

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

S U M A R I O

PEDRO N. STIPANICIC, Consideraciones sobre las edades de algunas fases <u>magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico</u>	101
RAÚL N. DESSANTI y ROBERTO CAMINOS, Edades Potasio-Argón y posición <u>estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y sierras de San Rafael, provincia de Mendoza</u> ..	135
DANIEL A. VALENCIO y ARNALDO C. DELNERI, La brújula solar : Abacos <u>para su aplicación</u>	163
<u>COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS</u>	175

BUENOS AIRES •
REPUBLICA ARGENTINA

—
1967

CONSIDERACIONES SOBRE LAS EDADES DE ALGUNAS FASES MAGMATICAS DEL NEOPALEOZOICO Y MESOZOICO

Por PEDRO N. STIPANIC

RESUMEN

Se analiza la posible existencia de asociaciones magmáticas ácidas y mesosilíceas carbónicas y pérmicas en la República Argentina y Chile y la presunta ausencia de rocas del mismo carácter, de edad triásica, en el primer país citado, basándose en forma casi exclusiva en los datos disponibles de edades absolutas radiométricas. A la vez que se aclaran ciertas citas sobre eruptivas e intrusivas triásicas en el territorio argentino y sobre la edad de algunas formaciones sedimentarias vinculadas con ellas, se estima que sobre la base de los datos conocidos hasta la fecha, no se evidencia ninguna asociación meso y tardiovariscica bien definida, ya que existe toda una secuencia de eventos magmáticos, prácticamente continua, desde el Carbónico inferior hasta el Triásico superior y aun el Jurásico. Los datos de edades absolutas y aquellos obtenidos por diversos autores mediante observaciones de campo, señalan que en la República Argentina tuvo lugar, sin duda alguna, un magmatismo ácido-mesosilíceo durante el Triásico.

Se avanza en la actualización del cuadro de procesos triásicos, desglosándose de ellos a los basaltos y diabasas del nordeste y centro-norte del país, relacionados los primeros en forma estrecha con los de la Formación Serra Geral, del Brasil, por haberse confirmado que éstos son en su gran mayoría mesocretácicos, existiendo una fase magmática básica previa, menos intensa, acaecida en el Jurásico superior. En igual sentido se señala la posibilidad que todos o parte de los basaltos que en el centro-oeste de la República Argentina se asocian a los terrenos del Triásico sedimentario continental y que fueran referidos a dicho Período, sean también eo a mesocretácicos.

Se consideran ciertos aspectos vinculados con la composición geológica del Macizo Norpatagónico, actualizándose algunos conceptos: a) la menor extensión de los terrenos metamórficos atribuidos al Precámbrico; b) el mayor desarrollo de los cuerpos graníticos y granodioríticos a expensas de los anteriores; c) la edad neopaleozoica y no precámbrica de parte o todos ellos; d) la presencia de una serie porfirítica eotriásica en los sectores boreal y oriental del Macizo, la que antes había sido datada como meso a suprajurásica; e) la edad eoliásica de las extensas masas de pórfiros cuarcíferos y tobas rosadas de la parte septentrional del Macizo.

RÉSUMÉ

On analyse la possible existence d'associations magmatiques acides et mésosilicieuses du Carbonifère et du Permien en Argentine et en Chili, en s'appuyant de façon presque exclusive sur les données disponibles des âges absolues radiométriques. On analyse aussi l'absence présumée de roches du même type, d'âge triasique, dans le premier des pays mentionnés. On explique aussi quelques citations sur les roches éruptives et intrusives triasiques en territoire argentin et sur l'âge de quelques formations sédimentaires liées à celles là. On estime pourtant que, sur la base des données connues jusqu'à présent, on n'observe pas d'associations méso et néo-varisques bien définies, car il a toute une séquence de phénomènes magmatiques, pratiquement continue, dès le Carbonifère inférieur jusqu'au Triasique supérieur et même au Jurassique. Les données sur les âges absolues et celles qu'ont été obtenue par divers auteurs au moyen d'observations en campagne indiquent que en Argentine eut lieu, sans doute, un magmatisme acide-mésosilicieux pendant le Triasique.

On avance dans l'actualisation du tableau des procés triasiques, avec l'exclusion des basaltos et des diabases du nordest et de la partie centre-septentrional du pays, les premiers étant en intime rapport avec ceux de la formation Serra Geral, du Brésil. En effet, on a pu

This One



30HU-AE9-8GJC

confirmar que ces basaltes sont en grande partie méso-crétacés, ayant aussi une phase magmatique basique, précédente, arrivée pendant le Jurassique supérieur. En outre, on indique comme possible que tous les basaltes, ou bien une partie, qui dans l'Argentine centre-occidentale s'associent aux terrains du Trias sédimentaire continental, et qui avaient été rapportés à ce période, soient, ils aussi, eo-crétacés à méso-crétacés.

On considère certains aspects en rapport avec la composition géologique du Massif Nordpatagonien, en actualisant quelques conceptions: a) la moindre extension des terrains métamorphiques attribués au Précambrien; b) le plus grand développement des corps granitiques et granodioritiques aux dépens des premiers; c) l'âge néopaleozoïque et pas précambrienne d'une partie d'eux ou de tous; d) la présence d'une série porphyritique éo-triasique dans les secteurs boreal et oriental du Massif, laquelle avait été considérée jadis comme étant méso et suprajurassique; e) l'âge triasique posthume ou éo-liasique des grandes masses de porphyres quarzifères et des tufs roses de la partie septentrionale du Massif.

I. INTRODUCCION

En la evolución de los conocimientos geológicos de la parte austral de América del Sur, la disponibilidad de un mayor número de cultores puros de estas disciplinas y de excelentes afloramientos —los que se presentan en vastas extensiones del territorio argentino—, hizo que durante muchos años se concentrara en nuestro país el análisis del problema que atañe a la datación y delimitación areal de un conjunto de cuerpos ígneos, de los cuales en líneas generales sólo se tenía la seguridad que eran pos-carbónicos (y en algunos casos quizás pos-eopérmicos) y anteriores a la transgresión marina sinemuriana.

Los mismos mostraban en apariencia una homogeneidad composicional bastante definida, ya que el dominio corría por cuenta de los pórfiros cuaríferos y las porfiritas —con su secuela de brechas y tobas asociadas— en el lado argentino, a la vez que en el chileno la hegemonía quedó en manos de los queratófiros y sus productos consanguíneos.

Tal "complejo" magmático llamó la atención de investigadores de la talla de Backlund, Burckhardt, Keidel, Brüggén, Stappenbeck, Groeber y Gerth, teniendo en cuenta su amplia distribución y desarrollo en los ambientes de la Precordillera, Cordillera Frontal, "Geosinclinal Mesozoico" (República Argentina) y Cordillera de la Costa (Chile).

No responde al espíritu del presente estudio, recopilar y discutir las variadas opiniones que los distinguidos cultores de la geología argentina y chilena emitieron al respecto.

Se estima que sólo bastará citar, a título de bosquejo orientativo y como referencia, que en el país trasandino se encontró una satisfactoria solución parcial del problema, al separarse todo el conjunto queratófirico de la Cordillera de la Costa —que penetra también profundamente en el ámbito del "Geosinclinal Mesozoico"—, datándolo con seguridad como triásico (ladiniense a carniano), gracias al feliz hallazgo de faunas de amonitas y de pelecípodos en niveles que lo preceden y suceden. En nuestro territorio, donde no llegaron las transgresiones marinas triásicas desde el occidente, según los datos disponibles a la fecha¹ —las que hubiesen brindado un argumento más sólido para el análisis de la cuestión—, el problema sufrió los lógicos vaivenes que derivan de las especulaciones variadas de los distintos investigadores. Puede recordarse, al respecto, que uno de ellos, Pablo Groeber —posiblemente el más tenaz y mejor conocedor en conjunto de los ambientes geológicos a que

¹ Existe la posibilidad que niveles marinos mesotriásicos penetren en territorio argentino, en la zona limítrofe con Chile, a la latitud del norte de la provincia de San Juan, frente a la Cordillera de Elqui, del país trasandino, donde estratos anisianos, con fauna de cefalópodos y de pelecípodos, aún muestran considerable desarrollo (véase más adelante).

antes se hizo referencia—, apeló a varias denominaciones y conceptos para englobar a tales terrenos, dadas las dificultades que ellos presentaban, tanto en su delimitación temporal como espacial.

Así nació en principio, y se arraigó luego, la idea de la “Serie Porfirítica Supratriásica” (Groeber, 1918, págs. 50-52), la que comprendería a todos los cuerpos ígneos — mesosilícicos y ácidos — distribuidos desde La Rioja hasta Neuquén y en la cual la participación de los productos básicos sería muy tenue.

El desarrollo de las investigaciones y el avance de los conocimientos llevaron después a Groeber a distinguir dentro de su anterior “Serie” dos ciclos magmáticos, uno el “Suprapérmico-infratriásico”, *el que se confinaría al ambiente de los movimientos pérmicos*, es decir al de la Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza, con extensión a la Cordillera Frontal en estas dos últimas provincias, y otro, el “Supratriásico-infraliásico”, que tendría su desarrollo principal en la Patagonia, prolongándose hacia el norte hasta los dominios del “Geosinclinal Mesozoico”, del sur de Mendoza y de Neuquén (Groeber, 1929, págs. 12-13).

Nuevas consideraciones volvieron al autor citado a sus ideas primigenias, es decir, a la “Serie Porfirítica Supratriásica”, a la que terminó por bautizarla como “Choiyolitense”, refiriéndola al Keuper inferior (Carniano) e incorporándole en ciertos casos algunos cuerpos graníticos (1946, págs. 179-180; 1947a, págs. 142-143; 1947b, pág. 347). Las mejores exposiciones de este “Choiyolitense” se encontrarían en los grandes braquianticlinales de Neuquén y del sur mendocino, como los de la Cordillera del Viento (Choiyoi Mahuida), sierra de Reyes, sierra Azul-Barda Blanca, etcétera.

A posteriori, el mismo Groeber se vio obligado a separar de su complejo a algunas de las masas plutónicas que

antes le había acoplado, al reconocer que las mismas eran carbónicas (1953, págs. 38-46; 1963, pág. 123), a la vez que Stipanovic demostró que aquel sector inferior de la “Serie Porfirítica de la Patagonia Extraandina”, que también se creía triásico, era en realidad jurásico y aproximadamente bayociano (Stipanovic, 1957).

Lo así expuesto a grandes rasgos ya señala la dificultad que comprendía la datación y delimitación regional de las formaciones ígneas ácidas y mesosilícicas que se extienden desde La Rioja hasta Neuquén. Por otra parte, la experiencia iba demostrando que en el intervalo Carbónico-Triásico podían concurrir más de un solo ciclo magmático y que las generalizaciones llevaban en muchos casos a conceptos erróneos.

Las ideas de Groeber sobre su “Choiyolitense” carniano tuvieron fuerte arraigo en el ambiente geológico argentino, e inclusive el autor de este artículo, así como otros colegas, las aceptaron de pleno.

Sin embargo, una primera reacción sobrevino por parte de Lambert y Galli (1950) y de Galli (1953), quienes postularon que una parte del complejo en cuestión debería ser separada en una entidad independiente, de edad infraliásica, a la que el segundo de ellos bautizó como “Sañicolitense” y cuyo dominio caería en el ámbito del sur neuquino, aunque también ambos sugirieron que a aquella le podrían pertenecer las masas de pórfiros y de porfiritas del resto de la provincia (Lambert y Galli, 1950, pág. 231).

Por otra parte, al haberse demostrado — gracias al descubrimiento de ricas y en apariencia indicativas faunas de vertebrados — que algunas de las clásicas secuencias sedimentarias del Triásico argentino, tenidas por keuperianas y portadoras de las “floras de *Dicroidium*”, podían bajar hasta el Triásico medio y aún hasta la parte alta del inferior, como sostienen algunos autores (Bonaparte, 1966; Romer, 1960, etc.),

se evidenciaba que los mantos porfíricos y porfiríticos, con sus tobas y brechas asociadas, no podían ser carnianos ya que ellos servían de base discordante, en algunas localidades, a las sedimentitas del "Uspallatense" y series o grupos considerados sincrónicos¹.

En 1958, Polanski ensaya otro interesante enfoque para la solución del problema, el que en parte ya había sido esbozado por Groeber en 1929, al relacionar su ciclo magmático "Suprapérmico-infratriásico" con el ambiente en el que actuaron las fases diastróficas pérmicas (1929, págs. 12-13), aunque luego abandonó tal idea.

A entender de Polanski, debería establecerse una íntima relación entre los ciclos ígneos y las fases orogénicas, concepto al que los geólogos modernos están plegados desde hace tiempo en forma casi unánime. Tal postura exige, sin embargo, que tanto un tipo de evento (el magmático), como el otro (el diastrófico), estén perfectamente dados, para evitar caer en generalizaciones, a veces muy atractivas, pero no siempre reales o concretas.

El autor, que tiene en desarrollo junto con su colega Félix Rodrigo, un análisis sobre los procesos diastróficos acaecidos durante el Jurásico y el Cretácico inferior y medio en la República Argentina y Chile (1958), participa casi por entero de tal idea; pero debe admitir, con toda objetividad, las dificultades que encontró en ciertos casos para su aplicación, a pesar de haber tenido

¹ Sobre la edad asignada por algunos colegas e investigadores a las secciones inferiores de las series triásicas argentinas, sobre la base de los restos de vertebrados que ellos llevan y que llegarían a indicar hasta niveles scytianos, el autor presenta algunas reservas, las que expondrá en un trabajo *ad hoc*. Admite que varias de estas secuencias puedan bajar hasta el Triásico medio, pero llama la atención sobre el hecho que recientes correlaciones y asignaciones cronológicas, basadas en el carácter de ciertas faunas, se oponen a los datos de campo y a las sucesiones normales reconocidas en el terreno por experimentados geólogos.

que trabajar con terrenos y efectos epeiro y orogénicos mucho mejor datados — hasta el límite de meras zonas bioestratigráficas — que aquellos de tiempos carbónicos, pérmicos y triásicos.

Polanski, en su primer trabajo *ad hoc* sobre el tema (1958, págs. 176-177; 185-188), postula que:

- a) Con una primera etapa tectónica, que data como intracarbónica, se ligaría su "Asociación Plutónica" (gabro, diorita, tonalita y granodiorita) y su "Asociación Volcánica" (basalto, andesita, dacita, riolita y riolita), las que en conjunto serían mesovariscas o intracarbónicas.
- b) Con una segunda fase de movimientos, la que ya llega a afectar terrenos del Carbónico superior y quizá también del Pérmico inferior, debería vincularse su "Asociación Tardiovariscas", integrada también con su cuadro "Plutónico" (granodiorita, granito) y su "Volcánico" (basalto, andesita, riolita). Estos eventos los data como pérmicos.

Recientemente, el mismo autor volvió a ocuparse del problema, con mayor aporte de datos e inclusive con determinaciones de edades radimétricas — muchas de ellas de rocas chilenas — los que en conjunto interpreta que no sólo servirían para apoyar en forma más concreta su bosquejo anterior, sino que a la vez le permitirían alcanzar conclusiones llamativas en cuanto se refiere a la ausencia en el territorio argentino de un ciclo magmático ácido-mesosilíceo de edad triásica.

Sus conceptos fundamentales fueron resumidos por él mismo como sigue (Polanski, 1966, págs. 16-17):

- "1. Durante el Triásico, en el territorio argentino, la sedimentación continental perduró a lo largo del período entero, no habiendo sido afectada, en ninguna parte, por

plutonismo coetáneo. Apenas se ha registrado un escaso vulcanismo esencialmente básico (basalto); siendo prácticamente ausente el vulcanismo mesosilíceo y ácido. Este incipiente vulcanismo básico difiere petrográfica y cronológicamente del vulcanismo traquítico y traquítico-sódico que se intercala en el Triásico de Chile.

- “2. Un opulento magmatismo, intrusivo y efusivo, se halla íntimamente vinculado a movimientos tectónicos ocurridos, en el área geosinclinal argentino-chileno, durante el Paleozoico superior.

“Así, con el movimiento intracarbónico aparecen relacionadas: la Asociación Plutónica Mesovariscica (gabbro → diorita → tonalita → granodiorita), cuya edad absoluta promedio es de 322 m. a. (aproximadamente viseana); y la Asociación Volcánica Mesovariscica, una fase volcánica consanguínea de la plutónica constituida por la sucesión basalto → andesita → dacita → riodacita y, finalmente rematando este vulcanismo en el Carbónico superior alto, por toba riodacítica con 276 m. a. de edad absoluta.

“El subsiguiente movimiento tardiovariscico ocurrió aproximadamente en el Pérmico inferior, siendo también acompañado por un magmatismo de consideración. La Asociación Plutónica Tardiovariscica está integrada por granodiorita y por un batolito granítico cuya edad promedio es de 260 m. de a., lo que indica que correspondería al Pérmico medio. El intervalo que media entre ambas asociaciones plutónicas de 20 a 60 millones de años justifica la separación propuesta y priva de fundamentos evidentes a las sugerencias que postulan la existencia de un solo magmatismo tardiovariscico...”, etcétera.

El nuevo enfoque y la metodología propuesta por Polanski resultan de interés en un aspecto, pues ya permiten, en principio, separar un grupo de terrenos, fehacientemente paleozoicos, del complejo grupo del “Choiyolitense” y aún de la ex “Serie Porfirítica Suprapérmica-intratriásica”.

Sin embargo, se estima que este autor, de manera insensible, al intentar por un lado la generalización de sus conceptos, negar por otro en forma concluyente y total la existencia de un plutonismo triásico y sostener, por último, que prácticamente está ausente un vulcanismo mesosilíceo y ácido de la misma edad en el territorio argentino, se desvía un tanto de su esquema original, por cierto objetivo y concreto, y trae a colación o usa datos que pueden ser evaluados de distinta manera por otros investigadores. Además, al apoyarse en la síntesis de Groeber y Stipanovic sobre el Sistema Triásico en la República Argentina, interpreta cierta información del segundo de ellos con un sentido un tanto opuesto al que éste quiso exponer en su oportunidad.

Por dicho motivo, y con el único objeto de aportar algunos antecedentes que pudiesen contribuir a encuadrar mejor el problema y a salvar algunos aspectos que en apariencia el autor no aclaró o no supo exponer en forma suficientemente definida — desde el momento que lo por él dicho dio pie a que otro investigador obtuviera conclusiones disímiles a las que en realidad quería arribar (presencia de manifestaciones ígneas en el Triásico) —, se tratarán varios tópicos que se vinculan con el mismo. En tal sentido, se dará prioridad a aquellos hechos que no queden sujetos a interpretaciones personales y recién en segunda instancia se harán entrar en consideración algunos aspectos geológicos que se refieren a las relaciones o edades de ciertas formaciones vinculadas con los procesos magmáticos.

Además del problema bajo análisis,

se tocará el tema de la datación de los grandes mantos basálticos del nordeste argentino y se adelantarán algunos datos preliminares sobre observaciones realizadas en el Macizo Norpatagónico, las que se refieren a la datación de ciertas formaciones plutónicas y volcánicas de dicho ambiente, ácidas o mesosilícicas.

II. EDADES DE LAS ROCAS IGNEAS CONSIDERADAS (y de algunos minerales asociados a procesos magmáticos)

Se tomarán en cuenta todas las edades radimétricas disponibles en la literatura geológica argentina y chilena que se pudo consultar, como así también las que gentilmente fueran suministradas por Shell, Compañía Argentina de Petróleo, S.A.¹, más las que se disponen en la Comisión Nacional de Energía Atómica de la República Argentina, obtenidas y/o recopiladas por el doctor Enrique Linares², para el intervalo Carbónico-Jurásico.

Luego se agregarán dos datos, que resultan de la edad bien certificada para dos complejos ígneos de Chile y del límite de este país con la República Argentina, los que están datados con seguridad, por yacer sobre niveles marinos con faunas de cefalópodos y de pelecípodos bien características, y estar cubiertos a su vez por estratos del mismo tipo.

II.A. EDADES RADIMÉTRICAS

Se dispone de las siguientes determinaciones de edades absolutas, en 10⁶ años:

¹ Gracias a la gentileza del doctor Marcelo Mésigos.

² Jefe del Servicio de Laboratorios de la Gerencia de Materias Primas de la C.N.E.A. y supervisor de los programas de Geología Isotópica y de Cálculo de Edad Geológica, que se realizan en dicha institución con el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

- | | |
|---|----------|
| 1. Uraninita. Mina Sonia, Guandacol, provincia La Rioja (República Argentina). Plomo/uranio, químico (Linares, 1959, pág. 207) | 120 ± 10 |
| 2. Adamelita. Paso Almonte, Tarapacá (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10) | 120 ± 15 |
| 3. Adamelita. Cuesta El Melón, Aconcagua (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 120 ± 20 |
| 4. Granodiorita. Iquique, Tarapacá (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10) | 125 ± 15 |
| 5. Granito. Catemu, Aconcagua (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Ruiz, <i>et al.</i> , 1960, pág. 15) | 130 ± 15 |
| 6. Diorita. Carrizal Alto, Atacama (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 130 ± 20 |
| 7. Tonalita. Carrizal Alto, Atacama (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 130 ± 20 |
| 8. a) Granodiorita. Quebrada Camarones, Tarapacá (Chile). Plomo/alfa (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 130 ± 20 |
| b) Id. anterior. Rubidio/estroncio, en biotita. Lab. Carnegie Inst. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 140 ± 5 |
| c) Id. anterior. Argón/potasio, en biotita. Lab. Carnegie Inst. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 150 ± 7 |
| d) Id. anterior. Argón/potasio, en biotita. Lab. Carnegie Inst. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11) | 143 ± 5 |
| 9. Uraninita. Mina La Marthita, Guandacol, La Rioja (República Argentina). Plomo/uranio, químico Lab. C. N. E. A. (Linares, 1959, pág. 207) | 156 ± 10 |
| 10. Adamelita. Papudo, Aconcagua (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. | |

	G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11).....	160 ± 20				
11.	Ignimbrita riolítica. Roca Blanca, Santa Cruz (República Argentina). Lab. Geocr. S. Paulo, Brasil (Cazeneuve, 1965).....	160,7 ± ?		21.	Granito. Chuquicamata, Antofagasta (Chile). Plomo/alfa (Ruiz Fuller, C., 1961, pág. 32).....	233 ± 25
12.	Uraninita. Mina La Niquelina, Santa Victoria, Salta (República Argentina). Plomo/uranio, químico. Lab. C. N. E. A. (Linares, 1963, pág. 207).....	169 ± 10		22.	Gránito gráfico. Agua de la Chilena, Mendoza (República Argentina). Rubidio/estroncio. Lab. Shell. Houston, Texas.....	237 ± 20
13.	Leucogranodiorita. Catapilco, Aconcagua (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1966, pág. 11).....	170 ± 20		23.	Granito. Quintero, Atacama (Chile). Plomo/alfa. (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 32).....	238 ± 25
14.	a) Granito. Cerro Chihufu ¹ , Mendoza (República Argentina). Rubidio/estroncio, sobre muestra total. Lab. Shell, Houston, Texas.....	185 ± 30		24.	a) Granito Biale Massé, Córdoba (República Argentina). Plomo/alfa. Lab. C. N. E. A. (Linares, 1966).....	240 ± 25
	b) Id. anterior, sobre ortoclasa. Lab. Shell.....	203 ± 20			b) Id. anterior. Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Linares, 1966)...	252 ± 25
15.	Queratófiro. Elqui, Coquimbo (Chile) y San Juan (República Argentina).....	V. adel.		25.	Granito. Salar Pedernales, Atacama (Chile). Plomo/alfa (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 32).....	248 ± 25
16.	Queratófiro. Cordillera de la Costa (Chile).....	V. adel.		26.	a) Granodiorita. Lagunas Dulces, Río Negro (República Argentina). Rubidio/estroncio. Lab. Shell, Houston, Texas.....	249 ± 10
17.	a) Monacita. Pegmatita de Valle Fértil, San Juan (República Argentina). Plomo/alfa. Lab. C. N. E. A. (Linares, 1966)...	205 ± 20			b) Id. anterior. Argón/potasio. Lab. Shell, Houston, Texas.	248 ± 10
	b) Id. anterior. Plomo/alfa. Lab. C. N. E. A. (Linares, 1966)...	224 ± 25		27.	Granito. Calama, Antofagasta (Chile). Plomo/alfa (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 32).....	260 ± 25
	c) Id. anterior. Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Linares, 1966)...	198 ± 20		28.	Granito. Juntas, río Copiapó, Atacama (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10).....	265 ± 30
18.	Granito. Península Lengua de Vacca, Atacama (Chile). Plomo/alfa (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 32).	219 ± 20		29.	Granito. Cacheuta, Mendoza (República Argentina). Argón/potasio. Lab. U. S. (Polanski, 1966, pág. 15).....	269 ± 13
19.	a) Porfirita. Valcheta, Río Negro (República Argentina). Rubidio/estroncio, s/roca total. Lab. Shell, Houston. Texas.	228 ± 20		30.	Granito porfírico. Quisco Norte, Valparaíso (Chile). Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10).....	270 ± 30
	b) Id. anterior, s/ortoclasa. Lab. Shell, Houston, Texas.....	222 ± 20		31.	Toba riolítica. El Nihuil, Mendoza (República Argentina). Argón/potasio. Lab. U. S. (Polanski, 1966, pág. 15).....	276 ± 14
20.	Granito. Caldera, Atacama (Chile). Plomo/alfa (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 32).....	226 ± 25		32.	Granito. Cerro Veteado, Atacama (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11).....	280 ± 50
				33.	Tonalita. La Puntilla, El Quisco, Valparaíso (Chile). Argón/po-	

¹ Chihufu, más acorde con la toponimia araucana; « Chihuido », en las cartas topográficas y mapas oficiales de la República Argentina.

	tasio. Lab. Geochron. (Muñoz Cristi, 1964, pág. 11).....	287±20
34.	a) Granito. La Toma, San Luis (República Argentina). Argón/potasio. Lab. Acad. Cienc. Leningrado (Kittl, 1965, pág. 99).....	305± ?
	b) Id. anterior.....	301± ?
35.	Granito. Rivadavia, Atacama (Chile). Plomo/alfa. (Ruiz Fuller, C., 1965, pág. 33).....	306±30
36.	a) Uraninita. San Victorio, La Rioja (República Argentina). Plomo/uranio, isotópico. Lab. U. S. G. S. (Linares, 1959, págs. 205, 209).....	305±10
	b) Id. anterior. Plomo/uranio, isotópico.....	310±15
	c) Id. anterior. Plomo/uranio, químico. Lab. C.N.E.A. (Linares, 1959, pág. 207).....	268±12
	d) Id. anterior. Plomo/uranio, químico.....	272±15
	e) Id. anterior. Plomo/uranio, químico.....	298±15
37.	Tonalita. Quisco, Valparaíso (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10).....	310±35
38.	Tonalita. Algarrobo, Valparaíso (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 10).....	320±35
39.	Tonalita. Carrizalito, Mendoza (República Argentina). Argón/potasio. Lab. U.S.G.S. (Polanski, 1966, pág. 15).....	334±17
40.	Adamelita. Posada Los Tres Hídalgos. Antofagasta (Chile). Plomo/alfa. Lab. U. S. G. S. (Levi, Melech y Munizaga, 1963, pág. 11).....	340±40

Además de los valores anteriores, existen otros para el territorio argentino, los que por el momento no se hacen entrar en juego, por haberse presentado objeciones sobre los mismos (Polanski, 1966, pág. 13):

Tonalita, Cordón del Plata (Mza.) 202 m. a. Trías medio-superior.
Granito, Cordón del Plata (Mza.) 204 m.a. Trías medio.
Micacita, Cordón del Plata (Mza.) 257 m. a. Pérmico medio.
Micacita, Cordón del Plata (Mza.) 263 m. a. Pérmico medio.

El autor, junto con el Dr. Linares, tiene en desarrollo un artículo sobre todas las edades radimétricas conocidas para el territorio argentino, con discusión sobre su significado geológico. En el mismo se tratará el caso de estas cuatro muestras.

Sobre los datos citados debe anotarse:

- a) La uraninita de la mina Sonia, de Guandacol (La Rioja), no puede entrar en consideración, porque, entre otras razones, dicho mineral no se relaciona con procesos magmáticos sino con fenómenos de lixiviación-concentración (Stipanovic *et al.*, 1962, pág. 330).
- b) La granodiorita de Camarones (Atacama, Chile) fue datada por varios métodos, obteniéndose resultados compatibles, por lo que puede adoptarse el promedio de ellos: 141×10^6 años, con un error estimado en $\pm 10 \times 10^6$ años.
- c) En su trabajo, Cazeneuve (1965) no indica el margen de variación para la ignimbrita de la Formación Chon Aike. El mismo puede estimarse, como mínimo, en 10×10^6 años, dado el método empleado y la antigüedad de la roca.
- d) La uraninita de la mina La Marthita, de Guandacol (La Rioja), debe descartarse por las mismas razones que se expusieron para el caso del yacimiento Sonia.
- e) La uraninita de la mina La Niquelina del departamento Santa Victoria (Salta), proviene de un típico depósito vetiforme, rela-

cionado con procesos hidrotermales, pertenecientes a un ciclo magmático.

La antigüedad determinada para este mineral ($169 \pm 10 \times 10^6$ años) debe tomarse con reservas, por haber sido obtenida por el método plomo/uranio químico y por la posible contaminación con plomo común, como lo señala Linares (1959, pág. 214). Es posible que la edad de este mineral sea menor que la calculada.

- f) El granito del cerro Chihuíu (Mendoza, República Argentina), cuenta con dos determinaciones, cuya dispersión entra dentro de los límites aceptables para el método. Su media es de $194 \pm 25 \times 10^6$ años. En páginas siguientes se darán mayores detalles sobre esta plutonita.
- g) Para la monacita de las pegmatitas de Valle Fértil (San Juan), los tres datos disponibles muestran una dispersión aceptable: su promedio es de $209 \pm 20 \times 10^6$ años.
- h) Las dos dataciones para la porfirita de Valcheta (Río Negro) son compatibles: su media es de $225 \pm 20 \times 10^6$ años.
- i) Lo mismo puede decirse para el granito de Biale Massé (Córdoba): antigüedad media $246 \pm 25 \times 10^6$ años.
- j) La granodiorita de Lagunas Dulces corresponde a muestras de perforación del pozo L.D.1, ejecutado por Shell a 52 km al Nordeste de San Antonio Oeste (Río Negro). Los dos datos obtenidos coinciden por entero: 248 y $249 \pm 10 \times 10^6$ años.
- k) El granito de La Toma (San Luis) posee dos dataciones, muy cercanas entre sí: su media es de 303×10^6 años. En el trabajo de Kittl no se aclara el margen de error de la determinación, pero el doctor Linares estima que el

mismo puede ser del orden de $\pm 20-25 \times 10^6$ años, teniendo en cuenta el método aplicado y la antigüedad de la roca.

- l) La uraninita de la mina San Victorio (La Rioja), fue extraída de una de las vetas del citado yacimiento hidrotermal, cuya génesis se vinculó con la intrusión granítica de Famatina (Linares, 1959, pág. 215), la que según de Alba (1956, pág. 78) es post-tremadociana y pre-carbónica.

De acuerdo con Linares, de los cinco datos disponibles, debe darse absoluta preferencia a los obtenidos por el método plomo/uranio isotópico, los que corresponden a una serie de resultados que se alcanzaron para las relaciones Pb^{206}/U^{238} ; Pb^{207}/U^{235} y Pb^{207}/Pb^{206} .

Según este autor, la antigüedad de la mineralización uranífera debe fijarse en $310 \pm 15 \times 10^6$ años (1966, págs. 214-215), es decir en el límite Carbónico inferior-superior de la escala de Kulp.

La datación de la uraninita no coincide entonces estrechamente con la del granito de Famatina, ya que de Alba sostiene que el mismo es precarbónico.

Sobre el tema, hay dos aspectos a considerar. El límite superior de la plutonita, obtenido por métodos geológicos clásicos, resulta de la edad que se confiere a los estratos antracolílicos de la región, los que comprenden el Paganzo I y II de Bodenbender. El avance de los conocimientos paleofitológicos va demostrando que las floras del Paganzo II son en su totalidad eopérmicas, a pesar que en un tiempo también se las tuvo como neocarbonónicas. El Paganzo I, en general, fue referido al Carbónico inferior, por sus floras con *Rhacopteris*. Este concepto merece revisión, por

cuanto en varios casos se encontró que los restos de *Rhacopteris* también yacen en niveles del Carbónico superior y aún del Pérmico. Si el correcto fechado de estas series confirmara estas últimas dataciones, el granito de Famatina podría ser aún eocarbónico y la edad de la uraninita de San Victorio resultaría compatible con la de la plutonita. Pero según Bracaccini (comun. verbal), en todo el ámbito de Famatina y regiones circundantes, pueden distinguirse tres etapas magmáticas ácidas y mesosilíceas bien definidas: una vieja, precámbrica, que soporta a las formaciones eopaleozoicas en discordancia; otra, que corresponde al granito aludido, de de Alba y que se produjo *a posteriori* del Tremadociano pero con anterioridad al Paganzo I y finalmente una tercera, más joven, cuyas ramificaciones vetiformes afectan al Paganzo I y II en la zona de Talamaya.

De cualquier manera, el hecho concreto es que las vetas de uraninita se vinculan a un proceso ígneo, con preferencia ácido, el que puede relacionarse con uno de los dos ciclos magmáticos de la región, posteriores al Precámbrico: el granito de Famatina o bien el más reciente, reconocido por Bracaccini.

- m) La antigüedad del granito de Agua de La Chilena (Mendoza) es de $237 \pm 20 \times 10^6$ años, según la información que suministró Shell. Es posible que el valor que anota Polanski (1966, pág. 14), de $245 \pm 10\% \times 10^6$ años se deba a un *lapsus calami*, ya que en su Cuadro 1, el punto correspondiente dentro de la escala cronológica está ubicado más o menos a la altura de los 240 millones de años.

