

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XI

Octubre de 1956

Nº 4

RASGOS GEOLOGICOS Y PETROGRAFICOS DE LA SIERRA DE LIHUÉ-CALEL  
Y AREA CIRCUNDANTE  
PROVINCIA DE LA PAMPA

POR CESAR R. VILELA Y JUAN C. RIGGI

SUMMARY

The geology of the south-central part of La Pampa province proved to be interesting on account of the unexpected presence of sedimentary and igneous rocks of various ages, as well as of tectonic features which may give a clue to the interpretation of the major structure of this region.

Precambrian granite, Silurian marine beds, Upper Triassic porphyritic rocks, continental Upper Tertiary (Chasicó) beds, and Quaternary deposits are present. Main N-S faults, and two pronounced joint systems are also described.

I. INTRODUCCION

En el tramo inferior del cauce fluvial del sistema río Atuel-río Salado, aguas abajo de la localidad de Santa Isabel, afloran rocas ígneas y sedimentarias que constituyen relieves elevados, destacables en el paisaje muy suave y prácticamente llano, que las circundan.

Integran las elevaciones conocidas como sierras de Lihué Calel<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> En el presente trabajo adoptamos la forma de escribir esta denominación como lo hicieron Doering y Enrique A. S. Delachaux. El primero (5, 380) también dió el significado de ese nombre: Lihué = vida; Calel = cuerpo. En el relevamiento de Enrique A. S. Delachaux, el primero hecho de esta sierra y dado a conocer por Bouchonville (2), también el nombre figura escrito de esa manera. Sin embargo, en los mapas del Instituto Geográfico Militar, y en algunos de la Dirección Nacional de Minería se agrega una "l" a la primera palabra de nombre compuesto.

This One



6GNE-HJP-XK6F

sierra Chica, sierras de Carapacha Grande y Carapacha Chica y sierra Chata. También aparecen en afloramientos reducidos que se designan según el número del lote en que se hallan: por ejemplo Cerrito del 4, Cerrito del 6, etc.

La estructura de estas elevaciones, como así también la naturaleza de las rocas que las integran son el motivo de este trabajo.

Estas pequeñas sierras figuran en la bibliografía en algunas obras que las consideran en forma general y sin entrar en detalles acerca de las rocas que las integran y estructura de las mismas. Un trabajo de Tapia (18) que abarca una extensa región da una idea somera de sus características. Las publicaciones de Wichmann (19) y Stappenbeck (15) abarcan áreas próximas y son muy útiles a los efectos de la correlación de formaciones geológicas. También Keidel (12) se refiere a la región al hacer alusión al basamento de la Pampa Central.

El presente trabajo pretende aportar ideas más precisas sobre la composición petrográfica de las sierras que se consideran, y dando además, conceptos sobre la sucesión estratigráfica, la disposición tectónica y los rasgos morfológicos de la región, que abarcaría aproximadamente el área correspondiente a las Hojas 33h y 33i del Mapa Geológico-Económico del país.

Podrá observarse que se incluyen numerosas descripciones, que son resultado de análisis mecánicos de sedimentos y de observaciones microscópicas de cortes delgados de rocas. Para los primeros se utilizó una serie de tamices Tyler, una agitadora y una balanza de 20 miligramos de sensibilidad. Para el estudio mineralógico se procedió a la separación de minerales livianos y pesados en medio bromofórmico, empleando el aparato de Clérici.

Con respecto a las descripciones petrográficas, algunas muestras han sido estudiadas macro y microscópicamente, y otras muy semejantes, sólo macroscópicamente y a grano suelto, evitándose así repeticiones innecesarias.

La composición de la plagioclasa fué determinada mediante el método Michel-Lévy, y en algunos casos por índices de refracción. Finalmente el análisis modal se realizó con la platina de integración.

Antes de terminar estas líneas debemos mencionar la colaboración prestada por el señor José Abeijón en la separación mecánica de minerales; por la señora Edda M. de Cordini, el señor Iván Cordini y el señor Alberto Montaldo en la ilustración del trabajo con dibujos y fotografías; y por el señor Rodolfo A. Caffarena por su eficaz colaboración en el dactilografiado del texto. A todos ellos nuestro sincero agradecimiento.

## II. ESTRATIGRAFIA

### A) GENERALIDADES

Determinar la edad de las formaciones que afloran en esta región y construir luego el cuadro estratigráfico son tareas nada fáciles, pues como se verá los criterios para la ubicación cronológica de algunos de sus miembros, los más antiguos especialmente son comparativos, o pocos seguros como para garantizar un resultado exacto.

La bibliografía consultada muestra que los investigadores que se ocuparon de esta región también enfrentaron el mismo problema; como veremos más adelante, las soluciones alcanzadas son bastante parecidas.

Con todas salvedades, que se consignarán en cada caso en el aspecto cronológico, se ha construido el siguiente cuadro estratigráfico:

HOLOCENO.....	}	Depósitos eólicos.....	} Médanos fijos, semifijos y vivos.
		Platense .....	
PLEISTOCENO....	}	Nivel de pie de monte II b.	} Capas conglomerádicas calcáreas. Clastos disminuyen hacia terrazas más viejas.
		Nivel de pie de monte II a.	
		Nivel de pie de monte I...	
PLIOCENO .....		Chasicoense .....	} Areniscas arc. limos arenosos. Costras calc.
TRIASICO .....		Serie porfirítica.....	} Riolitas, riódac., dacitas.
SILURICO .....		Formación Carapacha ....	} Grauwacas y pelitas verde oscuras y negruzcas.
PRECAMBRICO ...		Complejo Cristalino Basal.	} Granito, granodiorita, filita enarcítica.

En general el aspecto de la región es el siguiente: las rocas precuaternarias de origen variado (intrusivas, eruptivas y sedimentarias) guardan entre sí una relación que en superficie casi no es posible observar. De ellas sólo se ven sus partes más altas a la manera de islotes, que asoman superando los niveles de las sedimentitas cuaternarias.

### B) COMPLEJO CRISTALINO BASAL

Las rocas que integran esta formación aparecen en parte de la sierra Chata. en una reducida área a 20 km al norte de la Estancia Dos Naciones y también al ENE de la Estancia Sánchez <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> En el mapa de Stappenbeck (15) figuran las sierras de Carapacha, sierra de Lihué-Calel y sierra Chica, como constituidas por granitos y esquistos cristalinos.

Además el granito, las pegmatitas gráficas y vetas aplíticas se encuentran a escasa profundidad en extensas áreas, al norte de la estancia Dos Naciones, entre estancia Casabone y estancia Santa Clementina; y hacia el este entre estancia El 13 y estancia Santa Paula; también aparecen en la estancia Graciarena y estancia Escala. Estas áreas han sido determinadas por el tipo de relieve allí presente, gobernado sin duda por la presencia de rocas a escasa profundidad, y también por la circunstancia de que tanto los jagüeles como los pozos para implantar postes y alambrados han hallado el granito y las rocas asociadas, a 2 y 4 m de profundidad.

La sierra Chata permite estudiar el fisuramiento que afecta al granito. El sistema principal tiene rumbo ENE, pero hay otros de menor importancia que también se sitúan en el cuadrante NE.

La descripción petrográfica completa de esta roca, tomada de un lugar frente al casco de la estancia La Chata es la siguiente:

GRANITO (Muestra n<sup>o</sup> 11)

*Descripción macroscópica:*

Roca de grano fino con apreciable cantidad de feldespato potásico rosado, alternando individuos de cuarzo de diferentes tamaños. Manchas oscuras circunscriptas por aureolas pardas, revelan la presencia de agregados biotíticos desferrizados.

*Descripción microscópica:*

Composición: microclino 41 %; cuarzo 36 %; oligoclasa 22 %; ferromagnésicos 1 %.

Textura: hipidiomorfa granular.

El mineral más abundante resulta el microclino en individuos anhedrales, de tamaños variables y con bordes irregulares donde pueden observarse fenómenos de contacto con otros minerales. Además es frecuente distinguir interrecimiento entre el microclino y oligoclasa, disponiéndose esta última en áreas contiguas y paralelas.

La oligoclasa se encuentra generalmente en mezclas finas y más o menos idiomorfa, aunque sus contornos pueden aparecer modificados por reemplazo lateral, ya sea de cuarzo o microclino. El cuarzo se dispone en forma granular y suele reemplazar a otros minerales, incluso la mica. A nicols cruzados se observan algunos cristales con extinción ondulada, insinuando que la roca ha sufrido efectos tectónicos pero de características muy débiles.

Completan la roca hojuelas muscovíticas irregulares, en algunos casos reemplazadas, y biotitas de tonos verdosos amarillentos parcialmente desferrizada, dando lugar así, a muscovita secundaria.

Del pequeño afloramiento situado al NE de la estancia Sánchez, se extrajo la muestra de granodiorita cuya descripción también se incluye seguidamente. Lo reducido del asomo impide observar el fundamento de estas rocas. Del examen de la muestra aludida se obtuvo la descripción siguiente:

**GRANODIORITA (Muestra n<sup>o</sup> 30)**

Procedencia: del camino del NE de la estancia Sánchez.

*Descripción macroscópica:*

Es una roca de grano fino, ligeramente rosada, tono que proviene del feldespato potásico. Individuos incoloros insinúan a veces, maclas que revelan la presencia de plagioclasas. Toda la mesa se encuentra salpicada en forma uniforme, por pequeñas escamas plateadas micáceas, y espaciadamente, por núcleos ferruginosos.

*Descripción microscópica:*

Composición: cuarzo, 43 %; albita, 31 %; feldespato potásico, 18 %; muscovita, 10 %.

Textura: hipidiomorfa inequigranular cataclástica.

El cuarzo resulta el mineral predominante, y por ser el último en cristalizar, con excepción de escaso microclino, carece de formas cristalinas. Se presenta en individuos de diversos tamaños, muchos de ellos con extinción ondulada y separados por contactos suturados. No faltan áreas de este mineral con estructura de mortero muy fina. Como inclusiones se observan de apatita en cristales diminutos y otras fluídas.

La ortosa aparece con una turbidez característica, a causa de la incipiente alteración en arcilla, conteniendo algunos cristales inclusiones de plagioclasa dispuestas irregularmente y unas pocas de muscovita. El contenido de microclino es escaso, sin formas cristalinas y dispuesto intersticialmente.

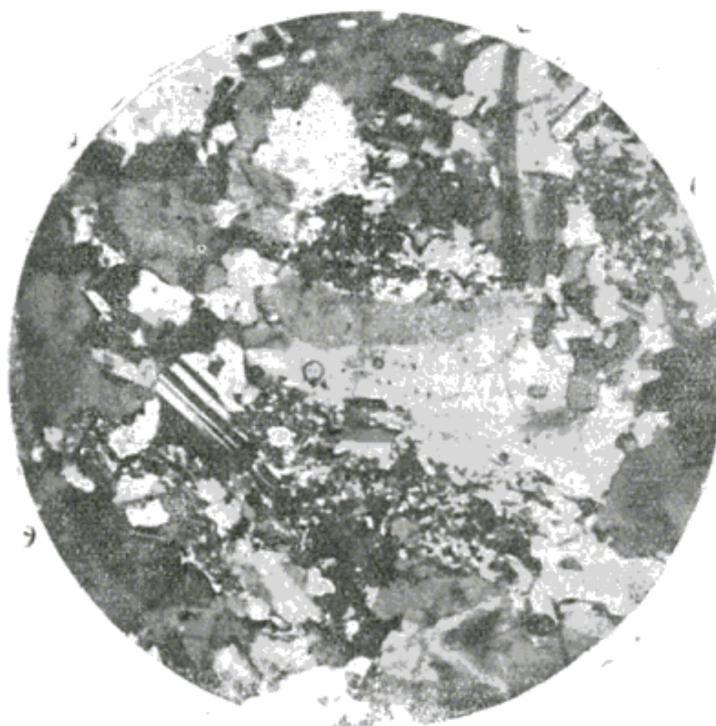
La plagioclasa, de composición albitica, es el mineral que más se acerca, al idiomorfismo y en ella es frecuente observar fenómenos de intercrecimiento con el cuarzo, determinando texturas mirmequíticas.

Distribuidas en forma uniforme se encuentran láminas de muscovita que en determinados sectores conjuntamente con el cuarzo y en agregados muy finos desarrollan estructuras de mortero.

Otras rocas recogidas por nosotros completan el cuadro descrito de este complejo basal.

Asignamos a este complejo un trozo de pegmatita gráfica, tomado de un pozo cavado para colocar un poste de alambrado, a 2 km al S de la estancia Santa Clementina y también unos pedazos de aplita recogidos al N de la estancia Dos Naciones. También dentro del ambiente

#### Grano diorita (30)



Cuarzo, ortosa, albita y muscovita  
en textura lípidiomorfa inequigranular cataclástica

granítico, es decir, con una ubicación geológica difícil de explicar hemos hallado una roca que clasificamos como filita cuarcítica. Procede la muestra del molino que se encuentra al este del Pto. San Máximo, y fué tomada a 20 m de profundidad. De ahí la imposibilidad de observar su posición y relación con rocas circundantes.

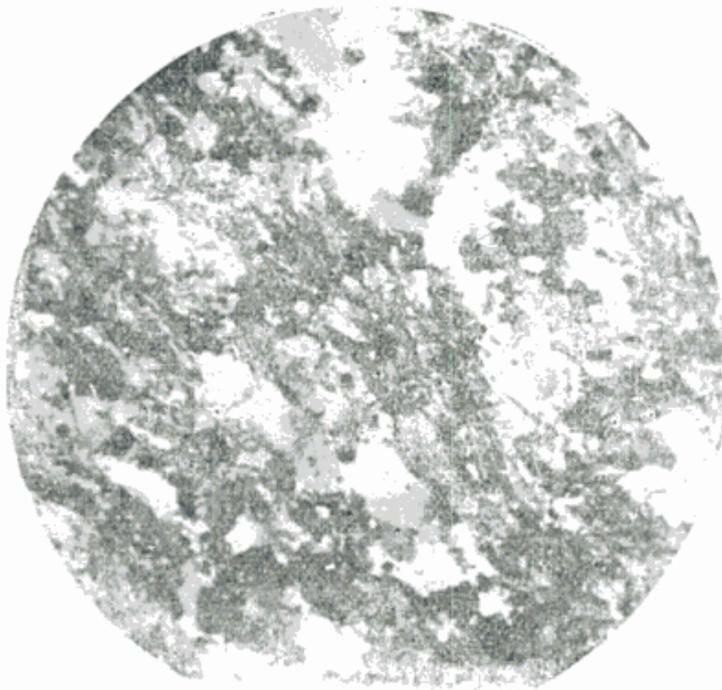
#### FILITA CUARCÍFERA (Muestra n° 32)

Procedencia: molino del puesto San Máximo.

*Descripción macroscópica:*

Roca filítica negruzca, de foliación bien marcada en bandas micáceas y cuarzosas de espesores que en algunos casos llegan a los 2 mm. Las superficies de exfoliación tienen cierta ondulación debida a los pliegues de la roca. Además, es común observar venas cuarzosas concordantes y discordantes con la esquistosidad, pero en ningún caso fué observada la presencia de feldespato que diera lugar a venas de composición granítica.

Filita cuarfítica (32)



Zonas cuarcíticas y microfoliación biotítica coincidente con esquistosidad.  
Textura foliada granoblástica

*Descripción microscópica:*

Composición: cuarzo; biotita; ortosa; óxido de hierro; apatita; turmalina; zircón.

Textura: foliada granoblástica, con relación intergranular del cuarzo sutural.

La roca muestra una microfoliación coincidente con la esquistosidad, con apreciable cantidad de cuarzo que alterna con bandas biotíticas irregulares. Las zonas cuarcíticas se presentan constituidas por granos de dimensiones variables, generalmente con

extinción ondulada y de relación intergranular sutural, no faltando casos de textura poiquiloblástica. Secundariamente acompañan al cuarzo láminas de biotita y granos de ortosa.

Las folias micáceas se encuentran compuestas por escamas biotíticas de fuerte pleocroísmo con  $Z = \text{castaño}$ . En estas bandas aumenta el porcentaje de ortosa en granos de contornos irregulares con incipiente alteración sericítica, secundada por cuarzo y agregados de óxido de hierro. Como minerales accesorios contiene individuos idiomorfos de apatita, turmalina y zircón.

Por la constiución mineralógica se desprende que originariamente esta roca formaba parte de masas sedimentarias arenarcillosas, sobre las que actuaron presiones dirigidas de consideración (stress) en relación al efecto térmico, dando lugar a la transformación en rocas altamente esquistosas debido a un bajo grado de metamorfismo sugerido por la asociación mineral correspondiente a las facies de los esquistos verdes.

