

## DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS (PROTOZOA: FORAMINIFERIDA) AL SUR DEL ESTRECHO DE MAGALLANES (52°-56°S), CHILE.

BATHYMETRIC DISTRIBUTION OF BENTHIC FORAMINIFERA (PROTOZOA: FORAMINIFERIDA), SOUTHERN MAGELLAN STRAITS (52°-56°S), CHILE.

Tatiana Hromic<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se analiza la distribución batimétrica de los foraminíferos bentónicos en el área de canales y fiordos, al sur del estrecho de Magallanes, (52-56°S), Chile. Para ello se estudiaron 34 muestras recolectadas en la zona de plataforma (35 - 650 m), durante la expedición CIMAR 3 FIRDOS (1998), organizada por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA). Se obtuvieron 21.190 ejemplares los que fueron clasificados en 169 especies; sólo el 8,3% de las especies alcanzaron una representación superior al 2%, por lo cual, se seleccionaron 47 especies, según su abundancia por tramo, para verificar su distribución.

Se reconocieron tres asociaciones: a) de aguas someras (0-150 m); en la porción más superficial (50 m) dominaron *Buccella frigida*, *Buliminella elegantissima* y *Discorbis berthelothi*. Entre 50 y 100 m abundaron *Cibicides dispars*, *Buccella frigida* y *Ammonia beccarii* y en la parte más baja *Angulogerina angulosa* y *Ehrenbergina pupa*. b) de aguas intermedias (150 - 350 m); en el estrato más alto de este horizonte (150 - 200 m) dominaron *Uvigerina brunnensis*, *Bulimina notovata* y *Nonionoides grateloupi*. Entre 200 y 250 m se mantuvo la presencia de *Nonionoides grateloupi* y *Bulimina notovata* y se hizo presente *Oridorsalis tener*. Entre 250 y 300 m, se presentaron *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina carinata* y *Globocassidulina rossensis* y finalmente, c) de aguas profundas (>350 m) en donde abundaron *Oridorsalis tener* y *Cibicides refulgens*, algo más profundamente aún se encontraron *Discanomalina vermiculata*, *Cibicides refulgens* y *Angulogerina angulosa* y finalmente, por debajo de los 600 m se encontraron *Angulogerina angulosa*, *Angulogerina carinata* y *Cassidulina laevigata*.

Palabras clave: foraminíferos bentónicos, profundidad, canales patagónicos, Chile.

<sup>1</sup> Instituto de la Patagonia, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile. tatiana.hromic@umag.cl

## ABSTRACT

Bathymetric distribution of benthic foraminifera from the southernmost part of the Chilean channels and fiords (52 - 56°S) was analyzed. Thirty four samples were collected from the Magallanes shelf, south of the Magellan Strait (35 - 650 m). During the Cimar 3 Fiord cruise (1998) organized by the Comité Oceanográfico Nacional (CONA). 21.190 specimens were collected and classified into 169 species. Only 8.3% of species had an abundance of more than 2% and 47 species were selected according to their abundance to verify their distribution. Three associations are described: a) shallow water (0-150 m). In the upper layer (0-50 m) *Buccella frigida*, *Buliminella elegantissima* and *Discorbis berthelothi* were found. Between 50m and 100 m, *Cibicides dispars*, *Buccella frigida* and *Ammonia beccarii* were abundant and, in the inner part, *Angulogerina angulosa* and *Ehrenbergina pupa* were found. b) Intermediate water (150 - 350 m); *Uvigerina brunnensis*, *Bulimina notovata* and *Nonionoides grateloupi* were common between 150 - 200 m. The most abundant species between 200 and 250 m were *Nonionoides grateloupi*, *Bulimina notovata* and *Oridorsalis tener*. *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina carinata* and *Globocassidulina rossensis* were found in the deepest water of this layer (250 y 300 m). c) deep water (>350 m). *Oridorsalis tener* and *Cibicides refulgens* were the main species present and *Discaenomalina vermiculata*, *Cibicides refulgens* and *Angulogerina angulosa* were also found. *Angulogerina angulosa*, *Angulogerina carinata* and *Cassidulina laevigata* were found in the deepest part of the Magellan shelf (below 600 m).

Key words: Benthic foraminifers, bathymetric distribution, Southern Magellan Strait.

## INTRODUCCIÓN

Las preferencias batimétricas de los foraminíferos bentónicos modernos recientes en la zona de canales y fiordos patagónicos son de particular interés para poder interpretar paleoambientes en la cuenca de Magallanes. Sin embargo, no se conocen estudios específicos sobre este tema en la zona austral de Chile. A nivel mundial estudios realizados en la zona de fiordos del hemisferio norte dan cuenta de una variada meiofauna en aguas someras y una fauna más estable en zonas más profundas (Murray 2000).

Diversos autores concuerdan en que la presencia de determinadas comunidades microfaunísticas en un área y tiempo dado depende de una compleja interacción de parámetros ambientales, entre los que destacan salinidad, temperatura, concentración de oxígeno, naturaleza del sustrato y disponibilidad de materia orgánica. Kaiho (1991) sugirió que las formas de los caparazones de los foraminíferos bentónicos responden a una mejor adaptación orgánica de éstos al ambiente, a estrategias alimentarias, a disponibilidad de oxígeno, turbulencias, etc.

Según Boltovskoy (1965) las especies se establecen en profundidades características, aún

cuando no se ha podido explicar con claridad cuál sería el factor específico que determinaría esta distribución.

Por tanto, proponer patrones de distribución en el área subantártica resulta dificultoso debido a que la zona presenta una geografía muy accidentada con numerosos canales y fiordos que constituyen innumerables hábitats, difícilmente agrupables.

El objeto de este estudio es dar a conocer las fluctuaciones de abundancia y número de especies de los foraminíferos bentónicos en un rango de 650 m de profundidad en la zona de canales y fiordos situados al sur del estrecho de Magallanes y vincular especies con profundidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó el contenido de 34 muestras de sedimento extraídas durante el crucero CIMAR 3 Fiordos organizado por el Comité Oceanográfico Nacional (CONA) al sur del estrecho de Magallanes (52 - 56°S) (Fig. 1). El sedimento fue lavado, secado, pesado y los ejemplares extraídos uno a uno bajo lupa binocular siguiendo a Boltovskoy (1965).

La clasificación taxonómica hasta nivel genérico siguió la tradicional de Loeblich & Tappan

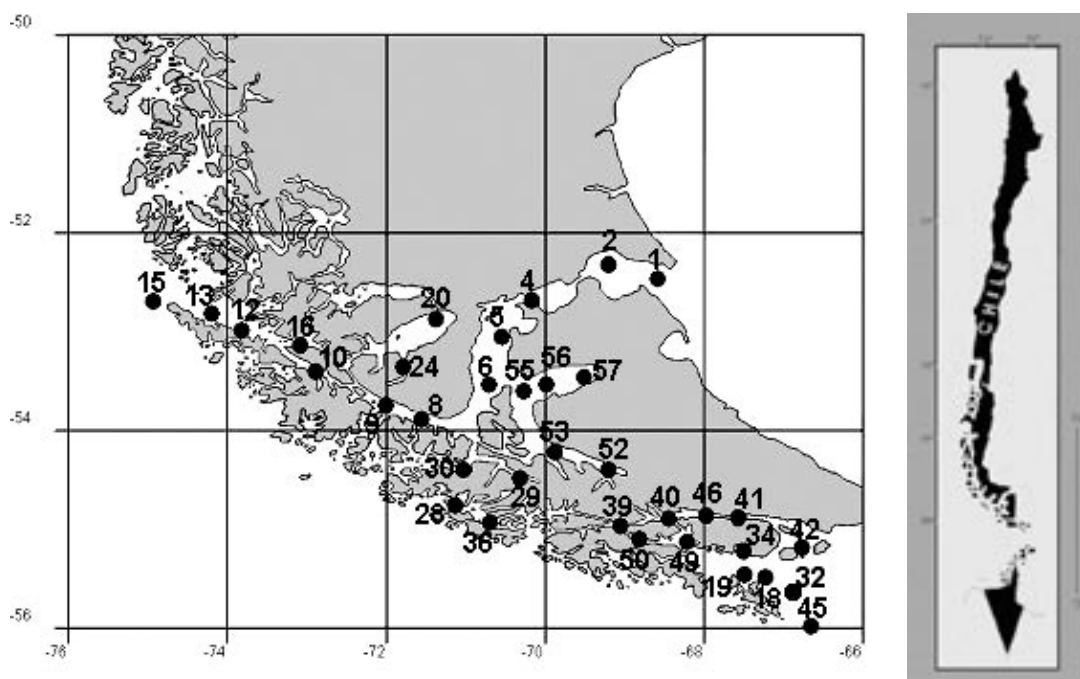


Fig. 1: Localización de las estaciones muestreadas.

