

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

SUMARIO

CARLOS ALBERTO MENÉNDEZ, Presencia de <i>Ottokaria</i> en la Flora de Glossopteris de la provincia de Buenos Aires.....	5
JUAN CARLOS M. TURNER, Estratigrafía de la región al naciente de la Laguna Blanca (Catamarca).....	11
ARTURO J. AMOS y RAÚL A. ZARDINI, Geología de algunos depósitos de arcillas de La Rioja.....	47
LIDIA MALVICINI, Algodonita en la paragénesis mineralógica de <u>la mina Kokito II, provincia de Neuquén</u>	<u>85</u>
WOLFGANG VOLKHEIMER, Nuevos hallazgos de Paleozoico marino en la precordillera de San Juan. (Con un perfil estratigráfico detallado del <u>Carbónico</u>).....	<u>97</u>
CARLOS O. LATORRE, Los yacimientos cupro-uraníferos de Rahuecó, Neuquén, con referencias a la geología de la zona.....	105
<u>COMENTARIO BIBLIOGRÁFICO</u>	<u>125</u>

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

1962

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

This One

BOT8-BF4-KOP3

Este tomo ha sido publicado con el aporte de fondos proporcionados por las siguientes instituciones oficiales y privadas :

**CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
Y TECNICAS**

DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINAS

PAN AMERICAN ARGENTINA

SHELL C.A.P.S.A.

TENNESSEE ARGENTINA

YACIMIENTOS CARBONIFEROS FISCALES

REVISTA

DE LA

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

TOMO XVII

BUENOS AIRES

REPÚBLICA ARGENTINA

1962

Imprenta y Casa Editora «CONI», Perú 684, Buenos Aires

Inscripta en el Registro de la Propiedad Intelectual bajo el número 340.992

REVISTA
DE LA
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo XVII

Enero-junio de 1962

Nº 1-2

PRESENCIA DE « OTTOKARIA » EN LA FLORA DE « GLOSSOPTERIS »
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Por CARLOS ALBERTO MENENDEZ

(División Paleobotánica. Museo Argentino de Ciencias Naturales).

ABSTRACT

The occurrence of a fructification hitherto unknown in Argentina of *Ottokaria* cf. *bengalensis* Zeiller in the *Glossopteris* Flora of the Prov. of Buenos Aires is reported.

RESUMEN

Noticia sobre la presencia de *Ottokaria* en la Serie Bonete, de la Sierra de Pilla-huincó, fructificación hasta ahora desconocida para Argentina.

Hace poco tiempo comuniqué el hallazgo de una fructificación aislada (Menéndez, 1962), en la Serie de Bonete de la Sierra de Pilla-huincó sobre el arroyo Piedra Azul, correspondiente al género *Lanceolatus* creado por Plumstead (1952) para ejemplares de Sud Africa, en conexión orgánica con hojas de *Glossopteris* y *Palaeovittaria*; a la presencia de la misma, nuevo elemento de relación con las floras pérmicas de Africa e India¹, agrego, para el mismo yacimiento, la cita de otra fructificación, *Ottokaria*, hasta ahora tampoco conocida para las floras de *Glossopteris* de Argentina.

¹ Archangelsky y Bonetti comunicaron últimamente la presencia de *Scutum* en la flora del Bajo de la Leona, Santa Cruz, otra de las fructificaciones que Plumstead halló con *Glossopteris* en Sud Africa.

El género *Ottokaria* creado por Zeiller en 1902 en base a material de la Serie Karharbari de la India, con la especie *O. bengalensis*, lo definió como una hoja orbicular de 30 mm de diámetro, con un largo pecíolo, de margen dentado y nervadura dicotómica radiante desde la base.

En una revisión posterior de este material, hecha por Seward y Sahni, estos autores consideran que más bien que una hoja, *Ottokaria* sería la bráctea que reviste una semilla.

Otras especies de *Ottokaria* fueron descritas por White ((1908) para el Brasil, *O. ovalis* y por Thomas (1921) para Sud Africa, *O. Leslii*.

Plumstead en 1956, crea dos nuevas especies de *Ottokaria* para Vereeniging, Sud Africa, *O. transvaalensis* y *O. buriadica* y las considera como fructificaciones de *Gangamopteris* por haberlas hallado en asociación con *G. obovata* y *G. buriadica* respectivamente.

La citada autora hace la siguiente redescrición del género:

“Fructificación consistente en un cuerpo redondeado de varios centímetros de diámetro, sostenido por un largo y fuerte pedicelo de crecimiento axilar. El pedúnculo es longitudinalmente estriado y tiene una columna central de tejido de conducción y sostén. Se ensancha en su extremo para sostener las dos mitades, en forma de disco, de la cabezuela.

“La parte interna de la mitad adaxial consiste en un área central deprimida, cubierta por pequeños cuerpos ovales y rodeada por un borde elevado de poco espesor y “brácteas” carnosas estriadas radialmente y de diferente tamaño. La parte interna de la mitad abaxial tiene mucho menos diferencia entre el área central y el margen circundante. Está atravesado totalmente por una venación flabeliforme, radiante desde la base en haces de venas gruesas, divididos en venas más pequeñas y terminando en finas y radiantes estrías en el margen irregularmente dividido o profundamente dentado y sobre el cual no hay evidencias de brácteas individuales o aun en algunos casos de cambio de nivel. Las dos mitades se encuentran unidas después de la fertilización formando un fruto”.

Ottokaria cf. bengalensis Zeiller

1902. *Feistmantelia bengalensis* Zeiller, Paleont. Indica n.s. 2: p. 34, lám. IV, figs. 9-10.

1902. *Ottokaria bengalensis* Zeiller, Ibid en nota preliminar.

Lista de Referencias

1920. *O. bengalensis*, Seward, A. C. & Sahni, B., Palaeont. Indica n.s. 7 (1): p. 12, lám. II, fig. 19.

1956. *O. bengalensis* Plumstead, E. P., Trans. Geol. Soc. S. Africa 59: p. 220, lám. XXXIX.

1959. *O. cf. bengalensis* Lacey, W. C., Nature 184: p. 1592, fig. 1.

Material estudiado.—Ejemplares n^{ros}. 3425 y 3437 BA PB (Colección Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia", Buenos Aires).

Procedencia.—Arroyo Piedra Azul, sierra de Pillahuincó, provincia de Buenos Aires.

Horizonte.—Serie de Bonete del Sistema de Pillahuincó, Pérmico inferior.

El ejemplar n^o 3425 BA PB es la impronta de una fructificación de contorno aproximadamente circular de 2,7 cm de diámetro. Se nota una parte central y una zona marginal de 3 a 4 mm de ancho. El área central presenta un relieve irregular con protuberancias de alrededor de 2 mm de diámetro máximo surcadas por leves estrías dispuestas radialmente. La parte marginal de 3 a 4 mm de ancho no ha conservado la totalidad del borde y sólo en la parte superior derecha se ve que está dividido en dientes agudos, al igual que el área central, este margen está surcado por estrías finas dispuestas radialmente. En la parte inferior se insinúa un pedúnculo de 3 mm de ancho con estrías longitudinales paralelas (lám. I, figs. 1 y 2).

En otro ejemplar (n^o 3437 BA PB) atribuido a *Ottokaria*, es flabeliforme y en él se nota que los surcos paralelos que vienen del pedúnculo se abren radialmente hasta el margen en coincidencia con el ancho de los dientes, entre estos surcos o nervios, se observan estrías más finas densamente dispuestas. El margen es también dentado, con dientes más o menos agudos de 1 mm de ancho. El pedúnculo disminuye gradualmente de 3 mm en su inserción a 2 mm hacia su otro extremo y en él se ven con claridad las estrías paralelas que lo recorren (lám. I, figs. 3-4).

La similitud de los ejemplares de Buenos Aires con *Ottokaria bengalensis* de la India y *O. transvaalensis* de Transvaal, es evidente. El ejemplar n° 3437 coincide con el que Plumstead ilustra de *O. transvaalensis* en la lámina XXXV, figura 2 (1956) y presenta como en esa especie un pedúnculo de igual tamaño y con surcos paralelos, pero la forma y tamaño de los dientes del fósil de Buenos Aires tiene caracteres comunes a *O. bengalensis* y *O. transvaalensis*, así como los surcos radiales y estrías intermedias más finas.

En el ejemplar n° 3425 las rugosidades y promontorios centrales, orientados más o menos radialmente, son más parecidos a los de *O. bengalensis* del ejemplar de Zeiller (Plumstead, 1956, lám. XXXIX) que a los de *O. transvaalensis*, pero evidentemente, en general, tiene con ambas especies caracteres semejantes, por tal motivo es difícil la identificación con cualquiera de ellas. Es muy probable que ambas pertenezcan a una misma especie, pues inclusive Plumstead (1956, p. 218) considera las pequeñas diferencias como posibles variaciones entre individuos de una misma especie, pero hace una separación específica "in view of the great distance which separates the continents at present it seems wise to continue to regard them as of specific significance".

No he podido comparar con *O. ovalis*, especie descrita por White para Brasil, pero Plumstead en su revisión (1952: p. 306) la asigna al género *Scutum* lo mismo que *O. Leslii* Thomas, especie con la cual no son comparables los ejemplares de Buenos Aires.

El ejemplar de Rhodesia de *O. cf. bengalensis*, descrito por Lacey (1959) no puede distinguirse de la especie a la cual la compara dicho autor.

Ottokaria bengalensis se ha registrado para Ecca medio (Pérmico inferior) de Vereeniging, Transvaal y Upper Sandstones (Pérmico inferior) de Rhodesia, en Africa y para la Serie de Karharbari (Pérmico inferior) de la India.



2



1



3



4

Ottokaria cf. bengalensis Zeiller. Arroyo Piedra Azul, Sierra de Pillahuincó, Provincia de Buenos Aires. Serie de Bonete del Sistema de Pillahuincó: 1, Ejemplar N° 3425 BA PB $\times 3$; 2, Reconstrucción del ejemplar N° 3425 BA PB; 3, Ejemplar N° 3437 BA PB $\times 3$; 4, Reconstrucción del ejemplar N° 3437 BA PB.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- LACEY, W. C., 1959. *Occurrence of presumed glossopteridean fructifications in Rhodesia an Nyasaland.*—*Nature* 184: 1592-1593.
- MENÉNDEZ C. A., 1962. *Hallazgo de una fructificación en la flora de Glossopteris de la provincia de Buenos Aires (Lanceolatus bonariensis sp. nov). Con consideraciones sobre la nomenclatura de fructificaciones de Glossopteris.*—*Ameghiniana. Rev. Asoc. Paleont. Argentina* 2 (10): 175-182, 1 lám.
- PLUMSTEAD, E. P., 1952. *Description of two new genera and six new species of fructifications borne on Glossopteris leaves.*—*Trans. Proc. Geol Soc. S. Africa* 55: 281-328, 10 lám.
- 1956. *On Ottokaria, the fructification of Cangamopteris.*—*Trans. Geol. Soc. S. Africa* 59: 211-236, 7 lám.
- THOMAS, H. H., 1921. *An Ottokaria-like plant from South Africa.*—*Quart. Journ. Geol. Soc. London* 78: 285-288.
- WHITE, D., 1908. *Report on the fossil flora of the Coal Measures of Brasil.*—*Rel. Final Com. Est. Min. Carvao de Piedra, Río de Janeiro* 3: 337-617.

Manuscrito recibido en noviembre de 1962.

ESTRATIGRAFIA DE LA REGION AL NACIENTE DE LA LAGUNA BLANCA (CATAMARCA)

POR JUAN CARLOS M. TURNER

Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.

RESUMEN

La región está situada en el noroeste de la provincia de Catamarca. Comprende la ladera occidental de la Sierra del Cajón y la comarca al poniente hasta la pendiente oriental de la Sierra de Laguna Blanca. Geológicamente está integrada por sedimentos pelíticos metamorizados (Formación Loma Corral) e inyectados (Formaciones Famabalasto y Chango Real). Sobre este basamento se apoyan discordantemente sedimentos continentales del Terciario (Grupo El Bolsón), correspondientes al Calchaquense y al Araucanense, separados por una Formación integrada por elementos volcánicos. Durante el Cuartario se acumularon tobas dacíticas (Formación Laguna Blanca), coladas de andesita (Formación Negro Caranchi) y otras correspondientes a basalto (Formación Los Rastrojitos). Los acarreos del Cuartario, diferenciados en tres entidades, se extienden cubriendo una superficie amplia, tanto en el este como en el oeste de la región. Finalmente se tienen las evaporitas en el sector occidental.

ABSTRACT

The region is situated in the north west of the province of Catamarca. It comprises the area between the western slope of Sierra del Cajón and the eastern foothills of Sierra de Laguna Blanca. The oldest rocks correspond to a Precambrian basement of metamorphic rocks (Loma Corral Formation), some of which show signs of magmatic invasión (Famabalasto and Chango Real Formations). Upon the Precambrian basement rests in disconformity the Tertiary continental sediments (El Bolsón Group), which correspond to the Calchaquense and the Araucanense, separated by a volcanic Formation. During the Lower Quaternary volcanic eruptions took place in the form of dacitic tuff deposits (Laguna Blanca Formation) and of lava flows, andesitic (Negro Caranchi Formation) and basaltic (Los Rastrojitos Formation). Lastly there are the alluvial deposits of the Quaternary, differentiated in three units, which fill broad depressions together with evaporites.

INTRODUCCION

Las observaciones motivo de la presente contribución se realizaron entre los meses de enero y abril de 1956, durante el relevamiento de la Hoja 11 d—Laguna Blanca (provincia de Catamarca) de la Carta Geológico-económica de la República Argentina, escala 1:200.000, llevado a cabo en mi carácter de geólogo de la Dirección Nacional de

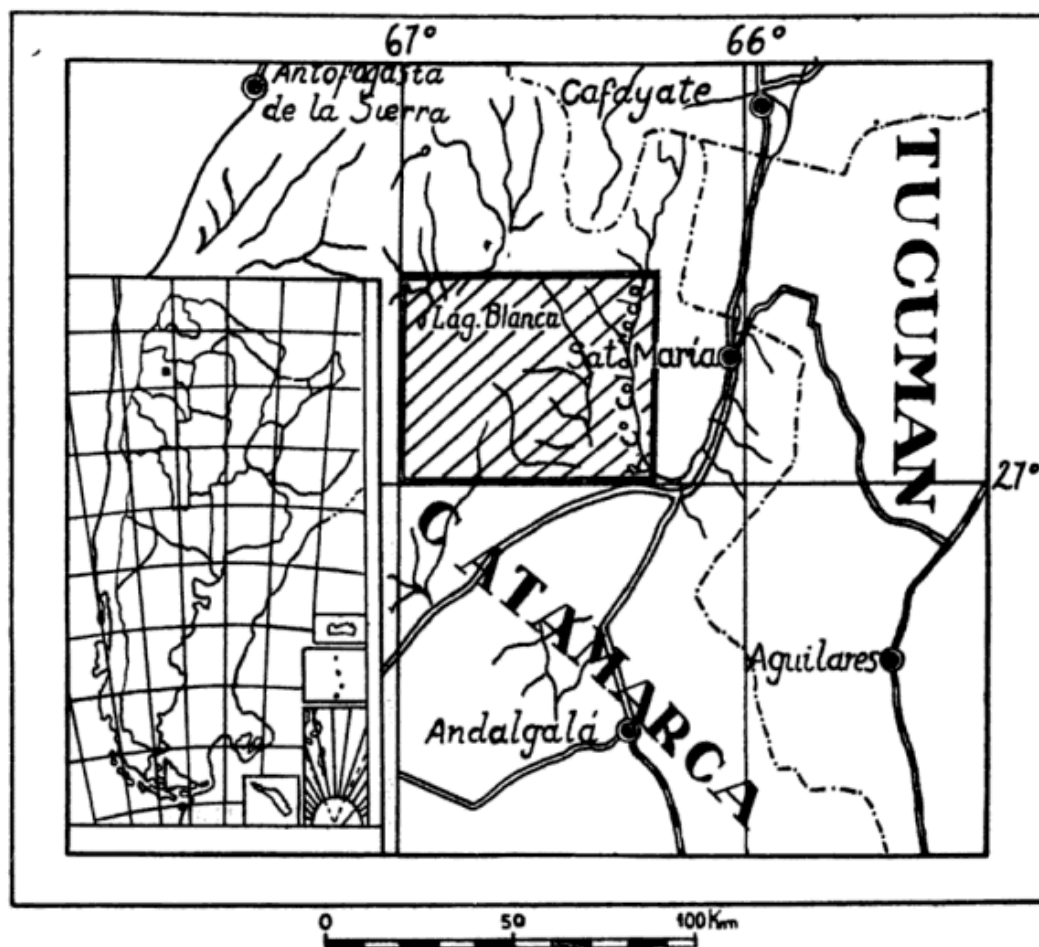


Fig. 1. — Mapa de ubicación

Geología y Minería. Agradezco la colaboración del alumno geólogo, señor Antonio Bitar, quien me acompañó durante parte de la campaña; a los señores Federico R. Roellig y Roberto L. Caminos les estoy reconocido por el estudio de las rocas en grano suelto y al microscopio.

La región estudiada está en el noroeste de la provincia de Catamarca, a unos 21 kilómetros al oeste de la localidad de Santa María, según puede verse en el mapa de ubicación (fig. 1). Para su mejor

delimitación se dan las coordenadas geográficas: entre 26°30' y 27°00' de latitud sur y 66°15' y 67°00' de longitud oeste de Greenwich, formando un rectángulo con una superficie de 4.140 km². Las estaciones de ferrocarril más próximas son Alemania, Acheral y Andalgalá (F.C.N.G.B.).

Comprende la ladera occidental de la Sierra del Cajón, la Sierra Las Cuevas y una serie de elevaciones hacia el norte, la Sierra Chango Real, el campo de la Laguna Blanca y la pendiente oriental de la Sierra de la Laguna Blanca.

Estudios geológicos anteriores fueron efectuados por Stelzner (1885), Brackebusch (1891), Hünicken (1894), Tapia (1941) y Peirano (1943 y 1957).

Se deja constancia del subsidio otorgado para el dibujo de los mapas, por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES GEOLOGICAS

I. PRECÁMBRICO

Las rocas asignadas a este complejo se encuentran distribuidas en toda la región, constituyendo los afloramientos más amplios y de mayor superficie. Se ha considerado que se pueden agrupar los elementos de esta entidad en tres Formaciones, que se reseñarán a continuación.

a) FORMACIÓN LOMA CORRAL.

La Formación de referencia está integrada por ectinitas, es decir, rocas metamórficas sin aporte magmático, que en su mayoría corresponden a esquistos, pizarras y filitas; en unas pocas localidades se han observado cornubianitas y cuarcitas y en dos micacitas y filita con nódulos de cordierita. El carácter litológico es relativamente uniforme, al menos en cuanto a los tipos principales. Estas rocas estratificadas menos metamorfizadas se encuentran en el rincón nordeste, y hacia el oeste, en las proximidades de la margen sur. La potencia original ha sido muy grande, y a ella debe sumársele la acumulación tectónica por plegamiento intenso.

En la región se las ha observado en siete afloramientos, de los cuales el más septentrional integra el tramo norte en la Sierra del Cajón. Poco al norte del puesto Saladillo aflora en ambas márgenes

del río Toroyacu. El segundo afloramiento está en la ladera oriental de la Sierra Chango Real, extendiéndose desde las proximidades del Reventón Blanco, en el norte, hasta el río Blanco en el sur. En la vertiente noroeste de la Sierra de las Cuevas, asoman nuevamente elementos de esta Formación, junto con ectinitas con nódulos de cordierita. Desde la latitud del cerro Bayo Grande, en el norte, hasta la finca Lampacillo en el sur, las ectinitas constituyen la ladera occidental del filo cerros Bayo Grande, Manijita y Loma Corral. Al norte y al oeste del Abra de Caja, en la vertiente occidental del cordón, hay otro asomo de este complejo. El sexto afloramiento, de dimensiones más reducidas, está en las proximidades de las Salinas Grandes y el puesto Esquina Negra. En el rincón sudoeste de la región se tiene el último afloramiento, el séptimo, que se extiende por ambos márgenes del río Vicuña Pampa, desde Los Nacimientos en el norte, hasta el límite austral de la región y más al sur.

La variedad entre las rocas que integran este complejo, como ya se ha expuesto, es relativamente grande, pero los tipos litológicos principales pueden reducirse a cuatro, entre los cuales hay transiciones. Ellos son: esquistos, pizarras, filitas y cornubianitas con cuarcitas; tanto un tipo de roca como otra, pueden presentarse con venitas de cuarzo. Es muy común encontrar alternancia de estas rocas.

Los esquistos son de color gris verdoso oscuro, generalmente con mucho cuarzo, tanto que imprime a la roca un aspecto córneo, pero sin perder la esquistosidad. Por meteorización pueden presentar un color amarillento; al oeste de Toroyacu hay esquistos de color pardo rojizo. El tamaño del grano, por lo general, es fino, aunque en el oeste, en el afloramiento a lo largo del río Vicuña Pampa, se presenta con un tamaño de grano mayor, como si la roca hubiera derivado de una psamita fina, mientras que las restantes, o sea las de grano fino, provendrían de una pelita. Generalmente los esquistos constituyen camadas de 5 a 10 cm de potencia. Al microscopio se observa que los esquistos están integrados por sericita, clorita, cuarzo y óxido de hierro, y como accesorios, turmalina y rutilo. Las pizarras, escasas, de color verde botella a gris verde oscuro en corte fresco, y gris azulado oscuro por meteorización, son rocas duras, a menudo de aspecto córneo. La esquistosidad es perceptible debido a las laminillas de mica dispuestas en bandas. Por el tamaño del grano se deduce que originariamente la roca era pelítica. Se presentan en bancos de 10 a 15 cm de espesor.

El tercer tipo, el correspondiente a las filitas, por lo general constituye camadas que alternan con los anteriores. Son de color verde oscuro. La esquistosidad está marcada mucho más que en los primeros, pero las superficies de exfoliación son más irregulares, con corrugamiento abundante. En el afloramiento que se extiende por ambos márgenes del río Toroyacu, las superficies de exfoliación presentan un lustre perlado. Al este del puesto Saladillo, margen izquierda del río Toroyacu, se coleccionó una roca dura, maciza, de fractura irregular, de grano fino y homogéneo, de color gris oscuro, levemente violado. La roca, una cuarcita micácea, está integrada por cuarzo, biotita, muscovita, plagioclasa (albita y oligoalbita), y como minerales accesorios, apatita, turmalina, circón y óxido de hierro. La estructura es granoblástica. Algo más al oeste de donde se extrajo la muestra anterior, se observó un esquistito con algo de inyección. Es una roca de grano fino a mediano, de color verde grisáceo, con textura esquistosa foliada, debido al ordenamiento paralelo de las láminas micáceas y además, producido por una inyección concordante de material leucocrático (cuarzo, feldespato rosado) de tipo venoso nodular algo difuso. Algo al sur del puesto Saladillo, hay una intercalación de micacita con nódulos de cordierita. Estos últimos muestran una orientación algo más que incipiente. La roca es de color gris oscuro verdoso, de grano fino a mediano, maciza. En la ladera noroccidental de la Sierra de Las Cuevas, entre las ectinitas se observó un asomo reducido de micacita de grano fino con abundantes nódulos de cordierita, de dimensiones bastante constantes, pero por lo general no mayores de un centímetro. La roca está integrada por muscovita, biotita, cuarzo, clorita, plagioclasa ácida, apatita, turmalina y cordierita (en nódulos). Probablemente, las micacitas finas biotíticas han pasado a micacitas con porfidoblastos de cordierita, por efecto de contacto, correspondiente a la facies anfíbolita, subfacies cordierita-antofilita. En este caso se encuentran relativamente cerca de los elementos correspondientes a la formación Chango Real (granito migmatítico).

En varias localidades se han encontrado rocas con algo de inyección, como por ejemplo en el Filo Alto, poco al sur de Toroyacu, y al este del cerro Reventón Blanco. La muestra recogida en la primera localidad, Filo Alto, es de color gris claro, de grano mediano con laminillas de muscovita, biotita, cuarzo, clorita, plagioclasa ácida, apatita, turmalina y material inyectado correspondiente a cuarzo feldespático: oligoclasa, cuarzo y, en menor cantidad, feldespato potásico. Las

CUADRO ESTRATIGRAFICO

Edad	Nombre	Litología	Espesor en metros	
Cuartario	Reciente y actual	arcillas, areniscas y conglomerados evaporitas arenas, rodados, etc.	250	
	Superior			
	Inferior	— discordancia —	basalto	60
		Form. Los Rastrojitos		
		— discordancia —	conglomerados, areniscas, arcillitas, etc.	
		Form. Negro Caranchi		
— discordancia —	andesita	150		
— discordancia —	Form. Laguna Blanca	tobas dacíticas	400	
Terciario	Plioceno	Grupo Form. El Cajón	areniscas, tufitas, etc.	250
	—	El Form. El Áspero	tobas y brechas	150
	Mioceno	Bolsón Form. El Morterito	conglomerados y areniscas	350
		— discordancia —		
Precámbrico	Form. Chango Real	rocas hipabisales		
	Form. Famabalasto	granitos migmatíticos		
	Form. Loma Corral	migmatitas esquistosas ectinitas		

láminas micáceas están dispuestas paralelamente, dando lugar a una textura esquistosa foliada. Al este del cerro Reventón Blanco se extrajo una muestra correspondiente a una filita inyectada. Es una roca dura, de grano fino a mediano, de color gris claro con un ligero tinte violado. Como en el caso de la muestra anterior, presentan textura foliada, debido al ordenamiento paralelo de las láminas micáceas e inyección concordante de material leucocrático (cuarzo, feldespato rosado). Los componentes principales son: muscovita, biotita, cuarzo, plagioclasa ácida, apatita y turmalina.

Por lo general, casi todas las rocas de los afloramientos en el oeste, muestran cornubianitización incipiente, que sin embargo no ha alcanzado a borrar la esquistosidad. Son rocas de grano muy fino, prác-

ticamente afaníticas, muy duras, y ocasionalmente bandeadas. Otra interpretación podría ser que la cornubianitización no se debe a metamorfismo de contacto, sino a aporte de material magmático. Esto último concordaría mejor con lo que se observa en la región donde hay una gran preponderancia de rocas migmatíticas.

b) FORMACIÓN FAMABALASTO.

Las rocas metamórficas de la entidad anterior, esquistos, micacitas, etc., en la Sierra del Cajón pasan gradualmente, a lo largo del rumbo, a micacitas inyectadas y finalmente embrequitas. Éstas, denominadas paragneis por algunos autores (Misch, 1949, I), se caracterizan por su tonalidad oscura y por ser de grano fino a mediano y estar integradas en su mayor parte por cuarzo, mica y feldespato.

El límite entre las Formaciones Loma Corral (ectinitas) y Fama-balasto (migmatitas esquistosas) es transicional, o sea gradual y de ahí que en el mapa se haya expresado mediante una línea cortada. En la entidad mencionada en segundo término, predomina la proporción de feldespato en relación con la de mica. Los feldespatos no se presentan en porfidoblastos de dimensiones mayores de medio centímetro.

La migmatización es incipiente, ya que el material de derivación puramente sedimentario se reconoce por todas partes. Las rocas presentan bandas, a menudo en forma de lentes; en otros casos, los porfidoblastos pequeños, en parte pasan a bandas de reemplazo. Hay todos los tipos de variaciones y transiciones, tipos intermedios, interestratificados e interdigitación, como también ectinitas. A veces hay bandas claras (ricas en feldespato) y de cuarzo, como también las hay oscuras. El espesor de estas bandas es variable, entre milímetros y unos 15 cm. La proporción de ambos tipos de bandas es también extremadamente variable. Por lo general, las de cuarzo son debidas a la inyección *lit par lit*. También hay inyección difusa.

En el campo se observa que en el norte de la región predominan las ectinitas, y a medida que se prosigue hacia el sur, desde un poco más al sur de la latitud de Lampacito, comienzan a predominar rocas con aporte magmático. Ya se había observado este fenómeno algo más al norte, como por ejemplo, en el Filo Alto, pero se trataba de casos aislados. En cambio, desde Lampacito al sur, el aporte ya es bien visible y se observa que va en aumento hacia el sur. Esto es tanto más notable, cuanto que en el norte se comienza con micacitas inyec-

tadas y en el sur ya se tiene migmatitas propiamente dichas; pero en su gran mayoría son migmatitas homogéneas con estructura esquistosa bien conservada, es decir, embrequitas. En cambio, en el extremo sur de la Sierra del Cajón, las migmatitas ya son del tipo de las que afloran más al oeste, es decir, granitos migmatíticos. En algunas partes, con abundancia de feldespatos, se observa que hay embrequitas de ojos (gneis).

Poco al este de la localidad Cerro Colorado, se coleccionó una muestra de color gris claro a gris rosado pálido, de grano mediano, que conserva mucho de la textura primitiva. Es una micacita inyectada. El aporte es muy reducido y del tipo de *lit par lit*, pudiéndose observar las venitas en la mayoría de las rocas en los alrededores. Al nacimiento de la escuela Huritohuasi, las rocas ya muestran un aporte mayor, correspondiendo a micacitas y esquistos fuertemente inyectados, en donde el aporte ya cambia la textura de la roca, impartiendo a ésta un aspecto menos equistoso, pero sin que por ello deje de ser una embrequita, llegando a ser granosa. En muchas partes se observa la intercalación (en este tramo de la sierra) de numerosos diques pegmatíticos muy fácilmente reconocibles desde lejos, por su color y por el contraste con la roca madre. De la latitud de La Casita al sur, por aumento del aporte, la roca pierde casi totalmente su esquistosidad; por consiguiente, se la considera como esquisto migmatítico. Son rocas de diversas tonalidades del gris, de grano variable, entre mediano y grueso. Ya en el extremo sur del cordón, donde el aporte ha sido mayor, se observan verdaderas migmatitas. Las rocas ya han perdido por completo su textura primaria siendo reemplazada ésta por una estructura granosa, llegando a veces a asemejarse a las rocas de la Formación Chango Real. En muestras aisladas se pueden confundir, pero en conjunto no. Son rocas granosas, de colores más claros que las anteriores, de grano mediano a grueso, y carentes de porfidoblastos. El aporte es del tipo granítico de acuerdo con los estudios a grano suelto efectuados por Roellig.

Desde el punto de vista estructural, las relaciones de la ectinita con la migmatita se puede decir que se caracterizan por la continuidad estructural. La estructura en estos sectores se caracteriza por la tendencia bien definida a permanecer constante en distancias largas. No se observan indicios de disturbios estructurales y plegamientos y fluideces turbulentas, que serían de aguardar si el magma hubiera penetrado los sedimentos bajo alta presión y esfuerzos internos.

c) FORMACIÓN CHANGO REAL.

A esta entidad pertenecen las rocas graníticas que cubren mayor superficie dentro del ámbito de la región. La Formación está constituida por granitos migmatíticos, vale decir, es un complejo integrado por sedimentos metamorfozados con penetración ígnea. Estas rocas con abundante aporte granítico se denominan migmatitas en el presente trabajo. Las migmatitas son del tipo homogéneo, reconociéndose anatexitas (Jung y Roques, 1952). Por anatexitas se entienden rocas mixtas en las que la estructura esquistosa es muy poco aparente o prácticamente no visible.

Por lo general estas rocas constituyen afloramientos amplios, los de mayores dimensiones dentro de la región. El afloramiento más extenso se extiende desde el borde septentrional de la región hasta poco al norte de la latitud de Barranca Larga. Por el este comienza en las proximidades de La Hoyada, para dirigirse hacia el sudoeste. En el oeste penetra en la región como una estrecha faja al poniente de Pampa Ciénaga, para dirigirse hacia el sudeste. El segundo afloramiento, de dimensiones más reducidas, constituye la Sierra Las Cuevas. Al sur del Campo de la Laguna Blanca se encuentra un amplio afloramiento, el tercero, que se prolonga más allá del límite austral de la región. En el borde septentrional de la comarca hay varios asomos aislados que indudablemente pertenecen a un solo afloramiento, el de la ladera oriental de la sierra Laguna Blanca. Finalmente se tiene el quinto afloramiento en las vecindades de la mina "Culampajal".

Las ectinitas de la Formación Loma Corral pasan más o menos bruscamente a las migmatitas granulosas de la Formación Chango Real, tanto a lo largo como a través del rumbo, mediante una faja de transición de un ancho variable entre cinco y diez metros aproximadamente. La base sedimentaria de la Formación Chango Real está constituida en su totalidad por elementos de la Formación Loma Corral, en la cual sólo se han podido determinar las facies mineralógicas correspondientes a esquistos verdes y cornubianita. Aunque tienen aspecto granítico, estas rocas gnéisicas revelan en el campo su origen por migmatización, debido a la presencia de rocas de transición entre ectinitas (Formación Loma Corral) y migmatitas (Formación Chango Real) y la interestratificación de ambos tipos de rocas, como se pudo observar al norte del Reventón Blanco. El estudio microscópico confirma la naturaleza migmatítica de estas rocas. Su pasta, tanto en su

composición mineralógica como en su textura, es idéntica a las ectinitas de la Formación Loma Corral. En esta matriz los porfidoblastos de feldespato, generalmente micropertítico, crecieron, reemplazaron y la penetraron, incluyendo relictos de sus granos de minerales. Los bordes irregulares y crenulados de los porfidoblastos tienden a ser caras de cristales, como el porfidoblasto tiende a ser idioblástico. La textura de la roca indica que los porfidoblastos no han sido introducidos como un total, sino que son el producto de una reacción entre el esquisto (ectinita) y el material introducido posteriormente, rico en potasio. No se ha observado estructura fluidal, pero en algunas localidades hay indicios que sugieren relictos de estratificación sedimentaria.

Los contactos entre migmatitas y ectinitas son más bien netos; esto podría tomarse como prueba en contra de la granitización, pero aparentemente el reemplazo es capaz de producir contactos, tanto netos como transicionales, dependiendo de si el "frente" de reemplazo permaneció estacionario después de alcanzar su máxima extensión, como también en discontinuidades locales, sean fracturas y/o diaclasas, en la roca reemplazada. Que la granitización puede producir contactos netos ya fue comunicado por vez primera por Wegmann (1935, pág. 326) y luego confirmado por otros geólogos, entre ellos Misch (1949, II, pág. 379). En líneas anteriores ya se ha manifestado que al norte del Reventón Blanco se han observado rocas de transición.

En general las rocas de esta entidad son de un tipo homogéneo, es decir, son todas granosas, no hay embrequititas, ni tipos intermedios. Son rocas macizas, de color rojizo claro a grisáceo. Su aspecto es el de un granito de grano grueso, con gran cantidad de mica, esta última constituyendo casi siempre nódulos o nidos. Megascópicamente la roca es de grano grueso a porfiroideo, mostrando microclino, plagioclasa, cuarzo, mica (biotita y muscovita), y como minerales accesorios o secundarios circón, apatita, clorita y epidoto. La pasta, por lo general, es de cuarzo y feldespato.

Se hará una breve descripción de las rocas, ordenadas por afloramiento. Comenzando por el más oriental, las rocas en su mayoría son de grano mediano, de fractura irregular y estado de conservación más bien fresco. Su coloración varía entre gris blanquecino, dada por el cuarzo y el feldespato, gris oscura debida a la mayor abundancia de material biotítico, gris verdosa y gris rosada debido al feldespato. En general son de carácter porfiroideo, aunque a veces son más bien

moteadas, debido a los nódulos de biotita. La pasta o agregado microcristalino es de cuarzo, feldespato, biotita y muscovita. En el sector noroeste de este afloramiento se observan porfidoblastos de microclino de dimensiones mayores, hasta 2 cm de arista.

