

## GLAUCONITA DE LA SECCION BASAL DE LA FORMACION AGRIO, CERRO EL MARUCHO, PROVINCIA DE NEUQUEN

Elda Di Paola

### RESUMEN

El objetivo de la presente contribución ha sido la caracterización mineralógica de las glauconitas presentes en los bancos basales de la Formación Agrio, en la localidad de cerro El Marucho, provincia de Neuquén y su relación con el paleoambiente formacional.

Los bancos basales están constituidos predominantemente por biorruditas y bioesparitas integradas por fragmentos de crinoideos, equinoideos, bivalvos, etc. cónchulas enteras de ostrácodos y foraminíferos; en proporción subordinada, por oolitas superficiales y enteras, intraclastos, nódulos de glauconitas y fosfatos, granos terrígenos, y esporádicos vitroclastos.

La glauconita forma dos poblaciones bien definidas, una de detritos calcáreos glauconitizados, "bioclastos verdes", la otra, de nódulos, de tamaño y forma constante. Tanto unos como otros, se encuentran parcialmente fosfatizados.

Los análisis difractométricos de ambas poblaciones resultaron similares, exhibiendo picos anchos y mal definidos entre los 16,6-13,7 Å y 10,7-10,0 Å en muestras sin tratar; a los 18,6-14,9 Å y 9,92 Å en muestras glicoladas. El porcentaje de K<sub>2</sub>O, determinado individualmente con microsonda, oscila en los nódulos, entre 4,6-7,4 % y en los "bioclastos verdes" entre 2,8 y 5,5 %.

La comparación de los difractogramas de muestras glicoladas con curvas teóricas, indican que la glauconita es una "esmectita glauconítica con 65 % de capas expandibles", en estadio "naciente" y "poco evolucionado", según criterios propuestos por Odin y Matter (1981).

La esmectita es la única arcilla intersticial asociada con el cemento carbonático y se la interpreta como el producto de alteración de un mineral primitivo con estructuras de 7 Å, y de trizas volcánicas, en ambiente marino.

Del análisis de las condiciones paleoambientales de los bancos esqueléticos y de formación de la esmectita glauconítica se deduce una historia deposicional compleja, en la que el ambiente sedimentario varió entre condiciones costaneras de alta energía y oxigenación a condiciones de plataforma más profunda de baja energía, con el retorno final a condiciones similares a las primitivas, en donde se produjo un nuevo aporte de detritos calcáreos, sin glauconitizar. Estas variaciones son atribuidas a cambios del nivel del mar.

El rango de formación de las glauconitas nacientes y poco evolucionadas se estima en el orden de los 10<sup>4</sup> años, lapso que coincide con ciclos de oscilaciones del nivel marino de cuarto y hasta quinto orden detectados en series carbonáticas por otros autores.

### ABSTRACT

The basal section of Agrio Formation at Cerro El Marucho, province of Neuquén, is mainly composed of biorrudites and bioesparites constituted by pelecypod, crinoid, echinoderm, bryozoaria, etc. debris and by entire ostracod and foraminiferal shells, as well as by terrigenous grains, oolites, intraclasts and glauconitic and phosphatic pellets. Characteristic features of these rocks are glauconitized carbonate debris population, called in this paper "green bioclast", on account of their variety of green shades, and previously phosphatized allochems.

Glauconitic material was concentrated by means of an Isodynamic Franz Separator and by manual picking, to perform X-ray studies and SEM and EDAX analysis, respectively.

The diffractograms both of "green bioclasts" and pellets are quite similar, showing broad and ill-defined peaks at 16,6-13,7 Å and 10,7-10,0 Å in natural oriented samples, and at 18,6-14,9 Å and 9,92 Å in glycol saturated samples. Diffractograms of both populations indicate a "glauconitic smectite with 65 % of expandable layers" when compared with theoretical curves. The K<sub>2</sub>O content is about 4,6-7,4 % in pellets and 2,8-5,5 % in "green bioclasts". The maturity of both populations corresponds mainly to "nascent" and "little evolved" stages.

Time of formation for "nascent" and "little evolved glauconite" has been calculated by Odin and Matter, 1981, about 10<sup>3</sup> to 10<sup>4</sup> years, which is in agreement with 4th and 5th order cycles of sea level variation determined in carbonatic sequences by other authors.

Smectite is the only clay intimately associated with carbonatic material, and may be considered to be the result of the transformation of a primitive 7 Å layer clay mineral, and of volcanic ash, trapped by carbonate debris, in alkaline marine conditions.

Carbonate debris, phosphate, glauconite association suggest sea level oscillation between shore line high energy-high oxygenation conditions an outer-shelf low energy-low oxygenation conditions.

## INTRODUCCION

El objeto de la presente contribución es la caracterización de los minerales que componen la familia de la glauconita presentes en la sección basal de la Formación Agrio, en el perfil de la localidad de cerro El Marucho, provincia de

Neuquén, (figura 1), así como la determinación de las condiciones de autigénesis, en relación al paleoambiente de sedimentación.