(1988) y Decrouez (1989) y para la determinación a nivel específico se utilizó la literatura del área (Brady 1884, Barker 1960, Thompson 1978, Boltovskoy *et al.* 1980, Zapata & Alarcón 1988, Zapata & Moyano 1996, 1997, Zapata *et al.* 1995, Hromic 1996, 1997<sup>1</sup>, 1998 a, 1999, 2001, 2002, 2003 y 2007, Hromic *et al.* 2006).

Las muestras se ordenaron en tramos de 50 m de profundidad (Tabla 1). En cada tramo se identificó a las especies más abundantes, se calculó el número de especies y las abundancias totales. Para estandarizar estos parámetros en relación al número de muestras por horizonte batimétrico, se calculó el número de ejemplares por gramo en cada nivel de profundidad seleccionado.

Para el análisis de distribución batimétrica se seleccionaron 47 especies, del total de 169 especies registradas en el área, usando como criterio la mayor abundancia en las muestras. La diversidad se obtuvo con el índice de Shannon- Wiener, programa Primer 5.0 (Carr 1997).

<sup>1</sup> Hromic, T. 1997. Análisis taxonómico y distribución de los foraminíferos bentónicos del estrecho de Magallanes extraídos durante la campaña Joint Magellan "VICTOR HENSEN" (1994) y su relación con la microfauna antártica. Actas IBMANT 97, Seminario Taller Internacional A. Wegener Institute (AWI) y Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) Sistemática

Se determinaron 169 especies en el área, de las cuales sólo 11 (8,3%) mostraron una abundancia relativa, superior al 2% (Tabla 2). De los 5 subórdenes presentes en las muestras: Textulariina, Lagenina, Rotaliina, Miliolina y Robertinina. Rotaliina fue el con mayor representación al tener 26 familias, 38 géneros y 74 especies (Hromic 2003)<sup>2</sup>. Las especies dominantes pertenecieron todas al suborden Rotaliina, con caparazón calcáreo (Tabla 2).

### b) Número de especies versus profundidad

Se observó un número bajo y heterogéneo de especies por rango batimétrico, entre 11 (6,5%) y 40 (23,7%) especies, en relación al número total de especies del área. La riqueza específica fue ligeramente más alta en los primeros 150 m disminuyendo

<sup>2</sup> Hromic, T. 2003 Diversidad y patrones de distribución de foraminíferos bentónicos de canales y fiordos patagónicos al sur del estrecho de Magallanes. XXIII Congreso de Ciencias del Mar, Punta Arenas, Chile.

TABLA 1: Distribución de las muestras según profundidad.

	Profundidad (m)	Estaciones muestreadas (N°)
1	35-50	2; 4; 41; 50; 56; 57.
2	50-100	1; 5; 15; 18; 19; 20; 32; 34; 42; 45.
3	100-150	24; 36; 40; 52.
4	150-200	6; 29.
5	200-250	13; 39; 46.
6	250-300	8; 53; 54; 55.
7	300-400	9.
8	400-500	10; 16.
9	500-600	Sin muestras
10	600-650	12; 28.

hacia los 250 m, y aumentando ligeramente hacia las zonas más profundas ( $R^2=0,5051$ ) (Fig. 2).

### c) Abundancia versus profundidad

Se recolectaron 21.190 ejemplares en el área. Las especies más abundantes fueron *Cibicides dispars*, *Discanomalina vermiculata*, ambas formas plano-convexas, y *Uvigerina angulosa* una forma cónica (Tabla 2). Cabe destacar que algunas especies alcanzaron una abundancia relativamente alta dentro de las muestras particulares pero baja en el total del área, e.g. *Nonionella auris* que alcanzó el 14,6% en la muestra N° 24 y sólo el 0,4% en el área total. El resto de las especies alcanzaron representaciones inferiores al 1% observándose que mayoritariamente fueron formas plano-convexas.

TABLA 2: Especies con abundancia superior al 2% recolectadas durante la Expedición Cimar 3 Fiordos

	Especie	%
1.-	<i>Cibicides dispars</i>	18,3
2.-	<i>Angulogerina angulosa</i>	12,6
3.-	<i>Discanomalina vermiculata</i>	10,1
4.-	<i>Buccella frigida</i>	6,9
5.-	<i>Ammonia beccarii</i>	3,9
6.-	<i>Globocassidulina subglobosa</i>	3,3
7.-	<i>Cibicides refulgens</i>	3,0
8.-	<i>Globocassidulina rossensis</i>	2,8
9.-	<i>Discorbina isabelleana</i>	2,5
10.-	<i>Cibicides aknerianus</i>	2,3
11.-	<i>Elphidium macellum</i>	2,2
12.-	<i>Nonionoides grateloupi*</i>	1,9

\* especie inmediatamente inferior al 2%

En aguas someras (35 y 50 m) la abundancia fue de 3,68 individuos /g y aumentó al doble en el tramo subyacente (50 y 100 m) obteniéndose 7,24/g foraminíferos. En profundidades mayores (>100 m) la abundancia decayó hasta 4 individuos /g.

No se registró una correlación significativa ( $R^2=0,0801$ , Fig. 3) entre el número de ejemplares y la profundidad. Los valores máximos se presentaron entre 50-150 m. Un análisis más detallado de la oscilación de la abundancia muestra que los valores máximos y promedios tienden a decrecer con valores  $R^2=0,3703$  y  $R^2=0,0801$ , mientras que los valores mínimos de abundancia por estación aumentan con la profundidad con un  $R^2= 0,3157$  (Fig. 3).

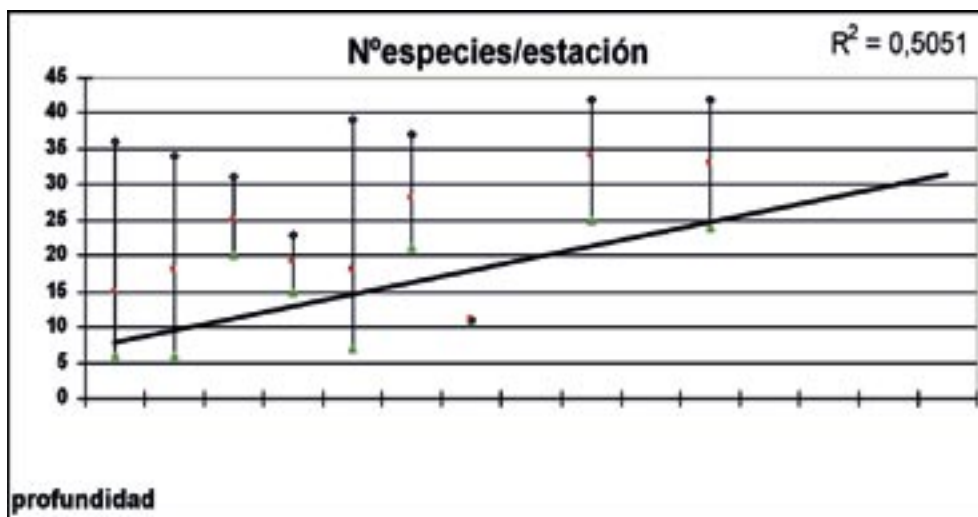


Fig. 2: Distribución del número de especies en función de la profundidad. Valores absolutos del número de especies promedio, máximo y mínimo por estación.

