

## EL PALEOGENO DE LA CUENCA DE MAGALLANES: BIOESTRATIGRAFÍA Y DISCONTINUIDADES

THE PALEOGENE OF THE MAGALLANES BASIN: BIOSTRATIGRAPHY AND UNCONFORMITIES

Norberto Malumian<sup>1</sup>, Tatiana Hromic<sup>2</sup> & Carolina Nández<sup>1,3</sup>

### ABSTRACT

The Magallanes or Austral Basin is shared by Argentina and Chile; both countries developed the knowledge on foraminifera in different timing and ways. These differences delayed the integration of the stratigraphical information from both parts of the Basin. In Chile, the studies began in the '40s in the national oil company ENAP and most of its reports remained unpublished until 1974, when a system of stages for correlation was proposed. This system, particularly for the Paleogene, was based on benthonic foraminifera because of the scarcity of planktonic forms. In Argentina, a first study on the Paleogene foraminifera from the Austral Basin is published in the late 60s, and after several years devoted to publish and illustrate the Cretaceous foraminifera, the research has been again focused on the Paleogene since the end of the century.

The integration of the knowledge from both sides of the international boundary, and particularly the gathering of the data on the scarce planktonic forms, have helped to correlate Argentinean and Chilean formations, pointing out the great difference between the thick Paleogene sequences in the Chilean Peninsula Brunswick and the reduced Paleogene sequence, including more manifest and amplified unconformities, in the Argentinean Atlantic Fuegian coast.

The contact between the Maastrichtian and the Danian by means of foraminifera is recognized in the northern part of the Basin (Cerro Dorotea Formation), whereas in the southern part is not evident due to an unconformity in the mid-Paleocene and the dominant, not age diagnostic, flysch type assemblages. The Paleocene/Eocene turnover in calcareous assemblages exhibits a contrast between a cosmopolitan Midway type assemblage in the upper Paleocene (La Barca/Chorrillo Chico formations) and an endemic early Eocene Austral assemblage that includes the first appearance of the genus *Elphidium* (Punta Noguera/lower Agua Fresca), and the genus *Cribrorotalia* in the Punta Noguera Formation. The lower

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina. n.malumian@yahoo.com

<sup>2</sup> Laboratorio de Micropaleontología, Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Chile.

<sup>3</sup> Servicio Geológico Minero Argentino.

Middle Eocene unconformity separates disaerobic and turbiditic paleoenvironments of the Paleocene-lower Middle Eocene (La Barca, Punta Torcida/Chorrillo Chico, Agua Fresca) from the aerobic shallow marine settings of the late Middle Eocene (Leticia/Tres Brazos, Boquerón). The sediments underlying the unconformity were deposited in a turbiditic marine paleoenvironment, with both restricted circulation and connection with the open sea, which was dominant from the Campanian up to the lower Eocene. The paleoenvironmental turnover is clearly reflected by the dominance of agglutinated and generally small foraminifera in the Campanian-lower Eocene in contrast with dominant large Nodosariidae foraminifera associated to a bloom of crinoids in the late Mid Eocene. This turnover reveals changes in the morphology of the basin that may have promoted the aeration of its bottom.

The Eocene/Oligocene transition is nearly coincident with an unconformity, and a good biostratigraphical resolution is attained by means of the small tenuitellids that together with serial planktonics have good penetration in marginal basins. A proxy to the boundary is the disappearance of *Globigerinatheka index*, which apparently coincide with the last occurrence of the benthonic taxon "*Kolesnikovella*" *severini*. The unconformity, expressed by the Tchat Chii/Santa Clara formations, separates in the Tierra del Fuego Island very shallow water sediments (Cerro Colorado/Discordia), from deep and corrosive marine water sediments (María Cristina-Herminita/Puerto Nuevo). This tectonically deepening is coeval with uplift in the Peninsula Brunswick and Última Esperanza-Río Turbio areas. The Oligocene/Miocene boundary in high latitudes is not recognizable by means of foraminifera at present, and its location could be preliminary estimated at the contact between La Desdémona Formation and Cabo San Pablo/Cabo Ladrillero beds.

Key words: Magallanes Basin, Paleogene, biostratigraphy, foraminifera

## RESUMEN

El desarrollo del conocimiento sobre los foraminíferos de la cuenca de Magallanes o Austral, compartida por la Argentina y Chile, fue llevado a cabo separadamente en ambos países en diferentes épocas y formas. Estas diferencias retrasaron la integración de la información estratigráfica a ambos lados de la frontera. En Chile, los estudios comenzaron en los años '40 en la Empresa Nacional de Petróleo ENAP y la mayoría de sus informes permanecieron inéditos hasta 1974, cuando fue propuesto un sistema de pisos local. Este sistema, particularmente para el Paleógeno, se basa en foraminíferos bentónicos a causa de la escasez de formas planctónicas durante este período en la cuenca de Magallanes. En la Argentina, el primer estudio sobre foraminíferos paleógenos de la cuenca de Magallanes se publica a finales de los años '60, y luego de varios años dedicados mayormente a la investigación e ilustración de los foraminíferos cretácicos, los foraminíferos paleógenos se consideran nuevamente desde el final de siglo a la fecha. La integración de conocimiento de ambos lados del límite internacional, y particularmente la reunión de los datos de las escasas formas planctónicas, y su revisión según los recientes atlas del Paleoceno y Eoceno, han ayudado a establecer la correlación entre las formaciones argentinas y chilenas, y remarcar la gran diferencia entre la espesa secuencia paleógena en la península Brunswick y la reducida secuencia, con discordancias amplificadas, en la costa Atlántica Fueguina. El contacto entre el Maastrichtiano y el Daniano se reconoce por medio de foraminíferos en la parte septentrional de la cuenca (Formación Cerro Dorotea), mientras que en la parte austral no se manifiesta debido a una discordancia en el Paleoceno medio y las dominantes, cronológicamente no diagnósticas, asociaciones tipo flysch. El recambio Paleoceno/Eoceno en las asociaciones calcáreas exhibe un contraste entre una asociación cosmopolita tipo Midway en el Paleoceno tardío (formaciones La Barca /Chorrillo Chico) y una asociación Austral endémica en el Eoceno temprano que incluye las primeras apariciones de los géneros *Elphidium* (formaciones Punta Noguera / Agua Fresca inferior), y *Cribrorotalia* en la Formación Punta Noguera. La discordancia del Eoceno medio temprano separa paleoambientes disaeróbicos y turbidíticos del Paleoceno-Eoceno medio temprano (La Barca, Punta Torcida/Chorrillo Chico, Agua Fresca) de los ambientes someros y aeróbicos dominantes desde el Eoceno medio tardío (Leticia/Tres Brazos, Boquerón). Las sedimentitas infrayacentes a la discordancia

se depositaron en un paleoambiente marino turbidítico con restringida circulación y conexión con el mar abierto, dominante desde el Campaniano hasta el Eoceno temprano. Un cambio se refleja claramente por la dominancia de foraminíferos aglutinados y en general pequeños foraminíferos en el Campaniano-Eoceno temprano en contraste con las especies dominantes de gran tamaño de *Nodosariidae* asociadas a un florecimiento de crinoideos en el Eoceno medio tardío. Este recambio revela bruscas transformaciones en la morfología de la cuenca que pueden haber promovido la ventilación de su fondo.

La transición Eoceno/Oligoceno es aproximadamente coincidente con una discordancia. Una alta resolución estratigráfica se obtiene mediante los pequeños tenuitellidos que, junto con los planctónicos seriales, tienen buena penetración en las cuencas marginales. Una aproximación al límite Eoceno/Oligoceno es la desaparición de *Globigerinatheka index*, la cual aparentemente coincide a su vez con el último registro del taxón bentónico "*Kolesnikovella*" *severini*. La discordancia, expresada por las formaciones Conglomerado Tchat Chii/Santa Clara, separan en la Isla Grande de Tierra del Fuego las sedimentitas de ambientes muy someros (Cerro Colorado/Discordia) de sedimentitas de agua profunda y corrosiva (María Cristina-Herminita /Puerto Nuevo). Esta profundización tectónica en Tierra del Fuego es coeva con un alzamiento en las áreas de península Brunswick y Última Esperanza-Río Turbio. El límite Oligoceno/Mioceno en altas latitudes al momento no es reconocible mediante foraminíferos, y se estima su localización en el contacto entre la Formación La Desdémona y las capas de Cabo San Pablo-Ladrillero.

Palabras clave: Cuenca de Magallanes, Paleogeno, Bioestratigrafía, foraminíferos.

## INTRODUCCIÓN

### Objetivo del trabajo

El objetivo del trabajo es el reconocimiento preliminar de la equivalencia entre las entidades estratigráficas y discordancias dentro del Paleogeno de la cuenca de Magallanes (Fig. 1), también conocida como cuenca Austral, particularmente de aquellas distribuidas en ambos lados del límite entre la República Argentina y la República de Chile en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Este reconocimiento se basa en principio en la reinterpretación de la información bioestratigráfica provista por los foraminíferos de las formaciones aflorantes en sus localidades tipo, mayormente inédita en el caso de las entidades chilenas, cuyo material fue consultado y discutido en una reciente reunión de los autores, en el Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, en donde está depositada la colección de la Empresa Nacional del Petróleo ENAP.

### Antecedentes

Los antecedentes sobre los foraminíferos de la cuenca de Magallanes a ambos lados de la frontera

difieren tanto en la cronología del desarrollo de su conocimiento como en su difusión pública. En Chile se ha realizado un intenso estudio en los años 40 por la United Geophysical Company, contratada por la Corporación de Fomento, empresa petrolera estatal, e iniciado con un laboratorio en Punta Arenas organizado por Hedwig Kniker, una de las tres pioneras en la aplicación de los foraminíferos en la industria petrolera, cuyos resultados han permanecido mayormente inéditos, con la notable excepción del trabajo pionero de Todd & Kniker (1952) sobre la Formación Agua Fresca. Asimismo, se contó con el asesoramiento de relevantes foraminiferólogos sobre la identidad de taxones; entre otros, con A.R. Loeblich Jr. (Loeblich & Kniker, 1950, en Caramés & Malumián, 2006), y de J. Sigal (*cf.* Sigal *et al.*, 1970). Así también, colaboraron los laboratorios de Petróleos Mexicanos sobre la edad y contenido de foraminíferos en las formaciones Chorrillo Chico, Fuentes, Rocallosa, y Río Blanco, que establecieron tempranamente las edades en el entorno del límite Cretácico/Paleogeno (Robles & Gómez, 1955<sup>1</sup>). Un panorama muy amplio ha sido brindado por Herm (1966), el cual por largo tiempo fue la única referencia publicada sobre las características generales de los foraminíferos de la cuenca de Magallanes.

<sup>1</sup> Robles R., M.L. & Gómez P., M. 1955. Foraminíferos del Cretácico superior y del Paleoceno de la Provincia de Magallanes, Chile. Petróleos Mexicanos, Gerencia de Exploración, Laboratorios de Paleontología y Petrografía. Informe N° LPP-25.

Importantes antecedentes referidos al límite Cretácico/Paleogeno fueron aportados por Charrier & Lahsen (1968, 1969).

La persistente investigación inédita basada en detallados muestreos tanto de las localidades tipo de las formaciones paleogenas aflorantes, de simple acceso y próximas al laboratorio, como de la revisión de un gran número de pozos, resultó en la proposición de un sistema de pisos (Natland & González, 1965<sup>2</sup>, Cañón, 1968<sup>3</sup>), publicado en una versión completa por Natland *et al.*, en 1974. Este sistema se basa en especies guías ilustradas de foraminíferos bentónicos, ante la escasez de las formas planctónicas cenozoicas. En tiempos más recientes, se ilustraron las formas planctónicas cenozoicas más conspicuas (Hromic, 1990a, 1990b), como así también se ha propuesto una zonación (Marchant, 1998) referida a los pisos comprendidos en el Paleogeno.

Los antecedentes del lado argentino se inician comparativamente con posterioridad. La primera publicación sobre foraminíferos paleogenos se efectuó a partir del pozo SC-3 (Malumián, 1968). En 1971, se estudió el pozo SC-1 (Malumián *et al.*, 1971) que registra los máximos picos transgresivos y discordancias mayores (Charrier & Malumián, 1975, Malumián & Ramos, 1984) ocurridos desde el Cretácico en la cuenca. En el Paleogeno se reconocen sedimentitas marinas del Maastrichtiano-Daniano, Eoceno medio superior, y Patagoniano. Bertels (1977) describe e ilustra los foraminíferos de la Formación San Julián, actualmente considerada de edad oligocena tardía. En 1989 y 1990a, Malumián da a conocer una de las secciones paleogenas más completas aflorantes en el interior de la Isla Grande de Tierra del Fuego, ilustrando parte de los foraminíferos, y en 1990b, del interior de la Provincia de Santa Cruz, situando a la Formación Man Aike, que previamente había sido asignada al Paleoceno, en el Eoceno medio superior.

