

# SEDIMENTITAS CARBONATICAS CRETACICO-TERCIARIAS DE LA PLATAFORMA NORPATAGONICA

L. A. Spalletti, S. D. Matheos y J. C. Merodio

Centro de Investigaciones Geológicas. Calle 1 N° 644, 1900 La Plata, Argentina.

**ABSTRACT.** Sedimentary facies, sequences and petrographic composition of Cretaceous-Tertiary carbonates (Roca Formation) in the North Patagonian Massif have been studied. In most outcrops the sedimentary sequence are dominated by coarse-grained bioclastic limestones (grainstones, packstones and wackestones), dominated by skeletal grains (ostracods, foraminifers, bivalves, brachiopods, echinoderms, bryozoans and gastropods). These components are associated to variable contents of carbonate cement, micrite and siliciclastic grains.

Three facies associations have been defined based on lithology, sedimentary structures and vertical facies arrangement: a) open marine beach-nearshore, b) partially protected, tidal dominated coastal environment (estuary, lagoon, bay), and c) offshore. The fossil content, characterized by abundant brachiopods and macrobivalves, suggests that the offshore association was deposited during the Maastrichtian. These carbonates seem to be related to the siliciclastic Coli Toro and Los Alamitos formations developed in the western and southern sectors of the North-Patagonian Massif. Otherwise, the open and partially restricted shallow marine associations (a and b), mainly composed of echinoderms, bivalves, ostracods and foraminifers (EBOF), are assigned to a younger (Danian) transgressive pulse.

## INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Las sedimentitas carbonáticas marinas del límite Cretácico-Terciario aparecen ampliamente distribuidas en las provincias de Río Negro, Neuquén, sur de Mendoza, sur de La Pampa y norte del Chubut. En la región del Macizo Nordpatagónico han sido atribuidas en su mayoría a la Formación Roca (o Rocanense, Roth, 1899), aunque también aparecen como niveles bien definidos en otras unidades litoestratigráficas algo más antiguas hasta parcialmente sincrónicas, como por ejemplo las formaciones Aguada Cecilio (Bertels, 1969), Arroyo Barbudo (Lizuaín y Sepúlveda, 1979) y Los Alamitos (Franchi y Sepúlveda, 1983).

Estos carbonatos han sido tratados en diversos estudios paleontológicos y bioestratigráficos debido a su rica fauna de invertebrados, lo que ha llevado al desarrollo de variadas opiniones en cuanto a la edad de las unidades portadoras. En forma general, puede señalarse la existencia de sedimentitas de ambientes transicionales hasta marinos del Cretácico tardío (Maastrichtiano) y del Terciario temprano (Daniano). Las sucesiones cretácicas son esencialmente silicoclásticas (por ejemplo la Formación Coli Toro), aunque pueden mostrar algunas intercalaciones de calizas, como ocurre con la Formación Los Alamitos (Andreis, 1987). En cambio, las del Terciario constituyen secciones dominadas por rocas

carbonáticas (tradicionalmente Formación Roca). Con todo, las asignaciones estratigráficas y temporales no son tan sencillas, ya que se han descripto secciones carbonáticas o carbonático-margosas, como la Formación Aguada Cecilio, que tienen micro y macrofaunas de edad cretácica (Bertels, 1969; Núñez y Rossi de García, 1981).

Contrastando con estos aportes, es muy escaso el conocimiento sedimentológico sobre las calizas, en especial en lo referente a sus estructuras mecánicas y al carácter de las sucesiones y secuencias, así como a su composición, petrofacies y atributos de los distintos constituyentes. El presente trabajo tiene por objeto contribuir a llenar este vacío mediante el estudio facial y petrográfico de calcáreos aflorantes en distintos sectores del Macizo Nordpatagónico y discutir su significado paleoambiental.

## LOCALIDADES Y METODOS DE ESTUDIO

La tarea de campo consistió en el relevamiento a escala de detalle (1:50) de las sucesiones con rocas carbonáticas en una serie de localidades ubicadas en la provincia de Río Negro. En el cuadro 1 se presenta un listado de las áreas de afloramiento analizadas con la correspondiente asignación estratigráfica. En la figura 1 se puede apreciar la localización geográfica de las áreas de relevamiento y muestreo, mientras que en la figura 2 se ilustran los principales atributos de las sedimentitas carbonáticas, por medio de secciones columnares esquemáticas.

LOCALIDADES DE ESTUDIO Y RESPECTIVAS ASIGNACIONES LITOESTRATIGRAFICAS

| LOCALIDAD                         | MUESTRAS ESTUDIADAS                               | FORMACION      |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|----------------|
| Desembocadura Ar Salado           | SU3                                               | Roca           |
| Punta Colorada                    | SG4                                               | Roca           |
| Planta Hipasam                    | SG11                                              | Roca           |
| Aguada Cecilio                    | AC3, AC4, AC13                                    | Aguada Cecilio |
| Arroyo Pajalta (al S de Valcheta) | PAJ3                                              | Aguada Cecilio |
| Laguna Tres Picos                 | LTP2                                              | Arroyo Barbudo |
| Cona Niyu                         | CNI8                                              | Roca           |
| Meseta Coli Toro (Pto Alvarez)    | AL1, AL4, AL7, AL11, AL14, AL15, AL16, AL17, AL19 | Roca           |
| Sur Cerro Negro (Ing. Jacobacci)  | SCN4, SCN5                                        | Roca           |

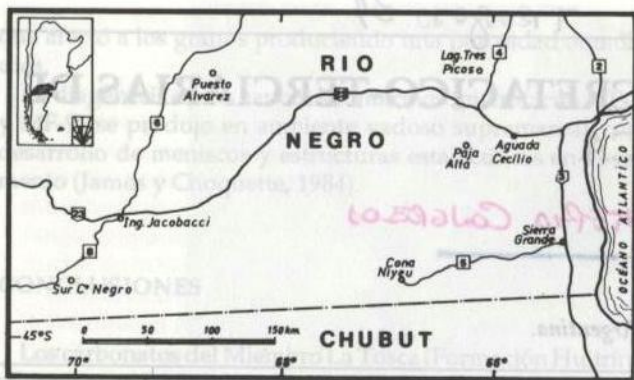


Figura 1: Mapa de ubicación de las localidades estudiadas.

