FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2007

INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2007-02

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008

SEPTIEMBRE
2008

INFORME FINAL

FIP N° 2007-02

Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008

• Septiembre 2008 •

REQUIRENTE

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP

Presidente del Consejo:
Jorge Chocair Santibañez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:
Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo
Mauricio Braun Alegría

• Septiembre 2008 •

JEFE PROYECTO

JORGE CASTILLO PIZARRO

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la I y II Regiones durante el periodo de reclutamiento en la Primavera de 2007.

JORGE CASTILLO P.
ÁLVARO SAAVEDRA G.
CAROLA HERNÁNDEZ S.
VÍCTOR CATASTI B.
FRANCISCO LEIVA D.

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la I y II Regiones durante la primavera de 2007.

JAIME LETELIER P.
HERNÁN REYES R.
E. MILENA PIZARRO R.
FERNANDO ESPINDOLA R.

Biología Pesquera de la anchoveta en la I y II Regiones durante el período del reclutamiento de la primavera de 2007

BERNARDO LEIVA P.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la I y II Regiones en la primavera del 2007

FRANCISCO CERNA T.
AMALIA LÓPEZ A.

Oferta ambiental de alimento en la I y II Regiones durante la primavera de 2007

LILIANA HERRERA C.
GABRIEL CLARAMUNT Q.
EDUARDO OLIVA A.

● Septiembre 2008 ●

I. RESUMEN EJECUTIVO

Se presentan los resultados de la evaluación acústica de la biomasa, abundancia y distribución espacial; oferta ambiental de alimento y las condiciones oceanográficas físicas asociadas a la anchoveta en el periodo de reclutamiento de diciembre del año 2007 entre Arica y punta Buitre (I a II Regiones hoy XV a II Regiones).

Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C "Abate Molina" entre el 28 de noviembre y el 21 de diciembre del año 2007 (primavera). La zona de estudio se localizó entre Arica (18°22´S) y punta Buitre (24°40´S), donde se realizaron 39 transectas de prospección hidroacústica diurnas perpendiculares a la costa; 18 réplicas nocturnas; 102 estaciones oceanográficas y 51 lances de pesca a media agua.

La abundancia total de anchoveta varió entre 29.223,8 ($\pm$11,2%) y 30.219,2 ($\pm$11,1%) millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el Bootstrap y el menor con el Geoestadístico, existiendo una diferencia relativa menor al 2,3% entre los métodos. Este valor representa un incremento relativo de 14% respecto al periodo de verano de 2007 (25.443,25 millones de ejemplares), siendo inferior (-1,5%) a los obtenidos en 1997 (30.038,4 millones); 1999 (33.707,39 millones) y 2002 (38.500 millones). De este total, el 79,6% correspondió a reclutas ($\leq$ 12 cm) (23.553 millones de ejemplares). El 55,7% de la abundancia total se registró entre punta Arenas (21º 35´S) y Antofagasta (Zona 6), con 16.499,3 millones de ejemplares. Los reclutas se localizaron preferentemente en los sectores costeros desde punta Camarones a Antofagasta. Este resultado muestra un importante incremento (>330%) respecto al verano (febrero-marzo) del año 2007.

La biomasa total de anchoveta varió entre 255.656,6 ($\pm$11,2%) y 298.466,1 t

(±10,1%) según el método de estimación aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 57,4 y 55,1 t/mn². Las mayores estimaciones se alcanzaron con el método Bootstrap. El 35,3% de esta biomasa se localizó entre punta Arenas y Antofagasta con 102.345,2 t. Este resultado se encuentra levemente por abajo (-5,4%) del rango inferior obtenido en el periodo 1999-2002, siendo un 30,2% menor al alcanzado en el verano del 2007 (415.779 t). Los reclutas representaron el 50,3% de la biomasa total, con 146.034,4 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en la zona 6 que concentró el 68,7% con 100.984,4 t y 3 con el 11,9% (26.156 t). La biomasa de esta fracción representa un importante incremento (152,9%) respecto al verano (febrero-marzo) del año 2007.

En general la estructura de tallas de anchoveta fue multimodal con dos modas claramente visibles centradas en 9,5 cm y en 15,5 cm, el rango varió entre 6,5 y 18 cm. En los extremos norte y sur de la zona de estudio y al oeste de las 10 mn se registraron ejemplares con tallas modales centradas en 15,5 y 16 cm, mientras que en el sector central y hacia la costa se registraron ejemplares de tallas modales centradas en 9 y 10 cm.

La clave edad talla de anchoveta para el crucero estuvo conformada por 4 grupos de edad (0 al III). La estructura de edad de anchoveta, con los cuatro métodos de estimación de abundancia, se caracterizó por un predominio del grupo de edad 0, con una abundancia entre el 80 y 85%. Los ejemplares reclutas (<12 cm) correspondieron a este grupo de edad y alcanzaron el 77% del total de la captura.

La anchoveta presentó algunos focos de mayor densidad en las primeras 5 mn y entre las 15 y 20 mn de la costa en el área central de la zona de estudio. Las zonas extremas del área de estudio se caracterizan por la presencia de ejemplares adultos, en tanto en el centro estuvieron los ejemplares reclutas. En general, la anchoveta se distribuyó espacialmente bien estructurada, obteniéndose modelos de variograma

con efecto aleatorio pequeño ó cero, explicándose adecuadamente la distribución espacial por el modelo geoestadístico ajustado. Las macroestructuras espaciales variaron entre 1,5 y 7,2 mn. La distribución batimétrica de la anchoveta, se restringe a los primeros 36 m de profundidad, registrándose el 96,5% de las agregaciones entre 10 y 20 metros.

El IOC del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), alcanza el 70% del área prospectada, valor levemente mayor a lo registrado en otros cruceros.

Las agregaciones nocturnas de anchoveta fueron más extensas, de mayor área, perímetro, elongación y densidad que en ambiente diurno. La altura de las agregaciones fue menor en ambiente diurno. Durante el día las agregaciones fueron más cohesionadas que en la noche. La anchoveta se distribuyó en profundidades similares entre el día y la noche.

La zona de estudio registró una condición de afloramiento habitual, midiéndose condiciones térmicas y salinas bajo el promedio en el sector oeste en el área que va desde Iquique a caleta Chipana. Tal condición, dada la magnitud de las anomalías, está relacionada a la condición fría regional La Niña 2007. No obstante lo anterior, el crucero RECLAN de diciembre de 2007 se realizó durante el debilitamiento del evento frío y el comienzo del verano austral. Durante el crucero, una banda costera de aguas frías y alta concentración de clorofila-a se presentó asociada a los focos de surgencia. Las concentraciones de clorofila-a observadas durante este crucero fueron inferiores a las reportadas para el mes de febrero del mismo año. En los sectores de Arica, punta Lobos y caleta Colorada, la distribución de OD superficial evidenció una mayor participación de agua ecuatorial subsuperficial. Se registró un decremento de agua subtropical en la zona en relación a febrero 2007 y un aumento de agua subantártica (asociado también al evento La Niña más intenso de los últimos años).

Las mayores agregaciones de anchoveta estuvieron asociados a temperaturas entre 12°C y 19,9°C con una clara preferencia por aguas entre 13-15,9°C. La salinidad, que limitó a la anchoveta estuvo entre 34,5 y 34,89 psu, con una inclinación por el rango 34,6-34,69 psu.

Los centros de gravedad (CG) no tienen un comportamiento muy definido, sin embargo, en general, los adultos poseen un patrón de cobertura geográfica más amplio que los reclutas, aunque ambos se encuentran asociados a la zona de influencia de aguas surgentes, destacándose los alrededores de punta Lobos como uno de los principales núcleos de distribución de la especie y un foco relevante de reclutamiento y desove.

Para toda la zona de estudio el valor promedio de IGS fue de 4,58%, con un mínimo de 1,15% obtenido en los 11,5 cm y un máximo de 10,65% para los 18 cm. En el caso de las hembras el valor promedio de IGS fue de 4,75% presentando un comportamiento similar al total, con valor mínimo en 11,5 cm (1,05%) y máximo en 18 cm (10,65%). Los machos presentan un valor promedio de 4,41% con extremos en 11 cm (1,27%) y en 17 cm (8,61%).

La componente microfitoplanctónica estuvo conformada por diatomeas, en cadena y solitarias, y por flagelados tecados y atecados. Las diatomeas exhibieron las mayores abundancias celulares (>1000 cél/mL) y presentaron un espectro de tamaño más amplio (68,7 - 384,1 µm). Los microflagelados escasamente superaron una concentración de 100 cél/mL, y sus tamaños fluctuaron entre 36,3 y 152,2 µm. La distribución espacial reveló la presencia de núcleos de altas concentraciones entre los 18º25’ y 21º20’S, con una notoria disminución hacia el sur del área de estudio que fue evidente en ambos grupos. En las diatomeas se observó una asociación entre las más altas densidades celulares y tamaños entre 100 y 200 µm.

El zooplancton presentó abundancias que fluctuaron entre 300 y 30.000 ind/m^3. Copépodos y huevos de peces realizaron los mayores aportes al total observado. La distribución horizontal reveló núcleos de altos valores al norte del área de estudio, las que disminuyeron considerablemente hacia el sur. El espectro de tamaño fluctuó entre 0,25 y 13,25 mm, predominando las fracciones inferiores a 2,25 mm, las que, además, presentaron la misma distribución de la abundancia total.

La determinación de la relación entre las señales acústicas (S_A) de anchoveta y variables ambientales se llevó a cabo a través de métodos estadísticos no paramétricos. El modelamiento mediante GAM de la variable densidad de anchoveta de ambas fracciones transformada a una escala logarítmica es explicado principalmente por las variables ambientales temperatura, salinidad, gradientes de temperatura, salinidad, clorofila, abundancia de flagelados y diatomeas y biozooplancton y el tamaño de diatomeas, con un pseudo coeficiente de determinación final que explica un 73,4% de la variabilidad total para los adultos y de 68% para reclutas. Para adultos las variables temperatura, salinidad, abundancia y tamaño diatomeas más los gradiente de clorofila y para los reclutas las variables de abundancia y tamaño de las diatomeas junto a gradientes de temperatura y clorofila presentaron un rango con una ventana ambiental óptima, correspondiente a la zona moderada y una concentración media de las variables.

ÍNDICE GENERAL

Página

I. RESUMEN EJECUTIVO ---------- **i**

II. ÍNDICE GENERAL ---------- **vii**

III. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS ---------- **xiv**

IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO ---------- 1

A. Objetivo general ---------- 1

B. Objetivos específicos ---------- 1

V. ANTECEDENTES---------- **2**

VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO---------- **8**

1. Objetivo específico B1: Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería. ---------- 8

1.1 Zona de estudio---------- 8

1.2 Plan de muestreo acústico---------- 8

1.3 Calibración del sistema acústico ---------- 9

1.3.1 Calibración electroacústica ---------- 9

1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta ---------- 11

1.4 Identificación de especies---------- 13

1.4.1 Método acústico (Guzmán ***et al.***, 1983)---------- 13

1.4.2 Pescas de identificación---------- 14

1.5 Procesamiento de la información acústica ---------- 15

1.6 Estimación de la abundancia y la biomasa---------- 16
1.6.1 Estratificación de la estructura de tallas---------- 16
1.6.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)------ 16
1.6.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa ---------- 20
1.6.4 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV) 25

2. Objetivo B2. Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio---------- 26
2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio---------- 26
2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua ---------- 26
2.1.2 Estructura de tallas ---------- 28
2.1.3 Estimador de la composición en talla ---------- 28
2.1.4 Pesos medios a la talla ---------- 29
2.1.5 Expansión al área total---------- 30
2.1.6 Relación longitud/peso---------- 31
2.2 Descripción de los estadios de madurez de anchoveta ---------- 33
2.3 Índice gonadosomático ---------- 35
2.4 Proporción sexual ---------- 36
2.6 Estimación y composición de la edad de anchoveta ---------- 36
2.6.1 Estimación de la edad---------- 36
2.6.2 Lectura de otolitos ---------- 37
2.6.3 Clave edad- talla y composición de edad de la captura---------- 39
2.6.3.1 Clave talla-edad---------- 39
2.6.3.2 Captura en número por grupo de edad---------- 40
2.6.3.3 Expansión de la captura en número a los grupos de edad ---------- 40
2.6.3.4 Peso medio a la edad---------- 41

3. Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales de ambas especies y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación. ---------- 42
3.1 Distribución espacial de los recursos ---------- 42
3.2 Indices de ocupación y abundancia relativa ---------- 45
3.3 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas en la I y II región durante el verano del 2007. ---------- 46
3.3.1. Información Metereológica ---------- 46
3.3.2. Muestreo de temperatura, salinidad, oxigeno y clorofila-a---------- 46
3.3.3. Procesamiento de la información ---------- 48
3.3.4. Distribución espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital---------- ---------- 55
3.3.5. Distribución espacial y temporal de la clorofila superficial del mar--------57
3.3.5.1 Imágenes satelitales del nivel del mar y corriente geostrófica superficial ---------- 57
3.3.6. Imágenes satelitales del régimen de viento superficial ---------- ---------- 58
3.3.7. Análisis del nivel del mar---------- ---------- 59
3.3.8. Comparación histórica de las condiciones oceanográficas---------- ------ 60
3.4. Oferta ambiental del alimento entre las Regiones I y II en diciembre del 2007 ---------- 61
3.4.1. Microfitoplancton y microzooplancton ---------- 62
3.4.1.1. Composición especifica ---------- 62
3.4.1.2. Abundancia y espectro de tamaños ---------- 62
3.4.2. Zooplancton---------- 63
3.4.2.1. Biomasa ---------- 63
3.4.3. Análisis de la información ---------- 63
3.5 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y anchoveta.---------- 64
3.5.1 Procesamiento de la información ---------- 65

3.5.2 Relaciones entre la distribución espacial de anchoveta y las variables oceanográficas. ---------- 68
3.5.3 Análisis de la señal latitudinal---------- 70
3.5.4 estimacion de los centros de gravedad (CG) ---------- 70

3.6 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales. ---------- 71

4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta y sardina común en el área de estudio.---------- 72

VII. RESULTADOS ---------- 76

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas de la I y II Regiones de chile durante el verano del 2007. ---------- 76
1.1. Viento ---------- 76
1.2. Condiciones hidrográficas en superficie---------- 77
1.2.1. Temperatura ---------- 77
1.2.2. Salinidad ---------- 78
1.2.3. Densidad superficial ---------- 79
1.2.4. Isoterma de 15°C ---------- 80
1.2.5. Oxigeno superficial ---------- 80
1.3. Límite superior de la capa de mínimo OD ---------- 81
1.4. Capa de mezcla ---------- 82
1.5. Termoclina---------- 82
1.6. Distribución vertical de las variables oceanográficas ---------- 84
1.6.1. Temperatura vertical ---------- 84
1.6.2. Salinidad vertical ---------- 85
1.6.3. Densidad vertical ---------- 86
1.6.4. Distribución vertical de OD---------- 87
1.7. Masas de aguas ---------- 88
1.8. Circulación geostrófica superficial ---------- 89
1.9. TSM satelital ---------- 91

