

TRABAJO 38

CARACTERIZACION GEOQUIMICA DE LOS METASEDIMENTOS DE LA FORMACION NAHUEL NIYEU: IMPLICANCIAS SOBRE SU PROVENIENCIA Y MARCO TECTONICO

Cagnoni, Mariana C*, E. Linares **, H. A. Ostersa ***, C.A. Parica *** y M. B. Remesal ****

*INGEIS

**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA.

***CONICET

ESTANTERIA CONGRESOS
UBICACION

ABSTRACT. Nahuel Niyeu Formation is a low grade metamorphic association which includes metapsamites, metapelites and filites outcropping at the north east of Rio Negro Province, and it conforms a portion of the North Patagonian Massif basement. The preliminary geochronological data indicates an Upper Precambrian age. On most of selected samples, textural and mineralogical sedimentary features were clearly preserved. The sandstones were classified as quartz greywackes. The pelites has a predominance of layer silicates. Most of petrographic and chemical data appoint that detritic fraction would have been brought from an intermediate to acid magmatic source. According to discriminating diagrams utilising major element criteria the depositional environment of this low grade metamorphic association would have been a Continental Island Arc or an Active Continental Margin. However, the TiO_2 contents, which is considered to be a less mobile element, provide the most reliable diagram in which the psammites of the Nahuel Niyeu Formation plot in the field assigned to Continental Island Arc.

INTRODUCCION

Estudios realizados en la última década han demostrado la utilidad de combinar los análisis petrográficos y geoquímicos para intentar determinar el ambiente tectónico de depositación en secuencias sedimentarias (Dickinson & Suczek, 1979; Maynard *et al.*, 1982; Bhatia, 1983; Mc Lennan *et al.* 1990; entre otros). En el caso de sedimentos antiguos los cambios post deposicionales relacionados a la diagénesis parecen no afectar mayormente la geoquímica de la roca total (Maynard *et al.*, 1982). Aún cuando las sedimentitas hayan sufrido un metamorfismo de bajo grado, para la mayoría de los elementos las reacciones pueden considerarse a escala roca total como isoquímicas (Mehnert, 1969; Ronov *et al.*, 1977).

Objetivos

Dado que este tipo de análisis ha aportado resultados interesantes en diferentes secuencias metamórficas en nuestro país como en la Formación Puncoviscana (Willner, *et al.*, 1985) y en la Formación Trinity Península (Do Campo *et al.*,

1991), se ha encarado el estudio de una de las unidades de bajo grado metamórfico aflorantes en el área de Valcheta conocida como Formación Nahuel Niyeu o Formación El Jagüelito. El presente trabajo propone la caracterización geoquímica y petrográfica de las rocas metasedimentarias a fin de deducir el ambiente tectónico de la cuenca y las áreas de proveniencia de las secuencias clásticas precursoras. Tal consideración resulta válida teniendo en cuenta el bajo grado de transformaciones post-deposicionales sufridas por el sedimento evidenciados por la buena preservación de las texturas originales y la ausencia de evidencias petrográficas de cambios fisicoquímicos que puedan haber afectado la composición total luego de la sedimentación.

Métodos empleados

Las muestras fueron estudiadas en secciones delgadas al microscopio a fin de determinar su composición modal y características texturales. Los análisis de elementos mayoritarios fueron realizados por vía húmeda en el LAQUIGE y los elementos traza fueron obtenidos en INGEIS por espectrometría de fluorescencia de rayos-X, con un equipo Philips PW 1410. Los resultados obtenidos se detallan en la Tabla 1.

Antecedentes

La Formación Nahuel Niyeu (Caminos, 1983) incluye metamorfitas de bajo a muy bajo grado cuyos mejores afloramientos se localizan al sur de la localidad de Nahuel Niyeu. La secuencia metasedimentaria (Caminos, 1983; Caminos y Llambías, 1984) está constituida por grauvacas, limolitas y lutitas pizarrosas de colores grises oscuros, con tonos verdosos o parduzcos. Los caracteres sedimentarios de las rocas originales están bien conservados y se observan estructuras de plegamiento de distintos órdenes. Esta secuencia se correlaciona con la Formación El Jagüelito (Ramos, 1975),

aflorante más al este. Ambas unidades han sido descriptas y estudiadas entre otros por Ramos (1975), Caminos (1983), Caminos y Llambías (1984) y Giacosa (1987). Los resultados radimétricos preliminares indican una edad precámbrica superior (Linares *et al.*, 1990), y las evidencias estratigráficas la ubican en una edad mínima pre-silúrica-devónica.

Area de Estudio

Las exposiciones más importantes de la Formación Nahuel Niyeu en el sector nororiental de la provincia de Río Negro, están en el área de los arroyos Nahuel Niyeu, Treneta y Salado (Caminos y Llambías, 1984). Para el presente estudio fueron seleccionadas las localidades de arroyo Nahuel Niyeu (Puesto Railef) y Rincón Verde (Figura 1).

RESULTADOS

Petrografía

Tal como ya fuera descripto por Caminos y Llambías (1984), las metasedimentitas de la Formación Nahuel Niyeu conservan texturas y estructuras sedimentarias propias de las acumulaciones originales y la recrystalización metamórfica es leve. En general las sedimentitas tienen una selección pobre con un porcentaje de matriz de 60 a 80%. La fracción clástica mayor tiene tamaños entre 0,02 y 0,3 mm, rango limo-arena fina.