II.B. EDADES DE LAS ROCAS ÍGNEAS DATADAS ESTRATIGRÁFICAMENTE

1. Cordillera de Elqui (límite argentino-chileno)

En la región del epígrafe, que se sitúa entre las provincias de San Juan (República Argentina) y Coquimbo (Chile), la Formación Pastos Grandes, que aflora con potencias comprendidas entre 500 y 1.200 m, se integra con queratófiros, brechas y tobas, entre los que se intercalan areniscas y lutitas continentales (Thiele Cartagena, 1964, págs. 143-148). La misma se continúa en forma esporádica tanto hacia el Norte como hacia el Sur y en la primera dirección, en Alto del Carmen, se asienta sobre estratos marinos (Barthel, 1958, págs. 12-13; Thiele Cartagena, 1964, pág. 149), portadores de una fauna de cefalópodos y pelecípodos, la que fue estudiada por Barthel (1958) e Ichikawa (Zeil und Ichikawa, 1958).

Según estos autores, los dos tercios superiores de la secuencia marina serían neoanásicos, por lo que la formación suprayacente, Pastos Grandes, resultaría ladiniana y a lo sumo podría llegar al Carniano.

Los queratófiros, tobas, etc de Pastos Grandes están plegados y sobre ellos, en discordancia angular, se asientan los términos basales de la Formación Punilla, los que deben referirse al Toarciano superior, como el autor, junto con Rodrigo, expone en un trabajo que tiene en desarrollo (1958).

En el mismo, se trata de evidenciar que en la zona de la Cordillera de Elqui pudieron actuar dos etapas de movimientos, una que corresponde a la "fase Valparaíso", que representaría un equivalente del diastrofismo Eocimmérico, acaecido en el Noriano, y otra que resulta coetánea con la "fase Atacama", la que es contemporánea con la orogenia Dunlap y que se produjo en tiempos pliensbaquianos.

El complejo de Pastos Grandes, en esencia queratófírico en lo que respec-

ta a sus componentes ígneos, penetra luego hacia el Sur en territorio argentino, por el extremo Norte de la provincia de San Juan, como lo demuestran los mapas de Groeber, quien ya había depurado en ellos de su conjunto "Choiyolitense" a los granitos carbónicos y a parte de las porfiritas y tobas más viejas (1951, Hoja Las Tórtolas; 1953, pág. 41 y sig.; 1963).

La antigüedad de la Formación Pastos Grandes, ladiniana a carniana, oscilaría entonces entre los 190 y los 210 millones de años (dato ¹⁵).

2. Otras zonas de Chile

Es bien conocido el hecho que en varios puntos de la Cordillera de la Costa, y con expansión a veces pronunciada hacia el Este, un potente complejo queratofírico, que a veces sobrepasa los 2.000 m de espesor, se apoya sobre lutitas marinas, portadoras de faunas de cefalópodos y pelecípodos, de edad neanisiana hasta coladiniana, a la vez que es sucedido por estratos del mismo tipo de ambiente, entre los que se encontraron amonitas norianas y aún carnianas.

Al respecto, sólo bastaría recordar la sucinta y concreta síntesis de Corvalán Díaz sobre los estudios de los diversos autores que se ocuparon del tema (Brueggen, Muñoz Cristi, Fuenzalida, Tavera, etc.), la que señala que durante el Anisiano se produjo la primera acción epeirogénica de hundimiento de una vieja plataforma —labrada en tiempos pérmicos y triásicos— hecho que permitió el avance de las aguas marinas desde la actual línea de costa hasta por lo menos 90 km hacia el Este en algunos casos, en tiempos mesotriásicos inferiores. Estos depósitos, que llevan faunas de cefalópodos y de bivalvos en varios puntos de la república trasandina, soportan a las masas queratofíricas, las que se datan como esencialmente ladinianas y hasta eocarnianas (Corvalán Díaz, 1965, págs. 34-35).

Esta serie queratofírica tendría entonces una antigüedad que oscila entre los 200 y 210 x 10⁶ años (dato ¹⁶).

III. SUCESION DE LOS EVENTOS MAGMATICOS

A. SUCESIÓN GENERAL

Tomando en cuenta todos los datos disponibles, *in toto*, sobre los eventos magmáticos datados en la República Argentina y Chile, resulta el gráfico que se ilustra en la Figura n^o 1.

En el mismo, se consideró pertinente representar los valores individuales para cada datación "absoluta" con el correspondiente margen de error, como cuadra a una evaluación de este tipo.

Para la escala de tiempo geológico, se adoptó la que más se acepta en la actualidad, debida a Kulp (1960; 1961), sin dejar de recordar que la misma puede sufrir una adecuación en sus términos inferiores (que se relaciona con el discutido límite Cámbrico-Antecámbrico), la que podría incidir levemente en los niveles comprendidos en el intervalo Pérmico-Triásico, ya que la mayor incidencia se produciría en el Paleozoico inferior y medio, según comunicación verbal de Linares.

El gráfico en cuestión se confeccionó, como antes se indicara, con todos los datos disponibles, es decir tomándolos en conjunto, a los efectos de permitir una comparación directa con el Cuadro I de Polanski, quien también adoptó el mismo temperamento.

Dicha tabulación general, que comprende las edades de eventos magmáticos, en su gran mayoría de carácter plutónico mesosilíceo-ácido, no evidencia por el momento ningún agrupamiento temporal más o menos definido para los mismos en el intervalo carbónico-triásico, sino más bien, por el contrario, señalaría una sucesión casi continua de procesos ígneos, desde la base

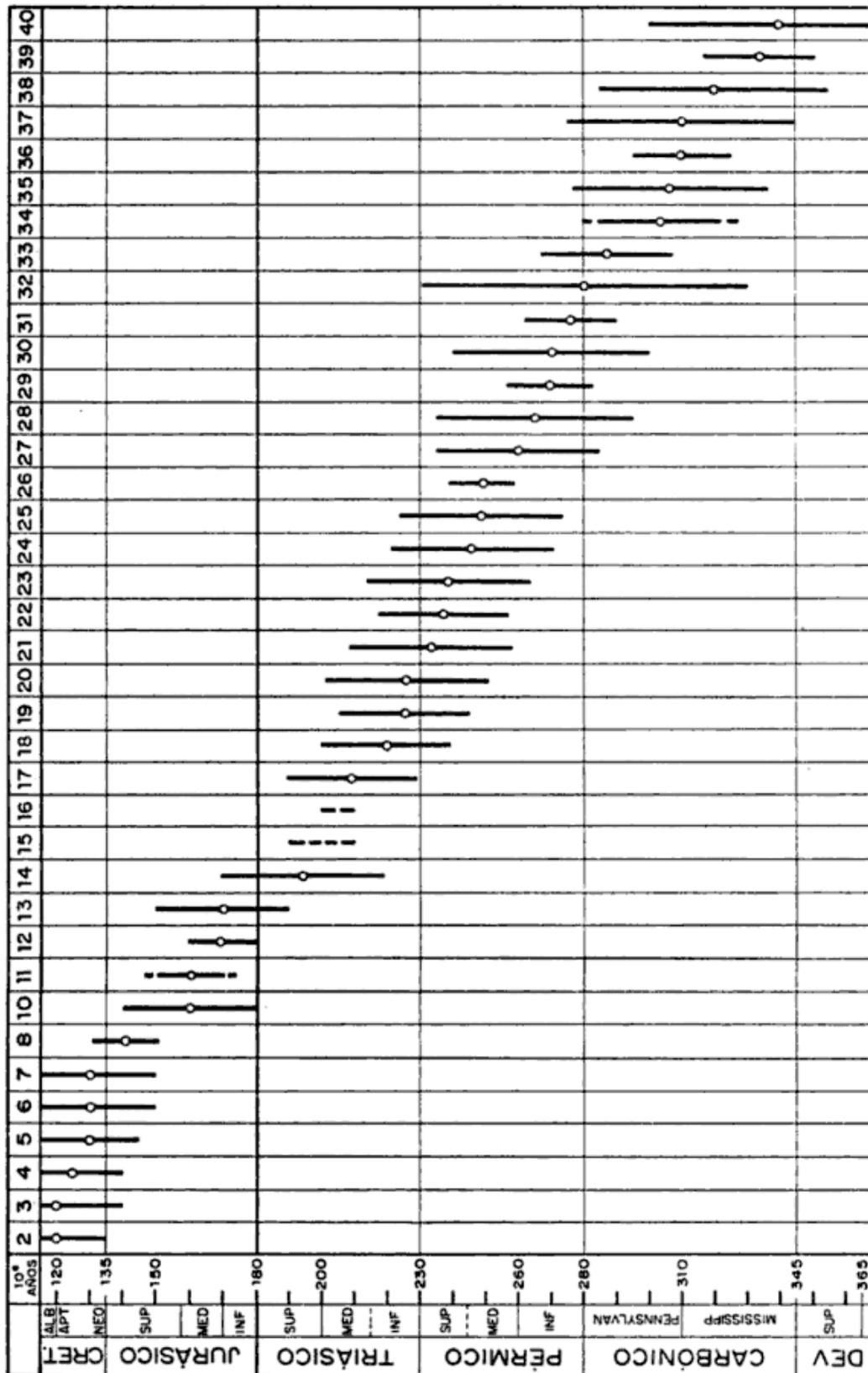


Fig. 1. — Tabulación de las edades absolutas de rocas ígneas ácidas y mesosilíceas y de algunos minerales relacionados con procesos magmáticos en la República Argentina y Chile, para el intervalo Carbónico-Neocomiano.

del Carbónico, a través de todo el Pérmico y el Triásico, prosiguiendo en el Jurásico, aunque para dicho Período hay poca información. En cambio, se observa un discreto agrupamiento durante el Cretácico inferior.

En este gráfico sólo se observa una relativa laguna, de 16×10^6 años entre las muestras ³³ y ³⁴ (granitos de La Puntilla, en Chile y de La Toma, en San Luis, República Argentina), el que sin embargo queda perfectamente cubierto por la sobreimpresión de los límites de variaciones y apenas supera al de las tonalitas ³⁸ y ³⁹, que es de 14×10^6 años, aunque el grado de exactitud del valor de la primera es algo reducido ($\pm 35 \times 10^6$ años).

El uso *in toto* de las edades absolutas disponibles no caracteriza fehacientemente ningún tipo de asociación magmática mesovariscica; a lo sumo la insinuaría por la laguna antes mencionada, pero la misma perdería realidad con la datación de cualquier roca ígnea que se fechara entre los 290 y los 300×10^6 años.

Para tiempos más recientes, se observa toda una secuencia ininterrumpida de eventos magmáticos desde el Carbónico superior a través de todo el Pérmico, para penetrar luego abiertamente en el Triásico. Los datos en mano, por ende, no evidencian ningún tipo de agrupamiento tardío-variscico.

En cambio, para el Triásico, aparte de los queratófiros chilenos —cuya edad ya era conocida desde hace tiempo— el granito porfírico del cerro Chihuíu (Malargüe, Mendoza) indica la presencia de un plutonismo en esencia supatriásico; el de península Lengua de Vaca, en la costa de Atacama (Chile), señala lo mismo para el Triásico inferior a medio, a la vez que la porfirita de Valcheta (Río Negro) y el granito de Caldera, Atacama (Chile), certifican la presencia de procesos ígneos en el Scytiano.

La monacita de Valle Fértil, de San

Juan, por su parte, evidencia que una fase pegmatítica, ligada a una etapa magmática póstuma, ocurrió durante el Triásico medio.

B. SUCESIÓN REGIONAL-AMBIENTAL

Limitando los datos de fechado de rocas sólo a aquellos que pertenecen a cuerpos ígneos de la Precordillera, Cordillera Frontal, margen occidental de las Sierras Pampeanas, Geosinclinal Mesozoico, Cordillera de la Costa, borde boreal del Macizo Norpatagónico y zona marginal nororiental del mismo, es decir a aquellos ambientes o sectores de los mismos que se relacionan en forma directa entre sí o bien por carácter transitivo, resulta un cuadro semejante, el que se expone en la Figura n^o 2, en el que con respecto al anterior se suprimieron los valores de Biale Massé (²⁴) y La Toma (³⁴), por pertenecer a los núcleos cristalinos centrales de la República Argentina y no a los ámbitos antes citados, y el de la Patagonia austral (¹¹).

Se mantuvieron, en cambio, las dataciones para Valcheta (¹⁹) y Lagunas Dulces (²⁶), pues ellas corresponden a entidades litológicas de amplia distribución areal en Río Negro, las que sirven de base, como luego se expondrá, a los depósitos del geosinclinal jurásico.

En este gráfico, la laguna a que antes se hizo referencia, se ampliaría a 19×10^6 años, aumentándose así las posibilidades de definir o de separar una asociación magmática mesovariscica de otra u otras más recientes, aunque puede también observarse que los márgenes de variaciones para cada dato, entre las muestras ³³ y ³⁵, cubren y aún superan con creces tal presunto hiato.

En lo que se refiere al Triásico, siguen teniendo validez las consideraciones antes anotadas, es decir que en dicho Período tuvo lugar una etapa magmática bien definida.

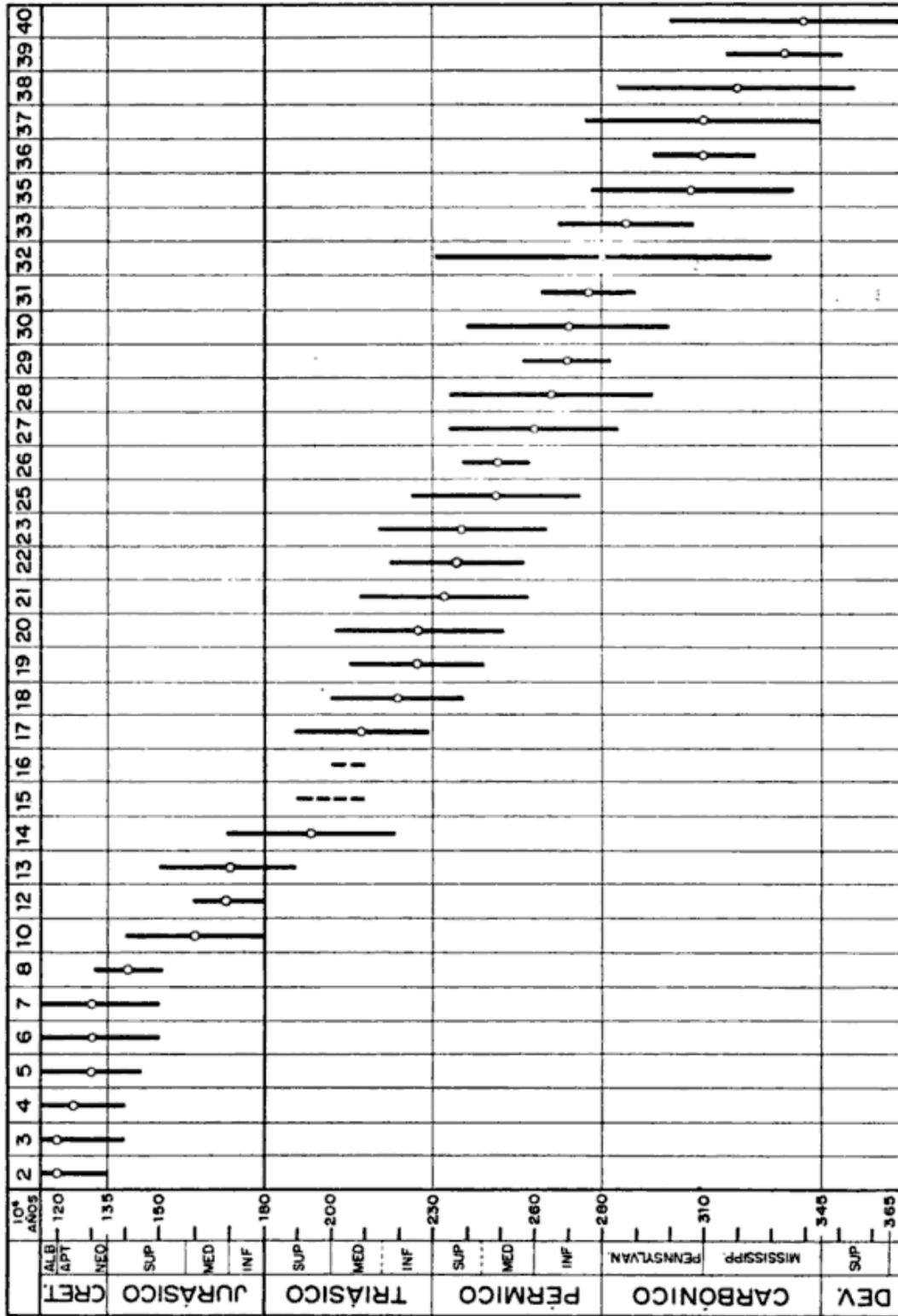


Fig. 2. — Tabulación de las edades absolutas de rocas ígneas ácidas y mesosilíceas y de algunos minerales relacionados con procesos magmáticos, que pertenecen a los ambientes de la Cordillera de la Costa (Chile) y de la Cordillera Frontal, Pre-cordillera, margen occidental de las Sierras Pampeanas, Geosinclinal Mesozoico y borde septentrional del Macizo Norpatagónico (República Argentina), para el intervalo Carbónico inferior-Neocomiano.

C. SUCESIÓN EN EL TERRITORIO ARGENTINO

Haciendo entrar en juego solamente los datos que corresponden a cuerpos ígneos argentinos, se obtiene el gráfico de la Figura n° 3, en el que se consideraron las muestras n°s 11, 12, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 26, 29, 31, 34, 36 y 39.

El mismo hace ver que en nuestro

cos, uno carbónico y otro pérmico; pero se estima que el número de datos que así entran en juego ya no resulta suficiente como para sostener generalizaciones regionales sobre posibles vinculaciones magmáticas-diastróficas.

En cambio, resalta un hecho claro, por ser positivo, y es el que señala la

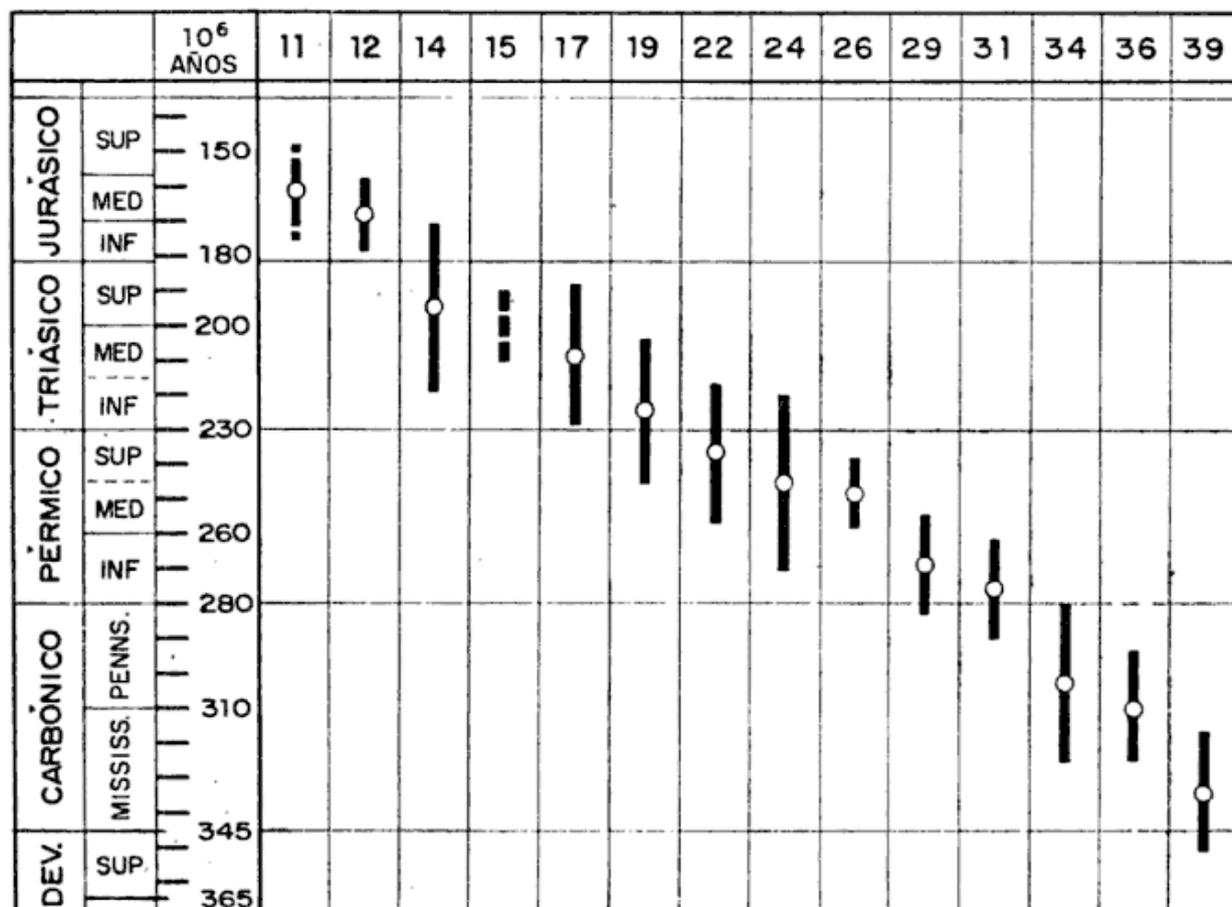


Fig. 3. — Tabulación de las edades absolutas de rocas ígneas ácidas y mesosilíceas y de algunos minerales relacionados con procesos magmáticos, exclusivamente para el territorio argentino, en el intervalo Carbónico inferior-Jurásico.

territorio se registra una secuencia casi continua de procesos magmáticos, desde el Carbónico inferior hasta el Jurásico inferior. Por el momento, y sobre la base de los datos disponibles, no resalta en forma concreta ningún tipo de asociación plutónica o volcánica meso a tardío-variscaica.

Depurando del gráfico n° 3 los dos valores que corresponden a Córdoba (24) y San Luis (34), se esbozaría una presunta separación de ciclos magmáti-

presencia de una fase ígnea ácida y mesosilíceica durante el Triásico en la República Argentina.

IV. RELACIONES Y PROBLEMAS GEOLOGICOS

Como se adelantara en la introducción de este trabajo, no se discutirán *in extenso* los problemas geológicos que se vinculan con el tema bajo estudio, sino sólo algunos aspectos parciales del

mismo, en los que el autor haya tenido intervención directa o indirecta o hubiese emitido opinión verbal o escrita al respecto.

A. AUSENCIA DE INTERCALACIONES EFUSIVAS MESOSILÍCICAS Y ÁCIDAS EN EL TRIÁSICO SEDIMENTARIO ARGENTINO

Anota Polanski (1966, pág. 9) que “debemos recalcar que en ninguno de los muy detallados y completos perfiles suministrados por Stipanivic (véase la fundamental obra de Groeber y Stipanivic, 1952) aparece intercalación alguna de efusivas mesosilícicas y ácidas...” en el Triásico continental argentino y que sólo se “mencionan intercalaciones de tufitas y tobas, posiblemente provenientes del aporte aéreo desde una lejana zona de afusión.”

En la citada publicación de Groeber y Stipanivic (1953), se incluyen algunos perfiles propios del segundo autor y otros que se deben a distintos investigadores.

1. Sur de Malargüe (Mendoza)

En el ámbito del cerro Chihuíu-arroyo Tronquimalal, es decir de donde justamente procede la muestra de granito porfírico que fuera datada por métodos radimétricos como supradiásica, Stipanivic (1949; en Groeber *et al.*, 1953, págs. 102-110; 1957, págs. 91-93) describe la secuencia del Mesozoico inferior de la región. La misma se inicia con porfiritas violáceas, moradas y porfirios cuarcíferos rosados, etc., los que en su oportunidad fueron referidos al “Choiyoilitense” y que soportan en discordancia a la “Serie de Llantenés”¹. Esta se compone con conglomerados, areniscas y lutitas, que incluyen varios niveles plantíferos, los que llevan una

¹ Se mantienen las denominaciones usadas en su oportunidad para evitar confusiones, aunque las mismas no respondan a las reglas o normas de nomenclatura estratigráfica, a las que lógicamente deberían adecuarse.

rica “flora de *Dicroidium*”, revisada en principio por el autor (Stipanivic, 1949) y luego en detalle por Menéndez (1951), la que es incuestionablemente triásica y con toda seguridad ladiniana o keuperiana¹.

La sección inferior de la “Serie de Llantenés” (“Estratos del Chihuíu”), se integra con conglomerados, areniscas, etc., *entre los que se intercalan mantos de porfiritas gris-violáceas* (Groeber y Stipanivic, pág. 104), *las que pueden pasar lateralmente a tobas de la misma composición* (Stipanivic, 1957, pág. 92)².

Estos mantos ígneos y piroclásticos se vinculan en forma estrecha, desde el punto de vista composicional, con las porfiritas y tobas violáceas y moradas del denominado “Choiyoilitense” de la región.

Para la misma zona, debe anotarse que el cuerpo de granito porfírico a que antes se hizo referencia, que intruye a las porfiritas violáceas-moradas

² En 1961, Herbst citó la flora del Chihuíu entre las del Liás del sur de Mendoza (1961, pág. 59), reiterando tal referencia en 1965 (pág. 69), sin reparar que ésta corresponde a una típica asociación triásica gondwánica, con *Dicroidium*, *Yabeiella*, *Xylopteris*, etc., como ya lo evidenciaron Groeber (1947 b, pág. 411), Stipanivic (1949, 1957, págs. 91-93; Menéndez (1951) y Groeber y Stipanivic (1953, págs. 102-110). Parecería que Herbst ha creído que las así denominadas floras del Chihuíu y de Llantenés proceden de dos localidades y niveles estratigráficos distintos, cuando en realidad se trata de una misma. Así, en su reciente trabajo, a la vez que cita a la primera entre las liásicas (1965, pág. 69), se refiere al mismo tiempo a elementos de la segunda como del “Triásico superior de Llantenés” (Op. cit., págs. 33 y 57). Es posible que la confusión de este autor derive del uso de la publicación de Boehm (1937), en la que se indica el hallazgo de una pequeña colección que este geólogo obtuvo en la quebrada de Llantenés, la que determinó Frenguelli, quien la asignó al Liásico inferior, siguiendo su tendencia cronológica de la época, a pesar de haber reconocido la presencia de “*Thinnfeldia*” *odontopteroides* (Morr.) Sew., “*Th.*” *intermedia* Kurtz y “*Th.*” *lancifolia* (Morr.) Szaj., especies que, como es sabido, son características para el Triásico gondwánico.

² La bastardilla es del autor.

del "Choiyoilitense", aflora en numerosos puntos, inmediatamente al sur del río Malargüe, por un trecho de 17 km de longitud, a lo largo de la ruta nacional n° 40 y con un ancho de 1 a 1,5 km. Esta plutonita, que ya había sido referida al Keuper por Stipanicić (1957, pág. 99) fue datada radiométricamente por Shell con una antigüedad media de $194 \pm 25 \times 10^6$ años, fecha que corresponde al Triásico superior, pudiendo, por el límite de varia-

puede alcanzar potencias de hasta 20 metros.

Polanski (1966, pág. 10) cuestiona la pertenencia de este manto piroclástico al Triásico, debiéndose hacer lugar en parte a sus objeciones, para el caso de la quebrada de Cepeda-cerro Colorado del Cementerio, por cuanto en tal punto las relaciones entre ambas entidades no son claras, no así en otros vecinos. El problema se tratará más adelante, en vinculación con otro tema.

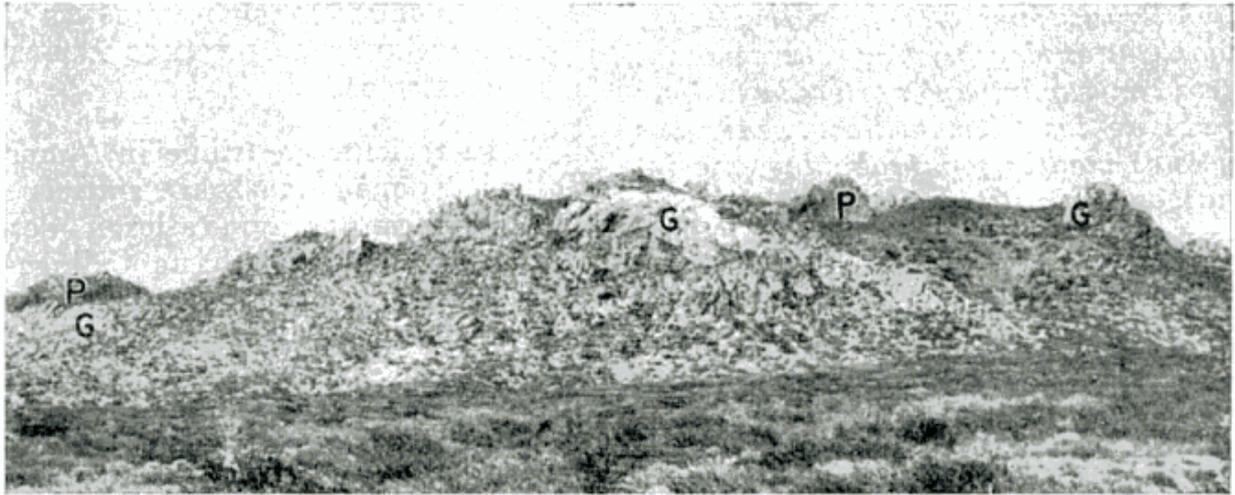


Fig. 4. — Zona del cerro Chihufu, al sur de Malargüe (Mendoza): G, granito porfirico rosado del Triásico superior, datado con una antigüedad de $194 \pm 25 \times 10^6$ años, intruyendo a las porfiritas (P) del denominado « Choiyoilitense » de la región.

ción, alcanzar la base del Triásico medio o el techo del Lias (Fig. 4). Esta última posibilidad no puede sostenerse ni admitirse, ya que el granito es anterior a la "Serie de Llantenes", ladiniana o keuperiana, por lo que la plutonita resulta incuestionablemente triásica.

2. Barreal (San Juan)

Para esta clásica zona del Triásico argentino, Stipanicić (en Groeber y Stipanicić, 1953, págs. 66-80) dió a conocer el perfil de la quebrada de la Cortaderita, anotando que en la base de la serie sedimentaria se intercala un banco de pórfiro cuarcífero, el que

3. Zona de Villavicencio - Uspallata (Mendoza)

Groeber y Stipanicić (1953, págs. 51-60) resumen la descripción original de la secuencia triásica, que se debe a Harrington (1941), incorporándole informaciones adicionales de Frenguelli y Rolleri.

En la síntesis aludida se indica que sobre los mantos de porfiritas y sus tobas, se asientan en discordancia de erosión notable más de 250 m de areniscas, grauvacas, arcosas y conglomerados que constituyen la base del Triásico de la región. En la misma se intercalan "... numerosos mantos de pórfiros cuarcíferos y sus tobas...", "... algunos mantos con filones capas intrusivos como

los del grupo de Potrerillos...” (Groeber y Stipanovic, 1953, pág. 54)¹.

La cita original de Harrington (1941, págs. 22-23), cuyas descripciones geológicas fueron siempre un modelo de objetividad, señala que “El grupo basal de la serie supratríásica adquiere, en nuestra zona, su máximo desarrollo en la región de los Clementillos... También aquí la serie comienza con espesos conglomerados basales...”

“Algo más arriba en la serie comienzan a aparecer mantos de pórfiros cuarcíferos y sus tobas, de color caramelo... Uno de estos mantos, muy conspicuo..., corta con rumbo casi norte sud la quebrada de los Clementillos... Algunos de estos mantos son probablemente intrusivos y constituyen verdaderos filones-capas, mientras que otros, por el contrario, han sido originados por efusiones de lavas ácidas.”

“A medida que ascendemos en la serie, aumenta la frecuencia de los mantos de pórfiros y de sus tobas...”¹.

4. Zona de Ischichuca (San Juan-La Rioja)

En el mismo trabajo de Groeber y Stipanovic (1953, págs. 97-98) se indica que los “Estratos de Ischichuca” basales descansan en ligera discordancia sobre el Paganzo III de Bodenbender, el que a su vez lo hace discordantemente sobre las areniscas rojas del Paganzo II o Patquiense de Frenguelli, de edad eopérmica.

El Paganzo III de la zona de Ischichuca es, por ende, posterior a la actuación de los movimientos meso a suprapérmicos y en lo que se refiere a su ancestralidad, cuanto más podría ser suprapérmico, o mejor aún eotriásico. Este Paganzo III soporta con leve discordancia a las conocidas series sedimentarias que llevan una rica “flora de *Dicroidium*” y abundantes restos de vertebrados, las que ahora se consideran, en líneas generales,

¹ La bastardilla es del autor.

como meso a supratríásicas. El Paganzo III es referido por Bonaparte (1966, pág. 36) a la parte alta del Scytiano y a la base del Anisiano.

Según de la Mota, en el cerro Guadacol, esta Formación, que muestra 590 m de espesor, se integra con 400 m de areniscas y conglomerados rojos, *entre los que se intercalan dos sectores de 90 y 100 m de mantos de porfiritas labradoríferas* (Groeber y Stipanovic, 1953, pág. 98)¹.

B. EDADES DE ALGUNAS FORMACIONES VINCULADAS CON MAGMATISMOS ÁCIDOS Y MESOSILÍCICOS

En su reciente contribución, Amos y Rolleri exponen una breve síntesis sobre las vulcanitas que afloran desde Uspallata (Mendoza) hasta Calingasta (San Juan), de las que opinan, coincidiendo con Groeber y Stipanovic (1953), que su “edad triásica o, si se prefiere, permotriásica, no es cuestionable, aunque sea aún algo dudosa su ubicación exacta dentro de este período” (Amos y Rolleri, 1964, pág. 64).

Estos autores hicieron especial referencia a tres localidades en las que se exponen estas riolitas, andesitas y tobas —las que se vinculan con sedimentos en algunos casos reputados y en otros incuestionablemente triásicos—, que por lo general comienzan con un conglomerado basal que las soporta. Una de aquellas sería la de Barreal (cerro Colorado del Cementerio, en San Juan), otra la quebrada de Santa Clara, quebrada de Las Peñas (límite entre San Juan y Mendoza), y la tercera la de la zona de Potrerillos, en Mendoza.

Polanski (1966, págs. 10-11) objeta el punto de vista de los autores citados y sostiene, para el caso de Potrerillos, que “la supuesta intercalación de un banco de vulcanitas en el Triásico continental se debe al fallamiento inverso, el cual produjo la repetición tectóni-

¹ La bastardilla es del autor.

ca”, basándose para sostener tal opinión en un estudio de Borrello (1964).

Para esta zona el autor prefiere no hacer ningún comentario, pues carece de mejores elementos de juicio, por no haberla reconocido con suficiente detalle y por estimar que la objetividad de las observaciones de su distinguido colega, doctor A. Borrello, son suficientemente probatorias al efecto.

