 5.100 km de profundidad se diferencia el "núcleo exterior", líquido, con corrientes internas de velocidades entre los

5 y 25 km por año. Por debajo de la última interfase, próxima a los 5.100 km de profundidad sigue el "núcleo interno", poco conocido hasta ahora, pero que se supone de una composición similar al exterior, de hierro y níquel, pero con un comportamiento más o menos semejante a un sólido. En el *Capítulo 3*, "Campo y potencial gravitatorio terrestre. Figura de equilibrio. Elipsoide terrestre", se exponen los fundamentos del campo gravitatorio — de acuerdo a la teoría potencial — y sus relaciones con el geoide y con otras superficies equipotenciales externas. En el curso de las deducciones los autores suponen la masa terrestre dividida en dos porciones: 1) un grupo regular de masas que suman la masa total del planeta, con simetría axial alrededor del eje de la Tierra y a su vez simétricas con respecto al plano ecuatorial, y 2) las masas restantes del globo, con signos tanto positivos como negativos y cuya suma de masa total es cero. De ambos tipos de masas depende el campo gravitatorio normal y las anomalías del mismo, entrando en el análisis de estas últimas el teorema de Stokes.

El *Capítulo 4* se dedica a "Mediciones de Gravedad" tratando de la teoría del péndulo físico y matemático, observaciones pendulares de gravedad en los continentes y en los océanos y los tipos más importantes de gravímetros comunes y submarinos con sus características y precisiones particulares. El *Capítulo 5*, "Desarrollo histórico de la Idea de la Isostasia" trae las definiciones de equilibrio isostático y las ideas clásicas de Pratt y Airy; se analizan luego los sistemas isostáticos de Pratt-Hayford, de Airy-Heiskanen, el sistema isostático regional de V. Meinesz y otras concepciones similares. El *Capítulo 6*, "Reducción de las Mediciones Gravimétricas" expone la teoría y la práctica de toda una extensa serie de reducciones y correcciones, señalándose las llamadas por Aire-libre, Bouguer, condensación (Helmer), inversin (Rudski), correcciones de los sistemas isostáticos expuestos en el capítulo anterior, por efecto indirecto o reducción Bowie y corrección por "geología". Se exponen luego los métodos más recientes para su aplicación y cálculo, incluso para su uso con intervención de computadoras electrónicas.

El *Capítulo 7*, "Anomalías gravimétricas. Evidencias de la Isostasia" se desarrolla con los diferentes tipos de anomalías desde el punto de vista del equilibrio isostático. Se expone por medio de tablas de valores, gráficos y mapas cómo las anomalías Bouguer son fuertemente negativas en las áreas montañosas e intensamente positivas en los océanos, certificantes de la existencia del equilibrio de Isostasia. Al propio tiempo se demuestra en qué forma pueden llevar las mismas a conclusiones erróneas en las interpretaciones geofísicas de anomalías de gravedad. Basándose en los cálculos isostáticos se concluye que el espesor T de la corteza terrestre es igual a 30 km. Este valor, al igual que la deducción de los caracteres físicos de la corteza, es idéntico al obtenido por los sismólogos por sistemas independientes. Se dan ejemplos sobre áreas costeras en océanos y se examinan las condiciones gravimétricas de islas volcánicas oceánicas.

El *Capítulo 8*, "Geodesia física", se dedica especialmente a los sistemas geodésicos y a su desarrollo histórico; dimensiones de los elipsoides de referencia, significación del punto inicial; principios de geodesia física; documentación gravimétrica necesaria y obtenible; métodos de reducción usados; desviaciones de la vertical y forma del Geoide. El *Capítulo 9*, "Sistema geodésico mundial" indica en qué forma y con qué precisión puede referirse un sistema geodésico al sistema mundial y se explica también el significado de puntos de supercontrol astronómico;

gravimétrico, el control de mapas de pequeña escala sin triangulación y otras aplicaciones del método gravimétrico.

El *Capítulo 10* "Desviaciones del equilibrio isostático" está dividido en cuatro grandes secciones: la primera de ellas trata sobre las fórmulas de la deformación plástica, elástica y por corte, y la formación de geosinclinales, sosteniéndose que los mismos son probablemente consecuencia de compresión horizontal causante de un engrosamiento plástico y combadura descendente de la corteza. En la segunda sección "Reajuste postglacial del equilibrio cortical. Reajuste isostático" se discuten fenómenos de reajuste por isostasia tanto en Fenoscandia como en el resto del mundo, en donde la disipación de los hielos —postglacial— ha sido suficientemente rápida como para dejar un desequilibrio isostático, concluyendo que ello es debido principalmente al flujo plástico del sustratum bajo el área englazada. En la siguiente sección se atiende a los fenómenos geofísicos del Archipiélago Indonésio y de otras áreas insulares, con fajas de anomalías gravimétricas negativas de gran intensidad. Este cuadro se interpreta como resultante de movimientos relativos de bloques con combaduras descendentes y desarrollo geosinclinal en la franja intermedia. En la periferia del arco predomina la fracturación cortical, pudiéndose asimismo explicar la configuración geográfica de los arcos de islas. En la cuarta sección se estudia la liberación de los esfuerzos en la corteza y el resultante desarrollo de las grandes fosas ("Graben"). Estas deformaciones, causadas principalmente por la formación de planos de fracturación inclinados están regidas por anomalías gravitacionales aun cuando el sistema total se halle regionalmente en equilibrio isostático.

El *Capítulo 11*, "Corrientes convectivas de la Tierra. Origen de los Continentes y Océanos. Grandes fajas geosinclinales" posee también 6 secciones, de las cuales la primera constituye un resumen del capítulo, en el que se adelantan los argumentos de la hipótesis expuesta, sostenida principalmente por los movimientos de bloques del Archipiélago indonésico explicado como resultado en la corteza de un esfuerzo horizontal uniaxial, esfuerzo correspondiente al arrastre ejercido por una corriente convectiva profunda. En la Sección 2 trátase del horizonte de transición de densidades entre los 200 (quizá 500) y 900 km de profundidad, manto en el que coexisten variaciones dentro del material que lo constituye — probablemente olivina —. A continuación en las tres secciones siguientes del capítulo se desarrolla el formulero matemático de la convección teórica en volúmenes planares, en cortezas esféricas y en esferas completas. Siguiendo, en la sección 6 se inicia la discusión del desarrollo de Prey sobre la topografía terrestre de acuerdo a armónicas esféricas, lo que demuestra la distribución de masas continentales y oceánicas según líneas directrices principales en conexión con sistemas de corrientes convectivas dentro del manto que probablemente hayan sido precedidas por otros sistemas de corrientes dentro de todo el globo. La elaboración de estos principios llevan a atribuir a los sistemas de corrientes no sólo los movimientos relativos de los trozos de corteza y entre ellos la formación de geosinclinales y orogenia acompañante, sino también la subsidencia de las zonas posteriores de las cuencas profundas. Así mismo se plantea la posibilidad que los sistemas de corrientes temporarios hayan producido desplazamientos de la corteza sobre el manto, tales como la migración de las áreas polares como parece certificarlo los estudios de paleomagnetismo. Finalmente el *Capítulo 12* está dedicado al desplazamiento de los polos, e investiga el cuadro tectónico (de

fracturación) de la corteza regido por los esfuerzos provocados por las migraciones corticales.

El libro que se comenta de *Vening Meinesz* y *Heiskanen* no está realmente dedicado a los geólogos, pero no obstante ellos pueden sacar interesantísimas informaciones y conclusiones del mismo. En efecto, se trata de una obra de índole geofísica aplicada hacia la resolución de una de sus problemáticas fundamentales: la gravedad terrestre. Abundan en el texto los formuleos matemáticos y los planteos físicos, y se mantiene un continuo contacto con los temas fundamentales de la geología del planeta. El geólogo que recorra y estudie las páginas de "The Earth and Its Gravity Field", en especial sus capítulos 7 y 10 a 12, se encontrará frente a problemas de su propio campo de acción, son muchas observaciones de interés y con especulaciones y soluciones derivadas y enfocadas desde un punto de vista diferente al que comúnmente se aplica en Geología. Por su parte el especialista en la materia se hallará frente a una obra desarrollada con un criterio moderno, en el que se vuelcan y compendian las ideas y el fruto del trabajo científico de dos geofísicos de notoria categoría mundial.— MARCELO YRIGOYEN.