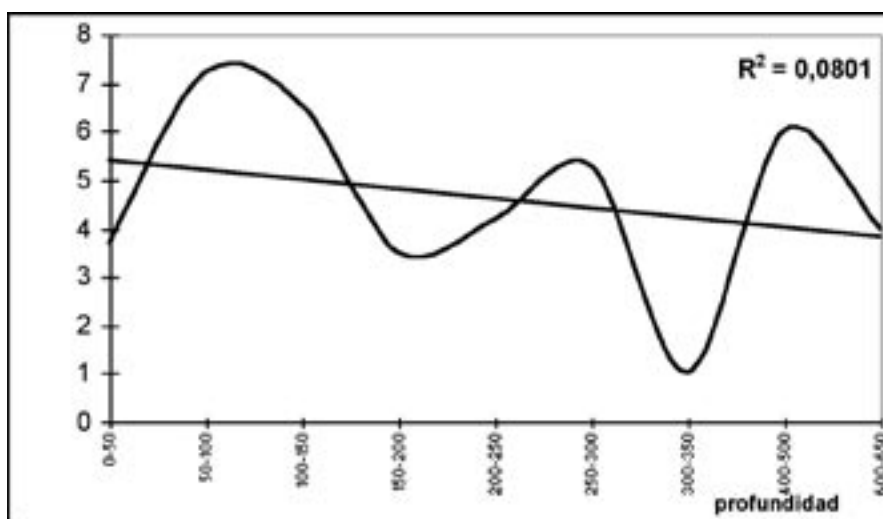


Fig. 3: Número de ejemplares /g según el rango de profundidad definidos.

Las estaciones N° 10, N° 12 (estrecho de Magallanes), N° 19 y N° 32 (cercañías del cabo de Hornos) presentaron un número excesivamente alto de ejemplares en relación al promedio del área, lo que sugiere abundancias anómalas y en consecuencia lugares de depósitos de caparazones. Los datos de estas muestras fueron incluidos como un referente de la diversidad del área.

#### d) Diversidad y profundidad

El índice de diversidad en cada tramo se mantiene muy cercano a 2, no mostrando tenden-

cia a variar con la profundidad ( $R^2 = 0,1285$ ); ello indicaría que el ambiente es relativamente estable (Margalef 1978) (Fig. 4).

#### e) Presencia microfauística según estrato batimétrico

El análisis foraminíferológico permitió detectar 27 especies con preferencias por determinadas profundidades (Tabla 3). Así, en la porción más somera dominaron los morfogrupos plano-convexos tales como *Cibicides*, *Discorbis* y *Buccella*. Esta forma del caparazón respondería a la presencia de

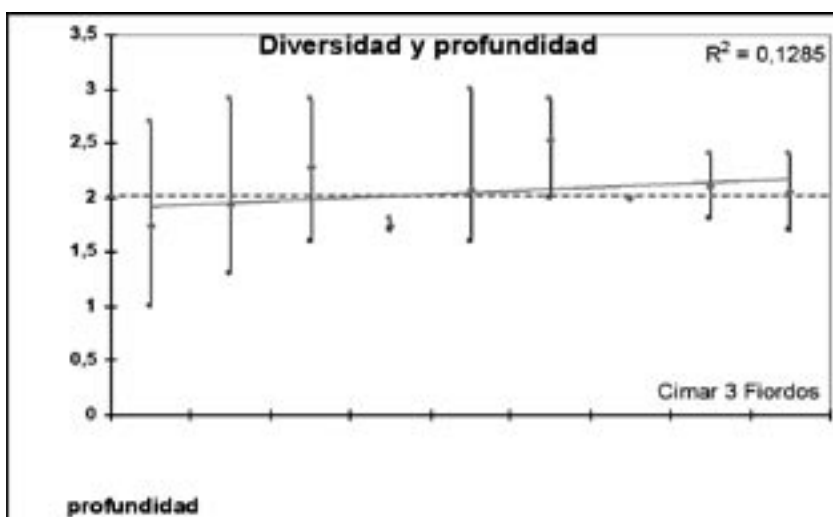


Fig. 4: Diversidad de foraminíferos en función de la profundidad, en la zona de canales al sur del estrecho de Magallanes. Se muestran promedios, máximos y mínimos por tramo de profundidad.

TABLA 3: Distribución de la abundancia relativa según tramo y según especie.

Especies	Tramos (m)								
	0- 50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-400	400-500	600-650
<i>Buliminella elegantissima</i>	14 %								
<i>Discorbis berthelothi</i>	10%								
<i>Buccella frigida</i>	17,2%	13,69% *							
<i>Cibicides dispars</i>		38,71% *							
<i>Ammonia beccarii</i>		8,52%							
<i>Cibicides aknerianus</i>		5,02%							
<i>Cibicidinella variabilis</i>		2,99%							
<i>Globocassidulina crassa</i>		3,95%							
<i>Globocassidulina subglobosa</i>		5,22%			6,28%				
<i>Elphidium macellum</i>		4,57%							
<i>Epistomella</i> sp.		2,21%							
<i>Discanomalina vermiculata</i>		1,34%	25,97%					46,29%*	
<i>Angulogerina angulosa</i>			12,78%	5,88%	6,95%	10,93%		4,77%	45,18%*
<i>Ehrenbergina pupa</i>			4,55%						
<i>Uvigerina brunnensis</i>			4,82%	46,41%					
<i>Nonionoides grateloupi</i>			4,99%	14,05%	14,35%			3,09%	
<i>Bulimina notovata</i>				18,63%	13%				
<i>Pyrgoella sphaera</i>					6,95%				
<i>Protoglobobulimina pupoides</i>					10,31%				
<i>Oridorsalis tener</i>					9,64%	5,16%	41,03%		
<i>Cassidulina carinata</i>			4,99%			6,74%			
<i>Globocassidulina rossensis</i>						8,64%		9,19%	
<i>Cibicides fletcheri</i>						6,01%			
<i>Cibicides refulgens</i>							15,08%	16,49%	
<i>Mississippina concentrica</i>								4,80%	
<i>Quinqueloculina seminula</i>		2,31%					23,06%		
<i>Cassidulina laevigata</i>									5,02%

condiciones muy energéticas. A mayor profundidad se hicieron presente formas biumbilicadas y cónicas, propias de ambientes arenoso-lodosos (blando) y en consecuencia de menor energía. En la figura 5 se muestra la distribución del total de las especies y las 47 especies seleccionadas de acuerdo a los segmentos batimétricos establecidos para este estudio.

En las tablas 3 y 4 se presentan las especies con mayor abundancia según cada segmento batimétrico al sur del Estrecho de Magallanes.

La distribución batimétrica de las especies permitió reconocer los siguientes tramos:

**Tramo 0-50 m:** Sólo tres especies parecen dominar en las seis muestras que correspondieron a esta profundidad: *Buccella frigida* (17,2%) alcanzó abundancias notables en las estaciones N° 2 (80%) y N° 4 (46%) en la boca oriental del estrecho de

Magallanes y N° 50 (17,2%) en el canal Murray; *Buliminella elegantissima* (14%) alcanzó su mayor abundancia en la estación N° 41 (68,6%) en el canal Beagle; finalmente, *Discorbis berthelothi* (10%) tuvo su máxima abundancia en la estación N° 57 (24,9%), en bahía Inútil.

Otras especies que alcanzaron abundancias relativamente altas pertenecieron al género *Cibicides*: *Cibicides dispars* (5,1%); *Cibicides ornatus* (4,3%) y *Cibicides fletcheri* (2%). También se observó en este tramo a *Cassidulinoides parvus* (5 %) (st. 56: 43,1%) y *Globocassidulina rossensis* (6 %).