En tal sentido estima que la región citada no debería hacerse entrar en juego como típica o característica para certificar las vinculaciones entre un magmatismo ácido-mesosilícico y sedimentitas triásicas.

En cambio considera que corresponde, en beneficio de la dilucidación del problema bajo análisis, agregar algunas observaciones con respecto a la zona de Barreal, por haberse ocupado en detalle de la misma, y sobre la de Santa Clara por haber emitido opinión pública acerca de la edad de la flora fósil que en ella se asocia con los restos de peces. En igual sentido considera también conveniente aportar ciertos datos sobre los cuerpos plutónicos y volcánicos que se exponen en el borde austral de la cuenca jurásica neuquina y que muestran buen desarrollo hacia el sur, en Río Negro, como así también sobre la edad del magmatismo básico, de amplia extensión en el ámbito chaqueño-paranense, que fuera referido al Triásico y que en cambio se dató recientemente como cretáceo.

1. Barreal (San Juan)

La secuencia triásica de la zona fue levantada en detalle por el autor para su trabajo de tesis (Stipanovic, 1947) y dada a conocer en 1953 en la publicación que hiciera con Groeber (Groeber y Stipanovic, 1953, págs. 72-77). Los mejores perfiles se exponen en las quebradas de la Cortaderita y de Cepeda, muy vecinas entre sí.

En el margen izquierdo de la segunda, en su entrada, se sitúa el cerro Co-

lorado del Cementerio (Groeber y Stipanovic, 1953, Lám. VII). Bonetti usó para su tesis la sección citada de la Cortaderita y agregó otra esquemática para la de Cepeda (Bonetti, 1963, págs. 29-31; Lám. entre págs. 31 y 32; Lám. 3, fig. 1).

Polanski (1966, pág. 10) estima que en este último perfil los conglomerados y las tobas y lavas de pórfiros cuarcíferos, que en posición horizontal cubren en fuerte discordancia de ángulo a las sedimentitas muy inclinadas del Carbónico, nada tienen que ver con la secuencia triásica que aflora hacia el este con inclinaciones de 35° E, concluyendo por ello que ambos grupos están separados a su vez por una “considerable discordancia angular”.

La observación de este autor resulta justificada y señala así que el perfil de la quebrada de Cepeda, por mostrar relaciones discutibles, no puede ser usado como argumento valedero para sostener una intercalación de material ígneo o piroclástico en la base de la serie triásica, la que ya en niveles un poco más altos lleva típicos representantes de la “flora de *Dicroidium*”.

Más aún, en favor de la objeción de Polanski y de la objetividad de los hechos, podría aducirse también que resulta un tanto extraño que el manto de toba riolítica — que cubre el cerro Colorado del Cementerio —, si bien poco potente, no aparezca luego incluido en la secuencia triásica que aflora a pocas decenas de metros hacia el este. Este caso admite varias explicaciones, pero de cualquier manera las mismas se encuadrarían, *ipso facto*, en el campo de las especulaciones subjetivas, por lo que no se estima pertinente abundar al respecto.

En la misma lámina de Bonetti, el tercer perfil (quebrada de la Cortaderita) tampoco es ilustrativo, por cuanto las relaciones entre el cuerpo riolítico-tufítico y la base de la serie triásica están ocultas por el acarreo moderno del valle.

El cuarto perfil, de la quebrada Intermedia o del Pórfiro, ya sería en cambio concluyente al respecto, puesto que sobre las areniscas fuertemente inclinadas del Carbónico superior-Pérmico inferior (véase más adelante) se apoya, en marcada discordancia angular, un delgado espesor de conglomerados, el que es sucedido por tobas riolíticas rojas, presentando este conjunto una inclinación de 15-20° E (Groeber y Stipanovic, 1953, Lám. XI, fig. 1; Bonetti, 1963, Lám. 3, fig. 4; Lám. 4, fig. 3). Sobre el mismo — que aquí ya es más potente que en la quebrada de Cepeda — y con idéntica inclinación, siguen los estratos basales de la serie triásica plantífera.

El argumento de la no concordancia entre ambos grupos — el riolítico y las sedimentitas triásicas —, quedaría así desvirtuado por completo. Sin embargo, el autor, que reconoció en detalle la zona, y siempre inclinado a desechar argumentos que puedan quedar sujetos a discusiones, prefiere no hacer entrar en juego este perfil de Barreal, pues admite que las relaciones entre los dos complejos involucrados no están claramente expuestas, por existir en el sector de contacto un trecho con afloramientos poco francos.

Las ruditas y riolitas de Barreal se extienden hacia el sur, apoyándose siempre en discordancia angular marcada sobre distintas formaciones: Yalguaraz, Tres Saltos, Esquina Gris, Mono Verde, etc. De ellas, la de Tres Saltos es neocarbónica y tal vez aun pérmica, por la presencia de *Linoproductos cora* (d'Orb.); Esquina Gris también pertenece al Carbónico superior por sus fósiles, a la vez que Mono Verde, que lleva *Canocrinella* cfr. *farleyensis* y *Quadranetes* sp. debe ser considerada supracarbónica y quizás pérmica inferior (Amos y Rolleri, 1964).

Debe recordarse, además, que en los estratos arenosos rosados, a veces entrecruzados, que ahora Amos y Rolleri incluyen en sus formaciones del Car-

bónico superior-Pérmico inferior, Harrington encontró ejemplares de *Glossopteris* (comun. verbal), lo que también habla en favor de la presencia de niveles eopérmicos.

Todos estos hechos señalan que los conglomerados y las tobas y riolitas asociadas, que se apoyan en neta discordancia angular sobre distintos terrenos, de los cuales los más jóvenes llegan hasta el Pérmico inferior, deben colocarse incuestionablemente por arriba de la actuación de un fuerte diastrofismo, el que en la República Argentina plegó los terrenos que llegan hasta el Paganzo II y equivalentes, portadores de floras con *Glossopteris* y *Gangamopteris*.

Dicha etapa de movimientos se corresponde, con toda seguridad, con la orogenia Appalachiana de América del Norte (= fase Saálica de Europa), acaecida entre el Pérmico inferior y el medio, la que actuó en la República Argentina con un efecto orogénico fuerte en muchos puntos y con otro epeirogénico marcado, el que elevó extensas áreas y que en conjunto posibilitaron luego una larga e intensa etapa de erosión.

En nuestro país no se conocen depósitos sedimentarios fehacientemente certificados como neopérmicos. Por otra parte, existen buenos argumentos que indican que en Chile una vieja plataforma triásica, que luego de una etapa de hundimiento permitió la primera ingresión marina mesozoica hasta 90 km hacia el este de la línea de costa actual, en tiempos anisianos, fue labrada en el intervalo comprendido entre el Pérmico superior y el Triásico inferior (inclusive en ambos casos) (Corvalán Díaz, 1965, págs. 34-35).

Los hechos antes señalados evidencian que no resulta excluyente, por ende, que además de la fase Appalachiana también haya podido intervenir otro diastrofismo más joven, tanto en Chile como en la República Argentina, el que se podría corresponder con la

fase Palatínica de Europa, la que se ubica en el límite Pérmico-Triásico.

Las rudititas y riolitas de Barreal-Uspallata podrían resultar así, cuanto más en lo que se refiere a su ancestralidad, suprapérmicas, siendo mucho más posible que entren en el Triásico.

Dicho conjunto, de no integrar la base de la serie sedimentaria triásica como piensa Polanski, podría correlacionarse con otros complejos precordilleranos, como el de Santa Clara, por ejemplo, el que, como luego se verá, no debe asignarse al Pérmico, sino al Triásico.

Por otra parte, de paralelizarse a los conglomerados y riolitas de Barreal-Uspallata con el "conglomerado del río Blanco", de la vertiente oriental del Cordón del Plata (Mendoza), como lo estima Polanski, la edad de este último no puede ser carbónica sino, tal vez, pérmica — hecho que ya lo anotara Caminos (1965, págs. 369-370) — o, mejor aún, triásica, como antes se expuso.

2. Quebrada de Santa Clara (límite San Juan-Mendoza)

En esta zona aflora una potente secuencia sedimentaria, de cuyos términos superiores Bracaccini extrajo restos de peces, los que clasificó Bordas (1944). Este autor reconoció varias formas: *Pseudobeaconia bracaccini* Bord., *P. elegans* Bord. y ? *Cleithrolepis cuyana* Bord., anotando que las mismas muestran buenas afinidades con representantes de los géneros *Beaconia* y *Cleithrolepis* del Triásico europeo (*Op. cit.*, pág. 453) y relaciones muy pronunciadas con especies que se conocen en la Serie de Hawkesbury, de Nueva Gales del Sur (*Beaconia spinosa* Waade y *Cleithrolepis granulata* Egerton), antecedentes que llevaron a Bordas a estimar que la fauna de Santa Clara podría entrar en el Triásico medio (*Op. cit.*, pág. 359).

Poco después Nesossi, al realizar los trabajos de campo correspondientes a su tesis doctoral, tuvo oportunidad de

exhumar una pequeña colección de plantas fósiles, de horizontes muy cercanos a los que llevan los peces, en la que reconoció a *Walcomia australis* (Feist.) Florin, *Glossopteris taeniopteroides* Feist., *G. angustifolia* Brong., *Pecopteris* sp., *Gondwanidium* sp. y *Dicranophyllum* sp., a la vez que de otro nivel procedería *Calamites peruvianus* Goth. (Nesossi, 1945, págs. 28-30). Estos elementos llevaron al geólogo citado a referir esta flora, y por ende a los estratos portantes, al Pérmico inferior.

Con tal asignación se dio nacimiento a un serio problema estratigráfico y cronológico, pues los niveles que llevan los despojos vegetales y los restos de peces no sólo están muy cercanos entre sí, según Bracaccini (comun. verbal), sino que aún es posible encontrar en una misma laja ejemplares de ambos, de acuerdo con Rolleri (comun. verbal).

Frente a conclusiones tan dispares, en 1950, O. Bracaccini, en esa fecha Gerente de Exploración de YPF, sugirió al autor — que se desempeñaba como geólogo estratígrafo de la misma empresa — la revisión de la flora de Santa Clara, obtenida por Nesossi.

Los restos correspondientes a dicha colección, que se encuentran depositados en el Museo de La Plata, consisten en un reducido número de ejemplares, los que presentan un estado de conservación muy deficiente y poco propicio para una identificación medianamente segura. Sobre el material observado no pudo confirmarse ninguna de las determinaciones a que antes se hizo referencia. Aquellas frondas lanceoladas, que se clasificaron como *Glossopteris*, en realidad no presentan el más mínimo signo de anastomosis en sus nervaduras, ni aun cerca del raquis central, como es típico para este género gondwánico. El aspecto general de estas frondas es más bien del tipo taeniopteróide que glossopteróide.

En 1963, en oportunidad de la reali-

zación de las II^{as} Jornadas Geológicas Argentinas, cumplidas en Salta, el autor hizo conocer públicamente tal punto de vista¹, manifestando que por el momento no se disponía de ningún elemento paleontológico concreto que certificara que los estratos de Santa Clara pudiesen pertenecer, sin dudas, al Pérmico inferior, ya que en la flora fósil descubierta por Nesossi y depositada en el Museo de La Plata no pudo identificarse ni una sola forma típica de las asociaciones gondwánicas de tal edad (flora de *Glossopteris*).

Frente a tal panorama, los estratos de Santa Clara quedarían por ende sin poderseles datar con certeza sobre la base de sólidos argumentos paleontológicos, ya que los peces de agua dulce estudiados por Bordas no son elementos suficientemente probatorios al respecto (comunicación verbal del doctor Rosendo Pascual). Sin embargo, debe recordarse que tal complejo es anterior o bien sincrónico con las series triásicas de Villavicencio, las que afloran hacia el sur, siendo portadoras de una "flora de *Dicroidium*". Como, por otra parte, los estratos de Santa Clara son con toda posibilidad posteriores al verdadero Pérmico inferior de la Precordillera ("Patquiense", Paganzo II), puede admitirse que ellos pertenecen al Triásico.

Tal punto de vista encontraría plena confirmación gracias a los hallazgos de Romer (1966, págs. 5-6), quien en la quebrada del río de las Peñas encontró abundantísimas pisadas de reptiles en lutitas de la Formación Santa Clara. "The trackways... are in the main obviously those of dinosaurs or advanced thecodonts, and the beds are presumably middle to late Triassic in age, despite the presence of "*Chirotherium*"-like footprints" (*Op. cit.*, pág. 5).

¹ Sesión de Geología Histórica y Regional Argentina, comentando el trabajo que presentaran sus colegas Amos y Rolleri, el que luego se publicó en el Boletín de Informaciones Petroleras (Amos y Rolleri, 1964).

Los mantos y diques porfíricos a que hicieron referencia Amos y Rolleri para Santa Clara se relacionan entonces, incuestionablemente, con sedimentos triásicos y no pérmicos, como pensaba Polanski.

C. OTROS MAGMATISMOS RELACIONADOS CON EL PROBLEMA EN CUESTIÓN

1. *El magmatismo básico asociado con terrenos triásicos o considerados de tal edad*

Durante largos años las lavas basálticas de la Formación Serra Geral del Brasil fueron asignadas en forma unánime al Triásico más alto o al Lías más bajo, según los puntos de vista de los distintos investigadores, los que hacían uso de una extrapolación que arrancaba de la edad de la Formación Santa María y del hecho que se admitía que ésta soportaba en concordancia a la "Arenisca de Botucatú", la que a su vez mostraría evidentes vinculaciones con los mantos básicos de Serra Geral.

Al prolongarse éstos hacia el poniente y penetrar en territorio argentino — donde fueron localizados en varias perforaciones del subsuelo de la llanura chaco-paranense —, se pensó que tal magmatismo básico (referido en la República Argentina al Triásico superior), se podría haber extendido en tal dirección hasta las Sierras de Córdoba y aún más hacia el oeste (Groeber y Stipanovic, 1953, págs. 121, 123, 130, 131, Lám. III; Stipanovic, 1957, págs. 77, 98, 99, Lám. I).

Recientes dataciones absolutas practicadas sobre 41 muestras de diabasas y basaltos brasileños de la Formación Serra Geral (Amaral, Cordani, Kawashita and Reynolds, 1966; Mc Dougall and Rüegg, 1966) y procedentes en su casi totalidad de los sectores orientales de los estados de Río Grande del Sur, Santa Catalina, Paraná y San Pablo, señalan que hubo una etapa de magmatismo máximo entre los 115 y los 125 millones de años, es decir, en tiempos que

se sitúan entre el Aptiano y el Albiano, a la vez que otra fase ígnea, también básica, tuvo lugar en el Jurásico superior (147×10^6 años).

De esta manera las lavas basálticas de Serra Geral y sus diabasas consanguíneas resultan mesocretácicas (si se elige la división ternaria del Período), o bien eocretácicas póstumas (si aquél se divide en dos).

A fines de 1966 el distinguido colega doctor Umberto Cordani, jefe de la División Investigaciones del Centro de Investigaciones Geocronológicas de la Universidad de San Pablo (Brasil), tuvo la gentileza de informar al autor que el profesor Adolfo Melfi, del mismo grupo de trabajo, confirmó la edad eo-mesocretácica para el "climax" de la manifestación basáltica en toda la cuenca del Paraná, basándose en determinaciones cronológicas de muestras de testigos de perforaciones, a la vez que también se certificó que algunos eventos ígneos, más escasos, ya tuvieron lugar en tiempos jurásicos póstumos.

Por otra parte, los estudios estratigráficos más recientes señalan que en amplias zonas la Formación Serra Geral puede yacer en discordancia sobre las Areniscas de Botucatu y aun llegar a apoyarse directamente sobre la Formación Santa María (la que es referida al Meso o Supratriásico), como en Río Grande do Sul (Mc Dougall and Rüegg, 1966, págs. 191-192). En otras localidades, en cambio, las vinculaciones entre Serra Geral y Botucatu son muy estrechas, e inclusive se admite la intercalación de areniscas de esta última entre los mantos de la primera.

De acuerdo con Mc Dougall y Rüegg, resultaría entonces que también las Areniscas de Botucatu son eocretácicas y no keuperianas, como antes se admitía, a la vez que las "Areniscas de Cayua", que yacen sobre Serra Geral, deben ser pos-albianas, tal vez aún mesocretácicas o más bien más jóvenes (Mc Dougall and Rüegg, 1966, pág. 194).

Por ende, debe depurarse del cuadro

magmático básico del Triásico argentino a los mantos basálticos del subsuelo chaco-santafesino y a los que afloran en Misiones.

En igual sentido los estudios de Gordillo y Lencinas (comun. verbal) sobre los basaltos de las Sierras de Córdoba, indican que los mismos se vinculan en forma muy estrecha, desde el punto de vista composicional y petrológico, con las manifestaciones de igual carácter que en el norte argentino se intercalan en los términos inferiores del Grupo Salta (meso a supracretácico) y que en cambio se apartan de los basaltos toleíticos de Serra Geral.

También en este caso deben suprimirse tales manifestaciones ígneas del panorama de acontecimientos triásicos de la República Argentina, hecho asimismo comprobado por la datación de una muestra de basalto obtenida en el embalse del Río Tercero (Córdoba) por la Compañía Shell, la que acusó una antigüedad de $128 \pm 5 \times 10^6$ años, fecha que corresponde al Barremiano-Aptiano. Este magmatismo básico del centro del país resulta por ende contemporáneo con el "climax" de Serra Geral, en Brasil.

Quedaría aún por aclarar si los mantos y filones capas de basaltos que aparecen intercalados en las secuencias sedimentarias del Triásico centro-occidental de la Argentina (Ischigualasto-Ischichuca, Barreal, Potrerillos, etc.), pertenecen en realidad a este Período como por lo general se ha señalado, o bien son más recientes y coetáneos con los de Córdoba y Serra Geral (cretácicos).

Lamentablemente, la escasez o ausencia de terrenos jurásicos y cretácicos perfectamente datados en los ámbitos donde el Triásico continental presenta buen desarrollo, no facilita la dilucidación del problema por los métodos geológicos clásicos; pero a la misma se podrá llegar con la datación absoluta de estos cuerpos ígneos.

El único dato disponible al respecto

corresponde a la datación de una muestra de basalto recuperada en un testigo del pozo P.B. 59 del Banco Loeb, en Punta de Bardas (Mendoza) y estudiado por la Compañía Shell, el que acusó los siguientes valores: 134 ± 5 y $124 \pm 5 \times 10^6$ años, es decir, una media de $129 \pm 5 \times 10^6$ años, antigüedad que también señala tiempos barremianos-aptianos y que resulta idéntica a la obtenida para el basalto de Río Tercero (Córdoba).

Queda así seriamente abierta la posibilidad que el magmatismo básico que se desarrolló en los dominios del ámbito triásico continental de La Rioja, San Juan y Mendoza, también sea eo a mesocretácico.

2. *El magmatismo ácido y mesosilícico en el denominado Escudo o Macizo Norpatagónico*

Una de las mayores lagunas en el conocimiento de la composición geológica de la República Argentina corresponde al área que comprende el denominado Escudo o Macizo Norpatagónico o de Gastre, el que se extiende ampliamente en gran parte de la provincia de Río Negro y en el norte de Chubut.

En su extremo nordoccidental, en el ámbito del río Limay, el mismo sirve de base discordante a las formaciones mesozoicas, entre las que cuentan la triásica de Paso Flores, por entero continental, y la liásica de Piedra Pintada, Piedra del Aguila, etc. Esta última señala el verdadero comienzo de la transgresión jurásica del régimen geosinclinal aconcagüino-neuquino, lo que obliga a hacer entrar en consideración, además de otros motivos, al área del Macizo en el problema que se considera en este estudio.

No respondería al espíritu del mismo ocuparse en detalle de la composición, extensión y edad de todos los terrenos que participan en el ámbito a que se hizo referencia.

El autor sólo desea adelantar que junto con sus colegas Félix Rodrigo, Os-

car L. Baulies y Carlos G. Martínez hará conocer próximamente un trabajo *ad hoc* (1967), en el que se presenta un panorama de los acontecimientos geológicos precretácicos del Macizo y zonas circundantes, algo disímil del hasta ahora aceptado (Dir. Nac. Geol. y Minería, 1964; Volkheimer, 1965).

A tal esquema se llegó sobre la base de dos rápidos reconocimientos cumplidos en el norte de Chubut y en Río Negro; uno de ellos en compañía de F. Rodrigo y Armando Ortega Furlotti y el otro con este último y O. Baulies.

En dicho artículo se anota que en el Macizo Norpatagónico y en sus bordes es posible distinguir, por lo menos, catorce entidades o complejos presenonianos principales, ya que algunos de ellos comprenden o pueden incluir más de una formación.

En sentido descendente de edades, los grupos reconocidos serían:

14. Sedimentitas continentales, referidas al "Chubutiano". Estudios recientes señalan que el verdadero Chubutiano (Grupo del Chubut) se confina al ámbito de la cuenca del golfo de San Jorge. Los estratos considerados como tales, pero que se desarrollaron fuera de dicha cubeta (zona occidental del Macizo, dominio del río Chubut medio, etc.), serían cretácicos, pero presenonianos y con toda posibilidad sincrónicos, en forma aproximada, con la Formación Baqueró (mesocretácica, aptiano-albiana). Yacen en discordancia angular, a veces muy marcada, sobre terrenos anteriores.

13. Sedimentitas continentales, más o menos coetáneas con la Formación La Matilde, portadoras de floras fósiles y de pisadas de reptiles de edad oxfordiana, o a lo sumo caloviana, en cuanto a ancestralidad se refiere. Buen desarrollo en las áreas marginales del Macizo (río Chubut medio); penetran en él por la sierra de Taquetrén.

12. Tobas riolíticas y "pórfiros cuarcíferos", en conjunto contemporáneos

con la Formación Chon Aike y de edad batoniana a bayociana superior. Desarrollo principal en el borde sudoeste del Macizo (ámbito del río Chubut medio, Pampa de Agnia, etc), donde se apoyan sobre sedimentitas preferentemente marinas, las que comprenden desde el Lías inferior (Sinemuriano) hasta el Aaleniano.

Este conjunto ígneo y piroclástico soporta, en relación de posible discordancia, a las sedimentitas "matildenses" (nº 13). En el Macizo penetra en su sector occidental y tal vez también le pertenezcan parte de las rocas consanguíneas del extremo sudeste, las que luego aparecen en el subsuelo, en el borde boreal de la cuenca del golfo de San Jorge.

II. Sedimentitas liásicas hasta eobayocianas.

En el borde noroeste del Macizo comprenden:

- b) una formación toarciana, marina, con fauna de Harpocerátidos (Piedra Pintada), separada en discordancia (fase Charahuilla, de Stipanovic y Rodrigo, coetánea a la orogenia Dunlap) de:
- a) un grupo sinemuriano, en esencia marino, pero con recurrencias mixtas y continentales, con fauna de pelecípodos y amonitas (*Oxynticeras oxynotum*) y floras fósiles, que asoma entre Piedra Pintada y Piedra del Aguila.

En las zonas marginales del sudoeste del Macizo también comprende:

- b) una sucesión sedimentaria neoliásica a eobayociana, preferentemente marina, con algunos niveles continentales, que incluyen bancos con Harpocerátidos del Toarciano y un típico conjunto de "*Pleydellia*", de la parte alta del Bayociano inferior (Aaleniano). *Locus typicus*: cerro Carneero, cerro Negro. Niveles con plantas fósiles.

- a) Una sucesión sedimentaria eoliásica (neosinemuriana) con fauna de *Oxynticeras* y pelecípodos (río Genua, Nueva Lubecka, etcétera).

10. Pórfiros cuarcíferos y tobas riolíticas, rosadas a rojizas, muy extendidas en el sector boreal y oriental del Macizo, de posible edad eoliásica (Hettangiano a Sinemuriano inferior).

En el borde Noroeste del Macizo soportan en discordancia a los sedimentos con *Oxynticeras* de la transgresión liásica (Piedra del Aguila-Piedra Pintada) y constituyen la Formación Sañicó de Galli ("Sañicolitense"). En Piedra del Aguila se apoyan sobre areniscas con flora de *Otozamites*, en porfiritas eotriásicas o en granitos neopérmicos.

Al Norte y Noroeste de Los Menucos, en Río Negro (entre Ramos Mexía-Maquinchao y el río Limay), tienen amplísima distribución e intruyen a los granitos pérmicos, a las porfiritas eotriásicas y a las sedimentitas continentales keuperianas o ladinianas; sus diques atraviesan a estas últimas y sus mantos las cubren.

A este grupo le pertenecen, además, los pórfiros y tobas riolíticas del Nordeste del Macizo y parte de los de los sectores centrales.

9. Sedimentitas continentales ladinianas o keuperianas, portadoras de una "flora de *Dicroidium*", las que se asientan en discordancia sobre las porfiritas eotriásicas (nº 8) y son atravesadas a su vez por los pórfiros del grupo anterior (nº 10) al Norte y Noroeste de Los Menucos (Río Negro). Sus asomos se encuentran desde 40 km al Sur de Ing. Jacobacci hasta unos 30 km al Norte de Los Menucos, en Río Negro y luego vuelven a aparecer en el ámbito del río Limay, entre Piedra del Aguila y Paso Flores.

8. Mantos porfiríticos, pardo morados, con sus tobas consanguíneas en la

parte superior, de edad eotriásica, que se apoyan en discordancia sobre los granitos pérmicos. Afloramientos discretos en Los Menucos, Sierra Colorada, Valcheta y ámbito del Limay.

7. Granitos, granititas y granodioritas rosados a rojizos, con pasajes laterales a pórfiros graníticos y aún a pórfiros cuarcíferos; menos comunes son los granitos y granodioritas grises. Los primeros dominan en amplias extensiones del Macizo, en Río Negro. El cuerpo mayor aflora desde 18 km al Este de La Esperanza hasta Laguna Blanca y desde esta latitud, hacia el Norte, hasta el río Limay, desde donde, mediante asomos aislados, vuelve a aparecer al Norte de Picún Leufú y en el cerro Granito, al Este del cerro Lotena, en Neuquén. Hacia el Norte, Nordeste y Este, su extensión es considerable en el subsuelo, pues fue detectado en perforaciones de Challacó, San Antonio Oeste y a 25 km al Norte de la estación Gral. L. Vintter, es decir ya en el borde de la cuenca del Colorado. Otros asomos importantes se encuentran alrededor de Gastre.

Estos granitos están frecuentemente intruídos por aplitas, pegmatitas, pórfiros cuarcíferos, etc., del grupo n° 10.

En la zona marginal Sudoeste del Macizo, granitos grises, biotíticos, afectan a sedimentos antracólíticos en Teka, Nueva Lubecka, Languiño, etcétera.

Se estima que la mayor parte de estas plutonitas —o aún todas—, son de edad neopérmica.

6. Espesas sedimentitas antracólíticas, preferentemente marinas en el Oeste y con niveles glacimarinicos; mayor proporción de términos continentales hacia el Este. Constituyen el "Sistema de Tepuel" (Carbónico) y la "Serie de Nueva Lubecka" (Eopérmico), las que se desarrollan en la zona marginal del Sudoeste del Macizo. Están intruídas por los granitos anteriores (n° 7).

5. Granodioritas grises, muy migmatíticas, que presentan pequeños asomos en varias localidades del Macizo: Sierra Grande, Oeste de Gastre, Oeste y Sur de Valcheta, etc. y cuyas relaciones con el grupo n° 4 no se conocen. Según Zoellner, Valvano y Navarro intruyen a las sedimentitas marinas silúricas; pero a estar con de Alba, son anteriores a éstas. Su edad, por ende, puede ser pos-silúrica (devónica, carbónica y aún pérmica), o eopaleozoica.

4. Sedimentitas marinas, con horizontes ferríferos (Sierra Grande), de edad silúrica. Zona sudoriental del Macizo.

3. Plutonitas precámbricas (?). Si bien no hay ninguna evidencia que certifique que en el Macizo participan plutonitas precámbricas, se señala su posible existencia, teniendo en cuenta que en áreas marginales al mismo se las ha encontrado (Catreleo, etc.).

2. Conjunto de rocas con metamorfismo mediano (filitas, esquistos cuarcíticos, calizas cristalinas, ectinitas, etcétera), aflorantes en varios puntos (Sierra Grande, Oeste de Gastre, Gualjaina, etc.). Son referidas con dudas al Precámbrico, admitiéndose que también puedan entrar en el Paleozoico inferior.

1. Conjunto de rocas altamente metamórficas (gneises, micacitas), con toda seguridad precámbricas. Afloran en el borde occidental del Macizo y también en el Noroeste del mismo.

Este grupo, junto con el n° 2, está siempre intruído por las plutonitas n° 5 y 7.

En relación con el tema que trata el presente estudio, se destacan los complejos n° 5, 7, 8 y 10.

Las masas de granito rosado a rojo, para las que ahora se postula el nombre de Formación Michihuao, cubren áreas mucho más extensas que las hasta ahora señaladas.

En varios puntos, estas magmatitas

aparecen absolutamente frescas (Gastre); en otros, muestran una alteración discreta a mediana (Chasicó, etc.) y están frecuentemente atravesadas por aplitas, diques y cuerpos de pórfiros cuarcíferos.

El autor estima que por el momento no hay ningún elemento de juicio que permita asegurar la referencia *in toto* de estos granitos y granodioritas al Precámbrico, como por lo general se lo hizo hasta el presente (Dir. Nac. Geol. y Minería, 1946, pág. 9; Volkheimer, 1965, etc.). En cambio, considera que varios argumentos hablan en favor de su edad neopaleozoica.

Así, en todos los casos observados, pudo certificarse que estas plutonitas intruyen a las metamorfitas precámbricas del grupo n° 1 y también a las del 2, cuya edad antecámbrica ya no es segura. Por otra parte, la granodiorita que detectó el pozo L.D. 1 de la Compañía Shell, en Lagunas Dulces, a 25 km al Norte de la estación Gral. L. Vintter, es decir en la zona marginal Nordeste del Macizo, resultó datada por métodos radimétricos como meso a suprapérmica, con una antigüedad de $248 \pm 10 \times 10^6$ años.

El granito del cerro Granito, situado al Estenordeste de cerro Lotena, en Neuquén, que representa otro asomo marginal de las masas plutónicas que vienen desde el Macizo y que atraviesan el río Limay, también acusa una edad absoluta pérmica (Dir. Nac. Geol. y Minería, 1964, pág. 15).

Además, ya en 1952 (con edición en 1953), Groeber y Stipanovic (pág. 43 y sig.) señalaron la posibilidad que los granitos y los pórfiros asociados que ocupan gran parte del sector Norte de Río Negro y que fueran correctamente señalados por Wichmann (1934), pertenezcan a una fase ígnea neopaleozoica, destacando también que al mismo cielo magmático deberían referirse el granito rojo y la granodiorita que intrusionan a los estratos antracólitos de Esquel, en Chubut (Groeber y Sti-

panicic, 1953, pág. 44), reconocidos por Suero. Este autor (1952, págs. 377, 380; 1953, págs. 40 y 43), citó que al Sudoeste del Macizo, en la sierra de Languiño (faldeo occidental), hasta la estancia Los Menucos, un granito gris biotítico muestra las mismas relaciones. Suero destaca además que para el mismo ámbito, en la sierra de Colán Conhué, la serie liásica comienza con un "conglomerado de base que incluye abundantes rodados y bloques de granito de diámetro hasta de medio metro y de contorno subangular. Este granito corresponde indudablemente al tipo gris biotítico de corte fresco que intruye al Paleozoico superior en Marillan, Tepuel, etc.". (Suero, 1952, pág. 379; 1953, pág. 46). "Los sedimentos paleozoicos han sido intruidos por un batolito granítico de posible edad triásica..." (Suero, 1952, pág. 383; 1953, pág. 51).

En 1956, Stipanovic (1957, pág. 99)¹ también se inclinó por referir al Triásico los cuerpos graníticos de Los Menucos, Las Salinas, San José de San Martín y sierra de Tepuel, en Chubut, reconocidos por Suero y que afectan a las secuencias sedimentarias de las Formaciones Tepuel (carbónica) y Lubeka (pérmica).

Por otra parte, de Alba (1954) anotó que la granodiorita de Sierra Grande (Río Negro) intruye a los esquistos precámbricos de la región, pero no a los sedimentos marinos paleozoicos de la formación ferrífera, oponiéndose con ello a las ideas que antes expusiera Zoellner en un informe inédito, quien consideró que la plutonita también afectaba a estos últimos (en de Alba, 1954). En 1964, de Alba ratifica su anterior opinión y ubica a la granodiorita en el Paleozoico inferior a medio, a pesar que en 1960 Navarro (1962, págs. 161, 165), en un cuidadoso estudio, trata de evidenciar que la plutoni-

¹ Exposición leída en 1956 en el XX Congreso Geológico Internacional (México) y publicada en 1957.

ta también afecta a la formación ferrífera, por lo que debe ser considerada como pos-mesopaleozoica.

Los antecedentes expuestos llevan ahora al autor a admitir que gran parte de los cuerpos graníticos del Macizo Norpatagónico —si no todos—, son pos-precámbricos y pre-triásicos, ya que resultan anteriores a las porfiritas seytianas. Dentro de dicho intervalo, hay buenos argumentos que señalan que dichas plutonitas deben ubicarse, en su mayoría, en el Neopaleozoico (Pérmico, medio o superior), pues así fue datado en forma absoluta un cuerpo al Nordeste de San Antonio Oeste y otro en cerro Granito (Neuquén), a la vez que en el borde occidental del Macizo los granitos llegan a intruir sedimentos del Carbónico y del Pérmico inferior y son anteriores a la transgresión sinemuriana.

Por el momento, nada puede decirse sobre los vínculos entre estos granitos y granodioritas neopaleozoicos y las granodioritas muy migmatizadas del pequeño asomo al Oeste de Gastre y de las que afloran en Sierra Grande. Con carácter tentativo, se ubica cronológicamente a estas últimas con anterioridad a las primeras plutonitas, teniendo en cuenta su marcada migmatización, fenómeno que no se registra por lo general en los granitos rosados ahora referidos al Neopaleozoico.

De cualquier manera, es evidente que en el ámbito del Macizo Norpatagónico y en sus regiones circundantes, tuvo lugar una fase ígnea, en esencia plutónica, durante el Pérmico.