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. TOMÁS SUERO, *Vicepresidente:* DR. MARIO TERUGGI; *Secretario:* DR. EDGARDO O. ROLLERI; *Tesorero:* DR. JULIÁN FERNÁNDEZ; *Vocales titulares:* DRES. ARTURO J. AMOS, MARCELO T. YRIGOYEN y BERNABÉ QUARTINO; *Vocales suplentes:* DRES. CARLOS MENÉNDEZ y FÉLIX RODRIGO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DRES. MARIO TERUGGI, ARTURO J. AMOS y MARCELO T. YRIGOYEN.

NÓMINA DE LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA

Miembros Honorarios

- † Prof. Dr. JUAN KEIDEL (Argentina)
- Prof. Dr. PABLO GROEBER (Argentina)
- † Prof. Dr. JOAQUÍN FRENGUELLI (Argentina)
- † Prof. Dr. FRANCO PASTORE (Argentina)

Miembros Correspondientes

- Prof. Dr. ARNOLDO HEIM (Suiza)
- Prof. Dr. VÍCTOR M. LÓPEZ (Venezuela)
- Prof. Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES (Brasil)
- Prof. Dr. ENRIQUE GERTH (Alemania occidental.)

Miembros Benefactores

- Agua y Energía Eléctrica.
- Dirección General de Fabricaciones Militares.
- Yacimientos Petrolíferos Fiscales.
- Standard Oil Co., S. A.
- Geólogo Henry Rolling Wofford, Jr.
- Dr. Arthur Roll.

Miembros Activos

- Achen, Héctor, Dr., Chile 939, Mendoza.
Ahlfeld, Federico E., Dr., Casilla 582, Cochabamba, Bolivia.
Alba Peralta, Emilio F., Geól., 9 de Julio 949, Córdoba.
Alcoba, Edmundo, Geól., Calle 60, n° 326, 9°-E, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Altamirano, Carlos J., Jerónimo Luis de Cabrera 347 (0), Córdoba.
Alvarez, Eraldo Arturo (no comunicó domicilio).
Amos, Arturo J., Dr., M. Rodríguez 249. Adrogué, F. C. N. G. Roca.
Angelelli, Victorio, Ing. de Minas, Donado 3946, Capital.
Antonietti, Carlos E., Chile 939, Mendoza.
Aparicio, Emiliano P., Dr., Calle Tierra del Fuego 19, Barrio Bombal-Ugarte,
Mendoza.
Ardissone, Romualdo, Prof., Hipólito Yrigoyen 1968, piso 2°, Capital.
Arigós, Luis E., Dr., Pedro Lozano 3274, dep. C, Capital.
Armando, Vicente, Dr., Monte Caseros 1242, Mendoza.
Aspileneta, Juan, Calle 6, n° 940, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Báez, César, P., Dr.
Baín, Hugo, Ing. de Minas (no comunicó domicilio).
Baka, Luis Guillermo, Com. Gravimétrica n° 14, Y. P. F., Casilla de Correo
n° 30, Río Gallegos, Santa Cruz.
Baldomir, Héctor C., Juan A. García 1740, dep. C, Capital.
Banchero, José Carlos, Dr., Matheu 139. San Martín (Buenos Aires).
Banks, Luis María, Dr., Apartado 1706, Caracas, Venezuela.
Barrionuevo, Luis Alberto, Geól., Candelaria 30, Capital.
Bassi, Hugo G. L., Dr., Cerviño 4645, Capital.
Battaglia, Atilio, Dr., Piedras 1162, dep. B, Capital.
Baulies, Oscar L., Dr., 25 de Diciembre 1188, Rosario.
Benvenuti, Juan Carlos, Dr., San Lorenzo 4581, Rosario.
Böckmann, Susana, Dra., Carbajal 3722, Capital.
Boehm, Karl Egon, Dr., Gral. Roca 21, dep. B, V. Ballester F. C. N. G. B. Mitre.
Borrazas, Carlos A., Dr., 25 de Mayo 560, Bernal, F. C. N. G. Roca.
Borrello, Angel V., Dr., Av. Alsina 1768, Lomas de Zamora, F. C. N. G.
Roca.
Boselli, Ricardo R., Geól., Pedro Morán 4420, Capital.
Botero Arango, Gerardo, Ing., Balboa 63-13, Medellín, Colombia.
Bozzolo, Alberto, Dr., Blanco Encalada 3809, Capital.
Bracaccini, Osvaldo I., Dr. Estrada 2561, Martínez.
Brarda, Santiago, Ing. Civil de Minas, Echeverría 1528, Capital.
Buenanueva, Jorge, Dr. 25 de Mayo 773, Mendoza.
Burnett, Bruce R., Ing., Belgrano 1670, Capital.
Calvelo Ríos, J. Manuel, Morón 4028, Capital.
Camacho, Horacio Homero, Dr., Córdoba 1543 Dto. 3, Lanús.
G. B. Mitre.
Caminos, Roberto L., Brasil 410, Capital.

- Cannelle, Luis E., Dr., Bulnes 1931, 4º piso, dep. B, Capital.
Canga, Antonio, Geól., Chile 939, Mendoza.
Cappannini, Dino A., Calle 36, N° 1029, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Castellanos, Alfredo, Dr., Alem 1626, Rosario, Santa Fe.
Catela, Ricardo, Dr., Colón 536, Asunción, Paraguay.
Cayo, Roberto M., Dr., Joaquín V. González 572, dep. 3, Capital.
Cavalié, Casimiro C., Dr., Bermúdez 895, Capital.
Cazaubón, Augusto J., Dr., Ameghino 221, Trelew, Chubut.
Cefaly, Walter, Hipólito Yrigoyen 1474, dep. B, Capital.
Cerruti Leonardo, Virrey del Pino 2420, Capital.
Cetrángolo, Zulema Chiesa de, Dra., Melincué 3733, Capital.
Civalero, Heraldo F., Dr., Pan American Oil Co. Rivadavia 349. Comodoro Rivadavia.
Chinetti, Jorge A., Dr., San Martín 1072, Don Bosco, F. C. N. G. Roca.
Chomnales, Raúl, Dr., Cnel. Avila 465, Ciudad de Nievas, San Salvador de Jujuy.
Cordini, Isaias Rafael, Dr., J. A. García 2958, Capital.
Córdoba, Carlos A., Geól.
Criado, Pedro, Dr. General Rodríguez 775, Monte Grande.
Croce, Romeo, Dr., Angel Gallardo 470, Capital.
Crouset, Alejandro, Ituzaingó 333, V. Ballester, F. C. N. G. B. Mitre.
Cucchi, Rubén J., Geól., Esquiú 1276, dep. C, Capital.
Cuello, Raúl S., Calle 60, n° 394, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Cuerda, Alfredo, Dr. Arias 4794, Capital.
Cuomo, Jorge R., Geól., Mina Aguilar, Tres Cruces, Jujuy, F. C. N. G. Belgrano.
Chaar, Edmundo, Dr. Gallegos 3478, Capital.
Daniel, Joaquín, Dr., Holmberg 3416, Capital.
Da Rold, José, Ing. de Minas, Av. España 711, San Juan.
Daud, Jorge P., Geól., María Cornejo 224, Salta.
De Alba, Enrique, Dr., Urquiza 2031, Florida, F. C. N. G. B. Mitre.
De Benedetti, Juan J. P., Dr., 4095 South Pennsylvania Street Englewood, Denver (Colorado) U. S. A.
De Ferrariis, Carmelo I. C., Dr., Sánchez 2350, Mármol.
De Giusto, José María, Dr., San Julián, Prov. Santa Cruz.
De la Iglesia, Héctor J., Dr., Aristóbulo del Valle 2468, Florida, F. C. N. G. Mitre.
De la Mota, Héctor, Dr., C. Correos 233, Correo Central, San Juan.
De la Vega, Ramón R., Geól., Agustín Garzón 1280, Córdoba.
De los Hoyos, Leandro J., Geól., San Nicolás 935, Castelar, F. C. N. D. F. S.
Del'Vo, Angel J., Geól., Pueyrredón 187, Lomas de Zamora, F. C. N. G. Roca.
Dessanti, Raúl N., Dr., Morón 5080, Capital.
Díaz, Horacio A., Dr., Artigas 416, 5º B.
Di Gregorio, José H., Dr., Casa 144, Campamento Y. P. F., Plaza Huincul, Neuquén.

