

TRABAJO 44

AREAS DE PROVENIENCIA DE LA FORMACION EL IMPERIAL, PALEOZOICO SUPERIOR DE MENDOZA, REPUBLICA ARGENTINA

Irene S. Espejo

Amoco Production Company, 501 WestLake Park Boulevard, P.O.Box 3092,
Houston, TX 77253-3092, U.S.A.

ABSTRACT. The El Imperial Formation represents a Late Paleozoic siliciclastic unit which outcrops in the northern part of the San Rafael Basin, Mendoza Province, Argentina. Fluvial samples (uppermost Lower Member and Upper Member of the El Imperial Fm.) from three localities in the region of the Diamante River were analyzed for provenance. Shallow marine and diagenetically altered arenites were examined but not included in considerations for provenance. The main detrital components in the lithic arkoses, arkosic lithoarenites and subarkoses consist of hydrothermal and plutonic quartz, plutonic feldspars and low grade metamorphic rocks (slates, schists, phyllites and strained polycrystalline quartz). The composition indicates a continental block-recycled orogen source area. The sedimentary to low grade metamorphic types were sourced from La Horqueta - R. o de los Castaños Formations, while the cratonic components suggest either a Pampean Ranges and/or Paleozoic basement acidic intrusive origin. Paleocurrents and lithofacies show that even though a dramatic change of paleoslope direction occurred during the Early Permian, provenance remained the same throughout deposition of the entire El Imperial Formation, or that the composition of the detritus from multiple sources was mineralogically indistinguishable.

INTRODUCCION

La Formación El Imperial (Dessanti, 1956; Giudici, 1971) constituye una potente sucesión siliciclástica de edad Carbonífera tardía-Pérmica temprana, aflorante en el sector norte de la Cuenca San Rafael (Espejo, 1990; Espejo *et al.*, 1991; García, 1992). Se compone en su mayor parte de areniscas, lo que potencialmente la convierte en un excelente ejemplo para analizar su proveniencia a partir de diagramas ternarios (Dickinson *et al.*, 1983).

Este trabajo intenta caracterizar la composición de las áreas de proveniencia de la Formación El Imperial, e identificar dichas áreas en un contexto paleogeográfico.

El estudio se basa en un detallado conteo de los componentes primarios de las psamitas, complementado con el análisis litofacial, paleoambiental y de paleocorrientes de la unidad (Espejo, 1986, 1990). Los datos presentados corresponden a las secciones aflorantes en los alrededores de la Central Agua del Toro, Puesto La Josefa y Puesto La Vizcacha, ubicados a ambos márgenes del río Diamante, al oeste de la ciudad de San Rafael, provincia de Mendoza (Figura 1).

De los perfiles mencionados se extrajeron muestras de psamitas (32 en total), sobre las que se realizaron cortes

delgados. Por corte petrográfico se contaron 400 clastos promedio, de tamaño comprendido entre 0,062 y 2mm (Dickinson, 1970; Gazzi *et al.*, 1973; Ingersoll *et al.*, 1984). Para la estimación del error de conteo se utilizó la estadística propuesta por Van der Plas y Tobi (1965), cuya desviación standard (s) y su doble brinda un nivel de confianza del 95%.

TEXTURA DE LAS PSAMITAS

En su mayoría las areniscas de la Formación El Imperial presentan un contenido de matriz inferior al 10-15%; son mayoritariamente arcosas líticas, litoarenitas arcóscas y subarcosas (según la clasificación de Folk, 1968; ver Figura 2a), con una composición media de $Q_{m63}F_{19}L_{18} - Q_{67}F_{19}L_{14}$. Su selección moderada a regular y el grado de redondeamiento de los clastos varía entre subanguloso y subredondeado. La fracción clástica presenta contactos rectos, cóncavo-convexos o suturados, dependiendo de la selección, el grado de deformación y/o soterramiento. La textura de la matriz es clástica fina, recrystalizada, y está constituida por clorita (en pequeños grumos) o por clorita-sericita (rodeando los clastos o en laminillas implantadas normalmente a ellos). Los feldespatos pueden encontrarse sericitizados o cloritizados. La pseudomatrix presente equivale a intraclastos pelíticos formados entre clastos mayores.

La presencia de cementos es más restringida, en forma de crecimientos secundarios de cuarzo o albita. Estos cementos son total o parcialmente reemplazados por carbonato, que puede ser el componente principal (en forma de parches, venas con textura granular subesparítica, o en mosaico cristallino según su proporción). Oxidos de hierro y manganeso pigmentan al material carbonático o constituyen parches de aspecto masivo con texturas coloidales. Se detectó la presencia de estilbita de hábito hojoso.