### CARACTERES GENERALES DE LAS SUCESIONES ANALIZADAS Y PROCESOS DEPOSITACIONALES

Las sedimentitas carbonáticas analizadas aparecen constituyendo sucesiones multiepisódicas de biocalciruditas (coquinas) y biocalcarenitas (microcoquinas), o bien como estratos o intercalaciones de estas variedades litológicas entre rocas silicoclásticas conglomerádicas, arenosas e inclusive pelíticas (y margosas).

Observadas megascópicamente, se aprecia su constitución bioclástica dominante con abundantes fragmentos de valvas de invertebrados (pelecípodos, gastrópodos, etc.), los que se acompañan con variadas proporciones de litoclastos de vulcanitas y piroclástitas ácidas y de cuarcitas procedentes de las formaciones Marifil y Sierra Grande, respectivamente. Como material ligante es común el cemento de calcita esparítica, y en algunos casos aparece también una fina base de naturaleza micrítica.

Estas coquinas y microcoquinas se presentan como estratos y cuerpos de geometría lentiforme, muy continua en sentido areal; en oportunidades es tabular, particularmente cuando aparecen como intercalaciones aisladas en sucesiones de grano fino (pelíticas o margosas).

Las estructuras sedimentarias son variadas. En algunas secciones abundan las capas planas o de muy bajo ángulo de inclinación, con láminas individuales entre 2 y 8 cm de espesor. Estos rasgos se han formado en condiciones de elevada energía cinética, tanto por flujos oscilatorios como de carácter combinado (v. Arnott y Southard, 1990; Southard *et al.*, 1990), en ambientes someros, de playa o circalitoral.

También se encuentran con notable asiduidad estratos entrecruzados en artesas agrupadas con "sets" algo abultados que todavía permiten individualizar su generación por desplazamiento de dunas o megaóndulas tridimensionales. En forma menos frecuente aparecen cuerpos entrecruzados con capas frontales planares que denotan un régimen de flujo algo menor. Estos entrecruzamientos pueden asociarse con la migración de megaóndulas inducidas por corrientes de un medio también somero, desde estuárico hasta de "nearshore" abierto.

En los afloramientos del sector occidental se han encontrado cuerpos de calciruditas y calcarenitas con estructuras internas monticulares (HCS, *hummocky cross-stratification*),

generadas por flujos oscilatorios a combinados de muy elevada energía cinética (Swift *et al.*, 1983; Allen, 1985; Arnott y Southard, *op. cit.*) y atribuidas tradicionalmente a la acción de tormentas en ambiente de plataforma abierta (Dott y Bourgeois, 1982; Brenchley y Newall, 1982; Brenchley *et al.*, 1985; Craft y Bridge, 1987; Cotter, 1990). En asociación con estos niveles, se hallan calcarenitas que muestran óndulas de olas simétricas y asimétricas, y su correspondiente laminación entrecruzada, las que también pueden asignarse a retrabajamiento por flujos oscilatorios inducidos por tormentas más distales (Cotter, *op. cit.*) o bien a olas con menor alcance o *fetch*.

Las estructuras de carácter biogénico son asimismo abundantes. En estas calizas se hallan trazas fósiles de variada naturaleza, tanto de plano de estratificación o epichnias, como internas o endichnias. Como peculiaridades se destacan su escala siempre grande (ancho del orden del centímetro o más y longitud de varios centímetros) y sus superficies lisas, carentes de ornamentaciones. Algunos niveles de coquinas y microcoquinas aparecen fuertemente bioturbados y adquieren aspecto moteado hasta homogéneo, pérdida de selección e inclusive del grado de consolidación. En estos casos, es probable que la mezcla e incorporación biogénica de material micrítico haya inhibido la cementación ulterior de la roca. Por el carácter grueso de las sedimentitas y su posición en sucesiones predominantemente multiepisódicas de carbonatos bioclásticos, las trazas y bioturbaciones parecen haberse generado en ambientes marinos a transicionales de escasa profundidad.

### ANÁLISIS PETROGRÁFICO COMPOSICIONAL

El estudio composicional se realizó sobre un total de 20 secciones delgadas de rocas carbonáticas clásticas de grano grueso (calciruditas y calcisamitas) que poseen en la mayoría de los casos una abundante y diversa población faunística, lo que permitió realizar una discriminación de clases sobre la base de la composición modal.

Las muestras sometidas a análisis petrográfico se clasificaron de acuerdo con la propuesta de Dunham (1962), identificándose las siguientes variedades: *grainstone*, *packstone* y *wackestone*, tanto en sus granulometrías rudítica como arenítica. Es dable remarcar que se han considerado para este trabajo solamente las muestras que presentaban una neta componente biogénica.

En la fig. 3 se pueden observar diagramas que contienen por una parte los porcentajes de componentes esenciales, representados por restos esqueléticos, cemento, micrita y silicoclastos; y por otra los valores recalculados al 100% de ostrácodos, braquiópodos, briozoos, pelecípodos, equinodermos, foraminíferos, gastrópodos y restos indiferenciados.

### Restos esqueléticos

Estos componentes son los más característicos de las rocas carbonáticas analizadas, encontrándose una importante di-