- Di Lena, Juan P., Dr., Rivadavia 1934, Capital.
Dioli, Juan P., Dr., Córdoba 21, Salta.
Di Persia Carlos A., Dr., Administración Y P F. Comodoro Rivadavia.
Domazet, Isaac A., Araujo 521, Capital.
Domínguez, Ana Luisa, Córdoba 1339, V. Cabrera, Córdoba.
Domínguez, Rodolfo Ing. (No comunicó domicilio).
Dunbar, Carl O., Dr., Peabody Museum Yale University, New Haven, Conn.
U. S. A.
Etchegaray, Rogelio Fernando, Geól., San Martín 42, Monte Grande, F. C.
N. G. Roca.
Etchevehere, Pedro Héctor, Dr., Granaderos 186, Capital.
Evans Morgan, Eilir, Dr., Avda. Lib. Gral. San Martín 8250, Bs. As.
Favero, Luis A., Geol., Ramón Castro 760, Olivos, Prov. Buenos Aires.
Ferello, Roberto, Dr., Administración Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Fernández, Gerardo, Geól., Pueyrredón 140, Mendoza.
Fernández Gonzalo, Ing., Comisión Sismográfica 33, Aguaray, F. C. N. G.
Belgrano, Salta.
Fernández, Julián, Dr., Pza. Güemes 167, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Fernández, Pío Carlos, Dr., Yacim. Río Turbio, Sta. Cruz.
Fernández Aguilar, Rafael, Ing. de Minas, Pedro Goyena 901, Capital.
Fernández Carro, Alfredo, Dr., Campamento Y. P. F., Vespucio, Salta.
Figueroa Jaime, Geól., Apolinario Saravia 151, Salta.
Flores, Miguel A., Dr., Pan American Oil Co. Tucumán 829, 6° P., Capital.
Fort, Alberto Antonio, Dr.
Franco, Lamberto, Dr., Posadas 1575, 3° piso, Capital.
Furque, Guillermo, Dr., Comodoro Py 547, Mármol, F. C. N. G. Roca.
Galante, Osear A., Dr., C. Correos 66, Neuquén.
Galli, Carlos Alberto, Dr., Moneda 921, 7° piso, Santiago, Chile.
Gamkosian, Alejandro, Geól., Calle 1, n° 30, Córdoba.
Gancedo, Francisco, Dr., Nother 1158, Adrogné, F. C. N. G. Roca.
García, Ernesto, Dr. 5707 Fresno Ave. Richmond. California, Estados Unidos.
García Vizcarra, Pedro, Dr., Pedernera 354, Lomas de Zamora, F. C. N.
G. Roca.
Gay, Hebe Dina, Dra., Boulevard Las Heras 480, Córdoba.
Gentili, Carlos Amadeo, Dr., Agustín Alvarez 2552, Florida, F. C. N. G. B.
Mitre.
Gil Acosta, Rubén M., Dr.
Giovine, Alberto T. J., Dr., Av. Libertador General San Martín 7790, Capital.
Givré, Víctor, Dr., Pedernera 3488, Capital.
González, Eduardo Miguel, Echeverría 2741, Capital.
González, Rafael L. R., Dr., Casilla de Correo n° 80, Malargue, Mendoza.
González Astorquiza, Mario, Dr., Laboratorio de Y. P. F., Florencio Varela,
F. C. N. G. Roca.
González Bonorino, Félix, Dr., Alvarez 2430, Capital.
González Díaz, Emilio F., Dr., Pacheco de Melo 970, Capital.
Gramajo, Arnoldo R., Boedo 908, 2° piso, LL, Capital.

- Grassmück, Gerardo, Ing. de Minas y Geología, Coronel Díaz 1776/78, Capital.
Grillo Alvarez, Orlando, Urbanización Santa Mónica, calle Gil Fortoul; Qta. Milagros, Caracas, Venezuela.
Gross, Wolfgang, Dr.
Guibert, Enrique, Pasteur 76, 2º piso, F, Capital.
Guichardot, Gabriel E., Ing. Geofísico, Av. Roque Sáenz Peña 832, Capital.
Gurmendi, Juan C., Ing. (no comunicó domicilio).
Gutiérrez, Casimiro, Geól., Dr., Esnaola 661, dep. 2, Capital.
Harrington, George L., Geól., 566 Wáshington Avenue, Palo Alto, California, U. S. A.
Harrington, Horacio Jaime, Dr., Tennesse Building Houston 2, Texas, U. S. A.
Heinscheimer, Jorge, Avellaneda 540, Merlo, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Herrera, Amílcar Oscar, Dr., Alsina 2150 Capital.
Herrero Ducloux, Abel, Dr., C/O De Golyer & Mac Naughton Inc. 5625 Daniels Ave. Dallas 6, Texas. Estados Unidos.
Hogg Stanley, Luis, Geól., Dardo Rocha 264, Martínez, Prov. Buenos Aires.
Holmberg, Eduardo, Dr., 11 de Septiembre 1409, Capital.
Humphrey, William E., Dr., T. U. L. M. Corporations 2206 Commerce Blog Houston 2, Texas, U. S. A.
Hünicken, Mario A., Dr., 3 de Febrero 1166, 1º H, Capital.
Jakulica, Domingo, Dr. Orán, Salta.
Jenkins, Olaf P., Dr., 612 Plateau Drive, Berkeley 8, California, U. S. A.
Jerabek, Zidonio, Geól., José Hernández 43, Chilecito, La Rioja.
Kapeluz, Verena Kull de, Dra., Malahia, Capital.
Kelly, Guillermo, Dr., C. Correos 215, Correo Central, San Juan.
Konzewitsch, Nicolás, Ing. Hidrogeólogo, Larrazábal 2870, Capital.
Kraglievich, Jorge, Museo Municipal de Ciencias Naturales y Tradicional, Mar del Plata, Buenos Aires.
Langsteiner, Rodolfo, Ing., Venezuela 1312, Capital.
Leanza, Armando F., Dr., Caseros 159, Haedo, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Lesta, Pedro Juan. Administración YPF. Comodoro Rivadavia.
Licciardo, Francisco, Dr., Ascasubi 200. Barrio Parque, Bernal.
Limousin, Tulio A., Calle 6, nº 818, La Plata.
Linares, Enrique, Dr., Lugones 2864, Capital.
López, Raúl O., Geól., Casilla Correo 21 Chilecito (La Rioja).
López, Ricardo, Guayaquil 160, dep. 1, Capital.
Loss, Renato, Dr. (no comunicó domicilio).
Lucero, Hugo Néstor, Dr., Colombres 1002, Barrio San Martín, Córdoba.
Luchetti Orsi, Juan Carlos, Dr., Warnes 1442, Capital.
Luengas, Luis María, Dr. (no comunicó domicilio).
Lyons, Wilfredo A., Dr., Servicio Geológico Comibol, Pucalayo, Bolivia.
Madril, Federico, Geól. (no comunicó domicilio).
Magnani, Mario J., Dr., Ambrosio Olmos 708, Córdoba.
Manfredi, Jorge H., Dr., Lavalle 1554, Capital.
Manso, Fanny C., Vedia 4855, Capital.
Maraggi, Eduardo S., Ing. Geól., 3 de Febrero 1383. Capital.

