

**Lista de trabajos citados en el texto**

- Andreis, R. R., M. M. Mazzoni y L. A. Spalletti, 1975. *Estudio estratigráfico y paleoambiental de las sedimentitas terciarias entre Pico Salamanca y Bahía Bustamante, provincia de Chubut, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXX (1): 85-103.
- Banner, F. T. y W. H. Blow, 1965. *Progress in the planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene*. Nature, 208, págs. 1164-1166.
- Bertels, A., 1970. *Sobre el "Piso Patagónico" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (Rep. Arg.)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXV (4): 495-501.
- 1975. *Bioestratigrafía del Paleogeno en la República Argentina*. Rev. Esp. Microp., Vol. VII, Nº 3, págs. 429-450.
- 1977. *Estratigrafía y micropaleontología de la Formación San Julián en su área tipo, provincia de Santa Cruz, República Argentina*. Ameghiniana, XIV (1-4): 233-293.
- Berggren, W. A. y van J. A. Couvering, 1974. *The late Neogene*. Paleo., Vol. 16 (1-2): 1-216.
- Camacho, H. H., 1967. *Las transgresiones del Cretácico superior y Terciario de la Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXII (4): 253-279.
- 1974. *Bioestratigrafía de las Formaciones marinas del Eoceno y Oligoceno de la Patagonia*. An. Acad. Cs. Ex. Fis. y Nat., 26: 39-57.
- 1979. *Descripción geológica de la Hoja 47 h-48 g, Bahía Camarones*. Serv. Geol. Nac. Bol. Nº 153, Buenos Aires.
- Camacho, H. H. y J. A. Fernández, 1956. *La Transgresión Patagónica en la costa Atlántica entre Comodoro Rivadavia y el curso inferior del Río Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XI (1): 23-41.
- Cecione, G., von G. Goetsche y J. Alvarez, 1974. *Anticlinales Prat y Canelos, Seno Otway, Magallanes*. Fac. Cs. Fis. y Nat. Dpto. Gral. Un. Chile, 42: 1-18.
- Cione, A. L., 1978. *Aportes paleoictiológicos al conocimiento de la evolución de las paleotemperaturas en el área austral de América del Sur durante el Cenozoico*. Ameghiniana, XV (1-2): 183-208.
- Chavan, A., 1969. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part. N., pág. 554, Univ. Kansas Press.
- di Paola, E. y H. Marchese, 1973. *Litoestratigrafía de la Formación Patagonia en el área tipo (Bajo de San Julián - desembocadura del río Santa Cruz) Provincia de Santa Cruz - Argentina*. 5to. Congreso Geológico, Actas III: 207-222.
- Durham, W., 1966. *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part U. Univ. Kansas Press.
- Franc, A., 1960. *En Traité de Zoologie*. Tº V, 1eme fasc. Mason E., Paris.
- Franchi, M. R., 1976. *Descripción geológica de la Hoja 46 g, Cabo Raso*. Serv. Geol. Nac., Inf. inéd., Buenos Aires.
- 1977. *Descripción geológica de la Hoja 45 g, Monte Triste*. Serv. Geol. Nac., Inf. inéd., Buenos Aires.
- Franchi, M. R., M. J. F. Haller, O. R. Lapido, R. F. N. Page y A. Pesce, 1975. *Geología de la región nororiental de la provincia del Chubut, República Argentina*. IIº Cong. Ib. Amer. de Geol. Econ. IV: 125-139, Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1954. *Alcune nuove Forme di Brachiopodi e Molluschi del Terziario e Cretáceo Superiore della Patagonia*. Public. Inst. Geol. Univ. Torino, fasc. II.
- Gardner, S. y E. Bowles, 1939. *The Venericardia planicosta group in the Gulf Province*. U.S. Geol. Survey. Prof. Paper 189 -F-, Washington.
- Malumián, N., 1970. *Bioestratigrafía del Terciario marino del subsuelo de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)*. Ameghiniana, 7 (2): 173-204.
- Malumián, N. y V. Masiuk, 1971. *El género Cribrorotalia Hornibrook, 1961 (Familia Elphüdae) en la Argentina*. Rev. Española Microp. 3 (3): 293-300.
- Manigault, P. 169 *Traité de Zoologie*, V. Pierre Grassé.
- Marshall, L., R. Pascual, G. Curtis y R. Drake, 1976. *South American Geochronology: Radiometric Time Scale for Middle to Late Tertiary Mammal-bearing Horizons in Patagonia Science*. 195: 1325-1328.
- Marshall, L. y R. Pascual, 1977. *Nuevos marsupiales cacoolestidae del "Piso Notohipidense" (SW de Santa Cruz, Patagonia) de Ameghino, sus aportaciones a la cronología y evolución de las comunidades de Mamíferos Sudamericanos*. Museo Mun. Cs. Nat. M. del Plata, 2 (4): 91-122.
- Miller, A. C., 1947. *Tertiary nautilus of the Americas*. Geol. Soc. Am. Mem. 23.
- Riggi, J. C., 1978. *La importancia de los sedimentos piroclásticos y de la sílice biogénica en la estratigrafía de la Formación Patagonia*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXIII (2): 158-171.
- 1979a. *Nuevo esquema estratigráfico de la Formación Patagonia*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXIV (1): 1-11.
- 1979b. *Nomenclatura, categoría litoestratigráfica y correlación de la Formación Patagonia en la Costa Atlántica*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXIV (3): 243-248.
- Russo, A., 1953. *Levantamiento geológico al N de Pico Salamanca entre el mar y La Pampa del Castillo, Salamanca y Malaspina; escala 1:100.000*. YPF. Inf. inéd., J 165.
- Sacco, 1899. *I molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*. Parte XXVII. 441 figure, Torino.
- Stewart, R. B., 1930. *Gabbs California Cretaceous and Tertiary Type lamellibranches*. Acad. Nat. Sci. Philadelphia Spec. Publ. 5: 150.
- Recibido: Julio 17, 1979.

ELSA ROSSI DE GARCIA Servicio Geológico Nacional,  
REGINA LEVY Av. Santa Fe 1548 - 2º  
MARIO FRANCHI 1060 Buenos Aires.

# PENINSULA ANTARTICA: ¿OROGENO U OROCLINO?

D. A. VALENCIO, J. E. MENDIA, J. F. VILAS y J. SELLES MARTINEZ

## Resumen

Datos paleomagnéticos de rocas asignadas al Complejo Igneo Andino recogidas en seis sitios diferentes a lo largo de la Península Antártica son empleados para verificar si su forma curvada se debe a un proceso diastrófico posterior a la Orogenia Andica (arqueamiento oroclinal) o bien al modo de producirse el fallamiento de la corteza durante esa orogenia (orógeno).

Las posiciones de los polos paleomagnéticos indican que la Península Antártica es un orógeno; es decir que no sufrió ningún arqueamiento oroclinal desde la Orogenia Andica. Se analizan las implicancias de ello en relación a la evolución tectónica de la parte austral de América del Sur, el Arco de Scotia y la Península Antártica sugerida en concordancia con la teoría de la Tectónica Global.

## 1. Introducción

Han sido enunciadas dos hipótesis para explicar la traza curvilínea que presentan algunas cordilleras. Una de esas hipótesis (Carey, 1958) sostiene que dichas cordilleras deben su arqueamiento a la acción de procesos telúricos posteriores a aquellos en los cuales se originaron. Según esta hipótesis esas cordilleras cuando se formaron tenían una traza rectilínea, la que fue luego modificada, durante procesos geodinámicos posteriores, hasta alcanzar su curvatura actual (arqueamiento secundario). Carey (1958) dio a estos cordones orogénicos de curvatura secundaria el nombre de oroclinos. Otra de las hipótesis (Wilson, 1954) sostiene que la curvatura de las citadas cordilleras se debe al modo de producirse el fallamiento de la corteza durante el episodio orogénico (arqueamiento primario); Wilson (1954) dió a estos cordones de curvatura primaria el nombre de orógenos.

Algunos autores, entre otros Hamilton (1966) y Dalziel *et al.* (1973), sugirieron que el arqueamiento del cordón montañoso formado durante la Orogenia Andica a lo

## Abstract

Palaeomagnetic data from rocks of the Andean Igneous Complex from six sites of the Antarctic Peninsula are used to test the oroclinal bending suggested for it.

The positions of the palaeomagnetic poles indicate that the Antarctic Peninsula is an orogene; that is that the peninsula was not affected by any oroclinal bending after the Andean Orogeny. The implications of this on the tectonic evolution suggested for the most southern part of South America, the Scotia Arc and the Antarctic Peninsula on basis of the Theory of Global Tectonics, are analyzed.

largo de la Península Antártica (Cordillera de la Antártida Occidental), como así también el de la península propiamente dicha, es de origen secundario; es decir consideran a dicho cordón como un oroclino. Estos autores basan su interpretación en la similitud de los rasgos geológicos de los Andes en la parte austral de América del Sur, de la Península Antártica y de las islas que integran el Arco de Scotia. Particularmente, los autores citados en último término, basándose en la Teoría de la Tectónica Global, postulan que originariamente los Andes y la Cordillera de la Antártida Occidental formaban un único cordón montañoso rectilíneo y continuo, (Protocordillera de los Andes y de la Antártida Occidental, figura 1; Dalziel y Elliot, 1971), el que posteriormente fue arqueado y fragmentado en las proximidades del Pasaje Drake para formar el Arco de Scotia. Esta fragmentación, siempre de acuerdo a los citados autores, habría ocurrido con posterioridad a la Orogenia Andica (después del Cretácico tardío pero antes del Mioceno medio, entre 70 y 20 millones de años, aproximadamente). Todo ello implica que tanto las rocas que se formaron durante la

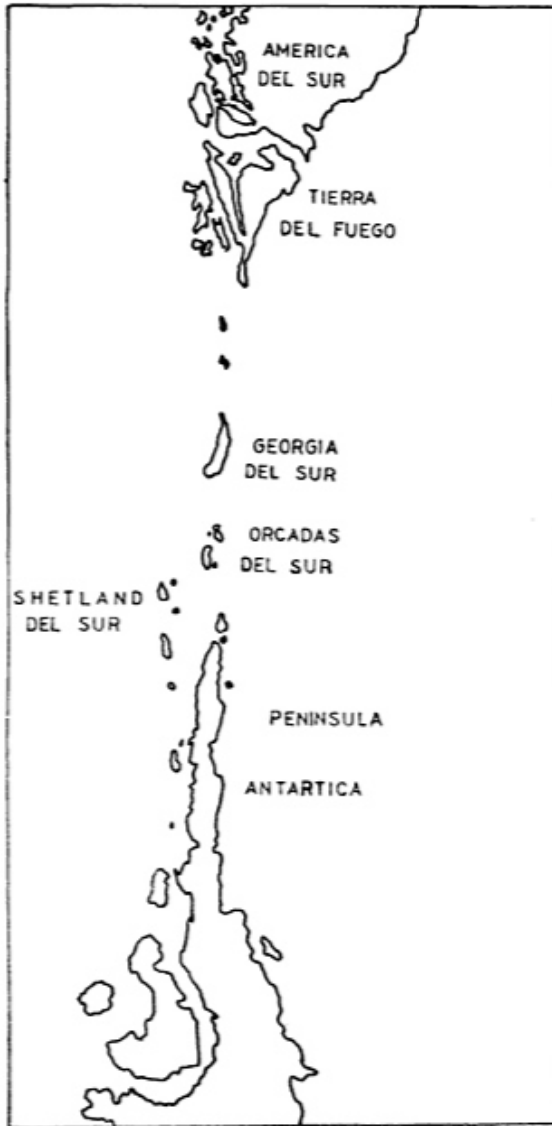


Fig. 1.—Morfología de la parte austral de América del Sur y la Península Antártica durante la formación de la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Antártida Occidental (Orogenia Andica) según Dalziel y Elliot (1971).

Orogenia Andica como las de mayor edad deben haber estado sometidas a los efectos de ese arqueamiento secundario y de la posterior fragmentación, si estos procesos realmente ocurrieron.

Las rocas ígneas de la Península Antártica que se formaron durante los episodios eruptivos e intrusivos contemporáneos a la Orogenia Andica han sido incluídas dentro de lo que ha sido denominado Complejo Igneo Andino. Estas rocas deben guardar memoria de los procesos diastróficos que habrían originado el arqueamiento oroclinal y la fragmentación de la Península, si es que realmente tales procesos ocurrieron.

Por lo tanto dichas rocas pueden ser utilizadas para verificar la interpretación que sostiene que el origen del arqueamiento de la Península Antártica es de origen oroclinal. El parámetro físico ideal a utilizar para esta verificación es el vector remanencia magnética de las rocas. En efecto la dirección del vector remanencia magnética de las rocas anteriores al arqueamiento oroclinal debió haber cambiado de acuerdo a como dichas rocas acompañaron a los movimientos telúricos asociados al mismo; antes del arqueamiento oroclinal la dirección del vector remanencia magnética de dichas rocas que tengan igual edad geológica, a lo largo de la Península, entonces aún rectilínea, debió ser la misma. Producido el arqueamiento oroclinal, las direcciones de las remanencias de dichas rocas de igual edad, tal cual se encuentran aflorando a lo largo de la Península, deben ser diferentes pues distintos sectores de la misma tuvieron que sufrir movimientos diferentes entre sí para que alcanzara su forma curvada actual. Por el contrario si el arqueamiento oroclinal no tuvo lugar (es decir si la forma curvada de la Península es primaria, orógeno), la dirección de la remanencia magnética de dichas rocas del Complejo Igneo Andino aflorantes a lo largo de la Península Antártica puede aportar evidencias decisivas a favor de una u otra interpretación.

En este trabajo se analizan los datos paleomagnéticos obtenidos en seis estudios realizados con rocas del Complejo Igneo Andino de la Península Antártica con miras a definir si su forma se debe a un arqueamiento oroclinal (oroclino) o bien es de origen primario (orógeno).

## 2. Datos paleomagnéticos

Varios autores realizaron estudios paleomagnéticos con rocas del Complejo Igneo Andino recolectadas en diferentes sitios de muestreo a lo largo de la Península Antártica. La dirección del magnetismo remanente estable (m.r.e.) de dichas rocas, expresada por los valores promedios de su declinación (D) e inclinación (I), y las posiciones de los polos paleomagnéticos correspondientes están indicados en la tabla 1 en función de la latitud del sitio de recolección. La individualización de los polos paleomagnéticos se realizó siguiendo las normas presentadas por Valencio,

TABLE 1. — Datos y polos paleomagnéticos para rocas del Complejo Igneo Andino recogidas en la Península Antártica. ( $\alpha_{95}$  es el radio del círculo de confianza alrededor de la dirección media de la magnetización remanente estable dentro del cual se halla la verdadera dirección de magnetización con una probabilidad del 95 %;  $d\psi$  y  $d\chi$  son los semiejes del óvalo de confianza definido alrededor de la dirección polar dentro del cual se halla el verdadero polo con una probabilidad del 95 %).

Localidad	Sitio de recolección		Edad K-Ar (m.a.)	Magnetización remanente estable		Polo paleomagnético				Referencia			
	Lat. (°S)	Long. (°O)		Nom- bre	D (°)	I (°)	$\alpha_{95}$ (°)	$\delta_{95}$ (°)	Lat. (°S)		Long. (°E)	$d\psi$ (°)	$d\chi$ (°)
I. 25 de Mayo	62 12'	59	K <sub>3</sub>	10	-74	9	35	85	192	15	16	AnK <sub>3</sub>	Valencio <i>et al.</i> , 1979
I. Livingston	62 40'	60	K <sub>4</sub>	337	-72	9	30	77	48	13	15	AnK <sub>4</sub>	Dalziel <i>et al.</i> , 1973
—	63	57	K <sub>1</sub>	358	-74	5	18	87	107	8	9	AnK <sub>1</sub>	Dalziel <i>et al.</i> , 1973
Cabo Primavera	64	62	K <sub>0</sub>	0	-73	5	17	86	118	8	9	AnK <sub>3</sub>	Valencio <i>et al.</i> , 1979
—	65	64	K <sub>2</sub>	352	-78	6	12	86	172	11	11	AnK <sub>2</sub>	Dalziel <i>et al.</i> , 1973
Costa Lassiter	73-74	63	K <sub>6</sub>	0	-82	6	49	87	229		11,5	AnK <sub>6</sub>	Kellogg y Reynolds, 1978

(1970). En la tabla están también indicados los valores correspondientes a la incertidumbre ( $\delta_{95}$ ) en los valores de D defi-

nidos por la expresión  $\delta_{95} = \text{sen}^{-1} \left( \frac{\text{sen } \alpha_{95}}{\text{cos } I} \right)$

(Kellog y Reynolds, 1978). Nótese, que dado los altos valores de I las incertidumbres en D en algunos sitios son grandes, del orden de los 35° y aún 50°, a pesar de que los estudios paleomagnéticos correspondientes estuvieron bien hechos y dieron valores de incertidumbre en la dirección de la m.r.e. ( $\alpha_{95}$ ) razonablemente aceptables.

### 3. Interpretación

Si se observa que el arqueamiento oroclinal postulado para la Península Antártica (que habría transformado la Península de su forma originariamente rectilínea a la que presenta en la actualidad) debió haber producido la rotación de pequeños bloques corticales alrededor de ejes verticales sin cambio en la latitud, se entiende que tales rotaciones debieron haber afectado la D y no la I de la m.r.e. de las rocas anteriores al arqueamiento. Luego, una forma simple de verificar si tal arqueamiento realmente ocurrió es ver si los valores de la D de la m.r.e. de las rocas de igual edad anteriores al arqueamiento, han variado a lo largo de la Península en concordancia con las rotaciones postuladas. Esta técnica de análisis fue la que emplearon Dalziel *et al.* (1973) en su intento de verificar el origen oroclinal de la Península con los datos paleomagnéticos disponibles hasta ese entonces. Sin embargo debe notarse que esta técnica es adecuada para verificar rotaciones locales de bloques corticales situados a latitudes medias y bajas pero no lo es para los situados a latitudes altas. Para éstas hay que tener en cuenta la incertidumbre en los valores de D surgida de los altos valores de I (ver ítem 2). La tabla 1 muestra que los valores de  $\alpha_{95}$  para varios de los sitios de recolección son mayores que la rotación postulada para el bloque correspondiente. Esta circunstancia fue tenida en cuenta por Kellog y Reynolds (1978), quienes indicaron que por tales razones de los datos paleomagnéticos disponibles hasta ese entonces, provenientes de cuatro sitios de recolección sobre la Península, solo dos podían utilizarse para verificar el arquea-

miento oroclinal de la misma. Con sólo esos datos los autores indicaron que no podía observarse, sin ambigüedades, ningún arqueamiento oroclinal de la Península Antártica entre los 63° y 65° Sur. Luego, la simple comparación de los valores de D no sirve para verificar o rechazar la hipótesis de un arqueamiento oroclinal de la Península Antártica. Sin embargo, los datos paleomagnéticos de los sitios desechados cuando se aplica esta técnica son de buena calidad. Luego, es necesario buscar otra forma de utilización de los datos paleomagnéticos para tal finalidad. Valencio *et al.* (1979) han sugerido que el camino adecuado es la comparación de las posiciones de los polos paleomagnéticos, método empleado en las clásicas reconstrucciones paleogeográficas basadas en este tipo de datos. Los parámetros para estimar la confiabilidad en los datos paleomagnéticos que hay que considerar en este caso son el radio del círculo de confianza alrededor de la dirección media de m.r.e. y el factor de precisión k, los cuales son aceptables para los cuatro sitios de la Península Antártica hasta aquí mencionados (tabla 1). En el citado trabajo los autores presentaron además los resultados de estudios paleomagnéticos realizados con rocas asignadas al Complejo Igneo Andino aflorantes en Cabo Primavera y la Isla 25 de Mayo (tabla 1), los cuales son de suficiente confiabilidad para el fin propuesto. En la figura 2 se han representado las posiciones de los seis polos paleomagnéticos disponibles. Puede observarse que las posiciones de cinco de estos polos (AnK<sub>1</sub>, AnK<sub>2</sub>, AnK<sub>3</sub>, AnK<sub>5</sub>, y AnK<sub>6</sub>) se agrupan razonablemente bien; por el contrario la posición del paleopolo correspondiente a la Isla Livingston (AnK<sub>4</sub>, Dalziel *et al.*, 1973) está alejada de las correspondientes a los otros cinco polos. Ello puede deberse a dos causas diferentes: i) un estudio paleomagnético incompleto, ya sea porque no se ha incluido un número suficiente de unidades geológicas independientes que aseguren la eliminación de las componentes no dipolares del campo magnético terrestre o bien porque no se haya realizado una corrección adecuada de los datos paleomagnéticos por los efectos de la estructura geológica local, o ii) una rotación local de un bloque cortical de tamaño menor. El trabajo en el que se presentó esa posición polar no tiene datos suficientes para verificar la primer posibi-

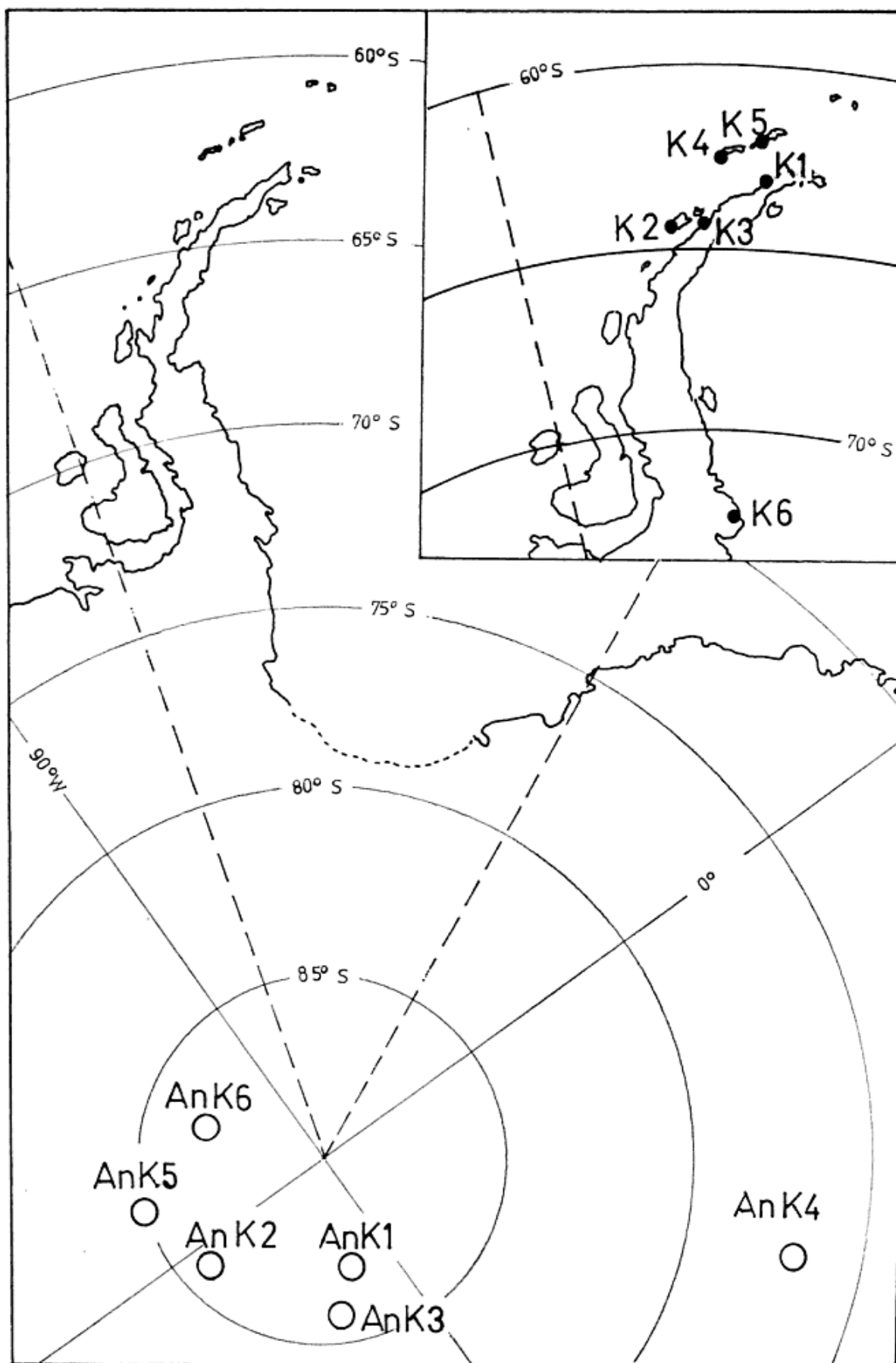


Fig. 2 — Polos paleomagnéticos (o) correspondientes a rocas del Complejo Igneo Andino provenientes de seis sitios de recolección a lo largo de la Península Antártica (tabla 1). Los sitios de recolección (•) están indicados en el mapa de referencia.

lidad, pero si ella fuera la causa dicha posición no debería ser utilizada para interpretaciones geotectónicas. Si la causa fuera la segunda, hay que admitir que la Isla Livingston es el único de los sitios de la Península Antártica, en los cuales se recolectaron muestras del Complejo Igneo Andino, que habría estado sometido a movimientos locales apreciables desde la Orogenia Andica.

La figura 2 muestra que las posiciones de los otros cinco polos paleomagnéticos están razonablemente bien alineadas con la traza de una recta que pase a lo largo de los sitios de muestreo. Ello indica que no han ocurrido movimientos locales relativos apreciables entre dichos sitios de muestreo desde la Orogenia Andica, pues de haber ocurrido las posiciones de los polos paleomagnéticos deberían estar dispersas a lo largo de direcciones perpendiculares a dicha recta. Esto sugiere que la Península Antártica tuvo durante la Orogenia Andica una forma similar a la actual.

Es posible realizar una prueba adicional para verificar si durante el emplazamiento de las rocas del Complejo Igneo Andino la Península Antártica tuvo o no una forma rectilínea. Para ello habría que desandar las rotaciones sugeridas por aquéllos que postulan que su arqueamiento es oroclinal hasta lograr que su forma sea rectilínea, y observar qué pasa con las posiciones de los polos paleomagnéticos. Si estas posiciones se agrupan más que aquéllas correspondientes a una forma de la Península Antártica similar a la actual (figura 2), se demostraría que la misma sufrió un arqueamiento oroclinal con posterioridad a la Orogenia Andica; por el contrario, si las posiciones paleopolares se dispersan, se demostraría que la Península no sufrió arqueamiento oroclinal desde la Orogenia Andica y que se trata de un orógeno. Para ello, Valencio *et al.* (1979) han dividido la parte norte de la Península en cinco bloques y usado cinco polos de rotación (indicados por cruces e individualizados por los números de uno a cinco en la figura 3) para enderezarla. Así, para lograr la posición correspondiente a una Península rectilínea de un polo paleomagnético de un sitio de recolección situado en el bloque más septentrional de la Península (AnK<sub>1</sub>, AnK<sub>4</sub>, o AnK<sub>5</sub>), hay que rotar la posición polar original respectiva (aquella indicada por un círculo en la figura 2) primero alrededor del polo de

rotación 1; la nueva posición polar así lograda se rota luego alrededor del polo de rotación 2 y así sucesivamente hasta el polo de rotación 5. Las posiciones polares paleomagnéticas así recalculadas, correspondientes a una Península Antártica rectilínea, están indicadas por triángulos en la figura 3. Como puede observarse a simple vista la dispersión de las posiciones polares aumenta al proceder a enderezar la Península. Estadísticamente, el agrupamiento de las posiciones polares antes de rectificar la península define una dispersión de  $\alpha_{95} = 3^\circ$  ( $k = 741$ ) mientras que el agrupamiento después de la rectificación una de  $\alpha_{95} = 11^\circ$  ( $k = 35$ ). Ello indica que la Península Antártica no estuvo sometida a ningún arqueamiento oroclinal con posterioridad a la Orogenia Andica; en otras palabras, demuestra que la Península es un orógeno.

#### 4. Conclusiones

La interpretación en términos de la Tectónica Global de los datos geológicos de la parte austral de América del Sur, de las islas que integran el Arco de Scotia y de la Península Antártica postula un arqueamiento oroclinal para la parte austral de América del Sur y la Península Antártica (ítem 1). Esta interpretación conduce a aceptar que el Pasaje Drake y el Mar de Scotia son parte de una placa litosférica que avanzó desde el Pacífico; este avance hacia el Este es el que habría producido el arqueamiento oroclinal de la parte austral de América del Sur y la Península Antártica. Datos paleomagnéticos de rocas asignadas al Complejo Igneo Andino recogidas de la Península Antártica indican que la misma no sufrió ningún arqueamiento oroclinal desde la Orogenia Andica (ítem 3). Ello sugiere dos posibilidades: i) que el arqueamiento de toda la Protocordillera de los Andes y de la Antártida Occidental es de origen primario (orógeno), o ii) que el arqueamiento es en parte primario (Península Antártica, orógeno) y en parte de origen secundario (parte austral de América del Sur, oroclino). La primera de estas posibilidades no es compatible con la interpretación en términos de la Tectónica Global ya mencionada. Al respecto es de hacer resaltar que los arqueamientos oroclinales de la Península Antártica y la parte

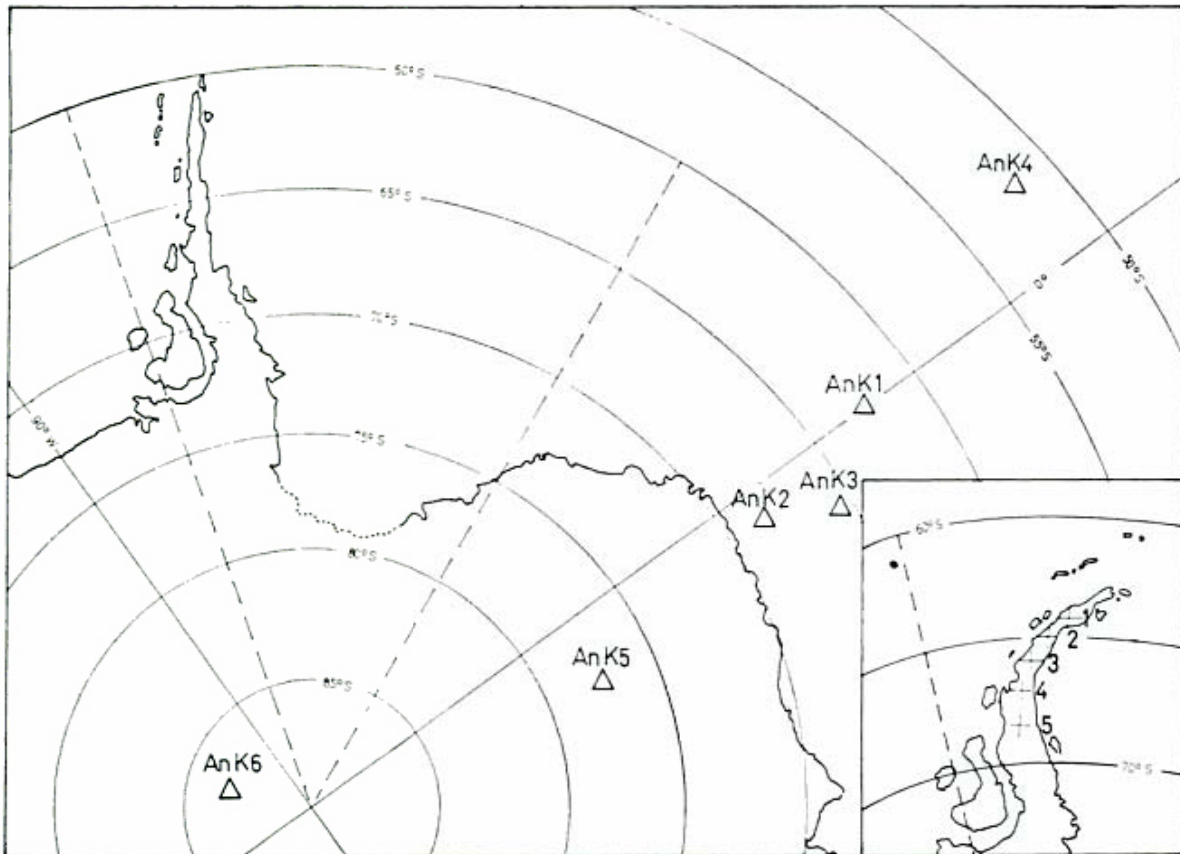


Fig. 3.— Posiciones de los polos paleomagnéticos ( $\Delta$ ) de la figura 2, luego de haber enderezado la traza del extremo Norte de la Península Antártica. Los polos de rotación empleados para tal fin están indicados por cruces (+) en el mapa de referencia. Los ángulos de rotación, de norte a sur, son: 7,7°; 8,5°; 15,7° y 17,5°.

austral de América del Sur son necesarias para justificar el empuje proveniente del Oeste que produjo el emplazamiento de la supuesta placa litosférica pacífica en el Atlántico.

La segunda de las posibilidades, si bien no es incompatible con la interpretación ya citada, le impone severas restricciones. Ella implica que durante la Orogenia Andica la Protocordillera de los Andes y de la Antártida Occidental se formó con un arqueamiento primario (orógeno) a lo largo de la Península Antártica y con una forma rectilínea en la parte austral de América del Sur pero sin resentir su continuidad geográfica. Dalziel *et al.* (1973) han sugerido que el arqueamiento oroclinal de la parte austral de América del Sur ocurrió después del Cretácico tardío. Ello implicaría, pues, que el arqueamiento de la Protocordillera tuvo que haberse producido durante dos procesos diastrosóficos diferentes, independientes, espaciados a lo largo del tiempo geológico; el primero ocurrió en el

Cretácico tardío y produjo el arqueamiento primario (orógeno) de la Península Antártica; el segundo habría ocurrido con posterioridad y producido el arqueamiento oroclinal de la parte austral de América del Sur. Ello si bien es posible es poco probable. En efecto es difícil imaginar la presencia de fuerzas horizontales tan intensas que hayan arqueado la parte austral de América del Sur y producido la fragmentación de algunos de sus bloques litosféricos y el desplazamiento de dichos bloques centenares de kilómetros hacia el Este, que no hayan producido efecto alguno apreciable, movimiento o rotación, en la Península Antártica.

#### Agradecimientos

Los autores desean expresar su reconocimiento a la Universidad de Buenos Aires y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por el apoyo recibido, el que hizo posible la realización de este trabajo.



**Lista de trabajos citados en el texto**

- Carey, S. W., 1958. *The tectonic approach to continental drift*. Continental Drift —a symposium— University of Tasmania, Hobart, 1956.
- Dalziel, I. W. y D. H. Elliot, 1971. *Evolution of the Scotia Arc*. Nature, 233, 5317: 246-252.
- Dalziel, I. W., W. Lowrie, R. Kligfield, N. D. Opdyke, 1973. *Palaeomagnetic data from the Southernmost Andes and the Antarcticandes*. Implication of Continental Drift to the Earth Sciences, Academic Press, London, 1: 87-101.
- Hamilton, W., 1966. *Formation of the Scotia and Caribbean Arcs*. Geol. Sur. Canadá, Paper 66-15. : 178-187.
- Kellog, K. S. y R. L. Reynolds, 1978. *Palaeomagnetic result from the Lassiter Coast, Antarctica, and a test of oroclinal bending of the Antarctic Peninsula*. J. Geophys. Res., 83, 85: 2293-2299.
- Valencio, D. A., 1970. *Relative upper Palaeozoic-Mesozoic positions of South America and Africa from palaeomagnetic data*. Conference on Problems of the Solid Earth, Buenos Aires, octubre 1970 (2): 303-318.
- Valencio, D. A., J. E. Mendía y J. F. Vilas, 1979. *Palaeomagnetism and K-Ar age of Mesozoic and Cenozoic igneous rocks from Antarctica*. Earth Planet. Sci. Lett., en prensa.
- Wilson, T. J., 1954. *The Earth as a planet*. G. P. Kreiper, editor: 138-214.

D. A. VALENCIO <sup>1, 3</sup>  
 J. E. MENDIA <sup>1, 2</sup>  
 J. F. VILAS <sup>2</sup>  
 J. SELLES MARTINEZ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Geológicas,  
 Fac. de Ciencias Exactas y Naturales,  
 Universidad de Buenos Aires,  
 Ciudad Universitaria, Pabellón 2,  
 1428 Buenos Aires.

<sup>2</sup> Servicio Geológico Nacional,  
 Santa Fe 1548 - 2º,  
 1060 Buenos Aires.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones  
 Científicas y Técnicas.

## LOS CONGLOMERADOS DE CAÑADÓN PELADO. DEPARTAMENTO LANGUINEO, PROVINCIA DEL CHUBUT

ROBERTO F. N. PAGE

### Resumen

Los conglomerados de Cañadón Pelado, que aquí se describen, afloran en el sector centro-occidental del Chubut Extraandino. En la literatura geológica se ha estimado que su acumulación se produjo entre el Eoceno y el Mioceno, probablemente entre el Oligoceno medio y el Mioceno inferior; han sido también considerados equivalentes del "patagoniense". En esta nota se los reubica en el Cretácico superior y se discute su significado geológico.

Son 140 m de areniscas y conglomerados, éstos son polimícticos, pero con marcado predominio de clastos basálticos; las areniscas, medianas a gruesas, presentan estratificación normal, y en sectores entrecruzada.

Los conglomerados de Cañadón Pelado forman parte de un ciclo volcánico-piroclástico-sedimentario. En base a dataciones radiométricas se ha establecido que su acumulación se produjo durante el Cretácico superior.

Estos conglomerados indican un incremento de la erosión durante este período, probablemente como consecuencia de la acción del diatrosfismo póstumo de los Movimientos Patagónicos.

La reubicación temporal de esta unidad hace aconsejable una revisión estratigráfica de los distintos ciclos volcánicos del Chubut occidental, especialmente de algunos episodios basálticos y el Grupo La Cautiva. Al respecto, algunas de las vulcanitas de esta unidad son, por lo menos, preterciarias.

### Introducción

La primera referencia a los conglomerados de Cañadón Pelado se debe a Feruglio (1950, III, 273), quien señaló: "...en la sierra de Languineo, la "Serie Andesítica" se presenta en varios puntos recubierta en discordancia por un horizonte conglomerádico y arenoso «Conglomerados de Cañadón Pelado» constituidos por elementos del mismo complejo Andesítico...". Este autor, y posteriormente Lesta y Ferello (1972), consideraron que su acumulación se produjo entre el Eoceno y el Mioceno.

### Abstract

The Cañadón Pelado conglomerates hereby described, outcrop in the western-central part of the subandean Chubut.

It has been believed in geological literature that their accumulation took place between Eocene and Miocene times; probably between the Upper Oligocene and Lower Miocene; they have also been considered an equivalent of the "patagonian beds". In this paper they are assigned to Upper Cretaceous times, and there is an attempt to emphasize its geological meaning.

They are composed by 140 metres of conglomerates and sandstones, the former are polymictic although the basaltic clasts are dominant; the sandstones are medium to coarse grained, well stratified and occasionally have crossbedding.

The Cañadón Pelado conglomerates belong to a volcanic-pyroclastic-sedimentary cycle. They were accumulated during Upper Cretaceous times according to radiometric dating.

These conglomerates indicate a reactivation of the erosion during this time, probably as a consequence of the Late Diastrophic Phase of the Patagonian Movements.

The temporal resetting of this unit makes it convenient to study once again the stratigraphical position of several volcanic cycles of the western Chubut, mainly some basaltic flows and the La Cautiva Group (Serie Andesítica), arbitrary assigned to the Cenozoic. As to that, some of the volcanics of these units are, at least, pretertiary.

Lesta y Ferello (*op. cit.*, cuadro estratigráfico, pág. 648), parecen considerar como edad más probable el lapso Oligoceno medio-Mioceno inferior.

En este trabajo se intenta aclarar su significado geológico y se les asigna una edad cretácica superior.

El Cañadón Pelado está situado en el sector centro occidental de la provincia del Chubut, aproximadamente en la intersección del meridiano de 70° de longitud oeste y

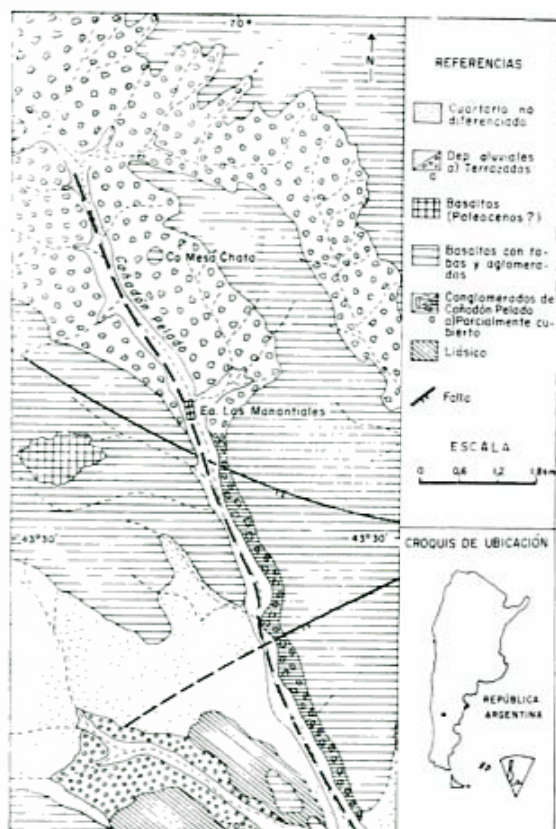


Figura 1.

el paralelo de 43° 30' de latitud sur, formando parte del Chubut Extraandino.

Integra la cuenca endorreica de la laguna de Agnia. Su curso superior está orientado según una dirección noroeste-sudeste; el tramo medio es norte-sur y el curso inferior, hasta su desembocadura en la pampa de Agnia, vuelve a tener rumbo noroeste-sureste. Tiene una longitud de 60 km, es de tipo efímero, con agua sólo en los veranos.

El autor recorrió el curso medio e inferior, en noviembre de 1977, durante el levantamiento de la Hoja 45 b, Sierra de Tepuel.