1.10. Viento satelital ---------- 91
1.11. Clorofila superficial---------- 92
1.12. Fluorescencia in vivo superficial ---------- 93
1.13. Clorofila integrada---------- 93
1.14. Distribución vertical de clorofila ---------- 94
1.15. Distribución vertical de feo pigmento ---------- 95
1.16. Distribución vertical de fluorescencia in vivo ---------- 95
1.17. Asociación entre clorofila-a superficial, clorofila total, clorofila integrada y fluorecencia ---------- 96
1.18. Clorofila satelital ---------- 96
1.19. Condiciones regionales durante los cruceros de reclutamiento de Anchoveta (RECLAN) ---------- 97
1.20. Anomalia del nivel del mar---------- 98
1.21. Temperatura superficial del mar (TSM) de cruceros y satelital---------- 98
1.22. Salinidad (cruceros RECLAN)---------- 99
1.23. Profundidad de la isoterma de 15°C (cruceros RECLAN) ----------100
1.24. Circulación geostrófica (cruceros RECLAN) ----------101
1.25. Oxigeno disuelto----------102
1.26. Clorofila- a ----------103
1.27. Condiciones regionales durante los cruceros de reclutamiento de anchoveta (RECLAN) ----------104
2. Oferta ambiental de alimento entre la zona I y II Regiones durante la primavera del 2007 (Objetivo B3) ----------105
2.1. Fitoplancton----------105
2.2. Microzooplancton----------108
2.3. Zooplancton----------110
2.3.1. Abundancia y espectro de tamaño----------110
2.3.2. Biomasa del zooplancton ----------111
2.3.3. Análisis de la información ----------112

3. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad (Objetivo B2) ---------- 114
3.1. Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C "Abate Molina". ---------- 114
3.1.1 Estructura de tallas capturadas con red de media agua y cerco ----------115
3.2. Composición de tallas y pesos del stock de reclutas de anchoveta en el área de estudio ----------116
3.3. Estructura de tallas de anchoveta ----------117
3.3.1 Estructura de tallas de anchoveta en la zona total ----------117
3.3.2. Estratificación de las estructura de tallas----------118
3.3.2.1. Análisis estadístico de la estratificación de las subzonas mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)----------121
3.4. Relaciones longitud-peso ----------124
3.4.1. Modelos lineales----------124
3.4.2. Modelos no lineales ----------129
3.4.3. Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta ----------130
3.5. Proporción sexual----------132
3.6. IGS y estados de madurez----------134
3.7. Determinación de las estructuras de edad de anchoveta ----------143
3.7.1. Clave talla- edad ----------143

4. Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta y sardina común que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería (Objetivo B1). ---------- 143
4.1. Calibración hidroacústica---------- 143
4.2. Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta ---------- 143
4.3. Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta ---------- 145
4.3.1 Análisis de sesgo de Orilla ----------145
4.3.2 Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta ----------146
4.4. Precisión de los estimados de biomasa---------- 148

4.5. Estructuras de edad de la abundancia ---------- 149

5. Distribución de los recursos ---------- 150
5.1. Distribución geográfica ---------- 150
5.2. Distribución batimétrica de los recursos ---------- 153
5.3. Distribución espacial de anchoveta y su relación con las variables bio- oceanográficas ---------- 155
5.3.1. Análisis cartográfico entre la distribución de anchoveta y las variables oceanográficas ---------- 155
5.3.2. Distribución batimétrica y geográfica de la anchoveta ---------- 156
5.3.2.1. Relación con la temperatura ---------- 157
5.3.2.2. Relación con la salinidad ---------- 158
5.3.2.3. Relación con el oxigeno disuelto ---------- 159
5.3.2.4. Relación con la sigma- t ---------- 160
5.3.2.5. Relación con la clorofila-a integrada ---------- 160
5.3.2.6. Relación con la abundancia de fitoplancton, microzooplancton y zooplancton ---------- 161
5.3.3. Medida de asociación entre la densidad de anchoveta y las variables bio oceanográficas ---------- 162
5.3.3.1. Temperatura ---------- 162
5.3.3.2. Salinidad ---------- 163
5.3.3.3. Oxigeno ---------- 164
5.3.3.4. Densidad ---------- 165
5.3.3.5. Clorofila ---------- 165
5.3.3.6. Zooplancton ---------- 166
5.3.3.7. Fitoplancton ---------- 167
5.3.3.8. Microzooplancton ---------- 167
5.3.4. Distribucion espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (periodo 1996-2008) ---------- 168
5.3.5. Analisis de los centros de gravedad (CG) ---------- 169
5.4. Modelamiento estadístico de la densidad acústica de anchoveta y las condiciones bio-oceanográficas ---------- 170

5.4.1. Análisis Inferencial ---------- 170

6. Caracterizar y analizar las agregaciones de anchoveta (Obj B4) ---------- 176

6.1. Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas ---------- 176

6.1.1. Descriptores morfológicos ---------- 176

6.1.2. Descriptores batimétricos ---------- 178

6.1.3. Descriptores de energía ---------- 180

6.1.4. Valores promedio descriptores por rango de hora ---------- 181

6.1.5. Valores promedio por zona y periodo del día- noche ---------- 183

6.2. Resultados análisis componentes principales ---------- 185

6.2.1. Agregaciones diurnas ---------- 185

6.2.2. Agregaciones nocturnas ---------- 187

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS ---------- 190

1. Análisis de la hidrografía ---------- 190
2. Análisis histórico de las condiciones oceanográficas ---------- 196
3. Biología Pesquera ---------- 202
4. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta utilizadas ---------- 205
5. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta ---------- 207
6. Precisión de los estimados de biomasa ---------- 210
7. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables bio oceanográficas --- 211

IX. CONCLUSIONES ---------- 216

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ---------- 221

FIGURAS
TABLAS
ANEXOS

ANEXO 1. Personal participante por actividad y objetivo específico FIP N° 2007-02

ANEXO 2: CD contiene: - Base de datos
- Informe final (pdf)
- Resumen ejecutivo (word)
Proyecto FIP N° 2007-02

III. ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2007.

Figura 2. a) Localización de las transectas acústicas diurnas (negro) y de las prospecciones costeras Sur-Norte (azul) y Norte-Sur (rojo). b) Localización de las transectas acústicas nocturnas. c) Localización de los lances de pesca realizados por B/I Abate Molina (51) y d) Localización de las estaciones bio-oceanográficas (102) realizadas durante crucero RECLAN 0712.

Figura 3. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia promediado cada un grado de latitud y c) índice de turbulencia promediado cada un grado de latitud. Crucero diciembre 2007.

Figura 4. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero diciembre 2007.

Figura 5. Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), b) profundidad de la isoterma de 15°C (m), c) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) y d) contenido de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero diciembre 2007.

Figura 6. Distribución de a) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, b) espesor de la capa de mezcla (m), c) espesor de la termoclina (m) y d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero diciembre 2007.

Figura 7. Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de

temperatura promedio de la termoclina (°C/m), c), máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero diciembre 2007.

Figura 8. Distribución vertical de temperatura (°C) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 9. Distribución vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 10. Distribución vertical de densidad (sigma-t)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 11. Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 12. Diagramas **T-S** de las estaciones por transecta cada 1° de latitud. Crucero diciembre 2007.

Figura 13. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1, 7, 13 y 21. Crucero diciembre 2007.

Figura 14. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 27, 31 y 37. Crucero diciembre 2007.

Figura 15. Imágenes diarias de anomalía de nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días a) 30 de noviembre, b) 9 de diciembre y c) 18 de diciembre de 2007 (Fuente: AVISO).

Figura 16. Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre a) 25 de noviembre al 2 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 18 de diciembre de 2007. (Fuente: NASA).

Figura 17. Promedios semanales de magnitud y dirección del viento (satelital) en la zona norte de Chile entre a) 26 de noviembre al 3 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 17 de diciembre de 2007 (Fuente: IFREMER).

Figura 18. Distribución de a) clorofila-a superficial (µg/L), b) feopigmento superficial (µg/L) y c) fluorescencia *in vivo* superficial (volt). Crucero diciembre 2007.

Figura 19. Distribución de a) clorofila integrada (mg/m^2) y b) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero diciembre 2007.

Figura 20. Distribución vertical de clorofila a (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 21. Distribución vertical de feopigmentos (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 22. Distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

Figura 23. Asociación entre a) clorofila-a (µg/L) v/s fluorescencia in vivo (vlot), b) clorofila-a (µg/L) superficial v/s fluorescencia in vivo (vlot) superficial y c) clorofila-a (µg/L) superficial v/s clorofila-a integrada (mg/m^2). Crucero diciembre 2007.

Figura 24. Promedios semanales de Cloa (satelital) de la zona norte de Chile entre a) 25 de noviembre al 2 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 18 de diciembre de 2007 (Fuente: NASA).

Figura 25. Serie de a) Anomalía de nivel del mar diaria y filtrada y b) anomalía de nivel del mar filtrada, registrada en los puertos de Arica y Antofagasta durante el periodo enero 2007 a marzo 2008.

Figura 26. Correlación cruzada entres los registro de Anomalía de nivel del mar diaria entre los puertos de Arica y Antofagasta. El eje inferior es el desfase (LAGS) en días del desplazamiento entre las series. El eje central muestra los puntos más significativos de la correlación acompañado por el desfase entre ambas series.

Figura 27. Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla X y la fecha de los cruceros en la Tabla Y.

Figura 28. Distribución superficial de anomalía de temperatura de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla Y.

Figura 29. Imágenes de anomalía de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla X y la fecha de los cruceros en la Tabla Y.

Figura 30. Distribución superficial de anomalía de salinidad de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla Y.

Figura 31. Distribución superficial de anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla Y.

Figura 32. Imágenes de circulación geostrófica superficial y altura del mar medidas con satélite para 3 días del mes de diciembre de 2001 y 4 días de febrero de 2007.

Figura 33. Índice Multivariado de eventos ENSO (MEI) para el período enero de 1994 a marzo de 2008. En color rojo se indican los eventos cálidos y en azul los fríos. Las fechas en el grafico señalan los cruceros RECLAN. (fuente MEI: Physical Science División. Earth System Research Laboratory, NOAA).

Figura 34. Series de transporte perpendicular a la costa (Índice de Surgencia instantáneo o transporte Ekman hacia el Oeste) calculadas de datos de viento satelital. Los puntos de extracción de datos fueron frente a Iquique (20°18'°S y 70°45'W) y Península de Mejillones (23°30'S y 70°45'W). Se indican las fechas en que se han realizado cruceros RECLAN en la I y II Región.

Figura 35. Distribución horizontal de diatomeas A: abundancia (cél/mL), B: tamaños (µm).

Figura 36. Distribución horizontal de flagelados A: abundancia (cél/mL), B: tamaños (µm).

Figura 37. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL)) de diatomeas.

Figura 38. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de diatomeas.

Figura 39. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de flagelados.

Figura 40. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de flagelados.

Figura 41. Distribución horizontal del microzooplancton. A: abundancia (ind/mL), B: tamaños (µm).

Figura 42. Distribución vertical de la abundancia del microzooplancton (ind/mL).

Figura 43. Distribución vertical del espectro de tamaños (µm) del microzooplancton.

Figura 44. Distribución horizontal de la abundancia total zooplanctónica (Nº/m^3).

Figura 45. Abundancia media (Nº/m^3) de los grupos zooplanctónicos.

Figura 46. Abundancia (Nº/m^3) de los organismos zooplanctónicos menores a 2,25 mm de longitud.

Figura 47. Abundancia (Nº/m^3) de los organismos zooplanctónicos mayores a 2,25 mm de longitud.

Figura 48. a) Diversidad en función de la distancia a la costa. b) Relación entre la diversidad y la pendiente del espectro de tamaños (para efectos gráficos se entrega pendiente positiva).

Figura 49. Áreas de abundancia fitoplanctónica resultantes del análisis de clasificación. En el cuadro se presenta el valor promedio de la abundancia total (cél/mL) y el aporte porcentual (%) de diatomeas y flagelados.

Figura 50. Áreas de abundancia microzooplanctónica resultantes del análisis de clasificación. En el cuadro se presenta el valor promedio de la abundancia total (ind/mL) y el aporte porcentual (%) del grupo predominante.

Figura 51. Estructura de tallas y ojiva de selectividad de anchoveta obtenidas en: **A**: lances de arrastre a media agua (B/C Abate Molina) en Cruceros RECLAN 0702 y 0712. **B**: lances de cerco y arrastre de media agua en lugar y tiempo equivalentes y **C**: lances de cerco y arrastre de media agua en diciembre de 2007.

Figura 52. Distribución de lances de pesca en el área de estudio. RECLAN 0712.

Figura 53. Composición porcentual de las capturas obtenidas en los cruceros RECLAN 0712; 0702 y 0112

Figura 54. Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (nº), B) frecuencia (%), C) distribución en peso (kg) y D) distribución en peso (%). Crucero RECLAN 0712.

Figura 55. Estructura de tallas ponderadas de anchoveta para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN 0712.

Figura 56. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 1, 4, 5 y 10 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 57. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 13, 14 y 17 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAS 0712.

Figura 58. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 2, lances 9, 12, 15, 16 y 18 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 59. Estructura de talla para anchoveta en la zona 3, lances 20, 21, 23 y 24 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 60. Estructura de talla para anchoveta en la zona 4, lances 30, 33 y 34 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 61. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 5, lances 26, 27, 28 y 29 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 62. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 6, lances 31, 40, 41 y 42 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 63. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 6, lances 45 y 46 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 64. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 7, lances 47, 48, 49 y 51 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Figura 65. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN 0712.

Figura 66. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para zonas 1, 2, 3 y 4. Crucero RECLAN 0712.

Figura 67. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para zonas 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

Figura 68. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para el total de las zonas y para zonas 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

Figura 69. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para las zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

Figura 70. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo para Zona Total y para Zonas 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

Figura 71. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN 0712.

Figura 72. IGS de anchoveta en relación al estado de madurez para Zona Total y Zonas 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

Figura 73. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN 0712.

Figura 74. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN 0712.

Figura 75. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN 0712.

Figura 76. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y para Zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

Figura 77. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 4. Crucero RECLAN 0712.