Otra de las manifestaciones magmáticas que se relacionan con el tema básico del presente artículo son las masas porfiríticas eotriásicas de Valcheta y Los Menucos, las que hasta ahora no habían sido citadas ni identificadas en forma complexiva y segura para el Macizo, salvo el caso de una pequeña área mapeada en lo que puede considerarse su extremo Noroeste, al Sur de Piedra del Aguila (Dir. Nac. Geol. y Minería,

1964), pero cuya referencia al Triásico fue cuestionada en principio por Lambert y Galli (1950) quienes estimaron que esta manifestación efusiva podría ser infraliásica y perteneciente al "Sañicolitense" del segundo autor citado (Galli, 1953), aunque luego éste también admitió la presencia en tales regiones de una verdadera serie porfirítica "Choiyolitense", triásica (Galli, 1953, págs. 224, 227, 231).

Sin embargo, el autor, en su rápido reconocimiento cumplido en el área del Macizo, pudo certificar que una serie porfirítica evidentemente pre-keuperiana o pre-ladiniana, y con mucha posibilidad eotriásica, presenta un desarrollo discreto en la parte Norte de dicho ámbito.

En efecto, esta serie, para la que ahora se postula el nombre de Formación Los Menucos, muestra exposiciones al Norte del pueblo homónimo, en Río Negro, integrándose en su parte inferior con potentes mantos de porfiritas pardo moradas, a la vez que en la superior dominan las tobas consanguíneas, por lo general macizas, a veces con indicios de estratificación, y con tonalidades algo más claras que las de las porfiritas. Este complejo ígneo-piroclástico, cuya potencia debe superar los 400 m, soporta al Norte y Noroeste de Los Menucos, bajo relación de discordancia de erosión, a una serie sedimentaria, de carácter continental, descubierta por el doctor Zeballos, de Y.P.F., la que encierra varios niveles plantíferos, con "flora de *Dicroidium*"¹.

La Formación Los Menucos resulta entonces pre-keuperiana o pre-ladiniana y pos-pérmica, pues es más reciente que los granitos rosados meso o neopérmicos, a los que atraviesa entre Los Menucos y La Esperanza (Río Negro). Sobre la base de estas relaciones geo-

¹ El autor destaca la gentileza de sus colegas de YPF, Edgardo Rolleri y Pedro Criado, quienes lo informaron sobre el descubrimiento de una "flora de *Dicroidium*", cumplido por Zeballos, en los alrededores de Los Menucos (Río Negro).

lógicas, las porfiritas en cuestión quedarían datadas como eotriásicas (scytianas), lo que condice perfectamente con la edad absoluta que se determinó para una muestra de roca de esta composición, obtenida en Valcheta, la que resultó tener una antigüedad de $225 \pm 20 \times 10^6$ años, que indica Triásico inferior (información de Shell).

Lo expuesto señala que en los sectores centro-boreal del Macizo Norpatagónico, como en sus extremos Noroeste y Nordeste, tuvo lugar durante el Triásico inferior un proceso vulcanítico mesosilícico de importancia, que pasa así a engrosar el ciclo de manifestaciones magmáticas de dicho Período para el territorio argentino.

Por último, debe señalarse que gran parte de las extensas masas de pórfiros cuarcíferos y sus tobas consanguíneas, que presentan gran desarrollo en las partes centrales y boreales del Macizo (Sierra Colorada, los Menucos, Maquinchao, La Esperanza, Chasicó, etc.), son pos-keuperianas o pos-ladinianas. En efecto, a 26 km al Noroeste de Los Menucos, en la cantera de Vila, los diques de pórfiro cuarcífero atraviesan a la secuencia sedimentaria triásica con "flora de *Dicroidium*", a la vez que sus mantos y tobas cubren a estos estratos continentales.

La edad del complejo de pórfiros cuarcíferos y de tobas riolíticas, al que ahora se propone designarlo como Formación Cerros Colorados, queda por el momento un tanto indefinida. Ella puede aún pertenecer al Triásico más alto o mejor aún al Lías inferior, pues parte de sus manifestaciones —aquellas que se extienden ampliamente hacia el Norte y Noroeste, en dirección a Piedra Pintada, Piedra del Aguila, etc.— soportan en el borde Noroeste del Macizo a los sedimentos sinemurianos, que cerca de su base ya llevan una fauna con *Oxynticeras oxynotum* (Qu.).

La edad absoluta de estos pórfiros cuarcíferos, como asimismo las de otras rocas ígneas que participan en la com-

posición del ámbito citado, serán determinadas en fecha próxima por el equipo de trabajo que dirige el doctor Enrique Linares.

V. CONCLUSIONES

1. La tabulación de todos los datos disponibles de edades absolutas correspondientes a rocas ígneas ácidas y mesosilícicas argentinas y chilenas y a algunos minerales asociados a procesos de este carácter, señala una sucesión prácticamente continua de eventos magmáticos en el intervalo Carbónico-Triásico.
2. Sobre la base de la información conocida a la fecha, no se evidencia por el momento ninguna agrupación temporal más o menos definida de procesos magmáticos que sirva para caracterizar típicas asociaciones plutónicas o volcánicas meso y tardío-variscas.
3. Usando solamente los datos de edades absolutas que corresponden a rocas de ambientes geológicos relacionados entre sí y descartando aquellos valores obtenidos para la parte central de la unidad cristalo-fírica de las Sierras Pampeanas, el cuadro que resulta es similar al señalado en 1 y 2.
4. Las dataciones absolutas del granito del cerro Chihúiu (Malargüe, Mendoza), de la monacita contenida en pegmatitas de la sierra de Valle Fértil (San Juan) y de la porfirita de Valcheta (Río Negro), demuestran fehacientemente que en el territorio argentino tuvo lugar durante el Triásico una fase magmática ácida y mesosilícica de importancia.
5. Al ser fechados radimétricamente como eo y mesocretácicos los basaltos y las diabasas de la Formación Serra Geral, del Brasil, se depuran del cuadro de eventos del Triásico superior a las manifestaciones de esa entidad que penetran

en el territorio argentino y que se conocen aflorando en Misiones y en el subsuelo del Chaco, Santa Fe, etcétera.

6. Se señala la posibilidad que todos, o por lo menos parte de los mantos basálticos de las Sierras Pampeanas, los que antes se habían referido al Triásico superior, sean también eo a mesocretácicos, ya que según Gordillo y Lencinas los mismos muestran una estrecha vinculación composicional con los que se asocian a las formaciones sedimentarias cretácicas de Salta, habiéndose además datado radiométricamente una muestra de basalto (Río Tercero, Córdoba) con una edad barremiana-aptiana.
7. En igual sentido, también es posible que las manifestaciones básicas que se vinculan en el centro-oeste de la República Argentina con los terrenos del Triásico sedimentario continental, y que fueran ubicadas en dicho Período, sean asimismo eo o mesocretácicas, por lo menos parte de ellas. Una muestra de basalto de Mendoza, datada radiométricamente, acusó una edad barremiana-aptiana.
8. Se analizan algunos aspectos de la composición geológica del Macizo Norpatagónico y regiones circundantes, señalándose:

- a) Que los terrenos metamórficos referidos al Precámbrico tienen una extensión sensiblemente menor que la hasta ahora indicada.
- b) Que una buena parte de los cuerpos de granito rosado y de granodioritas grises, que habían sido asignados por algunos autores al Precámbrico, son en realidad suprapaleozoicos y muy verosíblemente pérmicos. Una muestra, datada por métodos radiométricos, resultó meso-neopérmica y otra, pérmica.

- c) Que en algunos puntos del Macizo afloran otras granodioritas grises, migmatíticas, cuya vinculación con las plutonitas anteriores no se conoce, pero que en Sierra Grande se muestran como pos-precámbricas y de edad eo a mesopaleozoica según algunos autores o neopaleozoicas, de acuerdo con los datos brindados por otros.
- d) Que las espesas masas de porfiritas y sus tobas de los sectores centrales, boreales y orientales del Macizo, integran un ciclo magmático eotriásico, habiéndose datado en forma absoluta una muestra de las mismas (Valcheta, Río Negro) con tal edad. Además, estas efusivas soportan en discordancia a una serie sedimentaria, ladiniana a keuperiana, portadora de una flora con *Dicroidium*.
- e) Que el complejo de pórfiros cuarcíferos rosados y sus tobas, que domina en los sectores centrales y boreales del Macizo, puede aún entrar en el Triásico más alto, aunque su edad más posible resulte ser eoliásica.

VI. AGRADECIMIENTOS

El autor queda especialmente reconocido a numerosos de sus distinguidos colegas y amigos por las valiosas informaciones que pusieron a su disposición: a los doctores Marcelo Mésigos y Juvenal Zambrano, de Shell, Compañía Argentina de Petróleo, por los datos que le suministraron sobre las edades radiométricas obtenidas por dicha empresa y sobre la extensión de los terrenos metamórficos y plutónicos en el sector septentrional del Macizo Norpatagónico; al doctor Osvaldo I. Braccini por comunicarle sus ideas con respecto a los ciclos graníticos de Famatina y regiones circundantes; a los doctores Edgardo Rolleri y Pedro Criado,

de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, por la gentileza en adelantarle el hallazgo de una formación sedimentaria triásica al Noroeste de Los Menucos (Río Negro); a los doctores Carlos Gordillo y Andrés Lencinas, de la Universidad Nacional de Córdoba y Comisión Nacional de Energía Atómica, por brindarle sus conclusiones con respecto a los basaltos de las Sierras Pampeanas; al doctor Enrique Linares, de la Comisión Nacional de Energía Atómica y de la Universidad de Buenos Aires, por su asesoramiento en los problemas de dataciones absolutas radimétricas; al doctor Umberto Cordani, de la Universidad de San Pablo (Brasil), por los datos suministrados sobre las edades de los basaltos de Serra Geral; a los doctores Félix Rodrigo, Oscar Bauhies y Armando Ortega Furlotti, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, por la valiosa y desinteresada colaboración que le dispensaron en el curso de su reconocimiento en las provincias de Río Negro y Chubut y al doctor Rosendo Pascual, de la Universidad Nacional de La Plata, por sus opiniones con respecto a los peces fósiles de Santa Clara.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS
EN EL TEXTO

1. Amaral, G.; Cordani, V. G.; Kawashita, K. and Reynolds, J. H.: Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brasil. — *Geoch. et Cosmoch., Acta*, vol. 30, New Ireland (1966), págs. 159-189.
2. Amos, A. J. y Rolleri, E.: El Carbónico marino en el valle de Calingasta-Uspallata (San Juan y Mendoza). — *Bol. Inf. Petrol.*, n° 368. Bs. Aires (1964), págs. 50-72, 1 map.
3. Barthel, K. W.: Eine marine Faunula aus der mittleren Trias von Chile.—*Neues Jahrb. Geol. u. Paläont., Abh.*, vol. 106, n° 3. Stuttgart (1958), págs. 352-382; láms. 19-20.
4. Boehm, E. K.: Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Liásico en el sur de la provincia de Mendoza. — *Bol. Inf. Petrol.*, n° 151. Buenos Aires (1937), págs. 21-31.
5. Bonaparte, J. F.: Cronología de algunas formaciones triásicas argentinas basadas en restos de tetrápodos. — *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, XXI, 1. Buenos Aires (1966), págs. 20-38.
6. Bonetti, M. I. R.: Contribución al conocimiento de la flora fósil de Barreal, departamento Calingasta (Prov. San Juan). — Tesis inéd., Univ. Bs. Aires, Fac. Cienc. Exac. y Natur. (1963), págs. 1-261; láms. 1-40; 1 cuadr., figs. perfs., etc.
7. Bordas, A. V.: Peces triásicos de la Quebrada de Santa Clara (Mendoza y San Juan). — *Physis*, XIX, n° 54, Buenos Aires (1944), págs. 453-460, 11 láms.
8. Borrello, A. V.: Observaciones geológicas en la quebrada Cueva del Toro. Uspallata, Mendoza.—*Not. Museo*, XVIII, Geol. 63, La Plata (1954), págs. 17-53.
9. Caminos, R.: Geología de la vertiente oriental del Cordón del Plata, Cordillera Frontal de Mendoza.—*Rev. Asoc. Geol. Arg.*, XX, 3. Bs. Aires (1965), págs. 351-392; 1 lám., perfs., 1 map.
10. Cazeneuve, H.: Datación de una toba de la formación Chon Aike (Jurásico de Santa Cruz, Patagonia) por el método de potasio-argón. — *Ameghiniana*, *Rev. Asoc. Paleont. Arg.*, IV, 5. Bs. Aires (1965), págs. 156-158.
11. Corvalán Díaz, J.: Desarrollo de una plataforma durante el Triásico, en Ruiz Fuller, C. *et al.*: Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile.—*Inst. Invest. Geol.*, Santiago de Chile (1965), págs. 34-40.
12. de Alba, E.: Nota sobre la estratigrafía de Sierra Grande, territorio nacional de Río Negro. — *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, IX, 2. Bs. Aires (1954), págs. 131-134.
13. — Acerca de la edad del granito del Famatina. — *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, XI, 1. Buenos Aires (1956), págs. 76-79.
14. — Descripción geológica de la Hoja 41j, Sierra Grande (provincia de Río Negro). — *Dir. Nac. Geol. y Min.*, Bol. n° 97. Bs. Aires (1964), págs. 5-67; láms.; 1 map. geol.
15. Dirección Nacional de Geología y Minería: Mapa geológico de la República Argentina, en escala 1:2.500.000 y "Explicación del mapa geológico de la República Argentina".—Bs. Aires (1964), 3 fol., págs. 1-30.
16. Galli, C. A.: Acerca de una nueva interpretación de las formaciones rético-liásicas de la Patagonia septentrional. — *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, VIII, 4. Buenos Aires (1953), págs. 220-235.
17. Groeber, P.: Estratigrafía del Dogger en la República Argentina. Estudio sintético comparativo. — *Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol.*, Bol. 18, Ser. B. Bue-

- nos Aires (1918), págs. 1-81; láms. I-IV.
18. — Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes.—Dir. Gral. Min., Geol. e Hidrol., Publ. n° 58. Buenos Aires (1929), págs. 1-109; IX láms.; 2 cuadr. estrat.
 19. — Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. I. Hoja Chos Malal. — Rev. Soc. Geol. Arg., I, 3. Buenos Aires (1946), págs. 177-208; 1 map.
 20. — Ibidem, 2. Hojas Sosneao y Maipo. — Rev. Soc. Geol. Arg., II, 2. Bs. Aires (1947a), págs. 141-176; 1 lám, 1 map.
 21. — Ibidem, 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar Co y parte de Epu Lauken. 4. Hojas Barda Blanca y Los Molles. — Rev. Soc. Geol. Arg., II, 4. Buenos Aires (1947b), págs. 347-433; mapas.
 22. — La alta cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'. — Mus. Arg. Cienc. Nat. "B. Rivadavia" e Inst. Nac. Invest. Cienc. Natur., Cienc. Geol., I, 5. Buenos Aires (1951), págs. 235-352; XXI láms., mapas.
 23. — La cordillera entre las latitudes 22° 30' y 40° S.—Bol. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina, XLIII, entr. 2-3-4. Córdoba (1963), págs. 111-176; VI láms.
 24. Groeber, P. F. C. y Stipanovic, P. N.: Triásico, en Groeber, P. F. C. *et al.*, Mesozoico. Geografía de la República Argentina, II, 1.—Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA. Bs. Aires, 1952 (1953), págs. 13-141; láms. I-XV; 1 cuadr. estrat.
 25. Harrington, H. J.: Investigaciones geológicas en las sierras de Villavicencio y Mal País (Prov. de Mendoza). — Dir. Min. y Geol., Bol. 49. Buenos Aires (1941), págs. 1-31; lám. V, 2 perfs., 1 map.
 26. Herbst, R.: Algunos datos geológicos y estratigráficos de la zona Estancia Roca Blanca y alrededores, Prov. de Santa Cruz. — Ameghiniana, Rev. Asoc. Paleont. Arg., II, 4. Buenos Aires (1961), págs. 55-60.
 27. — La flora fósil de la formación Roca Blanca, Prov. de Santa Cruz. Con consideraciones Geológicas y Estratigráficas. — Opera Lilloana, XII. Tucumán (1965), págs. 1-101; láms. I-IV, 1 map., perfs.
 28. Kittl, E.: La edad de las rocas graníticas y los ciclos metalogénicos de la Argentina.—Bol. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina, XLIV, entr. 1-4. Córdoba (1965), págs. 97-103.
 29. Kulp, J. L.: The Geological Time Scale. — XXI Intern. Geol. Congress, part III. Copenhagen (1960), págs. 18-27.
 30. — Geological Time Scale. Science, vol. 133, n° 3459. Washington (1961), págs. 1105-1114.
 31. Lambert, L. R. y Galli, C. A.: Observaciones geológicas en la región situada entre Piedra del Aguila y Paso Flores (Neuquén). — Rev. Asoc. Geol. Arg., V, 4. Bs. Aires (1950), págs. 227-232.
 32. Levi, B.; Melech, S. y Munizaga, F.: Edades radiométricas y petrografía de granitos chilenos. Muestras Chile 13 a Chile 36. — Inst. Inv. Geol., Bol. n° 12. Santiago de Chile (1963), ps. 1-42.
 33. Linares, E.: Los métodos geocronológicos y algunas edades de minerales de la Argentina, obtenidas por medio de la relación plomo-uranio. — Rev. Asoc. Geol. Arg., XIV, 3-4. Bs. Aires (1959), págs. 181-217.
 34. — Datación de las rocas graníticas de la provincia de Córdoba. — IIIas. Jorn. Geol. Arg., Comodoro Rivadavia, 1966 (en prensa).
 35. Mc Dougall, I. and Rüegg, N. R.: Potassium-argon dates on the Serra Geral Formation of South America.—Geoch. et Cosmoch., Acta, vol. 30. New Ireland (1966), págs. 191-195.
 36. Menéndez, C. A.: La flora mesozoica de la formación Llantenes (Prov. de Mendoza).—Rev. Mus. Arg. Cienc. Natur. "B. Rivadavia" e Inst. Nac. Invest. Cienc. Natur., Cienc. Bot., II, 3. Buenos Aires (1951), págs. 147-261; láms. I-XV; 1 estereogr.
 37. Muñoz Cristi, J.: Estudios petrográficos y petrológicos sobre el batolito de la costa de las provincias de Santiago y Valparaíso. — Inst. Geol., Univ. Chile. Publ. n° 25. Santiago de Chile (1964), págs. 5-93; láms. I-XXIX; 1 map.
 38. Navarro, H.: Geología estructural de los yacimientos Sur y Este de Sierra Grande, Prov. de Río Negro. — Anal. Ias. Jorn. Geol. Arg., San Juan 1960. II. Bs. Aires (1962), págs. 151-172; 1 map.
 39. Nesossi, D.A.: Contribución al conocimiento geológico de "Santa Clara". Provs. de Mendoza y San Juan (zona limítrofe). — Tesis inéd., Univ. Nac. La Plata. Inst. Museo (1945), págs. 1-70; 24 fotogr., 8 perfs., 1 map. geol.
 40. Polanski, J.: El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. — Rev. Asoc. Geol. Arg., XII, 3. Buenos Aires (1958), págs. 165-196; 1 map., 1 cuadr. estrat.
 41. — Edades de eruptivas suprapaleozoicas asociadas con el diastrofismo variscico. — Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 1. Bs. Aires (1966), págs. 5-19.
 42. Romer, A. S.: Vertebrate-bearing continental Triassic strata in Mendoza region, Argentina. — Bull. Geol. Soc. Amer., n° 71. New York (1960), págs. 1279-1294.

43. — The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna. I. Introduction.—Breviora, n° 247. Cambridge, Mass. (1966), págs. 1-14.
44. Ruiz, C.; Segestrom, K.; Aguirre, L.; Corvalán, J.; Rose, H. J. y Stern, T. W.: Edades plomo-alfa y marco estratigráfico de granitos chilenos. Con una discusión acerca de su relación con la orogénesis. — Inst. Invest. Geol., Bol. n° 7. Santiago de Chile (1960), págs. 1-26.
45. Ruiz Fuller, C.: Desarrollo geosinclinal durante el Paleozoico, en Ruiz Fuller, C. *et al.*, Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile.—Inst. Invest. Geol., Santiago de Chile (1965), págs. 19-33.
46. Stipanovic, P. N.: Estudio geológico, estratigráfico y tectónico de la Precordillera, al este del río de Los Patos, en Sorocayense (Prov. San Juan). — Tesis inéd., Univ. Bs. Aires, Fac. Cienc. Exac., Fís. y Natur. (1947), págs. 1-270; láms. I-XXXVII, 1 map. geol., perfs., cuadr. estrat., etcétera.
47. — La Serie de Llantén en Mendoza sur, su edad y sus niveles plantíferos. — Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, 3. Buenos Aires (1949), págs. 218-234.
48. — I. Parte geológica. Consideraciones sobre el denominado "Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina", en Stipanovic, P. N. y Reig, O. A.: El "Complejo porfírico de la Patagonia Extraandina" y su fauna de anuros. — Acta Geol. Lilloana, I. Tucumán (1957), págs. 185-230.
49. — El Sistema Triásico en la Argentina. — XX Congr. Geol. Intern., Sec. II. México, 1956 (1957), págs. 73-112, 1 lám.
50. Stipanovic, P. N.; Baulies, O. L.; Rodrigo, F. y Martínez, C. G.: Depósitos uraníferos argentinos con control sedimentario. — 4th Inter. Amer. Symp. Peac. Applic. Nuclear Energy, México (1962), págs. 313-333.
51. — y Rodrigo, F.: Identificación y edad de las fases diastróficas del Jurásico y del Cretácico inferior-medio en Argentina y Chile. — Inédito (a publ. en Bol. Acad. Nac. Cienc. Rep. Argentina (1968)).
52. — Rodrigo, F.; Baulies, O. L. y Martínez, C. G.: Nota preliminar sobre las formaciones presenonianas en el Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. — Inédito (a publ. en Rev. Asoc. Geol. Argentina (1967)).
53. Suero, T.: Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut (Patagonia austral-República Argentina). — XIX Congr. Geol. Intern., Symp. Ser. Gondwana. Alger (1952), págs. 373-383.
54. — Las sucesiones sedimentarias suprapaleozoicas de la zona extraandina del Chubut.—Rev. Asoc. Geol. Arg., VIII, 1. Buenos Aires (1953), págs. 37-53.
55. Thiele Cartagena, R.: Reconocimiento geológico de la Alta Cordillera de Elqui. — Inst. Geol., Fac. Cienc. Fís. y Matem., Univ. Chile. Publ. n° 27. Santiago de Chile (1964), ps. 131-197, láms. I-IV; 1 map. geol., 1 lám. perfs.
56. Volkheimer, W.: Bosquejo geológico del noroeste del Chubut extraandino (Zona Gastre-Gualjaina). — Rev. Asoc. Geol. Arg., XX, 3. Bs. Aires (1965), págs. 326-350, 1 cuadr. estrat., 2 maps.
57. Wichmann, R.: Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Neuquén y Río Negro. — Dir. Min. y Geol., Bol. n° 39. Bs. Aires (1934), págs. 1-27, láms. I-XXIV.
58. Zeil, W. und Ichikawa, K.: Marine Mittel-Trias in der Hoch-Kordillere der Provinz Atacama (Chile).—Neues Jahrb. Geol. u. Paläont., Abh., vol. 106, n° 3. Stuttgart (1958), págs. 339-351, láms. 17-18.

Recibido el 6 de abril de 1967.

REUNIONES DE GEOLOGIA EN CANADA

Con motivo de los festejos del Centenario de Canadá, se ha organizado un amplio programa de Reuniones, Simposios y Viajes de campaña por el territorio canadiense, los que están desarrollándose con marcado interés. Por lo que puede interesar a los geólogos argentinos, destacamos algunos de los números que tendrán efecto en fechas próximas, a saber:

Agosto 31-Septiembre 2. Reunión Internacional.

Asociación Geológica de Canadá, Asociación Mineralógica de Canadá y Asociación para el estudio de zonas profundas (AZOPRO), Queen's University, Kingston, Ontario.

Jefe de Convención: Prof. L. G. Berry de Miller Hall,
Queen's University, Kingston, Ontario.

Septiembre 25-27. Simposio sobre Estimación de Reservas de Mena y Grado de Control.

Geology and Metal Mining Divisions, C. I. M., L'Estereel, Quebec.

Secretario: Prof. René Dufour, Dep. of Mining
Engineering, Ecole Polytechnique, P. O. Box 501,
Snowdon, Montreal, Quebec.

Septiembre 28-Octubre 6. Viaje de campaña a través del noroeste de Quebec y noroeste de Ontario.

Campos mineros de Val d'Or, Malartic, Noranda, Lago Kirkland, Cobalt y Timmins. División Geología del C. I. M.

Jefe de Excursión: H. J. Hodge.
Jefe Geólogo, Noranda Mine Ltd. Noranda, Quebec.

EDADES POTASIO-ARGON Y POSICION ESTRATIGRAFICA
DE ALGUNAS ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS
DE LA PRECORDILLERA, CORDILLERA FRONTAL
Y SIERRAS DE SAN RAFAEL, PROVINCIA DE MENDOZA

POR RAUL N. DESSANTI Y ROBERTO CAMINOS¹

Universidad Nacional del Sur Instituto Nacional de Geología y Minería

RESUMEN

Los resultados de una serie de determinaciones radimétricas por el método K-Ar realizadas sobre biotita proveniente de rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, la Cordillera Frontal y las sierras de San Rafael, provincia de Mendoza, unidos a las observaciones de campo correspondientes, han permitido establecer varias fases orogénico-magmáticas que tuvieron lugar en la mencionada región entre el Devónico superior y el Triásico medio. Una fase magmática (y orogénica?) neodevónica es indicada por una micacita de 363 m.a. del Complejo Metamórfico de la Cordillera Frontal; la edad de 334 m.a. de una tonalita del Cordón del Carrizalito, Cordillera Frontal, señala una fase magmática eocarbónica; las edades radimétricas de un granito de Cacheuta, Precordillera, y una toba cristalina de El Nihuil, sierras de San Rafael, 269 m.a. y 276 m.a. respectivamente, y las relaciones isotópicas de biotitas de dos micacitas de la Cordillera Frontal, 263 m.a. y 251 m.a., interpretadas como efectos térmicos de cuerpos plutónicos, representan una fase orogénico-magmática eo- a mesopérmica; y las edades registradas por una tonalita y un granito del Cordón del Plata, Cordillera Frontal, y un granito del cerro Chihuido, cerca de Malargüe, de 202 m.a., 204 m.a. y 203 m.a. respectivamente, indican una fase orogénico-magmática mesotriásica.

ABSTRACT

Radimetric age determinations by K-Ar method on biotites from eruptive and metamorphic rocks of the Precordillera, Frontal Cordillera and San Rafael Hills, Mendoza province, Argentina, and additional field observations, indicate several magmatic-orogenic phases between Late Devonian and Middle Triassic in the region. An Upper Devonian magmatic and orogenic (?) phase is indicated by a schist 363 m.y. from the Metamorphic Complex of the Frontal Cordillera; a tonalite of the Carrizalito Range, Frontal Cordillera, 334 m.y., shows a Lower Carboniferous magmatic phase; the radimetric ages of a granite of Cacheuta, Precordillera, and a crystalline tuff of El Nihuil, San Rafael Hills, 269 m.y. and 276 m.y. respectively, and the isotopic relations of biotites from two schists of Frontal Cordillera, 263 m.y. and 251 m.y., which can be related to thermal effects of plutonic bodies, represent an orogenic-magmatic phase Lower to Middle Permian; and the age measurement of a tonalite and a granite of Plata Range, Cordillera Frontal, and a granite of Chihuido Hill, near Malargüe, 202 m.y., 204 m.y. and 203 m.y. respectively, indicate a Middle Triassic orogenic-magmatic phase.

¹ Los autores dejan constancia que este trabajo fue realizado por cuenta del Instituto Nacional de Geología y Minería y su publicación autorizada por las autoridades.

INTRODUCCION

El presente trabajo está basado sobre una serie de determinaciones de edad absoluta, realizadas por el método radiométrico potasio-argón, de algunas rocas cristalinas pertenecientes al extremo sur de la Precordillera, Cordillera Frontal y borde norte de las sierras de San Rafael, provincia de Mendoza.

Dichas rocas, por su origen magmático o metamórfico, no son adecuadas para contener o preservar fósiles que permitan establecer, sobre una base objetiva, la edad de las unidades geológicas que participan en la constitución del núcleo de las mencionadas regiones, cuya historia geológica durante el Paleozoico está marcada por una secuencia de diastrofismos y ciclos eruptivos que componen un panorama asaz complejo, siendo preciso acudir a métodos que nos proporcionen edades absolutas para llegar a establecer sus posiciones relativas dentro del cuadro estratigráfico.

Ante esta situación, uno de nosotros (R.N.D.) planeó este estudio con el objeto de aclarar la posición estratigráfica de algunas Formaciones, aún no conocidas con seguridad a pesar de hallarse muy próximas a su terminación las hojas del mapa geológico en escala 1:200.000, correspondientes al oeste de la provincia de Mendoza, establecer correlaciones entre unidades aflorantes en diferentes áreas y contribuir así al esclarecimiento de la tectónica y al conocimiento de las épocas metalogénicas de los yacimientos minerales existentes en esas regiones.

Dentro de tan vasta área, varias zonas problemáticas fueron escogidas entre aquellas que, de acuerdo con observaciones efectuadas anteriormente por nosotros, o por otros geólogos, ofrecían características locales favorables para la aplicación del método. Las muestras de rocas cuyos análisis aquí se presentan fueron coleccionadas personalmen-

te por los autores, quienes, a la vez, observaron y, en casos dudosos o discutibles, verificaron sobre el terreno las relaciones de campo de la unidad geológica representada por cada muestra, tarea que insumió tres campañas que realizaron como geólogos de la ex Dirección Nacional de Geología y Minería (hoy Instituto) en noviembre de 1962, septiembre-octubre de 1963 y noviembre de 1964.

Las muestras 1, 2, 3 y 4 se enviaron al Servicio Geológico de los Estados Unidos, donde se efectuaron sus respectivos análisis a principios de 1963. Debemos, en consecuencia, expresar nuestro agradecimiento al doctor W. D. Johnston, jefe de la Sección Geología Fórránea, y a los señores H. H. Thomas, R. F. Marvin, P. Elmore y H. Smith, analistas.

Las muestras 5, 6, 7, 8 y 9 se remitieron al Instituto de Geocronología de la Universidad de San Pablo, Brasil, donde fueron analizadas en los primeros meses de 1966, bajo la supervisión de su director, el doctor U. Cordani, por el licenciado S. Ferraro químico del Instituto Nacional de Geología y Minería. A ellos expresamos también nuestro agradecimiento, así como al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, que otorgó un subsidio para la determinación de las muestras 7, 8 y 9, y al Dr. J. C. M. Turner, quien tuvo la amabilidad de leer y criticar el manuscrito de este trabajo.

En la figura 1 puede observarse la ubicación de las muestras en la provincia de Mendoza, y en las figuras siguientes la posición de cada una en el bosquejo geológico del área circundante. A continuación nos referiremos a sus edades isotópicas, mencionando, en cada caso, los principales rasgos petrográficos de la roca y describiendo sucintamente su marco estratigráfico, cuyo conocimiento es indispensable para la interpretación de los resultados radiométricos.

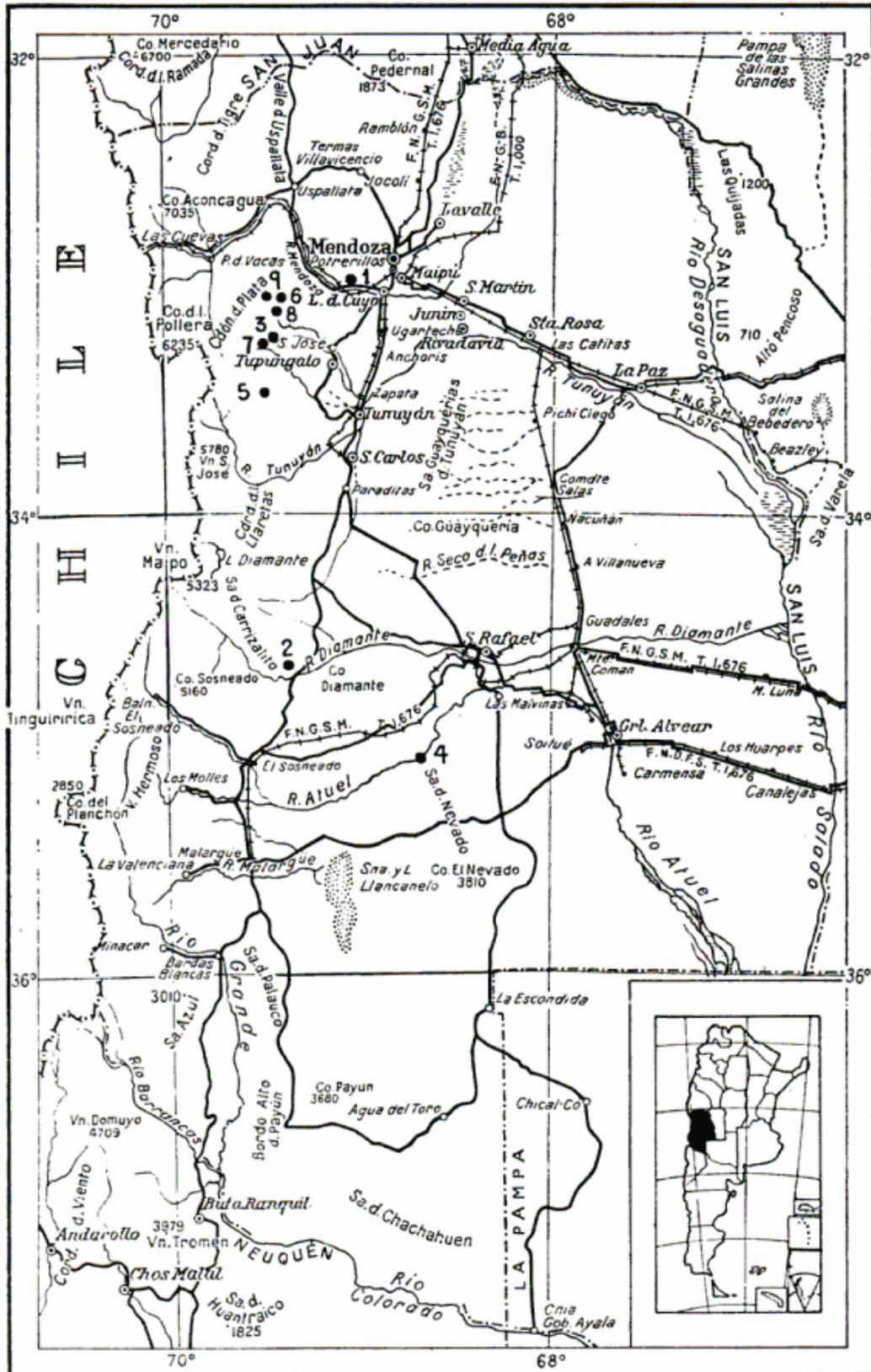


Fig. 1. — Mapa de ubicación en la Peña de Mendoza. Los números 1 a 9 corresponden a las muestras analizadas

1. CACHEUTA

La zona de Cacheuta comprende el extremo austral de la Precordillera de Mendoza. Está atravesada por el río Mendoza, que corre con dirección noroeste-sudeste y la divide en dos porciones desiguales. En la más grande, situada al norte de dicho río, se ubican las mayores elevaciones, entre las que se encuentran el cerro de los Baños, cota 2.396 m, y el cerro de la Cruz, cota 2.674 m. Al sur del río Mendoza está situado el cerro Cacheuta, cota 2.316 metros.

