

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

## S U M A R I O

A. BORRELLO, Profesor Doctor Juan Keidel. Homenaje en su septuagésimo quinto aniversario .....	145
F. GONZÁLEZ BONORINO, Los supuestos depósitos de caolín de la falda occidental del cordón Ambato (Catamarca).....	157
H. J. HARRINGTON Y A. F. LEANZA, La clasificación de los <i>Olenidae</i> y de los <i>Ceratopygidae</i> (Trilobita).....	190
COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS.....	207

BUENOS AIRES  
REPUBLICA ARGENTINA

—  
1952

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

Tomo VII

Julio de 1952

Nº 3

PROFESOR DOCTOR JUAN KEIDEL

HOMENAJE EN SU SEPTUAGÉSIMO QUINTO ANIVERSARIO

Por ÁNGEL BORRELLO

El 9 de octubre del corriente año, el doctor Juan Keidel, eminente geólogo y profesor, cumple 75 años de edad. De este largo y fecundo período, cerca de medio siglo ha transcurrido en la Argentina, campo singular de las investigaciones y ambiente propicio donde sus colegas, amigos y alumnos han seguido de cerca sus trabajos, recordándole hoy por su actuación brillante con verdadero respeto y simpatía.

Un marco de trabajo y un fondo de profunda honestidad ética vigorizan su indiscutida personalidad profesional y científica. Una actividad permanente, ininterrumpida, y sus arraigadas virtudes de maestro sobrio y generoso aumentan el valor de su obra, dirigida siempre al fin elevado de la Ciencia. Esto debe señalarse especialmente al recordar al geólogo, al profesor y al filósofo, reunidos en la esencia de la espiritualidad y del rico intelecto que, el doctor Juan Keidel, brindara sin esquivos a generaciones de alumnos en las universidades argentinas.

La Asociación Geológica Argentina se complace en este sentido en ofrecer y tributarle su reconocimiento y homenaje, con lo cual satisface un grato deber, ya que en su seno y desde 1946, el nombre del doctor Keidel ocupa, como Socio Honorario, uno de los lugares reservados a los más altos valores de nuestra disciplina científica.

Juan Keidel nació en Gross Stoeckheim, Alemania, en 1877. Después de cursar sus estudios elementales ingresó al Gymnasium donde su enseñanza terminó cuando contaba 19 años de edad. De inmediato siguió cursos de práctica en trabajos de minería de yacimientos de carbón, y en minas de minerales metalíferos y depósitos de sales de potasio. Los aludidos trabajos prácticos se prolongaron por los años 1897 a 1898 y parte de 1899. En este último año inscribióse en la Academia de Minas

This One

13



S4EE-XUJ-NTPO

de Berlín con el objeto de perfeccionar, por dos años, su preparación en la difícil especialidad de la minería.

No obstante, a esa altura de su vida, surgían ya de su talento otras inquietudes de orden superior. Paralelamente a sus estudios técnicos se inicia en cursos de ciencias naturales, cursando además materias de física y química que sigue con interés y decisión en la Universidad de Berlín. Es en este período de su juventud cuando queda definido el carácter de su vocación científica. En 1901, a los 24 años, resuelve su ingreso a la Universidad de Freiburg y desde entonces abraza para siempre la carrera de la Geología y la Paleontología. Y a estas ciencias habría de dedicar por entero sus afanes y su esfuerzo personal de años posteriores, y su más pura fuerza espiritual identificado con los problemas de la Tierra más allá de lo simple y de lo humano.

Si no fuera por ese vivo anhelo vocacional, no podríamos explicarnos el viaje que el flamante geólogo emprendió como especialista, en la difícil expedición del doctor Gottfried Merzbacher al Asia Central, en el año 1902. Esta empresa se prolongó hasta 1903 y tras una penosa permanencia en el desierto de abrupta montaña del Tian-Schan, Keidel regresa a Alemania con importantes resultados de orden científico. Como consecuencia de sus investigaciones geológicas aporta datos muy importantes sobre la estratigrafía del Carbónico superior de la región asiática aludida; incluso suministra una minuciosa descripción de una fauna de invertebrados marinos colectada en tales estratos neopaleozoicos, todo lo cual importa sobremanera para el conocimiento geológico regional de Asia. Este trabajo constituyó la base de su tesis doctoral, con la que en 1904 se doctora en Filosofía en la Universidad de Freiburg (Badenia). El trabajo fué publicado en 1906.

En su carrera universitaria, hombres del talento del profesor Gustavo Steinmann y del profesor Osann, en Geología y Mineralogía, respectivamente, que a comienzos del último siglo representaban la autoridad máxima de Freiburg, facilitan y robustecen su cuidada preparación. Es allí donde el nuevo geólogo asimila las normas tutoriales de su enseñanza y el sentido rígido del método en el áspero campo de la investigación científica. Pasa, así, en 1905 a Strasburgo, como Ayudante del distinguido profesor Benecke, prolongándose su labor en el Instituto de Geología y Paleontología de la Universidad local, hasta los primeros meses de 1906. Es en este momento cuando culmina la primera parte de su vida; antes de sus tres decenios de existencia sus conocimientos son amplios, su experiencia sólida y su capacidad de trabajo ha sido probada en el arduo ejercicio de la investigación geológica de alta montaña.

A la sazón decide el destino que deba abandonar la tierra natal para trasladarse a otro país, donde su talento y sus excepcionales condiciones



El doctor Juan Keidel en la actualidad

de observador para el estudio geológico habrían a corto plazo de manifestarse nuevamente, coronando el éxito los trabajos que en su oportunidad lo consagraran en Europa. En 1906 llega a la Argentina, su patria de adopción en adelante, el inmenso campo colmado de problemas estratigráficos y tectónicos, cuyas primeras soluciones partieron con las investigaciones de Stelzner y Brackebush, que habían recorrido buena extensión del país en el decurso de la última parte del siglo pasado.

En Buenos Aires, el doctor Juan Keidel comienza su larga y productiva labor al frente de la jefatura de la Sección Geología, creada en 1905 en la entonces Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, dependiente del Ministerio de Agricultura de la Nación. En esa repartición actuaba en aquellos años como director, un hombre inteligente y capaz, el ingeniero don Enrique Hermitte, quien comprendía con sensible claridad los alcances y la ventaja que significarían en el futuro nacional, el impostergable desarrollo del conocimiento geológico del territorio argentino. Fué, sin duda, por esos motivos que el aludido funcionario puso al servicio de los estudios y trabajos respectivos de su época, un manifiesto apoyo que facilitó grandemente el cumplimiento de numerosas comisiones de exploración realizadas en el interior del país.

Durante más de tres lustros la labor del doctor Keidel en la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, fué cumplida sin desmayos ni pausas. En los aspectos fundamentales de la organización de la exploración geológica de la Argentina, le cupo el mérito de intervenir con acierto al establecer las bases para los levantamientos geológico y económicos en la escala 1 : 200.000, para lo cual formula un programa que definitivamente fué estructurado para su iniciación, en el año 1910.

De entrada vislumbra cabalmente los problemas axiales de la Geología Argentina. Recordamos sus primeras investigaciones de campaña cumplidas en la precordillera del Norte de Mendoza. Pero su feliz iniciación en este aspecto se traduce en un hecho de gran trascendencia, cuando el 25 de diciembre de 1906 dirige su conocida carta a Suess — el maestro incomparable — publicada por sugerencia del destinatario en 1907, en las actas de la Academia Imperial de Ciencias de Viena. He aquí una confirmación de su capacidad científica y una de las formas de su consagración en la partida de sus investigaciones en la Argentina.

Desde el año 1907, es en el Norte argentino donde penetra para estudiar la geología de las estructuras antiguas de Salta y Jujuy. De esta manera fué el primer investigador que identifica la presencia de rocas precámbricas en los Andes de esa región del país, aportando múltiples

datos sobre los caracteres generales y también pormenores revelados en los afloramientos del viejo basamento.

Casi paralelamente puso de manifiesto los rasgos de la estructura tectónica regional y confirma el desarrollo de corrimientos tectónicos de fecha neoterciaria en los bloques de montaña de Salta y Jujuy.

En los primeros años de sus investigaciones en las regiones andinas, el doctor Keidel aborda otros problemas que denotan su completa preparación para el examen comparado de complejos fenómenos geológicos y fisiográficos. Estudia, así, cuidadosamente, la naturaleza de la nieve penitente, explicando los procesos de su génesis y desarrollo en relación con las condiciones físicas que determinan su formación en el ambiente desértico de alta montaña.

Su aptitud para el examen de problemas aplicados a la minería y geología se revela cuando con Schiller, en 1913, publica un estudio sobre los yacimientos de casiterita y wolframita de la sierra de Mazán, en la provincia de La Rioja. En el mismo año aparece otro de sus trabajos, el relacionado con la estructura y composición del Cajón del Cadillal, en Tucumán.

Los trabajos que entre 1915 y 1920 realiza, señalan una etapa de intenso esfuerzo y marcada reflexión. Largos estudios en campaña y prolija elaboración de sus observaciones integran sus laboriosas jornadas que se traducen en avances para la geología del país y meritorias recompensas científicas para su encumbramiento profesional.

Débesé destacar que es en este lapso, precisamente, cuando el doctor Juan Keidel aporta sus conocimientos en el estudio de la estructura petrolífera de Neuquén, donde ubica el primer pozo productivo que jalona el arranque histórico del petróleo de la región de Plaza Huincul, hoy verdadera fuente del combustible líquido para el abastecimiento del país.

Hacia el año 1916, y como resultado de varios viajes de estudio, condensa en un trabajo de elevada jerarquía sus observaciones relativas a un descubrimiento de gravitante significado para las teorías acerca de la génesis de continentes y océanos que, en aquellos momentos, ocupaban los altos centros científicos de Europa. Y Keidel expuso sus datos acerca de la semejanza en lo que atañe a composición y estructura, entre las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires y las montañas del Cabo en África del Sur. Preferentemente, para ello, se basa en la comprobación de los significativos y extensos depósitos glaciares del Pérmico inferior descubiertos en la sierra de Pillabuincó, en el área de la sierra de la Ventana. La influencia que este trabajo ejerció sobre la teoría de la deriva continental, en el sentido de Wegener, fué apreciable. Empero, fué el mismo Keidel quien advierte sobre la posibilidad del derrumbe de los llamados puentes continentales, preexistentes en

las regiones donde a la fecha se extiende la depresión atlántica, entre la costa oriental de Sudamérica y el borde africano del lado occidental.

Ejercitado en los problemas geológicos más difíciles, el doctor Juan Keidel se dedica en 1918 a la investigación de problemas estratigráficos, tectónicos y geomorfológicos de la Patagonia. Proporcionando información muy valiosa, reconoce la vasta extensión del relieve tabular de las regiones patagónicas extraandinas, arrasadas por la erosión en verdaderas superficies de denudación o penellanuras. Entre otros de sus trabajos y resultados sobresalientes conocemos el que haya señalado los indicios de movimientos tectónicos del Terciario inferior en el sector sudeste de Chubut, hoy territorio de la Gobernación Militar de Comodoro Rivadavia.

En abril de 1919 realiza un viaje para reconocer la comarca aledaña a la quebrada del Toro en la provincia de Salta, en cuya ocasión descubre el primer indicio acerca de la presencia de sedimentos de la facies marino-glacial en el Ordovícico inferior. Sus estudios posteriores le confirman la extensión de estos depósitos eopaleozoicos que, en parte, contienen algunos restos fósiles.

Después de 1919 retorna a la Precordillera para ocuparse del reconocimiento geológico de la comarca vecina a Jachal, en el Norte de la provincia de San Juan. Sus observaciones comprenden los pormenores de la estratigrafía y la tectónica local, publicándose su trabajo en 1921.

Esta publicación representa una contribución importante para la geología de la Precordillera, como que después de describir las capas ordovícicas, menciona las del Gotlándico y Devónico inferior documentadas por restos fósiles representativos. Particularmente, ha descrito con sagacidad las facies marino glaciares del aludido conjunto eodevónico; pero lo que más llama la atención de este trabajo es su parte gráfica, sobre todo sus perfiles representados con prolijidad y maestría.

Cuando en diciembre de 1922 opta por renunciar a su cargo en la Dirección General de Minas y Geología, se aleja de la función dejando la grata impresión de su deber cumplido en su medio de trabajo y un saldo acreedor para sí mismo en lo que concierne a su actuación profesional, mantenida con celo, responsabilidad y disciplina.

En el mismo año comienza su labor en la docencia universitaria como profesor de Geografía Física en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Dos años más tarde se incorpora al Instituto del Museo de La Plata con el cargo de profesor de Geología. En 1925 fué nombrado profesor de Geología y Paleontología en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires, reteniendo la primera de las asignaturas solamente después de 1931, por el término de más de diez años, hasta que se jubila como catedrático en ambas Universidades.

Como trabajo de conjunto y de notable envergadura, el doctor Keidel publica en 1922 en el *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* su estudio referente a la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico de la Argentina. Destaca su autor, en este texto, las relaciones paleogeográficas que se desprenden del conocimiento de la estratigrafía de los terrenos neopaleozoicos en el hemisferio austral.

La Sociedad Geográfica de Berlín le otorga en 1924 su más alta distinción, la medalla de oro de Nachtigal, designándole Socio Correspondiente de la misma y un año después, la Sociedad Geográfica de Munich lo nombra Socio Honorario.

Desde el año 1926, el doctor Juan Keidel es Socio Activo de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Por espacio de cinco años, desde 1924 fué Vicepresidente de la Asociación Alemana de Geólogos.

En 1925 publicó un trabajo sobre la estructura tectónica de las capas petrolíferas en el oriente del territorio de Neuquén, donde menciona la discordancia que corresponde a los movimientos del Cretácico superior. En 1927 expone sus ideas acerca de las relaciones entre la Puna y la Cordillera de los Andes, apuntando conceptos morfo estructurales fundamentales para la comparación de los dos ambientes mencionados, típicos del Noroeste argentino.

En los años subsiguientes, la docencia superior no le inhibió de efectuar trabajos importantes de campaña. Llamado para la solución de los problemas geológicos de la Precordillera de San Juan y Mendoza publica entre los años 1938 y 1939 diversos trabajos sobre esta estructura de montaña. En uno de ellos, redactado en colaboración con el doctor Harrington, da cuenta del descubrimiento de tilitas del Carbónico inferior en la Precordillera de San Juan; los otros están destinados a explicar los pormenores de la tectónica regional, preferentemente, las estructuras de los corrimientos paleozoicos de la Sierra de Uspallata, en la provincia de Mendoza. Como autor de los « Gondwanides », Keidel describió la compleja disposición en *basamento* que presentan los conjuntos de estratos neopaleozoicos en el tramo de Precordillera mendocina, donde por debajo de la *cubierta* de vulcanitas triásicas y los sedimentos del Triásico Retiense se extiende integrando una estructura de pliegue y corrimiento conformada por los movimientos hercínicos.

Uno de sus estudios más encomiables de años recientes, es el que, en 1943, publica en el *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, describiendo con el vigor de su reconocido estilo científico, el Ordovícico inferior del Norte argentino y sus depósitos marino-glaciales. Como fruto de sus viajes cumplidos en 1919 y 1922 y el que, por cuenta de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, realizara en 1932 a la Quebrada del Toro y parajes adyacentes a la Prepuna, ofreció un trabajo de clara y depurada redacción, destinado a consignar sus observa-



ciones sobre el Ordovícico y sus facies, y el Cámbrico incluso, de Salta y Jujuy. Su estudio, documentado con láminas y dibujos de su personalísima confección, culmina con importantes consideraciones paleogeográficas; entre ellas, su autor alude a la comunicación de los mares ordovícicos andinos con regiones atlánticas, a los movimientos tectónicos y epirogénicos del Cámbrico y Ordovícico inferior y a la paleoclimatología y la extensión de los glaciares del Tremadociano regional.

A mediado de 1944, la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos «GAEA», con motivo de cumplirse un cuarto de siglo del descubrimiento del petróleo en Plaza Huincul, en sesión especial de homenaje le hizo entrega de su diploma de Socio Honorario. En esta Sociedad el doctor Keidel fué en años anteriores Vicepresidente.

Su más reciente contribución la constituye la serie de publicaciones sobre las estructuras hercínicas en la margen oeste de la cuenca de Uspallata y sierra de Tontal, en Mendoza y San Juan, respectivamente. Se trata de la exposición metódica de sus observaciones y de la discusión sobre el carácter e importancia de los movimientos tectónicos del Paleozoico superior de la Precordillera, redactado su texto con pleno dominio del problema y en correcto castellano.

El doctor Juan Keidel, en suma, y según puede verse en la bibliografía que se adjunta, es autor de casi 50 trabajos geológicos publicados en el país o en el exterior, donde es bien conocido su prestigio y su capacidad científica. Tal obra resume su labor personal y sus ideas sobre la investigación geológica que prácticamente ha cumplido, en sus tres cuartos de siglo, con singular inquietud en la Argentina. La fecundidad de su labor constructiva y sólida no pasará inadvertida para los geólogos del futuro mediato, para quienes se puede transcribir una de sus frases que dice: « el conocimiento geológico de una región o de un país depende casi exclusivamente de los investigadores; pero no olvidar, frente al progreso de la ciencia cada generación de estos descansa sobre los hombros, en el esfuerzo y en el sacrificio, de toda generación anterior ».

Como geólogo de escuela europea, el doctor Juan Keidel, en muchos aspectos se adelanta en la vanguardia de los famosos investigadores, a los que debe el país las bases que crearon para el conocimiento de su geología científica y aplicada. El nombre de Keidel, como el de Stappenbeck, Bodenbender y Groeber, entre otros, asumen sus verdaderas magnitudes cuando emprendemos la tarea de asignar, por sus obras, el mérito indiscutible que corresponde a los maestros y fundadores de la Geología Argentina.

Por ello, también, se hizo acreedor a la distinción con que en la Capital Federal, recientemente, se le honrara al designársele Miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Buenos Aires.

El doctor Juan Keidel, que aun conserva su extraordinaria salud física, fresca mentalidad y decidido y personal carácter, piensa en volver a la sierra. Hace poco tiempo realizó importantes estudios en la provincia de La Rioja, con su acostumbrado dinamismo y método. Y volverá a la sierra para estudiar nuevos problemas y redactar otros trabajos científicos, pues la mera contemplación primaria del paisaje no podría atajar nunca el haz luminoso de su pensamiento.

#### BIBLIOGRAFÍA DEL DOCTOR JUAN KEIDEL

- Ein Beitrag zur Kenntniss der Lagerungsverhältnisse in den Freiburger Alpen*, Berichte d. Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg in Br., Bd. XIII, 1902.
- Ein profil durch den nördlichen Teil des zentralen Tian-Schan (Aus d. Ergebnissen d. Merzbacherschen Tian-Schan-Expedition)*, Abhandlungen d. Bayerisch. Akad. d. Wissenschaften, II Klasse, Bd. XXIII, I Abt., Munchen, 1906.
- Geologische Untersuchungen im südlichen Tian-Schan, nebst Beschreibung einer oberkarbonischen Brachiopodenfauna aus dem Kugurtuk-Tul*; Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie, Beil. Bd. XII, Stuttgart, 1906.
- Ueber den Bau der argentinischen Anden*; Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissenschaften in Wien, mathem.-naturwissenschaften Klasse, Bd. CXVI, Wien, 1907.
- Informe geológico sobre los terrenos carboníferos de Las Higueras, Mendoza*, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Buenos Aires, 1907 (inédito).
- Ueber die Geologie einzelner Teile der argentinischen Anden*; Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissenschaften in Wien, mathem.-naturwissenschaften, Klasse, Bd. CXVII, Wien, 1908.
- Ueber den Büsserschnee der argentinischen Anden*; Zeitschrift für Gletscherkunde, Bd. IV, Berlin, 1909.
- Estudios geológicos en la Quebrada de Humahuaca, en la de Iruya y algunos de sus valles laterales*; Memoria de la División de Minas, Geología e Hidrología correspondiente al año 1908. Anales del Ministerio de Agric. de la Nación, V, n° 2, Buenos Aires, 1910.
- Junge fluviale Aufschüttungen in den nördlichen argentinischen Anden*; Geologische Charakterbilder, Heft 18, Berlin, 1911.
- Sobre los progresos en la exploración geológica de la República Argentina*; Guía para la exposición de Turín, Buenos Aires, 1911.
- Die neueren Ergebnisse der staatlichen geologischen Untersuchungen in Argentinien*; Compte Rendu du XI<sup>e</sup> Session Congrès Géologique International, Stockholm, 1912.
- (En colaboración con el doctor Walter Schiller) : *Los yacimientos de casiterita y wolframita de Mazán en la Provincia de La Rioja*; Revista del Museo de La Plata, XX, Buenos Aires, 1913.

- Composición y estructura geológica del Cajón de Cadillal*; Anales del Ministerio de Agric. de la Nación, Sección Geología, etc., VIII, n° 3, Buenos Aires, 1913.
- Informe geológico sobre el yacimiento petrolífero de Challacó (Territorio del Neuquén)*, Buenos Aires, 1913.
- Ueber das Alter, die Verbreitung und die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen tektonischen Strukturen in den argentinischen Gebirgen*; Comptes Rendu, XII<sup>e</sup> Session du Congrès Géologique International, Toronto, 1914.
- Ueber den Einfluss der quartären Klimaschwankungen auf das Relief des Trockengebietes der mittler und nördlichen argentinischen Anden*; Comptes Rendu, XII<sup>e</sup> Session du Congrès Géologique International, Toronto, 1914.
- Büßerschnee in den argentinischen Anden*; Geologische Charakterbilder, 21. Heft, Berlin, 1914.
- Ueber das Erdöl und seine Verbreitung in Argentinien*; Zeitschrift d. Deutsch. Wissenschaft. Vereins, Bd. I, n° 1, 3 y 6. Buenos Aires, 1915.
- La geología de las sierras de la provincia de Buenos Aires y sus relaciones con las montañas de Sud Africa y los Andes*; Anales del Ministerio de Agric. de la Nación, Sección Geología, etc., XI, n° 3, Buenos Aires, 1916.
- Wilhelm Bodenbender zu seinem 60. Geburtstag*; Zeitsch. d. Deutsch. v. Wissenschaftl. Vereins, Bd. 3, Buenos Aires, 1917.
- Sobre la nieve penitente de los Andes argentinos*; Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, etc., XII, n° 4, Buenos Aires, 1918.
- Ueber das patagonische Tafelland, Das patagonische Geröll und ihre Beziehungen zu den geologischen Erscheinungen im argentinischen Andengebiet und Litoral*; Zeitschrift. d. Deutschen, Wissensch. Vereins Bd. III, IV, Buenos Aires, 1918-1919.
- Observaciones geológicas en la Precordillera de San Juan y Mendoza. La estratigrafía y la tectónica de los sedimentos paleozoicos en la parte norte, entre el río Jachal y el río San Juan*; Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, Sección Geología, etc., XV, n° 2, Buenos Aires, 1921.
- Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocidos en la Argentina y su significación para la estratigrafía de la serie de Gondwana y la paleogeografía del hemisferio austral*; Bol. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, XXV, Buenos Aires, 1922.
- Caracteres geológicos generales de la provincia de Salta en relación con la hidrología subterránea*; Boletín de la Dirección General de Minas, etc., Serie F, n° 5, Buenos Aires, 1922.
- Sobre la influencia de los cambios climáticos cuaternarios en el relieve de la región seca de los Andes centrales y septentrionales de la Argentina*; Boletín de la Dirección General de Minas, etc., Serie F, n° 5, Buenos Aires, 1922.
- Sobre la estructura tectónica de las capas petrolíferas en el oriente del territorio del Neuquén*; Boletín de la Dirección General de Minas, etc. Publicación n° 8, Buenos Aires, 1925.
- Sobre el desarrollo paleogeográfico de las grandes unidades de la Argentina*; Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA, n° 4, Buenos Aires, 1925.

