

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
REVISTA DEL MUSEO DE LA PLATA

(NUEVA SERIE)

IX

Geología 72

OBSERVACIONES GEOTECTONICAS EN EL SUR
DE LA PRECORDILLERA SANJUANINA (BORDE ORIENTAL)
REPUBLICA ARGENTINA (1)

RAÚL A. SCANAVINO (2)

INTRODUCCION

La Precordillera del Oeste Argentino es una de las estructuras mejor conocidas en el país desde el punto de vista geológico, incluyéndose en este aserto y con carácter saliente precisamente a los aspectos estratigráficos, bioestratigráficos y geotectónicos.

Además, sobresale por poseer faunas antiguas exclusivas del continente sudamericano, siendo por las sucesiones fosilíferas eopaleozoicas una de las estructuras más significativas del Hemisferio Austral. Asimismo en los últimos años se ha destacado por la importancia de su magmatismo, sobre todo en lo que concierne al tiempo Paleozoico.

De esta manera en su paleobiología, evolución sedimentaria y rocas de la asociación ígnea, la Precordillera resulta un escenario peculiar para las investigaciones geológicas, en el cual y pese al cuantioso volumen de antecedentes, subsisten problemas de estudio sistemático en muchos tramos.

En la actualidad y conforme a los criterios geotectónicos que se siguen en la División Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, la Precordillera puede ser definida como la cadena entre el Antepaís pampeano protoídico y la dorsal de la Alta Cordillera neóidica.

Esta unidad contiene los distintos elementos paleoídicos que rigen el cuadro de los caracteres geosedimentarios de la vacuidad, flysch, molasa y neomolasa, a los que se conectan los magmatismos progresivos de origen sísmico u ofiolítico; plutonismo sinorogénico; secuevulcanítico y plutónico intercedente y culminando el finivulcanismo básico.

(1) Resumen de la Tesis Doctoral presentada a la Fac. Cs. Nat. y Mus. La Plata.

(2) Prof. Adj. Ded. Excl. Cát. Geotectónica y Geol. Argentina. Fac. Cs. Nat. y Mus. La Plata.

Volúmenes sedimentarios (tectonotemas, Borrello, 1965, p. 71) y rocas ígneas asociadas, caben en los límites de los pisos estructurales (Bogdanoff, 1962): inferior, (suborogénesis), medio (preorogénesis), superior (tardiorogénesis) y terminal (3) (posorogénesis), respectivamente.

Finalmente al término de cada piso estructural se localizan las discontinuidades, que coinciden la mayoría de las veces con verdaderas discordancias que delimitan profundos cambios tectonotemáticos y que Borrello (1965, p. 75) las ha denominado, subtectónica, catatectónica y anatectónica.

Respecto de la organización geosinclinal ha de decirse que dentro de los límites geográficos determinados por el río Guandacol (Norte), río Mendoza (Sur), borde protoídico pampeano (Este) y pie de la Cordillera Frontal (Oeste) están manifiestamente discernidos sus campos miogeosinclinal y eugeosinclinal, conectados entre sí sobre el lado occidental de la Precordillera. Asimismo debemos indicar que estos campos representan las zonas estructurales externa e interna del dominio ortogeosinclinal.

Dentro de los límites considerados el área abarcada por el presente estudio se halla encuadrada dentro del marco siguiente: cerro Piedra de Afilar, sierra Chica de Zonda, cerro Bayo (Norte) al valle del río del Agua, sierra de Pedernal (Sur) y desde el pie de monte (Este) al borde occidental del cerro La Chilca (Oeste) (fig. 1).

La sierra Chica de Zonda, la de Pedernal de los Berros, el cordón de La Flecha, el cerro Piedra de Afilar, el cerro Bayo, el cerro La Chilca, la quebrada de La Flecha y el río del Agua mencionados (fig. 1) son los elementos geográficos destacados del espacio investigado. La superficie examinada es de unos 300 Km cuadrados. Los accesos permanentemente abiertos durante todo el año, provenientes de la ruta nacional N° 40, circundan y cortan el área, conectándola a la villa de Los Berros, centro poblado y de concurrencia de la actividad minera regional, concentrada en las canteras de caliza y calcita de las inmediaciones.

La zona mencionada fue escogida atendiendo en lo esencial, a los siguientes fundamentos de orden científico: 1) identificación de un campo miogeosinclinal caracterizado en el área por un desarrollo muy completo en facies calcáreas con faunas conexas de edad cámbrica y ordovícica; 2) discernimiento formacional del miogeosinclinal a ambos lados de la quebrada de La Flecha; 3) examen de los caracteres del flysch y aspectos de su paleogeografía; 4) análisis de la relación molasa-secuevulcanismo ácido y distinción de los estratotipos molásicos regionales, con especial referencia a la inter-

(3) El piso estructural terminal fue incluido por Borrello (1965, pág. 82) para indicar el último de los procesos de la orogénesis.

vención de epimolasas en la etapa tardiorogénesis paleoídica del área, y 5) estudio de las tectónicas superpuestas paleo-neoídicas.

El autor que suscribe considera que los propósitos perseguidos, fueron alcanzados con la ejecución de los trabajos consignados en el texto del presente estudio. A la documentación disponible de carácter geológico, clásica, local o descriptiva, se estima que pueden ser agregadas desde ahora las observaciones propias, reunidas siguiendo la metodología geotectónica, cuya aplicación ya tiene vigencia en diversos países de América del Sur.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los doctores E. O. Rolleri y A. J. Amos por las frecuentes consultas efectuadas sobre distintos aspectos geológicos del área; al doctor O. Arrondo, la preparación de la lista actualizada de los géneros y especies de plantas fósiles correspondientes al Carbónico de la zona. Mi reconocimiento al doctor J. Scalabrini Ortiz y al Lic. Luis Dalla Salda por la descripción petrográfica de las muestras coleccionadas. Al doctor Pedro Criado Roque, de Exploración de Y. P. F. por haberme permitido, consultar antecedentes bibliográficos en la sede del mencionado Organismo. Mi agradecimiento al Departamento de Minería de San Juan que posibilitó el material fotográfico, cumplo expresarle mi agradecimiento para sus autoridades y personal del servicio respectivo, y al señor Carlos N. González por la preparación del material gráfico anexo.

A los colegas y amigos de la Div. Geología: doctor Carlos Cingolani, doctor Ubaldo Zuccolillo, Geol. J. A. Antonioli y Geol. O. C. Schauer, mi recuerdo cordial por la ayuda prestada en la preparación del presente estudio.

Al geólogo y amigo M. E. Guichon, mi profundo agradecimiento por su compañía durante algunas de las tareas de campo. Al doctor A. J. Cuerda, quien con reconocida capacidad supo guiarme hacia la mejor comprensión de los procesos geológicos de la zona investigada, mi reconocimiento.

Desearé expresar aquí mi recuerdo perenne del que fuera mi maestro y amigo el Prof. doctor Angel V. Borrello, con quien me inicié, primero siendo alumno y luego profesional, en el estudio de los procesos geosinclinales de la corteza terrestre y a quien le debo mi experiencia en la especialidad Geotectónica, ciencia ésta, que me hizo vislumbrar, con amplio criterio, el examen del proceso geológico, principalmente en lo inherente a la evolución y organización geosinclinal.

Es por eso que el recuerdo del doctor A. V. Borrello, estará siempre presente en mi labor profesional y científica, como ejemplo de dedicación infatigable por el estudio de las Ciencias Geológicas.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS DEL AREA

La información geológica disponible relacionada con el área estudiada puede sintetizarse en los términos que siguen:

Bodenbender (1892, p. 152) cita depósitos carboníferos en la mina de Retamito, en la pendiente del valle del río del Agua, consignando en un perfil detallado las características de las areniscas que integran la sucesión carbónica en el mencionado sector.

Este mismo autor vuelve a referirse al Carbónico de Retamito en posteriores publicaciones (1896, p. 135, 143; 1897, p. 218). Un lustro más tarde describió sumariamente la región comprendida entre el cerro Valdivia y el arroyo Cruz de Caña (1902, p. 211-212) y en 1912 se refiere nuevamente en la última parte del capítulo dedicado a los "Terrenos Carboníferos, Permiano y Triásico" (p. 65) a las plantas fósiles del río del Agua indicando la edad indudablemente Carbónica de los terrenos que llevan dichos restos

Sttappenbeck (1910, p. 19) incluyó en su contribución sobre Pre-cordillera, datos sobre rocas calcáreas y dolomíticas de la quebrada de La Flecha, ampliando así las informaciones proporcionadas por Stelzner en el siglo pasado (1876). Posteriormente (1913, p. 42) el mismo Sttappenbeck alude a la estructura del cerro La Chilca, quebrada de La Flecha y río del Agua.

Debe agregarse los datos de Keidel (1916; 1921; 1922; 1938; 1940 y 1951), sobre el particular consignando datos de sumo interés en sus contribuciones sobre la distinción de los terrenos Paleozoicos de la comarca estudiada y sus alrededores inmediatos.

Penck (1920) cita los depósitos carbónicos del perfil de Retamito al compararlas con las sedimentitas carbónicas que afloran en la vertiente oriental de la sierra de Famatina.

Du Toit (1927, p. 30) se refiere a los afloramientos del Paganzo I del sector de Carpintería y de las adyacencias del cerro Piedra de Afilar.

Alascio (1941, p. 12) al investigar la región del cerro Valdivia, se refiere a los afloramientos paleozoicos, correlacionándolos en parte con los que se observan en las inmediaciones del cerro Piedra de Afilar, arroyo Cruz de Caña y río del Agua; indicando que si bien en la zona del cerro Valdivia faltan los fósiles vegetales de Retamito y Cruz de Caña, se pueden comparar tales afloramientos por el tipo litológico, enumerando para el caso una serie de características comunes a ambos sectores, asignándoles por lo tanto al Paleozoico de cerro Valdivia una edad carbónica.

Debe destacarse la contribución de Orlando (1943) sobre la geología de la sierra de Pedernal, con descripciones pormenorizadas sobre la estratigrafía de las capas paleozoicas y terciarias al Sur de la sierra Pedernal de Los Berros y el cordón de La Flecha.

Braccacini en sucesivas contribuciones (1946, 1950), se refiere a la geología de la zona, aportando datos muy importantes principalmente a la sección del Paleozoico aflorante, siendo ilustrados sus trabajos con croquis y perfiles de clara representación.

También Viloni (1948) estudió la estratigrafía y tectónica de la zona situada al poniente del cordón de La Flecha.

Pascual (1948) trató la geología regional de la comarca situada al noroeste conteniendo informaciones igualmente estratigráficas para el Paleozoico y Terciario de real importancia.

En ese mismo año Heim (1948, p. 18) se refiere al sector contiguo a la quebrada de La Flecha y cerro Piedra de Afilar. La contribución de este autor es importante por haber sido uno de los primeros investigadores que señaló las manifestaciones del flysch en la Pre-cordillera al sur del río San Juan. Posteriormente, el mismo autor (1952) abordó el estudio de las capas silúrico-devónicas del sector de La Rinconada, con criterio estructural antes que estratigráfico.

Al norte de la región estudiada se cita la referencia de Amos (1954, p. 12-22) sobre la geología de La Rinconada en cuyas descripciones detalladas figuran los caracteres específicos del complejo clásico incluido en la formación homónima que sirven para homologar las facies del flysch en la zona investigada por el autor presente.

Borrello (1956, p. 109) trató los caracteres de los depósitos de carbón de Cruz y Caña y Retamito como parte de un estudio geológico-económico de los combustibles sólidos argentinos.

Harrington y Leanza (1957, p. 19-20) ofrecen referencias sobre las capas paleozoicas de la zona de La Rinconada, lo cual vale para la discusión de aspectos geológicos a consignar en este estudio.

Cabe señalar las contribuciones de Borrello en la década pasada (1963b, 1963c; 1965; 1967b; 1969 y 1970) que son la base para las investigaciones propias en la región estudiada.