Sus límites son: al oeste, la quebrada del Toro y el río Seco de Cacheuta, que desembocan, desde el norte y desde el sur, respectivamente, en el río Mendoza; al sur, el río Seco de Las Minas; al este, la llanura pedemontana; y al norte la Pampa Seca y el pie austral del cerro Melocotón. El ferrocarril trasandino y la ruta nacional n° 7 bordean el río Mendoza.

Estudios anteriores en esta zona fueron realizados por Stappenbeck (1910, 1917, 1934), Truempy y Lhez (1937), y Rossi (1947).

ESTRATIGRAFÍA

Grauvacas y *lutitas* (Devónico?). Son las rocas más antiguas aflorantes en el área considerada. Constituyen una sucesión de estratos arenosos y arcillosos en parte alternantes entre sí. Las areniscas, que según la moderna nomenclatura pueden denominarse subgrauvacas, están compuestas por granos subangulosos a subredondeados de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y hojuelas de mica, incluyendo también litoclastos de diferentes rocas. Forman estratos de 0,30 a 1 metro de espesor, que frecuentemente alternan con lutitas. Estas tienen color gris verde oscuro y constituyen estratos de pocos centímetros hasta algunos decímetros de espesor.

El conjunto está afectado por plegamiento plástico, presentándose siempre muy deformado y posteriormente frac-

turado e inyectado por venas de cuarzo sílicotermales.

Por sus caracteres litológicos estas rocas son semejantes a las que afloran en otros lugares de la faja oriental de la Precordillera, tales como las sierras de Villavicencio, el cerro Pelado, la sierra de Tontal y el río San Juan ("Complejo de Punta Negra" de Bracaccini, 1946). En las dos últimas áreas los estratos contienen restos vegetales pertenecientes a una flórua del Devónico conocida en otras regiones de la Tierra.

Granodiorita (Carbónico inferior?). Los afloramientos de esta roca se presentan en la parte oriental del área, en una zona alargada de dirección nordeste, situada a ambos lados del río Mendoza. Integra, junto con el granito que aflora hacia el poniente, el Stock Compuesto de Cacheuta (Rossi, 1947).

Es una roca de grano mediano a fino, de color gris verdoso oscuro, muy compacta, compuesta por plagioclasa (35-40 % de anortita), cuarzo, ortosa, biotita y augita, estos dos últimos minerales casi siempre muy alterados.

La granodiorita intruye discordantemente a las grauvacas y lutitas referidas al Devónico, que cerca del contacto se presentan parcialmente transformadas en cornubianitas. Por otra parte, la granodiorita es de mayor edad que el granito, con el que se halla en contacto intrusivo, y del que irradian diques y apófisis que la atraviesan.

Basándonos en las relaciones estratigráficas que se observan en esta área, y en consideraciones de carácter regional, correlacionamos a esta granodiorita con otras plutonitas que aparecen en la Cordillera Frontal, por ejemplo, en la Sierra del Carrizalito, poco al norte del río Diamante (véase fig. 4), de donde proviene la *muestra 2* presentada en este trabajo. Estas rocas y otras de composición similar que afloran en la Cordillera Frontal corresponderían, según Polanski (1958), a un ciclo magmático Mesovariscico ubicado en la parte media del Carbónico.

En nuestra opinión, este conjunto de rocas sería algo más antiguo y sincrónico con movimientos orogénicos que habrían tenido lugar con posterioridad a la sedimentación del Devónico, pero antes del comienzo del ciclo de sedimentación carbónico. Consecuentemente esta fase orogénico-magmática es carbónica y eovariscica.

Vulcanitas eopérmicas. Designaremos así a las riolitas “pórfiros cuarcíferos” y “queratófiros” de Stappenbeck, 1934) y a las andesitas y basandesitas (“porfiritas” y “clorófilos” del mismo autor), que constituyen extensos afloramientos en la ladera austral y occidental, respectivamente, del cerro Cacheuta.

Las riolitas forman mantos que descansan discordantemente sobre las grauvacas y lutitas referidas al Devónico, y están a su vez cubiertas, también en discordancia angular, por los estratos del Triásico.

Las basandesitas son rocas microporfídicas de color gris negruzco, macroscópicamente semejantes a basaltos, y de composición relativamente homogénea en sus diferentes afloramientos. Se hallan en contacto con las grauvacas y lutitas y también con el granito del Pérmico inferior. Filones de aplita que irradian de éste atraviesan a las basandesitas, según Truempy y Lhez (1937). Por su parte, las basandesitas subyacen a los estratos triásicos.

Estas vulcanitas de Cacheuta son semejantes por su litología a las aflorantes en otras áreas de la Precordillera, por ejemplo, en la Pampa de Canota, Uspallata y Potrerillos, y también en la Cordillera Frontal (cordones del Plata, del Portillo, etc.), donde su posición estratigráfica ha sido discutida por diferentes autores sin haberse dilucidado completamente su edad.

Así Groeber (1952), ha correlacionado a estas vulcanitas de Cacheuta, con aquellas que en los Vilos (Chile) se intercalan entre estratos marinos del Triásico medio y superior. Y como el manto de vulcanitas en la Cordillera del

Viento descansa discordantemente sobre un granito que, a su vez, intruye provocando fenómenos de contacto a estratos carbónicos (Stoll, 1950; Zollner y Amos, 1955), Groeber supone que el granito de Cacheuta es también de mayor edad que las rocas volcánicas que afloran en la misma área. Por el contrario, como ya lo señaló Stappenbeck (1917), las rocas volcánicas de Cacheuta son de mayor edad que el granito, que es intrusivo en ellas. Polanski (1958) por su parte, atribuye la mayoría de estas vulcanitas a su ciclo magmático mesovariscico o intracarbónico.

Ahora bien, la edad absoluta del granito de Cacheuta, de acuerdo con el análisis radimétrico de una muestra coleccionada por nosotros y a la cual nos referiremos con detalle más adelante, es de 269 m.a., correspondiente al Pérmico inferior en la escala de Kulp. Con esto, disponemos de una límite mínimo para la edad de las vulcanitas en dicha área.

Por otra parte, sabemos que rocas volcánicas semejantes por sus caracteres litológicos a las de Cacheuta descansan en discordancia angular sobre estratos portadores de restos de invertebrados fósiles marinos del Carbónico en la zona vecina a estancia Uspallata, poco al norte de Cacheuta, y en el alto río Tunuyán.

Hasta hace poco tiempo, los estratos marinos recién mencionados, portadores de restos de *Septosyringothyris* y otros braquiópodos fósiles, eran asignados al Carbónico inferior. Pero últimamente (Amos, 1964), se ha planteado la cuestión de si dichos estratos, en parte o en su totalidad, podrían ser equiparados con el Carbónico superior (Pennsylvaniano). Si aceptamos esta opinión, la época de formación de estas rocas volcánicas caería en el Pennsylvaniano más superior, o bien en el Pérmico más antiguo, en estrecha correspondencia con la edad que, de acuerdo con el análisis realizado, hemos asignado el granito de Cacheuta.

Consecuentemente, debemos interpretar a las vulcanitas y a dicha plutonita como aproximadamente contemporáneas en su edad geológica, y como pertenecientes a una misma fase orogénico-eruptiva. Relaciones semejantes entre plutonismo y vulcanismo no constituyen, desde luego, un caso excepcional, sino que, por el contrario, conocido también en otras regiones de la Tierra.

Granito eopérmico. Es un cuerpo intrusivo de relativamente modestas dimensiones que forma la mayor parte del Stock Compuesto de Cacheuta. Son rocas de color rosado claro a rojizo y de grano mediano a grueso; su color varía en relación al mayor o menor contenido de feldespato potásico y a la alteración de este mineral en caolinita. Las texturas varían de panalotriomórficas a hipidiomórficas, y en ciertos casos se advierten caracteres porfiroideos. Están compuestas por ortosa, cuarzo y plagioclasa, cuya composición varía de albita a oligoclasa media (8 a 22-24 % de anortita respectivamente); la biotita es en general escasa y, más aún, la hornblenda. Apatita, magnetita y, con menos frecuencia, epidoto, son componentes accesorios. Los análisis químicos muestran, según Rossi (1947), que este granito proviene de un magma normal y no de tipo alcalino, como anteriormente se había supuesto.

El contacto del granito con las grauvacas y lutitas referidas al Devónico es intrusivo y discordante, observándose la formación de cornubianitas y cambios en la coloración de la roca de caja en las proximidades de su contacto con el plutón.

Con la granodiorita el contacto es neto, con filones de aplita que se desprenden del granito y atraviesan a aquella, como se observa, por ejemplo, a la altura del km 36 del ferrocarril transandino.

Con las andesitas el contacto es también intrusivo, observándose, según los ya citados por Truempy y Lhez (1937), que filones de aplita cortan a las vulca-

nititas. Nuestras propias observaciones de campo, a lo largo del río Seco de Cacheuta, confirman estos datos referentes al carácter intrusivo del granito de Cacheuta en las vulcanitas.

Edad absoluta determinada. Se efectuó el análisis radimétrico sobre una muestra coleccionada en las proximidades de la desembocadura de la quebrada del Agua Clara en el río Mendoza, punto en el que el granito contiene biotita fresca y comparativamente más abundante que en otros lugares. Corresponde a la *muestra I* de la presente colección.

Es un granito color rosado sucio, de grano mediano a grueso (5-10 mm), macizo pero poco consistente y cruzado por numerosas fisuras. Su composición modal es: ortosa (50 %), oligoclasa (15 %), cuarzo (20 %) y biotita (15 %). Posee textura granosa alotriomórfica. Al microscopio se observan cristales anhedrales de ortosa, caolinizados y considerablemente albitizados por perfitas venosas y parches albiticos, de oligoclasa, subhedrales, con fino maclado polisintético, con frecuencia alterados en caolín y sericita, y de cuarzo granular (muy agrietados y con fuertes extinciones onduladas. Las láminas de biotita están por lo general en buen estado de conservación, salvo parcial cloritización acompañada por la segregación de óxido de hierro en los bordes o a lo largo de los planos de clivaje de algunos cristales; son fuertemente pleocroicas del pardo rojizo oscuro al amarillo verdoso claro y contienen inclusiones de circón, aunque no con frecuencia. Hay escasa cantidad de apatita y magnetita.

La determinación dio el siguiente resultado:

Muestra I:

269 ± 13,5 m.a. (Pérmico inferior)

Formaciones Potrerillos y Cacheuta. Constituyen los representantes del sistema triásico en la zona de Cacheuta. El

Grupo de las Cabras (Borrello, 1942), que incluye una Formación inferior o Fanglomerado del río Mendoza (Borrello, 1962), y la Formación Río Blanco, que integran la sucesión de estratos triásicos en la zona de Potrerillos, no

ca de su contacto con la Formación Potrerillos la andesita presenta un cambio de su coloración y pérdida de su tenacidad original.

La Formación Cacheuta, que descansa en pseudoconcordancia sobre la For-

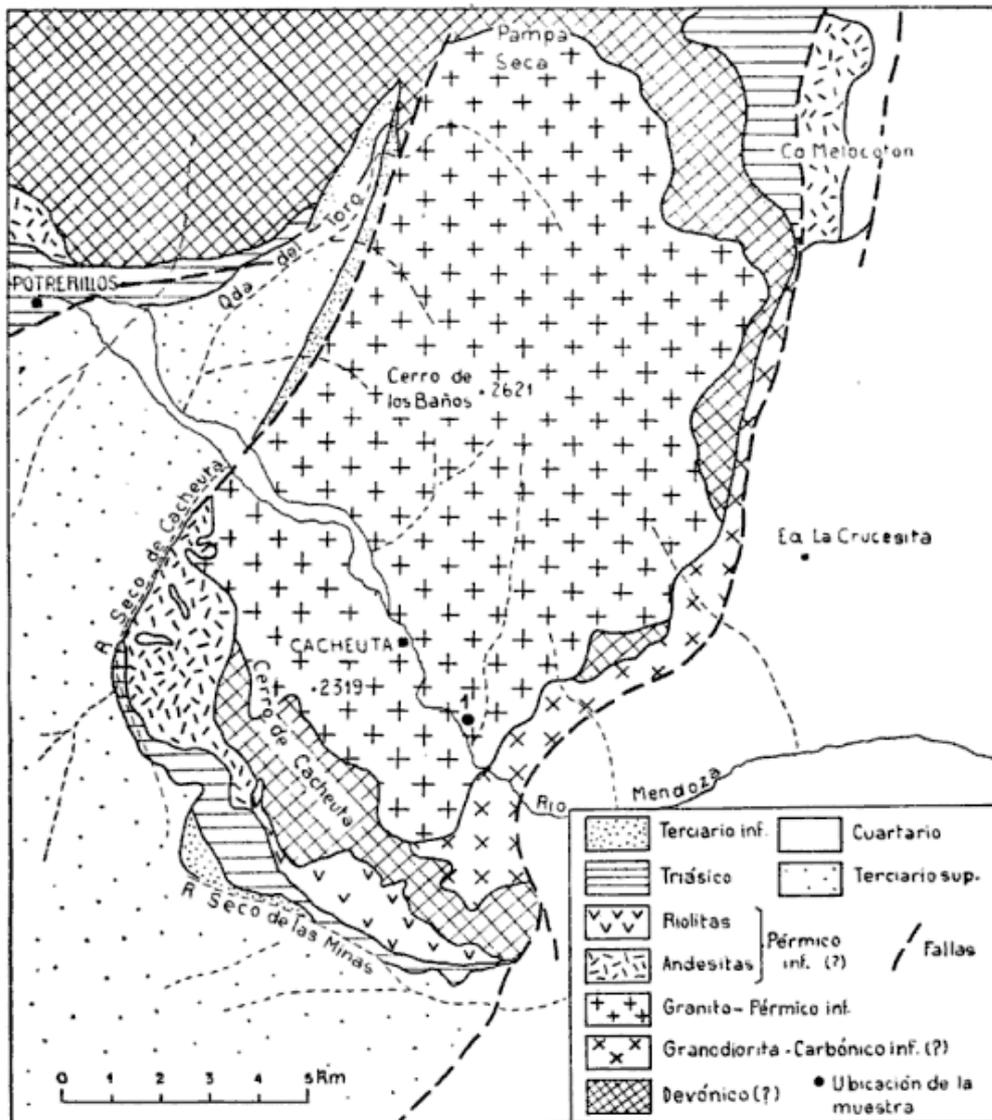


Fig. 2 .— Bosquejo geológico del área de Cacheuta, según Stappenbeck (1934) modificado, mostrando la ubicación de la muestra 1

se hallan representados en cambio en Cacheuta.

La Formación Potrerillos está compuesta por conglomerados, areniscas, tobas, lutitas y bentonitas formando bancos generalmente alternantes que descansan con discordancia de erosión sobre los mantos de riolitas y andesitas referidos al Pérmico inferior, en el extremo suroeste del cerro Cacheuta. Cer-

mación Potrerillos, presenta una composición algo similar a esta última, de la que se diferencia principalmente por una mayor participación de lutitas en su composición. Estas rocas son bituminosas, de color negruzco en la parte inferior de la Formación, y de color rojizo en la superior. Contienen abundantes concreciones que encierran coprolitos y también restos de vertebr-

dos fósiles (peces, anfibios y reptiles).

Además, las Formaciones Potrerillos y Cacheuta contienen abundantes restos vegetales pertenecientes a la llamada flora de *Dicroidium*, intercalados en diferentes niveles estratigráficos. Este material permite correlacionar a estas Formaciones con el Triásico, si bien una ubicación más exacta dentro de este período aún no ha sido posible. Abandonada la opinión de los primeros autores que correlacionaron a dichos estratos con el "Rético", los estudios realizados posteriormente tienden a ubicarlos dentro del Triásico superior y del Triásico medio (Frenguelli, 1948; Groeber, 1952; Romer, 1960; Bonaparte, 1966).

Terciario inferior (Eoceno-Oligoceno). Incluye estratos que descansan con discordancia erosiva sobre el Triásico y que anteriormente Stappenbeck (1934) había referido al Cretácico. Se subdividen, según Truenpy y Lhez (1937), en las siguientes unidades litológicas: "Conglomerados basales", "Arcillas descoloridas", "Arcillas yesíferas" y "Arcillas color ladrillo".

Terciario superior (Mioceno-Plioceno). En pseudoconcordancia sobre lo anterior descansan otros dos grupos. El primero se subdivide, según los autores anteriormente citados, en: "Conglomerado violáceo", "Areniscas entrecruzadas" y "Estratos de Mariño". En estos últimos se han hallado restos de mamíferos que indicarían el Mioceno inferior o quizá el Oligoceno superior (Groeber, 1951). El segundo grupo ha sido subdividido, por los mismos autores, en: "Tobas grises inferiores", "Estratos de La Pilona", "Tobas Grises Superiores", "Estratos Amarillos" y "Conglomerados de los Mogotes", que constituyen la parte más alta del grupo y son equiparables, por sus restos de mamíferos, con el Plioceno.

Cuartario. Está representado principalmente por depósitos conglomerádicos de acarreo aluvial, sueltos o poco consolidados, con intercalaciones de are-

na y, menos frecuentemente, de cenizas volcánicas. Forman varios niveles pedemontanos escalonados a diferentes alturas y acompañando la red de avenamiento actual.

2. CORDON DEL PLATA. CORDON DEL PORTILLO

La zona estudiada comprende las laderas surorientales del Cordón del Plata, e incluye, además, una pequeña porción de los contrafuertes del Cordón del Portillo que se levantan inmediatamente al sur del río de las Tunas, cuyo curso marca un límite arbitrario entre estos dos elementos orográficos integrantes de la Cordillera Frontal. Situada unos 30 km al oeste de la localidad de Tupungato, limita al norte con el arroyo Negro, al oeste con las cumbres del Cordón del Plata, al este con el gran cono de deyección de Tupungato, y al sur con las estribaciones del Cordón del Portillo. En el punto en que el río de las Tunas abandona la serranía, se encuentra el refugio militar coronel de la Plaza.

Estudiaron esta región Stappenbeck (1917), Polanski (1958), durante el levantamiento de las Hojas 25a, Volcán San José, y 24a y b, Cerro Tupungato, Zardini (1959), que estudió las serpentinas del río de las Tunas, y Caminos (1964, 1965), que efectuó el levantamiento geológico de las vertientes orientales del Cordón del Plata, entre el río de las Tunas y el río Mendoza.

ESTRATIGRAFÍA

Complejo Metamórfico. Producto de metamorfismo regional, está formado, al norte del río de las Tunas, por rocas de bajo grado de metamorfismo (zona de la clorita). Se trata de filitas cuarzosas compuestas por cuarzo, moscovita y clorita, rocas con esquistosidad de estratificación dominante, clivaje de fractura incipiente y desarrollo local del clivaje de transposición. Entre las

filitas se intercalan esquistos anfibólico-albítico-epidóticos, originalmente rocas hipabisales básicas (metadiabasas).

Al sur del río de las Tunas el grado de metamorfismo aumenta (zona del almandino), apareciendo micacitas formadas por cuarzo, biotita, moscovita y granate, y, en menor proporción, calizas cristalinas metacuarcitas y anfibolitas. Según Zardini (1959), un posterior fenómeno retrogresivo dio lugar al remplazo del granate por clorita, biotita, magnetita y cuarzo, y a la cloritización y decoloración de la biotita. En esta misma zona se observan también cuerpos lenticulares, concordantes, de serpentinitas compuestas, según el autor precitado, por distintas variedades de antigorita, relictos de olivina, clorita, magnetita, y ocasionalmente augita, brucita, actinolita y epidoto, un proceso de alteración hidrotermal llevó más tarde a la formación de talco. Zardini reconoció además diques mesosilícicos en los esquistos y en uno de los cuerpos serpentínicos.

El Complejo Metamórfico corresponde al antiguo Paleozoico inferior metamorfizado de Stappenbeck (1917), actualmente considerado por Polanski y otros autores de edad precámbrica, si bien no existen hasta ahora argumentos que permitan probar esta hipótesis. Hacia el sur del río las Tunas esta unidad se ensancha y, con alto grado de metamorfismo, se extiende por las vertientes del Cordón del Portillo. Hacia el norte, el Complejo Metamórfico se va acuñando por las laderas del Cordón del Plata, cruza el río Mendoza, y se ensancha nuevamente en la Precordillera, constituyendo los Conjuntos de Farellones y Bonilla, donde el proceso metamórfico ha sido esencialmente dinámico.

Edades absolutas determinadas. Con el objeto de conocer la fecha de consumación del metamorfismo regional, y con esto obtener una edad mínima del Complejo Metamórfico, hemos extraído y hecho analizar biotita de los es-

quistos que afloran en las márgenes del río de las Tunas.

La *muestra 3*, coleccionada a unos 1.200 m al sur del refugio militar Coronel de la Plaza, es una micacita de estructura foliada (bandas micáceas y cuarzosas alternantes), cuyo plano principal de esquistosidad está cortado por dos distintos planos de corrugamiento y deformado, además, por un microplegamiento plástico muy apretado, con longitudes de onda del orden del centímetro, rasgo bastante frecuente en este tipo de rocas. Presenta también abundante inyección de cuarzo silicotermal. Se observa al microscopio que la biotita, su principal componente después del cuarzo, se encuentra totalmente cloritizada y/o decolorada, con abundante segregación de óxido de hierro que impregna a los folias micáceas. No obstante esta circunstancia, no disponiendo en aquel momento de mejor material, esta biotita fue enviada para su análisis, arrojando este resultado:

Muestra 3:

363 ± 18 m.a. (Devónico inferior)

Otra micacita, *muestra 7*, fue coleccionada posteriormente a unos 4.000 m al suroeste del mismo refugio militar. Es una roca de características similares a la anterior, excepto que no presenta microplegamiento y la biotita que contiene se encuentra en buen estado de conservación. El análisis radimétrico de este mineral dio:

Muestra 7:

251 ± 12,5 m.a. (Pérmico medio)

Una tercera muestra de biotita fue extraída de una micacita coleccionada en las márgenes del arroyo Barraquero, aguas abajos de las minas de talco, punto situado unos 15 km al sur-sudeste de la boca del río de las Tunas que cae fuera del área bosquejada en la figura 3. Aquí, la litología del Complejo Metamórfico es similar a la de la zona del río de las Tunas. Se trata de una mica-

cita foliada y microplegada, *muestra 5*, que contiene biotita en muy buen estado de conservación. El resultado de su análisis radimétrico es el siguiente:

Muestra 5:

263 ± 13 m.a. (Pérmico medio)

Pretender relacionar estos resultados —especialmente los de las muestras 7 y 5— con la fecha del metamorfismo regional del Complejo Metamórfico, cae obviamente fuera de toda lógica, dado que sobre esta unidad yacen en discordancia angular Formaciones de edad carbónica no metamorfizadas regionalmente.

Sabiendo, empero, que la edad que registra el método potasio-argón corresponde a la del último calentamiento sufrido por la roca, es razonable atribuir a éstas excesivamente jóvenes, edades radimétricas a la influencia térmica de los cuerpos ígneos emplazados en esta región durante el Paleozoico medio y superior, cuyos efectos de contacto, comprobados en Formaciones carbónicas del Cordón del Portillo y del Cordón del Plata, han sido observados también en el Complejo Metamórfico (Caminos, 1965). Así, podemos ver en los pequeños cuerpos tonalíticos y graníticos que intruyen a las micacitas en el sector del Complejo Metamórfico comprendido entre el río de las Tunas y el arroyo Barraquero, a los responsables de la relación Ar^{40}/K^{40} revelada por los análisis radimétrico.

Más adelante nos referiremos con más detalle a este fenómeno, que nos permite atribuir la relación isotópica de la biotita de la *muestra 3* al efecto de una fase magmática neodevónica, y correlacionar a las *muestras 7 y 5* con el magmatismo permo-triásico.

Formación Loma de los Morteritos (Polanski, 1958). Aflora en el ángulo nordeste de la zona tratada, con 1.200 metros de arcosas, ortocuarcitas, lutitas, limolitas y conglomerados, sedimentos de colores claros, marinos, propios de

un ambiente de plataforma móvil. Su base no es visible; su techo es el Conglomerado del Río Blanco y las vulcanitas pérmicas, que la cubren en discordancia angular. La Formación se prolonga hacia el norte, hasta acuñarse tectónicamente en las márgenes australes del río Mendoza.

Polanski (1958), asigna a la Formación Loma de los Morteritos edad carbónica inferior. Caminos (1965), señala la posibilidad de correlacionarla con estratos carbónicos litológicamente similares que, siguiendo las líneas tectónicas, reaparecen más allá del río Mendoza, en la Sierra de Uspallata, se trata de las Series de Tramojo y Jarillal, donde Dessanti y Rossi (1950) y Rodríguez (1956) hallaron asociaciones de fósiles pertenecientes, según Amos (1964), al Carbónico “medio” y superior. Esta idea parece confirmada por el reciente descubrimiento de Aparicio (1966), quien ha encontrado inmediatamente al norte del río Mendoza, en Agua de las Cortaderas, fósiles típicos de la “Zona de *Cancrinella*” (Amos y Rolleri, 1965), indicadora, según estos autores, de edad Carbónica superior.

Formación El Plata (Caminos, 1965). Ocupa la parte noroccidental de la zona considerada, es decir las cumbres del Cordón del Plata y, más al suroeste, también las del Cordón de Santa Clara. Se apoya en discordancia angular sobre el Complejo Metamórfico, según un plano que inclina 65° al poniente. Su techo no es visible en el Cordón del Plata, pero en el Cordón de Santa Clara se la observa parcialmente cubierta por vulcanitas equiparables a las del Cordón del Plata. Está compuesta por sedimentos marinos de ambiente miogeosinclinal, constituidos principalmente por subgrauvacas color gris negruzco que alternan con limolitas y lutitas negras —rocas que contrastan marcadamente con las de la Formación Loma de los Morteritos—, alcanzando un espesor del orden de los 7.000 metros.

Ciertos niveles de la sucesión están afectados por metamorfismo dinámico: las subgrauvacas adquieren estructura esquistosa ("semiesquistos"), aparece un microplegamiento apretado e incluso se insinúa clivaje de fractura. A su vez, los plutones tonalíticos y graníticos que intruyen a la Formación producen aureolas de metamorfismo de contacto compuestas por cornubianitas de cuarzo, biotita y moscovita y esquistos moteados con porfiroblastos de andalucita y cordierita. Se comprueba con frecuencia que a los efectos dinámicos mencionados se superponen los térmicos, dando rocas de carácter intermedio entre esquisto y cornubianita (polimetamorfismo).

Polanski atribuye actualmente a esta Formación una edad carbónica inferior. Caminos (1964, 1965), que considera a la Formación El Plata equivalente distal de la Formación Loma de los Morteritos (ambas unidades se habrían depositado en distintos ambientes dentro de una misma cuenca), indica que es correlacionable litológicamente con la Formación Alto Río Tunuyán, unidad que aflora, siguiendo hacia el sur el rumbo de las estructuras, en la continuación austral de los Cordones del Plata y Santa Clara, es decir, en el Cordón del Portillo, donde Fidalgo (1957) halló fósiles de edad carbónica superior.

Asociación Volcánica Eopérmica. Descansa en discordancia angular sobre el Complejo Metamórfico y la Formación de los Morteritos, interponiéndose a lo largo del plano de discordancia un delgado conglomerado brechoso denominado Conglomerado del Río Blanco (Caminos, 1965). En la zona del portezuelo de Santa Clara, situada en el cordón homónimo, se observa que esta unidad descansa también sobre la Formación El Plata.

En la zona de referencia la Asociación Volcánica Eopérmica es una sucesión de tobas y brechas volcánicas estratificadas, de composición andesítico-

dacítica, generalmente muy alteradas, inyectadas por diques y filones capas de composición riolítica.

Sobre la posición estratigráfica de estas rocas puede decirse lo mismo que para las del cerro Cacheuta. Corresponden a las "porfiritas" y "pórfiros" que Stappenbeck asignó al Pérmico inferior, correlacionados más tarde por Groeber con el Choiyolitense (Triásico superior), y considerados por Polanski como representantes de su vulcanismo mesovarísico, que ubica en la parte media del Carbónico. Caminos (1965), observando que los estratos carbónicos que subyacen a las vulcanitas deben ser con más probabilidad de edad carbónica superior, y que son intruídas por los plutones graníticos, se inclina a colocarlas en el Pérmico.

Plutonitas del Cordón del Plata. Se trata de un conjunto de cuerpos diquefomes gábricos, concordantes, y de una serie de stocks tonalítico-granodioríticos y graníticos, discordantes, de contactos sumamente netos, probablemente cúpulas de una intrusión batolítica más profunda, que afloran a lo largo de toda la vertiente oriental del Cordón del Plata. Los gabros se alojan en la Formación El Plata; las tonalitas-granodioritas intruyen al Complejo Metamórfico, a la Formación El Plata y a los gabros; los granitos intruyen a la Formación El Plata, a los gabros, a las tonalitas-granodioritas, y a la cubierta de vulcanitas (Caminos, 1964).

Las rocas graníticas de la Cordillera Frontal y de la Precordillera, sin diferenciar, fueron asignadas por Stappenbeck al Triásico, y más tarde divididas por Polanski (1958) en dos Asociaciones, a las que llamó mesovarísica y tardíoovarísica, ubicándolas en la parte media del Carbónico y en la inferior del Pérmico respectivamente. Según este autor, en el Cordón del Plata los cuerpos tonalítico-granodioríticos señalarían el plutonismo mesovarísico, y los graníticos el tardíoovarísico. Caminos (1964, 1965), incluye a los dos tipos rocosos en

un sola Asociación, a la que llama simplemente Variscica y, dado que los plutones intruyen, tanto los tonalíticos como los graníticos, a la Formación El Plata, a la que correlaciona con unidades de edad carbónica superior, y también a las vulcanitas que considera pérmicas, ubica a estas intrusiones en la parte alta del Pérmico, señalando la posibilidad de que los granitos lleguen incluso hasta el Triásico.

Edades absolutas determinadas. En la zona de referencia las tonalitas-granodioritas están representadas por el *Stock de la quebrada de Guevara*, plutón que intruye a la Formación El Plata hacia el norte y oeste, mientras su borde sur penetra en el Complejo Metamórfico. Son rocas color gris blanquecino, homogéneas, macizas, ricas en minerales félicos, de aspecto fresco, que contienen numerosos xenolitos redondeados básicos y mesosilíceos.

La biotita analizada proviene de la *muestra 6*, tonalita biotítico-hornblendífera extraída sobre el contacto occidental del cuerpo, directamente al oeste del cerro cota 3.512 m, y de la *muestra 8*, roca petrográficamente similar, coleccionada en el ángulo suroccidental del mismo plutón. Son tonalitas de grano mediano y uniforme, formadas por cristales blanquecinos de feldespato y granos de cuarzo vítreo, que encierran numerosas laminillas de biotita y prismas de anfíbol. Su composición modal es: plagioclasa (46,6 %), cuarzo (24,4 %), feldespato potásico (5,9 %), biotita (15,1 %), hornblenda (6,0 %). La textura, observada al microscopio, es granosa hipidiomórfica, compuesta por cristales euhedrales de andesina media, frecuentemente zonales, con núcleos de andesina básica y márgenes de oligoandesina, maclado completo y nítido, y escasa alteración; el exiguo feldespato potásico es intersticial; el cuarzo, granular, no posee extinciones onduladas. La biotita es subhedral, de cristalización posterior a la plagioclasa, fuertemente coloreada, con pleocroísmo su-

ave del pardo rojizo al castaño amarillento; ocasionalmente, se altera en bandas cloríticas paralelas al clivaje; contiene inclusiones de circón, sin halos pleocroicos. La hornblenda es euhedral, fresca, muy coloreada, con pleocroísmo suave. Se observan cristales anhedrales de titanita.

Los resultados de la biotita extraída de estas muestras son los siguientes:

Muestra 6:

202 ± 10 m.a. (Triásico medio)

Muestra 8:

231 ± 11,5 m.a. (Lím. Permo-Triásico)

Los granitos, por su parte, están representados en esta zona por el *Stock de la Cuchilla de las Minas*, cuerpo emplazado íntegramente en la Formación El Plata, que aflora en las laderas de las quebradas de las Mulass, Casas y Guevara. Son rocas de color rosado claro, ocasionalmente rojo salmón, de grano mediano a grueso, poco coherentes a pesar del buen estado de conservación de sus componentes, y por lo general pobres en mica (la mayoría pueden ser clasificados como leucogranitos).

La *muestra 9*, seleccionada por su comparativamente mayor contenido de biotita, proviene de la parte central del stock. Su composición modal es: feldespato potásico (42 %), cuarzo (32 %), plagioclasa (18 %), biotita (8 %). La textura es granosa panalotriomórfica, observándose al microscopio cristales de feldespato potásico pertítico, anhedrales, ligeramente enturbiados por caolinita, plagioclasa subhedral, límpida, con maclado perfecto, cuarzo anhedral, con extinciones onduladas muy suaves, y biotita fresca, color pardo rojizo a castaño verdoso, que contiene inclusiones de circón sin halos pleocroicos.