**Tramo 50-100 m:** En esta profundidad se recolectaron diez muestras, dos de las cuales presentaron un número alto de ejemplares en relación a la abundancia del área. Once especies caracterizaron esta zona: *Buccella frigida* (13,7%) que alcanzó su mayor abundancia en las estaciones N° 1: 35% y N°

32: 63,1%, *Cibicides dispars* (38,7%) (St. 5: 33,2%; St. 19: 60,3%; St. 34: 31,1%), *Ammonia beccarii* (8,5%) (St. 42: 57,2%), *Cibicides aknerianus* (5%) (St. 15: 28,1%), *Cibicidinella variabilis* (3%) (St. 20: 29,4%), *Globocassidulina crassa* (3,95%), *G. subglobosa* (5,22%), *Elphidium macellum* (4,6%) (St. 45: 10,3%), *Epistomella* sp. (2,2%) (St. 18: 29%) y *Quinqueloculina seminula* (2,3%) (St. 19: 15,02%). Se observó dominio de formas plano-convexas.

**Tramo 100-150 m:** Las cuatro muestras analizadas, en esta profundidad, brindaron 6 especies dominantes: *Discanomalina vermiculata* (26%) (St. 52: 61,2%), *Angulogerina angulosa* (12,8%) (St. 40: 40,9%), *Ehrenbergina pupa* (4,55%) (St. 36: 24,4%), *Uvigerina brunnensis* (4,8%), *Nonionoides grateloupi* (5%) y *Cassidulina carinata* (5%) (St. 24: 13,4%). En este estrato batimétrico comenzaron a hacerse presente formas cónicas-alargadas, lo que sugiere ambientes más protegidos en los que es posible que se acumule sedimento más fino.

**Tramo 150- 200 m:** En las únicas dos muestras obtenidas en esta profundidad, destacaron cuatro especies: *Angulogerina angulosa* (5,9%), *Uvigerina brunnensis* (46,4%) (St. 6: 53,4%), *Nonionoides grateloupi* (14,05%), y *Bulimina notovata* (18,63%) (St. 29: 57,7%). A medida que se profundizó el fondo, fueron incorporándose más especies de formas cónicas, siendo notable el aumento de *Uvigerina brunnensis*. Esto podría relacionarse con microhábitats lodosos, con alto contenido de materia orgánica y disminución gradual del contenido de oxígeno asociado a corrientes frías, más profundas.

**Tramo 200- 250 m:** En las tres muestras recolectadas en este tramo las abundancias más altas correspondieron a: *Globocassidulina subglobosa* (6,3%), *Angulogerina angulosa* (7%), *Nonionoides grateloupi* (14,4%) (St. 39: 22,2%), *Bulimina notovata* (13%) (St. 13: 11,2%), *Protoglobobulimina pupoides* (10,31%) y *Pyrgoella sphaera* (7%). *Uvigerina asperula* alcanzó abundancias altas en las estaciones 39: 40,3% y 46: 48,7% y *Oridorsalis tener* en la estación 1: 9,64%.

**Tramo 250- 300 m:** En esta profundidad se registraron 5 especies dominantes: *Angulogerina angulosa* (10,93%) (St. 54:10,9%), *Oridorsalis tener*

(5,2%), *Cassidulina carinata* (6,74%) (St. 8: 23,8%), *Globocassidulina rossensis* (8,64%) (St. 53: 15%) y *Cibicides fletcheri* (6%) (St. 55: 20,6%). Estas especies ya habían sido descritas para las zonas más profundas de canales y fiordos a lo largo del Pacífico y en Antártica. Se observó una mezcla de morfogrupos, de lo que se infiere un ambiente con sustratos variados y baja energía.

**Tramo 300- 400 m:** Sólo se recolectó una muestra en este nivel batimétrico por lo que los resultados deben ser considerados preliminares. Sólo tres especies alcanzaron una abundancia significativa: *Oridorsalis tener* (41%) (St. 9: 31,4%), *Cibicides refulgens* (15,1%) (St. 9: 11,8%) y *Quinqueloculina seminula* (23,1%) (St. 9: 17,6%). Esta última especie es cosmopolita y se ha encontrado en un amplio rango de profundidades, aunque parece preferir las zonas más someras.

**Tramo 400- 500 m:** A esta profundidad se recolectaron dos muestras, una de ellas con alta cantidad de foraminíferos. Seis especies dominaron: *Discanomalina vermiculata* (46,3%) (St. 10: 48,1%), *Angulogerina angulosa* (4,8%) (St.16: 9,0%), *Nonionoides grateloupi* (3,1%) (St.16: 37,7%), *Globocassidulina rossensis* (9,2%), *Cibicides refulgens* (16,5%) (St.10: 17,1%) y *Mississippina concentrica* (4,8%). En general, puede decirse que la presencia de las especies no varió mayormente en estos últimos tramos.

**Tramo 600- 650 m:** Se recolectaron sólo dos muestras, teniendo una de ellas (N° 12) un alto número de foraminíferos. Sólo tres especies abundaron a esta profundidad: *Angulogerina angulosa* (45,2%) (St.12: 46,2%), *Nonionoides grateloupi* (St. 28: 31%) y *Cassidulina laevigata* (5%) (St. 12: 31,6%).

En la tabla 4 se presentan las preferencias de profundidad que mostraron las 47 especies que presentaron las mayores abundancias en el área. A partir de su distribución se definió tres zonas principales, una somera (0-150 m) donde se contaron 25 especies que no se les observó en sedimentos más profundos, una intermedia (150- 300 m), con once especies que mostraron una distribución amplia y una zona más profunda (> 300 m) con una docena de especies, exclusivas de esta zona.

TABLA 4: Rangos batimétricos de 47 especies de foraminíferos bentónicos al sur del estrecho de Magallanes.

Profundidad	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-400	400-500	500-600	600-650
1	B. elegantissima									
2	G. minuta									
3	A. echolsi									
4	F. schreibasiana									
5	B. marginata									
6	D. berthelothi									
7	C. parvus									
8	N. auris									
9	B. frigida									
10	B. peruviana									
11	C. porrectus									
12	C. fletcheri									
13	C. ornatus									
14	A. beccarii									
15	A. americanus									
16	C. parkerianus									
17	C. dispars									
18	C. variabilis									
19	D. isabelleana									
20	C. aknerianus									
21	E. macellum									
22	Q. seminula									
23	G. subglobosa									
24	E. pupa									
25	P. bulloides									
26	A. orbiculatum									
27	U. brunensis									
28	B. notovata									
29	C. carinata									
30	P. sphaera									
31	P. hispidula									
32	O. tener									
33	M. pompilioides									
34	N. grateloupi									
35	P. subcarinata									
36	P. pupoides									
37	C. carinata									
38	N. iridea									
39	M. concentrica									
40	G. rossensis									
41	C. refulgens									
42	D. vermiculata									
43	F. wuellerstorfi									
44	A. angulosa									
45	C. laevigata									
46	S. tenuis									
47	A. flavus									

## DISCUSIÓN

Representantes de los géneros *Buccella*, *Discorbis* y *Cibicides*, integran el grupo de las formas plano - convexas que se adhieren al sustrato y se les encuentra con frecuencia en ambientes poco profundos en toda la zona de canales y fiordos patagónicos, lo que concuerda con la topografía del terreno, en general es muy arenosa, presentando numerosas zonas de bloques, cantos y bolones, abandonados durante el retiro de los hielos que cubrieron la Patagonia en el Cuaternario. *Buccella frigida* había sido encontrada en zonas someras de canales patagónicos (Violanti *et al.* 2000) y en el presente trabajo, ocupando en fiordos del hemisferio norte zonas más profundas (Murray 2000). Boltovskoy *et al.* (1991) señalaron que para resistir condiciones de inestabilidad, las formas se adhieren a los sustratos duros y toman incluso la forma de ellos, especialmente por la superficie de contacto. Estas formas plano-convexas se asocian también a ambientes turbulentos, de alta energía y/o con fenómenos de bioturbación. Así, *Buccella frigida* es también una de las especies más abundantes en ambientes costaneros (80-100 m) de la costa argentina de Tierra del Fuego en donde se encuentra acompañada por *B. campsi*, *Quinqueloculina seminula*, *Triloculina subrotunda*, *Pyrgo ringens*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium discoidale*, *Buliminella elegantissima*, *Bulimina patagonica*, *Bolivina pseudoplicata*, *B. striatula*, *Discorbis floridanus* y *Cibicides mckannai* (Boltovskoy 1959).