*Edad del complejo cristalino basal.*— Las primeras referencias acerca de la presencia de granito en estas regiones de la Pampa Central y Meridional se deben a Doering, en 1882, y a Willis en 1914. Pero es necesario destacar que esas referencias asignan a la sierra de Lihué-Calel una composición granítica cuando en realidad no es así.

De todos modos ya los primeros investigadores consideraron al granito de la sierra Gould, al sur de la región descripta, o el que aflora en Pichi-Mahuida como muy antiguo.

Wichmann (19, mapa geológico), al recorrer regiones próximas situadas al oeste dió al granito como de edad precámbrica, pero sin anotar las razones que fundan su opinión. Tapia (18, mapa) en cambio presenta un mapa geológico que a nuestro juicio no es exacto en algunos puntos, ya que representa a la sierra Carapacha Chica y a la sierra Chata como constituídas por granito y pórfidos permo-triásicos. La discrepancia consiste en que la primera de dichas elevaciones y parte de la segunda están compuestas por rocas de origen sedimentario. En cuanto a la edad "permo-triásica" del granito, tampoco este autor consigna las bases de su opinión.

Keidel (12, 76) afirma que "...en el tramo del Chadi-Leufú, aún no ha sido evidenciada en base a criterio seguro la edad del granito y los pórfidos...". Dice además que pueden ser precámbricas todas ellas.

Nuestros estudios en la región nos llevan a conclusiones análogas a la de este autor, pues también creemos que el granito es antiguo, quizás precámbrico. Indudablemente es esta región el basamento gra-

nítico ofrece pocas posibilidades de observación; por lo tanto no estamos en posesión de los "criterios seguros" que menciona Keidel. Un factor estructural puede favorecer la idea de una edad similar a la de las rocas graníticas gnéissicas de las sierras de Córdoba y San Luis. Las grandes fallas que delimitan los bloques de montañas de aquellas sierras, se prolongan hacia el Sur, produciendo al parecer los mismos efectos; la falla descubierta entre Victorica y Telén puede ser de este tipo, lo que indicaría, al menos un ambiente tectónico similar. Esta idea ya la dió a conocer Stappenbeck, encontrando el nexo entre las elevaciones de San Luis y Córdoba con la Pampa Central, en la estructura tan bien puesta de manifiesto en el perfil entre Rancul y Bagual en el sur de San Luis.

### C) LA FORMACIÓN CARAPACHA

Bajo esta denominación comprenderemos a las rocas sedimentarias levemente intrusadas, por rocas mesosilíceas (andesita y pórfido andesítico) que han formado las moderadas elevaciones correspondientes a las sierras Carapacha Grande-Carapacha Chica-Cerrito del 4-Cerro Negro y otros cercanos y también el cerro Cura-Có. Como circunstancia llamativa anotaremos que las rocas que representan a esta formación tienen una distribución ordenada, pues sólo se las encuentra al oeste de una línea de trayectoria Norte-Sur, línea que únicamente está interferida en su trayectoria entre el cerro Cura-Có y el Cerrito del 20, por el granito de la sierra Chata. De manera, pues, que este recto límite de rumbo meridional ofrece una combadura por el faldeo occidental de la sierra Chata. Las razones de esta distribución no es posible conocerlas en esta zona. Pero actuando en el terreno de las conjeturas, puede presumirse que las mismas son de origen tectónico.

Avala esta suposición la intensa fracturación de todas las rocas de esta región y además la circunstancia de conocerse la existencia en el subsuelo de la región, de grandes fallas de trayectoria Norte-Sur.

Es difícil explicar de otra manera la desaparición brusca de sedimentos al parecer potentes, en corto trecho en sentido Este-Oeste.

Los afloramientos difieren levemente entre sí, pues en algunos lugares, como veremos más adelante, hay rocas de distribución reducida. Las pelitas, muy diagenizadas, son comunes a todos aquéllos, ya que los diversos ejemplares recogidos dieron igual resultado ante el examen macro-microscópico.

La muestra n<sup>o</sup> 7, que consideraremos representativa, fué tomada de las crestas del Cerrito del 17, es decir, de la elevación septentrional de la sierra Carapacha Chica y posee las siguientes características:

**PELITA (Muestra n° 7)**

Procedencia: cresta del cerrito del 7.

*Descripción macroscópica:*

Es una roca criptoclástica muy indurada de fractura plana y color gris oscuro. En su masa sólo se reconocen por los reflejos algunas hojuelas micáceas.

*Descripción microscópica:*

Como se desprende del diagrama ternario, un 15 % de cuarzo y feldespato entran en la composición de la muestra, en granos

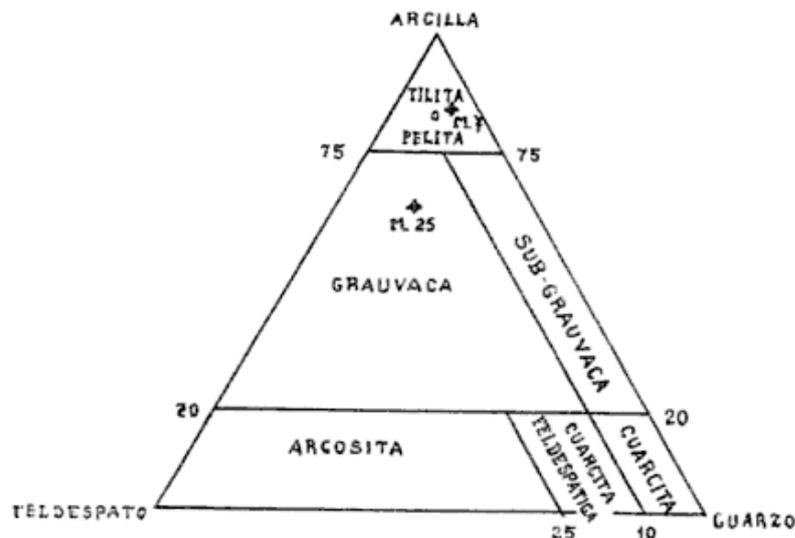


Figura 1

generalmente subangulosos; el tamaño medio de los mismos oscila alrededor de 0,1 mm, llegando los mayores, que por otra parte son escasos, a los 0,2 mm.

Completan el cuadro mineralógico de ésta, hojuelas de muscovita, agregados de óxido de hierro en los que eventualmente se reconocen cristales de magnetita y muy reducidas unidades de zircón, apatita y turmalina.

El cemento es principalmente clorítico y sericítico.

Teniendo en cuenta el bajo contenido de feldespatos (5%), esta roca se acerca al grupo de las subgrauvacas.

El Cerrito del 4, en la margen derecha del río Salado está formado en su totalidad por estas sedimentitas descritas, pero hay además otras rocas cuya naturaleza es interesante mencionar. Aparecen en

posición vertical y en forma de vetas angostas (0,30 a 0,60 m), formando un afloramiento difícil de estudiar por su ubicación en la parte más baja del faldeo oriental, dos brechas (muestras números 1 y 3), de grano variable, y cuya descripción es la siguiente:

**BRECHA (Muestra n<sup>o</sup> 1 y 3)**

Procedencia: Cerrito del 4, margen derecha del río Salado.

*Descripción macroscópica:*

Roca de gran consistencia, constituida por fragmentos que llegan a los 6 cm, evidentemente poco transportados, de composición, tamaños y colores variados, unidos por un cemento verdoso muy fino, formando así un todo bien consolidado y de gran dureza.

*Descripción microscópica:*

Bajo la observación microscópica en corte delgado y a grano suelto, se identifica la naturaleza de los fragmentos y granos que derivan de un conjunto de rocas muy variadas.

Los fragmentos mayores son de: granitos calcosódicos muscovíticos, granodioritas anfibólicas, granito, riolitas, basandesitas, andesitas epidotizadas, dacitas, esquistos muscovíticos, esquistos cloríticos titaníferos, anfibolitas, cuarcitas y sedimentitas silíceas cloritizadas.

Además se observan fragmentos menores y granos de: ortosa, cuarzo, plagioclasas ácidas y mesosilíceas, con una incipiente alteración arcillosa-sericítica y escasas en epidoto; clorita, epidoto, titanita eventualmente alterada en clorita y calcita, muscovita, calcita, anfíbol y félicos alterados en óxido de hierro.

El cemento que une el material clástico resulta silíceo clorítico algo feldespático.

También en el mismo Cerrito del 4 aparece en forma de dique vertical un pórfido andesítico bastante alterado, cuya estructura es la siguiente:

**PÓRFIDO ANDESÍTICO (Muestra n<sup>o</sup> 4)**

Procedencia: Cerrito del 4, margen derecha del río Salado.

*Descripción macroscópica:*

Roca gris verdosa con menudos fenocristales de plagioclasa y

fémicos con indicios de alteración. La muestra encierra en su masa fragmentos líticos de tonos generalmente claros.

*Descripción microscópica:*

Composición: andesina, anfíbol, calcita, sericita, clorita, epidoto, cuarzo, óxido de hierro, apatita.

Textura: porfírica con pasta andesítica.

La roca es de cristalización hipabisal y se encuentra en un grado avanzado de alteración.

El feldespato que resulta una andesina ácida, se presenta en fenocristales idiomorfos tabulares por lo común cortos, pobres en maclas, alterados en sericita, clorita, epidoto y calcita.

Llama la atención la abundancia de agregados de epidoto, calcita, clorita, cuarzo y óxido de hierro que deben provenir de la alteración de fenocristales de anfíbol, reconocido en algunos casos por áreas no reemplazadas y sus contornos cristalográficos.

Escasos y pequeños individuos de cuarzo muestran evidentes procesos de corrosión.

La pasta es confusa y se encuentra constituida por andesita, anfíbol, en gran parte alterado, óxido de hierro y apatita, incluyendo en su masa fragmentos clásticos de rocas andesíticas con plagioclasas en disposición fluidal.

Completando la descripción del Cerrito del 4, mencionaremos la presencia de un afloramiento de andesita, apenas visible, también vertical y de escaso espesor, cuyo rumbo es N 23°W. Su descripción es la siguiente:

**ANDESITA (Muestra n° 2)**

Procedencia: Cerrito del 4, margen derecha del río Salado.

*Descripción macroscópica:*

Es una roca gris verdosa oscura, con fenocristales de plagioclasa menudos, blanquecinos y de anfíbol en individuos alargados. Por lo demás, la roca es compacta, de fractura irregular y con ciertos visos de alteración.

*Descripción microscópica:*

Composición: andesina, hornblenda, clorita, sericita, epidoto, óxido de hierro, calcita, cuarzo y apatita.

Textura: porfírica con pasta andesítica.

Resulta una roca apreciablemente alterada, cuyos fenocristales de mayor tamaño se encuentran representados por individuos idiomorfos tabulares cortos de andesina, que muestran un reemplazo avanzado en sericita y, en menor proporción, clorita y calcita, con maclas relativamente escasas.

Otro constituyente abundante es el anfíbol, en fenocristales menores de hornblenda, que no pocas veces presentan hábitos cristalinos de las secciones basales, con grados variables de alteración, generalmente rodeados por una corona de óxido de hierro. Se observan algunos individuos frescos de color castaño según Z y otros parcialmente alterados en clorita y epidoto. Existen además cristales totalmente reemplazados en clorita y agregados irregulares de clorita, calcita, cuarzo y óxido de hierro como resultado de una alteración muy avanzada del anfíbol.

La pasta se compone de plagioclasa en granos de contornos irregulares, entre los cuales se dispone de clorita en láminas y agregados, sericita, apatita, calcita y óxido de hierro.

El estado de alteración de la roca induce a suponer que en su fase final de enfriamiento ha sido sometida a fenómenos deutéricos.

En las proximidades de Puelches, a la altura del Km 172 de la Ruta Nacional n° 152, hay un afloramiento reducido de la formación Carapacha, donde además de las rocas pelíticas ya mencionadas hay brechas finas y grauvacas, correspondientes, respectivamente, a las muestras números 26 y 25, que se describen a continuación:

#### **BRECHA FINA (Muestra n° 26)**

Procedencia: Km 172 del camino Gral. Acha-Puelches.

#### *Descripción macroscópica:*

Roca gris verdosa clara, con guijas y gránulos de varios colores sólidamente cementados, formando una masa muy compacta.

#### *Descripción microscópica:*

Como en las muestras anteriores el material clástico resulta heterogéneo en su composición, interviniendo los siguientes tipos de rocas y minerales: granitos calcosódicos, traquiandesitas, andesitas, pelitas cloríticas, cuarcitas cloríticas, cuarzo, ortosa, mi-

croclino, plagioclasa ligeramente alterada en material arcilloso-sericítico, fénicos alterados en epidoto, clorita y muscovita.

Al igual que las muestras ya descritas el cemento se encuentra formado por un agregado fino, en este caso silíceo clorítico.

**GRAUVACA (Muestra n° 25)**

Procedencia: Km 172 del camino Gral. Acha-Puelches.

*Descripción macroscópica:*

Roca de color gris verdoso con intensos procesos de cementación, que se hacen evidentes al quebrarla, pues la fractura no respeta ni aún los granos más resistentes.

*Descripción microscópica:*

Observada al microscopio esta roca resulta una grauvaca algo "lavada" (desprovista de elementos finos en la matriz) con 22% de feldespatos totales en granos subangulosos mal seleccionados, cuyos tamaños oscilan entre 0,3 y 0,6 mm.

En la composición mineralógica intervienen granos de cuarzo (algunos con extinción ondulada); ortosa, microclino, feldespato perítico y plagioclasas, comúnmente alterados en material arcilloso-sericítico; fragmentos de pastas volcánicas; agregados silíceos y granos de epidoto, muscovita y biotita.

La matriz, que ocupa pequeños intersticios, es principalmente clorítica acompañada por sílice, feldespato y óxido de hierro, siendo común observar la penetración en los bordes de los granos, determinando límites mal definidos de formas festoneadas en algunos casos.

En el trabajo de Sgrosso (14) sobre las minas de cobre de Lihué Calel hay una determinación microscópica de sedimentos de esta formación, efectuada por la señora M. L. H. de Nogués, quien coincidentemente con nuestras determinaciones dictaminó que se trataba de "grauvaca fina fuertemente silicificada".

*Edad de la formación Carapacha.*— También para esta formación es un problema sin solución satisfactoria la asignación de edad. Las referencias bibliográficas coinciden en ubicarla en el Paleozoico, criterio que nosotros compartimos.

Wichmann (19, 9) describe una de las lomadas de Currú-Mahuida,

que se encuentran muy cerca de las sierras Carapacha como "...formada por caliza gris azulada algo oscura, estratificada, que se asemeja completamente a las calizas ordovícicas de las sierras pampeanas y de la precordillera, y sin duda pertenecen a la misma época...".

Tapia (17, 31) alude a las cuarcitas y grauvacas que, "... en forma arqueada de NW a SE atraviesan el Cura-Có dirigiéndose hacia el litoral patagónico...". Se refiere indudablemente a lo que él mismo, en otro trabajo posterior (18, 222) los considera Paleozoicos, y trae a colación la información proporcionada por Sgrosso de que de allí provienen pizarras con braquiópodos del Silúrico superior.

Además Groeber (7, Mapa) coloca en el mapa sedimentos suprapaleozoicos afectados por el diastrofismo hercínico y cuya ubicación geográfica coincide o es muy próxima a las sierras de Curru-Mahuida y Carapacha (la escala del mapa impide ser preciso).

Keidel (12, 74 y fig. 6) coincide con los autores ya citados diciendo: "... las capas paleozoicas de rumbo SSE y SE, formarían parte de una porción saliente de los Andes, una especie de espolón precordillerano...".

Posteriormente ha sido Aparicio (1, 127 y sig.) quien al describir el hallazgo de capas paleozoicas en las cabeceras del río Salado incluye descripciones petrográficas de areniscas cuarcíticas que son sumamente similares a las determinaciones hechas por nosotros sobre las rocas de las sierras de Carapacha. En efecto, si se comparan las descripciones de nuestra Muestra n<sup>o</sup> 7 con las que consigna el mencionado autor, en especial la n<sup>o</sup> 1, se verá el parecido llamativo.

De todas estas citas bibliográficas, el único dato preciso sería el hallazgo de Sgrosso de braquiópodos silúricos.

La coincidencia de opiniones es total, y la nuestra también participa de ellas; el parecido con rocas ordovícicas que menciona Wichmann es real, pues a nuestro juicio las filitas de Carapacha se asemejan a las lutitas de esa edad que tienen gran distribución en el norte del país. Hay una mayor dureza por diagenización a favor de las de estas sierras de La Pampa, pero el color oscuro, casi negro y la estructura lajosa es común a ambas formaciones.