El tamaño promedio para la mayoría de las muestras es arena fina (0,08 - 0,16 mm). Se puede considerar que se trata de sedimentos homogéneos pero texturalmente inmaduros. Aún cuando en algunos casos la recrystalización de la matriz afecta los contornos de los granos, se puede observar que el grado de redondeamiento es muy bajo para la mayoría de los clastos. A su vez, es bastante variable al comparar distintas muestras entre sí como también dentro de una misma mues-

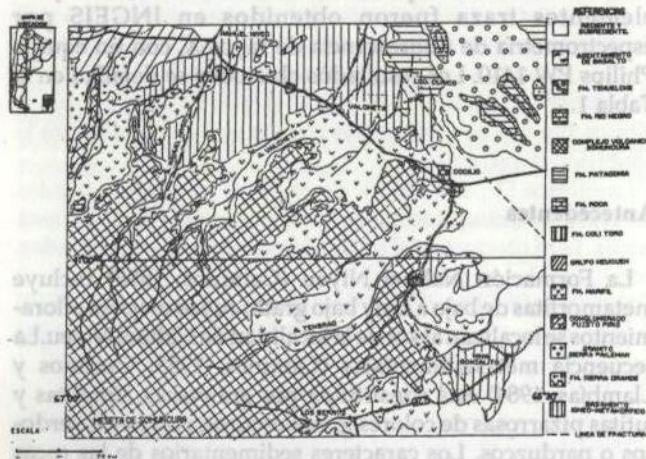


Figura 1: Mapa de ubicación basado en Nuñez *et al.* Localización de áreas de muestreo: 1) Nahuel Niyeu; 2) Rincón Verde.

tra. Los principales constituyentes minerales de la fracción mayor son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y como accesorios apatita, turmalina, opacos (generalmente en secciones euhedrales), epidoto y circón. No se han observado fragmentos líticos. El cuarzo aparece en clastos desde angulosos hasta redondeados, un buen porcentaje de granos son elongados, paralelos a la foliación. Se pueden definir por lo menos tres tipos diferentes: 1) Monocrystalino, límpido, en algunos casos llega a conservar formas euhedrales y subhedrales, con extinción relámpago y sin inclusiones o con escasas inclusiones puntiformes. 2) Monocrystalino, anhedral, con extinción ondulosa a fragmentosa y con inclusiones euhedrales, aciculares muy abundantes. 3) Policrystalino con contactos rectos a casi rectos, con extinción ondulosa e inclusiones puntiformes. El primer tipo puede ser atribuido a una fuente volcánica; el segundo podría reconocer como origen tanto una roca plutónica como metamórfica y el tercero parece provenir de rocas metamórficas. Los clastos de feldespatos son angulosos a subangulosos y se caracterizan por una pátina de alteración arcillosa. El feldespato potásico está representado por ortosa como única especie presente ya que no se han detectado microclino ni peritas. Las plagioclasas generalmente tienen maclas polisintéticas a veces borrosas o desdibujadas, son siempre más angulosas que el feldespato potásico y su grado de alteración es menor. La composición oscila entre An_{24} (oligoclasa básica) a An_{34} (andesina ácida). La matriz arcillosa original, muy abundante en todas las muestras descriptas, está transformada en sericita, clorita y cuarzo pudiéndose observar una orientación de los filosilicatos según las direcciones de deformación. Las rocas de grano más fino (pelitas) presentan una recrystalización en cuarzo, sericita y clorita, con predominio de esta última. Los componentes descriptos definen modalmente a las psamitas originales como grauvacas cuarzosas (según Pettijohn, 1973). Estos resultados volcados en diagramas QFL según Dickinson & Suczek (1979), indicarían como área de aporte más importan-

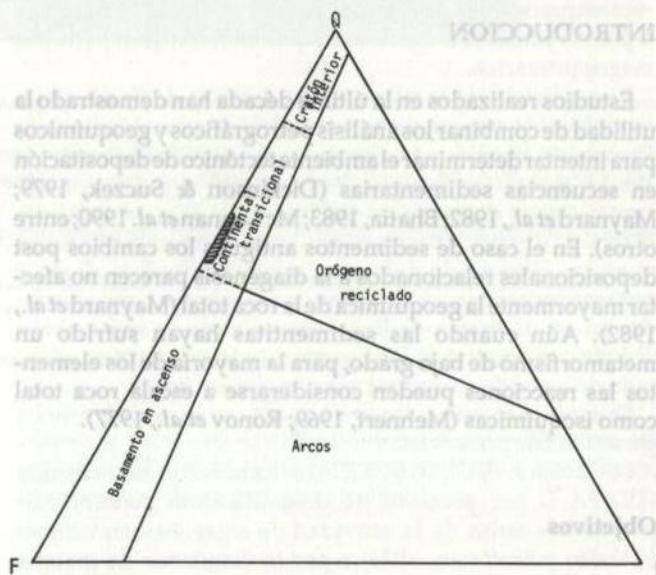


Figura 2: Gráfico QFL según Dickinson & Suczek (1979). En esta figura sólo se representaron metagrauvacas (Campo sombreado). Q: cuarzo total; F: feldespato total; L: fragmentos líticos inestables.

te para las rocas de la Formación Nahuel Niyeu el campo definido como bloque continental, más precisamente continental transicional (Dickinson *et al.*, 1983) respondiendo a un mayor aporte feldespático (Figura 2). Algunas muestras presentan un grado de metamorfismo levemente superior, con una recrystalización más importante, escasos relictos detríticos y clivaje mejor marcado, alcanzando características de filitas.

Geoquímica

Los contenidos de elementos mayoritarios, minoritarios y trazas de las muestras analizadas aparecen en la Tabla 1 (a y b). En la misma se incluyeron para su comparación los valores promedio de grauvacas y lutitas fanerozoicas (Condie & DeMalas, 1985) y del patrón NASC (Gromet *et al.*, 1984). Las muestras 94, 96, 97 y 98 corresponden a las rocas clasificadas

como grauvacas y con rasgos petrográficos originales bien conservados. Las muestras 99 y 100 son rocas de grano muy fino, pelitas ricas en filosilicatos. Las muestras 184, 188, 191 y 192 son filitas con evidencias petrográficas que indican un grado metamórfico más alto.

Los metasedimentos estudiados presentan contenidos de SiO_2 elevados con valores entre 61 y 73%. En un diagrama triangular Al_2O_3 -CaO-MgO que permite la comparación con los campos composicionales de las principales rocas ígneas (Condie & DeMalas, *op cit*), se puede observar que las muestras se agrupan cercanas a los granitos y granodioritas (Figura 3).