COMPONENTES DE LAS PSAMITAS

El cuarzo monocristalino muestra extinción no ondulatoria a fragmentosa. Puede presentar inclusiones fluidas alineadas en patrones curvos, cristales aciculares de sericita, apatita,

Estantería Concretos.
UBICACION

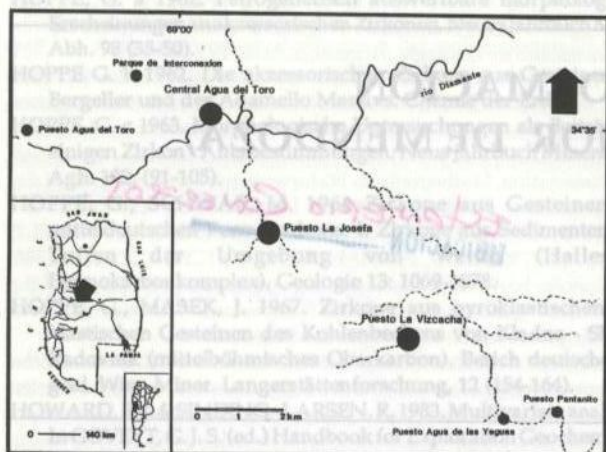


Figura 1: Mapa de ubicación. Las tres principales localidades mencionadas en el texto se encuentran representadas con puntos de mayor tamaño.

rutilo y sillimanita (en orden de abundancia), prismáticas de turmalina y laminares de muscovita. Todas estas variedades sugieren un área de aporte plutónica-metamórfica de alto grado. Una segunda población se caracteriza por abundantes inclusiones fluidas, que confieren a los cristales un aspecto turbio; otros muestran inclusiones de clorita vermicular o de epidoto de aspecto grumoso. Ambos tipos representan variedades de cuarzo filoniano (Blatt *et al.*, 1980). La presencia subordinada de clastos límpidos de formas engolfadas o que preservan parcial o totalmente sus caras cristalinas, indican una tercera población de proveniencia volcánica. El cuarzo policristalino, reconoce dos variedades: a) aquella en la que internamente los cristales no poseen ordenamiento alguno, y b) aquella en la que los cristales se encuentran moderada a fuertemente orientados en una dirección preferencial, con bordes crenulados y difusos ("strained quartz"). El origen del primero es incierto; el del segundo indica una fuente dinamometamórfica. Por último, se observaron clastos de chert microcristalino (no computables), pigmentados por óxidos de hierro.

El feldespato potásico (ortoclasa y microclino subordinado) puede hallarse maclado según la ley de Carlsbad o la de Albite-Periclino. En su mayoría presenta composición inhomogénea, con textura criptopertítica a pertítica (a veces de aspecto maculoso) y gráficas, que sugieren una proveniencia plutónica. Escasos clastos poseen formas muy elongadas, con preservación de caras cristalinas perfectas, lo que podría sugerir rocas volcánicas ácidas (Andreis, 1986, com.pers.). Una tercera población presenta coloración castaña rojiza (tinción de alteraciones halofánicas); su origen cataclástico (milonítico) es confirmado por la presencia de clastos de primitivas plutonitas que muestran ojos de feldespato de iguales características, bordeado por "colas" de materiales triturados (Andreis, 1986, com.pers.). La plagioclasa muestra maclas polisintéticas y de Carlsbad; también "en tablero de ajedrez" originadas por deformación del retículo en la roca madre. Las mirmequitas son frecuentes.

Los fragmentos líticos sedimentarios están representados por vaques cuarzosas finas, con matriz clorítica-sericítica y en

menor proporción, por limolitas cuarzosas con muy bajos porcentajes de feldespatos y accesorios, cementadas por óxidos de hierro. Los fragmentos líticos metamórficos (metamorfitas regionales de bajo grado) son los más abundantes. Filitas y pizarras presentan clivajes de transposición; los esquistos son de composición cuarzo-clorítica-sericítica a cuarzo-muscovítica. En ellos son comunes los porfiroblastos de cuarzo. Una variedad interesante es la de clastos de aspecto moteado, en los que pequeñas zonas de coloración oscura (antiguos porfiroclastos oxidados?) habrían sido originados por metamorfismo de contacto (Hopson, 1987, com.pers.). También se encuentran presentes las variedades cataclásticas ya mencionadas. Los fragmentos holocristalinos aplíticos muestran textura granuda fina a mediana; su composición es granítica-granodiorítica. Los escasos fragmentos líticos volcánicos reúnen variedades volcánicas sensu lato y piroclásticas. Las primeras son en su mayoría pastas de riolitas y rioclastas con texturas felsíticas, con fenocristales de cuarzo y ortoclasa. Entre las variedades piroclásticas se detectaron tobas finas, vitro o cristaloclasticas, y fragmentos ignimbríticos recrystalizados. Los clastos de piroclásticas se encuentran muy alterados o silicificados; el cuarzo ocupa alveolas, sustituye fiammas o la totalidad de la pasta, quedando sólo preservados los minerales opacos preexistentes. En muy baja frecuencia se observaron clastos de carbonatos y alteritas.