Wichmann menciona calizas en esta formación, pero por lo menos dentro de la región descrita, en el muestreo efectuado, no se obtuvieron rocas de esta naturaleza. Quizá en trabajos de detalle en este sentido se establezca su presencia. Pero lo real parece ser que de existir estas calizas, ellas no integrarían la formación en proporción notable.

#### D) SERIE PORFIRÍTICA

Las rocas eruptivas que afloran en esta región pampeana, forman dos de las elevaciones que más se destacan dentro del ambiente casi llano que las rodea. Son las sierras de Lihué-Calel y Chica; también hay rocas de esta familia que aparecen en afloramientos reducidos al NNE de la estancia Dos Naciones, al E de la estancia Sánchez y cerca de la estancia San Máximo. Estas cuatro últimas áreas no tienen un relieve prominente pues aparecen apenas en superficie asomando de entre los depósitos eólicos recientes, y al nivel de ellos.

Las dos sierras citadas deben estar formadas por un solo macizo eruptivo cubierto parcialmente por acumulaciones gruesas de falda, sedimentos psefíticos de pie de monte y material moderno de origen especialmente eólico. Así se ha querido representarlas en el perfil geológico adjunto (fig. 2).

Con respecto a la conexión con los demás afloramientos ella es muy posible con los que se encuentran cerca de la estancia Dos Naciones. En cambio es más riesgoso afirmar lo mismo con respecto al que está situado en las proximidades de la estancia Sánchez. (Es sugestiva su situación en dirección N 65° E, con respecto a las dos sierras toda vez que esa dirección coincide con uno de los tres rumbos tectónicos principales).

Las muestras obtenidas fueron observadas macro y microscópicamente y los resultados de estas observaciones son los siguientes:

##### RIOLITA (Muestra n° 18)

Procedencia: Cerrito entre el Pto. Casabón y la casa de Otero, es decir entre las dos crestas paralelas de la sierra Lihué-Calel.

##### *Descripción macroscópica:*

Roca gris violácea clara, con abundantes fenocristales feldespáticos traslúcidos y en menor proporción de cuarzo, cuyas dimensiones oscilan entre 2 y 3 mm.

##### *Descripción microscópica:*

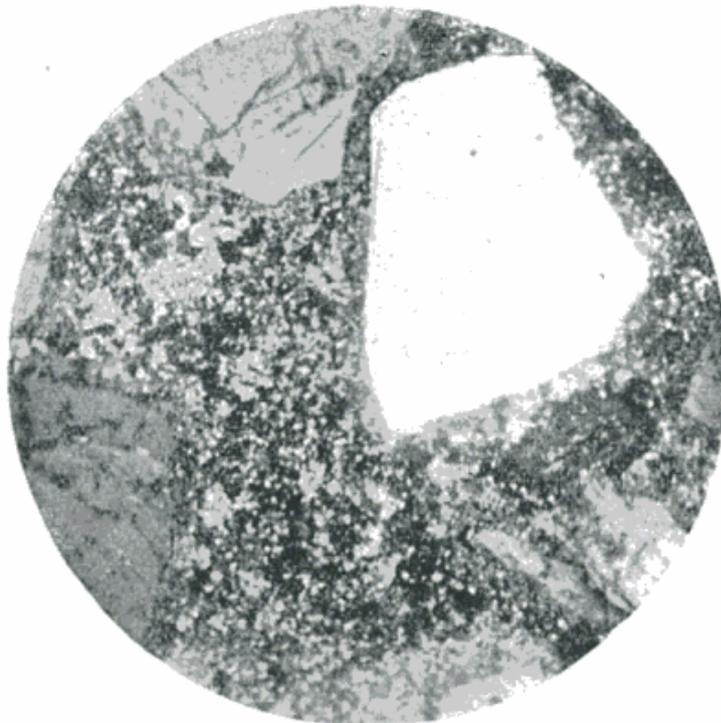
Composición: pasta 61 %; sanidina 22 %; cuarzo 15 %; plagioclasa; biotita; epidoto 2 %.

Textura: porfírica con pasta microgranosa.

La gran mayoría de los feldespatos indican por sus propiedades

ópticas la presencia de sanidina en individuos generalmente subhedrales con ángulos  $2V$  variables que en ocasiones resultan mayores de  $40^\circ$ . Sólo en contados casos muestran la macla de Carlsbad. Este mineral se encuentra sin alteraciones, salvo en aquellos cristales con textura pertítica donde las zonas albíticas se encuentran ligeramente alteradas. Aparte de un agrictamiento y penetración entre ésta y los fenocristales que determinan una aureola de igual extinción óptica, salpicada por numerosos microcristales que forman parte de la pasta.

Riolita (18)



Fenocristales de sanidina y cuarzo. Textura porfírica con pasta microgranosa

tración de la pasta, es evidente una interpenetración entre ésta y los fenocristales que determinan una aureola de igual extinción óptica (salpicada por numerosos microcristales que forman parte de la pasta).

La oligoclasa, ligeramente alterada en material arcilloso y sericitico tiene un maclado polisintético y confuso, en ocasiones con maclas irregulares que se acuñan.

De los minerales féficos solamente quedan restos de biotita muy alterada en óxido de hierro y otros totalmente reemplazados por clorita de alta birrefringencia.

Algunos individuos de epidoto cierran la lista de los fenocristales de la presente roca.

La pasta consiste en un agregado microgranular de feldespato potásico y cuarzo, este último en granos más bien redondeados y escasas hojuelas de biotita alterada, clorita, agregados de óxido de hierro y muy pequeñas cantidades de apatita y zircón.

DACITA (Muestra nº 20)

Procedencia: Cerrito al S de la sierra Chica.

*Descripción macroscópica:*

Roca parda con fenocristales idiomorfos blanquecinos de plagioclasa, alcanzando los mayores a 4 mm y féimicos más pequeños, evidentemente alterados en una pasta afanítica ligeramente flúidal.

*Descripción microscópica:*

Composición: pasta 89 %; oligoclasa-andesina 10 %; biotita y óxido de hierro 1 %.

Textura: porfírica, con pasta heterogénea fina y confusa ligeramente flúidal.

La plagioclasa (oligoclasa y andesina) se presenta como fenocristales idiomorfos, en ocasiones agrupados pero sin orientación, con clivajes bien definidos, generalmente alterados en grado variable. Es así como reducidas láminas de sericita y un barniz arcilloso cubren algunos individuos, alteraciones que no impiden distinguir las maclas. No ocurre lo mismo en las plagioclasas alteradas en calcita, donde hay casos de alteración total.

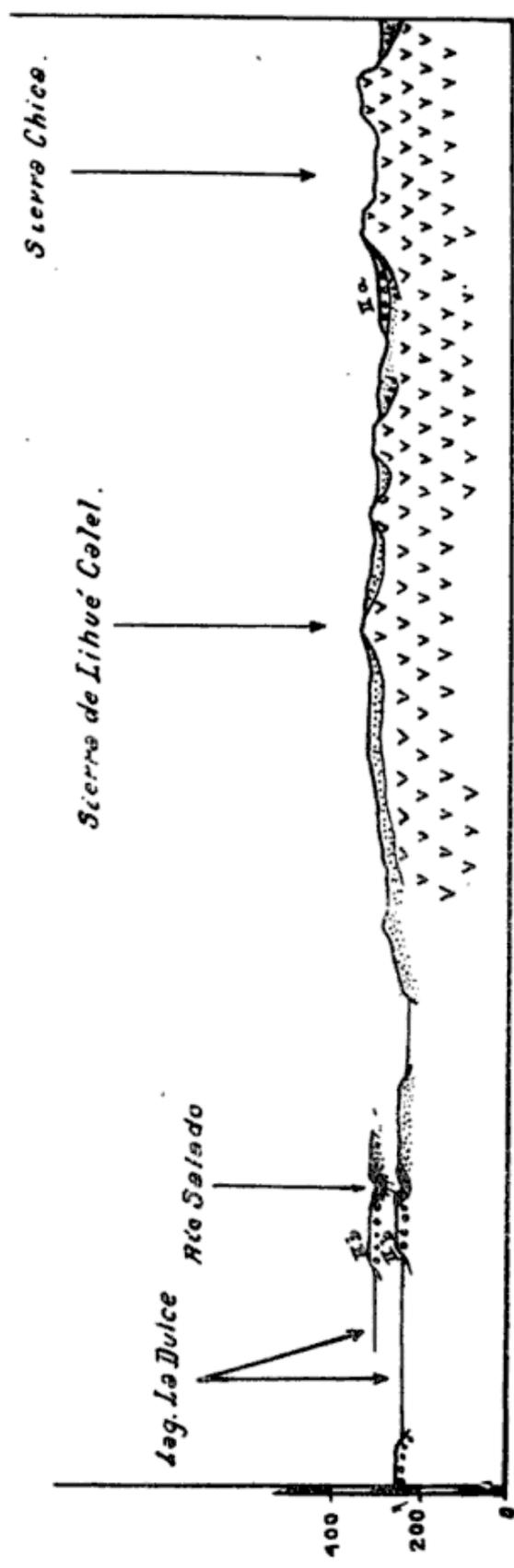
También es acentuado el idiomorfismo en los minerales féimicos cuyas características revelan la presencia de biotita parcialmente alterada. En otros casos el reemplazo es total y resultan rodeadas por una aureola de hidróxido de hierro.

La pasta es confusa y se encuentra constituida por intercrecimiento irregular de cuarzo y feldespato, que en algunas áreas se presenta formando una tenue estructura esferulítica. Son poco frecuentes los casos de penetración entre los fenocristales y la pasta.

Como en los fenocristales, la plagioclasa de la pasta se encuentra parcialmente alterada en calcita. Además es abundante la impregnación de hidróxido de hierro, acentuada en las zonas vecinas a la calcita, que revela una estructura ligeramente flúidal.

ENE

WSW



Escala horizontal: 1:400.000  
Escala vertical: 1:200.000

- 

Sedimentos colúvicos cuaternarios.
- 

Platense.
- 

Niveles de pie'de monte.
- 

Sedimentos psefiticos de faldá.
- 

Serie porfiritica
- 

Formación Cerropacha.

dió. N. Z. I. C.

Fig. 2. — Perfil entre laguna La Dulce y Sierra Chica

### RIOLITA (Muestra n<sup>o</sup> 21)

Procedencia: sierra Chica, pico más alto y alrededores.

#### *Descripción macroscópica:*

Se trata de una roca gris verdosa oscura, en partes parda, con abundantes fenocristales feldespáticos blanquecinos de 1 a 2 mm de largo y en menor proporción cristales de cuarzo de dimensiones similares.

#### *Descripción microscópica:*

Composición: pasta 82 %; ortosa 8 %; andesina 4 %; cuarzo 4 %; hornblenda; biotita; epidoto; titanita; óxido de hierro 2 %.

Textura: porfírica, con pasta criptocristalina flúidal.

La ortosa, así como el conjunto de fenocristales, de la roca, se presenta en tamaños muy variables, por lo común pequeños, excepcionalmente idiomorfos y en algunos casos con intercrecimiento albitico. El material arcilloso y menudas hojuelas sericíticas que cubren en forma parcial a los cristales, son el resultado de una alteración incipiente.

La plagioclasa, algo más idiomorfa en tablillas de tamaños variables y en ocasiones zonales, tiene una composición aproximada de 34 % de anortita, es decir que corresponde a una andesina ácida. El grado de alteración no es uniforme en los distintos cristales, siendo el material arcilloso, la sericita y la calcita los productos resultantes de los más atacados.

El cuarzo es anhedral, con evidentes signos de corrosión. Entre los minerales oscuros se distinguen hornblenda generalmente alterada en óxido de hierro, epidoto y cuarzo, biotita cloritizada, titanita con típico hábito en crucero, parcialmente alterada en óxido de hierro y epidoto, con contornos cristalográficos.

La pasta, originariamente vítrea se compone de un agregado criptocristalino. en parte de grano fino, silíceo, feldespático, pardo claro, en disposición flúidal y con estructura esferulítica por sectores. No faltan agregados de calcita e impregnaciones de hierro.

### RIODACITA (Muestra n<sup>o</sup> 33)

Procedencia: Al E del molino del Pto. S. Máximo.

*Descripción macroscópica:*

La característica más sobresaliente de esta roca es el tamaño irregular de los fenocristales, llegando algunos al cm. Entre ellos se distinguen feldespatos potásicos, calcosódicos y cuarzo en una pasta parda rosada clara rica en cuarzo.

*Descripción microscópica:*

Composición: pasta 39 %; oligoclasa-andesina 29 %; ortosa 15 %; cuarzo 11 %; mica 6 %.

Textura: porfírica con pasta criptocrystalina.

Como fenocristales resulta la plagioclasa el mineral más abundante, en individuos de desarrollo cristalográfico, cortos y tabulares alargados. Su composición corresponde a una oligoclasa-andesina con un grado de alteración evidentemente avanzado en sericita, que en forma pareja resta nitidez a las maclas. No falta en algunos cristales alteraciones en calcita.

Los mayores fenocristales de la roca se encuentran constituidos por ortosa, generalmente idiomorfos y con textura partítica. En escasos cristales se hallan incluidos pequeños individuos de plagioclasa, biotita y cuarzo. Este mineral no ha llegado al grado de alteración de la plagioclasa, rasgo que lo distingue, aunque presenta cierto barniz de alteración incipiente.

El cuarzo se destaca con contornos cristalinos y límpidos salvo unas reducidas inclusiones de apatita.

Entre los minerales ferromagnésicos se observa la biotita total o parcialmente alterada en muscovita.

La pasta, muy rica en cuarzo se encuentra formada por cristales irregulares y sus contactos con los fenocristales muestran líneas sinuosas de penetración.

*Edad de la serie porfirítica.* — Como en los casos anteriores la edad de esta formación no puede ser determinada con los elementos de juicio que existen en la zona estudiada. Debe recurrirse a fuentes bibliográficas y forzosamente apelar a argumentos menos directos (comparaciones litológicas, relaciones estratigráficas, etc.), pero en este caso la amplitud de distribución de rocas de este tipo en comarcas cercanas, permiten llegar a conclusiones que pueden considerarse definitivas con respecto a su ubicación cronológica.

Las llamadas erupciones “porfiríticas” se encuentran mencionadas en la bibliografía desde largo tiempo atrás. Doering (5, 355) se refiere

al sistema de Lihué-Calel como "...a un centro de sierras de rocas eruptivas antiguas...". Wichmann (19, 10) basándose en Groeber asigna edad permotriásica a los pórfidos graníticos semidescompuestos que afloran al oeste de nuestra región en los departamentos de Chical-Có y Puelén. En su mapa este autor representa tres ciclos eruptivos de edad distinta todos incluidos dentro del Mesozoico.

El primer antecedente preciso sobre la edad de estas rocas eruptivas es el proporcionado por Groeber.

En efecto; en su trabajo sobre la geología de Neuquén (6, lám. 1) enmarca entre los límites del ciclo eruptivo infratriásico a los valles del río Salado, Curacó y su confluencia con el río Colorado. Las razones que tuvo este investigador (que él mismo acepta como precarias (10, 38) para expedirse en tal sentido con respecto a la edad de estas erupciones) las hallamos expuestas con claridad en el texto explicativo del mapa geológico de Mendoza (7, 174). Al referirse a la Cordillera Frontal, a la sierra Pintada y a su prolongación sudeste, el autor establece que "...las rocas más frecuentes son pórfidos cuarcíferos y granitos, aparte de pórfidos graníticos. Además integra la serie al parecer una sucesión de porfiritas que es algo más antigua que los pórfidos cuarcíferos. La edad de las manifestaciones ígneas queda comprobada por el hecho de que las masas intrusivas están alojadas en estratos carboníferos que han sufrido a menudo un metamorfismo más o menos considerable. En los estratos del Paleozoico superior, afectados por este metamorfismo se encuentran tilitas del Carbonífero y representantes de toda la serie de sedimentos que ha sido perturbada intensamente por los movimientos Hercínicos cuya última actuación tuvo lugar en el Pérmico intermedio. Las masas eruptivas son entonces posteriores al Pérmico Medio".

En conclusión, Groeber estima en la obra citada que el límite superior de la serie eruptiva puede hallarse en el Triásico Basal, con lo cual se puede asignar a la serie eruptiva una edad suprapérmica acaso hasta infratriásica o, en términos abreviados, permotriásica. Pero posteriormente en su obra sobre el Mesozoico (10, 38) ha asignado a la serie "porfirítica" una edad cárnica, es decir, Choiyolitense, basándose en las razones que consigna para Mendoza y Neuquén. Remitimos al lector a la obra citada, pues sería muy extenso transcribirla completa.