Los valores de K_2O y Na_2O son variables; los primeros oscilan entre 2,6 y 4,5% y los segundos entre 2,5 y 4,4%. Estos elementos debido a su movilidad no son los más apropiados para la clasificación química de este tipo de rocas. Los valores obtenidos, sin embargo, no se alejan de los promedios de rocas sedimentarias tipo y las evidencias petrográficas seña-

Mtra.	94 (G)	96 (G)	97 (G)	98 (G)	99 (P)	100 (P)	184 (F)	188 (F)	191 (F)	192 (F)
SiO_2	69,77	69,41	73,63	72,30	61,09	61,98	65,50	58,59	62,41	67,78
TiO_2	0,63	0,71	0,53	0,62	0,83	0,85	0,63	0,79	0,82	0,68
Al_2O_3	14,19	13,81	12,22	13,70	18,80	17,70	16,60	18,71	17,45	14,44
Fe_2O_3	2,59	2,59	2,64	2,18	4,16	3,90	4,10	5,04	3,18	4,67
FeO	1,61	1,68	1,26	1,52	2,73	2,24	2,09	2,36	2,91	1,49
MnO	0,09	0,16	0,09	0,05	0,04	0,09	0,12	0,13	0,18	0,14
MgO	1,99	2,05	1,74	1,38	3,01	2,41	2,81	3,12	3,41	2,67
CaO	0,41	0,48	0,67	0,20	0,16	0,36	0,44	0,64	0,52	0,20
Na_2O	3,59	2,94	2,93	3,08	2,55	3,18	2,32	3,61	4,41	2,30
K_2O	2,84	2,74	2,60	2,78	4,48	4,05	3,91	3,63	2,63	3,02
P_2O_5	0,23	0,22	0,15	0,18	0,19	0,23	0,11	0,16	0,19	0,15
H_2O^+	1,67	1,68	1,64	1,07	0,91	1,97	1,69	2,35	1,35	2,23
H_2O^-	0,26	0,28	0,26	0,11	0,14	0,15	0,17	0,15	0,28	0,20
Total	99,87	98,72	100,36	99,17	99,09	99,11	99,95	99,28	99,74	99,97
Rb	145	129	114	129	186	175	166	166	154	137
Sr	69	92	100	85	47	61	80	82	205	92
Ni	7	8	9	18	18	-	18	-	-	-
V	96	72	134	56	117	-	114	-	153	-
Cr	17	12	9	11	21	-	14	-	2	-
Hf	3	4	4	4	3	-	4	-	1	-
Ba	536	637	646	439	814	-	707	-	502	-
Zr	126	186	203	262	-	213	21	193	169	134
Y	57	55	48	54	73	38	61	33	125	30
Rb/Sr	2,101	1,402	1,140	1,518	3,957	2,869	2,075	2,024	0,751	1,489
K/Rb	163	176	189	179	200	192	196	182	142	183
K/Ba	44,0	35,7	33,4	52,6	45,7	-	45,9	-	43,5	-

G: grauvaca P: pelita F: filita

Tabla 1: a) Análisis químicos de elementos mayores, menores y traza de las muestras de la Formación Nahuel Niyeu. Las rocas 94, 96, 97 y 98 fueron graficadas como triángulos invertidos, 99 y 100 como cuadrados y 184, 188, 191 y 192 como triángulos. b) SH (lutita) y GW (grauvaca) fueron tomados de Condie & DeMalas (1985); NASC (North American shale composite) fue tomado de Gromet *et al.*, 1984).

lan el bajo grado metamórfico que ha afectado a estas rocas. Por consiguiente estos resultados justifican el empleo de diagramas de clasificación que utilizan elementos mayores y trazas y relaciones geoquímicas (Pettijohn, 1973; Blatt *et al.*, 1980 y Floyd *et al.*, 1989). Aunque no se alcanza el mismo grado de distinción litológica en cada diagrama los metasedimentos se agrupan en general dentro del campo de las grauvacas y pelitas indicando una mezcla original de materiales clásticos relativamente inmaduros (Figura 4, 5 y 6). Del gráfico log K vs. log Rb (Figura 7) podemos inferir que los precursores ígneos de los sedimentos considerados corresponderían a composiciones intermedias a ácidas. Los menores contenidos en las grauvacas de K, Rb y los bajos valores en la relación K/Na serían el reflejo de la menor proporción sericita/feldespato respecto de las rocas más pelíticas.

La abundancia de filosilicatos en las rocas de grano más fino se ve reflejada en los valores más altos de Mg, Fe, Ni y Cr. Un complemento de esta información geoquímica puede obtenerse a través de componentes relativamente inmóviles como TiO_2 y Ni que separan los sedimentos inmaduros derivados de precursores magmáticos de sedimentos maduros normales. La Figura 8 muestra que la mayoría de los metasedimentos se clasifican como grauvacas magmatogénicas con contenidos de Ni típicos de rocas ácidas a intermedias. Esto es consistente con los resultados petrográficos que documentan la importancia de composi-

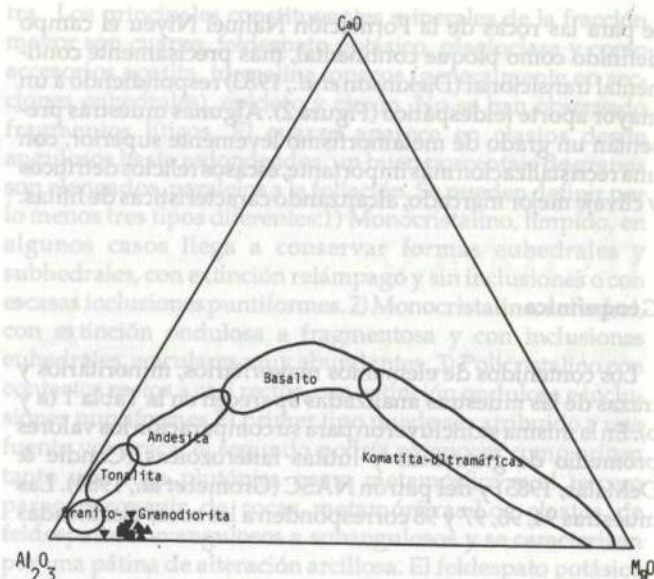


Figura 3: Distribución de las metasedimentitas en un diagrama Al_2O_3 -CaO-MgO. Los campos de las rocas ígneas fueron extraídos de Condie *et al.*, 1985.

ciones félsicas (principalmente volcánicas) de la fuente.