En las proximidades del portezuelo Manijita, como asimismo en otras localidades, las ectinitas están atravesadas por diques con un espesor de 3 a 10 m, constituidos por una roca de color rojo grisáceo con porfidoblastos de feldespato potásico y cuarzo. Es una migmatita granodiorítica.

En la Sierra Las Cuevas aflora una roca de grano mediano a grueso, de fractura irregular y estado de conservación fresco. Su coloración es gris a gris rojiza o gris rosada, debido a la abundancia de material biotítico. En este afloramiento la mica no constituye nódulos o nidos; está distribuida uniformemente. El carácter porfiroideo prácticamente no es visible a simple vista.

Las rocas que constituyen el tercer afloramiento del granito migmatítico y que asoman al sur del Campo de la Laguna Blanca, son de grano mediano o grueso, de fractura irregular y estado de conservación en general alterado, aunque algunas se conservan en estado fresco. Su coloración varía entre el gris claro y el gris oscuro, según la cantidad y la manera de distribuirse la biotita. La biotita forma nódulos o nidos de hasta un centímetro de largo. Los porfidoblastos son de dimensiones algo mayores que los observados en los afloramientos orientales, llegando hasta una longitud de 1,5 cm por arista. Entre los cerros Corralito y Rincón Grande se coleccionó una muestra de grano fino, de color rosado, con cierta orientación de los granos. Por su composición es un granito migmatítico aplítico.

En el borde septentrional de la región y en la ladera oriental de la Sierra Laguna Blanca afloran unos granitos migmatíticos de grano mediano a grueso, alterados y de colores oscuros. En algunas muestras se observa una leve orientación, mientras que en otras es más acentuada. Estas últimas corresponden a ectinitas con inyección *lit par lit*. También se han encontrado rocas que corresponden a granitos migmatíticos aplíticos, de color rosado claro, grano fino a mediano y con una ligera orientación de los granos.

Las rocas que afloran en la vecindad de la mina "Culampajal" son de grano mediano, semejantes a las del primer afloramiento, pero se distinguen de ellas por la proporción de biotita; además este mineral está distribuido uniformemente. Su estructura es porfiroidea y el color gris oscuro.

En general el grano de la roca aumenta de tamaño de este a oeste, y su estado de conservación es más fresco en el naciente, tornándose más descompuesto a medida que se avanza hacia el poniente. Esto se observa muy bien en el curso superior del río La Quebrada, entre Médano Trancado y La Quebrada. Al proceder agua arriba, los porfidoblastos no solamente aumentan de tamaño, sino que también se tornan más numerosos.

Caso similar se ha observado más al norte, al oeste de las localidades de San Carlos y Cafayate, en la provincia de Salta.

Dentro de los granitos migmatíticos se presentan fajas en que estas rocas están deformadas, dando lugar a milonitas. Dichas rocas afloran en cuatro fajas orientadas meridianamente o aproximadamente tal. Por lo general las fajas tienen un ancho que varía entre uno y dos kilómetros. El afloramiento más oriental está al norte de Suriara. Más al poniente, en el Real del Cuerno, se vuelven a encontrar estas rocas. En el tramo medio del río de los Bayos aparecen en el tercer afloramiento, y finalmente el más occidental, en el Abra de Caja. Llama la atención que las milonitas, en los cuatro afloramientos, siempre se encuentran al naciente de fallas. Además, se suelen encontrar en varias localidades, como ser en Cura Quebrada, al poniente de Barranca Larga, en el Rodito, al noroeste de los Nacimientos de San Antonio, etc. Pero en estas localidades son afloramientos menores, sin llegar a constituir fajas largas y de un ancho de un kilómetro, como es el caso de los afloramientos ya mencionados en primer término. En todos los afloramientos la intensidad de la milonitización crece de este a oeste, caso similar a lo observado por González Bonorino (1950) en la región al sur y al sudeste.

Las milonitas existen solamente en los afloramientos de granitos migmatíticos. Al proceder de naciente a poniente, la roca es un granito migmatítico y al poco trecho se nota una cierta orientación, debida en gran parte a los porfidoblastos de feldespato, que están alargados e isorientados. Avanzando un poco más hacia el poniente, la milonitización ya es más pronunciada y se pone de manifiesto por la orientación de las hojuelas de mica; en esta roca son más alargadas que en la anterior, y por ello la esquistosidad está marcada más visiblemente. En una muestra más próxima a la fractura, donde la deformación alcanza un estado más avanzado, la esquistosidad es más pronunciada y, además, las superficies de exfoliación se hallan corrugadas finamente. La corrugación indica la lineación. La caolinización

de los cristales de feldespato se pone de manifiesto mediante un moteado blanquecino. Finalmente, contra la falla aparece la máxima milonitización, revelada mediante rocas afaníticas.

En las demás localidades donde afloran milonitas, sin llegar a constituir fajas importantes, las rocas son de las mismas características que las que se han reseñado precedentemente. Así, por ejemplo, la muestra que se recogió en la ladera oriental del cerro Negro, poco al poniente de Barranca Larga, está constituida por granos de tamaño entre mediano y grueso, correspondientes a cristales feldespáticos alargados e isorientados, de 0,5 hasta 2 cm de largo, envueltos en capas biotíticas discontinuas y sinuosas que le confieren una leve foliación. El color del feldespato es blanco lechoso, sin brillo; el de la biotita, negro pardusco, de brillo metálico-nacarado. Hay cuarzo, si bien no es fácil observarlo a simple vista, y, en escasa cantidad, muscovita. Otra muestra coleccionada al norte de las Salinas Grandes, en el puesto La Aguadita, es de color gris rosado, debido a los granos de feldespato. El tamaño del grano es grueso y corresponde a cristales feldespáticos alargados e isorientados de 0,5 hasta 3 cm de largo. La mica está dispuesta de tal manera que envuelve a estos cristales; las capas son discontinuas y sinuosas, dando origen a una foliación incipiente. El cuarzo es bastante escaso, al menos a simple vista.

d) ROCAS HIPABISALES.

Las rocas hipabisales que atraviesan los elementos de las Formaciones reseñadas precedentemente son más bien escasas. Por lo general todos los diques son de dimensiones más bien reducidas, teniendo como máximo un kilómetro de longitud, aunque por lo común alrededor de 200 m y una potencia de hasta 4 metros. Su orientación es más o menos uniforme, predominando la dirección noroeste-sudeste, si bien al oeste de Nacimiento de San Antonio el rumbo es nordeste.

i) *Pegmatitas*. Diques con estas rocas son los más comunes, juntamente con los aplíticos. Son de color rosado y están integrados por cuarzo, microclino y muscovita. La orientación general de los diques de pegmatitas es noroeste-sudeste, pero su inclinación varía desde la subhorizontal hasta los 70° SW. Su potencia, por lo general, es de 20 a 40 cm, aunque a veces presentan hasta dos metros y en otras ocasiones sólo alcanzan tres a cinco centímetros.

ii) *Aplitas*. En varias localidades se han coleccionado muestras de rocas de diques que corresponden a aplita. Por lo general estos diques

tienen una potencia de alrededor de 50 cm. La aplita es de color amarillento claro, con pocos fenocristales de cuarzo y plagioclasa, en una pasta compacta, holocristalina, microgranular. Diques de este tipo de roca son más bien escasos, y se los encuentra con preferencia atravesando las ectinitas y migmatitas esquistosas.

iii) Vetas de cuarzo. En unos pocos lugares, como en Rodito, en la senda de Barranca Larga a las Salinas Grandes, se cruza un dique de una potencia de 1,50 m, integrado por una roca de color gris verdoso, compacta, maciza, casi córnea, en la que se observa una alternancia rítmica de bandas gris-verdosas y rosadas. Al microscopio se muestra como un apretado agregado de cuarzo sericítico. Corresponde a un filón cuarzoso. Pero por lo general son vetas con una potencia de pocos centímetros. A veces están relacionadas con los diques de pegmatitas, en unos casos dentro de las pegmatitas y en otros al costado de ellas.

iv) Diques con migmatitas. En las ectinitas que afloran al norte de Barranca Larga (cerro Loma Corral) se han encontrado en varias oportunidades diques integrados por migmatitas. Así, poco al oeste del portezuelo Manijita (al sur del cerro homónimo) hay un dique que contiene una roca de color gris verdoso, maciza, con abundantes fenoblastos feldespáticos, euhedrales, de tamaño variable entre 2 y 10 mm, y de color blanquecino sin brillo, levemente rosados en las superficies expuestas. Diseminados en la pasta y más bien aislados, se encuentran granos de cuarzo del mismo tamaño, que se destacan por su brillo vítreo. La pasta que los envuelve es afanítica, de color negro verdoso. Su fractura es irregular; no se aprecia orientación de los componentes.

Al sudoeste de las salinas Corralito, en la ladera septentrional del Pabellón Morado, dentro de los granitos migmatíticos, se encontró un dique que contenía una roca que resultó ser una migmatita granodiorítica. La roca es de color grisáceo, la fractura irregular, constituida por una pasta de grano fino que aloja fenoblastos de feldespato rosado y cuarzo, relativamente aislados e irregularmente distribuidos. No presenta foliación ni esquistosidad.

e) EDAD.

Pretender fijar la edad de las Formaciones que se han reseñado precedentemente es algo azaroso. El basamento cristalino de las Sierras Pampeanas ha sido atribuido tanto al Precámbrico como al Pa-

leozoico inferior, por carecer de datos concretos que permitan dilucidar su edad. Sin embargo, en estos últimos años y sobre la base de los trabajos de González Bonorino (1950, entre otros), en regiones limítrofes, se ha considerado como más factible una edad precámbrica para estas rocas. Así han sido consideradas por el autor recién mencionado al reseñar la geología de la región inmediatamente al sur, el tramo austral de la Sierra Las Cuevas y demás cordones occidentales.

A la misma conclusión se llega al correlacionar con rocas semejantes que afloran más al norte, como por ejemplo en la región del cerro Cachi, y en el tramo intermedio. Por consiguiente, en este trabajo las Formaciones tratadas precedentemente se considerarán como del Precámbrico.

2. CENOZOICO

Sobre el basamento se apoya directamente la cubierta sedimentaria cenozoica. No hay vestigios ni indicios de rocas del Paleozoico ni del Mesozoico. Los sedimentos más antiguos son del Terciario, y corresponden a lo que se considera como Calchaquense y Araucanense. Dentro del Cuartario se tienen las vulcanitas y tobas de la Puna, junto con los diversos acarreos.

a) *Terciario.*

El Terciario está representado por un conjunto de sedimentos de origen continental, con una intercalación de origen volcánico. A este potente paquete se considera como una entidad, por no haberse observado ninguna discordancia entre los diversos complejos.

i) *Mioceno-Plioceno: Grupo El Bolsón.*

Los elementos que se tratarán a continuación corresponden a elementos clásticos, desde arcillas y limos hasta conglomerados, con una potente intercalación de elementos volcánicos en la parte media y otras menores en el tramo superior, predominando las rocas psamíticas. La coloración de la roca es variable, en un todo de acuerdo con la variación en la litología, pero en líneas generales se puede manifestar que en la base es de color pardusco, en sus diversas tonalidades, de color gris verde claro a gris azulado en el tramo medio y gris claro y blanquecino en el techo. Se considera a este grupo dividido en tres Formaciones sobre la base de sus características litológicas, diversas

coloraciones y posición estratigráfica. El ambiente continental ha predominado durante la acumulación de toda la columna sedimentaria. Las tres Formaciones aparentemente son concordantes entre sí, constituyendo una secuencia continua en la cual los caracteres litológicos son inconstantes.

i a) Formación El Morterito (Calchaquense).

La Formación que se detallará a continuación está integrada por conglomerados, areniscas y arcilitas de color rojizo en la base y luego de color pardusco, que constituyen afloramientos en el tercio oriental de la región.

Se puede considerar que los elementos de esta Formación constituyen dos afloramientos principales, con numerosos asomos ligados a ellos. El afloramiento más septentrional y a la vez más oriental aparece en la margen derecha del río Toroyacu y se extiende hacia el oeste hasta la falla que pasa al poniente de La Hoyada; en el norte se observa desde los cerros Guanacoyacu del Tolar y Pabellón de La Hoyada hacia el sur, hasta el Mogote de la Tranca, cerca de la latitud de Huritohuasi.

Hacia el norte existen varios asomos que indudablemente corresponden a este afloramiento, pero que aparecen aislados debido a la cubierta de acarreos cuartarios. El segundo afloramiento importante comienza en el río Chiñocán y continúa hacia el sur hasta el valle del río Las Cuevas, prolongándose más allá del límite austral de la región. Como en el caso anterior, se observan varios asomos, los más importantes de los cuales se encuentran al norte del río Chafiñán.

La entidad se apoya discordantemente sobre las rocas de las Formaciones Loma Corral y Chango Real, como se puede observar en la margen derecha del río Las Juntas y en la margen izquierda del río Las Cuevas. En el caso del afloramiento septentrional también se apoya sobre los elementos de la Formación Chango Real.

En el perfil del río Las Cuevas, la Formación comienza con camadas conglomerádicas de hasta 2 m de potencia, de color rosado. Estas camadas conglomerádicas son de grano más bien fino, en que la mayoría de los clastos tienen una dimensión máxima variable entre 3 y 5 cm, aunque también se encuentran algunos hasta de 15 cm de largo. Tales clastos son poco angulosos, de granito migmatítico, esquistos córneos y unos pocos de cuarzo, etc., pero predominan ampliamente

los correspondientes a los granitos migmatíticos. En algunas partes las capas conglomerádicas pasan a ser más bien arcósicas. En la parte superior de los conglomerados se observan intercalaciones de bancos de areniscas de grano mediano a fino. Poco a poco las intercalaciones de bancos arenosos se hacen más numerosas hasta predominar ampliamente. Entonces las capas de conglomerado pasan a ser intercalaciones, pero en este caso los clastos por lo general son de un largo menor de dos centímetros. En otras ocasiones pasan a ser lentes dentro de los bancos de arenisca. Esta parte se considera como el miembro inferior. Por el oeste llega hasta el río Las Cuevas, en la latitud del puesto Vázquez, muy próximo al límite austral de la región. En Loma Colorada está al poniente del río.

El miembro superior está constituido por areniscas de grano mediano, de color gris claro, gris pardusco y pardo grisáceo. Los bancos son de menor potencia, 30 a 40 cm. Las intercalaciones de capas conglomerádicas son frecuentes, pero se caracterizan por ser algo arenosas, a menudo lenticulares. La arenisca es con frecuencia de grano grueso, variando hasta grano mediano. En contadas ocasiones se observan intercalaciones de bancos arcillosos, con un espesor del orden de los cinco centímetros. Los bancos de areniscas presentan laminación, tanto paralela como entrecruzada. Con frecuencia se observa la alternancia de láminas de grano grueso con otras de grano mediano. Las de grano grueso pueden pasar a conglomerado muy fino. Ocasionalmente hay intercalaciones de bancos de conglomerado mediano, con clastos de granito y de esquistos, hasta de 20 cm de largo. Algunos clastos muestran desgaste y aun redondeamiento incipiente.

En los asomos al norte del río Chafiñán afloran areniscas de grano grueso y de color rosado pálido, elementos que corresponden al miembro inferior observado en el río Las Cuevas.

El afloramiento septentrional está constituido por elementos muy parecidos, prácticamente idénticos a los observados en el río Las Cuevas, pero aparecen algunos sedimentos no observados en el afloramiento anterior. Este es el motivo por el cual se dará una breve descripción de este perfil.

La base de la Formación El Morterito se apoya, mediante una discordancia, sobre las rocas del basamento que constituyen la Sierra del Cajón o de Quilmes. En la mayor parte el contacto coincide con el curso del río Cerro Colorado (luego río Santa María). En la base afloran bancos conglomerádicos con una potencia individual de 1 a 2

metros, y que en conjunto alcanzan unos 10 m de espesor. Su coloración es rosada pálida. A continuación se observan bancos de areniscas de color pardo claro, de grano mediano a grueso, de 1 a 1,5 m de espesor. Se observan clastos de hasta 10 a 15 cm de largo, aunque predominan ampliamente los de 2 a 3 mm, dispersos en la arenisca, pero por lo general forman camadas conglomerádicas dentro del banco de areniscas, en forma de lentes. En general, las areniscas son de color pardo y de consistencia más bien dura. Como intercalaciones se destacan bancos de arcilitas, de color pardo, pero de tono más claro y espesor menor, 30 a 40 cm. Se reconocen por el aspecto “choreado” que presentan. Con frecuencia la arcilita arenosa pasa a arenisca arcillosa, o a una arcilita menos arenosa. Se ha notado que la roca es más deleznable, y de color pardo más oscuro cuanto mayor es la proporción de arcilla; en cambio, cuando aumenta el tenor de arena, su color es más claro y la roca más dura; cuando se trata de una arenisca, su color es grisáceo y es muy friable. En este tramo hay una intercalación de bancos arcillosos y de areniscas de grano muy fino de color verde, con un espesor individual de 20 a 30 cm, constituyendo en conjunto un paquete de unos 5 m de potencia. Esta intercalación está entre bancos de areniscas de grano muy fino. En las arcilitas verdes se encontraron restos de pelecípodos, *Corbicula stelzneri* junto con unos pocos gasterópodos muy mal conservados. Estos fósiles se han encontrado en tres localidades, pero en la misma corrida. Ya hacia la parte superior afloran areniscas de grano mediano a fino, de color gris claro, con bancos de 30 a 40 cm de espesor. Se observan intercalaciones de bancos de arcilitas, de color pardo rojizo, de un espesor menor, 20 a 25 cm. Siempre hay camadas conglomerádicas en los bancos de arenisca, con clastos de 10 a 20 cm, de granitos migmatíticos, esquistos, cuarzo, etc. Por encima aflora una arenisca de grano mediano a grueso, de color azulado en corte fresco y pardo oscuro a gris oscuro por meteorización, con clastos de 2 a 3 mm de largo.

Los bancos de caliza son muy escasos, y en las contadas oportunidades en que se observaron, constituían capitas de dos a tres centímetros de espesor. El yeso también es escaso, y lo mismo se puede decir de las margas. Predominan ampliamente las arcilitas y las areniscas de grano fino a muy fino, sobre todo las arcillas.

Los restos orgánicos fósiles son bastante abundantes. Además de los pelecípodos y gasterópodos ya mencionados, se han encontrado nu-

merosos huesos de aves y mamíferos. El primero en mencionar esta localidad fosilífera fue Peirano (1943), quien además llevó numerosos ejemplares que están siendo estudiados.

Entre los fósiles recogidos, son más numerosos los representantes de los roedores pequeños y las aves, y en mucha menor proporción los desdentados, las tortugas y los macraquénidos (Peirano, 1943). Coincidiendo con la observación de Peirano, se notó que los restos fósiles correspondientes a animales más pequeños se encuentran en los bancos arcillosos, mientras que los de esqueletos más grandes están en los estratos de grano mayor. Respecto a los gasterópodos, no se está de acuerdo con la observación de Peirano, de que se hallan alojados en depósitos secundarios, ya que han aparecido en la misma muestra junto con restos de *Corbicula*, sin estar incluidos en trozos de roca (Peirano, 1943, pág. 54).

En el afloramiento al oeste del río Cerro Colorado, se ha observado en varias localidades diques de una roca basáltica que se reseñará más adelante, Formación Los Rastrojitos.

La Formación tiene un espesor de 350 m aproximadamente.

i b) Formación El Aspero (Complejo volcánico)

En la parte central de la margen austral de la región, al poniente del río Las Cuevas, existe un afloramiento reducido, integrado por elementos volcánicos, brechas y tobas, de color verdoso. Otro asomo hay al este de Potrerillos, en la margen derecha del río La Quebrada.

Se sobrepone concordantemente a la arenisca de grano mediano, de color grisáceo, de la Formación El Morterito. Esta relación concordante es mencionada por los diversos autores que han estudiado las entidades terciarias en las regiones vecinas, entre otros González Bonorino (1950), si bien es cierto que no hay seguridad absoluta.

La entidad está integrada por elementos de origen piroclástico, brechas y tobas, de color verde, en bancos de 1,5 a 2 m de espesor, en toda la extensión del afloramiento. Se diferencia de los afloramientos al sur y al sudeste, en la región vecina del sur, es decir, el sector de los cerros Durazno, Atajo, Negro, etc., en que faltan los elementos intrusivos. Dentro de la región de estudios predominan ampliamente tobas y brechas. Estas rocas están estratificadas medianamente, constituyendo un homoclinal. La toba es de grano fino, de color verde claro grisáceo, coherente, con una estratificación grosera. Los clastos son de tamaño muy diverso, pero los de 15 a 20 cm de largo son

muy abundantes, aunque no predominantes, ya que los de tamaño reducido, hasta 5 cm de longitud, se hallan en amplia mayoría. Una toba estudiada al microscopio resultó estar constituida por gran cantidad de cristales subhedrales de plagioclasa básica, en menor cantidad cristales de piroxeno y anfíbol (hornblenda). Por su composición es una toba de tipo básico. Otra toba de color gris blanquecino, compacta, aunque levemente friable, está constituida por vidrio, cuarzo, biotita, anfíbol, plagioclasa ácida y componentes secundarios. Es una toba vitrocrystalina de tipo ácido. En la parte superior de la Formación predominan las brechas, y la roca predominante es una andesita. El color también cambia algo, tornándose en un gris azulado.

La Formación tiene unos 150 m de espesor, manteniéndose uniforme en todo el afloramiento, y desapareciendo hacia el norte contra la falla en la ladera sudeste del cerro Loma Corral.

González Bonorino (1950, pág. 39) menciona para la región contigua al sur la presencia de rocas basálticas dentro de esta Formación, constituyendo diques. Las rocas basálticas (Formación Los Rastrojitos) que afloran al norte del río Chafiñán y en los alrededores de Guanacoyacu del Tolar, podrían ser coetáneas, pero en el presente trabajo se consideran como del Cuartario, por las razones que se expondrán al reseñar la Formación correspondiente.

i c) Formación El Cajón (Araucanense)

Esta denominación se aplica a un conjunto de elementos clásticos, junto con elementos volcánicos, de color grisáceo, que afloran en la parte austral y central de la región. Los afloramientos reconocidos son dos. El más extenso se encuentra en el borde austral de la región, al poniente del río de la Mesada. El segundo, respecto del cual se tienen ciertas dudas, está al naciente de Chiñocán, constituyendo la Loma Negra.

La superposición normal de esta entidad en concordancia sobre los elementos de la Formación anterior se observa a lo largo del valle del río de la Mesada. El contacto entre las dos Formaciones se reconoce fácilmente por el cambio, tanto litológico como de color. El pasaje es más bien brusco, teniendo lugar en unos pocos metros, pero aparentemente no es discordante.

El complejo está integrado por tufitas y sedimentos psamíticos y psefíticos, en bancos de 1,50 a 2,50 m de espesor. En el tramo inferior predominan los elementos psefíticos, conglomerados y rocas arcóscas,

junto con arenisca de grano grueso. Las capas conglomerádicas son de color gris oscuro, con una potencia de 2 a 2,5 m. Los clastos predominantes corresponden a granitos migmatíticos y ectinitas de los cerros vecinos; en general los clastos son poco redondeados y no muestran mayor selección. En algunos casos predominan netamente los de granito migmatítico, pasando a ser sedimentos arcósicos.

La arenisca es de color grisáceo, de grano mediano a grueso, observándose que el grano mayor predomina en la base, ya que en el tramo superior siempre son de grano más fino. A menudo hay intercalaciones de capas conglomerádicas, con clastos pequeños, no superiores a los 5 cm de largo, de esquistos, pizarras de color verde oscuro (clorítica), granitos migmatíticos, micacitas, y unos pocos de rocas volcánicas, como andesita. Estos mismos clastos se encuentran en los bancos conglomerádicos, pero en tal caso los bancos son de una tonalidad algo más oscura. Las capas conglomerádicas dentro de los bancos de areniscas, casi siempre son lenticulares. En otros casos los bancos de areniscas tienen numerosos granos (2 a 4 mm de largo), distribuidos desordenadamente. La estratificación entrecruzada es muy común. En los bancos conglomerádicos la matriz está constituida por un material limoso micáceo, que además contiene algo de vidrio; es de color grisáceo. Se observan algunos bancos de material tufítico, como uno de tres metros de espesor, de color blanco, que aflora poco al naciente de la población de Barranca Larga, en la quebrada homónima. Otros bancos de material tobáceo por lo general son de color grisáceo claro a gris blanquecino, con estratificación regular pero poco coherente e integrados por granos de vidrio predominantemente, plagioclasa, cuarzo, mica, etc.

El segundo afloramiento, respecto del cual se tienen dudas si las rocas que afloran allí realmente corresponden a esta Formación, entre otros motivos por ser un poco distintas y, además por constituir un afloramiento aislado, sin ninguna relación con las otras entidades del Terciario, corresponde a la Loma Negra. En este afloramiento hay areniscas y tobas. Las areniscas, de grano mediano a fino, de color pardo claro y oscuro, forman bancos de 50 cm de potencia, con clastos de 2 a 3 mm de largo dispersos en la arenisca. Los bancos de toba, dos, son más potentes, sobre todo el superior, con dos metros. Es de color bayo amarillento a grisáceo. El inferior, de color pardo rojizo, tiene un espesor de un metro y medio.

La Formación tiene unos 250 m de espesor.

ii) Edad del Grupo El Bolsón

Los sedimentos del Grupo El Bolsón son atribuidos al Terciario superior.

Al referirse a la región contigua al sur, González Bonorino (1950) divide estos sedimentos en tres entidades: Calchaquense, Complejo Volcánico y Araucanense, sin hacer ninguna mención de edad.

Si se tomara individualmente los distintos componentes de este complejo, se asignaría a los elementos diferentes edades, pero, como están en relación de concordancia, o al menos aparentemente, se ha preferido atribuir a las dos Formaciones más modernas una misma edad, sin que esto signifique que con un estudio más detallado y el hallazgo de restos orgánicos en la Formación intermedia, resulte innecesario modificar la edad. Respecto a la Formación El Morterito, la única que ha proporcionado fósiles, pelecípodos, gasterópodos y restos de vertebrados, la edad es algo más fácil de determinar.

Los sedimentos de este Grupo pueden ser asignados, sin seguridad, al Mioceno y Plioceno. La edad miocena es en base al hallazgo de los huesos de mamíferos que tiene en estudio el doctor Rosendo Pascual, y que según su opinión (comunicación verbal) indicarían esta edad. La presencia de *Corbicula stelzneri* hasta hace poco era considerada como una prueba casi segura de edad miocena, pero, según los estudios de Peirano (1957), es muy probable que no aporte ninguna prueba valedera que ayude a determinar su edad. Para dicho autor, los sedimentos calchaqueños juntamente con los estratos araucanos, pertenecen al Plioceno. Pero, sobre la base de los restos de vertebrados encontrados en los sedimentos de la Formación el Morterito, estos, por ahora, se atribuyen al Mioceno.

Los sedimentos de la Formación El Cajón no han proporcionado restos orgánicos dentro de la región de estudio, pero en la prolongación austral del afloramiento a lo largo del río Bolsón, en la Puerta del Corral Quemado, tanto Riggs y Patterson (1933) como Cabrera (1944) han realizado amplios estudios y coleccionado numerosos ejemplares, posteriormente estudiados por esos mismos autores. Sobre la base de estas investigaciones, conjuntamente con los resultados de Peirano, se considera que estos sedimentos corresponden al Plioceno.

Respecto a los elementos de la Formación El Aspero o Complejo Volcánico de González Bonorino (1950), no hay ningún indicio seguro que permita asignarlos al Mioceno o al Plioceno. En realidad,

tanto pueden pertenecer a uno como al otro, y aún a parte de las dos épocas.

Indudablemente, los componentes de la Formación El Aspero provienen de los centros volcánicos de la región contigua al sur, como ya se ha manifestado, pero, sobre la base de lo observado más al norte, en la región del salar Centenario (Hoja 7 c), se considera a esta Formación como del Plioceno, estando sujeto en cualquier momento a cambiar de edad, es decir, no hay ninguna seguridad de que en realidad sea del Plioceno.

b) CUARTARIO

Los sedimentos a considerarse a continuación, en parte no consolidados, se extienden en dos amplias franjas paralelas y unas pocas de menor cuantía, constituyendo el material de relleno en algunas de las depresiones, como también la cubierta en los cordones de elevaciones menores. Asimismo, entran dentro de esta división dos Formaciones de origen volcánico. Los depósitos cuartarios cubren aproximadamente un tercio del área abarcada por la región de estudio. Basándose en datos puramente geológicos, el Cuartario ha sido dividido cronológicamente en Inferior, Superior y Reciente y Actual.

i) Inferior.

Con esta designación se describirán no solamente acumulaciones constituidas en su mayor parte por sedimentos arenosos con intercalaciones arcillosas y numerosas capas conglomerádicas, sino también los elementos de origen volcánico.

ia) Formación Laguna Blanca (tobas dacíticas)

En la parte occidental y septentrional de la región, sobre todo alrededor del Campo de la Laguna Blanca, hay una amplia comarca con rocas piroclásticas, que hacia el este llegan hasta el extremo septentrional del cerro Mollar. El nombre del epígrafe corresponde a un conjunto de tobas dacíticas que en general son de color grisáceo y con ligeros tintes rojizos.

El primer afloramiento se encuentra en el límite septentrional de la región, rodeando al cerro Colorado (al noroeste del cerro Mollar); corresponde a un afloramiento más bien reducido que asoma por ero-

sión de la cubierta de las rocas volcánicas. A unos dos kilómetros al sudoeste en los alrededores de Médano Trancado aparece, un nuevo asomo de estas tobas. Ya en el Campo de la Laguna Blanca, al norte de la Lomita Colorada, está el tercer afloramiento. Al norte y al sur de la escuela de Laguna Blanca, hay una serie de lomas alineadas meridianamente, que corresponden a otros tantos retazos de los elementos de la Formación Laguna Blanca. Finalmente, al sur de la quebrada de las Peñas Frías se tiene el quinto afloramiento, que se extiende hacia el sur hasta la latitud del morro de la Anciana; este afloramiento en realidad no es continuo, ya que al norte de Los Nacimientos está cubierto por la roca volcánica, pero indudablemente estos asomos constituyen partes de un solo afloramiento, y así se les interpreta en el presente trabajo.

Las rocas de la Formación Laguna Blanca se apoyan discordantemente tanto sobre granitos migmatíticos (Formación Chango Real) como sobre las ectinitas de la Formación Loma Corral. La superficie de discordancia es un plano alabeado de denudación, labrado en las rocas arriba mencionadas, como se ha observado en varias localidades.

Los elementos que integran esta Formación corresponden a rocas más bien blandas, poco consistentes, aunque cuando son brechosas muestran una dureza algo mayor. El color predominante es el gris en corte fresco, y rojizo claro por meteorización. La fractura es irregular. En las superficies meteorizadas se observa una estratificación incipiente debida a las laminillas de mica, cuando se dispone de una superficie orientada debidamente; pero en los cortes frescos, por lo general de superficie irregular, esta estratificación no es visible. En ninguna muestra se ha podido observar fluidalidad. Estas rocas se presentan en bancos de 40 a 50 cm de espesor, con estratificación irregular, pero cada banco está dividido en láminas bien netas. Las tobas presentan clastos de dimensiones variables, pero por lo general no sobrepasan los 5 cm de diámetro, predominando los clastos más bien pequeños, con un largo que varía entre 3 y 4 mm. Los clastos son en su mayoría de dacitas, con presencia de otros de granitos migmatíticos y ectinitas.

La Formación es más bien homogénea con respecto a su composición litológica, aunque se observan variaciones de localidad a localidad, pero de orden menor en magnitud. En cuanto al color, muestran mucha uniformidad; generalmente son de color gris a amarillento rojizo claro o rosado muy claro en corte fresco. Por meteorización

casi siempre son de color rosado claro. En Bordes Negros y en La Lunareja se observa una variación en la composición, estando en estas localidades representada la Formación por aglomerados, y además hay una variación en el color, ya que éste es un gris algo más oscuro. Sobre la base del estudio petrográfico de las muestras coleccionadas, se infiere que la composición litológica de la Formación es bastante homogénea. Las diferencias sólo afectan al detalle de la proporción de los minerales principales, y la ausencia ocasional de algunos minerales accesorios. La matriz en las distintas muestras también muestra solamente variaciones sin mayor importancia. En general se trata de tobas vitrocrystalinas dacíticas.

El espesor es muy variable; así, en los alrededores de Médano Trancado y al norte del cerro Mollar, no sobrepasa los 20 m, mientras que en el afloramiento al poniente de Vicuña Pampa pasa de los 400 metros.

Los elementos de esta Formación han sido atribuidos al Cuartario inferior, sin descartar la posibilidad de que puedan pertenecer al Terciario alto. En realidad, se carece de elementos de juicio para poder ubicarlos cronológicamente. Dentro de la región de estudio, se apoyan sobre rocas del Precámbrico, cubiertas por efusivas que se asignan al Cuartario inferior, como se expondrá al tratar la Formación Negro Caranchi. Si se los compara con las tobas estudiadas más al norte, en la región del salar Centenario (Turner, 1960), se les puede considerar como equivalente tanto de la Formación Bequeville como de la Formación Pucará, pero, en el presente trabajo, teniendo en cuenta su aspecto en el campo y su forma de presentación, se prefiere correlacionar los elementos de la Formación Laguna Blanca con las rocas volcánicas de la Formación Pucará y, en consecuencia, atribuir las al Cuartario inferior, pero sin descartar totalmente la posibilidad de que puedan ser coetáneas con las rocas de la Formación Bequeville (Turner, 1960).

i b) Formación Negro Caranchi (andesita)

A continuación de las efusiones que dieron origen a las tobas de la Formación Laguna Blanca, se produjeron las correspondientes a la andesita de la Formación del epígrafe.

Sus afloramientos cubren una área ligeramente superior a la ocupada por los elementos de la Formación Laguna Blanca, y se pre-

sentan por lo general constituyendo afloramientos más extensos, pero en los mismos sectores en que asoman las tobas. Así, el afloramiento más oriental se encuentra al norte del cerro Mollar y al nacimiento del río homónimo. Otro está constituido por el filo al poniente de dicho curso de agua. El tercer afloramiento aparece en el filo de los cerros Olla Quebrada y La Tipa. Al norte y al poniente del Médano Trancado se encuentra un amplio afloramiento, con varios asomos aislados, que sin duda alguna corresponden a remanentes de erosión, ya que en un tiempo formaban un sola unidad, junto con el asomo del filo de los cerros Olla Quebrada y La Tipa. El quinto afloramiento está ubicado al nordeste del cerro El Chorro. Al sur y al poniente de la Laguna Blanca hay un extenso asomo de estas rocas. El afloramiento más amplio se muestra en el filo y en las laderas septentrional y occidental de los cerros Quebrada Honda, Ciénaga Grande, La Aguadita, etc. Finalmente, el séptimo y último afloramiento, junto con numerosos asomos, pueden observarse en el borde occidental de la región, muy cerca de su límite austral.

La superposición normal de estos elementos en discordancia sobre las tobas vitrocrystalinas dacíticas, se observa en todas partes, y además se deduce del mapa geológico. En varios de los afloramientos, los integrantes de esta Formación se apoyan sobre los elementos de la Formación Loma Corral en una parte, y en otra el yacente lo constituyen las tobas de la Formación Laguna Blanca.

El material que entra en la composición de esta Formación corresponde a coladas de lava. En general son rocas macizas, densas, duras, de fractura irregular a semiconcoidea, de textura porfídica, aunque en unos pocos casos se han observado variedades con textura afanítica o microgranosa. El color que predomina es el pardo rojizo, o violado por meteorización, pero hay variación de un lugar a otro, observándose coladas de color gris claro, gris oscuro a casi negro, etc., en corte fresco. Su composición litológica no presenta mayores variaciones, sin que esto signifique que ella sea uniforme.