Figura 78. IGS de anchoveta en relación al estado de madurez para Zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

Figura 79. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 5. Crucero RECLAN 0712.

Figura 80. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 6. Crucero RECLAN 0712.

Figura 81. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 7. Crucero RECLAN 0712.

Figura 82. IGS promedio de anchoveta por talla, cruceros RECLAN 0702 y 0712.

Figura 83. IGS promedio de anchoveta, mes de diciembre 1996 a 2001 y cruceros RECLAN 0702 y 0712.

Figura 84. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003, Seguimiento 2004, Seguimiento 2005 y cruceros RECLAN 0702 y 0712 (I y II Regiones).

Figura 85. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN 0702 y 0712 (I y II Regiones).

Figura 86. Relación funcional entre el TS y la talla modal de anchoveta medida en los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802.

Figura 87. Relación funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.

Figura 88. Relación entre las densidades acústicas de anchoveta y la frecuencia de observaciones acústicas (UBM´s) respecto a la distancia a la costa agrupados cada un grado de latitud. Se observa que en general la mayor frecuencia de observaciones acústicas se realizó en las primeras 3 mn de la costa. Las mayores densidades acústicas costeras, que sugieren la existencia de sesgo de orilla se presentó entre las 21 y 22º S

Figura 89. Distancia a la costa de las UBM´s realizadas y de anchoveta para el total de la zona de estudio (a) y en una ampliación en las primeras 5 mn de la costa (b). En (c) se muestra la intensidad acústica en escala logarítmica respecto a la distancia a la costa de todo el crucero.

Figura 90. Abundancia en millones de ejemplares (——) y Biomasa en toneladas (------) de anchoveta por talla, subzonas 1 a 5. Crucero RECLAN 0712.

Figura 91. Abundanci en millones de ejemplares (——) y Biomasa en toneladas (------) de anchoveta por talla, subzonas 6, 7 y total. Crucero RECLAN 0712.

Figura 92. Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluación hidroacústica Zona Norte RECLAN I-II, 2007.

Figura 93. Distribución espacial del s_A de a) anchoveta y b) jurel en el área de estudio, crucero RECLAN 0712.

Figura 94. Variogramas de anchoveta por subzona. Crucero RECLAN12 0712.

Figura 95. Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN 12 0712. Se indican tendencias del rango respecto la talla (——) y nugget respecto la talla (····).

Figura 96. Distribución espacial de la biomasa de anchoveta (ton/mn^2): a) adultos, b) reclutas y c) tota.

Figura 97. Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN 12 0712. Se indican tendencias del rango respecto la talla (——) y nugget respecto la talla (.....)

Figura 98. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de anchoveta entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

Figura 99. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de jurel entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

Figura 100. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de Vinciguerria entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

Figura 101. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de Bacaladillo entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

Figura 102. Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

Figura 103. Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la salinidad y el gradiente salino en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

Figura 104. Distribución espacial de las variables ambientales: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) Oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad del agua de mar (Sigma-t).

Figura 105. Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

Figura 106. Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la salinidad y el gradiente salino en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

Figura 107. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables ambientales.

Figura 108. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables ambientales.

Figura 109. Distribución espacial de las variables ambientales: a) clorofila, b) zooplancton, c) fitoplancton y d) microzooplancton.

Figura 110. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación al zooplancton.

Figura 111. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación al zooplancton.

Figura 112. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación al fitoplancton.

Figura 113. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación al fitoplancton.

Figura 115. Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.

Figura 114. Distribución espacial de las distribuciones de: a) adultos y b) reclutas en la zona norte de Chile.

Figura 116. Efectos de los predoctores latitud (lat), longitud (long), gr. temperatura (gtem), gr. salinidad (gsal), temperatura (tem), salinidad (sal), sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

Figura 117. Efectos de los predoctores gr. clorofila (gclo), ab. Biozooplancplon (biozoo), ab. diatomeas (ad), ab. Flagelados (af), tamaño diatomes (td), prof. Media (pmed) sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

Figura 118. Efectos de los predoctores latitud (lat), longitud (long), gr. temperatura (gtem), gr. salinidad (gsal), temperatura (tem), salinidad (sal), sobre la variable logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

Figura 119. Efectos de los predoctores gr. clorofila (gclo), ab. Biozooplancplon (biozoo), ab. diatomeas (ad), ab. Flagelados (af), tamaño diatomes (td), prof. Media (pmed) sobre la variable logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

Figura 120. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 121. Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 122. Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 123. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 124. Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 125. Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal, caso diurno nocturno.

Figura 126. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 127. Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.

Figura 128. Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura, caso diurno nocturno.

Figura 129. Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (Sa), caso diurno nocturno.

Figura 130. Distribución de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

Figura 131. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora.

Figura 132. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora.

Figura 133. Promedio de elongación de agregaciones por rango de hora.

Figura 134. Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora.

Figura 135. Promedio de área de agregaciones por rango de hora.

Figura 136. Promedio de la dimensión fractal por rango de hora.

Figura 137. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora y día -noche.

Figura 138. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora y día -noche.

Figura 139. Promedio del índice de altura por rango de hora y día -noche.

Figura 140. Promedio de energía retrodispersada por rango de hora y día -noche.

Figura 141. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora y día –noche

Figura 142. Promedio de largo de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 143. Promedio de alto de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 144. Promedio de elongación de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 145. Promedio de perímetro de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 146. Promedio de área de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 147. Promedio de dimensión fractal por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 148. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 149. Promedio de profundidad del fondo por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 150. Promedio de índice de altura por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 151. Promedio de Sa de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 152. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

Figura 153. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas

Figura 154. Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Figura 155. Estimaciones de Abundancia y Biomasa de anchoveta total y reclutas en el periodo 1995-2001 y 2007. Se indican los aportes de los reclutas en porcentaje.

Figura 156. Señal latitudinal de la densidad de anchoveta, con respecto a las especies de mayor abundancia del fitoplancton y zooplancton mayor a 10 mn. Crucero RECLAN12 0712.

TABLAS

Tabla 1. Categorías por densidad acústica.

Tabla 2. Valores de primavera de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.

Tabla 3. Fecha y tipo de imagen satelital de TSM consideradas para el análisis histórico de cruceros RECLAN.

Tabla 4. Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la I y II Región.

Tabla 5. Localidades donde se han presentado focos subóxicos en los cruceros RECLAN.

Tabla 6. Concentraciones máximas de clorofila-a (µg/L) correspondientes a las transectas perpendiculares a la costa y su respectivo rango de clorofila integrada (mg/m^2). Cruceros RECLAN.

Tabla 7. Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño.

Tabla 8. Géneros y especies de flagelados con sus rangos de tamaño.

Tabla 9. Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) integrada, y aporte porcentual (%) de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados. Transecta 1-19.

Tabla 10. Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) integrada, y aporte porcentual (%) de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados. Transecta 21-39.

Tabla 11. Tamaños (µm) promedio y aporte porcentual de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaño diatomeas, T-FLA: tamaño flagelados. Transecta 1-19.

Tabla 12. Tamaños (µm) promedio y aporte porcentual de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaño diatomeas, T-FLA: tamaño flagelados. Transecta 21-39.

Tabla 13. Grupos del microzooplancton con sus rangos de tamaño (µm). HOLOMZ: Microzooplancton holoplanctónico, MEROMZ: microzooplancton meroplanctónico.

Tabla 14. Abundancia (ind/mL) integrada y tamaños (µm) promedio del Microzooplancton. DDC: distancia de la costa (mn), ABUN: abundancia, TAM: tamaños. Transecta 1-19.

Tabla 15. Abundancia (ind/mL) integrada y tamaños (µm) promedio del Microzooplancton. DDC: distancia de la costa (mn), ABUN: abundancia, TAM: tamaños. Transecta 21-39.

Tabla 16. Especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm).

Tabla 17. Especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm). Transecta 1-19.

Tabla 18. Especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm). Transecta 21-39.

Tabla 19. Grupos del microzooplancton con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%), TP: tamaño promedio (µm).

Tabla 20. Resultados del análisis comparativo de la información de abundancia y tamaños de fitoplancton y microzooplancton obtenida durante los cruceros de febrero de 2007 y diciembre de 2007. *K*: estadístico de Kruskal-Wallis.

Tabla 21. Abundancia media (Nº/m^3) del zooplancton.

Tabla 22. Abundancia media (Nº/m3) por grupo zooplanctónico.

Tabla 23. Abundancia media (Nº/m^3) por espectro de tamaño y abundancia total de zooplancton.

Tabla 24. Biomasa zooplanctónica media (g/1000m^3) en función de la distancia a la costa.

Tabla 25. Biomasa zooplanctónica media (g/1000m^3) en función de la latitud.

Tabla 26. Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con arrastre a media agua por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 27. Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con cerco –3 lances (seguimiento dic/07) y arrastre a media agua-lances 1, 4 y 5 crucero RECLAN 0712.

Tabla 28. Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 29. Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 30. Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 31. División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto al total de anchoveta capturado. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 32. Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 33. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712

Tabla 34. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 35. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 3, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 36. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 4, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 37. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 5, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 38. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 6, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 39. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 7, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

Tabla 40. Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no-lineal. Crucero RECLAN 0712

Tabla 41. Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 42. Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 43. Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 0712

Tabla 44. Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación y métodos de regresión lineal. Cruceros RECLAN 0712, 0702, 0111, 0012, 0001 y 9811.

Tabla 45. Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación y métodos de regresión no-lineal. Cruceros RECLAN 0712, 0702, 0111, 0012, 0001 y 9811.

Tabla 46. Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 47. Clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (arica-antofagasta) crucero hidroacustico 2007.

Tabla 48. Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (arica-antofagasta) crucero hidroacustico

Tabla 49. Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/C “Abate Molina”, para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.

Tabla 50. Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.

Tabla 51. Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN12 0712. Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}

Tabla 52. Análisis de Varianza de las regresiones TS-L de anchoveta ajustadas en el crucero RECLAN12 0712.

Tabla 53. Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN34 0802. Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}.

Tabla 54. Análisis de Varianza de las regresiones TS-L de anchoveta ajustadas en el crucero RECLAN34 0802.

Tabla 55. Análisis de Varianza de las regresiones TS-L de anchoveta ajustada para la serie 1996-2008.

Tabla 56. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método de los conglomerados y estratos agrupados (Hansen &Wolter).

Tabla 57. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método

Bootstrap

Tabla 58. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método Geoestadístico

Tabla 59. Biomasa (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método de los conglomerados y estratos agrupados (Hansen &Wolter)

Tabla 60. Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según método Bootstrap

Tabla 61. Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según método Geoestadístico

Tabla 62. Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos (Hansen). Crucero RECLAN12 0712

Tabla 63. Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos agrupados (Wolter). Crucero RECLAN12 0712Varianza Abundancia Wolter.

Tabla 64. Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método Bootstrap. Crucero RECLAN12 0712.

Tabla 65. Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método Geoestadístico. Crucero RECLAN12 0712.

Tabla 66. Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos (Hansen). Crucero RECLAN12

Tabla 67. Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos agrupados (Wolter. Crucero RECLAN12

Tabla 68. Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método Bootstrap. Crucero RECLAN12.

Tabla 69. Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método Geoestadístico. Crucero RECLAN12.

Tabla 70. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Boostrap. Crucero Reclan I-II, 2008.

Tabla 71. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Geoestadistico. Crucero Reclan I-II, 2008.

Tabla 72. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA). Método Hansen. CRUCERO RECLAN I-II, 2008.

Tabla 73. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (ARICA-ANTOFAGASTA). Método Kish. CRUCERO RECLAN I-II, 2008.

Tabla 74. Parámetros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por subzona. Crucero RECLAN12 0712.

Tabla 75. Media aritmética $\bar{x}$, krigger ($\bar{x}\,k$); varianzas, área e influencia de los parámetros de los modelos espaciales en la distribución de anchoveta por subzona.

Tabla 76. Índice de ocupación de totales (N° de pixeles por categoría/ N° de pixeles

totales), e indices de ocupación positivos (N° de pixeles por categoría/ N° de pixeles positivos).

Tabla 77. Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de la anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC.

Tabla 78. Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de la anchoveta, respecto del zooplancton en la CMFC.

Tabla 79. Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de la anchoveta, respecto del fitoplancton en la CMFC.

Tabla 80. Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para los reclutas de anchoveta seleccionados a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 81. Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para los adultos de anchoveta seleccionados a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación. Crucero RECLAN 0712.

Tabla 82. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

Tabla 83. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.

Tabla 84. Valores promedio, máximo, mínimos y desviación estándar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para día y noche por zona de estudio.

Tabla 85. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

Tabla 86. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

Tabla 87. Correlación de las variables or|iginales con los componentes principales, agregaciones diurnas.

Tabla 88. Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

Tabla 89. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Tabla 90. Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el stock recluta del recurso anchoveta, a través del método hidroacústico, existente en el área comprendida entre la I y II Regiones, y caracterizar el proceso de reclutamiento de la especie en el área de estudio.

B Objetivos específicos

b.1 Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

b.2 Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

b.3 Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, y relacionando, además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.

b.4 Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

V. ANTECEDENTES

Desde mediados de la década de los 80 la anchoveta constituye el recurso de mayor importancia relativa de las regiones XV a IV de Chile. Entre la XV y II Regiones las capturas en los últimos tres quinquenios han presentado importantes fluctuaciones interanuales variando entre un histórico máximo de 2 millones de toneladas en 1994 y un mínimo de 135 mil toneladas en 1998, pasando por las 1,4 y 1,1 millones de toneladas el 2004 y 2005, respectivamente. En la III y IV Regiones los máximos de las capturas de anchoveta se registraron en 1995 con 201 mil t y mínimo en 2001 con 8,6 mil, incrementándose en más del 300% en el trienio 2002-2005 respecto a los dos años anteriores alcanzando hasta las 77 mil t.

La abundancia, distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove, reclutamiento y rendimiento pesquero de esta especie dependen de modo importante de las condiciones oceanográficas y de las alteraciones ambientales que periódicamente se presentan en la región. Como ejemplo de esta relación, se puede mencionar el efecto de El Niño 1991-92 en las condiciones extraordinariamente favorables para la especie de los años 1994 y 1995, años en que se registraron los máximos históricos de la pesquería entre la XV y IV Región. El Niño 1997-98 también afectó la distribución espacial de la especie, determinando en 1998 un incremento en la disponibilidad en la III-IV Región con un aumento relativo de 68,6% respecto a 1997.