En 1967 Borrello y Cuerda (p. 114) citan el área contigua de La Rinconada indicando que la Fm. Rinconada corresponde al tipo wild-flysch, correlacionándola con la Fm. Mogotes Negros (Cabeza Quiroga, 1942) de la sierra de Villicum, San Juan.

En la cartografía general la región investigada figura en mapas y planos generalizados de diversas escalas, siguiendo los lineamientos generales de Sttappenbeck (1910) y Groeber (1943). Asimismo en las Cartas Tectónicas de la División Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, en las escalas 1:500.000; 1:1.000.000 y 1:2.500.000 tiene su representación, conforme a los criterios modernos seguidos en la mencionada División.

Amos y Rolleri (1965, p. 4) consignan una somera referencia al área estudiada, indicando que posiblemente las fajas calcáreas intercaladas en la "facies normal" de las sedimentitas precarbónicas res-pondan a enclaves tectónicos o deslizamientos gravitacionales, tal como lo indica Amos en 1954.

Rolleri y Baldis (1969, p. 1.005) aportan datos sobre el Carbónico de la Precordillera, incluyendo la comarca tratada, indicando las características litológicas, estructuras y paleogeográficas de la misma.

Asimismo Rolleri (1969, p. 403, gráf.) incluyó la región de Los Berros proporcionando referencias sobre las grandes líneas de la tectónica moderna controlada por la fracturación.

Finalmente no debemos dejar de mencionar las importantes contribuciones de Padula *et al.* (1963, p. 176 y 180) Amos y Boucot (1963, p. 440); Baldis y Chebli (1969, p. 47) y Cuerda y Baldis (1971, p. 141) todos los cuales aportan datos de verdadera importancia sobre la comarca investigada.

BREVE REFERENCIA GEOGRAFICA INTRODUCTORIA

El área estudiada cubre una extensión de aproximadamente 300 kilómetros cuadrados, y está situada al Sursuroeste de la ciudad de San Juan, en el sector austral y externo de la Precordillera sanjuanina. (Fig. 1)

La localidad más inmediata es Los Berros y el apeadero más próximo al lugar es la estación Cañada Honda del F. G. S. M. al Este de Los Berros unido a la ruta nacional N° 40 por un camino pavimentado que parte del Km. 113 (cruce Media Agua).

Desde el cerro Valdivia situado al Noreste de Los Berros, existen huellas transitables durante todo el año hacia la quebrada de La Flecha e interior montañoso. Lo mismo ocurre desde Los Berros.

El límite septentrional de la zona estudiada coincide con el paralelo que corre un poco al Norte del cerro Piedra de Afilas; el límite Sur con el valle del río del Agua. El límite oriental se encuentra al poniente del tramo entre Cañada Honda y Carpintería y el occidental pasa al Oeste del meridiano del cerro La Chilca.

La hidrografía dominante es la del surcado transversal, v. gr. quebrada de La Flecha y río del Agua y otros subsidiarios. El sistema orográfico está integrado por el cuerpo de la sierra Chica de Zonda (Sur) cerro de La Flecha y Loma Redonda por una parte, y por los cerros del Medio (Norte y Sur) y cerro Pedernal de Los Berros hacia el Este. El rumbo de las serranías es virtualmente longitudinal.

La altura media del área se aproxima a los 1.200 m s n m. La mayor altura se encuentra en el cerro Bayo con 1.867 m s n m, en el extremo Noroeste de la comarca, siguiéndole en importancia el cerro Jagüel con 1.600 m s n m en la propia sierra Chica de Zonda. In-

mediatamente al poniente y en dirección a La Pampa de Bachongo las cumbres ascienden a cotas superiores en magnitud respecto de las señaladas anteriormente.

VACUIDAD MIOGEOSINCLINAL

En el estudio geosinclinal de la comarca tratada, la vacuidad miogeosinclinal reviste importancia por los siguientes rasgos: i) Las sedimentitas correspondientes componen los elementos orográficos axiales del área; ii) prevalecen en el cuadro paleozoico examinado, y iii) finalmente caracterizan la iniciación del proceso geotectónico en la evolución sedimentaria de la cadena paleoídica del Oeste argentino.

a) *Definición de Vacuidad miogeosinclinal.* Conforme a los criterios aplicados en este trabajo, se entiende por vacuidad miogeosinclinal al cuerpo sedimentario formado durante la suborogénesis siendo su límite inferior el de la anorogénesis y el superior las acumulaciones clásticas del flysch (Borrello, 1965, p. 66).

Una discontinuidad que a veces coincide con una discordancia generada por la acción de la tectónica embrionaria (Argand, 1916; Borrello 1969b, p. 6) separa a ambos volúmenes sedimentarios.

Entran en el conjunto respectivo calizas, calizas dolomíticas, dolomias y brechas, con lentes de pedernal y venas calcitas de potencia variable.

Posee elementos paleontológicos que permiten la determinación bioestratigráfica de la edad de su desarrollo.

b) *Importancia de la vacuidad en la Precordillera de San Juan.* En la Precordillera de San Juan los depósitos del miogeosinclinal, de composición calcáreo-dolomítica, presentan caracteres fundamentalmente marginales con transición a la plataforma cratónica, tal como lo demuestran las asociaciones de trilobites conocidas en el Cámbrico inferior y en el Cámbrico medio de las sierras de Villicum y Zonda, respectivamente (Borrello, 1963a, p. 45).

La riqueza fosilífera de estos sedimentos como los del ordovícico calcáreo, indican ambientes de intensa oxigenación, distintivos para el ámbito de plataforma y miogeosinclinal conforme lo sugieren las investigaciones de Lochman-Balk y Lee Wilson (1956), para la plataforma norteamericana.

Mientras tanto en la Precordillera de Mendoza, donde se evidencia un campo eugeosinclinal, las rocas calcáreas pasan a la zona interna con régimen de transfacies (Lowell, 1960).

En la comarca estudiada la vacuidad calcáreo-dolomítica de edad Cambro-ordovícica posee zonas paleobiológicas discernibles, dentro de tales edades, por lo cual es posible establecer relaciones y correlaciones estratigráficas con otros sectores de la Precordillera sanjuanina.

Debe ser señalado que en la sección de la quebrada de La Flecha, es donde se encuentra una sucesión calcáreo-dolomítica que permite extraer información sobre litología y discriminación estratigráfica de unidades.

c) *Distribución.* En la región, los cordones calcáreo-dolomíticos de la vacuidad miogeosinclinal son los denominados sucesivamente de Oeste a Este: cerro La Chilca, cerro La Flecha, y Loma Redonda, cerro de Medio Norte y cerro de Medio Sur y cerro Pedernal de Los Berros, todos al Sur de la quebrada de La Flecha. Al Norte de la misma podemos citar el cerro Bayo, el extremo austral de la sierra Chica de Zonda y el cerro Piedra de Afilar. Todos estos elementos constituyen los relieves más abruptos y la zona orográfica mayor y controlan la red de drenaje de toda la zona.

d) *Litología.* Desde la época de Stelzner (1876) (1923, p. 28-29) sabemos que las llamadas por él, calizas silurianas, al presente involucradas en el Cámbrico-Ordovícico se caracterizan por la presencia de calizas y dolomías. El material carbonático citado es de tonalidad gris azulado y con muy poca frecuencia tiene tinte rojizo o amarillento.

En el flanco occidental del cordón de La Flecha, la sección tenida como cámbrica es calcárea y presenta por trechos estratificación en bancos delgados. Hacia el Este los bancos se hacen más gruesos y son portadores de abundante contenido de sílice bajo la forma de pedernal. Estas rocas silíceas habían sido comprobadas por las investigaciones de Stelzner (*op. cit.* p. 39). En la parte superior se encuentran dolomías y cuerpos de calcita.

La abundancia de "cheris" está reflejada en el material ilustrativo que acompaña el trabajo de Borrello (1963b, fot. 1-2). El pedernal es de color castaño oscuro a negro y se distribuye en lentes y en los planos de estratificación, sobre todo en la sección que corresponde al Ordovícico. (Lámina Ia).

Un aspecto litológico importante es la presencia de brechas calcáreas o brechas de vacuidad (Borrello). Originariamente fueron descritas por el citado autor (1965, p. 73) como brechas de flanco en el sentido dado por Aubouin (1959, 1965, p. 84). Se trata de material caótico debido, según Borrello (1969b; p. 9) a movimientos de la subembriogénesis y aparecen integrados por clastos grandes y medianos de caliza con cemento calcáreo. (Lámina Ib y Ic).

En la zona estudiada afloran en el flanco Sudeste y Noroeste del cerro Bayo.

Las brechas se presentan en cuerpos lenticulares con una potencia de 1 a 3 m y una longitud en conjunto de 5 a 6 m. Lateralmente estos cuerpos se engranan con otros de tamaño y composición similar.

Estratigráficamente estos volúmenes son concordantes con el cuerpo de caliza que los contiene. Respecto a su estructura interna cabe destacar que el tamaño de los fragmentos oscila entre los 2 y 6 cm llegando en algún caso a 10 cm. Con respecto a su forma, los clastos son, en general, subredondeados y algunos subangulosos.

La génesis de estos cuerpos ha sido interpretada por Aubouin (1965, p. 84-114) como evidencias de inestabilidad de dorsales submarinas. Según el citado autor el material que compone las brechas procedería del sustratum, el que se pondría en movimiento como consecuencia de corrientes de turbidez, arrastrando el material e interdigitándose con los depósitos respectivos.

Asimismo Borrello (1969b, p. 9) ha interpretado estos cuerpos, indicando que los mismos se deben a la acción de movimientos sub-embrionotectónicos producidos antes de la tectónica embrionaria propiamente dicha.

e) *Espesor*. Las sedimentitas de la vacuidad presentan en esta zona, indicios de deformación diferencial. Esto significa que las calizas y dolomías de la sección inferior de la columna sedimentaria y que representan a la llamada Formación La Laja, documentada por el hallazgo de fósiles cámbricos (cf. *infra*) muestran un plegamiento más intenso del que presentan las calizas de la Formación San Juan que integran la sección superior y que lleva asociada la fauna de *Prostrella tellecheai* (Rusconi).

Las mediciones efectuadas en ambos conjuntos en el extremo Norte del Cordón de La Flecha para determinar su espesor y considerando las correcciones que se realizaron permiten estimar que la potencia de los afloramientos debe superar los 2.000 m.

Un espesor algo similar existe en la Sierra Chica de Zonda al Oeste de Carpintería (Amos, 1954, p. 12). Hacia el Sur los espesores se reducen por las condiciones estructurales de los afloramientos.

En el sector del cerro La Chilca, la sucesión es incompleta, faltando la sección inferior y muestra un intenso replegamiento, siendo por lo tanto difícil de calcular el espesor, no obstante debe alcanzar en conjunto unos 1.000 m, pudiendo variar por las condiciones mencionadas.

f) *Facies*. La facies geosinclinales de la vacuidad, quedan, como ya fuera expresado dentro del régimen miogeosinclinal, con cierta proximidad al campo de la plataforma cratónica.

No se ha comprobado en este sector un tipo netamente de plataforma a facies cuarcítica o psamítica, las que por excepción asoman en la Precordillera mendocina y especialmente en el tramo inferior de la quebrada de San Isidro.

Faltan las facies de caliza gris oscuro o negras que más al Sur dentro de la Precordillera de Mendoza forma la facies del Cámbrico con restos de agnóstidos (Borrello, 1963a, p. 43). Aunque para el mencionado autor (Borrello, *op. cit.*, p. 45) las calizas negras del

occidente de la sierra Chica de Zonda, aún sin agnóstidos evocan la condición de un Cámbrico miogeosinclinal más profundo.

g) *Bioestratigrafía*. El ordenamiento bioestratigráfico discernido dentro del campo de la vacuidad comprende dos zonas bioestratigráficas: 1º) Zona de *Bathuriscus-Elrathina*, en la mitad superior del Cámbrico medio con *Eteraspis orbignyana* (Kaiser), *Hyolithes* sp., *Hyolithelus* sp.; 2º) Zona de *Proetiella tellecheai* (Rusconi) con *Macurites* sp., *Orthis huarpa* (Harrington y Leanza), *Taffia niquivili* (Harrington y Leanza), *Ophileta* sp. y otras.