El acceso a la comarca se realiza por medio de la huella que se aparta de la ruta nacional n° 25, en el paraje denominado Mallín Blanco, 25 km al este del Cañadón Pelado. Una alternativa es la huella que nace en la ruta asfaltada que vincula Tecka con El Molle, poco al este del almacén de García.

### Antecedentes

Suero (1946-1947-1948) estableció las líneas fundamentales de la estratigrafía local. Como gran parte de su información permaneció inédita, sus observaciones sobre

esta región fueron dadas a conocer posteriormente por Feruglio (1950) y por Lesta y Ferello (1972). Otros autores que se han ocupado de esta comarca son: Perrot (1961) quien describió la zona de El Molle, vecina al sur; Vonesch (1975) analizó la geología del Cañadón Pelado, y Turner (1975-1978) la región al norte del paralelo de 43° 30' de latitud sur.

De la información previa conocida puede extraerse el cuadro estratigráfico local generalizado de las unidades Cenozoicas (fig. 1).

### Estratigrafía

Las rocas más antiguas conocidas son las atribuidas al Grupo Tepuel (Suero, 1948 *nom. subs.*; Borello, 1960). Han sido descritas por Perrot (*op. cit.*) en la zona de El Molle. También afloran en la zona de Pocitos de Quichaura, en la falda oriental de la sierra de Quichaura y en la base de la meseta Los Pocitos. Es una secuencia marina de conglomerados, areniscas y pelitas, oscuras, plegadas, dislocadas y con escasos fósiles.

Sobre el Grupo Tepuel se acumuló una sucesión volcánica que, en forma provisoria, puede ser homologada con la Formación El Córdoba (Robbiano, 1971), también conocida como Fanglomerado El Córdoba (Lesta y Ferello, *op. cit.*). De acuerdo con Nullo (1978), esta unidad también aflora en la margen occidental de la pampa de Agnia. Robbiano (1971) asigna su acumulación al lapso Triásico medio-Liásico inferior. Nullo (1974) y Blasco *et al.* (1979), en cambio, consideran que es posterior a la Formación Puntudo Alto, y por lo tanto exclusivamente liásica, de acuerdo a la clasificación de su flora. En el sector que nos ocupa aflora sobre la margen derecha del tramo inferior del Cañadón Pelado, en la zona de El Molle, donde fue descrita por Perrot (*op. cit.*) como Serie Porfírica Jurásica y en el norte de la sierra de Quichaura.

En discordancia sobre estas vulcanitas se depositaron, en el Liásico, sedimentos marinos y continentales con aporte tobáceo, correlacionables respectivamente con las formaciones Lomas Chatas y Puntudo Alto (Robbiano, *op. cit.*). Los afloramientos coinciden, aproximadamente, con los de la Formación El Córdoba.

El Grupo Lonco Trapial (Lesta y Ferello, 1972) está escasamente representado en este

sector; sólo se conocen algunas andesitas en la zona de Pocitos de Quichaura, que por su edad radimétrica ( $147 \pm 5$  m.a., en Vera 1979) podrían ser incluidas dentro del mismo.

El Grupo La Cautiva (Groeber, 1954; *nom. subs.* Lesta y Ferello, 1972) no aflora en el Cañadón Pelado, sin embargo hacia el norte, Turner (1978) describe una secuencia volcánica que asigna a esta entidad. Sobre los Conglomerados de Cañadón Pelado, se apoya en el área tipo, una secuencia constituida por basaltos, tobas y aglomerados volcánicos.

Los basaltos de esta sucesión han sido asignados al Mioceno (en Lesta y Ferello, 1972, pág. 647).

La secuencia estratigráfica local se completa con un conjunto de tobas terrosas, generalmente blancas, acumuladas en las depresiones, que hasta ahora han resultado estériles. Suelen presentar estructuras pedológicas; en la literatura geológica se las ha incluido, con dudas, en el Plioceno.

### Conglomerados de Cañadón Pelado

(Feruglio, 1950, III, pág. 273)

*Area de distribución:* Sus afloramientos se encuentran en la ladera oriental de la

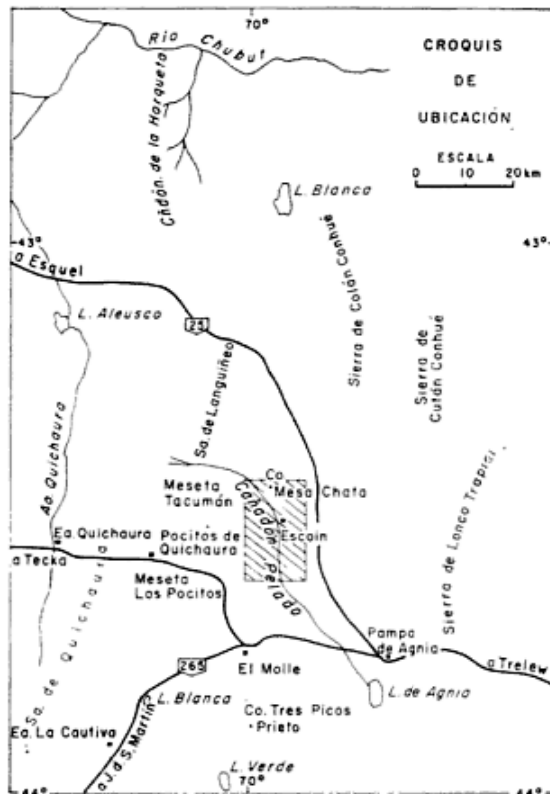


Figura 2.

sierra de Languineo, en el Cañadón Pelado, en el sector central de la sierra de Quichaura, en Pocitos de Quichaura, en la meseta Los Pocitos y en la zona de El Molle donde Perrot (1961) los denomina conglomerado de Las Peñas.

Feruglio (*op. cit.*) señala que desde el norte del Cañadón Pelado, se los puede seguir hasta el curso medio del arroyo Lepá, y se los encuentra además, al sur del río Chubut medio, en los alrededores del puesto de A. González (Feruglio *op. cit.*, III, 274; I, fig. 4). Al este del Cañadón Pelado, según Turner (1978), desaparecen poco al este de la ruta nacional N° 25. Entre el Cañadón Pelado y Pocitos de Quichaura, se encuentran cubiertos por basaltos, y sólo afloran en forma aislada. En la sierra de Quichaura, aparecen desde la latitud del cerro Cacique, hasta más allá de la ruta que vincula Tecka con El Molle (fig. 2).

*Sección Tipo:* En la margen izquierda del Cañadón Pelado, al pie del cerro Mesa Chata se encuentra la sección más completa, aunque no se observa la base.

*Descripción litológica:* Esta unidad está integrada por un conjunto alternante de areniscas y conglomerados (fig. 3), interestratificados, donde es común encontrar lentes de areniscas en los conglomerados, y lentes de conglomerados en las areniscas.

Los conglomerados son polimicticos, aunque con marcada predominancia de clastos de basaltos. Entre éstos algunos son masivos, otros vesiculares o amigdaloides, casi siempre muy alterados. También se encuentran clastos de porfiritas mesosilíceas y tobas. La granulometría es variable, aunque predomina la fracción entre 5 y 25 cm; algunos bloques sobrepasan el metro de diámetro. El material intersticial es arenoso, con abundantes elementos tobáceos. Los clastos están escasamente seleccionados y en sectores se presentan en forma caótica. Son redondeados y su esfericidad es variable.

Las areniscas, más abundantes en el techo que en la base de la secuencia, son intercalaciones de carácter lenticular con marcadas variaciones laterales. Su granulometría varía entre mediana y gruesa; el color es gris o gris amarillento; la matriz es arcillosa-tobácea. En general son friables. Presentan estratificación normal, y a veces entrecruzada. Las areniscas cercanas a la base raramente superan los 50 cm de espesor, hacia

arriba aumentan su potencia hasta alcanzar más de 20 metros.



Figura 3.

**Espesor:** En el Cañadón Pelado se midieron 140 m sin aflorar la base. Hacia el este del Cañadón desaparecen en una corta distancia y al oeste disminuyen paulatinamente de espesor, alcanzando en la sierra de Quichaura, unos 40-50 m. Feruglio (1950) estima en 500 metros el espesor total de la unidad.

**Relaciones estratigráficas:** En el área tipo no se observa la base de la secuencia, sin embargo, Feruglio (1950), Lesta y Ferello (*op. cit.*) y Turner (1978) coinciden en señalar que se apoyan pseudoconcordantemente sobre el Grupo La Cautiva. Según el último autor citado (pág. 83), esta relación se observa "...al poniente de Aguirre, a lo largo del curso de agua, también como en la pendiente occidental del cerro Mesa...". En el área de Pocitos de Quichaura, y el sector norte de la sierra de Quichaura se apoya en discordancia angular sobre sedimentos atribuidos al Grupo Tepeuel, o sobre las vulcanitas permo-triásicas. En el sector central de la sierra de Quichaura, sobre la ladera oeste del cerro Cacique cubren a basaltos columnares; éstos, a su

vez, se apoyan sobre andesitas, dacitas y brechas dacíticas.

En el Cañadón Pelado, sobre los conglomerados, en aparente concordancia, se deposita una secuencia de areniscas tobáceas y tobas que constituyen el cerro Mesa Chata. Turner (1978) agrupa estos bancos dentro de la misma unidad, como miembro superior. En cambio, en este informe se considera a estas areniscas y tobas, junto con los basaltos y aglomerados basálticos que las cubren. Poco al este del cerro Mesa Chata, entre los conglomerados y las areniscas y tobas se intercala una colada basáltica. A la vez, dos coladas basálticas cubren a las areniscas tobáceas y tobas. Más al oeste, en Pocitos de Quichaura, hay también basaltos que cubren directamente los conglomerados.

En la zona de El Molle, y en el sector sur de la sierra de Quichaura, los conglomerados se intercalan con aglomerados y brechas basálticas.

**Ambiente:** El carácter alternante de las areniscas y conglomerados, la naturaleza lenticular de los bancos, la estratificación entrecruzada de algunas areniscas y por último las estructuras de corte (fig. 4) atestiguan el ambiente continental (fluvial) de esta unidad.



Figura 4.

Se debe destacar aquí que los conglomerados de Cañadón Pelado se encuentran intercalados entre coladas basálticas, tobas y aglomerados basálticos; además, como ya lo señalaron Lesta y Ferello (1972, pág. 647), esta unidad representa la reactivación de la erosión por levantamiento de las comarcas adyacentes.

Estas consideraciones permiten caracterizar en sentido amplio, el ambiente geológico reinante durante su acumulación. Esto es, continental, inestable, con movimientos de

ERA	PERÍODO		UNIDAD GEOLÓGICA	LITOLOGÍA
CENOZOICO	Cuartario		Depósitos modernos	
	Terciario	Plioceno	Tobas terrosas	tobas
		Mioceno	Basaltos	basaltos, aglomerados basálticos, tobas
		Oligoceno	Conglomerados de Cañadón Pelado	conglomerados, areniscas, tobas
		Eoceno	Grupo La Cautiva ↓	andesitas, dacitas, ignimbritas, tobas
		Paleoceno		

ascenso, asociado a un ciclo volcánico definido por coladas basálticas y mantos de tobas, brechas y aglomerados basálticos. A expensas de los movimientos de ascenso, se produjo la rápida meteorización de las fracciones más friables, es decir las tobas y aglomerados cementados por tobas, dando por resultado, después de un corto transporte, la formación de estas areniscas y conglomerados.

En este sentido se considera que esta unidad debe ser analizada en forma conjunta con los otros integrantes del ciclo volcánico y no como entidad independiente.

**Proveniencia:** Es aventurado mencionar un área específica de proveniencia. Sin embargo, la presencia en los conglomerados de bloques basálticos de gran volumen ( $1 \text{ m}^3$ ), induce suponer que, dado el carácter fluvial del transporte, el área de aporte debe hallarse a una distancia relativamente próxima. En esta comarca, la única unidad que tiene basaltos fuera de los intercalados en el Grupo La Cautiva, son los basaltos y aglomerados basálticos que infrayacen a los conglomerados. Rocas de este tipo se encuentran tanto al oeste como al sur del área tipo.

En el oeste, en la parte sur de la sierra de Quichaura, en el cañadón del Mojado y hasta en la zona de Calera Carstairs. Por el sur afloran en la región elevada que se extiende entre El Molle y Laguna Verde.

**Edad:** Feruglio (1950, pág. 274) afirma que los conglomerados se apoyan sobre tobas terrosas blancas que incluyen restos de *Astraponotus* y gastrópodos terrestres. De esta relación, Feruglio y también Suero (en Feruglio), deducen que son "más recientes que el horizonte de *Astroponotus* y quizás equivalente del patagoniano". Lesta y Fe-

rello (1972), al considerar los basaltos como de edad miocena, ubican a los conglomerados entre el Oligoceno medio y el Mioceno inferior.

Las recientes dataciones radimétricas de los basaltos con los que están asociados los conglomerados de Cañadón Pelado, obligan a reconsiderar esta asignación. Se ha podido establecer que el derrame basáltico acaeció durante el Cretácico superior. Al respecto, una muestra extraída de la margen izquierda del Cañadón Pelado, poco al este del cerro Mesa Chata dio una edad de  $75 \pm 5$  m.a. (valores analíticos: K: 0,72 %; Ar 40 atm: 52,5 %; K: 40;  $2,149 \times 10^{-8}$  mol/g; Ar<sup>40</sup>: Rad:  $2,149 \times 10^{-10}$  mol/g); otra, de Pocitos de Quichaura,  $72 \pm 2$  m.a. (Vera, 1979).

Como los conglomerados se hallan intercalados entre los basaltos, por extensión, su edad también es cretácica superior.

**Correlaciones:** En un todo de acuerdo con Perrot (1961), los Conglomerados de Las Peñas, son equivalentes de los Conglomerados de Cañadón Pelado.

Además de esta referencia, se debe señalar la presencia en comarcas vecinas de rocas con las cuales podría correlacionarse este episodio volcánico-sedimentario.

Pesce (1979) describe en la zona de Corcovado y del arroyo Lyn una secuencia (Fm. Arroyo Lyn) de 110 m de espesor, constituida por sedimentitas de variada granulometría, aglomerados volcánicos y coladas de andesitas y basaltos. La Formación Arroyo Lyn se inicia con un conglomerado polimictico de cuatro metros de espesor, cuyos clastos son en su mayoría de basaltos con matriz de arena gruesa. Pesce (*op. cit.*) señala que la Formación Arroyo Lyn es posterior a las plutonitas graníticas del Cretá-

cico superior y anterior a la Formación Corcovado (patagónico continental), de edad oligocena.

Haller (1976), al este de Trevelin, denominó Basalto Sierra Colorada a una serie de rocas volcánicas y piroclásticas básicas que constituyen el cuerpo principal de la Sierra Colorada. Señaló también que en la quebrada del arroyo Nahuelpan, 200 m al norte del camino vecinal, observó un aglomerado de 12 m de potencia, con bloques de composición basáltica, redondeados, de hasta 60 m de diámetro. La matriz corresponde a partículas tamaño arena de color gris pardo. Haller (*op. cit.*) incluyó esta unidad dentro de la "Serie Andesítica".

Volkheimer (1965, pág. 343) señaló que en el cañadón de la Horqueta, en el tramo superior, en la zona ubicada entre la estancia Camuzo y el almacén El Pato Negro, entre coladas basálticas se intercalan más de 100 m de aglomerados y brechas basálticas. Incluyó esta secuencia dentro de la Formación El Mirador, del Mioceno superior. Es de destacar que esta localidad coincide con la ubicación del puesto de A. González, donde Feruglio (1950, III, 274; I, fig. 4) reconoció los conglomerados de Cañadón Pelado.

Estas correlaciones son sólo tentativas, ya que los tres autores consideran que la acumulación de estas rocas se produjo durante diferentes períodos del Terciario. Pero, las similitudes litológicas son lo suficientemente marcadas como para aconsejar un análisis comparativo; además, los conglomerados de Cañadón Pelado eran también atribuidos al Terciario.

Por último, estos basaltos del Cretácico superior son correlacionables con los basaltos de esa edad señalados por Ferello (1969), esto es, el basalto de Cotri-Co y los basaltos presalamanquenses de la región de Sarmiento.

**Estructura:** Los conglomerados de Cañadón Pelado se encuentran suavemente inclinados al sureste; en el Cañadón Pelado esta inclinación no supera los 5°, pero en la sierra de Quichaura es más notable; allí se midió un rumbo noreste-suroeste y una inclinación de 10-15° al sureste.

Esta unidad, así como los basaltos que la cubren, está afectada por dos sistemas de fracturas principales, una de rumbo aproximado nornoroeste-sursuroeste y el otro nornoroeste-sursuroeste. El valle medio del Cañadón Pelado, además está controlado estructuralmente según un lineamiento norte 15° oeste.

**Movimientos:** Como se mencionó, la acumulación de los Conglomerados de Cañadón Pelado representa la activación de la erosión por ascenso de las comarcas adyacentes. Este ascenso podría estar vinculado con el diastrofismo póstumo de los Movimientos Patagónicos, que Ramos y Ramos (1979) ubican en la base del Senoniano.

**Consideraciones finales:** De lo expuesto, surge que esta unidad, en su nueva ubicación estratigráfica, adquiere una dimensión diferente y permite establecer nuevas claves para la comprensión de la estratigrafía del Chubut centro-occidental.

Como primera aproximación surge la necesidad de revisar la edad de los basaltos supuestamente terciarios y por ende la de las unidades infrayacentes, especialmente de los distintos ciclos volcánicos, y en particular del Grupo La Cautiva. Es evidente que las vulcanitas de esta unidad que infrayacen a los Conglomerados de Cañadón Pelado, por lo menos no son terciarias.

En resumen:

- a) Los Conglomerados de Cañadón Pelado forman parte de un importante ciclo volcánico-piroclástico-sedimentario del Cretácico superior.
- b) Representan la reactivación de la erosión durante este período, probablemente como consecuencia de la acción del diastrofismo póstumo de los Movimientos Patagónicos.
- c) La reubicación temporal de esta unidad hace aconsejable una revisión de la ubicación estratigráfica de los ciclos volcánicos del Chubut occidental.

#### Lista de trabajos citados en el texto

- Blasco, G., R. Levy y F. Nullo, 1979. *Los Amonites de la Formación Osta Arena (Liásico) y su posición estratigráfica*. Pampa de Agnia, VII Congr. Geol. Arg., II: 407-423.
- Borrello, A. V., 1969. *Geosinclinales de la Argentina*. An. Dir. Nac. Geol., Min., XIV, Buenos Aires.

- Ferello, R., 1969. *Intento de sistematización geocronológica de las rocas eruptivas básicas en sectores del Chubut y Santa Cruz norte*. Cuartas Jorn. Geol. Arg., Actas, I: 293-310.
- Feruglio, E., 1949-1950. *Descripción Geológica de la Patagonia*. I-III. Dir. Gral, YPF, Buenos Aires.
- Groeber, P., 1954. *La Serie Andesítica patagónica, sus relaciones, posición y edad*. Asoc. Geol. Arg., Rev. IX (1): 39-42, Buenos Aires.
- 1956. *Anotaciones sobre Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuartario*. Asoc. Geol. Arg., Rev. X (4): 234-261, Buenos Aires.
- Haller, M. J. F., 1976. *Informe preliminar del levantamiento geológico de la Hoja 44 a-b "Trevelin"*. Serv. Geol. Nac. Informe inédito, Buenos Aires.
- Lesta, P. J. y R. Ferello, 1972. *Región Extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz*. En A. F. Leanza (Dir. y Ed.) *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Ciencias, 601-653, Córdoba.
- Nullo, F., 1974. *Reubicación estratigráfica de la Formación El Córdoba, Pampa de Agnia, provincia del Chubut*. República Argentina. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIX (3): 377-378, Buenos Aires.
- 1978. *Descripción Geológica de la Hoja 45 c, Paso de Indios*. Serv. Geol. Nac. Inédito.
- Pesce, A. H., 1979. *Estratigrafía de la Cordillera Patagónica entre los paralelos de 43° 30' y 44° de latitud sur y sus áreas mineralizadas*. VII Congr. Geol. Arg., Neuquén, Actas, I: 257-270, Buenos Aires.
- Perrot, C., 1961. *Estudio geológico de las inmediaciones del paraje "El Molle", Depto. Tehuelches, provincia del Chubut*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XV (1-2): 53-79, Buenos Aires.
- Ramos, E. D. y V. A. Ramos, 1979. *Los ciclos magmáticos de la República Argentina*. Act. VII Congr. Geol. Arg., Neuquén, I: 771-786, Buenos Aires.
- Robbiano, J., 1971. *Contribución al conocimiento estratigráfico de la sierra del Cerro Negro, Pampa de Agnia, provincia del Chubut, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI, (1): 41-56, Buenos Aires.
- Suero, T., 1946. *Reconocimiento de la zona comprendida entre el Arroyo Genoa y el Río Chubut (Depto. Tehuelches, Paso de Indios y Lanquüño) territorio del Chubut*. YPF, Informe inédito, Buenos Aires.
- 1947. *Reconocimiento geológico de la zona comprendida entre el Cordón Cherque, Cordón Pu-trachoi que, Río Tecka y Sierra de Lanquüño. Territorio del Chubut*. Dir. Gral. de YPF, Informe inédito, Buenos Aires.
- 1948. *Descubrimiento de Paleozoico superior en la zona extraandina de Chubut. Nota preliminar*. Bol. Inf. Petroleras, nº 281, 31-48, Buenos Aires.
- Turner, J. C. M., 1975. *Descripción Geológica de la Hoja 44 d Lanquüño (provincia del Chubut)*. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Ex. y Nat. y Serv. Geol. Nac. Informe inédito, Buenos Aires.
- 1978. *Descripción Geológica de la Hoja 44 e Tecka (provincia del Chubut)*. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Ex. y Nat. y Serv. Geol. Nac. Informe inédito, Buenos Aires.
- Vera, M. C., 1979. *Geología de los alrededores del puesto de Santos Lavayén. Depto. Tehuelches (provincia del Chubut)*. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Ex. y Nat. Trabajo final de Licenciatura. En preparación.
- Volkheimer, W., 1965. *Bosquejo geológico del noroeste del Chubut extraandino (zona Gastre-Gualjaina)*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XX (3): 326-350, Buenos Aires.
- Vonesch, T. L., 1973. *Estudio geológico del curso medio del Cañadón Pelado y adyacencias*. Univ. Bs. As., Fac. Cienc. Ex. y Nat. Trabajo final de Licenciatura. Informe inédito, Buenos Aires.

Recibido: 3 de octubre de 1979.

ROBERTO F. N. PAGE

Servicio Geológico Nacional  
Santa Fe 1548 - 2º  
1060 - Buenos Aires



# GEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA, REPUBLICA ARGENTINA Y GEOCRONOLOGIA DE SUS ROCAS METAMORFICAS Y ERUPTIVAS

ENRIQUE LINARES, EDUARDO J. LLAMBIAS y CARLOS O. LATORRE

*Deseamos dedicar este trabajo como sincero y humilde homenaje a la memoria del gran amigo y colega Doctor Juan Carlos Manuel Turner, recientemente desaparecido.*

*La desaparición del doctor Turner se produce cuando todavía podía brindar todo su saber y experiencia para el mejor conocimiento de la geología de nuestro país.*

*Su desinteresada ayuda y sugerencias sirvieron para mejorar el tratamiento de este trabajo, por lo cual es nuestro deseo que estas frases representen el recuerdo y agradecimiento a esa gran figura de la Geología Argentina que se llamó Juan Carlos Manuel Turner.*

ENRIQUE LINARES, EDUARDO J. LLAMBIAS, CARLOS O. LATORRE

## Resumen

Este trabajo consta de tres partes. La primera se dedica a la descripción de las distintas unidades geológicas aflorantes en la provincia de La Pampa. La segunda, presenta los datos radiométricos obtenidos sobre las rocas metamórficas y eruptivas. En la tercera, se dan a conocer las conclusiones logradas sobre la base de los datos aportados por las dos anteriores.

En la parte geológica se describen los afloramientos, características litológicas y estructurales más importantes de cada una de las distintas unidades geológicas reconocidas hasta la fecha.

El Precámbrico está representado principalmente por rocas metamórficas y en menor proporción por eruptivas. Las primeras forman una faja que ocupa la parte central de la provincia, de rumbo N-S y que se extiende desde el límite con la provincia de Córdoba hasta el río Colorado en las cercanías de Pichi Mahuida. Las rocas eruptivas de esta era corresponden a la diorita del cerro Las Matras y a pegmatitas que afloran en la sierra de Lonco Vaca y sobre el río Colorado.

En el intervalo Paleozoico inferior a medio, se reconocen tres unidades constituidas por rocas eruptivas: Granito Curaco (Cámbrico superior-Ordovícico inferior, Granito Lonco Vaca (Devónico inferior) y Granito Piedra de Afilar (Carbónico inferior). Entre éstas se intercalan Formaciones sedimentarias como: San Jorge (Ordovícico), Carapacha (Silúrico-Devónico?) y Agua Escondida (Carbónico superior).

Al Paleozoico superior-Triásico inferior pertenece el Grupo Sierra Pintada, integrado por las Formaciones: Zúñiga (granitos y pórfiros graníticos), Choique Mahuida (riolitas y dacitas) y El Centinela (andesitas).

Sobre el conjunto mencionado se disponen las Formaciones: Roca (l.s.) del Maestrichtiano-Daniano; Vaca Mahuida (Eoceno); Arroyo Chasicó (Plioceno inferior); Cerro Azul y El Sauzal (Plioceno superior); basaltos de diferentes edades dentro del Cenozoico y sedimentos recientes.

## Abstract

The paper is divided in three parts. The first one describes the different geologic units of the La Pampa province; the second, presents the radiometric data on the metamorphic and eruptive rocks, with a discussion about the validity of the results obtained; and the third one, gives the conclusions obtained with all these data.

In the geological part, the location, lithological characteristics and structure of the outcrops of each of the different geological units, are given.

The Precambrian is represented principally by metamorphic rocks and in menor amounts by eruptive rocks. The firsts one cover an area in the central part of the province with a N-S strike, that lies between the border with the Córdoba province in the north and the Colorado river to the south. To this also belong some igneous rocks such as the cerro Las Matras diorite and the pegmatites that crop out at the Lonco Vaca hill and in the Colorado river.

In the Lower to Middle Paleozoic interval, three units of granitic rocks are considered: Granito Curaco (Upper Cambrian-Lower Ordovician), Granito Lonco Vaca (Lower Devonian), and Granito Piedra de Afilar (Lower Carbonic). These units are intercalated with sedimentary rocks of the formations San Jorge (Ordovician), Carapacha (Silurian-Devonian?), and Agua Escondida (Upper Carbonic).

To the Upper Paleozoic-Lower Triassic corresponds the Grupo Sierra Pintada, constituted by the formations Zúñiga (granites and granitic porphyries), Choique Mahuida (rhyolites and dacites), and El Centinela (andesites).

Covering the rocks mentioned, appear the formations: Roca (l.s.) of Maestrichtian-Danian age; Vaca Mahuida (Eocene); Arroyo Chasicó (Lower Pliocene), Cerro Azul and El Sauzal (Upper Pliocene); Cenozoics basalts of varios ages, and recent sediments.

The second part of the paper presents 200 radiometric determinations by the potassium-argon and rubidium-strontium methods, obtained on the metamorphic and eruptive rocks. According with

La segunda parte dedicada a geocronología, presenta 200 dataciones radimétricas por los métodos potasio-argón y rubidio-estroncio obtenidas sobre las rocas metamórficas y eruptivas.

De acuerdo con esos datos, se concluye: *a)* Las metamorfitas pertenecen al Precámbrico superior. Los datos más antiguos corresponden a rocas con edades entre 800-850 m.a., obtenidas por el método K-Ar; la isocrona Rb-Sr de referencia indica que la edad de estas rocas es de  $650 \pm 70$  m.a., habiendo sido algunas de ellas removilizadas a los  $340 \pm 50$  m.a., fenómeno éste que se adjudica a la intrusión de las rocas graníticas paleozoicas. *b)* De las rocas eruptivas, pocas son de edad precámbrica; en este caso se tiene la diorita del cerro Las Matras con  $770 \pm 40$  m.a., y las pegmatitas de la sierra de Lonco Vaca y del río Colorado (Puesto Sainges), con una edad cercana a 650 m.a. *c)* Las eruptivas del Paleozoico se distribuyen en cuatro ciclos ubicados en: 530-500 m.a. (Cámbrico medio-superior), 430-400 m.a. (Silúrico-Devónico), 350-300 m.a. (Carbonífero inferior) y 270-240 m.a. (Pérmico medio-superior). Los primeros tres ciclos están integrados por rocas intrusivas, mientras que en el último existe coexistencia de éstas y de efusivas. *d)* Las eruptivas del Triásico inferior poseen una edad de  $235 \pm 5$  m.a., hallada sobre la base de isocronas Rb-Sr y K-Ar que dan edades concordantes entre sí. *e)* De los basaltos cenozoicos se cuenta con un número limitado de dataciones, que sólo permite asegurar que estas rocas pertenecen a varios eventos efusivos que se extienden desde el Oligoceno-Mioceno al Holoceno.

Finalmente, la tercera parte presenta las conclusiones halladas sobre la base de todos los datos geológicos y geocronológicos obtenidos.

## Introducción

La provincia de La Pampa es casi en su totalidad una llanura con muy escasas elevaciones que en general sobresalen muy poco del nivel medio de la misma, comúnmente no más de unas pocas decenas de metros. El rasgo orográfico más importante es la sierra de Lihué Calel\* cuya altura máxima es de 590 m s.n.m., elevándose apenas sobre el paisaje general del cual se destaca nítidamente. Otras elevaciones de significación son las de las sierras de Lonco Vaca y del cerro Los Viejos, mientras que la gran mayoría de los restantes asomos rocosos no sobrepasan los 90-100 metros.

A pesar de lo señalado, la parte central y occidental de esta provincia posee afloramientos de gran interés geológico ya que representan la participación de cuatro de las más importantes unidades geoestructurales de la República Argentina.

\* Para la toponimia empleada en el texto se sigue el Atlas de la República Argentina, editado por el Instituto Geográfico Militar, 1972.

these data, it is possible to conclude: *a)* The metamorphic rocks belong to the Upper Precambrian. The older rocks have ages of 800-850 m.y. obtained by the K-Ar method. The Rb-Sr isochron method indicates an age of  $650 \pm 70$  m.y., showing also, that some of these rocks were remobilized at  $340 \pm 50$  m.y., due to granitic intrusions of the Paleozoic. *b)* From the eruptive rocks only few are of Precambrian age; the cerro Las Matras diorite with a value of  $770 \pm 40$  m.y., and the sierra de Lonco Vaca and Colorado river pegmatites with a value of 650 m.y., are the only rocks assigned to this time. *c)* The Paleozoic eruptive rocks are distributed in four cycles, located at: 530-500 m.y. (Middle to Upper Cambrian), 430-400 m.y. (Silurian-Devonian); 350-300 m.y. (Lower Carboniferous); and 270-240 m.y. (Middle to Upper Permian). The first three cycles are formed by intrusive rocks only, while in the last one coexist intrusive and effusive rocks. *d)* The eruptive rocks of the Triassic have an age of  $235 \pm 5$  m.y., obtained by Rb-Sr and K-Ar isochrons with concordant ages. *e)* For the Cenozoic basalts there are few data and they only permit to assure that these rocks belong to several effusive events from the Oligocene-Miocene until the Recent.

Finally, the third part presents the conclusions obtained with all the geologic and radiometric data obtained.

La parte central presenta manifestaciones de rocas metamórficas y eruptivas que aparentemente corresponden a la prolongación austral de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. La occidental representa la continuación del llamado "Cinturón Móvil Mendocino-Pampeano" de Criado Roqué (1972 b), denominado posteriormente "Provincia Geológica Sanrafaelino-Pampeana" (Criado Roqué e Ibáñez, 1976).

Algunas de las rocas eruptivas, en especial las efusivas, guardan estrecha relación con las similares del llamado macizo Norpatagónico, mientras que los basaltos cenozoicos son la prolongación oriental de los aflorantes en el suroeste de la provincia de Mendoza.

Sin embargo y a pesar de la importancia potencial de la geología de esta provincia, en especial para la correlación estratigráfica de las mencionadas unidades estructurales, poco es lo conocido sobre ella hasta el presente. Esto se debe principalmente a que

los afloramientos son escasos, de reducido tamaño y además, a que los mismos se encuentran aislados unos de otros, por lo cual la observación de sus contactos y la determinación de su exacta ubicación estratigráfica es difícil de precisar.

Estas características de los afloramientos es particularmente crítica para el estudio de las rocas metamórficas y eruptivas que representan casi el 90 por ciento de los asomos rocosos de la provincia. Debido a lo señalado, en la mayoría de los casos estas rocas sólo han podido ser comparadas y ubicadas cronológicamente sobre la base de similitudes litológicas, por lo cual en muchas oportunidades las conclusiones esbozadas revisten solamente carácter preliminar.

Por los motivos indicados precedentemente se decidió encarar el estudio geológico, petrográfico y geocronológico de las rocas metamórficas y eruptivas de la provincia. En una primera etapa se investigaron la mayor parte de los afloramientos más importantes de las rocas eruptivas (Linares, Llambías y Latorre, 1977); con posterioridad, se encaró el estudio de las rocas metamórficas de la parte central, como así también de otras eruptivas no incluidas en el anterior. En ambos casos, las investigaciones realizadas se basaron sobre el levantamiento geológico regional efectuado por Llambías (1975).

El trabajo que aquí se presenta consta de tres partes. En la primera se resume todo lo conocido por los autores acerca de la geología de la provincia de La Pampa. En la segunda se dan a conocer los resultados hallados por medio de estudios petrográficos y de dataciones radimétricas, aplicando los métodos potasio-argón y rubidio-estroncio de las muestras coleccionadas durante las observaciones geológicas efectuadas en diversas oportunidades entre los años 1973 y 1977. Además, se ha recurrido al uso de las determinaciones de edad publicadas por otros autores, lo cual se indica en cada caso. La tercera parte resume las conclusiones obtenidas sobre la base de todo lo reseñado.

Si bien este trabajo no pretende que sus conclusiones se consideren como definitivas, trata de demostrar que el correcto uso e interpretación de los resultados radimétricos, apoyados en observaciones geológicas y el estudio petrográfico, puede ser de gran valor para la investigación de la estratigrafía de una comarca como la estudiada, en especial en aquellos casos en que la aplicación de la

metodología geológica clásica, no permite lograr resultados finales aceptables.

Por lo expuesto se señala que, al dar a conocer las conclusiones, de ninguna manera se descarta que futuros estudios sobre un mayor número de muestras y de otros afloramientos puedan modificar algunas o gran parte de las interpretaciones aquí presentadas.

Si el contenido y tratamiento del mismo, despierta el interés de otros estudiosos de temas similares, los autores estiman que la finalidad principal de este trabajo se ha logrado.

### Agradecimientos

Los autores desean dejar constancia de la colaboración recibida por parte del personal de los laboratorios potasio-argón y rubidio-estroncio del INGEIS, para la realización de los análisis. Asimismo, agradecen a los doctores Roberto Caminos, Emilio González Díaz, Juan Carlos Turner, E. Núñez y J. Tulio, las sugerencias recibidas durante el curso de esta investigación, que mejoró el análisis de algunos de los temas tratados; al señor Marcos Bertolini por la confección de los cortes transparentes, a la señorita Julia R. La Forgia por el dibujo de las ilustraciones y a la señora Alcira Susana M. de Gómez por la confección de los cuadros; por las mejoras introducidas en su redacción y la dactilografía del original.

## PARTE N° 1. — GEOLOGIA DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

### 1. ESTUDIOS ANTERIORES Y ANTECEDENTES

Las primeras menciones acerca de la geología de la provincia de La Pampa se deben a Doering (1882) y a Siemiradzki (1893). El primer trabajo de importancia regional corresponde a Stappenbeck (1913, 1926), debido al detallado análisis de la geología de la misma y a las relaciones con la de otras comarcas.

Dos años más tarde, Wichmann (1928), distinguió dos grupos de rocas eruptivas separando los granitos, que ubicó en el Precámbrico, de los pórfiros cuarcíferos, porfiritas y pórfiros graníticos, que Groeber (1929) consideró de edad pérmico-triásico.

Tapia (1939), realizó un estudio geológico regional de la parte central de la pro-

CUADRO N° 1. — Cuadro estratigráfico de la provincia de La Pampa.

ERA	PERÍODO		GRUPO	FORMACIÓN	MIEMBRO	LITOLOGÍA	
CENOZOICO	CUARTÁRICO	Holoceno				Médanos, suelos, salinas y salitrosales	
		Pleistoceno y Plioceno sup				Varios tipos de basaltos	
	TERCIÁRIO	Plioceno superior			El Sauzal		Areniscas, calcáreas, conglomerados areniscas limosas
					Cerro Azul		Limos arenosas loessoides
		Plioceno medio			Río Negro		Areniscas grises
		Plioceno inferior			Arroyo Chasicó		Limos arenosas loessoides
		Eoceno superior			Vaca Mahuida		Calizas, dolomitas, lutitas verdosas, yeso
MESOZOICO	TRIÁSICO	Tr inferior	Sierra Pintada			Calizas, lumachellas, areniscas calcáreas, margas	
					El Centinela		Andesitas, pórfiros andesíticos y brechas andesíticas (Facies extrusiva mesosilícica)
PALEOZOICO	PÉRMICO	P superior				Riolitas, dacitas, brechas riolíticas (Facies extrusiva félsica)	
						Choique Mahuida	
	CARBÓNICO	Superior				Cerro Guadaco	Ortocuarcitas, conglomerados oligomicticos
		Inferior			[Granito] Piedra de Afilar	Lomas de Afilar	Ortocuarcitas, limolitas y wackas
	DEVÓNICO	Inferior				[Granito] Lanca Vaca	Granitos, pegmatitas y apilitas
	DEVÓNICO SILÚRICO					Carapacho	Wackas, lutitas y limolitas
	ORDOVÍCICO					San Jorge	Calizas
ORDOVÍCICO CÁMBRICO	Or inferior C superior				[Granito] Curaco	Granitos porfiróides, apilitas y pegmatitas	
PRECÁMBRICO SUPERIOR						Diorita Las Matras	Diorita gran fina
							Esquistos, gneises y anfibolitas*

vincia. Con posterioridad Sobral (1942), ubicó algunos granitos como los de La Escondida y del noroeste de Algarrobo del Aguila, en tiempos precarbónicos y en su mapa los asigna al Precámbrico. Este autor diferencia esas rocas de las efusivas, en especial de los pórfiros oscuros y rojos no emitiendo ningún juicio sobre su probable edad.

Más tarde, Vilela y Riggi (1956), en su estudio sobre la comarca de los alrededores de Lihué Calel, ubican a los granitos de sierra Chata en el Precámbrico y a las riolitas de Lihué Calel en el Triásico.

Ortiz (1967, en Criado Roqué, 1972a) y este último autor (*op. cit.*) sitúan las vulcanitas en el Pérmico medio a superior, por analogía con las aflorantes en el Bloque de San Rafael, Mendoza, separando de ellas

a las riolitas que integran la sierra de Lihué Calel a las que incluyen en el Triásico inferior.

González Díaz (1972), considera que el granito de Lomas Piedra de Afilar es Precámbrico basándose en su similitud litológica con rocas similares de las Sierras Pampeanas y por estar cubierto por sedimentitas del Carbónico.

Llambías (1973, 1975) y Llambías y Leveratto (1975), identificaron a las rocas eruptivas del Pérmico superior-Triásico inferior, como pertenecientes a un extenso "plateau riolítico" correspondiente a un prolongado ciclo magmático ácido, constituido por granitos, riolitas y andesitas.

Llambías (1975), efectúa el levantamiento geológico de la provincia, extendiendo ese

estudio al de las posibilidades mineras de la misma.

Además, diversos autores han contribuido con sus investigaciones al conocimiento de la geología de esta provincia, los que se citarán en los capítulos correspondientes.

Los primeros estudios radimétricos realizados sobre rocas de esta provincia se deben a Cortezzi y Dirac (1969), quienes dan a conocer dataciones por el método potasio-argón de rocas basálticas cenozoicas del departamento Puelén con edades comprendidas entre 2,2 y 5,0 m.a. Halpern, Umpierre y Linares (1970), citan una edad de  $500 \pm 35$  m.a., para el granito aflorante sobre la margen norte del río Colorado en las cercanías de la localidad de Pichi Mahuida, mientras que Halpern, Linares y Latorre (1971), aplicando el método rubidio-estroncio de isocronas obtienen un valor de  $226 \pm 7$  m.a. para las ignimbritas riolíticas de la sierra de Lihué Calel, edad ésta que ubica a esas rocas en el límite Pérmico-Triásico.

Asimismo, Núñez (1976), da a conocer edades de basaltos aflorantes en la Hoja Geológica 31c, Chical Co, que en parte corresponden a rocas situadas en localidades de la vecina provincia de Mendoza, con valores que oscilan entre 1,0 y 2,3 millones de años.

Finalmente, Linares, Llambías y Latorre (1977), presentan los resultados geológicos y geocronológicos hallados sobre un número cercano a 80 muestras de rocas eruptivas de la provincia, esbozando la ubicación cronológica de la mayoría de los afloramientos conocidos de esas rocas.

## 2. RESEÑA GEOLÓGICA

Este capítulo es un resumen de la geología de la provincia de La Pampa, siguiendo los lineamientos propuestos por Llambías (1975) y las modificaciones sugeridas por Linares, Llambías y Latorre (1977).

El cuadro N° 1 muestra una síntesis de la estratigrafía de las distintas unidades geológicas aflorantes, mientras que la figura N° 1 corresponde al mapa geológico de la provincia.

### 2.1. Precámbrico

#### 2.1.1. Rocas metamórficas

Representan las rocas más antiguas de la provincia y afloran en forma esporádica a

lo largo de una estrecha franja de rumbo aproximado N-S ubicada en su zona central. Dicha franja se extiende desde la sierra de Lonco Vaca, departamento Rancul, en el extremo norte de la provincia, hasta las cercanías de la localidad de Pichi Mahuida, departamento Lihué Calel, en especial sobre las orillas del río Colorado.