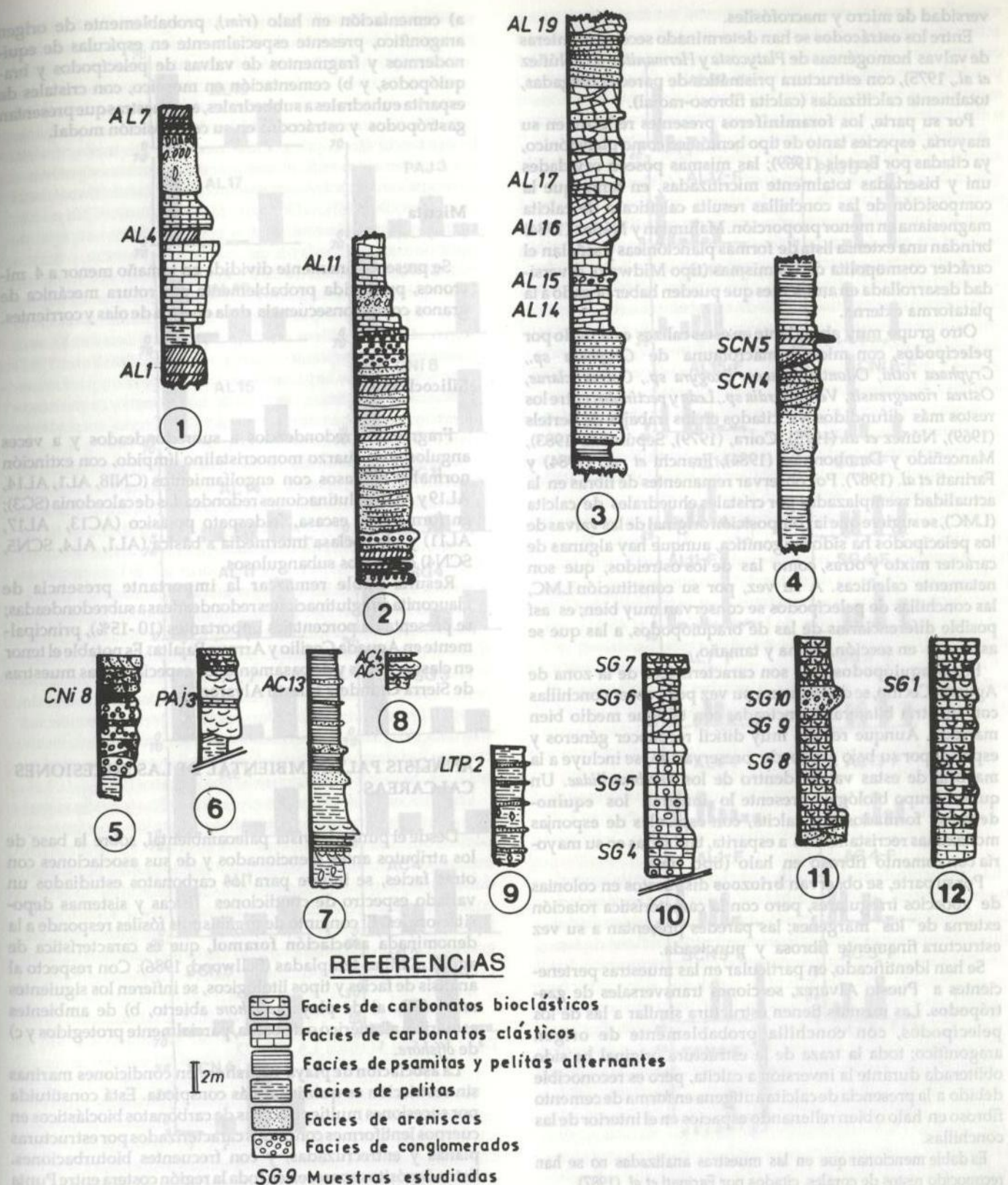


Figura 2: Secciones columnares esquemáticas de las unidades calcáreas estudiadas en el Macizo Norpatagónico.

1, 2 y 3: Puesto Alvarez, Meseta de Coli Toro. 4: Sur del Cerro Negro. 5: Cona Niyeu. 6: Arroyo Paja Alta. 7 y 8: Aguada Cecilio. 9: Laguna Tres Picos. 10: Este de Sierra Grande. 11: Sierra Grande. 12: Punta Colorada.

versidad de micro y microfósiles.

Entre los **ostrácodos** se han determinado secciones enteras de valvas homogéneas de *Platycosta* y *Hermanites* (cf. Núñez *et al.*, 1975), con estructura prismática de paredes delgadas, totalmente calcitizadas (calcita fibroso-radial).

Por su parte, los **foraminíferos** presentes reflejan, en su mayoría, especies tanto de tipo bentónico como planctónico, ya citadas por Bertels (1969); las mismas poseen cavidades uni y biseriadas totalmente micritizadas, en tanto que la composición de las conchillas resulta calcítica o de calcita magnesiana en menor proporción. Malumián y Núñez (1984) brindan una extensa lista de formas planctónicas y señalan el carácter cosmopolita de las mismas (tipo Midway), diversidad desarrollada en ambientes que pueden haber llegado a la plataforma externa.

Otro grupo muy abundante en estas calizas está dado por **pelecípodos**, con micro y macrofauna de *Gryphaea* sp., *Gryphaea rothi*, *Odontogryphaea*, *Exogyra* sp., *Ostrea clarae*, *Ostrea rionegrensis*, *Venericardia* sp., *Leda* y *pectínidos* entre los restos más difundidos, ya citados en los trabajos de Bertels (1969), Núñez *et al.* (1975), Coira, (1979), Sepúlveda (1983), Manceñido y Damborenea (1984), Franchi *et al.* (1984) y Farinati *et al.* (1987). Por observar remanentes de fibras en la actualidad reemplazadas por cristales ehedrales de calcita (LMC), se sugiere que la composición original de las valvas de los pelecípodos ha sido aragonítica, aunque hay algunas de carácter mixto y otras, como las de los ostreoides, que son netamente calcíticas. A su vez, por su constitución LMC, las conchillas de pelecípodos se conservan muy bien; es así posible diferenciarlas de las de braquiópodos, a las que se asemejan en sección, forma y tamaño.

Los **braquiópodos**, que son característicos de la zona de Aguada Cecilio, se distinguen a su vez por poseer conchillas con simetría bilateral, punteada, con tabique medio bien marcado. Aunque resulta muy difícil reconocer géneros y especies por su bajo grado de preservación, se incluye a la mayoría de estas valvas dentro de los *Terebratulidae*. Un quinto grupo biológico presente lo integran los **equinodermos**, formados por calcita, con espículas de esponjas monaxonas recrystalizadas a esparita, tapizadas en su mayoría con cemento fibroso en halo (tipo rim).

Por su parte, se observan **brizoos** dispuestos en colonias de zooecios irregulares, pero con la característica rotación externa de los márgenes; las paredes presentan a su vez estructura finamente fibrosa y punteada.