El análisis radimétrico dio este resultado:

Muestra 9:

204 ± 10 m.a. (Triásico medio)

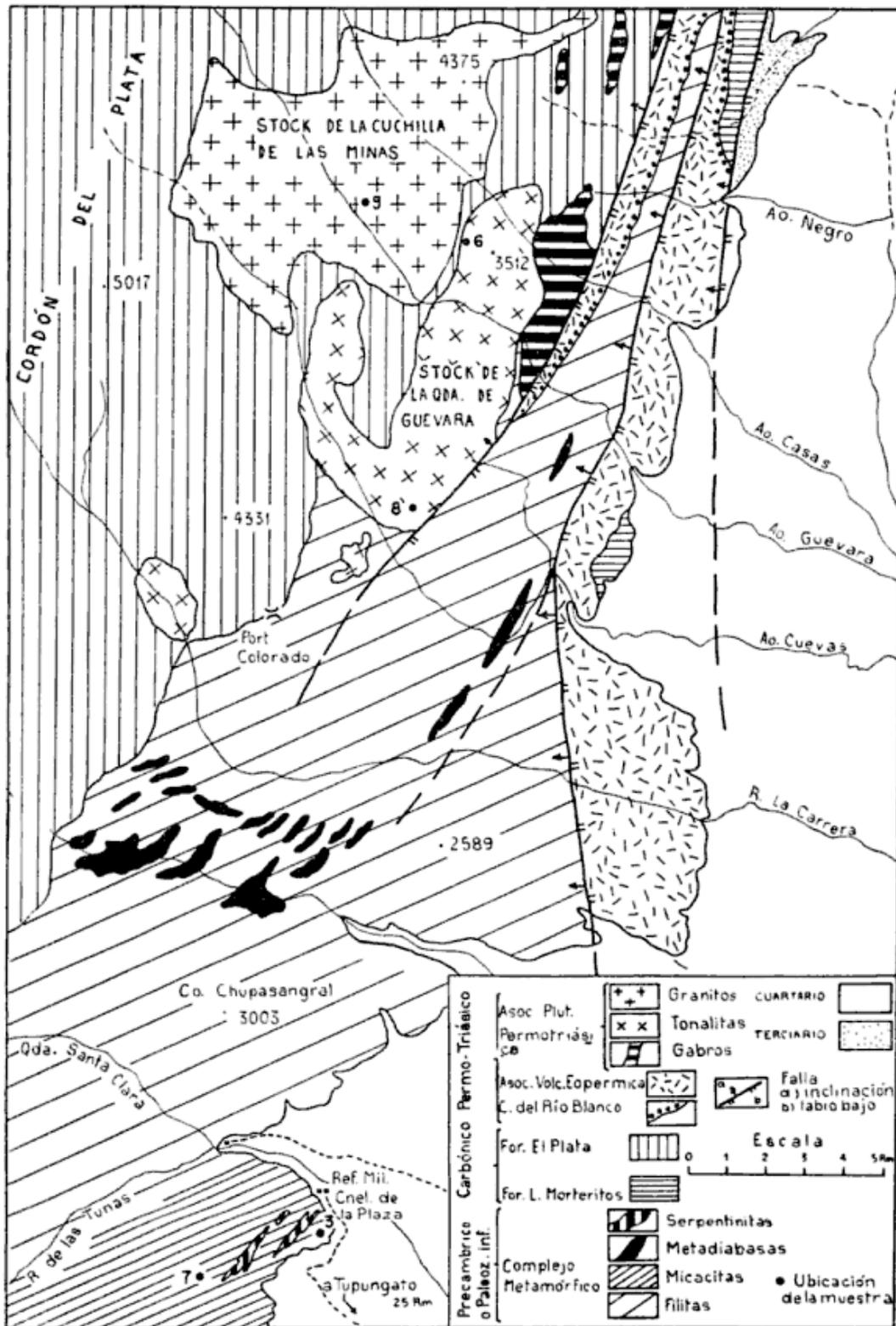


Fig. 3. — Geología del sector austral del Cordón del Plata, según Caminos (1965) simplificado, indicando la procedencia de las muestras 3, 6, 7, 8 y 9

Obsérvese que de acuerdo con lo comprobado en el campo, las tonalitas preceden a los granitos, tal como lo confirma la comparación de los resultados de las *muestras 8 y 9*. Sin embargo, el cotejo de las *muestras 6 y 9* indicaría que son rocas exactamente sincrónicas. Esta circunstancia puede explicarse sabiendo que la *muestra 6* proviene del borde del plutón tonalítico, situado a pocos metros del borde del cuerpo granítico, distancia suficiente como para que el efecto térmico del granito modifique la relación isotópica de las micas de la tonalita emplazada previamente, produciendo una discordancia entre las edades radimétricas de dos rocas — *muestras 6 y 8* — pertenecientes a un mismo cuerpo intrusivo. En cuanto a la pequeña diferencia de 2 m.a. a favor de una mayor juventud de la tonalita, *muestra 6*, sobre el granito, *muestra 9*, cabe holgadamente dentro de los límites de error del método.

Debe notarse, por otra parte, que la edad radimétrica de estas rocas, especialmente la del granito, resulta excesivamente joven para la opinión de la mayoría de los geólogos que han trabajado en estas regiones. Una de las excepciones es Stappenbeck, que les asignó edad triásica. Es actualmente tema de discusión y conjeturas si el período Triásico puede o no caracterizarse por fenómenos plutónicos de tal categoría.

Ahora bien, a la luz de los resultados radiométricos aquí presentados, y descartando la posibilidad de un error notable durante el proceso analítico, puede admitirse la idea de actividad magmática dentro de este período, idea que estaría apoyada por los resultados obtenidos en granitos del cerro Chihuido (Chihuiu), situado aproximadamente a 20 km al Sur del pueblo de Malargüe, Mendoza. Este granito, según el resultado de los análisis efectuados por el método rubidio-estroncio en muestras obtenidas por geólogos de la Compañía Shell Argentina de Petróleo S. A., ha revelado una edad de 203 m.a. (co-

municación personal del doctor H. Schaub).

Con respecto a las dudas expresadas sobre la presencia de actividad volcánica y plutónica durante el Triásico (Polanski, 1966) querríamos recordar que son bien conocidas las intercalaciones de mantos y tobas de riolitas (“pórfidos cuarcíferos”) y basaltos (“meláfiro”) en los estratos del Triásico en la Sierra de Uspallata (Harrington, 1941).

Agreguemos, además, que mantos de riolitas y basaltos se intercalan profusamente entre los estratos del Grupo Santa Clara (Harrington, 1953). Sobre la posición estratigráfica de dicho Grupo cabe aclarar lo siguiente: primeramente había sido correlacionado con el Triásico medio, sobre la base de peces fósiles coleccionados por Bracaccini (1946) y clasificados por Borda (1944). Posteriormente Frenguelli (1946), según restos fósiles coleccionados por Nessonssi (1945), creyó poder identificar en ellos elementos pertenecientes a una flórula pérmica, aunque reconociendo que el material utilizado era insuficiente y precariamente conservado para formular un juicio definitivo. En vista del carácter de los restos vegetales, conviene considerar datos obtenidos por el levantamiento de la Hoja 22c, Ramblón (Harrington, 1953), que demuestran que el Grupo Santa Clara empalma lateralmente, a través de una sucesión de afloramientos prácticamente continuos, con la Formación Sierra de las Higueras, que anteriormente, basándonos sobre argumentos geológicos habíamos referido al Triásico (Dessanti, 1942). Esta atribución ha recibido confirmación posterior a raíz del hallazgo de *Chirotherium higuereense* Rusconi (Peabody, 1955; Stipanovic, 1957).

Por la anterior se llega a la conclusión de que el Grupo de Santa Clara no pertenece al Pérmico, sino al más antiguo Triásico, ocupando una posición estratigráfica inferior respecto a

las Formaciones Potrerillos-Cacheuta, presentes en la misma área, aunque no observadas directamente en contacto. Probablemente, entre el Grupo Santa Clara-Higueras y las Formaciones Potrerillos-Cacheuta medie una discordancia comparable con la señalada en la zona Lunlunta-Barrancas-Carrizal entre los Estratos del Carrizal y los Estratos de Potrerillos (Braccini, 1945). Consecuentemente, el Grupo Santa Clara-Higueras, por su posición estratigráfica, resulta equiparable con el Grupo Cabras de la zona de Potrerillos y equivalente con el más antiguo Triásico (Cf. Bonaparte, 1966).

3. CORDON DEL CARRIZALITO

La zona de referencia se sitúa en el extremo Sur del Cordón del Carrizalito, Cordillera Frontal, precisamente donde el río Diamante y las cabeceras de sus pequeños afluentes, los arroyos Hondo, Tábano y Carrizalito, cortan el flanco sur-oriental de la sierra del Carrizalito. Siguiendo el pie de la serranía corre la ruta nacional n° 40.

Los datos geológicos han sido extraídos de Volkheimer (1966), quien estudió esta región con motivo del levantamiento de la Hoja 27b, Cerro Sosneado, y dio el nombre de las Formaciones que citaremos a continuación.

ESTRATIGRAFÍA

Formación Las Lagunitas. Comprende las rocas más antiguas de la zona tratada. Es un conjunto plegado, de aproximadamente 2.000 m de espesor, cuya base no aflora, compuesto por una sucesión monótona de lutitas, areniscas cuarcíferas, grauvacas y escasas intercalaciones de conglomerados finos, color gris a gris verdoso, con abundantes venas de cuarzo lechoso. En las zonas de contacto con la tonalita del Carrizalito aparecen esquistos moteados formados por cuarzo, biotita y porfiroblastos de andalucita, generalmente reemplazados por moscovita.

Esta unidad no ha proporcionado fósiles. Volkheimer señala la posibilidad de correlacionarla con la parte no metamórfica del Grupo de la Horqueta, descrito por Dessanti (1956) en la vecina Hoja 27c, Cerro Diamante, que aflora, entre otros lugares, en el valle del río Atuel, a pocos kilómetros aguas abajo de la central hidroeléctrica N° 1 (El Nihuil), con lutitas y grauvacas plegadas idénticas litológicamente a las de la Formación Las Lagunitas. Otros estratos eventualmente comparables, indica este autor, afloran en la zona del Cerro Ponón Trehue, Hoja 28d, Soitúé, donde Núñez (1962) halló en calizas color azulado, intercaladas en lutitas y areniscas, fósiles de edad ordovícica.

Tonalita del Carrizalito. Constituye un plutón de medianas dimensiones, formas irregulares y contactos netos, emplazado en la Formación Las Lagunitas. Este cuerpo está a su vez intruído por el Granito Rojo, y es cubierto en discordancia de erosión por la Asociación Volcánica de la Totorá, unidas a las que nos referiremos más adelante.

El afloramiento es litológicamente homogéneo, presentando una roca de grano mediano, maciza, de aspecto fresco, formada por cristales blanquecinos de feldespato, cuarzo en menor cantidad y abundantes laminillas de biotita negro pardusca uniformemente distribuidas.

Edad absoluta determinada. La muestra 2, analizada radimétricamente, fue coleccionada a unos 200 m del contacto oriental del cuerpo, en las cabeceras del arroyo Tábano. Hemos observado que en este lugar, y siguiendo los bordes de contacto, se comprueba cierta lineación de los cristales de feldespato y un paralelismo bastante acentuado de las láminas de biotita, con lo que la roca adquiere estructura foliada. Este rasgo es atribuible al efecto de presiones y movimientos diferenciales marginales que tienen lugar durante el proceso intrusivo magmático.

Estudiada al microscopio, la muestra revela textura granosa hipidiomórfica algo modificada mecánicamente por las presiones de intrusión mencionadas (protoclasis). Su composición modal es la siguiente: plagioclasa (50 %), cuarzo (25 %), biotita (23 %), microlino (3 %). Los cristales de plagioclasa (oligoandesina) son eu o sub-

mineral se encuentra excepcionalmente fresco, posee fuerte pleocroísmo del castaño rojizo al amarillo pálido y, sólo en algunos individuos aislados, se advierte una ligera cloritización; contiene inclusiones de circón rodeadas por halos pleocroicos.

El análisis isotópico dio este resultado:

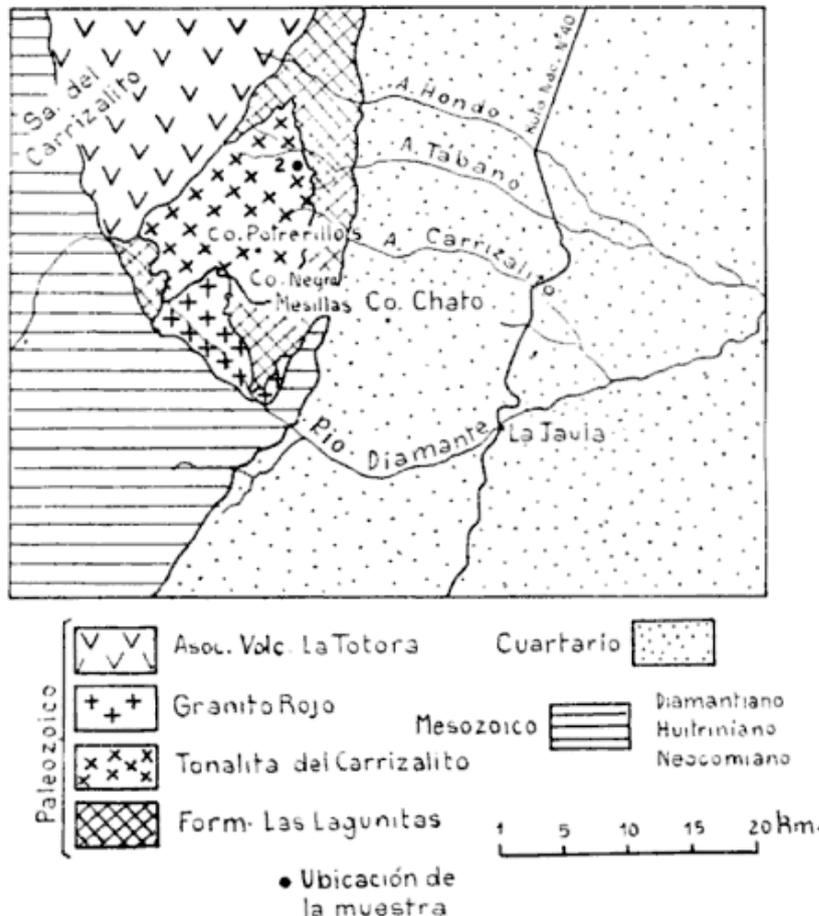


Fig. 4. -- Bosquejo geológico del extremo austral del Cordón del Carrizalito (según Volkheimer 1966), indicando la ubicación de la muestra 2

hedrales, tabulares, con zonalidad ausente o muy suave, bien maclados, inalterados; el escaso microclino es intersticial y presenta su típico maclado bastante deformado. Los granos de cuarzo, fracturados y granulados, son los más afectados por la protoclasis, siendo notables algunos planos de deslizamiento intergranular donde se han originado texturas de mortero. Los cristales de biotita muestran solamente flexiones y/o quebraduras y a veces sus planos de clivaje algo separados; este

Muestra 2:

334 ± 16,5 m.a. (Carbónico inferior)

Este dato nos permite asimilar la Tonalita del Carrizalito a un plutonismo eocarbónico, que tuvo lugar previamente a la deposición de los estratos del ciclo sedimentario carbónico, en cuyos niveles basales se encuentran rodados de rocas de la serie tonalita-granito, como se comprueba en las Formaciones carbónicas Alto Río Tunuyán, El Plata, y en el Grupo del Imperial.

Como dejamos dicho al ocuparnos del área de Cacheuta, la granodiorita que allí aflora intruída por el granito, podría quizá incluirse en este mismo episodio plutónico.

La edad radimétrica de la Tonalita del Carrizalito y su posición estratigráfica inferior a la de la Asociación Volcánica de la Totorá, que la cubre discordantemente, permiten además separarla netamente del grupo de plutonitas aflorantes en Cacheuta (granito) y en el Cordón del Plata (tonalitas-granitos), que intruyen a Formaciones carbónicas y a los mantos volcánicos pérmicos, y cuyas edades radimétricas, que presentamos también en este trabajo, hemos visto que resultan sensiblemente menores (permo-triásicas).

Granito rojo. Forma un pequeño plutón que aflora en las paredes del cañadón del río Diamante. Es un roca de grano mediano y uniforme, formada por feldespato potásico rosado, abundante cuarzo de brillo hialino y biotita verde negruzca en cantidad moderada; es compacta y de aspecto fresco.

El Granito Rojo intruye a la Formación Las Lagunitas y a la Tonalita del Carrizalito, y está cubierto por el conglomerado basal del Neocomiano. No está en contacto con la Asociación Volcánica de la Totorá, por lo tanto, siendo indeterminable su relación de campo con esta unidad, y careciendo de datos radimétricos del granito, no es posible precisar si esta roca corresponde al plutonismo eocarbónico o al permo-triásico.

Asociación Volcánica de la Totorá. Es una extensa y potente cubierta de vulcanitas que yace sobre la Formación Las Lagunitas y la Tonalita del Carrizalito, y está cubierta a su vez por el conglomerado del Neocomiano y los depósitos glaciarios del Pleistoceno. Está compuesta por mantos riolíticos y andesíticos de color rojo a morado y estructura frecuentemente brechosa. En la base de la sucesión, y también algo

más arriba, suelen intercalarse conglomerados brechosos en los que predominan guijas de la Formación Las Lagunitas.

Esta unidad es correlacionable con los mantos de vulcanitas que hacia el norte, y también hacia el este (véase el resultado de la *muestra 4*, de la zona de El Nihuil), descansan sobre estratos de edad carbónica (Grupo del Imperial) y pérmica (Formación Cochicó), marcando la iniciación del vulcanismo permotriásico.

Neocomiano. Yace en pronunciada discordancia angular sobre las cuatro Formaciones precitadas, que proveen material para los conglomerados de base de los bancos mesozoicos. Sobre los depósitos de base siguen areniscas calcáreas, en parte conglomerádicas, y calizas gris blanquecinas y grisáceas, cuya edad está documentada por abundante material fósil.

4. EL NIHUIL

La zona aquí descripta abarca el cañón del río Atuel desde el dique El Nihuil hasta las Lomas Negras, situadas frente a la desembocadura del arroyo Aisol, a una distancia de aproximadamente 10 km aguas abajo y en dirección nordeste.

Esta área fue estudiada por Wichmann (1928), Stappenbeck (1934) y Dessanti (1945, 1946 y 1956).

ESTRATIGRAFÍA

Grupo Horqueta (Paleozoico inferior a medio ?). Aflora en el río Atuel en las proximidades de la desembocadura del arroyo Aisol y en las Lomas Negras, a unos tres kilómetros del lugar últimamente mencionado.

Está constituido por una sucesión alternante de grauvacas y lutitas sericíticas fuertemente dislocadas, deformadas por plegamiento plástico y atrave-

sadas por venas de sílice cristalizada y/o amorfa.

Las rocas mencionadas se identifican por sus caracteres litológicos con las aflorantes en el cerro Bola y en otros lugares de la vertiente oriental de las sierras de San Rafael, y que anteriormente han sido descritas con el nombre de "serie de la Horqueta" (Dessanti, 1956). Sustituimos el nombre impropio de "serie" por el de Grupo, pero mantenemos el concepto original bajo el cual se agruparon sedimentitas poco o nada metamórficas, tales como lutitas sericíticas y grauvacas, conjuntamente con esquistos cuarzo micáceos, cuarcitas y filitas, aflorantes en otros lugares de la misma región, y que consideramos producto de débil metamorfismo regional sobre rocas pertenecientes a un mismo ciclo de sedimentación.

La edad de este Grupo no es conocida con seguridad en las sierras de San Rafael, al igual de otras áreas de la Cordillera y Precordillera, donde se presentan rocas semejantes o idénticas a las aquí consideradas ("Complejo Metamórfico" de Polanski, 1964; "Conjuntos de Farellones y Bonilla" de Keidel, 1939; "Complejo Pretilítico de Zölner, 1950). Las opiniones de los geólogos están divididas respecto a la edad de dichas rocas "azoicas" y, en parte, leptometamórficas. Así, mientras unos autores pretenden correlacionarlas con el Precámbrico, otros, en cambio, las consideramos una facies geosinclinal del eo y mesopaleozoico precordillerano. Esta última edad ha quedado demostrada por el hallazgo de fósiles en las grauvacas y filitas con concreciones calcáreas de la zona del arroyo Horqueta, realizado recientemente por geólogos de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (comunicación personal de los doctores P. Criado y E. Roller).

Grupo del Imperial (Carbónico). En la composición de este Grupo participan: areniscas cuarzosas (ortocuarzitas) de grano mediano a grueso, en parte hematíticas, de color gris amarillen-

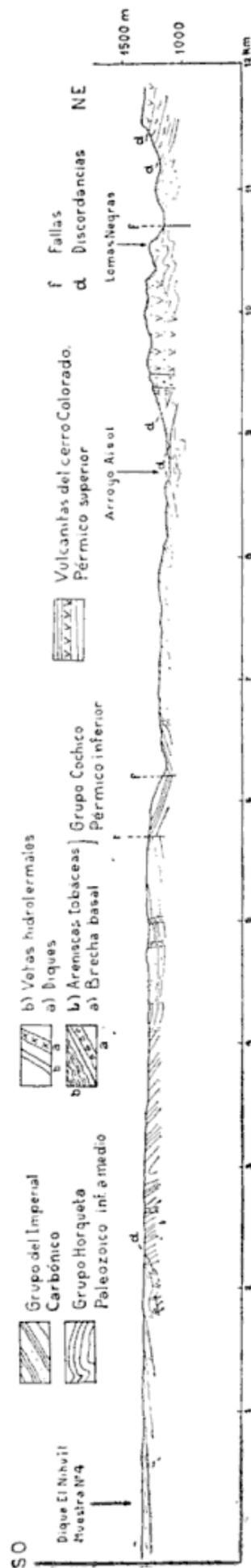


Fig. 5. — Perfil geológico del río Atuel, aguas abajo del salto El Nihuil (según Dessanti, 1946), indicando la procedencia de la muestra 4

to hasta violado, en parte con estratificación entrecruzada; areniscas micáceas de grano grueso a fino, de color verde oscuro, físis y con ondulitas; fangolitas gris verde oscuras; y lutitas gris oscuras, algo carbonosas y con restos vegetales mal conservados. Dichas sedimentitas alternan entre sí, pero en proporciones variables en sus diferentes afloramientos.

Estos estratos descansan con neta discordancia angular sobre el Grupo Horqueta en el río Atuel, cerca de la desembocadura del arroyo Aisol; y están cubiertos por el Grupo Cochicó (Pérmico inferior), también en discordancia angular bien marcada en el río Atuel, la distancia de unos tres kilómetros agua abajo del dique El Nihuil, y también en las Lomas Negras, frente a Calchigua.

Los bancos se presentan menos dislocados y plegados en comparación con los del Grupo Horqueta, manteniendo en general y con ligeras variaciones su rumbo sobre largos trechos. Únicamente en un lugar situado a tres o cuatro kilómetros aguas abajo de El Nihuil aparecen plegados describiendo un par de anticlinales de corto radio de curvatura y volcados hacia el sudoeste. En el ala oriental los estratos tienen rumbo Norte 30° Oeste e inclinación de 30° al Noreste.

Se identifican por sus caracteres litológicos con los descriptos anteriormente bajo el nombre de "sistema" o "serie" del Imperial (Dessanti, 1945 y 1956), que ahora sustituimos por el de Grupo. En su localidad tipo, los estratos inferiores del Grupo han suministrado restos de braquiópodos y otros invertebrados marinos, que han permitido su correlación con el Carbónico (Dessanti, 1945 y 1956; Leanza, 1945; Amos, 1964).

Grupo Cochicó (Pérmico inferior). Está compuesto por: *a*) brecha basal, y *b*) areniscas y aglomerados tobáceos.

a) La brecha está formada por clastos angulosos de areniscas procedentes principalmente del Grupo del Imperial, y en menor proporción por grauvacas y lutitas idénticas a las que integran el Grupo Horqueta.

Algunos clastos alcanzan el tamaño de bloques de hasta un metro cúbico. La matriz es arenosa y de color castaño rojizo. La potencia de este miembro basal es de 10 a 20 m. Únicamente se presenta en el río Atuel, a unos tres kilómetros aguas abajo de El Nihuil, donde descansa con discordancia de un ángulo de casi 90° sobre los estratos del Carbónico, y subyace a las areniscas tobáceas, depositadas a continuación y en aparente concordancia. Dicho miembro basal no se presenta, en cambio, en las Lomas Negras, donde las areniscas tobáceas que forman el techo de la brecha en las proximidades de El Nihuil descansan discordantemente y directamente sobre los estratos del Carbónico.

La brecha del El Nihuil es un depósito que muestra corto transporte por acción de la gravedad, acumulado en superficies de fuerte gradiente y cerca del área de denudación de donde provienen los materiales que la componen. La discordancia angular en su base señala la presencia de intensos movimientos orogénicos que han dislocado los bancos carbónicos provocando el ascenso sobre el nivel del mar y determinando un paisaje de relieve juvenil. Estos movimientos corresponden a una fase orogénica de los movimientos variscos.

b) Las areniscas y aglomerados tobáceos son rocas sin estratificación compuestas por granos de cuarzo, plagioclasa y biotita, de hasta más de un milímetro de longitud, que conservan sus formas cristalinas y han sido poco o nada desgastados por el medio que los ha transportado. Además, contienen algunos clastos angulosos de hasta varios

CUADRO DE RESULTADOS ANALITICOS

Muestra N°	Mineral	Roca	Procedencia	Provincia Geológica	Coleccionista	Analista	Ar ⁴⁰ /K ⁴⁰	Edad isotópica	Edad Geológica (Kulp, 1961)
1	Biotita	Granito	Cerro Cacheuta	Precordillera	Dessanti-Caminos	Thomas, Marvin, Elmore, Smith.	0,0169	269 ± 13,5 m. a	Pérmico inferior
2	Biotita	Tonalita	Cordón del Carrizalito	Cordillera Frontal	»	»	0,0214	334 ± 16,5 m. a	Carbónico inferior
3	Biotita	Micacita	Río de Las Tunas	Cordillera Frontal	»	»	0,0234	363 ± 18 m. a	Devónico superior
4	Biotita	Toba	El Nihuil	Sierras de San Rafael	»	»	0,0174	276 ± 13 m. a	Pérmico inferior
5	Biotita	Micacita	Arroyo Barraquero	Cordillera Frontal	Caminos	Ferraro	0,0165	263 ± 13 m. a	Pérmico medio
6	Biotita	Tonalita	Cerro Arenal Córdoba del Plata	Cordillera Frontal	»	»	0,0136	202 ± 10 m. a	Triásico medio
7	Biotita	Micacita	Río de las Tunas	Cordillera Frontal	»	»	0,0157	251 ± 12,5 m. a	Pérmico medio
8	Biotita	Tonalita	Port. de las Minas, Córdoba del Plata	Cordillera Frontal	»	»	0,0143	231 ± 11,5 m. a	Pérmico-Triásico
9	Biotita	Granito	Qda. de Guavara, Córdoba del Plata	Cordillera Frontal	»	»	0,0125	204 ± 10 m. a	Triásico medio

centímetros de diámetro, constituídos principalmente por areniscas y lutitas idénticas a las del Grupo del Imperial y algunos pórfidos y rocas aplíticas. Las rocas poseen color gris violado a rojo violado, están bien consolidadas, y se presentan atravesadas por un sistema de diaclasas que las divide en grandes bloques irregulares.

Los sedimentos que componen dichas rocas, a juzgar por el alto contenido en material piroclástico y por los otros caracteres que presentan, parecen haber sido transportados por corrientes de barro y acumulados al pie de antiguos volcanes en erupción.

Las areniscas y aglomerados tobáceos se presentan en dos diferentes áreas de afloramientos: *a*) en el cañón del Atuel desde las proximidades de El Nihuil hasta unos tres kilómetros aguas abajo del salto; y *b*) en las Lomas Negras, frente a la desembocadura del arroyo Aisol. En ambas zonas las areniscas y aglomerados descansan en discordancia angular sobre los estratos del Carbónico, directamente sobre dichos estratos en la zona de las Lomas Negras, y con interposición de la brecha basal antes descripta en las proximidades del salto de El Nihuil.

El techo de las areniscas y aglomerados está constituido por la Formación Volcánica del Cerro Colorado, que descansa discordantemente en las Lomas Negras.

Las rocas precedentemente descriptas se identifican por sus caracteres litológicos con la "serie Cochicó" (Hoja 27c), correlacionada presuntivamente con el Pérmico sobre la base de consideraciones geológicas regionales por Dessanti (1956).

Edad absoluta determinada. Una muestra procedente de El Nihuil, correspondiente a una toba ácida cristalina, compuesta por cristales de feldespato, cuarzo y biotita fuertemente consolidados, fue analizada isotópicamen-

te confirmando la presunción formulada con respecto a su edad:

Muestra 4:

276 ± 13 m.a. (Pérmico inferior)

Diques y vetas hidrotermales. Los estratos del Grupo del Imperial, cerca de la usina hidroeléctrica N° 1, están atravesados por mantos y diques de un pórfido de estructura microgranosa compuesto por cuarzo y plagioclasa.

Dicha roca está cortada a su vez por diques de lamprófidio. Diques formados por una roca idéntica a la recién mencionada atraviesan en otros lugares a las rocas del Grupo Cochicó. Vetas de cuarzo, fluorita y calcita también han sido observadas a lo largo de fallas que cortan a los estratos del Carbónico y a los mencionados lamprófidios.

Formación Volcánica del Cerro Colorado (Pérmico superior?). Está constituida por una sucesión de tobas abigarradas y mantos de basalto y de ignimbritas, éstos últimos de color blanco amarillento y de hasta 20 a 30 m de espesor. Los mantos de basalto suelen contener amígdalas rellenas con cuarzo, calcedonia y ópalo.

El conjunto de rocas volcánicas y piroclásticas descansa en las Lomas Negras, frente a la desembocadura del arroyo Aisol, con discordancia de pequeño ángulo sobre las areniscas y aglomerados tobáceos del Pérmico inferior.

La Formación volcánica, aflorante en varios lugares en la vertiente oriental de la Sierra de San Rafael, ha sido denominada Serie Volcánica del Cerro Colorado (Dessanti, 1956). La misma se extiende en la Hoja 27d, donde está cubierta por la Formación Puesto Viejo, que ha suministrado últimamente restos de therápsidos referidos al Triásico inferior (González Díaz, 1964; Bonaparte, 1966). Sobre la base de estas relaciones estratigráficas correlacionamos a la Formación Volcánica del Cerro Colorado con el Pérmico superior.

CUADRO DE CORRELACIÓN ENTRE LAS DIFERENTES AREAS

Periodos y épocas	Edad m. a. (Kulp, 1961)	Cacheuta	Cdón. del Plata - Cdón. del Portillo	Sierra del Carrizalito	El Nihail
Triásico sup. — medio inf.	180	Form. Cacheuta Form. Potrerillos	↑ ? 	Vulc. de la Totora ? ↓	↑ ?
	200				
	230				
Pérmico sup. medio inf.	280	Vulcanitas Granito	Tonalitas-Granitos Vulc.-Congl. del Río Blanco Form. El Plata	Granito?	Vulc. del Cerro Colorado Grupo Cochicó
Devónico sup. medio inf.	310	Granodiorita ?			
	315				
Silúrico	405	Grauvacas y Intitas ? ↓	↑ Complejo Metamórfico ↓	↑ Form. Las Lagunitas ↓	↑ Grupo Horqueta ↓
	425				
Ordovícico sup. medio inf.	500				

5. CONSIDERACIONES SOBRE LA APLICACION DEL METODO POTASIO-ARGON

Nos referiremos brevemente a algunos factores que pueden influir, a veces en forma notable, sobre los resultados obtenidos por el método K-Ar, así como a ciertas circunstancias geológicas que deberá considerar quien deba interpretar y, sobre todo, utilizar a estos datos como elementos de correlación.

El método geocronológico K-Ar, aplicable no solamente a minerales ricos en potasio, como biotita, moscovita y feldespatos, sino también a minerales que contengan cantidades ínfimas de este elemento, como hornblenda, piroxenos y glauconita, e incluso a rocas como filitas y vulcanitas (análisis sobre muestra total), se basa sobre la presencia de un isótopo radiactivo o isótopo padre (K^{40}) que, mediante la captura de un electrón, se transforma en un isótopo estable o isótopo hijo (Ar^{40}). Conociendo la velocidad de descomposición del K^{40} , las concentraciones iniciales de K^{40} y/o Ar^{40} , y asumiendo que la muestra ha permanecido como un sistema cerrado desde la formación del mineral hasta la fecha, la edad (t) del mineral puede calcularse midiendo las concentraciones actuales de K^{40} y Ar^{40} , usando la siguiente ecuación:

$$t = \frac{1}{\lambda} \log_e \left(1 + \frac{Ar^{40}}{K^{40}} \right)$$

siendo: λ = constante de descomposición del K^{40} .

Ahora bien, además de aquellos factores que tienden a modificar la relación Ar^{40}/K^{40} , tales como la contaminación de la muestra por argón atmosférico, efectos tectónicos, y ciertas características de la estructura cristalina del mineral que provocan pérdidas

de argón radiogénico¹, cabe señalar que el Ar^{40} solo será retenido cuantitativamente en la estructura del mineral por debajo de temperaturas del orden de 150-300° C; por encima de estas temperaturas el isótopo hijo escapa. Esto significa que el resultado obtenido estará sujeto a variaciones relacionadas con la longitud del período de enfriamiento de la roca o mineral, en otras palabras, que la fecha proporcionada por el método no representa exactamente el instante de cristalización del mineral, sino el momento en que su temperatura descendió de la indicada más arriba.

El período de enfriamiento puede tener a veces un valor importante, como en ciertos complejos ígneo-metamórficos profundos en los que la edad de las metamorfitas analizadas isotópicamente resultó igual, incluso menor, que la de los sedimentos que las cubren discordantemente. Por ejemplo, la edad radimétrica de los esquistos de la Serie de Moine, Escocia (Long y Lambert, 1963), resultó muy próxima a la del Old Red Sandstone, situado estratigráficamente encima². Los datos más precisos provendrán entonces de minerales pertenecientes a intrusiones de alto nivel y a cuerpos extrusivos, donde el lapso entre cristalización y enfriamiento debió ser comparativamente corto. Tal es el caso de las rocas graníticas analizadas en este trabajo, extraídas en zonas de borde o techo de

¹ La estructura del feldespato potásico ocasiona pérdidas del orden del 40 al 85 % (Carr y Kulp, 1957). Los autores hicieron analizar microclino de una pegmatita del cerro Valdivia, San Juan, obteniendo 379 m.a. de edad absoluta, es decir, Devónico medio, en un terreno considerado comúnmente precámbrico. Citamos este dato —que puede servir como elemento de comparación en futuros trabajos— cuyo resultado inopinado puede atribuirse, al menos en parte, a pérdida de argón.