El género *Cibicides* es reconocido en ambientes de alta energía (Ishman & Martínez 1995, Hromic *et al.* 2006), generalmente se le asocia a zonas costeras y/o ambientes de fondos turbulentos. En este estudio, *C. dispars*, alcanzó una alta representación (38,71%) en sedimentos poco profundos, *C. aknerianus* con 5 % de ejemplares en muestras obtenidas entre 50-100 m, *C. refulgens* y *C. fletcheri* por debajo de los 250 m con abundancias sobre el 13%. *C. aknerianus* había sido recolectado en ambientes someros (B. Scholl: 18 m) en altas cantidades (24,81%) (Marchant 1993).

En aguas algo más profundas del estrecho de Magallanes (> 400 m), Hromic (1996) observó predominio de foraminíferos calcáreos, particularmente del género *Uvigerina*. En general, las formas cónicas como *Angulogerina* y *Uvigerina*



se relacionan con ambientes de baja energía, agua más bien fría y con bajo contenido de oxígeno, por lo que suelen ser más abundantes en las zonas más profundas (Kaiho 1991). *Uvigerina brunnensis* alcanzó el 46,4 % a los 150 m, Violanti *et al.* (2000) la citaron para profundidades entre 360-571 m en el estrecho de Magallanes. Otra forma cónica como *Bulimina notovata* se presentó a partir de los 150 m en porcentajes menores. La presencia de *Nonionoides grateloupi* sugiere que los niveles de oxígeno no son todavía extremadamente bajos, más aún cuando esta especie es infaunal.

El análisis de sedimentos recolectados en el estrecho de Magallanes desde profundidades entre 12 - 50 m, evidenció la presencia de 44 especies. Si bien no se mencionaron abundancias, cabe hacer notar que las siguientes especies fueron también encontradas en esta oportunidad: *Discanomalina vermiculata*, *G. crassa*, *C. aknerianus*, *C. dispars*, *C. variabilis*, *E. macellum* y *Buccella peruviana* llegando hasta 100 m de profundidad. *A. angulosa* mencionadas para aguas someras, en este trabajo solo se presentó bajo los 100 m (Zapata & Alarcón 1988).

En otro estudio realizado en el estrecho de Magallanes, Violanti *et al.* (2000), encontraron 132 especies de foraminíferos bentónicos y señalaron que los géneros más representativos fueron *Cibicidoides* (*C. aknerianus*, *C. fletcheri* y *C. dispars*) asociado a sedimentos lodo-arcillosos, en profundidades superiores a 200 m. Los resultados del presente trabajo claramente establecen que *C. dispars* y *C. aknerianus* prefirieron zonas más someras, mientras que *C. fletcheri* y *C. refulgens* zonas más profundas. Según Violanti *et al.* (2000) *Globocassidulina* (*G. crassa*, *G. subglobosa* y *G. rossensis*) se presentó en fangos y arenas finas en profundidades altas. En este estudio *G. crassa* y *G. subglobosa* se encontraron en profundidades menores, al contrario de *G. carinata* y *G. rossensis* que se observaron en profundidades mayores. *Trifarina* (= *Angulogerina*) recuperada de sedimentos barro-arcillosos por Violanti *et al.* (2000), entre 200-400 m se encontró aquí con abundancias altas por debajo de los 100 m. Según estos autores, *B. peruviana* caracterizó sustratos con arenas gruesas en la boca oriental del Estrecho, zona poco profunda (28-106 m) y al hallarse en sedimentos subsuperficiales podría indicar episodios fríos. También concordaron con la distribución de *Oridorsalis tener*, en aguas profundas.

Hromic & Zúñiga (2005) encontraron en aguas someras (7-12 m) entre 44° y 46°S abundantes representante de *Ammonia beccarii* (28,1%), *Buccella frigida* (17,7%) y *Cibicides dispars* (14,8%); sin embargo, *A. beccarii* no se registró en las zonas someras del presente estudio, en cambio, *B. frigida* y *C. dispars* se registraron en aguas algo más profundas (50-100m). También llama la atención que *Cribrorotalia meridionalis*, encontrada en forma abundante en bahía Scholl, (45,1%; 18 m) no estuviese presente (Marchant 1993).

Las altas abundancias de *Discanomalina vermiculata*, otra forma plano convexa, sugiere que el fondo presenta un sedimento más bien grueso y de alta turbulencia. A medida que se profundizó en la plataforma se fueron registrando nuevas especies, con frecuencias relativamente bajas (10-15%) siendo reemplazadas las formas plano-convexas típicas de zonas costeras de playa por las formas cónicas y biumbilicadas.

Lena (1966) analizó muestras de sedimento extraído desde 9 m de profundidad en el canal Beagle, encontrando en forma abundante *B. frigida*, que en este trabajo se la encontró hasta los 100 m, *C. aknerianus*, *E. macellum* s.l. y *C. crassa*, que en las muestras analizadas sólo se presentaron a partir de los 50 m, *E. articulatum* y *H. depressula* estuvieron ausentes en los tramos someros.

## CONCLUSIONES

a) En aguas someras de 0-150 m, se establecieron en forma casi exclusiva, el 53 % de las 47 especies analizadas, a saber: *Buliminella elegantissima*, *Globocassidulina minuta*, *G. subglobosa*, *Ehrenbergina pupa*, *Astrononion echolsi*, *Fursenkoina schreibasiana*, *Bulimina marginata*, *Discorbis berthelothi*, *Cassidulinoides parvus*, *C. parkerianus*, *C. porrectus*, *Nonionella auris*, *Buccella frigida*, *Cibicides fletcheri*, *C. ornatus*, *C. dispars*, *C. aknerianus*, *Elphidium macellum*, *Quinqueloculina seminula*, *Cibicidinella variabilis*, *Discorbinella isabelleana*, *Ammonia beccarii*, *Ammobaculites americanus* y *Pullenia bulloides*. *Cibicides fletcheri* y *Cibicides ornatus*, se les encontró en abundancias importantes hasta los 650 m.

En el tramo 0-50 m dominaron *Buccella frigida*, *Buliminella elegantissima* y *Discorbis berthelothi*. Entre 50 y 100 m las especies más

abundantes fueron *Cibicides dispars*, *Buccella frigida* y *Ammonia beccarii*; y entre 100 y 150 m, *Discanomalina vermiculata*, *Angulogerina angulosa* y *Ehrenbergina pupa*. Los morfotipos más frecuentes son las formas plano-convexas. En la porción más profunda hacen su aparición formas cónicas, infaunales, indicando un leve descenso de la oxigenación, aguas algo más frías y un ambiente más tranquilo.

b) En aguas intermedias de 150 a 350 m, se establecieron especies que habitan en el segmento más somero y que extienden su rango batimétrico, y que en esta área de estudio, no se les encontró a mayor profundidad. Entre ellas: *Alveolophragmiun orbiculatum*, *Uvigerina brunnensis*, *Bulimina notovata*, *Cassidulina carinata*, *Pyrgoella sphaera*, *Pigmaeoseistron hispidula*, *Oridorsalis tener*, *Melonis pompilioides* y *Protoglobobulimina pupoides*. Las especies que dominaron en el tramo más alto (150 - 200 m) fueron *Uvigerina brunnensis*, *Bulimina notovata* y *Nonionoides grateloupi*. Entre 200 y 250 m se mantuvo la presencia de *Nonionoides grateloupi* y *Bulimina notovata* y se hizo presente *Oridorsalis tener*. Entre 250 y 300 m, se presentaron *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina carinata* y *Globocassidulina rossensis*.

c) En aguas profundas (>350 m) se recolectaron especies como *Angulogerina carinata*, *Nonionella iridea*, *Mississippina concentrica*, *Globocassiduli-*

*na rossensis*, *Cibicides refulgens*, *Discanomalina vermiculata*, *Fontbotia wuellerstorfi*, *Angulogerina angulosa*, *Cassidulina laevigata*, *Ammodiscus flavus* y *Spiroloculina tenuis*.