Los minerales accesorios identificados son: micas (clorita, muscovita y biotita desferizada subordinada), granate, epidoto, hornblenda, titanita, circón y minerales opacos. La abundancia de micas detríticas también sugeriría la presencia de áreas de proveniencia de bajo grado de metamorfismo.

VARIABLES QUE RIGEN LA COMPOSICION DE LAS ARENISCAS

La composición de las áreas de proveniencia puede considerarse como una variable principal o de jerarquía mayor cuyo valor puede ser modificado por otras variables entre las que se incluyen:

(1) Las que ocurren en las áreas de aporte, tales como la composición de las áreas de proveniencia, el tamaño de grano original, clima (Suttner *et al.*, 1981; Mack, 1984; Basu, 1985; Stewart, 1991), pendiente y abundancia de vegetación (Folk, 1980).

(2) Las asociadas al transporte de sedimento, como distancia y mecanismo de transporte y sitios temporarios de sedimentación (Suttner *et al.*, 1981).

(3) Las que se dan en la cuenca de depositación antes del soterramiento, como el tamaño de grano final (Odom *et al.*, 1976; Johansen, 1988) y fundamentalmente tipo de ambiente sedimentario (Ethridge, 1977; Winn *et al.*, 1984; Savage y Potter, 1991, entre otros).

(4) Las modificaciones ocurridas luego del soterramiento, relacionadas a procesos diagenéticos (McBride, 1985; 1987).

Para que los resultados obtenidos en el conteo de componentes de las psamitas sean valores estadísticamente válidos en la interpretación de las áreas de proveniencia, todas las variables arriba mencionadas deben analizarse y ponderarse

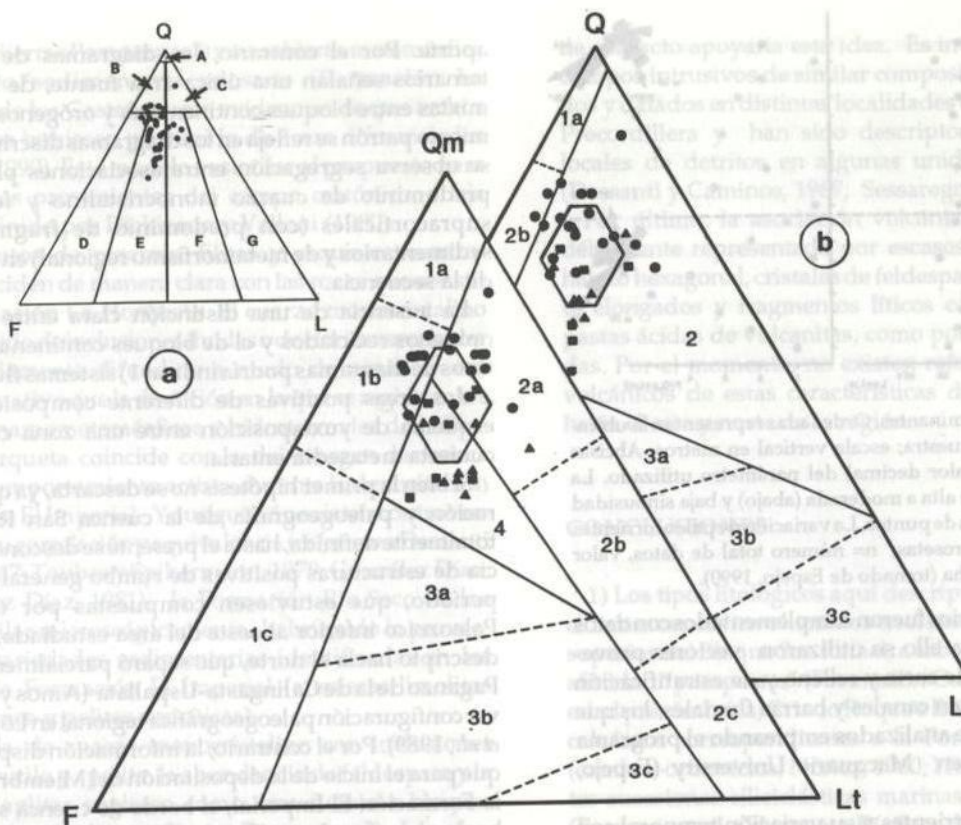


Figura 2: A) Clasificación de areniscas según Folk (1968). Q: contenido de cuarzo total, F: contenido de feldespato total, L: contenido de fragmentos líticos, con excepción de cuarzo policristalino. A: arenita cuarzosa, B: Subarcosa, C: Sublitoarenita, D: Arcosa, E: Arcosa lítica, F: Litoarenita feldespática y G: Litoarenita.