Las glauconitas forman parte de la litología de diversas cuencas de nuestro país (Riggi, 1977; Miller *et al.*, 1982; Di Paola y Spiegelman, 1984; Di Paola, 1986a), en rocas cuyas edades abarcan

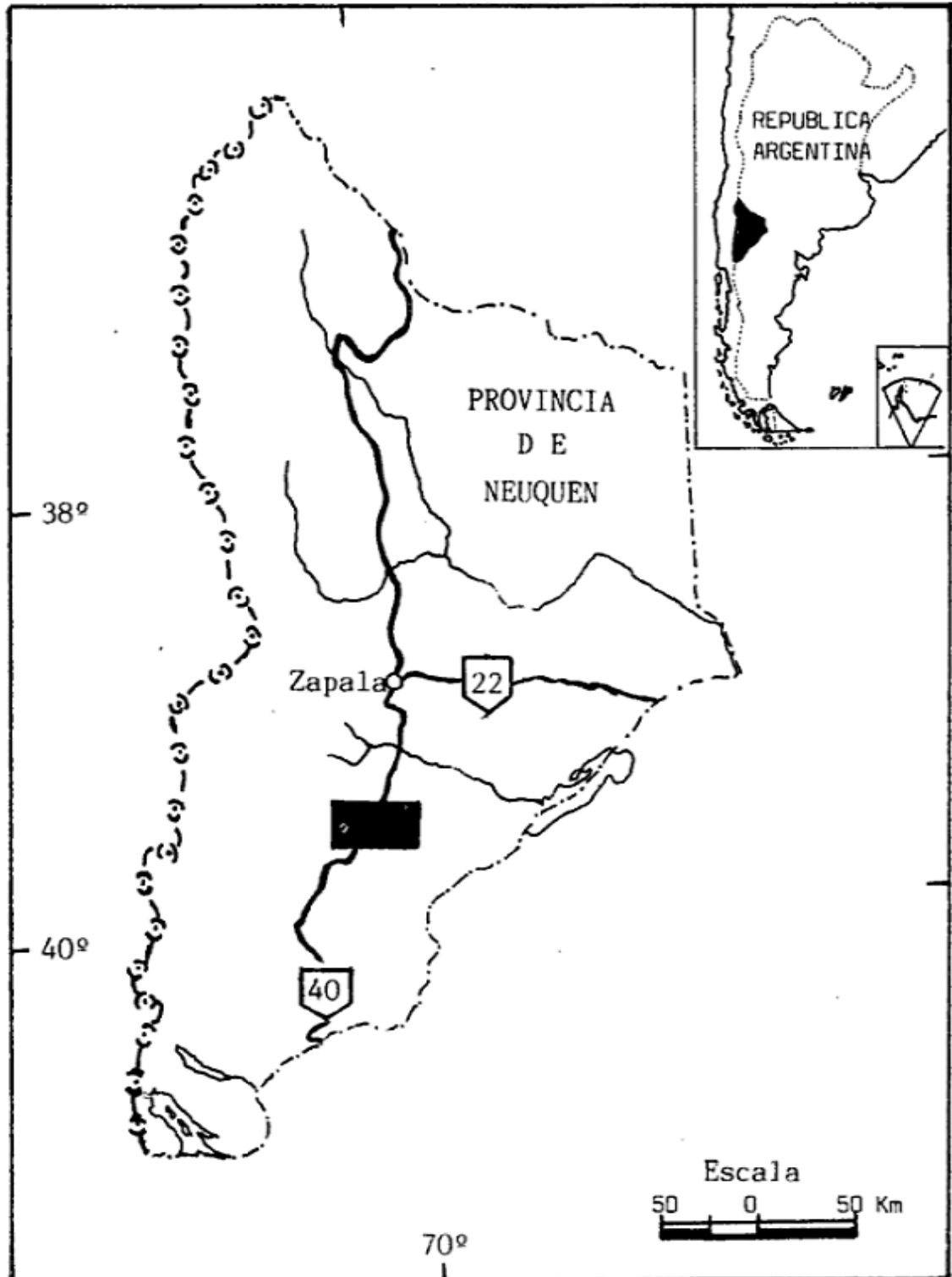


Figura 1: Mapa de ubicación. La zona sombreada corresponde a las inmediaciones del área de trabajo cerca del cerro Marucho.

desde el Paleozoico hasta el Terciario y, en sedimentos recientes de nuestra plataforma continental (Bell y Goodell, 1967).

Estos minerales han concitado interés por su heterogeneidad estructural y química, por las peculiaridades de su distribución geográfica, por su condición de fijadores del hierro en el ciclo geoquímico de este elemento en ambiente de plataforma, y por sus características isotópicas, que les confiere importancia como indicadores geocronológicos.

Una revisión sobre el tema puede ser consultada en Mc Rae (1972) y en Odin y Matter (1981); sobre su comportamiento químico y evolutivo en Odin (1975); Thompson y Hower (1977); Cimbalkova (1971). Di Paola (1986a); efectuó una revisión bibliográfica sobre el término glauconita y sus características composicionales, a la vez que caracterizó la facies glauconítica de la Formación Springhill, en la Cuenca Malvinas.