La secuencia paleogenas de la costa Atlántica Fueguina comienza a darse a conocer recién en 1999 por Olivero y Malumián, y luego de más de una década, se termina de listar el contenido y los rasgos micropaleontológicos sobresalientes de toda la secuencia aflorante en la costa (Jannou, 2009, Malumián & Jannou, 2010), habiéndose ilustrado parcialmente según algunos grupos o edades

(Scarpa & Malumián, 2008, Malumián & Caramés, 2002, Caramés & Malumián, 2006, Malumián & Jannou, 1999, 2000; Caramés & Náñez, 2007). Esta secuencia paleogenas, si bien la más completa aflorante en el sector argentino de la cuenca, tiene la desventaja de comprender la faja plegada y corrida, en donde por su complicación tectónica se desconocen los contactos normales de las formaciones del Paleogeno inferior, cuyo ordenamiento es principalmente de carácter bioestratigráfico. Además, en algunos casos, los afloramientos son de difícil acceso y consecuentemente, la disponibilidad en la cantidad de muestra está fuertemente limitada. Esta limitación es particularmente una desventaja cuando se trata de formaciones con escasos microfósiles, de las que se requiere muestras de mayor tamaño que el usual.

Perforaciones en la plataforma Springhill atravesaron secuencias cenozoicas sumamente incompletas, de las que se cuenta con determinaciones preliminares del contenido en foraminíferos, desconociéndose el repositorio del material determinado (Masiuk *et al.*, 1990).

## Características generales de la cuenca de Magallanes

### Marco Geológico

Existe consenso general respecto a los principales acontecimientos de la historia de la cuenca de Magallanes, pertinente a su contenido en foraminíferos. Su existencia se remonta al Triásico y Jurásico como una cuenca de extensión y la abertura de un pequeño mar marginal detrás de un arco magmático en desarrollo que se cierra para el Cretácico medio. A partir del Cretácico superior y el Cenozoico se sitúa como una cuenca de antepaís.

La cuenca de Magallanes se posiciona geográficamente (Fig. 1) en el extremo sur de América del Sur. Hacia el oeste, la cuenca está delimitada por la faja plegada de los Andes; hacia el norte y el este, por el Arco Río Chico-Dungeness; hacia el sudeste, se fusiona con la cuenca de Malvinas. Dentro de un marco de tectónica de placas se sitúa próxima al borde sudoeste de la placa América del Sur. El margen sur es una zona tectónicamente compleja

<sup>2</sup> Natland & González 1965. A system of stages for correlation of Magallanes Basin Sediments, Informe inédito, Archivo Técnico ENAP, 18 pp.

<sup>3</sup> Cañón M., A. 1968a. Cronoestratigrafía de los sedimentos terciarios de Tierra del Fuego, Provincia de Magallanes. Memoria de Prueba para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Geología. 126p., 7 lám.

y deformada que constituye el límite entre la placa Sudamericana y la de Scotia, y se presume que las interacciones entre las placas han marcado la historia geológica de la cuenca.

La cuenca se extiende por unos 230.000 km<sup>2</sup>, con una longitud de 700 km, y en su ancho máximo alcanza a 370 km. Su forma acompaña al oroclino fueguino, existente al menos desde el Eoceno, al cambiar su orientación longitudinal por latitudinal en la región fueguina (Marco *et al.*, 2010). Contiene un relleno sedimentario cretácico-cenozoico mayormente lutítico y marino de más de 7.000 metros de potencia. Por este relleno clástico fino, resulta ser una singular cuenca de antepaís, en donde se reconoce solo una efímera formación calcárea paleogena de muy reducida extensión geográfica.

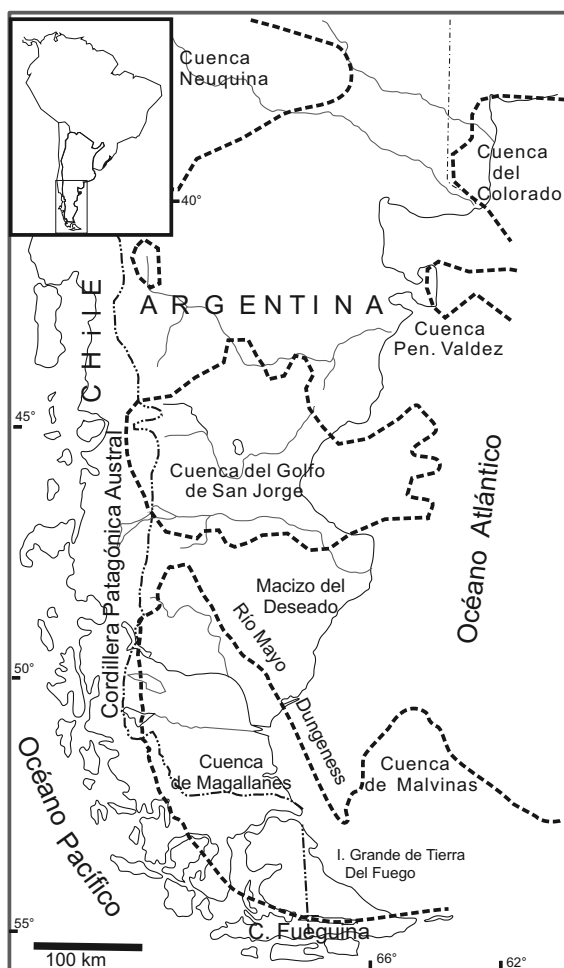


Fig. 1 Posición relativa de la cuenca de Magallanes

Características generales de los foraminíferos de la cuenca de Magallanes

La cuenca de Magallanes ha permanecido desde al menos el Cretácico tardío en medianas-altas latitudes, muy similares a su posición latitudinal actual, fuera de las áreas subtropicales. Carece de los denominados foraminíferos grandes, con conchillas de complicadas estructuras, característicos de aguas cálidas, aunque llamativamente regiones de similar paleolatitud en el Paleogeno como África del Sur y Oceanía reconocen típicos foraminíferos filotérmicos (Malumián & Náñez, 2011). Así también son raros los foraminíferos planctónicos filotérmicos, como los carenados en el Cretácico superior, y en el Paleógeno no se ha verificado la existencia de formas planctónicas carenadas y en particular de especies de los géneros *Morozovella* y *Hantkenina*, indicadoras de aguas cálidas. Si bien se ha citado pero no ilustrado para la cuenca de Magallanes una forma comparable a *Globorotalia crassata* var. *aequa* Cushman y Renz, (Cañón & Ernst, 1974 p. 82), actualmente considerada perteneciente al género *Morozovella*. Las asignaciones a *Morozovella angulata* (White, 1929) en la cuenca de Magallanes requieren de revisión, ya que no ha sido confiablemente determinada para latitudes mayores a 50° N y S (Berggren *et al.*, 1999).

Se diferencian cuatro áreas, tanto sea por sus características foraminiferológicas como estratigráficas. De Este a Oeste, y de Sur a Norte (Fig. 2) son: a) la costa Atlántica Fueguina, un área limítrofe entre la cuenca de Magallanes y la de Malvinas; b) la región fueguina de Chile, comprende gran parte del oroclino Patagónico o Fueguino; c) península Brunswick e isla Riesco, depocentro paleogeno; y d) el área de Última Esperanza-Río Turbio, área carbonífera de la Cordillera Patagónica Austral. El espesor del Paleogeno, estimado según las edades asignadas en el presente trabajo, en la costa Atlántica Fueguina es de 2.500 metros, que es holgadamente duplicado por el espesor en el área de península Brunswick, mientras que en la región de Río Turbio, alcanza a 1.400m.

## METODOLOGÍA

El sistema de pisos propuesto por Natland & González (1974), si bien ha sido de utilidad práctica en los controles de perforación, presenta limitaciones respecto a la resolución estratigráfica y

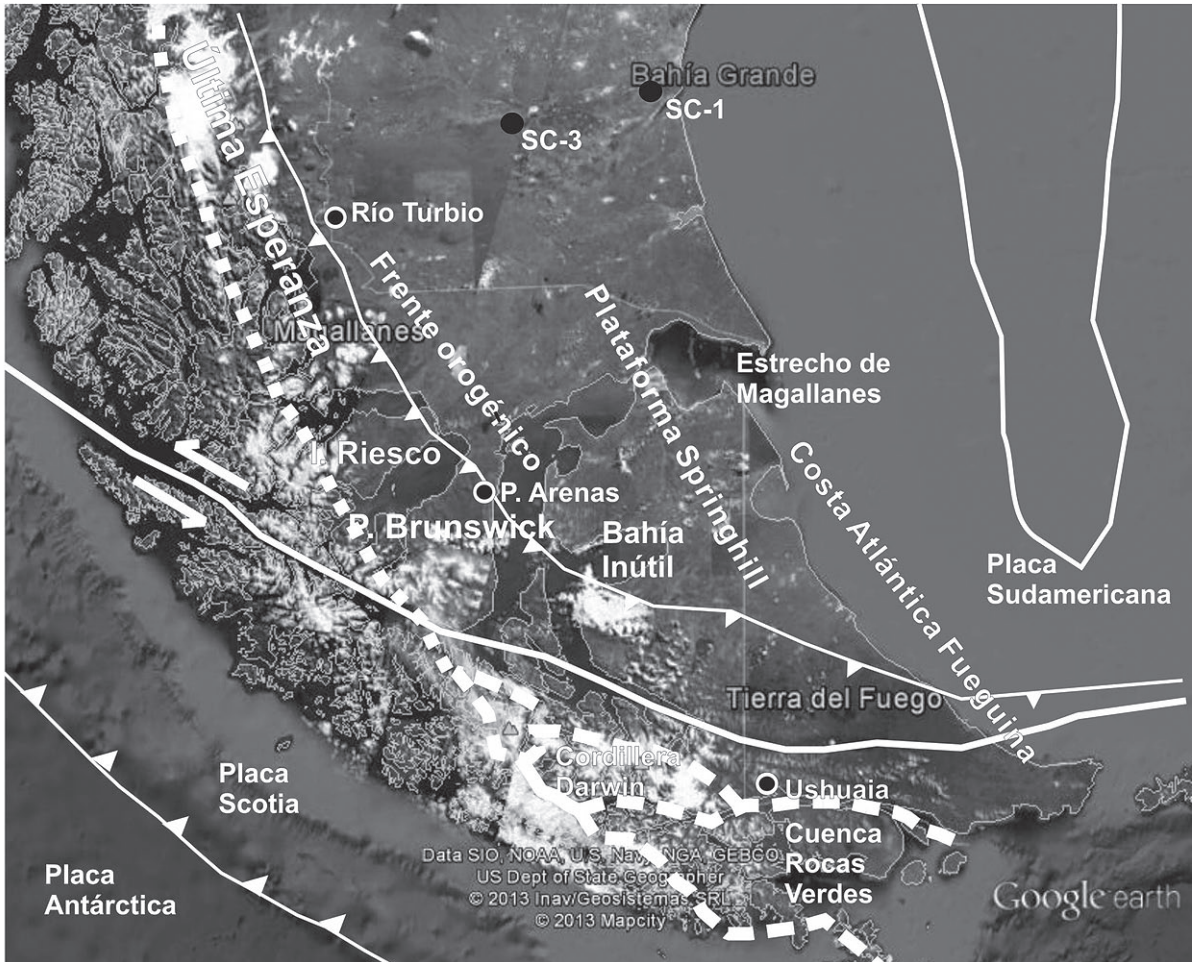


Fig. 2 Áreas diferenciadas por sus características estratigráficas y micropaleontológicas.

consecuentemente al reconocimiento de interrupciones en la sedimentación debido a:

- a) La indefinición que resulta de la designación de dos localidades tipo para cada piso, una de superficie y otra de subsuelo.
- b) El uso exclusivo de foraminíferos bentónicos, cuya distribución está fuertemente influida por la litofacies, de manera que existe un marcado diacronismo con los primeros registros pozo abajo de las especies guías indicativas de los pisos cenozoicos.
- c) La propuesta del sistema de pisos en sí misma no reconoce la existencia de hiatos y sus respectivas discordancias. La distribución cronológica de los foraminíferos planctónicos, independientemente de sus determinaciones, como puede constatarse en

Hromic, (1990a) está muy fuertemente escalonada e indicaría discontinuidades en la base y el techo del Brunswickiano, y en la base y el techo del Miradoriano.

Por tales consideraciones, se intenta una correlación controlada mayormente por el escaso contenido de foraminíferos planctónicos de las formaciones en sus localidades tipo, y el reconocimiento de las discordancias basadas en hiatos determinados cronológicamente y/o cambios bruscos de paleoambientes reflejados en los foraminíferos bentónicos.