En su composición entran plagioclasa (labradorita básica a andesina media), ortopiroxeno, clinopiroxeno, biotita, vidrio, óxido de hierro, etc. Los fenocristales son de dimensiones variables, alcanzando un máximo de 0,5 mm de largo. A veces son muy numerosos y están en una pasta afanítica de composición similar a la de los fenocristales, generalmente con abundante base vítrea. En algunas muestras los fenocristales muestran cierta tendencia a agruparse.

La formación se presenta con una potencia variable, habiéndose medido 150 m como máximo.

Edad.

Las andesitas integrantes de la Formación Negro Caranchi se consideran en el presente trabajo como del Cuartario inferior, y más jóvenes que las tobas de la Formación Laguna Blanca, esto último por encontrarse discordantemente sobre las rocas piroclásticas. En la región se ha observado que yacen sobre las rocas de la Formación Laguna Blanca, como también sobre las asignadas al Precámbrico; por consiguiente, son posteriores a la Formación Laguna Blanca (Cuartario inferior). Pero no se ha encontrado ningún contacto de las andesitas y del acarreo considerado como Cuartario inferior. Consecuentemente su base está más o menos determinada con cierta exactitud, no así su techo.

Respecto al techo, se puede traer a colación lo observado más al norte, en la Hoja 7c (Turner, 1960), donde se estudiaron rocas similares, las integrantes de la Formación Rumibola, que se consideraron como del Cuartario inferior. Se sustenta la opinión de que la Formación Negro Caranchi es coetánea con la Formación Rumibola.

Por consiguiente, el autor asigna las vulcanitas de la Formación Negro Caranchi al Cuartario inferior, pero considerándolas más jóvenes que los elementos de la Formación Laguna Blanca y más antiguas que los acarreos del Cuartario inferior.

i c) Depósitos de acarreo.

Con esta designación se describen depósitos constituidos en su mayor parte por sedimentos arenosos con intercalaciones arcillosas y numerosas camadas conglomerádicas, dispuestas en terrazas.

Los depósitos de acarreos corresponden a fanglomerados antiguos y se observa que están distribuidos al poniente de la Sierra del Cajón en su mayor parte, y un pequeño resto en las cabeceras del río Vicuña Pampa, rellenando depresiones o cubriendo las elevaciones de un orden de magnitud menor, en forma de manto, como se nota en el filo formado por los cerros Lagunita del Tolar, Peña Larga y Churcal.

Están constituidos por sedimentos pobremente consolidados, areniscas con camadas conglomerádicas y mantos de gravas de espesor

variable, a veces considerables y tufitas que descansan mediante una discordancia bien visible sobre las rocas preexistentes.

La estratificación se halla pobremente marcada, pero puede observarse que los bancos están dispuestos horizontalmente y a veces con una ligera inclinación hacia el oeste. Los acarreos constan esencialmente de rodados de las rocas que afloran en las proximidades. Por consiguiente, la composición litológica varía de localidad a localidad, aunque sin perder por ese motivo su aspecto característico y, sobre todo, su color gris oscuro.

En la Loma Negra, donde se muestra en un afloramiento de poca amplitud y escasa potencia, el material es más bien friable, con intercalaciones de bancos tufíticos, y de colores claros, bayo y blanco; en su mayor parte corresponden a elementos de la Formación El Cajón que han sido redepositados. Los bancos están inclinados hacia el oeste.

Al poniente del río La Quebrada hay varios afloramientos de este acarreo. Así, en Agua Amarilla se observan bancos de arenisca de grano grueso a mediano con numerosas intercalaciones de capas conglomerádicas. Los bancos de areniscas contienen clastos de hasta 10 cm de largo. Los colores, tanto de los bancos como de las capas, son pardo a negro oscuro. Al oeste de la Puerta de Chiñocán afloran bancos horizontales de arenisca con capas conglomerádicas de color pardo. En otras ocasiones hay una capa de clastos de tonos oscuros. En Los Nacimientos, cabecera del río Vicuña Pampa, se observan capas conglomerádicas con una potencia de tres metros y aún más, con clastos de granitos migmatíticos, esquistos, filitas, pizarras y andesitas, en una matriz de arena de grano grueso. Los clastos están muy poco redondeados, constituyendo más bien una brecha. En esta localidad los acarreos descansan discordantemente sobre las tobas dacíticas de la Formación Laguna Blanca.

Estos acarreos constituyen las terrazas más altas y, por lo tanto, se les ha considerado los más antiguos, asignándolos al Cuartario inferior.

El espesor de este acarreo es muy variable, aumenta a medida que se aleja del cordón (caso en el borde septentrional de la región, al nordeste de La Hoyada), ya que corresponde a antiguos fanglomerados; además, influye otro factor, que es la irregularidad del relieve sepultado. Como aproximación se puede decir que el espesor máximo es de unos 60 metros.

i d) Formación Los Rastrojitos (basalto)

Entre la quebrada del río Blanco y el río Chafiñán hay dos afloramientos de rocas efusivas. En un caso rellenan el cauce de la quebrada del río Blanco; en el otro cubren los sedimentos de la Formación El Morterito. En ambos casos corresponden a coladas de lava basáltica.

La composición del basalto es prácticamente uniforme en los dos asomos, salvo las variaciones inherentes a toda efusión. Si bien se observa cierta variación, ésta es debida a la alteración, y no a otro factor. La roca es compacta, densa o amigdaloidica, según la muestra, de color gris oscuro a casi negro, con fractura subconcoidea a irregular. Siempre presenta textura porfídica, que permite distinguir fenocristales en general pequeños, pero en una muestra alcanzan una longitud de 3,5 mm, correspondientes a plagioclasa (labradorita media), olivina, a veces reemplazada por iddingsita y otras por serpentina, clinopiroxeno y óxido de hierro opaco. La pasta varía de fina a gruesa; en este último caso, no hay una diferenciación neta entre pasta y fenocristales.

En la Formación El Morterito se han encontrado filones capas en el afloramiento al poniente del río Cerro Colorado. El más septentrional rodea al cerro Guanacoyacu del Tolar, y más al sur, al nacimiento de la Punta Alta y en la margen austral del río Totorá, aflora nuevamente esta roca, siempre como filón capa. En realidad, no es un filón capa perfecto, es decir, no está siempre entre los mismos bancos sedimentarios, sino que los corta con ángulo muy pequeño, pero se aproxima mucho más a filón capa que a dique.

La roca está muy alterada; por consiguiente, al estudiarla al microscopio no se puede afirmar que sea idéntica a la que aflora al poniente del río La Quebrada, es decir, la vulcanita integrante de la Formación Los Rastrojitos, aunque es muy parecida. La roca es de color pardo rojizo gris oscuro a negro uniforme, según el ejemplar; es compacta y dura, con fractura irregular. Siempre presenta textura porfídica, que permite distinguir fenocristales pequeños, de hasta 0,5 mm de largo, que en su mayoría han desaparecido a causa de disolución, que corresponden a olivina reemplazada por serpentina o iddingsita, plagioclasa, substituída por clorita y calcita y clinopiroxeno. La pasta es afanítica y contiene pequeñas amígdulas de forma

irregular, rellenas por ceolita; en otra muestra es indeterminable por su alto contenido de óxido de hierro.

Si bien es cierto que no hay pruebas que permitan afirmar que esta roca basáltica que se presenta como filón capa sea coetánea con el basalto de la Formación Los Rastrojitos, en el presente trabajo, para simplificar, se la considera como si lo fuera. Se debe tener presente que González Bonorino (1950) ha descrito rocas basálticas de la región contigua al sur, formando parte de su Complejo Volcánico (Formación El Aspero en el presente trabajo). Estos basaltos en ocasiones se presentan como diques, así que las rocas de los filones capas aquí descritas bien podrían ser equivalentes de la Formación El Aspero.

En la margen derecha del río Cerro Colorado hay dos asomos basálticos de dimensiones reducidas.

Edad.

Los basaltos de la Formación Los Rastrojitos son posteriores a los elementos de la de El Morterito, ya que en el afloramiento en la margen izquierda del río Chafiñán, se observa que las coladas basálticas descansan sobre los sedimentos de la Formación El Morterito. Por consiguiente, bien podrían pertenecer a la Formación El Aspero o a la del Cajón. Pero, por no encontrarse rodados de basalto en ninguna de las dos Formaciones mencionadas en último término, se prefiere considerar provisionalmente a la Formación Los Rastrojitos como del Cuartario inferior, con sujeción a modificaciones en caso de aparecer mayores elementos de juicio.

Respecto al basalto de los filones capas, también se asignan al Cuartario inferior, con todas las dudas inherentes a la falta de datos concretos.

ii) Superior

Está constituido por sedimentos clásticos y químicos. Los primeros pueden ser tanto de grano grueso como de grano fino y muy fino. Los segundos están representados por las costras de sal que cubren los salares, junto con unos bancos calcáreos de poca potencia que se presentan en la parte superior del acarreo.

Estos acarreos constituyen un amplio afloramiento entre las Sierras

del Cajón o de Quilmes por el este y las de Las Cuevas y Chango Real por el oeste, rellenando la amplia depresión, prolongación septentrional del Campo del Arenal. Otro afloramiento está en la parte sur del Campo de la Angostura, en la ladera occidental del filo constituido por los cerros Loma Corral, Bayo Grande, Abra de Caja y Morro del Río. Finalmente se tiene el tercer afloramiento en el borde occidental de la región, en el extremo austral de la Sierra Laguna Blanca, en ambas márgenes de la quebrada de las Peñas Frías.

Se encuentran como relictos en las terrazas de las amplias depresiones; otras veces constituyen como terrazas a media ladera, tal vez menos, como es el caso en el borde oriental del Campo de la Laguna Blanca.

Cubre a las rocas preexistentes mediando una discordancia. Si se apoya sobre los elementos de las Formaciones precuaternarias, esta discordancia es angular, pero cuando cubre los depósitos del Cuaternario inferior, es merced a una discordancia erosiva.

Este complejo, como el anterior, se encuentra cubierto por una capa de origen reciente, de constitución pedregosa.

Por lo general está integrado por bancos de poca potencia, de 5 a 10 cm de espesor, constituidos por areniscas, con intercalaciones de bancos de arcilla. Además intervienen capas conglomerádicas, de potencia variable entre 30 y 50 cm. Los clastos están más o menos orientados en capas horizontales, siendo de un diámetro de hasta 20 cm, poco o nada redondeados, ya que provienen de las serranías contiguas. Los clastos están en una matriz de arenisca y arcilla. Por lo general el color de estos depósitos es el gris oscuro. Los clastos son de esquistos, filitas, pizarras, cornubianitas, migmatitas esquistosas, granitos migmatíticos y elementos de las Formaciones terciarias redepositadas. En general constituyen depósitos muy deleznable que, como consecuencia de ello, se derrumban, cubriendo las barrancas. En Agua Amarilla y al oeste de Chiñocán, se encuentra una costra calcárea que en estas localidades constituye el techo de los depósitos de acarreo.

El espesor de estos acarreos es sumamente variable, y se considera que no supera los 250 metros.

Los depósitos de caliza, observados en los alrededores de Agua Amarilla y al oeste de Chiñocán, constituyen una capa de unos 50 cm a 1 m de espesor en forma de costra, que cubre toda la superficie.

Evaporitas

Los depósitos químicos de referencia se encuentran en los salares, constituyendo la costra de sal que cubre la masa de relleno de dichas cuencas. Los salares están situados en el oeste de la región. El más importante es el correspondiente a la laguna Blanca; luego le siguen las Salinas Grandes, salinas Corralito y finalmente la laguna de la Orilla. En comparación con los salares situados más al oeste y al norte, los de esta región son de dimensiones muy reducidas, prácticamente insignificantes. Sólo tienen importancia económica las Salinas Grandes y las de Corralito, por su contenido de sal. Los demás carecen de interés, por falta de sales explotables; en cambio, los dos primeros son explotados por su contenido de sal, la que es acarreada a los "valles", ya sea hacia Villavil, ya hacia Santa María.

El origen de estas sales es el de las evaporitas típicas. Aguas con elevadas concentraciones de sales disueltas, próximas al grado de saturación, afluyen a las cuencas en la estación de las precipitaciones. Debido al bajo tenor de humedad en el medio ambiente el agua se evapora rápidamente, concentrándose las sales. Por repetición de este proceso, se han acumulado las sales, formando espesores considerables. En otros casos las soluciones de sal han sido llevadas hacia arriba, desde la capa de agua freática, mediante una gran evaporación en la superficie. No se cree que éste haya sido el caso de los salares dentro de la región de estudio.

No hay seguridad de que estos salares contengan boratos, aunque se han presentado solicitudes de cateo para dichos minerales.

Respecto a la edad de las evaporitas, su acumulación comenzó no bien se formaron las cuencas, a principios del Cuartario, y ha continuado hasta hoy día, en que todavía se están formando. Por consecuencia, se ha preferido ubicarlas entre el Cuartario superior y el Reciente y Actual, siguiendo las ideas expuestas en el informe correspondiente a la Hoja 7 c, Nevado de Cachi (Turner, 1959).

iii) *Reciente y Actual:*

En general son depósitos arenosos y loésicos, que se encuentran en las depresiones, constituyendo los conos de deyección actuales y en formación, como asimismo los rellenos de dichas depresiones. Como se advierte en el mapa, estos depósitos tienen amplia distribución en la región, especialmente en el sector noroccidental, como asimismo en

los valles de los cauces principales. El contacto entre esta entidad y los elementos considerados como del Cuartario superior, está marcado por una ruptura en la pendiente, observable en la margen derecha del río Cerro Colorado y en el borde oriental del Campo de la Laguna Blanca. En la composición de este complejo intervienen las partículas debidas a la desagregación de las rocas preexistentes, pero en ciertas localidades, como Campo Hoyada y Campo Los Puzuelitos, prepondera el material volcánico.

En el Campo de la Laguna Blanca y demás adyacentes, los depósitos cuartarios más modernos convergen hacia el fondo de la amplia depresión. Estos depósitos están constituidos por elementos clásticos de grano muy variable, en general arena y limos arenosos de color rojizo a bayo, con poca arcilla y material clástico más fino. Se observa una selección granulométrica, no solamente vertical sino también horizontal. Así, a medida que estos depósitos se alejan de los cerros (como al oeste del filo cerro Abra de Caja y mogote Río), cambian de material, de grano grueso a grano más fino, es decir, de rodados a arenas y arcillas. Eso en cuanto a la variación horizontal. En el aspecto vertical se produce el mismo caso, pero con la accesoria de que se presenta alternancia de bancos de material grueso con otros de material más fino. En otros casos se observan camadas de clastos grandes alternando con bancos de arena. El detrito, pedregullo menudo, arenas y limos, tiene el color de la roca original.

En las llanuras se conserva en la superficie, en la cual hay una capa delgada de fragmentos angulosos asentada sobre arena y/o limo, debido a la acción selectiva del viento. Los clastos de la superficie son de esquistos, pizarras, cuarzo, plagioclasa, etc.

Próximo al borde sur de la región, entre los ríos Cerro Colorado y La Quebrada, como también en otras localidades, existen médanos no consolidados. Asimismo corresponden a éste los escombros del “piso altitudinal”, tan frecuente en los cordones altos. Los depósitos considerados son de poco espesor, alcanzando a lo sumo escasas decenas de metros.

REFERENCIAS

Acarreo	}	RECIENTE	}	CUARTARIO	}	CENOZOICO
		y				
	ACTUAL					
Evaporitas	}	SUPERIOR				
Acarreo						
Acarreo	}	INFERIOR				
Formación Los Rastrojitos (basalto)						
Formación Negro Caranchi (andesita)						
Formación Laguna Blanca (tobas dacíticas)						
Grupo	}	Formación El Cajón (tobas) Araucanense-PLIOCENO				
El		Formación El Aspero (brechas y tobas)				
		Complejo Volcánico				
Bolsón		Formación El Morterito (conglomerados y areniscas) Calchaquense				
Formación Chango Real (granito migmatítico) a) milonitas	}				}	PRE-CAMBRICO
Formación Famabalasto (migmatitas)						
Formación Loma Corral (ectinitas) a) nódulos de cordierita						
Contacto						
Rumbo e inclinación						
Falla, a) inclinación, b) labio bajo						
Falla cubierta						
Anticlinal						
Sinclinal						
Localidades fosilíferas						
Yacimientos de Minerales						

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BRACKEBUSCH, L., 1891. *Mapa geológico del interior de la República Argentina, escala 1:1.000.000*. Gotha.
- CABRERA, A., 1944. *Los gliptodontoideos del Araucaniano de Catamarca*; en Rev. Mus. La Plata, III (La Plata), 5-76.
- GONZÁLEZ BONORINO, F., 1950. *Geología y petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgalá)*; en Min. Ind. Com. de la Nación, Dir. Gral. Ind. Minera, Bol. 70 (Buenos Aires).
- HÜNICKEN, E., 1894. *Industria minera y metalúrgica. Provincias de Catamarca, Salta y Jujuy*. Buenos Aires.
- JUNG, J. y M. ROQUES, 1952. *Introduction a l'étude zonéographique des formations cristallophylliennes*; en Bull. Serv. Carte Géol., France, L., n° 235 (Paris).
- MISCH, P., 1949. *Metasomatic granitization of batholithic dimension. Parts I-III*; en Am. Journ. Sci., CCXLVII (New Haven), 209-245, 372-406, 673-705.
- PEIRANO, A., 1943. *Algunos yacimientos de fósiles de la parte central del valle de Santa María y del valle del Cajón*; en Univ. Nac. Tucumán, Dep. Inv. Regionales, Inst. Mineral. y Geol., Public. 347, Cuadernos de Mineral. y Geol., III, 1, 9 (Tucumán), 40-54.
- 1957. *Observaciones generales sobre la tectónica y los depósitos terciarios del cuadrángulo 28° S, 64° 30' S, 67° O en el noroeste argentino*; en Univ. Nac. Tucumán, Inst. "Miguel Lillo", Acta Geol. Lilloana, I (Tucumán), 61-141.
- RIGGS, E. S. y B. PATTERSON, 1939. *Stratigraphy of late Miocene and Pliocene deposits of the Province of Catamarca*; en Physis, XIV (Bs. Aires), 143-162.
- STELZNER, A., 1885. *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik, Geologischer Theil*. Berlin und Cassel.
- TAPIA, A., 1941. *Descripción geológica de la provincia de Catamarca*; en Min. del Interior, Aguas Minerales de la República Argentina, III (Bs. Aires).
- TURNER, J. C. M., 1959. *Descripción geológica de la Hoja 7c, Nevado de Cachi (provincia de Salta)*; en Dir. Nac. Geol. y Min. Inédito.
- 1950. *Estratigrafía del Nevado de Cachi y alrededores*; en Univ. Nac. Tucumán, Inst. "Miguel Lillo", Acta Geol. Lilloana, III (Tucumán), 191-226.
- 1961. *Descripción geológica de la Hoja 11d, Laguna Blanca (provincia de Catamarca)*; en Dir. Nac. Geol. y Min. Inédito.
- WEGMANN, C. E., 1935. *Zur Deutung der Migmatite*; en Geol. Rundschau, XXVI (Stuttgart), 305-350.

Manuscrito recibido en diciembre de 1962.

GEOLOGIA DE ALGUNOS DEPOSITOS DE ARCILLAS DE LA RIOJA

Por ARTURO J. AMOS Y RAUL A. ZARDINI

Departamento de Ciencias Geológicas. Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

Se dan a conocer las características estratigráficas, estructurales y mineralógicas de algunos yacimientos de arcillas refractarias en los Departamentos de Sanagasta e Independencia. En el área del dique Los Sauces éstas se encuentran en dos de las tres formaciones en que se ha dividido al "Paganzo". La estructura en esta zona se debe a un sistema de fallas normales y pivotantes que han provocado el giro y hundimiento del bloque central.

En la zona de Patquia se describe el yacimiento "Los Mogotes", sito en un braquianticlinal fallado longitudinalmente. De los cinco mantos arcillosos explorados aquí, dos de ellos se explotan intensamente. Se menciona además una posible zona, relacionada con la anterior, definida como un domo supratenuo al E de la Est. Los Colorados.

En todos los casos se aportan datos mineralógicos y físicos de las arcillas refractarias, como también sus posibilidades económicas y estado de la explotación.

ABSTRACT

The structural, stratigraphic and mineralogical features of some refractory clay deposits in Central La Rioja Province are described. West of La Rioja city, in the area of Los Sauces dam, three formations of the so called "Paganzo series" are described; two of them are productive with contrasting types of clay and are at present intensely mined. Further south and west of Patquia village deposits located on a longitudinally faulted brachyanticline are described. A supratenuous dome east of Los Colorados Station is mentioned in connection with the stratigraphy of the neighborhood areas of "Paganzo" exposures. In each deposit mineralogical and physical properties of the clays are given together with economic possibilities and actual state of exploitation.

INTRODUCCION

En este trabajo damos a conocer la estratigrafía, estructura y mineralogía de los depósitos de arcillas refractarias en el dique de Los Sauces (Depto. Sanagasta), Los Mogotes de Patquia y Los Colorados (Depto. Independencia) de la provincia de La Rioja. Estos depósitos se encuentran en los "Estratos de Paganzo" y se estima que el conocimiento más detallado de esta formación puede ser útil en esta provincia, para la explotación de arcillas refractarias destinadas a esta floreciente industria.

Debemos agradecer muy especialmente a F. G. Bonorino, quien tuvo la gentileza de realizar el estudio mineralógico de las arcillas; a P. Bordarampé, quien ha contribuido con los datos físicos y mecánicos de las mismas, y además ha proporcionado a los autores su inestimable ayuda durante las tareas de campo como así también interesantes sugerencias durante la elaboración del manuscrito; a F. Fidalgo, por la lectura y corrección del trabajo en su fase final; a C. Urien y B. Baldis por los dibujos de mapas y perfiles.

Nos es grato destacar que este estudio fue hecho posible gracias al apoyo del Directorio de La Riojana CCISA, firma propietaria de algunos de estos depósitos.

I. DIQUE LOS SAUCES ¹

La cuenca sedimentaria que nos ocupa posee las características comunes del "Paganzo" de La Rioja, pero su estudio detallado ha permitido evidenciar rasgos que suponen una historia geológica propia. Según las informaciones que poseemos no se conoce hasta el presente un depósito similar en las áreas ya mencionadas de esta provincia ².

Numerosos autores han dedicado estudios al Paganzo, pero con referencia especial al Dique Los Sauces debemos mencionar a Bodenbender (1911), Rassmuss (1916) y Bracaccini (1946, 1948). El perfil

¹ Mientras estaba en prensa este manuscrito ha sido publicado un estudio en la misma área por Planella (1962).

² Sin embargo, González Bonorino nos ha informado que la Quebrada de la Cébila es una cuenca similar a la aquí descripta.

de Rassmuss (1916) corresponde, en líneas generales, con la interpretación dada aquí; con el trabajo de Braccacini (1948) hay diferencias de interpretación que se analizarán más adelante.

A) ESTRATIGRAFÍA

En la cuenca del Dique Los Sauces se distinguen dos grupos litológicos, exceptuando el Cuartario y Reciente: rocas metamórficas y eruptivas (Basamento Cristalino) de edad Precámbrica y rocas sedimentarias atribuidas aquí al "Paganzo", cuya edad oscila, de acuerdo a ciertos autores, entre el Paleozoico superior y el Triásico inferior.

La columna estratigráfica está dividida así:

Formación Prudencia	
-----	discordancia
Formación Sauces	
Formación Libertad	
-----	discordancia
Basamento Cristalino	

Una de las principales dificultades para integrar esta columna reside en que todas las formaciones se apoyan independientemente sobre el Basamento Cristalino, estando superimpuestas únicamente en reducido trecho: *Libertad* y *Prudencia*. Si bien las relaciones estratigráficas las analizaremos durante la descripción de cada formación queremos hacer presente aquí, que esa característica se debe a las oscilaciones que sufrió la cuenca durante la deposición de los sedimentos. La *Formación Sauces* es la que más problemas presenta para su ubicación dentro de la columna dada.

1) *Basamento Cristalino*

La base de las sedimentitas está constituida por las rocas del Cordón de Velazco, de edad Precámbrica y que han sido descritas en varias oportunidades, mereciendo citarse en especial para el área, a Rassmuss (1916), Heim (1946 a) y Quartino y Villar Fabre (1962). Bástenos recordar para nuestros propósitos que las rocas constituyentes son granitos, esquistos micáceos, cuarcitas, migmatitas, pegmatitas y fajas de alteración hidrotermal ("caolines" de las minas Victorina y San Lorenzo). Como detalle para nuestro interés diremos que el granito que tiene gran distribución en el área, es biotítico, de grano

grueso y porfiroblástico, carácter este último dado por los cristales gigantes de feldespato potásico.

Fajas de alteración hidrotermal:

El Basamento Cristalino, contiene fajas de alteración de carácter hidrotermal ya estudiadas en otros lugares (Sierra de Ambato, G. Bonorino, 1952), y que son motivo de la explotación de un material "caolínico" que en realidad está compuesto en su mayor porcentaje por cuarzo muy fino y en menor proporción feldespatos alcalinos, sericita y algo de caolinita. En nuestra área, son varias las canteras de este tipo de material conocidas desde antiguo (Catalano, 1926).

El Yacimiento "Victorina", ubicado en una faja de alteración de una de estas lentes es un frente de cantera con su eje mayor de rumbo NW-SE, y un ancho de 100 metros aproximadamente. El frente mira al W y su escarpa tiene una altura máxima de 20 metros. De la observación directa es posible distinguir tres zonas: una superior de detritus, de espesor variable a la que sigue (hacia abajo) una zona de grano grueso y en la cual a "ojo desnudo" es posible distinguir: cuarzo, laminillas de mica (sericita), y una pasta blanca opaca. Esta zona pasa hacia abajo en forma gradual a la zona inferior donde el grano es tan fino que no permite distinguir ningún componente, pero al microscopio se distingue cuarzo y material sericítico. En el frente de la cantera se observan guías de un teñido limonítico, además pequeños ojos (dos o tres centímetros como máximo) de un material de grano muy fino de color rojizo apagado. En cuanto a la faja de alteración del "Yacimiento San Lorenzo", que se encuentra al borde del camino pavimentado La Rioja-Sanagasta a la altura del km 1166, es similar al anterior en su mineralogía y tiene forma de lente o bolsón, también con rumbo NW-SE.

2) "Paganzo"¹

En las sedimentitas hemos introducido tres divisiones a las cuales denominamos respectivamente: *Libertad*, *Sauces* y *Prudencia*. Si bien es cierto que esta modalidad introduce en nuestra literatura nombres nuevos a los cuales se les puede objetar su restringida dis-

¹ Aplicamos esta denominación a aquellos sedimentos continentales y/o lacustres que afloran en La Rioja, tal cual han sido definidos por Bodenbender (1895).

tribución horizontal, para los autores este proceder ha permitido entender y describir mejor la estructura de estos depósitos. En el futuro, cuando la estratigrafía del "Paganzo" sea integrada en forma racional, ellos quizá, pasarán a ser facies de formaciones mejor definidas, o secciones de otras y, en esta forma, ayudarán a compilar la paleogeografía de las sedimentitas continentales del Paleozoico superior. Debido a la complejidad del problema, ya que son formaciones continentales, y además a la intervención paleontológica, en este caso fundamental, los autores no pretenden en el estado actual extrapolar estas formaciones fuera de la zona de estudio.

La sucesión estratigráfica comienza con una arcosa de notable desarrollo, actualmente en afloramientos discontinuos y que corresponde a la meteorización de las áreas graníticas del NE del reservorio actual. Esta arcosa se ha conservado donde la sedimentación del "Paganzo" la ha cubierto y preservado de la erosión. Un perfil de ella se observa a la altura del km 1178,8, del camino de La Rioja a Sanagasta. La actitud subvertical es consecuencia de la estructura de la cuenca. (Ver capítulo de estructura).

El perfil en el lugar indicado más arriba comienza con una arcosita conglomerádica de un espesor aproximado de 4 metros. Los clastos son principalmente de feldespato potásico en una pasta de grano grueso y que tiene indicios groseros de estratificación; sigue una delgada arenisca color rojizo y luego otra arcosita conglomerádica de grano grueso con clastos de filitas, cristales gigantes de feldespato potásico y luego sigue la arcosa, en un pasaje gradual, hasta el granito fresco. En total se puede estimar un espesor de 35 a 40 metros. Seguramente es este el tipo de contacto a que se refiere Heim (1946 a, p. 17) cuando dice que "es asombrosa la estratificación del granito en forma de distintos bancos concordantes con la arcosa" (sic.). Para nosotros y de acuerdo al perfil realizado, sólo los primeros cuatro metros pueden pertenecer a los términos inferiores de la *formación Libertad* y lo que sigue a la arcosa "pre Paganzo", cuyos primeros metros conglomerádicos representan la remoción del material dentro del nivel superior de la arcosa. Además separa a estos dos una delgada capa de arenisca fina que revela el comienzo de un período de transporte y sedimentación. Es decir, el límite entre la arcosa y la *formación Libertad* podría ser gradual cuando esta última se apoya sobre el granito.

Otro contacto de señalado interés es entre algunos miembros de la

formación Libertad y las migmatitas del área. Como estas últimas no pueden producir arcosas el límite entre ellas es neto. En el caso de la figura 7, la arenisca de la *formación Libertad* es de grano grueso y color claro, y aquí es posible observar regolitos de las rocas infra-yacentes, especialmente trozos de cuarzo blanco que causan una errónea impresión de intrusividad.

Creemos interesante recordar que la relación entre “Paganzo” y granito ya ha sido mencionada por Heim (1947, p. 122) para el extremo sur de la Sierra de Paganzo. En esta zona el “núcleo cristalino



Fig. 1. — Labores de explotación en el yacimiento Don Alberto. P : Conglomerado rojo de La formación Prudencia. A : manto de arcilla

compuesto de granito y sienita roja está cubierto por los sedimentos del Paganzo con características muy parecidas a un contacto de intrusión”¹. Cita además que este contacto se presenta en escala mayor en la Sierra del Molle, pero en estudios posteriores (1949, p. 26 y 27, Figs. 17 y 18) menciona el “contacto ígneo” del granito con el Pérmico rojo, diciendo que “pareciera que el granito *fuese* más reciente que el Pérmico”²; en ningún caso (en la Sierra del Molle) se han observado los caracteres comunes de fenómenos metamórficos de contacto o deformaciones por la intrusión (según el autor citado). Dos interpretaciones surgen de un mismo proceso, ya que, si es un contacto ígneo, el granito es más reciente. Para los autores y de acuerdo

¹ Entre comillas transcripción literal de Heim (1947).

² Bastardilla de los autores.

a las observaciones en el Dique Los Sauces, en la zona de Paganzo y en Los Colorados, junto con los argumentos precitados (ausencia de metamorfismo de contacto y deformaciones), indicarían que el contacto entre el granito y el Paganzo es discordante y producido por la normal sedimentación del "Paganzo" sobre una arcosa del granito. Por este motivo sus características deben ser analizadas teniendo en cuenta sus estructuras sedimentarias primarias que localmente pueden estar afectadas en su disposición por la tectónica que ha elevado diferencialmente los núcleos cristalinos.

Queremos aclarar, por otra parte, que Braccacini (1948, p. 7 y Fig. 2) ha establecido para las sedimentitas del Dique Los Sauces la siguiente sucesión que se compara con la dada en este trabajo y su posible equivalencia entre ellas:

<i>Braccacini (1948)</i>	<i>En este trabajo:</i>
Arenisca rojo bermellón	Superior } For. Prudencia Inferior }
Complejo arenoso abigarrado	Superior } For. Libertad Inferior }
Complejo conglomerádico con capas de caolí. Arenisca rojo ladrillo	Superior } For. Sauces Inferior }
Rocas del Basamento	Basamento Cristalino

Esta no correspondencia entre ambas interpretaciones surge claramente si se comparan ambos mapas. Se visualiza mejor si consideramos que Braccacini (1948, p. 67) interpretó a la sucesión como normal. Esta interpretación no es compartida por los autores que han establecido una fracturación muy evidente (ver perfil y mapa) en el área y además, una discordancia entre la formación *Libertad* y *Prudencia*.

a) *Formación Libertad*

Comprende esta formación a un conjunto de bancos de conglomerados y areniscas de colores generalmente claros (a veces gris verdoso y morados) y de arcillas negras que han dado lugar a la explotación de las minas *Libertad*, *El Dorado*, *Don Armando*, *María I* y *II*. En cuanto a su distribución, la sección aparece completa al oeste del lago actual, mientras que al noreste del mismo, sólo aparece la sec-

ción media y superior. La columna se compone de los siguientes miembros:

Techo : Formación Sauces ?	Espesor
<i>Formación Libertad:</i>	
Areniscas en parte conglomerádicas, de colores bayo, rojizas, pardas, verdosas y moradas, con intercalaciones de arcilitas y arcilitas limolíticas gris verdoso	35 m
Areniscas blanco grisáceas, con intercalaciones de arcilitas negras.....	20 m
Manto de arcilla negra (mina Don Armando B) ¹	1,20 m
Areniscas blancas y lentes de conglomerados	5,00 m
Manto de arcilla negra (minas: Don Armando A ¹ , "El Dorado", "María I" y "María II")	2,50 m
Conglomerado color morado, con intercalaciones de areniscas de igual color	30 m
Manto de arcilla negra (mina Libertad)	3,00 m
Areniscas gris blanquecinas con lentes conglomerádicos	8-15 m
Total.....	100 - 110 m
base: <i>Basamento cristalino</i>	

La formación presenta un interés económico por cuanto es portadora de bancos de arcilla refractaria explotables.

Los bancos conglomerádicos sufren variaciones laterales de espesor y algunas veces, son reemplazados lateralmente por areniscas gruesas hasta medianas. Los mantos de arcilla aumentan en espesor hacia el E, es decir aparentemente hacia el centro de la cubeta primitiva. Esta característica coincide también con la disminución de la granulometría de los bancos psefíticos en la misma dirección. Los bancos de areniscas presentan laminación diagonal de tipo torrencial y a veces cruzada.

Relaciones estratigráficas. — *Libertad* se asienta en discordancia angular sobre el Basamento cristalino mediante el *pedimento rocoso* pre-Paganzo. La sección aparece completa en el sector sudoeste cuando en su techo se apoya la *formación Prudencia* (faltando toda la *formación Sauces*). Hacia el norte la sección media de *Libertad* se apoya sobre el Basamento faltando la sección inferior (Braccini, 1948, p. 7).

¹ A y B corresponden a dos mantos, inferior y superior, del mismo yacimiento.

Esta irregularidad en la distribución, que también se nota en la *formación Prudencia*, es interpretada como producto de oscilaciones de la cuenca y translapamiento sobre las rocas inferiores.



Fig. 2. — Conglomerado de los miembros medios de la formación Libertad con lentes de arcillas negras y areniscas. Dique Los Sauces

Fósiles y edad. — Bracaccini (1948, ps. 7 y 8) refiriéndose a lo que nosotros consideramos aquí *formación Libertad*, menciona la presencia de *Calamites peruvianus* Goth. y *Eremopteris Whitei* Berry. Además, este mismo autor en otro trabajo (1946) ha mencionado un nivel con *Gondwanidium argentinum* Kurz en el río de Los Sau-

ces. No es claro en el primer escrito si los restos mencionados provienen del mismo nivel que los otros o de un horizonte superior, puesto que ambos indican de acuerdo a la distribución vertical una edad distinta.

b) *Formación Sauces*

Con este nombre denominamos al grupo de “estratos rojos”, de tonos vivos, aflorantes en el sector norte del área estudiada, al W del camino a Sanagasta, y también en el sector sur del reservorio. Esta formación caracterizada por su coloración rojiza contiene la siguiente litología:

Techo : desconocido	Espesores
<i>Formación Sauces:</i>	
Alternancia de areniscas y conglomerados rojos en bancos gruesos con limolitas y arcilitas	30 - 35 m
Arcilitas y limonitas verde claro a grisáceas, intercaladas con areniscas gruesas de colores claros	10 m
Conglomerados polimícticos, rojizos	1 - 2 m
Total.....	40 - 45 m

base: *Formación Libertad?*

Muchos de los términos de este conjunto presentan colores rojizos debido a una pigmentación secundaria. Los miembros limolíticos y areniscas son muy friables de tal manera que algunos afloramientos presentan un aspecto similar al llamado “mal país”.