#### Metodología de trabajo

Para las determinaciones de gabinete se seleccionaron muestras que, por su tamaño de grano ofrecían las mejores condiciones para el tratamiento. Las mismas se desagregaron en seco, y tamizaron para retener la fracción comprendida entre 100 y 500  $\mu$ m. El material así obtenido fue concentrado con un separador Isodinámico Franz, utilizando una intensidad variable entre 5,5-6,6 Amp. Posteriormente se efectuó la selección manual de los distintos tipos de poblaciones, bajo el binocular. Los concentrados a granel fueron molidos y suspendidos en agua para obtener muestras orientadas para difracción de rayos X. Los individuos por separado, fueron observados con microscopio de barrido y analizado su contenido elemental mediante EDAX.

#### Características generales de la sección basal de la Formación Agrio.

La Formación Agrio, de edad valanginiana superior-hauteriviana inferior (Simeoni, 1985) presenta buenos afloramientos en las inmediaciones del cerro El Marucho, unos 40 km al sur de la intersección de la ruta 40 con el arroyo Picún Leufú. Fué dividida informalmente por Parker (1965) en tres miembros, que denominó, de abajo hacia arriba lumaquílico, arcilloso y calcáreo respectivamente.

La sección basal objeto de este estudio, coincide con el primero de los miembros mencionados y está constituido predominantemente por bancos con estratificación diagonal interna, de biorruditas y bioesparitas, con participación

subordinada de fangolitas y vaques calcáreas. Las principales características macroscópicas de las rocas, son su consolidación y sus variaciones cromáticas en húmedo, entre el gris amarillento 5Y 7/2 y el gris oliva claro 5Y 5/2.

Las biorruditas en el sentido de Folk (1966) o sus homólogas, calizas esqueléticas de Leighton y Pendexter, (1966) o grainstones de Dunham (1966), son depósitos constituidos por acumulaciones hidrodinámicas de fragmentos de microfósiles, y por microfósiles enteros. Tienen importancia como indicadores paleoambientales, lo que confiere a las asociaciones autigénicas relaciones con ellos, valor diagnóstico de los cambios ambientales producidos durante la etapa deposicional, por fluctuaciones del nivel del mar.

Las biorruditas-bioesparitas están asociadas con cantidades menores de doloesparitas terrígenas, dismicritas fosilíferas, fangolitas y vaques calcáreas.

#### Descripción petrográfica

Las *biorruditas* y *bioesparitas* están constituidas por un armazón de 75 % de fragmentos subangulosos y subredondeados de esqueletos de crinoideos, equinoideos, brizoarios, gasterópodos, braquiópodos, etc., y cónchulas enteras de foraminífero y ostrácodos; por 5 % de intraclastos, 5 % de oolitas enteras, con organización interna concéntrica y radial, y superficiales; 10 % de clastos terrígenos de feldespatos, cuarzo, fragmentos líticos de vulcanitas y plutonitas ácidas, y escasos vitroclastos muy alterados; y por 5 % de nódulos glauconíticos y esporádicos fosfáticos.

El cemento está compuesto principalmente por un agregado anhedral de calcita espática, que a menudo forma crecimiento secundario en continuidad óptica alrededor de los bioclastos; también reemplaza parcialmente a los clastos terrígenos. Está asociado con arcilla birrefringente, la cual forma pátinas de pocos micrones de espesor alrededor de los aloquemias.

Las *doloesparitas* están constituidas por 15-20 % de clastos terrígenos, 2-3 % de nódulos glauconíticos, ambos distribuidos en un agregado cristalino de dolomita euahedral, que presenta contactos apicales y rectos entre los rombos.

Las *dismicritas fosilíferas* están integradas por 60-70 % de agregados microcristalino calcítico, en el que se encuentran dispersos bioclastos parcialmente reemplazados por calcita espática, fragmentos de fósiles fosfatizados y escasos nódulos glauconíticos. Los poros originados por perturbación (*disruption - bird eyes*) y las

microfracturas, se encuentran parcialmente rellenos por arcillas, calcita y anhidrita, espáticas.

Las *vaques lítico-calcáreas* están constituidas principalmente por clastos de vulcanitas ácidas, y en proporción subordinada de vulcanitas mesosilíceas y plutonitas ácidas, con cantidades menores de cuarzo y feldespato. Los componentes mencionados se encuentran contenidos en un material arcilloso y calcáreo.

#### Características de la glauconita

En los concentrados glauconíticos se distinguen, bajo el binocular, tres poblaciones bien definidas: 1) "bioclastos verdes", integrados por fragmentos de microfósiles calcáreos, moldes internos y cónculas enteras de foraminíferos y ostrácodos, que presentan variaciones de tonos entre el verde muy claro y el verde mediano (figura 3 a y b); 2) nódulos con superficies brillantes, color verde oscuro a muy oscuro, de tamaño entre 50-500  $\mu$ m, contornos ovoides y fracturas superficiales rellenas con calcita blanca, y 3) nódulos de color verde mediano a claro, con iguales características de tamaño y forma que los anteriores, pero con superficie rugosa, mate y fracturas vacías, (figura 3, c y d).