B) Diagramas ternarios de áreas de proveniencia (Dickinson et al., 1983). Abreviaturas idem Figura 2A, excepto Qm: cuarzo monocristalino; Lt: fragmentos líticos, incluyendo cuarzo policristalino. 1.- Bloques continentales: 1a.-Cratón interior, 1b.-Continental transicional, 1c.- Basamento elevado; 2.- Orógeno reciclado: 2a.-Cuarzoso, 2b.-Transicional, 2c.-Lítico; 3.- Arco volcánico: 3a.-Disectado, 3b.-Transicional, 3c.-Lítico; 4.- Transicional. Hexágono muestra la desviación standard del valor medio.

en forma minuciosa, ya que ellas pueden enmascarar la composición inicial de las áreas de proveniencia y llevar a conclusiones totalmente erróneas sobre el tipo de áreas de aporte y la eventual caracterización del marco tectónico.

Para minimizar estos efectos, este trabajo ha tomado en cuenta únicamente las muestras pertenecientes a los términos cuspidales del Miembro inferior y del Miembro superior de la Formación El Imperial, que corresponden a litosomas fluviales. De este modo se eliminan todas las muestras provenientes de ambientes marinos someros afectadas por el retrabajo del oleaje, y que como resultado, pudieran tener eventualmente una composición más cuarzosa, originada por la destrucción de los constituyentes lábiles (Espejo, 1990; Espejo y López Gamundi, en prep.). Además del retrabajo de sedimento por efecto del oleaje como factor importante en la modificación de la composición original, se controló que el tamaño de grano medio de la población analizada fuera homogéneo y que las muestras no presentaran fenómenos diagenéticos (especialmente de cementación), que hubieran obliterado el contenido primario de los componentes principales. Durante el Estefaniano tardío-Asseliano, período durante el cual se depositaron las muestras analizadas del Miembro superior de la Formación El Imperial, los indicadores

paleoambientales y paleobotánicos sugieren que el régimen paleoclimático habría sido estacional, templado y con una cierta disminución de la humedad hacia los términos más jóvenes (López Gamundi et al., 1992; García, 1992). De esta manera, se descartan efectos de meteorización importantes en el área fuente, que hubiesen provocado una reducción sustancial en el contenido original de materiales lábiles (especialmente de feldespato).

AREAS DE PROVENIENCIA- DISCUSION

Los datos de conteo fueron volcados en los diagramas ternarios propuestos por Dickinson et al. (1983) (ver Figura 2b). También se confeccionaron diagramas de parámetros secundarios, con el fin de segregar diferentes petrofacies (Figuras 3, 4 y 5). En estos últimos se graficaron relaciones entre distintas modas detríticas [$Qm + F, Ls + Lm$ y $F / (Ls + Lm)$], teniendo en cuenta la posición estratigráfica de cada muestra.

Con el propósito de detectar la relación entre las posibles asociaciones petrológicas (diferentes áreas de proveniencia) y su variación en algún punto de la secuencia analizada, los

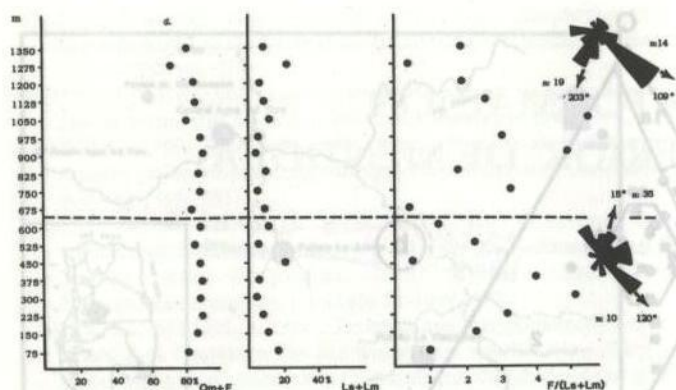


Figura 3: Diagramas discriminantes. Ordenadas representan la ubicación estratigráfica de la muestra; escala vertical en metros. Abcisas indican el coeficiente o valor decimal del parámetro utilizado. La facies fluviales arenosas de alta a moderada (abajo) y baja sinuosidad (arriba) se separan por línea de puntos. La variación de paleocorrientes asociada se indica en las rosetas; n= número total de datos, valor medio señalado con la flecha (tomado de Espejo, 1990).

diagramas discriminatorios fueron complementados con datos de paleocorrientes. Para ello se utilizaron vectores provenientes de estructuras de corte y relleno y de estratificación entrecruzada en artesa, en canales y barras fluviales, los que fueron estadísticamente analizados empleando el programa SPHERE desarrollado en Macquarie University (Espejo, 1990).