Esta disposición N-S refleja la tendencia estructural del Basamento Cristalino, debiendo destacarse que tanto las fracturas de carácter regional como la esquistosidad de estas rocas, tienen esa orientación, rasgo éste común en las Sierras Pampeanas. Sobre la base de estas características y de los tipos de rocas que constituyen este basamento, se considera que los afloramientos estudiados representan la prolongación austral de esa unidad estructural, que de ese modo se prolongaría más al sur de lo conocido hasta el presente, o sea hasta las orillas del río Colorado, como lo sugirieran Stappenbeck (1926) y Harrington (1956).

Al S de este rasgo geográfico no se han detectado hasta la fecha afloramientos de rocas metamórficas, salvo que al mismo ciclo pertenezcan los que aparecen en las vecindades de Valcheta, Río Negro, aunque éstos se sitúan unos 200 km al S de la comarca en estudio. Este detalle puede ser de gran valor para la interpretación de la historia geológica de la Patagonia, en especial cuando en ella se lleven a cabo estudios geológicos-geocronológicos regionales.

Los afloramientos más extensos de esas rocas se encuentran en la sierra de Lonco Vaca y a orillas del río Colorado en las inmediaciones de Pichi Mahuida. Entre ambas zonas se estudiaron otros de menor extensión, como los de Valle Daza; en las cercanías de las estancias La Aguada y La Araucana y a lo largo de la ruta nacional N° 152 entre General Acha y Lihué Calel. Esto no descarta la existencia de otros afloramientos que puedan ubicarse en nuevos estudios, a lo largo de la franja central de la provincia.

A continuación se describirán las características más importantes observadas en cada uno de los asomos estudiados.

*Sierra de Lonco Vaca:* Representa el afloramiento más septentrional y mejor expuesto, debido en especial a la apertura de canteras para la extracción de piedra para balasto y construcción de caminos. Sus características fueron descritas por Pastore

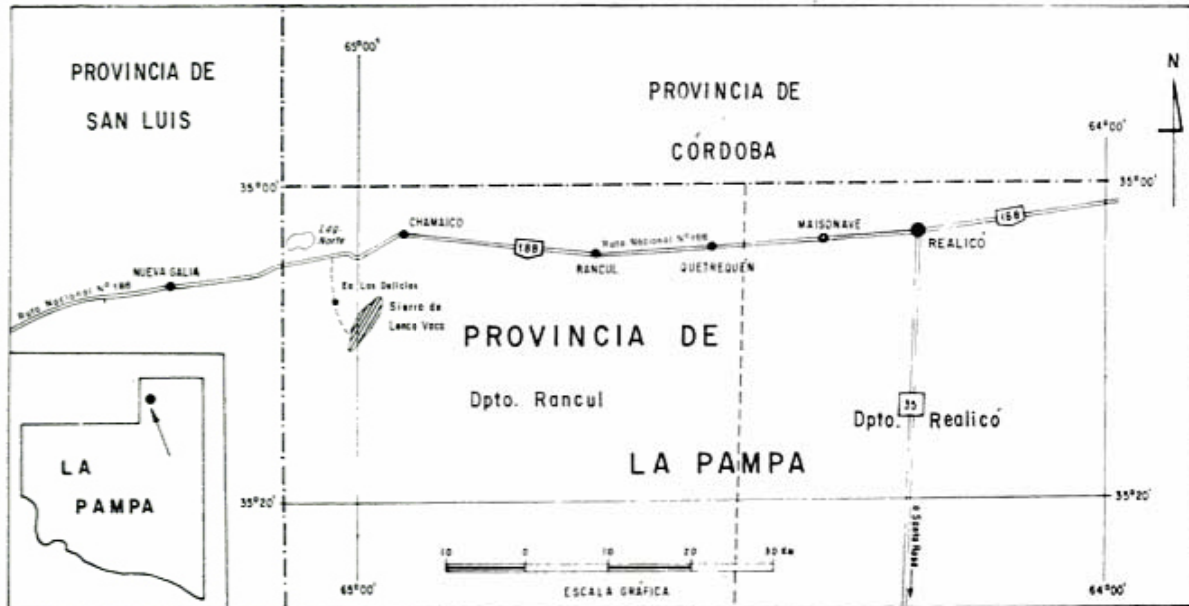


Fig. 2. — Ubicación de la sierra de Lonco Vaca.

(1932), Sister (1949), Friboes (1967) y Llambías (1975).

Se encuentra dentro de la estancia Las Delicias que se sitúa a la altura del kilómetro 556 de la ruta nacional N° 188, unos 80 km al O de Realicó, en el departamento Rancul (fig. 2).

Está constituido por un pequeño bloque de basamento tipo Sierras Pampeanas. Una falla de rumbo NNE-SSO la limita por el O y determina su inclinación hacia el este. Las rocas predominantes en ella son: esquistos cuarzo-micáceos que gradualmente pasan a gneises, lentes de anfibolitas bandeadas y venas pegmatíticas. Este conjunto de rocas está intruido por granitos asignados al Devónico (Linares, Llambías y Latorre, 1977), que se describen más adelante y que localmente y en pequeña escala, han granitizado a los esquistos y anfibolitas.

Los esquistos varían desde filitas a gneises, observándose en estos últimos inyecciones cuarzo-feldespáticas capa por capa, con replegamientos ptigmáticos. Los de grano más fino contienen abundante biotita alterada en clorita y muscovita-sericita.

Las anfibolitas están constituidas por anfíbol (hornblenda) y plagioclasa (andesina cálcica), con texturas granoblásticas. Los granos de anfíbol se hallan segregados en bandas, lo cual confiere a la roca un cierto grado de esquistosidad. Es poco frecuente la presencia de piroxeno y cuando este mineral aparece, se encuentra como relicto, a

veces dentro de los cristales de anfíbol. En general estas rocas están frescas.

*Valle Daza:* En la depresión del Valle Daza, de rumbo aproximado NE-SO, afloran en el centro y bordes de los salitrales que rellenan esas pequeñas cuencas, rocas esquistosas y graníticas que pertenecen al Basamento Cristalino. En todos los casos, los afloramientos son de tamaño reducido y escasa altura, por lo cual durante ciertos períodos del año, los mismos son cubiertos ya sea por la inundación del salitral o por la invasión de médanos arrastrados por el viento.

Los esquistos estudiados proceden del centro del salitral situado unos tres kilómetros al S del casco de la estancia Malal Co ubicada unos 10 km al SE de Valle Daza, en el departamento Utracán (fig. 3). El afloramiento ocupa una superficie de unas pocas decenas de metros cuadrados, elevándose sobre el piso del salitral solamente 40-50 centímetros.

Está constituido por esquistos cuarzo-micáceos, algo migmatíticos, a veces con aspecto de gneises y son similares a los que se hallan agua abajo de Pichi Mahuida sobre el río Colorado (véase más adelante). El rumbo de la esquistosidad es N-S y se hallan intruidos por un dique de diabasa alterada, casi concordante, de 1,20 m de espesor.

En el borde del salitral se encontraron pequeños rodados de hasta cinco centímetros de diámetro de una roca que en el campo

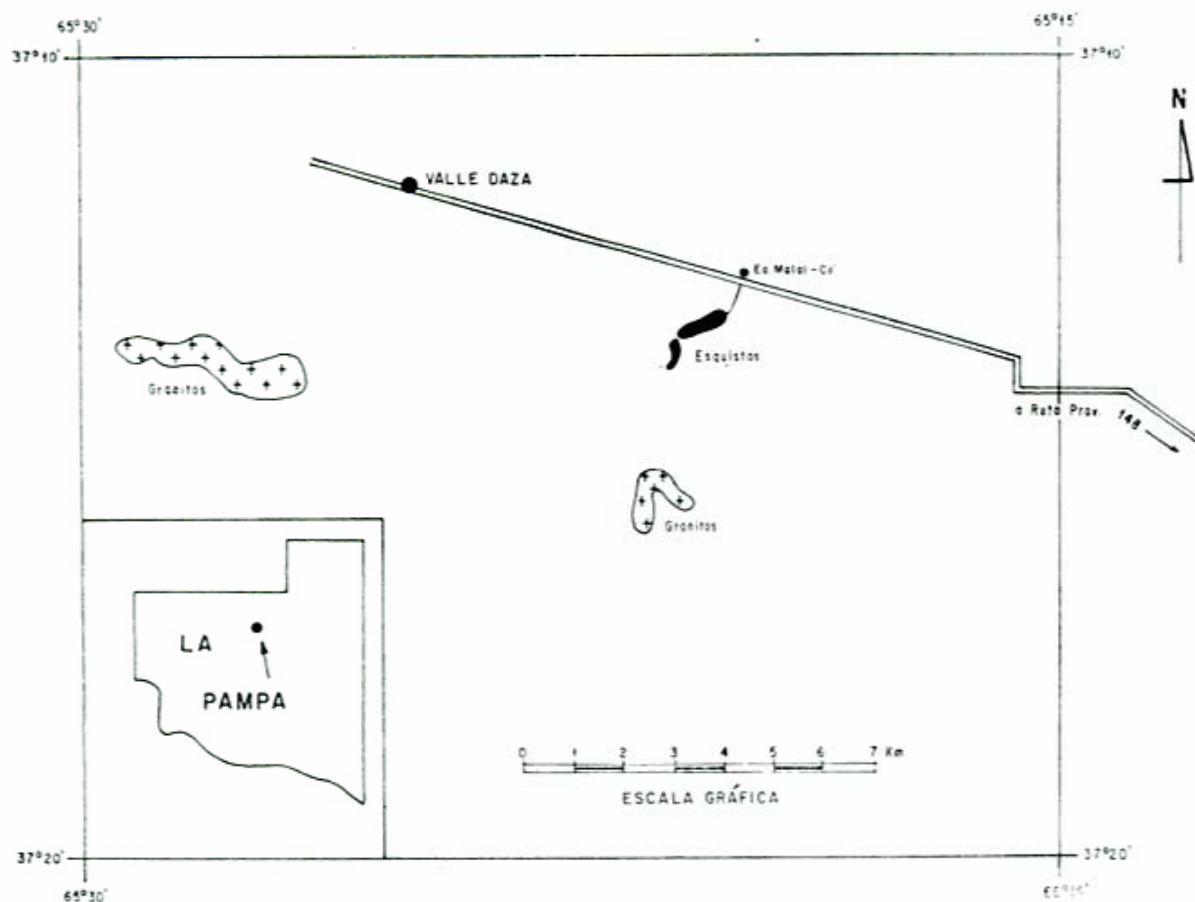


Fig. 3. — Ubicación y esquema geológico de la región de Valle Daza.

se clasificó como anfibolita (Muestra N° 10). Estudiada al microscopio se comprobó que la misma es una granoblastita,\* de acuerdo con la nomenclatura de Winkler (1974, pág. 247).

En los salitrales situados al S y O del descripto y dentro de la misma depresión del valle Daza, los afloramientos del basamento están constituidos principalmente por un granito biotítico-muscovítico, grano mediano, que está intruido por venas de pegmatitas. Sólo en forma aislada y en afloramientos que cubren pocos metros cuadrados, se encuentran rocas gnéissicas.

*Afloramientos sobre la ruta nacional N° 152.* A ambos lados de esta ruta, al S de la ciudad de General Acha y más precisamente entre las localidades de estancia El Carancho y salitral Levalle, departamento Utracán (fig. 4), se han excavado tajamares de hasta dos metros de profundidad para colectar aguas de lluvias. En el fondo

\* Se agradece a la doctora Luisa M. Villar y a la licenciada Marta Godeas su colaboración en el estudio y descripción de esta roca.

de ellos aparecen rocas del basamento, en su mayoría granitos y pegmatitas, aunque en ciertos casos se han encontrado también metamorfitas.

Unos dos kilómetros al S de la estancia El Carancho, en la primera lomada que atraviesa la ruta y que corresponde al borde S de la depresión del mismo nombre, aparecen en forma poco visible a ambos lados y en algunos pozos realizados para la colocación de postes de alambrado, esquistos cuarzo-micáceos, de color blanco. En el borde sur de la laguna Trarú Lauquen, en las cercanías de los afloramientos mencionados, se observan granitos biotítico-muscovíticos intruidos por pegmatitas, que en conjunto son probablemente más recientes que las rocas metamórficas.

A la altura del km 88,5 de la ruta nacional N° 152, unos 200 m al E de la ruta, existe una cantera para la extracción de piedra que ha puesto en descubierto granitos biotítico-muscovíticos y pegmatitas con turmalina, que intruyen pequeños asomos de esquistos micáceos parcialmente granitizados y bastante alterados. La muestra extraída

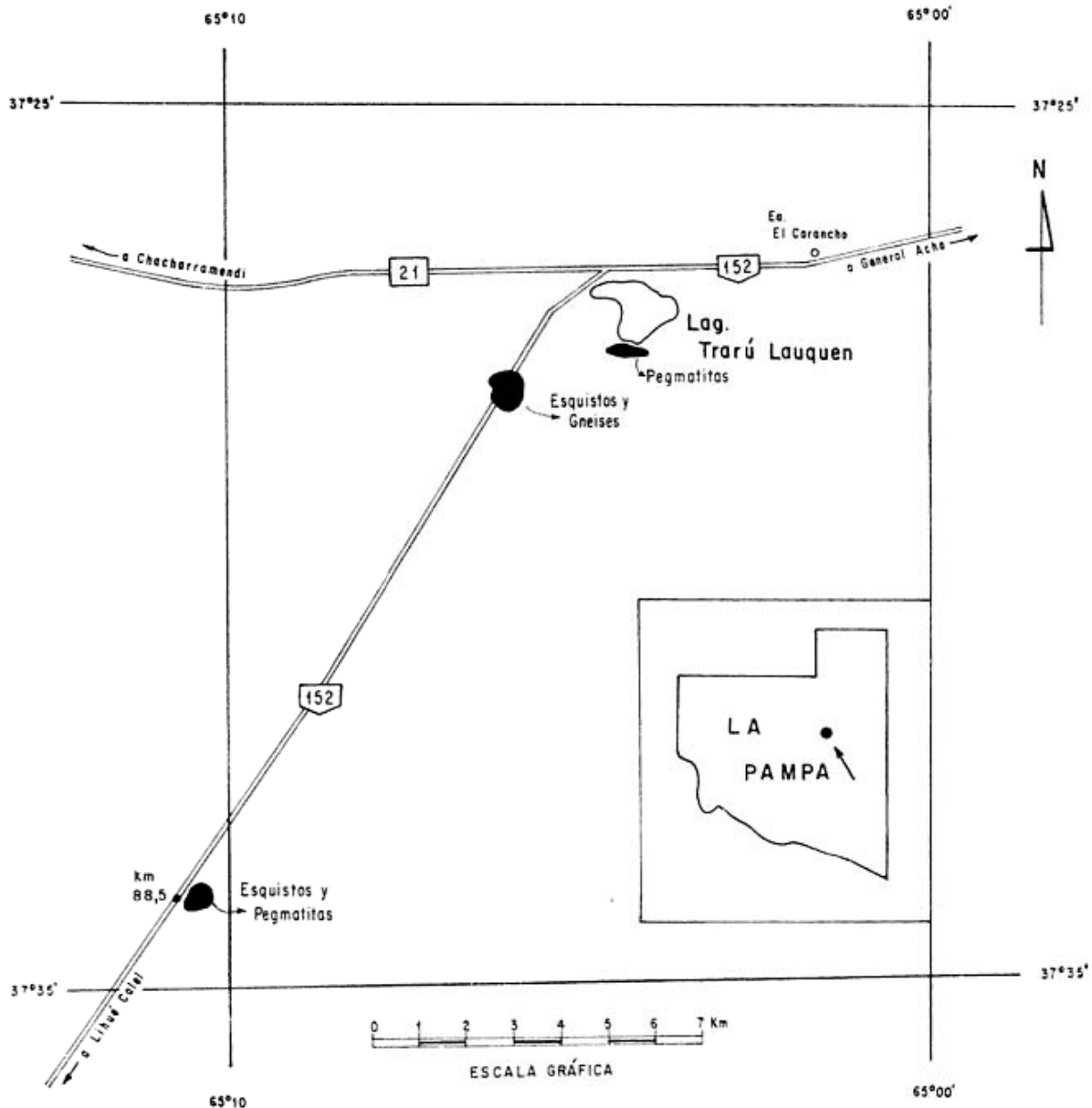


Fig. 4. — Ubicación de los afloramientos situados a lo largo de la Ruta Nacional 152, al Sur de El Carancho.

para su estudio y análisis es la más fresca de todo el afloramiento y se encuentra en las cercanías del cuerpo pegmatítico.

**Estancia La Araucana:** Se halla en las cercanías de la ruta provincial que une General Acha y Cuchillo Co y unos 30 km al NNO de esta última localidad, en el departamento Lihúe Calel (fig. 5).

Los afloramientos cuya extensión no sobrepasan unas pocas decenas de metros cuadrados, se encuentran unos 500 m al E del casco de la estancia y en el fondo de un pequeño cañadón de unos 10 m de ancho. Las rocas allí presentes son filitas sedosas, con microfalias de cuarzo y oligoclasa, de color

gris verdoso a pardo rojizo. Su rumbo general es N-S con una inclinación de  $60^\circ\text{E}$  y están atravesadas por delgadas venillas de cuarzo.

En la región vecina a Cuchillo Co, en los pozos de molinos de las estancias San Juan (cercana al cerro La Payana) y La Aguada (en las proximidades de la ruta provincial G), se observan también asomos de rocas metamórficas constituidos por esquistos biotíticos de grano fino. La ubicación de estos afloramientos se indica en la figura 5.

**Río Colorado:** En las orillas del río Colorado y en diversos lugares que van desde el dique Andersen por el E hasta la locali-



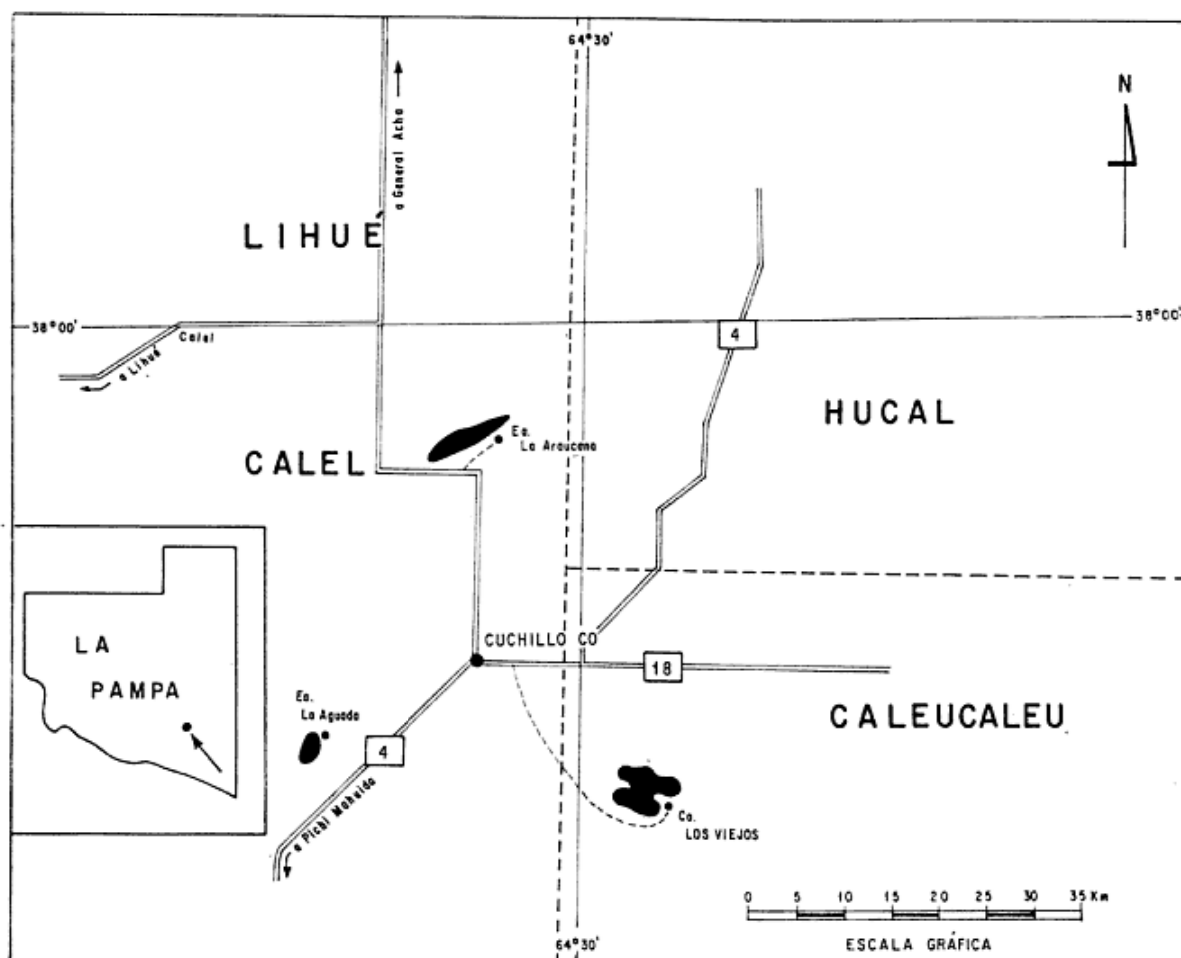


Fig. 5. — Ubicación de los afloramientos de Ea. La Araucana, Ea. La Aguada y Co. Los Viejos.

dad de Pichi Mahuida en el O, se presentan diversos afloramientos de rocas metamórficas y eruptivas; asimismo, sobre el río Salado o Curaco y en las cercanías de la intersección de ese curso de agua con el camino que va a la estancia El Alamo, se observan granitos porfiroideos (véase más adelante en Granito Curaco), que engloban e intruyen a rocas metamórficas. Los citados asomos, todos ellos situados dentro del departamento Lihue Calel, se describen con la denominación de: a) estancia El Alamo; b) Pichi Mahuida; c) Puesto Sainges y d) dique Andersen. Su ubicación se presenta en la figura 6.

a) *Estancia El Alamo*: Sobre el río Curaco y ambos lados del camino de acceso a dicha estancia, se hallan reducidos asomos de metamorfitas intruidas por granitos paleozoicos. En general, corresponden a esquistos micáceos algo alterados, siendo común encontrar xenolitos de los mismos dentro de las rocas graníticas. Todo el

conjunto está atravesado por diques de reducida potencia, de una roca básica.

- b) *Pichi Mahuida*: Sobre la margen N del río Colorado y en las cercanías de esta localidad, se observan gneises y esquistos cuarzo-micáceos plegados, cortados por venas cuarzosas con repliegues ptigmáticos y parcialmente granitizados por la acción de granitos y pegmatitas paleozoicos que los intruyen. Como en el caso anterior, todo el conjunto está atravesado por diques de pequeño espesor, de una roca básica de color negro.
- c) *Puesto Sainges*: Cuatro kilómetros al E de Pichi Mahuida y a orillas del río Colorado, se encuentran extensos afloramientos de esquistos y gneises, granitos y pegmatitas y en menor proporción, rocas básicas que atraviesan todo el conjunto, particularmente

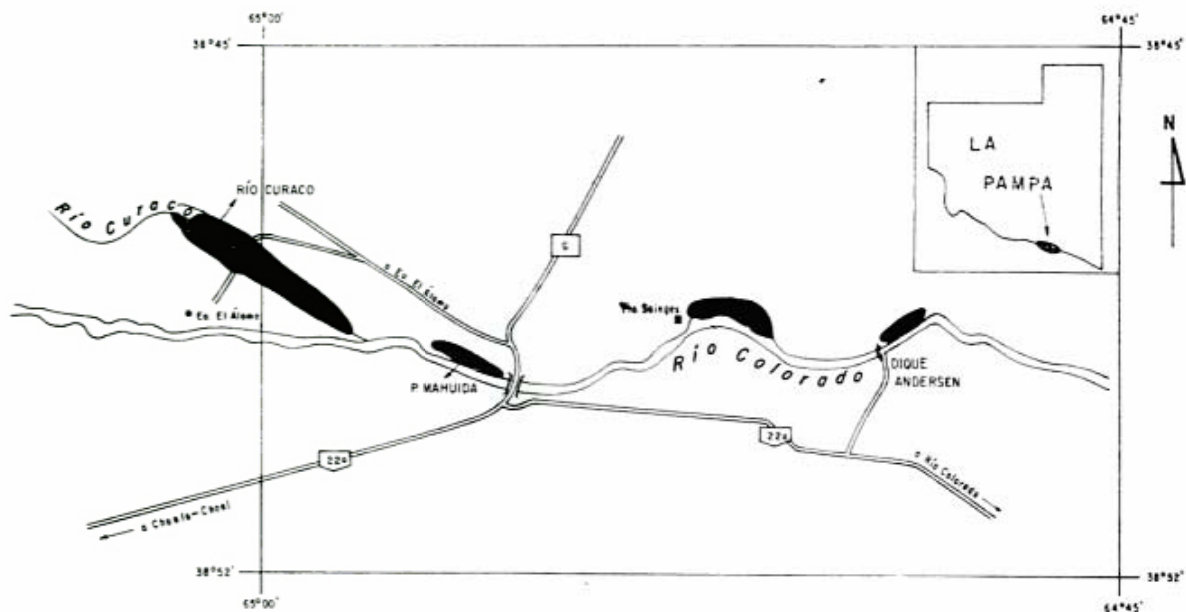


Fig. 6.—Ubicación de los afloramientos de rocas metamórficas y eruptivas en las cercanías de Pichi Mahuida.

observables cuando el nivel del río es bajo.

Las metamorfitas son las rocas más antiguas y en comparación con los granitos y pegmatitas, las de menor abundancia. Principalmente, corresponden a esquistos cuarzo-micáceos inyectados capa por capa por venas de cuarzo y oligoclasa, de hasta cinco milímetros de potencia, presentando pliegues ptigmáticos. En algunos casos llegan a poseer textura gnéisica.

Se observa también que los esquistos han sido migmatizados debido al aporte de cuarzo, oligoclasa y microclino, lo que produjo la desaparición casi por completo de la textura esquistosa, aunque no borrándola en forma total. En ciertos casos, la transformación es tan grande que aparenta ser una roca granítica.

En esta localidad los esquistos cuarzo-micáceos son englobados por las migmatitas, evidenciando de esta forma la probable existencia de dos diferentes etapas de formación (fig. 7). La más antigua corresponde a las rocas esquistosas con inyección capa por capa, mientras que los gneises y migmatitas a la más reciente. Las intrusivas graníticas son posteriores, del Paleozoico, mientras que los diques de rocas básicas son del último evento magmático registrado en esa zona.

d) *Dique Andersen*: A orillas del río Colorado, principalmente en su margen N y agua abajo de la pantalla del dique, aparecen rocas pelíticas y wackas de colores oscuros, con intercalaciones de venas de cuarzo, feldespatos y epidoto, que a veces presentan pliegues ptigmáticos y que se hallan intruidas por un granito rosado.

Por su similitud litológica con las limolitas y wackas de la Formación

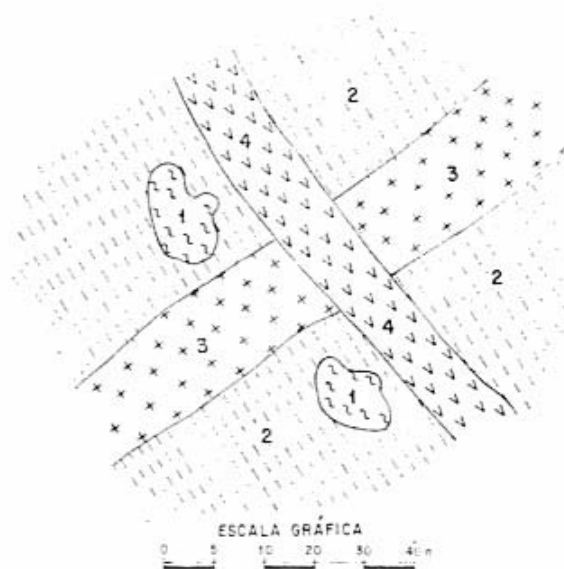


Fig. 7.—Esuema de las relaciones geológicas en el afloramiento sobre el río Colorado al este de Pichi Mahuida. 1: Esquistos; 2: migmatita; 3: granito 4: roca básica.

Carapacha, Llambías (1975) las asignó a esa Formación. Sin embargo, la edad hallada para el granito del dique Andersen de  $450 \pm 50$  m.a. (Linares, Llambías y Latorre, 1977), indicaría que las sedimentitas de esta localidad son más antiguas que la Formación Carapacha.

Además, en las cercanías del granito y en reducidas extensiones se observan esquistos micáceos de grano fino con pliegues ptigmáticos e intercalaciones capa por capa de cuarzo y feldespato, similares a los expuestos en las otras localidades ya mencionadas.

*Edad.* Por la similitud litológica de las rocas metamórficas descriptas, con las del basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis y asimismo, por encuadrarse dentro de un marco estructural análogo, se las ubica en el Precámbrico superior.

### 2.1.2. Rocas eruptivas

Dentro de las rocas eruptivas de edad Precámbrica se ubica un solo afloramiento que es el correspondiente a la diorita del cerro Las Matras, en la región occidental de la provincia, departamento Chadileo.

El relieve en esta zona es suave, con elevaciones de hasta 80 m sobre la llanura circundante. La roca aflorante es una diorita de grano mediano a fino y de tonalidad gris verdosa, intruida y parcialmente granitizada por un granito de tono rosado (fig. 8).

*Edad.* Las determinaciones radimétricas realizadas sobre estas rocas (Linares, Llam-

bías y Latorre, 1977), ubican a la diorita de Las Matras en el Precámbrico superior con una edad media de  $730 \pm 15$  m.a., mientras que el granito que la intruye con un valor de  $385 \pm 15$  m.a., se localiza en el Devónico. Ni las ortocuarzitas del cerro Poleo (Carbónico superior) situados 1.000 metros al O de Las Matras, ni las riolitas del Grupo Choique Mahuida, que se encuentran 500 metros al S, están afectadas por la intrusión de la diorita y del granito.

## 2.2. Paleozoico inferior a medio

### 2.2.1. Granito Curaco

Se propone esta unidad litoestratigráfica, con carácter informal, para describir el granito que aflora en el curso del río Salado o Curaco, entre su desembocadura en el río Colorado por el E y el camino que se dirige a la estancia El Alamo por el oeste.

El granito es de tonalidades rosadas, grano mediano a grueso, con megacristales de microclino que le confiere un aspecto porfiróideo. Es semejante en su composición y textura a algunos granitos de las sierras de Córdoba y de San Luis. Está constituido por microclino, plagioclasa, cuarzo y entre los minerales micáceos se observan biotita y muscovita en proporciones similares. Se halla fresco y está atravesado por diques aplíticos y pegmatíticos, siendo los contactos, rectilíneos y netos. Contiene xenolitos de esquistos micáceos que a veces presentan repliegues ptigmáticos.

Dentro de esta unidad se incluyen también los granitos rosados que se hallan en Puesto Sainges, en la orilla N del río Colorado y los aflorantes en el mismo río en la localidad Dique Andersen.

*Edad.* Para estas rocas Linares, Llambías y Latorre (1977), obtuvieron una edad rubidio-estroncio por isocrona de  $450 \pm 50$  m.a., que ubica a esta unidad en el Ordovícico.

Los granitos de Pichi Mahuida no se incluyen por ser algo distintos a los del río Curaco y poseer una edad radimétrica diferente (véase 2.2.5.).

### 2.2.2. Formación San Jorge

Esta Formación fue definida por Criado Roqué (1972 b) para describir una secuencia sedimentaria calcárea que aflora en los cerros Rogaziano y San Jorge, en el departa-

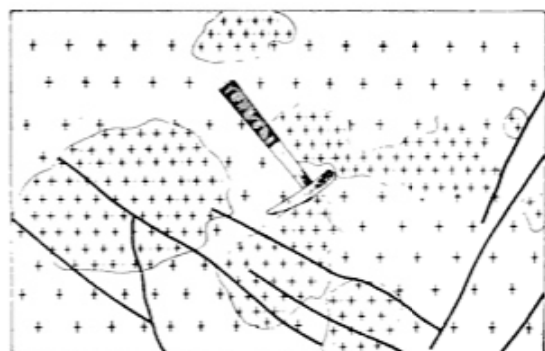


FIG N°8. Diorita del Cerro Las Matras intruida y granitizada por granito rosado  
Diorita +++ Granito +++ Diques —

mento Limay Mahuida. Se excluyen de esta Formación las llamadas "cuarcitas del cerro Choique Mahuida" por ser éstas, riolitas de edad permo-triásicas (Llambías, 1976). Las calizas de esta Formación fueron descritas previamente por Wichmann (1928).

En el cerro Rogaziano, loma de unos 40 m de alto, predomina una caliza pura, de color gris azulado y con muy buena laminación, del orden del centímetro. Su rumbo aproximado es N-S y su inclinación de 30° O es poco variable a lo largo de todo el afloramiento, no observándose pliegues. El espesor de esta secuencia se estima en 500 m y en ella no se han hallado macrofósiles. Está intruida por riolitas, en forma de pequeños diques o filones capas, que se consideran como pertenecientes al ciclo eruptivo del Pérmico superior-Triásico inferior.

El otro afloramiento corresponde al cerro San Jorge, ubicado 15 km al S del anterior y casi en la misma línea de su rumbo. Este asomo de caliza mide cuatro kilómetros en sentido N-S y dos kilómetros en el E-O, con una elevación de unos 80 m sobre el nivel de la llanura. Está constituido por calizas grises azuladas que despiden olor fétido al ser golpeadas. En algunas de sus superficies de meteorización presentan tonalidades rosadas originadas por procesos de oxidación. Se hallan estratificadas en bancos de uno a dos metros de espesor de rumbo N-S e inclinación vertical, pero en la parte S del afloramiento inclinan 30° al O. Intercaladas en el conjunto aparecen bancos de 1,5 m de potencia, color blanco, que tienen el aspecto de mármoles de grano fino. Contiene nódulos de ftanitas a veces ferruginosas, y venillas de sílice criptocristalina.

Al igual que en cerro Rogaziano, no se observan pliegues ni tampoco macrofósiles. El espesor de la secuencia aflorante, sin haberse observado ni la base ni el techo, se estima en alrededor de 500 metros.

*Edad.* La edad de estas rocas es difícil de precisar. La única relación geológica se halla en el cerro Rogaziano donde las calizas están atravesadas por diques de riolitas del Permo-Triásico. Wichmann (1928), las consideró como pertenecientes al Ordovícico, criterio éste que mantuvo Criado Roque (1972b), al ubicarlas en el Cambro-Ordovícico. Llambías (1975), las incluyó dubitativamente en el Carbónico por su escasa deformación comparada con la que presentan las rocas de la Formación Carapacha. En este trabajo se prefiere mantener

la edad asignada por Wichmann (*op. cit.*), ya que es poco frecuente la presencia de calizas en el Paleozoico superior.

### 2.2.3. Formación Carapacha

La Formación Carapacha fue definida por Vilela y Riggi (1956), para incluir un conjunto de grauvacas y lutitas que afloran en las sierras Carapacha Grande y Carapacha Chica, departamento Limay Mahuida y en las vecindades de Puelches, departamento Curá Co. Los afloramientos de estas rocas son reducidos ya que son fácilmente erosionables. Otros asomos de estas rocas se disponen a lo largo de una delgada franja cuyo eje es el río Salado o Curaco y se extiende desde La Reforma hasta cerca de Pichi Mahuida.

En la sierra Carapacha Grande los afloramientos son pequeños y están intruidos profusamente por riolitas. Están constituidos por psamitas cuarzosas, con escaso feldespato y muy pocos clastos líticos. La proporción de la matriz es del 10 por ciento y en general los clastos de cuarzo son angulosos.

En la sierra Carapacha Chica los asomos son mucho más extensos. Los bancos de wackas alternan con las pelitas, siendo verdaderas grauvacas con abundantes clastos de feldespatos y escasos de elementos líticos. Hacia el S están intruidas por riolitas permo-triásicas como ocurre en el cerro Veinticuatro.

En las vecindades de la localidad de Puelches, los afloramientos de esta Formación son los más extensos de todos los conocidos de la provincia y se disponen a lo largo del cauce del río Salado, extendiéndose por el E hasta las manifestaciones de cobre de Lihué Calel. Están constituidos por una alternancia de pelitas y grauvacas fuertemente plegadas e intruidas por dacitas y riolitas.

En La Represa, unos dos kilómetros al E de Puelches, las grauvacas tienen tonalidades verdosas, con manchas rosadas debido a la presencia de feldespatos. La constituyen feldespatos, cuarzo, clastos líticos y matriz, siendo similares en composición y proporción de sus componentes, a las que aparecen en las cercanías de las manifestaciones de cobre. En este último lugar las perforaciones realizadas para la exploración del yacimiento, evidenciaron la presencia de conglomerados polimícticos intruidos por granitos de grano mediano a fino. Los clastos de este conglomerado están muy bien redondeados y son de tamaño variado entre uno y cinco centí-

metros y están insertos en una matriz similar a la de las grauvacas circundantes. Entre los clastos líticos se observa la predominancia de los correspondientes a granitoides, esquistos biotíticos y cuarcitas.

Dos kilómetros al SO de las labores mineras, las rocas de la Formación Carapacha se hallan completamente silicificadas, tomando el aspecto de una roca blanca lechosa, similar a una cuarcita de grano fino.

Hacia el SE de Puelches hay numerosos afloramientos de reducidas dimensiones de esta Formación. En general aparecen en el lecho de los cañadones. Al NO del cerro Choique Mahuida en el camino que va de Puesto Morales a Puesto Esperanza y en el fondo de un cañadón, afloran grauvacas de color gris verdoso, estratificadas en bancos de 0,5-0,7 m de potencia, que poseen intercalaciones de limolitas y lutitas.

Llambías (1975), homologó las sedimentitas aflorantes en el dique Andersen, sobre la base de su similitud litológica, con las de la Formación Carapacha. Sin embargo, estudios radimétricos efectuados sobre el granito de esa localidad (Linares, Llambías y Latorre, 1977), asignan al mismo una edad de  $450 \pm 50$  m. a., por lo cual estas sedimentitas son más antiguas que las de la citada Formación. La intrusividad del granito en estas rocas es tan claro, que provocó fenómenos de metamorfismo de contacto, con formación de cordierita y sillimanita. Por lo señalado, las sedimentitas del dique Andersen se consideran como preordovícicas por lo cual se las asignó en este trabajo al Precámbrico, con reservas, como ya se indicó en 2.1.1.

*Edad.* La ausencia de fósiles y la carencia de relaciones estratigráficas no permite determinar su ubicación cronológica con exactitud. Hasta el presente, solamente Sgrosso (en Tapia, 1939), habría hallado braquiópodos del Silúrico superior. Tanto Wichmann (1928), como Vilela y Riggi (1956) y por comparación con otras rocas de la Precordillera y Cordillera Frontal, le asignan una edad silúrica. Criado Roqué (1972 b), la considera similar a la Formación La Horqueta (Dessanti, 1956), cuya edad ha sido establecida como devónica por Di Persia (1969). En este trabajo se considera como de edad silúrica-devónica, con reservas.

#### 2.2.4. Granito Lonco Vaca

Se propone esta formación informal para englobar los granitos rosados biotíticos y muscovíticos de la sierra de Lonco Vaca, estancia La Verde, cerros Las Matras y Los Viejos y otros granitos de composición y textura similares.

Los de la sierra de Lonco Vaca, bien expuestos en el frente de la cantera, forman diques y filones capa intruidos en los esquistos cuarzo-micáceos y anfibolitas del Precámbrico (2.1.1.). Los diques de granito por sus contactos netos y rectilíneos, son de dilatación, por lo que puede inferirse un origen magmático para ellos.

Algunos cuerpos tienen textura granosa hipidiomorfa de grano mediano y otros son de textura pegmatóidea, pasando gradualmente a pegmatitas con textura gráfica. Ambos tipos de granitos están frescos y en su composición se destaca la presencia de feldespato potásico y de muscovita.

El granito del cerro Las Matras, se encuentra exclusivamente como granitización de la diorita de la misma localidad (fig. 8). Es un granito de grano mediano a fino, de textura granosa hipidiomorfa a panalotriomorfa, estando formado por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo y escasa biotita.

El granito que se encuentra en la estancia La Verde, departamento Utracán, proviene del pozo de un molino, a 30 m de profundidad, lo cual también se repite en otros lugares cercanos. Si bien en esta comarca no se observan afloramientos superficiales, en general han sido detectados a poca profundidad. La roca de esta localidad tiene características similares a las ya descritas y está compuesta por plagioclasa, abundante feldespato potásico con maclas en enrejado, cuarzo, biotita y muscovita. Su textura es ligeramente cataclástica.

En el cerro Los Viejos, departamento Caleucaleu, el granito forma afloramientos bien definidos, relativamente extensos. Es de color rosado, grano mediano y con visible foliación producida por la orientación de la biotita y muscovita. Presenta abundantes segregaciones aplíticas y pegmáticas.

Se incluyen también dentro de esta unidad diversos asomos graníticos de dimensiones reducidas y de los cuales no se poseen edades radimétricas al presente. En este caso se consideran los afloramientos de: a) Loma Redonda y Loma Verde, al S de Chacharramendi; al S de Loma Alta; en la estancia Cerro Azul; en el borde S de la laguna

Trarú Lauquen y en la zona de Valle Daza. Todos éstos se encuentran en el departamento Utracán; b) al SO de Cuchillo Co cerca de la estancia La Águada; en la estancia San Máximo y 11 km al S de la sierra de Lihué Calel sobre la ruta nacional N° 152. Estos lugares se ubican en el departamento Lihué Calel; c) al pie de la parte N de la Sierra Chata en el departamento Curá Co.

Debe mencionarse que desde Valle Daza hacia el N, los afloramientos se interrumpen prosiguiendo en el subsuelo a escasa profundidad (entre 30 y 200 m), volviendo a aparecer en la sierra de Lonco Vaca.