Bajo el microscopio los "bioclastos verdes" presentan neoformación de glauconita en poros y fracturas, así como reemplazo de parte del carbonato de su esqueleto. No se detectaron bioclastos totalmente glauconitizados, observándose siempre restos del sustrato primitivo, de composición principalmente carbonática, y fosfática subordinada. Internamente los nódulos exhiben un agregado arcilloso de textura microcristalina, de birrefringencia mediana a elevada, color verde me-

diano a intenso, con predominio del primero, y relictos de colofano. Asimismo se observó en litoclastos de volcanitas, ácidas y mesosilíceas, glauconitización en bordes y fisuras, figura 3, e y f.

#### Análisis químicos

Los análisis químicos se efectuaron mediante EDAX, en forma individual sobre nódulos y "bioclastos verdes". Parte de los mismos revelan la composición del sustrato original, con tenores de hasta 24 % de calcio y 11 % de fósforo (Cuadro I, columna 3). Para la caracterización composicional de la glauconita se utilizaron exclusivamente los análisis que acusaban menor cantidad de estos elementos (Cuadro I, columnas 1 y 2).

Estos valores revelan un porcentaje de alúmina ligeramente superior a los obtenidos por Odin y Matter (1981) y Birch *et al.* (1976), en tanto que el hierro se encuentra en proporción inferior. El resto de los óxidos se ubican dentro de los valores promedio.

#### Difractometría de rayos X

Los difractogramas correspondientes a las poblaciones de nódulos y "bioclastos verdes", (en ambos casos se denominan por los individuos prevalecientes), resultaron similares. Los preparados orientados y sin tratar, presentan baja cristalinidad, poca relación pico/fondo, con reflexiones anchas comprendidas entre los 16,6-13,7 Å y los 10,7-10,0 Å. Aquellos glicolados exhiben un pequeño pico agudo, apenas emergente del fondo, a los 9,92 Å, con una reflexión ancha

Cuadro I: Análisis químicos individuales realizados por microsonda.

| OXIDOS                         | NODULOS |       |       |       | BIOCLASTOS VERDES              |       |                                     |       |
|--------------------------------|---------|-------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
|                                |         |       |       |       | Con glauconitización avanzada. |       | Con predominio de sustrato original |       |
|                                | (1)     | (2)   | (3)   | (4)   | (2)                            | (3)   | (3)                                 |       |
| SiO <sub>2</sub>               | 53,05   | 56,92 | 52,50 | 49,23 | 59,05                          | 56,81 | 35,91                               | 48,10 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,58    | 17,98 | 16,20 | 13,73 | 13,92                          | 16,67 | 8,92                                | 15,30 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 20,02   | 13,48 | 19,89 | 24,49 | 113,58                         | 13,36 | 11,70                               | 5,58  |
| MgO                            | 5,06    | 4,66  | 4,92  | 3,07  | 5,95                           | 4,55  | 3,00                                | 4,99  |
| CaO                            | 1,16    | 1,14  | 1,07  | 1,74  | 1,99                           | 3,00  | 24,77                               | 14,33 |
| K <sub>2</sub> O               | 6,14    | 4,61  | 5,17  | 7,44  | 5,52                           | 5,10  | 4,14                                | 2,85  |
| TiO <sub>2</sub>               | —       | 1,21  | 0,34  | 0,30  | —                              | 0,52  | —                                   | —     |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | —       | —     | —     | —     | —                              | —     | 11,56                               | 8,85  |

y mal definida a los 18,6-14,9 Å, en tanto que los calcinados durante una hora a 550C, muestran un pico mejor definido a los 9,92 Å, resultando del

colapso de la red de esmectita a una de 10 Å, que se superpone con la de la illita, véase figura 2, B, C y D.