Se han identificado, en particular en las muestras pertenecientes a Puesto Alvarez, secciones transversales de **gastropodos**. Las mismas tienen estructura similar a las de los pelecípodos, con conchilla probablemente de origen aragonítico; toda la traza de la estructura original ha sido obliterada durante la inversión a calcita, pero es reconocible debido a la presencia de calcita autógena en forma de cemento fibroso en halo o bien rellenando espacios en el interior de las conchillas.

Es dable mencionar que en las muestras analizadas no se han reconocido restos de corales, citados por Farinati *et al.* (1987).

## Cemento

Se han observado claramente dos tipos de cementaciones:

a) cementación en halo (*rim*), probablemente de origen aragonítico, presente especialmente en espículas de equinodermos y fragmentos de valvas de pelecípodos y braquiópodos, y b) cementación en mosaico, con cristales de esparita ehedrales a subhedrales, en muestras que presentan gastropodos y ostrácodos en su composición modal.

## Micrita

Se presenta finamente dividida en tamaño menor a 4 micrones, producida probablemente por rotura mecánica de granos como consecuencia de la energía de olas y corrientes.

## Silicoclastos

Fragmentos redondeados a subredondeados y a veces angulosos de cuarzo monocristalino límpido, con extinción normal y en casos con engolfamientos (CN18, AL1, AL14, AL19 y AC3) aglutinaciones redondeadas de calcedonia (SG3); en forma más escasa, feldespato potásico (AC13, AL17, AL11) y plagioclasa intermedia a básica (AL1, AL4, SCN5, SCN4) en clastos subangulosos.

Resulta dable remarcar la importante presencia de glauconita en aglutinaciones redondeadas a subredondeadas; se presenta en porcentajes importantes (10 -15%), principalmente en Aguada Cecilio y Arroyo Pajalta. Es notable el tenor en clastos líticos y de basamento en especial en las muestras de Sierra Grande y Puesto Alvarez.

## ANÁLISIS PALEOAMBIENTAL DE LAS SUCESIONES CALCAREAS

Desde el punto de vista paleoambiental, sobre la base de los atributos antes mencionados y de sus asociaciones con otras facies, se infiere para los carbonatos estudiados un variado espectro de condiciones físicas y sistemas deposicionales. El conjunto de organismos fósiles responde a la denominada **asociación foramol**, que es característica de aguas marinas templadas (Sellwood, 1986). Con respecto al análisis de facies y tipos litológicos, se infieren los siguientes ambientes: a) de playa-*nearshore* abierto, b) de ambientes estuárico, albuférico o de bahía, parcialmente protegidos y c) de *offshore*.

La **asociación de playa-nearshore** en condiciones marinas sin restricción es quizás la más conspicua. Está constituida por sucesiones multiepisódicas de carbonatos bioclásticos en cuerpos lentiformes continuos caracterizados por estructuras planas y entrecruzadas, y con frecuentes bioturbaciones. Estos depósitos aparecen en toda la región costera entre Punta Sierra y Punta Colorada, en las vecindades de Sierra Grande, en el sector basal de la sucesión relevada en Ea Santa Rosa, en la zona de Arroyo Pajalta (cercana a Valcheta) y, más al oeste, en el borde occidental de la Meseta de Coli Toro (Puesto Alvarez). Por su arreglo secuencial repetitivo o multi-

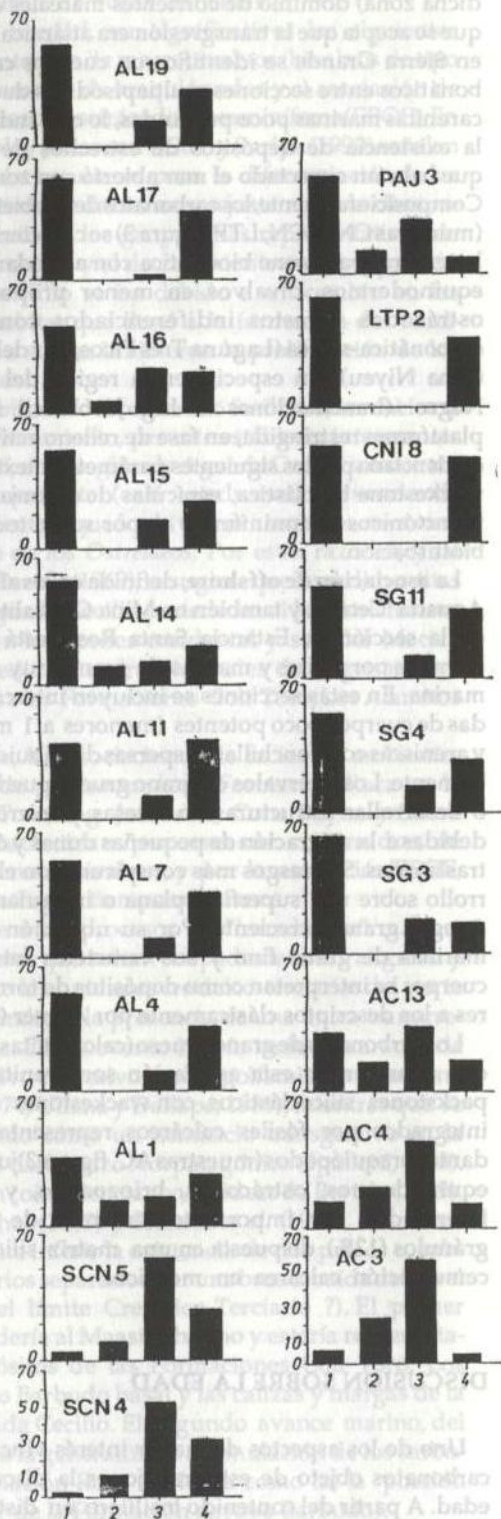
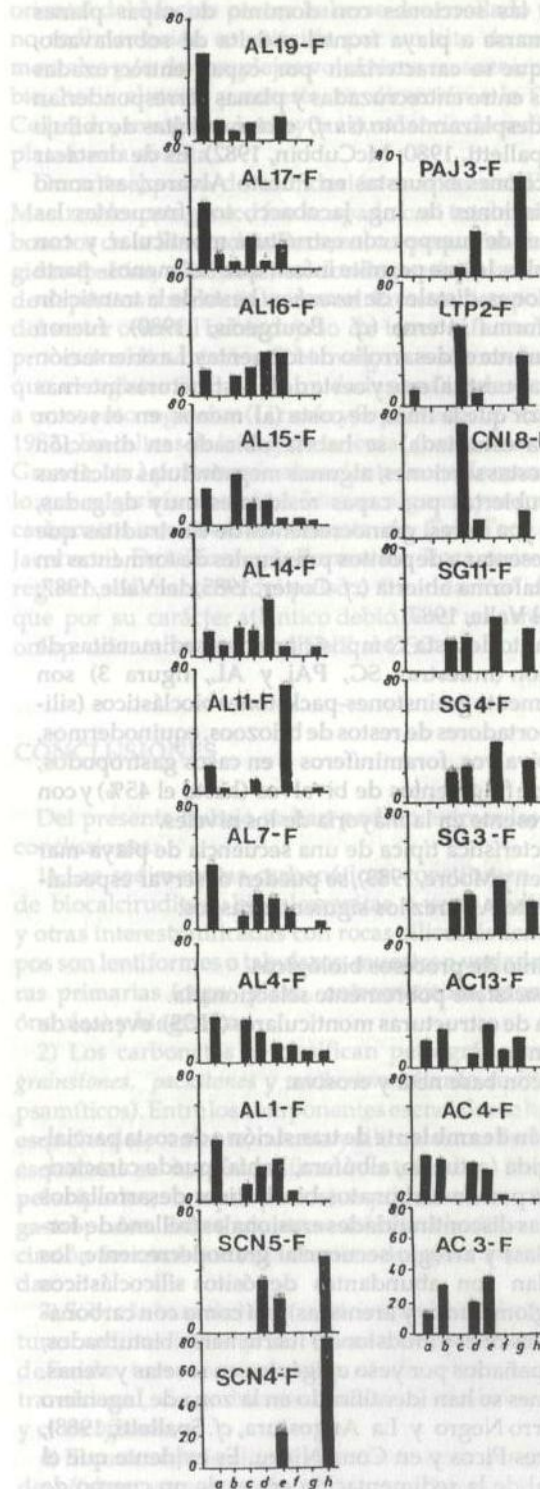