*Edad.* Basados en los datos radimétricos disponibles Linares, Llambías y Latorre (1977), asignan estos granitos al Devónico inferior.

### 2.2.5. Formación Piedra de Afilar

La Formación Piedra de Afilar fue propuesta por González Díaz (1972), para describir un granito rosado de grano mediano a grueso, que se encuentra en el lugar homónimo unos 1.200 m al E de La Escondida. La descripción de esta Formación ha sido efectuada en forma detallada por el citado autor que la consideró, con dudas, como perteneciente al Precámbrico. Este granito se halla por debajo de las sedimentitas de la Formación Agua Escondida, cuya edad según González Díaz y García (1968), es Carbónico superior.

Este reducido afloramiento y otro de menor dimensión situado unos ocho kilómetros al SO, cerca del camino que va a la estancia La Humada, son los únicos que se encuentran en el O de la provincia. El asomo granítico pre-pérmico más cercano es el del cerro Las Matras cuya edad como se señalara es devónica para el granito rosado y precámbrica para la diorita (véase 2.1.2. y 2.2.4.).

Un granito que podría ser de igual edad —aunque en forma dudosa— es el aflorante a orillas del río Colorado en las cercanías de Pichi Mahuida. Tentativamente se lo ubica en esta Formación sobre la base de similitudes litológicas y por haberse obtenido sobre él una edad rubidio-estroncio por isocrona (Linares, Llambías y Latorre, 1977), de  $330 \pm 25$  m.a., que cronológicamente es igual a la hallada para el de Lomas Piedra de Afilar. Esta roca es de textura granosa hipidiomorfa, grano mediano a grueso, equigranular, con moderada altera-

ción que la hace algo friable. Incluye xenolitos de esquistos micáceos y está atravesada por diques de rocas básicas alteradas.

El granito de Pichi Mahuida tiene afinidades litológicas con el de Piedra de Afilar, dique Andersen y en menor grado con el del río Curaco. Por otra parte, Halpern, Umpierre y Linares (1970), obtuvieron una edad aparente rubidio-estroncio de  $500 \pm 30$  m.a., sobre una muestra del granito de la misma localidad. Esta edad ubicaría a este granito con los de mayor edad (Formación Granito Curaco, 2.2.1.). A pesar de esto, se lo ubica dubitativamente dentro de esta unidad hasta que nuevos estudios permitan dilucidar esta divergencia.

Dentro de esta Formación también se hallan los diques aplíticos que intruyen al granito Curaco; son rocas de grano fino, homogéneo, de tonos rosados, sumamente frescas y que contienen diferenciaciones pegmatíticas.

*Edad.* Sobre la base de las edades radimétricas obtenidas, se asigna esta Formación al Carbónico inferior.

### 2.2.6. Formación Agua Escondida

Fue definida por González Díaz y García (1968), para describir un conjunto de psamitas y pelitas del SO de la provincia de Mendoza. Criado Roqué (1972 b), la hizo extensiva a las cuarcitas de la parte central de La Pampa y finalmente Llambías (1975), la subdividió basándose en las diferencias litológicas en dos miembros: Miembro Lomas Piedra de Afilar y Miembro Cerro Guanaco.

En este trabajo se propone cambiar la denominación del Miembro Lomas Piedra de Afilar por el de Afilar, para diferenciarlo de la llamada Formación Piedra de Afilar de González Díaz (véase 2.2.5.).

El primero aflora en el cerro del mismo nombre, donde está constituido por ortocuarcitas, subgrauvacas, lutitas y limolitas (González Díaz, 1972), que se apoyan sobre un granito anterior (Formación Piedra de Afilar).

El Miembro Cerro Guanaco presenta mayor extensión y sus afloramientos más importantes son los de los cerros Guanaco, Poleo y Bayo, estando en general constituidos principalmente por ortocuarcitas blancas y en mucha menor proporción por psamitas y conglomerados oligométicos de tonalidad blanquecina. A veces, las ortocuarcitas

contienen en sus diaclasas, delgadas pátinas de hematita, que les confieren una tonalidad rosada.

En el cerro Guanaco, situado al SO de Algarrobo del Aguila (departamento Chical Co) las ortocuarcitas son en general blancas, con buena estratificación y se disponen en bancos de 1-2 m de potencia. Muchos de ellos presentan laminación entrecruzada y ondulitas. Son resistentes a la erosión ya que están fuertemente cementadas por sílice. Algunos pocos bancos están constituidos por psamitas más impuras, con clastos de cuarzo subredondeados a subangulosos, escaso feldespato alterado en sericita y matriz. Se intercalan también algunos estratos de conglomerados oligomícticos, cuyos clastos son de cuarcitas y ftanitas. En esta localidad, las ortocuarcitas están intruidas por diques y filones capas de riolitas y están cubiertas por areniscas limosas del Plioceno (Formación Cerro Azul). La estructura es la de un monoclinal u homoclinal, cuyas capas tienen rumbo N 60°O e inclinación de 20° al NE. El espesor de la secuencia sin haberse observado la base ni el techo, es de alrededor de 900 metros.

En cerro Poleo, situado unos 40 km al SE del anterior, la secuencia es monótona y está formada por ortocuarcitas blancas, con laminación entrecruzada y ondulitas. Presenta intercalaciones de unos pocos niveles de conglomerados oligomícticos similares a los ya descritos. El rumbo de los bancos es de N 20° E y su inclinación 45° SE.

En cerro Bayo, al S del cerro Poleo, las ortocuarcitas son de grano mediano a grueso, blancas y con escasas intercalaciones de niveles conglomerádicos.

Otros afloramientos, aunque de tamaño más reducido, se encuentran en las vecindades de Limay Mahuida, donde aparecen ortocuarcitas blancas, frecuentemente impregnadas por óxidos de hierro y delgados bancos de conglomerados oligomícticos. Al S de Limay Mahuida no se observan otros afloramientos de ortocuarcitas. Las cuarcitas descritas por Sobral (1942) en el cerro Choique Mahuida, departamento Lihué Calel, corresponden a riolitas afaníticas, casi afíricas.

*Edad.* Debido a la ausencia de fósiles y de relaciones estratigráficas, la edad de esta Formación sólo puede inferirse por comparación litológica con otras datadas. En la región de La Escondida, González Díaz y García (1968), determinaron la presencia de

plantas fósiles del Carbónico superior, edad que asignaron a las sedimentitas de Lomas Piedra de Afilar. Para los restantes asomos de la provincia, la similitud litológica no es conclusiva, ya que en los cerros Guanaco, Bayo, Poleo y Limay Mahuida predominan las ortocuarcitas. En cambio, en la zona de La Escondida los bancos de ortocuarcitas alternan con protocuarritas, subgrauvacas y en menor proporción lutitas y limolitas (González Díaz, 1972). No obstante lo señalado y hasta no disponerse de mayor información, se asigna esta Formación al Carbónico.

### 2.3. Paleozoico superior-Triásico

#### 2.3.1. Grupo Sierra Pintada

Criado Roqué (1972 b), describió las vulcanitas félsicas de la provincia de La Pampa como pertenecientes al Grupo Sierra Pintada definida por el mismo autor (Criado Roqué, 1972 a), al resumir la espesa secuencia volcánica permo-triásica del Bloque de San Rafael. No incluyó en este grupo a las riolitas de la sierra de Lihué Calel que separó como Formación Lihué Calel considerándola de edad triásica. Linares, Llambías y Latorre (1977), incorporaron al Grupo Sierra Pintada las riolitas de Lihué Calel y las plutonitas asociadas a ese magmatismo félsico por tener todas ellas características litológicas similares, lo cual se debe a que tienen una misma filiación magmática.

Este Grupo ha sido descrito para La Pampa desde el punto de vista magmático por Llambías (1973) y por Llambías y Leveratto (1975), como un extenso "plateau riolítico" en el cual las riolitas extrusivas cubren la mayor extensión, por ser los magmas saturados en volátiles y por lo tanto extruirse como ignimbritas y tener amplia movilidad en la superficie dado su baja viscosidad. La facies plutónica está representada por numerosos granitos, muchas veces miarolíticos, que corresponden a bolsones magmáticos no extruidos y cristalizados cerca de la superficie. Esta clase de plutones ha sido denominada por Rutten (1969, 1971), como plutones de reoignimbritas.

Desde el punto de vista composicional, la riolita es la roca más abundante, pero asociada a ella aparecen en menor proporción riolacitas y dacitas; participan también

andesitas (clasificación modal), aunque en menor cantidad y alternando con las riolitas como sucede en Loma Divisadero.

Los afloramientos del Grupo Sierra Pintada ocupan una faja que se extiende desde La Escondida en el límite con Mendoza hasta Pichi Mahuida, sobre el río Colorado, siguiendo a grandes rasgos el actual curso del río Salado. Llambías (1975), distinguió dentro de este Grupo las Formaciones: Zúñiga, Choique Mahuida y El Centinela.

#### 2.3.1.1. Formación Zúñiga

En la provincia de La Pampa afloran numerosos granitos cuyas características son bastantes similares, estando especialmente asociados a las riolitas de la Formación Choique Mahuida y a las andesitas de la Formación El Centinela. Se trata de leucogranitos rosados, a veces grisáceos, de textura granular hipidiomorfa, grano fino a mediano, con muy pocos mafitos (menos del 5 %). Son casi siempre miarolíticos y se diferencian de los granitoides pre-pérmicos por carecer de muscovita y no tener pegmatitas asociadas. En el cuadro 2 se indican las diferencias más notables entre los granitos pre-pérmicos y los permo-triásicos.

Estos granitos se formaron a partir del mismo magma que dio origen a las riolitas extrusivas; por esta razón se los agrupa junto con la facies extrusiva dentro de una misma unidad litoestratigráfica.

Al NO de Algarrobo del Aguila, en puesto Zúñiga, los afloramientos de esta Formación son los más extensos. En general forman lomas suaves, excepto en cerro Colorado donde el relieve es abrupto.

Son leucogranitos de grano fino, miarolíticos, de colores rosados y compuestos por plagioclasa (oligoclasa cálcica), feldespato potásico que no presenta maclas en enrejado, cuarzo y muy escasa biotita. No se observa alteración.

En puesto Chos Malal, departamento Chical Co, en los bordes del salitral de Los Carrizales, aflora un pórfiro granítico miarolítico rosado. Las miarolas de 1-2 mm de diámetro están tapizadas por cuarzo y feldespato, ambos de hábito euhedral y la roca está constituida por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y escasa biotita. Dataciones radimétricas (Linares, Llambías y Latorre, 1977), lo ubican en el Triásico inferior.

En Loma Alta, 10 km al O de Chacharamendi, los granitos son de grano mediano, grises, frescos, textura granosa hipidiomorfa y están compuestos por feldespatos potásico sin maclas en enrejado, plagioclasa, cuarzo y muy escasa biotita. Son de aspecto similar a los de Sierra Chata donde predominan leucogranitos de grano fino, frescos, con escasas diferencias aplíticas y con gradaciones a texturas pegmatíticas de pequeño desarrollo. Están atravesados por venas de cuarzo lechoso.

En el cerro El Puntudo, departamento Lihué Calel, se hallan granitos con las características señaladas anteriormente; intersticialmente contienen trazas de fluoritas.

Otros afloramientos de esta Formación se hallan al S de la laguna La Amarga, departamento Curá Co y en la estancia El Huitrú, departamento Utracán. En el primer caso se tiene un leucogranito rosado intruido por un dique de andesita. En el segundo, en el pozo de un molino y a unos 30 m de profundidad, se localizó un granito gris rosado, grano mediano, que representa el asomo más oriental de los granitos del Pérmico superior.

*Edad.* Los granitos de la Formación Zúñiga corresponden a las facies plutónicas del vulcanismo riolítico de la Formación Choique Mahuida, lo que se verifica por las

CUADRO Nº 2. — Diferencias entre los granitos pre-pérmicos y los permo-triásicos.

	Granitos permo-triásicos	Granitos pre-pérmicos
Textura	Granosa hipidiomorfa, grano mediano a fino, porfíricos, miarolíticos.	Granosa hipidiomorfa, grano mediano a grueso, porfiroideos.
Alteración	No presentan	Mediana a avanzada
Composición	Feldespato potásico, casi siempre sin maclas en enrejado. Biotita 5 %	Feldespato potásico, comúnmente con maclas en enrejado. Muscovita 5-8 %; Biotita 5-8 %
Rocas Asociadas	Riolitas y aplitas	Esquistos, gneises y pegmatitas



variaciones gradacionales de las texturas que van desde porfíricas a microgranosas. Las determinaciones de edades radimétricas (Linares, Llambías y Latorre, 1977), indican una edad Pérmico superior-Triásico inferior.

#### 2.3.1.2. Formación Choique Mahuida

Con esta denominación Llambías (1975), describe un conjunto de riolitas de variadas tonalidades y texturas, que se distribuyen en forma amplia en el centro y oeste de la provincia. Comprende a las antiguas divisiones de "Pórfiros oscuros y Pórfiros rojos" de Wichmann (1928) y de Sobral (1942), respectivamente, que decidió reunir en una sola unidad debido a la dificultad de separarlas con claridad en el campo.

Sin embargo, se pueden distinguir dos texturas definidas y frecuentes. La primera variedad denominada 1, corresponde a riolitas con pequeños fenocristales menores de un milímetro de cuarzo y feldespato, poco abundantes (no más del 30 % del total) y que yacen en pastas afaníticas, raramente vítreas. Estas rocas poseen fluidalidad marcada, con filetes de flujo continuos, muy delgados, de 1-2 mm de espesor. Las tonalidades de estas rocas van desde el rojo borra de vino (sierra de Choique Mahuida, departamento Lihué Calel), al gris oscuro casi negro (cerro Negro, departamento Curá Co) y hasta el blanco (cerros Choique Mahuida y Salinas, departamento Lihué Calel). Estas texturas se producen cuando el magma se ha extruido como lavas.

La otra variedad textural aquí llamada 2, presenta fenocristales de mayor tamaño de hasta tres milímetros de cuarzo y feldespatos, un mayor porcentaje de ellos con respecto a la pasta (hasta 50 %) y en lugar de filetes de flujo poseen lenticulas características de las ignimbritas de la sierra de Lihué Calel, cerro Las Piletas, etc. Las tonalidades predominantes en este caso son rojizas. La mayor parte de estas rocas corresponden a efusiones ignimbríticas, habiéndose modificado estas texturas en grado diverso por los distintos procesos de recristalización.

En muchos lugares ambos tipos de rocas aparecen en forma alternada, concordantes con la estratificación, lo cual evidencia un único ciclo magmático. Este fenómeno es muy frecuente y se observa con claridad en la sierra de Choique Mahuida, cerro Mayú Quingam, etc. En cambio, en otros lugares hay predominio de un tipo sobre el otro, como en el cerro Colón (departamento Puelén), sierra Chica (departamento Lihué

Calel), cerro Negro, etc., donde predominan las riolitas del primer tipo, mientras que en el cerro Chical Co (departamento Chical Co) y sierra de Lihué Calel, se observan las texturas de la segunda variedad señalada.

Los afloramientos de la Formación Choique Mahuida, se disponen a lo largo de una faja NO-SE coincidente con la de la Formación Zúñiga, que sigue aproximadamente la dirección del curso del río Salado, siendo los más importantes los que se describen a continuación.

Al N de La Escondida, en el ángulo que limita con la provincia de Mendoza, se encuentran los afloramientos más septentrionales de la provincia; son de reducido tamaño y yacen por debajo de los basaltos cenozoicos. En Lomas de El Porvenir aparecen riolitas ignimbríticas y poco más al S, en el cerro Chical Co se encuentran riolitas rosadas, con fenocristales euhedrales de plagioclasa y feldespato potásico. Estas rocas están atravesadas por venas de reemplazo, compuestas por cuarzo y feldespato potásico y textura pegmatítica. En el cerro Colorado, situado al S de la estancia Chical Co, las características son similares a las del anterior.

Al S de cerro Colorado se hallan las elevaciones de Mayú Quingam, donde se tienen riolitas ignimbríticas con abundantes lenticulas bien definidas de 3-5 cm de largo, que en algunos casos llegan a los 10 cm. Son de tonalidades pardo rojizas oscuras, con fenocristales de cuarzo y feldespato, que corresponden a la variedad textural 1. Esta secuencia está estratificada en forma grosera, con rumbo N 20° E e inclinación de 25° sureste.

En cerro Colón, una de las elevaciones más importantes del oeste de la provincia, predominan las riolitas rojas a gris rosada, con abundantes filetes de flujos continuos. Estas rocas están bien estratificadas con alternancia de unos pocos bancos de brechas riolíticas, siendo su rumbo E-O, con inclinación de 25° al N. Son riolitas porfíricas de la variedad textural 1 y fueron denominados pórfiros oscuros por Sobral (1942).

Hacia el E de cerro Colón hay una gran cantidad de lomas bajas que sólo en sus cumbres, presentan trozos aislados de rocas muy parecidas a las del citado cerro, aunque a veces, se observan tonalidades más oscuras. En esta localidad denominada Loma del Fuego, aparecen rocas de la variedad textural 1, con frecuentes intercalaciones de brechas riolíticas.

En el cerro Tralma, departamento Limay

Mahuida, predominan las riolitas de tonos oscuros, con fenocristales de feldespato rosado y cuarzo de cinco milímetros de longitud. En este lugar se observa una alternancia de riolitas de las dos variedades texturales citadas y de brechas riolíticas.

En Cinco Cerros, departamento Limay Mahuida, las características litológicas son similares a las del cerro Tralma y en cerro La Ramada, departamento Limay Mahuida, las riolitas son rojizas con grandes fenocristales de cuarzo y feldespato de hasta ocho milímetros de largo, que representa el 50 % de la roca. Alternan con bancos de riolitas negras en las cuales la proporción de fenocristales disminuye al 30 por ciento.

En Loma Negra al N de Algarrobo del Aguila y junto a andesitas, aunque no ha sido posible observar el contacto entre ambos tipos de rocas, hay riolitas de texturas variadas y tonalidades rosadas. Una variedad presenta fenocristales de cuarzo y feldespato en una proporción del 50 % y tamaño de hasta cinco milímetros y la otra, tiene una menor proporción de fenocristales cuya longitud no sobrepasa el milímetro. Las mismas características se observan en lomas del Divisadero.

En la localidad de La Reforma, son numerosos los afloramientos de esta Formación donde se encuentran intruyendo a la Formación Carapacha. El cerro Pichi Mahuida (o La Ramadita), situado al N del río Salado, está constituido por una riodacita, con hasta un 60 % de fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. Los otros afloramientos de riolitas cercanos, como los de los cerros El Tigre, Veinticuatro, Negro, Cinco, Seis, etc., pertenecen al tipo textural 1.

La sierra de Lihué Calel representa uno de los rasgos geográficos más destacables de la provincia de La Pampa por su fuerte relieve y gran extensión. Se trata de una espesa sucesión de riolitas estratificadas, que en su parte inferior contiene bancos de tobas pisolíticas y de ignimbritas vítreas. Luego siguen 1.840 m de ignimbritas cristalizadas (Llambías, 1975), que se formaron como una única unidad de enfriamiento (Llambías y Leveratto, 1975), lo que originó sus texturas debido a procesos de recristalización.

En sierra Chica, al E de Lihué Calel, las riolitas corresponden a las descritas en el tipo textural 2. Son porfíricas, con escasos fenocristales de pequeño tamaño de cuarzo

y feldespato. Sus tonalidades varían desde el gris blanquecino al pardo rojizo, siendo frecuentes las intercalaciones de bancos de brechas oligomíticas, con clastos de riolitas similares a las rocas de caja. Estas rocas están estratificadas con rumbo N-S y se hallan inclinadas 15°S. Es de destacar que el rumbo es similar al de la sierra de Lihué Calel, pero con inclinación opuesta, lo que podría deberse al efecto de una falla de rumbo aproximado norte-sur.

En la región cercana a Puelches son abundantes las riolitas que intruyen a rocas de la Formación Carapacha. Asimismo, al O y SO de la laguna La Amarga, existen pequeñas elevaciones donde afloran riolitas pardo rojizas, groseramente estratificadas.

En la parte S de la provincia los afloramientos de riolitas son numerosos y extensos, destacándose entre ellos el cerro Choique Mahuida y la sierra del mismo nombre. El cerro Choique Mahuida, clasificado anteriormente como cuarcita por Sobral (1942), está constituido por riolitas blancas con muy pocos fenocristales (menos del 20 %), de cuarzo y feldespato, de 0,5 mm de longitud, insertos en una pasta afanítica. A cinco kilómetros al O se halla el cerro Las Piletas, constituido por riolitas del tipo textural 2, que están estratificadas con rumbo N 40° O e inclinación de 25° NE. Unos tres kilómetros al S del citado cerro y cerca del puesto Calvo, predominan las riolitas del tipo textural 1, con pasta afanítica y de colores pardo rojizo a castaño.

En la sierra de Choique Mahuida, las riolitas están estratificadas; la gran mayoría tienen características de ignimbritas por la presencia de abundantes lenticulas orientadas. Los fenocristales son pequeños y están en baja proporción respecto de la pasta, siendo los colores variados desde rosado y castaño, hasta gris y blanco. El rumbo es de N 30° E y la inclinación de 18° NE. Este rumbo es bastante constante a lo largo de toda la sierra y análogo al del cerro Las Piletas.

Entre el cerro Salinas y la estancia El Alamo, existe un afloramiento aislado de riolitas ignimbríticas del tipo textural 2.

*Edad.* Numerosas dataciones radimétricas de rocas de esta Formación, indican que las mismas corresponden al intervalo Pérmico superior-Triásico inferior (Halpern, Linares y Latorre, 1971; Linares, Llambías y Latorre, 1977).

### 2.3.1.3. Formación El Centinela

Llambías (1975), incorporó en esta denominación un conjunto de vulcanitas mesosilíceas, en particular andesitas, pórfiros andesíticos y filones capas de microdioritas, que afloran extensamente en el cerro El Centinela y en lomas de Olguín, ambos en el departamento de Chical Co. También se incluyen en esta Formación numerosos afloramientos de andesitas y brechas andesíticas dispersos y que en general están asociados a las vulcanitas de la Formación Choique Mahuida.

El color predominante de estas rocas es el verde oscuro, con variaciones al verde claro o gris oscuro, dependiendo del grado de alteración que casi siempre consiste en epidotización o cloritización. Su textura es porfírica, con pasta afanítica y entre los fenocristales se destacan plagioclasa (oligoclasa cálcica a andesina sódica), clinopiroxeno y anfíbol.

En el cerro El Centinela se puede observar con claridad la estructura, constatándose una grosera estratificación que se debe a la superposición de mantos de pórfiros andesíticos con intercalaciones de microdioritas, que por su textura pueden considerarse filones capa. El rumbo aproximado es E-O y la inclinación de 18° sur.

En lomas de Olguín las rocas son similares a las del cerro El Centinela, pero en este caso los afloramientos no son suficientemente extensos para poder determinar su estructura. En lomas del Porvenir, departamento Chical Co, se presentan andesitas brechosas (González Díaz, 1972) y en lomas Alta y Negra, al norte de Algarrobo del Aguila, las andesitas son similares. En estos dos últimos lugares, están especialmente vinculadas a las riolitas y si bien no se pudo observar la relación entre ambas rocas, al parecer se disponen en forma alternada.

Al S de la sierra Carapacha Grande afloran las andesitas en los cerros Veintiséis y Cuatro. En la primera localidad solamente se observa el regolito, mientras que en la segunda se puede distinguir, en parte, su estructura. El cerro Cuatro está compuesto por diversos mantos de una brecha andesítica y en menor proporción de lavas de igual composición (Vilela y Riggi, 1956). Alternando, se observa un banco de unos dos metros de espesor, de un conglomerado polimíctico cementado por andesita; sus clastos tienen buen grado de redondeamiento y

corresponden a gneises y granitos y a diversos tipos de rocas volcánicas.

Las andesitas situadas en la margen oriental de la laguna La Amarga, son muy parecidas a las del cerro Cuatro, pero en este caso sólo se observa el regolito.

En la región de Paso Puelches y Puesto Salinas, las andesitas son muy escasas con respecto a las riolitas, aunque pueden observarse las relaciones mutuas entre ellas. Unos 1.000 m aguas abajo de Puesto Salinas y casi al borde del río Colorado, ambas están intercaladas. Las riolitas se hallan estratificadas con rumbo N-S e inclinación 15° al este.

*Edad.* Como en otras formaciones de la provincia, la carencia de relaciones estratigráficas impide una correcta determinación de la edad. Las andesitas están estrechamente relacionadas con las riolitas de la Formación Choique Mahuida de edad Pérmico superior-Triásico inferior. Entre los clastos de la brecha andesítica del cerro Cuatro se encuentran riolitas, lo cual indicaría una edad post-Pérmico superior, lo que parece confirmarse sobre la base de las edades radiométricas publicadas recientemente (Linares, Llambías y Latorre, 1977).

## 2.4. Mesozoico

### 2.4.1. Formación Roca (l.s.)

Esta denominación comprende un conjunto de rocas calcáreas, psamíticas y pelíticas, marinas, que representa la primera formación sedimentaria, registrada después de las efusiones de las rocas eruptivas permo-triásicas.

Los afloramientos de esta Formación son numerosos pero los más significativos son los de Casa de Piedra y salitral La Amarga, departamento Curá Co, cerros Bayo y Barba Baya, departamento Puelén.

Han sido descriptos previamente por Wichmann (1928); Sobral (1942), quien efectuó un exhaustivo reconocimiento de los mismos; Cordini (1962); Czaky (1962); Leanza (1967), quien se refirió a la fauna de baculites y describió perfiles de los afloramientos y recientemente por Núñez (1976).

En general esta Formación está constituida principalmente por rocas calcáreas con intercalaciones lumachélicas, que alternan con bancos de limolitas, de margas amari-

lentas y grises y de areniscas calcáreas. La cuenca de depositación está restringida a la porción suroccidental de la provincia en los departamentos Chical Co, Puelén y Curá Co. Gran parte de sus depósitos están erodados o sepultados en su parte N por los basaltos cenozoicos y en su parte S por depósitos arenosos producidos por la deriva hacia el S del antiguo cauce del río Colorado. El límite oriental y nororiental está dado por la dorsal constituida por las rocas paleozoicas.

*Edad.* No se aportan en este trabajo nuevos datos para establecer la edad de la Formación Roca (l.s.), que como se sabe podría ser Maestrichtiano por el hallazgo en los cerros Bayo y Barda Baya de Eubaculites y Baculites, aunque no está claro si las secuencias que están por encima, como por ejemplo en el cerro Bayo, tienen la misma edad a pesar de estar en aparente continuidad. Núñez (1976), da un detallado análisis acerca de la edad de esta Formación y concluye que la misma contiene un registro continuo, que va desde el Maestrichtiano al Paleoceno inclusive.

## 2.5. Terciario

### 2.5.1. Formación Vaca Mahuida

La denominación Formación Vaca Mahuida (Uliana y Camacho, 1974), incluye un conjunto de sedimentitas horizontales a subhorizontales, constituidas por una alternancia de bancos de pelitas verdosas a rosadas con intercalaciones abundantes de yeso y estratos calcáreos grises a blanquecinos y rosados, que en algunos lugares son oolíticos. Estos últimos, a veces, contienen restos mal conservados de pelecípodos u ostrácodos. En el borde sur de la Salina Grande se intercalan bancos de dolomita blanca (Llambías, 1975), de 0.6 m de espesor y muy buena laminación. Las capas superiores calcáreas están fuertemente silicificadas.

Sobral (1942), las describió como "Estratos post-Rocanenses" distinguiendo dos series, una inferior y otra superior. Llambías (1975), asignó a estas rocas la denominación de Formación Copel, pero en el presente trabajo se utiliza el término propuesto por Uliana y Camacho (*op. cit.*), quienes homologaron los terrenos de la provincia de Río Negro donde se halla la localidad tipo, con los de esta provincia.

Los afloramientos más importantes de esta Formación se distribuyen en el sector sur-

occidental de la provincia, en los departamentos Chical Co y Puelén y abarcan una zona muy similar a la que ocupa la Formación Roca. En Casa de Piedra, en la margen S del río Colorado (provincia de Río Negro) se asientan en discordancia sobre las calizas de la Formación Roca; en los salitrales de La Perra (departamento Chical Co) y Agua de la Viuda (departamento Puelén), descansan sobre dicha Formación; otros asomos de menor extensión se encuentran en Colonia Chica y Puesto Los Pajaritos (departamento Puelén). El espesor de la secuencia es de 50 m según Sobral (1942).

*Edad.* Uliana y Camacho (1974) homologaron los depósitos post-rocanenses de Sobral (1942), con los de la Formación Vaca Mahuida de la provincia de Río Negro, la cual de acuerdo a los fósiles que contiene pertenece al Eoceno superior. En la localidad tipo, la Formación Vaca Mahuida está compuesta por una sección basal de origen marino y una superior de aguas dulces.

### 2.5.2. Formación Arroyo Chasicó

Se encuentra por debajo de la Formación Río Negro en la estancia La Chola, departamento Caleucaleu. La constituyen limos arenosos pardo rosados, que incluyen capas de arcillas rojizas, con laminación apenas visible. Esta Formación aflora probablemente en otros lugares, pero al no presentar relación con la Formación Río Negro, no puede ser diferenciada de los limos arenosos que se hallan por encima de ella (véase Formación Cerro Azul, 2.5.4.).

*Edad.* Según Pascual y Odreman Rivas (1973), corresponde al Plioceno inferior.

### 2.5.3. Formación Río Negro

La Formación Río Negro está constituida por areniscas de grano mediano a grueso, friables, con marcada laminación entrecruzada de color gris azulado, que alternan con bancos de areniscas de grano fino, pardo rosado y con areniscas limosas, finas, de color pardo rojizo. Varios perfiles de esta Formación han sido descriptos por García y García (1964), De Ferrariis (1966) y Llambías (1975).

Aflora principalmente en la parte suroriental de la provincia en los departamentos Lihué Calel y Caleucaleu, formando

barrancas que bordean las depresiones de las salinas y el curso del río Colorado, donde puede ser observada hasta poco antes del dique Andersen.

*Edad.* Según Pascual y Odreman Rivas (1973), corresponde al Plioceno medio.

#### 2.5.4. Formación Cerro Azul

Con esta denominación Llambías (1975), incluyó todos los limos arenosos pardo rosados a rojizos, sin estratificación interna o muy poco visible, con frecuentes clastos de arcillas rojizas del tamaño de una nuez, dispuestos horizontalmente. Presenta forma de erosión tipo loess, con barrancas y cañadones abruptos. En la parte superior, los sedimentos están reemplazados por toscas, que llegan a tener hasta dos metros de espesor.

Aflora en todo el ámbito de la provincia y en la parte suroriental de laguna Blanca Grande (departamento Caleucaleu), se intercalan en forma de cuña los sedimentos arenosos de la Formación Río Negro, pudiéndose distinguir además, una parte inferior que podría pertenecer a la Formación Arroyo Chasicó.

Como en muchos lugares de la provincia no se depositó o no se observa la Formación Río Negro, resulta imposible distinguir por su litología las sedimentitas limo-arenosas que se encuentran por debajo de ella, de las que se ubican por encima. Por esta razón se incluye dentro de la Formación Cerro Azul, a todas estas sedimentitas.

Las barrancas sitas al O de Algarrobo del Aguila y que limitan el valle del río Salado, pertenecen a esta Formación y están constituidas por limos arenosos pardo rosados con intercalaciones de clastos de arcillas rojas; la parte superior remata en un banco de tosca de 1,5 m de espesor que engloba clastos de vulcanitas similares a los rodados tehuelches. En los cerros Azul, Bayo, El Chanco y La Bota y en sierra Chata, se presenta el mismo perfil, con la excepción de que en estos últimos lugares no se observan rodados de vulcanitas.

*Edad.* Debido a que diversos afloramientos con litologías muy similares pueden corresponder a distintas edades dentro del Plioceno, no es posible al presente definir con mayor detalle la ubicación cronológica de esta Formación.

#### 2.5.5. Formación El Sauzal

Esta Formación fue establecida por Llambías (1975) para describir areniscas gruesas, friables, con estratificación entrecruzada, que alternan con bancos de limos arenosos pardo rojizos y lentes de conglomerados. Algunos bancos de las areniscas están cementados por yeso o carbonato de calcio. En la parte superior, aparece un banco de rodados de vulcanitas de 1-2 m de espesor, cementado parcialmente por tosca.

Con anterioridad, esta Formación fue descrita por Wichmann (1928) y con mayor detalle por Sobral (1942). Este último autor agrupó a todos estos depósitos designándolos como "Depósitos considerados como de edad pliocénica", a los cuales asignó un espesor medido de 82,5 metros.

El origen de estas sedimentitas se debe a depósitos dejados por antiguos cauces pertenecientes al río Colorado, que corrían desde poco más al norte de El Sauzal (departamento Puelén) hasta el sur de las sierras Carapacha Grande y Carapacha Chica, donde se unían con el curso del río Salado. Estos antiguos cauces del citado río han sido representados en el mapa geológico (fig. 1), de acuerdo a las observaciones efectuadas sobre imágenes del satélite ERST, en las cuales los mismos se notan con nitidez.

Sobral (1942), separó el manto de rodados de sus "camadas pliocénicas" por una discordancia que según el citado autor se observa en las cercanías de Gobernador Ayala y El Sauzal, pero que no se pudo constatar en este trabajo. Por esta razón, el manto de rodados ha sido incorporado dentro de la misma.

*Edad.* Esta Formación se apoya en discordancia sobre las Formaciones Roca (l.s.) y Vaca Mahuida y está cubierta por los basaltos cenozoicos, como puede observarse unos cinco kilómetros agua abajo de Gobernador Ayala (departamento Puelén). La Formación El Sauzal podría ser del Plioceno superior, aunque es necesario contar con mayores datos para confirmar esta edad.

#### 2.6. Basaltos cenozoicos

Corresponden a coladas de basaltos olivínicos (clasificación modal), de 8-12 m de espesor, cuyos aparatos volcánicos se encuentran cerca del límite O en la provincia de Mendoza. Hacia el E llegan hasta Punta de

la Barda y cubren buena parte del departamento Puelén.

Las coladas de basalto han fluido por una superficie plana de suave pendiente inclinada al este-sureste, que fue elaborada principalmente, sobre las Formaciones Cerro Azul, Vaca Mahuida y Roca.

En la parte NO de la provincia, González Díaz (1972), denominó Formación Morada Alto a coladas basálticas parcialmente sepultadas por detritos modernos y recortadas por la erosión y Formación El Mollar a las lavas recientes. Por su parte, Núñez (1976), homologó las coladas que llegan hasta Puelén con la Formación El Puente (o Puentelitense).

*Edad.* Se dispone de dataciones radimétricas (cuadro 9), publicadas por varios autores (Cortezzi y Dirac, 1969; Núñez, 1976), aunque su número es reducido para emitir conclusiones definitivas sobre su exacta ubicación cronológica. Con los pocos datos disponibles, puede decirse que las coladas más antiguas datadas hasta el presente corresponden al Mioceno (cerro La Parva, provincia de Mendoza) y que se poseen resultados con valores que ubican a parte de estas rocas en el Plioceno superior-Pleistoceno.

## 2.7. Cuartario

### 2.7.1. Paleocanales del río Colorado

En el departamento Caleucaleu se observan antiguos cauces del río Colorado que se pueden ver con claridad en las imágenes del satélite ERST. Estos paleocanales excavados dentro de la Formación Río Negro, están actualmente abandonados, parcialmente erodados y cubiertos.

### 2.7.2. Reciente

Corresponden a esta unidad los médanos actuales, las salinas, salitrales y los suelos.

Los médanos cubren una zona importante de la provincia y la mayor acumulación se halla al E del río Salado en el departamento Chadileo y ocupan, en parte, la misma área que la cuenca Cuyana. Otras comarcas con médanos son las depresiones alargadas que se encuentran en el centro de la provincia. En la actualidad están parcialmente fijados.

Las salinas y salitrales están vinculadas a depresiones como lo señalara Cordini (1967).

## 3. ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

En este capítulo se intentará dar a conocer una breve síntesis de los elementos estructurales más importantes de la provincia de La Pampa, con la finalidad de bosquejar sus unidades geoestructurales. En la figura 9 se indican las más significativas de ellas, para lo cual los autores se basaron en las características geológicas más salientes que presentan; se las denomina de acuerdo a los ambientes geológicos con los cuales se las homologa.

### 3.1. Provincias geológicas

En La Pampa se distinguen dos provincias geológicas bien definidas: 1) Provincia Geológica Sierras Pampeanas y 2) Provincia Geológica Sanrafaelino-Pampeana. Además, en la parte central y sur ambas se superponen y por esa razón en este trabajo a esa comarca se la describe aparte como 3) Superposición de las provincias geológicas Sierras Pampeanas y Sanrafaelino-Pampeana.

#### 3.1.1. Provincia geológica

##### Sierras Pampeanas

Los afloramientos asignados a esta provincia geológica se distribuyen en una faja de unos 80 km de ancho, de rumbo aproximado N-S, que ocupa la parte central de la provincia y que se extiende desde la sierra de Lonco Vaca, en el extremo norte, hasta el río Colorado, en las cercanías de Pichi Mahuida, en su límite austral.

Está caracterizada por un basamento metamórfico constituido por esquistos micáceos, gneises y anfibolitas del Precámbrico superior intruido por numerosos cuerpos graníticos con diferenciaciones pegmatíticas y aplíticas, cuya edad oscila entre el Cámbrico superior y el Carbónico inferior.

Hacia el E se hunde en forma suave hasta el borde de la cuenca de Macachín, donde lo hace abruptamente como lo evidenciaron las perforaciones realizadas por la Dirección Nacional de Minas, como por ejemplo las denominadas Abramo 1 y Abramo 2, que atraviesan el basamento a 266 m y 955 m de profundidad, respectivamente (Salso, 1966). Al O su delimitación no es clara, salvo que la diorita del cerro Las Ma-

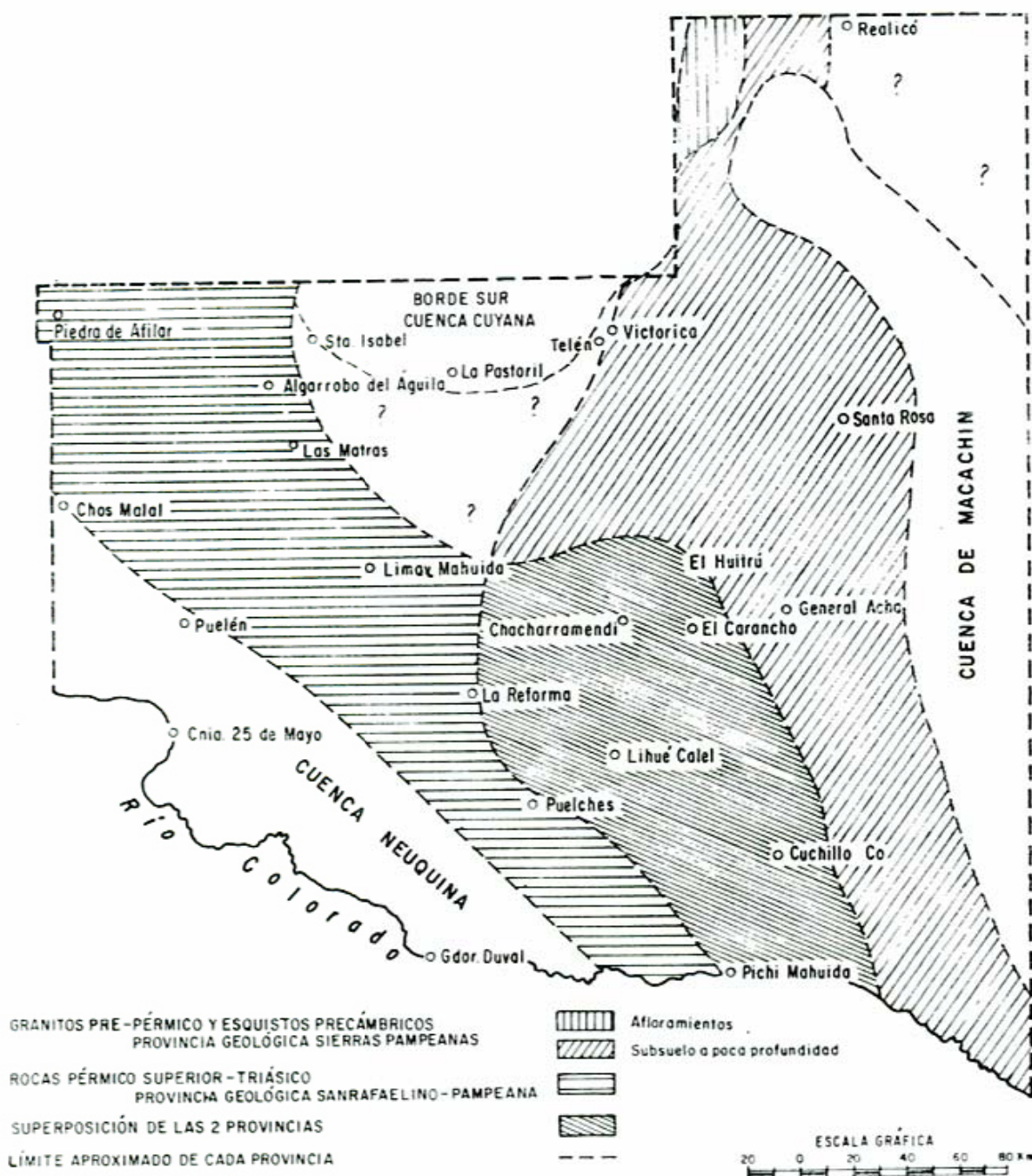


Fig. 9.—Esquema de las unidades geológicas de la provincia de La Pampa en base a edades radimétricas.

tras, con una edad de  $730 \pm 15$  m.a. (Linares, Llambías y Latorre, 1977) corresponda a la Formación Cerro La Ventana (Criado Roqué, 1972 b), ya que según este autor dicha Formación representa el basamento de las rocas de la provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana, (Criado Roqué, 1976).