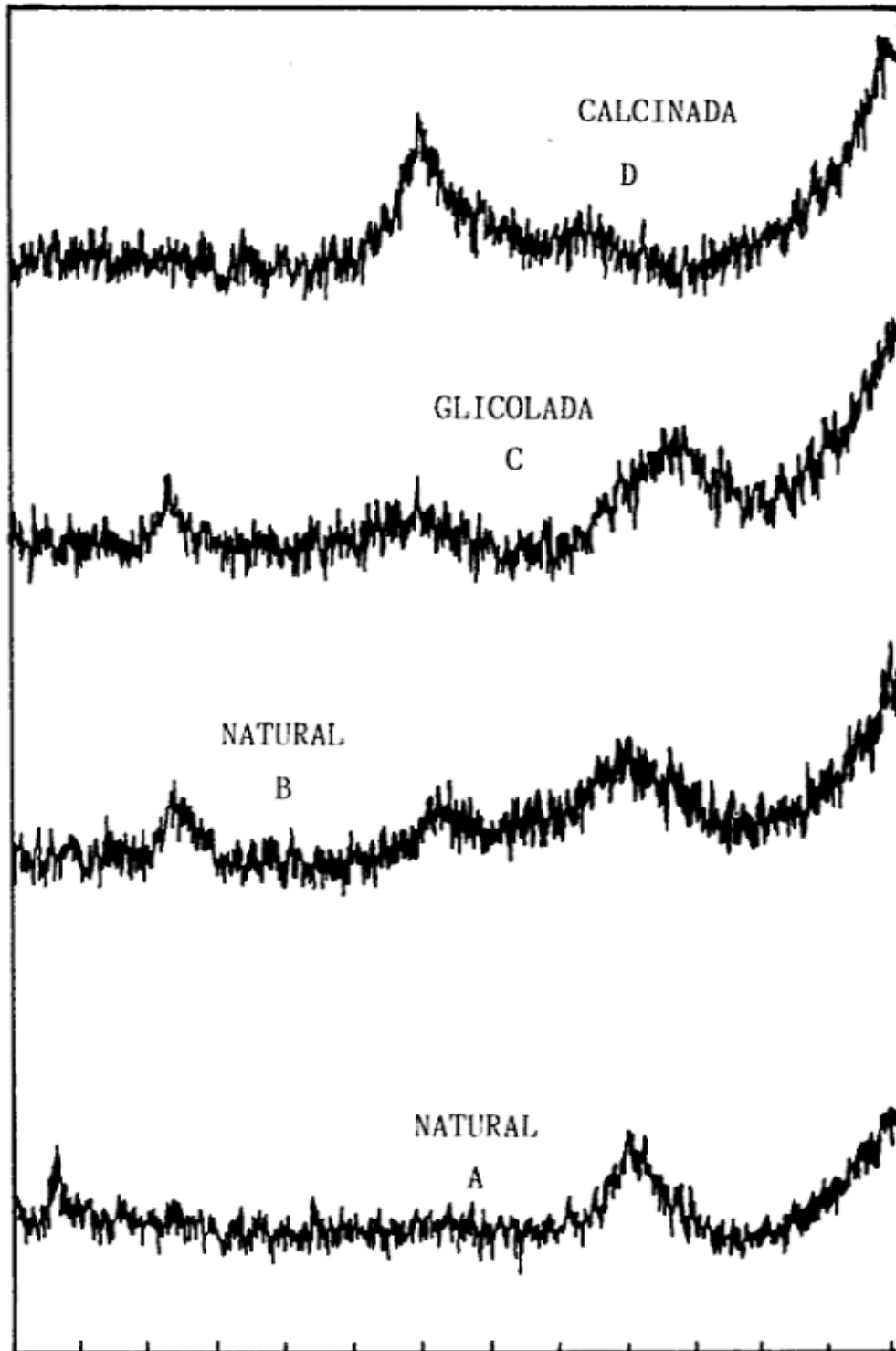


Figura 2: A. Difractograma de la esmectita asociada con el material calcáreo. B, C y D. Difractogramas de la esmectita glauconítica.