El proceso de reclutamiento se inicia al momento mismo del desove y culmina cuando los peces alcanzan la talla juvenil que los incorpora a la pesquería. Este proceso tiene una alta dependencia de factores como el éxito del desove y la viabilidad de sobrevivencia de las larvas, lo que a su vez depende de la disponibilidad de alimento y de las condiciones oceanográficas físicas como la surgencia, las corrientes marinas, la turbulencia o el grado de normalidad de la temperatura y

salinidad del mar, que pueden alterar la estabilidad de las masas de agua (Cruickshank, ***et al.*** 1990; Cruickshank, 1990).

En términos generales la biología de la anchoveta permite caracterizarla por su corta vida, con máximos de alrededor de 5 años, con desoves fraccionados centrados principalmente entre julio y septiembre y reclutándose a la pesquería los ejemplares con longitud total entre 6 y 12 cm en las estaciones cálidas, entre noviembre y marzo, siendo calificados como prereclutas aquellos individuos con tallas menores a los 6 cm y como reclutados a aquellos con una longitud superior a los 12 cm (Fisher, 1958; Einarson y Rojas de Mendiola, 1963; Martínez ***et al.,*** 2007).

Específicamente la anchoveta en el norte de Chile ha presentado algunos cambios en la estacionalidad y extensión de los periodos máximos de desove antes de 1993; entre 1999-2001 y en 2002 y 2004. En efecto, en el periodo 1987-93 el desove se carcterizaba por su notable estacionalidad con máximos entre julio y septiembre, centrados en agosto y mínimos entre marzo y mayo, centrado en abril, con reducciones discretas, que no alcanzaban al mínimo, entre octubre y diciembre. En el periodo 1999-2001 la estacionalidad se mantuvo, pero incrementándose los valores de los indicadores en el periodo mínimo, reduciéndose las diferencias entre los máximos y mínimos. Los años 2002 y 2004 presentan una notable reducción en la extensión temporal del máximo del desove, ciñendose en forma importante sólo a los meses de invierno, entre julio y septiembre. El 2005 y 2006, nuevamente se verifica un incremento del desove en la primavera, sugiriendo un desove casi permanente en el segundo semestre. En todos los casos se mantiene la estacionalidad de agosto, no obstante los cambios registrados en los otoños (mínimos) o primaveras (intermedio) (Martínez ***et al.,*** 2007).

El reclutamiento de la anchoveta en la zona norte de Chile (XV-II Región) típicamente se caracteriza por una estratificación temporal y geográfica en el sentido latitudinal, iniciándose en Arica durante noviembre, para finalizar hacia fines de febrero en Mejillones, con la sola excepción de la primavera de 1998 en que dicho comportamiento tuvo un sentido inverso al observado en otros periodos. Dadas las alteraciones de la estacionalidad del comportamiento reproductivo señalado anteriormente, el patrón temporal del reclutamiento se ha visto alterado entre 2002 y 2005, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano.

En efecto, la evolución mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2007 (**Fig.** 1) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detectó el ingreso de reclutas en la pesquería a fines del 2002 y principios del 2003, evidenciándose una fuerte caída del reclutamiento situación similar a la registrada en el centro-norte de Perú. En las temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo más evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. A finales del 2006, se registró un aparente retorno a las condiciones típicas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinación hacia febrero del 2007.

En la III y IV Región se presenta una aparente continuidad temporal del proceso respecto a lo observado hacia el norte de Antofagasta, con un desfase de alrededor de dos meses, por lo que el reclutamiento ocurre principalmente entre enero y marzo. El 2003 presentó una extraordinaria cobertura temporal del reclutamiento, especialmente en Caldera, habiéndose detectado la presencia de juveniles bajo talla hasta junio. En la temporada estival 2005-2006 se aprecia una leve anticipación de la presencia de juveniles, registrándose su presencia en las capturas desde diciembre del 2005, manteniéndose la extensión temporal hasta mayo del 2006. En Coquimbo, la proporción de juveniles es frecuentemente inferior a Caldera, aún cuando la

tendencia temporal es similar, con una mayor presencia mayoritaria entre febrero y marzo (**Fig.** 1)

Los resultados de las prospecciones acústicas realizadas en el norte grande de Chile (Castillo ***et al.***, 1993; Braun ***et al.***, 1994) han permitido establecer que la anchoveta, en general, se distribuye principalmente en las cercanías de la costa, llegando ocasionalmente en los inviernos hasta las 60 mn. En los períodos estivales en que se presenta el reclutamiento, esta especie incrementa su presencia y densidad en áreas costeras concentrándose las mayores densidades principalmente en una franja costera que llega hasta las 3 mn de la costa, situación que se vincula a la influencia de las intensas gradientes térmicas y salinas que se producen en zonas cercanas a la costa (Castillo ***et al.***, 1996; Córdova ***et al.*** 1995; Castillo ***et al.*** 2000). Al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociación con la costa en ambas estaciones.

A la luz de estos antecedentes, se postula la hipótesis de trabajo que el reclutamiento de anchoveta en la XV - II regiones tiene un sentido norte a sur, iniciándose típicamente en el extremo norte al principio de la primavera, avanzando hacia el sur junto con el verano, periodo en que tiende a masificarse entre Caldera y Coquimbo, extendiéndose hasta marzo, con una modificación en la cobertura temporal en los años 2002-2005, hacia la segunda mitad del verano, situación que aparentemente se ha normalizado a partir de la primavera del 2006.

La anchoveta presenta un comportamiento gregario típico de los peces pelágicos, conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y estratos extensos en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (Castillo ***et al.*** 2003). Este tipo de comportamiento, determina que las densidades acústicas promedio diurnas son mayores que los registrados en la noche, particularmente en las agregaciones tipo cardúmen que son más frecuentes en el día (Castillo ***et al*** 2007). Las agregaciones tipo estratos, más comunes en la noche,

tienen densidades acústicas inferiores a las diurnas, pero que se caracterizan por ocupar mayores espacios. Este patrón de agregación y distribución es también influenciado por la luminosidad lunar, por cuanto en noches claras con luna llena, las agregaciones se ubican en estratos de profundidad levemente mayores que en noches de oscuridad lunar.

Junto a lo anterior, se ha observado un patrón migratorio de alta frecuencia en el sentido este-oeste entre el día y la noche con un movimiento hacia el oeste en el crepúsculo, regresando a la costa al amanecer.

Desde el punto de vista ambiental, las investigaciones realizadas en los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte entre 1993 a 2000 han permitido determinar que la anchoveta se localiza preferentemente entre los 16 y 18 °C de temperatura en invierno y primavera, ampliándose el límite superior hasta los 19°C en otoño, mientras que en el verano se sitúa entre los 19 y 22°C, siendo los sectores de mayor gradiente térmica y halina los que definen la distribución espacial de la especie, tanto en el sentido horizontal - áreas fontogénicas (Castillo ***et al.,*** 1996), como en el sentido vertical - termoclina (Castillo ***et al.,*** 2000; Swartzman ***et al.,*** 1994). Los juveniles de anchoveta (***Engraulis ringens***) se ubican preferentemente entre la costa y el borde interno de los frentes costeros, asociados a altos rangos de clorofila **a** (Castillo ***et al.,*** 1997 y 1998) y existiendo al igual que en la anchoveta sudafricana y la de la zona centro-sur de Chile, una relación entre la distribución espacial de los reclutas y los sectores de surgencia.

El presente Pre Informe Final expone los resultados alcanzados en el proyecto FIP 2007-02 “Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008” ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero y que tiene como objetivo principal estimar la biomasa de anchoveta y del reclutamiento en peso y número así como su distribución espacial, estructuras de tallas y edad mediante la aplicación de métodos acústicos y la posible asociación con variables oceanográficas y oferta ambiental del alimento según lo establecido en las Bases Administrativas y Especiales del proyecto. En este proyecto actúa la Universidad Arturo Prat-Iquique como subcontratado encargándose del estudio de la oferta ambiental de alimento.

VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

1. **Objetivo específico B1.** Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería.

1.1 Zona de estudio

En la zona de estudio se realizaron 39 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 18 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribución espacial en los recursos. (**Fig. 2**). En base a los antecedentes de distribución de anchoveta recopilados en el crucero de evaluación de jurel realizado en noviembre del 2007, que indicaba la posibilidad de detectar anchoveta más allá de las 20 mn, las primeras 5 transectas, ubicadas entre Arica (18º25´S) y punta Madrid (19º00´S) fueron extendidas hasta las 40 mn, esta modificación en el programa de trabajo fue posible después de una reprogramación de las actividades del crucero, eliminando la recalada a Iquique y aprovechando que la calibración de los equipos había sido realizada tán solo 1 mes antes.

1.2 Plan de muestreo acústico

Se aplicó un diseño de muestreo sistemático considerando que la distribución de los recursos es de carácter contagiosa y aleatoria con respecto a la posición de las transectas (Shotton y Bazigos, 1984; Francis, 1984; y Simmonds ***et al.***, 1991). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (Mac Lennan y Simmonds, 1992) y se reduce la varianza del estimador cuando la información presenta un gradiente de densidad en el sentido de las transectas.

La evaluación acústica se realizó con el sistema de ecointegración SIMRAD EK 500, utilizando la frecuencia de 38 KHz, con transductor de haz dividido, programándose los 10 canales digitales cada 25 m y el canal analógico entre los 3 y 150 m, entregando información relativa a la densidad de peces detectada y referida a 1 mn². El rango dinámico de 160 dB y el nivel mínimo de detección, puesto en –65 dB, permitieron la incorporación de un amplio espectro de señales provenientes de blancos de tamaño pequeño (plancton) hasta peces de gran tamaño, distribuidos en forma dispersa o en densos cardúmenes sin perder señal o saturarse.

La información acústica relativa a las densidades de los peces se registró de manera continua durante la navegación, discretizándose en intervalos de muestreo (ESDU) de 0,5 mn, controlados por la interfase del sistema de ecointegración con el navegador satelital GPS.

Los datos utilizados en la evaluación acústica fueron filtrados desde la información obtenida durante la prospección, teniendo como premisas que dichos datos se ajusten a un patrón de muestreo sistemático y que con ellos se pudiera construir de mejor manera los mapas de distribución de los recursos, especialmente en el caso del método de las variables regionalizadas.

1.3. Calibración del sistema acústico

1.3.1 . Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 500 consiste en un proceso iterativo, en que se mide las señales de la intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar de cobre diseñado para la frecuencia de trabajo y de intensidad medida en laboratorio, ubicado en el centro del haz acústico, los que deben converger hacia el

valor teórico del blanco de referencia (Foote, 1987; Foote, 1983). De acuerdo a este método es posible alcanzar un nivel de precisión de ± 0,1 dB.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera en el proceso de calibración, ésta se ubicó en el haz acústico mediante tres líneas de nailon monofilamento, utilizándose carretes de cañas de pescar para variar y controlar la ubicación del blanco en el haz.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir las ganancias del transductor, ajustándose según:

$$G_1 = G_0 + \frac{TSm - TSb}{2}$$

donde:

G_1 = nueva ganancia del transductor
G_0 = ganancia antigua
Tsm = intensidad de blanco medida (dB)
Tsb = intensidad de blanco teórico (dB)
V = Voltaje del blanco insonificado

Para ajustar los parámetros de las lecturas del ecointegrador (Sa) se aplica el siguiente procedimiento:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \log\left(\frac{Sa_{(m)}}{Sa_{(t)}}\right)}{2}$$

siendo:

$$Sa_{(t)} = \frac{4\pi r_0^2 \sigma_{bs} (1852)^2}{\psi r^2}$$

donde:

s_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB)

r = profundidad de la esfera (m)

r_0 = profundidad de referencia (1 m)

Y = ángulo equivalente del haz acústico (dB)

$Sa_{(t)}$ = salida teórica del ecointegrador

$Sa_{(m)}$ = salida medida del ecointegrador

Ψ = angulo equivalente del haz acústico

1.3.2 Medición del TS *in situ* de anchoveta

La información necesaria para determinar el TS ***in situ*** de anchoveta fue recopilada durante los lances de pesca. Además se realizaron mediciones del TS en sectores en los que se estableció previamente la presencia de la especie objetivo mediante los lances de pesca. Estas mediciones se realizaron con el barco detenido o navegando a velocidades inferiores a 2 nudos.

En las estaciones de medición del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos corto y medio con una tasa de sondeo automáticamente ajustada a la escala del ecosonda, en este caso se utilizó típicamente una escala de 25 m, almacenándose en medios magnéticos. A fin de aumentar el filtraje de blancos resueltos del algoritmo de detección del EK-500, durante los experimentos se ajustó el ángulo del haz en base a la talla promedio de los peces y a la profundidad de distribución de los ecos.

Las estructuras de tallas de los peces insonificados fueron obtenidas de las muestras realizadas en los lances de pesca realizados durante, antes o después de cada medición.

La información recolectada fue procesada mediante la opción del programa SIMBAD. Complementariamente, se utilizó el programa SONARDATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los peces.

El principio general en las mediciones de TS *in situ* es que las modas en los histogramas de TS se parean con las modas en las distribuciones de tallas de los peces muestreados en las pescas.

Considerando que las eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente según Rayleight, es posible considerar que el área dispersante de sonido del pez se distribuye exponencialmente pudiendo ajustarse a una función de probabilidades de densidades (PDF) (MacLennan and Simmonds, 1992) según:

$$PDF(\sigma) = (1/\overline{\sigma}) \exp(-\sigma/\overline{\sigma})$$

El TS corresponde a la ecuación:

$$TS = 10 \log (\sigma / 4\pi)$$

donde:

TS = intensidad de blanco (dB)

σ = área dispersante (m²)

La relación TS-Longitud del pez se ajusta a una ecuación logarítmica según:

$$TS = a + bLog(L)$$

En esta ecuación la pendiente “b” tiende a variar en torno a 20, valor que frecuentemente se adopta por convención, permitiendo de este modo comparar facilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a través de la comparación del intercepto, que para estos efectos se denomina “b20"

Finalmente, el coeficiente de ecointegración en número (C_n) se calculó según:

$$C_n = (4\pi x 10^{\frac{TS}{10}})^{-1}$$

El coeficiente de ecointegración en peso (C_b) se calculó según:

$$C_b = \frac{(4\pi x 10^{\frac{TS_{kg}}{10}})^{-1}}{1000}$$

1.4 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada mediante dos procedimientos, que en general se aplicaron consecutivamente. Se realizó una inspección de los ecogramas y una identificación preliminar con el método acústico, el que también se utilizó en los sectores en que no fue posible efectuar lances de pesca ó para discriminar otras especies como jurel o bacaladillo y luego se corroboró en base a las capturas obtenidas con lances de arrastre a media agua.