El análisis de paleocorrientes y su variación temporal son muy importantes, ya que estudios paleogeográficos previos indican que durante el Pérmico temprano existió una variación importante en el tipo y dirección de los sistemas fluviales, originada por el basculamiento de la pendiente regional (Espejo, 1990; Espejo *et al.*, 1991).

Sin embargo, los resultados obtenidos no muestran una segregación de petrofacies, y por ende, de distintas áreas de

aporte. Por el contrario, los diagramas de proveniencia ternarios señalan una única área fuente, de características mixtas entre bloques continentales y orógenos reciclados. El mismo patrón se refleja en los diagramas discriminatorios: no se observa segregación entre asociaciones plutónicas (con predominio de cuarzo monocristalino y feldespatos) y supracorticales (con predominio de fragmentos líticos sedimentarios y de metamorfismo regional) en ningún punto de la secuencia.

La ausencia de una distinción clara entre el campo de orógenos reciclados y el de bloques continentales en ambos tipos de diagramas podría indicar 1) sistemas fluviales axiales a dos áreas positivas de diferente composición, o 2) un esquema de yuxtaposición entre una zona cratónica y su cubierta metasedimentaria.

Si bien la primer hipótesis no se descarta, ya que la configuración y paleogeografía de la cuenca San Rafael no está totalmente definida, hasta el presente se desconoce la existencia de estructuras positivas de rumbo general N-S para ese período, que estuviesen compuestas por unidades del Paleozoico inferior al oeste del área estudiada, como el alto descrito hacia el norte, que separó parcialmente la Cuenca Paganzo de la de Calingasta-Uspallata (Amos y Rollieri, 1965; ver configuración paleogeográfica regional en López Gamundi *et al.*, 1989). Por el contrario, la información disponible indica que para el inicio de la depositación del Miembro superior de la Formación El Imperial, el borde de cuenca se encontraba hacia el sud-sudeste (Espejo, 1990; Espejo *et al.*, 1991), sin evidencias que demuestren la existencia un elemento estructural positivo de tales características hacia el oeste. La cercanía del basamento cristalino hacia el este, indica que la cuenca se acuñaba en esa dirección (Criado Roque, 1979, Espejo *et al.*, 1991).

Este trabajo sugiere que las áreas de aporte se habrían conformado por un núcleo ígneo-metamórfico de alto grado

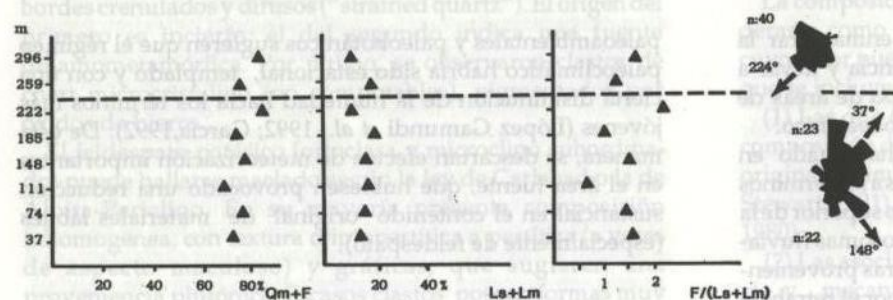


FIG.5 - IDEM PERFIL PUESTO LA VIZCACHA

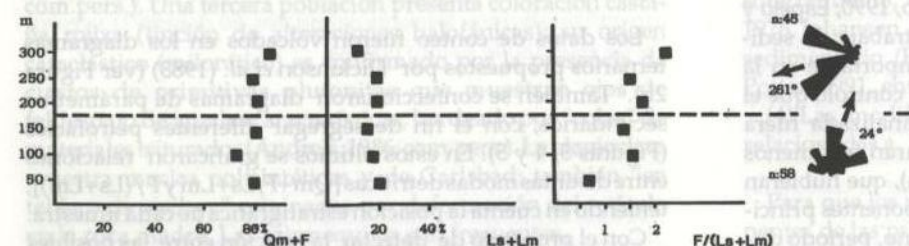


Figura 4: Idem Figura 3, parámetro discriminante utilizado es $F/Ls-Lm$.

(equivalente a Sierras Pampeanas?) y su cubierta metamórfica de bajo grado/sedimentaria adosada (Formación La Horqueta-Río de los Castaños); sin evidencias de que ambos tipos litológicos hubiesen provenido de áreas diferenciadas (Espejo, 1986; 1990). Este modelo es similar al propuesto para arenitas recientes provenientes del campo cratónico + faja orogénica, definido por Dickinson y Valloni (1980).