Se trata en consecuencia de dos faunas: la primera encontrada en el flanco occidental del cerro La Flecha (Fig. 3) y la segunda en la sierra Chica de Zonda y en el cerro del Medio.

En las investigaciones realizadas por el autor presente tuvo oportunidad de hallar un ejemplar de *Olenoides* sp. Tal fósil fue ubicado en el borde occidental del cordón de La Flecha (Fig. 3) al Sur de la quebrada homónima. Asimismo se encontró un ejemplar de *Eteraspis orbignyana* (Kaiser) lo que indica una edad Cámbrica media (Harrington y Leanza, 1943, p. 213). Estas formas de trilobites las vinculamos en principio a la zona de *Bathuriscus-Elrathina*.

La fauna de *Proetiella tellecheai* (Rusconi) aparece indistintamente en el cerro Pedernal de Los Berros, cerro del Medio, sierra Chica de Zonda, cerro La Chilca, etc., representando al Ordovícico calcáreo de la zona. (4)

Asimismo Borrello (1967a, p. 20) indica qué formas dubitativas asimilables al género *Coelosphaeridium* (?) alga de edad ordovícica, fueron halladas en las sedimentitas calcáreas del cerro Pedernal de Los Berros.

h) *Formaciones estratigráficas*. De acuerdo a lo considerado precedentemente, en las sedimentitas de la vacuidad expuesta en el área se reconocen dos unidades formacionales: 1º) Caliza La Laja, calizas, calizas oolíticas, en parte dolomíticas conteniendo los restos fósiles precedentemente citados (cf. *supra*); 2º) Caliza San Juan (en realidad calizas y dolomias) con depósitos de calcita y presencia de pedernal, con la fauna de *Proetiella tellecheai* (Rusconi). Dado que la zona de deslinde entre ambas formaciones es imprecisa y no existiendo restos fósiles en esta sección, queda incierta por el momento.

i) *Tectónica de la vacuidad*. De acuerdo a la interpretación dada por Borrello (1969b, p. 5) se reconocerían en la evolución estruc-

(4) Recientes investigaciones efectuadas por A. Cuerda sobre faunas de graptolites en la Formación Gualcamayo han permitido señalar la presencia de *Glyptograptus australodentatus*, forma distintiva para el Llanvirniano inferior de Australia. Cabe extender esta edad al techo de las calizas de la Formación San Juan cuya edad llanvirniana está señalada por la fauna de *Proetiella*. (Comun. verbal Dr. A. J. Cuerda).

tural de la suborogénesis dos mecánicas impresas 1) la tectónica subembriogénica, atestiguada por las brechas calcáreas y 2º) el plegamiento de las rocas carbonáticas a veces minúsculo y repetido originado por la tectónica geosinclinal o principal. En este último aspecto y siguiendo la interpretación de Eorrello (*op. cit.*, p. 9) debe preverse que combaduras incipientes se habrían anticipado al plegamiento principal.

j) *De la base de la vacuidad.* En la zona estudiada no hay una relación directa con su base cratónica, a causa de las fallas que desvinculan a ambas estructuras. La línea aflorante cerro Valdivia-cerro Salinas en San Juan y Mendoza establece la más próxima vinculación geográfica entre zócalo y cobertura paleozoica. El cerro Valdivia constituido por rocas metamórficas ha sido objeto de estudios pormenorizados (Alascio, 1941; Kilmurray y Dalla Salda, 1971), investigándose las facies del metamorfismo regional que afecta a dichas rocas. El cerro Salinas integrado por calizas poco recristalizadas y esquistos fue discernido como techo del Basamento (Borrello, 1971; Scanavino y Guichon, 1972).

k) *Riquezas minerales de la vacuidad.* Depósitos de caliza de alto valor económico para la industria del carbono de calcio y otras aplicaciones como las de rocas de construcción y cal hidráulica caracterizan las extracciones de cantería y a cielo abierto como las más importantes del área y controlan su economía actualmente.

Se conocen depósitos de calcita, cuya génesis se debe a la acción de aguas termales bicarbonatadas de menor cuantía volumétrica y cuyas extracciones se realizan por laboreos subterráneos un tanto precarios.

Hay depósitos de baritina, en la zona del cerro La Chilca, sobre el cual existen referencias anteriores (Viloni, 1948), aunque dichos laboreos se encuentran actualmente abandonados.

FLYSCH

a) *Definición del flysch.* Vassoevich (1948, p. 51) definió al flysch de la siguiente manera: "Serie relativamente potente de formaciones marinas sedimentarias, caracterizadas por una alternancia regular, de por lo menos dos, pero habitualmente tres (más raramente cuatro o cinco) variedades litológicas principales de rocas granuladas (fanerómeras) o no granuladas (criptómeras) independientes de su composición material, las cuales constituyen combinaciones paragenéticas regulares de ritmos simples, habitualmente semiciclos progresivos que se miden en regla general en centímetros o decímetros. Las rocas del flysch son pobres en restos enteros de macro y microfauna, pero suelen encontrarse en abundancia algunas veces fucoides y/o hieroglifos.

En cuanto a la definición geotectónica podría decirse que es el volumen sedimentario correspondiente al periodo de la preorogénesis depositado entre los estadios de la vacuidad y de la molasa, respectivamente. Su litología abarca la gama sedimentaria comprendida entre la facies marginales (wildflysch) y las interiores o normales (ortoflysch) y fue precisamente a este conjunto de variaciones laterales, bloques y brechas del tipo olistostroma para el wildflysch pasando a areniscas inmaduras y pelitas rítmicamente ordenadas, que Vassoevich aplicó la denominación de "Catenaria facial".

El flysch representa el estadio del advenimiento de la surrección prematura y submarina de la cadena en gestación.

b) *Importancia geológica.* En la precordillera de San Juan el flysch, por su extensión, se pone en evidencia como uno de los elementos de mayor trascendencia en la evolución geosinclinal paleoídica y pone término a la tectogénesis, en la culminación de la subsidencia. En el área estudiada configura dos hechos de real importancia: a) el de la terminación del régimen de wildflysch externo en el Sur de San Juan y b) la importancia de la dorsal geoanticlinal al Sur del río San Juan.

c) *Distribución.* El flysch examinado se distribuye en dos sectores, situados al Norte y Sur de la quebrada de La Flecha.

Al Norte del río de La Flecha, el flysch se extiende entre la sierra Chica de Zonda y el cerro Piedra de Afilas, en dirección meridional, siendo una continuación austral del flysch expuesto en el sector de La Rinconada. Es el tipo wildflysch con numerosos olistolitos tanto calcáreos (hipoolistolitos) (5) como propios del flysch (idoolistolitos) (5). Se encuentra bastante tectonizado, siendo la alternancia psamítica-pelítica muy pobre, predominando las pelitas. La tonalidad es verde oscuro. El espesor difícil de determinar pero no sería muy erróneo calcularlo en 400-500 m, aunque el espesor real puede diferir de este debido al grado de tectonización de las capas.

El conjunto de olistolitos forman los olistostromas conforme fuera definido por Beneo, 1956, siguiendo la descripción original de Flores, 1956 *in* Marchetti (1956, p. 216).

Al Sur del río de La Flecha, el flysch se extiende en el flanco occidental de la sierra Pedernal de Los Berros y pasa brevemente al oriente de los cerros del Medio Norte y Sur, con el control de una falla que pasa a repetir la sucesión calcárea en la referida sierra Pedernal de Los Berros. Sobre estos depósitos existen referencias anteriores importantes (Viloni, 1948).

(5) Se utilizan aquí los términos introducidos por Flores *in* Marchetti (1956, pág. 218) para describir los cuerpos descendidos gravitacionalmente y relacionados genéricamente a la base del depósito flyschoides (hipoolistolitos) o bien proceden directamente del propio conjunto sedimentario (meso o idoolistolitos).

d) *Litología.* Los ritmos psamo-pelíticos prevalecen en la trama clásica de los depósitos flyschoides. Son psamitas grauváquicas, verdosas, gris verdosas y grisáceas, sucedidas por pelitas de igual tonalidad. En el sector del cerro Piedra de Afilar la rítmicidad se reduce considerablemente, predominando las pelitas verdosas y verde oscuras, sobre las psamitas del mismo tono. En forma saltuaria aparecen bancos-psamíticos de relativa potencia que en algunos casos llegaron a conformar bancos sabulíticos.

Los estudios petrográficos que se realizaron sobre distintas muestras del flysch indican que el grupo de rocas investigadas presentan una variación que va desde grauvacas líticas a grauvacas feldespáticas. (Pettijohn, 1963).

Una de las características más importantes del flysch considerado es la presencia en su medio de bloques olistolíticos, (Lámina IIa. y IIb.).

Importa destacar que Amos (1954, p. 19-20) fue el primero entre nosotros en señalar la presencia de estos bloques que se relacionarían con deslizamientos submarinos. Con ello proporcionó la clave para la interpretación de los depósitos de la zona de La Rinconada, considerada hasta entonces como zona de "mezcla tectónica".

El estudio detallado de los mismos advierte la presencia de dos tipos principales: Los de la base calcárea o hipoolistolitos y los del propio flysch o mesoolistolitos. Los primeros, calcáreos, presentan los mismos caracteres litológicos que se observan en la sierra Chica de Zonda, es decir que de acuerdo a la interpretación dada por Borrello (1969, p. 11) por efectos de los movimientos posembriectónicos, bloques de la dorsal calcárea se han deslizado y han caído en el ambiente de depositación del flysch.

Los segundos representan a sedimentos propios del flysch, siendo los clastos de variado tamaño dentro de una matriz psamo-pelítica.

Al Sur del río de La Flecha, en el flysch expuesto en la ladera occidental de la sierra Pedernal de Los Berros los bloques son calcáreos. Son cuerpos aquillados interstratificados con el flysch. Su origen es singenético con el mismo y forman parte de la estructura aparentemente homoclinal.

e) *Espesores.* Sin alcanzar los espesores máximos que tiene en la sierra de Villicúm (Cabeza Quiroga, 1942) y en La Rinconada (Amos, 1954, p. 17), el flysch del área tratada tiene una potencia estimada en 400-500 m para la zona del cerro Piedra de Afilar, aunque este valor puede diferir del real por las condiciones estructurales de yacencia que presentan las capas. En el Oeste de Pedernal de Los Berros la potencia de las sedimentitas del flysch es de unos 90-100 m.

f) *Facies.* El flysch expuesto a la observación determina el tipo facial de wildflysch por la presencia de los aludidos olistolitos. Se trata de wildflysch del tipo Rinconada, siendo en principio descripto someramente por Fossa Mancini (1943, p. 3-70) seguido de las refe-

rencias de Heim (1948, p. 31) y posteriormente por Amos (1954, p. 13) y finalmente estudiado en sus pormenores específicos por Borrello 1969a, p. 82-84, fig. 17). No fue posible estudiar en el desarrollo de nuestra labor una sección como la que Amos (op. cit., p. 14-21) produjo en su momento, pero se advierte con todo que la serie es equivalente dentro de la facies del wildflysch. También este flysch puede ser comparado en principio con el de Villicum (Fm. Mogotes Negros, Cabeza Quiroga, 1942) sobre todo en lo que se refiere a la riqueza olistolítica.

g) *Discriminación formacional del flysch.* En el flanco Sudeste del cerro del Medio Norte (Fig. 3) el flysch comprende dos facies distintas.

1º 15 m de espesor, pelitas con algunas psamitas subordinadas, verde oliva, sin fósiles, con restos de problemáticos.

2º 80 m de espesor wildflysch, con bloques en matriz psamopelítica y dudosos restos de problemáticos.

El criterio de separación entre ambos tipos de flysch radica básicamente en la presencia o no de material grueso en su composición.

El primer conjunto eventualmente podría corresponder al flysch tipo "Gotlándico", que se caracteriza por la presencia de sedimentos clásticos finos, tal como fuera observado por Cuerda (1969, p. 225) para el sector Norte de la provincia de San Juan.