Normalizados los elementos trazas de las metasedimentitas de la Formación Nahuel Niyeu (Figura 9) con los valores de una grauvaca fanerozoica tipo (Condie & DeMalas, 1985), se pueden establecer enriquecimientos en Hf, Y y Rb, en cambio Ni, Cr y Sr están empobrecidos y Zr y Ba no se alejan significativamente de la unidad. Debido a que el Cr y el Ni (junto con el MgO) se alojan en silicatos máficos y óxidos compuestos (olivina, piroxeno, cromita) abundantes en rocas de composición básica y, además, son fácilmente lavados durante los procesos de meteorización, es de esperar concentraciones bajas en rocas derivadas de una fuente física. La principal contribución del Sr es a través de rocas ricas en plagioclasa, por consiguiente los bajos valores de Sr (también CaO) pueden resultar de la combinación de dos factores: 1) la pérdida preferencial de feldespatos a los cuales estos elementos están ligados durante la meteorización y erosión; 2) y quizá la más importante, un empobrecimiento de estos elementos en la fuente. Las evidencias petrográficas encontradas (plagioclasas ácidas) soportan esta hipótesis. El Zr, Y, Hf y Rb son elementos incompatibles durante la mayoría de los procesos magmáticos y tienden a enriquecerse en rocas diferenciadas. Las bajas relaciones Zr/Y y K/Rb contrapuestas a altas relaciones Rb/Sr parecen reflejar composiciones graníticas-riolíticas con alto Rb e Y y bajo Sr.

La baja relación TiO_2/Zr refleja una relativamente pequeña abundancia de ilmenita y magnetita detrítica respecto del circón.

A continuación examinaremos la geoquímica de estas metasedimentitas en función de los diagramas de discriminación propuestos por Bhatia (1983) y utilizados por varios autores para la discriminación del ambiente tectónico de deposición basado en la correspondencia existente entre la composición geoquímica de areniscas y el marco tectónico de la cuenca sedimentaria. Los gráficos utilizan como parámetros de discriminación $Fe_2O_3 + MgO\%$, TiO_2 , Al_2O_3/SiO_2 , $K_2O/$

Patrón	NASC	SE	GW
SiO_2	64,80	60,00	66,70
TiO_2	0,70	0,85	0,63
Al_2O_3	16,90	17,90	13,50
Fe (total)	5,66	7,20	5,49
MnO	0,06	0,10	0,09
MgO	2,86	2,95	2,15
CaO	3,63	4,90	2,54
Na_2O	1,14	1,21	2,93
K_2O	3,97	3,51	2,00
P_2O_5	0,13	0,17	0,16
H_2O	-	1,00	3,60
Total	99,85	99,79	99,79
Rb	125	150	50
Sr	142	200	200
Ni	58	50	40
V	-	-	-
Cr	124,5	100	120
Hf	6,3	3	2
Ba	636	550	450
Zr	200	200	300
Y	-	25	18
Rb/Sr	0,88	0,75	0,25
K/Rb	263,7	194	332
K/Ba	51,8	53,0	36,9

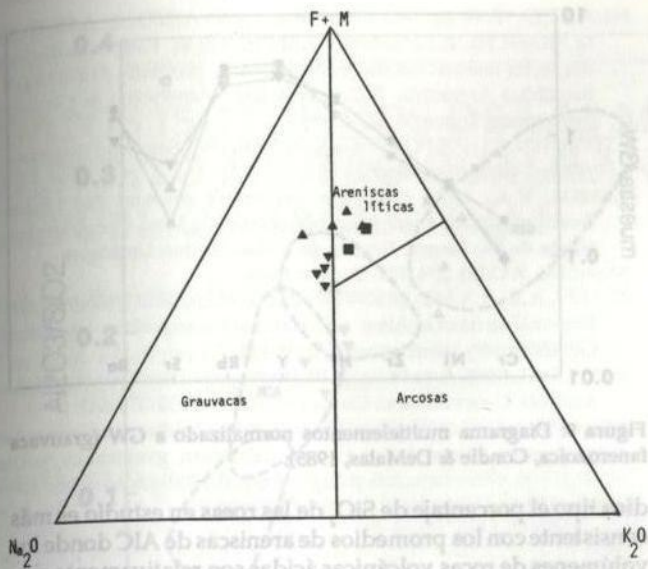


Figura 4: Diagrama ternario para distinguir los distintos tipos de areniscas. (Según Blatt, 1980).

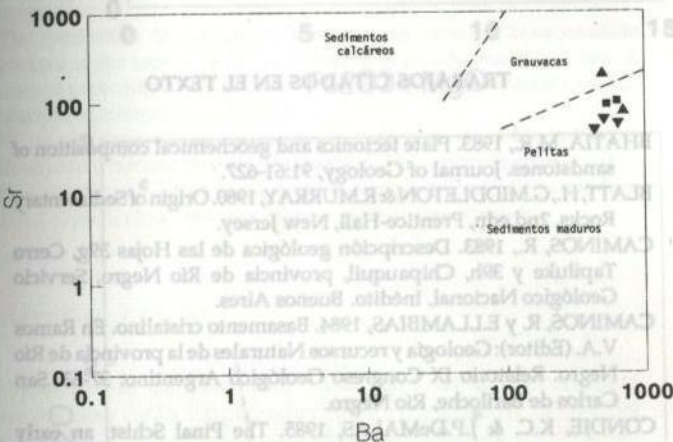


Figura 5: Clasificación química de sedimentos según los contenidos de elementos traza. (Floyd et al., 1989).

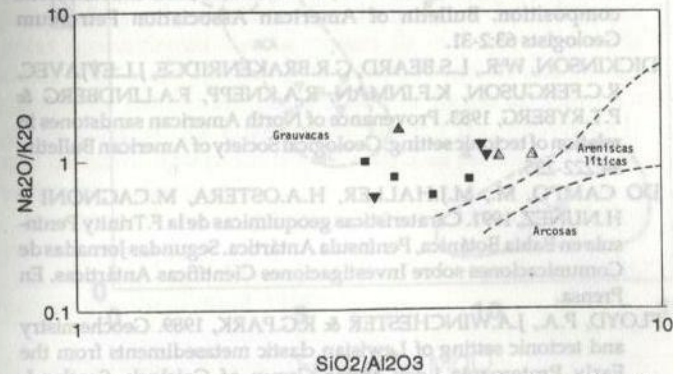


Figura 6: Diagrama de discriminación entre los distintos tipos de areniscas. (Pettijohn, 1973).

Na_2O y $Al_2O_3/(CaO+Na_2O)$. La baja movilidad del Fe y Ti, así como la estabilidad del Mg en las areniscas de baja permeabilidad hacen que puedan ser utilizados con relativamente alto grado de confianza en la diferenciación de campos. Dado que la clasificación discriminatoria utilizada por

Bhatia (1983) está referida exclusivamente a areniscas sería impropio emplear las muestras reconocidas como metapelitas. La evidencia de este aserto está dada porque aquellas muestras petrográficamente identificadas como tales en ninguno de los diagramas discriminativos se ubican dentro de los campos establecidos. También es muy notoria la dispersión de los valores de las muestras con mayor grado metamórfico.