- Allgemeingeographische Skizze des Gran Chaco* ; Bundeskalender d. Deutschen Volksbundes für Argentinien, Buenos Aires, 1925.
- Sobre las relaciones geológicas entre la Puna y la cordillera principal o cordillera de los Andes* ; Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, XXX, Buenos Aires, 1927.
- Las relaciones entre Sud América y Sud África reveladas por la investigación geológica en las sierras australes de Buenos Aires* ; Extensión Universitaria (Conferencias), Universidad Nacional de La Plata, año 1929, n° 3, La Plata, 1929.
- Einiges über die Pampa von Buenos Aires und ihre südlichen Gebirgszüge* ; Bundeskalender d. deutsch. Volkbundes für Argentinien, Buenos Aires, 1930.
- (En colaboración con el doctor Augusto Hemmer) : *Informe preliminar sobre las investigaciones efectuadas en la región petrolífera de Magallanes en los meses de verano de 1928-1929* ; Boletín del Depart. Minas y Petróleo. Ministerio de Fomento, I, n° 8, Santiago de Chile, 1931.
- Los volcanes gemelos de la Poma y su relación con la tectónica del Valle Calchaquí* ; Revista del Museo de La Plata, XXXIV, págs. 387 a 410, Buenos Aires, 1934.
- La Prepuna de Jujuy y Salta* ; Revista del Centro de Estudiantes del Doctorado en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas, etc., I, n° 3, págs. 125 a 154. Buenos Aires, 1937.
- (En colaboración con el doctor Horacio J. Harrington) : *On the Discovery of Lower Carboniferous Tillites in the Precordillera of San Juan, Western Argentina* ; Geological Magazine, LXXV, n° 885, London, 1938.
- Ueber die « Gondwaniden » Argentinien* ; Geologische Rundschau. Band XXX, Heft 1, 2, págs. 148 a 249., Stuttgart, 1938
- Las estructuras de corrimientos paleozoicos de la Sierra de Uspallata, provincia de Mendoza* ; « Physis », Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, XIV, Buenos Aires, 1939.
- Guillermo Bodenbender (1857-1941). Reseña de su obra científica* ; Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, XXXV, Córdoba, 1941.
- Paleozoic Glaciation in South America* ; Proceedings of the Eighth American Scientific Congress, May 1940, págs. 89 a 108, Washington, D. C., 1941.
- Betrachtungen über das Alter der Anden und die Gebiete junger Hebung und Senkung in Argentinien* ; Jahrbuch des Deutschen Volksbundes für Argentinien, Buenos Aires, 1942.
- El Ordovícico inferior en los Andes del Norte Argentino y sus depósitos marino-glaciales* ; Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, XXXVI, Córdoba, 1943.
- Klima, Abfluss und Grundwasser in Argentinien* ; Jahrbuch des Deutschen Volksbundes für Argentinien, págs. 70 a 104, Buenos Aires, 1943. (Versión castellana en Univ. Nac. de Tucumán Inst. de Est. Geográficos, Monografía 10, Tucumán, 1948).
- Consideraciones acerca de los « Estratos de Paganzo » en la Precordillera y observaciones sobre las capas neopaleozoicas y su tectónica en el cordón del*

*cerro Pelado (Prov. de Mendoza)* ; Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, XXXVIII. Córdoba, 1946.

*El Precámbrico-El Paleozoico* ; Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA, I, Buenos Aires, 1947.

*Estudios sobre estructuras hercínicas en la margen oeste de la cuenca de Uspallata y la sierra de Cepeda, frontón de la de Tontal (Provincias de Mendoza y San Juan)* ; Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, primera parte, XXXVIII, 1949 ; segunda parte, XXXIX, 1950 ; tercera parte, tomo XXXIX, 1951.

# LOS SUPUESTOS DEPÓSITOS DE CAOLÍN

DE LA FALDA OCCIDENTAL DEL CORDÓN AMBATO

(CATAMARCA)

Por FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO

## RESUMEN

En el área de Mutquín-Cerro Blanco-Michango, al pie occidental del cerro del Manchao, Catamarca, aflora, dentro de esquistos y rocas graníticas del basamento, una faja de alteración hidrotermal cuyo componente principal es el cuarzo, acompañado de algo de muscovita (y sericita) y de feldespatos alcalinos. La fracción de naturaleza arcillosa es mucho más escasa de lo que generalmente se ha supuesto; en el mejor de los casos alcanza apenas a 3 por ciento, y predomina en ella una arcilla potásica (hidromica). Los diagramas de difracción de rayos X indican una escasa proporción de material caolínico, dentro de esta fracción arcillosa. El material obtenido por lavado industrial en la planta (ya abandonada) de la mina « San Alfredo », Mutquín, contiene cuarzo, feldespatos alcalinos y sericita (e hidromica) en partes iguales, con vestigios en su parte coloidal de un mineral afín a la caolinita. Sobre el río Siján, donde la silicificación fué más intensa, se explota la roca de alteración por su elevado contenido de cuarzo, separándose por elutriación aérea, entre otras fracciones, un polvo impalpable supuesto rico en caolín, pero que en realidad está formado esencialmente por cuarzo, bastante sericita (¿e hidromica?) y solamente 15 por ciento de material caolínico. La faja de silicificación se formó en una zona de sisa (« shear ») dentro del basamento, probablemente en tiempos preterciarios. Esta asociación de zonas de alteración con fajas de milonitización se encuentra repetida en otros lugares de la misma región.

## INTRODUCCIÓN

Entre las localidades de Mutquín y Rincón, provincia de Catamarca, al pie de la falda occidental del cerro del Manchao, existe dentro del basamento cristalino un área de una roca cuarzosa, que se extiende como una faja de rumbo aproximado norte-sur. La roca, que posee una

coloración blanquecina y se desintegra fácilmente en un agregado pulverulento, ha sido considerada hasta ahora rica en caolín, y en ese carácter ha sido objeto de algunas tentativas de explotación. Los trabajos de mayor importancia son los de Mutquín (minas « San Alfredo » y « María Arsenita ») y Michango (minas « Don Luis » y « Doña Cecilia »). También se ha buscado aprovechar su gran riqueza en cuarzo, explotándose con éxito, desde hace varios años, a la altura del río Siján (mina « Cerro Blanco »).

El área en cuestión fué visitada por mí a principios de 1951, en el curso de estudios geológicos regionales en las sierras orientales de Catamarca. Aproveché esa circunstancia para realizar algunos relevamientos de los principales lugares donde se hubiera ensayado la explotación de la roca de alteración, y recoger muestras destinadas a estudios analíticos de laboratorio; las observaciones en el terreno estuvieron limitadas, por falta de tiempo, a alguno de los aspectos geológico-petrográficos críticos de la formación. Lejos de pretender ser un estudio exhaustivo del tema, el presente trabajo tiene como objetivo principal el establecer la verdadera naturaleza petrográfica del material de alteración.

Estos yacimientos han sido visitado anteriormente por varios geólogos, entre cuyos informes, la mayoría inéditos, se destacan los de Beder (1922), Angelelli y Trelles (1937) y Sgrosso (1947). Todos ellos se refieren al contenido de caolín en la roca, aunque en ninguno de ellos — excepto en parte Beder — presenta estudios petrográficos del material cuya explotación se consideraba.

Deseo dejar aquí constancia de la ayuda recibida de las siguientes personas: del doctor Julián A. Fernández, durante el trabajo de campo; del doctor M. Butschkowskyj, del Museo Argentino de Ciencias Naturales « Bernardino Rivadavia », al facilitarme el uso del equipo de rayos X de dicha institución; de la doctora M. E. de Di Lorenzo, de la misma institución, que dibujó una de las figuras; del ingeniero E. E. Galloni y la doctora M. E. J. de Abeledo, por la obtención de la micrografía electrónica, y del señor P. Bordarampé, de A. P. Green Argentina, S. A., a quien debo la medición de un punto de fusión.

### *Bosquejo geológico del cordón Ambato*

(Fig. 1)

Llamaremos por conveniencia cordón Ambato a la unidad orográfica que se extiende entre la cuesta de La Chilca (al SE de Andalgalá) y las cercanías de la ciudad de La Rioja, y que puede ser dividida en los siguientes tramos, de norte a sur: sierras de Huañomil, del Manchao, de Ambato y de Bazán. Las tres primeras se suceden sin solución de

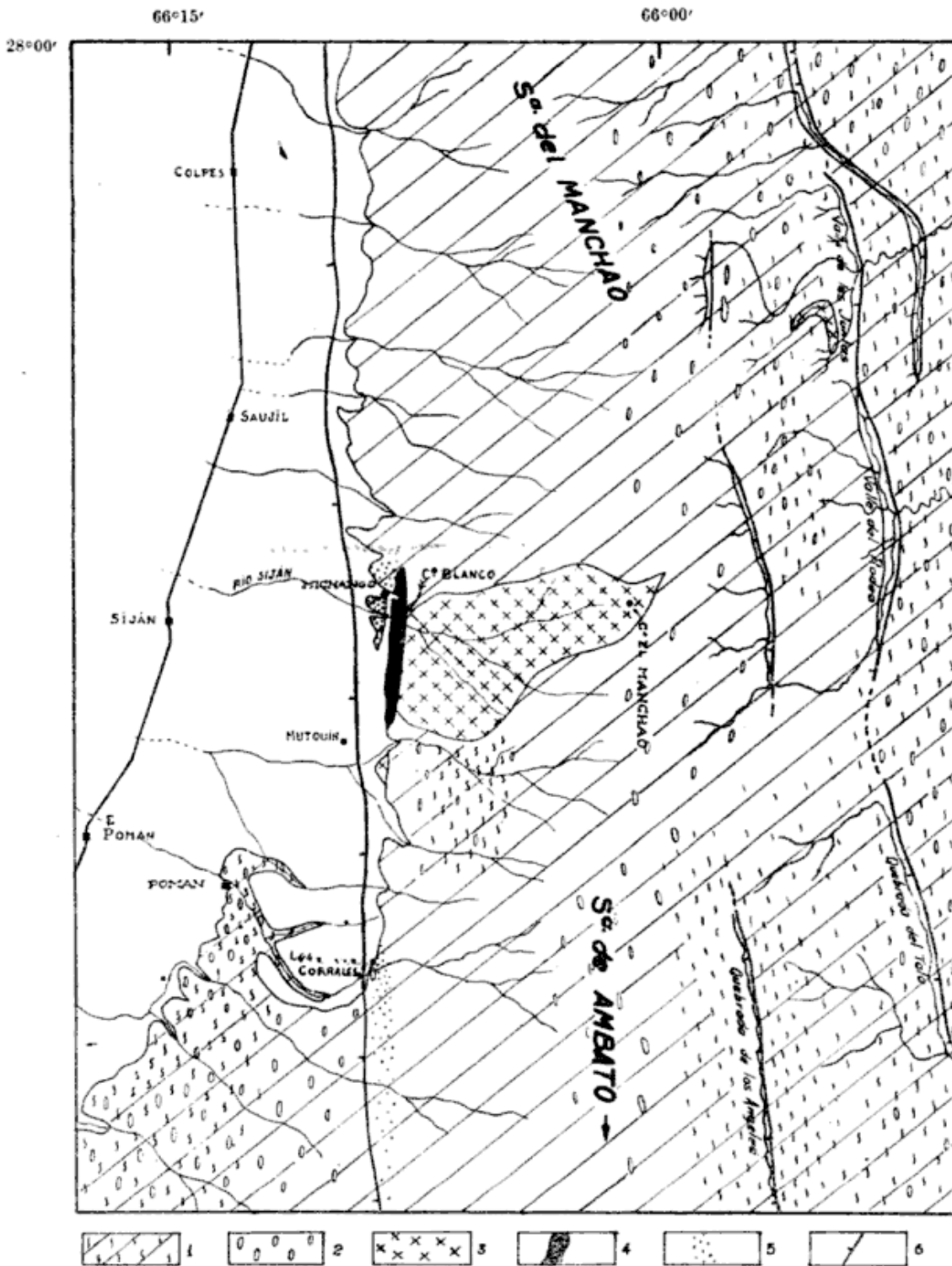


Fig. 1. — Bosquejo geológico de la sierra del Manchao, Catamarca. Referencias : 1, Micacitas y filitas cuarzosas, etc., en partes con inyección magmática intensa (virgulas); 2, Cuerpos graníticos lenticulares, dentro de las rocas metamórficas; 3, Granito de los cuerpos posttectónicos y leptotectónicos; 4, Cuerpo de roca cuarzosa hidrotermal; 5, Zonas de deformación sísmica; 6, Falla, indicando bloque hundido. Escala, 1 : 400.000.



continuidad, terminando la de Ambato en la quebrada de La Cébila. Esta última es una depresión originada por una falla de rumbo sensiblemente meridional, por lo que, dada la dirección casi sudoeste que lleva aquí el cordón corta al mismo oblicuamente. El tramo siguiente se sitúa algo desplazado al oeste, y se extiende hasta la quebrada del Carrizal, frente a Cebollar, que tiene el mismo significado estructural que la anterior; es decir, está determinado por otra falla que transecta oblicuamente al cordón. Esta misma fractura, dicho sea de paso, sigue al norte por el valle de Mazán. Esta disposición « en échelon » de las unidades estructurales del cordón se encuentra insinuada ya más al norte, pues si bien no existe allí una obvia discontinuidad orográfica, a partir de la latitud de Pomán comienza a manifestarse hacia el sur una fractura meridional que coincide con el brusco cambio de rumbo (de sur a sudoeste) del cordón. Tomaremos como el límite entre las sierras del Manchao y de Ambato al punto donde esta falla corta a la línea de cumbres (portezuelo de la Cruz).

Al norte de la latitud  $28^{\circ}30'$ , el cordón Ambato representa el borde occidental de un haz de sierras desprendido del macizo del Anconquija (González Bonorino, 1950b, 1951); su altura aumenta hacia el sur, culminando en el cerro El Manchao (4300 m s.n.m.), desde donde desciende nuevamente, conservando la sierra de Ambato una altura pareja, cercana a los 3000 metros.

*Rocas metamórficas.* — El cordón Ambato está compuesto en su mayor parte por esquistos cuarzo-micáceos, generalmente bastante inyectados por material granítico; éste se concentra localmente en cuerpos de reducido tamaño las más de las veces, pero que en dos lugares alcanzan proporciones considerables, a saber, en la sierra de Bazán, al sur de la quebrada de La Cébila, y en el cerro El Manchao. El primer cuerpo es mucho más extenso, aunque sus límites no son bien conocidos; el del Manchao es un stock de 15 kilómetros en su mayor dimensión expuesta.

La composición geológica del tramo septentrional del cordón, al norte de la sierra del Manchao, es descripta en otro lugar (González Bonorino, 1950b); aquí nos limitaremos a dar una reseña del tramo entre los paralelos  $28^{\circ}00'$  y  $28^{\circ}30'$ , que comprende casi exactamente a la mencionada sierra (fig. 1).

Las filitas y micacitas cuarzosas inyectadas de la sierra de Huañomil, descripta en nuestro trabajo sobre la Hoja 13e, penetran directamente en la sierra del Manchao conservando su rumbo SSE, es decir, levemente sesgadas respecto a la dirección del cordón. En la parte baja de la falda occidental las rocas metamórficas se encuentran relativamente inalteradas, pero en el resto de la sierra la inyección es intensa, y son numerosos los cuerpos lenticulares de granito y los diques concordantes

de pegmatitas dentro de las migmatitas arteríticas. La inclinación de la esquistosidad oscila en general entre  $70^{\circ}$  y  $25^{\circ}$ , siempre al E y ENE; los planos de foliación son paralelos a la estratificación en la parte occidental, no así en la oriental, donde la inyección ha ido acompañada de repliegues o pliegues de arrastre, con desarrollo de esquistosidad de plano axial. En la falda oriental, especialmente al norte del cerro El Manchao, la inclinación de los esquistos inyectados es, bastante consistentemente, de unos  $30^{\circ}$ .

En la falda occidental norte de la sierra del Manchao, las filitas y micacitas son cuarzo-biotíticas con meta-cristales de moscovita, y color gris verdoso. En la falda opuesta la composición es la misma, pero la segregación del cuarzo por un lado y la mica por el otro origina una estructura bandeada característica, ya descrita en el trabajo arriba mencionado (González Bonorino, 1950b, págs. 17-18). Este bandeo caracteriza, en mayor o menor grado, a toda la falda oriental de la sierra del Manchao y, hasta cierto punto, a las sierras situadas al este (Fariñango, Graciana, Ancasti).

Al pie del cerro El Manchao, entre Saujil y Siján, hay una faja donde los esquistos presentan un aspecto distinto al ordinario: su grano es más fino, y la esquistosidad está desarrollada en dos o más planos oblicuos entre sí. Estas rocas pueden ser consideradas texturalmente como pizarras, aunque de exfoliación prismática o astillosa más bien que lajosa, debido a los referidos juegos de planos de clivaje que se entrecruzan. Otra característica de estas rocas es un bandeo peculiar, que resulta de la alternancia de capas de color gris verdoso azulado con otras de tono gris crema, en general de varios centímetros de espesor; el bandeo se manifiesta especialmente en los lugares desgastados por el agua de los torrentes. Las bandas claras contienen sobre todo cuarzo y sericita, mientras que las oscuras contienen además abundante clorita.

La litología descrita se encuentra a la altura del río Siján; ya en Michango, unos 5 kilómetros más al norte, los esquistos son filitas de grano intermedio entre las micacitas finas propias del complejo en general, y las pizarras descritas; presentan una esquistosidad muy marcada, y frecuentes corrugamientos. Encierran además filones concordantes de rocas graníticas y pegmatíticas, que muestran señales de deformación tectónica.

Al sur del cuerpo granítico del Manchao, la falda occidental está formada por micacitas finas cuarzo-biotítico moscovíticas, generalmente algo bandeadas, pero en mucho menor grado que las de la falda oriental, y que en una extensa área han sido profundamente modificadas por inyección magmática. Esta área migmatítica se extiende desde el granito del Manchao, por la media falda (a la altura de Mutquín) y se continúa (enlazando probablemente por debajo del pie-de-monte) con el

área similar que forma la sierra inmediatamente al este de Pomán, la que a su vez se extiende hacia el sur a lo largo de toda la falda del cordón Ambato, hasta La Cébila.

La parte del complejo metamórfico que puede considerarse como inafectada por la inyección, en la falda occidental de la sierra del Manchao, es la parte superior de la misma, y hasta cierto punto la parte baja a la altura del Mutquín. Aun en estas áreas, sin embargo, los esquistos encierran numerosas venas y filones y diques concordantes de granito y pegmatita. En la falda superior, la inclinación de los esquistos es consistentemente al E o al ENE, alrededor de 30°; en la parte inferior, en cambio, se nota que en partes los esquistos forman suaves estructuras anticlinales de algunas decenas de metros de longitud de onda, como las que existen más al norte, en la sierra de Huañomil (González Bonorino, 1950b, pág. 58). Esto no vale para las zonas migmatíticas, donde la foliación se aproxima a la vertical (Pomán).

A la altura de Pomán, al pie de la falda superior de la sierra (que allí se empina bruscamente luego del ascenso suave hasta Los Corrales) hay una faja de esquistos de grano fino muy similar, y en partes idéntica, a la que se encuentra en el río Siján. Allí encontramos de nuevo la característica alternancia de pizarras verdosas con pizarras (ultramilonitas, véase más adelante) de tonalidades claras, con diversos juegos de planos de clivaje. Lateralmente, estas rocas pasan por gradación a los esquistos filíticos y micacíticos, cuarzosos, propios de la parte alta de la sierra.

En la falda oriental de la parte sur de la sierra de Ambato están las mismas micacitas finas, cuarzosas, bandeadas, de la parte norte; su actitud es fuertemente inclinada al este. A partir del tercio superior de la falda, se extiende una faja de intensa migmatización, cuyo máximo se halla a la altura de la quebrada de Los Ángeles. La inyección disminuye algo hacia la base de la sierra, pero sin desaparecer.

Finalmente, corresponde mencionar algunos pequeños cuerpos de calizas del área migmatítica de Pomán, asociados con fajas finas de anfíbolitas.

*Zonas de milonitización en la falda occidental.* — El significado de estas fajas de facies pizarreña dentro del ambiente de esquistos de metamorfismo relativamente elevado, que hallamos en Siján y en Los Corrales, presenta gran interés, sobre todo por estar relacionado con el origen del cuerpo cuarzoso de Mutquín-Michango. En primer lugar, el pasaje de esta facies a la facies normal es perfectamente gradual, por lo que hay que descartar la posibilidad, atractiva a primera vista, de que se trate de una formación independiente y de menor edad — paleozoica por ejemplo — incluida tectónicamente dentro del basamento cristalino.

Como no puede, por otra parte, suponerse que áreas tan restringidas se hubieran librado de la transformación que afectó todo el resto del complejo, hay que admitir forzosamente que esas rocas han *perdido en gran parte el metamorfismo original*. Que esta explicación es válida salta a la vista al observar el carácter fuertemente tectónico de las pizarras bandeadas. En efecto, la diversidad de planos de clivaje, la cataclasis de los pequeños granos de cuarzo y otros detalles, indican que estas rocas han sido fuertemente deformadas. Las capitas de roca esquistosa gris amarillenta o crema, tienen todas las características de milonitas derivadas de rocas graníticas, especialmente por su composición y sus ásperos planos de esquistosidad. Se trata seguramente de filones y venas concordantes graníticas y/o pegmatíticas, milonitizadas juntamente con los esquistos en que se hallan alojados. Al referirnos a la faja del río Siján, mencionamos la presencia de filones de este tipo, ya algo tectonizados, en la prolongación al norte de la misma (río Michango).