- Martínez Cal, Doris W. de, Dra.**, Rivadavia 1530, dep. 3, Godoy Cruz, Mendoza.
Martínez Eder, Ofelia, Lic., Estomba 1189, Capital.
Masera, Francisco R., Dr., Leguizamón 142, Mendoza.
Masramón, Enrique Ulpiano, Dr., « Los Castaños », Malargüe, Mendoza.
Mauri, Enrique Tomás, Dr., Calle Perú 106 esq. Estigarribia. Asunción, Paraguay.
Mauriño, Víctor E., Geól., Calle 49, n° 728, dep. B, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Maza, Luis A., Córdoba 3193, Capital.
Medici, Jorge Carlos, Dr., Portela 571, Capital.
Mésigos, Marcelo, Dr., Apartado 246, Socony Vacuum Oil Co, Caracas, Venezuela.
Methol, Eduardo Jorge, Dr., Espora 434, dep. D, Ramos Mejía, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Meyer, Eduardo, Dr., Compañía « Astra », Alem 621, Capital.
Mezzetti, A. M., Geol., Azcuénaga 1324, dep. B, Capital.
Mingramm, Alberto, Dr., Intendente Indart 320, San Isidro. F. C. N. G. B. Mitre.
Montero, César A., Dr., Administración Y. P. F. Plaza Huinul (Neuquen).
Monteverde, Agustín A. A., Dr., Av. Olazábal 4799, Capital.
Mordojovich, Carlos, Ing., Casilla de Correo 247, Punta Arenas, Chile.
Moreno, Carlos.
Moreno, Rodolfo L., Dr., Camp. Y. P. F., Vespucio, Salta.
Mórtola, Edelmira, Dra., Junín 1357, piso 3, dep. A, Capital.
Müller, Raúl Alberto, Geól., Av. Salvador María del Carril 3297, Capital.
Navone, Santiago J., Calle 1-3, El Palomar, F. C. N. San Martín.
Nesossi, Dante A., Dr., Dorrego 515, San José, Mendoza.
Nieniewski, Augusto, Ing., Migueletes 1661, dep. C, Capital.
Novitzky, Alejandro, Ing. de Minas (no comunicó domicilio).
Noya, Jorge M., G. Güemes 1778, Salta.
Núñez, Enrique, Calle 48, n° 1204, La Plata.
Oblitas, Juan Carlos, Campichuelo 1210, Capital.
Olazábal, Aníbal G., Dr., Av. Forest 1795, Capital.
Oliveri, Jorge C., Dr., Corrientes 2732, piso 1°, dep. 3, Capital.
Olsacher, Juan, Dr., Av. Ibarbala (Este), Barrio Pueyrredón, Córdoba.
Orlando, Arístides C., Dr., Admin. Y. P. F., Comodoro Rivadavia, Chubut.
Orlando, Héctor Antonio, Dr., Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
Orruma, José, Dr., Santa Ana 2639, Córdoba.
Padula, Eduardo Luis, Dr., Serv. Geol. Y. P. F., B., Camiri, Bolivia.
Palma, Alejandro, Dr., Lavalle 1554, Capital.
Pandolfi, Carolina L. de, Dra., México 1265, Capital.
Pascual, Primitivo, Dr., Cevallos 190. Lomas de Zamora. F. N. G. R.
Pascual, Rosendo, Dr., Calle 60, n° 1333, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Pasotti, Pierina, Dra., Av. Pellegrini 494, Rosario, Santa Fe.
Peirano, Abel, Prof., C. C. 82, San Miguel de Tucumán.
Peláez Josefa G., Dra., Av. Olmos 15, Córdoba.
Penas Pampín, Pelayo, Geól., 25 de Mayo 145, piso 4°, Capital.

- Pérez, Héctor Herminio, Geól., Jaramillo 2296, Capital.
Pérez, Julio, Dr., Rivadavia 4296, piso 4°, dep. A, Capital.
Pérez, Santiago N., Com. Geol. n° 11, Casilla de Correo. n° 11, Río Grande,
Tierra del Fuego, Patagonia.
Pérez, Ghiglia Alfonso, Geól., B. Mitre 3450, 9°-B, Capital.
Petersen, Cristian S., Dr., Sucre 2980, Capital.
Piátnitzky, Alejandro, Ing. de Minas, Pte. Roque Sáenz Peña 1190, Capital.
Piscione, Carlos A. S., Dr., Córdoba 1417, 6°-C, Capital.
Pocoví, Antonio Sebastián, Dr., Iriondo 4222, Santa Fe.
Poklepovic, Boris, 3 de Febrero 1849, Capital.
Polanski, Jorge, Dr., Estomba 1808, Capital.
Porto, Juan Carlos, Suipacha 588, Tucumán.
Pozzo, Aníbal, Dr., Gral. Güemes 1778, Salta.
Prozzi, César R., Calle 22, n° 1381, La Plata.
Quartino, Bernabé J., Dr., Olazábal 1367, Ituzaingó, F. C. N. D. F. Sar-
miento.
Rayces, Enrique César, Dr. (no comunicó domicilio)
Recabarren, Julio César, Dr., Salta 143, San Juan.
Regairaz, Alberto C., Dr., Chile 939, Mendoza.
Reginatto, Edgardo, Dr., Admin. de Y. P. F., Vespucio, Salta.
Reidiess, Helmut, Dr.
Reig, Osvaldo A., Bilbao 3659, Capital.
Rigal, Remigio, Agrim. Lavalle 1447, piso 4°, Capital.
Rimoldi, Horacio Víctor, Dr., Belisario Roldán 69, dep. 4, Acassuso, F. C. N.
G. B. Mitre.
Rinaldi, Carlos A., Zapiola 205, Córdoba.
Ritller, W., Dr., Av. Los Incas 4631, Capital.
Riva, Ottorino, Ing. Civil, Paraná 759, 2° piso, Capital.
Riveros, Lelia A., Dra., Catamarca 36, San Juan.
Rocca, Juan A., Dr., C. Correos 215, Correo Central, San Juan.
Rodrigo, Félix, Dr., Caseros 3737, Olivos (Buenos Aires).
Rodríguez, Eduardo J., Dr., P. Necóchea 1935, Godoy Cruz, Mendoza.
Roellig, Federico R., Geól., Calle 44, n° 527, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Rolando, Romero, Chile 939, Mendoza.
Rolleri, Edgardo Orlando, Dr., Calle 40, n° 1271 $\frac{1}{2}$, La Plata.
Romero, Aristides Geól. Pavillon Argentine. Cice Universitaire. Boul. Jour-
dan. París XIV°. Francia.
Rossi, Juan J., Dr., Rodríguez Peña 1043, piso 6°, dep. A, Capital.
Rossi, Natalia I., Geól., Las Heras 381, Ituzaingó, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Rousseau, Carlos A., Dr., Cnel. Suárez 12, San Rafael, Mendoza.
Rozlosnik, Andrés, Ing. de Minas, Martínez de Rozas 718, Mendoza.
Rüegg, Werner, Dr., Los Manzanos 230, Lima-Orrantía, Perú.
Ruiz Huidobro, Oscar, Dr., Juncal 2230, piso 2°, Capital.
Rush, Richard W., Creole Petroleum Corporation, Apartado 889, Caracas,
Venezuela.
Russo, Aniello, Dr., Pavón 2454, Capital.