1.4.1 **Método acústico** (Guzmán ***et al.***, 1983)

Este método considera el análisis de la forma geométrica de los cardúmenes y su relación con la señal acústica, según la expresión:

$$S_v = \frac{C1\ V^2}{L\ D}$$

donde:

S_v = coeficiente volumétrico de dispersión de la agregación ó cardumen

C1 = constante de calibración electrónica del equipo. En el caso del EK 500 está incluida en la salida calibrada del ecointegrador

L = longitud de la agregación (m)

D = altura media de la señal remitida por la agregación (m)

1.4.2 Pescas de identificación

Con el objeto de validar la identificación efectuada mediante el método acústico y establecer el grado de mezcla interespecífico, en los sectores que las condiciones lo permitieron, se realizaron lances de pesca con una red de arrastre a media agua de 4 paneles de diseño ENGEL. Esta red es de 97 m de largo, sin copo, con 168 mallas de circunferencia en la boca, tamaño de malla estirada en las alas y cielo de 1800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el túnel y copo, con portalones tipo Suberkrub de 4,5 m^2 de área y 750 kg de peso seco (300 kg peso húmedo), amantillada con 60 flotadores de 8" de diámetro, en paquetes de 10 dentro de bolsas de malla que se instalan en la relinga y 4 flotadores tipo hidrofoil de 40 litros cada uno, que se ubican dos en las puntas de las alas y dos en el centro de la boca, permitiéndose de este modo realizar pesca en superficie. El copo tiene aproximadamente 21 m con 122 mallas (4) de 24 mm de tamaño (210/39 nylon) y un cubrecopo de 11,6 mm. En el caso de lances con profundidad superior a los 10 m, se utilizó un net-sounder FURUNO para la verificación de la profundidad y comportamiento de la red.

De las capturas obtenidas en el crucero se determinaron los aportes porcentuales de cada especie y la estructura de tallas y pesos a la talla de las especies dominantes en las capturas, con especial énfasis en anchoveta aplicándose a las lecturas acústicas en las ESDU, cercanas a los lugares en que se realizaron las

pescas (Simmonds ***et al.***, 1992). De igual modo esta información fue comparada con la identificación de las especies realizada mediante el método acústico.

1.5 Procesamiento de la información acústica

El procesamiento de los datos fue realizado mediante los softwares SONARDATA y SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas acústicas por cada ESDU, las profundidades máximas y mínimas de la agregación, la posición geográfica de cada ESDU, fecha, número y rumbo de la transecta. Además, se ingresó la información sobre temperatura y salinidades para cada estación oceanográfica.

Posteriormente, la información fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando los remuestreos y asegurando que la información seleccionada permitiera construir los mapas de distribución que representara de mejor modo a los recursos.

Con tales datos se confeccionaron los mapas de distribución espacial de los recursos detectados, los estimados de biomasa total y de la fracción reclutas y sus respectivas varianzas.

1.6 Estimación de la abundancia y la biomasa

1.6.1 Estratificación de la estructura de tallas

Se definieron subzonas en que las tallas de anchoveta, determinadas desde los lances de pesca, se estratificaron, registrando estructuras similares.

En cada subzona se agruparon los lances de pesca, determinándose una estructura de tallas común, con la que se obtuvo el aporte por cada talla y el correspondiente peso, derivándose el TS y el coeficiente de ecointegración.

Se probaron las estratificaciones de las tallas por subzonas, mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2, la homogeneidad en distribuciones de tallas.

1.6.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)

La abundancia y biomasa de anchoveta por subzona se estimó según:

$$\hat{A}_k = a\,\hat{C}_{nk}\,\hat{R}_k$$

$$\hat{A}_T = \sum_k \hat{A}_k$$

$$\hat{B}_k = \hat{A}_k\,\hat{w}_k$$

$$\hat{B}_T = \sum_k \hat{B}_k$$

donde :

$\hat{A}_k$ = abundancia a la talla k (en número).

a = área de distribución de la anchoveta (mn^2), en cada subzona.

$\hat{C}_{nk}$ = coeficiente de ecointegración a la talla k ($n/mn^2/S_a$)

w_{kj} = peso promedio a la talla k, expresado en (t).

$\hat{A}_T ; \hat{B}_T$ = abundancia y biomasa total.

P_k = frecuencia de la talla k obtenida desde la estructura de tallas de los lances de pesca agrupados por subzona.

$\hat{R}_k$ = estimador de razón a la talla k.

Siendo:

$$\hat{R}_k = \hat{R}\, P_k$$

El estimador de razón ($\hat{R}$) en cada subzona, se obtuvo mediante los métodos Hansen, Wolter, Bootstrap y Variables Regionalizadas.

El área de distribución de los recursos se determinó delimitando los contornos de la distribución, resultando en una figura geométrica georeferenciada, realizándose el cálculo según:

$$a = \int_{L_0}^{L_1} \int_{g_0}^{g_1} \phi(L, g)\ dL\, dg$$

Donde:

L_0 y L_1 = límites en latitud, referidas a millas náuticas.

g_0 y g_1= límites en longitud, referida a millas náuticas, corregidas por la loxodrómica.

Φ(L,g) = función geométrica del área que encierra a la distribución del recurso.

Las áreas se determinaron mediante los programas SURFER 8, utilizando el módulo Volumen y EVA2. Para este fín, en cada zona, se digitalizaron los puntos que delimitaron la distribución de la especie. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se corrigieron según la proyección loxodrómica a fin de hacerlas equivalentes. En el caso de SURFER 8, posteriormente se construyó una grilla equivalente al área rectangular mínima que contuviera el polígono de la zona en estudio. En el caso del software EVA2, el área de cada polígono de distribución de la anchoveta (V) se calcula en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas náuticas cuadradas según:

$$v\ (mn^2) = Area_{grados} * 3600$$

- **Hansen y Wolter**

El estimador de razón ($\hat{R}$) de las lecturas acústicas del ecointegrador ($\ddot{S}_a$) por ESDU correspondiente a los métodos de Hansen ***et al.***, (1953) y Wolter (1985) se calcula según:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{\sum_{i=1}^{n} Y_i}$$

donde:

n	=	número de transectas de la muestra
xi	=	densidad de la transecta i-ésima.
yi	=	número de ESDU. en la transecta i-ésima.

- **Bootstrap**

El estimador de $\hat{R}$ según el método Bootstrap se calcula según:

$$\overline{\hat{R}} = \sum_{i=1}^{G} \frac{\hat{R}_i}{G}$$

siendo $\hat{R}$ un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

- **Variables regionalizadas**

Otro estimador de biomasa utilizado, corresponde al propuesto por Petitgas (1991) el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la razón $\hat{R}$, sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

$$Z_v = \frac{1}{V} \int Z(x)\, dx$$

Z_v es un estimador de la media ponderada de las muestras de las lecturas acústicas, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular, y donde cada una de ellas tiene igual área de influencia, el estimador de Z_v se calcula como la media aritmética de los datos de S_a por intervalo básico de muestreo.

El cálculo se realizó mediante el programa EVA 2. en este programa, la media, correspondiente a la biomasa, puede ser estimada mediante el krigging ordinario sobre los datos encerrados en el polígono V (Petitgas y Lafont, 1997; Petitgas and Prampart, 1993)), estimador que se denomina kriger. En este programa el estimador

kriger se obtiene hasta 200 datos, debido a que sobre dicho número de datos el kriger se acerca a la media aritmética.

La lectura acústica del ecointegrador por ESDU corresponde a la expresión:

$$S_a = 4\pi \; S_v R_o^2 \; (1852m/mn)^2 \; (r_2 - r_1)$$

donde :

- S_v = coeficiente volumétrico de dispersión (m²/m²).
- R_o = profundidad de referencia del blanco (m).
- r2,r1 = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformación de m a mn.

1.6.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{A}_k) = a^2\left[\hat{V}(\hat{C}_{nk})\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{C}_{nk}^2 - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(\hat{C}_{nk})\right]$$

$$\hat{V}(\hat{R}_k) = \hat{V}(P_k)\hat{R}_k^2 + \hat{V}(\hat{R}_k)P_k^{\,2} - \hat{V}(\hat{R}_k)\hat{V}(\hat{R}_k)$$

mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

$$\hat{V}(\hat{B}_k) = \hat{V}(\hat{A}_k)w_k^{\,2} + \hat{V}(w_k)\hat{A}_k^2 - \hat{V}(\hat{A}_k)\hat{V}(w_k)$$

La varianza del coeficiente de ecointegración en número ($\hat{C}_{nk}$) se determinó según:

$$\hat{V}(\hat{C}_{nk}) = (4\pi)^{-2}(10)^{-2(0,1\overline{TS}+1)} \ln^2(10)\ \hat{V}(\overline{TS}_k)$$

Donde:

$$\hat{V}(\overline{TS}_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k)\hat{V}(\hat{\beta}) + 2\log L_k \operatorname{cov}(\alpha, \beta)$$

Siendo:

α y β = coeficientes de la regresión TS-L.

L_k = longitud a la talla k.

Para diseños sistemáticos como el aplicado en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden se usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se obtienen al menos tres estimadores alternativos de varianza de la razón.

- **Conglomerado de tamaño desiguales (Hansen *et al.*,1953)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = (1 - \frac{n}{N}) \frac{1}{n\bar{y}^2} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde, N es el número total de transectas en el área, y

$$s_{xy} = \sum_i^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad ; \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{n}$$

donde, el intervalo de confianza 1- α para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ está dado por la expresión:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \;;\; \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})})$$

- **Estratos agrupados (Wolter, 1985)**

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2}(1 - \frac{n}{N})\frac{1}{n}\frac{\hat{R}^2}{(n-1}(s_x^2 + s_y^2 - 2\,s_{xy})$$

donde:

$$s_{xy} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})\,(y_i - y_{i+1})}{\bar{x}\,\bar{y}}$$

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

donde, el intervalo de confianza (1- α) para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ está dado por la expresión:

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

- **Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)**

$$\hat{V}_3(\hat{R}) = \frac{1}{(G-1)} = \sum_{i=1}^{G} (\hat{R}i - \bar{\hat{R}})^2$$

donde:

$$\overline{\hat{R}} = \sum_{i=1}^{G} \frac{\hat{R}_i}{G}$$

siendo $\hat{R}$ un estimador de razón obtenido de la i-ésima muestra de tamaño n seleccionado con reposición de la muestra original y donde G representa la cantidad total de iteraciones bootstrap.

El intervalo de confianza (1- α) para la abundancia $\hat{A}$ o la biomasa $\hat{B}$ se encuentra dado por el método Percentil Corregido (BC).

$$(\hat{F}^{-1}\ \{\ \phi(2\,Z_0)\}$$

donde $\hat{F}^{-1}$ es la función inversa de la distribución acumulada de $\hat{F}(\hat{R})$, definida por:

$$\hat{F}(\hat{R}) = Prob\,(\hat{R}_x - \hat{R})$$

y donde,

$$Z_0 \;=\; \phi^{-1}\ (\hat{F}(\hat{R}))$$

siendo f^{-1} la función inversa de la distribución normal estándar y Z_α es el percentil superior de una normal estándar.

- **Método de las variables regionalizadas**

Un cuarto estimador de varianza utilizado corresponde al propuesto por Matheron (1971), para datos geográficamente correlacionados mediante la ecuación:

$$\sigma^2{}_E \;=\; 2\,\overline{\gamma}(S,V)\ -\ \overline{\gamma}(V,V)\ -\ \overline{\gamma}(S,S)$$

donde los términos de la ecuación se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$ según:

$$\gamma(S,S) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_\alpha - x_\beta)$$

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_{V} \gamma(x_\alpha - y)\, dy$$

$$\bar{\gamma}(V,V) = \frac{1}{V^2} \int_{v} dx \int_{v} \gamma(x - y)\, dy$$

donde V es el área de distribución del recurso, (a,ß) los índices de los intervalos básicos de muestreos y n el número de muestras en V.

La varianza σ_e es entonces la diferencia entre la integral doble de la función de estructura $(\bar{\gamma}(S,V))$ y sus dos aproximaciones discretas sobre la grilla de muestreo ($\bar{\gamma}(S,V)$ y $\bar{\gamma}(S,S)$), de los cuales estos últimos no pueden ser calculados sin recurrir a un modelo de variograma (Petitgas (1991) y Rivoirard ***et al.*** (2000)).

La varianza σ_e depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos; de la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V,V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S,S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S,V)$.

El algoritmo de kriging, estima los ponderadores que minimizan la estimación de la varianza, ponderando las muestras de acuerdo a su posición relativa y estructura espacial para generar un estimador insesgado mínimo de la varianza (Cressie, 1993; Rivoirard ***et al.***, 2000). Para la obtención de los estimadores geoestadísticos, se

utilizó el programa computacional EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

1.6.4 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV)

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utiliza el porcentaje de error y coeficiente de variación.

Porcentaje de error:

$$E(\%) = \frac{t(1 - \frac{\alpha}{2})\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}} 100$$

donde:

$\hat{V}(\hat{B})$	=	varianza de la abundancia ó biomasa
$\hat{B}$	=	Abundancia o biomasa
T	=	test de Student
α	=	nivel de significación.

Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{B})}}{\hat{B}}$$

2. Objetivo B2. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad.

2.1 Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio.

2.1.1 Muestreo de las capturas de lances de mediagua

La totalidad de los lances de pesca del B/C "Abate Molina" fueron muestreados a fin de determinar la captura total del lance y la composición específica, realizándose un muestreo aleatorio simple de las anchovetas, tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla, así como un análisis biológico de las muestra, recolectándose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extrayéndose otolitos.

En el caso que la sub estratificación sea positiva, permitiendo crear estratos, los datos se tratan como un diseño de muestreo bi-etápico, tomando como unidades de muestra primaria a los lances y unidades secundarias a una sub-muestra de ejemplares del lance.

- **Muestreo de proporción**

En cada lance se sacaron tres cajas de 25 kg c/u aproximadamente, clasificándose y pesándose por especie, de este modo se determina la proporción de especies presente en el lance.

- **Muestreo de longitud**

El muestreo de longitud consiste en seleccionar en cada lance 150 ejemplares al azar, aproximadamente 4 kilos, de anchoveta si el volumen de la muestra lo permite. Cada uno de los ejemplares se mide y clasifica por categoría de tamaños cada medio centímetro. Medidos con ictiómetro con escala desplazada en 0,25 cm, lo que entrega clases de tamaño de 0,5 cm.

Posteriormente, en cada categoría de tamaño, los ejemplares se clasifican por sexo (hembras, machos e indeterminados), se cuentan y pesan.

- **Muestreo biológico y de otolitos**

Esta actividad es independiente del muestreo de longitud y consiste en seleccionar de cada lance al azar N=150 ejemplares (aproximadamente 4 kilos). Este tamaño de muestra incluso excede el número estándar que se utiliza en el muestreo de peces pelágicos. En cada ejemplar se realizan las siguientes mediciones: longitud total, peso total, peso eviscerado, peso gónada, sexo y estado de madurez. Además se le extraen los otolitos. Todas las medidas se registran en los formularios de muestreo biológico y de otolitos.