Menos de un kilómetro al norte de Los Corrales, donde se encuentra más desarrollada la faja diafóretica austral, hay un cuerpo granítico de unos 100 metros de espesor, alargado de norte a sur como los muchos que hay en esa región, cuyo borde original está en contacto con los esquistos pizarreños bandeados. El río Los Corrales los corta de través, y permite observar perfectamente la relación entre ambas formaciones — granito y pizarras, — que es sumamente ilustrativa. Pasando la parte central del cuerpo ígneo hacia el este, se advierte que el granito va ganando, en cataclasis, pasando primero a (orto) gneis y luego a milonita; en este punto comienzan a verse las fajas de pizarras verdosas, con abundantes bandas de la roca esquistosa gris crema — ultramilonitas — que van disminuyendo hasta desaparecer.

Es, por lo tanto, evidente que las fajas pizarreñas representan zonas de *sisas*<sup>1</sup> localizadas, que han provocado en las rocas afectadas una diaforesis (metamorfismo retrogresivo) bien evidente. Zonas similares se encuentran en la región de Amanao-Visvis, algunos kilómetros al al noroeste (González Bonorino, 1950a, pág. 28 y sig.), donde la milonitización ha producido exactamente los mismos tipos litológicos<sup>2</sup>.

*Las rocas graníticas.* — El principal cuerpo intrusivo de la sierra del Manchao es el stock granítico que aflora en la falda occidental del cerro de ese nombre, y que se extiende apenas hasta la falda opuesta. La roca

<sup>1</sup> Usamos y proponemos aquí este término como equivalente de « shear », con el cual comparte el origen (Latín *scissa*, de *scindere*, hendir). La palabra *sisas* (literalmente, corte al sesgo) es más breve y eufónica que otras expresiones en uso (esfuerzo de corte, cizalladura, etc.).

<sup>2</sup> La ultramilonita gris crema es prácticamente igual a la roca ilustrada en lámina XIII, 1 del trabajo citado.

es un granito gris claro a rosado, de grano mediano a grueso (4-5 mm), con dos micas pero más rico en biotita, con individuos tabulares de microclino que sobresalen algo por su tamaño. El granito encierra numerosas inclusiones de esquistos en las cercanías de los contactos, de distintas dimensiones y más o menos inyectados; los filones y diques de pegmatita y leucogranito son también comunes.

Otros cuerpos menores se encuentran del lado sur de la boca de la quebrada de Mutquín, y en el valle de Las Juntas, al sur del río La Salvia, del lado oriental norte de la sierra del Manchao. La extensión del primer cuerpo nos es desconocida, pues por el oeste está limitado por los depósitos del pie de la sierra; está formado por un granito muy similar, pero de grano algo más fino que el del Manchao. El granito de Las Juntas es una masa semiconcordante compuesta por un granito relativamente grueso, porfiroide, aunque en partes el grano se vuelve más fino. La ubicación y el tamaño de los cuerpos puede ser apreciado en el bosquejo geológico de la figura 1.

Aparte de estos cuerpos, hay dentro de los esquistos y migmatitas de casi toda la sierra una gran cantidad de masas pequeñas (desde pocos metros hasta algunos centenares en longitud), más o menos lenticulares y concordantes con la foliación de las rocas metamórficas. Estos cuerpos son esencialmente idénticos a los que se encuentran más al norte, en la Hoja 13e (cuerpos sintectónicos; ver González Bonorino, 1950 b); son especialmente abundantes en la zona migmática de Pomán.

*Estructura de la sierra.* — La sierra del Manchao es, como todo el cordón Ambato, un bloque de basamento volcado hacia el este; en ciertas áreas de la falda oriental se encuentran restos de la peneplanicie terciaria — disecada y algo rebajada por cierto, pero todavía mostrando la notable regularidad que caracteriza a dicha superficie de erosión. Ello se observa especialmente en la parte norte, donde pasa a la sierra de Huañomil.

Una falla longitudinal de algunos miles de metros de rechazo corre al pie occidental del cordón, siendo la principal de todas la que corta el basamento en la región. La falla no es, sin embargo, una sola y única a todo lo largo de toda la sierra; la que viene del norte, pasando el cerro El Manchao va perdiendo rechazo, no tanto por descenso del bloque como por el ascenso gradual, hacia el sur, de otro bloque que acaba por hacerse el principal, formando de ahí en adelante la sierra de Ambato. La falla anterior se desvanece poco más al sur del portezuelo de la Cruz, y otra situada más al oeste ocupa su lugar, aunque su orientación es algo oblicua respecto a la primera (fig. 1).

El hecho que la falla pase muy cerca de la zona de milonitización debe ser considerado esencialmente como una coincidencia. Ni la falla

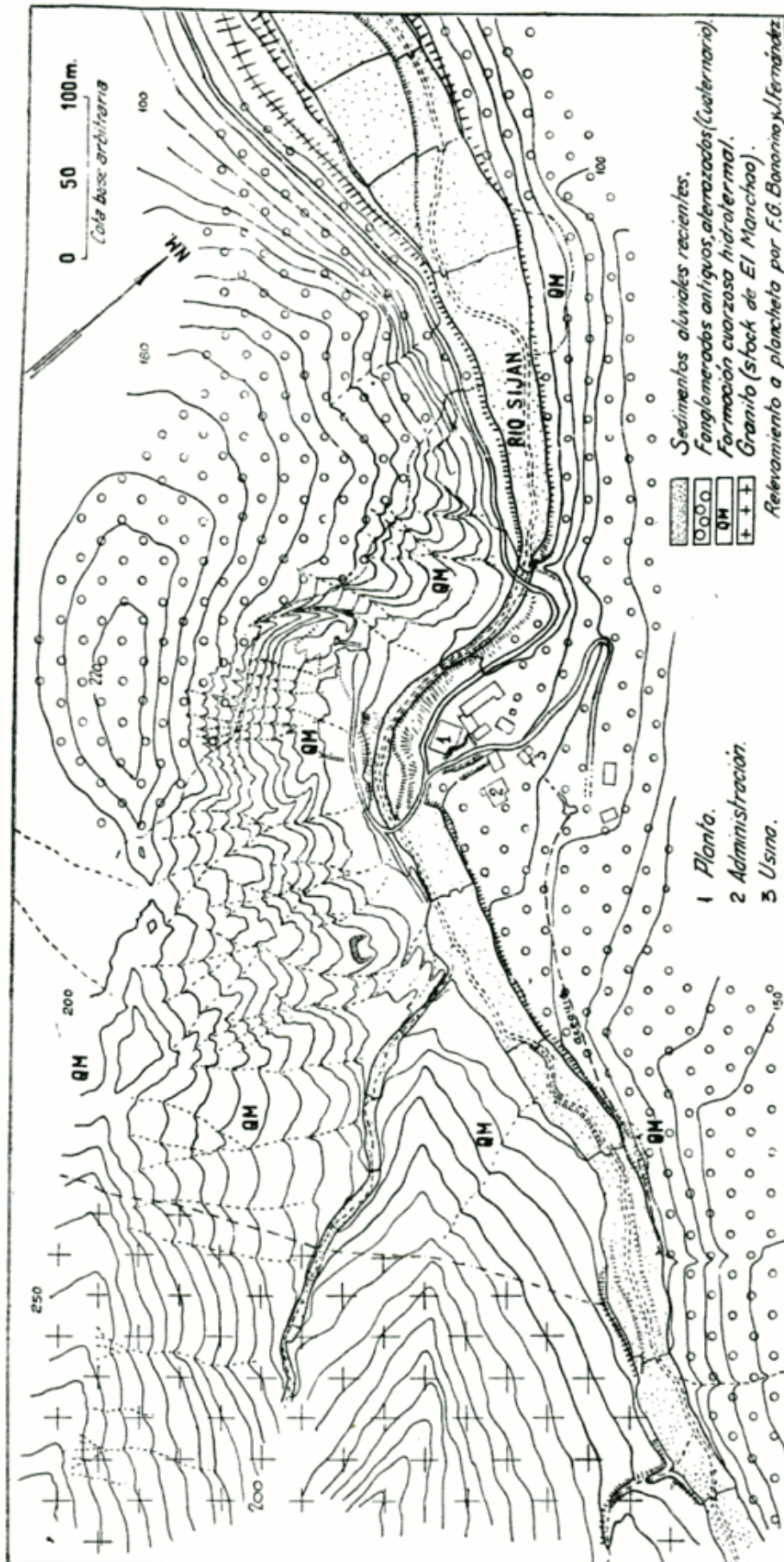


Fig. 2. — Bosquejo geológico-topográfico de la mina « Cerro Blanco », río Siján

tiene nada que ver con la milonitización (ya que esta última es mucho más antigua), ni la zona de sisa puede haber determinado en la localización de la falla, pues es de extensión reducida comparada con ésta. Sin embargo, existe la posibilidad de que una serie de zonas similares, alineadas en un rumbo favorable, pueda influir en la localización de una falla regional. Si ése es el caso con la presente falla de la sierra del Manchao, no lo sabemos.

Del lado oriental, la sierra del Manchao, está limitada por varias fallas — de mucho menor importancia que la anterior — que fragmentan el bloque en varios cordones subparalelos, constituyendo las cumbres de Humaya, Los Talas, Las Juntas, Potrero de Los Segura, Choya, Los Ángeles, Fariñango, etc. Todos estos bloques están volcados hacia el este. Considerando a estas sierras como elementos subsidiarios de la sierra del Manchao, ésta estaría limitada al este por el río del Valle. En un sentido más restringido, sin embargo, tomaremos como límite la serie de valles tectónicos de (N a S) Huañomil (Humaya), Las Juntas-El Rodeo, y El Tala. Otras fallas meridionales cortan la falda oriental, entre las cuales es la principal la de Los Ángeles.

*Características generales del cuerpo cuarzo.* — El cuerpo de cuarzo hidrotermal tiene un rumbo entre N-S y NNW-SSE, una longitud de casi 10 kilómetros, y un ancho visible de cerca de 1,5 kilómetros en su

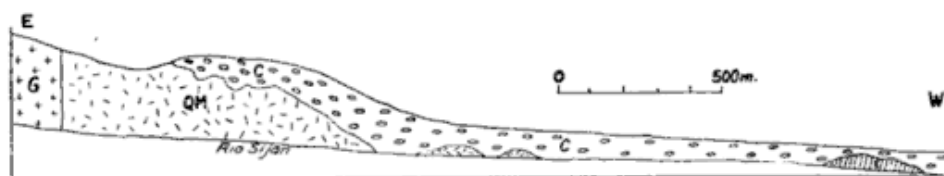


Fig. 3. — Perfil geológico a lo largo del río Siján, Cerro Blanco : E, esquistos miloníticos ; QM, roca cuarzo ; C, sedimentos aluviales cuaternarios

parte media. Se halla ubicado en parte entre el stock granítico del Manchao y los esquistos metamórficos, pero hacia los extremos penetra exclusivamente en estos últimos. Los contactos son en general rectos y verticales (figs. 2 y 3); el contacto oriental es el único bien visible, pues el opuesto, que aflora en un nivel inferior, se encuentra en gran parte cubierto por detritus de falda y depósitos de pie-de-monte. Debido a su menor resistencia a la erosión, tiende a dar formas deprimidas.

*Litología de la formación.* — La composición de este cuerpo no es igual en toda su extensión. En los extremos, o sea en las áreas de Michango y de Mutquín, el material tiene el aspecto de una roca intensamente alterada, pero que en partes conserva restos de la textura y la composición originales. En la parte media, en cambio, la roca es un

agregado de cristales de cuarzo, que no deja ver ningún resto que revele la antigua existencia de una determinada roca en ese lugar. Las características petrográficas generales de todo el cuerpo son el tono de coloración blanquecina, su deleznablez — especialmente marcada hacia los extremos — y la presencia de una fracción fina, pulverulenta, que ha sido generalmente considerada hasta ahora como compuesta, al menos en su mayor parte, de caolín. La roca de la parte central es intrínsecamente muy dura, pero su intensa fisuración hace difícil obtener fragmentos de más de 10 ó 20 centímetros. La roca se rompe con relativa facilidad a los golpes de pico, dando origen a fragmentos desde algunos centímetros hasta una arena muy fina, además de un polvo que se mantiene en su mayor parte adherido a las partículas mayores. La roca presenta extensas manchas ferruginosas. Hacia los extremos del cuerpo, sobre todo cerca del contacto, se advierte la existencia de áreas remanentes de rocas ígneas (granopegmatitas) y metamórficas (esquistos inyectados) que conservan todavía la mayoría de sus caracteres originales.

La composición mineralógica de las distintas partes del cuerpo es similar, pero las proporciones varían. La roca de la parte media consiste en más de 95 % de cuarzo, siendo el resto principalmente muscovita fina y algo de feldespato potásico. En los extremos, el cuarzo sigue predominando, pero existe una buena proporción de albita, feldespato potásico y moscovita. Con las laminillas más finas de moscovita (sericita), se encuentran probablemente intercaladas otras de hidromica, reconocible al microscopio previo un proceso de fraccionamiento granulométrico. Además, con la ayuda de métodos más refinados, puede comprobarse la presencia, en las fracciones más finas, de una pequeña cantidad de caolinita, según podrá verse más adelante.

En la descripción de las partes de explotación o explotadas en un tiempo, daremos más detalles acerca de la petrografía de este notable cuerpo.

#### MINA « CERRO BLANCO »

El material de la parte media del cuerpo, donde la proporción de cuarzo es mayor, es explotada como fuente de este mineral a la altura del río Siján. En este lugar, el río corta al cuerpo cuarzoso y deja al descubierto una buena extensión de la roca. El establecimiento minero se encuentra a 12 km al este de Siján, al que está unido por un camino de tierra. A unos 5 km de la mina, este camino cruza la ruta provincial entre Mutquín y Michango; la distancia entre Cerro Blanco y Mutquín es asimismo de unos 12 km. El establecimiento se halla a unos 1.800 metros s. n. m., o sea a más de 900 metros sobre Siján. Esto asegura un



clima templado agradable, relativamente frío en invierno, no siendo raras las nevadas. No se conocen datos de precipitaciones, pero puede calcularse por la vegetación que ellas deben ser del orden de los 400 mm anuales.

*Fisiografía.* — La explotación está limitada a un amplio frente de cantera ubicado sobre la margen izquierda del río (fig. 4); el campamento se levanta sobre la margen opuesta, sobre una serie de terrazas ubicadas dentro de la concavidad de un meandro del río. Del lado convexo, como es usual, la ladera es empinada, formando un paredón en el que aflora la roca cuarzosa (fig. 2). El filo que bordea la quebrada por



Fig. 4. — Cantera de material cuarzoso en « Cerro Blanco », río Siján. Nótese las dos canaletas clasificadoras. Entre éstas, pero a la izquierda, se ve un área más oscura, formada por material ferruginoso. Al pie de los desmontes corre el río Siján.

el sur, es una cresta más o menos aguda hasta casi la altura de la cantera, donde se ensancha simultáneamente con la aparición de los fanglomerados modernos, en forma de una superficie redondeada que testimonia una antigua terraza.

Las terrazas del lado norte son, en las inmediaciones del campamento, cinco. Las tres inferiores están restringidas al área abarcada por el arco del meandro; sobre ellas se asientan respectivamente, la planta, la casa-administración, y las antiguas viviendas para obreros. La cuarta terraza es la más importante en desarrollo, pues se extiende aguas abajo coronando la barranca del río. La quinta, y más elevada, es un remanente de poca importancia, situado aguas arriba del campamento.

En el lugar donde el camino cruza el río, aguas abajo del campamento, atraviesa una garganta formada por causa de la consistencia algo mayor de la roca cuarzosa, la cual ha representado el papel de un nodo fijo en la evolución del meandro.

### *Geología*

En la quebrada del río Siján, que corta al cuerpo transversalmente, aflora éste en una extensión de 650 metros, hasta el contacto oriental, donde se apoya en el granito del stock del Manchao. Hacia el oeste, la roca cuarzosa se oculta debajo de los fanglomerados aterrizados, pero prolongando algo sus afloramientos en la base de las barrancas del río. La erosión ha formado sobre el material blando del cuerpo una superficie muy irregular, sobre la que más tarde se depositó el fanglomerado (fig. 3; ver también Beder, 1922, primera fotogr.). La misma erosión provocó la desaparición del material cuarzoso del lado norte del río Siján, quedando apenas restos elevados que en la actualidad forman afloramientos en la base de la barranca, unos 50 metros aguas abajo de la toma de la acequia, al este del campamento. Aguas abajo de la garganta los afloramientos se hallan, en cambio, sobre la ladera opuesta, faltando por completo en la del sur; ello se debe a que se trata aquí de la otra semionda del meandro, con concavidad opuesta.

Tres formaciones petrográficas representan la geología de la mina «Cerro Blanco» e inmediata vecindad: el granito, la roca cuarzosa, y los depósitos aluviales aterrizados del río Siján. Alrededor de 1 km al oeste se encuentra la faja de esquistos milonitizados de que hemos hablado en la parte introductora, la que está separada de los afloramientos de la roca cuarzosa por el relleno de sedimentos aluviales modernos aterrizados.

El granito, que está separado del cuerpo cuarzoso por un plano de contacto neto y prácticamente vertical, forma parte del stock del Manchao, y es la más antigua de las tres unidades mencionadas; sus características petrográficas han sido descritas más arriba. El contacto está bien expuesto al este del campamento, y en él se puede comprobar que las dos formaciones conservan sus caracteres hasta el mismo plano de separación, aunque en el granito se advierte una mayor alteración superficial ferruginosa que en el resto del cuerpo; los feldespatos han perdido también su brillo, por reemplazo sericítico parcial; esta alteración es menos intensa que lo que el aspecto general de la roca parece indicar.

*Petrografía del cuerpo cuarzoso.* — Los principales componentes de esta roca son: cuarzo, mica y feldespato potásico. Visto al microscopio, el cuarzo se presenta como un agregado de cristales irregulares en forma y tamaño; en unas áreas de la sección delgada, los cristales alcanzan hasta más de 2 mm, mientras que en otras no pasan de unos pocos micrones (fig. 5). Entre los mayores, algunos presentan contornos rectos paralelamente a las caras prismáticas, indicando un cierto grado de idio-

morfismo, visible además en secciones basales que muestran contorno exagonal. Las áreas de grano grueso, que son las predominantes, forman también venas que cruzan a las de grano más fino; en dichas venas el cuarzo suele presentar estructura de peine, o sea que sus cristales más o menos prismáticos están orientados con su eje mayor aproximadamente normal a las paredes de la vena. En otras partes esta estructura está reemplazada por otra que puede ser denominada de pseudo-mortero, en que los agregados más gruesos están separados por los más finos, que también se introducen en especies de grietas en los primeros. Las

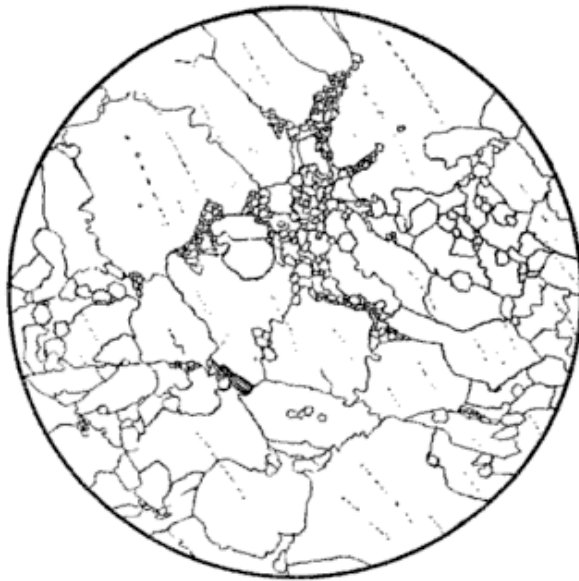


Fig. 5. — Aspecto microscópico de la roca cuarzosa hidrotermal de Cerro Blanco, río Siján. El cuarzo forma casi la totalidad de la roca; hay también escasos librillos de moscovita, y algo de sericita mezclada con el cuarzo de grano fino. Algunos individuos de cuarzo presentan un relativo idiomorfismo.  $\times 100$ . Dibujado por la doctora M. E. de Di Lorenzo.

áreas de grano fino muestran, en muchas partes, un material pulverulento opaco, blanquecino a la luz reflejada. Los granos de cuarzo mayores también llevan en su interior inclusiones pulverulentas y líneas de inclusiones fluidas; en las áreas con textura cataclástica se notan, en granos aislados, laminillas de Boehm. Los planos de inclusiones fluidas forman juegos paralelos, y representan superficies de rotura parcialmente soldados, pero que constituyen planos de debilidad por los que la roca sufre su característica fragmentación.

La moscovita se presenta en cristales o librillos, generalmente algo radiales, y también en agregados más irregulares y finos de grano. Los individuos mayores se encuentran asociados con las áreas de cuarzo grueso, mientras que la sericita forma agregados mezclados con el cuarzo microgranular. Los librillos más grandes miden alrededor de 0,3 mm, y los más pequeños tienen, en su mayoría, entre 10 y 50 micrones. Los primeros pueden mostrar manchas ferruginosas pardo-amarillentas en los bordes, pleocroicas, que indican la presencia de iones férricos. La proporción de mica es variable, pero no pasa de 5 %.

*Tratamiento del material* — El material es seleccionado primero en la propia cantera, mediante canaletas clasificadoras, mediante la cual se obtienen tres fracciones: una mayor de 25 mm, que se descarta; otra de 12 a 4 mm, que se despacha a los centros de consumo, y una tercera

menor de 4 mm, que experimenta ulterior tratamiento en la planta. Este último consiste esencialmente en un zarandeo, generalmente por una malla de 30 (0,8 mm), seguido por una elutriación por aire en una serie de dos embudos de ventilación y un juego de mangueras, obteniéndose al cabo del tratamiento tres productos comerciales, a saber; 1, «arena», 2, un polvo grueso designado por «Cao-R», y 3, un polvo fino, «Cao-F», que se obtiene de las mangas filtrantes. La «arena» consiste de granos aislados de cuarzo mezclados con agregados del mismo mineral, entre 0,2 y 0,5 mm en su mayoría, pero con una considerable proporción de partículas menores, hasta 0,05 mm o menos. También hay laminillas de moscovita y partículas de feldespato, sobre todo entre los granos más finos. El polvo «Cao-R» está formado por partículas entre 0,1 y 0,015 mm, de las cuales el 10 % aproximadamente corresponde a mica sericítica y feldespato potásico.

*Composición de la fracción fina.* — La observación microscópica del material industrial más fino, «Cao-F» (que constituye alrededor del 8 % del total de material tratado) muestra un elevado porcentaje de cuarzo en partículas muy finas, menores de 5 micrones; el resto está formado por laminillas de mica sericítica de hasta 15 micrones, algunos gránulos de calcita y partículas de refracción más baja que el cuarzo y también algo menos birrefringente, que en parte corresponden a feldespato, y en parte — a estar con los datos químicos y de rayos X — a un mineral caolínico. El índice mayor de la sericita es:  $\gamma = 1.593 \pm 3$ .