Los fragmentos de pizarras, filitas y esquistos cuarzo-micáceos coinciden de manera clara con las rocas que constituyen la Formación La Horqueta. El cuarzo monocristalino con alto contenido de inclusiones fluidas o de clorita vermicular se halla ampliamente difundido a modo de venas en esa unidad. Es llamativo que la dirección en la que se registran los fenómenos dinamometamórficos e hidrotermales de la Formación La Horqueta coincide con la del margen de cuenca que tuvo un comportamiento activo durante la depositación de la Formación El Imperial. Y aunque aún existen controversias acerca de su correlación y equivalencia (referirse a Dessanti y Caminos, 1967; Toubes y Spikermann, 1979; González Díaz, 1972; González Díaz, 1981), la Formación Río Seco de los Castaños, similar microscópicamente, habría sido la proveedora de las variedades sedimentarias identificadas en las psamitas de la Formación El Imperial (areniscas-limolitas micáceas, vaques y pelitas sericiticas).

La presencia de cuarzo monocristalino con inclusiones aciculares de rutilo y apatita, la abundancia de feldespato y la presencia de aplitas sugieren como área fuente a bloques continentales (equivalente a Sierras Pampeanas?). Los efectos cataclásticos observados en el feldespato potásico -de tonalidades rojizas-, plagioclasas -con dislocación de sus maclas formando un diseño en ajedrez- o en el cuarzo policristalino, son rasgos muy frecuentes en las rocas de este ámbito (Caminos, 1989, com.pers.; Linares *et al.*, 1980). Los afloramientos de rocas cristalinas más próximas al área de estudio se hallan al sur del río Atuel (Formación Cerro Ventana; Criado Roque e Ibáñez, 1972), al este (equivalente de la anterior en subsuelo de la Cuenca Alvear, Espejo *et al.*, 1991) y al NE, en la provincia de San Luis (Halpern *et al.*, 1970). Las primeras han sido asignadas al Precámbrico (Criado Roque e Ibáñez, 1979) y constituye una suite de rocas metamórficas e ígneas de composición ácida (granítico-adamellítico) con un alto grado de cataclasis, intruídas por filones aplíticos y pegmatíticos.

Sin embargo, asignar a las rocas plutónicas ácidas que actualmente conforman las Sierras Pampeanas como únicos componentes cratónicos en la proveniencia de la Formación El Imperial es algo debatible. La abundancia de plagioclasa respecto de las variedades potásicas en la petrografía de las areniscas de la Formación El Imperial y la sistemática ausencia de microclino, variedad predominante en las rocas pre-paleozoicas tardías de las Sierras Pampeanas (Linares *et al.*, 1980), hace pensar en otra posibilidad. Ella es que gran parte de la suite ígnea identificada en las areniscas de la Formación El Imperial, tendría un origen más bien local. Stocks dioríticos y granodioríticos de posible edad postsilúrica-precambriera que intruyen la Formación La Horqueta sin afectar a la Formación El Imperial, han sido descriptos en los alrededores de la zona estudiada (oeste del Cerro La Chilena y la Lomas Negras; Dessanti, 1956; Toubes y Spikermann, 1976; Criado Roque e Ibáñez, 1979). La presencia de clastos de metamorfitas

de contacto apoyaría esta idea. Es interesante destacar que cuerpos intrusivos de similar composición han sido estudiados y datados en distintas localidades de Cordillera Frontal y Precordillera y han sido descriptos como proveedores locales de detritos en algunas unidades del Carbonífero (Dessanti y Caminos, 1967; Sessarego *et al.*, 1990).

Por último, la asociación volcánica-piroclástica se halla débilmente representada por escasos clastos de cuarzo de hábito hexagonal, cristales de feldespato potásico fuertemente elongados y fragmentos líticos constituidos tanto por pastas ácidas de vulcanitas, como por tobas vítreas y soldadas. Por el momento, no existen referencias de fenómenos volcánicos de estas características de edad pre-Carbónica hacia el este y norte de la región.

CONCLUSIONES

1) Los tipos litológicos aquí descriptos son altamente coincidentes con los involucrados en el basamento pre-paleozoico superior del Bloque San Rafael, a saber: a) rocas cristalinas de afinidad "pampeana" (Formación Cerro Ventana, de posible edad precámbrica; Criado Roque e Ibáñez, 1979), b) depósitos calcáreos correspondientes a la Formación Ponón Trehue (cambro-ordovícica, Núñez, 1960; Heredia, 1982) y c) potentes sucesiones siliciclásticas marinas del Paleozoico medio (Formaciones La Horqueta-Río Seco de los Castaños, Dessanti y Caminos, 1967), con algunos cuerpos intrusivos asignados al Ciclo Magmático Eocarbónico (LLambías y Caminos, 1987) o a la Fase Magmática Somuncúrica (Ramos y Ramos, 1979). Si se comparan los tipos litológicos que conforman el basamento pre-paleozoico superior de Cuenca San Rafael, con parte del de Cordillera Frontal y en especial con el de la Precordillera, se observa que existen fuertes similitudes. En esta última también existen sucesiones carbonáticas asignadas al Paleozoico inferior y siliciclásticas depositadas durante el Paleozoico medio; algunas de estas últimas intruídas por rocas cristalinas de similar composición a las presentes en el Bloque de San Rafael y Cordillera Frontal.