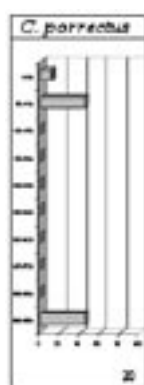
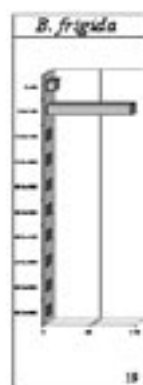
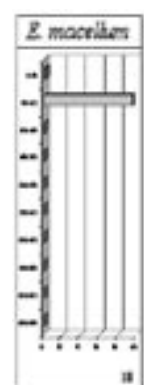
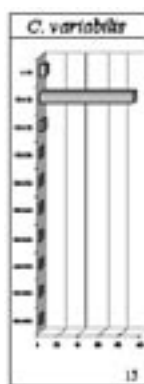
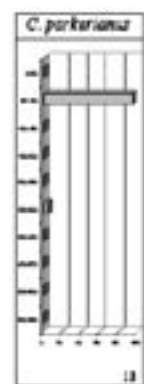
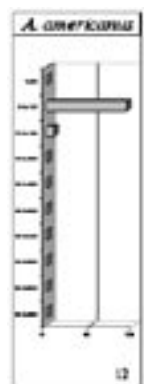
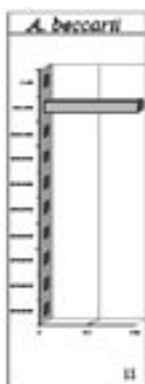
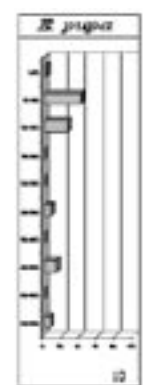
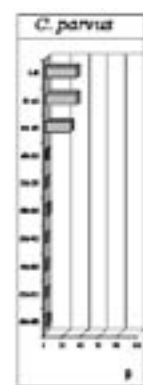
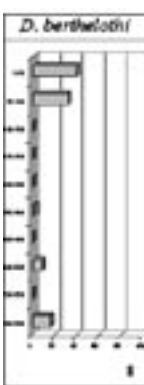
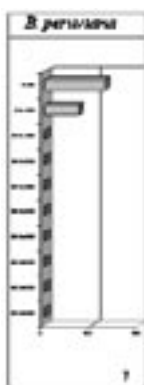
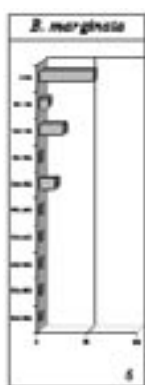
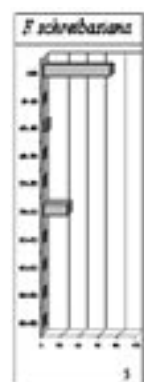
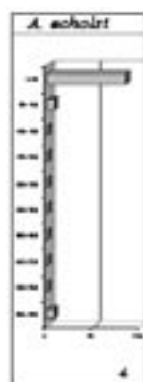
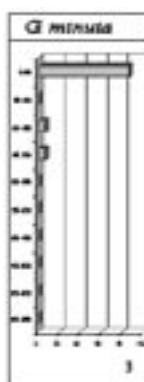
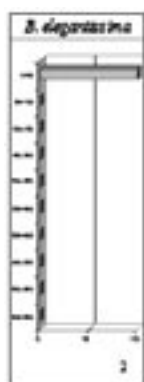
Las especies más abundantes fueron: *Oridorsalis tener* y *Cibicides refulgens*, a mayor profundidad se encontraron *Discanomalina vermiculata*, *Cibicides refulgens* y *Angulogerina angulosa*, finalmente, por debajo de los 600 m persistieron *Angulogerina angulosa*, *Angulogerina carinata* y *Cassidulina laevigata*.

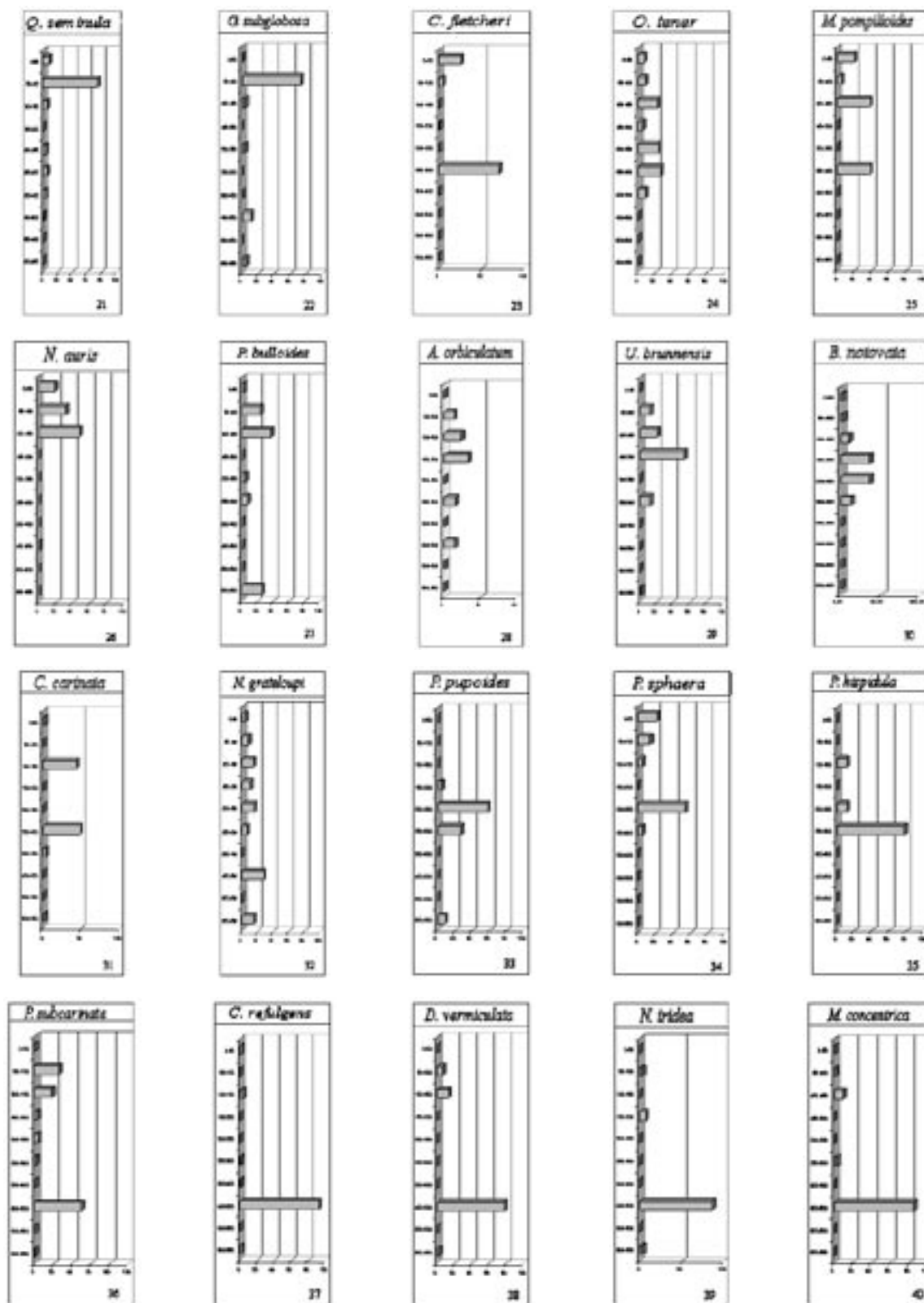
d) Proyectando esta distribución al pasado, la presencia de los géneros *Cibicides*, *Buccella* y *Cassidulina* en depósitos más antiguos estaría indicando una biofacie costera, de aguas frías y alta energía.

#### AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su gratitud al Comité Oceanográfico Nacional (CONA) por el financiamiento del Proyecto y al personal del buque AGOR VIDAL GORMAZ de la Armada de Chile por su apoyo durante el crucero. A las autoridades de la Universidad de Magallanes por autorizar el desarrollo de este trabajo.

A las ayudantes de laboratorio Srta. Lyta Quezada y Srta. Elizabeth Aguilar, por su interés en los foraminíferos.





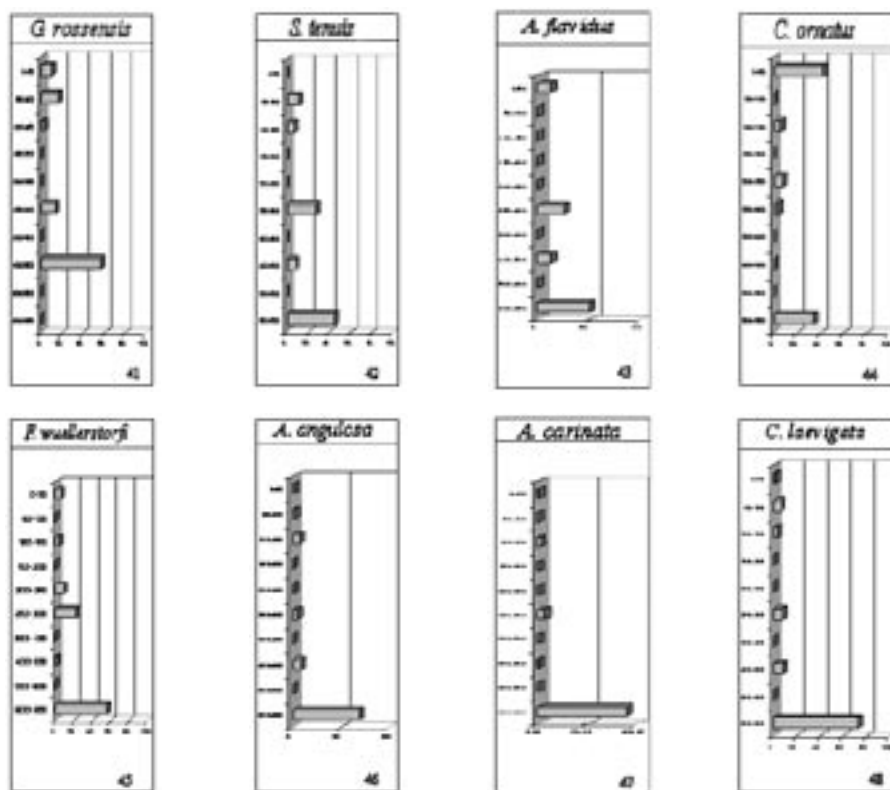


Fig. 5: Distribución batimétrica de las 47 especies más abundantes del área de estudio. La profundidad está expresada en tramos de 50 m. 1) Abundancia total; 2) *Buliminella elegantissima*; 3) *Globocassidulina minuta*; 4) *Astrononion echolsi*; 5) *Fursenkoina schreibasiana*; 6) *Bulimina marginata*; 7) *Buccella peruviana*; 8) *Discorbis berthelothi*; 9) *Cassidulinoides parvus*; 10) *Ehrenbergina pupa*; 11) *Ammonia beccarii*; 12) *Ammobaculites americanus*; 13) *Cassidulinoides parkerianus*; 14) *Cibicides dispars*; 15) *Cibicidinella variabilis*; 16) *Discorbina isabelleana*; 17) *Cibicides aknerianus*; 18) *Elphidium macellum*; 19) *Buccella frigida*; 20) *Cassidulinoides porrectus*; 21) *Quinqueloculina seminula*; 22) *Globocassidulina subglobosa*; 23) *Cibicides fletcheri*; 24) *Oridorsalis tener*; 25) *Melonis pompilioides*; 26) *Nonionella auris*; 27) *Pullenia bulloides*; 28) *Alveolophragmiun orbiculatum*; 29) *Uvigerina brunnensis*; 30) *Bulimina notovata*; 31) *Cassidulina carinata*; 32) *Nonionoides grateloupi*; 33) *Protoglobobulimina pupoides*; 34) *Pyrgoella sphaera*; 35) *Pigmaeoseistrion hispidula*; 36) *Pullenia subcarinata*; 37) *Cibicides refulgens*; 38) *Discanomalina vermiculata*; 39) *Nonionella iridea*; 40) *Mississippina concentrica*; 41) *Globocassidulina rossensis*; 42) *Spiroloculina tenuis*; 43) *Ammodiscus flavidus*; 44) *Cibicides ornatus*; 45) *Fontbotia wuellerstorfi*; 46) *Angulogerina angulosa*; 47) *Angulogerina carinata* y 48) *Cassidulina laevigata*.

## LISTA DE REFERENCIA

1. *Alveolophragmiun orbiculatum* Schedrina, 1936
2. *Ammodiscus flavidus* Hoeglund, 1947
3. *Ammonia beccarii* (Linnaeus)  
= *Nautilus beccarii* Linnaeus, 1758
4. *Ammobaculites americanus* Cushman, 1910
5. *Angulogerina angulosa* (Williamson)  
= *Uvigerina angulosa* Williamson, 1858.
6. *Angulogerina carinata* (Cushman)  
= *Uvigerina angulosa* Williamson var. *carinata* Cushman, 1927
7. *Astrononion echolsi* Kennett, 1967
8. *Buccella frigida* (Cushman)  
= *Pulvinulina repanda* Fichtel y Moll var. *karsteni* (Reuss)  
= *Pulvinulina frigida* Cushman, 1921 (1922).
9. *Buccella peruviana* d'Orbigny  
= *Rotalina peruviana* d'Orbigny, 1839
10. *Bulimina marginata* d'Orbigny, 1826,
11. *Bulimina notovata* Chapman, 1941
12. *Buliminella elegantissima* d'Orbigny, 1839
13. *Cassidulina carinata* (Cushman)  
= *Cassidulina laevigata* d'Orbigny var. *Carinata* Cushman, 1922
14. *Cassidulina laevigata* d'Orbigny, 1826,
15. *Cibicides aknerianus* (d'Orbigny)  
= *Rotalina akneriana* d'Orbigny, 1846
16. *Cibicides dispars* (d'Orbigny)  
= *Truncatulina dispars* d'Orbigny, 1839
17. *Cibicides refulgens* Montfort, 1808
18. *Cassidulinoides parkerianus* (Brady)  
= *Cassidulina parkeriana* Brady, 1884,
19. *Cassidulinoides parvus* (Earland)  
= *Ehrenbergina parva* Earland, 1934
20. *Cassidulinoides porrectus* (Heron-Allen & Earland)  
= *Cassidulina crassa* d'Orbigny var. *porrecta* Heron Allen & Earland, 1932
21. *Cibicides fletcheri* Galloway & Wissler, 1927
22. *Cibicides ornatus* (d'Orbigny)  
= *Truncatulina ornata* d'Orbigny, 1839.
23. *Cibicidinella variabilis* (d'Orbigny)  
= *Truncatulina variabilis* d'Orbigny, 1826
24. *Discanomalina vermiculata* (d'Orbigny)  
= *Truncatulina vermiculata* d'Orbigny, 1839
25. *Discorbinella berthelothi* (d'Orbigny)  
= *Rosalina bertheloti* d'Orbigny, 1839
26. *Discorbinella isabelleana* (d'Orbigny)  
= *Rosalina isabelleana* d'Orbigny, 1839,
27. *Ehrenbergina pupa* (d'Orbigny)  
= *Cassidulina pupa* d'Orbigny, 1839
28. *Elphidium macellum* (Fichtel & Moll)  
= *Nautilus macellus* Fichtel & Moll, 1798.
29. *Fursenkoina schreibasiana* (Czjzet)  
= *Virgulina schreibasiana* Czjzet, 1848
30. *Globocassidulina minuta* (Cushman)  
= *Cassidulina minuta* Cushman, 1933
31. *Globocassidulina rossensis* (Kennett)  
= *Cassidulina crassa* (Brady) var. *rossensis* Kennett, 1967
32. *Globocassidulina subglobosa* (Brady)  
= *Cassidulina subglobosa* Brady, 1881
33. *Melonis pompilioides* (Fichtel & Moll)  
= *Nautilus pompilioides* Fichtel & Moll, 1798
34. *Mississippina concentrica* (Parker & Jones)  
= *Pulvinulina concéntrica* Parker & Jones, 1864.
35. *Nonionella auris* (d'Orbigny)  
= *Valvulina auris* d'Orbigny, 1839
36. *Nonionella iridea* Heron-Allen & Earland, 1932
37. *Nonion grateloupi* (d'Orbigny)  
= *Nonionina grateloupi* d'Orbigny, 1839,
38. *Fontbotia wuellerstorfi* (Schwager)  
= *Anomalina wuellerstorfi* Schwager, 1866
39. *Oridorsalis tener* (Brady)  
= *Truncatulina tenera* Brady, 1884,
40. *Protoglobobulimina pupoides* (d'Orbigny)  
= *Bulimina pupoides* d'Orbigny 1846
41. *Pullenia bulloides* (d'Orbigny)  
= *Nonionina bulloides* d'Orbigny, 1846
42. *Pullenia subcarinata* (d'Orbigny)  
= *Nonionina subcarinata* d'Orbigny, 1839  
= *Pullenia quinqueloba* (Reuss), 1851
43. *Pyrgoella sphaera* (d'Orbigny)  
= *Biloculina sphaera* d'Orbigny, 1839
44. *Pygmaeoseistron hispidula* (Cushman)  
= *Lagena hispidula* Cushman, 1913
45. *Quinqueloculina seminula* (Linnaeus)  
= *Serpula seminula* Linnaeus, 1758
46. *Spiroloculina tenuis* (Czjzek)  
= *Quinqueloculina tenuis* Czjzek, 1848
47. *Uvigerina brunnensis* Karrer, 1877