Su límite S tampoco es bien conocido, dado que sus afloramientos terminan abruptamente sobre el río Colorado, en especial

en su margen norte. Hacia el N, se hunde suavemente por debajo de la llanura que ocupa las regiones del S de las provincias de Córdoba y San Luis.

Si bien los afloramientos de esta provincia geológica no son lo suficientemente extensos como para permitir efectuar un estudio exhaustivo, puede señalarse que los mismos son similares a los de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis (Stappenbeck, 1913, 1926; Harrington, 1956).

La esquistosidad de las metamorfitas en la provincia de La Pampa es de rumbo predominante N-S y la estructura de bloques posee el mismo rumbo y al igual que en las Sierras Pampeanas, están delimitados por fallas ubicadas en su lado occidental (véase perfil de la figura N° 4 de Stappenbeck, 1926, entre Bagual y Rancul, sierra de Lonco Vaca). Además, los afloramientos de esta provincia se hallan exactamente al S de las sierras de los Comechingones y de Yulto-El Morro, por lo cual bien podrían corresponder a la continuación de estas estructuras, que tanto en Córdoba como en San Luis, poseen rumbo predominante norte-sur.

La asignación de estos afloramientos al ambiente de las Sierras Pampeanas ya fue considerado por Stappenbeck (1926) y Harrington (1956). Los estudios recientes avalados por dataciones radimétricas (Linares, Llambías y Latorre, 1977) parecen confirmar que estas rocas representan la prolongación austral de la provincia geológica citada.

### 3.1.2. Provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana

Fue propuesta por Criado Roqué e Ibañez (1976) para englobar los afloramientos de diversas rocas, de edad paleozoica a mesozoica inferior y que cubren el SE de Mendoza y el O de La Pampa.

En esta última provincia se extiende a lo largo de una faja de unos 90 km de ancho de rumbo NO-SE, desde el límite noroccidental en las cercanías de La Escondida, hasta el río Colorado a la altura de Pichi Mahuida. Con excepción de la diorita del cerro Las Matras, cuya edad es precámbrica, las restantes rocas que la componen son paleozoicas o más jóvenes y la mayor extensión de los afloramientos corresponden al ciclo eruptivo félsico del Pérmico superior-Triásico inferior.

En esta provincia geológica afloran: calizas ordovícicas (?) de la Formación San Jorge en las vecindades de Limay Mahuida; wackas y pelitas negras, típicas del ambiente de flysch, pertenecientes a la Formación Carapacha (Silúrico-Devónico?), que se extienden desde La Reforma hasta cerca de Pichi Mahuida; ortocuarcitas de la Formación Agua Escondida (Carbónico superior), desde lomas Piedra de Afilar hasta Limay Mahuida y las plutonitas y vulcanitas del Pérmico superior-Triásico inferior, que aparecen en toda la extensión de este ambiente.

Como elemento estructural constituyó el borde NE de la cuenca Neuquina y también limitó la extensión hacia el ENE de las ingresiones marinas del Maestrichtiano-Daniano (Formación Roca, l.s.) y del Eoceno superior (Formación Vaca Mahuida).

En el N de La Pampa, esta provincia geológica está separada de la denominada Sierras Pampeanas, por el extremo S de la Cuenca Cuyana, cuyo basamento hacia el S aparentemente se va levantando suavemente hasta que a la latitud de Limay Mahuida y Valle Daza ya aflora, y a partir de este lugar y hacia el SE aparecen ambas provincias geológicas superpuestas.

Los rasgos estructurales de ella, están ocultos por los depósitos correspondientes al Grupo Sierra Pintada cuya facies extrusiva constituida por un "plateau riolítico" (Llambías y Leveratto, 1975) cubre las restantes Formaciones. Cabe mencionar aquí que la disposición de sus afloramientos en una faja NO-SE, es diferente a la observada en las Sierras Pampeanas.

### 3.1.3. Superposición de las provincias geológicas Sierras Pampeanas y Sanrafaelino-Pampeana

Debido a la distinta orientación de las dos fajas que contienen los afloramientos de las dos provincias geológicas citadas, se produce al S de la estancia El Huitrú, de Valle Daza y al SE de Limay Mahuida, el traslapamiento de ambas. Este se extiende desde los lugares mencionados, hasta el río Colorado a la altura de Pichi Mahuida (fig. 9).

En diversos lugares coexisten las vulcanitas y plutonitas permotriásicas con los granitos pre-carbónicos, como por ejemplo en la estancia El Huitrú, en Chacharramendi y La Reforma, localidades ubicadas en el departamento Utracán; en las cercanías del cerro El Puntudo, al SO de la sierra de Lihué Calel y al N de Pichi Mahuida, todos estos lugares en el departamento Lihué Calel.

Asimismo, afloramientos de la Formación Carapacha se encuentran cercanos a las plutonitas del Paleozoico inferior, como en el tramo entre Puelches y Lihué Calel y al NE del cerro Choique Mahuida, cerca del puesto Esparza.

En esta región, las metamorfitas precámbricas conservan su esquistosidad N-S al igual que en el resto de las Sierras Pampeanas. En cambio, los afloramientos de wackas y limolitas pertenecientes a la provincia Sanrafaelino-Pampeana, en la parte



S del departamento Lihué Calel, tienen rumbo noreste-sureste.

### 3.2. Cuencas sedimentarias

En la provincia de La Pampa se distinguen tres cuencas sedimentarias siendo la más importante por su extensión la de Macachín, mientras que las dos restantes, Cuyana y Neuquina, ocupan zonas muy reducidas.

#### 3.2.1. Cuenca de Macachín

Se encuentra al E de la provincia y abarca también parte del O de la de Buenos Aires. Alberga un conjunto de sedimentitas con un espesor máximo conocido de 2.417 m en Uriburu (Salso, 1966) aunque éste podría ser algo mayor (Zambrano, 1974).

La sedimentación de esta cuenca comenzó en el Cretácico (Zambrano, *op. cit.*) con sedimentitas continentales, que fueron sucedidas por un conjunto de depósitos marinos de edad Mioceno o Plioceno inferior, que a su vez fueron cubiertos por sedimentitas continentales similares a las areniscas limosas de la Formación Pampeana del Plioceno o Pleistoceno inferior.

Como ya se indicó, el límite occidental de esta cuenca es abrupto y está bien delimitado; el oriental en la provincia de Buenos Aires, no está bien definido. Según Yrigoyen (1975) esta cuenca se formó por efecto de fallas de desplazamiento de rumbo.

#### 3.2.2. Cuenca Cuyana

Sólo una ínfima parte de esta extensa cuenca se encuentra en la provincia de La Pampa y corresponde a la terminación austral de la misma. Sus características han sido resumidas por Lesta, Digregorio y Pozzo (1973) y por Criado Roqué (1976), quien denomina la parte S con el nombre de Subcuenca Alvear, describiendo la columna estratigráfica y su estructura.

En la Subcuenca de Alvear, el basamento está constituido principalmente por metamorfitas de la Formación Cerro La Ventana. Sobre él se depositaron areniscas marinas del Ordovícico y areniscas gruesas a conglomerádicas del Carbónico. El Pérmico está caracterizado por un intenso vulcanismo que corresponde al Grupo Sierra Pintada. Durante el Triásico se depositó una espesa secuencia constituida por conglomerados,

tobas, areniscas gruesas a finas y pelitas equivalentes a las Formaciones Las Cabras, Potrerillo, Cacheuta y Río Blanco. En el Jurásico se produjeron efusiones de basaltos olivínicos con delgadas intercalaciones sedimentarias. Este conjunto es sucedido en el Cretácico por arcillitas y limolitas rojizas, areniscas y espesos bancos de yeso y anhidrita. El Terciario está representado por un potente conjunto de sedimentos continentales.

En La Pampa esta cuenca está ubicada en los departamentos Chadileo y Loventué; su límite oriental está señalado por los afloramientos de la provincia geológica Sierras Pampeanas, mientras que el occidental por los de la definida como Sanrafaelino-Pampeana.

#### 3.2.3. Cuenca Neuquina

Sólo una pequeña porción de esta importante cuenca se aloja en el SO de la provincia de La Pampa; los únicos pozos petrolíferos sitios en esta provincia se ubican en las cercanías de Colonia Chica (departamento Puelén).

De acuerdo con el relleno sedimentario que presenta, comenzó a formarse en el Triásico superior-Jurásico inferior, aunque la mayor parte de la columna sedimentaria abarca desde el Jurásico superior, Grupo Mendoza, hasta el Cretácico superior, Formación Rayoso (Digregorio, 1972).

Su límite E y NE está constituido por la provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana. Las ingresiones marinas correspondientes a las Formaciones Roca (l.s.) y Vaca Mahuida, se hallan en La Pampa restringidas al área de esta cuenca.

### 3.3. Fracturas del Terciario superior

Se intenta bosquejar aquí un esquema interpretativo acerca de los marcados lineamientos ENE-OSO que afectan a las Formaciones del Terciario superior y que son evidentes en las imágenes del satélite ERST, a partir de las cuales se obtuvo gran parte de la información que aquí se utiliza. El esquema propuesto sólo pretende dar una idea del origen de la misma y no se considera definitivo.

En los departamentos Utracán, Loventué, Toay y Conelo, la erosión ha puesto también en evidencia un lineamiento de rumbo ENE-OSO muy manifiesto (véase Cordini, 1967,

figura 20) que se corresponde con depresiones alargadas en el mismo sentido y que previamente fueron interpretadas como valles fluviales (Tapia, 1939).

Según Cordini (1950, 1967), el origen de estas depresiones se debe a la formación de fosas por acción de fallas directas. En la provincia de Buenos Aires, Zambrano (1972), describió la depresión de Guaminí-Vallimanca también como una fosa originada por fallas directas.

Si bien este lineamiento que se caracteriza por su marcada y casi perfecta traza rectilínea, corresponde a una fracturación, no es fácil determinar la exacta naturaleza de su rechazo. Esto se debe a que no es posible observar el desplazamiento de las formaciones geológicas involucradas por no ser apropiados ni suficientemente extensos sus afloramientos. Las observaciones indirectas, en cambio, son más comunes, como por ejemplo, en el borde S de la laguna Trarú Lauquen y en las salinas de valle Daza.

En el primer lugar aparecen granitos y pegmatitas y en el segundo esquistos, granitos y pegmatitas, hallándose estos afloramientos en el fondo de esas depresiones (fig. 10). Como el borde de las mismas está elaborado en los limos arenosos del Plioceno (Formación Cerro Azul), si el rechazo hubiera correspondido a una falla directa, difícilmente en el fondo de las depresiones hubieran aflorado las rocas antiguas del basamento. Esta ausencia de rechazo en el

sentido vertical ha sido señalada también por Zambrano (1974) ya que los registros de sísmica de refracción transversales a estas depresiones, no evidencian un rechazo vertical.

La ausencia de éste puede explicarse por fallas de desplazamiento de rumbo, en las cuales el rechazo de mayor magnitud se produce en el sentido del rumbo de la fractura.

Los lineamientos que se encuentran en el centro de la provincia de La Pampa son fácilmente visibles en las imágenes del satélite ERST, aunque hacia el E los mismos se observan con menor claridad, sobre todo en la zona que atraviesa la cuenca de Macachín donde no existe una expresión topográfica importante.

La depresión Utracán-Acha, sin duda la más importante de la provincia, se continúa en la de Buenos Aires en la depresión Guaminí-Vallimanca. En las imágenes del satélite de esta última región se observa un lineamiento principal y otro secundario que se une a aquél, formando un ángulo agudo de unos  $20^\circ$  (fig. 11). Este último puede ser interpretado como correspondiente a fallas de desplazamiento de rumbo de segundo orden, mientras que el principal es de primer orden, ya que coincide prácticamente con el diagrama propuesto por Moody y Hill (1956).

La magnitud del rechazo no es posible de determinar, pero el hecho de atravesar transversalmente la cuenca de Macachín y

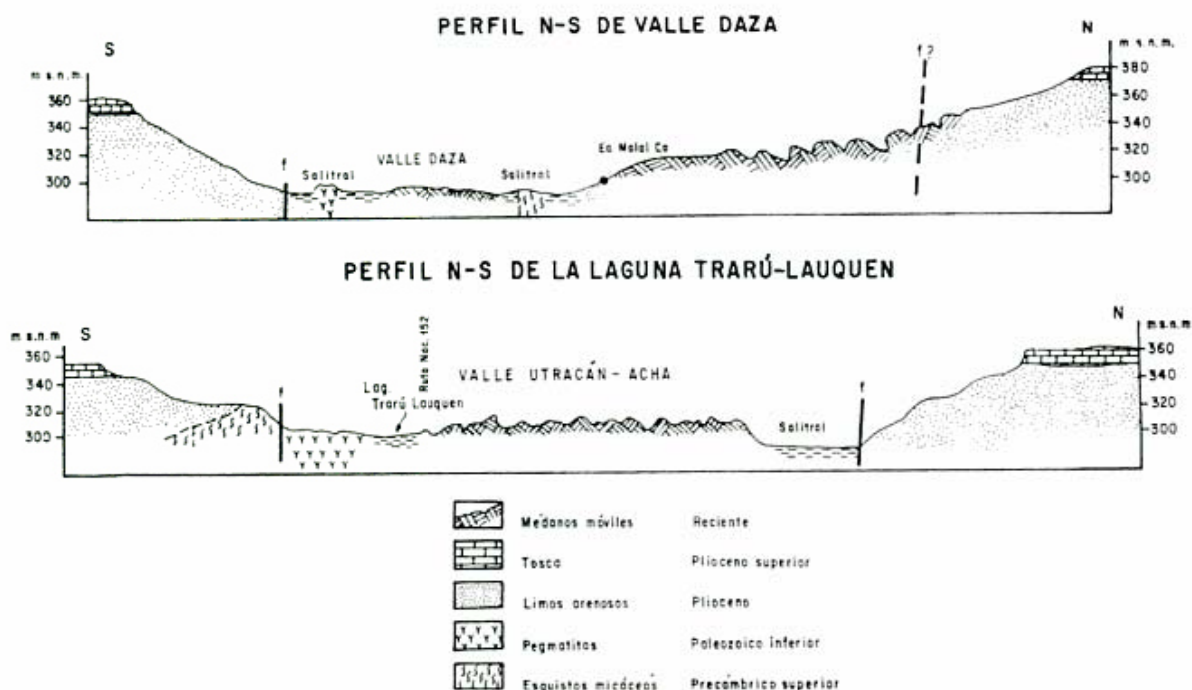


Fig. 10. — Perfiles del Valle Daza y Laguna Trarú-Lauquen

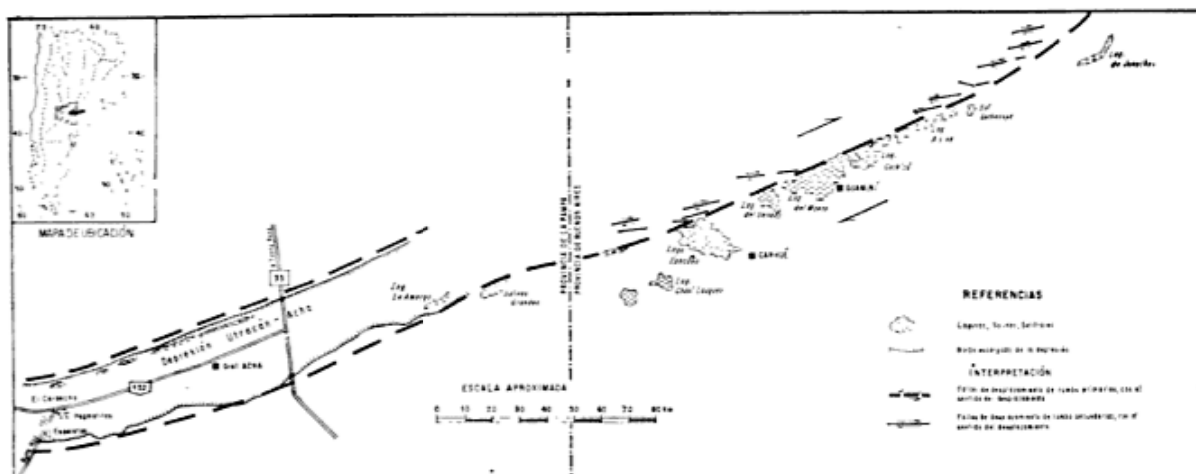


Fig. 11. — Esquema de lineamiento en imágenes satélite E.R.T.S.

no existir, de acuerdo con lo mencionado un rechazo vertical manifiesto, permite suponer que es de escasa magnitud. Sería interesante realizar estudios más detallados al respecto.

La edad de este sistema de fracturación es posterior a la de la Formación Cerro Azul, quizás del Plioceno superior o del Pleistoceno inferior. Es posible que estos movimientos puedan corresponder a una reactivación de fracturas más antiguas.

## PARTE Nº 2. — GEOCRONOLOGIA DE LAS ROCAS METAMORFICAS Y ERUPTIVAS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA

### 4. TÉCNICAS EXPERIMENTALES Y MUESTRAS ESTUDIADAS

#### 4.1. Generalidades

En este trabajo se presentan los datos radimétricos de un total de 103 muestras de rocas metamórficas y eruptivas (intrusivas y efusivas). De ese número, 14 provienen de publicaciones anteriores (Cortelezzi y Dirac, 1969; Halpern, Umpierre y Linares, 1971; Halpern, Linares y Latorre, 1971; Núñez, 1976), mientras que las 89 restantes proceden de muestras coleccionadas por los autores de este trabajo durante sus viajes de estudio a los afloramientos de la provincia.

De estas últimas, los datos sobre 49 muestras fueron publicadas recientemente (Linares, Llambías y Latorre, 1977) y de las

40 restantes los datos son inéditos. Sobre estas 89 muestras se realizaron 122 análisis por el método potasio-argón y 64 por el de rubidio-estroncio, lo que sumado a las 14 determinaciones de los autores antes citados, da un total de 200 edades radimétricas para las 103 muestras aquí presentadas.

En todos los casos, las edades han sido recalculadas utilizando los nuevos valores de las constantes de cada método, de acuerdo con lo sugerido por el Subcomité de Geocronología de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS)\*.

Con el fin de facilitar la interpretación, en todos los cuadros de edades, de datos analíticos, como así también en el apéndice de descripciones petrográficas, se utilizó el mismo número para identificar cada una de las muestras, aclarándose que éste no concuerda con el original de los autores que publicaron edades de rocas de esta provincia.

#### 4.2. Técnicas experimentales

##### 4.2.1. Método potasio-argón

Las muestras estudiadas por el método potasio-argón se analizaron siguiendo las técnicas experimentales descritas por Linares, Kawashita y Kleiner (1973). En la gran mayoría las determinaciones de los contenidos de potasio y argón se realizaron por duplicado. Todas las edades fueron calculadas con un programa de computación si-

\* Asociación Geológica Argentina, Revista XXXII (3): 239-240, 1977.

guiendo el método propuesto por Cox y Dalrymple (1967), que permite mejorar la calidad del error de cada análisis.

En algunos casos, se aplicó el método de isocronas  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  (Hatyasu y Carmichael, 1970), sobre rocas cogenéticas.

Las constantes utilizadas en este trabajo son:

$$\lambda K_{\beta^-}^{40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1};$$

$$\lambda K_e^{40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$$

$$K^{40} = 0,01167 \text{ átomos } \%$$

#### 4.2.2. Método rubidio-estroncio

Las muestras estudiadas por el método rubidio-estroncio se analizaron siguiendo la técnica experimental indicada por Cingolani y Varela (1972). Las edades aparentes presentadas en los cuadros N° 3, 5, 7, y 8, se calcularon con un programa de computación que tiene en cuenta los errores analíticos del método y asumiendo un valor para la relación  $(Sr^{87}/Sr^{86})_i$  acorde con el tipo petrográfico de la roca analizada. En todos los casos los análisis se efectuaron sobre roca total.

Para rocas congénitas o supuestamente pertenecientes a un mismo evento geológico y cuando se disponía de un número adecuado de análisis, se utilizó el método de isocronas, aplicando un programa de computación.

La constante de desintegración utilizada es:

$$\lambda Rb_{\beta^-}^{87} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$$

#### 4.3. Petrografía

Las 89 muestras analizadas fueron estudiadas con el fin de conocer su composición mineralógica, textura, clasificación petrográfica y tipo de alteración en el caso de existir. Esto ha permitido explicar las anomalías halladas en algunas edades, como así también las discordancias de resultados entre los dos métodos que se utilizaron.

En el Apéndice N° 2 se incluye una breve descripción petrográfica de esas muestras.

#### 5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se efectuará la evaluación crítica de los resultados de edades radimétricas obtenidas sobre las rocas investigadas. La misma se basará en las observaciones de campo, en el estudio petrográfico y en los datos analíticos hallados aplicando los

métodos potasio-argón y rubidio-estroncio; como así también utilizando los métodos de isocronas  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  y  $Sr^{87}/Sr^{86}$  vs.  $Rb^{87}/Sr^{86}$ .

La ubicación de las edades determinadas y un resumen de ellas, se presentan en la figura 12.

Para la ubicación en la escala geocronológica de las muestras estudiadas, se ha seguido la propuesta por Armstrong (1974), una copia de la cual se incluye al final de la lista de trabajos citados en el texto.

#### 5.1. Rocas metamórficas y eruptivas del Precámbrico

##### 5.1.1. Rocas metamórficas

Se estudiaron 21 muestras sobre las cuales se efectuaron 46 dataciones radimétricas, 31 por el método potasio-argón y 15 por el de rubidio-estroncio (cuadros 3 y 10).

La edad más antigua hallada por medio del primer método mencionado es la de la muestra N° 10, que corresponde a un rodado de granoblastita hallada en uno de los bordes del salitral que se sitúa dentro de la estancia Malal Co, Valle Daza (fig. 3). Para la misma se obtuvo un valor de  $884 \pm 25$  m.a., pero como la muestra no proviene de un afloramiento y éste tampoco fue hallado durante el estudio de campo, la edad determinada debe tomarse con reservas, aunque puede señalarse que para otras localidades de la provincia se encontraron valores similares. (Muestra N° 2, anfibolita Sa. Lonco Vaca y N° 11, esquisto de El Carancho).

Tres muestras de anfibolitas de distintos afloramientos de la sierra de Lonco Vaca, dan edades por el método K-Ar entre 650 y 815 m.a. En cambio, los esquistos y gneises de esa localidad y de otras de la provincia, se ubican en tres grupos diferentes. El más antiguo, con valores entre 500 y 600 m.a., incluye rocas de las estancias Malal Co y La Araucana y del Puesto Sainges sobre el río Colorado. El intermedio, con resultados entre 390 y 330 m.a., corresponde a rocas de la sierra de Lonco Vaca, a las situadas al S de El Carancho sobre la ruta nacional N° 152 y en el dique Andersen. El grupo más joven presenta edades menores de 300 m.a., como sucede con los esquistos del río Curaco, Pichi Mahuida y dique Andersen.

Los resultados analíticos hallados por el

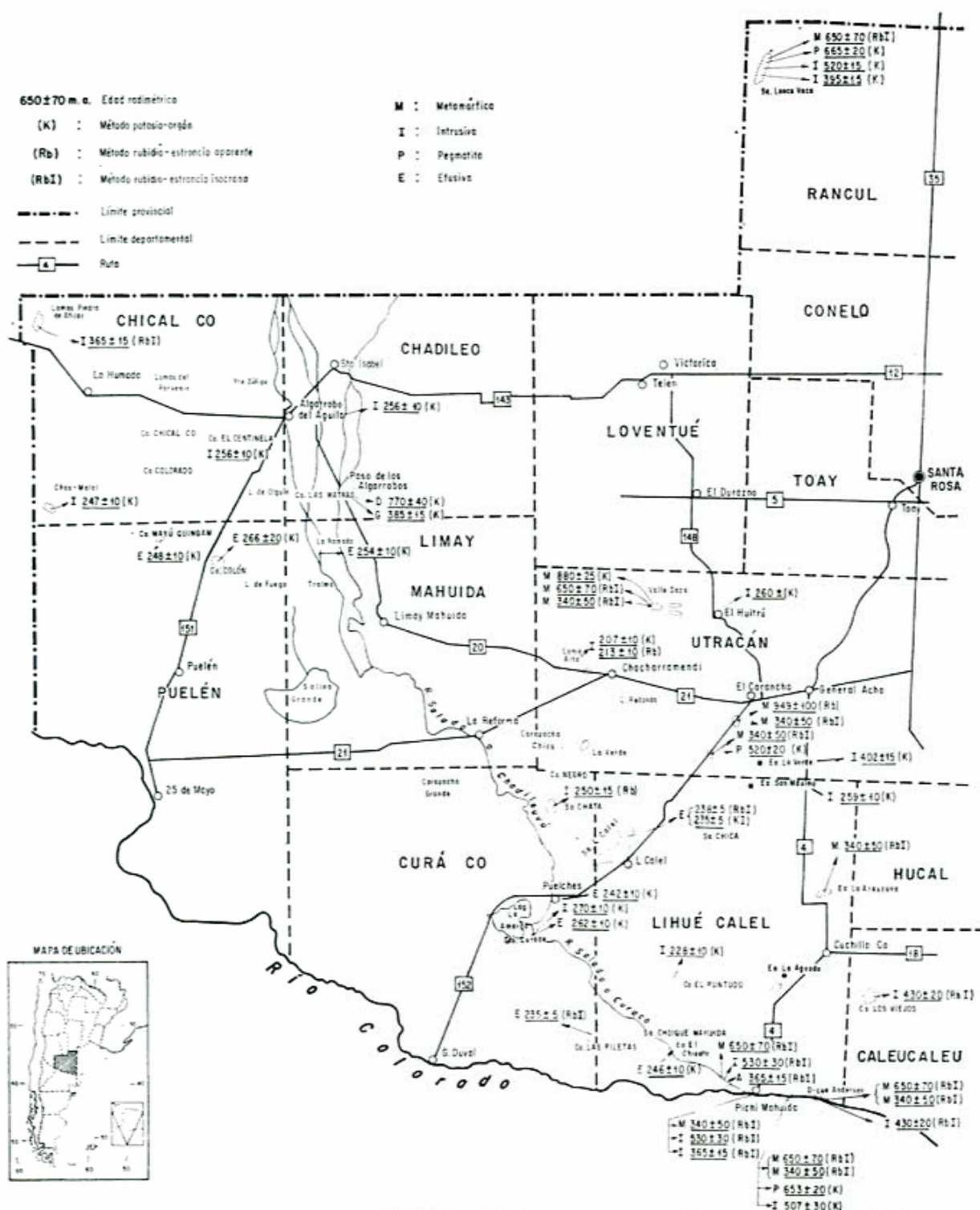


Fig. 12. — Afloramientos y edades radiométricas de las rocas metamórficas y eruptivas de la provincia de La Pampa.

método potasio-argón son reproducibles para muestras diferentes de una misma localidad, como así también para aquellos análisis realizados por duplicado sobre una misma muestra (véase cuadro 10). Esto certifica que los datos logrados son confiables y que

los diferentes valores hallados para el mismo tipo de roca en las distintas localidades estudiadas, debe adjudicarse a su composición, alteración que presenta o a fenómenos térmicos y tectónicos posteriores al momento de su formación. Esto último produjo per-

CUADRO Nº 3. — Edades potasio-argón y rubidio-estroncio de las rocas metamórficas de la provincia de La Pampa.

Nº	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edades en m.a.	
		L.O.	L.S.		K-Ar	Rb-Sr
1	Ea. Las Delicias, Sa. Lonco Vaca, Rancul	65°05'	35°10'	Anfibolita	688 ± 15	-
2	"	"	"	Anfibolita	(514 ± 35)	-
3	"	"	"	Anfibolita	(644 ± 10)	-
4	"	"	"	Esquisto biotítico	(380 ± 10)	290 ± 90
5	"	"	"	Esquisto biotítico	(390 ± 35)	607 ± 100
6	"	"	"	Esq. cuarzo micáceo	(290 ± 10)	-
7	Ea. Malal Co, Valle Daza, Utracán	65°22'	37°00'	Esq. cuarzo micáceo	(495 ± 20)	422 ± 80
8	"	"	"	Migmatita	575 ± 20	770 ± 150
9	"	"	"	Esq. cuarzo biotítico	614 ± 20	290 ± 60
10	"	"	"	Granoblastita	884 ± 25	-
11	Sobre RN 152, 3 km al S de El Carancho, Utracán	65°06'	37°25'	Esquisto micáceo	(330 ± 10)	949 ± 100
12	"	"	"	Cataclasita migmatítica	(278 ± 10)	300 ± 60
13	RN 152, km 59,5 al S de El Carancho, Utracán	65°10'	37°34'	Esq. cuar-biotit-sericitico	196 ± 30	352 ± 70
14	Ea. La Araucana, 25 km O Cuchillo Co, Libúé Calel	64°45'	35°05'	Filita	589 ± 20	352 ± 70
15	"	"	"	Filita	554 ± 15	386 ± 70
16	Río Colorado, Puesto Sainges, Libúé Calel	64°53'	35°10'	Esquisto migmatítico	(590 ± 40)	646 ± 100
17	"	"	"	Migmatita	501 ± 20	442 ± 100
18	R. Colorado, dique Andersen de A y E, Libúé Calel	64°49'	35°45'	Migmatita	112 ± 10	(675 ± 130)
19	"	"	"	Wacka	(256 ± 10)	(588 ± 120)
20	"	"	"	Wacka	340 ± 10	340 ± 60
21	"	"	"	Hornfels	330 ± 10	-

## NOTA

(514 ± 35): promedio de dos edades obtenidas sobre la misma muestra.

didadas en el contenido de argón-40 radigénico y por consiguiente una edad menor que la real.

En el caso del método rubidio-estroncio, la mayoría de las muestras analizadas no poseen valores favorables de la relación Rb/Sr para su datación. De los 15 especímenes investigados, seis poseen valores mayores de 1 para esa relación y sólo uno por encima de 5 (Muestra Nº 12). A pesar de lo mencionado, se obtuvieron valores analíticos reproducibles para muestras analizadas por duplicado o para muestras diferentes de una misma localidad. Las edades aparentes encontradas asumiendo un valor de 0,710 para la relación  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$ , son a veces discordantes entre sí, para muestras de un mismo lugar, salvo el caso de las procedentes de la estancia La Araucana.

Las isocronas de referencia calculadas con los datos analíticos disponibles (fig. 13), indican que las rocas metamórficas de las localidades estudiadas se ubican sobre dos líneas isocronas de diferente edad.

La más antigua, con un valor de  $650 \pm 70$  m.a. corresponde a las muestras Nº 5 (Sierra de Lonco Vaca), 8 (estancia Malal Co), 16 (Puesto Sainges) y 18 y 19 (dique

Andersen). Las mismas se alinean casi perfectamente sobre una recta con un valor para  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$  de 0,7130 y un coeficiente de regresión de 0,978.

La más joven, con una edad de  $340 \pm 50$  m.a., está integrada por las muestras Nº 4 (Sierra de Lonco Vaca), 7 y 9 (estancia Malal Co), 12 y 13 (ruta nacional Nº 152 al S de El Carancho), 14 y 15 (estancia La Araucana), 17 (Puesto Sainges) y 20 (dique Andersen). En este caso el valor de  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$  es de 0,7107 y el coeficiente de regresión de 0,999 lo que indica una muy buena alineación de todas ellas sobre la recta.

La muestra Nº 11, esquisto de El Carancho, no se ubica en ninguna de las dos isocronas citadas. Si se asume un valor para  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$  similar al obtenido para el ciclo más antiguo, su edad es de  $920 \pm 150$  m.a., que es similar a la consignada en el cuadro 3, de  $949 \pm 190$  m.a., donde se consideró  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,710$ .

Con todos los resultados comentados precedentemente, se pueden deducir las siguientes conclusiones para las rocas metamórficas:

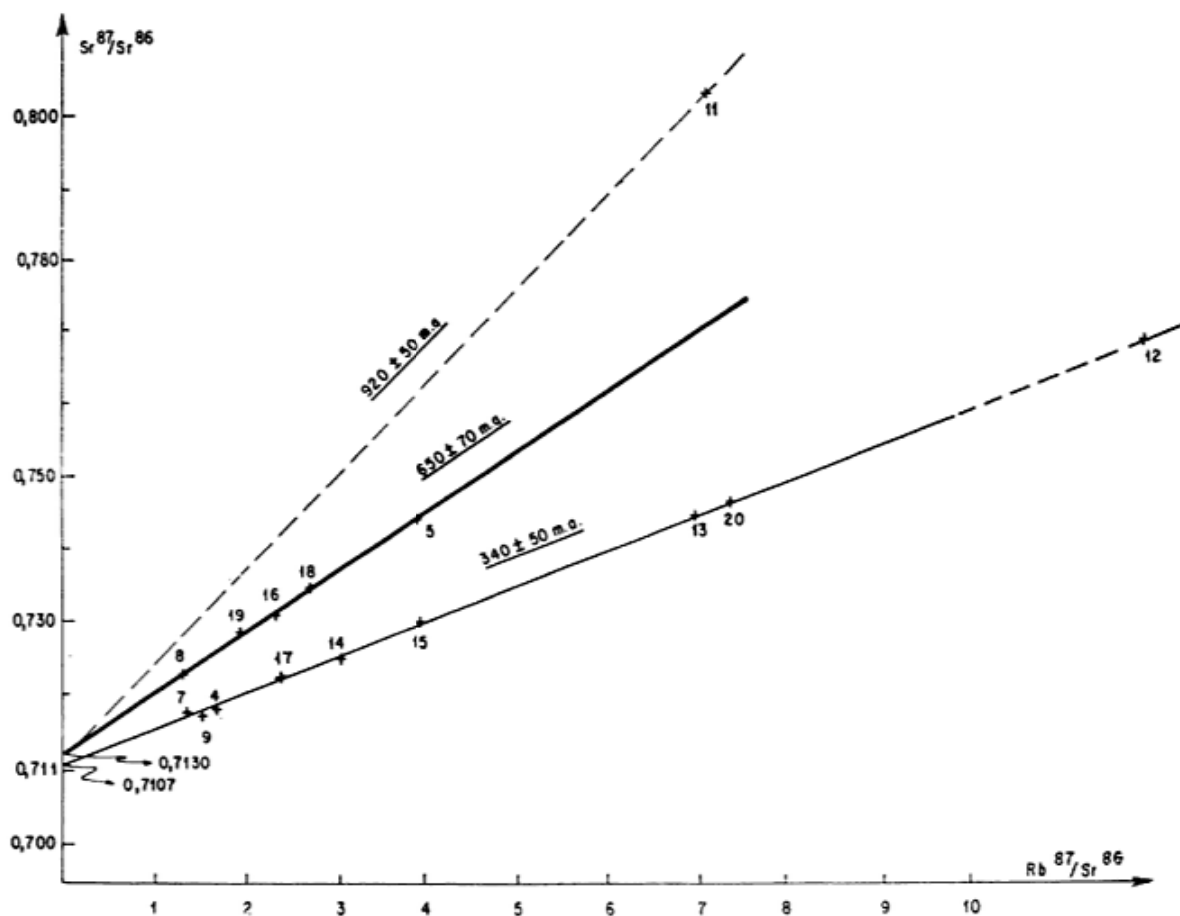


Fig. 13. — Isocronas de referencias Rb-Sr de las rocas metamórficas de la provincia de La Pampa.

1. — Las rocas metamórficas de la provincia de La Pampa son de edad Precámbrico superior.
2. — Existe al parecer un evento metamórfico más antiguo con una edad de 850-800 m.a.; otro situado en  $650 \pm 70$  m.a. que quizás represente el proceso metamórfico más importante detectado hasta la fecha y un tercero de  $340 \pm 50$  m.a., indicaría la presencia de un acontecimiento de rejuvenecimiento posterior y que probablemente esté relacionado con la intrusión de las rocas graníticas del Paleozoico medio.
3. — Este esquema es similar al hallado para las metamorfitas de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis.

#### 5.1.2. Rocas eruptivas intrusivas

Se incluyen aquí las muestras de la diorita del cerro Las Matras y las venas pegmatíticas de la sierra de Lonco Vaca y del Puesto Sainges. Se dispone en este caso de

un total de 7 determinaciones por el método potasio-argón (cuadros 4 y 11).

Para la diorita del cerro Las Matras se cuenta con cuatro dataciones con valores entre 810 y 690 m.a. (cuadro 11). Si se tienen en cuenta solamente las tres determinaciones efectuadas sobre anfíbol, la edad media de esta roca es de  $770 \pm 40$  m.a., que es la que se acepta. Este valor ubica a la citada diorita en el ciclo Brasiliano (Harrington, 1975), al igual que las metamorfitas más antiguas ya descritas.

Las dos muestras de rocas pegmatíticas (Nº 25 y Nº 26), dan edades muy similares entre sí. Para la de la sierra de Lonco Vaca, con dos determinaciones, se tiene una edad media de  $665 \pm 20$  m.a., mientras que para la del Puesto Sainges se posee un valor de  $653 \pm 20$  m.a. En este caso, las edades obtenidas son semejantes a las halladas por medio del método rubidio-estroncio por isocronas, lo que indicaría que ellas pertenecen al ciclo Panamericano (Harrington, 1975), al igual que las rocas esquistosas.

CUADRO N° 4. — Edades potasio-argón de las rocas eruptivas intrusivas del Precámbrico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edades K-Ar m. a.
		L. O.	L. S.		
22	Co. Las Matras, Chadileo	67°07'	36°47'	Diorita	(787 ± 30)
23	"	"	"	Diorita	740 ± 30
24	"	"	"	Diorita	690 ± 20
25	Ea. Las Delicias, Sa. Lonco Vaca, Rancul	65°05'	35°10'	Pegmatita	(665 ± 20)
26	Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel	64°52'	37°45'	Pegmatita	653 ± 20

## NOTA

(787 ± 30) promedio de dos edades obtenidas sobre la misma muestra

## 5.2. Rocas eruptivas del Paleozoico

De las rocas eruptivas del Paleozoico se analizaron 37 muestras; sobre ellas se obtuvieron 39 determinaciones por el método potasio-argón y 13 por el de rubidio-estroncio.

En general puede decirse que los resultados analíticos hallados por una de esas técnicas para muestras de un mismo lugar, son coincidentes entre sí. En cambio, no se observa concordancia de resultados para una misma muestra al aplicar ambos métodos, salvo los casos de las muestras N° 37 y 39, granito y aplita, respectivamente, del río Curaco y de la N° 41, cataclasita granítica de Pichi Mahuida. Las edades determinadas por el método rubidio-estroncio son en casi todos los casos, mayores que las encontradas por el de potasio-argón.

Con los datos radimétricos disponibles, las rocas eruptivas paleozoicas de esta provincia, se distribuyen al parecer en cuatro ciclos magmáticos situados en:

1. — 530-500 m.a. Cámbrico medio-superior
2. — 430-400 m.a. Silúrico-Devónico inferior
3. — 350-300 m.a. Carbónico inferior
4. — 270-240 m.a. Pérmico medio-superior.

En los tres primeros ciclos están representadas rocas eruptivas intrusivas, mientras que en el último existe coexistencia de éstas y de eruptivas efusivas. En el cuadro 5 se presentan las edades de las rocas intrusivas, mientras que en el cuadro 6, las correspondientes a las efusivas; los datos analíticos de esas muestras se encuentran en los cuadros N° 12 y 13, respectivamente.

## 5.2.1. Rocas intrusivas del Paleozoico

Las isocronas de referencia rubidio-estroncio se calcularon utilizando los datos analí-

ticos hallados (cuadro 12) y se presentan en la figura 14. Esto permitió delimitar tres líneas isocronas con edades de  $530 \pm 30$  m.a.;  $430 \pm 20$  m.a. y  $365 \pm 15$  m.a. Debe señalarse que la cantidad de datos utilizados en cada caso debería ser mayor, en orden de mejorar la calidad de las edades aquí presentadas.

Basándose en esos resultados, como así también en los valores determinados por el método potasio-argón, las rocas eruptivas paleozoicas se agrupan en los ciclos mencionados más arriba.

## 5.2.1.1. Rocas intrusivas del Paleozoico inferior, Cámbrico medio-superior (530-500 m.a.)

Se incluyen dentro de este ciclo las rocas graníticas de: a) río Curaco; b) Pichi Mahuida; c) Puesto Sainges; d) la pegmatita del kilómetro 88,5 de la ruta nacional N° 152 y e) algunos granitos de la sierra de Lonco Vaca.

En este caso se obtuvo una isocrona de referencia rubidio-estroncio con los datos analíticos de las muestras N° 36 y 38, granitos del río Curaco y N° 40, granito de Pichi Mahuida (Halpern, Umpierre y Linares, 1970).

Estos tres especímenes se ubican sobre la isocrona de referencia de  $530 \pm 30$  m.a., con un valor de  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$  de 0,7076 y un coeficiente de regresión de 0,998.

Si bien el número de muestras utilizadas y su dispersión sobre la recta no es el más adecuado para este tipo de determinación, el valor del coeficiente de regresión indica una buena ordenación de las muestras sobre la isocrona, por lo cual la edad hallada para estas rocas se considera de buena calidad, con un error analítico del orden del seis por ciento.