Relaciones estratigráficas. — La base de este conjunto no es visible en esta zona puesto que su engranaje con la *formación Libertad* está cubierta por una espesa capa de fanglomerados y sedimentos recientes. Parte de la misma se apoya sobre Basamento cristalino. En cuanto a su techo tampoco es visible, pero pensamos que ha sido la *formación Prudencia*, que actualmente ha sido eliminada por la erosión. Por estas razones esta formación presenta dificultades para su ubicación estratigráfica, pero de acuerdo con el rumbo e inclinación de los estratos ella podría ser la parte superior de la *formación Libertad*. Sin embargo, por razones de mapeo y diferencias litológicas han sido distinguidas en dos unidades distintas.

c) *Formación Prudencia*

Ella aflora en el sector SW del lago entre las Quebradas del Alumbre y Chilecito, y también a 200 m al este del camino a Sanagasta, en el sector noreste del área estudiada. Su desarrollo es reducido en comparación con las otras dos, pero por sus relaciones estratigráficas y ser portadores de bancos de arcillas blancas en contraste con la *formación Libertad* justifica su separación en otra mitad. Su columna estratigráfica sería:

Techo : desconocido	Espesores
<i>Formación Prudencia:</i>	
Areniscas conglomerádicas y conglomerados blancos	2 m
Manto de arcilla blanca (mina Prudencia)	0,40-0,70 m
Areniscas conglomerádicas rojizas. Areniscas blancas	17 m
Conglomerado rojo	30 - 35 m
Manto de arcilla blanca (mina Don Alberto)	0,30-1,50 m
Areniscas y conglomerados rojizos con lentes arcillosos, conglomerado grueso en la base	10 -15 m
Total.....	60 - 75 m
..... Discordancia	
base: <i>Formación Libertad</i>	

A primera vista podría confundirse el conglomerado rojo de esta formación con el conglomerado morado de la *formación Libertad*, puesto que en una primera impresión aparentan estar en continuidad, pero el mapeo detallado y las observaciones en ambas sedimentitas han permitido separarlas en el campo. Litológicamente los conglomerados inferiores de esta formación son polimícticos, a veces brechosos, y contienen especialmente en sus términos inferiores, guijones y bloques. En cambio el conglomerado morado de la *formación Libertad* posee clastos que exceden muy excepcionalmente los del guijón. Por lo general son guijarros y guijones bien redondeados.

Hasta el presente esta formación ha sido estéril en contenido fosilífero. Con respecto a sus relaciones estratigráficas sólo sabemos que este conjunto se apoya en discordancia sobre la *formación Libertad* y, en parte sobre el *Basamento cristalino*. Las relaciones de su techo son desconocidas. Más detalles de sus relaciones estratigráficas han sido dadas al considerar la *formación Libertad*. Es posible de acuerdo con similitudes litológicas que esta formación sea equivalente a ciertas sucesiones Mesozoicas al W de la Sierra de Vilgo y Sañogasta.

4) *¿Pedimento rocoso? pre-Paganzo.*

Una particularidad del Basamento en la zona del dique es la presencia de un pedimento rocoso labrado antes de la deposición del "Paganzo". Es perfectamente visible en varias zonas y en especial en las cercanías al empotramiento norte de la pantalla del dique. Este pedimento rocoso está representado por una superficie con una inclinación actual máxima de 30° . Por supuesto ésta no es la inclinación original sino que es el producto de vuelco hacia el oeste en más o



Fig. 3. — Capas invertidas en la cabalgadura cerca de Mina Libertad
La falla occidental está a 5 m a la derecha de la figura

menos 20° , del bloque central. (Ver perfil y estructura). La relación de este pedimento con las unidades basales del "Paganzo" es bien neto en la mayoría de los afloramientos. Además, aflora donde la cubierta sedimentaria ha sido erodada. A raíz de la falta de datos de extensión de esta superficie no estamos en condiciones de asegurar que este sea realmente un pedimento rocoso en el sentido estricto o de restos de una antigua planicie de destrucción.

B) ESTRUCTURA.

La estructura de las formaciones sedimentarias es en líneas generales simple y resulta del reflejo en ellas de un juego de fallas, unas con rumbo nornoroeste y rechazo vertical, paralelas a las estructuras

generales de las sierras del Velazco, y otras transversales con rumbo casi este-oeste, que forman escalones bien conspicuos si se las observa desde el norte. Estas últimas ya fueron mapeadas por Groeber (1940) en su Mapa General de La Rioja.

La fracturación ha determinado la formación de tres bloques de los cuales el central está deprimido asimétricamente. Una de las fallas paralelas es la que aparece en el mapa en el sector occidental. Esta es importante por cuanto ha controlado en parte la morfología, y su juego con la falla escalonada del sur, originó la depresión actual. Esta falla occidental es de tipo "pivotante", con mayor rechazo en su extremo sur. Aquí es truncada por la falla escalonada este-oeste, ya mencionada; el rechazo disminuye hacia el norte siguiendo la línea de costa del lago, y llegando a su punto neutro al norte del mismo. Aguas arriba del río Los Sauces no se tienen evidencias de ella. La inclinación del plano de falla es aparentemente vertical ya que no poseemos evidencias reales de inclinación hacia el este u oeste.

La falla occidental es la responsable de las estructuras que presenta la cubierta sedimentaria a lo largo de su traza, que son las siguientes: en la *formación Sauces* (sector norte), repliegues y deformaciones a ambos lados del plano de falla que llegan a los 20 metros; en la *formación Libertad*: Yacimientos María I y II, cabalgadura de 150 metros de largo (aflorante) por 30 m de ancho, que se encuentra en posición invertida unos 70° hacia el oeste. En el bloque occidental, las capas se inclinan suavemente hacia el este con una inclinación de 7 a 8 grados. Esta inclinación aumenta a medida que se acerca al plano de falla, llegando hasta 45° en su vecindad, flexurándose de esta forma la posición original de las sedimentitas (ver perfil). Las estructuras descritas demuestran la evidencia de la falla pivotante¹, pues se nota, a medida que nos alejamos del plano de falla hacia el oeste, una disminución de las irregularidades, llegando por último a la posición original de las sedimentitas sobre el Basamento.

En la *formación Prudencia* se observa un repliegue o flexura asimétrica local, uno de cuyos flancos llega a la verticalidad. Esta estructura puede haber sido producida por deslizamiento por gravedad de las capas basales de esta formación sobre el basamento cristalino.

¹ Este tipo de fracturación pivotante parece ser frecuente. También se lo observó en el extremo austral de la Sierra del Velazco y, más al sud, en la estructura braquianticlinal del yacimiento Mogotes. (Ver pág. ...).

En el bloque central, las sedimentitas llegan a inclinaciones entre los 30° y 45° (esta última en las inmediaciones del camino a Sana-gasta) y anormalmente 70° (Mina Santirsa). El naciente del bloque está limitado por la falla oriental, paralela a la occidental. De ella no poseemos mayores datos, ya que únicamente afecta al Basamento y una parte reducida a la formación *Libertad*. Frente al Yacimiento Victorina es conspicuo el escalón producido por esta falla, que es notable por la dislocación del pedimento rocoso. En este borde del bloque las sedimentitas —de Libertad— se inclinan unos 20° , llegando

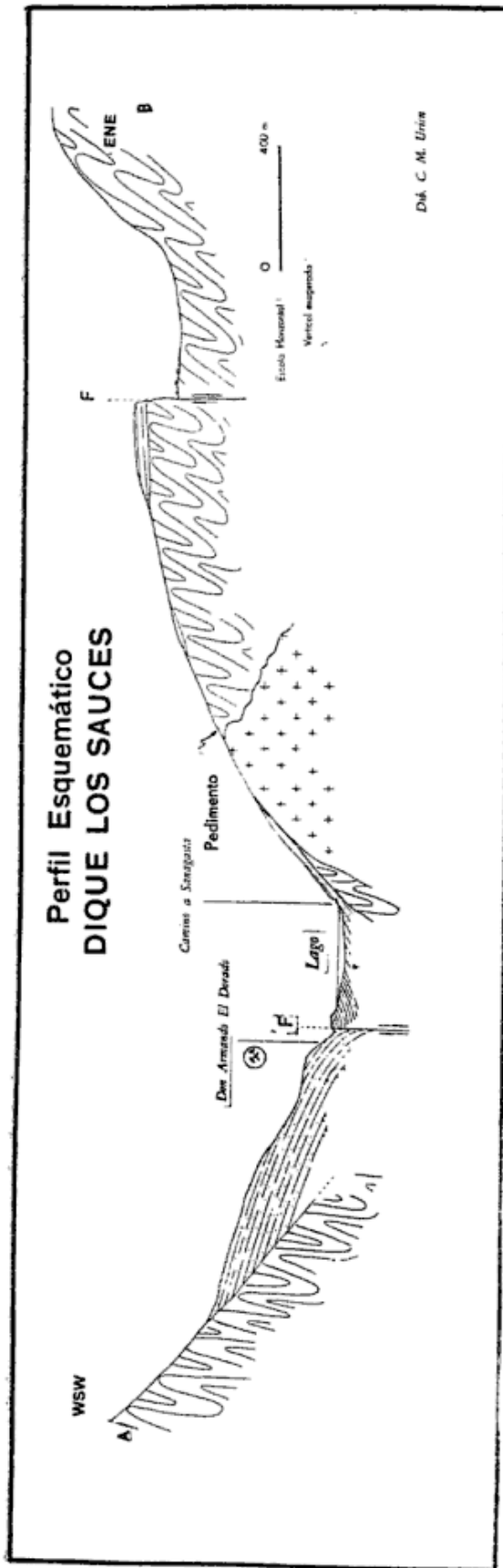


Fig. 4. -- Fallas Escalonadas al Sud del Dique Los Sauces
Vista desde el Yacimiento Libertad hacia el SSE

hasta 45° en el oeste del mismo. También puede observarse que el pedimento rocoso varía de inclinación desde unos 15° (*Mina Victorina*) hasta alcanzar 30° cerca del empotramiento norte de la pantalla del dique. Igual inclinación se observa en la margen sur de la pantalla. En el suroeste del bloque las inclinaciones de la formación *Sauces* llegan a 20° . Respecto al desplazamiento sufrido por esta falla se puede calcular en unos 40-50 metros.

Del bloque oriental no tenemos datos, pues no preserva formaciones sedimentarias.

Las fallas escalonadas con rumbo prácticamente normal a las grandes estructuras, representan un rasgo poco común de las sierras Pampeanas. En nuestro caso, ellas son fundamentales para producir



la estructura que estamos describiendo, pero debido a la falta de elementos de juicio sobre su origen, no entraremos a discutir aquí el mecanismo de su formación. Su rumbo es oeste-noroeste, inclina ligeramente al nornoroeste y su rechazo seguramente no supera los 200 metros¹. La que limita con el bloque central nace en su unión con la falla occidental, por lo que los autores suponen ciertas relaciones genéticas entre ellas que pasaremos a considerar.

La descripción anterior nos provee los siguientes elementos de juicio para interpretar el sistema de fallamiento y los movimientos relativos sufridos por los bloques: 1) el bloque occidental no ha sido afectado por vuelco, las inclinaciones de las capas sedimentarias son originales de la sedimentación (excepto en las cercanías del plano de falla las que se consideran producidas por efecto de fricción); 2) en el bloque central la inclinación de las sedimentitas y el pedimento rocaso están indicando un vuelco del mismo, contrario a las agujas del reloj (si miramos el bloque hacia el norte) en unos valores que oscilan entre 15° y 25°. Este giro ha sido producido a lo largo de un eje aproximadamente horizontal y paralelo a las fallas antedichas; 3) El mayor rechazo de la falla occidental se encuen-

¹ Calculado aproximadamente por el escalón producido.

tra en la parte sur, cerca de su intersección con la falla escalonada. Por lo tanto entendemos que el origen de esta “depresión” podría ser el siguiente: las fallas tanto oriental como occidental corresponden a un

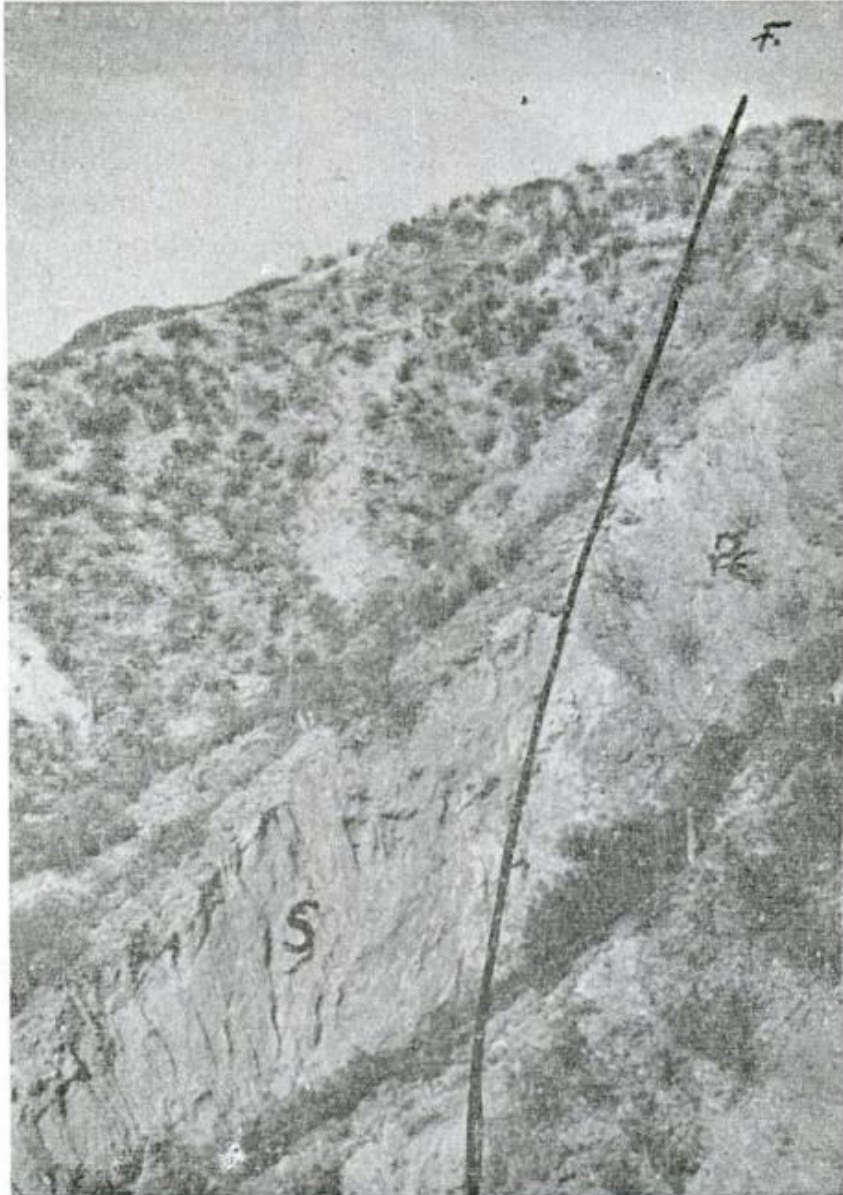


Fig. 5. — Falla occidental en el extremo Sud del dique. S. miembros superiores formación Sauces. PE. Basamento. Vista hacia el S.

juego de fallas secundarias con respecto a la fracturación mayor de fallas norte-sur, que fueron las responsables de las dislocaciones mayores de las sierras (G. Bonorino, 1950). Estas fallas secundarias tienen una inclinación contraria a los planos de las fallas mayores. Este mecanismo explicaría el vuelco del bloque central pero no el hundimien-

to del mismo en la zona sur. Para que este último sea efectivo el mecanismo necesitó la falla escalonada que permitió el desplazamiento, en forma de pivote, a lo largo de la falla occidental del bloque central.

La explicación del origen de la fracturación secundaria puede haber sido la siguiente: por efecto de los esfuerzos compresivos se delinearon, según el mecanismo propuesto por G. Bonorino (1950) las grandes líneas meridionales de fracturación de las sierras Pampeanas, que



Fig. 6. — Formación Sauced en el extremo sudoeste del dique Los Sauced. Bloque Central

dieron por resultado el sistema de bloques, con el plano de fracturación inclinado hacia el oeste (p. ejemplo Sierra del Velazco), o hacia el este en otros casos. Con posterioridad al climax de la deformación se produce el alivio de compresión (el cual naturalmente provoca una reorientación de los esfuerzos una vez alcanzado el equilibrio) lo que produciría la fracturación secundaria con el plano inclinado en sentido contrario a la anterior. El tercer paso de este proceso sería el hundimiento del bloque central limitado por estas dos fallas sintéticas, cuyo movimiento ha sido posible merced al juego de fallas escalonadas del sur del dique.

Finalmente queremos llamar la atención que la particularidad de la cuenca del dique Los Sauces de haber sido un bloque deprimido — un Graben en pequeña escala durante la deposición del “Paganzo”,

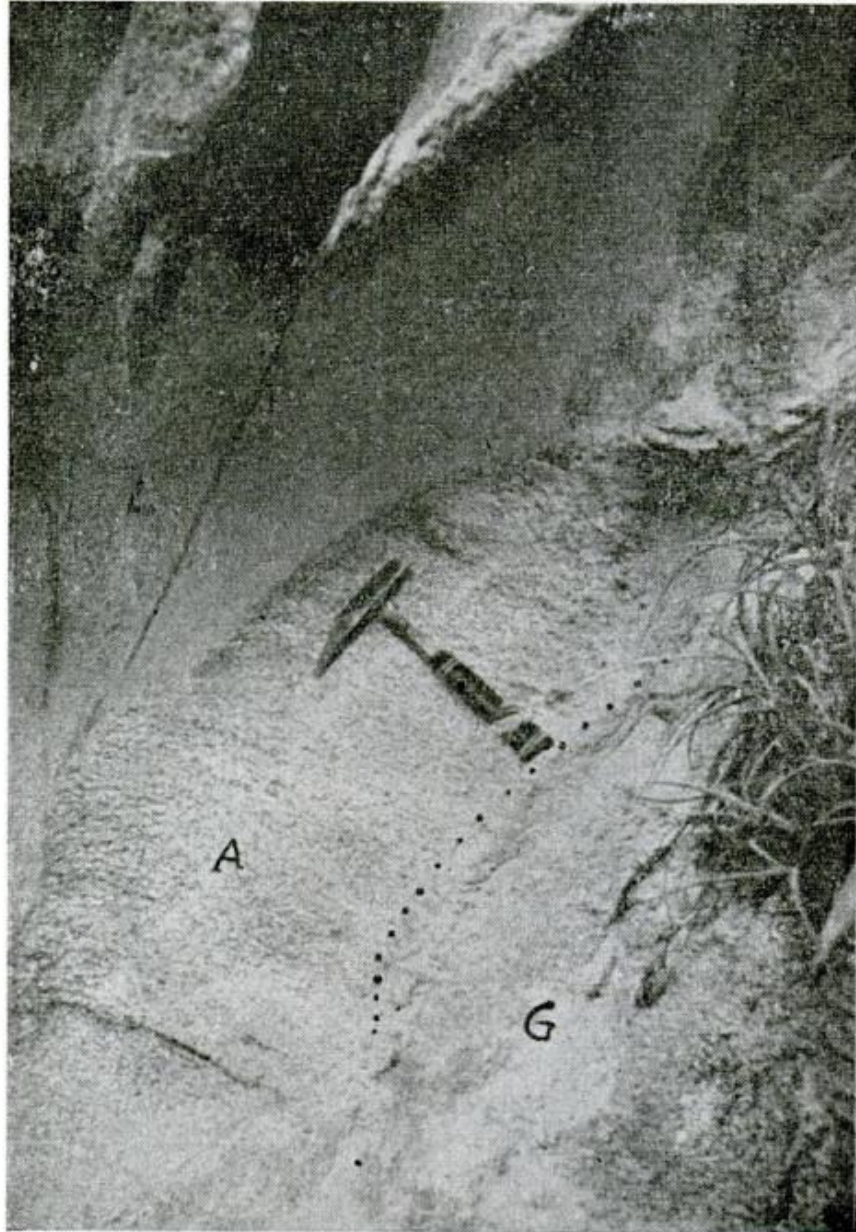


Fig. 7. — Contacto granito — arcosa -- formación Libertad al NE del dique G : granito. A : arcosa. L : formación Libertad

ha perdurado aún en épocas terciarias-cuaternarias. Creemos que la depresión de Huaco (norte de Sanagasta) ha sido originada por un mecanismo similar, pero su ascenso relativo de mayor magnitud que en el dique ha provocado la eliminación casi total de su cubierta sedimentaria.

C) GEOLOGÍA ECONÓMICA.

Las propiedades refractarias de las arcillas dieron origen a una explotación minera accidental e irregular. Al principio se usaron en la industria de la cerámica (porcelanas) pero más tarde fueron aplicadas para la obtención de materiales refractarios ácidos para requerimientos industriales.

El "Paganzo" es el único sedimento de tipo continental de edad Paleozoica en el noroeste argentino, que no ha sido sometido a la influencia de procesos geológicos que hubieran modificado sus componentes e influyendo de esta manera en la calidad de los mantos arcillosos. Contribuye aún más a destacar su importancia su amplia distribución horizontal, y lo más importante el de ser portador de los mantos arcillosos.

1) *Clasificación y terminología.*

Para clasificar los distintos bancos arcillosos se han tenido en cuenta sus características megascópicas, fácilmente distinguibles en el terreno. Así podemos distinguir:

a) Bancos arcillosos negros (corresponden a la *formación Libertad*):

- 1) Tipo "Block": Color grisáceo oscuro; fractura concoide, muy dura; forma bancos bien uniformes.
- 2) Tipo Lajosa: (gruesa y fina) colores grisáceos claros; muy fisiles (su frecuencia indica si son gruesas o finas); muy impuras; forma bancos uniformes.
- 3) Tipo Fragmentosa y Carbonosa: Color negro; grano fino; astillosa (se rompe a simple presión de la mano); suave al tacto; aspecto sedoso y con intercalaciones carbonosas; bancos irregulares.

b) Bancos arcillosos claros (corresponde a la *formación Prudencia*):

- 4) Tipo blancas y grisáceas; fractura irregular a concoide; bancos uniformes muy puros (a veces pigmentados de color rojo ladrillo).

Es decir, únicamente tienen bancos arcillosos explotables las *formaciones Libertad y Prudencia*; entre ellas se intercala la hasta ahora estéril *formación Sauces*.

II) Descripción de los yacimientos.

Dentro de la *formación Libertad* se han denunciado varias propiedades mineras. En realidad las distintas minas no indican diferentes niveles estratigráficos. Estos son 3, sobre los cuales se han denunciado las siguientes minas: (de abajo arriba) 1, "Libertad"; 2, "Don Armando A", "El Dorado", "María I" y "II"; 3. "Don Armando B".

1. "*Libertad*": Este manto, que ha sufrido una flexión, está caracterizado por la presencia de dos tipos de arcillas; uno inferior de tipo fragmentoso con nódulos cuarzo-piritosos y uno superior de una arcilla tipo block sin nódulos. Excepcionalmente y en una distribución más irregular es posible observar por encima del tipo block, otro banco de la fragmentosa nuevamente con nódulos. El espesor de los dos bancos es bastante constante, siendo en general mayor el de tipo fragmentoso. En cuanto a la extensión horizontal de los dos tipos podemos decir que se conoce por lo menos unos 70 metros al NW de la actual labor, ya que ha sido revelada su presencia por un pique.

Los nódulos cuarzo-piritosos son redondeados y de todos los tamaños, el grano es fino y no muestran una estructura definida, constituyendo por lo tanto masas irregulares.

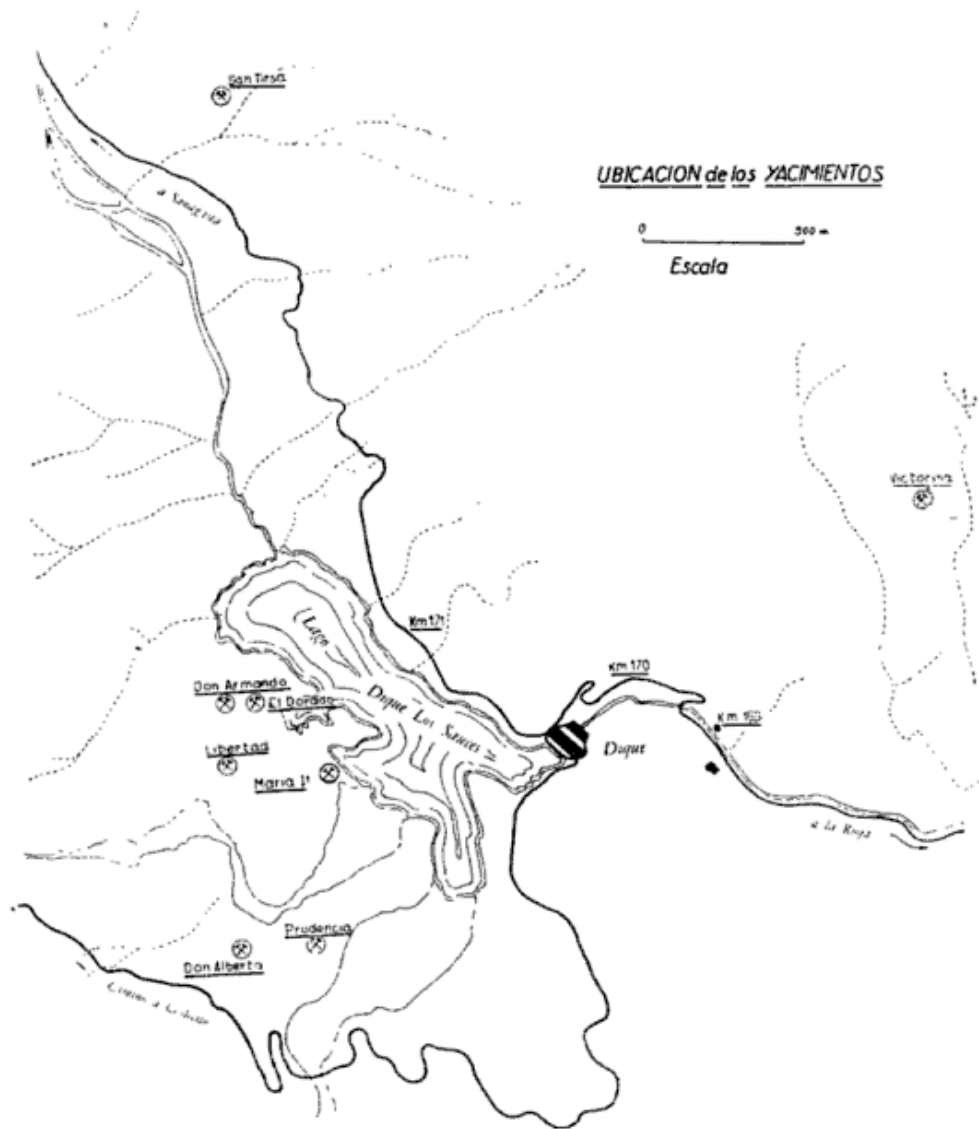
2. "*Don Armando A.*", "*El Dorado*" y "*María I y II*": De éstos, únicamente son accesibles a la observación los dos primeros, ya que "*María I y II*" debido a la posición vertical de su manto y al método de explotación se encuentran actualmente aterradas e inundadas. El manto en "*Don Armando A.*" tiene un espesor promedio de 2 metros y una inclinación hacia el este de 20° a 25°, y contiene los siguientes bancos de arcillas (de abajo arriba). Block, carbonosa, lajosa fina y gruesa. El de tipo block es el más regular y uniforme, los demás se acuñan y engrosan a lo largo del afloramiento. Una de estas irregularidades permitió la deposición de una arcilla grisácea, únicamente observada en este yacimiento.

3. "*Don Armando B.*": En su afloramiento y de lo que se conoce de él es actualmente un manto muy impuro, muy arenoso y por el momento no presenta interés económico. Por supuesto no se debe descartar la posibilidad de cambios laterales.

En la *formación Prudencia* se han denunciado dos propiedades:

4. "*Don Alberto*": Este manto está cerca del agotamiento. Su espesor es de 1,30 metros a la altura de la quebrada y hacia arriba

se acuña debido a la flexura ya mencionada (ver estructura). La arcilla es blanca, bien compacta, uniforme y tanto en su parte superior como en la inferior presenta un teñido rojizo de aproximadamente 20 cm. Este teñido producido por óxidos de hierro les resta a esas partes un interés económico.



5. "Prudencia": Esta propiedad distingue a un banco arcilloso que culmina la sucesión estratigráfica. Actualmente está totalmente agotado y forma característicamente un pequeño morrito (ver perfil). El espesor de su manto era de 0.70 metros, horizontal y de arcilla blanca, compacta y de grano fino.

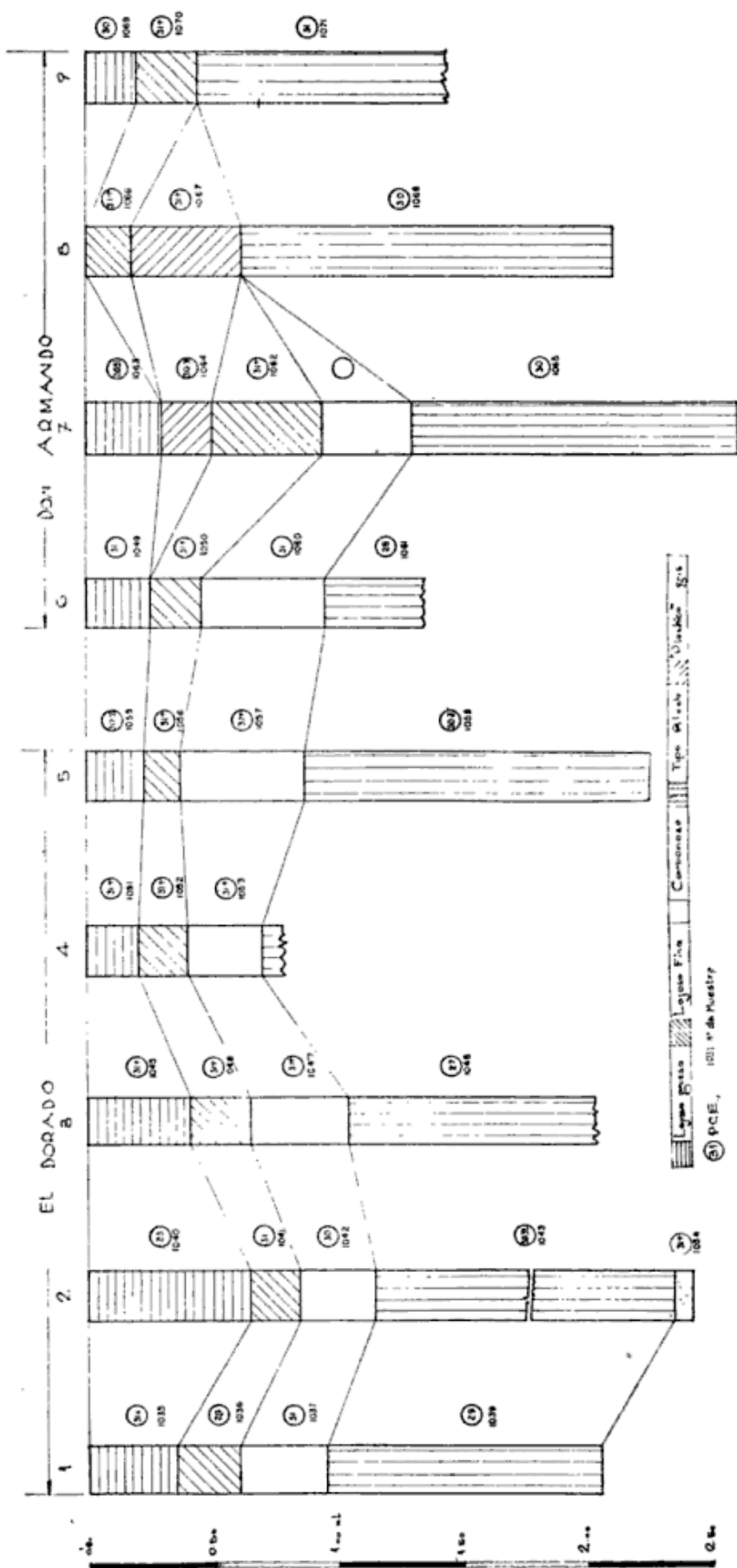
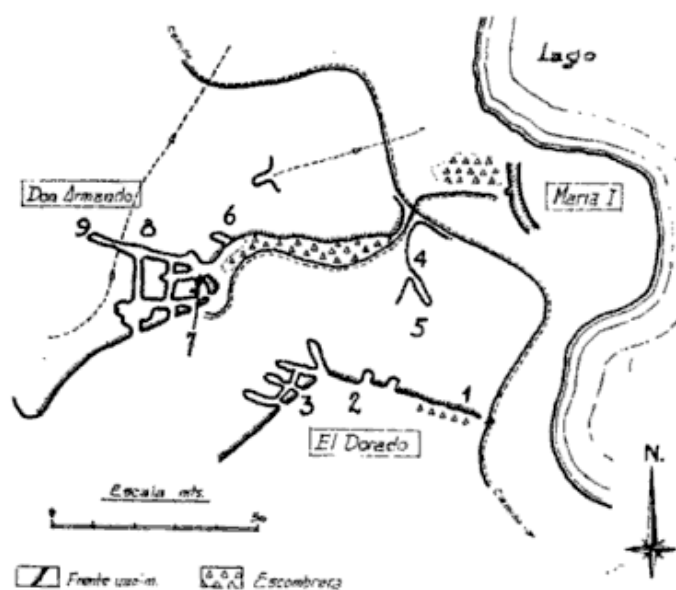


Diagrama de variación de tipos y espesores de arcilla Don Armando. El Dorado

II) Explotación y posibilidades.

Los bancos arcillosos han motivado desde antiguo una explotación intensiva, accidental y sin métodos mineros que permitieran un mejor aprovechamiento. Esto provocó el aterramiento de labores aún promisorias (“María I y II”); en cambio otras (“Prudencia” y “Don Alberto”) cumplieron una de las premisas de toda explotación minera: extraer todo el material útil.

A los distintos factores que influyen en la explotación minera debe agregarse en este caso uno muy importante, que es el nivel del espejo de agua del dique el cual hace impracticable una exploración por debajo de él. Este nivel no sólo afecta a los supuestos bancos sumer-



Ubicación de perfiles correspondientes al diagrama de la pág. 68

gidos en el lago, sino también a aquellas labores cuyos niveles de entrada están a la altura del espejo. Una pequeña fluctuación de éste inunda esas labores.

Los mantos “Don Armando A” y “B” y “El Dorado” han merecido hasta hace poco una explotación “a cielo abierto”, es decir cortando el frente. En la actualidad y de acuerdo a un plan racional de exploración y explotación se están cortando galerías.

La mina “Libertad”, es en realidad la más promisoría —a pesar de los nódulos cuarzo-piritosos. Su espesor, hasta 3 metros, y su posición hace que este depósito merezca una exploración más intensiva. La forma curvada de este manto: de 17° en la parte superior pasa a 42° en la parte inferior, presenta un problema distinto en cuanto a su explotación se refiere. Comenzó a cielo abierto, donde la quebrada

lo puso al descubierto. A medida que aumentaba la explotación y se internaban con ella en ambos flancos de la quebrada, la sobrecarga aumentaba, por lo cual se notan en los bordes incipientes e irregulares trabajos de galerías. Para este yacimiento tanto en su explotación como en su exploración deberán planearse galerías para determinar la influencia horizontal de los nódulos.