En el diagrama Al_2O_3/SiO_2 vs. Fe_2O_3+MgO (Figura 10, a) las grauvacas de la F. Nahuel Niyeu se ubican dentro de los campos de Arcos de Islas Continentales (AIC) y Márgenes Continentales Activos (MCA), cercanos al área de superposición entre ambos.

En el diagrama $Al_2O_3/(Na_2O+CaO)$ vs. Fe_2O_3+MgO (Figura 10, b) si bien no hay una agrupación preferencial dentro de un campo predefinido, las grauvacas no se alejan mucho del área marcada para MCA y AIC. Esta pequeña dispersión podría atribuirse a los bajos valores de CaO ya discutidos.

En el diagrama K_2O/Na_2O vs. Fe_2O_3+MgO estas rocas se distribuyen dentro del área de superposición de los campos MCA y AIC (Figura 10, c).

Por último el diagrama TiO_2 vs. Fe_2O_3+MgO permite ubicar con más certeza las grauvacas de esta asociación dentro del campo AIC (Figura 10, d). Su posición en el gráfico indica una importante participación relativa de componentes volcánicos en las sedimentitas originales.

CONCLUSIONES

Los estudios mineralógicos y texturales resultaron muy valiosos en la determinación de los rasgos sedimentarios originales de estas rocas. Permitieron, por consiguiente, discriminar aquellas muestras con un metamorfismo lo suficientemente bajo que preservó modal y químicamente los materiales sedimentarios, de aquellas que por un grado de transformación mayor resultan cuestionables para los métodos aplicados. Además, el estudio composicional fue útil para establecer posibles rocas fuente de esos materiales detríticos. Con este marco petrográfico, las metasedimentitas de la Formación Nahuel Niyeu y su correlativo El Jagüelito representan una unidad de grauvacas, pelitas y filitas con una geoquímica psammítica a semipelítica. Las variaciones composicionales expuestas son el resultado de una fuente con

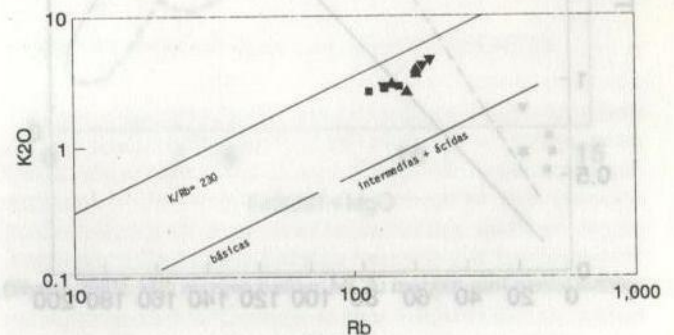


Figura 7: Diagrama K-Rb. La relación cortical K/Rb de 230 define una tendencia magmática que puede dividirse en dos porciones: básicas e intermedias + ácidas. (Shaw, 1968).

predominio de rocas mesosilíceas a ácidas.

Si bien el número de muestras analizadas aún es reducido y por lo tanto estos resultados pueden considerarse preliminares, los datos obtenidos hasta el momento permiten plantear las primeras hipótesis sobre las fuentes de proveniencia para las rocas sedimentarias que originaron el basamento de bajo grado metamórfico del este del Macizo Nortpatagónico. Las tendencias geoquímicas definidas en los diagramas propuestos por Bhatia (1983) para discriminar el marco tectónico de una cuenca sedimentaria, sugieren como ambientes probables el de Arcos de Islas Continentales y el de Márgenes Continentales Activos. En el sentido utilizado por Bhatia (1983), los Arcos de Islas Continentales (AIC) son fragmentos separados del continente; los sedimentos se pueden depositar en cuencas de retroarco, interarco o antearco y derivan principalmente de vulcanitas félsicas. En los Márgenes Continentales Activos (MCA), las cuencas se desarrollan en o cerca de corteza continental espesa y sus sedimentos provienen predominantemente de granitos, gneises y vulcanitas ácidas de un basamento ascendido.

La distribución de muestras en el área de superposición de esos dos campos no permite aventurar todavía una conclusión definitiva. Sin embargo, existen dos elementos que podrían manejarse para una ubicación más específica de estas rocas en un ambiente tectónico: Por un lado los contenidos de TiO_2 (ver Figura 10, d) se ubican sin dispersión en el campo de AIC. Este elemento es de muy baja movilidad y constituye un buen discriminante. Por otro lado, el porcentaje de sílice de la metasedimentitas de la Formación Nahuel Niyeu está indicando sin dudas un aporte continental. Se debe tener en cuenta que este elemento tiende a incrementarse durante los procesos sedimentarios. Aún así, comparando con prome-

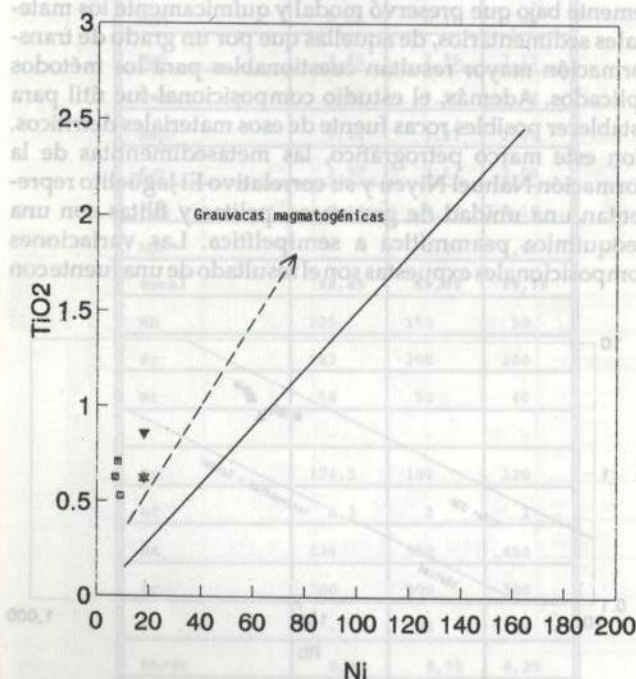


Figura 8: Diagrama TiO_2 -Ni en el que señala la tendencia magmatogénica seguida por las grauvacas. (Floyd *et al.*, 1989).