El segundo de los tipos descriptos corresponde al tipo flysch Devónico (Fm. Rinconada) donde hay un marcado desarrollo de sedimentos clásticos gruesos, siendo bien documentada su edad por el hallazgo, en la sección expuesta al Norte de la quebrada de La Flecha de *Leptocoella nuñezi* de edad Devónica inferior (Amos y Boucot, 1963, p. 441).

Dada la índole del presente trabajo se prescinde de definir con denominaciones particulares a los conjuntos litológicos aludidos tanto más que los mismos presentan en áreas próximas (v. gr. Rinconada, Villicum, Jáchal, Loma de Los Piojos, Talacasto, etc.) una mayor potencia y desarrollo estratigráfico relativo. (Borrello, 1969a, cuadr. VI, p. 86 y sig.).

h) *Edad de flysch.* Se puede establecer genéricamente entre los términos estratigráficos Silúrico-Devónico. Ello se deduce del hecho de que la sección inferior del flysch es, la que en una secuencia normal, está caracterizada por lutitas negras con monograptidos, siendo ésta la típica facies graptolítica, que según Cuerda (1970) comienza con *Loganograptus* sp. y culminan con *Dicellograptus* sp. En la zona estudiada el flysch comienza con la sección media, seguido a su vez de la sección superior donde abundan sedimentos gruesos. Desde el punto de vista cronológico, los tres tipos de flysch corresponderían sucesivamente al tiempo Ordovícico Silúrico y Devónico.

i) *Tectónica del flysch.* Dentro de la evolución del flysch se reconocerían en principio las siguientes etapas:

- 1º La separación entre los regimenes del flysch y la vacuidad infrayacente está señalada por una brusca discontinuidad litológica.
- 2º Esta discontinuidad está generada según Borrello (1969a, p. 111) por la acción de los movimientos embriotectónicos que afectan a la vacuidad.
- 3º En la zona investigada el flysch comienza con la sección media y culmina con la sección superior.
- 4º No existen discordancias ni diastemas dentro de los cuerpos del flysch.
- 5º Al término de la depositación del flysch comienza a actuar la tectónica principal que obviamente afectó por igual a las sedimentitas de la vacuidad y flysch respectivamente.

La edad de los movimientos tectónicos debe considerarse comprendida entre aquellos diastrofismos que en el Hemisferio Norte caracterizan a la orogenia Taconica, bien evidenciada en nuestro país por Rolleri (1947) para el sector de la quebrada de Talacasto, o quizá en parte Pretacónico, para los movimientos embriotectónicos y la orogenia Acádica para la tectónica principal o geosinclinal.

TIPOS MOLASICOS

a) *Definición.* Se denomina así a la voluminosa masa clástica que mediando generalmente una tajante discordancia regional cubre a la estructura generada por la tectónica geosinclinal, compuesta por las sedimentitas de la vacuidad y flysch respectivamente. Litológicamente aparece integrada por psefitas, psamitas, pelitas, hiladas carbonosas y sedimentitas asociadas. El flysch precede inexcusablemente a la molasa, a esta sigue la neomolasa (Borrello, 1965, p. 80).

Siguiendo a Stille (1940, p. 21) debemos aceptar que la depositación de la molasa es equivalente del estado casicratónico de los continentes.

Durante los procesos de molasización tiene lugar el desarrollo de tres conjuntos litológicos distintivos que de acuerdo a la denominación propuesta por Borrello *et al.* (1970, p. 73) se los conoce como "hipomolasa" o molasa inferior; "molasa transicional" y "epimolasa" o molasa roja superior. Las primeras son sedimentitas psamíticas, blanquecinas a verdosas, lutitas e hiladas carbonosas y, aunque no siempre, lechos conglomerádicos. Como ejemplo se pueden citar las Formaciones Tupe, Jejenes, Volcán y otras del Oeste Argentino.

Las epimolasas son con las cuales remata el proceso de molasización y están representadas por típicos "red beds", integrados por

psamitas rojas y lutitas subordinadas. Su origen es exclusivamente continental. Como ejemplo típico podemos citar la Formación Patquia.

Las molasas transicionales constituyen una sucesión alternante vinculadas a las hipo y epimolasas, respectivamente.

b) *Extensión y tipos molásicos del área.* Las rocas molásicas más representativas afloran dentro del área estudiada en cuatro lugares diferentes a saber: 1º) En el sector del cerro Piedra de Afilar, 2º) En la quebrada de La Angostura-cerro La Chilca., 3º) En la embocadura de la quebrada de La Flecha y 4º) En la quebrada del Salto sector del río del Agua. (Fig. 3).

Asimismo algunos asomos molásicos pueden ser observados en las cercanías de Los Berros, un poco al Noroeste del cementerio de dicha localidad.

En general, en todos los sectores enunciados la sucesión de sedimentitas molásicas está caracterizada por la presencia de psamitas micáceas de grano fino a mediano y algunas veces sabulíticas. En el sector del cerro Piedra de Afilar aparecen potentes lechos conglomerádicos alcanzando hasta 8 m de espesor con rodados de cuarzo, anfibolitas y rocas psamíticas. La sucesión está coronada por unos 40 m. de molasas rojas integradas por areniscas micáceas, estratificadas en bancos gruesos, (Lámina IIc).

En la región de la quebrada de La Angostura-cerro La Chilca y en la embocadura de la quebrada de La Flecha, dentro de la sucesión molásica se desarrollan potentes mantos de pórfidos asignados a la Formación Choioy que representan al secuevulcanismo paleoídico en el área.

Es sumamente importante de destacar que en el desarrollo molásico del cerro La Chilca se han localizado "diques" pefíticos discordantes con la sucesión sedimentaria circundante. Los mencionados "diques" interpuestos en pelitas moradas presentan un rumbo N54ºO mientras que las pelitas en conjunto tienen rumbo Norte-Sur. La longitud de los mismos varía, por encontrarse parcialmente erosionados, entre 10 y 20 m., en su mayor expresión; sobresalen unos 0,50 metros y tienen un espesor de 0,20 m. El estudio detallado de los mismos advierte que el porcentaje casi total de los clastos corresponden a calizas y nódulos de pedernal, (Lámina IIIa).

La explicación más probable sobre la génesis de estos "diques" es que se relacionan con relleno de fisuras. Se supone que el material fue aportado casi en su totalidad por el cuerpo principal del cerro La Chilca, compuesto por calizas ordovícicas con abundantes nódulos de pedernal que fue posteriormente compactado. Como consecuencia de la erosión diferencial al actuar sobre el material de

relleno de mayor tenacidad que la pelita de la roca caja, se han formado crestas alargadas dentro del relieve local en correspondencia con los cuerpos psefíticos aludidos.

Asimismo en la sucesión molásica del sector oriental, en los bancos de composición psamítica se ha observado la presencia de estructuras sedimentarias correspondientes a estratificación entrecruzada. El tipo identificado corresponde al tabular planar y tabular tangencial simple y artesas subordinadas correspondientes a la clasificación propuesta por Teruggi (1964). La potencia de los bancos entrecruzados oscila entre 0,70 a 1,50 m. El ángulo de inclinación de las láminas frontales varían entre 12° y 20° y están inclinadas al poniente.

Dada la índole del presente trabajo no se estudió en detalle estas estructuras, pero las investigaciones efectuadas permiten inferir, en principio, que las corrientes fluyeron del Este al Oeste. Obviamente el análisis del cuerpo molásico deberá ser reconocido con ese enfoque a fin de confirmar lo indicado precedentemente.

Del reconocimiento de la columna molásica se infiere que existen tres tipos litológicos en el régimen molásico aludido, a saber: 1º el ligado al sacuevulcanismo ácido, en el área del cerro La Chilca-embocadura de la quebrada de La Flecha; 2º el molásico avulcanítico del sector del cerro Piedra de Afilas, y 3º) el de base calcárea brechosa de la quebrada del Salto-cordón de La Flecha en el sector Sur.

En suma, podemos indicar que la molasización muestra un régimen de molasa blanca en la base y una roja en la parte superior. Entre ellas una porción transicional de hipo-epímolasa de irregular potencia que se observa con carácter uniforme sobre todo dentro de los límites del área estudiada.

d) *Correlaciones.* La molasa inferior puede ser comparada en general con la formación Jejenes del borde oriental de la Precordillera de San Juan y por extensión con la Formación Tupe, aunque no contiene la intercalación marina de *Septosyringothyris* sp. que ésta última lleva con carácter paleogeográfico propio.

La molasa superior podría ser equiparada con un Carbónico superior y en parte quizás con la Formación Patquía, Pérmico del Norte de San Juan, La Rioja y otras regiones.

e) *Edad.* Los restos plantíferos de las secciones examinadas permiten asignar genéricamente una edad dentro del Carbónico a las capas mencionadas. La asociación plantífera fue indicada en su oportunidad por Bodenbender (1902, p. 212) basado en determinaciones previas de Kurtz (1895, p. 119 y 138). De igual manera Fren-

güelli (1944, p. 244 y 1946, p. 110) contribuyó al estudio de estos restos vegetales dando una lista de especies a las cuales le asignaba una edad carbónica.

Actualmente estas formas fueron revisadas por Arrondo, quien gentilmente me facilitó una lista de las mismas, que es la siguiente:

Rhacopteris ovata (Mc Coy), Walkom.
Rhacopteris szajnochoi, Kurtz (Arrondo)
Botrychiopsis weissiana, Kurtz (Archangelsky y Arrondo)
Bergiopteris insignis, Kurtz
Sphenopteridium bodenbenderi, Kurtz
Sphenopteridium sp.
Fryopsis sp.
Ginkgo maesteri, Kurtz (Fryopsis?)
Pecopteris sp.?
Calamites sp.
Lepidodendron sp.
Cordaites sp.

Al presente esta lista es referida al Carbónico superior en la Argentina y procede siempre de formaciones de edad Tupense (correlacionable al Westfaliano y quizás en parte al Estefaniano de la escala europea).

EVOLUCION ESTRUCTURAL

a) *Regeneración tectónica*. Como consecuencia de la consolidación assyntica (Puno-Pampeana, Borrello, 1969a, p. 171-173, cuadr. XXII) toma en éste y otros sectores marginales de la Precordillera la llamada regeneración Pos-Puno-Pampeana (Borrello, *op. cit.*) al comienzo de la historia paleozoica en el Oeste Argentino.

La zona al poniente del cerro Valdivia-cerro Salinas entró en subsidencia a comienzos del tiempo Cámbrico y comenzó a depositarse la sucesión calcáreo-dolomítica.

La vacuidad miogeosinclinal suplantó a la anorogénesis pos-sinclinal paleoídica.

b) *Aspectos embriotectónicos*. A partir del Ordovícico superior ocurren en el área precordillerana movimientos Tectónicos ya indicados por Rolleri (1947) para la quebrada de Talacasto al Norte del río San Juan.

En la zona tratada la presencia de bloques calcáreos de la Formación San Juan incluidos dentro de la sucesión del flysch permiten inferir que el cuerpo principal calcáreo tuvo el carácter de una dorsal positiva. Por otra parte dicha dorsal fue indicada por Padula *et al.* (1967, p. 176-192) correspondiendo como una prolongación del positivo Villicúm-Zonda, en el oriente de San Juan.

Siguiendo la interpretación dada por Borrello (1969b p. 9) movimientos subembriotectónicos podrían ser comprobados en la zona conforme al hallazgo de brechas calcáreas.

Los movimientos más importantes son los embriotectónicos propiamente dichos que separan la vacuidad del flysch con retención del relieve sin cobertura hasta el advenimiento del tiempo Silúrico, al cual podrían asimilarse, aunque dubitativamente la sección inferior de las capas que asoman en el flanco occidental del cerro Pedernal de Los Berros.

Como ejemplo de la posembriogénesis (Borrello, *op. cit.* p. 11) se podría citar todo el campo olistolítico que se observa en la sección superior del flysch correspondiente a la Formación Rínconada.