Figura 3: Composición petrográfica de las calizas estudiadas.

Referencias: Gráficos de la izquierda: son componentes totales expresados en porcentaje. 1: restos esqueléticos, 2: micrita, 3: silicoclastos y 4: cemento. Gráficos de la derecha: corresponden a componentes esqueléticos recalculados al 100%. a: ostrácodos, b: braquiópodos, c: briozoos, d: equinodermos, e: bivalvos, f: foraminíferos, g: gasterópodos, h: restos indiferenciados.



episódico, localmente granocreciente, resultan muy asimilables a depósitos sedimentarios de ambiente somero y abierto. Así, las secciones con dominio de capas planas pueden asignarse a playa frontal y delta de sobrelavado, mientras las que se caracterizan por capas entrecruzadas o alternancias entre entrecruzadas y planas corresponderían a la zona de desplazamiento (*surf*) o bien a deltas de reflujo mareal (cf. Spalletti, 1980; McCubbin, 1982). Es de destacar que en las secciones expuestas en Puesto Alvarez, así como en las inmediaciones de Ing. Jacobacci, son frecuentes las intercalaciones de cuerpos con estructura monticular y con óndulas de olas, lo que permite inferir que -al menos- parte de las sucesiones distales de *nearshore* hasta de la transición con la plataforma interna (cf. Bourgeois, 1980) fueron generadas durante el desarrollo de tormentas. La orientación general contrapuesta al este y oeste de las estructuras internas permite sugerir que la línea de costa (al menos en el sector oeste del área estudiada) se habría ubicado en dirección norte-sur. En estas secciones, algunas megaóndulas calcáreas aparecen recubiertas por capas residuales muy delgadas, mantiformes y, a veces, granocrecientes de calciruditas que podrían representar a depósitos proximales de tormentas en el área de plataforma abierta (cf. Cotter, 1985; del Valle, 1987; Spalletti y del Valle, 1987).

Desde el punto de vista composicional las sedimentitas de esta asociación (muestras SG, PAj y AL, figura 3) son fundamentalmente grainstones-packstones bioclásticos (silicoclásticos) portadores de restos de briozoos, equinodermos, ostrácodos, bivalvos, foraminíferos y en casos gastrópodos, con dominio de fragmentos de bivalvos (hasta el 45%) y con glauconita presente en la mayoría de los niveles.

Como característica típica de una secuencia de playa-mar somero (Indeen y Moore, 1983), se pueden observar especialmente en Puesto Alvarez los siguientes rasgos:

- \* predominio de procesos biológicos.
- \* textura *packstone* pobremente seleccionada.
- \* presencia de estructuras monticulares (HCS): eventos de tormenta.
- \* estratos con base neta y erosiva.

La asociación de ambiente de transición o de costa parcialmente protegida (estuario, albufera, bahía) puede caracterizarse por cuerpos de carbonatos bioclásticos desarrollados sobre marcadas discontinuidades erosionales (relleno de formas acanaladas) y arreglo secuencial granodecreciente, los que se vinculan con abundantes depósitos silicoclásticos gruesos (conglomerados y areniscas), así como con carbonatos finos (wackestones y mudstones) fuertemente bioturbados, a veces acompañados por yeso epigénico en rosetas y venas. Estas sucesiones se han identificado en la zona de Ingeniero Jacobacci (Cerro Negro y La Angostura, cf. Spalletti, 1988), en Laguna Tres Picos y en Cona Niyeu. Es evidente que el marco general de la sedimentación era el de un cuerpo de agua salobre, apto para la proliferación de comunidades bentónicas, que recibía aportes detríticos significativos desde áreas marginales y en el que los procesos de acumulación se producían con marcadas variaciones en los niveles de energía dinámica. Los carbonatos bioclásticos se vinculan específicamente con eventos de transporte traccional en medios canalizados. Orientaciones hacia el este de las paleocorrientes