#### E) CHASICOENSE

En el centro de la región llana que se extiende al este del tramo inferior del río Salado, y a 40 km directamente al norte de Puelches

se eleva la sierra Chata, la cual, como ya hemos anotado, se compone de dos partes: una granítica y la otra de origen sedimentario.

Esta segunda porción está constituida por areniscas flojas y arenas limosas y calcáreas, también poco consistentes de color ocre a chocolate claro, con nodulitos pequeños, arcillosos, de color algo más oscuro.

Son también Chasicoenses las arenas limosas y limos arenosos que asoman en las laderas de las bardas, que aparecen profusamente en

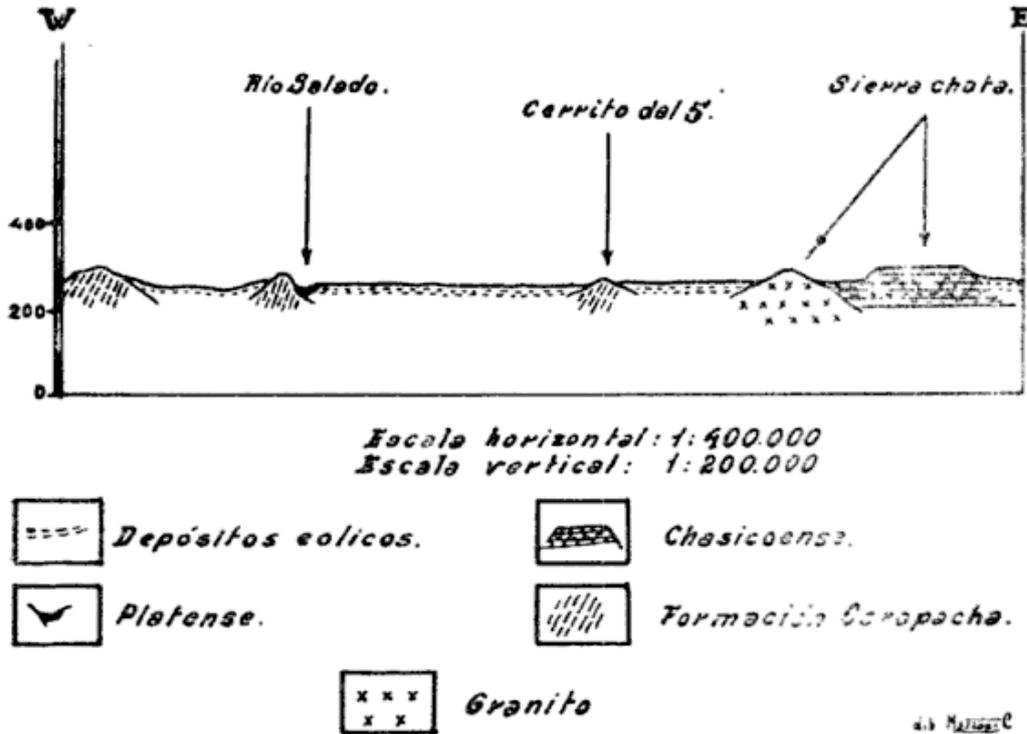


Fig. 3. — Perfil entre la margen derecha del Río Salado y Sierra Chata

la ladera nordoriental del área descrita y en ambas márgenes del tramo inferior del río Salado.

En el perfil de la figura 3 se ha representado la constitución de la sierra Chata, y el curso del río Salado relleno por sedimentos platenses.

Las muestras extraídas de la sierra Chata, designadas H e I son similiares entre sí, tratándose de arenas limosas consolidadas pardo rojizas claras, con finas impregnaciones de manganeso, ligeramente sulfatadas, disgregables. También integran estos depósitos dos bancos consistentes, separados entre sí por 25-30 metros de espesor de arenas limosas. El banco superior que protege a estas elevaciones del desgaste más activo es calcáreo y tiene un espesor que varía entre 1,30 y 2 metros. Puede calificarse más bien como costra calcárea y su descripción es la siguiente:

### COSTRA CALCÁREA

El estudio microscópico del corte indica un predominio del material calcáreo sobre el clástico. En el primero no se distingue una disposición definida en bandas, pero sí se aprecia una alternancia en áreas de colores claros y oscuros; sin embargo, debe mencionarse que en la observación macroscópica de la muestra en conjunto, se distinguen bandas calcáreas más puras marginales a la misma.

En las áreas claras el calcáreo se encuentra mejor cristalizado, mientras que en las oscuras están formadas por agregados más finos arcillosos y con mayor impregnación limonítica.

La granulometría del material detrítico es heterogénea (entre 0.04 y 1 mm) y está constituido por granos subangulosos de plagioclasa, en partes zonales), ortosa, cuarzo, vidrio volcánico, hipersteno, augita, hornblenda, lamprobolita, hematita, muscovita, agregados silíceos y granos generalmente redondeados de pasta volcánica. Algunos individuos se presentan rodeados por una aureola más oscura que corresponde a un calcáreo con mayor cantidad de material arcilloso.

Difiere bastante la composición del banco inferior que posee una potencia similar. En este caso es una arenisca calcárea cuyas características quedan determinadas en la descripción que va seguidamente:

### ARENISCA CALCÁREA

Contrastando con la muestra anterior, hay aquí mayor cantidad de material clástico con granulometría homogénea, cuyos tamaños oscilan entre 0,1 y 0,2 mm.

La constitución mineralógica es semejante a la de la costra calcárea, pero debe hacerse la salvedad de que los granos de pasta volcánica son muy escasos.

El calcáreo que cementa a los granos es oscuro debido a su estado de mezcla con el material arcilloso.

(En el capítulo de "Granulometría" que completa las descripciones de sedimentos se pueden hallar mayores detalles referentes a estas y otras muestras obtenidas de los lugares descriptos).

Como datos ilustrativos consignaremos que la perforación de Chacharramendi situada a 46 km al norte de la sierra Chata atravesó estratos similares a estos depósitos entre 6,70 y 29,90 m de profundidad

y la descripción de los mismos coincide con nuestras determinaciones. También en la perforación General Acha n<sup>o</sup> 1 fueron cruzados estos sedimentos entre los 2 y 155 m. Desde esta profundidad hasta 179,30 m se encontró una capa conglomerádica con clastos de rocas sedimentarias y que fué considerada como “conglomerado basal” de la formación.

En ambos casos los sedimentos se clasificaron como Araucanos.

*Edad del Chasicoense.* — La determinación de la edad de este piso es un verdadero problema, pues los factores paleontológicos y geológicos no son lo suficientemente determinativos como para decir en forma concreta su ubicación cronológica (9, 24) Groeber, establece la correlación con sedimentos sincrónicos llamando a los estratos que se encuentran debajo del Rionegrense, Araucano-entrerriano-chasicoense-Plioceno. Refiere el hecho de que en Roca Norte el perfil publicado en 1951, en una hondonada excavada en Rocanense se encuentran los estratos Araucano-entrerriano-chasicoense-Pliocenos cubiertos todos en discordancia por Rionegrense. Si, como dice el autor citado, los estratos a que nos referimos en este capítulo ocupan en Mendoza el Póntico más gran parte del Plioceno, el Rionegrense no puede ser Plioceno sino Cuaternario antiguo, sincrónico con el Piso de Mogotes y Tristecense.

Riggs y Patterson (13, 160) relacionan las faunas del complejo Paranense-Mesopotamiense con las de las capas de Chasicó; esta formación es a la vez sincrónica con el complejo mencionado y con Chiquimil B de los autores. Resulta de esto que la edad del Chasicoense es similar a la del Paranense-Mesopotamiano, es decir, Plioceno inferior.

#### F) NIVELES DE PIE DE MONTE

Se ha identificado como los más antiguos sedimentos cuaternarios a estos mantos psefíticos que se distribuyen en las partes altas de las bardas que aparecen en el NE de la región abarcada por el mapa; que también cubren la barda que se encuentra al oeste del río Salado, entre La Florida y Cura-Có; y aparecen asimismo en el extremo occidental de la sierra Chica, integrando el relieve también en forma de barda que se eleva al oriente de la sierra de Lihué Calel. En todos estos lugares el relieve es mesetiforme, con una superficie superior donde están las capas de rodados, que constituyen una llanura perfecta, labrada en algunos casos (nivel I) por cauces fluviales.

El borde de la elevación, que constituye la barranca derecha del río Salado (IIb), se eleva a 30 m sobre el lecho del mismo. Los 15 m

superiores están constituidos por depósitos conglomerádicos de pie de monte. Una muestra obtenida a unos 10 km al sur de la estancia Euskadi resulta ser un conglomerado fino, con clastos cuyo tamaño predominante oscila entre 4 y 8 cm, aunque los hay hasta de 15; hay abundancia de pórfido, y en menos proporción andesitas y basaltos alveolares y compactos; los rodados de gneisses son escasos. Todos estos elementos están unidos por una mátrix arenosa y un cemento calcáreo. También el material calcáreo se manifiesta cubriendo la

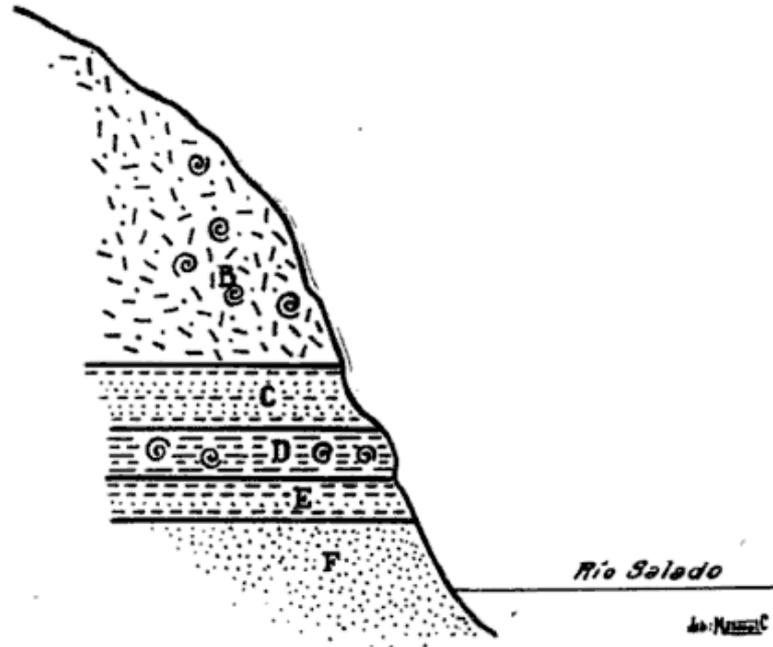


Fig. 4. — Perfil de la barranca derecha del río Salado

superficie de los clastos, tal como es característico de los mantos de rodados de la Patagonia.

La barda que aparece al este de la sierra de Lihué Calel (IIa) tiene en su superficie, que a la vez es techo de este manto de rodados, una capa de 2 m de espesor en la cual el cemento calcáreo es más abundante y por lo tanto es bastante más dura. En este depósito los clastos de pórfidos son casi exclusivos y la formación conglomerádica oculta casi totalmente la formación porfírica muy fisurada, que se encuentra debajo. Las fisuras que tiene se hallan rellenas por conglomerados calcáreos.

*Edad de los niveles de pie de monte.* — Indudablemente la determinación de la edad de estos mantos está vinculada a la identificación de los mismos, estableciendo a cuál de los niveles de pie de monte corresponde.

Concordamos con Tapia (18, 223) en el sentido de que la altura de

Los niveles conglomerádicos es o debería ser progresivamente mayor hacia el noreste. De ahí que en esa dirección estén representados sólo los más antiguos. Luego éstos desaparecen, pues no se depositaron o fueron eliminados a consecuencia de su posición elevada. Este autor dice que "...sería probablemente el tercer nivel el que describe el arco que forma la margen derecha del río Salado..."<sup>1</sup>.

Groeber (7, 194) también coincide en considerar a los depósitos del Salado como correspondientes al tercer nivel de pie de sierra. La altura absoluta de los mismos es alrededor de 240 m s. n. m.; también dentro de esta cota están situados los que se adosan al extremo occidental de la sierra Chica.

En un plano altitudinal situado 80 m más arriba, esto es, entre 300 y 320 m s. n. m., se encuentra otro conjunto de depósitos similar; son los que forman la barda que se adosa al faldeo oriental de la sierra de Lihué Calel, los que aparecen al oeste de la estancia Sánchez y también al este de la misma, y aquellos que constituyen el cerro tabular al NNE de la estancia El 13.

En un tercer plano de distribución hay otro conjunto de afloramientos: están reunidos en el extremo nororiental de la zona que nos ocupa y sus límites de altura oscilan entre 340 y 400 m.

Tenemos así determinados tres niveles de terrazas, que en el mapa geológico aparecen diferenciados bajo los números I, IIa y IIb.

El nivel III, que se compone de rodados muy escasamente cementados y que se derrumban a lo largo de las bardas que lo tienen por sedimento más alto, no aparece en esta región.

### G) PLATENSE

A lo largo de las márgenes del río Salado, con seguridad desde la localidad de Santa Isabel, hasta las cercanías de Puelches, y probablemente bastante más al norte de aquella población, aparecen vinculados al cauce del citado curso de agua sedimentos finos de origen fluviolacustre y quizá también palustres. Sus depósitos se encuentran bien visibles, como en los perfiles que se observan sobre todo en las barrancas del río Salado, entre La Reforma y el Cerro del 4, o casi totalmente cubiertos por pelitas lacustres y palustres y sedimentos cólicos, como ocurre en especial desde el cerro del 4 hacia el Sur y sobre la margen derecha del río citado.

A unos 5 km aguas arriba del Cerrito del 4, y sobre la margen de-

<sup>1</sup> Sin embargo, esta afirmación está en discrepancia con la que consigna el mismo Tapia en estudios anteriores (17, 31) al dejar establecido que tales conglomerados corresponden al primer nivel de pie de monte.

recha del río Salado, se obtuvo un perfil (fig. 4) y cuya descripción es la siguiente:

- A) *Limo arenoso*: pardo claro, con tenues impregnaciones de óxido de hierro, levemente consolidado y sin estratificación. Este sedimento contiene gran cantidad de restos pertenecientes a los géneros *Littorinida*, *Planorbis* y *Limnaea*, dentro de este último se halló una fructificación relativamente grande de una carácea, confirmando así que la sedimentación se realizó en aguas poco profundas y límpidas.
- B) *Limo arcilloso*: pardo claro, con tenues impregnaciones de hidróxido de hierro, ubicado a modo de intercalaciones entre las muestras A y C, con un espesor de 5 cm.
- C) *Arena limosa*: parda, disgregable. De 0,30 a 0,40 m de espesor.
- D) *Limo arcilloso*: gris verdoso muy claro, friable, con gran cantidad de *Littorinida* y *Planorbis*. De 0,20 a 0,30 m de espesor.
- E) *Limo arenoso*: pardo claro, friable, muy sulfatado (20 %). De 0,25 a 0,35 m de espesor.

F) *Arena*: parda grisácea algo sulfatada de base no visible.

Sumamente interesante es el contenido de la fracción fina de las muestras A y D. (Véase capítulo de "Granulometría"). En ellas aparecen microorganismos que corresponden a los siguientes géneros de diatomeas: *Hyalodiscus*, *Campylodiscus*, *Epithemia*, *Denticula*, *Navicula*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Caloneis* y *Cyclotella*. También hay silicoflagelados, espículas de esponjas y células de gramíneas.

En la localidad de Santa Isabel, también sobre el río Salado y en la provincia de La Pampa, a más de 200 km al norte de este primer punto, la Dirección Nacional de Minería efectuó una perforación en busca de agua. Algunos de los depósitos sedimentarios atravesados coinciden plenamente con los que se observaron cerca del Cerrito del 4, es decir, con sus homólogos. Entre 1,55 m (debajo de las acumulaciones eólicas) y 7 m de profundidad el sondeo atravesó arena fina, parda grisácea, con trocitos de toba cinerítica y cenizas, arcilla finamente arenosa, con láminas de mica y magnetita; este conjunto tiene *Planorbis* sp. y *Littorinida australis* d'Orb.