- **Fijación de las muestras**

El material biológico que se considere importante preservar para su análisis en laboratorio en tierra, fue fijado en una solución diluida de 3 l de formalina (formaldehido 37%) en 22 l de agua de mar y 2,5 g de bórax en polvo.

2.1.2 Estructura de tallas

Se post- analizaron, las posibles estratificaciones de las tallas o pesos medios a la talla, de zonas o áreas de características similares mediante pruebas estadísticas chi- cuadrado (Conover, 1981) para probar hipótesis de homogeneidad en distribuciones de tallas, para lo cual se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios específicos provenientes de los lances de pesca a mediagua, agrupados en sub-zonas, determinándose de este modo, las características de las estructuras de longitudes y pesos medios específicos.

2.1.3 Estimador de la composición en talla

Los estimadores son expresados por estrato, en la eventualidad que el post-análisis de los datos indique la existencia de ellos.

Notación

H : indice de estrato (1, ….., L)
K : índice de clase de talla (1,..... K)
L : índice de lance (1, 2,.....)
T : número de lances en la muestra
T : número total de lances en el área
N : muestra de ejemplares en el lance (j= 1,.....n)
X : captura en número de ejemplares en el lance.
Y : captura en peso en el lance.

$$p_{hk} = \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}\ p_{hkl}}{\sum_{l=1}^{hl} X_{hl}}$$

donde:

$$p_k = \frac{n_k}{n}$$

a. Estimador de la varianza de P_{hk}

$$\hat{V}(p_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2} (p_{hlk} - p_{hk})^2 + \frac{1}{t_h T_h} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hl}^2$$

donde:

$$\overline{x}_h = \frac{1}{t_h} \sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}$$

$$S_{hl}^2 = \frac{1}{n_{hl} - 1} p_{hlk} (1 - p_{hlk})$$

donde la captura en número por lance es:

$$X_{hl} = \frac{Y_{hl}}{\overline{w}_{hl}}$$

$$\overline{w}_{hl} = \sum_{j=1}^{n_{hl}} \frac{w_{hlj}}{n_{hl}}$$

2.1.4 Pesos medios a la talla

Notación

La notación es la misma que la presentada en el punto anterior y donde w_j representa el peso de cada ejemplar.

a. Estimador del peso medio a la talla por estrato

$$\overline{w}_{hk} = \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}}{\sum_{l=1}^{t_{hl}} X_{hl}} \overline{w}_{hkl}$$

donde:

$$\overline{w}_{hkl} = \frac{1}{n_{hlk}} \sum_{j=1}^{n_{hlk}} w_{hkjl}$$

b. Estimador para la Varianza de $\overline{W}_{hlk}$

$$\hat{V}(\overline{w}_{hk}) = (\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h})\frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_{hk}} \frac{X^2_{hl}}{\overline{X}_h^2}(\overline{w}_{hkl} - \overline{w}_{hl})^2 + \frac{1}{t_{hl} T_{hl}} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{\overline{X}_h^2}(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}) s^2_{hkl}$$

donde:

$$s^2_{hkl} = \frac{1}{n_{hl} - 1} \sum_{j=1}^{n_{hl}} (w_{hkl} - \overline{w}_{hk})^2$$

2.1.5 Expansión al área total

a. Composición por talla

a1. Estimador de la composición por talla

$$p_k = \sum_{h=1}^{L} \frac{X_h}{\sum_{h=1}^{L} X_h} p_{hk}$$

b. Estimador de la varianza P_k

$$\hat{V}(p_k) = \sum_{h=1}^{L} \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^{L} X_h}\right)^2 \hat{V}(p_{hk})$$

donde X_h representa la captura total en número para el estrato h.

c. Estimación del peso medio por talla para el área de estudio

c.1. Estimador del peso medio por talla

$$\overline{w}_k = \sum_{h=1}^{L} \frac{X_h}{\sum_{h=1}^{L} X_h} \overline{w}_{hk}$$

c.2. Estimador de la varianza w_k

$$\hat{V}(\overline{w}_k) = \sum_{h=1}^{L} \left(\frac{X_h}{\sum_{h=1}^{L} X_h}\right)^2 \hat{V}(\overline{w}_{hk})$$

2.1.6 Relación longitud/peso

La estructura de pesos se determina utilizando los pesos a la talla. Para analizar la relación entre la longitud y el peso de la anchoveta, se utiliza el análisis de regresión lineal simple linearizado. Este modelo estima los parámetros de las curvas vía mínimos cuadrados ordinarios. Puesto que la variable peso se relaciona con la variable longitud a través de una relación potencial, para ajustar la regresión se utiliza una transformación logarítmica, según el modelo:

$$y = \beta_0 x^{\beta_1}$$

$$\log(y) = \log\beta_0 + \beta_1 \log(x)$$

Donde:

y = peso de los ejemplares (g)

x = longitud de los individuos (cm).

$ß_0$ y $ß_1$ = parámetros del modelo, siendo el primero el intercepto o la constante, y el segundo la pendiente o coeficiente de regresión, que en términos biológicos corresponde al índice o tasa de crecimiento relativo.

Se ajustan los modelos por zona. Para conocer la significancia de las estimaciones se plantean las siguientes hipótesis, entre zonas de pesca, de la siguiente forma:

H_0 : $ß_1$ es igual a $ß_2$

H_1 : $ß_1$ distinto a $ß_2$

Para verificar si existen diferencias significativas entre los modelos ajustados, se realiza un análisis estadístico tendiente a verificar específicamente si existen diferencias entre los coeficientes de regresión estimados. Para esto se utiliza la siguiente expresión:

donde:

$$t = \frac{b_1 - b_2}{S_{b1-b2}}$$

donde:

$$S_{b_1\text{-}b_2} = \sqrt{\frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_1} + \frac{(S_{xy}^2)_p}{(\sum x^2)_2}}$$

$$(S_{yx}^2)_p = \frac{RSS_1 + RSS_2}{RDF_1 + RDF_2}$$

donde RSS1 y RSS2 corresponden a la suma residual de cuadrados de la regresión 1 y 2 respectivamente; RDF1 y RDF2 corresponden a los grados de libertad residuales de la regresión 1 y 2, respectivamente. La ecuación tiene una distribución t de student con n1 + n2-4 grados de libertad (Zar, 1974).

2.2 Descripción de los estadios de madurez de anchoveta.

El examen macroscópico de las gónadas de anchoveta permite determinar sus estadios de madurez sexual, clasificándolas según la escala de Simpson y Gil (1967); mediante la que se pueden distinguir en machos y hembras, seis estados de desarrollo gonádico. Esta escala de maduración sexual, presenta VI estadios de desarrollo de la gónada a diferencia de (Holden y Raitt, 1975) que tiene V estadios y agrupa los estadios IV y V como IV.

Los juveniles de anchoveta presentan las gónadas en un estado de inmadurez virginal a partir del cual se sigue una evolución progresiva que se mantiene hasta que alcanzan la primera madurez sexual. Los adultos muestran ciclos periódicos con las gónadas en diferentes estados, durante el año, y son procesos reversibles que se repiten a través de la vida.

Las gónadas de los ejemplares de anchoveta son clasificados de acuerdo a la siguiente escala de madurez:

Estadios de las hembras

I. **Inmaduros**. Los ovarios son tubulares. Muy delgados, de aspectos brillantes y la coloración es amarillenta pálida. No se observan óvulos. Se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral, inmediatamente detrás del intestino y sobre la vejiga natatoria. Corresponden a ejemplares de longitud entre 7,5 y 10,0 cm.

II. **Virginal en maduración o adultos en recuperación** Se presentan más delgados y anchos, tubulares y más voluminosos y turgentes. La coloración se acentúa más a un tono amarillo anaranjado. Aumenta el desarrollo arterial y se ve, a simple vista, como una red. En el interior se puede observar una masa formada por septos ováricos que nacen de la membrana y se dirigen hacia el lumen. Los tabiques se hallan bien adheridos entre sí y contienen ovocitos de distintos tamaños y fases de desarrollo.

III. **Maduro**. Aumenta de tamaño conservando una forma aproximadamente cilíndrica aunque son aplanados lateralmente y bastante túrgidos. Se incrementa el suministro arterial. Son de color naranja intenso. Se observan óvulos grandes, de formas ovalada y de color blanquecino opaco, separados en sus septos ováricos.

IV **Hidratado**. Han aumentado considerablemente de tamaño ya que ocupan gran parte de la cavidad visceral y son globosos. El diámetros sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno piriforme alargado. El color es anaranjado mas intenso; los óvulos son translúcidos, desprendiéndose fácilmente de los folículos, o bien, se encuentran sueltos en la cavidad interior del ovario. Con frecuencia es posible lograr que salgan al exterior ejerciendo una pequeña presión en la paredes de la gónada.

Es difícil encontrar ejemplares en este estado, ya que se considera que el tiempo que separa este estado del siguiente es muy breve.

V	**Desovando**. Han alcanzado su máximo desarrollo cubriendo en parte el intestino y están en pleno proceso de desove. La coloración varía del anaranjado intenso a un rojizo sanguinolento ocasionando por la rotura de los septos ováricos, luego de alcanzar los óvulos su maduración total. Ocurre a veces que las gónadas pueden ser catalogadas en el estado V se les observa como parcialmente desovados y con óvulos en pleno desarrollo.

VI	**Desovado**. Corresponde al post-desove y los ovarios se tornan flácidos y aplanados, dando la apariencia de bolsas vacías. Su color es anaranjado violáceo. La longitud está visiblemente reducida. El interior de la pared ovárica presenta un aspecto hemorrágico y los septos ováricos contienen ovocitos y óvulos grandes y opacos en vías de deformación y reabsorción. A esta fase de recuperación sigue el estado de reposo, después del cual sé reiniciar un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.

2.3 Indice gonadosomático

El índice gonadosomático (IGS) se determina según la expresión:

$$IGS = \frac{PO}{PT - PO} 100$$

donde:

PO = peso de la gónada (g)

PT = peso total del ejemplar (g)

Proporción sexual

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas por lances se utiliza la expresión:

$$\hat{PS} = \frac{n_i}{n}$$

donde: n_i corresponde al número de ejemplares de anchovetas hembras y n corresponde al número total de ejemplares presentes en la muestra.

2.6 Estimación y composición de la edad de anchoveta

2.6.1 Estimación de la edad

La estimación de la edad de las principales especies de peces comerciales, es un procedimiento habitual que se realiza en el IFOP desde 1970, empleando para ello las marcas de crecimiento contenidas en los otolitos, escamas, vértebras, espinas.

En la identificación de las marcas anuales de crecimiento juega un rol fundamental la experiencia del analista de edad, ya que es necesario distinguir los anillos verdaderos (anuales) de los falsos. En el proceso de análisis es posible reconocer algunos indicadores, criterios de asignación, que permiten establecer la presencia de un anillo de crecimiento anual.

Los criterios de asignación de edad de anchoveta han sido contrastados con expertos internacionales como la Dra. Beatriz Morales-Nin del Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB) y miembro del EFAN (European Fish Ageing Network), a través del Proyecto FIP 97-10 “Evaluación Indirecta y análisis de la

Variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro sur" (Barría ***et al.***, 1998) obteniéndose buenos niveles de concordancia en los criterios de asignación de edad.

2.6.2 Lectura de otolitos

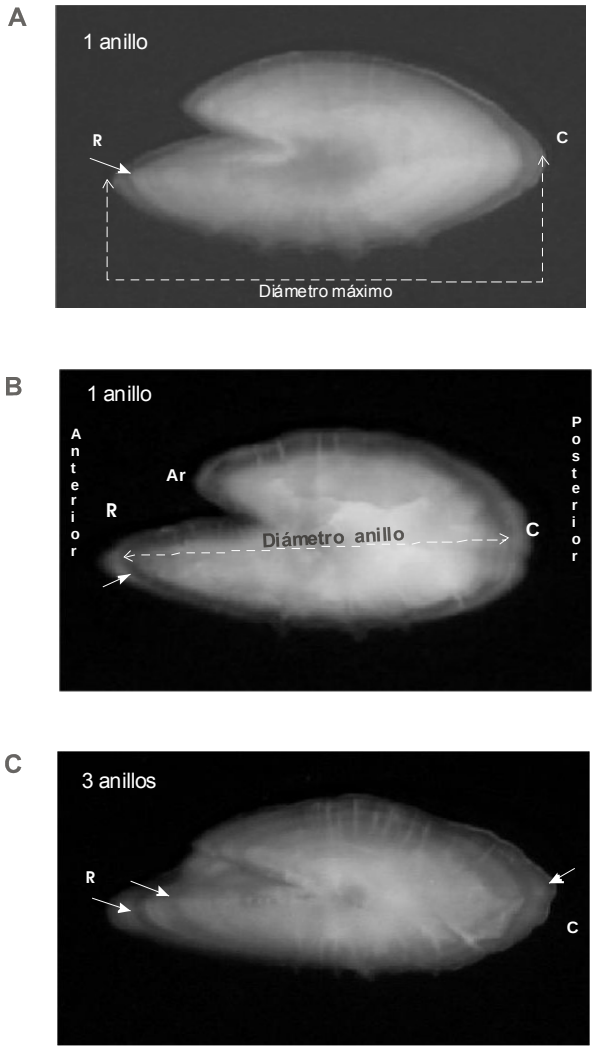
El análisis de los otolitos de anchoveta se realiza mediante un microscopio estereoscópico con luz reflejada, utilizando aceite como líquido aclarador. Se emplea un aumento de 20X para registrar las siguientes mediciones:

- Diametro total del otolito (DT).
- Diametro de los anillos (D1, D2, D3...Dn).

Se identifica el tipo de borde, el cual corresponde a lo que indique la observación con luz reflejada, de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

O = opaco
o = opaco pequeño
H = hialino
h = hialino pequeño

La lectura de otolitos se realiza sin conocer la talla de cada ejemplar, para lo cual las muestras se disponen en cartones, porta muestra, donde solo se especifica un número que permite, a posteriori, relacionar la lectura con el muestreo biológico.



Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostro; C=cauda; Ar=antirrostro. Las imágenes muestran (A) otolito de un pez de 10 cm; (B)= de un pez de 11 cm y (C) pez de 14,5 cm de longitud total.