en el área de Cona Niyeu permiten sugerir (al menos para dicha zona) dominio de corrientes mareales de retorno si es que se acepta que la transgresión era atlántica. Por otra parte, en Sierra Grande se identificaron cuerpos canalizados carbonáticos entre secciones multiepisódicas de coquinas y calcarenitas marinas poco profundas, lo que induce a proponer la existencia de depósitos de estrechos de marea (*inlets*) que habrían conectado el mar abierto con zonas albuféricas. Composicionalmente, los carbonatos de ambiente transicional (muestras CNi, SCN, LTP, figura 3) se caracterizan por poseer la textura grainstone bioclástica con abundantes espinas de equinodermos, bivalvos en menor proporción, escasos ostrácodos y restos indiferenciados con cementación carbonática-silíceá (Laguna Tres Picos, Sur del Cerro Negro y Cona Niyeu). En especial en la región del Sur del Cerro Negro (inmediaciones de Ing. Jacobacci) se situaba una plataforma restringida, en fase de relleno activo (Enos, 1983) evidenciada por los siguientes parámetros: textura packstone-wackestone bioclástica, espículas de esponjas y organismos planctónicos (foraminíferos) y, por sobre todo, importante bioturbación.

La asociación de *offshore*, definida en los afloramientos de Aguada Cecilio, y también en Mina Gonzalito y en el tope de la sección de Estancia Santa Rosa, está esencialmente formada por pelitas y margas de grano muy fino con fauna marina. En estas secciones se incluyen intercalaciones aisladas de cuerpos poco potentes (menores a 1 m) de coquinas y areniscas con conchillas dispersas distribuidas desordenadamente. Los intervalos de grano grueso pueden ser macizos o desarrollar estructuras en artesas y microentrecruzadas debidas a la migración de pequeñas dunas y óndulas de olas traslatorias. Sus rasgos más conspicuos son el abrupto desarrollo sobre una superficie plana o irregular y el marcado arreglo granodecreciente. Por su ubicación en secuencias marinas de grano fino y sus caracteres intrínsecos, estos cuerpos se interpretan como depósitos de tormentas, similares a los descriptos clásicamente por Aigner (1985).

Los carbonatos de grano grueso (calcarenitas y calciruditas) que aparecen en esta asociación son arenitas calcáreas y packstones silicoclásticos, con wackestones subordinados, integrados por fósiles calcáreos, representados por abundantes braquiópodos (muestras AC, figura 3) junto a bivalvos, equinodermos, ostrácodos, briozoarios, y restos indiferenciados, con importante contenido de glauconita en gránulos (12%) dispuesta en una matriz silicoclástica, con cementación calcárea en mosaico.

## DISCUSION SOBRE LA EDAD

Uno de los aspectos de mayor interés vinculado con los carbonatos objeto de este trabajo, es la discusión sobre la edad. A partir del contenido fosilífero en distintas localidades, los estudios bioestratigráficos han encontrado evidencias de edades cretácicas tardías y terciarias tempranas en el registro transgresivo que ocupó el Macizo Norpatagónico. Así, Bertels (1969), Stipanovic y Methol (1980), Núñez y Rossi (1981), Lizuaín (1983), Franchi y Sepúlveda (1983) señalan la presencia del Maastrichtiano, mientras que Bertels (1969), Ramos (1975), Núñez *et al.* (1975), Nullo (1978), Franchi *et*

al. (1984), Malumián y Nández (1984) y Farinati *et al.* (1987) indican la existencia de rocas danianas.

Con respecto a la edad, son significativos los siguientes parámetros: a) contenido de macrobivalvos (bivalvos de tipo *Ostreideos*), b) presencia de braquiópodos y c) asociación de equinodermos-briozoos-ostrácodos-foraminíferos (EBOF). En este sentido Surlyk y Johansen (1984) y Surlyk (1990) señalan que los rasgos más peculiares para la diferenciación de las faunas mastrichtianas y danianas son justamente la desaparición en el Terciario de los grupos más representativos de braquiópodos cretácicos y el decrecimiento en la proporción de macrobivalvos. Ello se ha debido a un cambio en las condiciones de hábitat que llevó a la formación de *hardgrounds*, los que a su vez inhibieron la proliferación de los organismos citados.

El análisis combinado del contenido fosilífero, las facies y las regiones de afloramiento, permite establecer interesantes vinculaciones. Así, en la región de Aguada Cecilio se encuentra una muy abundante (casi exclusiva) presencia de braquiópodos mientras que los bivalvos asociados se encuadran en el grupo de los *Ostreideos*. Por estas razones, y tal como lo señalara Bertels (1969), se sugiere que las sedimentitas de *offshore* de Aguada Cecilio pertenecen al Maastrichtiano, época en la que en los bordes occidental y sur del Macizo se acumularon sedimentos transicionales de origen mareal correspondientes a las Formaciones Coli Toro, Los Alamitos y equivalentes.

Contrariamente, las asociaciones de facies de ambientes transicionales y de playa-*nearshore* (Formación Roca en la Meseta de Coli Toro, Ing. Jacobacci, Cona Niyeu y Sierra Grande) se caracterizan por escasos contenidos de braquiópodos y macrobivalvos, y por la asociación EBOF, claramente indicativa de tiempos danianos.

En lo que hace a los procesos de "inundación" marina, varios de los autores que se han ocupado de la estratigrafía y paleogeografía de las unidades cretácico-terciarias del norte de la Patagonia, indican la presencia de una única transgresión generalizada. Dicho evento habría tenido el carácter de un ciclo transgresivo-regresivo en el Engolfamiento Neuquino (Andreis *et al.*, 1974; Uliana y Dellapé, 1981), mientras que se habría manifestado como un hemicycle transgresivo en la región occidental del Macizo Norpatagónico (Spalletti, 1988).

No obstante, en coincidencia con las ideas de Bertels (1969), Stipanovic y Methol (1980) y Franchi *et al.* (1984), el análisis petrofacial permite inferir la existencia de dos pulsos o subciclos sedimentarios separados por una brusca caída del nivel del mar (cerca del límite Cretácico-Terciario?). El primer pulso correspondería al Maastrichtiano y estaría representado por los depósitos de las Formaciones Coli Toro, Los Alamitos, Arroyo Barbudo basal y las calizas y margas de la Formación Aguada Cecilio. El segundo avance marino, del Daniano, produjo la generalizada acumulación de los carbonatos de la Formación Roca (incluida como tal la porción media y superior de la Formación Arroyo Barbudo).