Respecto de la embriotectónica sus fases se situarían en el Ordovícico para la brecha calcárea y el Devónico para el techo del campo de la olistolitización paleoídica.

c) *Tectónica geosinclinal*. Conforme a lo enunciado precedentemente (*cf. supra*) la tectónica asimilable a los movimientos Acádicos es la responsable del desarrollo de la tectónica geosinclinal o principal. Este evento estableció un campo de plegamiento bien claro en toda la comarca estudiada.

El plegamiento es disarmónico por lo general, con pliegues de corta longitud de onda y charnelas agudas. A su vez en otros sectores esta deformación está plegada en conjunto en anticlinales de segundo orden, constituyendo amplios abovedamientos (*anticlinorium*), que si bien no se observan en la zona investigada, fueron indicados por Heim (1952) para la sección transversal del río San Juan.

Asimismo se observan fallas menores ligadas al plegamiento y movimientos diferenciales conforme se desprende de las estrías que aparecen regularmente en las superficies de estratificación de las masas calcáreas.

Entre el cordón de La Flecha y la sierra Pedernal de Los Berros median fallas longitudinales tendidas de Nornoreste a Sursuroeste. Entre el cerro del Medio Norte por un lado y la sierra Pedernal de Los Berros por el otro una de estas fallas vincula en yuxtaposición los bloques montañosos. Así el bloque calcáreo de la sierra Pedernal de Los Berros está en falla inversa sobre el flysch cuya base es en posición normal, sin indicio alguno de capas carbónicas ni terciarias entre medio.

Las citadas estructuras integran un estilo definido dentro del campo de la Precordillera y que en principio puede ser homologado con el denominado estilo appalachiano o pirenaico, por lo menos en parte.

La clasificación de la zona desde el punto de vista estructural es considerada como autóctona.

c1) *Ausencia del metamorfismo regional.* Los distintos depósitos sedimentarios y volcánicos de la comarca se encuentran por entero exentos de toda acción del metamorfismo regional. Este tipo del metamorfismo es el que corresponde a la zona interna del ortogeosinclinal como fuera señalado por Cingolani (1970) y otros autores para diversos sectores de la Precordillera. Obviamente lo expuesto no implica que el metamorfismo regional sea un fenómeno exclusivo de las áreas eugeosinclinales.

Los procesos del metamorfismo dinámico son someros y en general se asocian a la tectonización del Paleozoico medio, originada por la tectónica principal.

Los depósitos de calcita conservados en medio de masas calcáreas no tienen a nuestro entender relación alguna con eventos tectónicos, sino que se debe posiblemente a la acción de aguas termales bicarbonatadas y que se han ubicado en muchos casos aprovechando planos de fractura.

Los fenómenos del metamorfismo regional en las rocas del cerro Valdivia (Kilmurray y Dalla Salda, 1971, p. 25) y Salinas (Scanavino y Guichón, 1972) sobre la margen cratónica de la Precordillera, corresponden posiblemente a episodios del ciclo tectónico asintico anterior y propio del Basamento Precámbrico, vinculado a las Sierras Pampeanas.

d) *La tectónica tardío geosinclinal.* d1) *Antecedentes.* Aubouin (1965, p. 96-100; 179-182) es el autor que ha sistematizado los procesos estructurales que siguen en el desenvolvimiento geosinclinal, instituyendo con criterio moderno los eventos que distinguen a las deformaciones tardío y pos geosinclinal. La primera es a la vez tardío-orogénica y la segunda posorogénica.

Para la Precordillera en especial, Borrello (1969a, p. 47-48; 113-115) proporcionó descripciones sobre la estructura de las coberturas molásicas en vastos sectores de San Juan.

Bracaccini (1946, p. 22) dio a conocer algunos rasgos de la tectónica respectiva para el sector al poniente del cordón de La Flecha, cerro La Chilca y alrededores inmediatos.

d2) *Caracteres de la estructura postectogénica.* La molasa neopaleozoica asoma en la comarca en neta discordancia angular sobre la base vacuidad-flysch.

La discordancia marca con carácter extraordinaria la superposición tectónica fundamental entre la tectogénesis y la orogénesis.

Asimismo la depositación de las molasas presentan una clara disposición transgresiva, causa por la cual los depósitos molásicos se apoyan sobre diversos tipos litológicos, por ejemplo: en el sector del cerro Piedra de Afilas, sobre el flysch; al Sur de la quebrada de La Flecha, en el cerro La Chilca, en el río del Agua etc., son las rocas calcáreas de la Formación San Juan las que forman el sustratum molásico.

Las molasas presentan un estilo estructural paratectónico a diferencia de la vacuidad-flysch que tienen un definido estilo orogeotectónico, ello se debe a que al tener un cuerpo "rigidificado" en su base, el mismo no permitió sino la flexión y la generación de homoclinales en el área.

La tectónica Plio-Cuaternaria, al producir el ajuste de los bloques, determinó una acentuación en parte de la disposición homoclinial, sobre todo a lo largo de las líneas de fallas longitudinales.

d₃) *Descripción de la estructura formada por las molasas.* Las capas carbónicas que afloran en las secciones de la quebrada del río Seco de La Flecha, al Norte del cerro La Chilca están inclinadas formando un suave anticlinal de flancos tendidos y simétricos. El eje está dispuesto de Norte a Sur, el pliegue se hunde hacia el Sur contra el flanco septentrional del cerro La Chilca. Las fallas existentes son de trazo diagonal. La caliza del cerro La Chilca se encuentra en ligera yuxtaposición sobre la estructura molásica. Posiblemente la tectónica del Neodico haya ejercido una acción directa sobre todo el conjunto, provocando su deformación. Quizás de esta manera y relacionado con fallas inversas es posible explicar el desplazamiento de la caliza Cambro-ordovícica sobre los depósitos molásicos tanto en este sector como en la embocadura de la quebrada de La Flecha.

En la zona del cerro Piedra de Afilar la cobertura molásica muestra una suave deformación. La estructura se caracteriza por ser homoclinial, buzando al naciente, contrastando evidentemente con la que caracteriza las rocas infrayacentes del flysch donde se advierte una mayor tectonización.

También se debe hacer notar la falta de depósitos molásicos en la comarca comprendida entre el cerro Pedernal de Los Berros y los cerros del Medio, Norte y Sur, pudiéndose indicar tentativamente que dichos depósitos han sido suprimidos como consecuencia de la reactivación de las fallas longitudinales que surcan la zona.

SECUEVULCANISMO

a) *Generalidades.* En el desarrollo geosinclinal el magmatismo diferenciado por Stille (1940, p. 13-23) comprende 1) rocas simaicas (ofiolitas y posofiolitas); 2) plutonismo (granodiorítico-granítico); 3) Secuevulcanismo (andesitas y riolitas) con 4) plutonismo intercedente (granitos) y 5) vulcanismo final (basaltos).

En la Precordillera el magmatismo paleoídico ha sido descrito por Borrello (1969a, p. 79). Debemos mencionar que el esquema propuesto por Stille es propio de las zonas interiores o pliomagmáticas.

Para la zona estudiada las únicas rocas magmáticas, de carácter ácido que han sido comprobadas se encuentran en el flanco

Norte y Suroccidental del cerro La Chilca y en la embocadura de la quebrada de La Flecha (Fig. 3).

El carácter recesivo del magmatismo puede ser explicado por coincidir su pequeña expansión con el desarrollo de un campo mio-geosinclinal o externo, caracterizado por su amagmatismo.

b) *Descripción de los afloramientos.* Al Norte del cerro La Chilca aparece un manto de roca ácida, rojo a rosado, en parte interpuesto entre la hipomolasa con una potencia de 10 a 12 m, con límites netos con la caja, formada por sedimentitas terrígenas del Carbónico local. (Lámina III b).

Otros afloramientos los encontramos en el sector Suroccidental del cerro La Chilca, donde potentes mantos de vulcanitas se interponen en la sucesión molásica aflorante.

En la embocadura de la quebrada de La Flecha rocas volcánicas componen la cobertura del perfil geológico de edad carbonífera. Su potencia es de 60 m, su base definida y neta con respecto a las sedimentitas del substratum.

Sobre su techo, en el corte de la quebrada aludida se yuxtapone la masa calcárea del Cambro-ordovícico por medio de un contacto tectónico de falla inversa. Idénticos caracteres presentan la sucesión sedimentaria al Norte de la quebrada mencionada.

Se han observado asimismo en el sector del cerro La Chilca algunos delgados diques de pórfidos que atraviesan las molasas produciendo metamorfismo de contacto de escasa intensidad.

Los estudios petrográficos realizados en distintas muestras advierten que el sector del cerro La Chilca, la roca corresponde a un *porfido bostonítico albitico*, mientras que para los afloramientos de la embocadura de la quebrada de La Flecha, la clasificación es de *porfido leuco-granítico calco-alcálico*.

c) *Consideraciones sobre su significado.* La presencia de estos pórfidos en la comarca ofrecen aspectos geológicos importantes sobre los que cabe consignar breves apreciaciones.

En primer término estas vulcanitas parecen ser las de posición más avanzada paleogeográficamente en el Este de la Precordillera. En segundo lugar su identificación al vulcanismo secuente paleoídico se infiere del cuadro geológico regional, así como de las relaciones que los cuerpos de pórfidos presentan, en el área con la roca caja. (*of. supra*).

Respecto del primero ha de señalarse que las masas volcánicas, dentro del ambiente de la Precordillera aumentan en volumen desde el Este al Oeste, en dirección al campo de la Cordillera Frontal donde se encuentra el asiento principal del vulcanismo paleoídico identificado con la Formación Choisyoy.

En lo que respecta al segundo debemos indicar que los filones y diques de pórfidos que asoman en el área están emplazados en las

sedimentitas molásicas paleoídicas, no habiendo sido reconocidos cuerpos similares que interesen a capas terciarias.

Por otra parte las observaciones de campo permiten señalar que entre los fenocristales del cuerpo pefítico basal del terciario aparecen fragmentos de pórfidos similares a los ya mencionados, aunque escasos. Finalmente una relación discordante de los bancos basales terciarios sobre los filones de pórfidos ha sido observada en flanco Norte del cerro La Chilca, no presentando las sedimentitas terciarias ningún indicio de haber sido afectadas por acción alguna producida por el cuerpo vulcanítico infrayacente.

Podemos adicionar además una datación radimétrica efectuada por el Geological Institute Queen University, Ontario, Canadá y realizado sobre riolitas provenientes de la zona ubicada al Oeste de Guandacol, La Rioja en el ámbito precordillerano y que arrojó una edad de 248 m.a. (+ 6 m.a.) (6) y que se ubicaría en el Pérmico Medio.

A través de lo expuesto consideramos que las vulcanitas que asoman en la comarca investigada podrían pertenecer al secuevolcanismo paleoídico y correlacionar a dichos volúmenes con la denominada Formación Choiyoy, tanto por su similitud litológica como por su posición en el cuadro geológico regional.

LA SUPERPOSICION TECTONICA NEOIDICA

a) *Generalidades.* Con el nombre de Neoídico (Stille, 1955, p. 189) se reconoce el desarrollo geológico de las cadenas geosinclinales del sólido terrestre ocurrido en el lapso del Mesozoico Terciario Cuaternario.

Cabe señalar que, para la Argentina, el tiempo Neoídico es el que abarca desde el Jurásico al Plio-Cuaternario (Borrello 1969a, p. 121) ya que el Mesozoico está ligado geotectónicamente a la Era Paleoídica.

Tanto en la Precordillera, como en otras regiones el concepto de Neoídico ha sido aplicado en descripciones sistemáticas por Borrello (*op. cit.*; p. 119-154) habiendo lógicamente comprendido al cenozoico de San Juan (Borello, *op. cit.* p. 138).

En la actualidad estos aspectos de la superposición tectónica neoídica en el sentido dado por Wegmann (1935) son tenidos en cuenta para la confección de la Carta Tectónica de la República Argentina escala 1:2.500.000 por la División Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

b) *Concepto de neomolización.* Conforme al criterio seguido por la División Geología, el término neomolasa (Borrello, 1965, p. 44) es utilizado para individualizar a las molasas jóvenes que se forman durante la posorogénesis a control tectónico.