En cuanto a las posibilidades desde el punto de vista económico de todos estos mantos, hemos visto que "Libertad" y "Don Armando A. y B." son las únicas promisorias. Corresponden a las arcillas negras. Los mantos de arcillas blancas ("Prudencia" y "Don Alberto") están agotados y únicamente una exploración por piques a la altura de ellas podría revelar la presencia de otro manto. Desde el punto de vista geológico no existe ningún indicio de que así sea a no.

II. LOS MOGOTES

Esta conocida localidad riojana descrita ya anteriormente con el nombre de Saladillo (Bodenbender, 1911) se encuentra ubicada a 17 km de Patquía, cercana a la ruta n^o 74 que une esta localidad con Chilecito. Los afloramientos son bien conspicuos a la vera izquierda del camino. Se destacan por su coloración gris blanquecina en la parte inferior y sobrepuesto por los sedimentos rojos, bien característicos de los *Estratos de Patquía*. Además es conocida por sus baños termales y por su explotación minera, antiguamente por carbón y en la actualidad por arcilla.

A) ESTRATIGRAFÍA.

Exceptuando el Cuartario y reciente encontramos en el área mencionada las dos formaciones típicas del "Paganzo": la inferior, de colores claros y grisáceos, llamada aquí *formación Saladillo*, y la superior, de colores rojizos, o *Estratos de Patquía* (Frenguelli, 1946). Para estos últimos ésta es la localidad tipo.

a) *Formación Saladillo.*

Estos estratos, los más antiguos de este perfil, forman el núcleo del braquianticlinal de Mogotes. Se trata de sedimentos clásticos grueso con conglomerados intercalados y bancos de arcillas negras.

Techo : Estrato de Patquía
discordancia regional

Espesores

Formación Saladillo:

S ₃	Areniscas gruesas y conglomerados de color blanco. Fuerte laminación diagonal. Intercalaciones de areniscas arcillosas grises, micáceas. Bruscos cambios laterales de granulometría....	10 m
S ₂	Conjunto de areniscas multicolores de tonos oscuros, de grano grueso y portadores de los bancos arcillosos de color negro y potencia variable entre 0,30 y 2,50 m	25 m
S ₁	Conglomerado de color morado, de grano grueso, con rodados de cuarzo, feldespatos potásico en cristales euhedrales, guijas de rocas pegmatíticas	5 m
Total.....		40 m

base: desconocida

Todos los miembros descriptos están en concordancia y sólo mostrando las irregularidades propias de los sedimentos continentales: laminación diagonal y alternancia arrítmica de los clásticos gruesos y finos. La erosión de la estructura braquianticlinal ha permitido formarse una idea tridimensional de esta formación, lo cual fue muy útil para programar la exploración y explotación de este yacimiento.

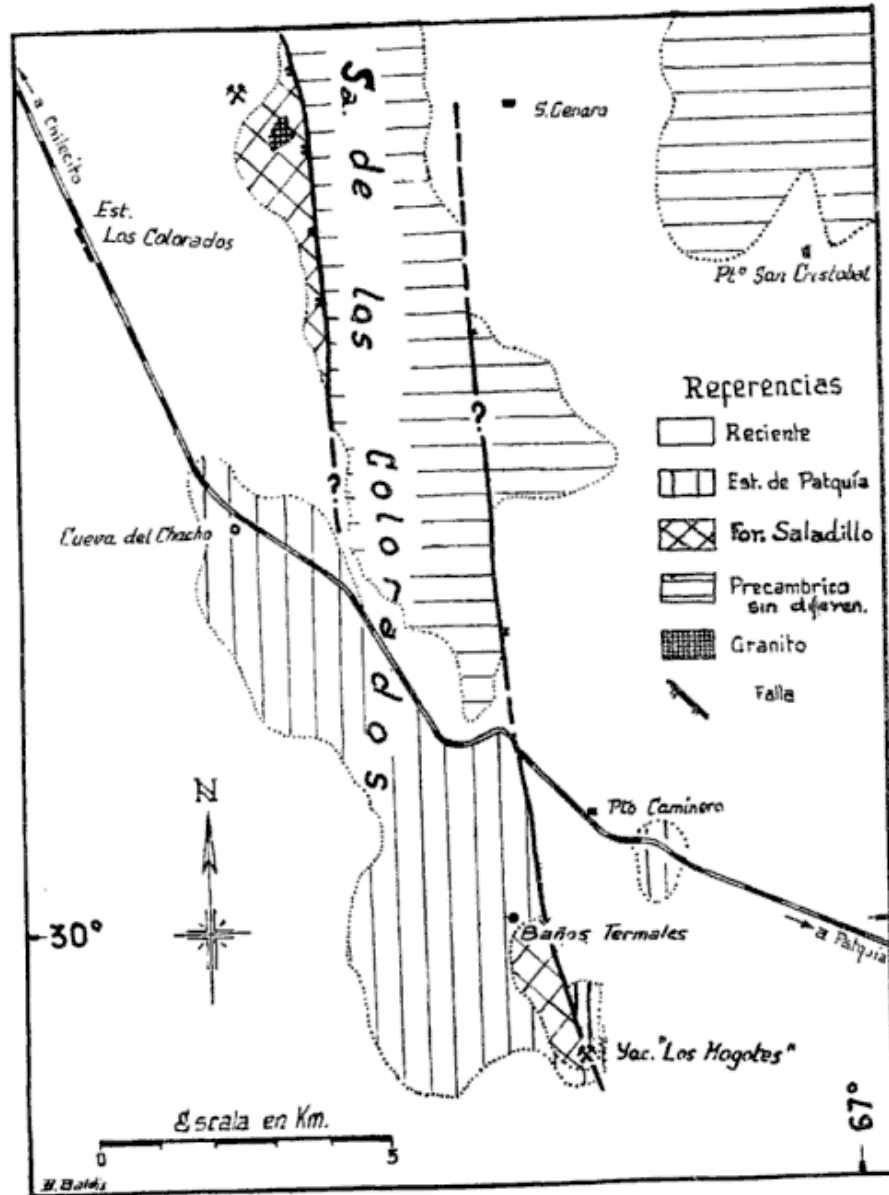
b) Estratos de Patquía.

No creemos oportuno repetir aquí las características litológicas de esta formación que ya han sido mencionadas por varios autores. Únicamente nos interesa destacar el hecho de que ella se asienta en discordancia regional sobre la *formación Saladillo*; el ángulo que forman los rumbos de los estratos de las dos formaciones no excede de los 12°. Esta discordancia que ya fue observada y mencionada por otros autores, surgió en este trabajo del mapeo (1:1000) realizado en esta área. Las relaciones del techo de los estratos de Patquía no son observables en la zona de trabajo.

B) ESTRUCTURA.

La estructura del yacimiento Los Mogotes puede definirse como un braquianticlinal ligeramente asimétrico, de alas suaves y fallado en su flanco oriental. El eje no es perfectamente rectilíneo sino que sufre a partir de su culminación una curvatura muy suave hacia el

oeste. El azimuth del mismo en el cierre sur es de 330° , alcanzando en el cierre norte 320° . Aquí, el buzamiento del eje llega a los $12-15^{\circ}$, mientras que en el sur alcanza 25° . Por efecto de la asimetría del



Bosquejo geológico de la zona cercana al yacimiento « Los Mogotes »

pliegue los flancos sufren variaciones en su inclinación; así, en las cercanías de las labores del cierre sur, el flanco SW pasa de 12° a 8° (unos 70 metros de la boca de la galería principal. El otro flanco, oriental, sufre inclinaciones mayores, hasta los 45° , conservando en el

barranco inferior esta inclinación hacia el N y al Este de G. y M. La culminación se alcanza a 250 metros al NW del punto M¹.

El braquianticlinal de Mogotes ha sido cortado en su flanco noreste por una fractura de tipo normal, longitudinal de azimuth paralelo al eje del mismo (325°). La traza de esta fractura no es visible y sólo existen evidencias de la misma por: 1) Inclinaciones anómalas en



Fig. 8. — Braquianticlinal de Los Mogotes visto desde 2 Km al S de Cueva del Chacho. E. P. : Estratos de Palquia ; S : Formación Saladillo. + Baños termales. Vista hacia el SE. Foto W. Volkheimer.

la barranca inferior del valle; 2) Espesor aflorante de S₂ disminuído con respecto al flanco sudoeste; 3) Estratos de Patquia casi en contacto con S₁ en este sector, no acorde con la inclinación del plano de discordancia.

No se ha podido calcular el rechazo de la falla, pues ésta pone en contacto ciertos miembros de los *estratos de Patquia*, con el miembro inferior de la *Formación Saladillo*. No ha sido posible determinar qué parte de los *Estratos de Patquia* afloran contra el braquianticlinal en su flanco NE, pues su uniformidad litológica (no se encuentran

¹ Puntos de referencia utilizados en la triangulación.

niveles guías) no lo ha permitido. Observaciones regionales, sin embargo, indican que esta falla es sin duda la continuación de aquella que con idéntico rumbo pasa al oriente de la Sierra de los Colorados¹. Esta es bien notable en el terreno, pues su traza es observada desde el cruce de la ruta 74 y las vías del F.C.G.B. entre el puesto caminero y el lugar denominado "Cueva del Chacho", es decir, aproximadamente 5 kilómetros al sur de este último.

Hacia el Norte es posible observar una superficie de erosión muy nítida que se inclina hacia el oeste-sudoeste² y aumentando el escalón producido por la falla en dirección Norte. Esto nos indica que la falla puede ser de tipo pivotante, con disminución de rechazo hacia el Sur, de tal manera que en la zona sur de Los Mogotes se traduce en una flexura de las sedimentitas o en una falla de muy poco rechazo.

Cabe ahora preguntar a la luz del mapeo de estas estructuras si el braquianticlinal de Los Mogotes es el producto de una falla pivotante en las cercanías de su punto neutro, o de giro sobre un pliegue supraterreno o es el producto del ascenso del basamento cristalino en forma "diapirítica".

El estudio de isopacas de tres bancos de la *formación Saladillo* en la zona del cierre sur, nos ha permitido concluir que los mantos de arcilla aumentan de espesor hacia el sudoeste y que concomitantemente la granulometría de los bancos conglomerádicos disminuye en la misma dirección. Esto indica que los espesores de casi todos los miembros disminuyen apreciablemente hacia el núcleo, sugiriendo un pliegue supratenuo. El ala oriental poco nos dice, pues la extensión de su afloramiento es reducida por la asimetría del pliegue. Es decir, que el núcleo no visible de basamento cristalino formaba un relieve positivo "pre-Paganzo". Este basamento no ha de estar a mucha profundidad en el núcleo del braquianticlinal. La falla pivotante en este caso sólo ha acentuado las inclinaciones de los flancos del mismo y es la principal causa de su asimetría. En conclusión, el braquian-

¹ Con este nombre aparece el extremo sud y occidental del Cordón del Velazco, en la hoja 17 d-Catinzaco de la Direc. Nac. de Geol. y Minería.

² La Sierra de los Colorados —al menos en esta porción— está limitada por dos fallas paralelas que producen el vuelco hacia el oeste de toda la estructura superior sedimentaria. La occidental pasa al este de la Estación Los Colorados.

tielinal no ha sido provocado por compresión, sino por el efecto de una fractura pivotante que accentuó las inclinaciones del flanco oriental.

Otra posibilidad que explicaría, a nuestro juicio no muy satisfactoriamente esta estructura, sería que ésta fuera producto del ascenso del basamento en forma de bloque, a lo largo de fracturas inversas a través de su cubierta sedimentaria como un "diapiro" perforante.

C) GEOLOGÍA ECONÓMICA.

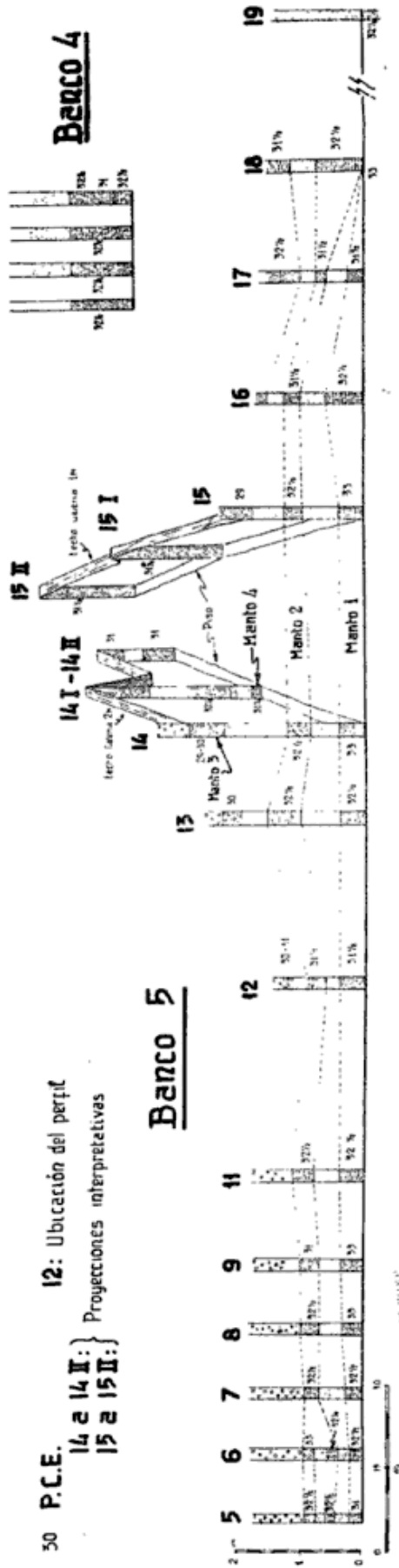
Desde el punto de vista económico el yacimiento Los Mogotes es excepcional, no solamente por lo que muestra, sino por sus posibilidades potenciales, que consisten en: gran extensión horizontal de los bancos arcillosos, varias calidades de las arcillas, potencialidad de los bancos que los hacen fácilmente explotables y su estructura geológica.

En sus comienzos este depósito fue explotado por mantos de carbón, ignoramos su evolución en ese sentido, pero seguramente no ha sido promisorio en este aspecto. Posteriormente su desarrollo se intensificó buscando una calidad de arcilla determinada: negra, P.C.E. 30, y a blanco nieve al calcinar. Las labores de exploración desarrolladas han puesto al descubierto otra arcilla de características distintas a las buscadas, pero que ha constituido una sólida base económica para su explotación.

a) *Clasificación y terminología.*

El miembro S_2 de la *Formación Saladillo* contiene 5 bancos arcillosos, que numerados de abajo arriba se conocen con los números 5 al 1. De estos bancos el que mejor se conoce es el 5. Los demás muestran en sus afloramientos una arcilla muy impura, arenosa, de color negro o gris oscura.

El manto 5, el más inferior, el más explorado y por lo tanto el mejor expuesto, está constituido por 4 mantos arcillosos, que presentan las siguientes características: (de abajo arriba): 1) arcilla negra, fragmentosa, que al ser sometida al pico del martillo se rompe en astillas, de un espesor promedio de 30 a 50 cm en todo el frente, notándose su acuñamiento hacia el interior de la estructura; hacia arriba sigue una intercalación de arenisca de color claro, grano mediano a grueso y de aspecto arcósico; sigue 2) manto arcilloso compacto,



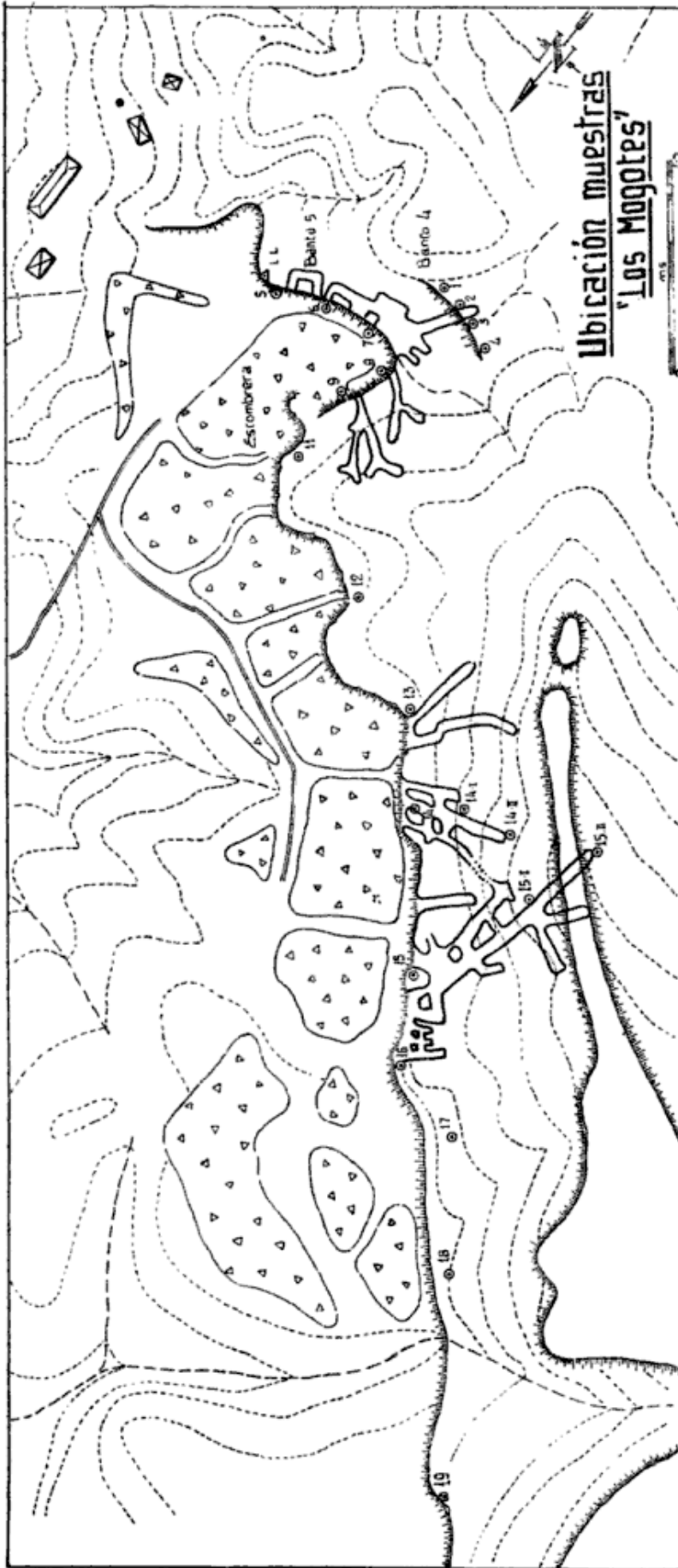
Diagramas de variación de tipos y espesores de arcilla. Los Mogotes

negro, a veces lajoso diaclasado presentando en la superficie de ellas pántinas de color rojizo. Tiene fractura de grietas vivas y espesor bien constante (40 a 50 cm). Otra intercalación de arenisca y sigue 3) manto de arcilla grisácea, lajosa, impura y sin continuidad horizontal. Esta distribución frontal se pierde a medida que nos internamos hacia el sudoeste, llegando a acunarse todos los miembros, excepto un tipo de arcilla block, que en el frente es una delgada intercalación y en el interior alcanza hasta 2.40 metros. Es una arcilla compacta, color gris, fractura concoide, muy uniforme. Esta arcilla constituye el cuarto manto.

Aisladamente es posible observar en la galería principal que tanto en la parte superior como inferior de este manto 4, es posible encontrar intercalaciones de la arcilla carbonosa a la cual ya nos hemos referido.

b) Descripción del yacimiento y su exploración.

Un extenso frente de exploración, con laboreo irregular es la característica de este depósito. En el pasado se trabajó a cielo abierto, es decir, "cortando" el banco y por supuesto también la sobrecarga. De esta manera, quedaban atrás grandes montículos de escombros. Esta forma de trabajar se hacía cada vez más engorrosa, ya que el manipuleo de la sobrecarga hacía antieconómica la explotación. En este momento comenzó la exploración por galerías. Ellas no obedecían a un plan



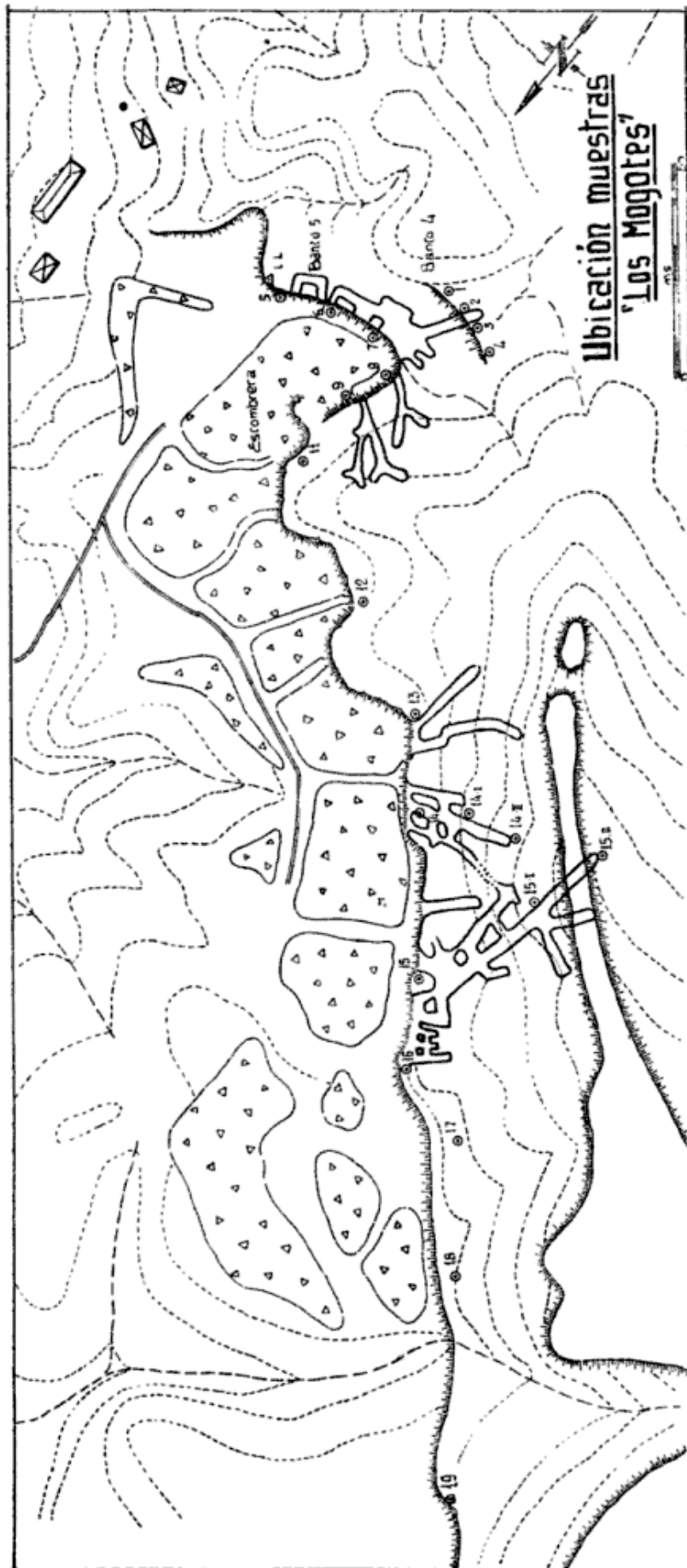
Ubicación de perfiles correspondiente al diagrama de la pág. 76

DIQUE « LOS SAUCES »¹

Nº	Densidad crudo	Densidad calcínada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
El Dorado :								
1035.....	1,92	1,86	21,7	6	1680°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	5 %
1036.....	2,01	2,0	8	4	1630°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	> 5 %
1037.....	1,98	1,78	22,9	6	1660°	60 % Ct 80 % AK 20 %	40 %	—
Don Armando :								
1039.....						60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	vest.
1060.....	2,02	1,80	21,6	5,7	1680°	80 % Ct 85 % AK 15 %	20 %	—
1062.....	2,10	1,93	17,9	5	sup. 31	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1063.....	2,10	2,06	12,4	4	1670°	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1064.....	2,09	2,0	15,9	6	1670°	60 % Ct 85 % AK 15 %	40 %	—
Don Alberto.....	2,09	2,0	15,0	6	31 ¹ / ₂ 32	60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	—
Libertad Piso *.....						20 % Ct 70 % AK 30 %	—	—
Libertad inf.....	2,08	2,05	17,0	4,0	31 ¹ / ₂ 32	70 % Ct 60 % AK 40 %	30 %	—
Libertad medio.....	2,07	2,05	18,0	3,5	31 ¹ / ₂ 32	65 % Ct 65 % AK 35 %	35 %	—
María I.....	2,10	2,05	17,0	5,2	31 ¹ / ₂	70 % Ct 85 % AK 15 %	30 %	—
María II.....	2,10	2,05	17,5	5,1	31 ¹ / ₂ 32	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	—
Prudencia blanca....	2,05	1,90	15	3,0	31 ¹ / ₂	70 % Ct 80 % AK 15 %	15 %	15 %
Prudencia plástica..	2,05	1,95	15	3,5	31 ¹ / ₂	90 % Ct 70 % AK 30 %	10 %	—
Caolín Victorina....	1,90	1,85	20	1,0	19	20 % Ct 60 % AK 40 %	80 %	—

¹ Q : cuarzo ; F : feldespato ; Ct : caolinita ; AK : mica y arcilla potásica.

² Contiene 80 % siderita.



Ubicación de perfiles correspondiente al diagrama de la pág. 76

racional y hoy en día constituyen una serie de huecos irregulares y peligrosos. Actualmente existe un plan metódico de exploración y explotación, alcanzando una galería ya cerca de los 80 metros y también una chimenea que trae ventilación a la misma. Este gran frente de un manto ha hecho posible preparar varios otros frentes de explotación y exploración, de acuerdo al plan original.

Los autores desean aclarar que la exploración se orientó luego de un estudio detallado de las características geológicas no solamente del depósito en sí, sino también del aspecto regional. En este sentido, permítasenos destacar lo siguiente:

1) Era evidente que para que la exploración tuviera éxito era necesario buscar la dirección del centro de la cuenca de deposición. Allí seguramente estarían los mayores espesores y las mejores calidades de las arcillas. Para encontrar su solución se realizó el estudio isopáquico de tres bancos, llegándose a la conclusión de que ellos aumentaban de espesor hacia el SW. Además del estudio de las galerías antiguas era evidente que las intercalaciones o lentes de arenas disminuían de tamaño y frecuencia en esa dirección. Como tercer elemento las asintotas de la laminación diagonal también indicaban el SW, como centro de la cuenca.

2) Era necesario también resolver si el braquianticlinal había sido producido por presiones laterales o si era un pliegue supratenuo y falla. En el primer caso, evidentemente disminuían las posibilidades de encontrar aumento de espesores, ya que seguramente la arcilla, por flujo plástico habría migrado hacia las zonas de menor presión, es decir, el núcleo del braquianticlinal actualmente erodado. Contra esto estaba la información de las isopacas. El estudio detallado, principalmente el mapeo, y el conocimiento de otras estructuras de la región (Los Colorados) hicieron pensar en una estructura por pliegue supratenuo, es decir, que los mantos arcillosos no habían sido sometidos a presiones laterales y que por lo tanto los espesores hacia el SW serían los originales.

La galería de exploración, ya mencionada, confirmó las predicciones: la arcilla tipo block, de 0,40 cm en el frente pasa a un espesor de 2,40 en el extremo de la galería, es decir, a 80 metros de la boca de la misma.

Resumiendo, para continuar la exploración y explotación es necesario tener en cuenta los siguientes datos:

a) Aumento de espesor de los mantos productivos hacia el SW.

b) El S_2 es evidentemente el mejor miembro para explorar. Si bien no tenemos datos sobre el S_1 se tiene la impresión que no será promisorio por su cercanía al basamento. En cuanto al S_3 no ha resultado interesante. Por encima de este último están los *Estratos de Patuía*, estériles, por ahora, en arcillas refractarias.

c) La zona de las galerías (muestras 14 y 15 del perfil) ha sido uno de los ejes de profundización de la cuenca. Aparecen allí los 4 bancos arcillosos, los cuales se acuñan hacia el S y N (ver mapa).

III. LOS COLORADOS

Si bien estos afloramientos no ofrecen perspectivas inmediatas de explotación se ha creído conveniente mencionarlos aquí, puesto que las características geológicas de ellos y las zonas vecinas resultan de interés. Además su conocimiento aporta argumentos en favor de las explicaciones estructurales propuestas en este trabajo.

Este yacimiento está ubicado a unos 2.500 metros al este de la estación Los Colorados y contiguo al flanco occidental de la Sierra de Los Colorados. Su litología no es muy distinta de la aflorante en Los Mogotes, sita a 14 km al sursureste y probablemente corresponde a los miembros S_2 y S_3 de la *Formación Saladillo*. En este sector el miembro S_2 se asienta en discordancia sobre una arcossa de notable desarrollo y uniformidad. Su límite inferior es difícil de determinar, pues el miembro basal pasa a la arcossa y ésta a su vez al granito.

Se han determinado tres mantos bien definidos de arcilla de color negro dentro de las areniscas blancas y grisáceas, a veces violáceas. En el espesor aflorante se encuentran otros mantos de color gris oscuro. Los mantos de arcilla sufren aumentos en sus espesores en forma periclinal desde los 0,30 metros hasta 1,20 m. No se tiene mayor información sobre la naturaleza y espesor de los mantos fuera de esta zona, ni tampoco en profundidad.

El afloramiento granítico es de forma circular, adosándose a él los bancos de areniscas y areniscas conglomerádicas del "Paganzo" en forma concéntrica, formando un domo casi perfecto que forma el núcleo.

DIQUE « LOS SAUCES »¹

N°	Densidad crudo	Densidad calcificada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
El Dorado :								
1035.....	1,92	1,86	21,7	6	1680°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	5 %
1036.....	2,01	2,0	8	4	1630°	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	> 5 %
1037.....	1,98	1,78	22,9	6	1660°	60 % Ct 80 % AK 20 %	40 %	—
Don Armando :								
1039.....						60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	vest.
1060.....	2,02	1,80	21,6	5,7	1680°	80 % Ct 85 % AK 15 %	20 %	—
1062.....	2,10	1,93	17,9	5	sup. 31	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1063.....	2,10	2,06	12,4	4	1670°	80 % Ct 80 % AK 20 %	20 %	—
1064.....	2,09	2,0	15,9	6	1670°	60 % Ct 85 % AK 15 %	40 %	—
Don Alberto.....	2,09	2,0	15,0	6	31; 32	60 % Ct 70 % AK 30 %	40 %	—
Libertad Piso *.....						20 % Ct 70 % AK 30 %	—	—
Libertad inf.....	2,08	2,05	17,0	4,0	31; 32	70 % Ct 60 % AK 40 %	30 %	—
Libertad medio.....	2,07	2,05	18,0	3,5	31; 32	65 % Ct 65 % AK 35 %	35 %	—
María I.....	2,10	2,05	17,0	5,2	31; 32	70 % Ct 85 % AK 15 %	30 %	—
María II.....	2,10	2,05	17,5	5,1	31; 32	70 % Ct 90 % AK 10 %	30 %	—
Prudencia blanca....	2,05	1,90	15	3,0	31; 32	70 % Ct 80 % AK 15 %	15 %	15 %
Prudencia plástica ..	2,05	1,95	15	3,5	31; 32	90 % Ct 70 % AK 30 %	10 %	—
Caolín Victorina	1,90	1,85	20	1,0	19	20 % Ct 60 % AK 40 %	80 %	—

¹ Q : cuarzo ; F : feldespato ; Ct : caolinita ; AK : mica y arcilla potásica.

* Contiene 80 % siderita.

LOS MOGOTES ¹

Nº	Densidad crudo	Densidad calcimada	Porosidad	Contracción	PCE	Arcilla	Q	F
Banco 5:								
Inferior 1.....	2,05	1,75	28,4	5	32-33	85 % Ct 99 % AK 1 %	10-15 %	—
Medio 2.....	2,01	1,60	2,90	4	31-32	92 % Ct 95 % AK 5 %	5 %	2 %
3.....	2,11	1,80	24,0	3	29-30	— —	—	—
Block.....	2,20	2,02	19,7	3	31-31 $\frac{1}{2}$	— —	—	—
Manto 4.....	2,10	1,95	20,0	3	32 $\frac{1}{2}$	— —	—	—

Tenemos aquí otra evidencia de la naturaleza discordante entre los sedimentos del "Paganzo" y el granito. Caso similar al del dique Los Sauces y la Sierra de Paganzo. Es decir, *el granito no es intrusivo*, contrario a lo que sugiere Heim (1949). Más aún, la disposición concéntrica de los sedimentos continentales alrededor del núcleo granítico, sumado al notable acuñamiento de los estratos en el sentido del núcleo del mismo, nos indica que se trata de un pliegue supratenué.

El domo está limitado al este por la falla occidental de la Sierra de Los Colorados, mientras que al W se hunde por debajo de los sedimentos recientes y pleistocénicos (ver bosquejo).

IV. MINERALOGÍA DE LAS ARCILLAS REFRACTARIAS

Se ha creído útil dar a conocer aquí las características mineralógicas y datos físicos de algunas arcillas refractarias. Estos datos se presentan en el cuadro (págs. 80-81) en forma columnar. La composición mineralógica con Rayos X se ha determinado con un difractómetro Phillips con radiación de cobre sobre muestra completa en forma de preparado sin orientar. Los datos físicos fueron realizados en los Laboratorios de ensayo de "La Riojana" (CCISA), en La Rioja.

¹ Realizado en el Laboratorio de Rayos X del Departamento de Geología.

CONCLUSIONES

1) El llamado "Paganzo I", de colores claros grisáceos, a veces multicolor, es la formación productiva más interesante para la explotación de arcillas refractarias en La Rioja. Los Estratos de Patquía son, por ahora, estériles.

2) La zona del dique Los Sauces es una cuenca que posee estrechas relaciones con los sedimentos del Paganzo, pero que ha tenido una historia geológica propia.

Las arcillas blancas sólo han sido halladas en este sector y restringidas a una formación posterior al "Paganzo". La estructura es debida al vuelco y movimiento de bloques a lo largo de fallas regionales inversas, y secundarias de tipo normal. La estructura de algunos yacimientos es consecuencia del movimiento de estas fallas secundarias en forma pivotante. Las posibilidades económicas futuras están puestas en el yacimiento "Libertad" y en lo que resta del yacimiento "Don Armando".

3) En el yacimiento Los Mogotes las arcillas refractarias de interés económica están restringidas al miembro S₂ de la Formación Saladillo que posee cinco mantos productivos. El espesor del manto actual de explotación llega a 2,50 m. El yacimiento es de una extraordinaria potencialidad. Se sostiene aquí que la estructura es debida a una falla pivotante que afectó el flanco oriental de un pliegue supratenuo. El tipo de pliegue supratenuo parece ser común en esta región. En la zona de Los Colorados el núcleo es de granito, dando el aspecto de falsa intrusividad.

4) En ningún caso se ha observado un granito intrusivo en sedimentos del "Paganzo".