El diagrama de difracción de rayos X (lám. I, 1 A) muestra esencialmente cuarzo; la presencia de sericita se manifiesta en las líneas 2,57 A (muy débil) y 1,50 A (apenas visible). La línea más intensa de la mica, en 3,35 A, no es discernible, pues coincide aproximadamente con la principal del cuarzo. Una línea difusa en 7,0 y otra en 2,34 A, indican la presencia de un mineral caolínico, que de acuerdo con los datos ópticos debe tratarse de un tipo intermedio entre caolinita y halloysita, o sea del tipo denominado «fire clay» por Brindley (1951). Este mineral tiene los índices de refracción intermedios también entre los de aquellos minerales, según hemos podido comprobar en otros casos, y en agregados donde aparece mezclado con cuarzo o feldespato — siendo las partículas de pocos micrones como en el presente caso del material «Cao-F», se hace muy difícil distinguirlo.

El análisis químico (Tabla I) concuerda con los resultados del examen con rayos X. En efecto, si atribuimos todo al potasio a la sericita e hidromica, el resto del aluminio a la caolinita, y lo que queda de la sílice al cuarzo, se obtiene la siguiente composición aproximada:

Cuarzo.....	59 %
Sericita e hidromica.....	25 %
Caolinita.....	16 %

De acuerdo con este resultado, y teniendo en cuenta que la fracción « Cao-F » forma alrededor de 8 % del material tratado en la planta, este último contendría apenas 1,3 % de mineral caolínico.

**TABLA I**

**Composición química de la fracción « Cao-F », en bruto. Mina « Cerro Blanco »**

SiO <sub>2</sub> .....	77,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,90
Hierro.....	tr.
MgO.....	0,12
CaO.....	0,60
Na <sub>2</sub> O.....	0,13
K <sub>2</sub> O.....	1,83
H <sub>2</sub> O +.....	4,42
H <sub>2</sub> O -.....	0,53
	100,53

(Análisis por F. González Bonorino)

Fusibilidad, en cono pirométrico equivalente : 20 (1530° C).

En vista de la presencia de esta proporción de mineral caolínico en la parte más fina separada en la planta, es interesante establecer si, por medio de ulteriores lavados, se podría obtener de la misma una fracción coloidal más rica en caolín. Con este objeto, se separó por decantación una parte de diámetro menor de 1 micrón (en diámetro hidráulico equivalente), cuya composición fué estudiada por diversos métodos. El resultado — por cierto inesperado — revela que los componentes arcillosos (hidromica y caolinita) son menos abundantes en esta fracción que en el material « Cao-F » en bruto. El diagrama de difracción (lám. I, 1 B) muestra casi exclusivamente cuarzo, aunque la escasa intensidad de las líneas, que es la consecuencia del finísimo tamaño de las partículas, no permite manifestarse a los componentes que se encuentran en pequeña cantidad. Para conocer la relación SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, hemos hecho un análisis químico parcial que dió como resultado un valor de 6,4 (SiO<sub>2</sub>, 65,2 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10,3 %) para dicha relación, contra 4,85 en la muestra entera de material « Cao-F ». Esta concentración de sílice en la fracción más fina se debe al tamaño finísimo de los cristales de cuarzo que forma el polvo blanco que ocupa las fisuras de la roca cuarzosa como se ha descrito más arriba. Además de cuarzo, en esta fracción menor de 1 micrón, hay también caolinita y quizás algo de hidromica.

Visto por medio del microscopio electrónico, este material presenta el aspecto de la lámina I, 2. En ella se ven algunas laminillas de contornos exagonales pertenecientes a caolinita (*k*), junto a otros cristales cuya identificación es insegura, pero que deben ser de cuarzo y de hidromica.

## YACIMIENTO DE MUTQUÍN

(Fig. 6)

En el extremo austral del cuerpo cuarzoso, a corta distancia de la localidad de Mutquín, se han realizado labores mineras de cierta importancia, destinadas a explotar el supuesto contenido de caolín de ese material. Estas labores corresponden a las minas « San Alfredo » y « María Arsenita », situadas en pertenencias contiguas. La mayor parte de los trabajos se efectuaron en la primera de ellas, donde además se ha instalado una costosa planta de concentración por lavado. Estas minas no llegaron nunca a la etapa de producción; luego de algunos ensayos de concentración, en los cuales se obtuvo un cierto número de toneladas de « caolín » lavado, los trabajos se suspendieron en 1944, ostensiblemente por dificultades financieras de la compañía « Quijo Huasi », propietaria de las minas. Estas han pasado, en la actualidad, al control del Banco de la Nación Argentina, con el que la citada empresa había contraído obligaciones.

Mucho se ha escrito sobre este yacimiento; la mayoría de los trabajos son informes mineros inéditos, en los que la geología recibe un tratamiento superficial. El informe más extenso, entre los que conocemos, es el de Sgrosso (1947), que incluye un buen número de análisis químicos efectuados en los laboratorios de la entonces Dirección de Minas y Geología (hoy Dirección Nacional de Minería). En todos los trabajos, sin embargo, las condiciones geológico-petrográficas del yacimiento son tratadas en forma por demás superficial. En el presente estudio me refiero exclusivamente al área de la mina « San Alfredo », y tiene como objeto sobre todo señalar algunas de las relaciones genéticas, y analizar la naturaleza mineralógica del material, problema que tiene incumbencia directa en el valor económico del yacimiento. La mina « María Arsenita » posee la misma clase de material que « San Alfredo », de modo que todas las conclusiones obtenidas se aplican igualmente a la primera.

*Ubicación.* — Las pertenencias mineras de « San Alfredo » se encuentran al pie de la falda occidental de la sierra del Manchao, a unos 2 km al este de la población de Mutquín, Departamento Pomán, a una altura de cerca de 1600 m s. n. m. Comprende dos pertenencias que forman un cuadrado con sus lados orientados en dirección NE-SW y NW-SE, respectivamente, con una superficie de 36 Ha. Se llega hasta el lugar desde Mutquín, por medio de un camino de menos de 1 km. El arroyo seco llamado del Abra divide estas pertenencias de las de la mina « María Arsenita ».

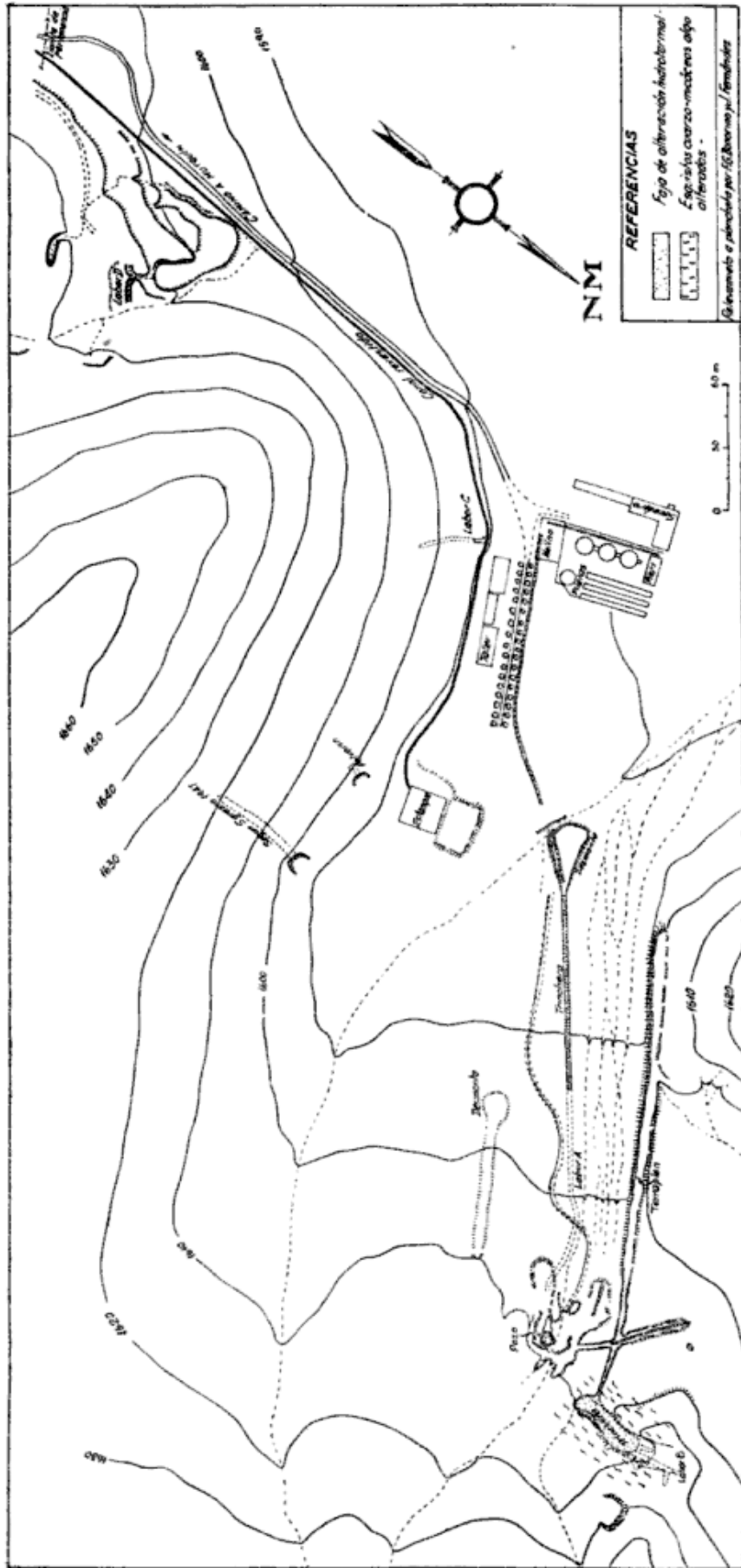


Fig. 6. — Bosquejo geológico-topográfico del yacimiento de « San Alfredo », Mutquín

### Geología

La mayor parte del área de la mina y alrededores está cubierta por acumulaciones de antiguos fanglomerados; la erosión fluvial posterior, que recortó estos depósitos por medio de numerosos cauces de flujo temporario, dejó al descubierto, en la parte baja de las faldas, a las rocas del basamento de la sierra. La escasa consistencia de estas rocas, sin embargo, hace que con frecuencia los afloramientos se encuentren más



Fig. 7. — Mina « San Alfredo ». Mutquín. Vista hacia el sur, mostrando la trinchera abierta en una faja de la roca cuarzoso blanquecina, en ambiente de esquistos (E) más o menos alterados.

o menos disimulados por una delgada cubierta de detritus que cae de la falda.

Aparte de la cubierta cuaternaria, hay solamente dos formaciones representadas, lo mismo que en el río Siján: el basamento cristalino, constituido por esquistos inyectados y filones de pegmatita, y la roca cuarzosa que forma el yacimiento. De acuerdo con nuestros estudios regionales, el cuerpo granítico del Manchao no llega hasta el área de la mina, sino que termina a algunos kilómetros al este o noroeste.

A diferencia del yacimiento del río Siján, en Mutquín la roca cuarzosa presenta numerosas áreas remanentes del basamento, consistentes en esquistos más o menos inyectados y filones de granopegmatitas, en



distinto grado de alteración. La roca metamórfica puede ser observada en la parte noreste del yacimiento, donde forma la caja de una estrecha faja de material cuarzoso (fig. 7). Se trata de un esquisto cuarzo-filítico, bandeado, idéntico al que forma la falda de la sierra al este del cuerpo cuarzoso; muestra algunas venillas paralelas de cuarzo con y sin feldespato. La alteración de esta roca es visible, y se trata principalmente de silicificación. En otros lugares del mismo yacimiento hay relativa abundancia de filones granopegmatíticos, o de venas de la misma composición que inyectan a los esquistos. La roca cuarzosa que encierra restos de esquistos está en general mucho más pigmentada por limonita que en las partes donde hay rocas granopegmatíticas. Éstas están también bastante alteradas, pero muestran todavía sus cristales de cuarzo y de mica sin mayores modificaciones. Los remanentes de esquistos presentan un rumbo constante en su foliación, que es NNW-SSE, e inclinación vertical.

La roca cuarzosa de alteración forma el sustrato de las lomas en la mayor parte del área situada entre las labores más nororientales y el vértice austral de las pertenencias. El estudio de su composición está basado en las observaciones hechas en cuatro de las principales labores, convenientemente elegidas para dar una idea general del conjunto. Estas labores son designadas en este trabajo con las letras A, B, C y D, lo que permite su ubicación en el mapa adjunto (fig. 6).

*Labor A* (fig. 8). — Comienza en una trinchera recta de rumbo N51°E (magnético), y una longitud de 95 metros. A esta distancia, penetra en galería dentro de la roca cuarzosa ferruginosa que allí predomina; en los primeros 50 metros conserva aquel rumbo y tiene 5 chimeneas, continuando en dirección algo variable por unos 50 metros más.

La mayor parte de la labor (fig. 8, *b*) atraviesa la roca de alteración incoherente, ferruginosa, de grano fino pero heterogéneo, plástica (dejando sentir entre los dedos los granos de cuarzo), cruzada por fajas más arcillosas.

Hacia el fondo de la galería (fig. 8, *a*), la roca presenta bandas de color blanco, que son del mismo material que el ferruginoso, pero sin pigmentación. Además, existe otro bandeado, algo más hacia afuera, originado por crecimiento de cristales aciculares de sulfatos sobre las paredes y techo de la galería, o sea que se trata de un bandeado puramente superficial causado por la disposición de los cristales blancos sobre el fondo pardo-rojizo de la roca. Este bandeado, lo mismo que el anterior, es transversal a la galería, o sea de rumbo aproximado N-S. Dentro de la misma roca ferruginosa se distingue una especie de estratificación, determinada por leves variaciones, por ejemplo, en la proporción de material fino (« arcilloso »), y que corresponde por su rumbo e

inclinación a la foliación de los esquistos menos alterados. Esta pseudoestratificación, que es sin duda un remanente de la foliación de las rocas metamórficas que fueron alteradas, sirvió de control a la infiltración ferruginosa y por ello determinó el bandeado mencionado en primer término, y quizá también a la cristalización de los sulfatos.

Según dijimos, tanto el material ferruginoso como el de tono blanquecino tienen la misma textura y composición. Se trata de un agregado de granos de cuarzo, subangulosos a subredondeados, tamaño entre 1 y 3 mm en su gran mayoría, rodeados por una matriz de grano fino y textura terrosa, blanquecina, con venillas y manchas rojizas en el material blanquecino, o de color pardo-rojizo hasta rojo vivo en el material ferruginoso. Esta especie de matriz forma alrededor de 50 % de la roca;

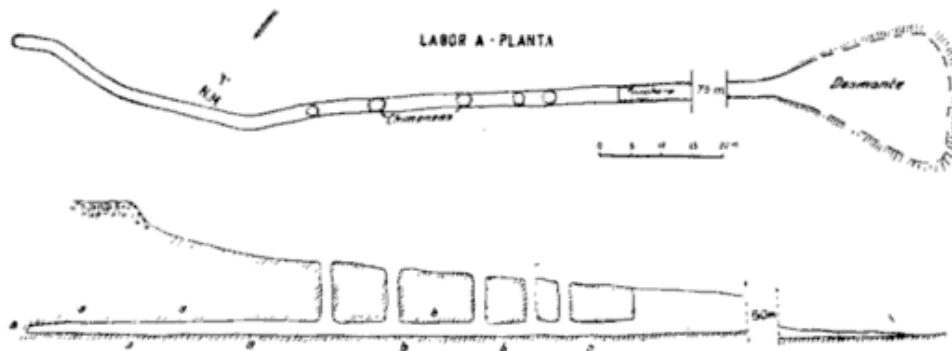


Fig. 8. — « San Alfredo », Mutquin. Planta y corte longitudinal de la labor A  
Ver explicación en el texto

observada con la lupa, se nota que su grano no es homogéneo, existiendo todas las transiciones entre los fragmentos cuarzosos discretos y los componentes más finos de la matriz. Hay además fajas o zonas delgadas donde el material pardusco contiene poco cuarzo grueso, y es bastante plástico cuando húmedo.

Examinando la fracción más fina al microscopio, se comprueba que está formada en más de 95 % por cuarzo en granos finísimos, siendo los 10 % restantes calcita en agregados de finísimos cristales, y laminillas de sericita e hidromica (en una laminilla se midió  $\alpha'$  obteniéndose 1,545). El carbonato es algo más abundante que el material micáceo-arcilloso.

El material gredoso, de color pardo rojizo, es esencialmente igual al blanquecino, diferenciándose sólo por su pigmentación ferruginosa secundaria. En consecuencia, predomina el cuarzo en forma absoluta, en granos de pocas decenas de micrón unidos por una matriz del mismo mineral, finísima, con algunas laminillas de sericita (o hidromica).

*Labor B.* — Esta labor se encuentra en el fondo de la trinchera situada en la cabecera del largo terraplén de desmonte que se extiende paralelamente y al NW de la labor A (figs. 6 y 7). La trinchera tiene

rumbo N-S, y una longitud de unos 40 m, siendo de 6 a 11 m de ancho. Esta labor abarca en toda su anchura una faja de roca de alteración blanquecina, entre paredes de esquisto relativamente poco alterado. En su extremo norte, al nivel del piso, se abre la labor B, una galería de poco más de 20 m (fig. 9). Los otros dos socavones que arrancan de la misma labor, uno de 4,5 m y otro de 3 m, no tienen importancia, penetrando en el mismo material que el socavón principal.

La galería B atraviesa dos tipos de roca de alteración, una blanca y otra de tono ferruginoso. La roca blanca muestra en partes la textura gruesa original de granopegmatita,

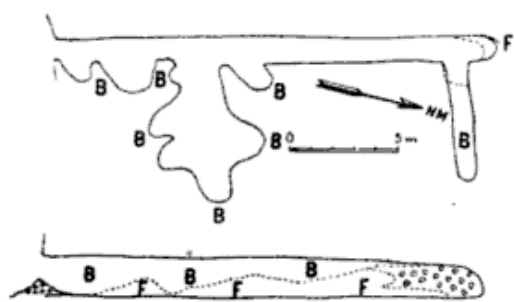


Fig. 9. — « San Alfredo », Mutquín. Planta y corte longitudinal de la labor B. B, material blanquecino; F, material ferruginoso.

relativamente bien conservada; el feldespato es casi en su totalidad albita ( $An_5$ ;  $\alpha' = 1,529$ ,  $\gamma' = 1,539$ ), maclada, medianamente alterada; hay también una pequeña proporción de feldespato potásico. La alteración de la roca consiste en reemplazo del feldespato y del cuarzo por agregado de mica (sericita y moscovita fina), y es menos intensa

que lo que parece a simple vista por la fácil disgregación de la roca y el polvo blanquecino que cubre las superficies.

La facies pardo-rojiza o ferruginosa presenta un aspecto similar a la del socavón A; se trata de una masa de grano fino, de color blanco con áreas de tono pardusco o rojizo por impregnación, que encierra granos de cuarzo de hasta 2 ó 3 mm. En algunas partes estos últimos son poco abundantes, y la masa fina adquiere, cuando húmeda, un aspecto de greda arcillosa. La observación microscópica demuestra que también está formada por pequeños granos de cuarzo, envueltos en una masa fina formada principalmente de cuarzo, muy pigmentado; hay además gránulos de carbonato de calcio. En ciertos lugares del socavón se encuentran también esquistos bandeados, con alteración moderada, en fajas poco extensas. Hacia el extremo del socavón, la mezcla de áreas ferruginosas con una matriz blanquecina comunica a la roca un aspecto brechoso.

*Labor C.* — Ésta consiste en un corto (25,6 m) socavón horizontal, situado en la falda de la loma detrás de las antiguas casas-habitaciones, unos 30 m al SSE de la planta (fig. 10). También encontramos aquí material ferruginoso y material blanquecino; la labor entra en este último, pero luego pasa a la roca coloreada. El material blanco es de grano más fino que el de las labores anteriores; se desmenuza en una masa pulverulenta conteniendo trocitos mayores, los que a su vez se desha-

cen a la presión de los dedos. A simple vista, se nota la presencia, tanto en el polvo como en los fragmentos friables, de escamitas de moscovita, de menos de 0,5 mm en su gran mayoría. Al microscopio, el material blanco muestra alrededor de 50 % de feldespato, la mayor parte albita, con algo de microclino, en fragmentos de diámetro entre 0,05 y 0,3 mm en su mayoría, enturbiados por alteración alofánica y sericítica. El cuarzo, en fragmentos de tamaño similar, forma unos 35 % del total; el resto es moscovita en laminillas de tamaño diverso, y aislados cristales de apatita. En una laminilla de moscovita se midió el valor de  $\gamma = 1,598$ .

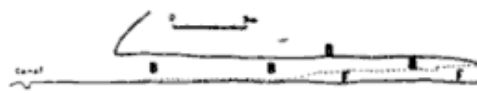


Fig. 10. — « San Alfredo », Mutquín. Corte longitudinal de la labor C. B, material blanquecino; F, material ferruginoso.

*Labor D.* — Ésta consiste en un grupo de descarpes hechos cerca del ángulo sur de las pertenencias, del otro lado de la loma en que se encuentra el socavón C (fig. 6). El material de alteración forma allí también la base de las laderas, donde por efecto de la menor pendiente la erosión ha dejado al descubierto una extensión mayor de dicha roca. En los descarpes predomina el material blanquecino, pero hay también áreas ferruginosas; en varios lugares hay remanentes de esquistos y de granopegmatitas.

El material blanco es similar al de la labor anterior, pero apreciablemente más heterogéneo en su textura; se rompe en fragmentos de tamaño más variado, la mayoría de los cuales (que miden en general no más de 2 cm) muestran una textura consistente en individuos de cuarzo, anedrales, entre los que se interponen cristales de albita, más pequeños, y alguno que otro de feldespato potásico; hay, además, laminillas de moscovita, de hasta más de 2 mm. En las fisuras que separan a los fragmentos se acumula un material pulverulento, formado por gran cantidad de sericita en laminillas bastante grandes, además de albita y cuarzo en granos pequeños. Este material fino cubre a los fragmentos de la roca más fresca también, y le comunica una apariencia más alterada de lo que en realidad es. Este relleno de fisuras puede alcanzar espesores de varios milímetros; desmenuzado entre los dedos, se tiene la impresión de una ligera untuosidad, pero se nota la presencia de granos de mineral (cuarzo y feldespato). La presencia de abundante mica blanca es fácilmente comprobable a simple vista.