- Saccone, Ernesto, Dr., Casilla Correo 56, Sarmiento (Chubut).
Saffores, Oscar S., Calle 63, n° 884, La Plata.
Sala, José M., Geól., Calle 40 N° 380, ep. 6, La Plata.
Saloj, Claudio Eugenio, Dr., Curuzu Cuatiá, Corrientes.
Sander, Walter, Dr., Vélez Sársfield 4424-1°, Munro, F. C. N. G. B. Mitre.
Scooco, Roberto Luis, Dr., Administración Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Schauer, Osvaldo C., Geól., Comb. Sol. Min., Sosneado, Mendoza.
Segovia, Oscar M., Geól., Av. San Martín 606, Concepción, San Juan.
Sesana, Fernando Luis, Dr., Federico Lacroze 2336, 3°-B, Capital.
Simonato, Italo B., Dr., Chacabuco 166, Haedo.
Siragusa, Alfredo, Dr., Páez 2993, Capital.
Sister, Raúl Guillermo, Dr., Calle 54, n° 720, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Somaruga, Juan B., Geól., Giribone 3074, dep. A, Capital.
Speratti Piñero, Oscar R., Cranwell 767, Capital.
Stingl, Gualterio, Dr.
Stipanicić, Pedro N., Dr., Senillosa 146, piso bajo, dep. E, Capital.
Stoll, Walter, Dr., Rocha 1711, Tigre Prov. Buenos Aires.
Storni, Carlos D., Dr., Av. Francisco Beiró 4240, Capital.
Suero, Tomás, Dr., Calle 46, n° 321, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Tealdi, Osvaldo Leonidas, Dr. Serv. Geol., Y. P. F., Casilla de Correo n° 51,
Comodoro Rivadavia.
Teruggi, Mario Egidio, Dr., Calle 59, n° 685, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Tezón, Roberto V., Dr., Perú 743 3° piso, Capital.
Timonieri, Américo José, Avda. Patria 1062, dep. 2, Córdoba.
Tognón, Juan Francisco, Dr., Casilla Correo 23, Las Heras, Santa Cruz.
Torrea, Aniceto Horacio, Dr., Avda. R. S. Peña 567, Capital.
Torres Buteler, Francisco J., Dr., Chacabuco 727, Córdoba
Torres, Horacio A., Dr., Cangallo 1219, piso 6°, Capital.
Toubes, Roberto O., Bebedero 2941, Capital.
Tufiño, Gustavo S., Dr., G. Güemes 1778, Salta.
Turner, Juan Carlos, Dr., Arroyo 1015, Capital.
Ugarte, Félix, E. R., Dr., Administración Y. P. F., Comodoro Rivadavia.
Urteaga, Carlos Eduardo, Dr., Avda. R. S. Peña 567, Capital.
Valania, Jaime, Calle, 5, n° 861, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Valerdi, Carlos, Dr., Constitución 1110, San Luis.
Valvano, Jorge Aurelio, Dr., Pringles 50, Témperey, F. C. N. G. Roca.
Vallejos, Rubén M., Dr., 9 de Julio 265, Bernal, F. C. N. G. Roca.
Vallina, Onésimo A., Dr., Chile 1910, piso bajo, Capital.
Vega, Ricardo A., Dr., Av. Olivera 430, Capital.
Velázquez, Dardo, Colón 278, Villa Cabrera, Córdoba.
Videla, Juan Ramón, Dr., Emilio Jofré 228, Mendoza.
Vignati, Milcíades Alejo, Prof., Agustín Alvarez 1141, Vicente López, F. C.
N. G. B. Mitre.
Vilela, César Reynaldo, Dr., Sarmiento 682, Caseros, F. C. N. G. San
Martín.

Viloni, Eugenio, Dr. Chaco Petr. Co. Cochabamba, Bolivia.
Villar Fabre, Jorge Félix, Dr., Somellera 796, Adrogué.
Voznesenski, Demetrio, Ing., Larrazábal 2870, Capital.
Vullo, Luis O., Belgrano 276, Córdoba.
Wetten, Florián, Dr., Av. San Martín 544-48, Desamparados, San Juan.
Yrigoyen, Marcelo Reynaldo, Dr., Billinghamurst 75, Capital.
Zakalik, Bernardo, Dr., Santa Fe 1129, San Juan.
Zambrano, Juvenal, Geól., España 17, Bahía Blanca, F. C. N. G. Roca.
Zuccolillo, Ubaldo J., Geól., Diagonal 80, n° 829, La Plata.
Zunino, Juan J., Ing. geól., Humberto I 3486, Capital.

Miembros Adherentes

« Astra », Compañía de Petróleo, Av. Leandro N. Alem 621, Capital.
Biblioteca de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional, Av. Vélez Sársfield 299, Córdoba.
« Cema », S. R. L., Sarmiento 1236, piso 4°, Capital.
« Diadema Argentina », S. A. de Petróleo, Av. Roque Sáenz Peña 788, Capital.
Combustibles Sólidos Minerales, Av. R. Sáenz Peña 1190, Capital.
Comisión Nacional de la Energía Atómica, Divisional Cuyo, Chile 939, Mendoza.
Corporación de Fomento de la Producción, Ramón Nieto 920, ofic. 735, Santiago, Chile.
Dirección de Minas, Geología e Hidrogeología, Jorge Calle y Boulogne sur Mer, Barrio Cano, Mendoza.
Dirección de Minas, Ministerio de Obras Públicas, San Juan.
Empresa Nacional del Petróleo, Ramón Nieto 920, Santiago, Chile.
Instituto de Geología, Casilla 2777, Santiago, Chile.
Instituto de Geología y Mineralogía, Universidad Nacional de Tucumán, Casilla de Correo n° 1949, Jujuy.
Instituto del Petróleo, Universidad Nacional de Cuyo, Bartolomé Mitre 660, Mendoza.
Linda Hall Library 5109. Cherry Street Kansas City 4, Missouri U. S. A.
L. E. M. I. T., Av. 52, entre 121 y 122, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Aceto, Emma E., Geól., Gral. Mosconi, Y. P. F., Casa 3862, Com. Rivadavia, Chubut.
Aguirre, Argentina A., Dra., Sarmiento 135, Villa Agresti, Santa Lucía, San Juan.
Alabi, Enrique, Geól., Ovidio Lagos 388, Córdoba.
Alfonso, Rafael, Dr., Calle 61, n° 161, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Alvarez, Elsa Fernández de, Dra., Cabrera 5465, Capital.
Amati, Pablo, Av. Lib. Gral. San Martín 1042, Acasuso, F. C. G. B. Mitre.
Anselmino, Adolfo M., Calle 10 entre 502 y 503, Manuel Gonnet, Prov. Buenos Aires.