² Algunos geólogos, no obstante, piensan que la edad de la Serie de Moine es realmente la indicada por el análisis radimétrico —con lo que el Old Red Sandstone sería entonces más joven de lo supuesto— y sugieren una revisión de las escalas del tiempo de Holmes y Kulp.

plutones superficiales, y de la toba de El Nihuil.

Nótese que, si sobreviene un posterior calentamiento, se modificará la relación Ar^{40}/K^{40} , y la edad indicada por el análisis será entonces la del último acontecimiento térmico. Esto es un fenómeno común en áreas de metamorfismo regional, donde el polimetamorfismo es lo corriente, siendo pocas las rocas a las que podemos llamar estrictamente monometamórficas. En el sector del Complejo Metamórfico de la Cordillera Frontal comprendido entre el río de las Tunas y el arroyo Barranquero, de donde provienen las *muestras* 3, 5 y 7, hemos obtenido micacitas con biotita de edades devónica superior y pérmica media, indicando indudablemente que la zona se ha visto bajo la influencia de por lo menos dos distintos episodios térmicos, a los que, como ya dijimos, correlacionamos con fases magmáticas neodevónicas y permotriásicas respectivamente. Complejidades de este tipo no son raras en esta clase de terrenos, más aún, se ha comprobado que *una misma muestra de roca* puede contener dos variedades del *mismo mineral*, acusando cada una diferentes edades.

Los efectos térmicos de un cuerpo intrusivo sobre los minerales de su roca de caja son bastante locales. Un plutón terciario en rocas precámbricas de Colorado, EE. UU. de América (Hart, 1963), produce una "aureola de rocas terciarias" en torno a sus contactos, de manera que recién a los 7.000 m del borde de la intrusión los análisis revelan, a través de un cambio gradual, rocas de edad precámbrica. Es importante observar que no hay diferencias texturales ni mineralógicas entre las rocas que se encuentran dentro y fuera de la "aureola", y que es sólo la relación isotópica de las micas la que se encuentra afectada.

En el caso presente la edad devónica superior registrada por biotita del sector de alto grado de metamorfismo

del Complejo Metamórfico, nos indica la edad mínima de esta entidad, es decir, que el Complejo Metamórfico no puede ser menor, aunque sí mayor, que la fecha devónica superior revelada por el análisis de la *muestra* 3. Si este episodio térmico coincide con el metamorfismo regional, o si han tenido lugar calentamientos más antiguos, no podemos decidirlo con los datos disponibles hasta el momento; para ello serían precisos estudios radimétricos detallados que nos brinden un conocimiento cabal de la "estructura térmica" del Complejo Metamórfico.

Otro medio de aproximarnos a la solución de este problema utilizando métodos radimétricos consistiría en analizar isotópicamente los esquistos de bajo grado de metamorfismo —pizarras y filitas— que afloran en el sector septentrional de la faja metamórfica cordillerana —Cordón del Plata, Conjuntos de Farellones y Bonilla— donde no se ha comprobado la presencia de cuerpos ígneos graníticos que crearían complicaciones térmicas. Un proceso metamórfico esencialmente dinámico, como el que ha ocurrido allí, es capaz de expeler todo el argón contenido en los minerales potásicos de los sedimentos que deforma y establecer una nueva relación isotópica en la moscovita y sericita de los metasedimentos, permitiendo que una medida de la relación actual registre la fecha de la deformación.

Con respecto al significado regional de los datos presentados en este trabajo, especialmente si se desea obtener un esbozo de la historia geológica de la faja móvil argentino-chilena en esas latitudes, resulta interesante ampliar el panorama cotejando nuestras determinaciones con las de geólogos del vecino país (Ruiz, 1960; Levi, Mehech y Munizaga, 1963). Unificando ambas series de resultados veremos que todo el Paleozoico medio y superior y gran parte del Triásico aparecen ocupados por una serie prácticamente continua de episo-

dios magmáticos. Ante este "espectro" de edades podemos preguntarnos: si todo este lapso estuvo marcado por fenómenos eruptivos, ¿en qué momento tuvieron lugar las potentes sedimentaciones carbónicas que caracterizan a la faja móvil paleozoica en los dos lados de la Cordillera? Ciertos autores (Polanski, 1966) se inclinan a promediar estos resultados, agrupándolos arbitrariamente en posiciones definidas dentro de la escala del tiempo, con la intención de obtener episodios correlacionables, lo cual, en nuestra opinión, no constituye una solución satisfactoria.

Creemos que el estudio geocronológico de la faja móvil argentino-chilena debe encararse a la luz de las recientes conclusiones alcanzadas, precisamente sobre la base de determinaciones isotópicas, en otras regiones del mundo geológicamente análogas. El concepto clásico de un ciclo orogénico de 200 m.a. formado por una larga fase de sedimentación geosinclinal, seguida por una corta y revolucionaria fase final de plutonismo, metamorfismo y orogenia, ha perdido parte de su validez. Los Alpes, dice Sutton (1963), parecen ajustarse a este modelo, pero otras cadenas demuestran haber permanecido como fajas móviles durante un tiempo mucho más largo, como se ha comprobado en los Caledónides de Escocia, o en Tasmania, al sudeste de Australia, donde el proceso duró desde el Cámbrico hasta el Pérmico, es decir, 350 m.a. (Everdorn y Richards, 1962). Los trabajos de Sutton y los de Gilletti, Moorbath y Lambert (1961), y Long y Lambert (1963), han demostrado que el metamorfismo se ha repetido en ciertas fajas móviles durante períodos tan largos como 800 y 900 m.a., comprobando así que el tiempo de vida de una faja móvil puede variar de 200 a 900 m.a., con fenómenos ígneos-metamórficos que llegan a comprender del 33 % al 80 % de la duración de este lapso.

Es importante observar que los episodios ígneo-metamórficos *no se produ-*

cen simultáneamente en toda la longitud de la faja móvil, sino intermitentemente y variando de lugar de época en época. La migración de la actividad plutónica, tanto lateralmente (del centro a los bordes de la faja móvil) como longitudinalmente, es un hecho comprobado en las cadenas hercínicas de Europa (Sutton, 1963). Y en el ejemplo precitado de Tasmania vemos que la actividad granítica migró 650 km en tan sólo 150 m.a., del Silúrico al Pérmico. Así, mientras en ciertos lugares de la faja se producen plutonismo y metamorfismo, en otros actúan ya erosión, sedimentación y vulcanismo.

De aquí surge la imposibilidad de correlacionar eventos magmáticos, tanto plutónicos como volcánicos, cuyas manifestaciones se encuentran separadas por distancias del orden de los cientos de kilómetros. En consecuencia, mientras no dispongamos de mayor número de determinaciones y no existan estudios sistemáticos coordinados que permitan relacionar distintas regiones, las conclusiones extraídas de los datos que aquí presentamos se limitarán estrictamente al área comprendida por este estudio.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo conocido hasta ahora respecto a la historia tectónica de la región, y comprobada la relación temporal entre ascensos de magma y movimientos tectónicos, cabe la posibilidad de vincular las edades radimétricas obtenidas con cuatro sucesivas fases orogénico-magmáticas acaecidas entre el Devónico superior y el Triásico medio, a saber:

1. *Fase magmática (y orogénica?) neodevónica.* Está indicada por la relación isotópica de la biotita de la *muestra 3*, micacita del Complejo Metamórfico de la Cordillera Frontal, que acusa una edad de 363 ± 18 m.a., correspondiente al efecto térmico de cuerpos

ígneos de edad devónica superior. Sin otros datos no es posible decidir por el momento si este episodio magmático es sincrónico o posterior al plegamiento y metamorfismo regional del Complejo Metamórfico.

Podemos señalar, no obstante, que la participación de rocas precámbricas en la composición del Complejo Metamórfico, sostenida aunque nunca demostrada por algunos autores, resulta todavía más improbable a raíz del hallazgo de fósiles indicadores del Paleozoico inferior y medio en el Grupo Horqueta de las sierras de San Rafael, recientemente efectuado por geólogos de YPF (véase la descripción de la zona de El Nihuil). Y como el límite superior para la edad del metamorfismo está entonces indicado por la muestra precitada (Devónico superior), resulta que dicho episodio ha debido producirse, en términos generales, durante la actuación de los movimientos Acádicos.

2. *Fase magmática eocarbónica.* El análisis de la muestra 2, correspondiente a la tonalita del Carrizalito, cuyo resultado es de 334 ± 17 m.a., fija el emplazamiento de este plutón apotectónico en el Carbónico inferior. Este acontecimiento se produjo posteriormente a la sedimentación del Devónico y antes del comienzo del ciclo sedimentario carbónico, en cuyos bancos basales se encuentran rodados de rocas graníticas atribuibles a esta fase magmática.

3. *Fase orogénico-magmática eomesopérmica.* La edad radimétrica del granito de Cacheuta (muestra 1, 269 ± 13 m.a.), los efectos térmicos acusados por otras dos micacitas de la Cordillera Frontal (muestras 5 y 7, 263 ± 13 m.a., $251 \pm 12,5$ m.a. respectivamente), y la relación isotópica de la biotita de la toba de El Nihuil (muestra 4, 276 ± 13 m.a.), registran, a pesar de ligeras discrepancias atribuibles a la sensibilidad del método de datación, lo que podemos considerar distintas manifestaciones de una única fase magmática si-

tuada entre El Pérmico inferior y el medio. Con respecto a la muestra 8 ($231 \pm 11,5$ m.a.), perteneciente a una tonalita del Cordón del Plata, no podríamos afirmar si pertenece a esta misma fase eruptiva o si su relación isotópica ha sido afectada por la influencia térmica de la fase magmática subsiguiente.

4. *Fase orogénico-magmática mesotriásica.* Se encuentra indicada por los análisis de las muestras 6 y 9, plutonitas del Cordón del Plata, de 202 ± 10 m.a. y 204 ± 10 m.a., respectivamente, correspondientes a una edad triásica media. Estos resultados radimétricos están ratificados por el obtenido en el granito del cerro Chihuido (Chihuíu), de 203 m.a., que si bien está fuera del área tratada, merece considerarse por hallarse dentro del mismo ambiente geotectónico.

Según los datos precitados, esta fase orogénico-magmática se situaría en el límite entre el Triásico medio y el Triásico superior. La discordancia producida por dichos movimientos la correlacionamos, tentativamente, con la observada por otros autores entre el Grupo Santa Clara-Higueras-Cabras y el Grupo Potrerillos-Cacheuta-Río Blanco, del norte de Mendoza, con lo cual resultaría el primero de estos grupos equiparable con el Triásico medio a inferior y el segundo con el Triásico superior.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A. J. 1964. *A review of the marine Carboniferous stratigraphy of Argentina.* Congr. Geol. Intern. N. Delhi. India.
- y Rolleri, E. D. 1965. *El Carbónico marino en el valle Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza).* Bol. Inf. Petrol., n° 368. Buenos Aires.
- Aparicio, E. P. 1966. *Sobre el hallazgo del yacimiento fosilífero de Agua de las Cortaderas y su posición estratigráfica. Uspallata-Mendoza.* Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 3, ps. 190-193. Buenos Aires.
- Bordas, A. 1944. *Peces triásicos de la Qda. de Santa Clara, Mendoza-San Juan.* Physis, XIX, ps. 153-460. Buenos Aires.

- Bonaparte, J. F. 1966. *Cronología de algunas formaciones triásicas argentinas basada en restos de tetrápodos*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 1, ps. 20-38. Buenos Aires.
- Borrello, A. V. 1942. *Estratigrafía y tectónica del Triásico-Retiense en los alrededores de Potrerillos, provincia de Mendoza*. U. N. de La Plata, Fac. Cs. Nat. y Museo. Tesis doctoral (inédita).
- 1962. *Fanglomerado Río Mendoza*. (Triásico, Prov. de Mendoza). Com. Invest. Cient. Notas, I, 3, La Plata.
- Braccini, O. 1945. *Acerca de los movimientos intertriásicos en Mendoza Norte*. Inst. Panm. Ing. Minas Geol., Secc. Arg. Primera Reunión de Comunicaciones, págs. 26-34. Buenos Aires.
- 1946. *Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina*. Bol. Inf. Petrol., n^{os} 258, 260, 261, 263, 264 y 265. Buenos Aires.
- 1949. *El Perfil de Tambolar (provincia de San Juan)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., IV, 3, ps. 165-179. Buenos Aires.
- Caminos, R. L. 1964. *Estratigrafía y tectónica del Espolón de La Carrera, Cordón del Plata, Prov. de Mendoza*. U. N. de Buenos Aires, F.C.E.N. Tesis doctoral (inédita).
- 1965. *Geología de la vertiente oriental del Cordón del Plata, Cordillera Frontal de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XX, 3, ps. 351-392. Buenos Aires.
- Carr, D. R. y Kulp, J. L. 1957. *Potassium-argon method of geochronometry*. Geol. Soc. Amer. Bull., LXVIII, ps. 763-784. N. York.
- Dessanti, R. N. 1942. *Geología de la zona Cerro de la Cal-Río de las Peñas-El Borbollón, Prov. de Mendoza*. Yac. Petr. Fisc. Buenos Aires (inédito).
- 1945. *Sobre el hallazgo del Carbónico marino en el arroyo El Imperial de la Sierra Pintada (Dto. San Rafael, Prov. Mendoza)*. Notas Mus. La Plata, Geol., X, 42, ps. 205-220. La Plata.
- 1945. *Informe geológico preliminar sobre la Sierra Pintada*. D. M. y Geol. Inédito. Buenos Aires.
- 1946. *Informe sobre las condiciones geotécnicas de la región del Nihuil, en relación con el problema de la conducción de agua a una proyectada usina hidroeléctrica*. D. M. y Geol. (inédito).
- y Rossi, J. J. 1950. *Nuevos hallazgos de fósiles carboníferos en la Quebrada de Uspallata*. Rev. Asoc. Geol. Arg., V, ps. 149-158. Buenos Aires.
- 1956. *Descripción geológica de la Hoja 27c, Cerro Diamante (Prov. de Mendoza)*. D. N. de Min. Bol. 85. Bs. Aires.
- Everdorn, J. F. y Richards, J. R. 1962. *Potassium-argon ages in eastern Australia*. J. Geol. Soc. Australia, IX, 1.
- Fidalgo, F. 1958. *Contribución al conocimiento del Carbónico en las nacientes del río Tunuyán (Prov. de Mendoza)*. Rev. Asoc. Geol. Arg., X, 2. Buenos Aires.
- Frenguelli, J. 1946. *Consideraciones sobre la Serie de Paganzo en las provincias de San Juan y Mendoza*. Rev. Mus. La Plata (N.S.), Geol., II, 18. La Plata.
- 1948. *Estratigrafía y edad del llamado "Rético" en la Argentina*. Soc. Arg. de Est. Geog., VIII, ps. 159-309. Bs. Aires.
- Giletti, B. J.; Moor bath, S. y Lambert, R. 1961. *A Geochronological Study of the metamorphic complexes of the Scottish Highlands*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, CXVII, 233.
- González Díaz, E. F. 1964. *Rasgos geológicos y evolución geomorfológica de la Hoja 27d, San Rafael, y zona occidental vecina, Prov. de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIX, 3, ps. 151-188. Buenos Aires.
- Groeber, P. 1951. *La alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30'*. Mus. Arg. Cs. Nat. B. Rivadavia, Cs. Geol., I, 5. Buenos Aires.
- 1952. *Triásico in Mesozoico, Geografía de la República Argentina, II, 1*. Soc. Arg. Est. Geogr. GAEA. Buenos Aires.
- Harrington, H. J. 1941. *Investigaciones geológicas en las Sierras de Villavicencio y Mal País*. Min. Agric., Dir. Min. y Geol. Bol. 49. Buenos Aires.
- 1953. *Hoja Geológica 22c, Ramblón*. Informe inédito. Inst. Nac. Geol. y Min., Buenos Aires.
- Hart, J. R. 1963. *A study in mineral ages in a contact metamorphic zone*. V. S. Nat. Acad. Sci. Nats. Res. Coun. Publ. 1075.
- Keidel, J. 1939. *Las estructuras de corrimientos paleozoicos de la Sierra de Uspallata*. Rev. de la Soc. Arg. Cs Nat., XIV, ps. 3-96. Buenos Aires.
- Kulp, J. L. 1961. *Geological Time Scale*. Science, vol. 133, n^o 3459, págs. 1105-1114. Washington.
- Leanza, A. F. 1945. *Braquiópodos carboníferos de la Quebrada de la Herradura, al NE de Jáchal, San Juan*. N. Mus. La Plata, Paleont., X, 86, ps. 274-314. La Plata.
- Levi, B.; Mehech, B. y Munizaga, F. 1963. *Edades radiométricas y petrografía de granitos chilenos*. Inst. Invest. Geol. Chile, Bol. 12. Santiago.
- Long, L. E. y Lambert, R. 1963. *Rb-Sr isotopic ages from the Moine Series*. In The British Caledonides (Ed. Johnson and Stewart). Edimburgo.
- Nesossi, D. 1945. *Contribución al conocimiento geológico de Santa Clara, San Juan-Mendoza*. Univ. Nac. La Plata, Fac. Cs. Nat. y Museo. Tesis doctoral (inédita).
- Núñez, E. 1960. *Sobre la presencia del Paleozoico inferior fosilífero en el bloque de San Fafael*. An. Prim. Jorn. Geol. Arg., II, ps. 185-189. Buenos Aires.

- Peabody, F. E. 1955. *Occurrence of Chirotherium in South America*. Geol. Soc. Amer. Bull., 66, ps. 239-240. N. York.
- Polanski, J. 1957. *El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XII, 3, ps. 165-196. Buenos Aires.
- 1966. *Edades de eruptivas suprapaleozoicas asociadas con el diastrofismo variscico*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XXI, 1, ps. 5-19. Buenos Aires.
- Rodríguez, E. J. 1956. *Contribución al conocimiento de la Precordillera en la zona comprendida entre estancia Uspallata y cordón de los Paramillos. Prov. de Mendoza*. U. N. La Plata, Fac. Cs. Nat. y Museo, Tesis (inédita).
- Romer, A. S. 1960. *Vertebrate bearing continental triassic strata in Mendoza region, Argentina*. Geol. Soc. Amer. Bull., LXXI, ps. 1279-1294. N. York.
- Rossi, J. J. 1947. *El "stock" compuesto de Cacheuta (Prov. de Mendoza)*. Rev. Soc. Geol. Arg., II, 1, ps. 13-40. Buenos Aires.
- Ruiz, C. 1960. *Edades plomo-alfa y marco estratigráfico de granitos chilenos*. Inst. Invest. Geol. Chile, Bol. 7. Santiago.
- Stappenbeck, R. 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. An. Min. Agric. IV, 3. Buenos Aires.
- 1917. *Geología de la falda oriental de la Cordillera del Plata*. An. Min. Agric., XII, 1. Buenos Aires.
- 1934. *Geología de la Montaña de San Rafael*. Yac. Petr. Fisc. (inédito). Buenos Aires.
- 1934. *Mapa geológico de los alrededores de Mendoza-Potreriillos-Tupungato*. Escala 1:100.000. Yac. Petr. Fisc. (inédito). Mendoza.
- Stipanovic, P. N. 1957. *El Sistema Triásico en la Argentina*. Congr. Geol. Intern. México.
- Stoll, W. C. 1948. *Preliminary report on the geology and mines on the Andacollo district, Neuquén*. Dir. Min. Geol. (inédito). Buenos Aires.
- 1957. *Geología y depósitos minerales de Andacollo, Prov. de Neuquén*. Dir. Nac. Min., Anales, VI. Buenos Aires.
- Sutton, J. 1963. *Long-Term cycles in the evolution of the continents*. Nature, London, V, 198. Londres.
- Truempy, E. y Lhez, R. 1937. *División estratigráfica de los terrenos aflorantes en la región comprendida entre Luján de Cuyo, Potrerillos y Tupungato*. Bol. Inf. Petrol., n° 152, ps. 39-56. Buenos Aires.
- Volkheimer, W. 1966. *Descripción geológica de la Hoja 27b, Cerro Sosneado*. Inf. inédito. Inst. Nac. Geol. Min. Buenos Aires.
- Wichmann, R. 1928. *Reconocimiento geológico de la región del Nihuil especialmente relacionado con el proyectado dique de embalse de las aguas del río Atuel*. Dir. Gen. de Min. Geol. e Hidrol. (inédito).
- Zardini, R. 1959. *Serpentinitas del río de las Tunas*. Rev. Asoc. Geol. Arg., XIII, 1-2 (año 1958), ps. 67-86. Buenos Aires.
- Zollner, W. 1949. *Informe preliminar de la Hoja 32b, Chos Malal*. Dir. Gen. Ind. Minera (inédito). Buenos Aires.
- y Amos, A. J. 1955. *Acerca del Paleozoico superior y Triásico del Cerro la Premia, Andacollo, Neuquén*. Rev. Asoc. Geol. Arg., X, 2, ps. 127-135. Bs. Aires.
- Zuber, R. 1887. *Estudio geológico del Cerro Cacheuta y sus contornos*. Bol. Acad. Nac. Cs., X, ps. 448-472. Córdoba.

Recibido el 29 de junio de 1967.

LA BRUJULA SOLAR: ABACOS PARA SU APLICACION

POR DANIEL A. VALENCIO Y ARNALDO C. DELNERI

RESUMEN

La brújula solar permite determinar acimutes, con la precisión adecuada para un estudio geológico o geofísico, en aquellas áreas en que afloran formaciones de propiedades tales que alteren el campo magnético terrestre y donde el empleo de la brújula magnética no es posible o bien conduciría a errores muy groseros.

El presente trabajo tiene por finalidad introducir el uso de la brújula solar en nuestro país; para ello se describe la técnica de operación correspondiente y un proceso de cálculo simple mediante el empleo de ábacos adecuados o de tablas especiales.

ABSTRACT

By means of the sun compass it is possible to determine the azimuth, with enough accuracy for any geological or geophysical study, on those areas where strong magnetic rocks outcrop disturbing the geomagnetic field, and where the use of a magnetic compass is not possible or would introduce large errors.

This paper introduces the use of the sun compass in our country, and to that end its technique of operation and one simple means of computation, using special charts or tables, is described.

INTRODUCCION

En todo estudio geológico o geofísico de campo, por lo general es necesario determinar la posición del norte geográfico, o bien conocer el acimut de una dirección determinada. Bajo condiciones normales de trabajo esto se puede satisfacer expeditivamente mediante el empleo de una brújula magnética y de la carta isogónica del área estudiada. Sin embargo, el geólogo y el geofísico se encuentran con frecuencia con zonas en las cuales es imposible el empleo de la brújula magnética; esto ocurre en aquellas áreas en que afloran rocas cuyas propiedades magnéticas son lo suficientemente intensas como para alterar y distorsionar el campo magnético terrestre local. En estas áreas resultará de gran utilidad para los fines ya citados el uso de la brújula solar; es éste un instrumento sencillo, de fácil construcción, que

constituye un arma de trabajo de indiscutida utilidad práctica. Particularmente su uso puede resultar de provecho para el geólogo y el geofísico dedicados a la búsqueda de minerales, pues éstos con frecuencia se encuentran asociados con afloramientos de rocas fuertemente magnéticas. La brújula solar es también de gran utilidad para el investigador dedicado a estudios paleomagnéticos. En efecto, para este tipo de investigación es necesario recolectar muestras orientadas de rocas, las que con frecuencia están fuertemente magnetizadas; en estos casos el empleo de una brújula magnética puede dar origen a errores muy groseros. En particular, en la campaña realizada recientemente en las provincias de Mendoza y Neuquén por uno de los autores, en compañía del doctor Creer, de la Universidad de Newcastle upon Tyne, Inglaterra, se recolectaron para investigaciones paleomagnéticas, muestras de

basaltos terciarios y cuartarios, orientados tanto por medio de la brújula solar como por la magnética. Medido el magnetismo remanente natural de las mismas, se pudo comprobar que en todas aquellas muestras en que éste era intenso, existía una diferencia apreciable entre el acimut magnético y el solar. Así se pudieron observar frecuentemente diferencias del orden del par de decenas de grados, y numerosas del orden de los 30° a 50° . Particularmente en la Portada de Covunco, sobre el río del mismo nombre, en la provincia

LA POSICION DE UN ASTRO EL ACIMUT DEL SOL

Toda observación astronómica que permita definir la posición de un astro debe estar referida a un sistema de coordenadas; en la figura 1 se han representado dos de los sistemas de coordenadas más utilizados en la práctica. En el sistema de coordenadas horizontales, (fig. 1 a), la posición de un astro está definida por el acimut astronómico A y la altura h ; el acimut se mide de 0° a 360° , en sentido directo,

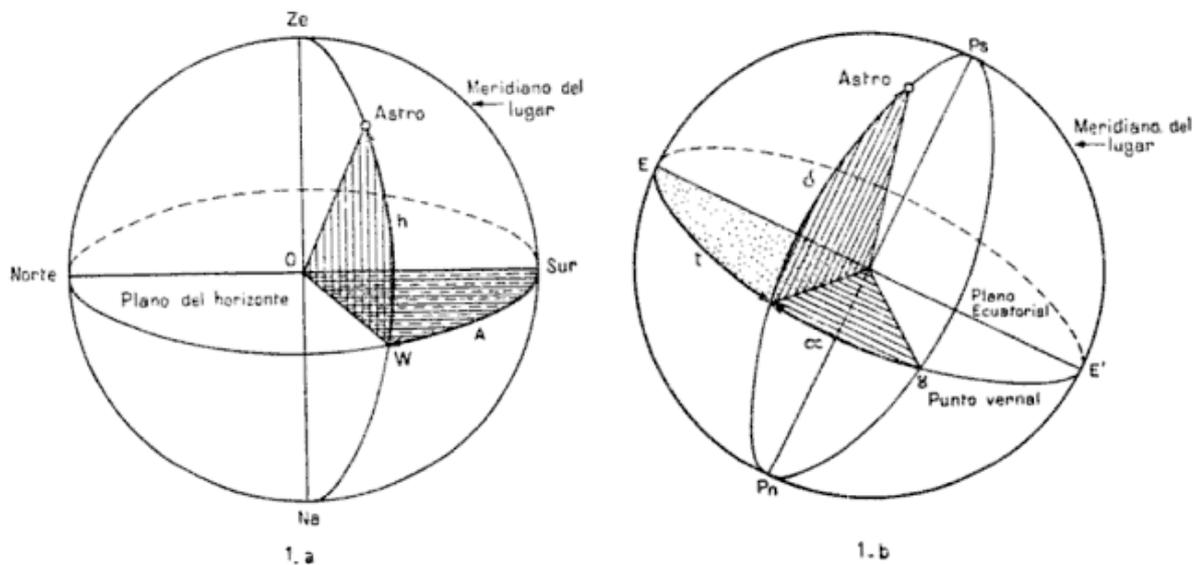


Fig. 1. — Sistema de coordenadas astronómicas utilizadas en el presente trabajo
a, coordenadas horizontales : b, coordenadas semilocales u horarias

de Neuquén, se encontraron diferencias de hasta 150° .

La brújula solar, por lo tanto, constituye un elemento de trabajo eficaz para las labores y estudios de campo de todo geólogo o geofísico. El presente trabajo tiene por objeto introducir el uso de dicho instrumento en nuestro país, y para tal fin se presentan como ejemplo los ábacos que permiten su aplicación en dos latitudes diferentes del territorio continental argentino.

Previa a la descripción de la brújula solar y a la explicación de su uso, se pasará a revisar sintéticamente el concepto de la ubicación de un punto de observación mediante una determinación astronómica.

es decir, de sur a norte, pasando por el oeste. En este trabajo se ha preferido utilizar el concepto de acimut astronómico en vez del de acimut geográfico, pues en su preparación se han empleado las tablas de Burwood, 1952, las que dan los valores del acimut del sol referidos al polo elevado.

En el sistema de coordenadas semilocales u horarias (fig. 1 b), la posición de un astro está definida por el ángulo horario local t , formado entre el meridiano del lugar y el que contiene al astro, y por la declinación δ , ángulo definido por la visual dirigida al astro y el plano ecuatorial.

En el presente trabajo el primer objetivo es conocer el acimut astronómi-

co A del sol en un punto de observación O, y para ello se recurrirá a ambos sistemas de coordenadas (fig. 2). Para resolver el problema se parte de la base de que son conocidos la declinación δ y el ángulo horario t del sol, y los valores aproximados de la latitud φ y la longitud ω del punto de observación O (ver ítem siguiente).

Para el cálculo del acimut A del sol se puede resolver el triángulo esférico

servación, y de la posición geográfica aproximada del lugar.

Estos ábacos son de gran utilidad en los trabajos de campo, tanto geológicos como geofísicos, pues, como se verá más adelante, permiten efectuar determinaciones del acimut de una determinada dirección en forma rápida, dentro de la precisión exigida para dichos estudios.

Los ábacos solares se pueden cons-

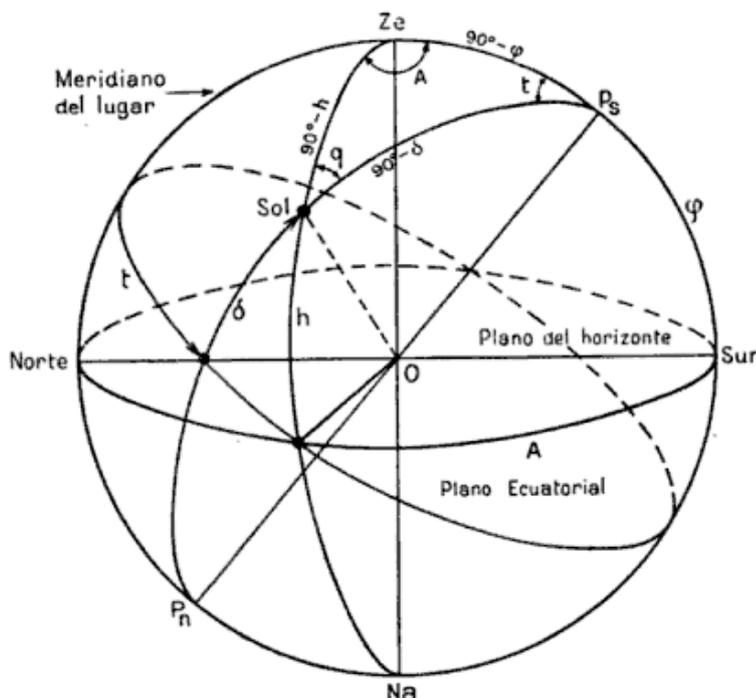


Fig. 2. — Representación del triángulo de posición Z_cP_sS que permite resolver el valor del acimut astronómico A.

Z_cP_sS sobre la base de las magnitudes conocidas ya citadas, Creer y Sanver, 1966, o bien recurrir al uso de los llamados ábacos solares, Fraser, 1963. En este trabajo se ha preferido el uso de los ábacos, pues su aplicación a las observaciones de campo ofrece menor probabilidad de error.

LOS ABACOS SOLARES: SU CONSTRUCCION Y UTILIZACION

Las cartas o ábacos solares permiten determinar el ángulo horario local t , la declinación δ y el acimut A del sol en función de la fecha y la hora de la ob-

servación, y de la posición geográfica aproximada del lugar. Estos ábacos son de gran utilidad en los trabajos de campo, tanto geológicos como geofísicos, pues, como se verá más adelante, permiten efectuar determinaciones del acimut de una determinada dirección en forma rápida, dentro de la precisión exigida para dichos estudios. Los ábacos solares se pueden cons-

truir a partir de los datos suministrados por el Almanaque Náutico y Aero-náutico, 1966, y por las tablas de Burwood, 1952; estos ábacos se denominan en el presente trabajo con los nombres de: Ángulo horario del sol, Abaco n^o 1; Declinación del sol, Abaco n^o 2, y Acimut del sol, Abacos n^{os} 3 a y 3 b.