5) El mineral común a las arcillas blancas y negras de alto eono (P. C. E. 30-32) es *caolinita* que varía entre un 60 % y 90 % de los minerales arcillosos; el resto está constituido por mica y arcilla potásica, cuarzo (hasta 40 %) y feldespato (no mayor del 5 %).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BODENBENDER, O. 1895. *Sobre la edad de algunas formaciones carboníferas de la República Argentina.* — Rev. Mus. La Plata, t. VII.
- 1911. *Constitución geológica de la parte meridional de La Rioja y regiones limítrofes (R. Argentina).* — Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba, t. XIX, entreg. 1, p. 5-221.
- BRACACCINI, O. 1946. *Bosquejo Geológico de la Argentina.* — Contrib. de Y.P.F. al 1er Congr. Inst. Sudam. del Petróleo en Lima (inédito Y.P.F.).
- 1948. *Sobre la presencia del Carbonífero inferior en la Sierra de los Llanos.* — Bol. Inf. Petrol. n° 281.
- CATALANO, L. 1926. *Yacimientos caolinicos del Valle de los Sauces (La Rioja).* — Publ. Dir. Gral. Minas, Geol. e Hidrol. n° 22.
- FIDALGO, F. 1962. *Informe Geológico de la hoja 17 d-Catanzaco.* — Informe inédito Direc. Nac. de Geol. y Miner.
- FRENGUELLI, J. 1946. *Consideraciones acerca de la serie de Paganzo en las provincias de San Juan y La Rioja.* — Rev. Mus. La Plata, n.s. Geol. II, La Plata, p. 313-376.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. 1950. *Algunos problemas geológicos de las Sierras Pampeanas.* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. V, n° 3, p. 1-10.
- 1952. *Los supuestos depósitos de caolín de la falda occidental del Cordón de Ambato (Catamarca).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. VII, n° 3, p. 157-189.
- GROEBER, P. 1940. *Descripción geológica* en vol. VI, Prov. de La Rioja. Aguas minerales de la Rep. Argentina.
- HEIM, A. 1946 a. *Granitización en la Sierra de La Rioja.* — Rev. Soc. Geol. Arg., t. I, n° 1, p. 17-18.
- 1946 b. *El carbón de la mina La Negra, Villa Unión (La Rioja) y su posición tectónica.* — Bol. Direc. Minas y Geol., n° 60.
- 1947. *Estudio tectónico de la Sierra de Paganzo, prov. de La Rioja (Rep. Arg.).* — Rev. Asoc. Geol. Arg., t. II, n° 2, p. 122-126.
- 1949. *Estudio geológico del carbón "Rético" y del valle de la Peña, prov. de San Juan y La Rioja.* — Bol. Direc. Gral. Ind. Miner., n° 69.
- PLANELLA, A. 1960. *El Río de Los Sauces y su aprovechamiento para la provisión de agua a la ciudad de La Rioja.* — An. Iras. Jornadas Geol. Arg. San Juan, 1960, Bs. Aires, 1962, t. II, p. 235-244.
- RASSMUS, J. 1918. *Investigación de la estructura tectónica de la Cuenca imbrífera del río de La Rioja con motivo de la disminución del caudal de dicho río.* — Bol. 17, b. Direc. Gral. Minas, Geol. e Hidrol.
- QUARTINO, J. B. y VILLAR FABRE, J. 1962. *Observaciones sobre el Precámbrico de la zona oriental de la Sierra de Velazco, prov. de La Rioja.* — An. Iras. Jorn. Geol. Arg. San Juan, 1960, t. II, p. 279-285, Bs. As.

Manuscrito recibido en noviembre de 1962.

ALGODONITA

EN LA PARAGENESIS MINERALOGICA DE LA MINA KOKITO II

PROVINCIA DE NEUQUEN

Por LIDIA MALVICINI

Departamento de Geología, Universidad de Buenos Aires

RESUMEN

El estudio de las secciones pulidas de algodonita de KOKITO II, que forma con domeykita y whitneyita un discutido grupo de arseniuros de cobre, ha permitido establecer conclusiones de interés sobre su origen.

El depósito de minerales de cobre donde se ha hallado por primera vez en nuestro país se localiza en la intersección de una falla principal con un sistema de fracturas, en tobas andesíticas y areniscas tobáceas del Cretácico superior. La algodonita es el principal mineral de mena y forma nidos y vetas ramificadas, acompañada de cuprita, tenorita, malaquita, azurita y cobre nativo, dentro de masas de baritina y calcita. Al microscopio, en cortes pulidos, la algodonita presenta textura coliforme y se observan dos capas de diferente composición, alternadas y concéntricas. La capa tipo I, de algodonita α con inclusiones microscópicas de cobre, y la capa II, de algodonita α , conteniendo cuerpos de desmezcla de algodonita β . Ambas capas son ópticamente distintas, pero no difieren en su diagrama de rayos X. La algodonita α y la β fueron determinadas mediante métodos ópticos y ensayos de corrosión diagnóstica.

En la zona de oxidación, la algodonita α se descompone, pasando a cobre nativo y a un compuesto de arsénico muy soluble. El cobre formado pasa rápidamente a cuprita. La forma β es más resistente a la oxidación que la α , pero se han observado frecuentes reemplazos pseudomórficos de β algodonita por calcosina y covellina supergénicas. Esto no ha podido observarse con la forma α .

La superposición de texturas coliformes y de desmezcla observadas en algunas capas y la alternancia de capas de diferente composición sugieren una variación rítmica de las soluciones coloidales de arseniuros en el momento de depositarse, cristalización y lenta desmezcla al estado sólido de algodonita β de las masas de algodonita α .

ABSTRACT

The first occurrence of a copper arsenide in Argentina, algodonite, in copper deposits is reported. The author outlines from textural features its probable origin. These hydrothermal deposits are at present of no economic value, occupying a set of fault fissures within cretaceous andesitic tuffs and tuffaceous sandstones. Algodonite is the principal ore mineral with a "tubercular" texture. Associated are cuprite, tenorite, native copper, covellite chalcocite. The gangue of calcite, barite, zeolite are well crystallized. Calcite shows comb structure. Microscopic examination in polished sections of algodonite show colloform texture and two different alternating types of concentric layers: α algodonite of layer 1, contains microscopic copper inclusions. Layer 2, of α algodonite contains exsolution bodies of β algodonite. Both are optically different, but they cannot be distinguished with X Rays methods. α and β algodonite were distinguished by optical observation and etch tests.

In the oxidation zone, α algodonite is easily broken down leaving copper, while the arsenic migrates as a soluble compound. The former is rapidly converted to cuprite. β algodonite is more resistant to oxidation than the α component. Pseudomorphic replacement of the β algodonite by chalcocite and covellite is frequently observed. This has not occurred in the case of α algodonite. Rhythmic variation of the colloidal arsenide solutions during deposition, followed by slow recrystallization and solid state diffusion of β from α algodonite is considered as its probable origin.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (Malvicini E. y Sesana F., 1960), donde me cupo la responsabilidad del estudio de los minerales opacos a luz reflejada, fue adelantado el hallazgo de algodonita en la mina Kokito II, mineral no mencionado previamente en la literatura mineralógica argentina. Considerando que una ampliación respecto, sobre todo, de la génesis, podría contribuir al conocimiento de las condiciones de formación de los arseniuros de cobre, los cuales son problemáticos a la luz de las investigaciones, realicé con posterioridad un muestreo del yacimiento ubicado en la provincia de Neuquén.

La algodonita (Cu_6As) forma parte de los compuestos de cobre y arsénico que se hallan en la naturaleza y de los cuales, hasta el momento, sólo tres han podido ser identificados mediante análisis de rayos X (Ramsdell, 1929). Estos compuestos son:

Whitneyita: (Cu_6As) (mezcla de dos minerales, cobre con un 4 % de arsénico y algodonita).

Algodonita (Cu_6As) - $\text{Cu}_7\text{-As}$) hexagonal (ASTM, 1960), pseudo-hexagonal, ortorrómbica (Ramdorh, 1950).

Domeykita: (Cu_3As), cúbica (a más de 225°C) y hexagonal (a menos de 225°C).

La formación de estos compuestos tiene lugar porque a pesar de que los metales nativos, cobre y arsénico, tienen diferente estructura cristalina y diferente valencia, al poseer radios atómicos cercanos, son capaces de formar un cierto grado de soluciones sólidas.

Ahora bien, al realizarse investigaciones en fases de equilibrio con el sistema Cu-As (Hansen, 1936), se encontró que los productos obtenidos en el laboratorio diferían de los que se hallaban en la naturaleza, lo cual dificulta la labor en el estudio sintético de este grupo. A pesar de esto las conclusiones obtenidas son de gran valor para un estudio completo de los arseniuros de cobre y en resumen son las siguientes (Edwards, 1947).

a) El cobre puede contener en solución sólida hasta un 4 % de arsénico; b) Al aumentar el contenido de arsénico desde más de 4 % hasta el 30 %, se forma un compuesto de (Cu_3As), que tiene relaciones eutécticas con la solución sólida Cu-As, siendo la composición del punto eutéctico: Cu - 78 - As : 22; c) Entre el cobre arsenical y el Cu_3As , no pueden obtenerse productos intermedios; d) El Cu_3As formado en el laboratorio y el Cu_3As (*domeykita*) natural difieren en sus diagramas de rayos X y en sus propiedades físicas, pero con esta composición determinada a la temperatura de 225°C , aproximadamente, se produce una inversión de la forma cúbica a la hexagonal; e) El compuesto Cu_6As (*algodonita*) no puede obtenerse artificialmente porque es inestable en su punto de fusión y se descompone en Cu_3As y una solución de cobre arsenical. Sin embargo, la *algodonita* natural es un mineral homogéneo, del cual se obtiene un diagrama característico de rayos X.

Ante estos resultados Edwards ha llegado a la conclusión que las diferencias entre las relaciones de equilibrio de los minerales que se forman en la naturaleza y los obtenidos en el laboratorio se deben a: 1) Las presiones a las cuales se realizó el trabajo eran diferentes a las que predominaban al originarse el depósito. 2) La *algodonita* y *domeykita* se forman por un proceso de difusión sólida durante el enfriamiento lento del yacimiento.

Con respecto a los trabajos realizados por mineralogistas para determinar sus propiedades físicas y sistema cristalino, han sido muy numerosos y los más completos son los de Ramdohr (1950) y Padera

(1951), a pesar de los cuales no han llegado a una unificación de criterios en su clasificación respecto de otros autores, quedando la posibilidad que se hubiera trabajado con muestras de composición química diferente.

La algodonita hallada en nuestro país presenta propiedades físicas algo distintas a las descriptas, acercándose a las propiedades obser-

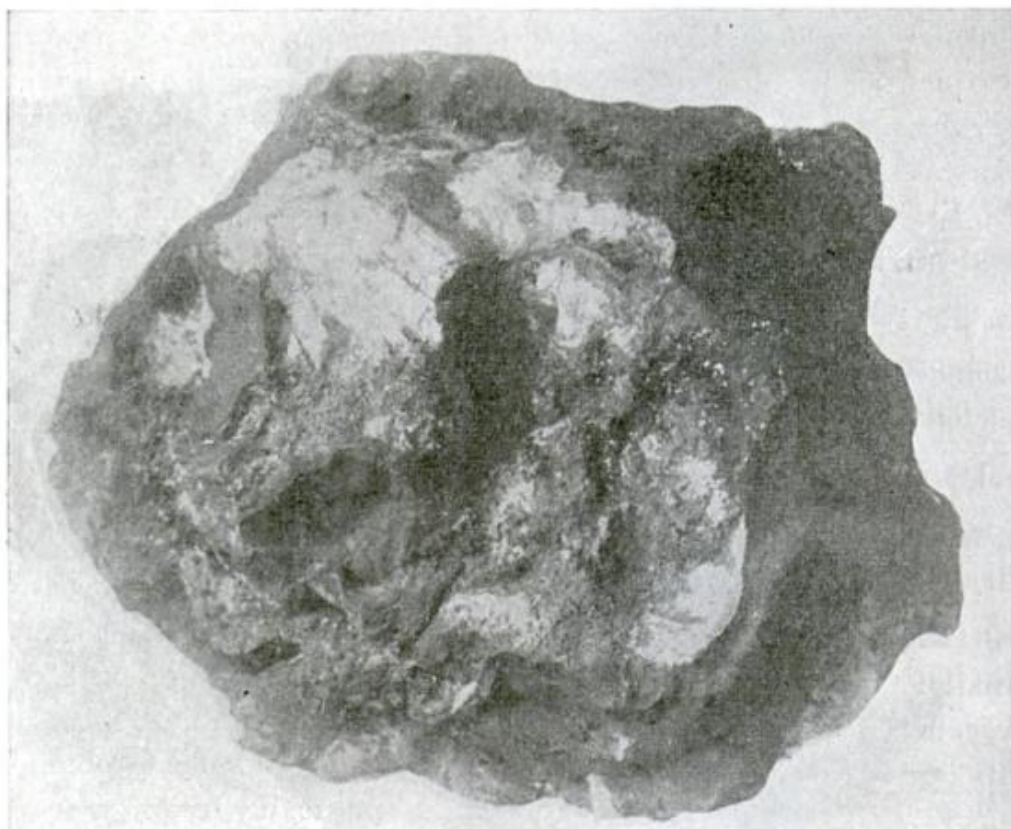


Fig. 1 — Agregado cristalino de algodonita en masas botroidales (gris oscuro), cuprita pulverulenta (gris claro), y baritina en cristales tabulares blancos, procedente de la mina Kokito II, Prov. de Neuquén. x 1.

vadas por Uytendogaardt (1951) y texturas suficientemente típicas como para poder establecer su origen.

UBICACION DEL DEPOSITO Y GENERALIDADES

La mina Kokito II se halla en la zona denominada "Media Luna", entre Cerro Carrizo y Cerro Bayo, a unos 55 km de Plaza Huincul, departamento de Picún Leufú, provincia de Neuquén. Los estratos que afloran en la región pertenecen al grupo Candeleros (Suero, 1951), de

los Estratos con Dinosaurios (Cretácito Superior), formados por tobas andesíticas y areniscas tobáceas. En la zona mineralizada predominan las tobas cristalotíticas, color pardo rojizo a amarillento, de un tamaño de grano muy variado y que contienen fragmentos de andesita algo alterada, cristales fracturados de plagioclasa (andesina ácida), cuarzo, piroxeno epidotizado, en una matrix de plagioclasa y con cemento de cuarzo microcristalino.

Una falla rumbo N 56 E y buzamiento que varía a lo largo del rumbo de vertical a 60 NW, atraviesa la zona, durante 2 km.

Otras fallas menores, de rumbo general NS, cortan a la anterior y es en dichas intersecciones donde se localiza la mineralización más importante. Esta consiste en nidos y guías irregulares, muy ramificadas, de poca potencia (60 cm), formadas por algodónita, cuprita, tenorita, cobre nativo, malaquita, azurita y crisocola en ganga de baritina y calcita.

Ha habido una reactivación de los movimientos y los minerales primarios aparecen brechados y luego cementados por productos secundarios.

En algunas zonas de la falla principal se han originado grandes espejos de falla sobre calcita, cosa que no sucede en las fallas menores, lo cual es acorde con la idea de que la reactivación de los movimientos se produjo en el plano de la falla principal.

Lamentablemente la escasez de labores no ha permitido apreciar la importancia económica del yacimiento, pero el muestreo efectuado fue suficiente para los fines propuestos.

MINERALOGIA DEL DEPOSITO

Algodónita (Cu_6As): macroscópicamente la algodónita se halla en agregados masivos botroidales y tuberculares rodeados por masas de baritina. En cortes pulidos se observa que esos agregados presentan textura colloforme y están formados por dos tipos alternados de capas diferentes por su color y dureza (lám. 1, fig. 3).

La capa que llamamos tipo 1, forma generalmente el centro del bandeado, y es de color crema grisáceo rosado, siendo esta última tonalidad producida por microscópicas inclusiones de cobre nativo. Pule con mayor dificultad que la capa 2, quedando en su superficie pequeños agujeros. Su dureza aproximada es —C. y tiene fractura irregular.

La capa 2 está formada por un mineral crema grisáceo que forma la base, en la que se encuentran, con textura de desmezcla, cuerpos irregulares de color crema verdoso azulado. Estos cuerpos están algo elongados y su tamaño se reduce en ciertas zonas hasta llegar a formar una textura moteada, orientándose a veces según dos direcciones preferenciales, en bandas finas de segregación. La dureza de la capa 2 es C, su fractura es concoidal y tiende a desarrollar contornos redondeados con mayor intensidad que la capa 1. Los cuerpos de desmezcla hallados son ligeramente más duros que el mineral base.

Estudiando detenidamente los contactos entre dos capas distintas, se comprueba que el mineral que forma la base de ellas es el mismo y que las diferencias que presentan la capa 1 y la 2 son producidas por las inclusiones de cobre en la 1 y los cuerpos de desmezcla en la 2.

Al realizar reacciones de corrosión diagnóstica y diagrama de Rayos X, se corrobora que ese mineral, que es el principal componente de las dos capas, es el mismo, correspondiendo a la forma llamada algodónita α .

La presencia de algodónita β , que forma los cuerpos de desmezcla, fue comprobada mediante ensayos de corrosión.

Como los datos y conclusiones sobre arseniuros de cobre, descriptos por diferentes mineralogistas, como ya se ha dicho anteriormente, no sólo no son coincidentes entre sí, sino que no concuerdan exactamente con los observados en las muestras de Kokito II, se han tabulado los principales resultados obtenidos por ellos y los de nuestras muestras (cuadro 1).

A continuación se dan los valores obtenidos, de los diagramas de polvo realizados por R. Clayton, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires con material procedente de las dos capas y los que figuran en las fichas de ASTM (1960) correspondientes a algodónita.

A S T M		Capa tipo (1)		Capa tipo (2)	
d	I	d	I	d	I
2,25	20	2,24	20	2,24	20
2,11	40	2,11	40	2,11	40
1,989	100	1,983	100	1,983	100
1,537	10	1,532	10	1,532	10
1,299	20	1,29	20	1,29	20
1,194	20	1,19	20	1,19	20

Los otros minerales encontrados en el yacimiento son típicos de la zona de oxidación y consisten en:

1) *Cuprita*: La cuprita se halla en sus variedades más comunes, metálica y pulverulenta, desarrollando texturas que indican una variación en el medio donde se ha depositado. Resulta ser el producto principal de la oxidación de la algodonita y del cobre nativo y cuando precipita *in situ* lo hacen en cristales dodecaédricos y en láminas delgadas que alternan con las capas de algodonita tomando el conjunto un aspecto de exfoliación catafilar. Cuando entra en solución y se redeposita sobre calcita origina formas colloformes y framboidales (lám. 1, figs. 5-6) o cristaliza en espacios abiertos, en pequeños dodecaedros o cubos que forman drusas.

2) *Tenorita*: Forma finos agregados plumosos desarrollados sobre masas de baritina y calcita, o es pseudomórfica de cuprita, encontrándose en pequeñas cavidades acompañada de este mineral.

3) *Cobre nativo*: Es otro de los productos de oxidación de algodonita. El reemplazo de algodonita por cobre comienza de los bordes hacia el centro, y como posteriormente el cobre pasa a cuprita, quedan relictos de cobre en capas muy finas, entre la algodonita y la cuprita.

También se forma a partir de las inclusiones que presentan las capas de algodonita tipo 1. El origen más probable de esas inclusiones es que, o fueron producidas por exsolución lenta de cobre o resultan de la alteración de otras inclusiones anteriores no conocidas.

Finalmente el cobre que ha sido disuelto se redeposita entre los planos de clivaje de baritina, en agregados arborescentes o en cristales mal formados.

4) *Calcosina-covellina*: Están mezcladas tan íntimamente que las propiedades ópticas de cada una de ellas están enmascaradas por las de la otra.

Forman venillas muy finas de reemplazo que atraviesan a la algodonita α , siguiendo a veces contactos entre granos y reemplaza pseudomórficamente a los cuerpos de desmezcla formados por algodonita β .

Los minerales antes citados se hallan en una ganga de baritina y calcita, acompañados por algunos carbonatos de cobre, crisocola y zeolitas.

La baritina se presenta en agregados masivos y fibrorradiados y en pequeños cristales tabulares que rodean y atraviesan a los cuerpos de algodonita, reemplazándola automórficamente.

Es a veces pseudomórfica según calcita y puede reemplazar a las zeolitas. La calcita forma venas de relleno, generalmente con textura de peine o se halla en agregados compactos formados por mineral finamente pulverizado, debido a movimientos postminerales. En general pocos son los cristales de calcita que se han podido conservar bien desarrollados porque a la acción de esos movimientos se han sumado los efectos de disolución y redepositación característicos de la zona de oxidación.

Acompañando a la calcita, hay malaquita, azurita y algo de crisocola, que a veces reemplazan a la cuprita, zeolitas y al cemento de la roca de caja. Cuando se depositan en cavidades desarrollan texturas coliformes. Las zeolitas reemplazan al cemento de las tobas que constituyen la roca de caja, forman venillas de relleno y se depositan en cavidades formando drusas.

La zeolitización es el principal proceso de alteración de la roca de caja y aparte de ello sólo se ha encontrado escasa sericita reemplazando a las plagioclasas de las tobas.

COMPORTAMIENTO DE LA ALGODONITA EN LA ZONA DE OXIDACIÓN

Como ya se ha explicado en la descripción mineralógica, la algodonita α pasa rápidamente por oxidación a cobre y a un compuesto de arsénico muy soluble que migra rápidamente de la zona. El cobre formado es inestable y se oxida a cuprita, y en general se lo puede observar en este depósito como un mineral de transición entre algodonita y cuprita.

La algodonita β en cambio resiste con más intensidad el pasaje a cuprita pero en cambio ha de poseer algún factor (composición o estructura cristalina) más favorable para ser reemplazada por calcosina y covellina. Esto puede ser observado en una misma muestra donde dichos sulfuros forman venillas de reemplazo al atravesar la algodonita α y al llegar a la algodonita β la reemplazan en casi su totalidad.

SECUENCIA Y ORIGEN DEL DEPÓSITO

La depositación de los minerales ha sido en orden del más antiguo al más moderno: zeolitas, calcita, algodonita y baritina.

De lo observado en el campo y en el laboratorio pudo establecerse que durante la formación del depósito se produjeron los siguientes

procesos: 1) Movimientos que causaron el fallamiento de la zona 2) Zeolitización de la roca de caja. 3) Afluencia de soluciones carbonatadas que precipitaron calcita en diaclasas y fracturas. 4) Mineralización de sulfuros escasos y arseniuros, que se depositaron sobre los cuerpos de calcita y las tobas que contenían un alto porcentaje de hidróxidos de hierro. 5) Deposición de baritina que reemplazó a los minerales anteriores. 6) Movimientos póstumos de poca importancia que produjeron una reactivación de las fallas y brechación leve de los minerales de mena. 7) Oxidación y cementación.

Con respecto a la mineralización de los sulfuros mencionados, la presencia de calcosina-covellina, de origen secundario, sugiere una mineralización hipogénica, aunque escasa, de sulfuros. En un trabajo anterior (Sgrosso, 1933), efectuado en la zona de la mina Kokito II, se cita la calcopirita entre los minerales hallados al comenzar las labores, pero que en las muestras obtenidas en la actualidad no ha podido observarse.

El yacimiento es hidrotermal de baja temperatura y puede relacionarse con las manifestaciones cuprobaríticas del terciario inferior, comunes de hallar en Neuquén.

CONCLUSIONES

1) El depósito de algodónita de la mina Kokito II, provincia de Neuquén, es hidrotermal de baja temperatura, y el carácter de las soluciones portadoras de arseniuros fue de naturaleza coloidal en el momento de depositarse (texturas colloformes) explicable por la presencia de sulfuro de hidrógeno, que actúa como peptizante, incrementado por un medio de depositación favorable (calcita).

2) Las diferencias físicas entre los dos tipos de capas, la 1, formada por algodónita α con inclusiones de cobre, y la 2, de algodónita α conteniendo a la forma β en cuerpos de desmezcla, puede explicarse considerando que si la llamada algodónita β tiene un ligero aumento en su contenido de arsénico con respecto a la algodónita α , sin llegar a ser una domeykita, sus propiedades y las de la capa 2, que la contiene, variarán: diferencias de color, aumento de dureza, tendencia a formar capas delgadas de bordes redondeados y fractura concoidal.

La capa, donde predomina la algodónita α presentando inclusiones de cobre, tenderá a desarrollar formas masivas, con una dureza menor

que la capa 2, y fractura irregular, aproximándose en sus propiedades a la algodinita α pura.

3) En la zona de oxidación, la algodinita α pasa rápidamente a cobre nativo y a un compuesto de arsénico muy soluble, y luego a cuprita. El cobre parece ser un mineral intermedio en su oxidación a cuprita.

La algodinita β pasa lentamente a cuprita y no ha podido observarse el pasaje a cobre nativo.

La algodinita β puede ser reemplazada totalmente por algunos sulfuros secundarios de cobre (calcosina-covellina); en cambio la algodinita α es más resistente al reemplazo.

4) En la muestra estudiada se observaron hechos un tanto sorprendidos como fueron la superposición de texturas coloidales, y de desmezcla en aquellas capas formadas por algodinita α conteniendo algodinita β , y además la forma alternada de depositarse de dichas capas con aquéllas, conteniendo algodinita α con inclusiones de cobre. Estas observaciones sugieren la variación rítmica de las soluciones coloidales de arseniuros durante la depositación, que formaron capas de composición distinta. A continuación hubo una cristalización lenta y exsolución de las inclusiones de cobre en algunas capas de algodinita α tipo I, mientras que aquellos donde coexistían las formas α y β de algodinita se produjo la separación en estado sólido, a veces controlada cristalográficamente, de algodinita β de las masas de algodinita α . Estos resultados coinciden en parte con la teoría de Edwards sobre el origen de algodinita y otros arseniuros de cobre.

Agradecimientos. — Agradezco al Dr. Bernabé Josué Quartino la lectura y corrección del manuscrito y las sugerencias sobre el mismo. Al Dr. Abraham Jutoran y al licenciado Roberto L. Caminos su asesoramiento en el trabajo de campaña y fotografía, respectivamente.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

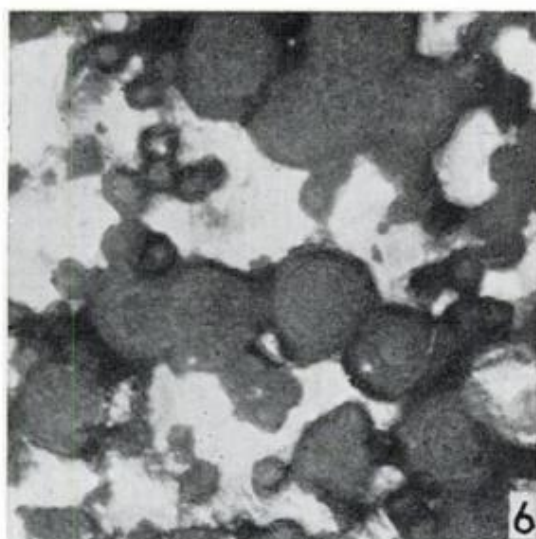
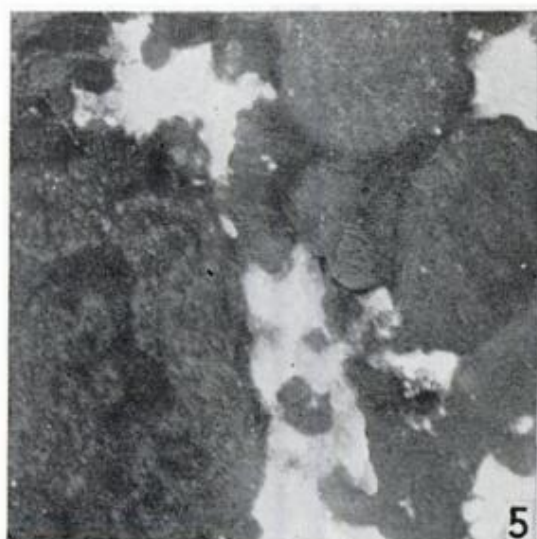
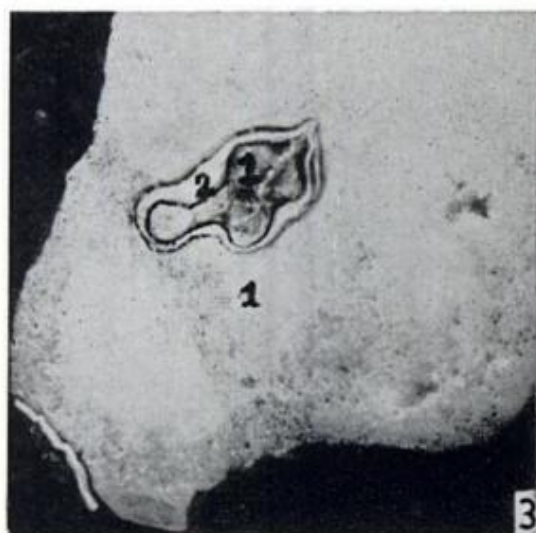
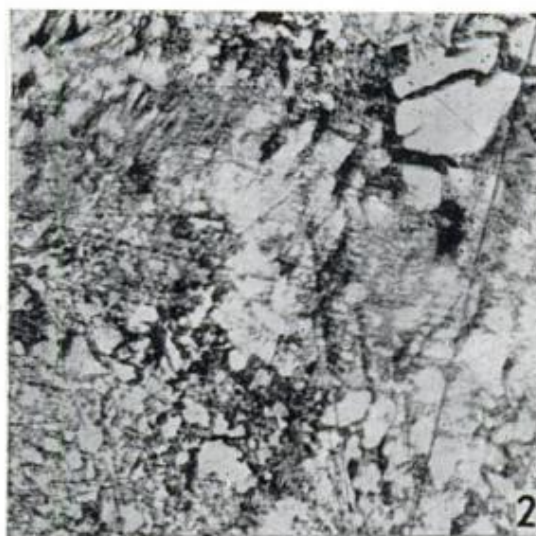
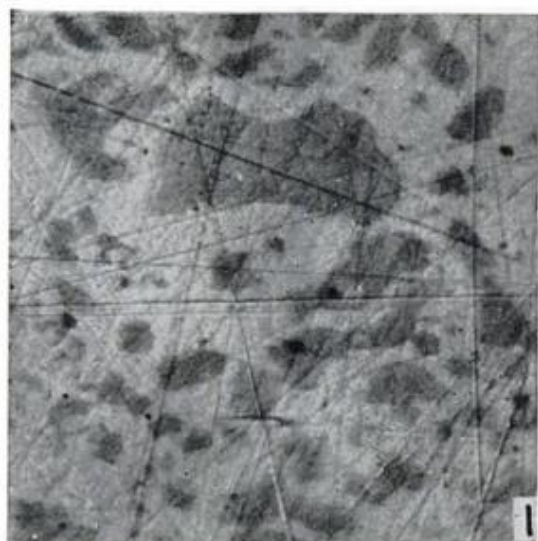
- ASTM (1960). *Index to the X. Ray powder data file.* — Special Technical Publication 48, 1, 45.
- BUTLER, B. S. AND BURBANK, W. S. (1929). *The Cooper Deposits of Michigan, U. S. Geological Surv. Prof. Paper.* 144, 56.
- EDWARDS, A. B. (1960). *Textures of the ore Minerals.* — Melbourne. 55.
- HANSEN, M. (1926). *Aufbau der Zweistofflegierungen.* — Berlin.
- LINDGREN, W. (1933). *Minerals Deposits.* — U. S. New York. Londres.

- MALVICINI, L., SESANA, F. (1962). *Sobre el Hallazgo de Algodonita en la Argentina.* — An. de las Iras. J. Geol. Arg., T. II, 191.
- PADERA, K. (1951). *Revision of the Domeykite Algodonite group.* — Bulletin International de l'Academie Tchèque des Sciences, nº 4.
- RAMDOHR, P. (1950). *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen.* — Akad. Verlag, Berlin.
- RAMSDELL, L. S. (1929). *An X Ray Study of the Domeykite group.* — Am. Min. 14, 133.
- SGROSSO, P. (1933). *Informe sobre las minas de cobre de Picún Leufú.* — Dir. Nac. de Min. y Geol. Buenos Aires (irédito).
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1960). *Erzmikroskopisches Praktikum.* — Stuttgart.
- Y RAMDOHR, P. (1962). *Lehrbuch der Erzmikroskopie.* — Berlin.
- SUERO, T. (1951). *Descripción Geológica de la Hoja 36 o "Cerro Lotena".* — Dir. Nac. Geol. y Min. Bol. 76.
- UYTENBOGAARDT, W. (1951). *Tables for microscopic identification of ore minerals.* — Princeton U. P., 124.

Manuscrito recibido en marzo de 1963.

EXPLICACION DE LA LAMINA I

- Fig. 1: Textura de exsolución observada en la capa tipo 2, resultante de la desmezcla al estado sólido de algodonita β de la forma α . Inmersión en aceite. $\times 380$.
- Fig. 2: Corrosión de la muestra anterior con ácido clorhídrico 1:1. La algodonita α , que es el mineral que forma la base, es rápidamente atacada, oscureciéndose. La forma β aún no ha reaccionado. $\times 380$.
- Fig. 3: Textura en capas de composición diferente de algodonita, mostrando la variación rítmica de soluciones coloidales durante la depositación. $\times 3$.
Capa 1: Forma el centro del agregado y la capa externa consiste en algodonita α con inclusiones microscópicas de cobre.
Capa 2: Algodonita α conteniendo la forma β en cuerpos de desmezcla.
- Fig. 4: Pasaje de algodonita (gris claro) a cuprita (gris oscuro) por oxidación. Parte de la algodonita ha quedado aislada dentro de las masas de cuprita. $\times 20$.
- Fig. 5: Textura colloforme desarrollada por la depositación de cuprita (gris oscuro) sobre calcita. $\times 72$.
- Fig. 6: Pasaje de cuprita con textura framboidal a cristalina. $\times 54$.



NUEVOS HALLAZGOS DE PALEOZOICO MARINO

EN LA PRECORDILLERA DE SAN JUAN

(CON UN PERFIL ESTRATIGRAFICO DETALLADO DEL CARBONICO)

POR WOLFGANG VOLKHEIMER

Dirección Nacional de Minería. Buenos Aires

RESUMEN

El hallazgo de *Climacograptus* sp. en la Formación Yerba Loca (hoja 18c, Jáchal, San Juan) señala para ésta una edad ordovícica. Se elimina el concepto anterior de *Precámbrico* en esta porción de la precordillera. Una fauna *devónica inferior* de la zona de Pajaritos-Potreriño permite fijar la extensión del mar en esta época. Se describe un perfil detallado del Carbónico (facies parálisis), con fauna marina y flora. La presencia de esta fauna corrobora la idea de Furque de una ingresión marina desde el borde occidental de la precordillera a través de la serraña de Huachi.

ZUSAMENFASSUNG

Es werden Fossilfunde in der argentinischen Präkordillere von San Juan bresprochen. Die Auffindung von *Climacograptus* sp. in der "Formacion Yerba Loca" (Kartenblatt 18c, Jáchal), erweist das *ordovizische* Alter dieser Formation. Damit wird die Auffassung eines präkambrischen Alters dieses weit verbreiteten Gesteins-Komplexes widerlegt. Eine Unterdevon-Fauna in der Gegend von Pajarito-Potreriño gibt Anschluss über die Meeresverbreitung in dieser Epoche. Anschliessend wird ein detailliertes Karbon-Profil (paralische Fazies) mit zugehöriger mariner Fauna und Land-Flora beschrieben. Die marine Fauna bestatigt die Annahme *Furque's* von einer marinen Ingression, die vom Westrand der Präkordillere herkam und durch das Huachi-Bergland in ein präexistentes Becken eintrat.

INTRODUCCION

Al norte del río Jáchal, en localidades ubicadas aproximadamente de 10 a 25 kilómetros en línea recta, de la ciudad homónima, se encontraron durante la primera etapa del relevamiento geológico (1 : 100.000) de la hoja 18c (Jáchal) faunas marinas pertenecientes a tres distintos niveles estratigráficos del Paleozoico:

I. En la *Formación Yerba Loca* (Furque, 1954). Esta formación fue considerada por Groeber (1943) paleozoica inferior y por Sarris (1956), como Precámbrico hasta Paleozoico Inferior. Furque (1954) la ubicó en el Ordovícico, basándose en la semejanza petrográfica y el mismo grado de metamorfismo que había observado en la Formación Trapiche (Ordovícico) dentro de la hoja 17b (Guandacol).