- Antuña, Eloy J., Geól., Varela 71, 4°-E, Capital.
Apaza, J. Carlos, Rivadavia 247, Salta.
Arellano, Alberto R. V., Ing., Ciprés 176, México, D. F.
Arnolds, Alfonso, Dr., Córdoba 1530, piso 9°, dept. 26, Capital.
Azamor, Luis A., Geól., Venezuela 2311, Capital.
Beltrán Casas, Eva María, Geól., Félix Olmedo 93, Córdoba.
Bentz, Alfredo, Dr., Am. Kleinen, Feide 12, Hannover, Alemania Occidental.
Bergmann, Federico, Dr., Estomba 69, Sarandí, F. C. N. G. Roca.
Bertorello, Carlos H., Geól., San Juan 1850, Villa María, F. C. N. G. B. Mitre, Córdoba.
Bitar, Antonio, Ing., Vidal 2801, Capital.
Boggi, Héctor, Geólogo, Pan American Argentina Oil Co. Rivadavia 439. Cdo. Rivadavia.
Bones Bianchi, Alfredo, 25 de Mayo 117, Trelew, Chubut.
Bonesatti, Jorge, Diagonal 79, n° 307, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Bonoli Cipolletti, Felipe, Dr. (no comunicó domicilio).
Boutareira, Rubén, Dr., Concordia 1338, Capital.
Braidot, Jorge, San Martín 2002, Florida, Prov. Buenos Aires.
Bretón, Jorge M., Ing., Comisión Gravimétrica n° 30, Casilla de Correo n° 14, Río Gallegos, Santa Cruz.
Busignani, Vicente C., Geól., La Rioja 48, Concepción, Tucumán.
Caballero, Modesto A. (no comunicó domicilio).
Cabeza, Julio Juan José, Dr., Segurola 1422, Vicente López, F. C. N. G. B. Mitre.
Caligari, Horacio Raúl, Geól., Agencia Rescate Minerales I. A. P. I., Tinogasta, Catamarca.
Calmels, Augusto P., Paraguay 237, Bahía Blanca.
Candiani, Juan, Lautaro 402, Capital.
Cappelletti, Julio César, Av. Salvador María del Carril 4431, Capital.
Carafí, Gustavo Pedro, Geól., Córdoba 1636 (Palermo Bajo), Córdoba.
Caride, Alejandro V., Carlos Pellegrini 861, Capital.
Caro, José Alfredo, Geól., Cassafoussth 619, Córdoba.
Casabella, Ricardo L. A., Av. Mitre 880/888, Rafaela, Santa Fe.
Caserta, Nicolás, Ing. Industrial, Muñiz 210, Buenos Aires.
Castellaro, Hildebranda Angela, Dra., Esmeralda 1073-5°, Capital.
Cicchitti, Mario Jorge, Primitivo de la Reta 832, Mendoza.
Coco, Alberto Luis, Dr., Arredondo 3567, Castelar, F. C. N. D. F. Sarmiento.
Conti, Luis, Geól., Arenales 1623, Capital.
Corte, Arturo, Dr., Agustín Alvarez 16, Mendoza.
Cortelezzi, César R., Dr., Calle 6, n° 1264, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Costa, Felipe, Giordano Bruno 713, Capital.
Chico, Raymundo J. (no comunicó domicilio).
Danieli, Celestino Aurelio, Geól., Córdoba 2006, San Miguel de Tucumán.
Davids, Néstor C., Dr., Ing. White 557, Neuquén.
Dawson, Lorenzo A., Calle 7, City Bell, F. C. N. Roca.

- De Casas G., Humberto, Dr., Tiburcio Benegas 1638, Mendoza.
De la Mota, Roberto, Dr. (no comunicó domicilio).
De la Puente, Gregorio, Ramírez de Velazco 159, San Salvador de Jujuy.
Delgado Gorrochotegui, Horacio, Plaza Matheu 165, 1-2, La Plata.
Devito, Héctor Antonio, Dr., 25 de Mayo 1734, dep. A, Mendoza.
Díaz Peña, Isolina M., Calle 58, n° 504, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Di Bella, Humberto José, Arenales 1243, Bánfield, F. C. N. G. Roca.
Dienger, Luciano, Alsina 1097, Capital.
Domínguez, Oscar P., Geól., Cerviño 3101, Capital.
Donoso López, Gustavo, Bolívar 404, Sucre, Bolivia.
Dujmovich, Oscar A., Geól., Calle 66, n° 2727, La Plata.
Duranti, Nello J. A., Topógrafo, San Eduardo 771, Capital.
Elizalde, César Omar, Geól., José María Moreno 1074, piso 2°, dep. 1, Capital.
Erramouspe, Lorenzo S., Geól., Italia 47, piso 2°, Lomas de Zamora, F. C. N. G. Roca.
Erhart del Campo, Guillermo (no comunicó domicilio).
Etchart, Luis M., Geól., Casilla Correo 56 Sarmiento, Chubut.
Etchichury, María Clara, Dra., Ramón L. Falcón 2314, Capital.
Fabbian, Tiberio A., Geól., Núñez 1891, Capital.
Factor, Adolfo, Ing. de Minas, Perú 215, Catamarca.
Falco, Hugo Ernesto, Herrera 866, Capital.
Fariás, Dominga, Geól., Ulapes, La Rioja.
Fernández, Rubén, Santa Rosa 49, dep. 2, Córdoba.
Fernández Lima, Juan Carlos, Dr., Piedras 1170, piso 2°, dep. C, Capital.
Fidalgo, Francisco, Dr. Calle 119, n° 229, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Figueroa, Marcelo, Dr.
Flägel, Juan, Dr., Río Gallegos, Santa Cruz.
Flores Williams, Héctor, Ing. de Minas, Eleodoro Flores 2425, Ñuñoa, Santiago, Chile.
Francia, V. Miguel, Australia 2063, Capital.
Frieboes, Hans, Calle 22, n° 432, La Plata.
Friz, Carlos Teodoro, Félix Frías 454, Córdoba.
Galli, Juan T., Calle 6, n° 318, La Plata, F. C. N. G. Roca.
Galván, Amilcar Félix, Geól., Bolívar 321, piso 1°, dep. A, Capital.
Galván Fariás, Elsa, Dra., Avellaneda 515, Bernal, F. C. N. G. Roca.
Gandrup, Raúl H., Calle 65, n° 1239, La Plata.
García, José, Dr., San José 1964, Capital.
García Campra, Dr., Horacio, Río Bamba 944, Capital.
García, Froilán, Diagonal 78, n° 444, La Plata.
Gareca, Pablo G., Dr., Villa Aberastain, Depto. Pocito, San Juan.
Gazzia, Adelina, Dra., 27 de Abril 412, Córdoba.
Gentili, Mario O., P. Rodríguez 456, Villa Ballester, F. C. N. G. B. Mitre.
Gibson, Russell, Roch Building-Harvard University, Cambridge, Mass., U. S. A.

- Giozza, Enrique Alejandro.
- Girando, Angel A., Avda Alvear 274, Villa María, Córdoba.
- Giúdice, María del Carmen, Prof., Lautaro 402, Capital.
- González Amorín, R., Estanislao Zeballos 391, Bernal, F. C. N. G. Roca.
- González Laguinge, Horacio R., Belisario Roldán 69, dep. 9, Acassuso, F. C. N. G. B. Mitre.
- Gorelik, Pedro, Geól., Comercio 4483, Berisso. F. C. N. G. Roca.
- Granero Hernández, Antonio, Geól., Félix Frías 454, Córdoba.
- Grondona, Mario Francisco, Prof., Charcas 5156, Capital.
- Grossi, Bartolomé Santiago, Geól., Fernández 561, Capital.
- Guardo, Mario Luis, Ing. Civil e Hidráulico, Paraguay 2988, dep. 1, Capital.
- Hausman, Abraö, Fernández Vieira 333, Ap. 2, Porto Alegre, Brasil.
- Hernández, Pedro J., Diagonal 77, n° 550, 2° piso D, La Plata.
- Hornkohl, Herbert, Ing. de Minas, Casilla 561, Santiago, Chile.
- Incarinato, Arístides A., Nicolás E. Videla 434, Capital.
- Ingrassia, Valiente, Dr., Administración Y. P. F., Plaza Huincul (Neuquén).
- Jimena, Antonio, Geól., Emilio Civit 558, San José, Guaymallén, Mendoza.
- Johnston, Jr., W. D., Geól., U. S. Geological Survey, Washington 25, D. C.
- Jutoran, Abraham, Geól., Calle 34, n° 673, La Plata, F. C. N. G. Roca.
- Kay, Marshall, Dr., Department of Geology Columbia University, New York 27, N. Y., U. S. A.
- Klein, Mario, Geól., Sargento Cabral 851, piso 6°, dep. A, Capital.
- Korten, Herbert, Dr., Las Heras Santa Cruz.
- Kraemer Bernhard, Geól., A. S., Entre Ríos 234, Córdoba.
- Krüger, Juan, Geól., Trenel, F. C. N. D. F. Sarmiento, La Pampa.
- Kronegold, Milka, Geól., Echeverría 3565, Capital.
- Lagar, Jorge A., Laprida 1930, dep. A, Capital.
- Lapidus, Alberto, Dr., M. de Loreto 1974, Castelar, F. C. N. D. F. Sarmiento.
- Latorre, Carlos O., Geól., Allende 4445, Capital.
- Legge, Thomas F., Prof., Nogoyá 553, Colegio « San Juan », Pueyrredón y Echegaray, Est. Balneario Barrancas, F. C. N. G. B. Mitre.
- Leonardi, Pedro A., R. Losada 290, Alta Gracia, Córdoba.
- Levy, Regina, Geól., Emilio Lamarca 120, Capital.
- López, Carlos D., Duarte Quirós 1779, Córdoba.
- López, Rubén Enrique, Dr., Chacabuco 178, Capital.
- López Polo, Oscar F., Gallo 37, Lomas de Zamora, F. C. N. G. Roca.
- Losada, Oscar Alberto, Pueyrredón 179, Bahía Blanca, F. C. N. G. Roca.
- Llambías, Eduardo J., 11 de Septiembre 1776, Capital.
- Mácola, Tulio, Geól., Buenos Aires 1033, Córdoba.
- Magliola Mundet, H., Villa Gral. Belgrano, Calamuchita, Córdoba.
- Mailhe, Arturo R., Uruguay 959, Capital.
- Malaspina, Gaspar J., Boedo 550, Lomas de Zamora, F. C. N. G. Roca.
- Malberti, Jorge A., Dr., Mitre 680, San Juan.
- Malvicini, Lidia, Geol., Rondeau 3678, dep. 7, Capital.