Primariamente, la correlación se intenta establecer sobre las formas planctónicas, cotejándose con la zonación oceánica de altas latitudes australes (cf. Stott & Kennett, 1990 y Huber & Quillévéré, 2005, 2006) y con datos de aparición y desaparición calibrados por Berggren *et al.* (1995, 1999, y 2006). En las formas planctónicas extremadamente

Ma	Edad	Última Esperanza Río Turbio	Isla Riesco y Península Brunswick	T. del Fuego, Chile	Costa atlántica fueguina, Arg.	Datos foram. planctónicos	Datos foram. bentónicos
20	Mioceno	20.44 Centinela 200m Río Leona Río Guillermo 100m	El Salto (d)	† Río del Oro	San Pablo Ladrillero 250m	↑ <i>Catapsydrax</i> sp. 17 Ma ↑ <i>G. incognita</i> 21,6	↓ <i>Sphaeroidina bulloides</i> ↓ <i>Spirosigmoinella compressa</i>
		23.03			La Desdémona 250m		
30	Oligoceno	28.1			La Herminita >280m María Cristina >280m	↑ <i>S. angiporoides</i> 30 Ma	↓ "K." <i>severini</i> ↓ <i>Marginulina knikeræ</i> ↓ <i>A. antarctica</i>
		33.9			Bahía Inútil Puerto Nuevo >400m Santa Clara 100m ① Discordia 1750m	↑ ③ ④ ⑤ ⑥	
40	Eoceno	37.8 Mbo. superior † Baguales	Loreto L. con Carbón(c) Lynch 540m Ciervos		Cerro Colorado 850m Bautismo 250m	↑ ②	↓ <i>A. primitiva</i> 39 Ma ↓ ② ↓ <i>G. australiformis</i>
		41.2 Río Turbio Río 600m	Leña Dura 600m Tres Brazos 1250m	Boquerón 1150m Cameron >400m Mayo 780m	Leticia 520m		
50		47.8 Mbo. inferior	Agua Fresca 2300m	† Arcilla Río Bueno 1600m	Punta Torcida 215m Río Bueno		↓ <i>Elphidium</i> spp. ↓ <i>S. beccariiiformis</i>
		56.0			Punta Noguera 380m	↑ 53,9 Ma ↑ <i>Ch. wilcoxensis</i> ↑ <i>G. australiformis</i>	
60	Paleoceno	59.2 Cerro Dorotea	Chorrillo Chico (b) (a) 440m	Chorrillo Chico	La Barca 220m		↓ ② <i>G. index</i> { 34,3 Ma 43,7 Ma 31,8 Ma 36 Ma 33,2 Ma 35 Ma 34,8 Ma 35,6 Ma
		61.6	(a) 500m				
70	Maestr.	66.0 Monte Chico	Rocallosa (a) Fuentes		Policarpo 700m	↑ ③ <i>I. recurvus</i> 36 Ma ↑ ④ <i>T. praegemma</i> 35 Ma	Desaparición ↑ Aparición ↓
		72.1		† Formación con microfauna no vista	① Conglomerado Tchat Chii	↑ ⑤ <i>T. insolita</i> 34,8 Ma 35,6 Ma	

Fig. 3 Edades de pisos, según Gradstein *et al.* (2008). Correlaciones estratigráficas de la Provincia de Magallanes, de Cañón & Ernst 1975, en Hromic (1990a). Columna Última Esperanza-Río Turbio, de Malumián y Panza (2000), Casadio *et al.* (2000), edad del zircón detrítico en Cerro Dorotea, de Hervé *et al.* (2004). Columna Isla Riesco y península Brunswick, edades de zircón Otero *et al.* (2012). Columna de Tierra del Fuego, Chile, edad de zircón detrítico de capas del Cabo Nariz de Sánchez *et al.* (2010). Columna costa Atlántica Fueguina de Olivero y Malumián (2008). Columna de datos de foraminíferos planctónicos, el símbolo corresponde a los niveles de apariciones y desapariciones en la cuenca de Magallanes acompañado con el dato más antiguo y más moderno respectivamente conocido a nivel mundial. Columna de datos de foraminíferos bentónicos, datos de aparición y desaparición en la cuenca de Magallanes.

escasas, los datos de aparición y desaparición local (la última coloquialmente conocida como tope) difieren mucho de la aparición evolutiva y de la extinción, pero proveen de acotaciones numéricas de edades máximas y mínimas, respectivamente. En las muestras de superficie, además del dato de desaparición o "tope", se cuenta con el dato de aparición local para fechar las formaciones, el que habitualmente no es confiable en muestras de inyección o "cutting".

Secundariamente, se consideraron las asociaciones de foraminíferos bentónicos como elementos de correlación, más que las especies guías de los pisos locales. Este criterio previamente fue seguido en estimaciones y correlaciones generales, pero sin mayor detenimiento en el conocimiento de las asociaciones de foraminíferos de las formaciones

chilenas (*cf.* Malumián, 1999).

Finalmente se ha utilizado la última aparición de algunas formas bentónicas, como la de *Stensioeina beccariiiformis* (White, 1928), de carácter mundial para el límite Paleoceno/Eoceno (Van Morkhoven *et al.*, 1986). A nivel local, "*Kolesnikovella severini*" (Cañón & Ernst, 1974) aparenta una amplia distribución geográfica dentro de la cuenca y su última aparición coincidiría con la de *Globigerinatheka index* (Finlay, 1939), de manera que se ha utilizado como una aproximación al límite Eoceno/Oligoceno.

Al efecto, se inspeccionó en forma expeditiva la colección de foraminíferos de muestras de superficie provenientes de las localidades tipo de las formaciones paleogenas chilenas. Originalmente formada en ENAP, la colección se encuentra actualmente depositada

en el Instituto de la Patagonia de la Universidad de Magallanes. Los portamicrofósiles revisados corresponden a las formaciones: Chorrillo Chico (6 muestras de punta Prat, 11 de costa San Jorge), Tres Brazos (55 muestras), Leña Dura (19 muestras), de la península Brunswick; y Boquerón (90 muestras), Bautismo (8 muestras de río Santa María), Discordia (113 muestras de localidad tipo, 5 muestras de río Santa María), Santa Clara (5 muestras en la localidad tipo, 3 muestras de la sección a lo largo de la costa norte de Bahía Inútil), y Puerto Nuevo (41 muestras) de la Isla Grande de Tierra del Fuego. Corresponden a muestras colectadas, numeradas y con las siglas "JSB" y "F" para perfiles levantados por J.S. Barwick (1949)<sup>4</sup> en Isla Riesco-península Brunswick, y la Isla Grande de Tierra del Fuego, respectivamente, de los que se obtuvo la litología que se menciona. Además, se ha consultado la colección de foraminíferos característicos por formación, en particular de la Formación Agua Fresca; algunas de sus especies planctónicas se encuentran en estudio en conjunto con las de la correspondiente Formación Punta Torcida. Los datos obtenidos se compararon con los conocidos del sector argentino de la cuenca.

## CORRELACIÓN Y EDAD

Se listan las formaciones chilenas de las que se revisaron los foraminíferos de muestras de las localidades tipo, valorándose el grado de correlación e identidad de los foraminíferos contenidos en cada una de ellas.

### Península Brunswick e Isla Riesco

Formación Chorrillo Chico (440 metros de limolita glauconítica, compacta y con capas delgadas y concreciones de caliza). Charrier & Lahsen (1968, 1969) asignaron la Formación Chorrillo Chico al Maastrichtiano tardío-Paleoceno temprano. En el oeste de la península Brunswick, según sus dinoflagelados, se le asigna una edad paleocena media a tardía (Quattrocchio & Sarjeant, 2003).

Las más relevantes características de los foraminíferos de esta formación son: por una parte,

carecer de formas planctónicas; y por otra, contener una diversa y típica asociación de foraminíferos bentónicos paleocenos cosmopolitas del tipo Midway que Robles *et al.* (1956)<sup>1</sup> tempranamente y con acierto han fijado su contenido y edad (Robles *et al.*, 1956). La asociación incluye a *S. beccariiiformis*, especie que se extingue a nivel mundial hacia el límite Paleoceno/Eoceno (van Morkhoven *et al.*, 1986). En secciones como la expuesta en punta Prat, se destaca el dominio absoluto y abundancia de *Spiroplectamina spectabilis* (Grzybowski, 1898), una característica frecuente a nivel mundial en el Paleoceno.

La Formación Chorrillo Chico comparte todas estas características foraminiferológicas con la Formación La Barca. Esta última difiere solo en su carácter más disaeróbico y marcado menor espesor. También difiere por causas paleoambientales de la extremadamente marginal asociación de *Buliminella isabelleana* forma *procera* del Paleoceno superior de la parte superior de la Formación Cerro Dorotea (*cf.* Caramés, 1996).

Los zircones detríticos en las localidades de punta Barrosa y punta Rocallosa son tan jóvenes como de 67 Ma y un poco más antiguos que el Daniano de la Formación Cerro Dorotea en Río Turbio. Los zircones más jóvenes de Chorrillo Chico, de 58Ma, no son más antiguos que el Selandiano, sugiriendo un hiato del Paleoceno medio entre las formaciones Rocallosa y Chorrillo Chico (Hervé *et al.*, 2004).

Formación Agua Fresca (2.300 m de lutitas arcillosas gris claro con grandes concreciones calcáreas, niveles inferiores glauconíticos). Asignada al Eoceno superior por Todd & Kniker (1952) y al Paleoceno superior-Eoceno inferior por Charrier & Lahsen (1968, 1969). Contiene *Globanomalina australiformis* (Jenkins, 1965) que en subsuelo se distribuye desde su base hasta el techo (*cf.* Hromic 1990a). La aparición de esta especie en altas latitudes australes es indicadora del límite Paleoceno/Eoceno, de manera que se descarta la posibilidad de que la Formación Agua Fresca sea parcialmente paleocena. Si bien la aparición de *G. australiformis* es reiteradamente usada para marcar el límite en regiones de altas latitudes australes, su desaparición

4. Barwick, J.S.B. 1949. Sección tipo de la Arcilla Leña Dura en el valle del río Leña Dura; Sección tipo de la arenisca Tres Brazos en el valle del río Tres Brazos; Secciones de Camerón (siltstone) Arcillas Boquerón y Bautismo (siltstone) Tierra del Fuego, Escala 1:5000. Corporación de Fomento de la Producción. Servicio del Petróleo. Inédito.



está fuertemente influenciada por la latitud, siendo su desaparición más tardía de 44,2 Ma (Huber & Quillévéré, 2005, 2006). Es un foraminífero planctónico de fácil e indiscutible determinación y por ello control de la menor edad de las formaciones Agua Fresca, Punta Torcida y Río Bueno que lo contienen, de manera que todas pueden alcanzar al Eoceno medio inferior. Sin embargo, es llamativo que no se reconozca *Cassigerinelloita amekiensis* Stolk, 1965 que define la zona homónima del Eoceno medio inferior propuesta por Huber & Quillévéré (2005, 2006) para la región Antártica.

La Formación Agua Fresca contiene foraminíferos bentónicos muy característicos como *Elphidium aguafrescaense* Todd & Kniker, 1954 y *E. skyringense* Todd & Kniker, 1954, y mantiene la abundancia de *S. spectabilis* iniciada en Chorrillo Chico. Tanto estas formas bentónicas como las planctónicas son comunes en las formaciones Río Bueno y Punta Torcida, con las que se corresponde, pero con una gran disimilitud en su potencia ya que la última tiene un décimo del espesor de la Formación Agua Fresca.

De acuerdo con Todd y Kniker (1952) la coocurrencia de estas dos especies de *Elphidium* se sitúa en la parte inferior de Agua Fresca media, que sugiere la equivalencia con la Formación Punta Torcida. El contenido de *Acarinina esnaensis* y de cuestionable *A. interposita* en ambas formaciones, y en particular en la Formación Agua Fresca -según fueron ilustradas por Berggren *et al.* (2006, Plate 9.11 fig. 9-11; 17-19)- indican edades mayores a 51 Ma (Eoceno inferior medio) de acuerdo con datos de desaparición de ambas especies dados por estos autores. Esta edad difiere de la obtenida mediante circón detrítico para la Formación Punta Torcida por Barbeau *et al.* (2009) de  $47,32 \pm 0,77$  Ma (Eoceno medio basal). A fin de esclarecer esta diferencia se encuentra en curso un estudio que incluye una revisión y búsqueda de adicionales foraminíferos planctónicos y nanoplancton calcáreo.

La relación entre las formaciones Agua Fresca y Punta Noguera no es muy precisa. Los términos iniciales de Agua Fresca podrían equipararse con la Formación Punta Noguera por compartir la abrupta aparición del género *Elphidium* mediante especies caracterizadas por conchillas discoidales comprimidas, pero la edad eocena temprana de Punta Noguera que es mayor a 53,9 Ma por el contenido de

*Chiloguembelina wilcoxensis* (Cushman & Ponton, 1932), (Malumián *et al.*, 2009) la distancia de las menores edades actualmente asignables a Agua Fresca. Por otra parte, no se reconoció en la colección ENAP una faúna similar a la de Punta Noguera. Según Todd y Kniker (1952), la Formación Agua Fresca está separada por una discordancia de la suprayacente Formación Tres Brazos, discordancia avalada por el brusco cambio ambiental y micropaleontológico, un hiato de más de 3 Ma, y la diferente actitud estructural entre las equivalentes Punta Torcida y Leticia en el sector argentino de la cuenca.

Formación Tres Brazos (1.300 m de arenisca mediana glauconítica bien seleccionada fuertemente acuñada hacia el este). La Formación se caracteriza por la repentina aparición de grandes nodosariáceos, contiene una variada asociación de foraminíferos bentónicos incluyendo a *Elphidium* cf. *strattoni* (sensu Cañón & Ernst, 1974), pero no se reconocieron formas planctónicas. En conjunto, los foraminíferos bentónicos muestran gran similitud con las asociaciones de la Formación Leticia en el perfil de La Despedida, donde se reconoce la aparición más antigua en la cuenca de Magallanes de *G. index*, no mayor a 43,7 Ma y de *Acarinina* spp. que acotan una edad mayor a 39Ma. Por otra parte, el contenido de la suprayacente Formación Leña Dura, acota una edad mayor a 41,8 Ma (ver más adelante en Fm. Leña Dura).