Este conjunto sedimentario que en los niveles superiores está compuesto por materiales finos, hacia abajo está integrado progresivamente por estratos con mayor proporción de arenas, gravilla y hasta grava de pórfidos. El perfil completo de los depósitos cuaternarios de 40 m de espesor cruzados por esta perforación es el siguiente:

De arriba hacia abajo hallamos:

- 0,08 Terreno arenoso arcilloso, negruzco, detritos vegetales, laminitas de mica.
- 0,75 Arena fina, poco arcillosa, friable.
- 5,45 Arena muy fina pardo grisácea, trocitos rodados de toba cinerítica, arcilla finamente arenosa, laminitas de mica y magnetita, *Planorbis* sp., *Littorinida australis* d'Orb. Vidrio volcánico.
- 4,00 Arena muy fina, pardo grisácea, partes cementadas, friable, vidrio volcánico.
- 4,00 Arena muy fina, pardo grisácea, vidrio y ceniza, sedimento calcáreo, partes cementadas por arcillas.
- 0,60 Arcilla finamente arenosa, pardo rojiza, calcárea, laminitas de mica.
- 1,60 Arenisca fina, pardo rojiza, friable, calcárea, con magnetita.
- 2,10 Arcilla finamente arenosa, rojiza clara, fragmentosa, calcárea.
- 1,00 Arenisca fina, arcillosa, grisácea parduzca, calcárea, intercalaciones de arcilla roja.
- 2,00 Arena muy fina, parda, en partes cementada, friable, vidrio volcánico.
- 1,50 Arena fina a gruesa, grisácea rojiza, gravilla y grava de pórfido cuarcífero. Tosca rodada.
- 7,30 Arena fina a gruesa, grisácea rojiza.
- 5,40 Arena fina a gruesa, grisácea, gravilla y grava de pórfido cuarcífero. Pequeñas concreciones de marga rojiza dura. Arcilla finamente arenosa, calcárea y tosca rodada.
- 3,25 Arena fina a mediana, grisácea rojiza, magnetita, tosca rodada y arcilla arenosa, grava de pórfido cuarcífero.
- 5,00 Arenisca fina, rojiza clara, algo parduzca, calcárea friable, rodaditos de tosca y yeso.

*Edad del Platense.* — Esta denominación es aplicada en el sentido de Ameghino, quien también lo llamó "Post Pampeano Lacustre", aludiendo de este modo no sólo a su ubicación cronológica, sino también a su ambiente de origen. Estableció que su disposición tuvo lugar en lagunas formadas a lo largo de los ríos. Más o menos la mitad inferior del espesor de estos sedimentos es sincrónica con una fase de descenso continental, es decir, que las lagunas de referencia están vinculadas a ese acontecimiento. El resto del Piso Platense se

depositó durante un período epirogénicamente estacionario y sus sedimentos varían en composición. Nuestro perfil corresponde naturalmente a los estratos fluviolacustres y palustres, es decir, al Platense inferior.

Las descripciones de estos estratos, en sus facies de llanura hechas por diversos autores, coinciden grandemente con las aportadas por nosotros. La similitud es no sólo litológica y paleontológica, sino también geológica. Sus sedimentos se encuentran alojados en el cauce fluvial excavado en los estratos Chasicoenses, durante una fase de ascenso continental con la consiguiente reactivación erosiva.

La fase descendente que provocó la sedimentación del Platense es posterior a la deposición litoral marina del Querandinense, ocurrida en el Holoceno medio. Quizá sean total o parcialmente sincrónicos con los depósitos eólicos post querandinenses que Groeber (9, 19) cita para la región de Bahía Blanca, Médanos y Buratovich, a los cuales considera "subboreales".

#### H) DEPÓSITOS EÓLICOS

Como puede observarse en el mapa, el ambiente de sedimentos eólicos modernos es sumamente extenso. Estos depósitos, que en zonas próximas, entre Chacharramendi y Acha, por ejemplo, forman cordonadas de considerable altura, aparecen en nuestra región en formas menos notables. Los médanos vivos son escasos, pero en cambio abundan las acumulaciones semifijas y fijas. La región llamada "Travesía" es una extensa llanura, con leves ondulaciones, cuya superficie esté ocupada por acumulaciones generalmente fijas de arena eólica. Esta cubierta tiene espesor variable y según Canelle (3, 17), alcanza hasta 20 metros.

Cubre generalmente los estratos cuaternarios de origen palustre y lacustre, los cuales, ocasionalmente, asoman desde abajo de la cubierta eólica.

La extensa superficie prácticamente llana que hemos citado no tiene indicios de haber sido labrada por surcos erosivos, pues ni los sedimentos pelíticos lacustres y palustres y los de origen eólico fueron afectados por cauces, debido a que el colector fluvial de la región, es decir el río Salado, no ha excavado su cauce en la medida necesaria como para proporcionar a sus afluentes izquierdos el nivel de base lo suficientemente bajo.

En la parte de este capítulo en que se trata la granulometría y composición mineralógica de los sedimentos, se incluye el análisis de arenas pardas de médanos fijos, tomados de la margen derecha del río Salado, aguas abajo de La Florida (muestras J y K).

También es incluyen análisis y composición de muestras de médanos que aparecen uno en la margen izquierda del río Salado y otro sobre la ruta 152, a 1 km al sur del empalme con la ruta h.

*Edad de los depósitos eólicos.* — Como es sabido estos sedimentos ocupan vastas extensiones en Mendoza, La Pampa y el occidente de Buenos Aires. Las posibilidades para su ubicación cronológica son dos: una, sincronizarlos con el “médano invasor”, es decir darle edad lujanense en el sentido de Ameghino, o de la “formación Lobería” según el concepto de Kraglievich o contemporáneo de la glaciación Atuel según la cronología de Groeber; la segunda alternativa es hacerlos cocontemporáneos de los médanos del delta del río Colorado y del salitral de La Gotera y salitral de La Vidriera al sur de Bahía Blanca. En este caso los depósitos eólicos de La Pampa serían subboreales.

Nos inclinamos a considerarlos como “médanos invasor” ateniéndonos principalmente a su posición geográfica y a su génesis. Por las descripciones de Groeber debemos eliminar la posibilidad de considerarlos de edad subboreal, pues éstos sólo se originan en ambientes relacionados con la costa marina; el salitral de La Gotera y el salitral de La Vidriera, otrora entradas del mar, están flanqueados por médanos subboreales; el delta del río Colorado (9, 19) muestra depósitos medanosos en hileras poco reconocibles, pero al parecer formadas sobre las diversas posiciones que ocupó la costa al irse formando el delta, por agregación frontal de las “fore-beds”.

#### A) PROCEDENCIA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SEDIMENTOS

En el transcurso de la campaña fué seleccionado un conjunto de sedimentos para su estudio, cuyas características generales se han anotado ya al describir las formaciones a las que pertenecen. El presente capítulo completa los datos ya proporcionados anteriormente.

A fin de facilitar la tarea del lector se da seguidamente la lista de las muestras analizadas, con la ubicación de los lugares de los cuales fueron extraídas.

- A) *Limo arenoso.* Barranca derecha del río Salado a unos 5 km aguas arriba del Cerrito del 4.
- B) *Limo arcilloso.* Idem anterior.
- C) *Arena limosa.* Idem muestra A.
- E) *Limo arenoso.* Idem muestra A.
- F) *Arena.* Idem muestra A.

- G) *Arena*. Médano de la margen izquierda del río Salado, a unos 5 km aguas arriba del Cerrito del 4.
- H) *Arena limosa*. De los sedimentos que están entre los dos niveles calcáreos de la Sierra Chata.
- I) *Arena limosa*. De debajo del nivel inferior calcáreo de la sierra Chata.
- J) y K) *Arena*. De los médanos fijos sobre la margen derecha del río Salado, aguas abajo de La Florida.
- L) *Arena*. Del médano fijo sobre la ruta 152, a 1 km al sur del empalme con ruta h.

## B) CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS

Los resultados obtenidos de la separación mecánica de los sedimentos en cuestión se han representado mediante curvas acumulativas en la figura 5.

Como se advierte, el conjunto de curvas puede ser separado en dos grupos. El primero comprende los sedimentos L), G), J), K) y F), correspondientes a cuerpos arenosos en los que predominan la arena fina, variando sus porcentajes entre 79,20 % en L) y 38,98 % en F); con excepción de la muestra L) que contiene un 24,30 % de fracciones más gruesas, las muestras restantes, con escasa arena mediana y gruesa, completan las curvas con arena muy fina oscilando entre 19,20 % en G) y 40,78 % en K). De este grupo de sedimentos el correspondiente a la curva F resulta el más rico en limo, con un 13,76 % de esta fracción.

De todas las características señaladas para este primer grupo, predominando la relativa a los porcentajes elevados para una fracción (arena fina) con colas relativamente poco desviadas, resultan curvas cuyas tangentes trigonométricas tienen un valor elevado que las acerca a la unidad, como consecuencia de una buena selección cuyos valores ( $S_0$ ) se encuentran numéricamente representados en la tabla de la página 28.

Se está pues en presencia de un grupo de las llamadas *arenas eólicas*.

Contrastando con el grupo descrito se aprecia otro que comprende las muestras H), C), I), E), A), D) y B), correspondientes a *sedimentos de mezcla*. En ellos, es evidente una selección por aporte eólico que se distingue en la parte inferior de las curvas, con tangentes trigonométricas que tratan de acercarse a valores elevados, mientras que la parte superior resulta de una mala selección realizada en un cuerpo de agua, determinando en total curvas cuyos cuartiles se encuentran tanto más alejados cuanto menos seleccionados son los sedimentos, como puede observarse en las curvas D) y B).

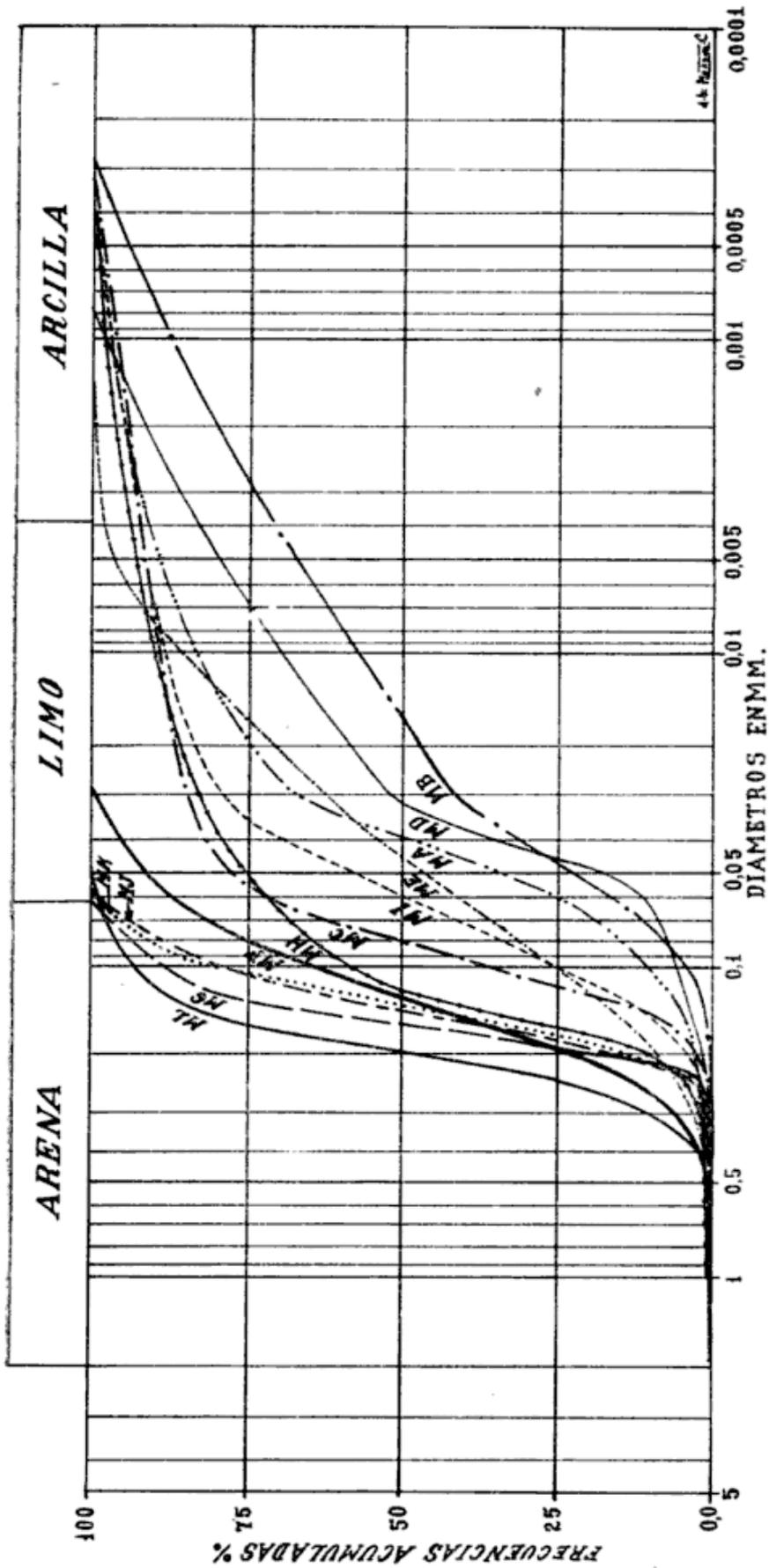


Figura 3

Muestra	Md	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	So	Sk	Minerales livianos % en peso	Minerales pesados % en peso	Arena % en peso	Limo % en peso	Arcilla % en peso	Sedimento
L.....	0,2	0,1563	0,2363	0,815	0,919	93,80	6,20	98,60	1,40	—	Arena
G.....	0,1563	0,1282	0,1904	0,821	0,999	94,00	6,00	99,60	0,40	—	Arena
J.....	0,1415	0,1078	0,1812	0,722	0,975	95,80	4,20	97,96	2,04	—	Arena
K.....	0,1347	0,1026	0,1725	0,771	0,975	97,80	2,20	98,56	1,44	—	Arena
F.....	0,1282	0,08	0,1904	0,648	0,926	96,80	3,20	99,00	1,00	—	Arena
H.....	0,1190	0,05	0,1601	0,559	0,565	98,30	1,70	71,31	22,59	6,10	Arena limosa
C.....	0,08	0,056	0,1162	0,695	1,016	99,58	0,42	71,00	21,48	7,52	Arena limosa
I.....	0,06	0,0346	0,1	0,589	0,961	98,63	1,37	46,91	46,69	6,40	Arena limosa
E.....	0,0447	0,0166	0,1	0,408	0,830	99,75	0,25	39,79	58,79	1,42	Limo arenoso
A.....	0,0391	0,02	0,06	0,577	0,800	99,50	0,50	23,90	66,48	9,62	Limo arenoso
B.....	0,0166	0,0028	0,0478	0,242	0,485	99,90	0,10	15,06	55,68	29,26	Limo arcilloso
D.....	0,0319	0,007	0,0447	0,396	0,307	99,00	1,00	10,38	72,92	16,70	Limo arcilloso

En este grupo se encuentran los sedimentos H), C) e I), ricos en la fracción arena de aporte eólico, con un  $S_o$  que oscila entre 0,559 y 0,695; por sus características granulométricas soon clasificadas como *arenas limosas*.

En curvas correspondientes a los sedimentos A), E), D) y B), se observa una reducción de la fracción arena, disminuyendo el  $S_o$  a medida que aumentan las fracciones limo y arcilla. Las intersecciones con la  $Md$  se producen en la fracción limo y teniendo en cuenta los porcentajes de las fracciones arena y arcilla, se clasifican los sedimentos A) y E) como *limos arenosos*, y a los respectivos D) y B) como *limos arcillosos*.

Resumiendo, el primer grupo de sedimentos — L), G), K), J) y F), — comprende *arenas finas* seleccionadas por vientos, con curvas típicamente eólicas y que constituyen médanos holocenos (fig. 5).

El segundo grupo — H), C), I), E), A), D) y B) — se encuentra formado por *sedimentos de mezcla*, que tienen un origen común, de los cuales H) e I) soon *arenas limosas* ubicadas debajo de los bancos calcáreos superior e inferior respectivamente, y ellos representan los sedimentos más antiguos, cuya edad podría ser asignada al Chasicoense.

El resto de los sedimentos — C), E), A), D) y B) — forman las barrancas del río Salado y comprenden *arenas limosas* C), *limos arenosos* E) y A), y *limos arcillosos* D) y B), pertenecientes al Post Pampeano y que asignamos al Platense (ver fig. 5).