El panorama paleogeográfico para ambos pulsos o subciclos transgresivos es sensiblemente distinto. En el correspondiente al Maastrichtiano, amplias áreas de los sectores occidental y sur del Macizo Norpatagónico estuvieron ocupadas por sedimentos continentales y transicionales (predominio de

depósitos mareales silicoclásticos). En relación con la abundancia de estos ambientes con parcial restricción, en el borde oriental del Macizo parece haberse desarrollado un área de no sedimentación constituida por un alto de rocas basamentales y/o de complejos volcánicos mesozoicos. En cambio, hacia el norte y noreste, en dirección a la Cuenca del Colorado, se registra la mayor abundancia de sedimentos de plataforma abierta.

Durante el pulso de inundación marina del Daniano, el Macizo Norpatagónico fue ocupado casi totalmente por carbonatos de la Formación Roca, salvo pequeñas áreas protegidas (bahías, albuferas) en donde persistió la acumulación de depósitos con dominio mareal. En estos tiempos el umbral del sector oriental había dejado de tener influencia sobre los procesos sedimentarios. Si bien algunos autores han opinado que el registro final de las unidades analizadas corresponde a un evento regresivo (Lizuaín y Sepúlveda, 1979; Sepúlveda, 1983), las calizas de la región oriental (costa atlántica, Sierra Grande, etc.) poseen más abundante fauna de macrobivalvos, lo que sugeriría una edad relativa algo mayor que la de los carbonatos occidentales (Meseta de Coli Toro, Ingeniero Jacobacci). De tal forma, la Formación Roca representaría el registro sedimentario del pulso o "inundación" daniana, la que por su carácter atlántico debió tener un arreglo de tipo onlap orientado desde el ENE al OSO.