En península Brunswick, en la parte central de la Isla Riesco y en el Sur de Última Esperanza, capas carbonosas y areniscas deltaicas reflejan una regresión (Natland & González, 1974), que tendrían su correlato en sedimentitas continentales que también se reconocen por encima de los niveles glauconíticos de la Formación Leticia en la sección de La Despedida. Thomas (1949) atribuye el fuerte acuñamiento en los espesores a una discordancia por debajo de la Formación Leña Dura.

Formación Leña Dura (825 m de lutitas gris con grandes concreciones calcáreas fosilíferas, y niveles superiores con abundantes radiolarios esféricos, conforma con las formaciones Chorrillo Chico y Tres Brazos la denominada "Zona Glauconítica"). La edad de la formación fue asignada al Eoceno tardío, basada en palinomorfos e invertebrados marinos (Fasola, 1969, Cookson & Cranwell, 1967). Biddle *et al.*, (1986) la agruparon junto a las formaciones Ballena y Tres Brazos, y la "Zona Glauconítica" en

un conjunto asignado al Eoceno medio-Oligoceno inferior.

Se reconoce un ejemplar de *Acarinina bullbrooki* (Bolli, 1957), tanto en la muestra CRT 113 como en la muestra JSB 49. La última situada a 466 m de la base de la formación según carta en la localidad tipo de la Formación. Al menos poco más de la mitad inferior de la formación tiene más de 41,8 Ma. Contiene *Testacarinata inconspicua* (Howe, 1939), una especie de gran distribución mundial que actualmente es considerada bentónica (ver comentario en la lista taxonómica), también conocida en el miembro superior de la Formación Río Turbio, e ilustrada para la Formación Man Aike, (Malumián, 1990).

La precisa equivalencia respecto a la costa Atlántica no se ha establecido incluso mediante afinidad litológica, como tampoco existe un equivalente de los conspicuos niveles con muy abundantes radiolarios. Podría corresponder, al menos en parte, al hiato y/o sedimentitas continentales existentes entre las formaciones Leticia y Cerro Colorado.

Formación Loreto (800 m de areniscas bien seleccionadas, horizontes glauconíticos y concrecionales, intercalación de capas con flora y varios bancos de carbón). En particular en la base de la formación un nivel que puede alcanzar contenidos de hasta 90 % de glauconita la separa de la infrayacente Formación Leña Dura (Martínez *et al.*, 1964)<sup>5</sup>, que en muestras analizadas revelan una madurez mediana.

Martínez P. *et al.* (1965) separaron la parte inferior marina -equivalente a la sección medida por Fasola (1969) en el río los Ciervos y diferenciada como miembro-, elevándola a Formación y asignándola al Mioceno inferior basados en los foraminíferos, de los que citan: *Candeina nitida* d'Orbigny, *Globigerina falconensis* Blow, y *Globigerinoides triloba inmmatura* Le Roy. Debido a que no se pudo localizar el material del miembro Ciervos en la colección ENAP, solo se puede estimar que la primera especie debería corresponder a *Antarcticella antarctica* (Leckie & Webb, 1985); en cuanto al tercer taxón, el género *Globigerinoides* no se ha encontrado en cuenca de Magallanes y seguramente corresponda a *Globigerinatheka*, un género cuya

desaparición es una aproximación al límite Eoceno/Oligoceno en altas-medianas latitudes australes. La edad de la Formación fue reasignada por Fasola (1969) al Oligoceno basado sobre palinomorfos, mientras que Biddle *et al.* (1986) incluyeron la parte inferior de la Formación Loreto en el Oligoceno. Martínez P. y Martínez (1989) indican que en el techo del Miembro Ciervos encuentran *Boltovskoyella*, y por estar asociada a *Virgulinella severini* Cañón & Ernst consideran al miembro no más antiguo que Mioceno.

"*Kolesnikovella*" *severini* (Cañón & Ernst, 1974), desaparece junto con *Globigerinatheka index* en la porción argentina de la cuenca (*cf.* Malumián & Jannou 2010) o sea, al menos el miembro Ciervos es Eoceno superior de acuerdo con sus foraminíferos.

El género *Boltovskoyella* Malumián & Masiuk 1972 fue originalmente asignado al Eoceno superior y Oligoceno, probablemente inferior, y posteriormente relacionado con la transgresión del Eoceno medio superior de la cuenca Austral (*e.g.* Malumián, 1993). En el caso particular de los niveles portadores de *Boltovskoyella patagonica* Malumián & Masiuk, 1972 aflorantes en la base de la secuencia paleógena del Gran Bajo de San Julián (Náñez, 1998), su asignación formacional (Panza *et al.*, 1995) y las dataciones radimétricas de niveles suprayacentes cercanos (Parras *et al.*, 2008), abren la posibilidad de una edad chattiana para estos niveles y para los correlacionables de la perforación SC-1. De confirmarse la edad chattiana para estos niveles, podrían ser relacionados con las capas con *Asterigerinoides guerichi* (Franke) de la cuenca del Mar del Norte, que a su vez reflejarían al evento global de calentamiento del Oligoceno tardío (De Man & Van Symaey, 2004). Ambos géneros son asterigerínidos, indicadores de aguas someras y cálidas.

Otero *et al.* (2012) basados en zircón detrítico, de dos muestras de la parte superior de la formación que proveyeron 38 y 60 granos, indican un claro valor principal en  $36.48 \pm 0.47$  Ma y  $36.73 \pm 0.50$  Ma, que sumados a consideraciones paleontológicas concluyen que la parte superior de la Formación Loreto tiene una mínima edad priaboniana.

Recientemente los autores hemos reconocido

5. Martínez, R., R. Osorio & J. Lillo 1964. Estudio micropaleontológico del Miembro Ciervos de la Formación Loreto (Magallanes). Escuela de Geología, Universidad de Chile. 34 pp.

*Dipsidripella liqianyui* Huber & Pearson en los términos inferiores del miembro superior de la Formación Río Turbio, con un biocrón que comprende desde la Zona E11, Eoceno medio, 42,4 Ma, a la zona O1, Oligoceno inferior, 33,2 Ma (Huber *et al.* 2006).

#### Tierra del Fuego, Chile

Formación Cameron (más de 400 m de limolita gris y areniscas finas con numerosas concreciones calcáreas). De la localidad tipo solo se hallaron muestras estériles o con foraminíferos sumamente escasos.

Formación Boquerón (1.144 m de lutita limosa con concreciones calcáreas y con algunas zonas delgadas de limolitas). La sección correspondiente a las más bajas exposiciones estratigráficas en el área de Boquerón (al este de la Fábrica de Centollas), de la cual se midieron y muestrearon 1144m de espesor (Barwick, 1949)<sup>5</sup>. En la muestra F98, a 170 m de la base, se reconoce un ejemplar de *G. index*, que indica una edad menor a 43,7 Ma y tres ejemplares de *Acarinina bullbrooki* (Bolli, 1957) que indican una edad mayor a 41,8 Ma. La última reconocida también en las muestras F121 (a 429 m de la base) ilustrada por Hromic (1990a) y F106 (a 902 m de la base), que indica una edad mayor a 41,8 Ma (Berggren *et al.* 2006). Por lo cual, al menos la parte inferior de la Formación Boquerón se sitúa entre 43,7 y 41,8 Ma.

En el anticlinal Camerón pasando al este el río Bautismo, se ha graficado (Barwick *op. cit.*) una sección integrada por:

Boquerón inferior (250 m de lutitas limolíticas grises con concreciones calcáreas y zonas limolíticas); Boquerón medio (220 m de lutitas limolíticas a areniscas finas calcáreas, en el techo nivel glauconítico), que se caracteriza en general por material escaso, grandes nodosariáceos, y *Bulimina fueguina* Malumián, 1990; Boquerón superior, que se caracteriza por *Marginulina knikeræ* Cañón & Ernst, 1974, abundante *Marginulina ex gr. M. hochstetteri* (Stache) forma *costulata* (sensu Malumián 1994) y relativamente abundantes formas aglutinadas

como: *Bathysiphon* sp., *Reticulophragmium* sp., y *S. spectabilis*. En el techo de Boquerón superior, la muestra F350, contiene *G. index*, que señala una edad mayor a 34,3 Ma. Queda así establecida la equivalencia entre las formaciones Leticia y las tradicionalmente consideradas equivalentes Tres Brazos y Boquerón.

Resumiendo, más de la mitad inferior de la formación se sitúa en el lapso de 41,8 Ma a 43,7 Ma, y por el contenido de *Acarinina* sp. de forma cuadrilobulada en la suprayacente Formación Discordia, puede incluirse en ese lapso a toda la formación. La Formación Boquerón se corresponde con la Formación Leticia, que en sus términos más bajos en la sección de La Despedida, contiene asociados *G. index* y *Acarinina* spp., que acotan igual edad.

Por otra parte, Tavera (1988)<sup>6</sup> describe artejos asignados a *Pentacrinus* sp., provenientes de la Formación Boquerón, que también muestran la correspondencia con la Formación Leticia, por un acontecimiento del florecimiento de los crinoideos extendido por Tierra del Fuego (Malumián & Olivero, 2003).

Formación Bautismo (Limolita gris, areniscas finas con concreciones calcáreas, 250 m). Contiene muy abundantes nodosariáceos: *M. knikeræ*, y *M. ex gr. M. hochstetteri* (Stache), asociadas a grandes lenticulinas; entre las formas aglutinadas se destaca la aparente última aparición en la cuenca de Magallanes de *S. spectabilis*. No se hallaron foraminíferos planctónicos. La Formación Bautismo ha sido tradicionalmente correlacionada con el miembro Ciervos de la Formación Loreto de península Brunswick; pero no se reconoce un exacto correlato en la costa Atlántica Fueguina, la abundancia de nodosariáceos sugiere una edad más cercana a la de Tres Brazos-Leticia, que a Cerro Colorado.

Formación Discordia (Lutita limosa con concreciones calcáreas, 1.758 m).

El registro de foraminíferos planctónicos es sumamente escaso y se indica a continuación en todas las muestras con metraje por debajo del techo:

A 2 metros del techo (muestra F238), se reconoce a *G. labiacrassata* y *Subbotina minima*, ilustradas

6. Tavera, J. 1988. Fauna del Cretáceo Superior y Terciario de Magallanes (con revisión y redescriptiones). Universidad de Chile, Departamento de Geología (Inédito): 159 pp.

por Hromic (1990a).

A 24 m, (F275), *Subbotina utilisindex* (Jenkins & Orr, 1973).

A 171 m, (F225), *Tenuitella cf. praegemma* (Li, 1987), la especie comparada es de corto biocrón (35-33,2 Ma), que equipara estos niveles con el miembro superior de la Formación Cerro Colorado, que contiene otras especies de corto biocrón: *Tenuitella insolita* (Jenkins, 1966) (35,6-34,8 Ma), *Tenuitella patefacta* (Li 1987) y el conspicuo elemento del nanoplancton calcáreo *Istmolithus recurvus* (Deflandre & Fert 1954) (36-31,8 Ma).

A 327 m, (F209), un ejemplar cuadrilobulado de *Acarinina* sp. indicativo del Eoceno medio, pero su muy aislado hallazgo plantea la posibilidad de que sea resultado de contaminación o retrabajo.

A 632 m, (F162) un ejemplar de *G. index* que indica una edad entre 34,3 y 43,7Ma, y es en la Formación el registro stratigráfico más bajo de foraminífero planctónico, que deja a más de los inferiores 1100 m de espesor sin asignación cronológica.

Dentro de los foraminíferos bentónicos destaca:

A 77 m del techo (F260), *Sphaeroidina variabilis* Reuss, 1851.

A 514 m (F173) es la muestra tipo de *Virgulinea severini* Cañón & Ernst, 1974.

Formación Santa Clara (100 m de areniscas gruesas, conglomerados y carbón, estériles en la localidad tipo, parte superior del río Oro). En la sección a lo largo de la costa norte de Bahía Inútil, localidad tipo de la Formación Puerto Nuevo (Barwick 1949)<sup>4</sup>, tiene abundante material caracterizado por grandes polimorfínidos y miliólidos. Hromic (1990c) halló *Antarcticella antarctica* en muestras de afloramientos inmediatamente al oeste de Puerto Nuevo. La Formación Santa Clara, por la posición stratigráfica, edad acotada mediante los términos superiores de la Formación Discordia e inferiores de la Formación Puerto Nuevo, y la litología de grano grueso, es un horizonte equiparable al Conglomerado Tchat Chii. Por otra parte, por representar un proceso erosivo su contenido micropaleontológico resulta dudoso de estar afectado por retrabajo, el que es común en el Cenozoico fueguino.

Formación Puerto Nuevo (Más de 400 m de lutita gris limosa con concreciones calcáreas). Junto con las capas de María Cristina tiene los últimos registros de *S. angiporoides*, calibrados en

30 Ma y ambas representan la súbita profundización tectónica que se produce en Tierra del Fuego, mucho más pronunciada en la costa Atlántica Fueguina que en Bahía Inútil. La profundización está claramente expresada por el conjunto de foraminíferos bentónicos, la abundancia de foraminíferos planctónicos de gran porte, y niveles extendidos donde aguas corrosivas han disuelto los caparazones calcáreos.