### 1. Composición mineralógica.

a) *Minerales livianos*: Un rápido estudio de los resultados mineralógicos obtenidos de cada muestra, advierte claramente que una parte importante del material arenoso se encuentra constituido, no por minerales sino por trozos menudos de rocas derivados de la demudación de afloramientos volcánicos. Entre ellos se han podido reconocer *pastas* subredondeadas de textura microgranosa feldespáticas y cuarzosas provenientes de rocas ácidas; pastas con microlitas feldespáticas de textura común a rocas andesíticas; y pastas vitrofíricas con abundantes microlitas piroxénicas en marcada disposición fluidal.

Todos los sedimentos examinados tienen ciertas características tobáceas, conferidas por el abundante contenido en *vidrio volcánico*. Este, tiene índices de refracción cercanos a 1,50 por lo que se infiere su naturaleza ácida. Se presenta por regla general, como trizas incoloras, aunque no faltan las de color castaño, definitivamente angulosas y otras de formas fluidales a veces retorcidas, bien visibles por la distribución de canalículos y burpujas gaseosas. Comúnmente se encuen-

tra fresco, pero algunos individuos insinúan una tenue birrefringencia producida por devitrificación incipiente.

Las *plagioclasas* están comprendidas dentro de los minerales abundantes en estos sedimentos. Se presentan como granos de formas angulosas macladas y sin maclas visibles, predominando las tabulares como lógica consecuencia de la fragmentación a lo largo de los planos de clivaje.

Los miembros de esta serie calcosódica se han determinado por el método de Michel-Lévy y el correspondiente al de los índices de re-

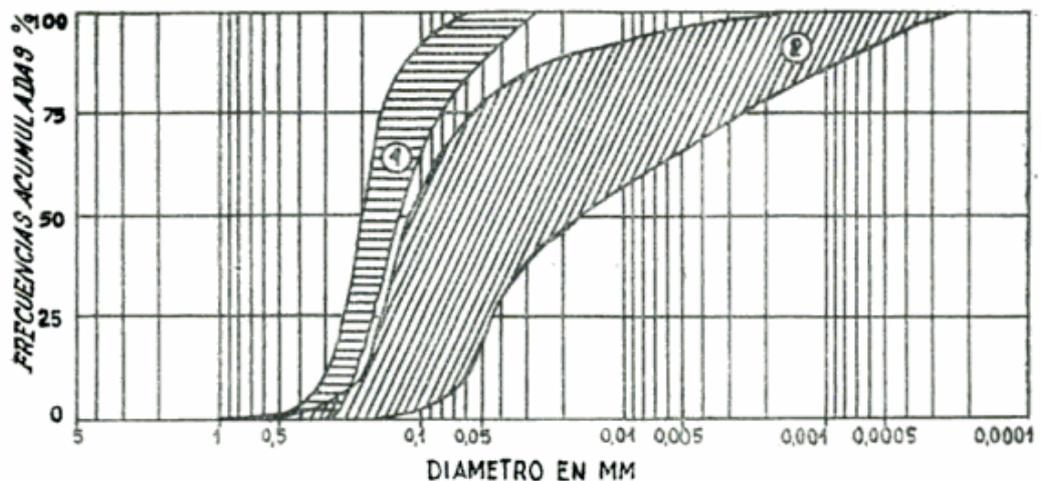


Fig. 6. — Primer grupo : arenas finas de médanos ; 2. Segundo grupo : sedimentos de mezcla

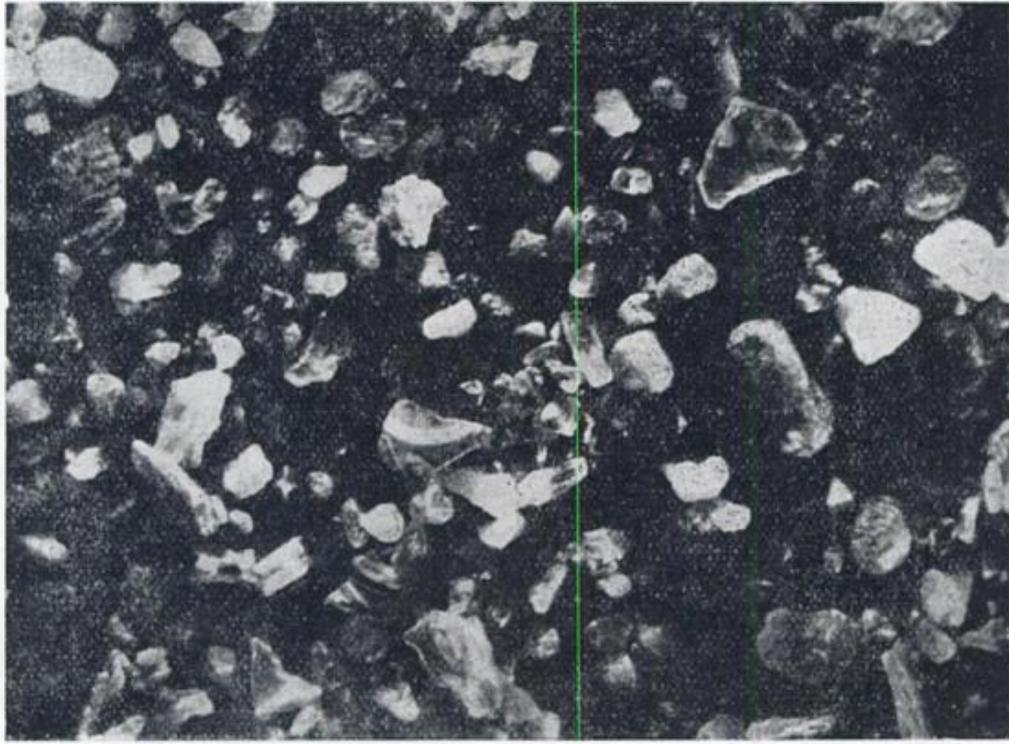
fracción, sobre todo este último para los individuos sin maclas visibles, que por otra parte son muy frecuentes. Tales mediciones en cada una de las muestras, han dado como resultado la predominancia de los miembros *andesina-labradorita* y subordinados a éstos los miembros *bitownita*, *oligoclasa* y *albita*. La zonalidad es una característica corriente con casos de idiomorfismo bien desarrollado. Además debe señalarse la presencia de vidrio volcánico adherido a algunos granos; tal hermandad denota el origen volcánico de las plagioclasas.

Sigue al grupo anterior en orden proporcional el *cuarzo*, con superficies límpidas, de formas subredondeadas a subangulosas y redondeadas en la fracción arena más gruesa. En algunos granos se advierten inclusiones flúidas y sólidas de apatita. Cantidades ínfimas de granos indican un origen de rocas cuarcíticas.

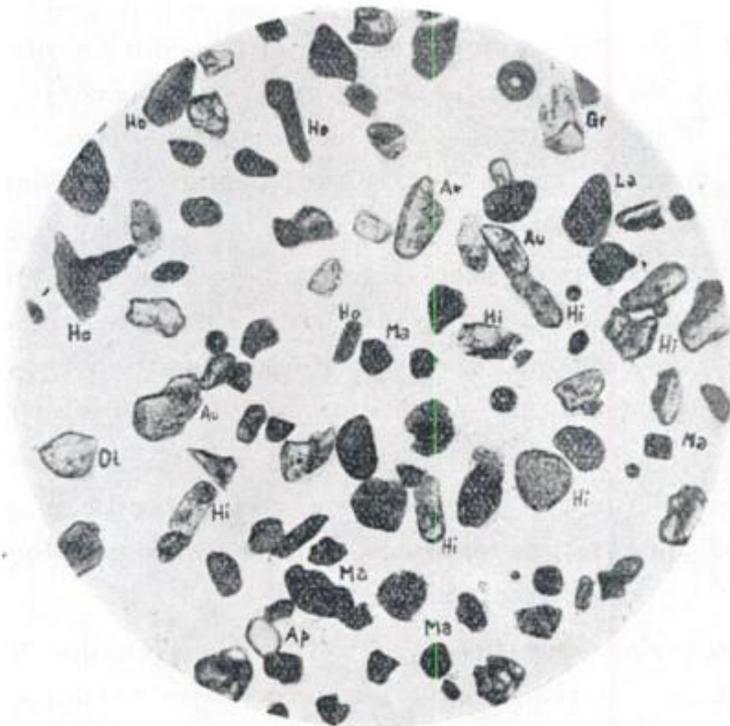
Por último deben mencionarse los *feldespatos potásicos*, correspondiendo un porcentaje mayor a granos irregulares de *ortosa* con pocas inclusiones flúidas y sólidas; el porcentaje menor pertenece al *microclino*.

Todos los minerales citados precedentemente se encuentran frescos, salvo algunos feldespatos potásicos ligeramente turbios por alteración

Fotomicrografías de algunos minerales que entran en la composición  
de los sedimentos estudiados



*Minerales lirianos.* muestra K, luz reflejada x 50



*Minerales pesa los.* Muestra G, luz paralela x 50

arcillosa incipiente: en las pastas volcánicas tampoco faltan alteraciones leves e impregnaciones de hidróxido de hierro.

b) *Fracción fina*: De esta fracción, la correspondiente a limo grueso tiene la misma composición mineralógica que la fracción arena, pero se aprecia un aumento proporcional de vidrio volcánico y material orgánico microscópico, disminuyendo en grado sensible los granos de pastas volcánicas.

En una ligera apreciación del material orgánico mencionado, se distingue que es más abundante en los sedimentos ricos en la fracción limo, como ocurre en las muestras A) y D). Estos restos de microorganismos comprenden especies correspondientes a la diatomeas cuyos géneros se enumeran en orden de abundancia y son: *Hyalodiscus*, *Campylodiscus*, *Epithemia*, *Denticula*, *Navicula*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Caloneis* y *Cyclotella*. Además se observan restos de silicoflagelados, espículas de esponjas y células de gramíneas.

La presencia de este material orgánico en las muestras estudiadas, indica que la sedimentación se llevó a cabo en ambientes de esteros fluviales o lagunas de aguas poco profundas, generalmente limpidas.

La fracción más fina se encuentra constituida por *arcilla* del grupo de la montmorillonita, en porcentajes reducidos dentro del conjunto general de los sedimentos, siendo la muestra B) la que contiene mayor cantidad (29,26 %).

c) *Minerales pesados*: Finalizada la separación de minerales por densidades para cada una de las muestras, se ha podido establecer una concentración relativamente rica de la fracción pesada, sobre todo para las arenas de médanos, llegando en las muestras G) y H) a 6,10 % y 6,20 % respectivamente para los médanos vivos, y 2,20 % y 4,20 % para las muestras K) y J) que forman los médanos ya fijos por una vegetación baja.

A los sedimentos psammíticos mencionados sigue, en cuanto a porcentaje de pesados, la muestra F) (barranca del río Salado) que también, como en los casos anteriores, es esencialmente arenosa, obteniéndose 3,20 % de pesados en el fraccionamiento bromofórmico.

Para las arenas limosas correspondientes a las muestras H) e I), seleccionadas debajo del horizonte calcáreo superior e inferior, disminuyen aún más las proporciones de minerales pesados llegando a 1,37 % y 1,70 %, respectivamente.

Por último, en las muestras C), A), D), E) y B), que forman parte de las barrancas del río Salado, los porcentajes varían entre 0,10 % y 1,00 %, correspondiendo el menor a la muestra B).

Ahora bien, teniendo en cuenta estos valores se pueden reunir los sedimentos en cuestión y formar tres grupos a saber:

1º L, G, J, K, F con un porcentaje de pesados término medio.....	4,36
2º H, I con un porcentaje de pesados término medio.....	1,53
3º C, E, A, D, B con un porcentaje de pesados término medio.....	0,45

Estos tres grupos así obtenidos, vienen a coincidir con los tres grupos sedimentarios diferenciados en el terreno [con excepción de la muestra F)], es decir que existe una relación entre los porcentajes de minerales pesados y la edad de los terrenos.

Al entrar a mencionar las especies minerales que componen esta asociación de pesados, se tienen en cuenta los porcentajes relativos entre ellos.

A primera vista, es evidente la predominancia de minerales *opacos* y *piroxenos*. Aquéllos, separados por magnetismo, fueron sometidos en caliente, a la acción disgregadora del sulfato ácido de potasio y luego tratados con ácido sulfúrico ligeramente diluído. Una vez fría la solución, se agregaron unas gotas de agua oxigenada dando lugar a la aparición de una tenue coloración anaranjada. Esta reacción de alta sensibilidad indica por el resultado aquí obtenido, la presencia de *ilmenita* muy subordinada a la *magnetita* y confirmada posteriormente en la observación microscópica por escasos granos de *leucoxeno*, producto de su alteración.

La magnetita se presenta en granos subredondeados a subangulosos, reconociéndose en estos últimos facetas romboédricas.

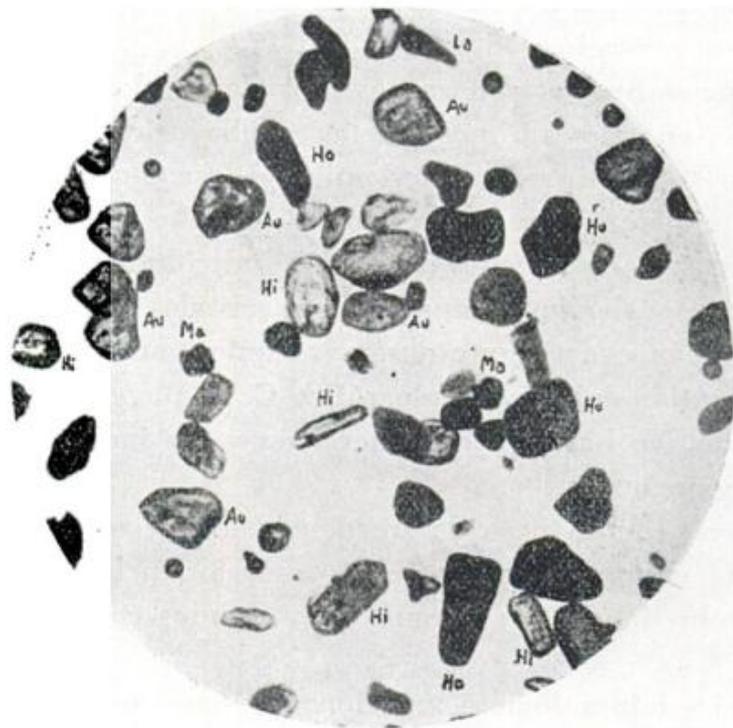
En el grupo de los piroxenos predomina el *hipersteno* en granos que ocasionalmente suelen ser mayores que los del resto de la asociación de pesados; entre sus formas prevalecen los individuos de hábitos prismáticos alargados, siendo común hallar cristales con idiomorfismo marcado. También es frecuente observar granos con sus extremos aserrados en el sentido del eje cristalográfico C. El pleocroísmo varía del verde al rosado. No hay visos de alteración y sus inclusiones más comunes son de magnetita.

Otro piroxeno común pero de frecuencia menor que el hipersteno resulta ser la *augita*, en granos verdosos cortos, prismáticos los más pequeños y subredondeados los mayores, algunos con inclusiones de magnetita.

A las especies mineralógicas mencionadas sigue por su abundancia relativa la *hornblenda*, de colores verdosos y castaños, con ligero pleocroísmo, variando en esas gamas. Las formas son prismáticas, en algunos casos con sus aristas ligeramente desgastadas. Este mineral se encuentra generalmente exento de alteraciones e inclusiones.



*Minerales pesados.* Muestra L. luz paralela x 50



*Minerales pesados.* Muestra C. luz paralela x 50. *Abreviaturas.* —  
Hi : hipersteno ; Ho : hornblenda ; Gr : granate ; Ap : apatita ;  
Au : augita ; Ma : magnetita ; Ol : olivina ; La : lamprobolita.

En cantidades menores y en orden decreciente pueden observarse los siguientes minerales:

*Lamprobolita*: de formas semejantes a la hornblenda pero con ángulo de extinción muy pequeño y con fuerte pleocroísmo que vira del rojo al anaranjado.

*Granate*: de distribución irregular en granos ligeramente rosados subredondeados a subangulosos, con superficies ásperas, en algunos casos, determinadas por múltiples aristas en ángulo.

*Zircón*: en tamaños variables pero generalmente pequeños, de formas comúnmente prismáticas piramidadas que resaltan en función de su alto índice de refracción.

*Olivina*: de distribución irregular, en granos frescos incoloros y subredondeados pero de superficies ásperas.

*Apatita*: de distribución regular, en granos redondeados.

*Muscovita*: de distribución irregular y en láminas de bordes redondeados.

*Biotita*: semejante a la muscovita pero en escamas castañas y amarillentas sin alteraciones.