*Composición del material extraído por lavado.* — El examen microscópico del material fino extraído por lavado durante el ensayo de la planta de concentración, muestra un agregado de grano bastante heterogéneo de cuarzo, albita y sericita, en proporciones similares. Las lamini-

llas de mica alcanzan a 0,5 mm y son por lo tanto visibles a simple vista; los granos de cuarzo y albita miden alrededor de 0,1 mm como máximo. Un análisis granulométrico, hecho por el método de la pipeta, dió el siguiente resultado:

Composición granulométrica del material procedente del lavado en la planta de la mina « San Alfredo »

Mayor de 0,050 mm.....	1,3 %
0,05-0,02 mm.....	22,7
0,02-0,008 mm.....	61,7
0,008-0,004 mm.....	9,6
0,004-0,002 mm.....	2,7
Menor de 0,002 mm.....	2,0
	100,0

Las fracciones más finas fueron examinadas cuidadosamente al microscopio. En todas ellas, el componente predominante es un mineral micáceo, cuyas escamitas se isorientan al sedimentarse en una suspensión. La fracción menor de un micrón está formada casi exclusivamente por este mineral, cuyas propiedades ópticas, medidas en un agregado, son las siguientes:

$\alpha = 1,528 \pm 3$ ;  $\gamma = 1,561 \pm 3$ ;  $\gamma - \alpha = 0,033$ ;  $2V$  negativo, muy pequeño.

Estas propiedades corresponden a cierta variedad de hidromica, caracterizada por contener capas alternadas de montmorillonita, y a la que pertenece la bravaisita y otras (Grim, Bradley y Brown, 1951).

El material de la mina « San Alfredo » ha sido estudiado también, recientemente, por M. E. Jiménez de Abeledo y E. E. Galloni (1952), quienes analizaron dos muestras — una de la roca sin tratar, y otra del « caolín » lavado en la planta — por medio de métodos químicos, microelectrónicos, roentgenográficos y térmicos. Aunque no se aclara de qué parte del yacimiento proviene la muestra en bruto, por su composición (cuarzo, illita y poca caolinita; Abeledo y Galloni, *loc cit.*) debe proceder de una de las dos primeras labores, A o B. Del producto del lavado en planta, estudiaron dos fracciones, de 1 a 2 micrones y menor de 1 micrón, respectivamente. Según dichos autores, los diagramas de difracción de rayos X de la fracción menor de micrón, revelan « principalmente illita, con montmorillonita o tal vez clorita »<sup>1</sup>. Los demás métodos de análisis conducen a la misma conclusión, o sea que se trata de una especie de hidromica de capas mixtas (illita con intercalaciones de

<sup>1</sup> De acuerdo con los datos sobre espaciados que me fueran gentilmente facilitados por el ingeniero Galloni, parece haber en esta fracción una pequeña cantidad de caolinita y de cuarzo.

capas montmorilloníticas en su estructura) <sup>1</sup>. La composición química de esta fracción; que reproducimos en Tabla II, coincide con la de las hidromicas en general, y en especial con el mineral de Sarospatak, Hungría, como señalan los autores. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que no se trata de un material enteramente puro.

TABLA II

Composición química de la fracción menor de 1  $\mu$ . Material lavado « San Alfredo » Mutquín (según Abeledo y Galloni, 1952)

SiO <sub>2</sub> .....	50,70	CaO.....	1,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	32,23	Na <sub>2</sub> O.....	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,92	K <sub>2</sub> O.....	7,25
FeO.....	0,48	H <sub>2</sub> O.....	5,45
MgO.....	1,90	TiO <sub>2</sub> .....	0,12
		Total.....	101,45

Según Abeledo y Galloni, diagrama de difracción de la parte 1-2 micrones del material lavado muestra cuarzo e illita en primer término, quizá montmorillonita y vestigios de caolinita. Esto está de acuerdo con su aspecto microscópico, que es el de agregados iso-orientados con refringencia y birrefringencia intermedia entre cuarzo e hidromica. La proporción de hidromica es, sin embargo, bastante mayor que la del cuarzo.

En resumen, el material obtenido por lavado en la mina « San Alfredo » no contiene más que 3 a 4 por ciento de minerales arcillosos, entre los cuales predomina en forma absoluta la hidromica, acompañada al parecer por una pequeña cantidad de un mineral caolínico.

#### YACIMIENTO DE MICHANGO

En la parte norte del cuerpo cuarzoso se han efectuado también algunas tentativas de explotación. Lo mismo que en Mutquín, se ha querido aprovechar la fracción supuestamente caolínica del material, cuyas características son casi idénticas a las de la mina « San Alfredo ». Remontando la quebrada de Michango, a unos 1000 metros de la localidad de ese nombre, se encuentran los primeros afloramientos de la roca cuarzosa; un camino carretero conduce a una cantera situada del lado sur del valle, luego de lo cual abandona a este último para dirigirse hacia el sur faldeando las lomadas de la parte baja de la falda de

<sup>1</sup> Sin embargo, según informe verbal de dichos autores, el tratamiento del material con etil-glicol no produjo la expansión propia de las hidromicas de capas mixtas.

la sierra, pasando por algunas labores pequeñas abiertas en los cortes del camino, para terminar en la labor principal (figs. 11 y 12) después de un recorrido de unos 2700 metros desde Michango.

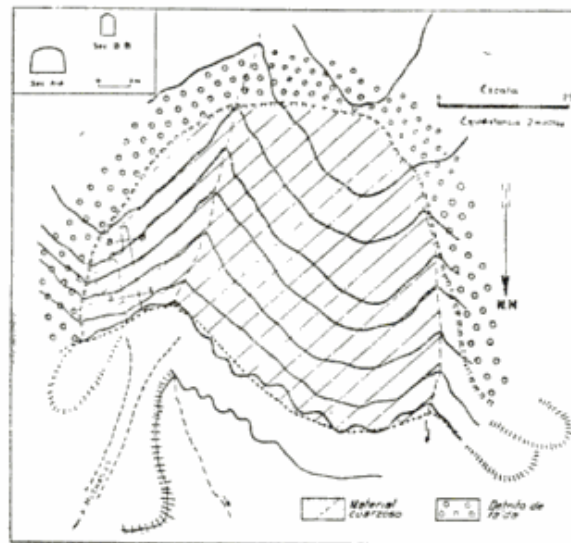


Fig. 11. — Bosquejo topográfico-geológico de la mina propiedad de « La Calera Argentina », Michango

En este lugar, el material se presenta de coloración blanca, deleznable, casi sin manchas ferruginosas, y está cubierto en general por detritos de falda poco espesos. La labor allí abierta consiste en una galería de



Fig. 12. — Socavón abierto en el material cuarzoso blanquecino, unos dos kilómetros al sur de Michango. Este material tiene características similares a las del de la mina « San Alfredo », en Mutquín.

17 metros, de la que se han extraído alrededor de 100 toneladas en bruto. En el momento de nuestra visita los trabajos estaban abandonados. El material extraído era pasado, al parecer, por un tamiz de 1 cm, de-

sechándose el grueso y fletando el fino; el destino de este material no nos es conocido. La mina, propiedad de La Calera Argentina S. A., es arrendada por un vecino de Siján, quien ha iniciado la instalación de una planta de lavado.

En el interior de la galería, el material cuarzoso se presenta como una red de guías entrecruzadas de material pulverulento, blanco, que encierra áreas de tonalidad algo más oscura y más compactas. El examen microscópico de la fracción pulverulenta demuestra que más de la mitad está formada por cuarzo, alrededor de 40 % por albita, poco feldespató potásico, y el resto de muscovita (o sericita), posiblemente mezclada con algo de hidromica. Como se ve, su composición es análoga a la del material de Mutquín. La observación directa no revela tampoco aquí la existencia de caolín, aunque es probable un análisis cuidadoso revele su presencia en la fracción más fina, tal como ocurre en Mutquín.

#### CONSIDERACIONES ACERCA DE LA NATURALEZA Y EL ORIGEN DEL CUERPO CUARZOSO DE MUTQUÍN-CERRO BLANCO-MICHANGO

En todos los trabajos sobre este depósito se menciona explícitamente la presencia de caolín (caolinita) en considerable cantidad. Beder (1922) calculó su proporción en 8.9 % en Cerro Blanco, y 17 % en Mutquín. El mismo autor afirma haber observado cristales de aquel mineral bajo el microscopio (Beder, *loc. cit.*, págs. 50-51), pero no presenta ningún dato óptico comprobatorio. Angelelli y Trelles (1937) y Sgrosso (1947), dan por sentada la presencia de caolín como componente arcilloso principal, sin mediar comprobación. Los análisis químicos, de los cuales Sgrosso (*loc. cit.*) presenta un número relativamente elevado, están hechos sobre material heterogéneo, y por ello es difícil o imposible deducir de ellos la composición mineralógica. De todos modos, el análisis de la fracción fina de Mutquín, al parecer lavada, da una proporción probable de álcalis bastante elevada (Ver anál. E-42; en todos esos análisis los álcalis están dados por diferencia). Es de lamentar que los análisis mencionados pierdan casi todo su valor, además, por la falta de caracterización petrográfica y geológica de las muestras, cuya ubicación exacta tampoco es mencionada en el informe.

El llamado análisis « racional », que se basa en la solubilidad del caolín en ácido sulfúrico concentrado caliente (véase Sgrosso, *loc. cit.*), no tiene valor porque está probado que otros minerales, como sericita y en especial todas las arcillas, se disuelven también parcialmente en esas condiciones, en mayor o menor proporción según su grado de dispersión.



El presente estudio demuestra que la mayor concentración de mineral caolínico se encuentra en la parte media del cuerpo (río Siján), y que la misma asciende a menos de 1,5 % de la roca, mientras que en Mutquín y (probablemente) Michango el caolín aparece apenas como vestigios. Esta comprobación tiene importancia a la vez teórica y económica.

Considerando primero el aspecto teórico, vemos que se hace necesario una revisión de las ideas sobre el origen del cuerpo cuarzoso. Las opiniones de los autores anteriores no han sido todas coincidentes. Beder (1922, pág. 55) y Angelelli y Trelles (1937) favorecen la hipótesis del origen hidrotermal, mientras que Sgrosso (1947) sostiene que el cuerpo ha sido originado por fenómenos supergénicos, es decir, por alteración meteórica de una masa granítica. Dadas la forma y la extensión del cuerpo, y la nitidez y verticalidad de sus contactos, no puede haber duda que la primera idea es la única plausible. El estudio petrográfico presentado en el presente trabajo confirma el origen hidrotermal, y excluye toda posibilidad de meteorización. La formación de este cuerpo puede ser descrito como una extensa e intensa silicificación hidrotermal de esquistos y de rocas graníticas, a lo largo de una zona de deformación sisante («shear zone»). La silicificación estuvo acompañada por formación de algo de mica blanca (incluyendo hidromica) y escaso feldespato potásico; en las áreas donde la acción fué menos intensa — hacia los extremos del cuerpo — hay también bastante albita, posiblemente residuo retransportado de la roca reemplazada.

Ha sido opinión general entre los geólogos que se ocuparon de este cuerpo, que su formación ha estado condicionada a la presencia de una masa granítica. También se ha querido relacionar este fenómeno con la invasión de pegmatitas graníticas asociadas al stock del Manchao. La primera idea parece estar ligada con la suposición falsa de que el caolín es uno de los constituyentes principales del cuerpo<sup>1</sup>. La asociación cuarzo moscovita-feldespato, además de las características geológicas, demuestra que el proceso tuvo lugar a temperaturas relativamente elevadas, dentro de la escala hidrotermal. Es una de las conclusiones geológicas fundamentales del presente estudio, que *la silicificación afectó prácticamente sin discriminación a rocas ígneas y metamórficas*, estando en gran parte, en realidad, emplazada en esquistos, si bien éstos bastante inyectados y penetrados por filones granopegmatíticos. En la parte media del cuerpo (río Siján), donde el reemplazo ha sido más intenso, éste ha afectado paralelamente al stock granítico y a los esquistos, pero no es posible establecer, por la composición o la textura de la roca, dónde ha

<sup>1</sup> Sin embargo, la relación genética granito-caolín corresponde en realidad a la meteorización, no a la alteración hidrotermal.

reemplazado al granito y dónde al esquisto. Donde el proceso ha sido menos intenso, quedan en cambio remanentes de la roca original. Una diferencia entre el reemplazo de uno y otro tipo de roca consiste en la pigmentación ferruginosa. Con el reemplazo de los esquistos, el hierro liberado y oxidado fué llevado hacia arriba por las soluciones. Más tarde, a medida que la denudación avanzaba las aguas circulantes obraron en sentido inverso, aunque con mucha menor rapidez, trasladando el hierro (posiblemente en forma de sulfatos) hacia niveles inferiores. En este proceso es fácil que las soluciones se hayan dispersado abarcando áreas no ocupadas previamente por rocas metamórficas, sobre todo en lugares donde éstas y las graníticas se encuentran más o menos mezcladas. De todas maneras, la impregnación ferruginosa será siempre más intensa allí donde predominaron los esquistos.

La menor intensidad del reemplazo hacia los extremos del cuerpo es una consecuencia de la menor temperatura, que se manifiesta también por la mayor proporción de cuarzo fino. A esto se debe el aspecto más «arcilloso» del material de Mutquín y Michango, pues el cuarzo microgranular, sobre todo por estar mezclado con sericita, es más fácilmente disgregable.

La relación entre este fenómeno de reemplazo hidrotermal y la formación sisante, mencionada al principio, está sustentada por los siguientes hechos. A la altura del río Siján, la roca cuarzosa está limitada por esquistos milonitizados de un lado, y granito con bastante cataclasis por el otro. En la faja de milonitización de Los Corrales (págs. 37-38), poco al este de la línea de máxima deformación, hay una estrecha zona de alteración muchísimo más débil y reducida que la de Mutquín-Siján, pero con las mismas características fundamentales. Otro ejemplo lo encontramos fuera de la Hoja, en la zona de milonitización de Las Vizcachas, sobre el río Visvis (González Bonorino, 1950a, pág. 28). A pocos metros de la desembocadura del río Atajo en el Visvis, del lado derecho de la garganta elaborada en filonitas, hay un cuerpo de una veintena de metros de espesor, alargado de N a S y paredes verticales, compuesto por una roca blanda, de color pardo rojizo (ferruginosa), cuyos componentes principales son cuarzo en agregados compactos y tamaño muy diverso, hasta mayores de un puño, en una matriz blanda de cuarzo microgranular y sericita. Como se ve, la analogía entre este cuerpo y ciertas partes del de Mutquín, es completa. En los tres ejemplos mencionados, es interesante notar, la roca de reemplazo se ha formado algo al este del eje de deformación.

El hecho que la roca cuarzosa presente una evidente cataclasis, hace pensar que su formación se produjo antes que la deformación sisante se desvaneciera totalmente. En Cerro Blanco en particular, la cataclasis se manifiesta en extinciones onduladas y fragmentarias, y en los ya

mencionados planos paralelos de inclusiones fluidas, que, como se sabe, se interpretan como planos de rotura soldados. Sería interesante efectuar un estudio estadístico de la orientación de dichos planos, para establecer si realmente la cataclasis de la masa cuarzosa ha sido determinada por los mismos movimientos que originaron la milonitización de las rocas del basamento. Dicho sea de paso, a esta cataclasis debe el yacimiento de cuarzo gran parte de su valor económico, pues al facilitar la fragmentación de la roca, reduce considerablemente el empleo de la molienda.

Con respecto a la época en que este proceso tuvo lugar, nada puede decirse en concreto. Beder (1922, pág. 55) sugiere que el ascenso de las soluciones estuvo condicionado a la presencia de las fallas terciarias al pie de la sierra. Nosotros creemos, sin embargo, que estos fenómenos hidrotermales son anteriores a la elevación de los bloques de montaña. Considerando la antes apuntada conexión entre el reemplazo hidrotermal y las zonas de deformación sisante, siendo éstas de edad preterciaria (González Bonorino, 1950a, pág. 53) puede pensarse lo mismo del primero. La relación con la fracturación terciaria es menos evidente, y en todo caso sería más bien indirecta, por lo que ella puede haber estado en partes controlada por las zonas de deformación más antigua. Existe la posibilidad de que la silicificación haya estado relacionada con el ciclo eruptivo-metalogénico mioplioceno, bien representado en la Hoja Capi llitas con fenómenos de alteración hidrotermal (González Bonorino, 1950 a), pero nos inclinamos a creer que se trata de un fenómeno más antiguo.

En cuanto a las consecuencias prácticas que se derivan de este estudio, ellas son obvias, y se pueden resumir de la manera siguiente: *la roca del cuerpo cuarzoso de Mutquín-Cerro Blanco-Michango no tiene valor económico como fuente de arcilla de alto punto de fusión.* Mezclada con las debidas proporciones de arcilla, etc., la fracción más fina puede servir posiblemente para ciertos tipos ordinarios de productos cerámicos.

#### CONCLUSIONES

1. Al pie de la falda occidental de la sierra del Manchao, entre Mutquín y Michango, existe una faja de alteración hidrotermal, en la cual rocas graníticas y metamórficas han sido transformadas en un agregado fino de cuarzo, con algo de mica fina y feldespatos alcalinos. Hacia los extremos de esta faja — que se extiende de N a S por unos 10 km — la alteración ha sido menos intensa, y quedan numerosos restos de las rocas del basamento sólo parcialmente alteradas. El cuarzo es en parte de grano muy fino, y como su textura es pavimentosa se

desgrana con relativa facilidad, originando, junto con la sericita, un polvo blanquecino que ha sido erróneamente considerado, en general, como rico en caolín.

2. El material de este cuerpo cuarzoso se explota por su elevado contenido de sílice a la altura del río Siján (mina « Cerro Blanco »), obteniéndose además, por elutriación aérea, un polvo impalpable de grano menor en general a 10 micrones, que se comercia como material caolínico. Este polvo está compuesto principalmente, por cuarzo (unos 60 %) con alrededor de 25 % de sericita (y quizá hidromica), y una menor (15 %) proporción de un mineral caolínico, difícil de identificar al microscopio por sus índices de refracción similares a los del cuarzo, pero que es revelada por el diagrama de difracción de rayos X, y sugerida asimismo por el análisis químico. La fracción de grano menor de 1 micrón, correspondiente a este material más fino, separada por sedimentación, tiene una proporción de cuarzo aún mayor que aquel polvo, demostrando la imposibilidad de aislar una fracción más o menos pura de material arcilloso por los métodos corrientes basados en el tamaño de las partículas.

3. El material extraído por lavado en la mina « San Alfredo », Mutquín, consiste en partes aproximadamente iguales de cuarzo, albita y mica blanca. La fracción menor de 2 micrones, que constituye apenas 2 % del total del material lavado, está formada principalmente por *hidromica*, identificada por sus propiedades ópticas, y también por estudios con rayos X, químicos, etc., de Abeledo y Galloni. La fracción 1-2 micrones contiene además una apreciable cantidad de cuarzo. El caolín es prácticamente inexistente, salvo por una pequeña proporción que indicaría los diagramas de rayos X en las fracciones menores de 2 micrones.

4. El material de los yacimientos del área de Michango, en el otro extremo del cuerpo de alteración, es esencialmente idéntico al de Mutquín.

5. En consecuencia, la faja de alteración de Mutquín-Cerro Blanco-Michango no contiene caolín en cantidad comercial, y serán inútiles todos los esfuerzos que se hagan para explotar ese material como fuente de ese material.

6. El origen del cuerpo cuarzoso es típicamente hidrotermal; no se trata, como han sostenido algunos autores, de una simple alteración de rocas graníticas, sino de un intenso reemplazo hidrotermal de rocas de distintas clases : esquistos cuarzo-micáceos, esquistos inyectados, granito, pegmatitas. Las soluciones ascendieron a lo largo de planos de sisa originados por una deformación que transformó a granitos y esquistos en milonitas. La faja de silicificación, bien definida en general, no coincidió exactamente, sin embargo, con la zona de mayor

deformación sisante. Se conocen otros ejemplos de asociación de alteración hidrotermal con zonas de deformación milonitizante, uno en la falda de la misma sierra, al este de Pomán, y otro más al norte, al oeste de Andalgalá. No existe ninguna relación directa entre la silicificación y la tectónica terciaria del basamento.

Finalmente, es interesante señalar que la perpetuación del mito de la existencia de caolín comercial en esta formación, con la consiguiente disipación de dinero y esfuerzo en empresas destinadas desde un principio al fracaso, hubiera podido ser evitada mediante un estudio petrográfico serio. Considerando que los yacimientos en cuestión se cuentan entre los más visitados por técnicos y especialistas de distintas clases que han debido informar de una manera u otra sobre su valor, resulta evidente la necesidad de que todo estudio minero vaya precedido de una investigación mineralógica, más o menos detallada según sea la dificultad del problema, pero siempre en manos de personas competentes.

**Abstract.** — A zone of intense hydrothermal replacement in the crystalline basement of sierra de Ambato, NW Argentina, is described. The zone extends N-S for about 10 Km, cutting across granitic and metamorphic rocks. Silicification has been the dominant process; subordinate quantities of sericitic mica and of alkali feldspar were formed along with quartz. Replacement was strongest in the middle part of the alteration strip, which is there bounded by sharp contacts; alteration becomes less pronounced towards the ends, where relics of unreplaced schists and pegmatites are common. The white, quartzose alteration rock crumbles down easily into a sandy and powdery aggregate, which was long considered to be largely composed of kaolin, and on that account an exploitation was unsuccessfully attempted. A geologic and petrographic study, complemented by X-ray and chemical analyses, shows that the fine-grained fraction, down to less than 1 micron, is composed mainly by quartz in the middle part of the alteration zone, with only subordinate sericite and kaolinitic clay in the finer grades. The material at the end parts, which was supposed to be more kaolinic, consists of quartz plus a variable amount of albite and minor sericitic mica. The fraction less than a few microns is made up largely of hydromica (apparently of a mixed-layer type), rather pure in the colloidal grades, but contaminated by quartz and kaolinitic clay in the fraction coarser than 1 micron. The formation of this replacement body is related to that of a shear zone in the basement, whereby schists as well as granitic rocks have been milonized to a variable extent. Similar examples of close spacial relationship between shear zones and hydrothermal replacement are known from the same area.

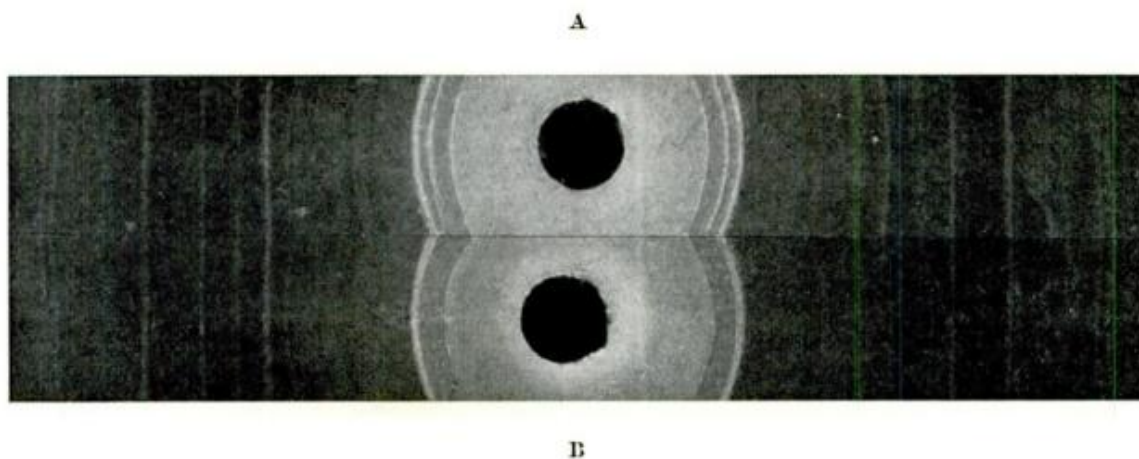


Fig. 1. — Diagramas de difracción de rayos X del material industrial de grano fino (« CaO F »), del yacimiento de « Cerro Blanco », río Siján : A, Material en bruto. Principalmente cuarzo, con algunas líneas de sericita (o hidromica) y de caolinita-halloysita. FeK $\alpha$ ,  $\gamma$  ; B, Fracción menor de 1 micrón. Hay un refuerzo de las líneas del cuarzo respecto a las de los demás componentes. FeK $\alpha$ . Diám. cám. 57,3 mm.