Areniscas Arcillosas -Formación Río del Oro, por posición stratigráfica, son equiparables a la Formación La Desdémona- y capas de Cabo Ladrillero-Cabo San Pablo. Si bien pueden contener al límite Oligoceno-Mioceno y la base es el conocido marcador eléctrico A<sub>1</sub>, se desconoce el contenido micropaleontológico de manera que su aparente correlación requiere de convalidación y ajuste.

Formación Brush Lake. Esta formación, equivalente a la Formación Carmen Silva, contiene una asociación caracterizada por la abundancia y distribución de *Cassidulina cf. brocha* sensu Cañón & Ernst, 1974, que se encuentra también en la Formación Malengüña (Torres Carbonell *et al.*, 2009). Los foraminíferos se ilustraron para las formaciones Brush Lake (Hromic, 1993), y Carmen Silva (Malumián, 1982), y contrastan fuertemente con las asociaciones precedentes de las formaciones Puerto Nuevo/María Cristina, por representar un ambiente muy somero, en parte similar a las asociaciones de ambiente de prodelta actuales. Refleja en ese sentido su relación discordante apoyando sobre diferentes términos stratigráficos.

## BIOESTRATIGRAFÍA, PALEOECOLOGÍA, ACONTECIMIENTOS, Y DISCORDANCIAS MAYORES

Excepto por los grandes acontecimientos globales, con fuertes reemplazos faunísticos, como son los casos de los límites Cretácico/Paleogeno, y Paleoceno/Eoceno, los cambios paleoecológicos abruptos señalan discordancias de magnitudes proporcionales al cambio que reflejan modificaciones en la configuración cuencial. En este sentido, los foraminíferos bentónicos ajustadamente manifiestan las alteraciones de los parámetros físicos que son indispensablemente requeridos para el reconocimiento de discontinuidades stratigráficas.

La reunión de la información paleoecológica y la visión integrada de la cuenca en varios aspectos ha

confirmado conclusiones a las que se había arribado ya en partes de la cuenca (Olivero & Malumián, 2008, Torres Carbonell *et al.*, 2009, Malumián & Náñez, 2011) y que se refieren a continuación.

El Paleogeno de cuenca de Magallanes transcurre dentro de la caída general de temperatura del Cenozoico, cuyo mayor efecto sobre la bioestratigrafía basada en foraminíferos se nota a partir del Mioceno por sus foraminíferos planctónicos y por el ingreso de aguas corrosivas en forma de corrientes que alcanzan a bañar las costas patagónicas disolviendo las formas calcáreas y portan elementos resistentes a la disolución caracterizados por su aspecto polar, muy baja diversidad, y de prolongados biocronos (Malumián & Náñez, 1991, 2002, 2011) características que atentan contra la resolución estratigráfica y asignaciones cronológicas.

Dentro del Paleogeno, la primera manifestación de una discordancia se tiene por la aparente ausencia de foraminíferos indicativos del Daniano entre las áreas de la costa Atlántica Fueguina y de la Península de Brunswick e Isla Riesco, como posible resultado de la erosión producida por la generalizada regresión en el Paleoceno medio que incluye a la Patagonia.

El límite P/E se manifiesta fuertemente en el recambio de la microfauna bentónica: la cosmopolita asociación tipo Midway en el Paleoceno es reemplazada por otra asociación fuertemente endémica de carácter austral en el Eoceno temprano. Se plantea la disyuntiva si el remplazo abrupto ha sido efecto solo de un acontecimiento universal, o que a la vez enmascara un cambio debido a una discordancia resultante de la variación de las condiciones propias de la cuenca. A la fecha se desconoce la situación del límite P/E tanto en península Brunswick como en la costa Atlántica Fueguina. En la Península, de acuerdo con estudios palinológicos, existiría un hiato comprensivo del límite P/E en punta Prat de posible extensión regional (Quatrocchio, 2009), mientras que en la costa Atlántica Fueguina no se ha reconocido el contacto normal entre las formaciones La Barca y Punta Noguera.

Salvo este caso, en que podría o no coincidir el recambio de carácter global con una discordancia local, los cambios bruscos en las condiciones paleoecológicas en la cuenca de Magallanes son coincidentes con discordancias.

Desde el Campaniano hasta el Eoceno

cuspidal los paleoambientes reconocidos son someros, reflejados tanto por los escasos foraminíferos planctónicos, como por su pequeño porte. Al punto que se ha recurrido a la intensa búsqueda de las pequeñas formas seriales (Malumián *et al.*, 2009) y grupos de trocoespirales de pequeño porte como los tenuitélidos, que tienen mayor penetración en las cuencas marginales y que brindaron ajustadas edades tanto para el Eoceno temprano como para el Eoceno cuspidal, respectivamente.

Los paleoambientes desde el Campaniano hasta el Eoceno inferior-medio inferior, exhiben diferentes grados de deficiencia en el contenido de oxígeno, desde paleoambientes predominantemente estériles, con abundante materia carbonosa del Campaniano hasta disaeróbicos reflejados por la abundancia de especies oportunistas y/o morfotipos infaunales. La discordancia del Eoceno medio temprano, separa entonces los ambientes someros disaeróbicos y turbidíticos de los oxigenados, sugiriendo un cambio hacia una conformación de la cuenca que facilite la ventilación de los fondos.

En el Eoceno medio tardío (formaciones Leticia/Boquerón) en Tierra del Fuego se implantan singulares condiciones paleoecológicas en las que se extendieron praderas de crinoideos, a juzgar por su distribución y abundancia de pelmas y artejos reconocidos en las formaciones Boquerón (Tavera, 1988)<sup>6</sup> y Leticia (Malumián & Olivero, 2003). Estos crinoideos representantes de comunidades suspensivoras de carácter regresivo con anómalo desarrollo regional estuvieron acompañados por la abundancia de foraminíferos nodosariáceos de gran tamaño en niveles glauconíticos con nódulos fosfáticos, y radiolarios, que sugieren de baja tasa de sedimentación y aguas ricas en nutrientes.

Estos artejos se siguen encontrando en el miembro inferior de la Formación Cerro Colorado (Torres Carbonell *et al.*, 2009) y desaparecen abruptamente para el miembro siguiente.

La gran abundancia de radiolarios esféricos por niveles de la Formación Leña Dura sugiere inestable aporte de nutrientes en aguas someras y localizadas, pero tanto la Formación como niveles equivalentes con abundantes radiolarios se desconocen para el sector argentino de la cuenca, presumiblemente por la equivalencia con la discordancia situada entre las formaciones Leticia y Cerro Colorado.

La siguiente discordancia mayor separa,

mediante el Conglomerado Tchat Chii, la Formación Cerro Colorado, de aguas someras, de las capas de María Cristina-La Herminita, de aguas profundas. En las capas de María Cristina-La Herminita, dominan los ambientes por debajo de la línea de compensación de la calcita, y por niveles localizados se encuentran abundantes foraminíferos planctónicos de porte normal. El correlato chileno, está dado en Tierra del Fuego por la Formación Discordia, de paleoambiente somero, y la Formación Puerto Nuevo, de paleoambiente más profundo, equivalente a plataforma externa; ambas separadas por la Formación Santa Clara, correspondiente al conglomerado Tchat Chii. Mientras que en península Brunswick se pasa de un ambiente marino somero del miembro Ciervos a continental con mantos de carbón de la parte superior de la Formación Loreto, y a la subsecuente denudación.

La acentuada escasez de foraminíferos planctónicos desde el Campaniano al Eoceno cuspidal puede deberse a varias causales que resultan en un ambiente adverso para elementos pelágicos, como la restringida comunicación con el mar abierto; condiciones de circulación estuarina de aguas hiposalinas que previenen el ingreso de aguas oceánicas portadoras de foraminíferos planctónicos e insuficiente profundidad para el desarrollo de formas planctónicas estenotípicas. Estas condiciones son sugeridas particularmente para el Paleoceno y Eoceno por la profusión de mantos de carbón y abundantes ostrácodos.

La abrupta profundización en la costa atlántica fueguina para el Oligoceno temprano que indujo al ingreso de aguas corrosivas, es resultado del tectonismo ya que para esa edad se tiene un nivel global de mar bajo y de profundización de la línea de compensación de la calcita.

#### Los límites de los pisos paleogenos

El límite Cretácico/Paleogeno (K/Pg) no ha sido fehacientemente reconocido en la Patagonia aunque el contacto K/Pg es reconocible a escala centimétrica en varias localidades, tanto por foraminíferos como por otros grupos fósiles. A la fecha, no se han identificado las dos biozonas de foraminíferos basales del Daniano, dada la ausencia de *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher & Premoli Silva, 1964) y formas relacionadas. El contacto

K/Pg se identifica por el recambio en los foraminíferos bentónicos, como así también en los foraminíferos planctónicos, pese a la dominancia de ambientes someros. En particular, *Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann, 1953), una especie neritoplanctónica, muy abundante, frecuente, y ampliamente distribuida geográficamente, señala al Daniano, el piso más bajo del Paleoceno. Mientras que el contacto K/Pg en las zonas andinas, particularmente en la región magallánica y fueguina, no es fácilmente discernible: por una parte, por el dominio de foraminíferos aglutinados vinculados a condiciones turbidíticas, usualmente de relativo prolongado biocrón; y por otra parte, si bien sedimentitas correspondientes al límite pueden haberse depositado, fueron posteriormente erosionadas por la extendida discordancia paleocena post daniana, fruto de la regresión generalizada en la Patagonia. De manera que una primera aproximación para reconocer la posición del contacto K/Pg se da cuando se verifica el Daniano. El Daniano, mediante *G. daubjergensis*, se reconoce desde la Patagonia septentrional, y hacia el sur, en cuenca Austral, hasta el área de Última Esperanza-Río Turbio y en similar latitud hacia la costa Atlántica en la perforación SC-1 (Malumián *et al.*, 1971, Caramés & Malumián, 1999, 2000); pero *G. daubjergensis* no ha sido hallada en la isla Grande de Tierra del Fuego, ni en península Brunswick.

Una ajustada aproximación al límite Paleoceno/Eoceno se reconoce en altas latitudes australes por la aparición de *Globanomalina australiformis*, una especie bien distribuida incluso en ambientes someros, cuya aparición (registro stratigráfico más bajo) ha sido calibrado por Huber & Quillévéré (2005) en 55,55 Ma, que garantiza edades postpaleocenas, si se toma el límite Paleoceno/Eoceno en 56 Ma (Gradstein *et al.*, 2008).

La base del Rupeliano, el límite Eoceno/Oligoceno, está marcado por la desaparición de los hantkeninidos en zonas (sub)tropicales (Premoli Silva *et al.* 1988, Premoli Silva & Jenkins 1993), inexistentes en las altas latitudes australes. En su lugar, como una aproximación al límite, se utiliza la desaparición de *G. index*, calibrada en 34,3 Ma.

El límite Oligoceno/Mioceno no es discernible mediante foraminíferos de altas latitudes (Spezzaferri, 1994) y tampoco pudo verificarse en la costa Atlántica Fueguina (Malumián & Olivero, 2006). El último dato confiable calibrado es la desaparición

de *Subbotina angiporoides* (Hornibrook, 1965) que en 30 Ma resulta una aproximación muy grosera del Oligoceno inferior. Por otra parte, la aparente ausencia de *Globorotalia incognita* Walters, 1965, en las capas de Cabo San Pablo y Cabo Ladrillero, costa Atlántica Fueguina, pese a la intensa búsqueda practicada, y considerando que es una especie conocida y frecuente en la costa afuera atlántica de Tierra del Fuego, sugiere para esas capas una edad mayor a su aparición, calibrada en 21,6 Ma. Por esta razón, es probable que el límite se sitúe entre la Formación Desdémona y las capas del Cabo Ladrillero-capas de San Pablo, y es el límite Oligoceno/Mioceno que preliminarmente se adopta en el presente trabajo.

La paleobatimetría del Paleogeno en cuenca de Magallanes

Las interpretaciones referidas en este ítem están basadas en los parámetros más usados en estimaciones batimétricas, que son para los foraminíferos bentónicos:

- a) El aumento de la diversidad de las especies bentónicas con el aumento de la profundidad del agua (Gibson & Buzas, 1973).
- b) Restricción de ciertos géneros y especies a intervalos batimétricos específicos (Murray, 1973, Van Morkhoven *et al.*, 1986).

Para los foraminíferos planctónicos:

- a) Particularmente para el Paleogeno, las asociaciones planctónicas diversas que incluyen especies de *Morozovella* y *Acarinina*, se interpretan que representan aguas más profundas que las asociaciones de baja diversidad, constituidas por especies del género *Subbotina*.
- b) El porcentaje de especímenes de foraminíferos planctónicos en una asociación depende de la proximidad a condiciones de océano abierto y del movimiento del agua a través de la plataforma hacia áreas de circulación restringida (Gibson, 1989).
- c) El concomitante aumento del tamaño de la conchilla más grande de la muestra y de la profundidad en mares marginales (Murray, 1976).

Desde el Campaniano hasta el Eoceno tardío, la cuenca de Magallanes comprende paleoambientes someros, indicados por la escasez de foraminíferos planctónicos y en especial, por las bajísimas relaciones

del número de planctónicos a bentónicos, que llega en casos a una ausencia total de foraminíferos planctónicos.