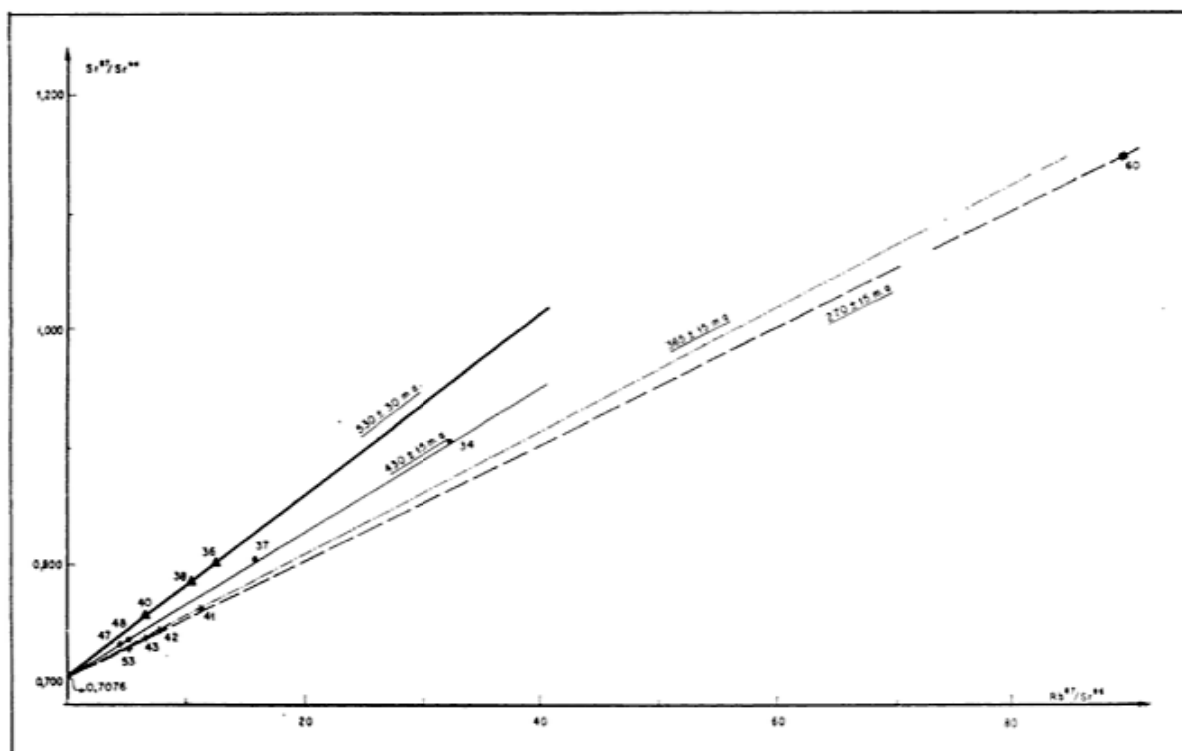


Fig. 14 — Isocronas de referencia  $Sr^{87}/Sr^{86}$  vs  $Rb^{87}/Sr^{86}$  de las rocas intrusivas del Paleozoico.

Las edades potasio-argón de las muestras del río Curaco ( $417 \pm 10$  y  $448 \pm 20$  m.a.), son menores que el valor citado. Estos últimos datos, las edades rubidio-estroncio aparentes y la isocrona calculada con los datos analíticos de estas muestras y de una del granito del dique Andersen, llevaron a los autores a ubicarlas con anterioridad (Linares, Llambías y Latorre, 1977), con una edad de  $450 \pm 50$  m.a. Los nuevos resultados obtenidos en el curso de esta investigación permiten modificar ligeramente la anterior conclusión y asignar a estas rocas una edad algo mayor, de  $530 \pm 30$  millones de años. Este último valor es similar al anterior, dentro del error analítico del método, ya que si la edad obtenida anteriormente se recalcula basándose en el nuevo valor de  $\lambda Rb^{87}$  adoptado, se tiene una edad de  $465 \pm 50$  millones de años.

Dentro de este ciclo se encuentran, además, dos muestras del granito de la sierra de Lonco Vaca (N° 28 y N° 29), con edades potasio-argón de  $520 \pm 15$  m.a. y  $508 \pm 15$  m.a., con un valor medio de  $515 \pm 10$  m.a. También se incluye la pegmatita del afloramiento sito en el kilómetro 88,5 de la ruta nacional N° 152 (N° 27), con una edad potasio-argón de  $520 \pm 15$  m.a. y los granitos que intruyen a las metamorfitas que aparecen a orillas

del río Colorado en el Puesto Sainges (Muestras N° 44 y 45), con valores potasio-argón de  $480 \pm 15$  m.a. y una edad media para estas determinaciones de  $507 \pm 30$  millones de años.

#### 5.2.1.2. Rocas intrusivas del Silúrico-Devónico inferior (430-400 m.a.)

Se tiene en este intervalo los granitos de: cerro Los Viejos, río Colorado, dique Andersen, sierra de Lonco Vaca, estancia La Verde y cerro Las Matras.

Con los datos analíticos de las muestras N° 34 (cerro Los Viejos), N° 37 (río Curaco) y N° 47 y 48 (dique Andersen), se calculó la isocrona de referencia de  $430 \pm 20$  m.a. En esta oportunidad se tiene un mayor número de datos y una mejor alineación de los puntos correspondientes a cada muestra sobre la recta, la que posee un coeficiente de regresión de 0,999. El valor de la relación  $(Sr^{87}/Sr^{86})_i$  de 0,7076 es coincidente con el hallado en el caso anterior y la edad encontrada posee un error menor del cinco por ciento.

A este ciclo también corresponden algunos granitos de la sierra de Lonco Vaca (N° 30 y N° 31), con una edad media potasio-argón de  $395 \pm 15$  m.a., de la estancia La Verde (N° 50) con  $402 \pm 15$  m.a. y

del cerro Las Matras (N° 51 y N° 52), con una edad media de  $387 \pm 15$  m.a. Si bien estas edades son algo menores al límite establecido de 400 m.a., el error analítico en todos los casos, permite ubicarlas en este grupo.

Para las rocas graníticas de la sierra de Lonco Vaca, se obtuvieron por medio del método potasio-argón, edades que las sitúan en los dos ciclos tratados. En ambos casos, existe concordancia de los resultados para el mismo tipo de roca analizada (Muestras N° 28 y 29, 30 y 31), aunque basados en los datos analíticos las edades más confiables son las incluidas en este ciclo. En las muestras N° 28 y N° 29, el contenido de potasio de la muscovita y de la biotita analizadas (véase cuadro 15) es bajo, en especial en el último caso, por lo cual la exactitud de estas dataciones es menor.

Por lo tanto y hasta que no se disponga de dataciones por el método rubidio-estroncio, los autores estiman que estos granitos pueden pertenecer a ambos ciclos. Los resultados disponibles permiten elaborar dos hipótesis: a) los granitos de la sierra de Lonco Vaca pueden haber sido intruidos en dos ciclos magmáticos diferentes o b) uno de los valores de edad aquí presentados no es real y todos los granitos de esa localidad son contemporáneos.

#### 5.2.1.3. Rocas intrusivas del Carbónico inferior (350-300 m.a.)

En este ciclo se ubican los granitos de Pichi Mahuida y lomas Piedra de Afilar; la aplita del río Curaco; la pegmatita localizada al S de El Carancho sobre la ruta nacional N° 152 y el dique de roca básica que intruye los granitos aflorantes sobre el río Colorado, en Puesto Sainges.

La isocrona rubidio-estroncio de referencia (fig. 14), se calculó con los datos analíticos de las muestras N° 41, 42 y 43 (granitos de Pichi Mahuida), 39 (aplita río Curaco) y 53 (granito de lomas Piedra de Afilar). Las cinco muestras citadas se alinean sobre una recta cuya edad es de  $365 \pm 15$  m.a., con un valor para  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i$  de 0,7076 y un coeficiente de regresión de 0,9999, lo cual indica una muy buena alineación de todas las muestras analizadas.

Dentro de este ciclo se incluyen asimismo: la pegmatita ubicada al S de El Carancho sobre la ruta nacional N° 152 (N° 35), con una edad potasio-argón de  $295 \pm 10$  m.a. y el dique básico (N° 46), que intruye los granitos aflorantes al E de

Pichi Mahuida, sobre el río Colorado, con una edad de  $320 \pm 10$  millones de años.

Para el caso particular del granito de Pichi Mahuida, debe señalarse que se poseen dos valores de edad diferentes. La isocrona trazada con las muestras N° 41, 42 y 43 (analizadas por duplicado) arrojó una edad de  $350 \pm 15$  m.a., que se considera como buena, dada la reproducibilidad de los datos analíticos correspondientes (véase cuadro 12). Halpern, Umpierre y Linares (1970), citan para una muestra de la misma localidad, una edad aparente rubidio-estroncio de  $500 \pm 30$  m.a.; los datos analíticos de esta muestra permiten ubicarla sobre la isocrona de  $530 \pm 30$  m.a. (Muestra N° 40, fig. 14).

Por lo expuesto y hasta tanto no se posean mayores datos analíticos sobre estas rocas, se estima que: a— los granitos de Pichi Mahuida pueden corresponder a dos intrusivos de diferente edad, como se indicó para los de la sierra de Lonco Vaca, o b— pertenecer al ciclo más antiguo, habiendo sido removilizados posteriormente durante el Carbónico inferior.

#### 5.2.1.4. Rocas intrusivas del Paleozoico superior (270-240 m.a.)

Se incluye dentro de este ciclo todas aquellas rocas cuyas edades radimétricas se hallan entre 270 y 240 m. a., lo cual las ubica en el Pérmico medio a superior. En su casi totalidad, las edades se obtuvieron por el método potasio-argón, salvo para la muestra N° 60, para la que se posee una edad aparente rubidio-estroncio. Las edades halladas (cuadro N° 5), corresponden a las muestras:

- N° 54. Leucogranito, laguna La Amarga, Curá Co:  $270 \pm 10$  m.a.
- „ 55. Leucogranito, estancia El Huitrú, Utracán:  $259 \pm 10$  m.a.
- „ 56. Pórfiro granítico, estancia San Máximo, L. Cael:  $259 \pm 10$  m.a.
- „ 57. Pórfiro andesítico, cerro El Centinela, Chical Co:  $256 \pm 10$  m.a.
- „ 58. Leucogranito, Algarrobo del Aguila, Chical Co:  $256 \pm 10$  m.a.
- „ 60. Leucogranito, sierra Chata, Curá Co:  $250 \pm 15$  m.a.
- „ 60. y 61. Pórfiro granítico, puesto Chos Malal, Chical Co:  $247 \pm 10$  m.a.

La isocrona  $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{36}$  vs.  $\text{K}^{40}/\text{Ar}^{36}$  (fig. 15), de las rocas intrusivas y efusivas

CUADRO Nº 5. — Edades potasio-argón y rubidio-estroncio de las rocas eruptivas intrusivas de la provincia de La Pampa.

Nº	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					Método rubidio-estroncio								
			AK Nº	Mi- ne- ral	E %	Ar <sup>40</sup> rad · 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad m.a.	ARb Nº	Rb ppm	Sr ppm	Rb/ Sr	Sr <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Rb <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> rad %	Edad m.a.
27	Xm 88,5, RN 152	Pegmatita	1549	M	7,70	80,471	1,1	920 ± 15								
28	Sa. Lonco Vaca	Granito	1535	M	5,14	52,313	6,1	303 ± 30								
28	"	"	1535	M	5,14	42,101	13,3	437 ± 30								
29	"	Granito	1535	B	1,21	12,657	25,6	520 ± 30								
30	"	Granito	0525	M	5,55	66,703	4,8	400 ± 15								
31	"	Granito	0527	M	8,05	61,337	55,0	390 ± 15								
32	Ea. Malal Co	Diabasa	1543	RT	1,55	14,026	5,2	458 ± 15								
32	"	"	1543	RT	1,55	14,124	4,6	461 ± 15								
33	Co. Los Viejos	Granito	1553	B	4,56	26,154	12,4	304 ± 15								
34	"	Granito	1554	B	4,98	31,327	18,1	330 ± 15	0159	427,2	39,0	11,0	0,9064	32,3	21,8	434 ± 35
35	Sur de El Carancho	Pegmatita	1547	M	5,40	30,236	7,5	297 ± 10								
35	"	"	1547	M	5,40	27,248	58,7	270 ± 10								
36	Río Curaco	Granito	0535	M	6,16	50,156	19,8	417 ± 10	0085*	286,2	67,7	4,2	0,8017	12,34	11,6	540 ± 50
37	"	Granito	0537	M	7,26	62,239	1,7	436 ± 10	0069*	310,7	57,3	5,4	0,8052	15,84	12,0	436 ± 50
38	"	Granito	1555	M	7,40	65,245	1,7	445 ± 20	0190	254,0	71,9	3,5	0,7860	10,30	9,5	530 ± 50
39	"	Aplita	0536	M	7,11	51,185	16,7	373 ± 10	0070*	421,7	16,4	25,7	1,1226	77,21	36,8	378 ± 30
40	Pichí Mabuída	Granito							(1)				0,7560	6,68		500 ± 30
41	"	Cataclasita	0533	M	8,23	57,756	16,3	365 ± 10	0068*	178,3	45,2	3,9	0,7636	11,47	7,2	347 ± 70
42	"	Granito	0412	M	8,34	33,359	6,5	217 ± 10	0064*	186,1	67,6	2,75	0,7478	8,0	5,2	358 ± 70
43	"	Granito	0413	A	0,57	2,013	58,6	192 ± 10	0065*	139,8	63,4	0,2	0,7412	6,40	4,4	374 ± 70
44	Puesto Saínzes	Granito	1558	M	7,86	74,961	12,8	450 ± 15								
45	"	Granito	1559	M	5,48	91,384	0,9	334 ± 15								
46	"	Dáscia	1501	RT	3,30	20,244	1,4	320 ± 10								
47	Dique Andersen	Granito	0409	B	3,39	9,792	15,3	150 ± 10	0061*	166,9	113,9	1,5	0,7339	4,25	3,4	450 ± 90
48	"	Granito	0519	B	3,46	11,703	70,1	185 ± 10	0142	130,3	201,9	0,65	0,7337	4,50	3,4	410 ± 80
49	"	Granito	0566	B	3,26	12,302	1,0	205 ± 10								
50	Ea. La Verde	Granito	1185	M	8,49	60,360	4,3	402 ± 15								
51	Co. Las Matras	Granito	0717	RT	2,30	17,513	11,7	392 ± 15								
52	"	Granito	1004	RT	2,70	19,977	5,6	382 ± 15								
53	Lomas Piedra de Afilar	Granito	0522	B	1,22	2,328	56,5	107 ± 10	0145*	219,0	135,7	1,6	0,7315	4,68	3,0	330 ± 25
54	Lamina La Amarga	Leucogranito	1001	RT	3,73	15,804	23,2	270 ± 10								
55	Ea. El Heitru	Leucogranito	1187	RT	3,25	15,524	9,0	259 ± 10								
56	Ea. San Máximo	Pórf. granítico	1186	B	6,90	33,355	12,0	259 ± 10								
57	Co. El Centinela	Pórf. andesítico	0712	RT	4,25	20,337	45,0	256 ± 10								
58	Alzarrobo del Aguila	Leucogranito	0711	B	6,39	30,308	18,0	256 ± 10								
59	"	Leucogranito	0718	B	6,58	25,727	15,5	236 ± 10								
60	Sa. Chata	Leucogranito	0520	B	6,53	27,428	51,1	227 ± 10	0143*	679,6	21,7	31,3	1,0524	93,8	33,0	250 ± 15
61	Psto. Chos Malal	Pórf. granítico	0383	FK	6,55	30,469	36,5	250 ± 10								
62	"	Pórf. granítico	0384	FK	6,22	25,110	20,2	244 ± 10								
63	"	Pórf. granítico	0516	RT	3,77	15,176	8,0	220 ± 10								

## NOTAS

Método potasio-argón: A: anfíbol; B: biotita; FK: feldespato potásico; M: muscovita; RT: roca total

 $\lambda_{K^{40}} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $\lambda_{K^{40}} = 0,551 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $k^{40} = 0,01167 \text{ átomos}$ Método rubidio-estroncio: \* Edades calculadas con  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,707$ ;  $\lambda_{Rb^{87}} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ ; \* Análisis por duplicado

(1) Halpern, Espierre y Linares (1970)

del Paleozoico superior, con una edad media de  $265 \pm 10$  m. a., diferencia netamente a estas rocas de las intrusivas del Mesozoico inferior, para las cuales se obtuvo una edad de 232 m.a. (Véase 5.3.1.) y de las efusivas de esos tiempos, con un valor de  $238 \pm 5$  m.a. (Véase 5.3.2.).

## 5.2.2. Rocas efusivas del Paleozoico superior

En este grupo se consideran todas las rocas efusivas con edades comprendidas entre 266 y 242 m.a., las que en su totalidad se

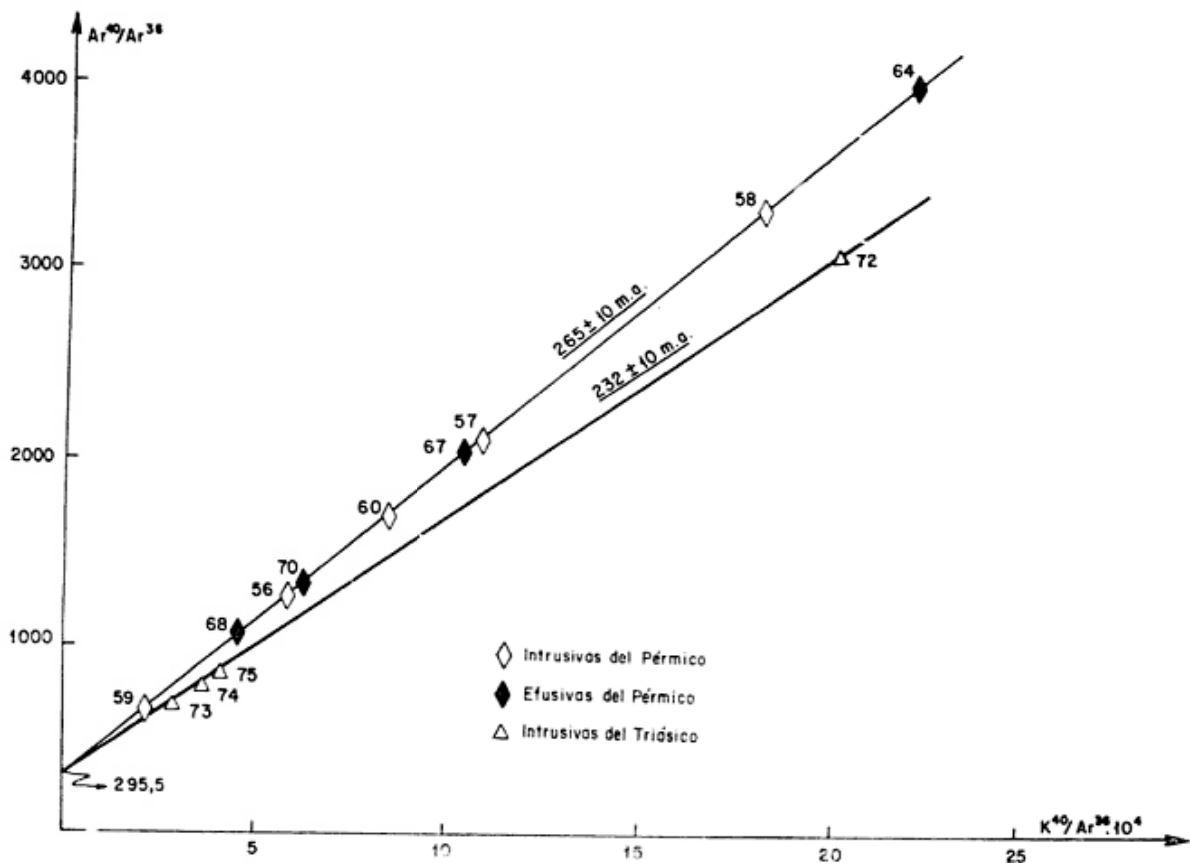


Fig. 15. — Isocronas  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs  $K^{40}/Ar^{36}$  de las rocas intrusivas y efusivas del Paleozoico superior y de las intrusivas del Triásico.

analizaron por el método potasio-argón (cuadros 6 y 13).

Incluye a las riolitas del cerro Colón con  $266 \pm 20$  m.a., del cerro La Ramada con  $254 \pm 10$  m.a. y del cerro Mayú Quingam con  $248 \pm 10$  m.a.; a la dacita de la laguna La Amarga con  $262 \pm 10$  m.a. y la andesita de La Represa, Puelches, con  $242 \pm 10$  millones de años.

Todas estas muestras se alinean sobre la isocrona  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  correspondiente a las rocas intrusivas (fig. 15), con

una edad media de  $265 \pm 10$  m.a. Esto indica la existencia de un ciclo magmático bien definido en el Pérmico medio-superior, con facies intrusiva y efusiva contemporáneas.

### 5.3. Rocas eruptivas del Mesozoico

#### 5.3.1. Rocas intrusivas del Triásico

Se tienen aquí cuatro muestras (cuadro 7 y cuadro 14), con edades potasio-argón

CUADRO N° 6. — Edades potasio-argón de las rocas eruptivas efusivas del Paleozoico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edad K-Ar en m. a.
		L.O.	L.S.		
64	Co. Colón, Puelén	67°23'	36°57'	Leucorriolita	266 ± 20
65	"	"	"	Leucorriolita	237 ± 15
66	Laguna La Amarga, Curá Co	66°10'	38°10'	Melanoandesita	262 ± 10
67	Co. La Ramada, Limay Mahuida	67°05'	36°54'	Leucorriolita	254 ± 10
68	Co. Salinas, Lihué Calel	65°22'	38°48'	Leucorriolita	254 ± 10
69	Co. Mayú Quingam, Chical Co	63°35'	36°41'	Leucorriolita	248 ± 10
70	Ea. El Chisato, Lihué Calel	65°00'	38°30'	Dacita	246 ± 10
71	La Represa, 2 km E de Puelches, Lihué Calel	65°53'	38°12'	Andesita	242 ± 10

CUADRO N° 7.—Edades potasio-argón y rubidio-estroncio de rocas eruptivas intrusivas de Mesozoico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edades en m.a.	
		L.O.	L.S.		K-Ar	Rb-Sr
72	Río Colorado, Fichi Mahuida, Lihué Calel	64°55'	38°48'	Basalto alterado	236 ± 10	-
73	Ea. El Alamo, río Curacó, Lihué Calel	64°58'	38°47'	Basalto alterado	233 ± 10	-
74	Co. El Puntudo, Lihué Calel	65°17'	38°23'	Leucogranito	228 ± 10	-
75	Loma Alta, Utracán	65°45'	37°19'	Leucogranito	207 ± 10	213 ± 10

comprendidas entre 236 y 207 m.a., que las ubica en el Triásico. Corresponden a los basaltos (N° 72 y 73), que intruyen los granitos de Fichi Mahuida y río Curaco y los leucogranitos del cerro El Puntudo como también los de Loma Alta. Para el caso particular de este último, la edad potasio-argón de  $207 \pm 10$  m.a. es concordante con la hallada por rubidio-estroncio, de  $213 \pm 10$  millones de años.

La isocrona  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  calculada con los datos analíticos hallados, arrojó una edad de  $232 \pm 10$  m.a. (fig. 15), que permite diferenciarlas de las similares del Pérmico superior.

### 5.3.2. Rocas efusivas del Triásico

Se incluyen en este grupo 14 muestras de ignimbritas riolíticas de la sierra de Lihué Calel, dos riolitas de la estancia El Alamo

y cerro Las Piletas, un basalto situado 46 kilómetros al S de El Carancho sobre la ruta nacional N° 152 y una andesita que aflora en el río Salado, en las cercanías de Puelches.

Para estas 18 muestras se poseen 29 determinaciones radiométricas; 18 por el método potasio-argón y 11 por el de rubidio-estroncio. Las edades halladas se presentan en el cuadro 8 y los datos analíticos que les corresponden, en el cuadro 15. Si bien estas rocas pertenecen al mismo ciclo magmático que dio origen a las intrusivas del Triásico (véase 5.3.1. y fig. 15), para mayor claridad se las trata por separado.

La isocrona rubidio-estroncio calculada sobre la base de los datos analíticos de once muestras (fig. 16), dio una edad de  $238 \pm 5$  m.a. con un valor para  $(Sr^{87}/Sr^{86})_i$  de 0,7053 y un coeficiente de regresión de la recta de 0,9999. Anteriormente, Halpern,

CUADRO N° 8.—Edades potasio-argón y rubidio-estroncio de las rocas eruptivas efusivas del Mesozoico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edades en m.a.	
		L.O.	L.S.		K-Ar	Rb-Sr
76	Ea. El Alamo, Lihué Calel	65°18'	37°49'	Ignimbrita	236 ± 10	-
77	Co. Las Piletas, Lihué Calel	65°37'	37°37'	Ignimbrita	234 ± 10	-
78	46 km S de El Carancho, RN 152, Utracán	65°20'	37°40'	Basalto	-	233 ± 7*
79	Est. ACA, est. bombeo, Lihué Calel, Lihué Calel	65°13'	37°58'	Riolita	232 ± 10	-
80	3 km O de Est. ACA, Lihué Calel, Lihué Calel	65°13'	37°58'	Riolita	229 ± 10	240 ± 20
81	"	"	"	Riolita	228 ± 10	244 ± 20
82	"	"	"	Riolita	228 ± 10	-
83	1 km O Est. ACA, Lihué Calel, Lihué Calel	65°13'	37°58'	Riolita	242 ± 10	232 ± 20
84	"	"	"	Riolita	243 ± 10	246 ± 25
85	2 km S Est. ACA, Lihué Calel, Lihué Calel	65°13'	37°00'	Riolita	225 ± 10	244 ± 25
86	"	"	"	Riolita	238 ± 10	235 ± 25
87	"	"	"	Toba	232 ± 10	242 ± 25
88	Sierra Lihué Calel, Lihué Calel	65°37'	38°02'	Ignimbrita	220 ± 10	-
89	"	"	"	Ignimbrita	222 ± 10	-
90	"	"	"	Ignimbrita	230 ± 10	-
91	1 km O Est. ACA, Lihué Calel, Lihué Calel	65°13'	37°58'	Riolita	-	231 ± 10*
92	"	"	"	Riolita	-	236 ± 10*
93	Río Salado y R.N. 152, Puelches, Curá Co	65°54'	38°08'	Andesita	226 ± 10	234 ± 30

Nota: \* Halpern, Linares y Iatorre (1971), edades recalculadas para  $\lambda_{K^{40}} = 1,42 \cdot 10^{-11} a^{-1}$

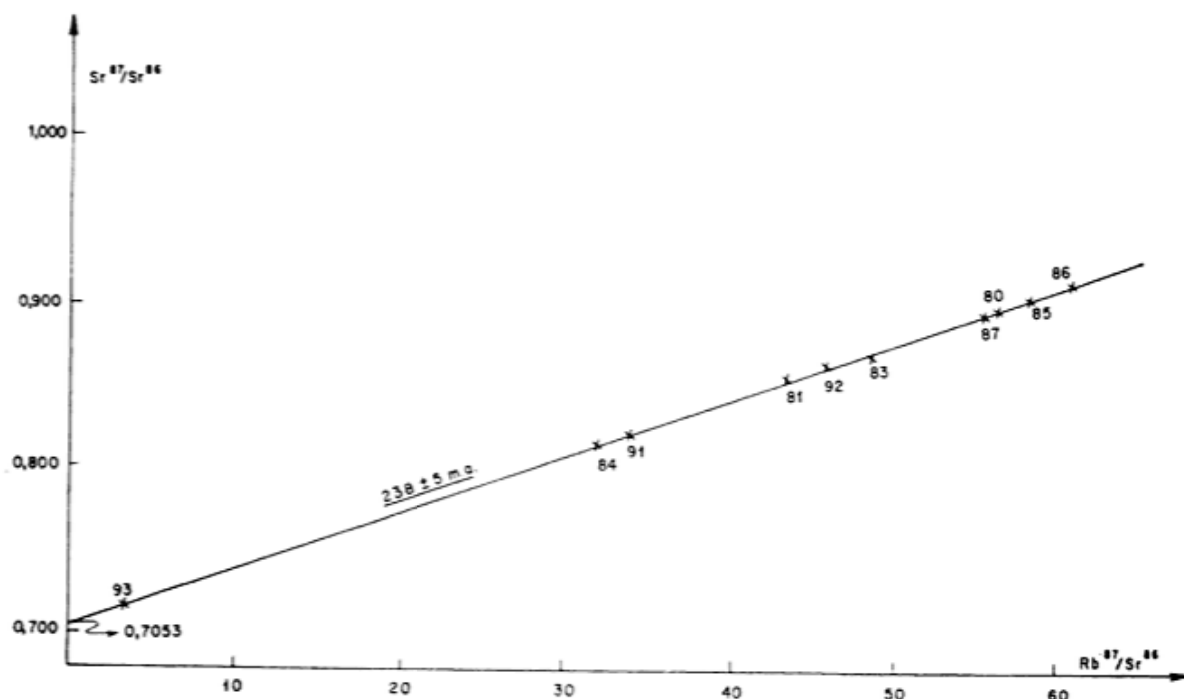


Fig. 16. — Isocrona  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  vs  $\text{Rb}^{87}/\text{Sr}^{86}$  de las rocas efusivas del Mesozoico.

Linares y Latorre (1971), hallaron una edad para estas rocas de  $226 \pm 7$  m.a., que recalculada para  $\lambda\text{Rb}^{87} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$  (valor utilizado en este trabajo), correspon-

de a una de  $234 \pm 7$  m.a., que es concordante con la aquí presentada.

Por otra parte, la isocrona  $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{36}$  vs.  $\text{K}^{40}/\text{Ar}^{36}$  (fig. 17), calculada con los datos

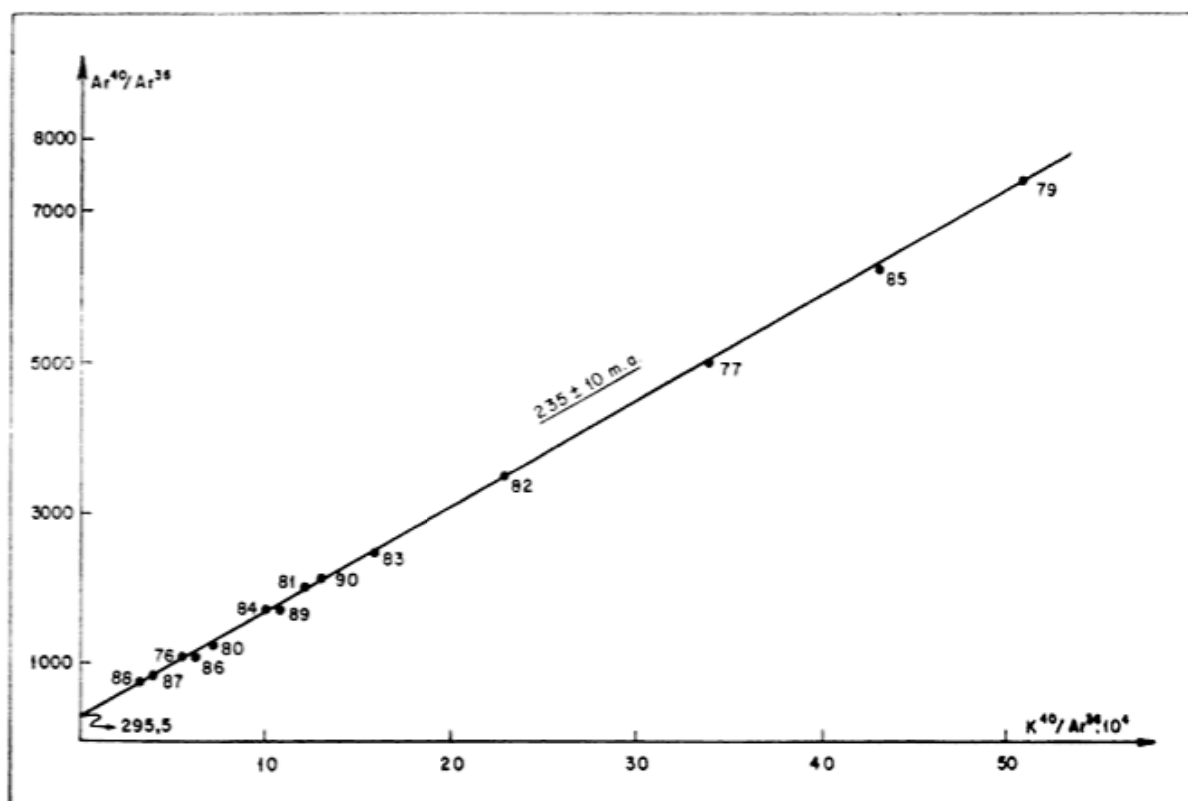


Fig. 17. — Isocrona  $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{36}$  vs  $\text{K}^{40}/\text{Ar}^{36}$  de las rocas efusivas del Mesozoico.

analíticos de 18 muestras, arrojó una edad de  $235 \pm 5$  m.a. Linares, Llambías y Latorre (1977), hallaron para estas rocas una edad por isocrona de  $228 \pm 9$  m.a., que recalculada para los nuevos valores de las constantes del método, dio un valor de  $235 \pm 9$  m.a., coincidente con la obtenida para este trabajo.

Todos los datos señalados indican para las rocas efusivas una edad de  $236 \pm 5$  m.a., que es concordante con la obtenida para las intrusivas de  $232 \pm 10$  m.a., lo que señala la existencia de un ciclo magmático en el Triásico inferior, con facies intrusiva y efusiva.

En este caso, los resultados encontrados por ambas técnicas son concordantes dentro del error analítico de cada método, por lo cual las edades se consideran como reales. Esto demuestra que cuando las rocas actúan como sistema geoquímico cerrado, las edades radiométricas halladas por diversos métodos son concordantes. En el caso particular de las intrusivas y efusivas permo-triásicas de La Pampa, se verifica que estas rocas no han sido afectadas por procesos geológicos posteriores a los de su emplazamiento. Esto determina que el reloj isotópico permanezca sin modificaciones y que los resultados radiométricos por diversos métodos sean comparables.

De todas las muestras analizadas para esta provincia, éste es el único caso donde se cumple lo señalado en el párrafo anterior, mientras que para las rocas metamórficas y eruptivas del Precámbrico, como para las eruptivas paleozoicas, esas condiciones no se cumplen y por lo tanto la interpretación de las edades radiométricas es más difícil,

como se indicara en los capítulos correspondientes.

#### 5.4. Rocas efusivas del Cenozoico

Para los basaltos cenozoicos de la parte occidental de la provincia se dispone de diez muestras analizadas (cuadros N° 9 y 16), publicadas por otros autores (Cortelezzi y Dirac, 1969; Núñez, 1976).

La escasa cantidad de rocas analizadas no permite emitir conclusiones definitivas sobre su edad y su distribución cronológica.

Resumiendo los pocos datos disponibles, estas rocas al parecer, pertenecen a varios ciclos efusivos dentro del Cenozoico, al igual que lo que acontece en las vecinas provincias de Mendoza y Neuquén (Valencio, Linares y Creer, 1970).

El más antiguo corresponde a la edad de la diabasa del cerro La Parva (departamento Malargüe, Mendoza), con una edad de 24 m. a., que la ubica en el Oligoceno-Mioceno; el segundo con edades entre 4-5 m.a., corresponde a las rocas de los cerros Puelén y Solo (departamento Puelén), lo que permite asignarles una edad Plioceno; en el tercero con edades entre 1 y 2 m.a., se hallan los basaltos del cerro Los Carrizales, puesto Limarra y lomita Lindero, en el departamento Chical Co, que en base a esos resultados pertenecen al Plioceno-superior-Pleistoceno.

Es evidente que estudios radiométricos y paleomagnéticos futuros, permitirán determinar mejor la ubicación cronológica de estas rocas.

CUADRO N° 9. — Edades potasio-argón de los basaltos cenozoicos de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD		Coordenadas		ROCA	Edad K-Ar en m.a.
			L. O.	L. S.		
94	Co. La Parva, Chical Co	(1)	68°22'	36°33'	Diabasa	24 ± 4
95	Puelén, Puelén	(2)	67°38'	37°22'	Basalto	5,0 ± 0,9
96	"	(2)	"	"	"	2,5 ± 0,3
97	"	(2)	"	"	"	2,2 ± 0,3
98	Co. Solo, Puelén	(2)	67°30'	37°19'	Basalto	5,0 ± 0,9
99	"	(2)	"	"	"	3,0 ± 0,8
100	Co. Los Carrizales, Chical Co	(1)	68°22'	36°55'	Basalto	2,3 ± 1,0
101	"	(1)	"	"	"	1,0 ± 0,5
102	Psto. Limarra, Chical Co	(1)	67°47'	36°52'	Basalto	1,8 ± 1
103	Lomita Lindero, Chical Co	(1)	67°59'	36°40'	Basalto	2,3 ± 1,3

Nota: (1) Núñez, E. (1974); (2) Cortelezzi, C. R. y Dirac, M. (1969).

## PARTE N° 3. — CONCLUSIONES

### 6.1. Consideraciones generales

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas sobre la base de los estudios realizados y descriptos en los anteriores. Para su elaboración se han tenido en cuenta en principio, las observaciones geológicas y estratigráficas y el estudio petrográfico de las rocas de las diversas comarcas estudiadas de la provincia.

Las edades radimétricas, en todos los casos, han sido evaluadas en forma crítica, tratando de utilizarlas como apoyo de las otras observaciones. Dentro de lo posible no se les ha acordado más importancia que a los datos geológicos y petrográficos, salvo en aquellos casos en que ellas representen el único medio de ubicación cronológica de las rocas investigadas. Asimismo, se ha intentado explicar las posibles causas de las discrepancias encontradas para edades radimétricas de algunas de las zonas en estudio.

Se señala que sólo se dan a conocer las conclusiones elaboradas sobre algunas de las unidades geológicas presentadas en el cuadro N° 1, o sea de aquéllas que fueron estudiadas en forma directa durante la ejecución de este trabajo.

Todas las conclusiones logradas no se consideran como definitivas. En algunos casos, los datos disponibles no son suficientes y en otros no permiten lograr resultados totalmente satisfactorios. Es por esto que en ciertas comarcas será necesario encarar estudios con más detalles con el fin de tratar de dilucidar los interrogantes aquí planteados.

### 6.2. Rocas de edad Precámbrica

En el curso de esta investigación se determinó que corresponden al Precámbrico:

- a — Las rocas metamórficas que ocupan la parte central de la provincia en una franja que se extiende desde la sierra de Lonco Vaca por el N, hasta las cercanías de la localidad de Pichi Mahuida sobre el río Colorado, hacia el sur.
- b — Las venas pegmatíticas que aparecen en los afloramientos indicados como límite de la franja mencionada en a —.
- c — La diorita del cerro Las Matras, situada en la parte occidental de la provincia, en el departamento Chadileo.

Con relación a las rocas aflorantes en la franja central, localizada entre los meridianos de 64° y 65° 30' L. O. e incluidas en los apartados a — y b —, se lograron las siguientes conclusiones:

- 1 — Las rocas metamórficas de la provincia de La Pampa y que ocupan su parte central, pertenecen al Precámbrico superior.
- 2 — Existe al parecer un evento metamórfico más antiguo, del ciclo Brasiliano, de acuerdo con la subdivisión del Precámbrico sugerida por Harrington (1975), con una edad de 850-800 m.a. Las edades potasio-argón de una anfibolita de la sierra de Lonco Vaca (Muestra N° 2), del rodado de granoblastita hallado en el salitral de la estancia Malal Co (Muestra N° 10) y la rubidio-estroncio aparente del esquisto micáceo de las cercanías de la estancia El Carancho (Muestra N° 11), son los datos disponibles al respecto y necesitan ser confirmados con un mayor número de resultados.
- 3 — La isocrona de referencia rubidio-estroncio de  $650 \pm 70$  m.a., construida con las muestras N° 5 (esquisto micáceo de la sierra de Lonco Vaca), 8 (esquisto gnéisico de la estancia Malal Co), 16 (esquisto del Puesto Sainges), 18 y 19 (esquistos pelíticos del dique Andersen), representaría el proceso metamórfico más importante hallado hasta el presente. Las rocas de esta edad pertenecen al ciclo Panamericano de Harrington (*op. cit.*) y en general corresponden a rocas esquistosas.
 

A este ciclo se asignan también las pegmatitas de la sierra de Lonco Vaca (Muestra N° 25) y del Puesto Sainges (Muestra N° 26), con edades potasio-argón cercanas a 650 millones de años.
- 4 — La isocrona rubidio-estroncio de referencia con un valor de  $340 \pm 50$  m.a. (fig. N° 12) y obtenida con los datos analíticos de las muestras N° 4 (esquisto anfibólico de la sierra de Lonco Vaca), 7 y 9 (gneises de la estancia Malal Co), 12 (esquisto gnéisico de la ruta nacional N° 152 al S de El Carancho), 13 (esquisto micáceo del Km 88,5 de la ruta nacional N° 152), 14 y 15 (esquistos micáceos de la estancia La Araucana), 17 (esquisto del Puesto Sainges)



y 20 (wacka del dique Andersen), indica:

- a — la existencia de un evento metamórfico producido en tiempos del Carbónico inferior, o
- b — la presencia de un proceso de rejuvenecimiento de las rocas metamórficas más antiguas, que probablemente esté relacionado con la intrusión de las rocas graníticas del Paleozoico medio.

En este caso, el emplazamiento de los granitos provocó la modificación de los esquistos micáceos y filíticos más antiguos, transformándolos en gneises graníticos y tonalíticos, como los que afloran en Puesto Sainges y en las cercanías de la estancia El Carancho.

Si bien el origen de estas rocas se remonta a tiempos precámbricos, por lo que deben ubicarse en esa era, el último proceso metamórfico que las afectó es posterior, de edad Carbónico inferior. Edades potasio-argón de rocas pertenecientes al ciclo descrito en el punto 3 —, confirman lo señalado.

- 5 — El esquema así obtenido para las rocas de la franja mencionada es similar al hallado en las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis (Linares y Latorre, 1972; Cingolani y Varela, 1975; Linares y Cordani, 1975; Linares y Turner, 1975, 1978). Esto indicaría que la citada unidad geoestructural, se prolonga al S de los afloramientos conocidos en esas provincias hasta las orillas del río Colorado, como ya lo sugirieran Stappenbeck (1913, 1926) y Harrington (1956).

En la parte occidental de la provincia la única roca datada para el Precámbrico es la diorita del cerro Las Matras (cuadro N° 4), con una edad media potasio-argón de  $770 \pm 40$  m.a. Es el único afloramiento de esa antigüedad que se ubica dentro de la provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana y correspondería al ciclo Brasiliano (Harrington, 1975). Su ubicación cronológica y geográfica sugieren:

- 6 — La diorita del cerro Las Matras podría corresponder a la prolongación austral de la Formación Cerro La Ventana (Criado Roqué, 1972b, 1976) constituida por esquistos micáceos, gneises y

pegmatitas en el cerro homónimo de la provincia de Mendoza (Padula, 1953), en el cerro Las Pacas (Holmberg, 1973) y en el basamento de la subcuenca de Alvear (Criado Roqué, 1976) donde las perforaciones pusieron en evidencia la existencia de rocas metamórficas con edades potasio-argón de 605 millones de años.