2.6.3 Clave edad-talla y Composición de edad de la captura

2.6.3.1 Clave Edad-Talla

Las claves edad-talla que son las matrices que permiten clasificar las edades de los individuos proyectados a grupos de edad (GE), según la longitud de los peces observados, se elaboran calculando la probabilidad de pertenencia para los diferentes estratos (Aguayo y Ojeda, 1981). La asignación de los GE comprende a todos los peces nacidos en un mismo año (clase anual); corresponde a un número entero de años y se basa en el número de anillos observado en la estructura, el tipo de borde y la época del año en que se obtuvo la muestra. Se emplea una fecha arbitraria de nacimiento, la cual, en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, brindando facilidad en la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado restando al año de la captura el GE asignado.

El concepto básico de los modelos estructurados por edades es el de “cohortes”, el cual esta referido a un grupo de peces de la misma edad y que pertenecen al mismo stock (Sparre y Venema, 1992) y es debido a ello que resulta adecuado trabajar en base a los grupos de edad mencionado anteriormente.

La clave edad-talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada estructura (sección de espina) por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

$$q_{ij} = n_{ij} / n_j$$

donde:

i : grupo de edad

j : longitud total del pez

q_{ij} : probabilidad de los individuos de longitud “j” de pertenecer a un GE dado

$n_{i\ j}$: número de individuos de edad “i” con longitud “j”

n_j : número total de individuos de longitud j.

Los criterios para la construcción de las matrices de edad (clave edad-talla) consistirán en procesar con intervalos de clase cada 0,5 cm.

2.6.3.2 Captura en número por Grupo de Edad

Denominada también como estructura de edad, corresponde a la expansión de la abundancia mediante la clave edad-talla determinada. Así esta composición corresponde a la matriz que representa la distribución de los ejemplares que están presentes en la captura, por grupo de edad y por estrato de tamaño. Además, se logra otra información como la longitud promedio por grupo de edad y sus varianzas.

2.6.3.3 Expansión de la captura en número a los grupos de edad

Una de las principales componentes de los modelos analíticos es el conocimiento de la estructura de edades de las capturas para generar a su vez información del stock explotado. A partir de la abundancia en número estimada para cada talla en la evaluación hidroacustica, se procederá a expandir dicha abundancia por grupos de edad de la captura, de acuerdo al siguiente procedimiento:

$$N_j = (f_j / \sum_j^n f_j) N_t$$

$$N_{ij} = p_{ij} N_j$$

$$N_i = \sum N_{ij}$$

donde:

N_j : número estimado de individuos a la longitud “j”

N_{ij} : número estimado de longitud “j” que pertenecen a la edad “i”

N_i : número estimado de individuos a la edad “i”

Haciendo referencia de N_i con respecto a N_t , se obtiene la proporción con que participa cada GE en la captura.

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la captura en número de individuos por clase de longitud y para cada grupo de edad, lo cual es de importancia para cálculos tales como las longitudes medias ponderadas para cada GE.

2.6.3.4 Peso medio a la edad

Este estimador nos permite apreciar una señal de la condición biológica a la edad, al mismo tiempo de conocer el aporte medio por ejemplar de cada edad a la biomasa de las capturas. Variable que también es importante en las evaluaciones de stock de los recursos. Este indicador se relaciona con la estructura de tallas, la composición de la edad, el peso medio de los ejemplares por clases de talla y las capturas de la actividad extractiva.

La estimación del peso a partir de la longitud promedio tiene un sesgo sistemático, para cada longitud promedio dada, este sesgo se incrementa con la variabilidad en la longitud de los peces en la muestra (Ricker, 1958).

Pienaar & Ricker, 1968 y posteriormente Nielsen & Schoch, 1980, abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo. Ambos métodos, en lo que se ha comprobado, entregan resultados muy similares por lo que en este estudio se optó por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Pienaar & Ricker, 1968.

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media μ y varianza σ^2, L~ N (μ,σ^2), se pueden presentar dos casos, uno es cuando se está frente a un crecimiento isométrico en donde b es igual a tres, y el otro es cuando b toma valores

diferentes de tres, siendo de 2,5 a 3,5 un rango frecuente de observar.

El valor esperado de función de W, Ψ (L), es:

$$E(W) = a(\mu^{n} + a_1 \mu^{n-2} \sigma^{2} + a_2 \mu^{n-4} \sigma^{4} + a_3 \mu^{n-6} \sigma^{6} + ...)^{b}$$

donde el número de términos dependerá del exponente b.

3. Objetivo B3. Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando, y relacionando además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.

3.1 Distribución espacial de los recursos

La información proveniente del crucero de prospección, procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad (t/mn²), determinada por la expresión (**Tabla 1**):

$$I = 75\ (2^{(n-1)})$$

donde:

I = intervalo de densidad.

n = representa el nivel de la categoría, siendo $0 < n \leq 4$.

Lo anterior, permite visualizar claramente las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

Los mapas de distribución espacial de anchoveta, se confeccionaron mediante el uso de los módulos de grillado y mapeo del software Surfer 8 (Kleckner, 1996). La interpolación se realizó mediante el método de la distancia inversa al cuadrado. La caracterización de las estructuras espaciales de anchoveta se realizó mediante el uso de variogramas, herramienta analítica que permite describir la estructura espacial de una variable (Maravelias ***et al.*** 1996, Maynou ***et al.*** 1998).

En el método geoestadístico, los datos son interpretados como una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales $(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$ como función de su distancia h, definida mediante la ecuación:

$$2\gamma(x,h) = E\left[Z(x) - Z(x+h)\right]^2$$

La asunción de estacionaridad de segundo orden en el método intrínseco, requiere que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental $\gamma^*(h)$ como:

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_i \left[Z(x_i) - Z(x_i + h)\right]^2$$

Siendo $Z(x_i)$ el valor experimental en el punto x_i y $N(h)$ el número de pares de datos en la distancia h.

El ajuste del variograma experimental a un modelo matemático, se efectuó de acuerdo a la propuesta de Cressie (1993) de:

Modelo esférico:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ \frac{3}{2}\left(\frac{|h|}{a_s}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{|h|}{a_s}\right)^3 \right. & 0 < |h| \le a_s \ \theta \\ c_0 + c_s & |h| > a_s \end{cases}$$

Modelo exponencial:

$$\gamma(h) = c_0 + c_s\left(1 - e^{-\frac{h}{a}}\right)$$

Donde, c_0 corresponde a la variabilidad de microescala, c_s representa la varianza estructural del modelo de variograma y a_s el rango o distancia hasta la cual los datos presentan correlación. La suma de ambas variabilidades (c_0 + c_s), representa el *"sill"* o nivel máximo de variabilidad de los datos.

El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realizó mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la función:

$$\sum_{i=1}^{H} \left| N(h_{(j)}) \right| \left\{ \frac{\hat{\gamma}(h_{(j)})}{\gamma(h_{(j)})} - 1 \right\}^2$$

Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a *N(h$_j$)* y al inverso de $\gamma(h_j)^2$, lo que tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen y disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Rivoirard ***et al.***, 2000).

La distribución batimétrica de los recursos detectados se presenta en histogramas de frecuencia del número de cardúmenes registrados a la profundidad. La

profundidad corresponde al promedio de los valores máximos y mínimos en que se detectó el cardumen.

Los mapas de distribución espacial se confeccionaron realizando una interpolación según el método de la distancia inversa al cuadrado entre las ESDU y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad según las categorías señaladas anteriormente.

3.2 Índices de ocupación y abundancia relativa

Con el fin de establecer indicadores del grado de agregación relativo de los reclutas de anchoveta, se utilizan los índices de Densidad y de Ocupación (Castillo y Briones, 1987). El índice de ocupación indica el porcentaje del área ocupada efectivamente por la especie, dando una idea acerca del grado de agregación presentado por la especie en el momento de la prospección. Su cálculo se realiza según:

$$IC = \frac{k}{z}\,100$$

$$ID = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} Sa_{ij}\ \hat{C}_b$$

donde:

- k = número de observaciones acústicas con presencia de recurso
- z = número total de observaciones acústicas en el crucero
- Sa_{ij} = lecturas acústicas en la i-ésima ESDU, según la norma internacional, de la j-ésima transecta
- C_b = coeficiente de ecointegración

IC = índice de ocupación (%)

ID = índice de densidad en t/mn²

3.3 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones durante la primavera del 2007.

3.3.1 Información Meteorológica

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. En las transectas oceanográficas del extremo norte de la zona se realizaron estaciones en las 40 mn. Se efectuaron además estaciones a 1 mn de la costa en las transectas intermedias de prospección acústica. El total de estaciones fue de 102 **(Fig. 2)**.

3.3.2 Muestreo de Temperatura, salinidad, oxígeno y clorofila-a

En cada estación del crucero se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C) y salinidad con profundidad hasta un máximo de 500 m, mediante el uso de un CTD marca Sea Bird modelo 19**,** equipado con bomba, fluorómetro SEAPOINT y sensor de oxígeno, operado en modo auto contenido.

Para la toma de muestras de agua se utilizaron botellas Niskin de 5,0 L dispuestas en un muestreador automático tipo ROSETA. Para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto se recolectaron muestras de agua, a profundidades estándares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 y 300 metros como máximo.

Con las muestras de agua recolectadas se realizaron a bordo los análisis

conducentes a la obtención de la concentración de oxígeno disuelto (OD), mediante el método Winkler modificado por Carpenter (1965), clorofila-a según la metodología descrita más adelante y los análisis de salinidad fueron efectuados en tierra con un salinómetro digital marca TSK modelo DIGIAUTO.

Durante la realización de las estaciones bio-oceanográficas se registró información meteorológica de carácter básico: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, altura y dirección de las olas. En el registro se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Los datos de viento corresponden al valor predominante observado durante la ejecución de la estación. Durante la navegación se recopiló también información del viento en forma horaria que corresponde al valor predominante observado.

Para los análisis de clorofila-a, se colectó un total de 596 muestras a las profundidades estándar mencionadas en **3.3.2** hasta un nivel máximo de 100 m, más una muestra adicional tomada en la profundidad del pick de fluorescencia, cuando éste no coincidió con las profundidades estándar. Las muestras se filtraron ***in situ*** con un sistema de filtrado múltiple, utilizando filtros de fibra de vidrio (MFS GF-75, 0,7 µm, 25 cm de diámetro) (Jeffrey ***et al.,*** 1997), con un volumen de filtrado estandarizado en 50 mL, almacenándose éstas en nitrógeno líquido hasta su posterior análisis.

La extracción de la muestra para el análisis de clorofila-a, se realiza en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90 % v/v, por un período de 24 horas y a ca. -20°C. La lectura del sobrenadante se efectuó en ambiente de baja luminosidad con la técnica fluorimétrica con y sin acidificación descrita en Parsons ***et al.*** (1984), utilizando para tales efectos un fluorómetro digital marca Turner Designs, modelo 10AU, calibrado con un estándar puro de clorofila-a marca Sigma Chemicals.

3.3.3 Procesamiento de la información

La información del CTD del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándar recomendados por el fabricante. El control de calidad de los datos del CTD se realizó con la información de temperatura y salinidad obtenida en terreno con otro CTD Sea bird 19 equipado con bomba, desplegado en forma simultanea.

Con los datos del crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribución superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, oxígeno, densidad (sigma-t) y Fluorescencia. Con los datos verticales se obtuvo información de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad de la base, temperatura base, gradiente de temperatura promedio y máximo, profundidad del máximo gradiente), y el límite superior de la capa de mínimo OD (profundidad), realizándose las respectivas cartas y su posterior análisis.

Con respecto a la metodología de cálculo de estas estructuras verticales (eg. capa de mezcla, termoclina, y capa de mínimo OD) el criterio a utilizar fue el siguiente:

- Capa de mezcla: Se considera como espesor de la capa de mezcla, la profundidad de la capa de agua superficial que presente una diferencia menor a 0,1 °C, 0,1 psu y 0,1 Kg/m^3 con los datos correspondientes observados en el primer metro de la columna

de agua. Los datos de observación de esta variable fueron los datos de CTD.

- Termoclina: Se define como termoclina la capa de agua que presentó una variación de temperatura mayor o igual a 0,1°C/m. Los cálculos de gradiente para la definición de termoclina y el valor de gradiente máximo se obtuvo por diferencia de temperatura entre dos niveles consecutivos (cada un metro). El valor de gradiente promedio se obtuvo de los gradientes metro a metro que se registraron en la termoclina.

- Límite de la capa de mínimo oxígeno disuelto: Corresponde a la profundidad de ubicación de la concentración de 1 mL/L de oxígeno disuelto. Dado que los datos obtenidos en terreno son discretos, la ubicación en la columna de agua de los límites superior e inferior de esta capa, se obtuvo por interpolación lineal.

Para el cálculo de densidad del agua se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero and Poisson (1981) y UNESCO (1981a y 1981b), que corresponde a la siguiente expresión:

$$\rho = \rho_o + AS + Bs^{3/2} + Cs^2$$

(Densidad del agua de mar **(ρ)** y densidad del agua pura (ρ_o**)** en kg/m^3, Temperatura (t) en °C, Salinidad (s) en psu)

Donde:

A = 8.24493 x 10-1 – 4.0899 x10 –3 t + 7.6483x10-5 t2 - 8.2467x10-7 t3 + 5.3875 x 10-9 t4

B = -5.72466 x 10-3 + 1.0227 x 10-4 t - 1.6546 x 10-6 t2

C = 4.8314 x 10-4

$\rho_o =$ 999.842594 + 6.793952 x 10^{-2} t – 9.095290 x 10^{-3} t^2 + 1.001685 x 10^{-4} t^3
- 1.120083 x 10^{-6} t^4 + 6.536336 x 10^{-9} t^5

Para señalar la densidad se utilizará la denominación sigma-t. Un valor sigma-t expresa para 1 cm^3 el número de miligramos que sobrepasa la unidad.

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981c); por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10^{-3}.

Para el nivel superficial se presentan valores de anomalía de temperatura, salinidad, como también a nivel subsuperficial que corresponde al de profundidad de la isoterma de 15°C. Los valores de anomalía del crucero fueron obtenidos por diferencia con los promedios mensuales para la zona (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas y Silva, 1996, Braun ***et al.*** 2002) y que fueron actualizados hasta el año 2001, según la metodología indicada por Blanco ***et al***. (2001).

Para el análisis de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para las transectas cada 1° de latitud. Se calculó el porcentaje de participación de las masas de agua (PPM): Subtropical, Subantártica y Ecuatorial subsuperficial de cada transecta. Los PPM de cada estación se obtuvieron mediante el método del triángulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma gráfica como secciones verticales. Los valores de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla se muestran en la **Tabla 2**.