Por otra parte, el general pequeño porte de los foraminíferos planctónicos, los cuales están representados por formas juveniles o grupos como los tenuitélidos y formas seriales de mayor penetración en las cuencas marginales, es un confiable indicador de aguas someras. Particularmente en el Paleogeno, la escasez de especies de *Acarinina* y la ausencia de especies de *Morozovella*, conjuntamente con el dominio de especies de *Subbotina*, también señalan ambientes someros. Casos ejemplares, como en los foraminíferos calcáreos de la Formación La Barca, de muy buena preservación que descarta las posibilidades de preservaciones diferenciales, se hallaron foraminíferos exclusivamente bentónicos (Malumián & Caramés, 2002), con formas neríticas de *S. beccariiiformis*. El contenido de muy pequeños foraminíferos planctónicos seriales en la Formación Punta Noguera, el dominio de especies de *Subbotina* para el resto del Eoceno, y relativos florecimientos de especies de *Tenuitella* para fines del Eoceno, son indicadores de ambientes someros.

Respecto a los foraminíferos bentónicos, el género *Elphidium* es un típico indicador de ambientes someros ya puntualizados por Charrier & Lahsen (1968), y se encuentra ampliamente distribuido con diferentes especies desde la Formación Agua Fresca hasta el Miembro Ciervos en Chile. En la Argentina, desde la Formación Punta Noguera, cuando aparece conjuntamente con el austral género *Cribrorotalia*, y es abundante en las formaciones Punta Torcida, Río Bueno, Leticia, y Cerro Colorado. El continuo registro de las diferentes especies ha dado lugar a la proposición de zonaciones (Martínez, 1954)<sup>7</sup>.

A partir del Oligoceno temprano, abruptamente en Tierra del Fuego aparecen indicadores de profundidad: abundantes foraminíferos planctónicos de gran tamaño, acompañados por abundantes foraminíferos calcáreos y aglutinados de profundidad.

Sin especificar la fundamentación, se atribuyeron ambientes profundos, de 1000 a 1500 metros al piso Cameroniano, y 1000 a 2000 metros desde el Moritziano, (Clarenciano, Brunswickiano, Manzaniano, Oaziano, Germaniano, Riescoiano) al

7. Martínez, P., R. 1954. Revisión de las especies de *Elphidium* de la cuenca Magallánica (Informe preliminar). ENAP

Laziano por Natland & González (1974).

Estas grandes profundidades están prevenidas por la escasez de foraminíferos planctónicos. En las formaciones que se corresponden con los pisos arriba citados, no se encontraron en las muestras correspondientes a sus localidades tipo relaciones mayores al 1% de planctónicos, coherentes con la extrema escasez reconocida en el sector argentino de la cuenca desde tiempos campanianos hasta el Eoceno tardío. Esta escasez es advertida ya por Herm (1966), y en particular por Cañón & Ernst (1974) que destacaron que los foraminíferos planctónicos están pobremente representados en el Terciario de la cuenca de Magallanes como para ser útiles en la correlación y determinación de edades. La ausencia y escasez de formas planctónicas en el Eoceno de la porción argentina de la cuenca fue detallada por Malumian (1993). Por otra parte, los foraminíferos planctónicos seriales que son de pequeño tamaño y de mayor penetración en las cuencas marginales tuvieron que buscarse intensamente para datar a la Formación Punta Noguera. Así también, son dominantes las especies de *Subbotina* sobre las de *Acarinina*, y virtualmente inexistentes las de *Morozovella*, siendo este otro criterio indicador de aguas someras.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo del conocimiento sobre los foraminíferos de la cuenca de Magallanes o Austral, compartida por la Argentina y Chile, ha sido llevado a cabo separadamente en ambos países en diferentes épocas, con diferentes enfoques y objetivos. Estas diferencias han demorado la integración de la información y la comprensión de la bioestratigrafía y paleoecología de la cuenca.

En Chile se iniciaron los estudios en los 40, los cuales han permanecido en su mayoría inéditos hasta la proposición en 1974 de un sistema de pisos basado en foraminíferos bentónicos guías, particularmente porque en gran parte del Cenozoico las formas planctónicas son muy escasas.

En la Argentina, se comenzó a publicar e ilustrar los foraminíferos paleogenos a fines de la década del 60, siendo las décadas del 70 y 80 dedicadas mayormente a otras edades del Cretácico y retomando los paleogenos en forma sistemática a partir de 1999.

La integración de los resultados del conocimiento de los foraminíferos del Paleogeno aflorante en ambas partes de la cuenca, en especial de la reunión de los datos de los escasos foraminíferos planctónicos, demuestra la equivalencia entre las formaciones argentinas y chilenas, manifestándose la notable diferencia entre espesores, las cuales comprenden una mayor y más integra columna paleogena en la región de península Brunswick-Isla Riesco.

El tránsito Cretácico/Paleogeno se reconoce en el norte de la cuenca entre el Maastrichtiano y el Daniano (Formación Cerro Dorotea), pero en el sur no es manifiesto debido al desarrollo de una discordancia en el Paleoceno medio que puede haber afectado depósitos danianos, y posiblemente, a que pueda encontrarse en secuencias turbidíticas en donde el límite tiene una débil expresión en los foraminíferos aglutinados.

El tránsito Paleoceno/Eoceno, es muy manifiesto en las asociaciones calcáreas, por el recambio de una asociación cosmopolita tipo Midway en el Paleoceno superior (formaciones La Barca/Chorrillo Chico), a una endémica austral con la aparición del género *Elphidium* en ambos países (Punta Noguera/Agua Fresca inferior), y muy notoriamente el género *Cribrorotalia* que a la fecha sólo ha sido reconocido en la Argentina.

La discordancia del Eoceno medio temprano separa sedimentitas de paleoambientes turbidíticos deficitarios en oxígeno, imperantes desde el Campaniano al Eoceno inferior con dominio de foraminíferos aglutinados y de pequeño porte, de las formaciones Leticia/Boquerón, de paleoambientes aeróbicos del Eoceno medio tardío con dominantes foraminíferos nodosariáceos de gran porte asociados a un florecimiento de crinoideos.

El tránsito Eoceno/Oligoceno es aproximadamente coincidente con una discordancia, y una buena resolución se alcanza gracias a los tenuitélidos, foraminíferos planctónicos de pequeño porte de gran penetración en las cuencas marginales. Se aplica la desaparición de *Globigerinatheka index* como una aproximación del límite, y la aparente desaparición conjunta de "*Kolesnikovella*" *severini*. La discordancia separa en Tierra del Fuego sedimentos de aguas someras del Eoceno (formaciones Cerro Colorado/Discordia), de las formaciones de agua profunda (María Cristina-Herminita/Puerto Nuevo);



particularmente la porción argentina es alcanzada por aguas corrosivas. Esta profundización en Tierra del Fuego, de origen tectónico pues a nivel global la línea de disolución del carbonato desciende, se corresponde con un alzamiento y regresión en la Patagonia.

El tránsito Oligoceno/Mioceno en altas latitudes, por el momento no es discernible mediante foraminíferos planctónicos. Una discordancia extendida se localiza entre el Mioceno inferior y el Mioceno medio, en principio equiparable con la existente entre el "Patagoniano" y el "Entrerriense" de la costa atlántica patagónica (cf. Malumián, 1999, Malumián & Náñez, 2011).

#### AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de la Patagonia, el acceso y facilidades para la consulta de la colección ENAP; a ENAP Magallanes el acceso a los perfiles de superficie con la posición estratigráfica de las muestras micropaleontológicas correspondientes a las localidades tipo de Chorrillo Chico a Leña Dura de península Brunswick, y de Boquerón a Puerto Nuevo, en Tierra del Fuego. A Ernesto Pérez d'A. la consulta sobre bibliografía inédita. A P. Mella (ENAP), sus comentarios, y a dos jurados anónimos el aporte a la mejor comprensión.

El trabajo ha sido financiado por los proyectos PIP 0820 (CONICET, Argentina), Servicio Geológico Minero Argentino, y los proyectos CGL2011-23077 y CGL2011-22912 del Ministerio de Economía y Competitividad de España (cofinanciado por FEDER).

#### LITERATURA CITADA

Banner, F.T. (1982). A classification and introduction to the Globigerinacea. In F.T. Banner y A.R. Lord, ed., *Aspects of Micropalaeontology*. London: George Allen & Unwin: 142-239.

Barbeau, D.L., Olivero E.B., Swanson-Hysell N.L., Zahid K.M., Murray K.E. & Gehrels G.E. (2009). Detrital-Zircon geochronology of the eastern Magallanes foreland basin: Implications for Eocene kinematics of the northern Scotia Arc and Drake Passage. *Earth Planetary Science Letters* (2009=, doi:10.1016/j.epst.2009.05.014).

Berggren, W.A., Hemleben Ch., Norris R.D. &

Olsson R.K. (1999). Family Truncorotaloididae Loeblich and Tappan, 1961 in Olsson *et al.* ed. Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera: *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 85, 45-77.

Berggren, W.A., Kent D.V., Swisher III C.C. & Aubry M-P. (1995). *A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy*. *SEPM Special Publication*, 54, 129-212.

Berggren, W.A., Pearson P.N., Huber B.T. & Wade B.S. (2006). Taxonomy, biostratigraphy, and phylogeny of *Acarinina*. *Cushman Foundation Special Publication*, 41, 257-326.

Bertels, A. (1977). Estratigrafía y micropaleontología de la Formación San Julián en su area tipo, Provincia de Santa Cruz, República Argentina. *Ameghiniana*, 14, 233-293.

Biddle, K., Uliana R., Mitchum J., Fitzgerald M. & Wright R. (1986). The stratigraphic and structural evolution of the central and eastern Magallanes Basin, southern South America. *Association of Sedimentology, Special Publication*, 8, 41-61.

Cañón, A. (1968). Cronoestratigrafía de los sedimentos terciarios de Tierra del Fuego, Provincia de Magallanes. *Terceras Jornadas Geológicas Argentinas*. Tomo I, 91-110.

Cañón, A. & Ernst M. (1974). Magallanes Basin Foraminifera, In Natland M.L. et al. A System of Stages for Correlation of Magallanes Basin Sediments: *The Geological Society of America, Memoir*, 139, 61-119.

Caramés, A. (1996). Foraminíferos paleocenos del área carbonífera de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, 33(2), 161-178.

Caramés, A. & Malumián N. (1999). Foraminíferos danianos de la perforación SC-1, Provincia de Santa Cruz, cuenca Austral, Argentina. *Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 33, 33-50.

Caramés, A. & Malumián N. (2000). Microfósiles calcáreos de la Formación Cerro Dorotea. Hoja Geológica 5172-III Yacimiento Río Turbio, Provincia de Santa Cruz. *Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín* 247, 79-91.

Caramés, A. & Malumián N. (2006). La Familia

- Rzehakinidae (Foraminifera) en el Cretácico Superior-Paleogeno de la cuenca Austral y la plataforma continental atlántica adyacente, Argentina. *Ameghiniana*, 43,649-668.
- Caramés, A. & Nández C. (2007). El género *Coleites* Plummer (Rotaliina, Foraminiferida) en la Argentina. *Ameghiniana*, 44, 499-505.
- Casadío, S., Guerstein G. R., Marenssi S., Santillana S., Feldmann R., Parras A. & Montalvo C. (2000). Evidencias para una edad oligocena de la Formación Centinela, suroeste de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana*, 37(4), 71R.
- Charrier, R. & Lahsen A. (1968). Contribution a l'étude de la limite Crétacé-Tertiaire de la Province de Magellan, extreme-sud du Chili. *Revue de Micropaléontologie* 11, 111-120.
- Charrier, R. & Lahsen A. (1969). Stratigraphy of Late Cretaceous- Early Eocene of Seno Skyring-Estrecho of Magellan area, Magallanes Province, Chile. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 53 (3), 568-590.
- Charrier, R. & Malumián N. (1975). Orogénesis y epeirogénesis en la región austral de América del Sur durante el Mesozoico y Cenozoico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 30 (2),193-207.
- Cookson, I.C. & Cranwell L.M. (1967). Lower Tertiary microplankton, spores and pollen grains from southernmost Chile. *Micropaleontology* 13, 204-216.
- De Man, E. & Van Simaëys S. (2004). Late Oligocene Warming Event in the southern North Sea Basin: benthic foraminifera as paleotemperature proxies. *Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw* 83(3), 227-239.
- Fasola, A. (1969). Estudio palinológico de la Formación Loreto (Terciario Medio), Provincia de Magallanes, Chile. *Ameghiniana* 6, 3-49.
- Gibson, T.G. (1989). Planktonic benthonic foraminiferal ratios-Modern patterns and Tertiary applicability: *Marine Micropaleontology*, 15, 29-52.
- Gibson, T.G., & Buzas M.A. (1973). Species diversity- Patterns in modern and Miocene Foraminifera of the eastern margin of North America: *Geological Society of America Bulletin*, 84, 217-238.
- Gradstein, F.M., Ogg J.G. & Van Kranendonk M. (2008). On the Geologic Time Scale 2008. —<http://www.stratigraphy.org/GTS2008.pdf>
- Herm, D. (1966). Micropaleontological aspects of the Magellanes Geosyncline, Southernmost Chile, South America. *Proceedings of the Second West African Micropaleontological Colloquium* Ibadan June-18th-July Ist.:72-85.
- Hervé, F., Godoy E., Mpodozis C. & Fanning M. (2004). Monitoring magmatism of the Patagonian Batholith through the U-PB shrimp dating of detrital zircons in sedimentary units of the Magallanes Basin. In *GeoSur, International Symposium on the Geology and Geophysics of the Southernmost Andes, the Scotia Arc and the Antarctic Peninsula* (J.Carcione, F. Donda, E. Lodolo eds.) 45,113-117.
- Hromic M., T. (1990<sup>a</sup>). Lista preliminar de Foraminíferos Planctónicos Terciarios de la Porción Chilena de Cuenca Austral. *II Simposio sobre el Terciario de Chile. Procesos y Productos de Deposición en el ámbito andino*, Actas 117-133. Departamento de Geociencias, Universidad de Concepción
- Hromic M., T. (1990b). *Planorotalites australiformis* (Jenkins, 1965) (Foraminiferida:Globorotaliidae) en el Eoceno de la Cuenca Austral de Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 19(1), 57-65. (1989).
- Hromic M., T. (1990c). Presencia de *Antarcticella* (*Candeina*) *antarctica* (Leckie and Webb), (Protozoa, Foraminiferida, Candeinidae) en la cuenca Austral de América del Sur. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 18, 87-95.
- Hromic M., T. (1993). Foraminíferos de la Formación Brush Lake, Cuenca Austral, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales* 20(1), 101-111.
- Huber, B.T., Olsson R.K. & Pearson P.N. (2006). Taxonomy, biostratigraphy, and phylogeny of Eocene microperforate planktonic foraminifera (*Jenkinsina*, *Cassigerinelloita*,