## CONCLUSIONES

Del presente trabajo se han podido extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Las sedimentitas carbonáticas constituyen sucesiones de biocalciruditas y biocalcarenitas, a veces multiepisódicas y otras interestratificadas con rocas silicoclásticas. Sus cuerpos son lentiformes o tabulares, muestran variadas estructuras primarias (capa plana, entrecruzadas, monticulares y óndulas) y biogénicas.
- 2) Los carbonatos se clasifican petrográficamente como *grainstones*, *packstones* y *wackestones* (tanto rudíticos como psamíticos). Entre los componentes esenciales se hallan restos esqueléticos, cemento, micrita y silicoclastos. En la población esquelética se han identificado ostrácodos, foraminíferos, pelecípodos, braquiópodos, equinodermos, briozoos y gastrópodos. Este conjunto se asimila a la denominada asociación *foramol* que es indicativa de aguas marinas templadas.
- 3) Sobre la base de las características litológicas, las estructuras sedimentarias y las vinculaciones verticales, se han definido tres asociaciones: a) de playa-*nearshore*, b) transicional, de ambientes estuárico, albuferico y de bahía, y c) de *offshore*.
- 4) El contenido fosilífero permite deducir que la asociación de *offshore* corresponde al Maastrichtiano y puede correlacionarse con las Formaciones Coli Toro y Los Alamitos del oeste y sur del Macizo Norpatagónico, respectivamente. Las asociaciones de playa-*nearshore* y de ambientes transicionales de la Formación Roca se atribuyen a otro pulso transgresivo ocurrido durante el Daniano.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- AIGNER, T., 1985. Storm depositional systems. Lecture notes in Earth Sciences, 3, 174 pp. Berlín.
- ALLEN, P. A., 1985. Hummocky cross-stratification is not produced purely under progressive gravity waves. *Nature* 313: 562-564.
- ANDREIS, R. R., A. M. INIGUEZ RODRIGUEZ, J. J. LLUCH y D. A. SABIO, 1974. Estudio sedimentológico de las bentonitas del Lago Pellegrini (provincia de Río Negro, República Argentina). *Asociación Geológica Argentina Revista XXIX*: 85-104.
- ANDREIS, R., 1987. Stratigraphy and paleoenvironments. En Bonaparte, J. F. (Ed). *The Late Cretaceous Fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina*. Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", II (3): 103-110, Buenos Aires.
- ARNOTT, R. W. y J. B. SOUTHARD, 1990. Exploratory flow-duct experiments on combined-flow bed configurations, and some implications for interpreting storm-event stratification. *Journal of Sedimentary Petrology* 60: 211-219.
- BERTELS, A., 1969. Estratigrafía del límite Cretácico - Terciario en la Patagonia Septentrional. *Asociación Geológica Argentina Revista XXIV*: 41-54.
- BRENCHLEY, P. J. y G. NEWALL, 1982. Storm-influenced inner-shelf sand lobes in the Caradoc (Ordovician) of Shropshire, England. *Journal of Sedimentary Petrology* 52: 1267-1269.
- BRENCHLEY, P. J., M. ROMANO y J. C. GUTIERREZ, 1985. Proximal and distal hummocky cross-stratified facies on a wide Ordovician shelf in Iberia. En Knight, R. J. y McLean, J. R. (Eds.) *Shelf sands and sandstones*. Canadian Association Petroleum Geologists Memoir 2: 241-255.
- BURGEIS, J., 1980. A transgressive shelf sequence exhibiting hummocky cross-stratification: The Cape Sebastian Sandstone (Upper Cretaceous), southwestern Oregon. *Journal of Sedimentary Petrology* 50: 681-702.
- COIRA, B. L., 1979. Descripción geológica de la Hoja 40d, Ingeniero Jacobacci, provincia de Río Negro. Boletín Servicio Geológico Nacional, 168, Buenos Aires.
- COTTER, E. 1985. Gravel-topped offshore bar sequences in the Lower Carboniferous of southern Ireland. *Sedimentology* 32: 195-213.
- COTTER, E. 1990. Storm effects on siliciclastic and carbonate shelf sediments in the medial Silurian succession of Pennsylvania. *Sedimentary Geology* 69: 245-258.
- CRAFT, J. H. y J. S. BRIDGE, 1987. Shallow-marine sedimentary processes in the Late Devonian Catskill sea, New York State. *Geological Society of America Bulletin* 98: 338-355.
- DEL VALLE, A., 1987. Sedimentología de la Formación Balcarce en el sector oriental de Tandilia. Tesis Doctoral Museo de La Plata (inédito) 278 p. DOTT, R. H. y J. BURGEIS, 1982. Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. *Geological Society of America Bulletin* 93: 663-680.
- DUNHAM, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En Ham, W. E. (Ed). *Classification of carbonate rocks*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1: 108-121. ENOS, P., 1983. Shelf environment. En Scholle, P., Bebout, D. y Moore, C. (Eds.) *Carbonate depositional environments*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 33: 267-296. Tulsa.
- FARINATI, E., M. QUATROCCHIO y C. LABUDIA, 1987. Hallazgo del Maestrichtiano - Terciario fosilífero en el Bajo de Lenza Niyeu y Colán Conhué, Comarca Nordpatagónica, Provincia de Río Negro, Argentina. X Congreso Geológico Argentino Actas III: 153-157.
- FRANCHI, M. R. y E. G. SEPULVEDA, 1983. Descripción geológica de la Hoja 41h, Cona-Niyeu, Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional (inédito), Buenos Aires.
- FRANCHI, M. R., F. E. NULLO, E. G. SEPULVEDA y M. A. ULIANA, 1984. Las sedimentitas terciarias. IX Congreso Geológico Argentino Relatorio I (9): 215-266.
- INDEN, R. F. y C. MOORE, 1983. Beach environment. En Scholle, P., Bebout, D. y Moore, C. (Eds.) *Carbonate depositional environments*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 33: 211-266. Tulsa.
- LIZUAIN, A., 1983. Descripción geológica de la Hoja 38j, Salinas del Gualicho. Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional Boletín 195, 48 p.
- LIZUAIN, A. y E. G. SEPULVEDA, 1979. Geología del Gran Bajo del Gualicho (pcia de Río Negro). Actas VII Congreso Geológico Argentino, I: 407-422. MANCENIDO, M. O. y S. E. DAMBORENEA, 1984. Megafauna de invertebrados mesozoicos y cenozoicos. IX Congreso Geológico Argentino Relatorio II (5): 413-465.
- MCCUBBIN, D. G., 1982. Barrier island and strand plain facies. En Scholle, P. A. y Spearing, D. (Eds.) *Sandstone depositional environments*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 31: 247-280. Tulsa. MALUMIAN, N. y C. NAÑEZ, 1984. Foraminíferos. En Malumian, N., Echevarría, A., Martínez Machiavello, J. C. y Nández, A. (Eds.). *Los microfósiles*. IX Congreso Geológico Argentino Relatorio II (7): 486-501. NULLO, F. E., 1978. Descripción geológica de la Hoja 41d, Lipetrén. Servicio Geológico Nacional Boletín 158, 88 p.
- NUÑEZ, E., E. W. DE BACHMANN, I. RAVAZOLLI, A. BRITOS, M. FRANCHI, A. LIZUAIN y E. SEPULVEDA, 1975. Rasgos geológicos del sector oriental del macizo de Somuncurá, provincia de Río Negro, República Argentina. II Congreso Ibero-americano de Geología Económica IV: 247-266.
- NUÑEZ, E. y E. ROSSI de GARCIA, 1981. Origen y edad de las calizas de Valcheta. VIII Congreso Geológico Argentino Actas II: 173-182.
- RAMOS, V., 1975. Geología del sector oriental del Macizo Nordpatagónico entre Aguada Capitán y la mina Gonzalito, provincia de Río Negro. *Asociación Geológica Argentina Revista XXX*: 274-285.
- ROTH, S., 1899. Reconocimiento de la región andina de la República Argentina. Apuntes sobre la geología y paleontología de las provincias de Río Negro y Neuquén. *Revista Museo La Plata*, IX: 141-197. La Plata. SELLWOOD, B. W., 1986. Shallow-marine carbonate environments. En Reading, H. G. (Ed.) *Sedimentary Environments and Facies*, 2nd. Edition. Blackwell Scientific Publications: 283-342. Oxford.
- SEPULVEDA, E. G., 1983. Descripción geológica de la Hoja 38i, Gran Bajo del Gualicho, Provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional Boletín 194, 61 p. Buenos Aires.
- SOUTHARD, L. B., J. M. LAMBIE, D. C. FEDERICO, H. T. PILE y C. R. WEIDMAN, 1990. Experiments on bed configurations in fine sands under directional purely oscillatory flows, and the origin of hummocky cross-stratification. *Journal of Sedimentary Petrology* 60: 1-17.
- SPALLETTI, L. A., 1980. Paleoambientes sedimentarios en secuencias silicoclásticas. *Asociación Geológica Argentina Serie B*, 8, 175 p. Buenos Aires.
- SPALLETTI, L. A., 1988. Los ambientes sedimentarios del límite Cretácico-Terciario en el sector occidental del Macizo Nordpatagónico. *Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología Revista* 19: 49-56.
- SPALLETTI, L. A. y A. DEL VALLE, 1987. Plataformas silicoclásticas. En Bossi, G. (Ed.) *Primer Simposio de Ambientes y Modelos Sedimentarios*. Boletín Sedimentológico 4: 161-187. Tucumán.
- STIPANICIC, P. y E. METHOL, 1980. Comarca Nordpatagónica. En Turner, J. C. M. (Ed.) *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba II: 1071-1097. Córdoba.
- SURLYK, F., 1990. Mass extinction: Events in the Cretaceous-Tertiary. En Briggs, D. y Crowther, P. (Eds.). *Palaeobiology: a synthesis*. 198-203.
- SURLYK, F. y M. B. JOHANSEN, 1984. End-Cretaceous brachiopod extinctions in the chalk of Denmark. *Science* 223: 1174-1177.

ULIANA, M. y D. DELLAPE, 1981. Estratigrafía y evolución paleoambiental de la sucesión mastrichtiano-eoterciaria del engolfamiento neuquino (Patagonia Septentrional). VIII Congreso Geológico Argentino. Actas III: 673-711.