## LITERATURA CITADA

- Barker, R. W. 1960. *Taxonomic Notes on the Species figured by H. B. Brady in his Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876*. Soc. Econ. Paleontol. & Mineral Sp. Pub. N° 9, Oklahoma, USA. 238 pp.
- Boltovskoy, E. 1959. La corriente de las Malvinas *Servicio Hidrográfico Naval* (Argentina) H. 1015:1-96.
- Boltovskoy, E. 1965. *Los Foraminíferos Recientes*. Eudeba. Bs. Aires. 510 pp.
- Boltovskoy, E, G. Giussani, S. Watanabe & R. Wright 1980. *Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest atlantic* Junk. bv. Pub. The Hague- Boston- London. 147 pp.
- Brady, H. B. 1884. *Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. "Challenger" during the years 1873 -1876*. Report Voyage Challenger, Zool., 9: 1 - 814.
- Carr, M. R. 1997. *Primer User Manual*. Plymouth Marine Laboratory Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. Plymouth. PL13DH, UK. 63 pp.
- Decrouez, D. 1989. Generic ranges of Foraminiferida. *Revue Paleobiologie* 8 (1): 263 – 321.
- Hromic, T. 1996. Foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminiferida) de aguas profundas del estrecho de Magallanes, Chile. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 24: 65-86
- Hromic, T. 1998a. Foraminiferida: Miliolina del Estrecho de Magallanes, Chile; distribución en el área subantártica y antártica. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 26: 107-118.
- Hromic, T. 1999. Foraminíferos bentónicos de canales australes de Kirke: canal Kirke, golfo Alentejo y seno Última Esperanza, XII<sup>a</sup> Región, Magallanes y Antártica chilena. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 27: 91-104.
- Hromic, T. 2001. Foraminíferos bentónicos del canal Baker (47°S; 74°W) Pacífico sudoriental, Chile. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 29: 135 -156.
- Hromic, T. 2002. Foraminíferos bentónicos de bahía Nassau, Cabo de Hornos, Chile. Comparación con foraminíferos del cono sur de América, antártica e islas Malvinas. *Anales Instituto Patagonia Serie Cs. Nat.* (Chile) 30: 95-108
- Hromic, T. 2003. Presencia de foraminíferos bentónicos en canales australes 43° - 47° S), resultados preliminares Expedición CIMAR- FIORDO VIII (2002). Informe de crucero; *Revista Comité Oceanográfico Nacional*, CONA: 193-200, Valparaíso, Chile.193- 200.
- Hromic, M. 2007. Biodiversidad y ecología del microbentos (Foraminiferida: Protozoa), entre la boca del Guafo y golfo de Penas (43°-46°S), Chile. *Ciencia y Tecnología del Mar* 30 (1) CONA: 89-103.Valparaíso, Chile.
- Hromic, T. & M. Zúñiga 2005. Foraminíferos bentónicos de ambientes someros extraídos durante la expedición Cimar 7 fiordos, canales patagónicos (42°-47° S) *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* (Chile) 76: 25 -38.
- Hromic, T., S. Ishman & N. Silva 2006. Benthic foraminiferal distributions in Chilean fjords: 47°S to 54°S *Marine Micropaleontology* (USA): 115-134.
- Ishman, S. & R. Martínez 1995. Distribution of modern benthic foraminifers from the fjord region of southern Chile. (42°S to 55°S) *Antarctic Journal Rev.* (USA): 6-8.
- Kaiho, K. 1991. Global changes of Paleogene aerobic/anaerobic benthic foraminifera and deep sea circulation. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 83: 65-76.
- Lena, H. 1966. Foraminíferos recientes de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). *Ameghiniana*, (Argentina) 4 (9): 311- 336.
- Loeblich, A. & H. Tappan 1988. *Foraminiferal Genera and Their Classifications*. Van Nostrand Reinhold Co. N.Y. Text- vol.: 970. Pl- Vol. 212 p + 847.
- Marchant SM., M. 1993. Foraminíferos de la Bahía Scholl, Región Magallánica, Chile, (Protozoa: Foraminifera) *Gayana Zool.* Concepción, (Chile) 57 (1): 61-75.
- Margalef, R. 1980. *Ecología*. Omega, Barcelona. 937pp.
- Murray, J. 2000. *Ecology and applications Benthic Foraminifera*. Cambridge Univ. Press 426 pp.

- Thompson, L. 1978. Distribution of living benthic foraminifera, Isla de los Estados, Tierra del Fuego, Argentina. *Journal Foraminiferal Research* 8 (3): 241- 257.
- Violanti, D., B. Loi & R. Melis 2000. Distribution of Recent Foraminifera from the Strait of Magellan. First quantitative data. *Boll. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino* 17 (2): 511-539.
- Zapata, J. A. & R. Alarcón 1988. Foraminíferos bentónicos del Estrecho de Magallanes (52°33'S; 69°54'W), Chile. *Biota* 4: 17-29. Osorno, Chile.
- Zapata, J., & H. Moyano 1996. Distribución de los foraminíferos bentónicos recolectados por el AKEBONU MARU "72", en el sur de Chile. *Gayana Zool.* 60 (2): 89 – 98. Concepción, Chile.
- Zapata, J. & H. Moyano 1997. Foraminíferos bentónicos recientes de Chile austral. *Boletín Sociedad Biología* 68: 27-37 Concepción, Chile.
- Zapata, J., C. Zapata & A. Gutiérrez 1995. Foraminíferos bentónicos del sur de Chile *Gayana Zool.* 59 (1): 23-40. Concepción, Chile.