*Hematita*: de distribución muy irregular y de color rojo sangre.

Entre los minerales muy escasos se encuentran:

*Turmalina*: con pleocroísmo castaño y verdoso.

*Clorita*:

*Titanita*: en forma de crucero y color pardo.

*Brucita*: se ha observado un sólo grano que probablemente corresponda a este mineral.

No faltan en este material pesado *pastas volcánicas*, material extraño para densidades mayores de 1,82, que han sido arrastradas por el contenido en hierro.

Al margen de las características mineralógicas referidas, es frecuente la presencia de *pasta vítrea* adherida a los siguientes minerales: hipersteno, magnetita, augita, hornblenda y lamprobolita.

## 2. Forma y superficie de los granos.

Bajo la observación combinada a través del microscopio y del binocular, se estudiaron los sedimentos con el fin de determinar las formas y superficies de los granos de la fracción arena. Una vez revisadas todas las muestras, se establece que los granos varían de formas subangulosas a subredondeadas, pero predominando las primeras, correspondiendo al vidrio volcánico los más angulosos. Sólo un porcentaje muy reducido presenta formas redondeadas.

La superficie de los granos es mate y punteada, siendo común distinguir en el cuarzo pequeñas cavidades concoidales, ocasionadas por el desprendimiento de diminutas esquirlas en el continuo choque entre los granos. Los correspondientes a pastas volcánicas también poseen superficies semejantes, pero debe tenerse en cuenta que ellas se ven favorecidas por sus texturas.

Las observaciones precedentemente mencionadas para el material liviano se ven confirmadas en la fracción pesada, compuesta en su mayoría por minerales que conservan sus formas de cristalización.

En consecuencia, la fracción arenosa ha pasado por un sólo ciclo sedimentario de poco transporte, salvo un porcentaje muy reducido de granos que evidentemente han sufrido un transporte prolongado.

### 3. Conclusiones.

Teniendo en cuenta las características mineralógicas de los sedimentos, así como también las granulométricas y texturales de los granos, se pueden extraer las siguientes conclusiones genéticas:

No existen diferencias importantes en la composición mineralógica entre las arenas y limos (fracción arena), pues ambos grupos granulométricos se encuentran formados por los mismos minerales y en proporciones similares, es decir, que carecen de selección mineralógica. Esta constancia evidencia una continuidad y un origen común confirmado por los procesos que formaron los sedimentos donde, en unos casos, la acción eólica desempeñó un papel exclusivo: en otros, la acción combinada de los vientos y el agua determinaron sedimentos de mezcla.

La abundancia de pastas volcánicas microgranosas feldespáticas cuarzosas, otras exclusivamente de plagioclasas y el resto vitrofíricas con microlitas piroxénicas generalmente en disposición fluidal, como asimismo la presencia de vidrio volcánico adherido (mátrix) a algunos granos de plagioclasas, hipersteno, magnetita, augita, hornblenda, etc., permite asegurar que las rocas madres del material sedimentario han sido esencialmente volcánicas, ácidas, mesosilíceas y básicas, estas últimas confirmadas por la existencia, aunque escasa, de bitownita y olivina. Pero no debe descartarse la posibilidad de que se encuentren mezclados minerales de distintos orígenes como feldespatos y cuarzo, tan abundantes en las rocas plutónicas y filonianas (granitos y pegmatitas) que afloran en la comarca estudiada y alrededores.

El estado de las plagioclasas en individuos comúnmente idio-

morfos, su abundancia y la ausencia de alteraciones, así como la predominancia de otros minerales en granos subangulosos — sólo un porcentaje muy reducido de granos muestran un elevado grado de redondeamiento, señales evidentes de transporte prolongado — sugieren que no han sufrido un largo transporte. Características similares presenta el material pesado y en especial la olivina, augita, hornblenda y el hipersteno: tales minerales son particularmente susceptibles de alteraciones bajo condiciones sedimentarias y no aguantan más de un ciclo sedimentario, hecho que permite establecer la gran juventud de estos sedimentos que aún no han madurado.

La contribución piroclástica que ha sido importante, confiere ciertas características tobáceas a este grupo de sedimentos.

La asistencia de minerales típicamente metamórficos en la formación de estos sedimentos ha sido prácticamente nula.

Para la formación de los sedimentos debieron existir cuerpos de agua y un clima seco relativamente cálido.

#### A) RASGOS GENERALES DE LA TECTÓNICA DEL SUBSUELO DE LA PAMPA Y ALREDEDORES

En el trabajo de Windhausen (20, 333) que data de 1918, este autor incluye un bosquejo tectónico en el que muestra algunas de las líneas de las grandes fallas del suelo argentino. Para trazarlas se basó en la observación de fenómenos morfológicos (especialmente trayectorias de grandes ríos). Naturalmente, estas grandes fallas se encuentran a menudo ocultas debajo de sedimentos Terciarios o Cuaternarios; por lo tanto no se puede, por ese sólo medio, llegar a resultados completos. Se puede observar que el bosquejo de Windhausen refleja detalladamente la presencia de dos sistemas de diaclasas o fracturas de rumbos aproximados NW-SE y SW-NE. Los conocimientos posteriores permiten agregar un tercer sistema, cuya importancia en la estructura tectónica general es enorme; se trata del que corre de Norte a Sur y que se conoce a través de la exploración geológica de superficie, de algunas perforaciones realizadas y de estudios sismológicos.

El pequeño mapa (fig. 7) se refiere en particular a la zona estudiada y alrededores, y puede observarse que aparecen aquí las líneas tectónicas de los tres sistemas mencionados.

El que aparece marcado con el n<sup>o</sup> 1 se compone en nuestro mapa con dos fallas comprobadas. Una de ellas corresponde al valle del río Desaguadero, la cual no sólo se puede observar en superficie sino

que además, por estudios sísmicos realizados, se ha corroborado su presencia en forma incuestionable. Ya Groeber (7, 214) se refiere a su presencia en forma precisa dejando solamente un margen de duda acerca de su trayectoria exacta hacia el sur. La otra dislocación situada hacia el E, pasa justamente entre las localidades de Victorica y Telén.

En los alrededores del primero de los lugares mencionados el granito no pudo ser alcanzado a pesar de que el sondeo alcanzó la profundidad de 625 m. Interpretamos en este dato como un indicio de la presencia de una dislocación, seguramente de rumbo meridional, y con toda seguridad correspondiente a las grandes fallas que regulan la estructura general de las sierras pampeanas.

Los dos sistemas restantes, marcados con los números II y III se representan bajo la forma de importantes fracturas, y también, como conjunto de fisuras de trazado paralelo, en cada sistema.

Las líneas tectónicas de rumbo NW-SE (II) son visibles directamente en Lihué Calel y Sierra Chica; son apreciables en superficie por ciertos rasgos morfológicos (valle del río Colorado, sucesión de depresiones ocupadas por las lagunas Chasicó, Colorada Grande y otras menores) y además han sido determinadas por estudios sismológicos. El subsuelo intensamente alterado por la acción diastrófica no tiene el aspecto relativamente sencillo que se presenta en la figura; el trazado de grandes fallas representa una simplificación, siguiendo las líneas más notables. Así por ejemplo el "grabben" o fosa tectónica que ocupa el río Colorado está constituido por fallas paralelas que provocan el hundimiento central de los bloques formados; una disposición similar determinada también por fallas del mismo rumbo se encuentra en el subsuelo en el valle inferior del río Negro.

El diaclasamiento del pórfido que constituye la zona de Lihué-Calel y Chica, es paralelo al trazado de estas grandes dislocaciones. Las fotografías 3 y 4 ilustran al respecto.

El tercer sistema (III) de rumbo SW-NE se manifiesta con igual claridad en el ámbito serrano, pero no tanto en los rasgos morfológicos de las llanuras circundantes; por ejemplo Sgrosso (11) al estudiar las minas de cobre de Lihué-Calel situadas a 15 km al SW de las sierras homónimas establece que las vetas tienen rumbo constante SW-NE. La génesis del yacimiento está vinculada estructuralmente al ambiente tectónico regional.

También como evidencia en este sentido se presenta la serie de lagunas en rosario que ya en la provincia de Buenos Aires aparecen en las cabeceras del río Salado. Lo interesante es que la prolongación

de esta línea hacia el SW cruza por la región de los afloramientos porfíricos intensamente afectados que constituyen las sierras de Lihué-Calel y Chica. Ya solamente con carácter especulativo podría agregarse a estos datos la trayectoria de las depresiones ocupadas por los salitrales Levalle y otro sin nombre situado al SW del mismo. Enmarcan por el NW al ambiente de sierra. Hacia la región de Gral. Acha encontramos el señalamiento de estos rumbos, repetidamente en el trazado de los valles paralelos Chapalcó, Quehué y Utracán. Haciendo referencia a las condiciones tectónicas de esta última cuenca y que los autores consideran comunes a todas ellas, Cordini, Pandolfi, Rubio y Creixell (4) establecen en un "block-diagrama" la estructura de la misma. Se trataría de un valle tectónico determinado por dos fallas longitudinales paralelas de unos 90 m de rechazo y separadas una de otra por unos 15 a 20 km. Complican esta estructura varias fracturas transversales recientes, con rechazos reducidos (6 a 8 m?).

Este cuadro tectónico general nos lleva a la conclusión de que en las sierras mencionadas y sus alrededores están convergiendo los tres sistemas de fracturación del subsuelo.

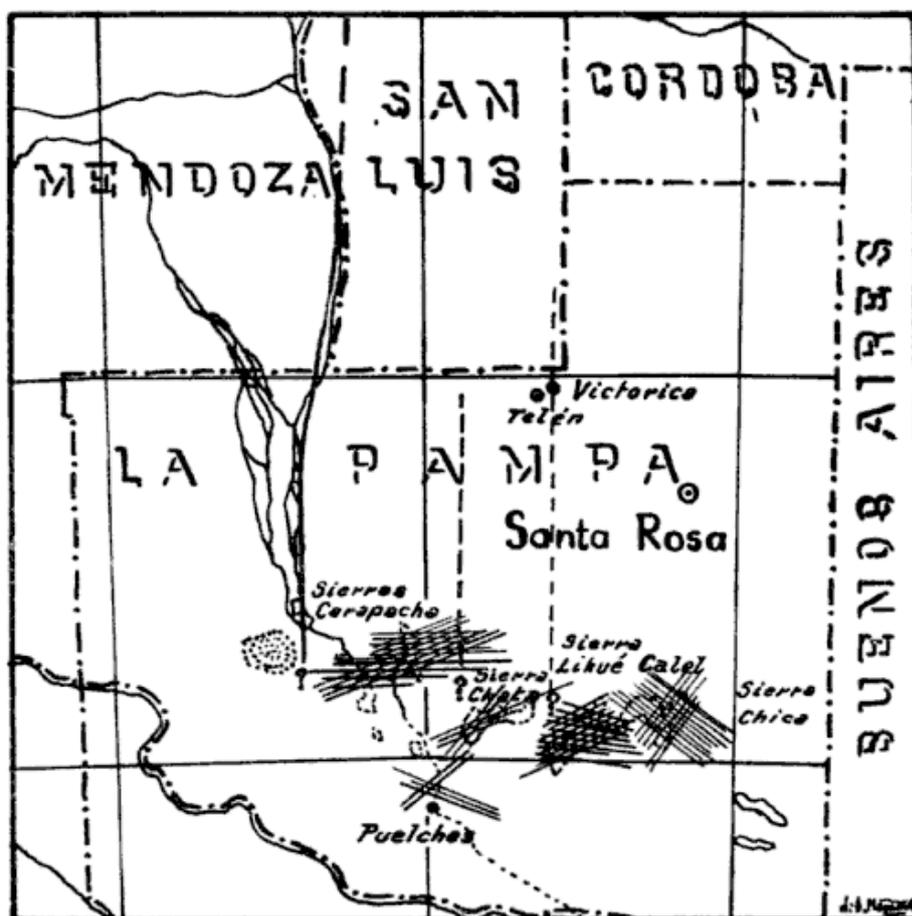
#### B) RASGOS TECTÓNICOS DE LIHUÉ-CALEL Y ALREDEDORES

En el mapa de la figura 6, se muestran en forma generalizada los sistemas de fracturación que afectan a la Pampa Meridional. Las rocas más antiguas, es decir granitos y granodioritas proterozoicas de la sierra Chata muestran fisuramiento bastante marcado. Las fisuras de mayor tamaño y profusión tienen rumbo prevalente N 65°-70° E. Otros sistemas menos evidentes, se ubican también en el cuadrante NE. Las sierras de Carapacha formadas por lutitas y grauvacas cuya edad consideramos como ordovícica, y que se encuentran bastante plegadas, presentan también indicios de fracturación. Las líneas principales coinciden en su rumbo con las que citamos para las rocas graníticas. También son coincidentes las direcciones de ambos sistemas secundarios (alrededor de N 20°-25° E). En todos los casos los planos de separación son verticales o subverticales.

También se muestran orientadas en este mismo rumbo tectónico principal las depresiones de los salitrales Levalle y otro sin nombre al SW del mismo. Cordini, Pandolfi, Rubio y Creixell (4, fig. 1) indican que al NE de la zona que se describe, el valle de Utracán, (y por comparación el de Maracó, Ucal y Acha) es en realidad una depresión de origen tectónico, con dos fallas longitudinales que determinan el rumbo del supuesto valle. Si el origen de los dos salitrales citados

para nuestra región está también vinculado a dislocaciones similares, como su rumbo lo hace suponer, asignamos al mismo sistema de fracturas de rumbo NNW, las fallas que los flanquearían.

La llamada "serie porfirítica" pone de manifiesto en forma notable



- I. Sistema de fallas N-S  
 II. Sistema de fisuras del cuadrante N-W  
 III. Sistema de fisuras del cuadrante NE  
 escala: 1:5.000.000.

Figura 7

la acción mecánica de origen tectónico a que fué sometida. Las sierras acción mecánica de origen tectónico a que fué sometida. Las sierras de Lihué-Calel y Chica que aparecen en las fotografías 3 y 4, son bien ilustrativas al respecto.

En ellas las rajaduras de rumbo ENE, se cruzan con otro sistema al parecer de iguales efectos, por lo menos en el ámbito de otras sierras, cuyo rumbo es N 53°-63° W. Determinan bloquitos prismáticos irregulares, cuyas caras a menudo presentan espejos de fricción. La cresta de la sierra Chica parece particularmente afectada (fotografía 4).

El tercer efecto diastrófico de importancia lo producen las grandes fallas de rumbo meridional que ya hemos citado precedentemente y cuya presencia, en la región de Lihué-Calel y alrededores solamente se puede inferir. Su origen está vinculado sin duda al de las sierras de Córdoba y San Luis, y son la prolongación de aquéllas.

El extremo Sur de este sistema estructural está precisamente constituido por las sierras de Lihué-Calel y Chica, pues las dislocaciones de rumbo meridional no ofrecen indicios que permitan suponer su prolongación austral. Es indudable que las manifestaciones tectónicas de fracturación transversal deciden su finalización.

La región considerada presenta diversos tipos geomorfológicos que se distinguen sin mayor dificultad, a pesar de que los mismos no son los representantes típicos pues se presentan siempre atenuados en sus rasgos, como se verá en la descripción somera de los mismos que consignamos seguidamente:

#### A) EL PAISAJE DE SIERRAS

Este tipo de relieve se destaca netamente en el ambiente amplísimo de la llanura circundante, pues son elevaciones aisladas, si bien de reducida altura. Las diferencias de composición litológica en ellas se traducen sólo en ligeros efectos morfológicos. Así, por ejemplo las sierras de Carapacha Grande y Carapacha Chica y otros cerritos cercanos, constituidos por rocas pelíticas de tipo pizarreño de estructura fisilar a lajosa y fisurada secundariamente por acción tectónica, forman relieves redondeados muy maduros, disectados ocasionalmente por vallecitos de arroyos casi permanentemente secos, de laderas no muy abruptas, y de muy poca profundidad.

Los puntos más altos están situados a alrededor de 60 metros sobre el nivel de la llanura.

La sierra Chata <sup>1</sup>, integrada totalmente por granito de grano fino, acusa en su modelación formas suaves y redondeadas que se destacan tanto en grande como en reducida escala. El aspecto general de la sierra es el resultado, principalmente, de prolongados procesos gliptogénicos que modelaron el relieve alcanzado un grado

<sup>1</sup> Sierra Chata es llamada por los pobladores, no solamente la parte de elevaciones graníticas situadas en sentido meridional, sino también la otra, que forma un relieve elevado y realmente chato, determinado por la presencia de las capas chasicóenses horizontales levantadas.