(6) Comunicación verbal del Ing. Angelelli.

La base de la neomolasa es la molasa roja o superior, pudiendo ser transgresiva sobre miembros más antiguos de tectonotemas geosinclinales. El techo es el nivel de la enterocratonización y la superficie donde se asentará una nueva sucesión geosinclinal.

c) *Distribución de las molasas-neomolasas.* Ocupan una considerable extensión dentro del área tratada. Afloran desde el Norte del cerro Piedra de Afilar, al Este de la localidad de Los Berros, al Norte y Sur del río La Flecha, respectivamente, en el Este y desde Los Hualcos del Carrizalito a las cabeceras del río del Agua, en el Oeste. Gran Parte de los sedimentos terciarios tanto al Este como al Oeste del cordón de La Flecha yacen sepultados bajo los acarrees modernos.

En la distribución, las molasas, ocupan un área mucho mayor que las neomolasas, correspondiendo a estas últimas un porcentaje aflorante equivalente a un 5-10 % aproximadamente.

d) *Caracteres molásicos neoidicos.* De acuerdo al criterio adoptado en la División Geología las molasas se agrupan en dos tipos distintivos: 1º) Tipo Terciario inferior o Tc₁; 2º) Tipo terciario₂ o subpiso superior o Tc₂.

El primero está representado por una fase muy desarrollada y que puede equipararse, por lo menos en parte con la que asoma en Divisadero Largo, Mendoza, con abundante fauna de mamíferos (Simpson *et alt.*, 1962), como así también en otros sectores de la Precordillera v. gr.: Villicum, Mogna, etcétera.

El otro tipo o Tc₂ es el comúnmente conocido como Formación Calchaquí o Estratos Calchaqueños de amplia distribución en el Noroeste Argentino.

En la zona investigada solo unos pequeños afloramientos que se encuentran en el río del Agua podrían ser asignados, aunque muy dubitativamente al subpiso inferior o Tc₁, sobre todo por la diferente composición litológica y por su color, con aquellas sedimentitas que constituyen su cobertura y que representan indudablemente al Tc₂ o subpiso superior. El espesor del Tc₁ es de unos 45-50 m. De cualquier manera es necesario continuar las investigaciones en dirección Sur para dilucidar en forma definitiva la posición incierta hasta el momento de los asomos mencionados.

El tipo Tc₂ aparece distintivamente representado en el área examinada al Oeste del cerro La Chilca. Las sedimentitas están integradas por calcarenitas rosadas pálidas, con intercalaciones de delgados bancos conglomerádicos. Las areniscas son macizas, de grano mediano o grueso, a veces presentan meteorización catafilar. Se intercalan bancos finos de limolitas y en ciertos sectores las psamitas se tornan más tobáceas. Frente al cerro La Chilca este Terciario se apoya en discordancia sobre la sucesión paleozoica infrayacente.

Afloramientos del "Calchaquense" se encuentran en varios sectores de la comarca investigada, como por ejemplo: en el Este del

cerro Piedra de Afilas, al Este de la localidad de Los Berros, en el borde occidental de la sierra Chica de Zonda y en su continuación austral el cordón de La Flecha, (Lámina IIIc), al Sur y Oeste del cerro Bayo y otros (Fig. 3).

El espesor total de las molasas terciarias supera para la región precordillerana estudiada los 2.000 m., pudiendo totalizar potencias mucho mayores en las áreas contiguas a la zona tratada.

e) *Caracteres neomolásicos del Neógeno*. La neomolasa ha sido circunscripta al Tc₃ o Terciario₃ en los estudios de la División Geología. Constituye la típica sucesión de los "Rodados Dislocados" del Oeste Argentino, donde se los conoce con el nombre de Formación Mogotes, entre otros (Fm. de Mogna, Kelly, 1961). La tonalidad es castaño claro y el régimen de la sedimentación es caótico, del tipo fanglomerádico.

En el área son muy escasos los afloramientos de neomoladas. La sección representativa es la que asoma en la quebrada del río Seco de la Cuchilla. Son psefitas dislocadas, con inclinaciones bastante fuertes. Los clastos son de variado tamaño y la matriz de grano mediano a grueso. El color es castaño claro y el régimen de sedimentación es caótico.

Otros pequeños asomos fueron observados en la quebrada del cerro Bayo (Fig. 3) y en el sector suroeste de la comarca investigada, el espesor de estos afloramientos puede calcularse en 30-35 m y no se han encontrado restos fósiles.

En lo que respecta a la edad se podría indicar que el subpiso inferior o Tc₁ correspondería en principio, al Paleógeno (s.l.) y el subpiso que le sigue al Neógeno (s.l.). El Tc₃ podría corresponder a la parte superior del Neógeno o sea al Plioceno pudiendo abarcar por lo menos parte del Pleistoceno.

f) *Evolución estructural de las coberturas neógenas*. Como lo indicaran oportunamente Aubouin y Borrello (1966, p. 24-25) la tectónica más visible es la de fallas Plio-Cuaternaria.

Según Borrello (1969a, p. 144 y sig.) previamente al desarrollo de estas deformaciones actuó un evento diastrófico de cierta magnitud que el citado autor la circunscribe a la llamada tectónica de zócalo de gran desarrollo en el Oeste Argentino.

Los movimientos primero y segundo de Groeber (1933, p. 413) en el campo andino quedan comprendidos en este evento que habríase extendido para las molasas desde el Eoceno al Mioceno. Al tercer movimiento andino (Groeber, *op. cit.*, p. 414) puede adjudicarse el evento post mioceno que trajo consigo la acumulación neomolásica, en cuyo decurso cambiaron las condiciones de la tectónica y se inició la de fallas Plio-Cuaternaria que persiste hasta el presente.

La red determinada por la fracturación comprende la falla oriental que va de Cienaguita al Norte del cerro Piedra de Afilas, a la que subparalelamente se observan fracturas en el flanco occi-

dental de la sierra Pedernal, cordón de La Flecha. Estas fallas tienen en general rumbo Nor noreste-Sur suroeste. Las fallas transversales son limitadas observándose algunas en el área del cerro Bayo, Sierra Chica de Zonda, cerro Piedra de Afilar y río del Agua. Los rechazos mayores corresponden a las fracturas longitudinales. La marginal debe superar los 500 m.

El cuaternario corresponde en la comarca a las acumulaciones detríticas periserranas. El espesor del mismo es de unos 30-40 m. y aumenta en dirección a los ejes intermontanos.

La altura en que el cuaternario se ciñe a los bloques montañosos coincide con la cota de los 1100 m. en la sierra Chica de Zonda, 1.000 m. en el cordón de La Flecha, 1.200 m. en el cerro Bayo 1.200 m. en el Oeste del cerro La Chilca y 900 m. en la sierra Pedernal de Los Berros, entre los mas destacados.

El clima seco, casi desértico, privado de precipitación nival y con máximas a la intemperie de 40°-45° en verano es un factor decisivo en la áspera degradación del relieve montañoso desde el advenimiento del Cuaternario.

SINTESIS HISTORICA DE LOS ACONTECIMIENTOS DISCERNIBLES EN EL AREA

Los sucesivos eventos desarrollados en el espacio precordillerano investigado pueden sintetizarse de la siguiente manera.

El borde occidental proterozoico de las sierras Pampeanas, y consolidado por la tectónica assyntica, fue rehabilitado en campo geosinclinal como consecuencia de la regeneración pos assyntica. El Basamento Precámbrico no asoma en el área estudiada.

Al poniente del borde cratónico y a partir del Cámbrico, un régimen de subsidencia se instala y comienza la historia de la Precordillera con definido carácter ortogeosinclinal.

Desde el Cámbrico medio hasta el Ordovícico, ambos documentados por fósiles, la sedimentación calcárea-dolomítica evidencia al campo miogeosinclinal de la vacuidad.

El flysch Silúrico-Devónico alcanza a extenderse con caracteres importantes y muestra la facies de wildflysch, olistolítico, antes de accionar en la estructura la tectónica geosinclinal.

Semejante tectónica fue creada por movimientos que pueden ser asignables a los Acadicos (Bretónicos) de desarrollo en el Hemisferio Norte y produjo la armadura de la tectogénesis.

Sobre el relieve de la armadura se formarán las molasas en el tiempo Carbónico, llegándose a relacionar con una fase extensiva del vulcanismo ácido, tenido por sus condiciones de yacencia como de posible edad Permo-Triásica. En la zona no se advierten los indicios

de la posorogénesis que hubieran generado tafrógenos. La estructura paleoídica tiene en consecuencia sus límites estratigráficos entre el Cámbrico medio y el Carbónico Superior-Pérmico.

En manifiesta superposición tectónica se extiende la cobertura molásica del tiempo neoídico constituida por masas clásticas melásicas y neomolásicas de edad Eo-Neogena en conjunto.

Como consecuencia de la tectónica de fallas Plio-Cuaternaria una epirogénesis positiva se desenvuelve en el cuadro andino regional. Se trata de una surrección póstuma persistente en el tiempo actual.

Las fallas longitudinales mayores tienen rumbo casi Norte Sur, habiéndose generado también fallas oblicuas menores. El Cuaternario está esencialmente en el dominio periserrano y recortado por valles transversales de desagüe.

CONCLUSIONES:

Por las investigaciones geológicas efectuadas en el área descrita en la presente contribución se pueden señalar los siguientes resultados principales:

- 1º La zona estudiada posee un depurado desarrollo geotectónico dentro del tiempo paleoídico, aunque circunscripta en espacio, dentro de los límites geográficos a un campo miogeosinclinal.
- 2º La tectogénesis paleoídica involucra a los procesos de vacuidad y flysch, bien desarrollados en facies marginales de sub y preorogénesis.
- 3º La molasización paleoídica contiene hipo y epimolasas de disposición transgresiva. Su régimen deposicional es terrígeno. Su estilo es autóctono. Se involucra un somero magmatismo secuevulcanítico.
- 4º Es muy evidente la superposición tectónica que determina la depositación de las molasas neoídicas sobre la estructura precedente. La estructura neoídica se rigió a partir del Plio-Cuaternario por el régimen de la tectónica de fallas.
- 5º El borde oriental montañoso de la Precordillera, incluyendo obviamente el sector investigado se hunde en un campo de fallas desde el que emergen retazos del Basamento Protoídico en el Sur de San Juan y parte de Mendoza.

RESUMEN

El área investigada en el Sudoeste de San Juan cubre aproximadamente una superficie de 300 Km², abarcando el sector del flanco oriental de la Precordillera comprendido entre el Sur de la Sierra Chica de Zonda y río del Agua, al poniente de la localidad de los Berros.

Afloran en la zona rocas paleozoicas y terciarias ligadas las primeras a la Era Geotectónica Paleóidica y las segundas formando la cobertura cenozoica, conectadas ambas por una manifiesta superposición tectónica regional.

Durante la evolución del Paleóidico se comprobó que hubo un campo miogeosinclinal constituido por calizas y dolomías de edad Cámbrica media-ordovícica documentada por restos fósiles marinos.

El lapso Silúrico-Devónico toma al período del flysch, que por sus bloques de olistolitos, evidencia a la facies de wildflysch, con extensión a la inmediata área septentrional.

Luego de la tectónica principal que plegó conjuntamente a la vacuidad y flysch sobreviene la depositación molásica correspondiente al Carbónico, desarrollada en dos secciones, una inferior y otra superior.

Un episodio secuevulcanítico de naturaleza ácida se incorporó a las masas molásicas no modificando, por sus características, la condición regional de amagmatismo o miomagmatismo de ésta y otras regiones del oriente de la Precordillera de San Juan.

El testimonio sedimentario de la siguiente era tectónica está evidenciado por los depósitos del Terciario continental y molásico. Sobre estas se desarrolló la sucesión neomolásica del Terciario superior. Finalmente la tectónica de fallas Plio-Cuaternarias estableció en toda la zona andina el ascenso en masa de los bloques de montaña.

Al naciente del área estudiada se alzan los remanentes del zócalo precámbrico y hacia occidente la región pasa a la alta cordonada del interior precordillerano, tras el cual no faltan indicios que, configurando un campo eugeosinclinal, completan el cuadro Geotectónico integral de la Precordillera del oeste argentino.