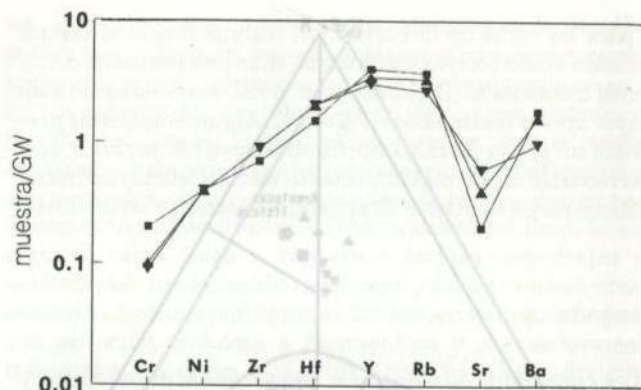


Figura 9: Diagrama multielementos normalizado a GW (grauvaca fanerozoica, Condie & DeMalas, 1985).

dios tipo el porcentaje de SiO_2 de las rocas en estudio es más consistente con los promedios de areniscas de AIC donde los volúmenes de rocas volcánicas ácidas son relativamente menores, lo cual está en relación directa con el espesor cortical interviniente.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BHATIA, M.R., 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *Journal of Geology*, 91:61-627.
- BLATT, H., G.MIDDLETON & R.MURRAY, 1980. *Origin of Sedimentary Rocks*. 2nd.edn, Prentice-Hall, New Jersey.
- CAMINOS, R., 1983. Descripción geológica de las Hojas 39g, Cerro Tapiluke y 39h, Chipauquil, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Inédito. Buenos Aires.
- CAMINOS, R. y E.LLAMBIAS, 1984. Basamento cristalino. En Ramos V.A. (Editor): *Geología y recursos Naturales de la provincia de Río Negro*. Relatorio IX Congreso Geológico Argentino: 37-63. San Carlos de Bariloche, Río Negro.
- CONDIE, K.C. & J.P.DeMALAS, 1985. The Pinal Schist: an early proterozoic quartz wacke association in southeastern Arizona. *Precambrian Research* 27:337-356.
- DICKINSON, W.R. & C.A.SUCZEK, 1979. Plate tectonics and sandstone composition. *Bulletin of American Association Petroleum Geologists* 63:2-31.
- DICKINSON, W.R., L.S.BEARD, G.R.BRAKENRIDGE, J.L.EVJAVEC, R.C.FERGUSON, K.F.INMAN, R.A.KNEPP, F.A.LINDBERG & P.T.RYBERG, 1983. Provenance of North American sandstones in relation of tectonic setting. *Geological Society of American Bulletin*, 94:222-235.
- DO CAMPO, M., M.J.HALLER, H.A.OSTERA, M.CAGNONI y H.NÚÑEZ, 1991. Características geoquímicas de la F.Trinity Península en Bahía Botánica, Península Antártica. Segundas Jornadas de Comunicaciones sobre Investigaciones Científicas Antárticas. En Prensa.
- FLOYD, P.A., J.A.WINCHESTER & R.G.PARK, 1989. Geochemistry and tectonic setting of Lewisian clastic metasediments from the Early Proterozoic Lock Marie Group of Gairlock, Scotland. *Precambrian Research*, 45:203-214.
- GIACOSA, R., 1987. Caracterización de un sector del basamento metamórfico-migmatítico en el extremo sur oriental del Macizo Nordpatagónico, provincia de Río Negro, Argentina. Congreso Geológico Argentino, Actas III: 51-54. San Miguel de Tucumán.
- GROMET, L.P., R.F.DYMEK, L.A.HASKIN & R.L.KOROTEV, 1984. The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristic. *Geochimica et Cosmochimica*