- Mariategui, Francisco José, Geól., M. Alvarez 1650, Olivos, F. C. N. G. B. Mitre.
- Mariñelarena, M. Palomba de, Dra., Calle 2, n° 1128, La Plata, F. C. N. G. Roca.
- Martín, Rodolfo, Ing. Civil Geofísico, Ntra. Sra. del Buen Viaje 470, Morón, F. C. N. D. F. Sarmiento.
- Martínez, Carlos Guillermo, Dr., 74-737, La Plata.
- Melani, Nélica.
- Méndez Alzola, Rodolfo, Dr., Juan Benito Blanco 675, Montevideo, República Oriental del Uruguay.
- Menéndez, Carlos A., Dr., San Martín 259, Quilmes, F. C. N. G. Roca.
- Menéndez, Carlos I., Carril Nacional y calle 5, Rodeo de la Cruz 6, Mendoza.
- Menoyo, Edgardo A., Dr., Corrientes 1309, Capital.
- Milán, José, El Aguila, Jujuy.
- Miras, Héctor, Calle 27 de abril 824, dep. 6, Córdoba.
- Mohler, P., Geól., 727 Hamilton, Building Wichita Falls, Texas, U. S. A.
- Moore, Raymond C., Geól., The University of Kansas, State Geological Survey, Lawrence, Kansas, U. S. A.
- Moreno, Gregorio E., Dr. Ing. White 557, Neuquén.
- Moyano Gacitúa, Rodolfo, Juncal 2213, Capital.
- Muñoz Cristi, Jorge, Ing. de Minas, Av. Pedro de Valdivia 3545, Santiago, Chile.
- Muset, Jorge Casilla Correo 21, Chilecito, La Rioja.
- Navarro Aranguren, Hernán, Cabildo 65, Capital.
- Neff, Carlos E., Dr., 17 Batterg Place Room 1634, New York 4 (N. Y.), U. S. A.
- Nóbile, Félix Juan B., Laprida 2098, Florida, F. C. N. G. B. Mitre.
- Ocampo, Rafael J., Geól., Rondeau 352, Córdoba.
- Oesterheld, Héctor Germán, Geól. (No comunicó domicilio).
- Olazábal, Justo, Dr., H. Yrigoyen 2757, 1° P. Depto. 9, Capital.
- Olsen, Hugo, Geól., Sarmiento, Chubut.
- Ortega Furloti, Armando, Geól., San Martín 1449, Luján de Cuyo, Mendoza.
- Outon, Enrique A., Mina « San Eduardo », Zapala, Neuquén.
- Pacheco, Ernesto, Rivadeo 1215, dep. 3, Córdoba.
- Pagés, César S., Dr., Urquiza 991, Salta.
- Parel, Clovis A. M., Esparza 12, piso 3°, dep. 7, Capital.
- Parera, Carlos A., Granaderos 737, Mendoza.
- Pascual, José, Geól., General Martín de Gainza 441, Capital.
- Paschetta, Anita Natalia, Geól., Sobremonste 458, Río Cuarto, Córdoba.
- Pasquin, Carlos L., Congreso 4979, Capital.
- Pedrazzi, Rodolfo B., Saravia 206, Córdoba.
- Péndola, Héctor J., Geól., San Nicolás 83, Capital.
- Perazzo, Juan Carlos, Geól., Humberto I° 3369, Capital.
- Pereira, Emma M. T. de, Dra., Venezuela 1870, Capital.
- Pérez Ares, Esther, Caseros 680, Córdoba.
- Perinetti, José, Dr., Y. P. F., Administración Y. P. F., Mendoza, Godoy Cruz (Mendoza).

- Petrelli, Salvador F., Bebedero 4618, Capital.
- Pincolini, Carlos Eduardo, Geól., Guardia Vieja s n., Vistalba (Mendoza).
- Poljak, Roberto J., Dr., Mitre 828, Berazategui, F. C. N. G. Roca.
- Poretti, Osvaldo M., Geól., 9 de Julio 37, Córdoba.
- Porro, Néstor, Uriarte 2330, piso bajo, Capital.
- Porto, Juan Carlos, Suipacha 588, San Miguel de Tucumán.
- Pralavorio, Inés María, Geól., Pueyrredón 82, San Francisco, Córdoba.
- Primo, Leandro, Dr., Monte Maíz, F. C. N. Gral. B. Mitre, Córdoba.
- Quarleri, Paulina, Dra., Leandro N. Alem 1597, Bánfield, F. C. N. Roca.
- Quiroga, Pedro Julio, Buenos Aires 860, Chilavert, F. C. N. Gral. B. Mitre.
- Raso, Manuel, Perito Moreno, Santa Cruz.
- Renato, Andrés, Diagonal 77, n° 550, 2° piso, dep. D, La Plata.
- Ré, Neldo Omar, Geól., Cabildo 65, Capital.
- Reverberi, Oscar, Geól., Martín y Omar 330, 2° piso, dep. E, San Isidro, F. C. N. G. B. Mitre.
- Reyes, Rev. P. Julio César, Dr., Instituto Villada, Barrio Militar General Deheza, Córdoba.
- Ricci, Carlos A., Antonio del Viso (o) 564, Córdoba.
- Riggi, Juan Carlos, Dr., Rivadavia 2516, piso 7°, dep. 31, Capital.
- Rius, Jorge Clemente (no comunicó domicilio).
- Rivas, Santiago, Homero 19, Capital.
- Rivera, José Antonio, Caraffa 1395, Córdoba.
- Romani, Remo R., Geól., Palpalá, Jujuy.
- Roqué, Marcelo Enrique, Geól., Ovidio Lagos 382, Córdoba.
- Rossi del Cerro, Elsa de las Mercedes, Geól., Roque Sáenz Peña 1898, dep. 3, Olivos, F. C. N. B. Mitre.
- Rücker Embden, Uwe (Casa del Sr. Möring) Hamburg-Blankenese, Conzestrasse 1, Alemania.
- Sáez, Manuel Pedro, Calle 5 bis, n° 111, Cerro Las Rosas, Córdoba.
- Salaberry, Carlos A., Calle 32, n° 710, La Plata, F. C. N. G. Roca.
- Salado, Luis N., Geól., Andes 976, Martínez, F. C. N. B. Mitre.
- Salso, Jorge Héctor, Dr., Diagonal 80, n° 428, La Plata, F. C. N. G. Roca.
- Sánchez, Tristán A., Bernardo de Irigoyen 670, piso 1°, Capital.
- Santomero, Angel, M. O., Geól., Gral. Güemes 1778, Salta.
- Serra Font, Lidia, Avellaneda 25, Mendoza.
- Soria, Jorge G., Las Pirquitas, Prov. de Catamarca.
- Soruco, Luis A., Calle 3, n° 1376, La Plata, F. C. N. G. Roca.
- Soto, Adrián, Cangallo 2630, Capital.
- Stegmann, Adolfo, Güemes 3757, piso 3°, dep. A, Capital.
- Suárez, Mario T., Constitución 1110, San Luis.
- Tabacchi, Martín H., Geól., Cabildo 65, Capital.
- Tagliani, Rubén H., Miranda 3980, Capital.
- Taylor, E. F., Geól., 5625 Daniels Avenue, Dallas Texas, U. S. A.
- Terrero, Juan Manuel, Las Heras 2107, piso 1°, Capital.
- Testori, Francisco Mario, Geól., San Martín 531, San Rafael, Mendoza.
- Ulibarrena, J., Geól., Calle 70, n° 556, La Plata, F. C. N. G. Roca.