RESUMÉE

L'arc vérifié dans le sud-ouest de San Juan couvre à peu près une superficie de trois cent kilomètres carrés, il embrasse le secteur du flanc oriental de la précordillère, compris entre le sud de la Sierra Chica de Zonda et le fleuve de l' Eau a l'occident de la ville de Los Berros.

Afluent dans la zone des roches paleozoïques et tertiaires, unies les premières a l'Ere Geotectonique Paleóidique et les deuxièmes forment la couverture cenozoïque, connectées les deux par une claire superposition tectonique regionale.

Pendant l'évolution du paleóidique on constata qu'il ent un champ miogeosynclinal constitué par calcaires et dolomies d'age cambrienne moyenne ordovicienne documentée par résidus fossiles marins.

Le lapsus Silurien?-Devonien prend la période du flysch que par ces blocs de olistolites évidence aux facies de wildflysch avec une extensión a l'immediate arc septentrionnel.

Après de la tectonique principale qui a plie conjointement à la vacuité et flysch surviene la dépositation molassique correspondant au carbonique; développée en deux sections, l'une inférieure et l'autre supérieure.

Un épisode secuevulcanitique de nature acide s'ajouté aux masses molassiques non modifiées, par ses caractéristiques la condition regional d'amagmatisme u miomagmatisme de cell-ci et d'autres régions de l'orient de la Précordillère de San Juan.

Le temoignage sédimentaire de la suivante ere tectonique est evidencié para les dépôts du tertiaire continental et molassique. Sur celles-ci on déroule la sucesión neomolassique du tertiaire supérieure.

Finalment la tectonique de failles Plio-Quaternaire établit dans toute la zone andine l'ascension en masse des blocs des montagnes.

Dans la naissant de l'arc étudiée s'élèvent les restes du zocale précambrienne et à l'occidente la région passe à la chaîne de l'intérieur precordilleraine derrière le quel ne manquent pas d'indices que en figurant un champ eugeosynclinal complètent le tableau géotectonique integral de la Précordillère de l'Ouest Argentin.

B I B L I O G R A F I A

- ALASCIO, B. V., 1941. — Observaciones geológicas en el cerro Valdivia, provincia de San Juan. *Bol. Inf. Petrol.*, 198: 12-37.
- AMOS, A. J., 1954. — Estructura de las formaciones paleozoicas de La Rinconada, pie oriental de la sierra Chica de Zonda (San Juan). *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 9: 5-38.
- AMOS, A. J. y BOUCOT, A. J., 1963. — A revisión of brachiopod family lepticoelidae. *Paleontology*, 6 (3): 440-457.
- AMOS, A. J. y ROLLERI, E. O., 1965. — El carbónico marino del valle de Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza) *Bol. Inf. Petrol.* 368: 1-23.
- ARGAND, E., 1916. — Sur l'arc des Alpes occidentales. *Eclogae Geol. Helv.*, 14: 145-191.
- AUBOUIN, J., 1959. — A propos d'un centénaire, les aventures de la notion de geosynclinal. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, 2: 135-188.
- 1965. — *Geosynclines*, Ed. Elsevier: 335 pp.
- AUBOUIN, J. y BORRELLO, A. V., 1966. — Cadenas andinas y cadenas alpinas. Observaciones sobre la geología de la Cordillera de Los Andes en el paralelo de la Argentina central. *An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, 7: 4-36.
- BALDIS, B. A. y CHEBLI, G. A., 1969. — Estructura profunda del área central de la Precordillera Sanjuanina. *Act. Cuart. Jorn. Geol. Arg.*, 1: 47-65.
- BENEO, E., 1956. — Accumuli terziari da redersedimentazione (olistostrome) nell'Apenino centrale e frane sottomerine. *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 78: 291-321.
- BODENBENDER, G., 1892. — Sobre el carbón y asfalto carbonizado de la provincia de Mendoza. *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 13: 151-170.
- 1896. — Sobre la edad de algunas formaciones carboníferas de la República Argentina. *Rev. Mus. La Plata*, 7: 131-148.
- 1897. — Devono y Gondwana en la República Argentina. *An. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 15: 201-252.
- 1902. — Contribución al conocimiento de la Precordillera de San Juan, de Mendoza y de las Sierras Centrales de la República Argentina. *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 17: 203-275.
- 1912. — Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes. *An. Min. Agríc. Nac. Secc. Geol. Miner. Min.*, 7, (3): 9-61.

- BOGDANOFF, A. A., 1962. — Sur le terme "etage structural". *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.* (ed. 1963), 5 (4): 245-252.
- BORRELLO, A. V., 1956. — Recursos minerales de la República Argentina. III. Combustibles sólidos minerales. *Inst. Nac. Inv. Cien. Nat. Mus. Arg. B. Rivadavia, V.*
- 1963. — Sobre el desarrollo bioestratigráfico del Cámbrico de la Precordillera. *Seg. Jorn. Geol. Arg., 3 Act. Geol. Lilloana*, 7: 39-43 (1965).
- 1963 b. — Elementos del magmatismo simaico en la correlación de la secuencia geosinclinal de la Precordillera. *Comun. Mus. Arg. Cien. Nat. B. Rivadavia, Geol.*, 1 (19): 1-7.
- 1963 c. — Tipos de regeneración tectónica en el proceso geosinclinal. *Not. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, 1 (7): 1-7.
- 1965. — Sistemática estructural sedimentaria en los procesos de la orogénesis. *An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, 6: 65-93.
- 1967 a. — Sobre *Cryptozoon* sp., alga del Llanvirniano de Talacasto, San Juan. *Ameghiniana*, 5 (1): 17-20.
- 1967 b. — Estado actual del conocimiento del flysch en la Argentina. *Rev. Mus. La Plata (N. Ser.)* 6 (Geol. 44): 125-153.
- 1969 a. — Los geosinclinales de la Argentina. *An. Dir. Nac. Geol. Min.*, 14: 188 pp.
- 1969 b. — Embriotectónica y tectónica tensional. Su importancia en la evolución estructural de la Precordillera. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 24 (1): 5-13.
- 1970. — Les Olistolithes du flysch paleozoique de l'Argentine. *Bull. Soc. Geol. France*, 11 (7): 552-555.
- 1971. — La estructura assyntica de la Argentina. *Rev. Bras. Geociencias*, 2: 71-84.
- BORRELLO, A. V. y CUERDA, A. J., 1967. — Sobre la evolución estructural del geosinclinal paleozoico de la Precordillera Tramo montañoso Jejenes-Jáchal. Provincia de San Juan. *Rev. Mus. La Plata (N. Ser.)*, 6, (Geol. 43): 111-124.
- BORRELLO, A. V. CINGOLANI, C. A. y VARELA, R., 1970. — Clasificación de las molasas paleoídicas de la provincia de La Rioja. *An. Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As. in Soc. Cient. Arg.*, 90, (ent. I-II): 71-80.
- BRACACCINI, O. I., 1946. — Contribución al conocimiento de la Precordillera Sanjuanina-Mendocina. *Bol. Inf. Petrol.* (reimpresión).
- 1950. — Investigaciones tectónicas en la Precordillera Sanjuanina. *Bol. Inf. Petrol.*, 301: 1-34.
- CABEZA QUIROGA, J. R., 1942. — Estudios geológicos en la sierra de Villicúm (provincia de San Juan). *Tesis Museo La Plata*. (Inédita).
- CINGOLANI, C. A., 1970. — Estudio geológico en la sierra de La Cautera y alrededores, Norte de Uspallata, provincia de Mendoza. *Tesis Mus. La Plata*. (Inédita).

- CUERDA, A. J., 1969. — Sobre las graptofaunas del Silúrico de San Juan. *Ameghiniana*, 6 (3): 223-227.
- 1970. — Estudio biofacial comparado entre las faunas epaleozoicas bonaerenses y del Oeste Argentino. *Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.* (en prensa).
- CUERDA, A. J. y BALDIS, B. A., 1971. — Silúrico-Devónico de la Argentina. *Ameghiniana*, 8 (2): 128-164.
- DIVISIÓN GEOLOGÍA, 1969. — *Mapa Tectónico del Oeste Argentino* escala 1: 500.000. (Inédito).
- 1970. — *Mapa Tectónico de la República Argentina*. escala 1: 1.000.000. (Inédito).
- 1971. — *Mapa Tectónico de la República Argentina*, escala 1: 2.500.000. (Inédito).
- DU TOIT, A. L., 1927. — A geological comparison of South America with South Africa. *Publ. Carnegie Inst.*, 381: 158 pp.
- FOSSA MANCINI, E., 1943. — Supuestos vestigios de glaciaciones paleozoicas en la Argentina. *Rev. Mus. La Plata*. (N. Ser.), 1 (Geol. 10): 347-406.
- FRENGUELLI, J., 1944. — Apuntes acerca del Paleozoico superior del Noroeste Argentino. *Rev. Mus. La Plata*. (N. Ser.), 2, (Geol. 15): 213-265.
- 1946. — El Carbonífero argentino según sus floras fósiles. *Rev. Soc. Geol. Arg.*, 1 (2): 107-115.
- GROEGER, P., 1938. — *Mineralogía y Geología*. Ed. Spasa-Calpe Argentina, 488 pp.
- 1943. — Descripción geológica de la provincia de San Juan in Aguas Minerales de la República Argentina. *Com. Nac. Clim. y Ag. Min.*, 2: 17-30.
- HARRINGTON, H. J. y LEANZA, A. F., 1943. — Paleontología del Paleozoico inferior de la Argentina. I. Las faunas del Cámbrico medio de San Juan. *Rev. Mus. La Plata* (N. Ser.), 2 (Paleont. 11): 207-223.
- 1957. — Ordovician trilobites of Argentina. *Sp. Publ. Dpt. Geol. Univ. Kansas*, 1: 1-257.
- HEIM, A., 1948 — Observaciones tectónicas en La Rinconada, Precordillera de San Juan. *Bol. Dir. Min. Geol.*, 64: 1-39.
- 1952 — Estudios tectónicos en la Precordillera de San Juan. Los rios San Juan, Jáchal y Huaco. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 7 (1): 5-70.
- KEIDEL, J., 1916 — Investigaciones geológicas en la Precordillera de las provincias de San Juan y Mendoza. *Mem. Dir. Gral. Min. An. Min. Agric. Nac.*, 11 (4): 74 pp.
- 1921 — Observaciones geológicas en la Precordillera de San Juan y Mendoza. *An. Min. Agric. Nac. Secc. Geol. Mineral. Min.* 15 (2): 1-102.