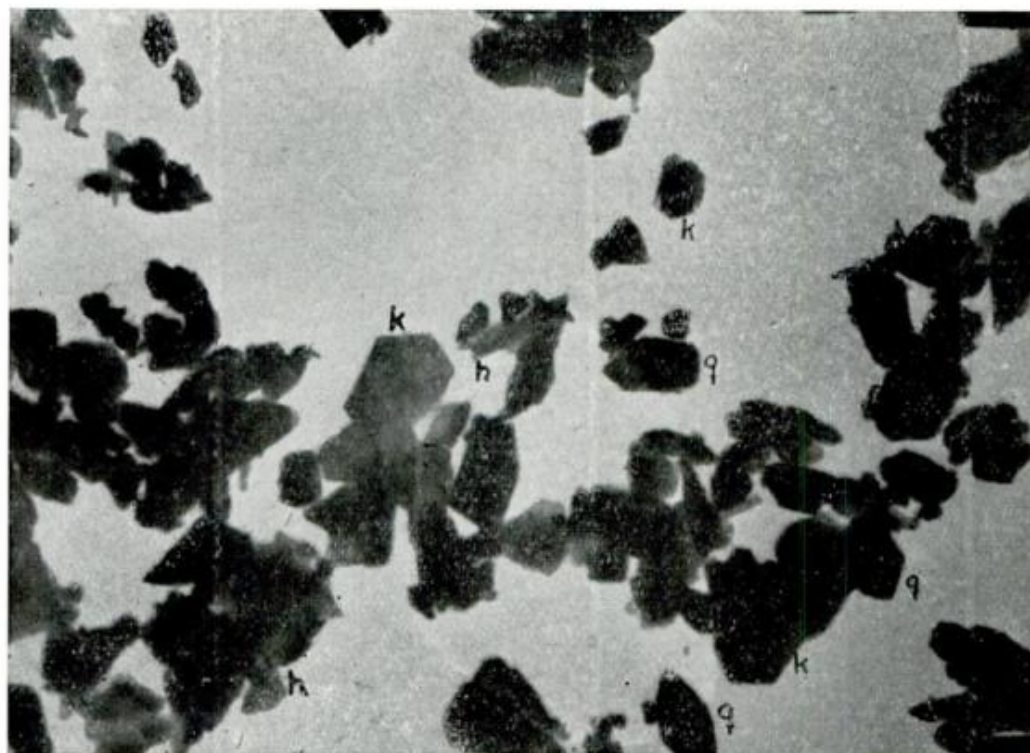


Fig. 2. — Electromicrografía de la fracción menor de un micrón (en radio equivalente) de la fracción más fina separada por ventilación en la mina « Cerro Blanco », río Siján : k, caolinita ; q, probable cuarzo ; h, hidromica?). Tomada por E. E. Galloni y M. E. J. de Abeledo.  $\times 4.000$

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- ABELEBO, M. E. J. DE, y GALLONI, E. E. 1952. *Estudio de arcillas argentinas. II. El material arcilloso en Mutquín, Catamarca.* — Ciencia e Investigación, 8, 5, pp. 232-233.
- ANGELELLI, V. y TRELLES, R. 1937. *Informe de la zona caolinica comprendida entre la Aguada de Mutquín y la quebrada de Siján.* — Informe inéd. n° 75, Dir. Min. Geol., Bs. As.
- BEDER, R. 1922. *Estudios geológico-económicos en la Provincia de Catamarca.* — Bol. 31, Dir. Min. Geol. Hidrogeol., Bs. As.
- BRINDLEY, G. W. 1951. *The kaolin minerals*, en « X-ray identification and crystal structures of clay minerals », edit. G. W. Brindley, Londres.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. 1950a. *Geología y petrografía de las Hojas 12d (Capillitas) y 13d (Andalgaldá), Catamarca.* — Bol. 70, Dir. Gral. Ind. Minera, Bs. As.  
— 1950b. *Descripción geológica de la Hoja 13e (Villa Alberdi), Tucumán.* — Bol. 74, Dir. Nac. Minería.
- GRIM, R. E., BRADLEY, W. F. y BROWN, G. 1951. *The mica clay minerals*, en « X-ray identification and crystal structures of clay minerals », edit. G. W. Brindley, Londres.
- SGROSSO, P. 1947. *Informe sobre el yacimiento de caolín de Mutquín, Catamarca.* — Informe inéd., Dir. Gral. Industria Minera, Bs. As.

Departamento de Geología.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Buenos Aires.

# LA CLASIFICACIÓN DE LOS «OLENIDAE» Y DE LOS «CERATOPYGIDAE» (TRILOBITA)

POR HORACIO J. HARRINGTON Y ARMANDO F. LEANZA

## SUMARIO

Se discute la clasificación de los *Olenidae* y de los *Ceratopygidae*, describiéndose dos nuevos géneros: *Saltaspis* (*Olenidae*) y *Dichelepyge* (*Ceratopygidae*).

Los *Olenidae* se subdividen en cuatro subfamilias: *Leptoplastinae* Angelin, *Triarthrinae* Ulrich emend., *Olentinae* Kobayashi emend. y *Pelturinae* nov. subfam. Se describe el género *Saltaspis* (genotipo: *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi) como un *Pelturinae* propio cercano a *Acerocare*. El género *Jujuyaspis* Kobayashi (genotipo *Jujuyaspis Keideli* Kobayashi), originariamente descrito como un *Leptoplastinae* propio, es en realidad un *Pelturinae* opistopario cercano a *Boeckia*.

No se intenta una subdivisión de los *Ceratopygidae*. Se discute las subfamilias *Ceratopyginae* e *Hysteroleninae* propuestas por Troedsson, llegándose a la conclusión de que son demasiado artificiales para poder ser aceptadas. Se describe el género *Dichelepyge* (genotipo *Dichelepyge pascuali* gen. et. sp. nov.). Se trata de un *Ceratopygidae* cercano a *Hysterolenus* pero con dos pares de espinas pigidiales. La diagnosis de la familia, pues, debe ser modificada.

A instancias del profesor Christian Poulsen de la Universidad de Copenhague hemos preparado estas notas acerca de la clasificación de los *Olenidae* y de los *Ceratopygidae*, adelantando algunos de los resultados expuestos en nuestro trabajo sobre los *Trilobites del Ordovícico Argentino* ya que la publicación de esta monografía, un tanto extensa, puede demorarse aun cierto tiempo. Sólo hemos de dar aquí la descripción de dos nuevos géneros, cuyo conocimiento es indispensable para un mejor entendimiento de las dos familias mencionadas, reservando para más adelante la descripción de las numerosas especies argentinas pertenecientes a diversos géneros de *Olenidae* y *Ceratopygidae*.

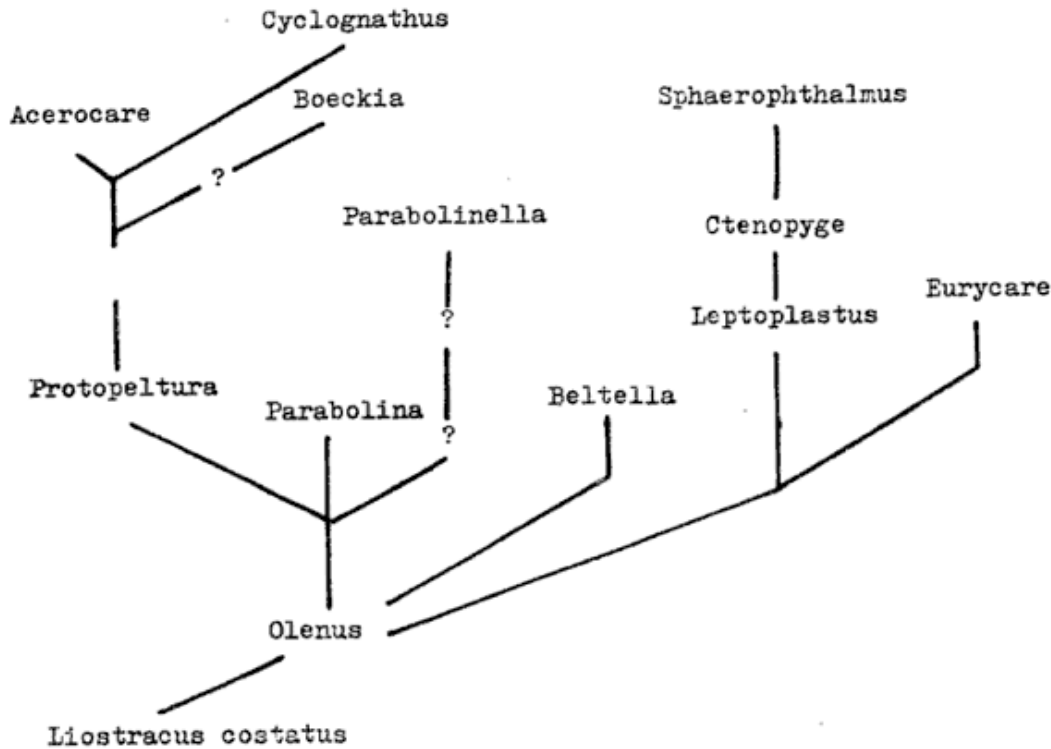
## 1. LA CLASIFICACIÓN DE LOS «OLENIDAE» BURMEISTER

En base de un conocimiento acabado de los *Olenidae* del Cámbrico Superior de Suecia, Westergaard llegó en 1922 a establecer un esquema



filogenético muy plausible en el cual distinguió tres ramas evolutivas principales a partir del género *Olenus* Dalman.

El esquema de Westergaard (1922, p. 188) que, sin duda, constituye la base de las ideas modernas acerca de este grupo, es el siguiente :



Westergaard no intentó una clasificación formal de los *Olenidae* en subfamilias, pero es evidente que la rama derecha de su esquema corresponde al conjunto de los tres géneros que Angelin agrupara, muchos años antes (1854), en su familia *Leptoplastidae*, con el agregado de *Ctenopyge* Linnarsson, propuesto en 1880.

Años después, en 1930, Ulrich propuso separar los géneros *Triarthrus*, *Parabolinella*, *Peltura*, *Protopeltura*, *Acerocare* y *Cyclognathus*<sup>1</sup> de los *Olenidae* verdaderos, estableciendo para ellos la familia *Triarthridae* en la cual ubicó también, aunque dubitativamente, a los géneros norteamericanos *Triarthroides* Ulrich y *Stenochilina* Ulrich (Ulrich, in Bridge, 1930, p. 214).

Poco después, en 1935, Kobayashi propuso subdividir los *Olenidae* en tres subfamilias: *Leptoplastinae* Angelin, *Triarthrinae* Ulrich y *Oleninae* Kobayashi (Kobayashi, 1935, a., p. 257). En lo que respecta a los *Leptoplastinae* Kobayashi aceptó directamente las ideas de Angelin y de Westergaard, ubicando en esta subfamilia a los géneros *Leptoplastus*,

<sup>1</sup> En 1951 Poulsen (*Abstr. Proc. Geol. Soc. London*, n° 1476, 10 th. June) propuso el nombre *Acerocarina* para substituir a *Cyclognathus* Linnarsson 1875, ya que éste es un homónimo inválido de *Cyclognatus* Geoffroy St. Hilaire 1835 (*pro-thus* Geoffroy 1833), un manífero.

*Ctenopyge*, *Sphacrophthalmus* y *Eurycare*. Fué, en cambio, más eclético con respecto a los *Triarthrinae*, llegando a un compromiso entre las ideas de Ulrich y las de Westergaard. Mantuvo en esta subfamilia a los géneros *Protopeltura*, *Peltura*, *Acerocare*, *Acerocarina* («*Cyclognathus*») y *Triarthrus*, pero separó de ella a *Parabolinella*, añadiendo, en cambio, *Boeckia* y *Westergardia*. Por último, propuso la subfamilia *Oleninae* para agrupar a *Olenus*, *Parabolina*, *Parabolinella*, *Beltella*, *Angelina* y al género sudamericano *Parabolinopsis*.

Las tres subfamilias distinguidas por Kobayashi corresponden, pues, casi exactamente a las tres ramas principales del esquema filogenético de Westergaard, con el agregado de los géneros *Parabolinopsis*, *Triarthrus*, *Angelina* y *Westergardia* no considerados por Westergaard, ya que los tres primeros no se conocen del Cámbrico Superior de Suecia, mientras que el cuarto fué propuesto por Raymond en 1924, dos años después de la aparición de la monografía de Westergaard.

Pese a esta estrecha correspondencia entre las ideas de Kobayashi y las de Westergaard, la clasificación del primero adolece de serios defectos que no se manifiestan en el esquema filogenético del segundo. En primer lugar, si entre los *Olenidae* existen dos géneros estrechamente vinculados entre sí, ellos son *Parabolinella* y *Triarthrus* que presentan formas de pasaje a menudo difíciles de atribuir a uno u otro. Tanto es ello así que de los dos cranidios originalmente descritos por Brögger como pertenecientes a *Parabolinella limitis* Brögger, genotipo de *Parabolinella*, e ilustrados en 1882, solamente uno corresponde a esta especie. Es éste el cranidio ilustrado por Brögger (1882) en la lámina III, figura 2 que, de común acuerdo con el doctor G. Henningsmoen de Oslo, designamos aquí lectotipo de *Parabolinella limitis*. El cranidio de la lámina III, figura 4 de Brögger no sólo no corresponde a esta especie sino que ni siquiera pertenece a este género. Se trata sin duda de un *Triarthrus*, estrechamente afín a *Triarthrus shinetonensis* Raw y a *Triarthrotetragonalis* (Harrington) que, incluso, puede corresponder a cualquiera de estas dos especies. Su identificación exacta no es posible, ya que no se conocen sus libragenas, tórax y pigidio.

Es evidente, pues, que separar *Parabolinella* y *Triarthrus* en subfamilias distintas es a todas luces imposible si no queremos falsear sus evidentes relaciones filogenéticas. Pero como se manifiesta claramente en el esquema de Westergaard y como Kobayashi mismo lo comprendió, *Parabolinella* nada tiene que ver con el phylum que, a través de *Protopeltura* y *Peltura*, conduce a *Acerocare*, *Acerocarina* y *Boeckia*. Separando *Parabolinella* y *Triarthrus* de este grupo, los géneros de la rama izquierda del esquema de Westergaard constituyen un conjunto homogéneo y bien caracterizado que puede distinguirse convenientemente como una nueva subfamilia: *Pelturinae*.

En *Pelturinae* nov. subfam. hemos de colocar no solamente a los géneros europeos *Protopeltura*, *Peltura*, *Acerocare*, *Acerocarina*, *Westergardia* y *Boeckia* sino también a los sudamericanos *Parabolinopsis*, Hoek, *Jujuyaspis* Kobayashi y *Saltaspis* gen. nov. (véase p. 198) y al norteamericano *Paenebeltella* Ross. En nuestra opinión, *Beltella* Lake debe también incluirse en esta subfamilia pese a que Lake (1919, p. 102) al describir el género afirmó que se aproxima más a *Olenus* que a cualquier otro y pese a que Westergaard lo supuso derivado de *Olenus* a lo largo de líneas evolutivas distintas de la de los *Pelturinae*. A nuestro entender, *Beltella* se asemeja estrechamente a *Protopeltura*, tanto que especies tales como *Beltella solitaria* Westergaard no son fácilmente distinguibles de ciertas formas de *Protopeltura*, como por ejemplo *P. aciculata* (Angelin) (Westergaard, 1922, lám. XVI, f. 1-2 y f. 3-13). Tanto, que hasta podría sospecharse que al menos el ejemplar de *B. solitaria* ilustrado en la lám. XVI, f. 2, es simplemente un individuo algo deformado de *P. aciculata*. *Beltella* difiere de *Protopeltura*, ante todo, en el curso de las ramas anteriores de la sutura facial, divergentes por delante de los ojos e intramarginales hasta el centro. Este último carácter, presente también en *Angelina*, es polifilético dentro de los *Olenidae* ya que difícilmente pueda aceptarse que *Beltella* y *Angelina* se hallen directamente emparentados.

*Angelina* Salter, género tardío que hace su aparición en el Tremadociano de Gales y de Argentina, se halla mucho más próximo a *Parabolinella* y a *Olenus* que a *Beltella* y *Protopeltura*. Probablemente representa una rama lateral derivada del phylum que conduce de *Olenus* a *Parabolinella*, mostrando, en cuanto a alisamiento de la glabella y a la sutura facial, tendencias evolutivas similares a las de *Beltella*. Opinamos, pues, que *Angelina* corresponde, junto con *Parabolinella* y *Triarthrus*, a la subfamilia *Triarthrinae*, que a más de estos tres géneros comprende también a *Plicatolina* Shaw del Tremadociano de Argentina y Norte América.

No hemos incluido en esta familia a los géneros *Triarthropsis* Ulrich y *Stenochilina* Ulrich ya que es muy probable que no pertenezcan a los *Olenidae*. Difícil es, en verdad, pronunciarse sobre las verdaderas afinidades de estos dos géneros. Cada uno de ellos se conoce por dos especies: *Triarthropsis* por su genotipo *T. nitida* Ulrich y la especie *T.* («*Pythoparia*») *blairi* (Weller) y *Stenochilina* por su genotipo *S. spinifera* Ulrich y la especie *S. pulchra* Howell. Por otra parte, sólo se conocen cranidios de estas especies, no siempre bien conservados y, lo que es aun más de lamentar, no siempre bien ilustrados.

Hasta 1945 Howell incluía ambos géneros en la familia *Triarthridae* Ulrich, pero a nuestro entender no existen razones valederas para aceptar, sin más ni más, que pertenecen a los *Olenidae*. *Triarthropsis* se ase-

meja a ciertos *Corynexochidae* y en particular a *Acheilus* Raymond, tanto que Raymond (1924) mismo y luego Resser (1942 a) refirieron *Ptychoparia blairi* Weller a *Acheilus*, mientras que Rasetti (1945) al describir *Acheilus* (?) *marginatus* Rasetti aceptó que la especie podría corresponder a *Triarthropsis*, pero prefirió ubicarla dubitativamente en *Acheilus*, pese a poseer margen anterior. Creemos, sin embargo, que tanto *Triarthropsis* como *Stenochilina* guardan más estrechas semejanzas con ciertos *Komaspidae* Kobayashi. En particular, *T. nitida* es muy parecida a varias especies de *Drumaspis* Resser (1942 b) y especialmente a aquellas que como *D. clara*, *D. idahoensis*, *D. briscoensis* y *D. nitida* poseen ojos no excesivamente grandes. Y es innegable que la segmentación glabelar de *Stenochilina* se acerca mucho a la de *Ircingella* Ulrich y Resser. Sin abrir juicio definitivo, que sería prematuro en vista de que no conocemos el tórax y pigidio de estos géneros, creemos que ellos podrían incluirse mejor entre los *Komaspidae* que entre los *Olenidae*. Conviene mencionar, a este respecto, que los *Komaspidae* se conocen actualmente no sólo del Cámbrico Medio sino también del Cámbrico Superior y aun del Ordovícico Inferior, donde están representados por al menos dos géneros: *Goniophrys* Ross y *Carolinites* Kobayashi (Ross, 1951; Stubblefield, 1950).

Por último, los *Oleninae* estarían representados en el Cámbrico Superior europeo sólo por los géneros *Olenus* y *Parabolina*, que constituyen a manera de « stock » central del cual se han derivado los demás géneros de la familia. A ellos quizás habría que agregar *Plesioparabolina*, género aberrante del Tremadociano argentino.

En nuestra opinión, pues, los *Olenidae* podrían subdividirse en cuatro subfamilias, de la siguiente manera:

1. *Oleninae* Kobayashi emend.

1. *Olenus* Dalman 1827 (Genotipo: *Entomostracites gibbosus* Wahlenberg)

2. *Parabolina* Salter 1849 (Genotipo: *Entomostracites spinulosus* Wahlenberg)

(?) 3. *Plesioparabolina* Harrington et Leanza 1942 (Genotipo: *Plesioparabolina proparia* Harrgt. & Leanza)

2. *Triarthrinae* Ulrich emend.

4. *Triarthrus* Green 1832 (Genotipo: *Triarthrus beckii* Green)

5. *Angelina* Salter 1864 (Genotipo: *Angelina sedgwicki* Salter)

6. *Parabolinella* Brögger 1882 (Genotipo: *Parabolinella limitis* (Brögger))

7. *Plicatolina* Shaw 1951 (Genotipo: *Plicatolina kindlei* Shaw)

3. *Leptoplastinae* Angelin

8. *Leptoplastus* Angelin 1854 (Genotipo: *Leptoplastus stenotus* Angelin)

9. *Eurycare* Angelin 1854 (Genotipo: *Eurycare brevicauda* Angelin)

10. *Sphaerophthalmus* Angelin 1854 (Genotipo: *Sphaerophthalmus flagellifer* Angelin)

11. *Ctenopyge* Linnarsson 1880 (Genotipo : *Olenus pecten* Salter)
  - (?) 12. *Mekynophrys* Harrington 1938 (Genotipo : *Mekynophrys nanna* Harrington)
  - (?) 13. *Pyraustocranium* Ross 1951 (Genotipo : *Pyraustocranium orbatum* Ross)
4. *Pelturinae* nov. subfam.
14. *Peltura* Milne Edwards 1840 (Genotipo : *Entomostracites scarabaeoides* Wahlenberg)
  15. *Acerocare* Angelin 1854 (Genotipo : *Acerocare ecorne* Angelin)
  16. *Protopeltura* Brögger 1882 (Genotipo : *Protopeltura praecursor* Westergaard)
  17. *Boeckia* Brögger 1882 (Genotipo : *Boeckia hirsuta* Brögger)
  18. *Parabolinopsis* Hoek 1912 (Genotipo : *Parabolinopsis mariana* Hoek)
  19. *Beltella* Lake 1919 (Genotipo : *Ellipsocephalus depressus* Salter)
  20. *Westergardia* Raymond 1924 (Genotipo : *Boeckia scanica* Westergaard)
  21. *Jujuyaspis* Kobayashi 1936 (Genotipo : *Jujuyaspis keideli* Kobayashi)
  22. *Acerocarina* Poulsen 1951 (Genotipo : *Cyclognathus micropygus* Linnarsson)
  23. *Paenebeltella* Ross 1951 (Genotipo : *Paenebeltella vultulata* Ross)
  24. *Saltaspis* gen. nov. (Genotipo : *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi)

Para finalizar convendría decir algunas palabras acerca de las relaciones que, con el resto de los *Olenidae*, guardan los géneros americanos *Parabolinopsis* Hoek, *Paenebeltella* Ross, *Jujuyaspis* Kobayashi, *Saltaspis* nov., « *Andesaspis* » Kobayashi, *Plicatolina* Shaw, *Plesioparabolina* Harrington et Leanza, *Mekynophrys* Harrington y *Pyraustocranium* Ross.