INDICE ALFABETICO DEL TOMO XIII

CASAMIQUELA, M. RODOLFO, Un anuro gigante del Mioceno de Patagonia...	171
CASTELLARO, HILDEBRANDA A., Braquiópodos gotlándicos de la Precordillera de San Juan.....	41
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS	135, 271
FERNÁNDEZ DE ALVAREZ, ELSA, Sobre nuevos restos de « <i>Emeganytops praependens</i> » (Amegh.) Kragl	87
FERNÁNDEZ DE ALVAREZ, ELSA, Contribución al conocimiento de la fauna de Uquía (provincia de Jujuy, República Argentina).....	205
FIDALGO, FRANCISCO, Contribución al conocimiento del carbónico en las nacientes del río Tunuyán (Prov. de Mendoza).....	105
MENÉNDEZ, CARLOS ALBERTO, <i>Equisetites quidecimdentata</i> sp. nov., del triásico superior de Hilario, San Juan	5
QUARTINO, BERNABÉ J., Mirmequitas y pertitas en un leucogranito de Aysen	223
REIG, OSVALDO A., Primeros datos descriptivos sobre nuevos reptiles arco-saurios del triásico de Ischigualasto (San Juan, Argentina).....	257
ROUSSEAU, CARLOS A., Estudio hidrogeológico de la zona de Media Agua. Departamento Sarmiento, provincia de San Juan.....	139
TERUGGI, M. E., MAURIÑO, V. E., LIMOUSIN, T. A. y SCHAUER, O. C., Geología de las sierras de Tandil.....	185
TURNER, JUAN CARLOS M., Estratigrafía del Cordón de Escaya y de la Sierra de Rinconada (Jujuy)	15
ZARDINI, RAÚL ALBERTO, Serpentinitas del río de las Tunas, Cuchilla de Yal-guaraz, Mendoza	67

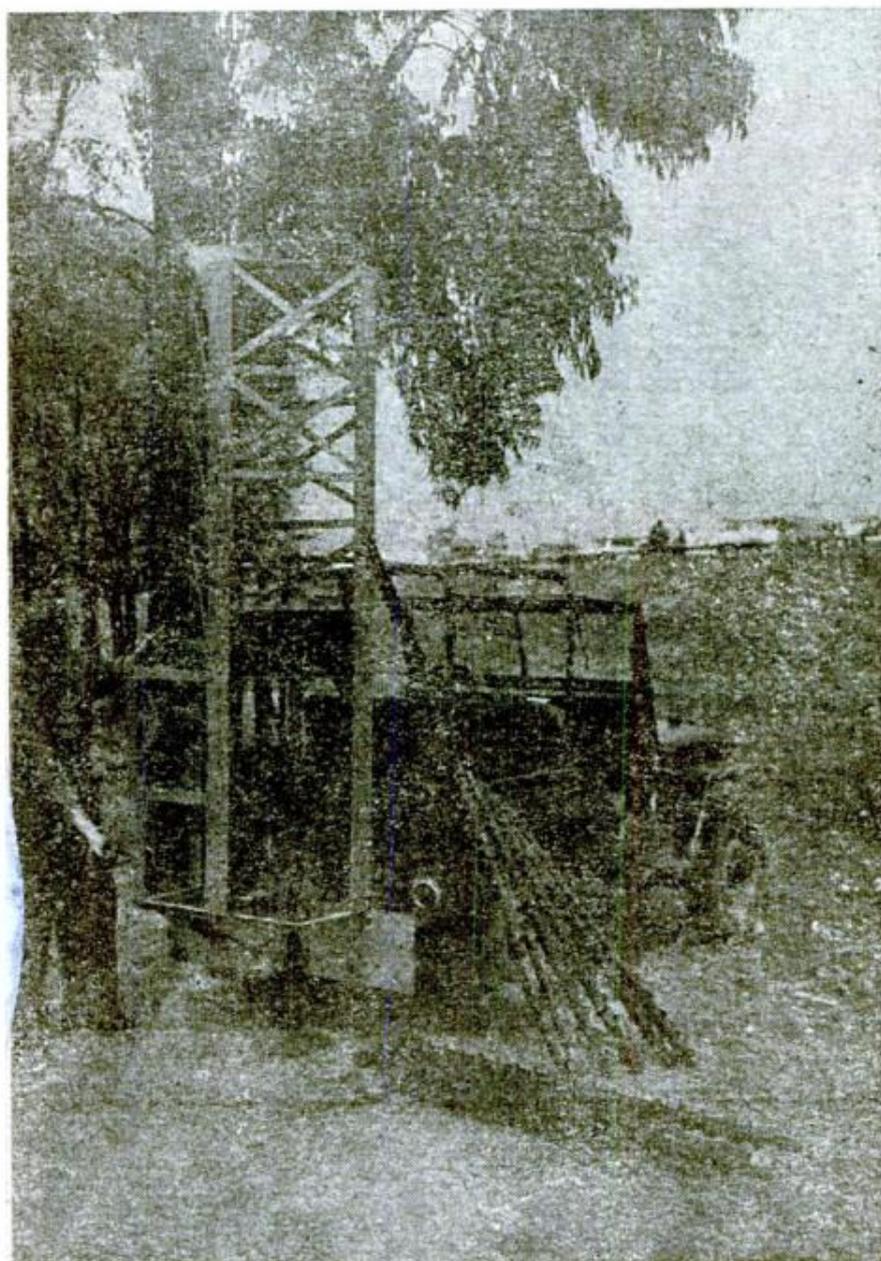
ESTA ENTREGA
SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL DÍA 30 DE DICIEMBRE DE 1959
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA « CONI »,
PERÚ 684. BUENOS AIRES

Los presentes números 3 y 4 del Tomo XIII se editan con el subsidio
del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,
Institución que no se hace responsable del contenido de los mismos

SUPERPERFORADORA "SIN-FIN HELIX"

ULTIMO ADELANTO AMERICANO

FABRICADO EN LA REPUBLICA ARGENTINA



**PERFORA
CUALQUIER
SUELO**



**OBTIENE
MEJORES
TESTIGOS**



**REDUCE
CATEOS
AL MINIMO**



**PROFUNDIDAD
APRECIABLE**



**DIAMETROS
VARIABLES**



**TRABAJO
INSTANTANEO**



**ENTREGAS
RAPIDAS**



**INDICANDO SUELO A PERFORAR, PROFUNDIDAD A OBTENER,
DIAMETRO DESEADO Y VEHICULO DISPONIBLE, PIDA DETALLES A:**

ERWIN MANG 25 DE MAYO 347 - Of. 608 - T. E. 31 - 4437 - Bs. Aires