Confirmamos la concepción de Furque, por el hallazgo de una fauna graptolítica con *Climacograptus* sp.¹ el cual indica una edad ordovícica para dicha formación.

La fauna se halló en una zona relativamente poco metamorfizada a 10 m al oeste de la toma de agua del Puesto Agua del Medio, puesto ubicado 20 km al NW de Jáchal y accesible a lomo de mula desde la ruta Jáchal-Rodeo (km. 25,5); siguiendo desde este punto a lo largo de un valle longitudinal 12 km hacia el norte (ver mapa).

II. En el *Devónico Inferior*. El núcleo del Anticlinal del Potrerillo (Ver mapa) abarca lutitas, grauvacas y areniscas con algunos bancos de arenisca calcácea y nódulos de caliza muy ricas en fósiles marinos, entre los cuales se encontraron:

Chonetes falklandicus (M y S).

Plectonotus sp.

Australocoelia peruviana (d'Orb.) Leanza.

Australospirifer antarcticus (M y S) Caster.

Australospirifer kayserianus (M y S) Caster.

Atrypina sp.

Schellwienella sullivanii (M y S) Caster.

Australostrophia messembria (Clarke) Caster.

Orthotheca steinmanni Knod.

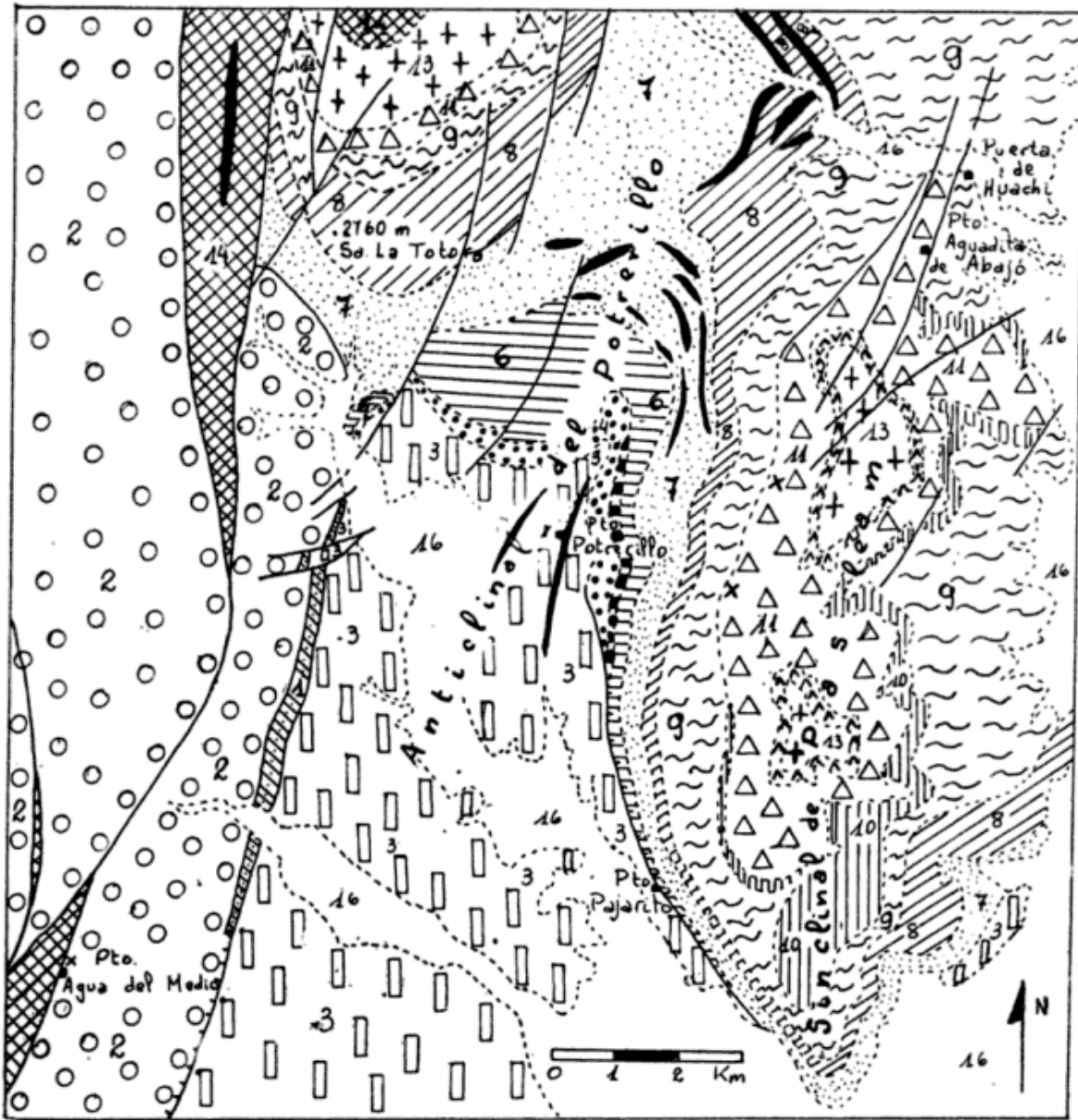
Tentaculites sp.

















Indica esta fauna² una edad devónica inferior y fue hallada a 21 km al NNW de Jáchal, en un vallecito transversal, 200 m al oeste del Puesto Potrerillo de don Bruno Pérez, al lado de la senda que conduce de dicho puesto al Puesto Carrizal.

Desde Jáchal hay huella de camión, pasando por el Puesto Pajarito y siguiendo desde allá al NNW hasta el corral del Puesto Potrerillo.

¹ Determinado por el Dr. J. C. M. Turner (D.N.G.M.).

² Determinada por la Dra. Elsa R. de García (D.N.G.M.).



	q		c 9		c 5		c 1
	a		c 8		c 4		d
	p		c 7		c 3		o p
	c 10		c 6		c 2		o c

q, Cuartario; a, filones capa de andesita; p, Pérmico; c10 a c1, Carbónico; c10, Carbónico superior; c9, capas con *Septosyringothyris*; c8, capas con *Rhacopteris*; c7, brecha y lutitas; c6, lutitas y areniscas; c5, areniscas blanco grisáceas; c4, lutitas gris negruzcas; c3, areniscas y conglomerados; c2, lutitas gris oscuras; c1, conglomerados y areniscas; d, Devónico; o1, Ordovícico (facies lutítica); oc, Ordovícico (facies calcárea).

Se pueden seguir los bancos fosilíferos paralelamente al rumbo, hasta más de 2 km al SSW.

Otro afloramiento con fauna marina del Devónico Inferior se encuentra 5 metros al E del borde oriental de la huerta del Puesto Pajarito de don Blas Castro al lado de un pozo de agua. Se trata de un banco lenticular de conglomerado calcáreo gris, de 1 m de espesor y de pocos metros de extensión horizontal, Contiene este banco una rica fauna de corales rugosos (tetracorales), corales tabulados, braquiópodos y restos de trilobites. En la fauna estudiada por Elsa R. de García (DNGM), se identificaron hasta ahora:

Favosites sp.

Leptaena sp.

Calmonia signifer Clarke.

El banco fosilífero se ubica en el siguiente perfil del Pto. Pajarito, tomado de arriba hacia abajo.

- 17) Potentes bancos de areniscas, conglomerados y lutitas.
- 16) 17 m de arenisca blanca de grano medio, en parte conglomerádica (Carbónico Inferior).
Falla inversa, casi paralela a la estratificación (145°/55N).
- 15) 5 m Arenisca de grano fino y medio, en parte conglomerádica, de color gris verdoso.
- 14) 8 m Lutitas grises con capitas de arenisca.
- 13) 3,50 m Arenisca baya-grisácea, de grano fino; hacia arriba transición a limolita.
- 12) 10 m Lutitas grises con capitas de arenisca.
- 11) 2 m Arenisca cuarcítica, gris verdosa.
- 10) 22 m Lutitas y limolitas, bandeadas, finamente estratificadas.
- 9) Filón Capa de andesita.
- 8) 2 m Arenisca lajosa, grano medio.
- 7) 1 m Conglomerado fino.
- 6) 0,15 m Cuarcita gris.
- 5) 0,70 m Lutita gris.
- 4) 1 m Banco lenticular de conglomerado medio con matriz de caliza margosa y fragmentos de una marga gris negruzca. Contiene abundante *fauna marina*.
- 3) 3 m Lutitas grises, alternando con intercalaciones finísimas de cuarcita.
- 2) 0,65 m Arenisca gris de grano fino.
- 1) más de 200 m Lutitas, grauvacas y areniscas gris amarillentas. Predominan las lutitas.

III. En el *Carbónico Inferior*. El sinclinal de Pasleam (ver mapa) abarca una sucesión completa del Carbónico Inferior que contiene una fauna marina con gasterópodos y *Septosyringothyris keideli* (Harr.) contenida en una arenisca gris parduzca de grano fino y cemento calcáreo.

La fauna se encontró a 300 m al este de la cumbre del “Mogote del Cordero” en la falda occidental de una colina redonda. Desde Jachal hay huella de camión hasta Pto. Aguadita de Abajo; desde allá una hora y media a pie hasta el banco fosilífero.

Para dar una idea clara de la ubicación estratigráfica del nivel fosilífero se da a continuación un perfil completo del Carbónico de la zona. Siguen de abajo a arriba:

1. 200 m. Capas basales del Carbónico. Se presentan en la ladera sur del C^o La Cantera, prolongándose en el núcleo del Anticlinal del Potrerillo hacia el sur, donde desaparecen a pocos cientos de metros al NW del C^o Alto, debido a la falla inversa. No se observó discordancia angular entre la base del Carbónico y las lutitas del Devónico, aunque es probable que exista, ya que el Devónico está plegado con más intensidad.

Litología. — En la base se encuentra un conglomerado fino, gris claro verdoso, con rodados de una cuarcita gris y pocos rodados de *gneis*. Siguen alternándose areniscas de grano medio y grueso, verdosas, areniscas cuarcíticas, de grano medio a fino, gris verdosas, areniscas de grano fino, blanco verdosas, algo calcáreas y bancos poco espesos ((hasta de 1 m) de conglomerado, cuyos rodados de cuarcita gris y arenisca (devónica) alcanzan diámetros de hasta 10 cm (C^o La Cantera). Siguen hacia arriba:

2. 40 m. - Lutitas gris oscuras, en parte algo areniscosas (arroyo La Montosa).
3. 60 m. - Areniscas, en parte cuarcíticas, hasta cuarcita, grano medio y fino de color gris claro hasta amarillento con bancos de conglomerados oligomíticos, uno de los cuales de 3 m de espesor se encuentra en la base de este miembro y contiene rodados de granito de hasta 60 cm de diámetro. (C^o Alto).
4. 250 m. - Lutitas gris negruzcas con intercalaciones de capas delgadas de margas con estructura “cono en cono”, niveles con nódulos de caliza y marga, capitas de arenisca de granulometría va-

riada, sabulita y algunos niveles de hasta varios decímetros de espesor de conglomerados polimícticos en los cuales son frecuentes los rodados de caliza ordovícica. En la misma lutita gris negruzca hay rodados sueltos (diámetro de hasta 10 cm) mayormente de *granito*.

5. 120 m. - Areniscas blanco-grisáceas, en algunas partes amarillentas, grano medio a fino, formando cornisa (C^o Alto).
6. a) (abajo) 70 m. - Lutitas gris negruzcas, en parte areniscosas, alternando con capitas de arenisca fina y media y unas pocas de marga y arcilla margosa, gris negruzca. Hacia arriba aumentan las intercalaciones de arenisca.
En Agua del Mariano se encontraron escasos restos mal conservados de *Rhacopteris* ?.
- b) (arriba) 60 m. - Arenisca de grano fino y medio, en parte fuertemente entrecruzada, de color blanco verdoso. En algunos lugares con troncos fósiles (al E del Pto. Colorado).
7. a) (abajo) 4 m - Brecha sedimentaria de matriz areniscosa fina, algo micácea, gris verdosa a gris. Predominan fragmentos de caliza ordovícica de hasta 1 m de diámetro; además hay fragmentos de una cuarcita gris (hasta 20 cm de diámetro) y de cuarzo (Agua del Burro). Es esta brecha un nivel guía sumamente constante.
- b) (arriba) 15-20 m. - Lutitas negras, alternando con capas delgadas de marga y niveles con nódulos de marga. En el tercio superior predominan limolitas gris negruzcas (Agua del Burro).
8. Areniscas blanco amarillentas y lutitas con plantas fósiles:
 - a) (abajo) 10 m de arenisca blanca amarillenta, grano fino, medio y grueso; 7 m encima de la base, 50 cm de conglomerado fino (Agua del Burro).
 - b) Unos 60 m alternancia de areniscas blanco amarillentas, grano mediano a fino y de lutitas y limolitas grises y gris negruzcas con flora. En el lugar donde está marcado en el mapa "Puesto Figueroa", y también a unos 200 m aguas arriba del Puesto La Montosa, se encontraron:

*Rhacopteris ovata*¹ (Mac Coy) Walk.

Calamites peruvianus Goth.

Sphenopteris sp.

Eremopteris whitei Berry.

c) (arriba) 35 m. - Arenisca de grano medio, en parte grueso, blanco amarillenta, parcialmente con estratificación entrecruzada.

9. Unos 35 m de areniscas mayormente de grano medio, alternando con lutitas areniscosas de color verde amarillento hasta gris parduzco. En una intercalación marina de pocos metros de espesor, la cual empieza con un conglomerado fino basal, se coleccionó la fauna arriba mencionada con:

Septosyringothyris keideli (Harr.)

Gasteropoda sp. et gen indet.

10. Unos 200 m de areniscas, areniscas arcólicas y arcosas, mayormente de grano grueso, hasta conglomerádicas, con pocas intercalaciones delgadas de lutita color castaño rojizo y banquitos de caliza margosa gris. Los colores oscilan entre blanco, blanco amarillento (sobre todo hacia abajo), pardo, pardo rojizo y pocas intercalaciones de areniscas arcólicas rojas.

Con el límite superior de la última intercalación de arenisca blanca se ha trazado el límite superior del Carbónico. Siguen hacia arriba los estratos rojos (areniscas, conglomerados, lutitas, etc.) denominados *Formación Ojo de Agua* (Pérmico?), en la hoja 17b (Guandacol), relevada por G. Furque.

CONCLUSIONES

1. La presencia de la fauna graptolítica en la *Formación Yerba Loca*, elemento más antiguo en esta región, evidencia que no existen como se consideraba, sedimentos del Precámbrico en esta porción de la Precordillera.

¹ Determinado por la Sra. Regina L. de Caminos (D.N.G.M.).

2. El hallazgo de la fauna devónica inferior en la zona Pajarito-Pto. Potrerillo confirma la extensión de este mar en la zona norte de la provincia de San Juan siendo su límite septentrional, ya que no aparece al norte de la serranía de Huachi.

3. Los hallazgos de la fauna correspondiente al Carbónico marino al norte del río Jáchal certifican definitivamente la idea expuesta anteriormente por G. Furque de la ingresión del mar carbónico desde el borde occidental de la Precordillera hacia el borde oriental de la misma a través de la región ocupada actualmente por la serranía de Huachi.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- FURQUE, G. 1954. *Descripción geológica de la Hoja 17 b Punilla (La Rioja - San Juan)*. — Informe inédito D.N.G.M., Bs. Aires.
- GROEBER, P. 1943. *Mapa geológico de la provincia de San Juan*. — Comisión Nac. de Climatología y Aguas Minerales. Bs. Aires.
- SARRIS, M. 1956. *Reconocimientos geológicos al sudoeste de Jáchal (precordillera de San Juan)*. — Informe inédito Y.C.F. Bs. Aires.

Manuscrito recibido en marzo de 1963.

LOS YACIMIENTOS CUPRO-URANIFEROS DE RAHUE-CO, NEUQUEN
CON REFERENCIAS A LA GEOLOGIA DE LA ZONA

Por CARLOS O. LATORRE

Comisión Nacional de Energía Atómica. Buenos Aires.

RESUMEN

El yacimiento de Rahue-có está compuesto por varios afloramientos distribuidos irregularmente en una sección de 200 m de espesor dentro del Tordillense (Kimmeridgense) integrante, junto con sedimentos calovenses, auquilocenses y berriasenses, de la estructura conocida como "Anticlinal del Caycayen". La roca portadora es una arenisca roja con estratificación diagonal, que pierde su color en los lugares donde existen minerales de Uranio. Estos (uraninita y metatorbernita) y los de cobre, aparecen depositados sobre o en el interior de restos de troncos de *Araucarioxylon* sp. carbonizados y fosilizados. Se supone que los minerales se depositaron a partir de soluciones de aguas subterráneas por acción del material carbonoso o por el SH₂ contenido en éstos. La fuente de origen del uranio se atribuye a un nivel tobáceo suprayacente que contiene hasta 0,0014 % de U₃O₈.

ABSTRACT

Several outcrops of the Rahue-có mine are distributed irregularly in a 200 m thick section of the Tordillense (Kimmeridgian) that together with the Jurassic strata outline the "Caycayen anticline". The country rock is a cross bedded red sandstone, that changes its colour in the areas of uranium concentration. These minerals (uraninite and metatorbernite) and the copper ones were deposited on or within carbonized fossil stems of *Araucarioxylon* sp. It is here suggested that these minerals were deposited from aqueous solutions by the action of the carbonaceous material and the SH₂ contained. The origin of the uranium is attributed to an overlying tuff bed containing up to 0,0014 % of U₃O₈.

I. INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es dar a conocer las características geológicas y mineralógicas de los yacimientos de Rahue-có, donde aparecen minerales de uranio y de cobre asociados a troncos fósiles.

Se pretende además, en base a un perfil litológico, aportar datos de interés referentes a las unidades integrantes de la cuenca neuquina en las que se ubican aquellos yacimientos.

Rahue-có se halla en el noroeste de la provincia de Neuquén, aproximadamente a unos 45 kilómetros al SW de Chos-Malal. Su altura sobre el nivel del mar oscila entre 1.300 y 2.300 m.

Agradecimientos

El autor quiere expresar su agradecimiento a los doctores P. N. Stipanovic, J. F. Villar Fabre, E. Linares, Milka K. de Brodtkorb, H. Castellaro y C. A. Menéndez, a quienes consultó en temas de sus especialidades.

II. ESTRATIGRAFIA

El área estudiada se halla ubicada en la zona de pliegues con ejes de rumbo norte-sur denominada "Región de los pliegues de rumbo meridional" (Herrero Ducloux, 1946) y comprende parte del que se conoce como Anticlinal del Cerro Caycayén. La superficie mapeada corresponde a un sector oblicuo al eje del pliegue, a la altura de su cierre meridional.

En general la cubierta externa de esas estructuras está constituida por sedimentos cretácicos pero, además de ellos, por acción de la erosión afloran representantes jurásicos, triásicos y hasta paleozoicos, como ocurre en la Cordillera del Viento (Stoll, 1957). Los pliegues son alargados y angostos y en muchos casos se hallan afectados por fallas o por intrusiones como en el caso del anticlinal del Cerro Caycayén, que está intruído por cuerpos de composición andesítica.

La estructura geológica de la zona del levantamiento es consecuencia del plegamiento, según un eje NE-SW, de una serie sedimentaria sin discordancias angulares visibles; las fallas que se observan en el lugar no han provocado variaciones importantes en la estructura del plegamiento.

Los terrenos integrantes de la serie consisten en una alternancia de lutitas negras, calizas azuladas, areniscas rojas y bayas y tobas grises y verdes.

Para la descripción estratigráfica se toma como referencia el esquema que confeccionó Groeber para el Jurásico de la Argentina (1952, págs. 144-145). En Rahuc-có afloran terrenos que van desde el Calovense hasta el Reciente, según se detalla seguidamente y conforme al perfil levantado a lo largo de los arroyos Quilicó y Rahue-có:

Techo

RECIENTE	0 - 3 m
R 16 3 m	Tierra vegetal con rodados de arenisca margosa amarilla, ferruginosa, y de arenisca margosa azul.
5 m	Cubierto.
ANDICO	64 m
R 15 8 m	Arenisca amarilla, margosa, con intercalaciones de lutitas verdes.
2 m	Cubierto.
R 14 10 m	Caliza azul con intercalaciones de lutitas bituminosas.
14 m	Cubierto.
R 13 19 m	Caliza azul con concreciones discoidales de hasta 1 m de diámetro y 0.30 m de espesor dispuestas paralelamente a los planos de sedimentación y que contienen restos fósiles de <i>Argentiniceras aff. noduliferum</i> (Steuer), <i>Aulacosphinctes mangaensis</i> (Steuer), <i>Windhauseniceras cf. internospinosum</i> (Krantz), <i>Substeuroceras koeni</i> (Steuer), <i>Wichmaniceras sp.</i> y <i>Berriasella cf. fraudans</i> (Steuer).
5 m	Cubierto.
R 12 3 m	Caliza azul con intercalaciones arenosas amarillentas de lutitas negras, con restos de <i>Virgatosphinctes andesensis</i> (Douville).
3 m	Cubierto.
TORDILLENSE	630 m
R 11 100 m	Complejo compuesto por areniscas y tobas de colores verdes, caracterizadas por un contenido alto de material calcáreo, posiblemente aportado desde niveles superiores.

- R 10 400 m Complejo compuesto por areniscas de colores rojizos y violáceos, con ondulitas y a veces con estratificación diagonal y con restos de troncos carbonizados y mineralizados con cobre y uranio y tobas grises de hasta 2 metros de espesor, intercaladas con las anteriores. En la base de este complejo suelen aparecer lentes de yeso con estratificación diagonal, de hasta 50 m de largo y 10 m de alto.
- 10 m Cubierto.
- R 9 25 m Brecha intraformacional constituida por clastos provenientes del nivel R 8, de tamaños variables que van desde algunos centímetros hasta 5 metros. Esta brecha podría haberse elaborado por erosión subácea sobre el nivel infrapuesto.
- R 8 25 m Caliza azul compacta, con intercalaciones amarillas arenosas de pocos centímetros de espesor.
- R 7 50 m Areniscas de colores bayos con estratificación diagonal y con intercalaciones de plantas carbonizadas y de delgadas lentes tobáceas del mismo color.
- R 6 5 m Limolitas bayas y calizas del mismo color, con restos de *Nebrodités pressulus* Leanza, *Idoceras herrero duclouxi* Leanza y *Aspidoceras (Euaspidoceras) ajax* Leanza.
- R 5 15 m Arenisca conglomerádica de colores bayos y verdosos, con rodados redondeados de hasta 5 cm de diámetro y con restos carbonizados de plantas.
- R 4 0,3 m Brecha constituida por clastos de hasta 1 cm, de caliza lutítica azul oscuro, en un cemento calcáreo, gris blanquecino.

Complejo bayo

Discordancia de erosión

AUQUILCOENSE 27 m

- R 3 2 m Caliza lutítica azul oscuro, que pasa gradualmente a:
- R 2 25 m Caliza fétida de colores azules claros hasta blanco celeste, con esferulitas de calcita de hasta 0,5 cm de diámetro.

Hiato

LOTENIANO 30 m

- R 1 30 m Lutitas negras con restos de *Reineckeia leufuensis* (Weaver) Leanza, *Indocephalites gerthi* (Spath), *Eurycephalites eurystoma*, *Perisphinctes* sp., *Ostrea* sp. y *Hectioceras hecticum* Reineck.

Base no aflorante

Total aproximado 760 m

El Loteniano se halla representado por el nivel R 1 constituido por lutitas negras fosilíferas; el espesor de este nivel, que corresponde al Calovense Superior, no ha podido ser determinado, puesto que su base no aflora en el lugar.

En la sección R2-R5 no se encuentran fósiles para certificar su edad; en cambio en el nivel R6 aparecen tres representantes de la fauna descrita por Leanza (1947), que pueden contribuir a ello.

Según Leanza, mientras dos de esos fósiles pertenecen al Kimmerigense, el tercero, *Aspidoceras (Euaspidoceras) ajax* Leanza, pertenece a un nivel ligeramente más antiguo (Rauraciano).

Entonces, los terrenos que en Rahue-có están por debajo de ese nivel fosilífero pertenecerían al Oxfordense. Esta suposición es seguramente válida por lo menos debajo de la discordancia evidenciada por la brecha de erosión R 4; por lo tanto los niveles R 2 y R 3 se asimilan al Auquilcoense (o Yeso Principal).

El paquete R2-R3 representa así en la zona una facies del Auquilcoense, más desarrollado en otras áreas orientales; así se certifica lo expuesto por Stipanovic y Mingram (1952) en el sentido que el Auquilcoense engrana perfectamente con términos oxfordenses (argovenses), pudiéndose extender hacia arriba hasta el Rauracense en algunos puntos de Mendoza y Neuquén.

Fuera del área mapeada, a unos 3 km en dirección N 80° E desde el punto 3 de la triangulación (ver fig. 1), el banco R2 ha sido casi totalmente suprimido por erosión y se comprueba que inmediatamente por debajo de él aparecen lutitas con *Reineckeia leufuensis*. Esta comprobación hace suponer que en Rahue-có faltan los representantes divesenses. Este hecho cobra especial interés porque indicaría que en Rahue-có se repiten las condiciones señaladas para otros puntos de la cuenca jurásica (como p. ej., Vega de la Veranada) donde aparece un hiato divesiano (Stipanovic-Mingram, 1952).

Los fósiles hallados en el R6 indican que a partir de allí se desarrolla con seguridad el Tordillense, que llega hasta el R11 inclusive. La presencia del Andico queda confirmada a partir del R12 por la fauna titoniana e incluye al R13 con faunas berrasianas.

FORMACIÓN ERUPTIVA

En Rahue-có afloran varios cuerpos intrusivos de composición esencialmente andesítica de formas y tamaños variados, todos ellos discordantes, penetrados en el Tordillense.

Uno de los de mayor tamaño aflora en parte dentro de la zona mapeada; mide aproximadamente 2.500 por 800 m y forma la cumbre de un cerro alargado paralelamente al arroyo Rahue-có. Se trata de una andesita de color gris rosado claro, de grano mediano a fino y de textura porfírica con abundantes fenocristales (más del 50%), la mayoría de los cuales son de andesina; el resto es de hornblenda y muy escaso cuarzo, presentándose los dos primeros en avanzado estado de alteración. La pasta es microgranular, compuesta por andesina, hornblenda, calcita, epidoto, sericita, óxido de hierro y cuarzo.

En la quebrada del arroyo Rahue-có (fuera de la zona mapeada) a 3,4 km medidos a partir del punto de triangulación 3 con rumbo N40° E (fig. 1) existen otros afloramientos que en conjunto afectan la forma de un filón, a modo de prolongación del cuerpo descrito más arriba. El ancho de los afloramientos es variable, pudiendo llegar como máximo a unos 30 m y su longitud alcanza a unos 300 m. Se trata de una andesita muy similar a la anterior, aunque sus componentes, especialmente la hornblenda, se hallan más alterados; en los fenocristales de andesina se observa zonación, correspondiendo a los anillos centrales una composición más básica; el cuarzo como fenocristal se presenta en asociaciones de dos a tres individuos, algunos con extinción ondulada. Otra diferencia con la anterior estriba en la pasta, que posee textura pilotáxica.

Dentro de los límites del bosquejo geológico de la figura 1, queda por mencionar otro afloramiento de roca andesítica; se halla en las cercanías de la manifestación uranífera denominada La Segunda o Chupayas. Es un afloramiento pequeño; la roca es de color gris muy oscuro, porfírica, con fenocristales de andesina de hasta 1,5 mm dispuestos en grupos de dos o tres; la pasta pilotáxica contiene microlitas de andesina, además granos de calcita, clorita y cuarzo.

Fuera de la zona mapeada aflora el cuerpo de mayor tamaño, que constituye la cumbre del cerro Caycayén y que tal vez corresponda a la parte superior de un neck. Se trata de un pórfiro dacítico de grano fino y de fractura irregular que muestra tendencia a partirse en trozos lajosos de bordes muy afilados. Los componentes principales son andesina y cuarzo, acompañados de sericita y clorita; la textura es porfírica con fenocristales hipidiomorfos y pasta microgranular.

Siguiendo a Groeber se estima que esta formación es de edad Mollelitense.

Además de las andesitas descritas, en la margen izquierda del arroyo

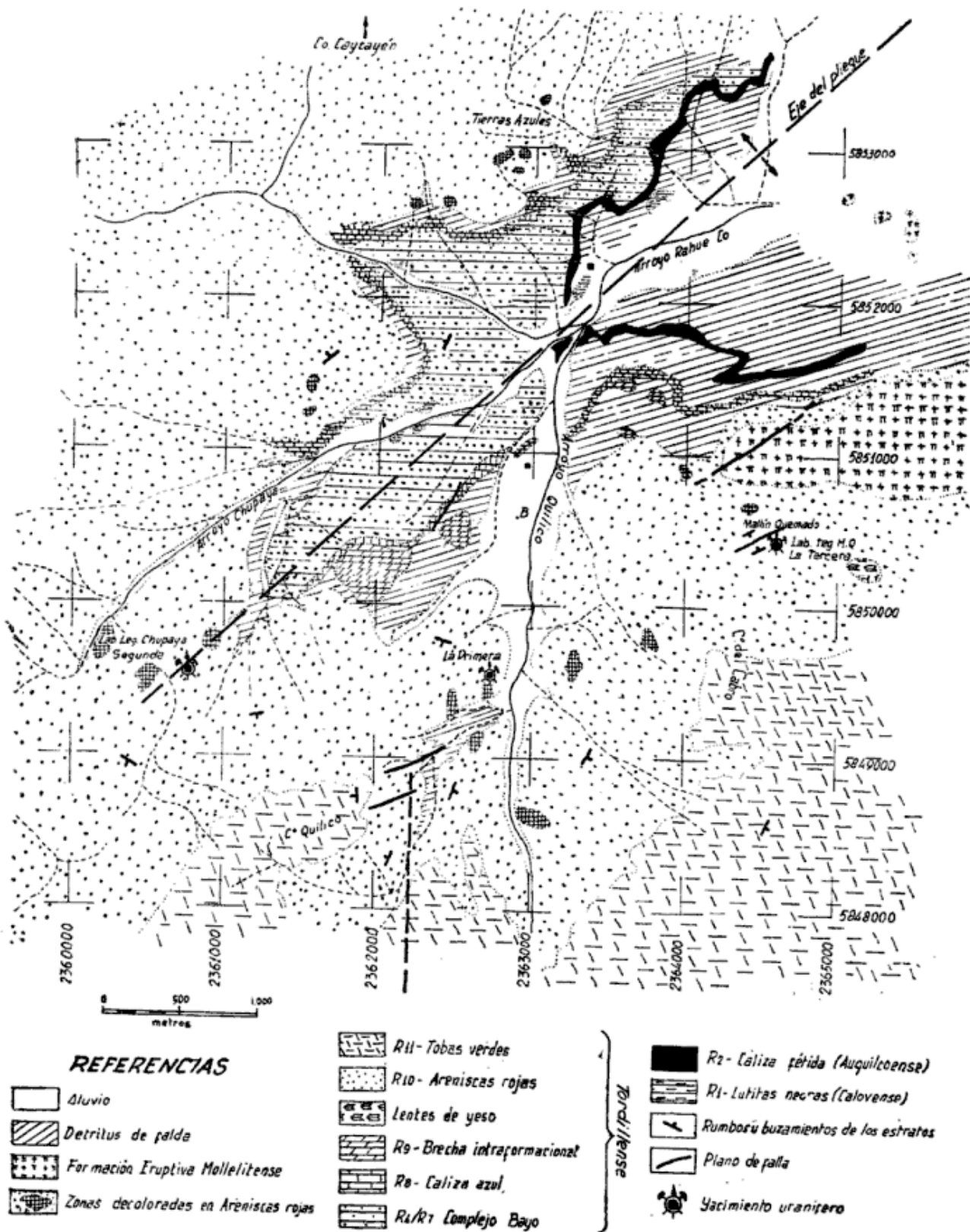


Fig. 1. — Bosquejo Geológico de la zona de Rahué-Co (Neuquén)

Rahue-có, a unos 500 m del extremo NE del bosquejo geológico, aflora un filón de pórfiro riolítico, el que, por estar la zona muy cubierta, no se ha podido establecer si se halla intruyendo al nivel R1 (calovense) o a niveles inferiores. Aflora con rumbo NS y en un ancho aproximado de 10 m. La roca es de color amarillo claro y se caracteriza por la presencia de numerosos cristales idiomorfos de cuarzo muy destacados. La roca contiene, además, feldespato alcalino y biotita, ambos muy alterados. La pasta es de grano muy fino, microgranular, compuesta por cuarzo, calcita y sericita y biotita.

Pese a ser esta roca muy distinta de las descritas más arriba, se acepta que sea parte también de la misma formación eruptiva.

III. EL YACIMIENTO

El yacimiento cupro-uranífero de Rahue-có incluye varios afloramientos distribuidos irregularmente dentro de un espesor de 200 m de sedimentos pertenecientes al Tordillense (Kimmeridgense). Dicha franja aflora por acción de la erosión que ha labrado en un anticlinal una forma de anfiteatro y los afloramientos se disponen como rosario o anillo incompleto de aproximadamente 1,5 km de diámetro. En el mapa (fig. 1) esos lugares aparecen como "zona de arenisca decolorada". Se supone que por acción del proceso erosivo que ha suprimido la mayor parte del eje del anticlinal, han desaparecido otras acumulaciones de minerales, ubicadas dentro de aquellos límites.

En cuatro sectores de los afloramientos se han abierto labores mineras de exploración, las que, con excepción de una galería de unos cinco metros de desarrollo, son simples destapes en la pared del cerro. Los lugares donde fueron realizados están indicados en la figura 1 y se denominan: La Primera, La Segunda (o Chupayas), La Tercera (o Mallín Quemado) y Tierras Azules.

CARACTERÍSTICAS DEL YACIMIENTO

La roca huésped de las manifestaciones uraníferas es una arenisca rojo-rosada, con estratificación diagonal, que tiene intercalaciones tobáceas grises-verdosas de hasta 2 m de espesor.

Si bien la granulometría de la roca portadora es homogénea en todos los afloramientos y no se observan cambios que puedan indicar, en general, grandes diferencias de permeabilidad, debe hacerse notar

que las zonas mineralizadas están limitadas unas veces en la parte superior, otras veces en la parte inferior y muchas veces en ambas, por fajas arcillosas angostas, más o menos continuas, de color rojo semejante al de las areniscas o a veces de colores verdosos. En partes, esas franjas están reemplazadas por un nivel de rodados de color rosado o gris verdoso, de composición arcillosa, de unos 3 cm de diámetro y 1 cm de alto de forma esferoidal achatada (clay-galls), cementados por arenisca. Estas intercalaciones arcillosas pueden haber controlado la circulación de soluciones portadoras de mineralización, tal como se mencionará más adelante.

En los lugares donde se han observado manifestaciones de minerales uraníferos, la roca portadora ha cambiado, en un mismo nivel, de color rojo al gris celeste; el estudio de cortes delgados de varias muestras de la arenisca roja y de la arenisca decolorada indica que el cambio de color se debe a la falta de óxidos de hierro en esta última. El cambio de color es visible a considerable distancia y constituye una guía para ubicar las zonas mineralizadas. El fenómeno de la decoloración de la roca huésped en los lugares donde se ha encontrado mineral de uranio ha sido mencionado por Vickers (1957), quien también lo ha considerado una guía para la ubicación de las zonas mineralizadas.