Los cuatro primeros corresponden, sin duda, a los *Pelturinae*. *Parabolinopsis*, según hemos podido comprobar examinando numerosos ejemplares completos y perfectamente conservados de *P. mariana*, posee 14 segmentos torácicos y pigidio pequeño, espinoso, con dos anillos axiales. Se trata de un género indudablemente cercano a *Protopeltura*, pero el mayor número de segmentos torácicos (14 en vez de 12) y el considerable alisamiento de la glabella, sugieren que estos dos géneros se han derivado de un antecesor común. *Paenebeltella* es también un verdadero *Pelturinae*, pero tan similar a *Parabolinopsis* que hasta podría sospecharse identidad genérica. Ross (1951, p. 78) comparó su género con *Beltella*, pero a nuestro entender se acerca más a *Protopeltura* y *Parabolinopsis*. El céfalo de la única especie conocida, *P. vultulata* Ross, difiere del de *Parabolinopsis mariana* en poseer ojos más alejados de la glabella y, por consiguiente, en mostrar libragenas más angostas. El pigidio asignado a *P. vultulata* tiene borde entero y a este respecto se diferencia del de *Parabolinopsis* que es espinoso, asemejándose notablemente al de *Protopeltura intermedia* Westergaard (1922, lám. XIV, f. 22). La presencia o ausencia de espinas en el pigidio no es carácter genérico

en los *Pelturinae*. *Peltura scarabaeoides* (Wahl.) tiene pigidio espinoso, pero *P. minor* (Brögger) lo posee entero; *Protopeltura praecursor* Westergaard tiene pigidio espinoso, mientras que *P. intermedia* (Brögger) no lleva espinas en el margen pigidial. Hasta *Acerocare* es variable a este respecto y mientras el genotipo *A. ecorne* Angelin tiene margen pigidial liso, *A. tullbergi* Moberg & Segerberg tiene pigidio espinoso. Dicho sea de paso, las mismas variaciones se notan en otros géneros de *Olenidae*, tales como *Angelina*, representado en el Tremadociano de Argentina por especies con pigidio espinoso y pigidio entero. Pese a que las diferencias entre *Paenebeltella vultulata* y *Parabolinopsis mariana* podrían tener tan sólo importancia específica, preferimos aceptar por el momento el género de Ross como válido, ya que no se conoce aún el tórax de la especie tipo.

*Jujuyaspis* fué originariamente ubicado por Kobayashi entre los *Leptoplastinae* (Kobayashi, 1936) y descrito como propio. El examen de numerosos ejemplares completos y perfectamente conservados ha demostrado que la única especie conocida hasta ahora, *J. keideli* Kobayashi, posee sutura facial opistoparia (véase lám. I, fig. 8). El género se acerca mucho a *Boeckia* y especialmente a aquellas formas que, como el genotipo *B. hirsuta*, tienen ojos anteriores. Se lo podría considerar como derivado de este género por alisamiento total de la glabella.

*Saltaspis* gen. nov. posee, en cambio, sutura proparia como ya Kobayashi lo señalara al describir el genotipo y única especie conocida hasta ahora, «*Jujuyaspis*» *steinmanni*. El género es muy similar a *Acerocare* y podría suponerse derivado de formas tales como *Acerocare tullbergi*, que posee espina intergenal. Si la espina intergenal de esta especie se ensanchara hasta alcanzar el ángulo genal tendríamos una sutura proparia directamente comparable a la de *Saltaspis*.

«*Andesaspis*» Kobayashi no ha sido incluido en la lista de los *Olenidae* ya que es un género inválido, fundado sobre cranidios y librigenas de *Parabolinopsis mariana* Hoek y pigidios de *Pseudokainella* («*Kainella*») *lata* (Kobayashi). Kobayashi, al describir la especie *Andesaspis argentinensis* Kobayashi no designó holotipo de la misma. Como en su descripción dió evidentemente mayor valor al cranidio, designamos aquí lectotipo de la especie al cranidio ilustrado por Kobayashi (1935) en la lámina XI, figura 1. Con esta designación de lectotipo, la especie se convierte automáticamente en sinónimo de *Parabolinopsis mariana* Hoek y el género *Andesaspis* Kobayashi 1935 en sinónimo de *Parabolinopsis* Hoek 1912.

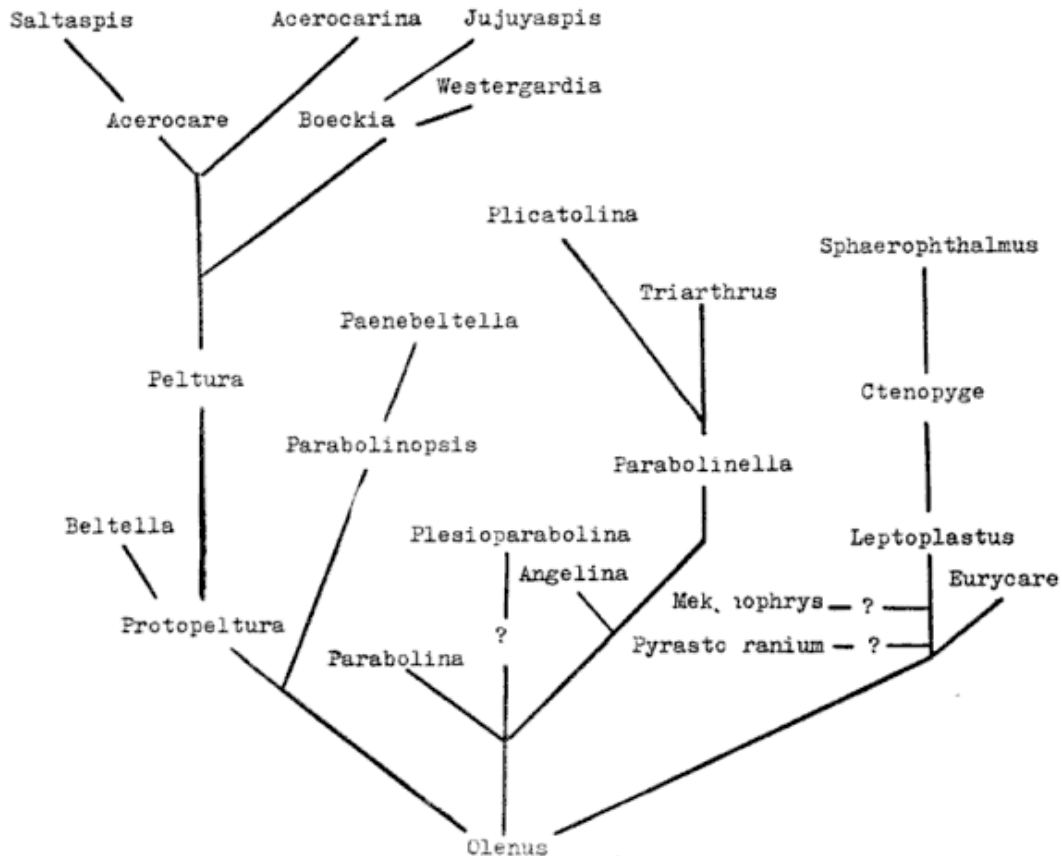
El género *Plicatolina* Shaw, conocido por una especie del Tremadociano norteamericano y otra del Tremadociano argentino, se relaciona sin duda con los *Triarthrinae*. Posee tórax angosto, acercándose en este respecto a *Triarthrus*, pero su segmentación glabellar es del tipo de

*Parabolinella* y aun más compleja que la de *P. limitis* o *P. triarthra*. Se asemeja a la de «*Parabolinella*» *rugosa* Brögger, pero esta especie no tan solo no pertenece al género *Parabolinella* sino que ni siquiera es un *Olenidae*. *Plicatolina* parece representar una rama lateral derivada de *Parabolinella* a lo largo de líneas evolutivas distintas de las que conducen a *Triarthrus*.

*Plesioparabolina* es un género propio aberrante, de vinculaciones dudosas pero que, en apariencia, se aproxima más a *Parabolina* y a *Olenus* que a los demás géneros de la familia. Difícil es, en verdad, llegar a conclusiones positivas acerca de sus relaciones reales pero quizá pueda considerársele como derivado de la línea que conduce de *Olenus* a *Parabolina* y, por lo tanto, como un *Oleninae*.

También son dudosas las afinidades de *Mekynophrys*, género representado por una única especie de la cual sólo se conoce el cranidio. Aunque presenta ciertas similitudes con *Leptoplastus* y *Ctenopyge* no es posible, por el momento, aclarar completamente sus vinculaciones reales con los *Leptoplastinae*. Lo propio ocurre con *Pyraustocranium* Ross, género norteamericano representado también por una única especie de la cual sólo se conoce el céfalo. Aunque bien puede ser un *Leptoplastinae*, Ross mismo ha señalado que las semejanzas que presenta con *Leptoplastus* y *Ctenopyge* podrían deberse a homeomorfía, sin que ellas indiquen estrecha relación filogenética con los géneros mencionados.

El esquema siguiente expresa gráficamente nuestras ideas respecto a las líneas evolutivas de los *Olenidae* :



Subfam. **Pelturinae** nov. subfam.

Genus **SALTASPIS** gen. nov.

*Diagnosis* : *Pelturinae* con glabela lisa y cónica, ojos grandes muy cercanos a la glabela y más próximos al margen anterior que al posterior del cranidio. Sutura facial proparia. Espina genal larga y fuerte, llevada por los limbos póstero-laterales del cranidio. Tórax con 12 segmentos. Axotórax fusiforme, ancho. Pleuras con fulcro proximal, terminadas en espinas muy cortas. Pigidio semielíptico, paucisegmentado, con margen entero, sin espinas.

*Genotipo* : *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi.

**Saltaspis steinmanni** (Kobayashi)

Lám. I. figs. 1, 2 y 7

1936. *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi, *Proparian Genus « Olenidae »*, p. 176, fig. texto 1-5.

1937. *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi, *Shelly Faunas*, p. 480, lám. IV, figs. 1-5.

*Descripción* : Escudo dorsal subelíptico, de tamaño mediano a pequeño. Céfaló de contorno general reniforme, más de dos veces más ancho que largo, con margen anterior débilmente curvo hacia atrás en su tramo mediano.

Cranidio muy alargado posteriormente, escasamente convexo. Glabela grande y lisa, de contorno cónico, redondeada por delante, más larga que ancha, apenas elevada por sobre el nivel de la fixigenas y bien delimitada por surcos dorsales convergentes hacia adelante. Surco occipital bien marcado, débilmente curvo hacia atrás. Anillo occipital relativamente angosto y liso.

Campo preglabellar angosto ; su anchura es aproximadamente igual a la del anillo occipital. Borde anterior más angosto que el campo preglabellar, elevado. Margen anterior débilmente inflexo. Fixigenas muy angostas. Limbos póstero-laterales muy anchos, alcanzando el ángulo genal y llevando espina larga y fuerte, dirigida hacia atrás. Borde posterior algo ensanchado en su porción mediana pero más angosto que el anillo occipital. Margen posterior casi normal al eje del cranidio.

Ojos grandes, colocados muy cerca de la glabela, casi en contacto con los surcos dorsales y algo más próximos al margen anterior que al posterior del cranidio. Bandas oculares ausentes.

Ramas anteriores de la sutura facial subparalelas o apenas convergentes por delante de los ojos, luego curvadas hacia adelante y adentro cortando al borde anterior y marginales hasta el centro. Ramas poste-



riores dirigidas directamente hacia afuera por detrás de los ojos, luego suavemente curvas, cortando al margen lateral del céfalo por delante de los ángulos genales. La sutura es, pues, claramente proparia. Libragenas en forma de un cuarto de círculo.

Tórax provisto de 12 segmentos. Axotórax ancho, fusiforme. Su anchura, al nivel del anillo anterior, es aproximadamente igual a  $3/7$  del ancho total del tórax y, al nivel del último anillo, alrededor de  $2/5$ . Anillos lisos, con faceta articular grande. El décimo anillo lleva una larga espina mediana, dirigida hacia atrás, que sobrepasa el borde posterior del pigidio. Pleuras con fulcro proximal y extremidades terminadas en espinas muy cortas, curvas hacia atrás.

Pigidio semielíptico, dos veces más ancho que largo. Pigaxis cónico, con cuatro anillos y segmento terminal redondeado por detrás. Pigo-pleuras con una pleura anterior bien marcada y débiles trazas de segmentación por detrás de ella. Margen entero, sin espinas, uniformemente curvo.

*Observaciones* : En 1936 Kobayashi fundó el género *Jujuyaspis* con *Jujuyaspis keideli* por genotipo (Kobayashi, 1936 a, p. 89). En esa oportunidad describió la sutura facial de esta especie como proparia y aun esta forma carece de espina genal, las ilustraciones originarias del genotipo parecían confirmar este carácter. Poco después, en 1936, Kobayashi agregó una nueva especie a su género para la cual propuso el nombre de *Jujuyaspis steinmanni* (Kobayashi, 1936 b, p. 176). Esta especie fué fundada sobre dos cranidios fragmentarios, una libragena y dos pigidios provenientes de Tambo Guanacuno (Bolivia). El carácter propario de la sutura era evidente, ya que la nueva especie poseía larga espinal genal llevada por los limbos póstero-laterales del cranidio.

En las colecciones a nuestra disposición existen centenares de ejemplares de *Jujuyaspis keideli*, muchos de ellos completos y magníficamente conservados, mientras que *Jujuyaspis steinmanni* está representado por varios escudos dorsales casi completos y algunos céfalos sueltos. El detenido análisis de este rico material nos ha llevado a la conclusión de que *Jujuyaspis keideli* y *Jujuyaspis steinmanni* corresponden a dos géneros distintos, opistopario el primero y propario el segundo.

Los ejemplares bien conservados de *J. keideli* muestran que la sutura es, sin la menor duda, opistoparia, tal como puede observarse en la lámina X, figura 8. En cambio, *J. steinmanni* posee sutura proparia y la fuerte espina genal es llevada por el cranidio (lám. figs. 1, 2 y 7). Este solo hecho justifica la separación de estas dos especies en géneros distintos y siendo *Jujuyaspis keideli* el genotipo de *Jujuyaspis* Kobayashi, corresponde separar *Jujuyaspis steinmanni* en un nuevo género para el cual proponemos el nombre de *Saltaspis* gen. nov.

*Jujuyaspis* Kobayashi y *Saltaspis* gen. nov. se diferencian, por otra

parte, en ciertos detalles importantes y especialmente en la forma de la glabella, tamaño de los ojos y pleuras torácicas. La glabella de *Jujuyaspis* es más subcuadrada y, en general, menos cónica que la de *Saltaspis* y los ojos del primero de estos géneros son menores que los del segundo. Las mayores diferencias se observan en el tórax. Mientras *Jujuyaspis* posee pleuras con fulcro distal, prolongadas en espinas muy largas, *Saltaspis* tiene pleuras con fulcro proximal, termina en espinas muy cortas.

*Saltaspis*, tal como lo define el genotipo y única especie conocida hasta ahora, se asemeja notablemente a *Acerocare* Angelin, tal como ha sido definido por Westergaard (1922, p. 203). Su similitud con algunas especies de este género es realmente llamativa. En *A. tullbergi* Moberg et Möller (Westergaard, 1922, p. 178, lám. XVI, figs. 15-18) existe una corta espina intergenal en el margen posterior del cranidio, no lejos del ángulo genal, que por ensanchamiento y crecimiento podría conducir a una verdadera espinal genal «proparia» como la observada en *Saltaspis*. Creemos, pues, que este género debe considerarse como un *Pelturinae* cercano a *Acerocare*.

*Horizonte* : Tremadociano inferior. Zona de *Kainella meridionalis*.

*Localidad y material examinado* : Cabeceras de la Quebrada de Lampazar, cerca del Portezuelo de Sococha. Región norte de la Quebrada del Toro, provincia de Salta. 15 ejemplares completos, varios céfalos y fragmentos torácicos.

## 2. LA CLASIFICACIÓN DE LOS « CERATOPYGIDAE » RAYMOND

La familia *Ceratopygidae* Raymond comprende los géneros siguientes:

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Ceratopyge</i> Corda 1847                   | Genotipo : <i>Olenus forficula</i> Sars           |
| 2. <i>Proceratopyge</i> Wallerius 1895            | Genotipo : <i>Proceratopyge conifrons</i> Wall.   |
| 3. <i>Hysterolenus</i> Moberg 1898                | Genotipo : <i>Hysterolenus tornquisti</i> Moberg  |
| 4. <i>Kogenium</i> Kobayashi 1935                 | Genotipo : <i>Kogenium rotundum</i> Kobayashi     |
| 5. <i>Diceratopyge</i> Troedsson 1937             | Genotipo : <i>Diceratopyge mobergi</i> Troed.     |
| 6. <i>Lopnorites</i> Troedsson 1937               | Genotipo : <i>Lopnorites rectispinatus</i> Troed. |
| 7. <i>Prionopyge</i> Harrington et<br>Leanza 1942 | Genotipo : <i>Onychopyge riojana</i> Harrington   |

A estos géneros debe agregarse ahora uno nuevo, descrito en este trabajo :

8. *Dichelepyge* gen. nov.      Genotipo : *Dichelepyge pascuali* gen. et sp. nov.

Este nuevo género que, por sus características es un verdadero *Ceratopygidae*, se aparta de los siete ya conocidos en poseer dos pares de

espinas en el pigidio obligando a modificar substancialmente la diagnosis de la familia.

En 1937 Troedsson propuso dividir los *Ceratopygidae* en dos subfamilias, *Ceratopygidae* e *Hysteroleninae*. La primera, caracterizada por formas sin banda ocular y con pigidio con pocas pleuras, comprendía a los géneros *Ceratopyge*, *Proceratopyge* y *Diceratopyge* mientras que la segunda reunía a los géneros con banda ocular y con pigidio provisto de numerosas pleuras: *Hysterolenus*, *Lopnorites* y *Kogenium*, este último con interrogante (Troedsson, 1937, p. 34).

En nuestra opinión esta subdivisión en dos subfamilias tiene carácter demasiado artificial y, por otra parte, es obvio que existen pasajes entre un grupo y otro así definidos.

Como el mismo Troedsson lo señalara, *Proceratopyge* suele presentar pigidio con pleuras numerosas. Escasa diferencia puede hallarse, en cuanto a segmentación, entre pigidios tales como del genotipo de *Lopnorites*, *L. rectispinatus* (Troedsson, 1937, lám. II, f. 2) y el de algunas especies de *Proceratopyge* como, por ejemplo, *P. tullbergi* Westergaard (Westergaard, 1922, lám. II, f. 7). Por otra parte, algunas formas de este último género, tales como una nueva especie argentina aún no descrita y hasta el genotipo *P. conifros* Wallerius, presentan trazas bastante visibles de banda ocular, con lo cual este carácter pierde valor para distinguir subfamilias.

Adviértase, además, que de aceptarse la subdivisión propuesta por Troedsson, los *Ceratopyginae* incluirían géneros con ojos grandes y posteriores (*Ceratopyge*) y con ojos pequeños submedianos (*Proceratopyge*), mientras que los *Hysteroleninae* también comprenderían géneros con ojos posteriores (*Hysterolenus*) y submedianos (*Lopnorites*). La primer subfamilia contendría géneros con glabella expandida hacia adelante (*Ceratopyge*) cilíndrica (*Diceratopyge*) y cónica (*Proceratopyge*). Estos dos últimos tipos también se hallarían en la segunda subfamilia.

Conviene mencionar, por último, que la posición de las espinas del pigidio tampoco tiene valor diagnóstico para distinguir subfamilias ya que en *Proceratopyge*, *Prionopyge*, *Lopnorites* y *Kogenium* las espinas son llevadas por el primer par de pleuras, en *Hysterolenus* y *Diceratopyge* están relacionadas con el segundo segmento del pigidio y en *Ceratopyge* surgen de la fusión de los dos primeros segmentos. Finalmente, en *Dichelepyge* gen. nov., el pigidio lleva dos pares de espinas relacionadas con la primera y segunda pleura respectivamente.

Por los motivos apuntados, pues, creemos que por el momento no es posible intentar una subdivisión en subfamilias de los *Ceratopygidae* y nos inclinamos a abandonar la división propuesta por Troedsson por considerarla excesivamente artificial.

Genus **DICHELEPYGE** gen. nov.

*Diagnosis* : *Ceratopygidae* con glabela cónica, ojos de tamaño mediano, subcentrales, con banda ocular corta. Tórax con seis segmentos. Pleuras con región proximal hinchada, cruzada por surco curvo, y región distal más deprimida, terminada en espina larga. Pigidio sub-semicircular, multisegmentado tanto en el axotórax como en las pigopleuras con dos pares de espinas laterales relacionadas con la primera y segunda pleura respectivamente.

Genotipo : *Dichelepyge pascuali* gen. et sp. nov.

**Dichelepyge pascuali** gen. et sp. nov.

(Lám. I, figs. 3-6)

*Descripción* : Cranidio de contorno subtrapezoidal, alargado transversalmente y poco convexo.

Glabela cónica, algo constricta al nivel del par posterior de surcos glabelares, tan larga como ancha, truncada frontalmente, poco elevada por sobre el nivel de las fixigenas y bien delimitada por surcos dorsales profundos.

Superficie de la glabela con tres pares de surcos laterales. Los surcos del primer par (anterior) muy pequeños y poco marcados, en forma de dos cortas incisiones normales al eje de la glabela, muy separadas entre sí y relativamente próximas a los surcos dorsales. Los del segundo par son algo más marcados, subparalelos a los del primero y próximos a ellos. Los del tercer par tienen forma de Y acostada. Nacen en los surcos dorsales y corren por un corto trecho normalmente al eje de la glabela para luego bifurcarse en dos ramas cortas, dirigidas oblicuamente hacia arriba y abajo respectivamente. Los surcos están muy separados entre sí dejando un ancho espacio libre en el centro de la glabela donde se observa un diminuto tubérculo mediano.

Surco occipital ancho y profundo, con tramo central largo, levemente convexo hacia adelante, y dos tramos laterales cortos algo oblicuos hacia adelante, que no alcanzan a ponerse en contacto con los surcos dorsales. Anillo occipital ancho, levemente engrosado en el medio.