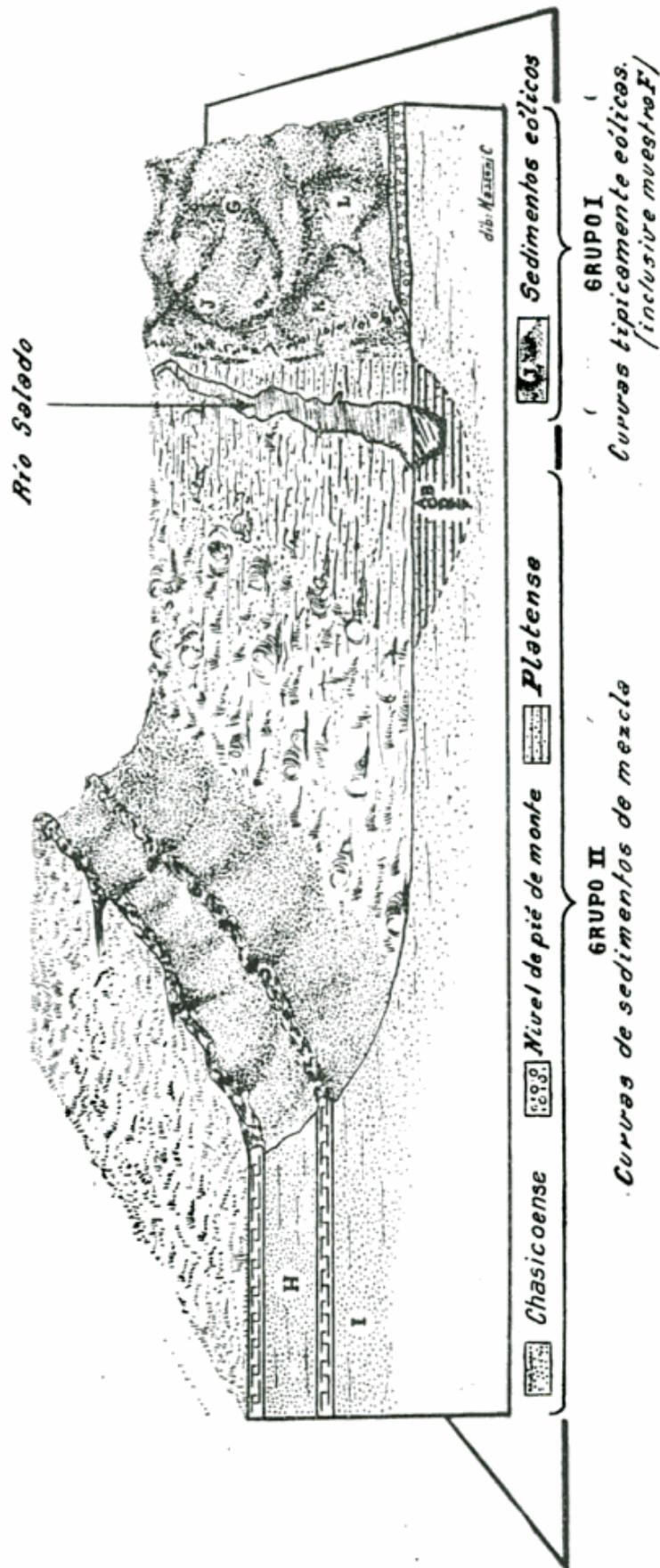


Fig. 8. - Bosquejo esquemático de las relaciones entre los sedimentos estudiados en el texto

avanzado de maduración. Observando ya esta elevación en sus detalles se aprecia un sistema de fracturación del granito, orientado en el cuadrante noreste. Tal sistema influyó, naturalmente, en el desgaste de la sierra, facilitando los procesos mecánicoquímicos de desagregación y descomposición. La disyunción esferoidal es bastante marcada.

Las sierras de Lihué-Calel y Chica están compuestas casi exclusivamente por riolitas intensamente fisuradas. Su aspecto general coincide con las elevaciones anteriormente descritas; es decir que presenta a la observación un relieve bastante maduro, de formas muy suaves (foto 2).

El pórfido o riolita que las componen están afectados por acción tectónica en forma bastante marcada por dos sistemas de fisuramiento. Al este de la estancia de Otero son comunes estas diaclasas constituyendo un sistema cuyo rumbo es NE. Otro más marcado al norte de este lugar es de rumbo NW. Las fotos n<sup>os</sup>. 3 y 4 ilustran bien lo expresado.

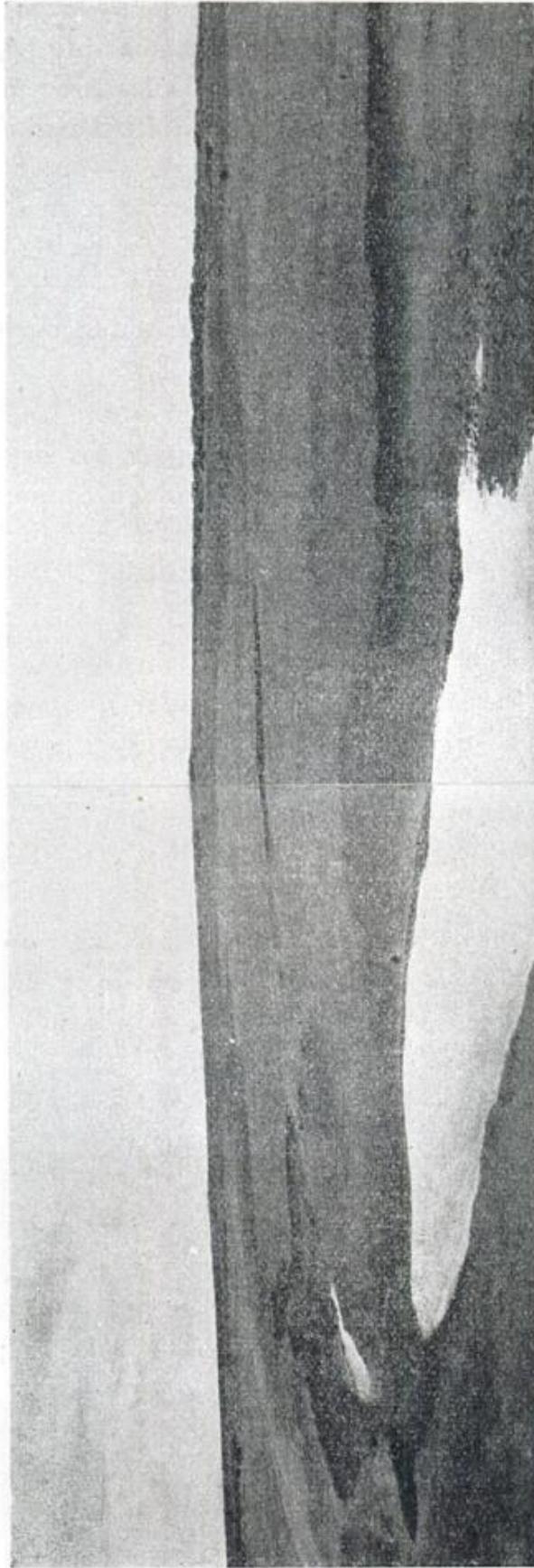
La sierra Chica (foto 4) también muestra una intensa fracturación que le da el aspecto particular que puede observarse. Los dos sistemas que la forman se cruzan casi perpendicularmente y han producido la formación de bloques prismáticos de tamaño diverso, afectados por un tipo de disyunción que no alcanza a ser esferoidal. Es similar al que se observa en la foto 3, si bien no es tan marcado.

Indudablemente los mismos planos de fractura que tiene el pórfido facilitaron el desgaste meteórico de la sierra y contribuyeron así, a reducir más rápidamente su altura.

## B) EL PAISAJE DE LAS MESETAS

Aquellas zonas que se extienden desde el sudeste del área estudiada hasta la margen derecha del río Salado, al este de la sierra Chica y al oeste de la sierra de Lihué-Calel y también a las elevaciones mesetiformes que aparecen con disposición en ángulo recto, al noreste de la sierra Chata, configuraron un relieve de este tipo.

Se trata por su origen de mesetas de construcción, formadas por capas horizontales o subhorizontales de rodados de diversa composición cementados por abundante carbonato de calcio. Se encuentran a alturas constantes que oscilan entre 240 y 415 m



Fotog. 1. — Cauce del río Salado, a unos 5 km al S de La Florida



Fotog. 2. — Sierra de Lihú-Calei, tomada desde la cresta de la sierra Chica desde el sudoeste

s.n.m. y la superficie de las mismas es casi plana o levemente ondulada.

En la amplia meseta que se extiende desde la margen derecha del río Salado hacia el oeste, se advierte que hay dos tipos de límites: uno el oriental que es abrupto y constituido por una barranca de 30 m de altura sobre el lecho del cauce cercano y el otro, occidental, es difuso y se pierde a muchos km al oeste. Algo similar ocurre con las pequeñas mesetas situadas al oeste de sierra Chica, donde el parecido es notable, y al este de la sierra de Lihué-Calcl, en la cual la bardita se encuentra hacia el norte, y



Fotog. 3. — Sistema de fisuras en el pórfito de la sierra de Lihué-Calcl, ladera sur, cerca de la Estancia Otero. El sistema más marcado es de rumbo NW aproximadamente

el límite difuso hacia el sur. Las elevaciones próximas a la sierra Chata son bien definidas en todos sus límites, de manera que es éste un caso de excepción en el panorama general.

Algunos autores consideran que este tipo de relieve es el remanente de una extensa llanura labrada por procesos erosivos y deflatorios. Tal aseveración parece confirmarse con el resultado de observaciones efectuadas en el este de la Pampa y oeste de Buenos Aires, donde capas calcáreo-conglomerádicas en todo similares a éstas, atribuidas al Pleistoceno, han sufrido desgastes por agentes exógenos produciendo paisajes parecidos al de la región a que se hace referencia.



Fotog. 4. -- La sierra Chica vista desde el E. Es notable la intensa fracturación del pórfido que la forma

### C) EL PAISAJE DE LAS LLANURAS

Salvo las áreas ocupadas por las sierras y las mesetas, la zona considerada es llana, en términos generales. Pero su monotonía se ve interrumpida por desniveles producidos por acumulaciones de arena transportada por el viento o por algunos cauces de muy escasa profundidad (fotografía I) o por algunas lomadas que apenas afectan la horizontalidad del terreno. Las acumulaciones de arena, que a veces constituyen verdaderos médanos, generalmente fijos a semifijos no pasan de 6 ó 7 m sobre el nivel general de la llanura. Los cauces fluviales apenas se insinúan en las regiones llanas que circundan las sierras, salvo el caso del valle del río Salado, que se encuentra en muchas partes cubierto por arena, apareciendo como de trazado discontinuo. En este gran ambiente se ven las cuencas endorreicas de tamaño considerable, en especial las lagunas La Dulce y Urrelauquén. El salitral Levalle, que en realidad es una laguna y otra cuenca cerrada situada al SW de aquél, completan el cuadro de estas grandes cuencas. Sus bordes están constituidos por médanos fijos, que forman barrancas de hasta 2 m de alto, con una laderita cubierta por vegetación halófila (zampa), y una playa cuya extensión varía con el contenido de agua de estas cuencas y con la dirección del viento. Dentro de los salitrales, y de este en especial hay a la manera de testigos o mogotes a veces conectados con la orilla, restos de médanos que parecen penínsulas o islas. Tienen generalmente 4 m sobre el nivel del agua. La posición de estas dos últimas cuencas puede estar relacionada con grandes fallas que no son visibles en superficie, pero que dan pruebas indirectas de su existencia. Otra de las áreas características dentro de este tipo de paisaje que consideramos, es aquella que circunda a la zona serrana de Lihué-Calel y de la sierra Chica. Allí las ondulaciones del terreno parecerían ser originadas por las acumulaciones detríticas finas que se presentan a la observación directa. Pero algunas perforaciones o pozos a pico y pala, ya sea para extraer agua o para implantar postes o alambrados descubren a escasa profundidad las riolitas que componen la sierra. Esto demuestra que esas irregularidades superficiales son reflejo de los desniveles de las rocas duras situadas a escasa profundidad. Esa situación se ha deseado reflejar en el perfil de la figura 2.

Resumiendo en forma de cuadro los conceptos precedentes se obtiene la relación entre tipos de rocas y sedimentos y el paisaje originado.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. APARICIO, E. P., *Hallazgo de sedimentos paleozoicos en las cabeceras del río Salado, Malargüe, Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. V, 127. Buenos Aires, 1950.
2. BOUCHONVILLE, A., *Un reconocimiento expeditivo de la sierra de Lihúé-Calel*. Inst. Mus. La Plata, t. X, Geol. n° 37. La Plata, 1945.
3. CANNELLE, L. E., *Condiciones hidrogeológicas de la zona comprendida entre Telén y Santa Isabel y valle de los ríos Salado, Atuel, Chadileufú*. Territorio de La Pampa. Informe inédito de la Direc. Nac. de Minería, Buenos Aires, 1950.
4. CORDINI, PANDOLFI, RUBIO Y CREINELL, *Cuerpos salinos de la fosa de Utracán Acha*. Informe inédito de la Direc. Nac. de Minería. Buenos Aires, 1950.
5. DOERING, A., *Informe Oficial de la Comisión Científica Agregada al E. M. General de la Expedición al río Negro (Patagonia)*. Entrega III, (Geología). Buenos Aires, 1882.
6. GROEBER, P., *Líneas fundamentales de la geología de Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes*. Direc. Gral. de Minas, Geología e Hidrología. Pub. n° 58.
7. — *Mapa geológico de Mendoza*. Physis, 1º, XIV, Sec. Geología y Paleontología, Buenos Aires, 1939.
8. — *Lista de los terrenos a distinguirse en el mapa geológico de América del Sur*. Primera reunión de comunicaciones (mayo de 1945) IPIMIGEO, Sec. Argentina, Buenos Aires, 1945.
9. — *Glacial, Tardío y Postglacial en Patagonia*. Rev. del Museo Municipal de C. Nat. y Tradicional de Mar del Plata, vol. I, entrega I, diciembre de 1952.
10. — *Mesozoico*. Geografía de la Rep. Argentina, t. II, Buenos Aires, 1953.
11. — *Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno, Cuartario*. Rev. Asoc. Geol. Arg., t. X, n° 4, Buenos Aires, 1956.
12. KEIDEL, J., *El Precámbrico*. Geografía de la Rep. Argentina, t. I, GAEA, Buenos Aires, 1947.
13. RIGGS, E. S. Y PATTERSON, B., *Stratigraphy of late miocene and pliocene deposits of the province of Catamarca (Argentina)*. Physis, t. XIV, Sec. Geol., Buenos Aires, 1939.
14. SGROSSO, P., *Las minas de cobre de Lihúé-Calel, Territorio de La Pampa*. Inf. inéd. de la Direc. Nac. de Minería, Buenos Aires, 1939.
15. STAPPENBECK, R., *Investigaciones hidrogeológicas en los valles de Chapal-Có y Quehué y sus alrededores*. Min. de Agric. Dirección Gral. de Minas, Serie B (Geol.) n° 4, Buenos Aires, 1913.
16. — *Las aguas subterráneas de la Pampa*. — Obra Inéd. de la Direc. Nac. de Min.
17. TAPIA, A., *Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas*. — Bol. n° 40 de la Direc. de Minas y Geol. Buenos Aires, 1935.

18. --- *Chacharramendi y alrededores.*— *Physis*, Sec. Geol. y Paleontol. Bs. As., 1939.
19. WICHMANN, R., *Contribución a la geología de los Departamentos de Chicalcó y Puelén, de la parte occidental de la Pampa Central.*— Pub. n<sup>o</sup> 40 de la Direc. de Geol. de Minas, Geol. e Hidrogeol. Bs. Aires, 1928.
20. WINDHAUSEN, A., *Rasgos de la historia geológica de la planicie costanera de la Patagonia Septentrional.*— Bol. Acad. Nac. de C. t. XXIII, Córdoba, 1918.
21. --- *Geología Argentina*, t. II, Buenos Aires, 1931.







400 000

16 20 24

37° 30'

64° 45'



Referencias

Zona de humus



Chasicóense

Sedimentos eólicos



Serie porfirítica

Platense { a Aflorando  
b Cubierto



Formación Carapacha

Niveles de pie de monta (I, IIa y II b)



a Aflorando  
b: Cubierto, a menos de 10mts. de la superficie

Complejo cristalino basal

Dip. Jep

37° 30'  
66° 15'

Escala