- Chiloguembelina*, *Streptochilus*, *Zeauwigerina*, *Tenuitella*, and *Cassigerinella*) and problematica (*Dipsidripella*). *Cushman Foundation Special Publication 41*, 461-508.
- Huber, B.T. & Quillévéré F. (2005). Revised Paleogene foraminiferal biozonation for the Austral realm. *Journal of Foraminiferal Research 35*, 299-314.
- Huber, B.T. & Quillévéré F. (2006). Paleogene planktonic foraminiferal biozonation for the Austral Realm. In Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera (Pearson, P.; Olsson, R.K.; Huber, B.T.; Hemleben, C.; Berggren, W.A.; editores). *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication 41*, 41-46.
- Jannou, G. (2009). Microfósiles del Eoceno inferior, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina: bioestratigrafía, paleoambiente y paleobiogeografía. Tesis Doctoral. FCEN, UBA. 2380. En: <http://digital.bl.fcen.uba.ar/>
- Jenkins, D.G. (1971). New Zealand Cenozoic planktonic foraminifera. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin 42*, 1- 278
- Le Roux, J.P. (2012). A review of Tertiary climate changes in southern South America and the Antarctic Peninsula. Part 1: Oceanic conditions. *Sedimentary Geology 247*, 1-20-
- Lexique Stratigraphique International (1957). *Amerique Latine*, fasc. 7, Chili, C.N.R.S., Paris.
- Liu, C., Olsson R.K. & Huber B.T. (1998). A benthic paleohabitat for *Praepararotalia* gen. nov. and *Antarcticella* Loeblich and Tappan. *Journal of Foraminiferal Research 28*, 3-18.
- Loeblich, A.R., Jr. & Tappan, H. (1988). *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostray Reinhold Company, New York.
- Malumián, N. (1968). Foraminíferos del Cretácico Superior y Terciario del subsuelo de la provincia de Santa Cruz. *Ameghiniana 5*, 191-227.
- Malumián, N. (1982). Foraminíferos bentónicos de la Formación Carmen Silva, Mioceno, Isla Grande de Tierra del Fuego. *Ameghiniana 19*, 37-66.
- Malumián, N. (1989). Foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación La Despedida (Eoceno, Isla Grande de Tierra del Fuego). Parte I: Textulariina y Miliolina. *Ameghiniana 25*, 341-356.
- Malumián, N. (1990<sup>a</sup>). Foraminíferos bentónicos de la localidad tipo de la Formación La Despedida (Eoceno, Isla Grande de Tierra del Fuego). Parte II, Nodosariacea, Buliminacea, Elphidiidae y rotálidos tuberculados. *Ameghiniana 27*, 343-363.
- Malumián, N. (1990b). Foraminíferos de la Formación Man Aike (Eoceno, sureste del lago Cardiel) Provincia de Santa Cruz, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina 45*, 365-385.
- Malumián, N. (1993). El Eoceno medio marino del cono sur. Paleogeografía y foraminíferos. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2*, 142-146.
- Malumián, N. (1994). Foraminíferos nuevos o característicos del Eoceno medio de cuenca Austral: Significado paleozoogeográfico. *Ameghiniana 31(2)*, 139-151.
- Malumián, N. (1999). La sedimentación en la Patagonia extraandina. In Geología Argentina, R. Caminos Ed. *Servicio Geológico Argentino, Anales 29*, 557-578.
- Malumián, N. (2002). El terciario marino: sus relaciones con el eustatismo. Geología y recursos naturales de Santa Cruz. In Haller, M.J. (editor). *XV Congreso Geológico Argentino, Relatorio I-15*, 237-245.
- Malumián, N. & Caramés A. (1996). Foraminíferos danianos de la perforación SC-1, provincia de Santa Cruz, Cuenca Austral, Argentina. In C. Nández (ed.) Simposio Paleogeno de América del Sur, Actas, *Servicio Geológico Argentino, Anales 33*, 33-50.
- Malumián, N. & Caramés A. (1997). Upper Campanian-Paleogene from the Río Turbio coal measures in southern Argentina: micropaleontology and the Paleocene/Eocene boundary. *Journal of South American Earth Sciences 10*, 189-201.
- Malumián, N. & Caramés A. (2002). Foraminíferos de sedimentitas ricas en carbono orgánico: Formación La Barca, Paleoceno superior, Tierra del Fuego, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica*

- Argentina* 57, 219-231.
- Malumián, N., Caramés A. & Nández C. (1995). El cambio en los foraminíferos bentónicos en el pasaje Cretácico-Paleogeno, cuencas Neuquina y del Colorado, Argentina. VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas: 173-178. Trelew.
- Malumián, N. & Jannou G. (1999). Foraminíferos uniloculares calcáreos del Eoceno medio-superior y Oligoceno inferior, Isla Grande de Tierra del Fuego y plataforma continental adyacente, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, n.s. 1, 151-164.
- Malumián, N. & Jannou G. (2000). Foraminíferos uniloculares, Eoceno inferior, Isla Grande de Tierra del Fuego y la plataforma continental adyacente, Argentina. *Ameghiniana* 37, 91-102.
- Malumián, N. & Jannou G. (2010). Los Andes Fueguinos: el registro micropaleontológico de los mayores acontecimientos paleoceanográficos australes del Campaniano al Mioceno. *Andean Geology* 37 (2), 345-374.
- Malumián, N., Jannou G. & Nández C. (2009). Serial planktonic foraminifera from the Paleogene of the Tierra del Fuego Island, South America. *Journal of Foraminiferal Research* 39, 316-321.
- Malumián, N. & Masiuk V. (1972). *Boltovskoyella*: A new Paleogene foraminiferal genus from Argentina. *Journal of Foraminiferal Research* 2, 1-5.
- Malumián, N., Masiuk V., & Riggi J.C. (1971). Micropaleontología y sedimentología de la perforación SC-1, Provincia de Santa Cruz, República Argentina. Su importancia y correlaciones. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26, 175-208.
- Malumián, N. & Nández C. (1991). Paleogeografía del Terciario medio del cono sur: avance de aguas antárticas. 6° Congreso Geológico Chileno, Resúmenes expandidos, 847-851. Santiago de Chile.
- Malumián, N. & Nández C. (1996). Microfósiles y nanofósiles calcáreos de la Plataforma Continental. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. In *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina* V.A. Ramos y M.A. Turic (Eds.), *Relatorio* 5, 73-83.
- Malumián, N. & Nández C. (2002). Los foraminíferos: su significado geológico y paleoambiental. In *Geología y recursos naturales de Santa Cruz*. In Haller, M.J. (editor). XV Congreso Geológico Argentino, *Relatorio* I-15, 481-494.
- Malumián, N. & Nández C. (2011). The Late Cretaceous-Cenozoic transgressions in Patagonia and Fuegian Andes: foraminifera, palaeoecology, and paleogeography. *Biological Journal of the Linnean Society* 103, 269-288.
- Malumián, N. & Olivero E.B. (2003). Shallow water late Middle Eocene crinoids from Tierra del Fuego: New southern record of a retrograde community structure. *Scientia Marina* 69, 340-353.
- Malumián, N. & Olivero E.B. (2006). El Grupo Cabo Domingo, Tierra del Fuego: bioestratigrafía, paleoambientes y acontecimientos del Eoceno-Mioceno marino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61, 139-160.
- Malumián, N. & Olivero E.B. (2006). El Grupo Cabo Domingo, Tierra del Fuego: Bioestratigrafía, paleoambientes y acontecimientos del Eoceno-Mioceno marino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61(2), 139-160.
- Malumián, N., Olivero E.B. & Nández C. (2009). Bioestratigrafía del Eoceno medio superior-Mioceno de los Andes Fueguinos, Argentina. XVII Congreso Geológico Argentino, Actas IV, 1522-23.
- Malumián, N. & Ramos V. (1984). Magmatic intervals, transgression-regression cycles and oceanic events in the Cretaceous and Tertiary of Southern South America. *Earth and Planetary Science Letters* 67, 228-237.
- Marco, M., Fabio S., Claudio F. & Eduardo R. (2010). Paleomagnetic evidence for a pre-early Eocene (~50 Ma) bending of the Patagonian orocline (Tierra del Fuego, Argentina): paleogeographic and tectonic implications. *Earth and Planetary Science Letters* 289, 273-286.
- Marchant, M. (1998). Zonación mediante foraminíferos planctónicos del Paleógeno del área Dorado-Kimiri Aike Sur, de la Cuenca de Magallanes, Chile. *Revista Española de*

- Micropaleontología*, 30(3), 49-57.
- Marchant, M. (2011). Paleoeología mediante Foraminíferos del Paleógeno del área Dorado Sur, de la Cuenca de Magallanes, Chile. *Anales Instituto de la Patagonia* 39, 5-16.
- Martínez-Pardo, R. & Martínez R. (1989). Reinterpretation of *Boltovskoyella* (benthic foraminiferal genus) as Neogene TransAndean chronostratigraphic event in southern South America. The Pacific, bridge or barrier? In Pacific Science Association Inter-Congress No. 6, Abstracts. Valparaíso, Chile.
- Martínez-Pardo, R., Osorio R. & Lillo J. (1964). Edad de la Formación Ciervos. *Resúmenes Sociedad Geológica de Chile* 10 (1), 5-6.
- Masiuk, V., Riggi J.C. & Bianchi J.L. (1990). Análisis geológico del Terciario del subsuelo de Tierra del Fuego (Parte I). *Boletín de Informaciones Petroleras* 21, 70-89. (Parte II). *Boletín de Informaciones Petroleras* 22, 8-26.
- Murray, J.W. (1973). *Distribution and Ecology of Living Benthonic Foraminifera*. Crane, Russak and Co., N.Y. 274 pp
- Murray, J.W. (1976). A method of determining proximity of marginal seas to an ocean. *Marine Geology* 22, 103-119.
- Náñez, C. (1998). The genus *Boltovskoyella* (foraminifera) from Patagonia. *Journal of Micropalaeontology* 17, 105-118.
- Náñez, C. & Malumián N. (2008). Paleobiogeografía y paleogeografía del Maastrichtiano marino de Patagonia, Tierra del Fuego y de la Plataforma Continental Argentina basada en foraminíferos bentónicos. *Revista Española de Paleontología* 23, 273-300.
- Natland, M.L. & González E.P. (1974). Geology and Paleontology of Magallanes Basin: 3-57, In Natland, M.L., E.P. González, A. Cañón, M. Ernst. A System of Stages for correlation of Magallanes Basin Sediments. *Geological Society American, Memoir* 139, 1-125.
- Olivero, E.B. & Malumián N. (1999). Eocene stratigraphy of Southern Tierra del Fuego, Argentina. *American Association Petroleum Geologist, Bulletin* 83, 295-313.
- Olivero, E.B. & Malumián N. (2008). Mesozoic-Cenozoic stratigraphy of the Fuegian Andes, Argentina. *Geologica Acta* 6, 5-18.
- Otero, R.A., Torres T., Le Roux J.P., Hervé F., Fanning C.M., Yury-Yáñez R.E. & Rubilar-Rogers D. (2012). A Late Eocene age proposal for the Loreto Formation (Brunswick Peninsula, southernmost Chile), based on fossil cartilaginous fishes, paleobotany and radiometric evidence. *Andean Geology* 39 (1), 180-200. [www.andeangeology.cl](http://www.andeangeology.cl)
- Panza, J., Irigoyen M. & Genini A. (1995). Hoja Geológica 4969-IV Puerto San Julián. *Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín* 211 (nueva serie), 78 pp.
- Parras, A., Griffin M., Feldmann R., Schweitzer C. & Marensi S. (2008). Correlation of marine beds based on Sr- and Ar-date determinations and faunal affinities across the Paleogene/Neogene boundary in southern Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Science* 26(2), 204-216.
- Premoli Silva, I., Jenkins, D.G. (1993). Decision on the Eocene-Oligocene boundary stratotype. *Episodes* 16, 379-382.
- Premoli Silva, I., Coccioni, R., Montanari, A. (Eds.), (1988). The Eocene-Oligocene boundary in the Marche-Umbria Basin (Italy). *International Union of Geological Sciences, Eocene-Oligocene Boundary Meeting, Ancona, Italy, Oct. 1987*, 250 pp.
- Quattrocchio, M.E. (2009). Paleogene dinoflagellate cysts from Punta Prat, southern Chile. *Palynology* 33, 141-156.
- Quattrocchio, M.E. & Sarjeant W.A.S. (2003). Dinoflagellates from the Chorrillo Chico Formation (Paleocene) of southern Chile. *Ameghiniana* 40, 129-153.
- Robles, M.L., Gómez P.M., Arellano A.R.V. (1956). Foraminíferos del Cretácico Superior y Paleoceno de la provincia de Magallanes, Chile. *Internat. Geol. Congress* 20<sup>th</sup>: 184-185.
- Sánchez, A., Pavlishina P., Godoy E., Hervé F., Fanning C.M. (2010). On the presence of Upper Paleocene rocks in the foreland succession at Cabo Nariz, Tierra del Fuego, Chile: geology and new palynological and U-Pb data. *Andean Geology* 37(2), 413-432, formerly *Revista Geológica de Chile* [www.scielo.cl/andeol.htm](http://www.scielo.cl/andeol.htm)
- Scarpa, R. & Malumián N. (2008). Foraminíferos del Oligoceno inferior de los Andes Fueguinos,