Teniendo en cuenta las asociaciones petrológicas identificadas, se cree que la mayor parte del sustrato pre-paleozoico superior (basamento cristalino/cubierta sedimentaria-metasedimentaria), se habría encontrado elevado y habría provisto de detritos durante la sedimentación de la Formación El Imperial, constituido casi en su totalidad por el par Formación La Horqueta-Río Seco de los Castaños, intrusivos locales y también de rocas cristalinas correspondientes al ámbito pampeano (F. Cerro Ventana). La escasa ocurrencia de clastos de calizas en las muestras estudiadas podría deberse a un fenómeno de preservación más que a la ausencia de fuentes.

2) Tal como lo refleja el diagrama de parámetros discriminantes en función del tiempo y las observaciones detalladas de los componentes primarios a lo largo de toda la megasecuencia, no existe una variación composicional asociada con el basculamiento de la cuenca (ver Figuras 3, 4 y 5). Mas aún, existe una llamativa similitud entre los tipos de cuarzo y variedades líticas presentes en las areniscas a lo largo

de toda unidad. Los datos de paleocorrientes indican que las áreas positivas durante el Carbonífero tardío se hallaban localizadas hacia el SO, S y SE de la zona Puesto Agua del Toro-Arroyo Aisol y que, durante el Pérmico temprano, existió una reversión de la pendiente regional de 180° (Espejo, 1990; Espejo, 1992). Todo ello sugeriría que los sedimentos tanto del Miembro inferior como del Miembro superior de la Formación El Imperial derivarían de una misma fuente, o al menos que las fuentes proveedoras de detritos son indiferenciables desde el punto de vista composicional. El marco tectónico se habría mantenido invariable durante la sedimentación de la Formación El Imperial.