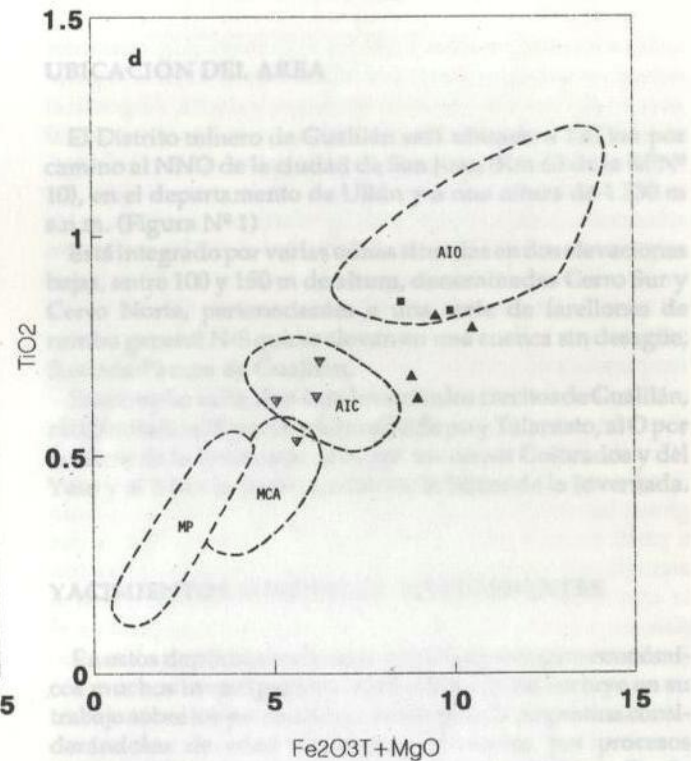
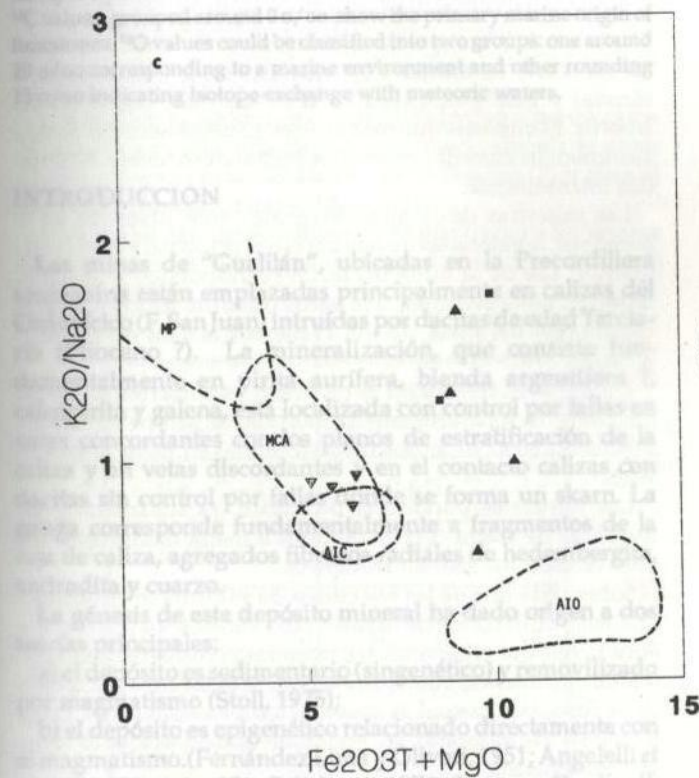
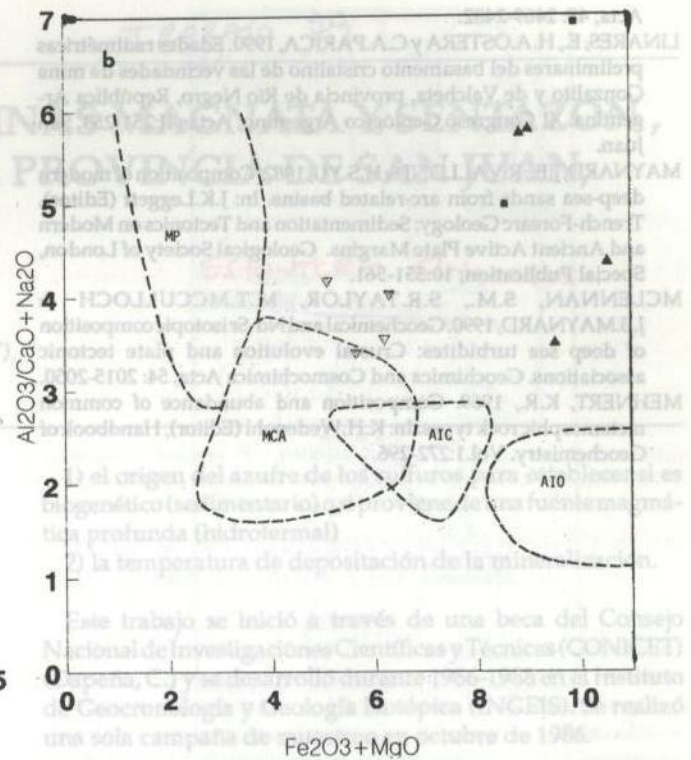
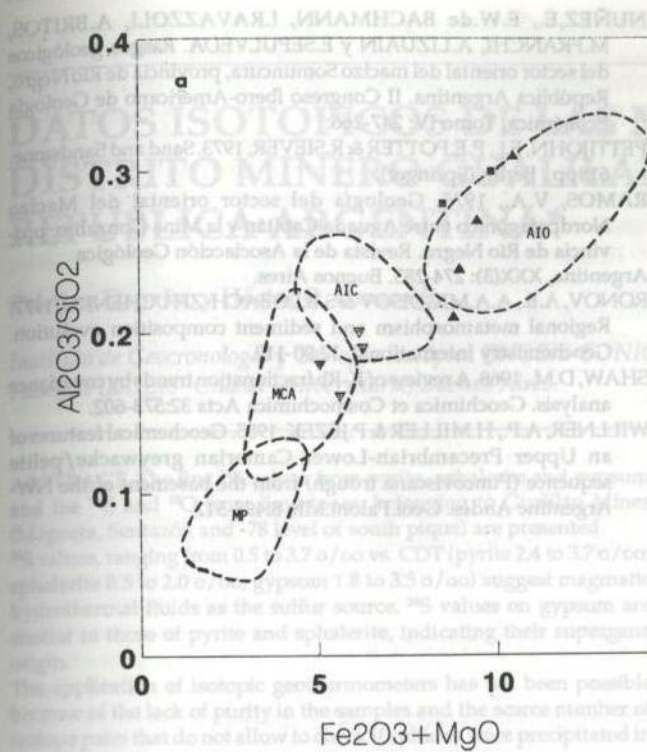


Figura 10: Diagrama de discriminación del ambiente tectónico para areniscas (Bhatia, 1983). MP: margen pasivo; MCA: margen continental activo; AIC: arco de islas continental; AIO: arco de islas oceánico.

(a) $Al_2O_3/SiO_2 - Fe_2O_3 + MgO$.

(b) $Al_2O_3/(CaO + Na_2O) - Fe_2O_3 + MgO$.

(c) $K_2O/Na_2O - Fe_2O_3 + MgO$.

(d) $TiO_2 - Fe_2O_3 + MgO$.

Acta, 48: 2469-2482.

LINARES, E., H.A.OSTERA y C.A.PARICA, 1990. Edades radimétricas preliminares del basamento cristalino de las vecindades de mina Gonzalito y de Valcheta, provincia de Río Negro, República Argentina. XI Congreso Geológico Argentino, Actas II:251-253. San Juan.

MAYNARD, J.B., R.VALLONI & H.S.YU, 1982. Composition of modern deep-sea sands from arc-related basins. In: J.K.Leggett (Editor), Trench-Forearc Geology: Sedimentation and Tectonics on Modern and Ancient Active Plate Margins. Geological Society of London, Special Publication; 10:551-561.

MCLENNAN, S.M., S.R.TAYLOR, M.T.MCCULLOCH & J.B.MAYNARD, 1990. Geochemical and Nd-Sr isotopic composition of deep sea turbidites: Crustal evolution and plate tectonic associations. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 54: 2015-2050.

MEHNERT, K.R., 1969. Composition and abundance of common metamorphic rock types. In: K.H.Wedepohl (Editor), *Handbook of Geochemistry*. Vol.1:272-296.

NUÑEZ, E., E.W.de BACHMANN, I.RAVAZZOLI, A.BRITOS, M.FRANCHI, A.LIZUAIN y E.SEPULVEDA. Rasgos geológicos del sector oriental del macizo Somuncura, provincia de Río Negro, República Argentina. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Tomo IV: 247-266.