Tanto en las areniscas como en las tobas intercaladas aparecen restos de troncos fósiles, ya sea silicificados o, en la mayoría de los casos carbonizados. El material carbonoso de los troncos fósiles es un lignito¹. El estudio realizado por Carlos A. Menéndez sobre restos de troncos silicificados, permitió establecer que pertenecen al género *Araucarioxylon* y, aparentemente, a una especie nueva para Sudamérica.

Los troncos se hallan dispuestos siempre horizontalmente, dentro de la roca huésped y los de mayor tamaño se ubican de modo que su eje coincide con la dirección norte-sur; en los restos pequeños no se observa orientación preferencial.

Conforme a los caracteres estructurales de la arenisca portadora de los troncos la posición de éstos parece coincidir con la dirección de la corriente que depositó a la arenisca.

El levantamiento radimétrico efectuado con centellómetro en las diferentes labores indica que los mayores registros de radiactividad se obtienen en los restos carbonosos o inmediatamente al lado de ellos.

¹ Según determinación de Y.C.F.

No todos los restos de troncos son radiactivos; los restos de troncos silicificados son poco o nada radiactivos.

En los esquemas de las figuras 2 y 3 se han representado las características geológicas en dos lugares de las labores denominadas La Primera; allí se observan con mayor claridad los detalles que son comunes a todas las manifestaciones. Los minerales de uranio y de cobre aparecen asociados a los troncos carbonosos ya sea depositados sobre los mismos o rellenando cavidades en su interior.

Como producto de la lixiviación de esos minerales, aparecen otros secundarios (malaquita, azurita, metatorbernita) impregnando a la roca que hace de piso de los troncos, en los planos de diaclasas.

La comprobación que la mineralización se localiza en los lugares donde hay restos carbonosos surge de los análisis químicos (muestras ubicadas en la figura 2).

Muestra	Cu %	U ₃ O ₈ %	V ₂ O ₅ %	ThO ₂ %
Roca de la « caja superior ».....	0.95	0.01	0.0014	ausente
Roca de la « caja inferior ».....	0.85	0.01	0.0017	ausente
Roca con restos carbonizados.....	7.20	0.37	0.0015	ausente

En el caso de las labores denominadas Mallín Quemado, como en algunos sectores de La Primera, las zonas mineralizadas se hallan atravesadas por fallas en cuyos planos no hay mineralización. Por otra parte, en Mallín Quemado se puede comprobar que las fallas son posteriores a la misma.

En muchas labores se han observado en la roca huésped, indicios del paso de soluciones a través de planos de diaclasas subhorizontales, coincidentes con la capa basal (bottom set) de las lentes de estratificación diagonal, tal como se observa en la figura 2. Esos indicios están dados por un oscurecimiento en la roca, que se observa hasta a 3-5 cm a cada lado de esas superficies y decrece en intensidad a medida que aumenta la distancia. La observación de cortes delgados revela que ese aumento de color se debe a la impregnación con minerales de cobre. Radimétricamente se constató que la zona oscurecida posee valores muy poco mayores que la “cuenta de fondo” del resto de la roca, lo que indica que no hay mineralización uranífera de importancia.

Lo observado hasta aquí hace suponer que la mineralización habría sido depositada selectivamente a partir de soluciones que circularon a través de la roca; los minerales radiactivos sobre los troncos carbo-

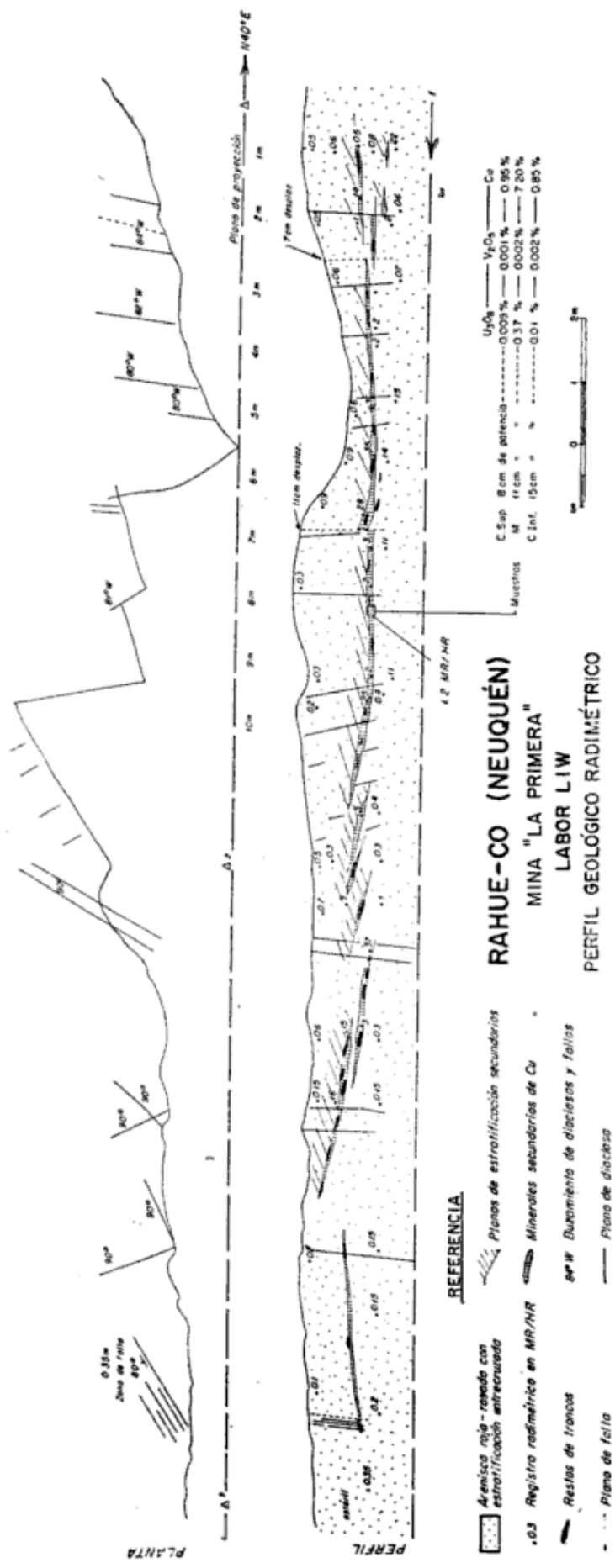
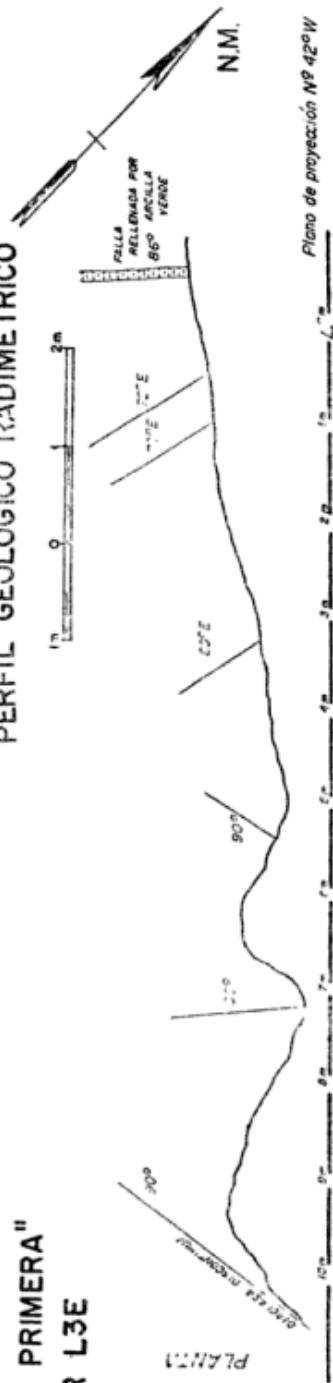


Figura 2

RAHUE-CO (NEUQUÉN)
MINA "LA PRIMERA"
LABOR L3E

PERFIL GEOLÓGICO RADIMÉTRICO



REFERENCIA

- Planos de estratificación escalonados
- Minerales secundarios Cu
- Buzamiento de diatomeas y talus
- Plano de diatomeas
- Plano de Arcilla
- Derrumbe
- Arenisca roja-rasada con estratificación entrecruzada
- Idem decolorada
- Arcilla
- .045 Registro radimétrico en MR/HR
- Restos de fracturas
- Dirección de las fracturas

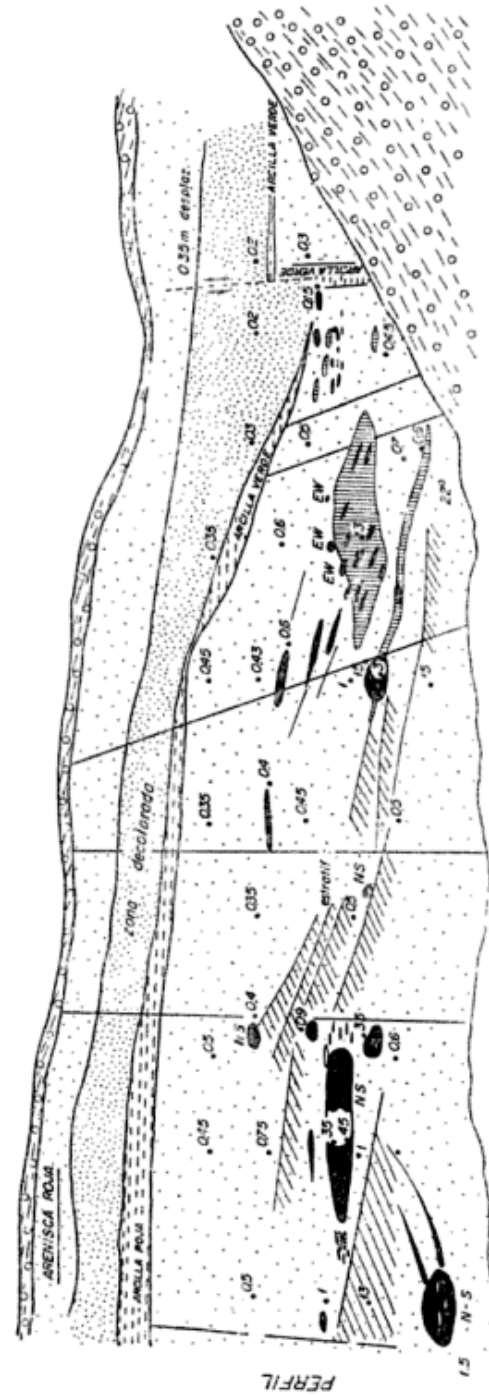


Figura 3

nosos y los restantes, indistintamente sobre éstos o sobre la arenisca portadora. En ésta no se han observado signos de alteración hidrotermal.

Las labores de exploración, si bien han puesto de manifiesto cuerpos o acumulaciones de minerales distribuidos en zonas de hasta 20 m de largo por 2 a 3 m de alto han sido insuficientes a los fines de determinar las dimensiones totales de los mismos. No obstante, se estima que de todas las manifestaciones conocidas, las correspondientes a la zona de La Primera parecen ser las de mayores perspectivas, puesto que en ellas se han encontrado las mayores concentraciones de uranio y cobre.

Ante la posibilidad de que un cambio en la composición o en la granulometría de las rocas de la serie aflorante en la zona, pudiera haber ofrecido un ambiente más favorable a la depositación de los minerales radiactivos, se revisaron las mismas mediante el uso de un centellómetro. Se prestó atención especial a los niveles conglomerádicos y especialmente a los denominados R5 y R7 (pág. 108) por su contenido en restos carbonosos. En todos los casos la prospección indicó valores iguales a la cuenta de fondo.

Para tratar de establecer la fuente de origen del uranio depositado en Rahue-có se hicieron analizar muestras de la formación eruptiva y de las tobas verdes del nivel R11. Las muestras fueron analizadas por fluorimetría, con estos resultados:

Tobas verdes del nivel R 11.....	0,0014 %	U ₃ O ₈
Andesita de Mallín Quemado	0,002 %	„
Pórfiro dacítico C ^o Caycayén	0,006 %	„

Comparando estos valores con los obtenidos por Coats (1956) para rocas volcánicas del oeste de EE. UU. y con los citados por Rankama y Sahama (1954) se comprueba que el contenido en uranio de las rocas estudiadas es muy alto. Se supone que el uranio ha sido lixiviado desde esas rocas e incorporado a las aguas que circularon a través de la arenisca roja.

Mineralogía.

Los minerales determinados en las muestras de Rahue-có son los siguientes:

- a) Minerales de uranio: Uraninita, Uranofano, Metatorbernita y Carnotita;
- b) Minerales de cobre: Bornita, Calcosina, Covelina, Calcopirita, Malaquita y Azurita;
- c) Otros minerales presentes en las muestras: Cuarzo, Baritina, Oxidos de hierro y Plata nativa. (?)

1. *Características y modo de ocurrencia de esos minerales.*

a) *Minerales de uranio.*

Uraninita. La presencia de este mineral fue supuesta en muchas muestras dado que la radiactividad de las mismas era demasiado alta para atribuirle a la sola presencia de los escasos cristales de metatorbernita visibles. La comprobación de la presencia de uraninita fue dificultosa y larga. Para tratar de localizar a este mineral se estudiaron numerosas muestras pulidas, tomadas sobre restos de troncos muy radiactivos; la búsqueda se intensificó en los lugares donde los ensayos autorradiográficos demostraban la mayor concentración de sustancia activa.

Al mismo tiempo, en las fracciones pesadas del material carbonoso radioactivo, separadas con yoduro de metileno, se ensayó la presencia de uranio con la reacción de la perla de FNa; asegurada la presencia de ese elemento en una fracción, se procedía a tomar un diagrama de rayos X. Finalmente se comprobó la presencia de uraninita con un diagrama de polvo.

Posteriormente, en un corte pulido sobre un resto de tronco carbonoso radiactivo, en coincidencia con una zona donde una autorradiografía indicaba una concentración alta de materia activa, pudo observarse la uraninita, la que se presentaba en un grupo de esferulitas de 0,5 a 1 micrón de diámetro. La uraninita se halla reemplazando al carbón; desafortunadamente no se ha podido hallar contactos entre ella y los minerales de cobre depositados en las mismas para poder deducir las relaciones mutuas de edad.

Metatorbernita. $\text{Cu}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Se presenta en restos de troncos carbonizados en agregados cristalinos drusoides (rosetas) dentro de cavidades del carbón, ya sea sola o acompañada por cristales de cuarzo ahumado y menos frecuentemente, tapizando fisuras en la roca huésped, conjuntamente con malaquita y azurita.

Es de color verde manzana, traslúcida, de brillo vítreo y no pleocroica. Los individuos son de hábito micáceo según (001), $n_o = 1,648$, clivajes paralelos a (100) y (010). Uniáxica positiva.

Para la identificación de este mineral debió recurrirse al cálculo de los parámetros a_o y c_o de la celda elemental, puestos que solamente con el espaciado es difícil distinguirlo de la Metazeunerita $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$ que, además, tiene propiedades ópticas semejantes.

Para el cálculo de los parámetros se utilizó un método gráfico para cristales tetragonales (Hull-Davey, 1958) con el que se obtuvieron los siguientes valores:

$$\begin{aligned}a_o &= 6,93 \pm 0,05 \text{ \AA} \\c_o &= 8,65 \pm 0,05 \text{ \AA} \\a_o/c_o &= 1/1,248\end{aligned}$$

Carnotita. La presencia de este mineral fue determinada previamente a este trabajo, como impregnación en una roca tobácea de "La Primera". No ha sido hallado nuevamente.

Uranofano. Fue determinado en una muestra de "La Primera", impregnado a la arenisca decolorada. Se presentaba en cantidad escasa.

b) Minerales no uraníferos.

Bornita y Calcosina rómbica. Se presentan reemplazando estructuras en el material carbonoso.

Esos minerales aparecen asociados en la mayoría de los casos según estructuras que indican reemplazo de la bornita por la calcosina; venillas de ésta atraviesan a la primera.

Otras veces, ambos minerales aparecen con relaciones mútuas tales que determinan una estructura pseudomirmekítica. Según Ramdohr (1955, pág. 356) en este caso ambos minerales podrían haber precipitado conjuntamente. Como en un mismo corte se han observado ambas estructuras, se estima que la calcosina ha reemplazado a la bornita o que ambas han precipitado con una relación de superposición (overlapping, Schwartz, 1928).

Covelina. Aparece como producto de alteración, reemplazando a la calcosina en sus planos de clivaje o en fracturas.

Calcopirita. Se presenta en los restos carbonosos, en individuos redondeados, rodeada de óxidos de hierro hidratados como productos de alteración.

Suele aparecer además, en forma de pequeñas laminillas dentro de la bornita.

Magnetita ?. En las muestras mineralizadas del material carbonoso que se han estudiado con el microscopio de luz reflejada, se ha observado frecuentemente un mineral de color pardo claro, isótropo, de muy bajo poder de reflexión y de dureza mediana. Se presenta en individuos de unos 40 micrones de diámetro, aislados y siempre rodeados con un anillo externo de calcosina, interponiéndose entre ambos una zona de carbón.

No se ha podido comprobar si se trata de magnetita, pero en todo caso, debe tratarse de un miembro de los espinelos.

Oxido de cobre ?. En los cortes pulidos este mineral aparece reemplazando a la calcosina rómbica en sus líneas de debilidad. A la luz reflejada tiene color blanco grisáceo, mediano poder de reflexión, débil anisotropía (con colores que van desde uno muy parecido al de la calcosina hasta otro pardo claro) y carencia (?) de pleocroísmo. Se supone que es un producto de alteración de la calcosina, pero no responde a las características de la cuprita, tenorita ni paramelaconita.

c) Otros minerales presentes en las muestras estudiadas son:

Cuarzo. Aparece en forma de venillas, incoloro o de color blanco, en el carbón, pero también en drusas de individuos con contornos geométricos (prismas y bipirámides) y del tipo ahumado.

Baritina. Se observó en los troncos carbonizados, en asociaciones de individuos de hasta 0,5 cm de lado, en forma de tablillas de color amarillo caramelo.

Plata nativa (?), que se presenta rodeada por calcosina, en individuos de 5 micrones de diámetro.

2. Génesis del yacimiento.

Los hechos que permiten deducir el origen de la mineralización uranífera son los siguientes:

- 1º La mineralización se concentra en pequeños cuerpos distribuidos irregularmente en una zona amplia, tanto horizontal como verticalmente pero, limitados por planos horizontales.
- 2º Las zonas mineralizadas son evidenciadas por un cambio de color en la arenisca huésped, la que de rojo-rosado pasa a gris celeste, por disminución en el contenido de óxidos rojos de hierro.
- 3º La mineralización se halla vinculada a restos de troncos fósiles carbonizados y se concentra sobre éstos (uraninita, metatorbernita) o en mucha menor proporción impregnando la arenisca, inmediatamente al lado de los mismos.
- 4º Hay indicios del paso de soluciones mineralizadas (por lo menos con cobre) a través de planos de diaclasas subhorizontales.
- 5º No hay evidencias de alteración hidrotermal en la roca huésped.
- 6º Los planos de falla que afectan a las zonas mineralizadas son posteriores al proceso que originó esa depositación.
- 7º Generalmente la roca portadora se halla limitada, arriba y abajo de las zonas mineralizadas, por lentes arcillosas.
- 8º Las rocas intrusivas de la Formación Andesítica Mollelitense y las tobas verdes de la parte superior del nivel R11, tienen un contenido de uranio mayor que el término medio citado para ese tipo de rocas.

De acuerdo con esos detalles se estima que el yacimiento uranífero de Rahue-có puede haberse originado a través de los siguientes hechos:

1. Sedimentación de la arenisca roja en un ambiente de cercanía de costa o fluvial, incluyendo troncos de árboles.
2. Carbonización de esos troncos durante la diagénesis.
3. Depositación del uranio (y del cobre ?) a partir de soluciones de aguas circulantes que utilizaron como acuíferos a los planos horizontales de mayor permeabilidad limitados por capas arcillosas confirmantes. La precipitación puede haberse originado por la acción reductora del material carbonoso o por la del SH_2 contenido. El mismo proceso de reducción del U_{+6} a U_{+4} habría motivado la decoloración de la roca huésped.

En cuanto a la fuente de origen del uranio podría atribuirse a las tobas o a las andesitas de las cuales habría sido lixiviado, descendiendo hasta ponerse en contacto con los acuíferos que lo positaron luego.

Con referencia a lo expuesto en 3º), conviene destacar que la asociación del uranio con materiales carbonosos se conoce desde fines del siglo pasado. En 1875, Berthoud, 1875) señaló la presencia de minerales de uranio en una mina de carbón de Leyden, Colorado, U.S.A.; Boutwell (1905) notó la asociación de uranio con madera fósil en el Plateau del Colorado.

En trabajos recientes (1954) se ha demostrado que el uranio puede aparecer asociado con muchos tipos de materiales carbonosos, incluyendo lutitas marinas, asfaltitas, petróleo, carbones y restos de plantas carbonizadas.

Las concentraciones de este elemento en materiales carbonosos ha suscitado gran número de especulaciones relativas a la adsorción de uranio por las plantas y animales vivos. Se han hecho investigaciones al respecto, y como resultado de ellas se ha establecido que los vegetales absorben porcentajes de uranio extremadamente reducidos y que la cantidad absorbida no es suficiente para explicar las grandes acumulaciones halladas en restos fósiles de plantas (Hoffmann, 1941). También se ha demostrado experimentalmente (Hoffman, 1941) que los animales absorben uranio de las plantas a través de los procesos de nutrición y que contienen este elemento en concentraciones semejantes a las encontradas en las plantas vivas.

Un estudio detallado de un yacimiento de lignitos uraníferos de Dakota, U.S.A. (Denson *et al.*, 1950) permitió suponer que el uranio de esos depósitos fue introducido por soluciones frías de aguas subterráneas, posteriores a la carbonización, y que el material carbonoso debe tener gran capacidad para extraer uranio de soluciones

A efectos de establecer la capacidad del carbón para extraer el uranio de soluciones diluídas. Moore (1954) realizó experiencias de laboratorio, ensayando diversos materiales, y obtuvo resultados que indican que los materiales más efectivos son la turba, el lignito y el carbón sub-bituminoso. Este hecho ha llevado a suponer a muchos investigadores que la asociación tan común de uranio con materiales carbonosos se debe a la habilidad de esos materiales para formar compuestos metalorgánicos. Así Breger y Deul (1956) afirman que "al ponerse en contacto el ión uranilo con el carbón se forma un compuesto orgánico de uranio, probablemente un humato de uranilo insoluble por encima de un pH 2,2; en medios más ácidos el uranio puede ser separado del carbón. Existe la posibilidad (Adler, 1962), de que la descomposición de la materia orgánica bajo condiciones reductoras lleve a la formación de SH_2 que, como se sabe, reduce el ión uranilo a dióxido de uranio insoluble. El material carbonoso, en este caso, se asociaría solamente en forma indirecta con el uranio". Por otra parte, estos mismos autores habrían obtenido pruebas de que la madera carbonizada de la meseta del Colorado (Berthoud, 1875) también puede captar cantidades suficientes de uranilo para dar lugar a la formación de uraninita.

Contrariamente a la opinión de Breger, Deul y otros, Nekrasova (1958) no cree en la existencia de compuestos urano-orgánicos; recientemente ha estudiado la composición de carbones uraníferos, y como resultado postula que el uranio depositado en las materias carbonosas se halla solamente en algunas de las siguientes formas: a) mineral de uranio; b) mineral que contiene uranio, y c) formas mineralógicamente no identificables, pero químicamente desvinculadas de la materia orgánica.

En cuanto al proceso de formación de esas asociaciones, tanto mineralógicas como complejo-orgánicas del uranio, Breger y Deul suponen (op. cit.) que este

elemento no está asociado genéticamente con las sustancias carbonosas, pero que es recogido por éstas en el curso de su migración.

Estudios isotópicos (Adler, 1962) de minerales sulfurosos paragenéticamente equivalentes a los minerales de uranio depositados en areniscas, indican que el SH_2 formado durante la diagénesis por procesos bacteriológicos, fue el principal agente precipitante del uranio.

El hecho que en un mismo yacimiento existan restos orgánicos estériles cerca de otros mineralizados con uranio, se ha explicado por la acción del factor geológico (el más importante), que ha regulado la formación de los yacimientos en rocas sedimentarias y que está relacionado con los caminos que han seguido las soluciones uraníferas: grietas y fracturas en las rocas, espacios porosos y principalmente estructuras sedimentarias como páleo-canales, estratificaciones diagonales, etc., cuyo estudio tiene gran importancia para establecer la dirección y el sentido que puedan haber seguido las soluciones que han circulado a través de ellas (Poole-Williams, 1956).

El lector puede consultar un resumen más completo de las modernas teorías de la formación de yacimientos de uranio en sedimentos y su aplicación a yacimientos argentinos en el trabajo de Stipanovic *et al.* 1962.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ADLER, H. H. 1962. *The genesis of uranium ores.* — U. S. Atomic Energy Commission, Division of Raw Materials, Washington, D. C.
2. BERTHOUD, E. L. 1875. *On the occurrence of uranium, silver, iron, etc., in the Tertiary formations of Colorado Territory.* — Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Proc. XXVII, 363/5.
3. BREGER, I. A., DEUL, M. y RUBINSTEIN, J. 1955. *Geochemistry and Mineralogy of uraniumiferous lignite.* — Econ. Geology, L, nº 2.
4. BREGER, I. A. y DEUL, M. 1956. *Geoquímica orgánica del uranio*, en (16), P/49, 478/81.
5. BOUTWELL, J. M. 1905. *Vanadium and uranium in southwestern Utha.* — U. S. Geol. Sur. Bull. 260, 209.
6. COATS, R. R. 1956. *Distribution of uranium and certain other trace elements in felsic volcanics rocks of Cenozoic age of the western U.S.A.*, en (16), 248/251.
7. DENSON, N. M., BACHMAN, G. O. y ZELLER, H. D. 1950. *Summary of new information on uranium lignites in the Dakotas.* — U. S. Geol. Sur., Trace elements Mem. Rept. 175.
8. FRONDELL, CL. 1958. *Systematic Mineralogy of Uranium and Thorium.* — U. S. Geol. Sur. Bull. 1064, Wash.
9. GROEBEL, P. *et al.* 1952. *Mesozoico*, II, 1ª parte, Geografía de la República Argentina, GAEA, Bs. Aires.
10. HERRERO DUCLOUX, A. 1946. *Contribución al conocimiento geológico del Neuquén Extraandino.* — Bol. de Informaciones Petroleras, Y.P.F., 266, Bs. As.

11. HOFFMANN, J. 1941. *Determination of uranium in Living and Dead plants.* — *Bodenbunde und Planzenernahrung*, 318/327.
12. — 1941. *Uranium in the animal organism.* — *Wien Tierartzliche Monatschifte*, XXVIII, 561/566.
13. HULL-DAVEY en AZAROV, L. V. y BUERGER, M. J. 1958. *The powder method in X-ray crystallography.* N. Y.
14. LEANZA, A. F. 1947. *Descripción de la fúnula kimmeridgiana de Neuquén.* — *Direc. Nac. Minas y Geol., Inf. Prelim. y Comun. n° 1*, Bs. Aires.
15. MOORE, G. W. 1954. *Extraction of uranium from aqueous solution by coal and some other materials.* — *Econ. Geol.* XLIX, n° 6, 652/58.
16. NACIONES UNIDAS. 1956. *Actas de la Conferencia Internacional sobre la utilización de la energía atómica con fines pacíficos. VI. Geología del Uranio y del Torio*, Ginebra.
17. — 1958. *Proceedings of the Second United Nations International Conference on the peaceful uses of atomic energy. II Survey of Raw Materials Resources.* Ginebra.
18. NEKRASOVA, Z. A. 1957. *The origin of uranium mineralization in coal. The Geology of Uranium.* — *The Soviet Journal of Atomic Energy, Supplement n° 6*, Atomic Press, Moscou.
19. — 1958. *From the occurrence of uranium in some coals*, en (17) 412/419.
20. POOLE, F. J. y WILLIAMS, G. A. 1956. *Dirección de transporte de los sedimentos que constituyen las formaciones triásicas y asociadas de la Meseta del Colorado*, en (16), 379/383.
21. RANKAMA, K. y SAHAMA, TH. G. 1954. *Geoquímica*, Madrid.
22. RAMDOHR, P. 1955. *Die Erzminerale und ihre Verwachsungen*, Berlín.
23. SCHWARTZ, G. M. 1928. *Significance of bornite-chalcosite microtextures.* — *Econ. Geol.* XXIII.
24. STIPANICIC, P. N. y MINGRAM, A. 1952. *Informe preliminar sobre la estratigrafía, cronología y distribución facial de los sedimentos del Dogger-Malm en el sector neuquino-mendocino de la cubeta mesozoica argentino-chilena.* — Y.P.F., Bs. Aires.
25. STIPANACIC, P. N. et al. 1962. *Los depósitos uraníferos en rocas sedimentarias de la República Argentina.* — *Anales las Jornadas Geol. Arg.*, Bs. Aires.
26. STOLL, W. C. 1957. *Geología de los depósitos minerales de Andacollo, Prov. de Neuquén.* — *Dir. Nac. de Minería, Anales IV*, Bs. Aires.
27. VICKERS, C. R. 1957. *Alteration of sandstones as a guide to uranium deposits and their origin.* — *Econ. Geol.*, LII, n° 6.

Manuscrito recibido en marzo de 1963.

COMENTARIO BIBLIOGRAFICO

"AEROGEOLOGY" es uno de los últimos libros sobre Fotogeología que se han editado recientemente. Se divide en seis partes principales: Fotogrametría, Técnicas utilizadas en Aerogeología, Análisis general, Expresión morfológica de los distintos tipos de rocas, Análisis estructural y Análisis geomorfológico. Las anotaciones están acompañadas por pares estereoscópicos bien elegidos de varias partes del mundo.

El autor desarrolla el tema desde un nuevo punto de vista, que se basa principalmente en la identificación y distinción de tipos de rocas sedimentarias, eruptivas y metamórficas, teniendo en cuenta factores climáticos, morfológicos y tonales de importancia. Las secciones que discuten el aspecto teórico de la fotogeología y sus técnicas referentes a mapas se tratan, sin embargo, de manera poco adecuada.

En su intento de aclarar los varios factores utilizados en la práctica de interpretación fotogeológica, el autor desafortunadamente populariza el tema en un grado demasiado exagerado. El texto está plagado de supersimplificaciones, perogrulladas y asertos que no sólo pecan de ambiguos, sino que en parte no están de acuerdo con ciertos conceptos conocidos de geología general. Más aún, el texto contiene repeticiones y definiciones incompletas. El tratamiento algo desorganizado de tópicos en ciertos párrafos individuales, juntamente con oraciones de oscura sintaxis, dan al lector la impresión de que se trata de notas de campo dispersas, publicadas sin ser revisadas. No acompaña ninguna bibliografía y hay pocas referencias respecto de otros libros importantes sobre la materia. Asimismo, el libro adolece de innumerables errores tipográficos y ortográficos.

En general, sin embargo, se trata de una contribución de cierto valor, que provee el estudiante de Fotogeología un conjunto completo de elementos para distinguir las varias expresiones topográficas de rocas observadas en fotografías aéreas.
— *Henry de Römer*. Buenos Aires.

**SE TERMINO DE IMPRIMIR EL 24 DE MAYO DE 1963
EN LA IMPRENTA Y CASA EDITORA CONI, PERU 684
BUENOS AIRES, REPUBLICA ARGENTINA**

ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Vicepresidente:* DR. ANGEL V. BORRELLO; *Secretario:* DR. CARLOS O. LATORRE; *Tesorero:* DR. CARLOS A. MENÉNDEZ; *Vocales:* DR. ARTURO J. AMOS, DR. PEDRO GARCÍA VIZCARRA Y DR. BERNABÉ QUARTINO; *Vocales suplentes:* DR. ENRIQUE LINARES Y DR. HÉCTOR J. PÉNDOLA.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DR. CARLOS A. MENÉNDEZ, DR. BERNABÉ QUARTINO Y DR. ARTURO J. AMOS.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

t) 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 siguientes publicaciones

ANALES DE LAS PRIMERAS JORNADAS GEOLOGICAS
ARGENTINAS

BIBLIOGRAFIA GEOLOGICA Y CARTOGRAFICA DE LA
PROVINCIA DE BUENOS AIRES

INDICE BIBLIOGRAFICO DE ESTRATIGRAFIA ARGEN-
TINA

PALEONTOGRAFIA BONAERENSE

HORACIO H. CAMACHO : *Sección Invertebrados*

C. A. MENÉNDEZ & H. A. ORLANDO : *Sección Paleobotánica*

ROSENDO PASCUAL : *Sección Vertebrados*

PUBLICACIONES PERIODICAS

AMEGHINIANA, REVISTA DE LA ASOCIACIÓN PALEONTOLOGICA ARGENTINA

PHYSIS, REVISTA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CIENCIAS NATURALES

REVISTA DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

VENTA EXCLUSIVA:

LIBRART S. R. L.

CORRIENTES 127

(EDIFICIO BOLSA DE CEREALES)

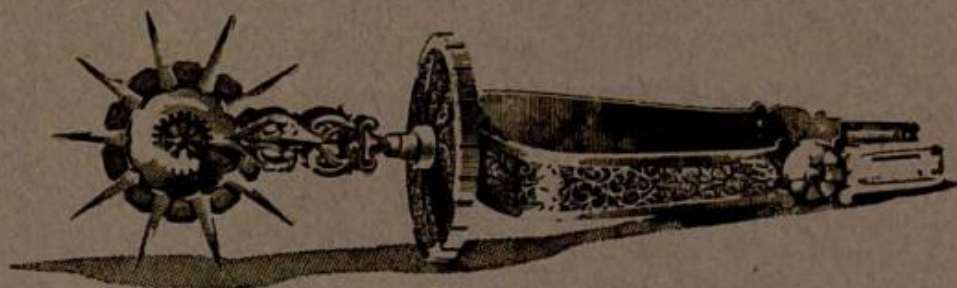
BUENOS AIRES

T. E. 31 - 4368

Dirección Postal:

Casilla de Correo 5047

PARA DOMAR CABALLOS DE FUERZA



Con ayuda de las recias "nazarenas" el gaucho dominó el vigor del caballo y lo transformó en fuerza útil para la faena. Ahora, con ayuda de la ciencia y la técnica, el hombre domina la potencia de millares de caballos de fuerza y los transforma en impulso productivo, en energía para mover los motores y las máquinas de la industria. Allí, en ese complejo engranaje de la producción está presente Esso S. A. Petrolera Argentina con su línea cada vez

más extensa de derivados petroquímicos, combustibles para alimentar motores de todo tipo y lubricantes que protegen las maquinarias más diversas.

Sí, también en el vasto campo de la industria moderna la Organización Esso vuelca el importantísimo caudal de hallazgos logrados en sus Laboratorios de Investigación: productos siempre renovados y perfeccionados que son poderosas nazarenas que ayudan a elevar el nivel técnico y productivo del país.

INVESTIGANDO LAS EXIGENCIAS DEL MAÑANA, ESSO SIRVE LAS NECESIDADES DE HOY



ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

COMISION DIRECTIVA: *Presidente:* DR. HORACIO H. CAMACHO; *Vicepresidente:* DR. ANGEL V. BORRELO; *Secretario:* DR. CARLOS O. LATOERE; *Tesorero:* DR. CARLOS A. MENÉNDEZ; *Vocales:* DR. ARTURO J. AMOS, DR. PEDRO GARCÍA VIZCARRA Y DR. BERNABÉ QUARTINO; *Vocales suplentes:* DR. ENRIQUE LINARES Y DR. HÉCTOR J. PÉNDOLA.

SUBCOMISION DE LA REVISTA: DR. CARLOS A. MENÉNDEZ, DR. BERNABÉ QUARTINO Y DR. ARTURO J. AMOS.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

t) 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 incluídas 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.