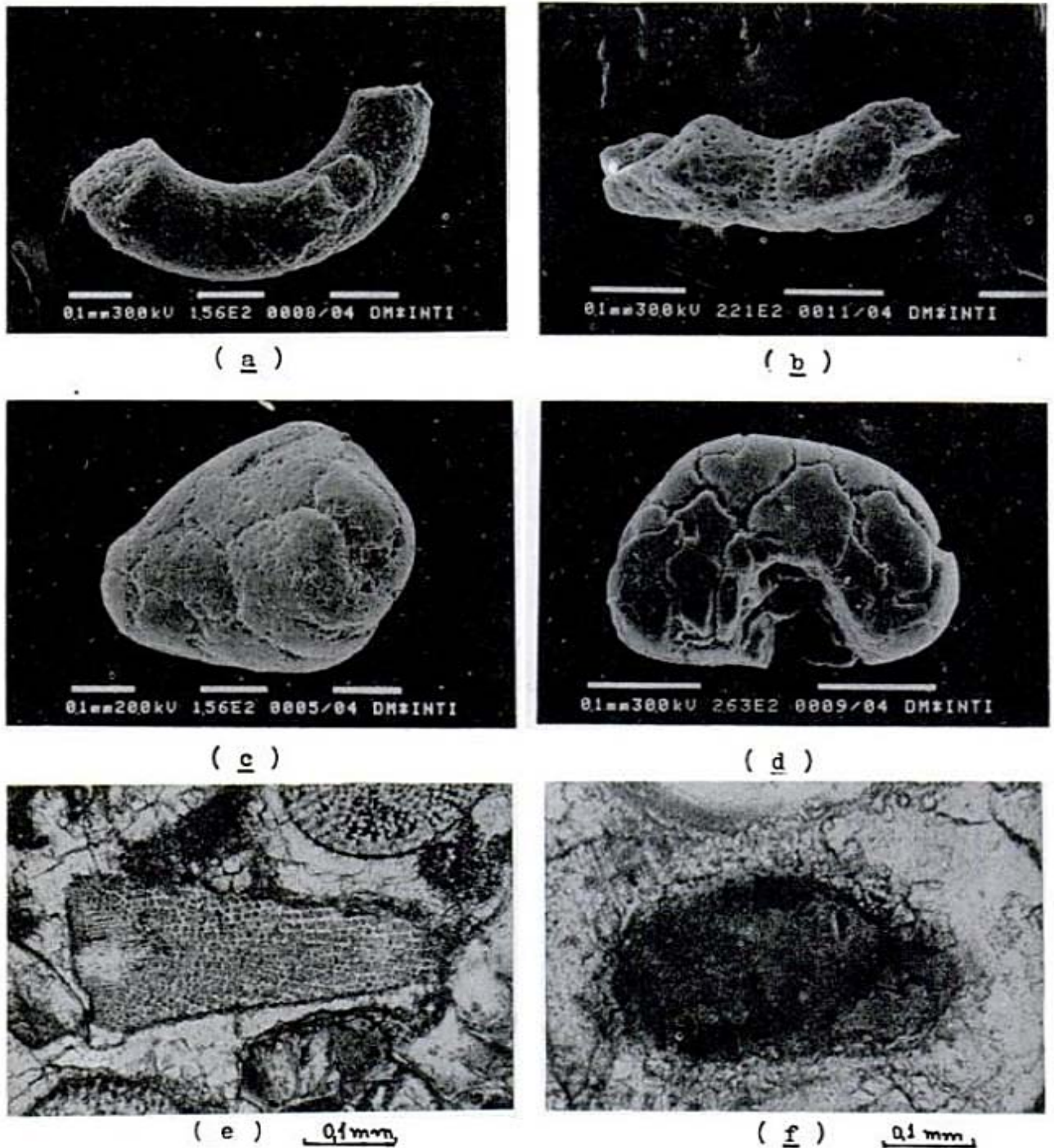


Figura 3: Microfotografías con microscopio de barrido: a y b corresponden a fragmentos de fósiles calcáreos "bioclastos verdes"; c y d son nódulos con las fracturas características; d podría haber sido formado a partir del relleno interno de un microfósil.

Estos diagramas son similares a los obtenidos por Bell y Goodell (1967), para glauconitas nacientes de nuestra plataforma distal. Comparados con los perfiles teóricos obtenidos por computadora por Thompson y Hower (*op. cit.*), la glauconita de la Formación Agrio se puede definir como una *esmeclita glauconítica con 65 % de capas expandibles*.

Además se detectaron reflexiones correspondientes a caolinita, con baja cristalinidad, de 7,01 Å; a calcita, cuarzo y feldspatos, a los 3,03 Å, 3,34 Å y 3,18 Å y 3,24 Å respectivamente. La caolinita y la calcita están íntimamente asociadas con el material glauconítico, en tanto que el cuarzo y el feldespato son impurezas del concentrado.

Los difractogramas de los preparados orientados de la arcilla asociada con el carbonato, indican la sola presencia de esmeclita, figura 2 A.

Microfotografías con microscopio de polarización: e corresponde a un "bioclasto verde", las cavidades están rellenas de glauconita neoformada, la estructura del fragmento es de calcita, N//; f nódulo glauconítico con óxido de hierro en fisuras, N//.

#### Paleoambientes. Autigenesis de minerales de arcillas

##### *Parámetros fisicoquímicos*

La naturaleza de los sedimentos calcáreos acumulados, así como su grado de redondeamiento, indican que las condiciones paleoambientales de sedimentación fueron de *alta energía cinética y elevada oxigenación*, características de las zonas litorales sometidas a la acción del oleaje. El estudio de foraminíferos de la misma sección indican un probable "ambiente epinerfítico a eulitoral", Simeoni (1985). Se deduce lejanía de desembocaduras de ríos por la escasez de elementos terrígenos, temperatura cálida (presencia de esqueletos aragoníticos) y salinidad normal. Esta secuencia carbonática integraría la "facies de aguas someras" (*shoal facies complex*) de una rampa carbonática, probablemente homoclinal, según clasificación propuesta por Read (1985). El pH característico de este ambiente marino, se ubica por encima de 7,8.

Por el contrario, el proceso de glauconitización es característico de zonas de mar abierto, alejadas de las desembocaduras de los ríos, *protegidas de la acción de olas y corrientes*, con *baja oxigenación*, sin mayor dependencia de la temperatura o salinidad del agua. Estas condiciones se cumplen por debajo de los 50 m de profundidad, en zonas de plataforma casi distal. El microambiente de confinamiento, ligeramente

reductor, requerido para la autigenesis de la glauconita, lo proporcionaron los detritos calcáreos. En proporción subordinada, los coprolitos también participaron como sustrato parental, dando lugar a los nódulos glauconíticos.

La presencia de caolinita, asociada con la glauconita, es indicadora de pH inferiores a 6 y se interpreta como relictica de un mineral primitivo, de muy baja cristalinidad, de 7 Å, asociado generalmente con la materia orgánica de los elementos biogénicos (coprolitos), de acuerdo al criterio de Odin (1975). La esmeclita intersticial, se considera, por lo menos en parte, producto de la transformación del mineral de 7 Å en uno de 14 Å, en las condiciones de alcalinidad características del ambiente marino. Asimismo, es probable que parte de la esmeclita sea el producto de la autigenesis, en ambiente carbonático, de material vítreo volcánico, finamente dividido, atrapado entre los bioclastos.