- Argentina: Su significado tectónico-ambiental. *Ameghiniana* 45, 361-376.
- Sigal, J., Grekoff N., Singh N.P., Cañón A., & Ernst M. (1970). Sur l'âge et les affinités "gondwaniennes" de microfaunes (foraminifères et ostracodes) malgaches, indiennes, et chiliennes au sommet du Jurassique et a la du Crétacé. *Acad. Sci. Comptes Rendus* 271, D, 1,24-27.
- Spezzaferri, S. (1994). Planktonic foraminiferal biostratigraphy and taxonomy of the Oligocene and lower Miocene in the oceanic record. An overview. *Palaeontographia Italica* 81, 1-187. Pisa.
- Stott, D.L. & Kennett J.P. (1990). Antarctic Paleogene Planktonic Foraminifer Biostratigraphy: ODP LEG 113, Sites 689 y 690. In Baker, P.F.; Kennett, J.P.; *et al.* (editores). *Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 113, 549-569. College Station, TX.
- Thomas, C.R. (1949). Geology and petroleum exploration in Magallanes Province, Chile. *American Association of Petroleum Geologist, Bulletin* 33, 1553-1578.
- Todd, R. & Kniker, T. (1952). An Eocene Foraminiferal Fauna from the Agua Fresca Shale of Magallanes Province, Southernmost Chile. *Cushman Foundation Foraminiferal Research, Special Publication* 1, 1-28.
- Torres Carbonell, P.J., Malumián N. & Olivero E.B. (2009). El Paleoceno-Mioceno de Península Mitre: antefosa y depocentro de techo de cuña de la cuenca Austral, Tierra del Fuego, Argentina. *Andean Geology* (formerly Revista Geológica de Chile) 36, 197-235.
- Van Morkhoven, P.C.M., Berggren W.A. & Edwards A.S. (1986). Cenozoic Cosmopolitan Deep-water Benthic Foraminifera. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine mem.* 11, 425pp.
- Zachos, J.C., M. Pagani, L. Sloan, E.E. Thomas & K. Billups 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to Present. *Science* 292, 686-693.
- Lista taxonómica.
- Acarinina bullbrookii* (Bolli) = *Globorotalia bullbrookii* Bolli, 1957, p.167, pl. 38, figs. 4 y 5.
- Acarinina primitiva*, Hromic, lám. 1, fig. 9, 1990a.
- Los ejemplares hallados en cuenca de Magallanes se corresponde muy bien con *A. matthewsae* (Blow) ilustrados para la región Antártica por Stott & Kennett (1990). Berggren *et al.* 2006, consideran la última sinónima de la especie de Bolli.
- Acarinina primitiva* (Finlay) = *Globoquadrina primitiva* Finlay, 1947, pl. 8, figs. 129-134. Es una especie característica de latitudes altas y templadas, pero lamentablemente escasa en cuenca de Magallanes pues su desaparición en el Eoceno medio tardío es un dato útil para correlaciones regionales (Berggren *et al.* 2006).
- Antarcticella antarctica* (Leckie & Webb) = *Candeina antarctica* Leckie & Webb 1985a, p. 66, pl. 1, figs. 1-17, pl. 2, figs. 1-9, pl. 3 figs. 3,6 y 8. Hromic (1990c) da cuenta de su distribución para el sector chileno de la cuenca Austral, remarcando su abundancia en la Formación Puerto Nuevo, la asociación con *Boltovskoyella*, *G. index*, y *Subbotina angiporoides minima*, y la aparición en el Eoceno superior.
- Dipsidripella liqianyui* Huber & Pearson pl. 16.9, figs. 1-17. Relativamente común y asociada con *Testacarinata inconspicua* en la sección Ivovic de la Formación Río Turbio pero con ejemplares de regular conservación, con un biocrón desde la E11 a la base de la O1 (42.2 a 33,8Ma).
- Globanomalina australiformis* (Jenkins) = *Globorotalia (Planorotalites) australiformis* Jenkins 1955. ver Hromic 1990b, p. 62, fig.3, 1-7, 9, non figs. 3,2,5 y 8. Olsson & Hemleben (2006) le dan un biocrón desde la base de la Zona P5 a la Zona E9 (44 Ma), y posiblemente más alto P11 de Berggren *et al.* 2006. No se ha encontrado asociado a *G. index*.
- Globigerinathea index* (Finlay) = *Globigerinoides index* Finlay, 1939: 125 parte, pl. 14, figs. 85-88.
- Aparece en la Zona E9 superior, 44,2 Ma según Berggren & Pearson (2006), y desaparece próximo al límite Eoceno/Oligoceno (Jenkins 1971).

- Globoconusa daubjergensis* (Brönnimann) = *Globigerina daubjergensis* Brönnimann, 1953, p. 340, text-fig. 1. Especie frecuentemente reconocida en la Argentina, para la cuenca de Magallanes fue ilustrada por Caramés & Malumián, 2000, p. 88, lám. 6, fig. 5.
- Globorotalia incognita* Walters = *Globorotalia zealandica incognita* Walters, 1965, p. 120, figs. 6a-j.
- “*Kolesnikovella*” *severini* (Cañón & Ernst) = *Virgulinea severini* Cañón & Ernst 1974. p. 85, lám. 4, figs. 9a,b. Especie derivada de *Bulimina fueguina* Malumián por aumento de tamaño, tendencia a la biserialidad, y aparición de indentaciones en la base de las cámaras. Un topotipo ha sido ilustrado mediante SEM (Malumián 1994, lám. 1, figs. 4ab, que muestra una superficie con mamelones perforados. La posición genérica es insatisfactoria pues se trata de un nuevo género. Se reconoce mayormente *B. fueguina* en la Formación Leticia y “*K. severini*” en la Formación Cerro Colorado, y formas intermedias entre *B. fueguina* y “*K. severini*” típicas en la Formación Man Aike. Es mencionada en el Léxico Estratigráfico (1957) como *Virgulina chilena* (*nomen nudum*) para el miembro Ciervos y para la Formación Bautismo, y por Cañón (1968) como *Virgulinea chilena* (var. grande) para el piso Concordiano.
- Marginulina* ex gr. *M. hochstetteri* (Stache) forma *costulata* Malumián, 1990, p. 350, lám. II, fig. 1. Aparentemente se trata de *M. pecketensis* (*nomen nudum*) citada en el Léxico Estratigráfico, para el miembro Ciervos y la Formación Bautismo.
- Sphaeroidina bulloides* d’Orbigny 1826, Ann. Sci. Nat., sér 1, 7:267.  
Van Morkhoven *et al.* 1986 le dan un biocrón desde la Zona P19, Oligoceno tardío temprano, y consideran al género *Sphaeroidina* como restringido a niveles post eocenos pero tanto en cuenca de Magallanes como en Nueva Zelanda el género se conoce desde el Eoceno superior (ver *S. variabilis*).
- Sphaeroidina variabilis* Reuss (1851, Z. dtsh. Geol. Ges 3:88, láms 7, fig. 61-4).
- En Nueva Zelanda de acuerdo con Hornibrook (1968), *S. variabilis* se reconoce desde el Eoceno medio superior (Bortoniano al Kaiataniano) y pasa a *S. bulloides* en el Eoceno superior (Runanganiano). En cuenca de Magallanes exhibe una distribución similar, y debe ser la misma especie que se menciona como *Sphaeroidina* aff. *austriaca* en el Léxico Estratigráfico para la Formación Santa Clara.
- Spiroplectamina spectabilis* Spiroplecta spectabilis Grzybowski, 1898: p. 293, pl. 12, fig. 12., 1952. *Spiroplectamina brunswickensis* Todd & Kniker: p. 6, pl. 1, fig. 16.
- Stensioeina beccariiiformis* (White) = *Rotalia beccariiiformis* White, 1928. J. Paleontology. 2(4):287, pl. 39, figs. 2a-4c. *Gyroidina infrafossa* Finlay 1940. Trans. R. Soc. N.Z. 69(4):462, pl. 86, figs. 181-183. *Gyroidina infrafosa*, p. 87, lám. 5, fig. 3a-c, Cañón & Ernst (1974).
- Es una especie ampliamente distribuida en dos morfotipos (Van Morkhoven *et al.* 1986), uno de aguas profundas con periferia redondeada; y otro, de periferia angular, de ambiente de plataforma que es el que se reconoce en cuenca de Magallanes. Su desaparición coincide con el límite Paleoceno-Eoceno a nivel mundial, y ha sido utilizada como especie guía del Oaziano (Natland & González 1974) que se corresponde con la Formación Chorrillo Chico.
- Subbotina angiporoides* (Hornibrook) = *Globigerina angiporoides* Hornibrook, 1965, p. 835-838, text-figs. 1a-i, 2.  
La aparición de *S. angiporoides* es de difícil reconocimiento por el solapamiento de las formas más antiguas con *S. linaperta*.
- Subbotina utilisindex* (Jenkins & Orr) = *Globigerina utilisindex* Jenkins & Orr, 1973 p. 1089, pl. 10, figs. 6-8. *Subbotina angiporoides*, fig. 7 n°19, p. 370 pars. (Scarpa & Malumián 2008).
- Tenuitella insolita* (Jenkins) = *Globorotalia insolita* Jenkins 1966:1120, fig. 13, n° 113-118. *Praetenuitella insolita* (Jenkins) en Malumián & Olivero (2006), p. 145; Olivero & Malumián 1999, p. 308. Malumián & Nández (1996) p. 90, lám. 4, fig. 5.

*Tenuitella patefacta* (Li 1987). pl. 1, figs. 6-10) = *Praetenuitella patefacta* Li, 1987, p. 309, pl. 1, figs. 6-10. *Tenuitella* aff. *neoclemenciae* Li, p. 90, lám 4, fig. 6.

*Tenuitella praegemma* (Li) = *Praetenuitella praegemma* Li, 1987: 309, pl.1, figs. 11-22. Malumián & Nández (1996), *Praetenuitella* aff. *praegemma* Li, p. 90, lám. 4, fig. 4.

Las tres especies de *Tenuitella* están ilustradas para la misma muestra (125) del miembro superior de la Formación Cerro Colorado, que acotaría una edad entre 34,6 y 34,2 Ma.

*Testacarinata inconspicua* (Howe) = *Globorotalia inconspicua* Howe, 1939., Bull. La. Conserv. Geol. Surv. 14:85, pl.12, fig. 20-2. *Globorotalia (Testacarinata) inconspicua* Howe, pl.14, fig. 398-401, pags. 110-111, Jenkins (1971).

Liu *et al.* (1998) han propuesto el género *Praepararotalia*, con un paleohábito bentónico y con *Globorotalia perclara* Loeblich & Tappan como genotipo. Ellos incluyeron a *Globorotalia inconspicua* Howe en *Praepararotalia*, pero la última es la especie tipo del subgénero

*Testacarinata* Jenkins 1971, elevado al rango de género por Banner (1982), y Loeblich & Tappan (1988). *Testacarinata* es un nombre válido de un género morfológicamente distinto y bien representado en diferentes paleoambientes en la cuenca de Magallanes, Nueva Zelanda y EEUU, y no existen razones para considerarlo un sinónimo de *Praepararotalia* a causa de que el propuesto paleohábito bentónico de este taxón fue originalmente descrito como planctónico. Además, *Testacarinata inconspicua* debido a su pequeño tamaño, conchilla carenada y espinosa, probablemente haya tenido una gran propensión a estar suspendida en el agua y así fácilmente dispersada, como sugiere su amplia distribución en diferentes ambientes tanto de la cuenca de Magallanes como a nivel mundial.

Particularmente en la cuenca Austral, es abundante en la Formación Man Aike, y en el miembro superior de la Formación Río Turbio se propuso la Zona de *T. inconspicua-Henryhowella patagonica* para los niveles de mayor abundancia (Malumián y Caramés 1997, Malumián *et al.* 2000).