3) Por último, si bien no se cuenta aún con información acerca de la composición de las areniscas de unidades suprapaleozoicas localizadas hacia el SSE del área de estudio (Formaciones Agua del Puntano, Pájaros Bobos en el sur de la provincia de Mendoza y Formaciones Agua Escondida y Carapacha, en el NO y SO de la provincia de La Pampa), podría predecirse para el mismo intervalo de tiempo, una variación composicional en las mismas, con un incremento de la componente cratónica en las últimas. Esta hipótesis se basa fundamentalmente en la ubicación geográfica de estas unidades respecto de las de Sierras Pampeanas y del Macizo de Chalideuvú y en la ausencia de sedimentos precarboníferos asignados a la Formación La Horqueta al sur de la localidad de Agua del Blanco (sur de la provincia de Mendoza, al este de la Salina de Llanquanelo).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AMOS, A., y E. ROLLERI, 1965. El Carbónico marino en el valle Calingasta-Uspallata (San Juan-Mendoza). Boletín de Informaciones Petrolero, 368. Buenos Aires.
- BASU, A., 1985. Influence on climate and relief on compositions of sands released at source areas. In Zuffa, G. (Ed.) "Provenance of arenites", Nato Series: 1-18.
- BLATT, H., G. MIDDLETON y R. MURRAY, 1980. Origin of sedimentary rocks. Second Edition. Prentice-Hall, Inc., 782 pp.
- CRIADO ROQUE, P., 1972. Bloque de San Rafael. En A. Leanza (Ed.): I Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba: 283-295.
- CRIADO ROQUE, P., 1979. Subcuenca Alvear. II Simposio Geológico Regional Argentino, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, I: 811-836.
- CRIADO ROQUE, P. y G. IBÁÑEZ, 1979. Provincia Geológica Sanrafaelino-Pampeana. II Simposio Geológico Regional Argentino, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, I: 837-869.
- DESSANTI, R., 1956. Descripción geológica de la Hoja 27c "Cerro Diamante", provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 85.
- DESSANTI, R. y R. CAMINOS, 1967. Edades potasio-argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, provincia de Mendoza. Asociación Geológica Argentina, Revista, XXII (2): 135-162.
- DICKINSON, W., 1970. Interpreting detrital modes of graywacke and arkose. Journal of Sedimentary Petrology, 40: 696-707.
- DICKINSON, W. y R. VALLONI, 1980. Plate settings and provenance of sands in modern ocean basins. Geology, 8: 82-86.
- DICKINSON, W., L. BEARD, G. BEARD, G. BRAKENRIDGE, J. ERJAVEC, R. FARGUSIN, K. INGRAM, R. KNEEP, F. LINDBERG y P. RYBERG, 1983. Provenance of North America Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. Geological Society of America Bulletin, 94 (2): 222-235.
- ESPEJO, I., 1986. Análisis litofacial y composicional preliminar de la Formación Agua del Toro (Carbónico inferior?), Bloque de San Rafael, Mendoza. Abstract Annual Meeting of the Working Group, Project 211: Late Paleozoic of South America: 70-71.
- ESPEJO, I., 1990. Análisis estratigráfico, paleoambiental y de proveniencia de la Formación El Imperial, en los alrededores de los ríos Diamante y Atuel, provincia de Mendoza. Tesis Doctoral, U.B.A., inédito.
- ESPEJO, I., 1992. Los Conglomerados Brechosos del Cerro Colorado. Parte I: paleoambientes de sedimentación. IV Reunión Argentina de Sedimentología (1): 103-110.
- ESPEJO, I., R. ANDREIS y M. MAZZONI, 1991. Cuenca San Rafael. En Archangelsky, S. (Ed.) "El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay", XII Congreso Internacional de Estratigrafía del Carbonífero y Pérmico y Academia Nacional de Ciencias de Córdoba: 177-185.
- ETHRIDGE, F., 1977. Petrology, transport and environment in isochronous Upper Devonian sandstone and siltstone units, New York. Journal of Sedimentary Petrology, 47 (1): 53-65.
- FOLK, R., 1968. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's Bookstore, Austin, Texas, 170 pp.
- GARCIA, G., 1992. Estudios paleoflorísticos y análisis bioestratigráfico de la Formación El Imperial y otras unidades equivalentes, Paleozoico superior de la Cuenca San Rafael, provincia de Mendoza, República Argentina. Tesis Doctoral, U.B.A., inédito.
- GAZZI, P., G. ZUFFA, G. GANDOLFI y L. PAGANELLI, 1973. Provenienza e dispersione litoranea delle sabbie delle speagge gra le foci dell' Isonzo e del Foglia: inquadramento regionale. Soc. Geol. Ital., Mem. 12: 1-37.
- GIUDICI, A., 1971. Geología de las adyacencias del río Diamante al este del cerro homónimo, provincia de Mendoza, Rep. Argentina. Asociación Geológica Argentina Revista, XXVI, 4: 439-458.
- GONZALEZ DIAZ, E., 1972. Descripción geológica de la Hoja 27d, San Rafael, provincia de Mendoza. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 132.
- GONZALEZ DIAZ, E., 1981. Nuevos argumentos a favor del desdoblamiento de la denominada "Serie de La Horqueta" del Bloque San Rafael, provincia de Mendoza. Actas VIII Congreso Geológico Argentino 3: 241-256.
- HALPERN, M., E. LINARES y C. LATORRE, 1970. Estudio preliminar por el método estroncio-rubidio de rocas metamórficas y graníticas de la provincia de San Luis, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista, XXV (3): 293-302.
- HEREDIA, S., 1982. Pygodus ansrynus Lamont y Linstrom (Conodonte) en el Llandeilliano de la Formación Ponón Trehue, provincia de Mendoza, Argentina. Ameghiniana 19 (3-4): 229-233.
- INGERSOLL, R., T. BULLARD, R. FORD, J. GRIMM, J. PICKLEX y S. SARES, 1984. The effect of the grain size in detrital modes: a test of the Gazzi-Dickinson point-counting method. Journal of Sedimentary Petrology, 54 (1): 102-116.
- JOHANSEN, S., 1988. Origin of upper Paleozoic quartzose sandstones, American Southwest. Sedimentary Geology, 56: 153-166.
- LINARES, E., E. LLAMBIAS y C. LATORRE, 1980. Geología de la provincia de La Pampa, República Argentina y geocronología de sus rocas metamórficas y eruptivas. Asociación Geológica Argentina, Revista XXXV (1): 87-146.
- LOPEZ GAMUNDI, O., L. ALVAREZ, R. ANDREIS, G. BOSSI, I. ESPEJO, F. FERNANDEZ SEVESO, L. LEGARRETA, D. KOKOGIAN, C. LIMARINO y H. SESSAREGO, 1989. Cuencas intermontanas. En Chebli, G. y L. Spalletti (Eds.) "Cuencas Sedimentarias Argentinas", Serie de Correlación Geológica 6: 123-167.
- LOPEZ GAMUNDI, O., C. LIMARINO y S. CESARI, 1992. Late Paleozoic paleoclimatology of central west Argentina. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 91: 305-329.