En la sección basal de la Formación Agrio, la fosfatización ha sido un proceso intermedio entre la depositación de los bioclastos y la glauconitización. Es bien conocido, Odin y Letolle (1977), que ambos procesos no se encuentran simultáneamente en equilibrio termodinámico con el agua de mar sino que hay una alternancia entre ambas facies, siendo más común, en sedimentos actuales de plataforma, la glauconitización previa a la fosfatización, relación inversa al caso que nos ocupa.

La formación de fosfatos se encuentra vinculada con el proceso biológico, por lo que las condiciones fisicoquímicas (acidez del medio, temperatura, etc) son diferentes según se trate de la etapa de concentración del fósforo en la materia orgánica, de la liberación del mismo, o de la precipitación de fosfatos, proceso este último que requiere temperatura más elevada que los anteriores, Birch (1977). También durante la fosfatización los detritos carbonáticos proveen la estructura inicial necesaria para el desarrollo del proceso, Parker (1975).

Ambas facies -glauconítica y fosfática-, son estadios vecinos de autigenesis, favorecidos por cambios climáticos y del nivel del mar, según Odin y Letolle, (*op. cit.*).

#### Estadios evolutivos de la glauconita y variaciones del nivel del mar

Robert y Odin (1975) y Odin (1975), determinaron que el lapso durante el cual el sustrato parental adquiere tinte verdoso, fracturas superficiales y hasta 6 % de K<sub>2</sub>O, sin mayor desarrollo de capas micáceas, -estadio de glauconita

naciente y poco evolucionada- es de  $10^3$ - $10^4$  años.

Estos órdenes de magnitud también son coincidentes con los ciclos de bajo rango,  $10^3$ - $10^4$  años, de cambios del nivel del mar, mencionados en la evolución de series carbonáticas por Read (1985), ciclos que se superimponen a otros de mayor duración,  $10^6$  años, que dan origen a secuencias carbonáticas de centenares de metros de espesor, (Read, *op. cit.*).

Dentro de estos ciclos la formación y evolución de los minerales glauconíticos tiene lugar en *períodos de no depositación o de depositación muy lenta*, hecho ya conocido, confirmado por Odin (1975) y relacionados con los cambios del nivel del mar en opinión de Vail y Todd (1984). Para estos autores, la glauconita estaría vinculada a secciones condensadas, asociadas con ascensos rápidos del nivel del mar seguidos por períodos de quietud (*stillstand*) y por descenso lento.

En el caso particular de la glauconita de la sección basal de la Formación Agrio, su contenido de potasio y su composición estructural indican que, siendo predominantemente una glauconita naciente y poco evolucionada, el lapso transcurrido para su evolución puede estimarse en el orden de  $10^4$  años. Durante el mismo las condiciones paleoambientales favorables a la glauconitización correspondieron a zonas de plataforma por debajo de los 50 m de profundidad, Di Paola (1986b).

Esto indica que los bancos esqueléticos tienen una historia deposicional compleja, que abarca la permanencia transitoria de los sedimentos en distintos ambientes de plataforma o costaneros, dependiendo de los ascensos y descensos del nivel del mar y de los lapsos transcurridos para los mismos.

Los rasgos de yacencia, configuraciones externas e internas de los estratos, son indicadores de las condiciones ambientales finales, en tanto que la presencia de glauconita representa condiciones intermedias. Las primitivas pueden ser interpretadas a partir de las principales características del sustrato parental.

## CONCLUSIONES

- 1) La sección basal de la Formación Agrio, en el perfil del cerro El Marucho está integrada por biorruditas y bioesparitas, constituyendo una facies de agua somera de una rampa carbonática.
- 2) Las calizas presentan una población de 20 % de "bioclastos verdes" (detritos fósiles

calcáreos glauconitizados), 5 % de nódulos y escasos litoclastos glauconitizados.

- 3) Tanto los nódulos como los "bioclastos verdes" presentan relictos de fosfatos.
- 4) La glauconita de ambas poblaciones es una *esmectita glauconítica con 65 % de capas expandibles*, correspondiendo a estadios "naciente" y "poco evolucionado".
- 5) El contenido de  $K_2O$  oscila entre 2,8 y 7,4 %, con predominancia del 5 %.
- 6) El lapso de formación de la glauconita se estima del orden de  $10^4$  años, que se relacionaría con períodos sin depositación asociados con un ciclo de ascenso y descenso del nivel del mar.
- 7) La historia deposicional de las sedimentitas calcáreas estudiadas, es compleja. Los detritos depositados en condiciones de alta energía y oxigenación habrían pasado a ocupar zonas más profundas de plataforma favorables para el proceso de glauconitización de los bioclastos, cerrándose el ciclo con el retorno a condiciones ambientales similares a las primitivas, en las que se produjo un nuevo aporte de fragmentos calcáreos sin glauconitizar.
- 8) La caolinita íntimamente relacionada con la glauconita, se interpreta como relicta según un primitivo mineral de 7 Å neoformado en la materia orgánica.
- 9) La esmectita asociada con el carbonato se considera, en parte, producto de la transformación del mineral de 7 Å a uno de 14 Å, como asimismo el producto de autigénesis a partir de material vítreo atrapado entre los bioclastos, procesos ambos favorecidos por el pH del agua de mar, con valores superiores a 7,8.
- 10) El estudio de microfacies calcáreas y de los minerales autigenéticos que la integran constituyen herramientas valiosas para conocer las condiciones paleoambientales, generalmente complejas, de las sedimentitas carbonáticas, así como las fluctuaciones del nivel del mar ocurridas durante la evolución de la cuenca.