- 7 — Estas rocas, según Criado Roqué (*op. cit.*), representarían el basamento de la provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana y de acuerdo con los autores de este trabajo quizás podrían homologarse con las unidades precámbricas que aparecen en diversos lugares del occidente argentino como ser: sierra de Pie de Palo, cerro Valdivia y cerillos de Barboza en la provincia de San Juan (Linares y Aparicio, 1975) y Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza (Caminos, Cordani y Linares, 1979).

Resumiendo, puede destacarse que en la provincia de La Pampa afloran rocas metamórficas y eruptivas del Precámbrico superior que aparentemente se disponen en dos franjas de rumbo aproximado N-S. La más oriental es en general de composición más ácida y correspondería a la extensión austral de las Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. La más occidental, de composición mesosilícica a básica, representaría la prolongación hacia el S de las llamadas Sierras Pampeanas Occidentales.

### 6.3. Rocas eruptivas del Paleozoico inferior a medio

Para la ubicación cronológica de las rocas eruptivas del Paleozoico inferior a medio, se tuvo en cuenta su similitud litológica y los datos radimétricos obtenidos, ya que en la mayoría de los casos las relaciones geológicas de campo no son suficientes para dilucidar su exacta ubicación.

Sobre la base de las edades radimétricas halladas, se esbozan las siguientes conclusiones:

- 1 — Las eruptivas del Paleozoico inferior a medio, corresponden a rocas intrusivas, en especial granitos.
- 2 — Ellas se distribuyen en tres ciclos magmáticos diferentes situados en:

- a — 530-500 m.a. Cámbrico medio a superior
- b — 430-400 m.a. Silúrico a Devónico inferior
- c — 350-300 m.a. Carbónico inferior
- 3 — Al primer ciclo pertenecen las rocas graníticas del río Curaco, de Pichi Mahuida y Puesto Sainges sobre el río Colorado, algunas de la sierra de Lonco Vaca y la pegmatita del Km 88,5 de la ruta nacional N° 152.
- 4 — Al segundo, corresponden los granitos del cerro Los Viejos, del dique Andersen, una muestra del río Curaco (N° 37), de la estancia La Verde, del cerro Las Matras y dos muestras de la sierra de Lonco Vaca (N° 30 y 31).
- 5 — Al tercer ciclo se asignan los granitos de Pichi Mahuida y lomas Piedra de Afilar, la aplita del río Curaco y la pegmatita situada sobre la ruta nacional N° 152, poco al S de la estancia El Carancho.
- 6 — Existen dudas sobre la exacta ubicación cronológica de los granitos de la sierra de Lonco Vaca y de las cercanías de Pichi Mahuida.

En el primer caso, las edades potasio-argón indican que esas rocas pertenecen al parecer, a los dos primeros ciclos. Esto plantea la posibilidad de que:

- a — existen dos generaciones de granitos, o
- b — una de las dos edades halladas no es la real.

Hasta tanto no puedan llevarse a cabo estudios con mayor detalle de esta zona, los autores estiman como más posible la existencia de un sólo evento magmático y basados en la calidad de los datos analíticos disponibles, las edades radiométricas que ubican a estas rocas en el segundo ciclo (Muestras N° 30 y 31).

Para los granitos de Pichi Mahuida existen también discrepancias como se señalara en 5.2.3.1. Será necesario realizar nuevos estudios sobre estas rocas, por lo que tentativamente se las ubica en el Carbónico inferior ya que se cuenta con una isocrona rubidio-estroncio (fig. N° 14) con una edad de

$365 \pm 15$  m.a., de muy buena calidad analítica.

- 7 — De acuerdo con estas conclusiones se observa que las rocas eruptivas graníticas de la provincia de La Pampa se distribuyen en tres ciclos magmáticos diferentes en forma similar a lo que sucede para las mismas rocas de las provincias de Córdoba y San Luis. (Linares, Latorre, 1972; González y Toselli, 1973).

#### 6.4. Edad de la Formación San Jorge

(Criado Roqué, 1972b)

Esta Formación fue propuesta por Criado Roqué (1972b) para describir la secuencia sedimentaria aflorante en los cerros Rogaziano y San Jorge que según dicho autor está constituida por calizas y cuarcitas. Posteriormente Llambías (1975) la redefine y sólo incluye en ella a las calizas, separando las cuarcitas que ubica en la Formación Agua Escondida.

Las calizas de la Formación San Jorge, definida según este último autor, afloran exclusivamente en las cercanías del río Salado a la altura de Limay Mahuida, en el centro de la faja que constituye la provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana. Su edad no está aún bien determinada por carencia de relaciones estratigráficas y de restos fósiles. La propuesta por Wichmann (1928) asignando estas rocas al Ordovícico, por su semejanza litológica con otras de la Precordillera, se mantiene en este trabajo por no contarse con nuevos elementos de juicio.

#### 6.5. Edad de la Formación Carapacha

(Vilela y Riggi, 1956)

Como se mencionara en 2.2.4. la edad de la Formación Carapacha es considerada como del Silúrico-Devónico, con reservas. Llambías (1975), asimiló a esta Formación las pelitas y psamitas aflorantes en el río Colorado, agua abajo del dique Andersen. Posteriormente, Linares, Llambías y Latorre (1977) obtuvieron para el granito de esa localidad y que intruye a las rocas citadas, una edad de  $450 \pm 50$  millones de años.

Como el carácter de la intrusividad del granito está bien definido no sólo por las relaciones de contacto, sino también por el

metamorfismo producido por el granito sobre las rocas sedimentarias, las wackas y pelitas del dique Andersen son anteriores al granito, cuya edad lo ubica en el Ordovícico.

Por otra parte, dos muestras de grauwacas de la Formación Los Pilches (Pucci, en Criado Roqué, 1976), de la Subcuenca de Alvear dieron edades potasio-argón de 447 y 534 m.a., por lo cual esta Formación fue asignada al Cambro-ordovícico. Dataciones rubidio-estroncio aparentes (cuadro N° 1) de muestras del dique Andersen dan edades de  $675 \pm 130$  m.a. y  $588 \pm 120$  m.a. pero todas estas últimas determinaciones radimétricas pueden no ser representativas de la edad de la roca, sino corresponder en parte, a la de sus clastos. Por lo señalado, el valor interpretativo de estos datos es relativo y deben ser considerados con reservas.

De lo expresado anteriormente surge que:

- 1 — Si los afloramientos de wackas y pelitas del dique Andersen corresponden a la Formación Carapacha como lo sugiriera Llambías (1975), la edad de la misma es mayor que la del granito ( $450 \pm 50$  m.a.) y menor que la del metamorfismo regional ( $650 \pm 70$  m.a.). En este caso, la edad de la Formación Carapacha sería cambro-ordovícico y comparable con la de la Formación Los Pilches de la Subcuenca de Alvear.
- 2 — Si los asomos citados no son homologables con los otros conocidos para la Formación Carapacha y descriptos por Vilela y Riggi (1956) para las sierras de Carapacha Grande, Carapacha Chica y de las cercanías de Puelches, se tendrían dos entidades geológicas diferentes. En este caso, será necesario definir la ubicación cronológica y denominación de las wackas y grauwacas aflorantes en las cercanías de la pantalla del dique Andersen.
- 3 — Las wackas y pelitas del dique Andersen pertenecen a una facie menos metamorfizada de las rocas metamórficas aflorantes en ese lugar. En este caso, su edad sería Precámbrico superior.

Por lo tanto y mientras no se posean nuevos datos sobre el particular, la ubicación de las wackas y pelitas del dique Andersen no puede ser precisada con exactitud, aunque los autores estiman que pueden ubicarse en el Precámbrico superior, como se indicara en el último considerando.

## 6.6. Edad de la Formación

**Agua Escondida** (González Díaz y García, 1968)

En la provincia de La Pampa esta Formación fue subdividida por Llambías (1975) en dos miembros: a) Miembro Lomas Piedra de Afilar (en este trabajo, redefinido como, Miembro Afilar), y b) Miembro Cerro Guanaco.

El primero está constituido por ortocuarцитas, limolitas y wackas, mientras que el segundo está compuesto por ortocuarцитas y conglomerados oligomícticos. Este último miembro forma secuencias poco variables desde el punto de vista litológico.

Esta monotonía recuerda a las ortocuarцитas del Grupo Curamalal de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, aunque las rocas de La Pampa no presentan cataclasis ni plegamiento cerrado.

La edad de esta Formación es considerada como del Carbónico superior y al presente no se poseen otros elementos de juicio para modificar tal asignación.

Debe señalarse además, que las rocas aflorantes en el cerro Choique Mahuida y descriptas por Sobral (1942, pág. 47) como cuarcitas y asignadas a esta Formación, son en realidad riolitas de color blanco, con microfenocristales de feldespatos, en parte alunitizados y piritizados (Llambías, 1976).

## 6.7. Edad de las rocas eruptivas del Paleozoico superior

Se incluyen aquí todas las rocas eruptivas cuya edad radimétrica corresponde al intervalo de 270 a 240 m.a., lo que las ubica en el Pérmico medio a superior.

En este caso se tienen los leucogranitos de la laguna La Amarga, sierra Chata, Algarrobo del Aguila y estancia El Huitrú; los pórfiros graníticos del Puesto Chos Malal y estancia San Máximo; el pórfiro andesítico del cerro El Centinela; las riolitas de los cerros Colón, La Ramada y Mayú Quingam; la dacita de la laguna La Amarga y la andesita de La Represa, en las vecindades de Puelches.

Tanto las rocas intrusivas como las efusivas de este ciclo se alinean sobre la isocrona  $Ar^{40}/^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  (fig. 15) que posee una edad media de  $265 \pm 10$  m.a. Este resultado indica la existencia de un ciclo magmático bien definido en el Pérmico

medio a superior, con facies intrusiva y efusiva, que además ha sido reconocido en la Sierra Pintada de San Rafael (Linares, Manavella y Piñeiro, 1978) y en la Cordillera Frontal de Mendoza (Caminos, Cordani y Linares, 1979).

### 6.8. Edad de las rocas eruptivas del Triásico inferior

Las rocas aquí incluidas poseen edades radimétricas que oscilan entre 236 y 210 m.a. Corresponden a los basaltos que intruyen los granitos de Pichi Mahuida y río Curaco; los leucogranitos del cerro El Puntudo y Loma Alta; las ignimbritas riolíticas de la sierra de Lihué Calel; el basalto situado al S de El Carancho sobre la ruta nacional N° 152 y la andesita que aflora en el río Salado en las cercanías de Puelches.

En este caso las rocas intrusivas y efusivas se ubican, como en el caso anterior, sobre la misma isocrona  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  que posee una edad de  $232 \pm 10$  m.a. (fig. N° 15). Esto pone en evidencia que todas estas rocas pertenecen también a un mismo ciclo magmático, con facies intrusivas y extrusiva.

Para las ignimbritas riolíticas de la sierra de Lihué Calel la isocrona rubidio-estroncio construida con los datos analíticos de once muestras (fig. N° 16) corresponde a una edad de  $238 \pm 5$  m.a., mientras que la isocrona  $Ar^{40}/Ar^{36}$  vs.  $K^{40}/Ar^{36}$  trazada con los valores de 18 muestras, da una edad de  $235 \pm 5$  m.a. Debe destacarse además, que los datos radimétricos individuales de cada una de las muestras analizadas (cuadro N° 8), como así también los de las dos isocronas mencionadas indican una total concordancia de resultados para estas rocas, por lo cual la edad media de  $236 \pm 5$  m.a. se considera como real.

Asimismo, debe mencionarse que Halpern, Linares y Latorre (1971), obtuvieron una isocrona rubidio-estroncio que incluye dos muestras de ignimbritas de la sierra de Lihué Calel, con una edad de  $226 \pm 7$  m.a. Si ella es recalculada para el nuevo valor aceptado de  $\lambda Rb^{87}$  y adoptado en este trabajo, se obtiene una edad de  $234 \pm 5$  m.a., que también coincide dentro del error analítico del método, con la aquí propuesta. Por otra parte, debe mencionarse que los valores analíticos de esas dos muestras (N° 91 y 92, cuadro N° 15), permiten ubicarlas en la isocrona rubidio-estroncio citada más arriba,

con lo que evidencia la buena calidad de los datos hallados.

Resumiendo este punto, puede destacarse:

- 1 — Las rocas eruptivas, intrusivas y efusivas de este ciclo en la provincia de La Pampa poseen edades radimétricas entre 210 y 236 m.a., que las ubica en el Triásico.
- 2 — Las ignimbritas de la sierra de Lihué Calel, que representan el mayor número de muestras analizadas en ese intervalo, poseen una edad media de  $236 \pm 5$  m.a., que se considera como real, ya que la misma se obtuvo por medio de isocrona rubidio-estroncio y potasio-argón concordantes.
- 3 — El proceso magmático que dio origen a estas rocas posiblemente ha tenido una duración de aproximadamente 25 m.a., como lo evidencian los resultados analíticos obtenidos para ellas por medio de los dos métodos utilizados. En el caso de la técnica potasio-argón las edades máxima y mínima encontradas son de  $243 \pm 10$  m.a. (muestra N° 86) y  $220 \pm 10$  m.a. (Muestra N° 88); para rubidio-estroncio esos valores son de  $246 \pm 15$  m.a. (Muestra N° 84) y  $231 \pm 10$  m.a. (Muestra N° 91).
- 4 — En el caso especial de las ignimbritas riolíticas de la sierra de Lihué Calel, se verifica que estas rocas no fueron afectadas por procesos geológicos posteriores a los que produjeron su emplazamiento, ya que el sistema isotópico ha permanecido sin sufrir modificaciones durante todo el tiempo geológico transcurrido desde su consolidación. La principal evidencia que se tiene de esto es la muy buena concordancia de las edades halladas para estas rocas por medio de los dos métodos utilizados.  
Este es uno de los pocos casos descritos en la literatura, donde se verifica lo señalado más arriba.
- 5 — Las conclusiones obtenidas en el punto 6.7 y en éste, indican que a partir del Pérmico medio y hasta el Triásico medio-inferior, se registra en la zona una intensa actividad magmática, con facies intrusiva y efusiva y que se extiende desde los 270 m.a. a los 210 m.a., antes del presente. En ese intervalo se tienen dos momentos de mayor

intensidad magmática que bien pueden corresponder a dos ciclos diferentes o a dos pulsos de un solo proceso, que se ubican en  $265 \pm 10$  y  $236 \pm 5$  millones de años.

Este último ya fue señalado por otros autores para otras regiones cercanas, como ser las de la Sierra de San Rafael (Toubes y Spikerman, 1976; Linares, Manavella y Piñeiro, 1978) y para la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza (Caminos, Cordani y Linares, 1979).

- 6 — La edad media de las ignimbritas quizás pueda corresponder al límite Pérmico-Triásico, que según Armstrong (1974) es de 240 millones de años.

### 6.9. Consideraciones geoquímicas sobre el contenido de potasio, rubidio y estroncio de las rocas riolíticas

Se intenta en este apartado comparar las relaciones K/Rb y Rb/Sr de las riolitas de La Pampa, con las correspondientes a otras

asociaciones volcánicas félsicas de otros lugares, con el fin de obtener conclusiones acerca del origen de estas rocas.

En el cuadro 17 se dan a conocer los contenidos promedio de rubidio, de estroncio y las relaciones K/Rb y Rb/Sr, de diversas asociaciones riolíticas, de las estudiadas en este trabajo y de los esquistos micáceos y migmatíticos de la provincia de La Pampa. En las figuras 18 y 19 se representan las relaciones K/Rb y Rb/Sr, respectivamente.

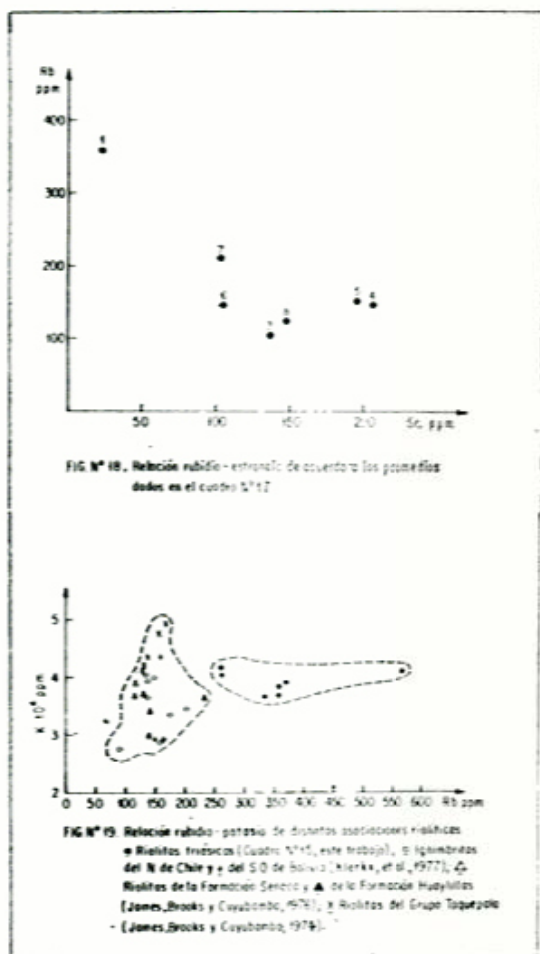
De la observación del cuadro 17 se deduce que las rocas riolíticas de esta provincia son más ricas en rubidio y más pobres en estroncio que las otras asociaciones. De la misma manera, la relación promedio K/Rb de estas rocas, de 116, es anormalmente baja en comparación con las otras indicadas en el cuadro mencionado y con el valor considerado como normal para estas rocas de 230, con valores límites entre 160 y 300 (Shaw, 1968).

Un enriquecimiento en rubidio se puede producir como lo postulan Taylor, Emeleus y Exley (1956), en soluciones residuales de pequeño volumen como ser pegmatitas y aptitas, pero este criterio es difícil de apli-

CUADRO Nº 17. — Comparación de distintas asociaciones riolíticas.

Relaciones / Contenido	1	2	3	4	5	6	7	8
K/Rb	115,9	-	250,1	252,0	234,9	306,0	169,0	-
Rb/Sr	17,0	0,95	0,86	0,75	1,79	1,87	2,02	0,62
Rb(ppm)	360,4	129,3	107,8	149,0	151,1	145,6	212,0	121,3
Sr(ppm)	22,0	136,3	125,5	206,5	195,5	102,8	105,0	194,2

1. Promedio de 7 riolitas de la provincia de La Pampa (Este trabajo)
2. Promedio de 11 muestras de esquistos micáceos y migmatíticos de la provincia de La Pampa (Este trabajo)
3. Promedio de 73 muestras de lavas riolíticas, ignimbriticas y pumicitas de Nueva Zelanda (Ewart y Stipp, 1968).
4. Promedio de 6 muestras de ignimbritas de las Formaciones Huaylillas y Sencca, Perú (James, Brooks y Cuyubamba, 1976)
5. Promedio de 11 muestras de riolitas y riolacitas del SO de Bolivia y N de Chile (Klerkx *et al.*, 1977)
6. Promedio de 5 muestras de riolitas de Grupo de Toquepala, Perú (James, Brooks y Cuyubamba, 1974).
7. Promedio de 120 muestras de rocas félsicas del Paleozoico superior del NE de Queensland, Australia (Sheraton y Labonne, 1978).
8. Promedio de 4 muestras de riolitas de América Central (Pushkar, McBirney y Kudo, 1972).



car a las riolitas de esta provincia, ya que el volumen que ocupan estas rocas efusivas es muy grande, llegando a ser de 50.000 kilómetros cúbicos (Llambías y Leveratto, 1975).

Estas riolitas por su carácter leucoerático y por haber sido extruidas en su mayor parte como ignimbritas, lo que sugiere una presión de vapor de agua grande, pueden compararse con rocas altamente diferenciadas. Sin embargo, dado el gran volumen ocupado por estas rocas y su homogeneidad litológica, es improbable que su formación se deba a un proceso de diferenciación magmática.

Un origen a partir de la fusión parcial de la parte inferior de la litósfera o a partir también de magmas profundos es poco probable debido al bajo contenido de rubidio de los basaltos toleíticos profundos, que según Shaw (1968) es de 0,2 ppm. Para llegar a originar un magma riolítico por cualquiera de esos procesos, sería necesario un enriquecimiento considerable en rubidio, lo que es de difícil explicación si se tiene en

cuenta el gran volumen que ocupan las riolitas.

Shaw (1968) postuló para las rocas con alto contenido de rubidio un mecanismo de anatexis parcial de esquistos biotíticos, consistente en la destrucción de las micas y la fusión parcial del material cuarzo-feldespático, lo que produciría una fase acuosa con baja relación K/Rb y un líquido silicático con relación K/Rb normal.

Con respecto a las rocas riolíticas de La Pampa, este proceso no sólo explicaría el elevado contenido de rubidio, sino también, el carácter ignimbrítico de ellas. Por otra parte, los esquistos micáceos metamórficos de esta provincia contienen un promedio de 108 ppm de rubidio (véase cuadro 17), lo que permitirá explicar el enriquecimiento en rubidio que presentan las riolitas.

Resumiendo, puede sugerirse que, si bien existen algunos indicios que favorecen un origen cortical para estas rocas, será necesario realizar estudios con más detalles para verificar esta hipótesis.

## 6.10. Provincias geológicas y cuencas sedimentarias

De las observaciones geológicas realizadas, de los estudios petrográficos y de los datos radiométricos determinados para las rocas metamórficas y eruptivas, en la provincia de La Pampa se distinguen dos provincias geológicas y tres cuencas sedimentarias bien definidas, las que en parte se encuentran situadas dentro de la unidad estructural denominada Llanura Chaco-Pampeana (Russo, Ferello y Chebly, 1976) y que cubre gran parte de su superficie. Finalmente y ocupando un área extendida en la parte suroccidental se hallan los mantos de basaltos cenozoicos.

La provincia geológica Sierras Pampeanas ocupa una franja de rumbo N-S en su parte central y se extiende desde la sierra de Lonco Vaca en el N, hasta el río Colorado en las cercanías de Pichi Mahuida por el S. Se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas del Precámbrico superior y graníticas del Paleozoico, estas últimas distribuidas en varios ciclos magmáticos. En la parte occidental esta provincia geológica está representada por la diorita del cerro Las Matras del Precámbrico superior y los granitos del mismo lugar y de Lomas Piedra de Afilar del Paleozoico, rocas éstas que corresponderían a los afloramientos más

australes de las Sierras Pampeanas Occidentales de San Juan y de la Precordillera y cordillera Frontal de Mendoza.

La provincia geológica Sanrafaelino-Pampeana ocupa una franja de rumbo aproximado NO-SE, que desde la Escondida en la provincia de Mendoza, se extiende hasta Pichi Mahuida, sobre el río Colorado. Esta franja que corre a lo largo del río Salado, está constituida por rocas sedimentarias, graníticas y efusivas, estas últimas similares a las del Bloque de San Rafael. Aparentemente, su basamento está representado por los esquistos y gneises de la Formación Cerro La Ventana, detectada además en las perforaciones realizadas en la Subcuenca de Alvear y que tendría como representante a la diorita del cerro Las Matras.

Las intrusivas y efusivas del Paleozoico superior a Triásico inferior, que preferentemente afloran en esta provincia quizás estén relacionadas temporalmente con las similares del macizo norpatagónico.

Estas dos provincias se traslapan en la parte centro-sur de La Pampa (fig. N° 9), entre las localidades de estancia El Huitrú y Pichi Mahuida.

De las tres cuencas sedimentarias que se encuentran en La Pampa, sólo la de Macachín tiene amplia extensión en esta provincia, mientras que de las otras dos, Cuyana

y Neuquina, solamente pequeñas porciones se hallan en ella.

La llanura Chaco-Pampeana cubre aproximadamente las tres cuartas partes de la provincia, en especial en la zona oriental y central. Los limos arenosos de la Formación Cerro Azul (Plioceno) han nivelado un pre-relieve ligeramente ondulado; la parte superior de esta Formación está coronada por un manto de tosca, que posee una suave inclinación al E y ESE, con una pendiente de 0,2 %.

El marcado alineamiento ENE-OSO de la parte central de la provincia que afecta a esa Formación y ya descrita por Stappenbeck (1913), es interpretado en este trabajo como debido a fallas de desplazamiento de rumbo. La más importante de ellas es la de General Acha que se continúa en la provincia de Buenos Aires, con las de iguales características detectadas en Guaminí-Vallmanca (fig. 11).

Finalmente, gran parte de los departamentos Puelén y Chical Co están cubiertos por coladas de basaltos olivínicos que provienen de volcanes situados en la cercana provincia de Mendoza. Estas coladas han fluido en dirección ESE siguiendo el suave declive de la llanura. Los volcanes Amarillo, Agua Pura y El Nido, situados en La Pampa casi en el límite con Mendoza, no parecen haber emitido lavas de importancia.

### Lista de trabajos citados en el texto

- Armstrong, R. L., 1974. *Proposed refinement of the Phanerozoic time-Scale*. Intern. Meeting Geochron. and Cosmochron. and Isotope Geology, Paris. (Abstracts).
- Caminos, R., U. G. Cordani y E. Linares, 1979. *Geología y Geocronología de las rocas metamórficas y eruptivas de la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza, República Argentina*. IIº Congreso Geológico Chileno, Arica. I: F43-F61, Santiago de Chile.
- Cingolani, C. A. y R. Varela, 1972. *Examen geocronológico por el método rubidio-estroncio de las rocas ígneas de las Sierras Australes bonaerenses*. Actas Vº Cong. Geol. Argentino (Carlos Paz, Córdoba). I: 349-371, Buenos Aires (1973).
- 1975. *Geocronología rubidio-estroncio de rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Chica y Grande de Córdoba*. IIº Congreso Iberoamericano Geolog. Económ. I, 9-33, Buenos Aires.
- Cordini, R. I., 1950. *Contribución al conocimiento de los cuerpos salinos de la Argentina: Colorada Grande, Choique, cuerpos salinos de Utracán-Acha, salitral y salinas de Pocitos, Salinas Chicas y Chasicó*. Direc. Gral. Minas. Anal. 3, Buenos Aires.
- 1962. *Perfil químico de la barranca del río Colorado en Casa de Piedra, departamento Puelén*. Inf. inédito Ente Provincial Río Colorado, Santa Rosa.
- 1967. *Reservas salinas de Argentina*. Inst. Nac. Geol. y Minería. Anal. 13: 1-108, Buenos Aires.
- Cortelezzi, C. R., F. O. de Francesco y O. E. de Salvo, 1966. *Estudio de las gravas tehuelches de la región comprendida entre el río Negro y el río Colorado, desde la costa atlántica hasta la cordillera*. Actas III Jorn. Geol. Argentinas (Comodoro Rivadaveia). II: 123-125, Buenos Aires (1968).
- Cortelezzi, C. R. y M. Dirac, 1969. *Edad de los basaltos de Neuquén y La Pampa*. Actas IV Jorn. Geol. Argentinas (Mendoza). II: 95-100, Buenos Aires (1970).
- Cox, A. y G. B. Dalrymple, 1967. *Statistical analysis of geomagnetic reversal data and the precision of potassium-argon dating*. Journ. Geophys. Res. 72: 2603-2614, Washington D.C., USA.

- Criado Roqué, P., 1972a. *Bloque San Rafael*, en Leanza, A. F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina, 287-295, Córdoba.
- 1972b. *Cinturón móvil mendocino-pampeano*, en Leanza, A. F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina, 297-303, Córdoba.
- 1976. *Subcuenca de Alvear (provincia de Mendoza)*, en Turner, J. C. M. (Coord.), *Geología Regional Argentina*. 2º Simposio. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina. I: 811-836, Córdoba (1979).
- Criado Roqué, P. y G. Ibáñez, 1976. *Provincia geológica Sanrafaelino-pampeana*, en Turner, J.C. M. (Coord.), *Geología Regional Argentina*. 2º Simposio, I: 837-869, Córdoba (1979).
- Czaky, A., 1962. *Geología del cerro Mesa*. Inf. inédito Ente Provincial Río Colorado, Santa Rosa.
- de Ferrariis, C., 1966. *Estudio estratigráfico de la Formación Río Negro de la provincia de Buenos Aires. Sus relaciones con la región nordpatagónica*. Com. Inv. Cient. prov. de Buenos Aires, Anales VII, La Plata.
- Dessanti, R. N., 1953. *Descripción geológica de la Hoja 27 c, Cerro Diamante, provincia de Mendoza*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bol. 85: 1-79, Buenos Aires.
- Digregorio, J. H., 1972. *Neuquén*, en Leanza, A. F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina, 439-508, Córdoba.
- Di Persia, C. A., 1969. *Breve nota sobre la edad de la denominada Serie de La Horqueta, zona Sierra Pintada, departamento San Rafael, provincia de Mendoza*. Actas IV Jorn. Geol. Argentinas (Mendoza). III: 29-41, Buenos Aires (1972).
- Doering, A., 1882. *Geología*. Informe Com. Científica al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia). III: 300-530, Buenos Aires.
- Ewart A. y J. J. Stipp, 1968. *Petrógenesis of the volcanic rocks of the central North Island, New Zealand, as indicated by a study of Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> ratios, and Sr, Rb, K, U and Th abundances*. Geoch. et Cosmoch. Acta. 32: 699-736, Pergamon Press.
- Friboes, H. N., 1967. *Estudio hidrogeológico de la Hoja 28 h, Nueva Galia, provincias de San Luis y Córdoba*. Direc. Nac. Geol. y Miner. Inf. inédito, Carpeta 680, Buenos Aires.
- García, J. y O. M. E. de García, 1964. *Hidrogeología de la región de Bahía Blanca, provincias de Buenos Aires y La Pampa*. Dir. Nac. Geol. y Miner., Bol. 96: 1-94, Buenos Aires.
- González Díaz, E. F., 1972. *Descripción geológica de la Hoja 30c. Agua Escondida, provincias de Mendoza y La Pampa*. Serv. Nac. Min. Geol., Bol. 135: 1-78, Buenos Aires.
- González Díaz, E. F. y H. García, 1968. *El hallazgo del Neopaleozoico plantífero en el área de Agua Escondida (sureste de Mendoza y noroeste de La Pampa)*. Actas II Jorn. Geol. Argentinas (Comodoro Rivadavia). I: 341-345, Buenos Aires (1970).
- González, R. R. y A. J. Toselli, 1973. *Radiometric dating of igneous rocks of Sierras Pampeanas*. Rev. Geociencias, San Pablo, Brasil.
- Groeber, P., 1929. *Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes*. Dir. Nac. Minas, Geol. e Hidrogeol., Publ. 58, Buenos Aires.
- Halpern, M., M. Umpierre y E. Linares, 1970. *Radiometric ages of crystalline rocks from South America as related to Gondwana and Andean Geologic Provinces*. Conf. Problemas Tierra Sólida. II: 345-356, Buenos Aires (1972).
- Halpern, M. E., E. Linares y C. O. Latorre, 1971. *Edad rubidio-estroncio de rocas volcánicas e hipabisales (?) del área norte de la Patagonia, República Argentina*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVI (2): 169-174, Buenos Aires.
- Harrington, H. J., 1956. *Argentina*, en Jenks, F. J. (ed.), *Handbook of South American Geology*. Geol. Soc. Amer. Mem. 65, Baltimore, USA.
- Harrington, H. J., 1975. *South America*, en Fairbridge, R. W. (ed.), *Encyclopedia of Earth Sciences*. VIII: The Encyclopedia of Regional Geology. Reinhold Books Corp., New York, USA.
- Hätyasu, A. y C. M. Carmichael, 1970. *Isochron method and initial Argon ratios*. Earth and Planet. Scie. Letters, 8 (1): 71-76, Amsterdam.
- Holmberg, E., 1973. *Descripción geológica de la Hoja 29d, Cerro Nevado, provincia de Mendoza*. Serv. Nac. Minero Geológico, Bol. 144: 1-71, Buenos Aires.
- James, D. E., C. Brooks y A. Cuyabamba, 1974. *Strontium isotopic composition and K, Rb, Sr geochemistry of Mesozoic volcanic rocks of the Central Andes*. Carnegie Inst. Yearbook 73: 970-983, Washington D.C., USA.
- 1976. *Andean Cenozoic volcanism: Magma genesis in the light of strontium isotopic composition and trace element geochemistry*. Geol. Soc. American Bull., 87: 592-600, New York, USA.
- Klerkx, J., S. Deutsch, H. Pichler y N. Zeil, 1977. *Strontium isotopic composition and trace elements data bearing on the origin of Cenozoic volcanic rocks of the Central and Southern Andes*. Journ. Volcanology and Geothermal Res. 2: 49-71, Elsevier, Amsterdam.
- Leanza, A. F., 1967. *Los baculites de La Pampa con notas acerca de la edad del piso Rocanense*. Bol. Acad. Nac. de Ciencias, Rep. Argentina, XLVI: 49-58, Córdoba.
- Lesta, P., J. Digregorio y A. Pozzo, 1973. *Resumen de las principales cuencas sedimentarias de la Argentina*, en Sadras, E., *Evaluación de Formaciones de la Argentina*. Schlumberger, 7-29, Buenos Aires.



- Linares, E. y E. P. Aparicio, 1975. *Edades potasio-argón de anfibolitas de San Juan (Sierra de Pie de Palo, cerro Valdivia y cerrillos de Barboza), República Argentina*. Actas VIº Cong. Geol. Argentino (Bahía Blanca), en prensa.
- Linares, E. y U. G. Cordani, 1975. *Edades potasio-argón de anfibolitas de la provincia de Córdoba, República Argentina*. Actas VIº Cong. Geol. Argentino (Bahía Blanca), en prensa.
- Linares, E. y C. O. Latorre, 1972. *Nuevas edades radiométricas por el método potasio-argón de rocas graníticas de Córdoba y San Luis*. Actas Vº Cong. Geol. Argentino (Carlos Paz, Córdoba). I: 405-410, Buenos Aires (1970).
- Linares, E., K. Kawashita y L. Kleiner, 1973. *Constantes de calibración y factores de corrección para la aplicación del método potasio-argón en el laboratorio del INGEIS*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXVIII (2): 133-146, Buenos Aires.
- Linares, E., E. J. Llambías y C. O. Latorre, 1978. *Geología y Geocronología de las rocas eruptivas de la provincia de La Pampa, República Argentina*. Actas VIIº Cong. Geol. Argentino (Neuquén). I: 793-808.
- Linares, E., M. A. Manavella y A. Piñeiro, 1977. *Geocronología de las rocas efusivas de la zona de los yacimientos "Dr. Baulies" y "Los Reyunos", Sierra Pintada de San Rafael, Mendoza, República Argentina*. Actas VIIº Congreso Geol. Argentino (Neuquén). II: 13-21.
- Linares, E. y J. C. M. Turner, 1975. *Comarcas de la República Argentina con rocas de edad Precámbrico sobre la base de dataciones radiométricas*. VIº Cong. Geol. Argentino (Bahía Blanca), en prensa.
- 1978. *Precambrian Geochronology of Argentina*. IV Intern. Conf. Geochron., Cosmochron. and Isotope Geology, Aspen, Colorado, USA. U.S. Geol. Survey Op. File Report 78-701, 250-252, Washington D.C., USA.
- Llambías, E. J., 1972. *Las ignimbritas de la sierra de Lihué Calel, provincia de La Pampa*. Actas Vº Cong. Geol. Arg. (Carlos Paz, Córdoba). IV: 55-67, Buenos Aires (1973).
- 1975. *Geología de la provincia de La Pampa y su aspecto minero*. Inf. inédito Direc. Minas provincia de La Pampa, Santa Rosa.
- 1976. *Alunita en el cerro Choique Mahuida, provincia de La Pampa*. Asoc. Arg. Miner., Rev. Petrol. y Sedim. VII (1-2): 29-30, Buenos Aires.
- Llambías, E. J. y M. A. Leveratto, 1975. *El "plateau" riolítico de la provincia de La Pampa, República Argentina*. IIº Congreso Iberoamericano Geol. Económ. I: 99-114, Buenos Aires.
- Moody, J. D. y M. J. Hill, 1956. *Wrench fault tectonics*. Geol. Soc. America Bull. 67: 1207, New York, USA.
- Núñez, E., 1976. *Descripción geológica de la Hoja 31e, Chical Co, provincias de Mendoza y La Pampa*. Inf. inédito Serv. Geol. Nacional, Buenos Aires.
- Padula, E. J., 1953. *Contribución al conocimiento geológico del ambiente de la Cordillera Frontal, Sierra Pintada, San Rafael, Mendoza*. Asoc. Geol. Arg., Rev. VI (1): 5-13, Buenos Aires.
- Pascual, R. y O. Odreman Rivas, 1972. *Las unidades estratigráficas del Terciario portadoras de mamíferos. Su distribución y sus relaciones con los acontecimientos diastróficos*. Actas Vº Cong. Geol. Argentino (Carlos Paz, Córdoba). III: 293-336, Buenos Aires (1973).
- Pastore, F., 1932. *Informe sobre el reconocimiento de las rocas de la sierrita de Loncovaca*. Direc. Nac. Geol. y Miner. Inf. inédito 260, Buenos Aires.
- Pushkar, P., A. R. McBirney y A. M. Kudo, 1972. *The isotopic composition of strontium in Central America ignimbrites*. Bull. Vulcan. XXXV, 2: 265-204.
- Russo, A., R. Ferello y G. Chebli, 1976. *Llanura Chaco Pampeana*, en Turner, J. C. M. (Coord.), *Geología Regional Argentina*. 2do. Simposio Acad. Nac. Ciencias Rep. Argentina. I: 139-183, Córdoba (1979).
- Rutten, M. G., 1969. *The "Ganggefolschaft", a diagnostic feature to distinguish between plutons and rheo-ignimbritic pseudo-plutons*. Geol. Soc. America Bull. 80: 545-548, New York.
- Rutten, M. G., 1971. *The "Ganggefolschaft", a diagnostic feature to distinguish between plutons and rheo-ignimbritic pseudo-plutons*. Discussion. Geol. Soc. America Bull. 82: 275-276, New York.
- Salso, J., 1966. *La cuenca de Macachín, provincia de La Pampa*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXI (2): 107-117, Buenos Aires.
- Shaw, D. M., 1968. *A review of K-Rb fractionation trend by covariance analysis*. Geoch. et Cosmoch. Acta. 32: 573-601, Pergamon Press.
- Sheraton, J. W. y E. Labonne, 1978. *Petrology and geochemistry of acid igneous rocks of North east Queensland*. Bureau Miner. Rev. Geology and Geophysics Bull. 169: 1-139, Canberra, Australia.
- Siemiradzki, S. von, 1893. *Eine Forschungsreise in Patagonien*. Petermans Mitt. Bd. 39: 49-62.
- Stappenbeck, R., 1913. *Investigaciones hidrogeológicas de los valles de Chapalcó y Quehué y de sus alrededores (Gobernación de La Pampa)*. Direc. Gral. Minas, Geol. e Hidrología, Bol. 4, Serie B (Geología): 1-55, Buenos Aires.
- Stappenbeck, R., 1926. *Geologie und Grundwasserkunde der Pampa*. Stuttgart.
- Sister, R. G., 1949. *Reconocimiento geológico económico de la cantera Lonco Vaca, departamento Rancul, provincia de La Pampa*. Direc. Nac. Geol. y Miner. Inf. inédito, carpeta 274, Buenos Aires.

- Sobral, J. M., 1942. *Geología de la región occidental del Territorio de La Pampa, situada al occidente de Chadi-Leuvú*. Bol. Inf. Petrol., 212: 33-81, Buenos Aires.
- Tapia, A., 1939. *Chacharramendi y alrededores*. Physis. XIX: 221-224, Buenos Aires.
- Taylor, S. R., C. H. Emeleus y C. S. Exley, 1956. *Some anomalous K/Rb ratios in igneous rocks and their petrological significance*. Geoch. et Cosmoch. Acta. 20: 222-229, Pergamon Press.
- Toubes, R. O. y J. P. Spikermann, 1976. *Algunas edades K-Ar para la Sierra Pintada, provincia de Mendoza*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXXI, 2: 118-126.
- Uliana, M. A. y H. H. Camacho, 1974. *Estratigrafía y paleontología de la Formación Vaca Mahuida, provincia de Río Negro*. Actas I Cong. Arg. Paleontol. y Bioestratigrafía. Opera Lilloana. II: 357-373, Tucumán (1975).
- Valencio, D. A., E. Linares y K. M. Creer, 1969. *Paleomagnetismo y edades geológicas de algunos basaltos terciarios y cuaternarios de Mendoza y Neuquén*. IV Jorn. Geol. Argentinas (Mendoza). II: 397-415, Buenos Aires.
- Vilela, C. R. y J. C. Riggi, 1956. *Rasgos geológicos y petrográficos de la sierra de Lihué Calel*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XI (2): 217-272, Buenos Aires.
- Wichmann, R., 1928. *Contribución a la geología de los departamentos Chical Co y Puelén, de la parte occidental de La Pampa Central*. Direc. Gral. Minas, Geol. e Hidrogeol., Publ. 40, Buenos Aires.
- Winkler, H. G. F., 1974. *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer-Verlag, New York, USA.
- Yrigoyen, M. R., 1975. *Geología del subsuelo y Plataforma Continental, en Relatorio de la Geología de la provincia de Buenos Aires*. VIº Cong. Geol. Argentino (Bahía Blanca): 139-168, Buenos Aires.
- Zambrano, J. J., 1972. *La cuenca de Colorado*, en Leanza, A. F. (ed.), *Geología Regional Argentina*. Acad. Nac. de Ciencias, Rep. Argentina: 419-437, Córdoba.
- 1974. *Cuencas sedimentarias en el subsuelo de la provincia de Buenos Aires y zonas adyacentes*. Asoc. Geol. Arg., Rev. XXIX (4): 443-469, Buenos Aires.