PETTIJOHN, F.J., P.E.POTTER & R.SIEVER, 1973. *Sand and Sandstone*. 618pp., Berlin (Springer).

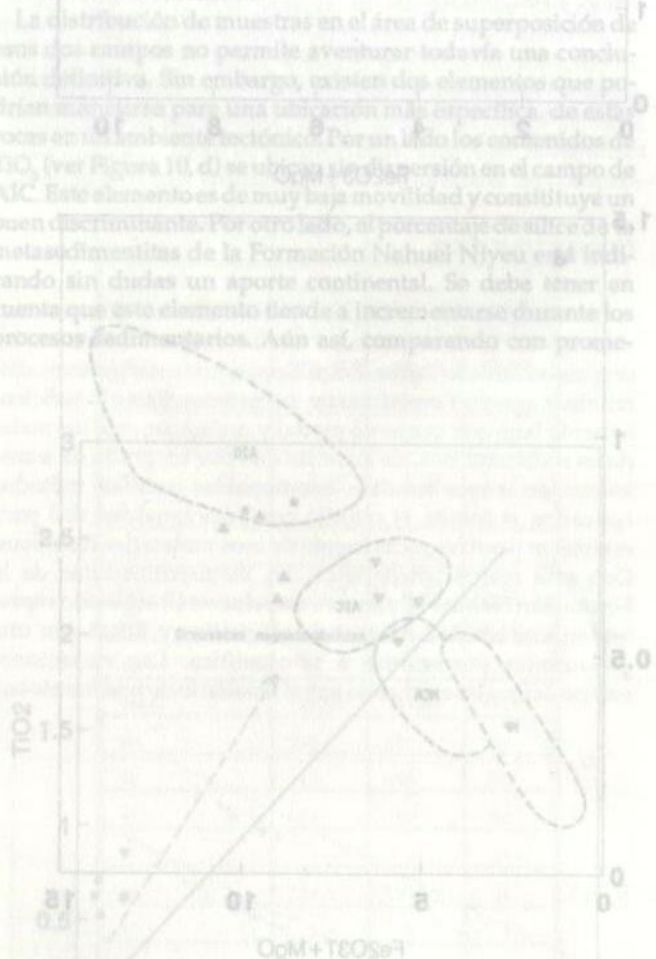
RAMOS, V.A., 1975. Geología del sector oriental del Macizo Nordpatagónico entre Aguada Capitán y la Mina Gonzalito, provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XXX(3): 274-285. Buenos Aires.

RONOV, A.B., A.A.MIGDISOV & S.B.LOBACH-ZHUCHENKO, 1977. Regional metamorphism and sediment composition evolution. *Geochemistry International*, 12:90-112.

SHAW, D.M., 1968. A review of K-Rb fractionation trends by covariance analysis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 32:573-602.

WILLNER, A.P., H.MILLER & P.JEZEK, 1985. Geochemical features of an Upper Precambrian-Lower Cambrian greywacke/pelite sequence (Puncoviscana trough) from the basement of the NW-Argentine Andes. *Geol.Palont.Mh.* 8:498-512.

La distribución de muestras en el área de superposición de estos dos campos no permite aventurar todavía una conclusión definitiva. Sin embargo, existen dos elementos que podrían servir para una ubicación más específica de estas rocas en un ambiente tectónico. Por un lado los contenidos de TiO₂ (ver Figura 11, d) se ubican en dispersión en el campo de AIC. Este elemento es de muy baja movilidad y constituye un buen discriminante. Por otro lado, el porcentaje de silice de las metasedimentitas de la Formación Nehuén está indicando sin dudas un aporte continental. Se debe tener en cuenta que este elemento tiende a incrementarse durante los procesos sedimentarios. Aun así, comparando con prome-



2r 0r 8 0

TENDENCIAS EN EL TEXTO

SHATA, M.K., 1963. Petrological and geochemical composition of sandstones. *Journal of Geology*, 71:61-627.

BLATT, H., G.MEXLETON & R.MILLER, 1980. *Origin of Sedimentary Rocks*. 2nd edn. Prentice-Hall, New Jersey.

CAMINOS, R., 1983. Descripción geológica de las Hojas 39a, Cerro Tapiluke y 39b, Chipeauquill, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Inédito. Buenos Aires.

CAMINOS, R. y E.LAMBIAS, 1984. Basamento cristalino. En Ramos V.A. (Editor): *Geología y recursos Naturales de la provincia de Río Negro*. Relatorio D: Congreso Geológico Argentino: 27-63. San Carlos de Bariloche, Río Negro.

CONDE, K.C. & J.P.DAMALAS, 1985. The Final Schist: an early proterozoic quartz wacke association in southeastern Argentina. *Precambrian Research* 27:337-356.

DICKINSON, W.R. & C.A.SUCZEK, 1979. Petrogenesis and sediment composition. *Bulletin of American Association Petroleum Geologists* 63:2-31.

DICKINSON, W.R., L.S.BEARD, C.B.BRAKENRIDGE, L.L.WAVEC, R.C.FERGUSON, K.FINNEY & J.KNETT, F.A.LINDSEY & P.TRYBEN, 1983. Provenance of North American sandstones in relation of tectonic setting. *Geological Society of American Bulletin*, 94:222-235.

DO CAMPO, M., M.HALLEZ, H.A.OSTERA, M.CAGNONI y H.NÚÑEZ, 1991. Características geoquímicas de la F. Trilobita Península de Valcheta, Península Antártica. *Segundas Jornadas de Comunicaciones sobre Investigaciones Científicas Antárticas*. En Prensa.

FLOYD, P.A., J.A.MINCHESTER & R.PARK, 1989. Geochemistry and tectonic setting of Lower Cambrian clastic metasediments from the Early Proterozoic Loch Lomond Group of Gairloch, Scotland. *Precambrian Research*, 45:203-214.

FIGURE 10. Diagram of the relationship between the content of TiO₂ and the content of OqM+T80Se7. The data points are labeled with numbers 1 through 10. The dashed line is labeled 'T80Se7'.

GROMET, L.P., R.F.DYMEK, L.A.HASKIN & E.L.MARTIN, 1982. The "North American shale composite": its character and tectonostratigraphic significance. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46:203-224.