A continuación se describirán los métodos que pueden emplearse para la construcción de cada uno de estos ábacos, así como la aplicación de los mismos para fines prácticos.

a) *Ángulo horario del sol: Abaco n^o 1*

El ángulo horario del sol para el meridiano de Greenwich, A.H.G., está ta-

bulado en el Almanaque Náutico y Aeronáutico, 1966, para cada día del año a intervalos de 20 minutos del tiempo medio en ese lugar. Sobre la base de estos datos en la figura 3 se han representado los valores del A. H. G. para

rante todo un año el ábaco en que se represente el A. H. G. en función del tiempo medio en Greenwich, T.M.G., construido con los valores correspondientes a un día de dicho año (Abaco n° 1). Este ábaco se construyó tam-

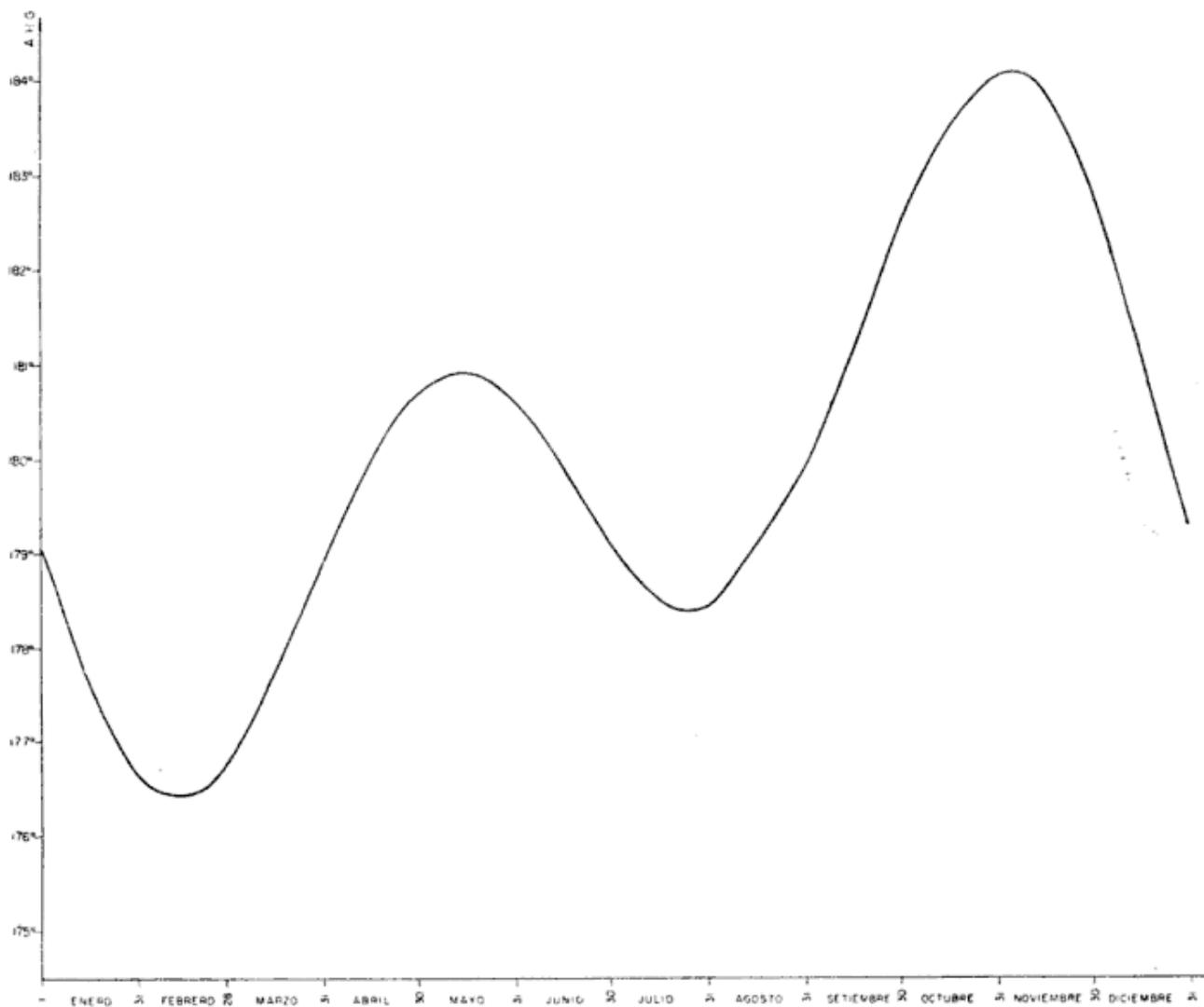
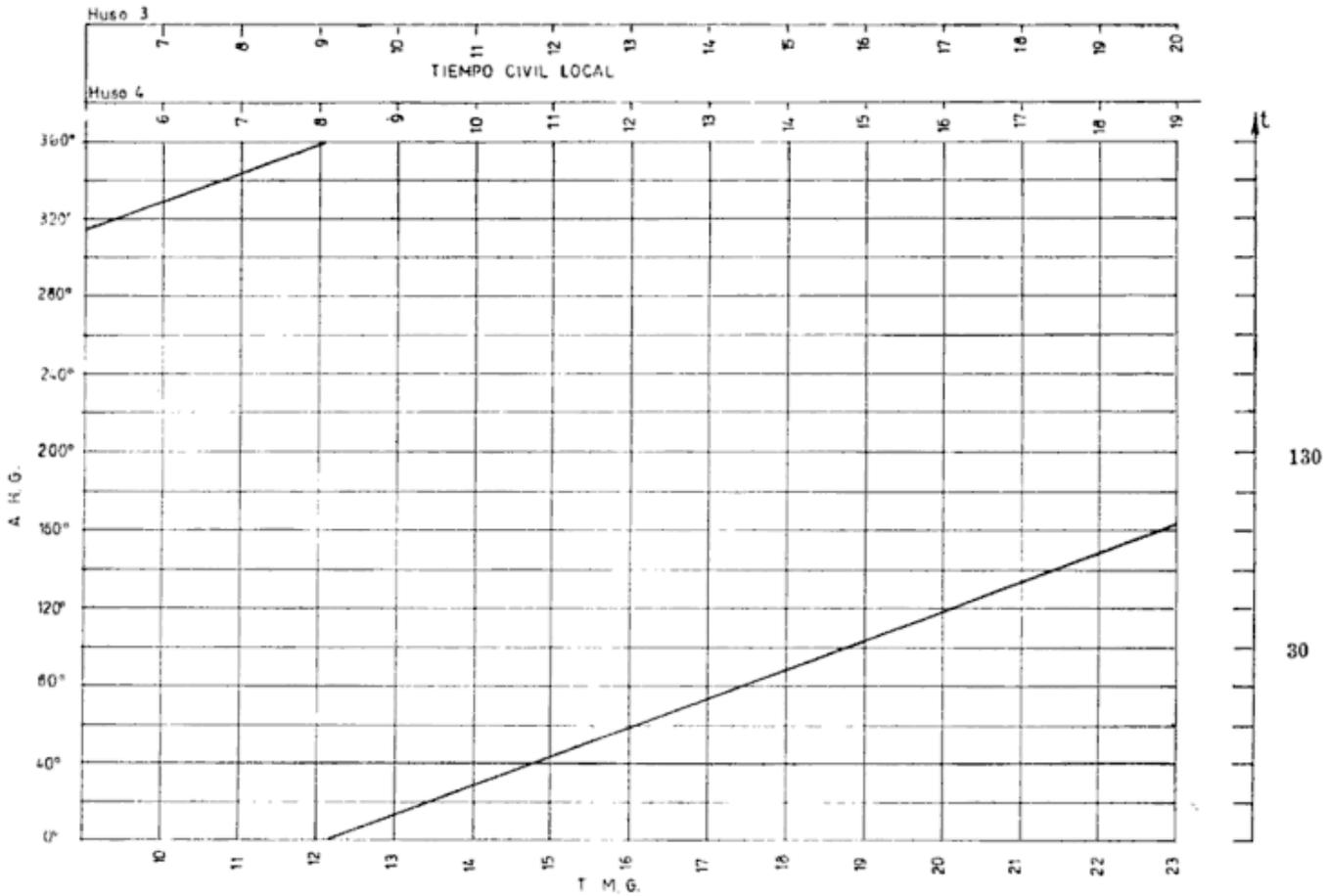


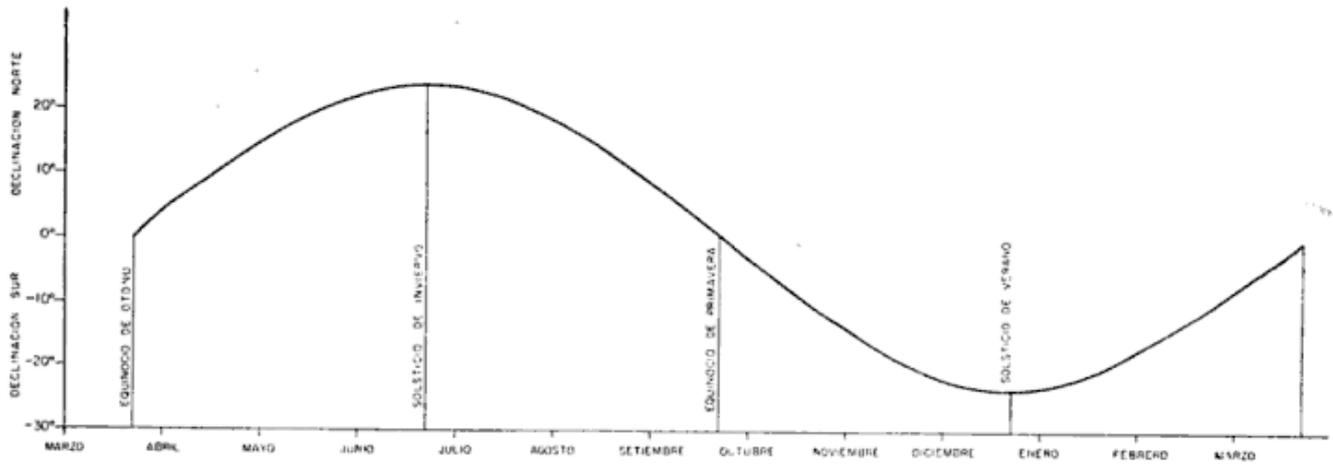
Fig. 3. — Representación gráfica de la variación del ángulo horario del sol en Greenwich (A. H. G.) para las 00^h00^m del tiempo medio en Greenwich (T. M. G.) de cada día del año 1966 (construido sobre la base del Almanaque Náutico y Aeronáutico publicado por el S. H. N.).

cada día del año 1966, para las 00^h 00^m de tiempo medio en Greenwich. Del análisis de esta figura surge que la variación diaria del A.H.G. a lo largo de todo el año no es muy significativa: la divergencia máxima se presenta entre el 15 de febrero y el 6 de noviembre, siendo su valor de 07° 31'; luego, dada esta propiedad, es posible utilizar du-

bién a partir de los datos que suministra el Almanaque Náutico y Aeronáutico ya citado. Si bien para los fines del presente trabajo, tal como ya se ha explicado, la variación diaria del A.H.G. no es importante, sí lo es su variación horaria y esto puede observarse en el Abaco n° 1. En virtud de esta variación horaria es que toda vez que se



Abaco No 1. — *Angulo horario del sol.* Abaco que permite determinar el ángulo horario local del sol t en función de la posición geográfica del observador y del tiempo civil local (T. C. L.)



Abaco No 2. — *Declinación del sol.* Abaco que representa la variación de la declinación del sol (δ) a lo largo del año, (construido sobre la base del Almanaque Náutico y Aeronáutico publicado por el S. H. N.).

efectúe una observación con la brújula solar, debe registrarse la hora en que se efectuó la misma.

Mediante la aplicación del Abaco n° 1 es posible determinar el valor del ángulo horario local t , correspondiente al instante de observación (fig. 2); para ello es necesario convertir: *a*) los T. M. G. a la hora o tiempo civil local, T. C. L., y *b*) los A. H. G. a valores de t . Para materializar la primera conversión bastará con agregar un nuevo eje de abscisas en la parte superior del ábaco en el que figure el T. C. L. correspondiente a cada T. M. G. definido por la relación:

$$T. C. L. = T. M. G. - \text{huso} \quad (1)$$

Dado que en nuestro país el T. C. L. se rige actualmente por dos husos horarios según la época del año, en la parte superior del Abaco n° 1 se han colocado dos ejes: uno para el huso 3 y el restante para el huso 4.

Para materializar la segunda conversión es suficiente con agregar al ábaco un nuevo eje de ordenadas, el que se ha dibujado siguiendo a Fraser, 1963, en la parte derecha del mismo; la graduación de la escala de este eje de ordenadas es función de la longitud ω del punto de observación, y se determina para cada A. H. G. por cualquiera de las relaciones siguientes:

$$t = A. H. G. - \omega \text{ oeste} \quad (2)$$

$$t = A. H. G. + \omega \text{ este} \quad (3)$$

En estas expresiones es suficiente con aproximar los valores utilizados al grado entero más cercano.

En el Abaco n° 1 el eje correspondiente a los valores de t no está acotado, pues para ello hubiera sido necesario fijar la longitud de un punto de observación hipotético.

Para determinar el valor de t con este ábaco, por el punto del eje de abscisas superior, correspondiente al valor de la

hora local de observación, se debe trazar una vertical hasta interceptar una de las rectas del mismo; luego por dicha intercepción, se traza una horizontal hasta cortar el eje de ordenadas correspondiente al eje t , determinando así su valor.

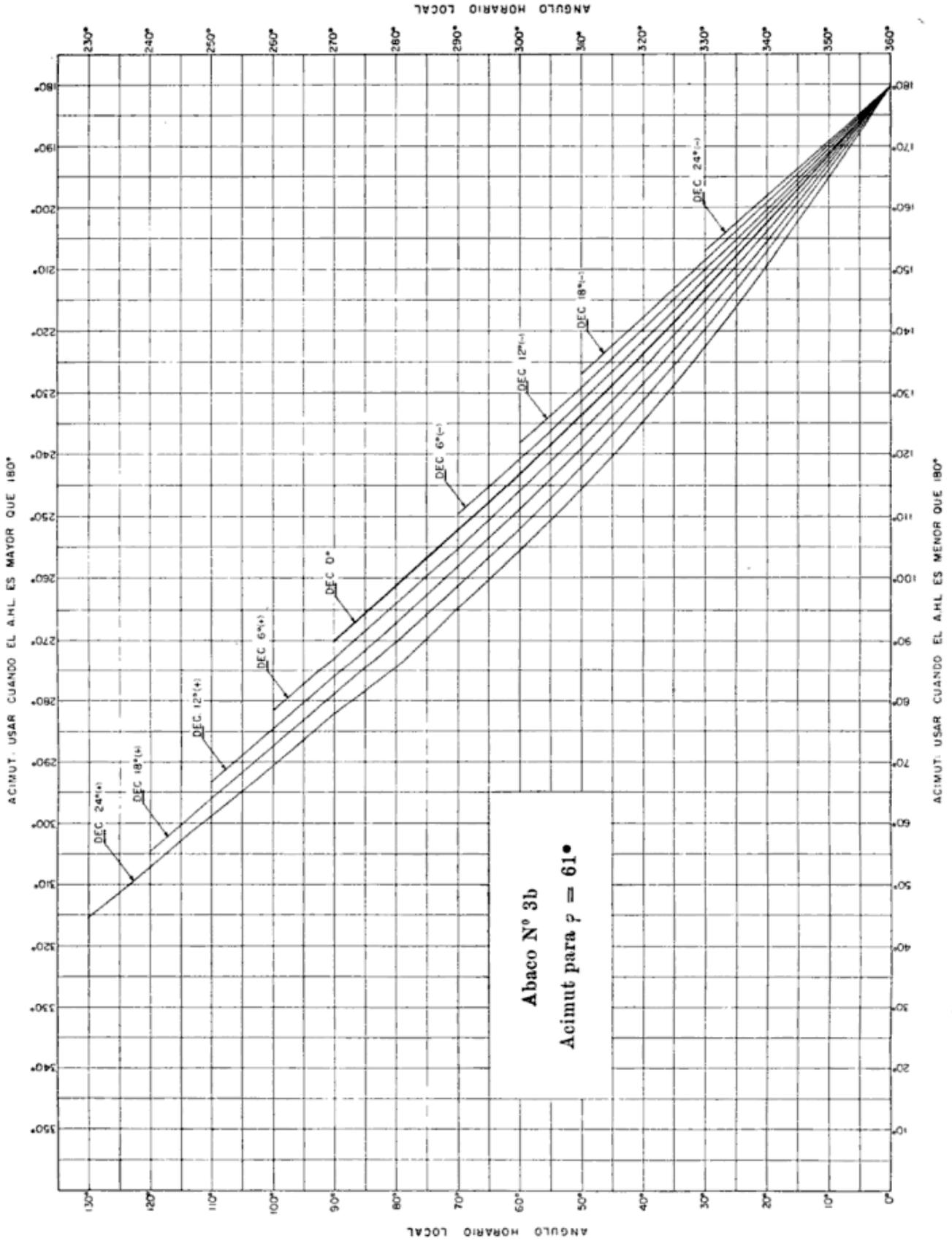
b) Declinación del sol: Abaco n° 2.

Este ábaco, en el que está representada la declinación del sol δ en función de los días del año, se construyó con los valores tabulados en el Almanaque Náutico y Aeronáutico, en el que figuran las declinaciones del sol para cada 20 minutos del T. M. G. y para cada día del año.

Si se examina la curva representativa de la declinación del sol se puede observar que su valor no cambia significativamente en intervalos del orden de una hora, pero que por el contrario sus variaciones diarias son importantes; por tal motivo es suficiente tomar como valor de la declinación del sol, para cada día de labor, el correspondiente a la fecha de observación. Mediante el Abaco n° 2 se puede hallar directamente el valor de la declinación del sol debiéndose tener en cuenta el signo de la misma, según se trate de declinación sur (-) o norte (+).

c) Acimut del sol: Abacos n°s 3-a y 3-b

El acimut del sol A puede calcularse en función de los valores de su ángulo horario local t , su declinación δ , y la latitud φ correspondiente a la zona de trabajo, utilizando la tabla de Burwood, 1952; el primer cuidado que debe tenerse en cuenta al usar esta tabla es la de utilizar las páginas tituladas "igual signo" para valores de latitud geográfica y declinación del sol correspondientes a un mismo hemisferio, y las páginas tituladas "distinto signo" para φ y δ correspondientes a distintos hemisferios.



Abaco N° 3b. — *Acimut del sol.* Abaco válido para ser usado en la latitud $\varphi = 61^\circ$ (construido sobre la base de Burwood, 1952)

Otra precaución que es necesario tener en cuenta al utilizar estas tablas es que para hallar el valor del acimut del Sol A, hay que entrar con valores del ángulo horario t , expresado en horas y minutos, discriminando según que el Sol esté en una posición previa a su paso por el meridiano superior del lugar (columna A.M., antemeridiano), o posterior a dicho paso (columna P.M., posmeridiano). Para saber en qué situación se está para un dado valor de t , basta con observar que éste comienza a medirse a partir del paso del astro por el meridiano superior del lugar (ver fig. 2); por lo tanto, para valores de $t \leq 180^\circ$ el Sol estará en la posición P.M. y a los efectos del uso de las tablas se deberá entrar en las mismas por la columna P.M. con valores de t expresados en horas y minutos. Por el contrario, cuando $t \geq 180^\circ$ el Sol ya habrá pasado por el meridiano inferior del lugar e irá camino de su culminación superior; en este caso al valor de t , a los efectos del uso de las tablas, se le deberá restar 12 horas y con el resultado de esa diferencia entrar en las mismas por la columna A.M.

Sin embargo para labores de campo es práctico y aconsejable utilizar ábacos para el cálculo del valor del acimut del sol. Estos ábacos, similares a los presentados como modelos en el presente trabajo para $\varphi = 34^\circ$ y $\varphi = 61^\circ$, Abacos 3-a y 3-b respectivamente, se construyen a partir de los valores publicados en la ya citada tabla de Burwood teniendo en cuenta las precauciones ya mencionadas.

En cada uno de los ábacos que acompañan el presente trabajo figuran nueve curvas las que fueron construidas para los siguientes valores de la declinación del sol: 0° ; $\pm 6^\circ$; $\pm 12^\circ$; $\pm 18^\circ$; $\pm 24^\circ$; el signo (+) corresponde a aquellas curvas en las cuales la declinación y la latitud utilizadas son ambas sur o norte, y el (-) a aquellas curvas en las cuales, δ y φ corresponden a hemisferios distintos.

Para determinar el acimut del sol con estos ábacos se debe proceder del siguiente modo: cuando el ángulo horario local es menor que 180° se traza por el valor correspondientes en el eje de ordenadas de la izquierda del ábaco, una recta horizontal hasta interceptar la curva de declinación correspondiente; la abscisa de este punto, leída en el eje ubicado en la parte inferior del gráfico representa el acimut buscado. Por el contrario, cuando el ángulo horario local es mayor que 180° se entra con su valor en el eje de ordenadas de la derecha del Abaco, y el acimut se lee en el eje de abscisas de la parte superior del mismo.

Los Abacos 3-a y 3-b presentados como modelos han sido construidos para las latitudes de $\varphi = 34^\circ$ y de $\varphi = 61^\circ$, pero se pueden usar dentro de un intervalo de latitud de $\pm 2^\circ$ teniendo en cuenta que en ese caso, para situaciones desfavorables de observación, el error en la determinación de A puede llegar a ser del orden de los 6° .

LA BRUJULA SOLAR

En este ítem se describirá el instrumento con el cual una vez conocido el valor del acimut del sol es posible determinar el norte geográfico, o bien el acimut de una dirección determinada. Este instrumento de construcción muy sencilla es conocido con el nombre de brújula solar. Tal como se puede observar en la figura 4, el instrumento consta esencialmente de una placa de forma cuadrada sobre una de cuyas caras está grabado un círculo acimutal dividido en grados; en el centro del círculo acimutal un orificio permite colocar en posición perfectamente perpendicular a la placa, una varilla o ápice de diámetro y longitud adecuados de modo que durante el período de observación su sombra, proyectada por el sol, pueda leerse sobre la escala. Dos niveles fijos, perpendiculares entre sí, permiten colocar el círculo acimutal en posición

horizontal y, por lo tanto, el ápice en la dirección vertical.

Si el problema que se quiere resolver es la ubicación de la dirección norte-sur, el primer paso a dar es calcular el acimut del sol A, para el día y la hora

la varilla estará desfasada respecto a la graduación en 180° , y luego la dirección norte-sur puede ser localizada haciendo coincidir directamente la sombra del ápice en la graduación correspondiente al valor del acimut del sol

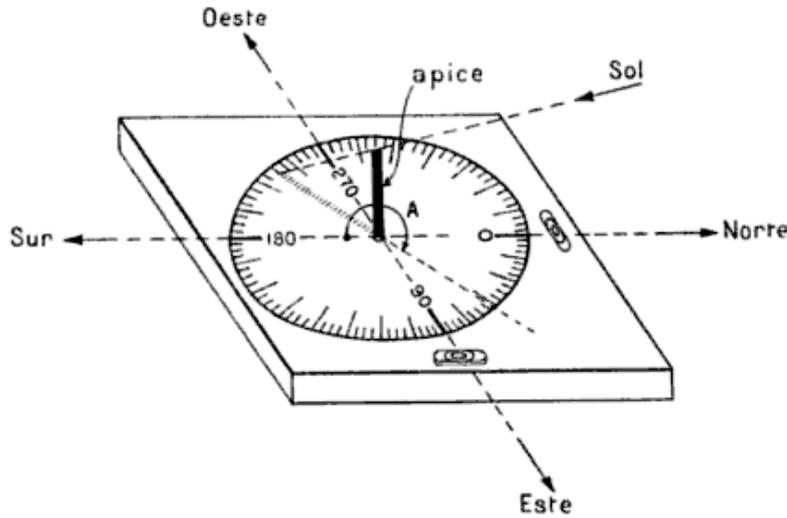


Fig. 4. — Esquema de la brújula solar

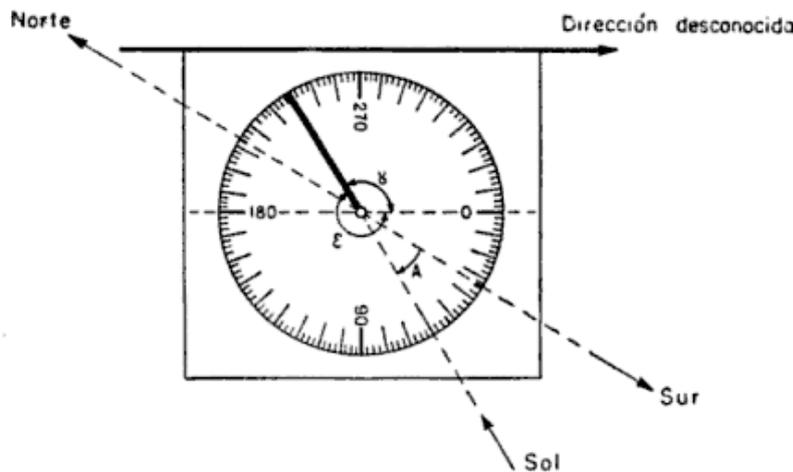


Fig. 5. — Forma más conveniente de colocar la brújula solar para determinar el acimut de una dirección desconocida

de observación, correspondiente al lugar de trabajo. En este caso, dado que lo que se lee sobre la brújula de sol es la sombra proyectada por la varilla ($A + 180^\circ$), y puesto que el acimut calculado mediante los ábacos tiene como origen el punto cardinal sur, es conveniente colocar en primera aproximación la graduación 180° de la brújula enfrentando hacia el sur. En efecto, al cumplirse esta condición la sombra de

calculado (figura 4). Cumpliéndose tales condiciones la dirección norte-sur coincidirá con la definida por las graduaciones 0° y 180° del círculo acimutal: el 0° enfrentará al norte y el 180° al sur.

Si en cambio el problema a resolver es el de determinar el acimut de una dirección, bastaría con colocar la brújula solar de modo tal que la línea definida por sus graduaciones 0° y 180°

sea paralela a dicha dirección, estando el cero orientado hacia el lado de la flecha indicadora de la dirección desconocida (figura 5).

En estas condiciones se lee directamente el valor del ángulo ε definido por la sombra del ápice, conocido el cual se puede calcular $\gamma = 360^\circ - \varepsilon$. Luego el valor del acimut de la dirección desconocida respecto al sur estará dado por: $\phi_s = A + 180 + \gamma$, y respecto al norte por: $\phi_N = A + \gamma$.

La labor del campo se reduciría en este caso, a orientar la brújula solar de acuerdo con las instrucciones anteriores, nivelar la misma y anotar en la libreta el ángulo leído ε , la hora y el día de observación.

CONCLUSIONES

Mediante el uso de la brújula solar se pueden solucionar fácil, rápida y económicamente los problemas relacionados con la determinación de los acimutes en aquellas áreas en que afloran rocas altamente magnéticas y donde, por lo tanto, resulta inadecuado el empleo de la brújula magnética. En general puede afirmarse que el uso de la brújula solar es aconsejable para todas aquellas zonas en que afloran rocas cuyo magnetismo remanente puede ser intenso. Particularmente la brújula solar puede constituir un elemento de trabajo complementario de gran utilidad para el geofísico y geólogo dedicados a la exploración minera, pues buen número de yacimientos están asociados a zonas de afloramientos de rocas fuertemente magnéticas, así como para aquellos geofísicos cuya tarea consista en

detallar mediante estudios terrestres anomalías magnéticas de interés, previamente localizadas por estudios con magnetómetro aerotransportado.

Se concluye, pues, que la llamada brújula solar constituye un instrumento útil para las labores rutinarias de campo de todo geólogo o geofísico, y que su empleo permite obtener acimutes precisos sobre áreas en que el uso de la brújula magnética es inaplicable. Particularmente siguiendo la técnica de cálculo descripta en este trabajo se pueden lograr valores del acimut con errores del orden de los 4° en las condiciones más desfavorables de observación.

Agradecimiento. — Los autores desean agradecer a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires el haber hecho posible la preparación del presente trabajo.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Almanaque náutico y aeronáutico. 1966. Secretaría de Marina, Servicio de Hidrografía Naval.
- Burwood, J. 1952. *Sun's True Bearing or Azimuth Tables*. Editada por Admiralty agent for charts. Londres.
- Creer, K. M. y Sanver, M. 1966. *The use of the sun compass. Methods in paleomagnetism*. Editado por D. Collison, K. Creer y S. Runcorn, págs. 11-15.
- Fraser, D. C. 1963. *Sun Chart compass corrections for reconnaissance mapping and geophysical prospecting in areas of magnetic disturbance*. Economic Geology, t. LVIII, págs. 131-137.

Recibido en enero 20 de 1967.

CORRIGENDA

Para evitar erróneas interpretaciones y a fin de rectificar errores que figuran en el texto y lista bibliográfica del trabajo de Eduardo Llambías y Lidia Malvicini sobre "Metalogénesis asociada a los plutones graníticos de la Cordillera Frontal entre Quebrada de Agua Negra y Río Castaño, San Juan, aparecido en el n° 4 del tomo XXI de esta Revista, deben tenerse en cuenta las siguientes aclaraciones:

pág. 239, línea 27: donde dice *explotación* debe leerse *exploración*;

pág. 240, línea 1: donde dice *rhumbus* debe leerse *strike*;

pág. 240, línea 1: donde dice *an inclination* debe leerse *dips*;

pág. 240: el párrafo iniciado en línea 8 y terminado en línea 12 debe ser sustituido por el siguiente: *In the eastern granitic area cassiterite is disseminated and is found together with tourmaline; in the western area it appears in typical veins. This dissimilarity may be related to the presence of a large volume of fugitive components wich dispersed tin in the metazomatized regions; where the fugitives were present in a lesser proportion tin could be collected in vein-like concentrations.*

pág. 240, línea 14: donde dice *exploitation* debe leerse *exploration*;

pág. 251, en fig. 5 falta: *q = cuarzo*;

pág. 254, en fig. 6 falta: *Po = pirrotina; cp = calcopirita*;

pág. 255, columna izquierda, línea 24: donde dice *blanda* debe leerse *blenda*;

pág. 257, columna derecha, línea 35: donde dice *Cihta* debe leerse *Chita*;

pág. 260, columna derecha, línea 17: donde dice *blanda* debe leerse *blenda*;

pág. 261, columna derecha, línea 14: donde dice *Kitetl* debe leerse *Kittl*.

COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

INVERTEBRADOS FOSILES, por HORACIO H. CAMACHO, 1966. Buenos Aires. EUDEBA (Editorial Universitaria de Buenos Aires), XVI + 707 págs., 8 láminas. Precio: encuadernado, \$ 2.600; rústica, \$ 2.100.

El primer tratado de Paleontología en idioma castellano publicado en América Latina se debe al conocido paleontólogo argentino Dr. Horacio H. Camacho.

La obra, de indiscutible jerarquía, cumple plenamente los propósitos expuestos en la introducción: 1º, servir de libro de texto de paleontología de invertebrados en idioma castellano; 2º, reunir en un volumen, listas faunísticas y láminas que atañen a la paleontología sudamericana, además de una bibliografía razonablemente completa; 3º, encarado de manera que sea de utilidad principalmente para alumnos sudamericanos.

En los primeros cuatro capítulos reúne un conjunto de útiles conceptos generales. Se destaca la reseña concisa y excelente sobre la historia de la Paleontología en la América del Sur, de indudable valor para el investigador. En los capítulos sucesivos el autor brinda el conocimiento de la morfología, sistemática y clasificación de los diversos grupos, expuestos con señalada aptitud pedagógica e ilustrada con dibujos bien escogidos, que complementan eficientemente su estudio. En algunas láminas la impresión no ha sido todo lo feliz que hubiera sido de desear, sobre todo si se considera a quien está dirigida la obra, pero esto no se debe achacar al autor.

El tratamiento sistemático de los distintos grupos se expone con criterio moderno, acompañándolo, en apretada síntesis, de ejemplos sudamericanos, y complementado con un rápido y logrado panorama de distribución estratigráfica. Se acompañan con referencias de ambientes ecológicos y esbozos de origen y evolución de cada uno de los grupos sistemáticos.

El autor cierra cada capítulo con una seleccionada información bibliográfica, general y americana, en la cual, más de la mitad se refieren a América Central y América del Sur.

Dos índices, uno de términos y otro de géneros y especies, facilitan el manejo del libro.

Esta obra, por consiguiente, no sólo proporciona un amplio conocimiento de las faunas de invertebrados sudamericanos al través del tiempo, juntamente con información sobre la bioestratigrafía y paleoecología, en una exposición accesible para el alumno, sino que será también imprescindible a los investigadores de otras partes del mundo, dado que es el primer intento, con logrado éxito, de reunir en un solo volumen la principal información respecto a la paleontología sudamericana. Las ilustraciones, las listas faunísticas y la amplia bibliografía sudamericana serán de valor por muchos años para los científicos.

Este trabajo representa un valioso esfuerzo, que será, por la vastedad de su información, apreciado por todos los especialistas e imprescindible en la enseñanza de la Paleontología. El doctor Camacho debe felicitarse por esta noble contribución a la paleontología, biología y ciencias afines. — *J. C. M. Turner.*

ESTE NUMERO
SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 14 DE AGOSTO DE 1967
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA CONI, PERU 684
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA

**El presente número se ha financiado en parte con un subsidio del
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, que
no se hace responsable del contenido del mismo**

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. CARLOS D. STORNI; *Vicepresidente:* DR. EDGARDO O. ROLLERI; *Secretario:* DR. ARTURO J. AMOS; *Tesorero:* DR. JOSÉ CARLOS BANCHERO; *Vocales:* DR. JUAN C. M. TURNER, DR. OSCAR RUIZ HUIDORO, DR. FÉLIX RODRIGO; *Vocales Suplentes:* LIC. HÉCTOR J. PÉNDOLA, DR. RENATO R. ANDREIS Y GEÓL. NORMA PEZZUTTI.
SUBCOMISION DE LA REVISTA: DR. ARTURO J. AMOS, DR. JUAN C. M. TURNER Y GEÓL. NORMA PEZZUTTI.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

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

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

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

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

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

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

La correspondencia de la Asociación deberá ser dirigida a

PERU 222, Buenos Aires (Rep. Argentina)

Toda la correspondencia referente a suscripciones, colecciones o números sueltos, debe ser dirigida a

LIBRART S. R. L., CORRIENTES 127, Buenos Aires

Representante y distribuidor exclusivo para toda la República Argentina y el exterior.

LIBRART S. R. L.

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS DE LAS PUBLICACIONES
DE INSTITUCIONES Y SOCIEDADES CIENTIFICAS ARGENTINAS

Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires

INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGENTINA

Dirigido y editado por el doctor ANGEL V. BORRELLO, 1966, 638 págs., con aproximadamente 4500 citas comentadas.

En un nuevo esfuerzo de labor específica la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires ha dado término a la preparación de esta obra, primera en su género en el país, ejecutada conforme a las exigencias del más moderno trabajo geológico.

Componen el trabajo más de 4500 citas de autor con sumaria explicación del contenido bibliográfico, distribuidas en sucesivas secciones, que estuvieron a cargo de colaboradores experimentados en la materia.

Se compone del temario siguiente:

PRECAMBRICO por Dr. R. A. Zardini
CAMBRICO por Dr. A. V. Borrello
ORDOVICICO por Dr. J. C. M. Turner
SILURICO por Dra. H. A. Castellaro
DEVONICO por Dr. G. Furque
CARBONIFERO por Dr. A. J. Amos
PERMICO por Geól. R. D. Pernas

TRIASICO por Dr. J. A. Cuerda
JURASICO por Geól. O. C. Schauer
CRETACICO por Dr. C. I. C. de Ferrariis
TERCIARIO por Dres. S. J. Licciardo y
C. I. C. de Ferrariis
CUATERNARIO por Dr. A. N. Xicoy

La labor abarca principalmente el material bibliográfico publicado en el país, complementado por referencias de carácter inédito, todo ello con vistas a satisfacer las necesidades del conocimiento sistemático de la bibliografía argentina.

Con el *Indice Bibliográfico de Estratigrafía Argentina* queda expuesto en su mayor parte el volumen importante que caracteriza el acervo estratigráfico de la Argentina, por lo cual la tarea configura en su magnitud una expresión de la actividad geológica en el país, ampliada hasta el presente.

VENTA EXCLUSIVA:

LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127
(EDIFICIO BOLSA DE CEREALES)

BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

Dirección Postal :

Casilla de Correo 5047