- 1938 — Uber die Gondwanden Argentinien. *Geol. Rundschau*, 30 (1-2): 1-78.
- 1940 — Paleozoic glaciation in South América. *Act. VIII Congr. Cient. Amer.* 2: 87-108.
- 1922 — Sobre la distribución de los depósitos glaciares del Pérmico conocido en la Argentina. *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 25: 239-368.
- 1951 — Estudio sobre estructuras hercínicas en la margen oeste de la cuenca de Uspallata y la sierra de Cepeda, Frontón de la de Tontal (Provincia de Mendoza y San Juan). *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 39: 211-260.
- KELLY, J. C., 1961 — Geología de la sierra de Móquina y perspectivas petrolíferas. Provincia de San Juan. *Inf. Inéd. Y. P. F.*
- KILMURRAY, J. y DALLA SALDA, L., 1971 — Las fases de deformación y metamorfismo en el área del cerro Valdivia, provincia de Juan. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 26 (1): 25-36.
- KURTZ, F., 1894 — Contribuciones a la Paleophytología Argentina. I. *Botrychiopsis* sp., un nuevo género de Cardiopteridios. *Rev. Mus. La Plata*, 6: 119-124
- 1894 — Contribuciones a la Paleophytología Argentina. II. Sobre la existencia del Gondwana inferior en la República Argentina. *Rev. Mus. La Plata*, 6: 125-139.
- LOCHMAN-BALK, Ch. y LEE WILSON, J., 1958 — Cambrian biostratigraphy in North America. *Journ. Paleont.*, 32 (2): 312-347.
- LOWELL, J. D., 1960 — Ordovician miogeosynclinal margin in Central Nevada. *XXI Congr. Geol. Inter.*, 7: 7-36.
- MARCHETTI, M. D., 1956 — The occurrence of slide on Flowage Materials (Olistostromes) in Tertiary of Sicily. *XX Congr. Geol. Intern.* 5: 203-229.
- ORLANDO, A., 1943 — Levantamiento geológico de los alrededores de la Estancia Acequi6n, Provincia de San Juan. *Tesis Mus. La Plata*. (Inédita).
- PADULA, E. L., ROLLERI, E. O., MINGRAMM, A. R., CRIADO ROQUE, P., FLORES, M.A. y BALDIS, B. A., 1967 — Devonian of Argentina. *Intern. Symp. Devonian System.* 2: 165-192.
- PASCUAL, P., 1948 — Observaciones geológicas entre la sierra Chica de Zonda y la de Tontal, en la latitud de la quebrada de Maradona, provincia de San Juan. *Tesis Fac. Cienc. Ex. Fís. Nat. UBA*, (Inédita).
- PENCK, W., 1920 — Der Sürdrand der Puna de Atacama (NW-Argentinien). *Abhandl. K'Bohr. Akad. Wiss. Math. Phys.* 37 (1): 3-413.
- PETTIJOHN, F. J., 1963 — Rocas sedimentarias. EUDEBA.: 625 pp.
- ROLLERI, E. O., 1947 — Estudio geológico de la quebrada de Talacasto y zonas adyacentes (Provincia de San Juan). *Tesis Mus. La Plata*. (Inédita).

- 1947 — Rasgos tectónicos generales del valle de Matagusanos y de la zona entre San Juan y Jocolí, provincia de San Juan, República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 24 (4): 408-412.
- y BALDIS, B. A., 1967 — Paleogeography and distribution of Carboniferous deposits in the Argentine Precordillera. *Gondw. Strat. IUGS Symp. Congr. UNESCO.*: 1005-1024.
- SCANAVINO, R. A., 1972 — Estudio geotectónico en el Borde Oriental de la Precordillera de San Juan, entre la Sierra Chica de Zonda y la sierra de Pedernal. *Tesis Mus. La Plata.* (Inédita).
- y GUICHON, M. E., 1972 — Extensión de la Estructura Protocídica al área del cerro Salinas, Departamento Las Heras, Mendoza. *Act. V. Congr. Geol. Arg.*, 4: 235-247.
- SIMPSON, G. G., MINOPRIO, J. L. y PATTERSON, B., 1962 — The mammalian fauna of the Divisadero Largo Formation, Mendoza, Argentina. *Bull. Mus. Comp. Zool. Harv.*, 127, (4): 289-293.
- STTAPENBECK, R., 1910 — La Precordillera de San Juan y Mendoza. *An. Min. Agric. Nac. Sec. Geol.*, 4 (3): 3-183.
- 1913 — El Agua Subterránea al pie de la Cordillera Mendocina y Sanjuanina, *An. Min. Agric. Nac. Sec. Geol.*, 8 (5): 1-69.
- STELZNER, A. 1923 — Contribuciones a la geología de la República Argentina con la parte limitrofe de los Andes chilenos, entre los 32° y 33° S. *Act. Acad. Nac. Cienc. Córdoba*, 8, (entr. 19-29): 1-227.
- STILLE, H., 1940 — Einführung in den Bau Amerikas. Borntreager, Berlin: 717 pp.
- 1955 — Recent deformations of the earth's crust in the light of those of earlier epochs. *Sp. Pap. Geol. Soc. Amer.*, 62: 171-188.
- TERUGGI, M. E., 1964. — Paleocorrientes y paleogeografía de las ortocuarcitas de la Serie de La Tinta (provincia de Buenos Aires). *An Com. Inv. Cient. Prov. Bs. As.*, 5: 1-27.
- VASSOEVICH, N. B., 1948. — *Le fiysch et les méthodes de son étude*, Lenning. Gostotekhisdat, 1-2 (trad. franc. BRGM).
- VILONI, E., 1948 — Estratigrafía y tectónica de la zona comprendida entre el cordón de La Flecha y la Estancia Bachongo (Precordillera de San Juan). *Tesis Fac. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, UBA (Inédita).
- WEGMANN, E., 1935 — Ueber einige Fragen der Tiefen tectonik. *Geol. Rundschau*, 23 (6): 1-448.

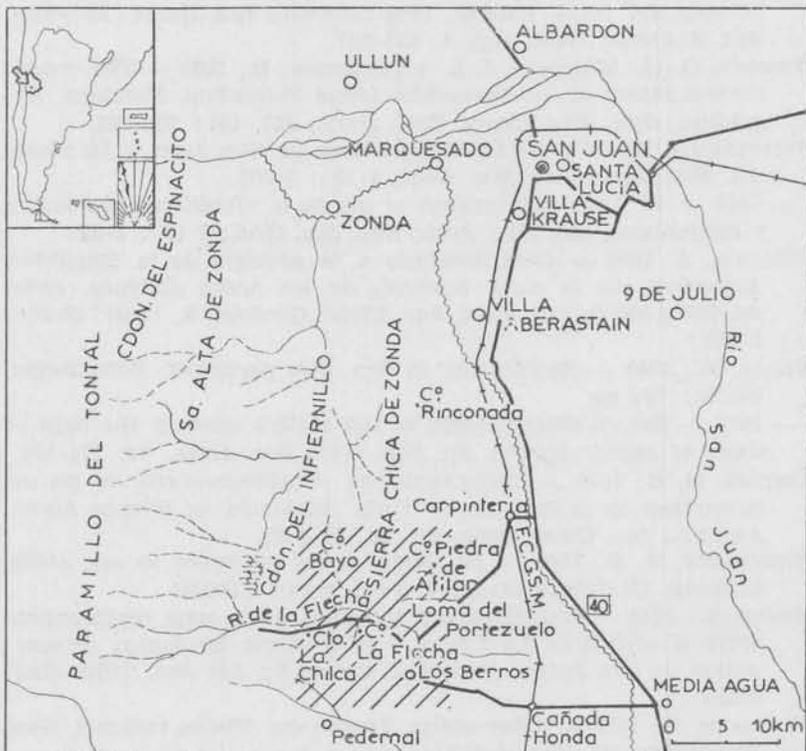
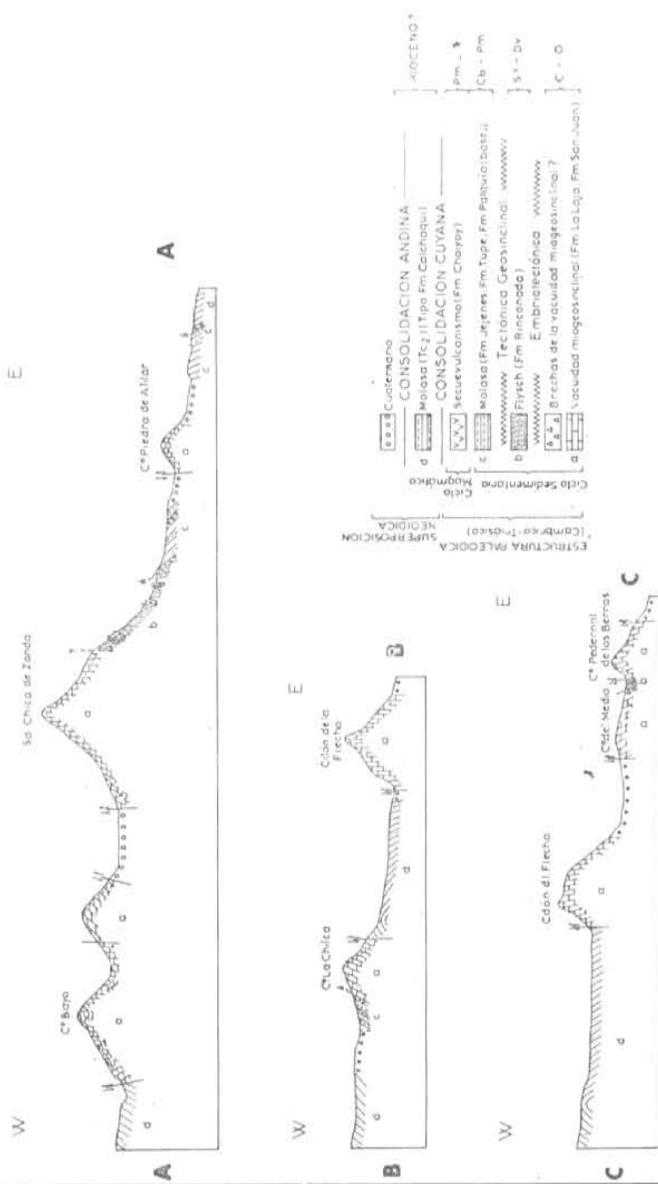


Fig 1. Mapa de Ubicación de la zona estudiada.

CORTES ESQUEMATICOS



LEYENDAS DE LAS LAMINAS

I. a: Depósitos de la Fm. San Juan (vacuidad miogeosinclinal) Quebrada de La Flecha, San Juan. Nótese la presencia de numerosos cuerpos de pedernal; I. b: Brechas de la vacuidad miogeosinclinal en el cerro Bayo, San Juan; I. c: Detalle de la foto anterior. Los clastos son calcáreos, subredondeados. El cemento también es calcáreo.

II. a: Olistolito calcáreo de la Fm. Rinconada (wildflynch). Borde oriental de la sierra Chica de Zonda, San Juan; II. b: Vista de un idiolistolito del wildflynch de la Fm. Rinconada, sierra Chica de Zonda, San Juan; II. c: Sedimentos carbónicos correspondientes a la molasa inferior paleoídica, al Oeste del cerro Bola o Piedra de Afilar. Obsérvese la normal disposición que presentan las capas.

III. a: Vista parcial de los "diques" pefíticos en las sedimentitas peiticas de la molasa paleoídica. Flanco suroccidental del cerro La Chilca, San Juan; III. b: Afloramiento del secuevulcanismo paleoídico en el sector suroccidental del cerro La Chilca, San Juan;

III. c: Vista de sedimentos terciarios (molasa neoídica) al sudoeste del cerro La Chilca, San Juan.

Lámina I



Lámina II

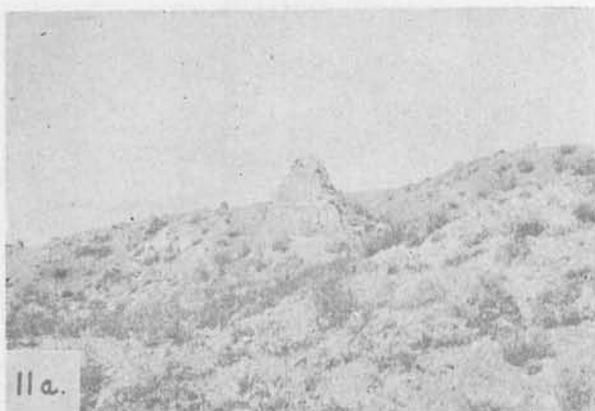
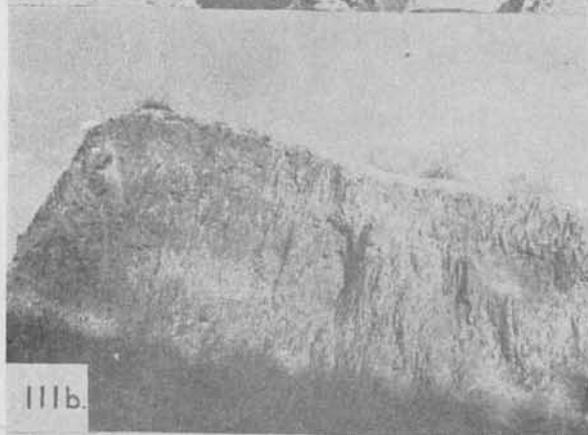


Lámina III



IIIa.



IIIb.



IIIc.