*Escala de tiempos geológicos según Armstrong (1974) comparada con la del Phanerozoic Time-Scale (1964).*

	P. T. S. (1964)	Armstrong (1974)
TERCIARIO	70	64
CRETACICO SUPERIOR	100	102
CRETACICO INFERIOR	136	140
JURASICO	~ 193	208
TRIASICO	225	~ 242
PERMICO	280	284
CARBONICO SUPERIOR		353
CARBONICO INFERIOR	345	360
DEVONICO	395	409
SILURICO	~ 475	~ 436
ORDOVICICO	~ 500	~ 500
CAMBRICO	~ 570	~ 564
PRECAMBRICO		

Recibido: octubre 10, 1979

**Contribución N° 39 del Instituto de Geocronología y Geología Isotópica (INGEIS), dependiente del CONICET.**

ENRIQUE LINARES  
INGEIS y Departamento de Ciencias Geológicas,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

EDUARDO J. LLAMBIAS  
Investigador del CONICET, Serv. Min. Nacional.  
Santa Fe 1548 - 4º P.  
1060 - Buenos Aires

CARLOS O. LATORRE  
INGEIS y Departamento de Ciencias Geológicas,  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

**APENDICE N° 1. — CUADROS DE  
DATOS ANALITICOS  
DE LAS MUESTRAS  
ESTUDIADAS**

CUADRO Nº 10. — Datos analíticos por los métodos potasio-argón y rubidio-estroncio de las rocas metamórficas de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					Método rubidio-estroncio								
			AK	Ni- ne- ral	K	Ar <sup>40</sup> rad -10 <sup>-10</sup>	Ar <sup>40</sup> atm	Edad	Alb	Rb	Sr	Rb/ Sr	Sr <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Rb <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> rad	Edad °
			N°	%	mol/g	%	m.a.	N°	ppm	ppm				%	m.a.	
1	Sierra Lonco Yaca	Anfibolita	1533	A	0,50	7,262	6,3	688 ± 15								
2	"	Anfibolita	1534	A	0,14	2,366	29,8	779 ± 20								
2	"	"	1534	A	0,14	2,632	33,3	848 ± 25								
3	"	Anfibolita	1539	A	0,47	6,306	30,0	643 ± 20								
3	"	"	1539	A	0,47	6,309	25,2	644 ± 20								
4	"	Esquisto	1531	A	0,51	3,850	41,5	390 ± 10	0175	94,6	170,4	0,6	0,7166	1,61	1,1	290 ± 90
4	"	"	1531	A	0,51	3,641	59,7	371 ± 10								
5	"	Esquisto	1532	RT	1,54	12,907	4,6	428 ± 10	0176	123,9	92,0	1,35	0,7438	3,91	4,7	607 ± 100
5	"	"	1532	RT	1,54	10,567	6,7	360 ± 10								
6	"	Esquisto	1537	N	5,96	33,436	12,5	298 ± 10								
6	"	"	1537	A	2,38	12,706	8,5	284 ± 10								
7	Ea. Malal Co	Esquisto	1540	B	4,22	39,593	6,8	473 ± 15	0177	93,2	196,0	0,48	0,7183	1,38	1,0	422 ± 80
7	"	"	1540	B	4,22	43,548	2,0	514 ± 15								
8	"	Migmatita	1541	B	4,30	50,557	45,1	575 ± 20	0184	68,8	160,5	0,4	0,7237	1,24	2,0	770 ± 150
9	"	Esquisto	1542	B	6,28	79,605	4,0	614 ± 20	0185	84,3	157,0	0,5	0,7164	1,55	10,0	290 ± 60
10	"	Granoblastita	1544	A+P	0,63	12,468	6,7	884 ± 25								
11	RN 152, sur El Carancho	Esquisto	1545	N	6,0	36,723	12,5	322 ± 10	0186	236,5	100,7	2,3	0,8031	6,86	11,7	940 ± 190
11	"	"	1545	N	6,0	38,989	51,4	340 ± 10								
12	"	Cataclasita	1546	N	7,18	39,313	1,5	291 ± 10	0187	1026,5	18,8	54,6	1,4293	168,9	5,0	300 ± 60
12	"	"	1546	N	7,18	35,646	57,5	266 ± 10								
13	Km 58,5, RN 152	Esquisto	1548	A	0,98	3,519	53,4	196 ± 50	0178	224,2	94,5	2,4	0,7445	6,9	4,8	352 ± 70
14	Ea. La Araucana	Filita	1551	A+B	2,65	32,034	4,5	589 ± 20	0179	112,9	106,9	1,1	0,7253	3,1	2,3	352 ± 70
15	"	Filita	1552	RT	2,45	27,541	2,2	554 ± 15	0188	122,7	90,5	1,4	0,7316	3,9	3,1	386 ± 70
16	Río Colorado, Puente	Esquisto	1550	N	7,20	31,333	0,4	556 ± 20	0180	148,8	188,0	0,8	0,7311	2,3	3,0	646 ± 100
16	Salinas	"	1550	N	7,20	93,645	50,3	627 ± 20								
17	Río Colorado, dique	Migmatita	1557	B	5,72	57,381	1,0	501 ± 20	0181	112,6	143,4	0,8	0,7243	2,3	2,2	442 ± 100
18	Andersen	Migmatita	0410	B	3,23	6,606	24,0	112 ± 10	0062*	174,0	185,1	0,9	0,7363	2,73	3,7	675 ± 130
19	"	Wacka	0411	A+B	2,37	11,430	3,8	258 ± 10	0063*	103,2	156,0	0,67	0,7261	1,02	2,4	533 ± 120
19	"	"	0411	A+B	2,37	11,235	4,8	254 ± 10								
20	"	Wacka	0562	RT	1,94	12,595	8,0	340 ± 10	0182	144,3	51,1	2,5	0,7453	7,33	4,9	340 ± 60
21	"	Hornfels	1564	RT	1,51	1,367	5,0	330 ± 10								

## NOTAS

Método potasio-argón. A: anfíbol; B: biotita; M: muscovita; P: piroxeno; RT: roca total

$$\lambda_{K-40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}; \lambda_{Ar-40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}; k = 0,01167 \text{ átomos } \%$$

Método rubidio-estroncio. ° Edades aparentes calculadas con  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,7100$ ;  $\lambda_{Rb-87} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$ 

\* Análisis por duplicado

CUADRO N° 11. — Datos analíticos por el método potasio-argón de las rocas eruptivas intrusivas del Precámbrico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					
			AK N°	Mi ne ral	K %	Ar <sup>40</sup> rad 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad m.a.
22	Co. Las Matras	Diorita	0716	A	0,46	8,152	9,8	810 ± 25
22	"	Diorita	0716	A	0,46	7,581	19,7	763 ± 25
23	"	Diorita	1003	A	0,56	8,823	20,0	740 ± 30
24	"	Diorita	1005	RT	0,98	14,357	10,8	690 ± 20
25	Sa. Lonco Vaca	Pegmatita	1536	M	6,32	90,069	8,4	677 ± 20
25	"	Pegmatita	1536	M	6,32	86,206	7,7	653 ± 20
26	R. Colorado, Pto. Sainges	Pegmatita	1560	M	7,35	100,406	5,1	653 ± 20

NOTAS

A: anfíbol; M: muscovita; RT: roca total

$$\lambda K_{\beta}^{40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}; \lambda K_{\alpha}^{40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}; \kappa^{40} = 0,01167 \text{ átomos } \%$$

CUADRO Nº 12. — *Datos analíticos por los métodos potasio-argón y rubidio-estroncio de las rocas eruptivas intrusivas del Paleozoico de la provincia de La Pampa.*

Nº	LOCALIDAD	Coordenadas		ROCA	Edades en m.a.	
		L.O.	L.S.		K-Ar	Rb-Sr
27	Km 88,5, RN 152,Utracán	65°10'	37°30'	Pegmatita	520 ± 15	-
28	Ea. Las Delicias, Sa. Lonco Vaca, Rancul	65°05'	35°10'	Granito	(473 ± 15)	-
29	"	"	"	Granito	520 ± 15	-
30	"	"	"	Granito	400 ± 15	-
31	"	"	"	Granito	390 ± 15	-
32	Ea. Malal Co, Utracán	65°22'	37°06'	Diabasa	460 ± 10	-
33	Ea. Co. Los Viejos, Cuchillo Co, Caleucaleu	64°23'	38°28'	Granito	304 ± 15	-
34	"	"	"	Granito	330 ± 15	434 ± 15
35	RN 152, 3 km S de El Carancho, Utracán	65°06'	37°28'	Pegmatita	(285 ± 10)	-
36	Río Curaco, Ea. El Alamo, Lihué Calel	64°58'	38°47'	Granito	417 ± 20	(540 ± 50)
37	"	"	"	Granito	436 ± 20	(436 ± 50)
38	"	"	"	Granito	448 ± 20	530 ± 100
39	"	"	"	Aplita	373 ± 20	(378 ± 30)
40	Río Colorado, Pichi Mahuida, Lihué Calel	64°55'	38°48'	Granito	-	500 ± 30 *
41	"	"	"	Cataclasita granítica	365 ± 10	(347 ± 70)
42	"	"	"	Granito	217 ± 10	(358 ± 70)
43	"	"	"	Granito	190 ± 10	(374 ± 70)
44	R. Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel	64°52'	37°48'	Granito	480 ± 15	-
45	"	"	"	Granito	534 ± 15	-
46	"	"	"	Básica alterada	323 ± 10	-
47	R. Colorado, dique Andersen de A y E, Lihué Calel	64°49'	38°48'	Granito	150 ± 10	(450 ± 90)
48	"	"	"	Granito	185 ± 10	-
49	"	"	"	Granito	205 ± 10	-
50	Ea. La Verde, Utracán	64°48'	37°40'	Granito	402 ± 15	-
51	Co. Las Matras, Chadileo	67°07'	36°47'	Granito	392 ± 15	-
52	"	"	"	Granito	382 ± 15	-
53	Lomas Piedra de Afilar, Chical Co	65°17'	34°08'	Granito	107 ± 10	(330 ± 25)
54	Laguna La Amarga, Curá Co	66°10'	38°18'	Leucogranito	270 ± 10	-
55	Ea. El Huitrú, Utracán	65°08'	37°06'	Leucogranito	259 ± 10	-
56	Ea. San Máximo, Lihué Calel	64°52'	37°43'	Pórfiro granítico	259 ± 10	-
57	Co. El Centinela, Chical Co	67°17'	36°38'	Pórfiro andesítico	256 ± 10	-
58	Algarrobo del Aguila, Chical Co	67°21'	36°20'	Leucogranito	256 ± 10	-
59	"	"	"	Leucogranito	236 ± 10	-
60	Sa. Chata, Curá Co	65°55'	37°47'	Leucogranito	227 ± 10	250 ± 15
61	Pto. Chos Malal, Chical Co	68°14'	36°38'	Pórfiro granítico	250 ± 10	-
62	"	"	"	Pórfiro granítico	244 ± 10	-
63	"	"	"	Pórfiro granítico	220 ± 10	-

**NOTAS** (473 ± 15): promedio de dos dataciones sobre la misma muestra.

\* Halpern, Umpierre y Linares (1970)

CUADRO N° 13. — Datos analíticos por el método potasio-argón de las rocas eruptivas efusivas del Paleozoico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					
			AK N°	Mi ne ral	K %	Ar <sup>40</sup> rad 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad m.a.
64	Co. Colón	Riolita	0713	RT	3,75	18,623	7,4	266 ± 20
65	"	Riolita	0714	RT	4,61	20,333	5,7	237 ± 15
66	Laguna La Amarga	Melanoandesita	1002	RT	1,63	7,984	8,7	262 ± 10
67	Co. La Ramada	Riolita	0715	RT	3,59	16,987	14,4	254 ± 10
68	Co. Salinas	Riolita	0719	RT	4,08	19,449	28,3	254 ± 10
69	Co. Mayú Quingam	Riolita	0931	RT	3,76	16,756	14,0	248 ± 10
70	Ea. El Chisato	Dacita	0539	RT	4,53	20,689	23,5	246 ± 10
71	La Represa, Puelches	Andesita	1550	RT	2,82	12,661	11,2	242 ± 10

## NOTAS

RT: roca total;  $\lambda k_{\beta}^{40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $\lambda k_{\alpha}^{40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $k^{40} = 0,01167 \text{ átomos } \%$

CUADRO N° 14. — Datos analíticos por los métodos K-Ar y Rb-Sr de las rocas intrusivas del Mesozoico de la provincia de La Pampa.

N°	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					Método rubidio-estroncio								
			AK N°	Mi ne ral	K %	Ar <sup>40</sup> rad 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad m.a.	ARb N°	Rb ppm	Sr ppm	Rb/ Sr	Sr <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Rb <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> rad %	Edad m.a.
72	Fichi Mahuida	Basalto	0534	RT	3,33	14,600	9,2	236 ± 10								
73	Ea. El Alamo	Basalto	0538	RT	1,89	8,139	7,1	233 ± 10								
74	Co. El Puntudo	Granito	0710	B	5,91	24,960	37,3	228 ± 10								
75	Loma Alta	Granito	0521	B	6,14	23,332	36,0	207 ± 10	0144	301,1	114,6	2,6	0,7328	7,6	3,3	213 ± 10

## NOTAS

Método potasio-argón. B: biotita; RT: roca total.  $\lambda k_{\beta}^{40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $\lambda k_{\alpha}^{40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $k^{40} = 0,01167 \text{ átomos } \%$

Método rubidio-estroncio. \*Edades calculadas asumiendo  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,707$ .  $\lambda \text{Rb}^{87} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$

CUADRO Nº 15. — Datos analíticos por los métodos K-Ar y Rb-Sr de las rocas eruptivas efusivas del Mesozoico de la provincia de La Pampa.

Nº	LOCALIDAD	ROCA	Método potasio-argón					Método rubidio-estroncio								
			AK Nº	Mi- ne- ral %	K %	Ar <sup>40</sup> rad · 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad m.a.	Arb Nº	Rb ppm	Sr ppm	Rb/ Sr	Sr <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Rb <sup>87</sup> / Sr <sup>86</sup>	Sr <sup>87</sup> rad %	Edad m.a.
76	Ea. El Alamo	Ignimbrita	0517	RT	4,18	18,327	26,8	230 ± 10								
77	Co. Las Piletas	Ignimbrita	0518	RT	3,95	17,194	6,1	234 ± 10								
78	46 km de El Carancho	Basalto	-						69-26	138,0	1509	0,1	0,7085	0,26	-	233 ± 7*
79	Est. ACA, Lihué Calel	Riolita	0435	RT	4,32	18,686	3,9	232 ± 10								
80	3 km Est. ACA, L. Calel	Riolita	0541	RT	4,20	17,748	24,1	229 ± 10	0074	259,1	13,7	18,9	0,8972	55,9	20,0	240 ± 20
81	"	Riolita	0542	RT	4,08	17,227	14,7	228 ± 10	0075	259,9	17,6	14,8	0,8557	43,4	17,0	241 ± 20
82	"	Riolita	0543	RT	3,95	17,481	8,3	238 ± 10								
83	1 km Est. ACA, L. Calel	Riolita	0544	RT	3,95	17,764	11,5	242 ± 10	0077	371,9	22,5	16,5	0,8661	48,7	18,0	232 ± 20
84	"	Riolita	0545	RT	3,72	16,748	16,5	243 ± 10	0078	361,1	33,1	10,9	0,8187	31,9	13,4	246 ± 25
85	2 km Est. ACA, L. Calel	Riolita	0546	RT	4,11	17,092	4,8	225 ± 10	0079	568,4	31,6	18,0	0,9043	58,1	21,8	244 ± 25
86	"	Riolita	0547	RT	3,69	16,343	25,9	238 ± 10	0080	339,8	16,3	20,8	0,9112	60,8	12,6	238 ± 25
87	"	Toba	0548	RT	3,85	16,499	38,1	232 ± 10	0081	362,6	19,2	18,9	0,8958	55,5	20,9	242 ± 25
88	Sa. Lihué Calel	Ignimbrita	0651	RT	5,01	19,869	41,6	220 ± 10								
89	"	Ignimbrita	0652	RT	4,71	19,327	17,5	222 ± 10								
90	"	Ignimbrita	0653	RT	4,47	19,088	14,1	230 ± 10								
91	1 km Est. ACA, L. Calel	Riolita							69-1	264,3	22,4	11,8	0,8195	34,20		231 ± 10*
92	"	Riolita							69-2	265,2	16,7	15,9	0,8621	45,90		236 ± 10*
93	Rfo Salado, Puelches	Andesita	0540	RT	3,66	15,264	7,0	226 ± 10	0073	212,1	190,1	1,1	0,7151	3,20	0,8	234 ± 30

## NOTAS

Método potasio-argón EI: roca total;  $\lambda K_0^{40} = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $K_0^{40} = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ ;  $K^{40} = 0,01167$  átomos f

Método rubidio-estroncio \*Edades calculadas asumiendo  $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,705$ ;  $\lambda \text{Rb}^{87} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ a}^{-1}$

\* Halpern, Linares y Latorre (1971)

CUADRO Nº 16. — Datos analíticos y edades por el método K-Ar de basaltos cenozoicos.

Nº	AK Nº	Mine- ral	LOCALIDAD	K %	Ar <sup>40</sup> rad. x 10 <sup>-10</sup> mol/g	Ar <sup>40</sup> atm %	Edad en m.a.
94	0308	RT	Co. La Parva, Chical Co (1)	1,10	0,403	47,9	24 ± 4
95		RT	Puelén, Puelén (2)	0,453	0,400	93,7	5,0 ± 0,9
96		RT	" (2)	0,453	0,201	96,2	2,5 ± 0,3
97		RT	" (2)	0,453	0,0180	97,1	2,2 ± 0,3
98		RT	Co. Solo, Puelén (2)	0,552	0,0483	94,5	5,0 ± 0,9
99		RT	" (2)	0,552	0,0357	94,8	3,8 ± 0,5
100	0311	RT	Co. Los Carrizales, Chical Co (1)	0,48	0,018	97,4	2,3 ± 1,0
101	0310	RT	" (1)	0,83	0,014	98,2	1,0 ± 0,5
102	0309	RT	Psto. Limarra, Chical Co (1)	0,52	0,016	98,2	1,8 ± 1
103	0312	RT	Lomita Lindero, Chical Co (1)	0,79	0,031	98,0	2,3 ± 1,3

(1) Núñez, E., 1974

(2) Cortelezzi, C.R. y Dirac, M. (1969)



## APENDICE Nº 2. — DESCRIPCIONES PETROGRAFICAS DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS

### I. Cuadros Nº 3 y 10

MUESTRA Nº 1. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Anfibolita*. Roca de textura granoblástica constituida principalmente por anfíbol (hornblenda) y en menor proporción plagioclasa (andesina) y biotita. La hornblenda se dispone en capas y la plagioclasa está ligeramente alterada en material arcilloso. Es similar a la muestra Nº 3, pero en ésta no se observó piroxeno, siendo además, la cantidad de titanita, menor.

MUESTRA Nº 2. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Anfibolita*. Está compuesta por plagioclasa (andesina) y anfíbol (hornblenda) y en menor cantidad por biotita, apatita, clorita, sericita y opacos. Su textura es granoblástica. No se observa alteración, estando atravesada por microvenillas de calcita y feldespato potásico.

MUESTRA Nº 3. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Anfibolita*. Roca de textura granoblástica, con los granos de anfíbol dispuestos en capas y constituida por hornblenda (Z' = verde botella; X' = verde amarillento) y plagioclasa (andesina cálcica). Ambos minerales son xenomorfos y conforman la textura de la roca, que está fresca. Entre los componentes menores se hallan clinopiroxeno poiquiloblástico, titanita y apatita.

MUESTRAS Nº 4 y 5. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Esquisto biotítico*. Roca de grano fino cuyo componente principal es la biotita, que en su mayor parte está alterada en clorita e hidrobiotita. La muscovita es escasa y no presenta alteración y en forma intersticial se disponen relictos de cuarzo clástico y plagioclasa. Se observa abundante calcita diseminada.

MUESTRA Nº 6. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Esquisto cuarzo micáceo*. Está compuesta esencialmente por cuarzo, biotita, muscovita, plagioclasa y escaso granate, siendo su alteración avanzada. Las biotitas han pasado a cloritas y opacos y las plagioclasas a sericita y material arcilloso.

MUESTRA Nº 7. Estancia Malal Co, Utracán. *Esquisto cuarzo-micáceo*. Roca compuesta principalmente por cuarzo, biotita y plagioclasa y por circón y apatita como accesorios. Las biotitas han sido desferrizadas, son incoloras y presentan abundantes inclusiones de minerales opacos criptocristalinos a lo largo de sus clivajes y las plagioclasas están en su mayor parte sericitizadas. Es similar a la descrita como Nº 9, pero con mayor grado de alteración.

MUESTRA Nº 8. Estancia Malal Co. Utracán. *Migmatita*. Roca de textura granoblástica, grano mediano y constituida por cuarzo, biotita, granate, plagioclasa (andesina cálcica) y feldespato potásico. El granate es relativamente abundante, anhedral y en parte poiquiloblástico, siendo sus cristales de forma irregular, con contornos ameboidales. La roca se encuentra fresca.

MUESTRA Nº 9. Estancia Malal Co. Utracán. *Esquisto cuarzo-biotítico*. Está compuesta por cuarzo, biotita, plagioclasa (oligoclasa) y como accesorios circón y apatita. Su textura predominante es granoblástica, con un estado inicial de cataclasis. Las biotitas están orientadas, siendo éste el factor que le da esquistosidad a la roca.

MUESTRA Nº 10. Estancia Malal Co. Utracán. *Granoblastita* (Winkler, 1974). Roca de textura granoblástica, en partes porfiroblástica debido al aumento del tamaño de grano del clinopiroxeno. Es inequigranular, con granos de forma poligonal a interlobada. Está constituida por clinopiroxeno, cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico. El clinopiroxeno es xenoblástico, levemente uralitizado a un anfíbol verde azulado (hornblenda); contiene inclusiones de cuarzo y opacos y está ligeramente reemplazado por calcita. Es zonal pleocroico entre verde y azulado claro y probablemente corresponda a una hedenbergita, con pasaje a diópsido. El cuarzo es xenoblástico, algo fracturado y algunos cristales poseen fuerte extinción fragmentosa. La plagioclasa (labradorita sódica), es xenoblástica con escasas maclas de Albita-Carlsbad y está ligeramente alterada a sericita, calcita y epidoto. El feldespato alcalino se halla en pequeña proporción, es xenoblástico y límpido. Entre los accesorios se destacan titanita relativamente abundante, apatita, muy escaso circón y opacos diseminados. Está teñida ligeramente por limonita.

MUESTRA Nº 11. Ruta Nacional Nº 152, S de El Carancho, Utracán. *Esquisto micáceo*. Está compuesta por cuarzo, plagioclasa (oligoclasa sódica), muscovita y feldespato potásico, siendo su textura foliada. Las folias ricas en muscovita son lepidoblásticas y las de cuarzo-feldespato granoblástica pero con marcados efectos cataclásticos. La plagioclasa y el feldespato potásico crecieron como cristales independientes, poiquiloblásticos y con posterioridad a la cataclasis, ya que no se observan en esos minerales esas características. Su presencia se debe probablemente a fenómenos de granitización y al crecer han deformado las folias de cuarzo y muscovita.

MUESTRA Nº 12. Ruta Nacional Nº 152, S de El Carancho, Utracán. *Cataclásita migmatítica*. Está constituida por cuarzo y muscovita y ha sido granitizada en forma difusa por la incorporación de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Se observan además, pequeños cristales de granate subhedrales que no presentan fenómenos de cataclasis, pero que tampoco parecen estar relacionados con la granitización.

MUESTRA Nº 13. Ruta Nacional Nº 152, km 88,5, Utracán. *Esquisto cuarzo-biotítico-sericitico*. Roca de textura foliada, con bandas enriquecidas en cuarzo unas veces y en biotita (en parte cloritizada) y sericita, otras. El tamaño del grano es fino y parte del cuarzo es pavimentoso y posterior a la formación del esquisto. La sericita es en parte, producto de la alteración del feldespato que se halla en baja proporción.

MUESTRAS Nº 14 y 15. Estancia La Araucana. Lihué Calel. *Filita*. Constituida por sericita, escasa clorita, cuarzo y oligoclasa sódica, con apatita y minerales opacos como accesorios.

MUESTRA Nº 16. Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel. *Esquisto migmatítico*. Roca compuesta por biotita, abundante muscovita, cuarzo, plagioclasa (andesina sódica) y microclino, como minerales principales. Entre los componentes menores se determinaron granate, apatita y circón.

MUESTRA Nº 17. Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel. *Migmatita*. La característica de la roca es la presencia de biotita (25 % de la composición modal) que se halla orientada, confiando a la misma una grosera esquistosidad. También hay muscovita pero en menor proporción; cuarzo en granos individuales; plagioclasa (andesina media) relativamente alterada en sericita; material arcilloso; epidoto y microclino fresco e intersticial, a veces englobando a los demás componentes.

MUESTRA Nº 18. Dique Andersen, río Colorado, Lihué Calel. *Migmatita*. Roca similar a la anterior.

MUESTRAS Nº 19 y 20. Dique Andersen, río Colorado, Lihué Calel. *Wacka?* Roca gris oscura, afanítica y de fractura irregular, atravesada por venas cuarzo-feldespáticas de hasta 1 cm de ancho. Al microscopio se observan clastos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y líticos, en una matriz recristalizada con biotita y muscovita.

MUESTRA Nº 21. Dique Andersen río Colorado, Lihué Calel. *Hornfels*. Roca de textura granoblástica de grano heterogéneo y esquistosidad relictica, predominando los tamaños mediano y fino. Los componentes principales son cuarzo, biotita, plagioclasa y posiblemente cordierita. En otras muestras de este afloramiento se observó sillimanita y cordierita.

## II. Cuadros Nº 4 y 11

MUESTRAS Nº 22, 23 y 24. Cerro Las Matras, Chadileo. *Diorita*. Roca gris verdosa, equigranular, compacta y fresca, de textura granosa hipidiomorfa de grano mediano. Está constituida por plagioclasa (andesina sódica), anfíbol (hornblenda) y cuarzo (5 %). Como productos de alteración se observan epidoto, clorita y sericita.

MUESTRA Nº 25. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Pegmatita*.

MUESTRA Nº 26. Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel. *Pegmatita*.

## III. Cuadros Nº 5 y 12

MUESTRA Nº 27. Ruta Nacional Nº 152, km 88,5. Utracán. *Pegmatita*.

MUESTRAS Nº 28, 30 y 31. Sierra Lonco Vaca, Rancul. *Granito*. Roca color gris rosado, masiva y fresca, de textura hipidiomorfa de grano mediano a grueso, inequigranular. Constituida por plagioclasa (oligoclasa cálcica), feldespato potásico, con algunos cristales maclados en enrejado, cuarzo, biotita y muscovita. Se observa una incipiente cataclasis.

MUESTRA Nº 29. Sierra de Lonco Vaca, Rancul. *Granito*. Roca constituida por plagioclasa, microclino, cuarzo, biotita y muscovita; en pe-

queñas cantidades y como producto de alteración hay calcita, clorita y sericita. La textura es granosa panalotriomorfa inequigranular, con signos de cataclasis, que produjo trituración de los feldespatos y parte del cuarzo y combamiento de las láminas de mica. La alteración es bastante avanzada, con la plagioclasa pasando a sericita y material arcilloso y la biotita a clorita y opacos.

MUESTRA Nº 32. Estancia Malal Co, Utracán. *Diabasa alterada*. Roca de textura ofítica borrada por la alteración que destruyó totalmente a los minerales ferromagnésicos y parcialmente a la plagioclasa. Los mafitos están alterados en epidoto, óxido de hierro y minerales opacos, mientras que las plagioclasas han pasado a sericita, minerales arcillosos y algo de calcita.

MUESTRAS Nº 33 y 34. Cerro Los Viejos, Caleucaleu. *Granito*. Roca de color gris rosado, de grano mediano a fino y con marcada foliación. Está compuesta por plagioclasa, microclino, cuarzo, muscovita y biotita, siendo los más abundantes el cuarzo y el microclino. La textura es granosa panalotriomorfa, irregular. Presenta cataclasis, con recristalización de parte del microclino y cuarzo pavimentoso.

MUESTRA Nº 35. Ruta Nacional Nº 152, S de El Carancho. Utracán. *Pegmatita*.

MUESTRAS Nº 36, 37 y 38. Río Curaco, Estancia El Alamo, Lihué Calel. *Granito*. Roca de color rosado, porfiroide con megacristales de microclino. La textura es granosa, hipidiomorfa, y está constituida por microclino peritítico, plagioclasa, cuarzo, biotita y muscovita. Se aprecia una incipiente alteración a clorita y material arcilloso.

MUESTRA Nº 39. Río Curaco. Estancia El Alamo. Lihué Calel. *Aplita*. Es de grano fino y fractura irregular. Su textura es panalotriomorfa y está constituida por microclino peritítico, plagioclasa, cuarzo y muscovita. Se observa una incipiente alteración de los feldespatos a material arcilloso.

MUESTRA Nº 41. Pichi Mahuida, Lihué Calel. *Cataclasis granítica*. Roca de color rosado, grano mediano a fino y fractura irregular. La textura es cataclásica de grano fino, con algunos restos de granos de tamaño mayores. La fracción cataclásica de grano fino está silicificada. Se aprecia alteración de los feldespatos a material arcilloso y sericita.

MUESTRAS Nº 42 y 43. Pichi Mahuida, Lihué Calel. *Granito*. Roca de color rosado claro, grano mediano y fractura irregular. Textura granosa hipidiomorfa afectada por cataclasis. Está constituida por microclino, plagioclasa, cuarzo, biotita y muscovita. Se halla algo alterada; la biotita en clorita y los feldespatos en arcillas.

MUESTRAS Nº 44 y 45. Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel. *Granito*. Roca compuesta por plagioclasa (oligoclasa sódica), microclino, cuarzo, biotita y muscovita. Su textura es granosa, panalotriomorfa, con signos de cataclasis que se demuestran por la extinción en mortero del cuarzo y por el combamiento de las maclas de la plagioclasa y del microclino. La biotita está c'oritizada y la plagioclasa alterada a sericita y arcillas.

En la muestra N° 45, los fenómenos cataclásticos y la alteración son algo menores.

MUESTRA N° 46. Río Colorado, Puesto Sainges, Lihué Calel. *Roca básica alterada*. Roca afanítica, verde oscuro, constituida por una masa de clorita, epidoto, albita y minerales opacos, en la cual se destacan sombras de fenocristales de plagioclasa y de un mafito.

MUESTRAS N° 47, 48 y 49. Dique Andersen, río Colorado. *Granito*. Roca color rosado, equigranular con desarrollo del feldespato, con hábito porfiróide de hasta dos centímetros. Está compuesta por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, biotita y muscovita, siendo su textura granosa hipidiomorfa, de grano mediano a grueso, con incipiente cataclasis. Está ligeramente alterada en clorita, epidoto, minerales arcillosos y óxidos de hierro.

MUESTRA N° 50. Estancia La Verde, Utracán. *Granito*. Roca de color grisáceo, con pálidos tintes rosados, masivo, con textura granosa panalotriomorfa, de grano mediano a grueso, equigranular, pero con mayor desarrollo de los cristales de microclino que tienden a ser subhedrales. Está constituida por plagioclasa (oligoclasa cálcica), microclino, cuarzo, biotita y muscovita.

MUESTRAS N° 51 y 52. Cerro Las Matras, Chaldileo. *Granito*. Roca color rosado grisáceo, formada por plagioclasa (oligoclasa media), feldespato potásico, cuarzo y biotita. Textura granosa hipidiomorfa de grano mediano. No se halla alterada.

MUESTRA N° 53. Lomas Piedra de Afilar, Chical Co. *Granito*. Es de color gris rosado, algo friable por alteración y constituida por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, biotita y muscovita. Textura granosa hipidiomorfa de grano mediano a grueso. Está muy alterada.

MUESTRA N° 54. Laguna La Amarga, Curá Co. *Leucogranito*. Roca de color rosado, constituida por plagioclasa (oligoclasa media), feldespato potásico, cuarzo y trazas de biotita. Su textura es granosa hipidiomorfa, de grano fino, casi aplítico. No está alterada.

MUESTRA N° 55. Estancia El Huitrú, Utracán. *Leucogranito*. De color rosado, masivo y constituido por plagioclasa, feldespato potásico, con algunos individuos con maclas en enrejado, cuarzo y trazas de biotita. Su textura es granosa hipidiomorfa de grano mediano. Se halla fresca.

MUESTRA N° 56. Estancia San Máximo, Lihué Calel. *Pórfiro granítico*. Roca de color gris rosado, masiva, de textura porfírica con pasta microgranosa, de tipo aplítico. Los fenocristales son euhedrales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, pudiendo llegar hasta un centímetro de largo. También se observan láminas de biotita en proporción menor del 5 %. Está fresca.

MUESTRA N° 57. Cerro El Centinela, Chical Co. *Pórfiro andesítico*. Roca de color gris verdoso, textura porfírica con pasta afanítica, formada por plagioclasa de hábito tabular corto, suborientada. Fenocristales de plagioclasa (oligoclasa) y anfíbol incoloro. Alteración propilitica incipiente.

MUESTRAS N° 58 y 59. Algarrobo del Aguila, Chical Co. *Leucogranito*. Es de color rosado, ma-

siva, con variaciones texturales aplíticas y en menor proporción pegmática. Presenta textura hipidiomorfa a panalotriomorfa de grano fino y está constituida por plagioclasa (oligoclasa cálcica), feldespato potásico, cuarzo y escasa biotita. Está fresca.

MUESTRA N° 60. Sierra Chata, Curá Co. *Leucogranito*. Roca de color rosado, masiva, con textura hipidiomorfa granosa, grano mediano a fino. Está constituida por escasos fenocristales de feldespato potásico, a veces con maclas en enrejado de 8 mm de longitud, plagioclasa (oligoclasa media), cuarzo y muy escasa biotita. Está fresca.

MUESTRAS N° 61, 62 y 63. Puesto Chos Malal, Chical Co. *Pórfiro granítico*. Roca de color rosado, textura porfírica con pasta granosa panalotriomorfa de grano fino. Fenocristales de plagioclasa (oligoclasa sódica); feldespato potásico con pocos cristales con maclas en enrejado; cuarzo y trazas de biotita. Está fresca.

#### IV. Cuadros N° 6 y 13

MUESTRAS N° 64 y 65. Cerro Colón, Puelén. *Leucorriolita*. Roca de textura porfírica, pasta felsítica donde se pueden observar filetes de flujo continuos. Fenocristales que forman menos del 30 % de la roca, de plagioclasa (oligoclasa media), feldespato potásico y cuarzo. Sin alteración.

MUESTRA N° 66. Laguna La Amarga, Curá Co. *Melanoandesita*. Roca gris oscuro, masiva, de textura porfírica y pasta constituida por un agregado de tabillitas de plagioclasa (oligoclasa sódica), dispuesta en forma divergente. Los fenocristales son de anfíbol incoloro (actinolita-tremolita (?)). Se halla medianamente alterada.

MUESTRA N° 67. Cerro La Ramada, Limay Mahuida. *Leucorriolita*. Roca rosada a rojiza, de textura porfírica, pasta felsítica con lenticulas visibles. Fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico (ortoclasa), cuarzo y trazas de biotita. Está fresca.

MUESTRA N° 68. Cerro Salinas, Sierra Choique Mahuida, Lihué Calel. *Leucorriolita*. Es de color rosado, compacta y textura porfírica con pasta felsítica en la cual se observan trizas. Está fresca.

MUESTRA N° 69. Cerro Mayu-Quingam, Chical Co. *Leucorriolita*. Roca de color gris borra de vino, con lenticulas visibles de hasta 10 cm de largo. Fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico (ortoclasa), cuarzo y trazas de biotita. No presenta alteración.

MUESTRA N° 70. Estancia El Chisato, Lihué Calel. *Dacita*. Roca porfírica gris, con fractura plana, de textura porfírica con pocos fenocristales de plagioclasa y escasos de biotita. La pasta es felsítica y en partes está reemplazada por cuarzo.

MUESTRA N° 71. La Represa, Puelches, Curá Co. *Andesita*. Roca de textura porfírica con abundantes fenocristales en gran parte alterados, lo que dificulta su identificación. Se estima que originalmente fueron en orden de abundancia,

plagioclasa (alterada a material arcilloso, epidoto y calcita), anfíbol (alterado en clorita, epidoto y óxidos de hierro) y biotita. La pasta es microgranosa.

## V. Cuadros Nº 7 y 14

MUESTRA Nº 72. Pichi Mahuida, Lihué Calel. Basalto alterado. Roca de color verde oscuro, afanítica y fractura irregular. La textura es porfírica con escasos fenocristales que se hallan alterados a cloritas y epidoto. La pasta es casi criptocristalina y rica en clorita.

MUESTRA Nº 73. Río Curaco, Estancia El Alamo. Lihué Calel. Basalto alterado. Roca gris verdosa afanítica y de fractura irregular. Textura porfírica con fenocristales alterados en clorita y epidoto. La pasta está constituida por un agregado de finas tablillas de un ferromagnésico alterado a clorita y epidoto. La mesostasis es casi isótropa.

MUESTRA Nº 74. Cerro El Puntudo, Lihué Calel. Leucogranito. Roca de color rosado, masiva, con variaciones texturales apliticas que contienen diseminados algunos cristales de fluorita. Tiene textura granosa hipidiomorfa a panalotriomorfa de grano fino. Presenta cristales euhedrales a subhedrales de plagioclasa, englobados por ortoclasa, existiendo además, cuarzo intersticial que reemplaza a los demás componentes y escasa biotita. Está fresca.

MUESTRA Nº 75. Loma Alta, Utracán. Leucogranito. Roca rosada, fresca, de textura granosa hipidiomorfa, grano mediano y con algunos cristales mayores de hasta 10 mm de feldespato potásico. Está constituida por plagioclasa (oligoclasa media), feldespato potásico, cuarzo y escasa biotita.

## VI. Cuadros Nº 8 y 15

MUESTRA Nº 76. Estancia El Alamo, Lihué Calel. Leucorriolita ignimbrítica. Roca gris rosada a borra de vino, masiva, con lenticulas visibles. Textura porfírica con pasta felsítica. Fenocristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa (oligoclasa media).

MUESTRA Nº 77. Cerro Las Piletas, Lihué Calel. Leucorriolita ignimbrítica. Ignimbrita con lenticulas visibles, de textura porfírica y pasta felsítica. Fenocristales de plagioclasa (oligoclasa media), feldespato potásico (ortoclasa) y cuarzo. Sin alteración.

MUESTRA Nº 78. 46 km S de El Carancho, sobre ruta Nacional Nº 152, Utracán. Basalto. Roca de color pardo rojizo, fresca y textura porfírica, con pasta hipocristalina, miarolítica, de plagioclasa de grano fino, magnetita y biotita secundaria. Los fenocristales son de clinopiroxeno.

MUESTRA Nº 79. Estación ACA. Lihué Calel. Riolita. Roca de color rosado, fresca, de textura

porfírica, con abundantes fenocristales que constituyen más del 50 % de la roca y pasta holocristalina, microgranosa, de grano muy fino. Los fenocristales son de feldespato potásico (ortoclasa) perfitico, con bordes corroídos, plagioclasa, cuarzo y biotita verde.

MUESTRAS Nº 80, 81 y 82. Tres kilómetros al E de la estación ACA, Lihue Calel. Lihue Calel. Leucorriolita. Roca porfírica, rosada con fenocristales de cuarzo y feldespato de hasta 5 mm. Se observan fenocristales subhedrales a anhedrales de cuarzo, feldespato potásico (ortoclasa) perfitico y plagioclasa ácida. La pasta es microgranosa, compuesta por cuarzo, feldespatos y escasos individuos de biotita intersticial.

MUESTRAS Nº 83 y 84. Un kilómetro de la estación ACA, Lihué Calel. Lihué Calel. Leucorriolita. Ignimbrita gris con fenocristales rosados y textura porfírica. Se observan fenocristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico (ortoclasa) perfitico, en una pasta felsítica con lenticulas típicas de las ignimbríticas.

MUESTRAS Nº 85 y 86. Dos kilómetros de la estación ACA, Lihué Calel. Lihué Calel. Riolita. Roca de color gris claro a gris rojizo, porfírica con lenticulas e inclusiones liticas. Textura porfírica con fenocristales anhedrales a subhedrales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico (ortoclasa) en una pasta de trizas soldadas y cristalizadas.

MUESTRA Nº 87. Dos kilómetros de la estación ACA, Lihué Calel. Lihué Calel. Toba riolítica pisolítica. Es de color rojizo-violáceo, porfírica con abundantes pisolitas. Se observan fenocristales de cuarzo feldespato potásico (ortoclasa) y plagioclasa anhedrales, en una pasta de pisolitas deformadas y soldadas, con aspecto fluidal. La mesostasis es semicristalina.

MUESTRAS 88, 89 y 90. Sierra de Lihué Calel, Lihué Calel. Ignimbrita riolítica. Roca porfírica con lenticulas visibles, de colores gris a rojizo. Textura porfírica con fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico (ortoclasa) y cuarzo en una pasta felsítica. Se halla fresca.

MUESTRAS Nº 91 y 92. Un kilómetro al O de estación ACA, Lihué Calel. Lihué Calel. Riolita. Roca de color rosado, fractura irregular, fresca. Textura porfírica con abundantes fenocristales que constituyen más del 50 % de la roca y pasta holocristalina, microgranosa. Los fenocristales corresponden a feldespato potásico (ortoclasa) perfitico, en parte caolinizados, plagioclasa ácida, caolinizada y sericitizada, cuarzo redondeado y biotita.

MUESTRA Nº 93. Río Salado, Puelches, Curá Co. Andesita. Roca de color gris, porfírica, con amígdalas rellenas por carbonatos; algo alterada. La textura es porfírica con pasta hipocristalina en la que se observan cristales de plagioclasa, biotita alterada y apatita. Los fenocristales corresponden a plagioclasa y clinopiroxeno.