## AGRADECIMIENTOS

La autora agradece muy especialmente al Dr. E. Mussachio por las muestras del perfil del cerro El Marucho, sobre las que se llevó a cabo este trabajo y por la utilización de instrumental de su laboratorio; al Lic. C. Barbosa por su colaboración en tareas de procesamiento de gabinete y a las autoridades del CIIM, INTI, por el uso de instrumental especializado. Al CONICET por un subsidio otorgado para el Estudio de Estadios Diagenéticos de la Formación Agrio.

Un resumen de este trabajo fue presentado en las Primeras Jornadas Sedimentológicas realizadas en La Plata en 1985.



LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL  
TEXTO

- BELL, D. L. y H. G. GOODELL, 1967. A comparative study of glauconite and the associated clay fraction in modern marine sediments. *Sedimentology*, 9: 169-202.
- BIRCH, G. F., J. P. WILLIS y R. S. RICKARD, 1976. An electron microprobe study of glauconites from continental margin off the west coast of South Africa. *Marine Geol.* 22: 271-384.
- CIMBALNIKOVA, A., 1971. Chemical variability and structural heterogeneity of glauconites. *Am. Mineralogist*, 56 (7-8): 1385-1392.
- DI PAOLA, E. y A. SPIEGELMAN, 1984. Facies glauconíticas de formaciones terciarias y cretácicas de la Cuenca Malvinas, República Argentina. IX° Congr. Geol. Arg., Actas, V: 285-298, Buenos Aires.
- , 1986a. Glauconitas de la Formación Springhill, Cuenca Malvinas. *Asoc. Arg. Min. Petrol. Sed., Rev.*, (en prensa), Buenos Aires.
- , 1986b. Glauconización y cambios del nivel del mar. Resumen exp., I° Reun. Arg. Sed., Actas, La Plata.
- MC RAE, S. G., 1972. Glauconite. *Earth Sci. Rev.*, 8: 397-440.
- MILLER, M., D. LANUSSOL y R. V. MARINELLI, 1982. Paleoambiente de la Formación Springhill en el Yacimiento Cañadón Salto, Cuenca Austral, provincia de Santa Cruz. I° Congr. Nac. de Hidrocarb.: 231-245, Buenos Aires.
- ODIN, G. S., 1975. De glauconiarum constitutione, origine, scategug. These Doctorat d'Etat, 280 pp., Paris.
- y R. LETOLLE, 1980. Glauconitization and phosphatization environments: a tentative comparison. SEMP Special publication, 29: 227-237.
- y A. MATTER, 1981. De glauconiarum origine. *Sedimentology* 28: 611-641.
- PARKER, R. J., 1975. The petrology and origine of some glauconitic phosphorites from South African Continental Margin. *Journ. Sed. Petrol.*, 45 (1): 230-242.
- READ, J., 1985. Carbonate Platform Facies Models. A.A.P.G., 69: 1-21, Tulsa.
- RIGGI, J. C., 1977. La Formación Springhill en el subsuelo de la Tierra del Fuego. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, XXXII (3): 176-189, Buenos Aires.
- ROBERT, C. y G. S. ODIN, 1975. Niveaux glauconieux dans les sédiments récents su seuil Nord-Eg en. *Bull. Grpe fr. Argiles*, 27: 1-11.
- SIMEONI, M., 1985. Foraminíferos del Cretácico inferior en los niveles basales de la Formación Agrio, perfil El El Marucho, Neuquén, Argentina. *Ameghiniana*, 21 (2-4): 285-293, Buenos Aires.
- THOMPSON, G. R., y J. HOWER, 1975. The mineralogy of glauconite. *Clay and clay minerals*, 23 (4): 289-300.
- VAIL, P. R., 1977. Seismic stratigraphy and Global Changes of sea level. Part. 4: Global Cycles and Relative Changes of Sea Level. A.A.P.G., Memoir 26, Tulsa.
- y R. G. TODD, 1984. Jurassic Unconformities, Chronostratigraphy and Sea Level Changes from Seismic Stratigraphy and Biostratigraphy. A.A.P.G., Memoir 36, Tulsa.

Recibido: 18 de setiembre, 1986

Aceptado: 22 de octubre, 1986

ELDA DI PAOLA

CONICET - M.A.C.N.  
Av. Angel Gallardo 470  
1405 Buenos Aires.