Campo preglabellar ancho y algo cóncavo. Su anchura es aproximadamente igual a la mitad de la longitud de la glabela (sin anillo occipital). Borde anterior muy angosto, elevado y no separado del campo preglabellar por surco marginal. Margen anterior del cranidio muy levemente curvo hacia adelante.

Fixigenas de anchura moderada. Limbos póstero-laterales más anchos que largos, subtriangulares. Surco posterior recto y profundo. Borde

posterior elevado, mucho más angosto que el anillo occipital, recto. Margen posterior recto, dirigido normalmente al eje del cráneo.

Ojos de tamaño mediano, ubicados a mitad de la distancia entre el margen anterior y el posterior del cráneo y relativamente cerca de la glabella. Banda ocular corta, ancha y algo oblicua hacia atrás.

Ramas anteriores de la sutura facial algo divergentes por delante de los ojos, luego describiendo una curva amplia, cortando oblicuamente al borde anterior y marginales hasta el centro. Ramas posteriores sinuosas, muy oblicuas hacia afuera, alcanzando el margen posterior lejos de la glabella.

Tórax con seis segmentos. Axotórax angosto, cónico. Su anchura alcanza, aproximadamente, a  $1/6$  del ancho total medido entre las terminaciones espinosas de las pleuras. Anillos torácicos con tramo central recto y tramos laterales oblicuos hacia adelante y afuera. Pleuras bastante angostas y largas, dirigidas normalmente al eje del tórax. En las pleuras se reconocen dos regiones distintas: una proximal hinchada y otra distal chata. La mitad proximal está cruzada por un surco angosto y profundo, que nace junto al surco axial en el ángulo ántero-interior de la pleura. El surco describe una amplia curva, convexa hacia atrás y casi alcanza a tocar el borde interpleural posterior, esfumándose hacia afuera en la región distal chata luego de una inflexión cóncava hacia atrás. El tramo proximal queda, pues, dividido longitudinalmente en dos porciones desiguales. La mayor, que se halla entre el surco y el borde interpleural anterior, tiene forma semilunar fusiforme y es hinchada y convexa. La menor, por detrás del surco, es deprimida y angosta pero es también algo hinchada en el triángulo póstero-interior y por detrás de la inflexión distal del surco pleural. Esta última zona hinchada tiene el aspecto de un tubérculo triangular-redondeado muy conspicuo.

El tramo distal de las pleuras es chato en comparación y se halla cruzado por un surco muy débil, que se pierde hacia afuera y divide a la pleura en dos porciones subiguales. El tramo distal de la primera pleura es aguzado, apenas curvo hacia atrás y terminado en punta aguda. El de la segunda pleura es bastante más curvo y el de la tercera ya francamente prolongado en espina ganchuda dirigida muy oblicuamente hacia atrás y afuera. Las tres pleuras restantes son similares a la tercera.

Pigidio sub-semicircular, multisegmentado, con anillos y pleuras bien marcados y provisto de dos pares de espinas laterales. Pigaxis cónico y angosto, con siete anillos y un diminuto segmento terminal. Pigopleuras con cinco pleuras bien definidas, cada vez más oblicuas hacia atrás. Las pleuras tienen características similares a las del tórax, con una porción anterior mayor e hinchada, separada de una porción más angosta por un surco pleural profundo y curvo. La primera pleura se continúa

en una espina delgada, recta, dirigida hacia atrás y algo hacia afuera y relativamente corta. La segunda pleura se prolonga en una espina mucho más larga y fuerte, levemente curva hacia afuera y dirigida oblicuamente hacia atrás, cuyo extremo terminal se aleja del margen posterior del pigidio a una distancia igual a la longitud de este escudo. El surco pleural de la segunda pleura se continúa por breve trecho en la zona basal de la espina, esfumándose bien luego.

*Observaciones* : El género *Dichelepyge* nov., tal como lo define su genotipo *D. pascuali* gen. et sp. nov., se asemeja en ciertos aspectos a *Hysterolenus* Moberg y *Lopnorites* Troedsson, pero difiere de ambos en poseer dos pares de espinas en el pigidio. De *Lopnorites* (Troedsson, 1937, p. 35, lám. II, figs. 1-10) difiere también en el número de segmentos torácicos, en el tipo de pleuras y en poseer glabela truncada frontalmente y no redondeada. Las pleuras de *Hysterolenus*, tal como han sido ilustradas por Moberg y Segerberg en el genotipo *H. tornquisti* (1906, lám. IV, f. 37) son de un tipo similar al de *Dichelepyge* nov., con surco sinuoso en la región proximal separando dos porciones hinchadas. Nuestro género se distingue fácilmente de *Hysterolenus*, sin embargo, no sólo por los dos pares de espinas pigidiales sino en poseer ojos submedianos y glabela truncada frontalmente. Es evidente, no obstante, que *Dichelepyge* muestra mayores afinidades con *Hysterolenus* que con cualquier otro género de *Ceratopygidae*.

*Horizonte* : Tremadociano inferior. Zona de *Kainella meridionalis*.

*Localidad y material examinado* : Cabecera de la Quebrada de Lampazar, cerca del Portezuelo de Sococha. Región norte de la Quebrada del Toro, provincia de Salta. Tres escudos dorsales incompletos y un cráneo. Holotipo : n° 4490, Paratipos : n°s 4455 y 4456. (Departamento de Geología, Universidad de Buenos Aires).

**Summary.** — The classification of the *Olenidae* and *Ceratopygidae* are discussed and the new genera *Saltaspis* (*Olenidae*) and *Dichelepyge* (*Ceratopygidae*) described.

The *Olenidae* are subdivided in four subfamilies : *Leptoplastinae* Angelin, *Triarthrinae* Ulrich emend., *Oleninae* Kobayashi emend. and *Pelturinae* nov. subfam.

The new genus *Saltaspis* (genotype *Jujuyaspis steinmanni* Kobayashi) is described. This is a proparian *Pelturinae* allied to *Acerocare*. *Jujuyaspis* Kobayashi (genotype *Jujuyaspis keideli* Kobayashi), originally described as a proparian *Leptoplastinae* is shown to be an opisthoparian *Pelturinae* related to *Boeckia*.

No attempt is made to subdivide the *Ceratopygidae*. Troedsson's subfamilies *Ceratopyginae* and *Hysteroleninae* are discussed and the conclusion reach that they are too artificial to be maintained. The new genus *Dichelepyge* (genotype *Dichelepyge pascuali* gen. et sp. nov.) is described. This is certainly a *Cerato-*

*pygidiae*, not unlike *Hysterolenus*, but it has two pairs of pygidial spines. The diagnosis of the family, therefore, should be emended accordingly.

LISTA DE TRABAJOS MENCIONADOS EN EL TEXTO

- ANGELIN, N. P. 1854. *Crustacea Formationis Transitionis*. — *Paleontologia Scandinavica*.
- BRIDGE, J. 1930. *Geology of the Eminence and Cardareva Quadrangles*. — Missouri Bur. Geol. Mines, vol. XXIV, 2nd. Ser.
- BRÜGGER, W. C. 1882. *Die Silurischen Etagen 2 und 3 in Kristianiagebiet und auf Eker, etc. Cristiania*.
- HARRINGTON, H. J. y LEANZA, A. F. 1942. *Sobre algunos trilobites nuevos o poco conocidos del Ordovícico del Norte Argentino*. — *Rev. Mus. La Plata (N. S.)*, vol. II. Paleont. N°.
- HOWELL, B. F. 1945. *Revision of the Upper Cambrian faunas of New Jersey*. — *Geol. Soc. Amer., Mem.* N° 12.
- KOBAYASHI, T. 1935. *On the Kainella fauna of the Basal Ordovician age found in Argentina*. — *Japan. Journ. Geol. Geogr.*, vol. XII, N°s 3-4.
- 1936 a. *On the « Parabolina » fauna from Province Jujuy, Argentina*. — *Japan Journ. Geol. Geogr.*, vol. XIII, N° 8.
- 1936 b. *Proparian genus of the « Olenidae » and its bearing of the « Trilobite » classification*. — *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, vol. XII, p. 176.
- 1937. *The Cambro-Ordovician shelly faunas of South America*. — *Journ. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Sect. II*, vol. IV, pt. 4.
- LAKE, P. 1919. *A Monograph of the British Cambrian Trilobites*. — Part V. *Paleont. Soc. London*.
- MOBERG, J. C. y SEGERBERG, C. O. 1906. *Bidrag till Kännedomen om Ceratopygeregionen, etc.* — *Lund Univ. Arsskr., N. F., Afd. 2, Bd. 2, N° 7*.
- RASETTI, F. 1945. *New Upper Cambrian trilobites from the Levis conglomerate*. — *Journ. Pal.*, vol. 19, N° 5, pp. 462-478.
- RAYMOND, P. 1924. *New Upper Cambrian and Lower Ordovician Trilobites from Vermont*. — *Boston Soc. Nat. Hist., Proc.*, vol. 37, pp. 389-466.
- RESSER, C. E. 1942 a. *Fifth contribution to the nomenclature of Cambrian fossils*. — *Smith. Misc. Coll.*, vol. 101, N° 15.
- 1942 b. *New Upper Cambrian Trilobites*. — *Smith. Misc. Coll.*, vol. 103, N° 5.
- ROSS, R. J. 1951. *Stratigraphy of the Garden City Formation in northeastern Utah, and its trilobite faunas*. — *Peabody Mus. Nat. Hist., Yale Univ., Bull.* N° 6.
- SHAW, A. B. 1951. *The Paleontology of Northwestern Vermont. I: New Late Cambrian Trilobites* — *Journ. Pal.*, vol. 25, N° 1, pp. 97-114.
- STUBBLEFIELD, C. J. 1950 a. *A new Komaspid genus of wide distribution in early Ordovician times*. — *Ann. Mag. Nat. Hist. (12)*, vol. 3, N° 28, pp. 341-352.
- 1950 b. *« Dimetocephalus » Stubblefield 1950, « Carolinites » Kobayashi 1940*. — *Ann. Mag. Nat. Hist. (12)*, vol. 3, N° 29.
- TROEDSSON, G. 1937. *On the Cambro-Ordovician faunas of Western Quruq tagh, Eastern T'ien-shan*. — *Rep. Sci. Exp. N. W. Prov. China, Publ. 4, Sino-Swedish Exp. (Pal. Sinica, B. 2)*.
- WESTERGAARD, A. H. 1922. *Sveriges Olenidskiffer*. — *Sver. Geol. Undersök., Ser. Ca.* N° 18.

Departamento de Geología.  
Universidad de Buenos Aires.  
Diciembre de 1952.

## EXPLICACIÓN DE LA LÁMINA

*Figs. 1, 2-7. — Saltaspis steinmanni* (Kobayashi).

Cabeceras de la Quebrada de Lampazar, región norte de la Quebrada del Toro, Provincia de Salta. Tremadociano inferior.

1: Cranidio n° 4429,  $\times 4$ ; 2: Ejemplar completo n° 4428,  $\times 4$ ; 7: Ejemplar fragmentario n° 4432, bordeado para mostrar la sutura pararia,  $\times 4$ .

*Figs. 3-6. — Dichelepyge pascuali* gent. et sp. nov.

Cabeceras de la Quebrada de Lampazar, región norte de la Quebrada del Toro, Provincia de Salta. Tremadociano inferior.

3: Pigidio del paratipo n° 4455 (impresión natural), bordeado para mostrar los dos pares de espinas,  $\times 8$ ; 4: Paratipo n° 4456 (molde natural fragmentario del ejemplar n° 4455). Obsérvese los dos pares de espinas,  $\times 4$ ; 5: Molde de plasticina del cranidio holotipo n° 4490,  $\times 5$ ; 6: Molde de plasticina del ejemplar paratipo n° 4455,  $\times 3, 5$ .

*Fig. 8. — Jujuyaspis keideli* Kobayashi.

Quebrada de Humahuaca, al este de la Estación Puñmamarca, Provincia de Jujuy. Tremadociano inferior.

Cranidio con una libragena, mostrando el carácter opistopario de la sutura facial. Ejemplar n° 918,  $\times 4$ .

Los números de los ejemplares corresponden al catálogo del Departamento de Geología de la Universidad de Buenos Aires.





5



1



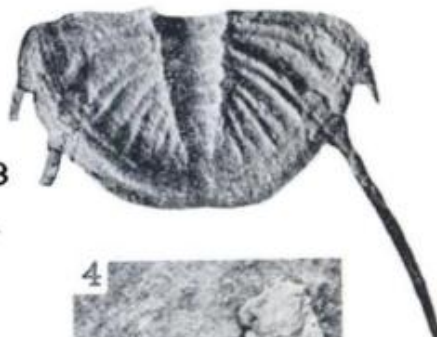
6



2



7



3



4



8



## COMENTARIOS BIBLIOGRÁFICOS

SPATH, L. F., *Additional Observations on the Invertebrates (chiefly Ammonites) of the Jurassic and Cretaceous of East Greenland. II, Some Infravalangian Ammonites from Lindemans Fjord, Wollanston Forland; with a Note on the Base of the Cretaceous.* Medd. om Grönland., 133, n° 4. Copenhagen, 1952.

Los primeros capítulos contienen la descripción de algunos nuevos ammonites de tipo francamente boreal de Groenlandia oriental. Las partes finales tratan el tan debatido problema del establecimiento del límite inferior del sistema Cretácico en base a faunas de ammonites recientemente descubiertas. Entre éstas, la que tiene mayor significación es la de Jebel Gara, cerca de Amadía, en el norte del Iraq y que todavía no ha sido publicada totalmente<sup>1</sup>.

Ella consiste en una serie de ammonites estrechamente vinculados, en parte, a los que yo describiera para la Sierra Azul, Mendoza (*Anales del Museo de La Plata*, 1945). Así, el género *Groebiceras*, descrito entonces, ha sido redescubierto por Spath en Kurdistán en una sección que contiene, también, otros géneros que, hasta el presente, considerábamos propios del reino sudandino, tales como *Substeueroceras*, *Pseudolissoceras* y *Parodontoceras*.

Por lo que más directamente nos concierne en relación con nuestras series fosilíferas andinas, el trabajo de Spath confirma la edad titoniana que en 1945 atribuí a las capas con *Substeueroceras* antes consideradas como infravalangianias y la edad berriasiana que asigné a las capas con *Spiticeras* y *Cuyaniceras* tenidas por valanginianas.

La sección de Jebel Gara y las de la Sierra Azul, al corresponderse mutuamente, abren en nuestros estudios el principio de una era en la que podemos alentar la esperanza de colmar las lagunas de nuestro conocimiento en cuanto a una más exacta delimitación de los pisos Titoniano y Berriasiano, pues, tal como lo reconoce Spath, las localidades clásicas de Spiti, en el Himalaya, y las del Sudeste de Francia carecen casi por completo de la deseable información estratigráfica por lo que se refiere a la separación, centímetro a centímetro, de los distintos fósiles.

<sup>1</sup> En el trabajo que comentamos sólo se hallan las listas de los géneros determinados por Spath para las distintas capas que integran la sección jurásico-cretácica de Jebel Gara. La fauna de los niveles comparables con los de *Pseudolissoceras* y *Windhausenicerias* de nuestro Titoniano fueron ilustradas por el mismo Spath en 1950 (*Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Geol.*, 1-4).

El autor de este comentario no puede abstenerse de manifestar expresamente la satisfacción producida por el hecho de que las investigaciones realizadas en nuestro país, por modestos estudiosos e investigadores, hallan eco en el exterior de donde llegan comentarios alentadores a los argentinos que se dedican a esta suerte de estudios y más aun por tratarse de comprobaciones que ratifican y confirman plenamente interpretaciones emitidas por éstos hace largos años.  
— *A. F. Leanza.*

---

ESTA ENTREGA SE TERMINÓ DE IMPRIMIR EL 19 DE FEBRERO DE 1953

---

## ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

---

COMISION DIRECTIVA : *Presidente* : DR. FÉLIX GONZÁLEZ BONORINO ; *Vice-Presidente* : DR. MARIO TERUGGI ; *Secretario* : DR. ALBERTO T. J. GIOVINE ; *Tesorero* : DR. EDUARDO METHOL ; *Vocales titulares* : DR. AMÍLCAR HERRERA, DR. GUILLERMO FURQUE Y DR. JULIÁN A. FERNÁNDEZ ; *Vocales suplentes* : DR. HORACIO V. RIMOLDI, DR. CARLOS GENTILE Y DR. HÉCTOR ORLANDO.

SUBCOMISION DE LA REVISTA : DR. ARMANDO F. LEANZA, DR. HORACIO V. RIMOLDI Y DR. HORACIO H. CAMACHO.

---

### REGLAMENTACION DE LA REVISTA

La publicación de la *Revista de la Asociación Geológica Argentina* se regirá por las siguientes normas :

a) La Revista está principalmente destinada a difundir la labor científica de los miembros de la Asociación Geológica Argentina.

b) Ella se publicará trimestralmente, componiéndose un volumen por año.

c) Las contribuciones que en ella se publiquen deberán referirse a las Ciencias Geológicas, debiendo ser preferentemente relacionadas con la República Argentina, representando una reseña general del tema tratado o una síntesis puesta al día, sobre un tema de interés general.

d) Constará de cuatro (4) pliegos como mínimo, pudiendo la Comisión Directiva fijar en cada caso, el número de pliegos que compondrá cada entrega.

e) Todos los trabajos presentados serán considerados por la Comisión Directiva. Esta designará en su primera reunión una subcomisión compuesta por tres de sus miembros, para dictaminar sobre la calidad de los trabajos y cuyo dictamen, presentado oportunamente, será puesto en conocimiento de la Comisión Directiva, la que procederá a aceptar o rechazar los trabajos.

f) Los investigadores ajenos a la Asociación Geológica Argentina podrán publicar en la Revista siempre que así lo soliciten a la misma, la cual resolverá la impresión de sus trabajos, previo informe de la subcomisión correspondiente, de acuerdo a lo establecido en el inciso e).

g) Los trabajos a publicarse deberán ser inéditos. No será aceptado ningún trabajo consistente en simples descripciones de objetos ; para que cumplan con su finalidad científica, ellos deberán ser acompañadas con las conclusiones e interpretación correspondiente.

h) Al editarse los trabajos deberán llevar la fecha de su entrega a la Asociación y la fecha correspondiente al día en que se pongan en circulación.

i) Es imprescindible que todos los trabajos estén precedidos de un breve resumen.

j) Es deseable que todos los trabajos lleven un resumen en idioma inglés, francés o alemán.

k) Las ilustraciones han de limitarse estrictamente al objeto del trabajo, evitando los detalles superfluos. Su tamaño deberá reducirse todo lo posible.

l) Como regla general, todas las ilustraciones deberán intercalarse en el texto.

m) Las láminas fuera del texto no pueden ser material ilustrativo corriente, sino de excepción. La Asociación admitirá como máximo, una lámina fuera del texto por cada diez (10) páginas o fracción mayor de cinco (5) páginas de composición. En caso de que el número de láminas exceda esta proporción, el costo de las mismas correrá por cuenta del autor.

n) Las ilustraciones que excedan, por su tamaño, la caja de la Revista, serán costeadas por el autor.

ñ) Todos los originales, sean ellos del texto como de las láminas, quedarán como propiedad de la Asociación y serán oportunamente archivados, exceptuando las ilustraciones que hayan sido costeadas por el autor.

o) Los autores podrán solicitar cincuenta (50) tiradas aparte de sus trabajos, debiendo requerirlas al enviar el original. Los autores deberán costear la mitad de los gastos que demande esa impresión. En caso que los autores fueran más de uno, este número de tiradas aparte se distribuirá proporcionalmente entre ellos. Los autores podrán pedir un número mayor de separados, corriendo los gastos por su cuenta.

p) Las partes descriptivas de los distintos trabajos (descripciones petrográficas, paleontológicas y de perfiles geológicos) serán compuestas con un tipo más pequeño y con interlíneas más reducidas que el normal.

q) La Comisión Directiva procederá a fijar en cada caso y de acuerdo con las necesidades, el tiraje de la Revista. Asimismo fijará el número de ejemplares que serán destinados al canje.

r) La Comisión Directiva fijará el precio de venta de la Revista.

s) Todos los miembros de la Asociación, de cualquier categoría que ellos sean, recibirán la Revista sin cargo.

#### 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  
ITUZAINGÓ 1060, Buenos Aires (Rep. Argentina)**



# ASKANIA-WERKE

AKTIENGESELLSCHAFT

BERLIN-FRIEDENAU

INSTRUMENTAL DE ALTA PRECISION PARA LA CIENCIA

INSTRUMENTOS  
GEODESICOS

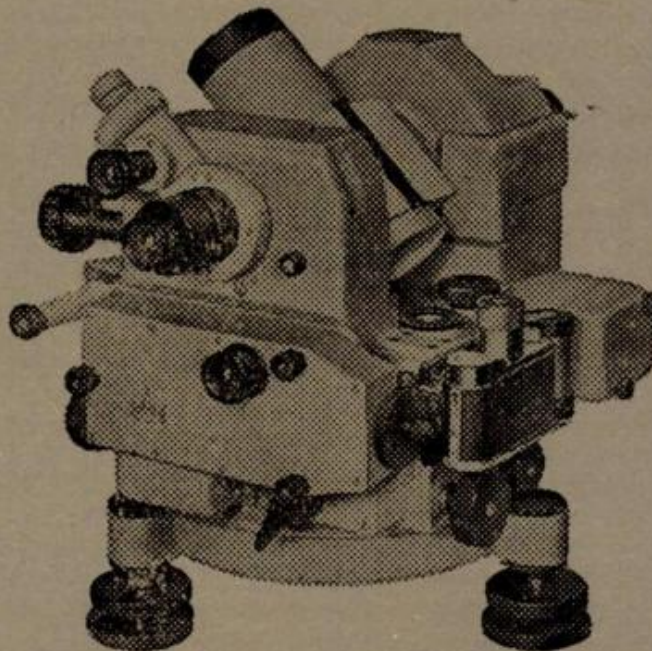
INSTRUMENTOS  
GEOFISICOS

para la prospección  
práctica

INSTRUMENTOS  
GEOFISICOS

para las investigacio-  
nes científicas

INSTRUMENTOS  
OCEANOGRAFICOS



INSTRUMENTOS  
METEOROLOGICOS

INSTRUMENTOS  
ASTRONOMICOS  
Y ASTROFISICOS

OPTICA DE PRECISION  
montada y suelta

INSTRUMENTOS DE  
CONTROL Y REGISTRO

TEODOLITO «DE PRECISION» ASKANIA

Según Gigas, con registro fotográfico simultáneo de los dos limbos y del nivel de verticalidad

REPRESENTANTE EXCLUSIVO

## R. I. E. G. A.

Sociedad de Responsabilidad Limitada

Capital \$ m/n. 100.000,00

BALCARCE 548

BUENOS AIRES

34, DEFENSA 6325