Con los datos de viento horario obtenidos durante la ejecución del crucero se elaboró una carta de intensidad y dirección, las cuales se utilizaron principalmente en la interpretación de los datos oceanográficos superficiales. Lo anterior permite discutir la posible asociación de anomalías térmicas superficiales con el comportamiento del viento, justificando así los valores de anomalía encontrados.

Los vientos horario medidos durante la navegación fueron corregidos en forma vectorial, restándose el efecto de navegación de la embarcación de acuerdo a la siguiente expresión:

Vr = Vm – Vb

Donde:

Vr = vector del viento real
Vm = vector del viento medido durante la navegación
Vb = vector del viento relativo producido por la navegación del buque

Con la información de viento horario se calculó también el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y a partir de estos se obtuvo el IS promedio de las observaciones realizadas cada 1° de latitud. El IS promedio fue representado

por flechas en una carta de la zona, indicando en forma proporcional la magnitud del transporte y la dirección de éste.

El Índice de Surgencia instantáneo se expresa como transporte Ekman hacia el Oeste (M_x) por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{M_x} = \mathbf{t_y / f} \quad (1)$$

donde:

- $\mathbf{M_x}$ = transporte de masa hacia el oeste
- $\mathbf{t_y}$ = coacción del viento sobre la superficie en la dirección norte-sur
- $\mathbf{f}$ = parámetro de Coriolis

siendo:

$$\mathbf{f = 2\,\omega\,Sen\,(l)} \quad (2)$$

donde en (2) :

- ω = velocidad angular de la tierra
- $\mathbf{l}$ = latitud del lugar

a su vez, de la ecuación 1:

$$\mathbf{t_y = r_a\,C_d\,v\,|W|} \quad (3)$$

donde en (3):

- $\mathbf{r_a}$ = densidad del aire (1.25 Kg/m^3)
- $\mathbf{C_d}$ = coeficiente de arrastre (0,0013 sin dimensiones)
- $\mathbf{v}$ = componente norte sur de la velocidad del viento
- $\mathbf{|W|}$ = magnitud de la velocidad del viento

El valor de C_d (coeficiente de arrastre) que se utilizó en los cálculos fue igual a 0,0013 de acuerdo a Bakun y Parrish, (1982).

Con la información de viento horario registrado durante la navegación se determinó también el índice de turbulencia (IT), el cual corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (W^3) (Bakun y Parrish, 1982). Con la información de los datos individuales de IT se obtuvo un valor de IT promedio costero dentro de un grado de latitud. Los valores promedio fueron graficados como barras sobre una carta que muestra la zona de estudio.

La información meteorológica obtenida en cada una de las estaciones bio-oceanográficas será remitida al CENDOC a fin de mantener actualizada la base de datos meteorológica del país.

La determinación de la "condición de normalidad de la zona", se realizó considerando los valores de anomalías de las variables temperatura, salinidad, profundidad de la isoterma de 15°C, y su respectiva desviación estándar. Así también se utilizó la información de viento ***in situ*** y satelital, TSM satelital, circulación geostrófica (medida con satélite) para analizar procesos locales de mesoescala que pueden estar definiendo las condiciones encontradas.

En términos generales, la aparición de condiciones anómalas para la zona y período de estudio, está dada por valores de 1 desviación estándar respecto del promedio histórico en temperatura y salinidad superficial, discutiéndose la causa de la anormalidad registrada. Las condiciones subsuperficiales son discutidas también respecto de las condiciones superficiales y los posibles procesos que están ocurriendo o se desarrollaron previamente en la zona.

Respecto a la clorofila, una vez cuantificadas las muestras, la información fue codificada, digitada y geo-referenciada por profundidad de origen. Esta información permitió confeccionar cartas de distribución vertical para todas las transectas, además de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila-a y de los productos de degradación o feopigmentos se expresan en µg/L.

La concentración de los productos de degradación de la cloa o feopigmentos (feop) fue analizada solamente como un índice relativo de la degradación de la biomasa fitoplanctónica activa.

Para la adecuada representación de la estructura biológica de toda la columna, tomando en cuenta la muestra adicional del pick de fluorescencia se calculó el valor de la clorofila a integrada (Lohrenz ***et al.,*** 1988), utilizando la siguiente ecuación:

$$\sum Cloa = \sum_{0}^{100} (C_{i+1} + C_i)(D_{i+1} - D_i) / 2$$

Donde:

i son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto **1.2**

***Ci y Ci*+1** son las concentraciones de clorofila (µg/L), en la profundidad *i*, desde superficie a la profundidad máxima de 100 m.

***Di y Di*+1** son las profundidades respectivas (m).

Este cálculo expresa la clorofila-a de toda la columna en unidades de área (mg/m^2), lo que permite representar adecuadamente los máximos sub-superficiales de la biomasa fitoplanctónica, los que pueden ser subestimados si se considera sólo la clorofila-a superficial. Esta información se entrega en cartas de distribución tanto para la clorofila integrada como para los feopigmentos integrados.

Con los datos disponibles se realizó un análisis exploratorio de modelación entre: a) clorofila-a (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt), b) clorofila-a superficial (µg/L) y fluorescencia in vivo (volt) superficial y c) clorofila-a superficial (µg/L) y clorofila integrada. El modelo que mejor representó las relaciones correspondió a una relación lineal del tipo:

$$Y = \alpha + \beta X$$

3.3.4 Distribución espacial y temporal de la temperatura superficial del mar (TSM) satelital.

Para el análisis de la estructura termica superficial se confeccionaron imágenes, que corresponden a promedios semanales de TSM de los cruceros (RECLAN), anteriores, que serán utilizadas para el análisis histórico, y para el análisis de TSM durante el crucero de diciembred de 2007. Las imágenes hasta el año 2001 corresponden a datos Pathfinder version 5.0, provenientes radiómetro de alta resolución (AVHRR) a bordo de los satélites NOAA. Las imagenes correspondientes a los cruceros realizados en febrero de 2007 y diciembre 2007, se confeccionaron con datos MODIS, provenientes del espectroradiómetro a bordo del satélite MODIS Aqua (NASA). Ambos tipos de datos satelitales fueron obtenidos de PO.DAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center).

Se utilizó sólo una imagen promedio para cada crucero, escogiendo las que contengan el mayor porcentaje de datos no contaminados por nubes. Las fechas se señalan en la **Tabla 3**:

Para las imágenes obtenidas con datos Pathfinder, se realizó principalmente un análisis visual de los datos para poder discriminar entre las nubes y los datos de TSM. Para esto se tomaron como referencia los datos de temperatura superficial *in situ* obtenidos en los cruceros y se realizaron histogramas de frecuencia de los datos satelitales, separando la franja costera del sector oceánico, ya que existe una diferencia significativa entre las temperaturas de estos. En los histogramas se encontró distribución del tipo gausiano o normal y en base a esto se eliminaron los datos que notoriamente estaban fuera de esta distribución.

Para las imágenes obtenidas de los datos MODIS se cuenta con un matriz de calidad, la que indica la confiabilidad de los datos, indicando los que corresponden a continente y nubes, entre otros parametros. Con esta matriz se procedió a filtrar los datos, dejando sólo los datos de mayor calidad, sin nubes y continente.

Tambien se calculó la anomalía de temperatura satelital, en base a la climatología satelital, que abarca desde 1985 hasta 2005. Este parámetro fue obtenido de la diferencia entre la carta satelital y el mes de la climatologíía correspondiente.

El propósito de utilizar cartas promediadas semanalmente es el de obtener una buena visualización de los fenómenos térmicos superficiales y minimizar el efecto de la nubosidad, lo anterior se sostiene en dos fundamentos principales: primero, Pizarro ***et al***. (1994), al describir el comportamiento de las fluctuaciones interdiarias, indica que los eventos de surgencia tienen una respuesta temporal de 8 o más días, por otro lado Barbieri ***et al***. (1995), al efectuar un análisis multitemporal de las imágenes diarias en la zona norte, llega a la conclusión que los procesos asociados con la estructura térmica superficial y/o eventos de surgencia tienen una moda de 8 días.

3.3.5 Distribución espacial y temporal de la clorofila superficial del mar.

Para el análisis de la clorofila superficial del mar, se recepcionaron y procesaron imágenes satelitales promedio semanal para el mes de diciembre de 2007, simultáneas al periodo del crucero. Dichas imágenes son de alta resolución y fueron derivadas del sensor SeaWifs a bordo de satélites SeaStar.

Al igual que las imágenes de TSM satelital, la disponibilidad de imágenes de Cloa también es condicionada por la nubosidad existente en la zona de estudio, ya que la forma de registro del sensor no realiza mediciones a través de las nubes.

Finalmente, con el objeto de validar las cartas de Clorofila satelital, éstas fueron contrastadas con datos recolectados in situ.

Las cartas promedio corresponden a las fechas 25 de noviembre al 2 de diciembre, 3 al 10 de diciembre y 11 al 18 de diciembre de 2007.

3.3.5.1 Imágenes satelitales del nivel del mar y corriente geostrofica superficial.

Los datos de anomalía del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografia Satelital, Interpretacion, Validación y Almacenamiento, conocido en su sigla en inglés como AVISO (http://www.aviso.oceanobs.com/), con una resolucion espacial de 0,25° x 0,25°. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satelites disponibles usando una interpolación óptima y tomando en cuenta los errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet ***et al.,*** 2000). La combinación de diferentes satelites proporciona mapas con una reduccion significativa del error (hasta un 30%) comparado con cualquiera de los datos comparado en forma individual, y

además proporciona mapas más realistas que los datos en forma individual, mejorando la descripcion de la variabilidad de mesoescala del oceano. Se obtuvo las imágenes de todo el mes pero se entregan en este informe sólo los dias 30 de noviembre, 9 y 18 de diciembre, los cuales ilustran la condición mensual de esta variable. La resolución de este tipo de imágenes no entrega información del área costera de la zona de estudio (aproximadamente las primeras 20 mn).

Para la comparación histórica se analizaron imágenes correspondientes a la fecha en que se realizó el crucero del año 2001, especificamente de los días 5, 12 y 19 de diciembre. Para el año 2007 los dias son 5, 12 y 19.

3.3.6 Imágenes satelitales del régimen de viento superficial

Datos diarios del campo vectorial superficial del viento del océano son obtenidos del satélite QuickSCAT Nivel 3, estos datos son creados para proporcionar de una manera simple y global datos vectorial del viento para el uso en investigaciones del cambio climático global y la interacción aire-océano (Jet Propulsión Laboratory SeaWinds Project, disponible en http://winds.jpl.nasa.gov/missions/quikscat/). Este sensor remoto fue lanzado el 19 de junio de 1999 y es un radar de microondas especializado que mide velocidad y dirección del viento cercano a la superficie sobre los océanos. Estos datos están actualmente disponibles en Formato de Datos Jerárquico, conocido en su sigla en inglés como HDF (Hierarchical Data Format) y existen desde julio de 1999 a la fecha.

Las imágenes del campo vectorial del viento tienen una cobertura global y una resolución espacial de 0,25° x 0,25°. Imágenes separadas están disponibles para el paso ascendente y el descendente, de manera de facilitar el uso de este producto para los estudios afectados por tendencias diurnas. De cualquier modo, las imágenes del paso ascendente y descendente pueden ser fácilmente combinadas para obtener mapas de vientos diarios. Además, los datos del nivel 3 dan una grilla global de 1440 píxeles en longitud por 720 píxeles de latitud (grilla de 0,25°). Para la informacion de viento durante el mes de crucero, las cartas promedio corresponden a las fechas 26 de noviembre al 3 de diciembre, 3 al 10 de diciembre y 10 al 17 de diciembre de 2007.

Por otro lado, de los datos de viento disponibles se obtuvieron dos series de tiempo, para posteriormente calcular el transporte perpendicular a la costa (Índice de Surgencia instantáneo o transporte Ekman hacia el Oeste) utilizando la metodología señalada más adelante. Una de las series obtenidas corresponde a Iquique y la otra a la peninsula de Mejillones (20°30'S). Se escogieron estas zonas por presentar temperaturas y anomalias de TSM relativamente bajas según los datos de TSM satelital. Las series se obtuvieron extrayendo de las matrices, que representan los datos, el punto más cercano al sector de interés, los que corresponden a 20°18'S y 70°45'W para el sector de Iquique y a 23°30'S y 70°45'W para la península de Mejillones.

3.3.7 Análisis de nivel del Mar

El Servicio Hidrográfico y Oceanográficos de la Armada entrego para uso científico el nivel del mar registrado desde enero de 2007 a marzo de 2008 de las estaciones de Arica (18º28'26"S-70º19'16"O) y Antofagasta (23º38'57"S-70º24'09"O). Estos datos corresponden a promedios diarios de los valores de nivel del mar registrados mediante mareógrafos ubicados en los puertos de dichas ciudades, las cuales están

separada ~575 km.

A los datos de nivel del mar se les extrajo los primeros 21 días de enero de 2007, para generar consistencia entre las dos estaciones, ya que el mareógrafo de Arica no presentaba información durante ese periodo. Posteriormente, se extrajo el promedio de cada una de las señales de tal manera de obtener y graficar la anomalía de nivel del mar. Como el objetivo del análisis del nivel del mar es analizar las fluctuaciones de baja frecuencia, ambas señales fueron suavizadas usando un filtro promedio triangular de 27 pesos, que elimina fluctuaciones menores a 27 días.

El resultado de este proceso fue graficado en forma de serie de tiempo, donde se muestra la serie original anomalía de nivel del mar, cruda y filtrada

Posteriormente, la relación entre el nivel del mar de Arica e Iquique fue analizado en función de las correlaciones cruzadas entre las series con desfase temporal de hasta un máximo de 1 año. Los resultados de la correlación cruzada normalizada fueron presentados en función del los intervalos de desfase (LAGS).

3.3.8 Comparación histórica de las condiciones oceanográficas

Se realizó una comparación histórica de las condiciones oceanográficas encontradas durante los anteriores cruceros RECLAN en la I y II región (**Tabla 4**) y también dentro de un marco ambiental regional (Pacífico Ecuatorial). Los cruceros realizados son 9 y abarcan desde el año 1995 al 2007.

Para tal efecto se realizó una descripción de la información de variables superficiales, subsuperficiales (cuando las había disponible) y/o con información obtenida con percepción remota. Se trabajo con las siguientes variables: anomalía de temperatura (***in situ*** y satelital) y salinidad superficial del mar (***in situ***), profundidad de la isoterma de 15°C (***in situ***) y circulación geostrófica superficial del sector oceánico (sólo para los cruceros del los años 2001 y 2007), presencia e intensidad de frentes térmicos generados por surgencia en el sector costero, ubicación de los núcleos de clorofila y de las condiciones anormales generadas por el evento cálido El Niño 1997-1998. También se obtuvo una serie de tiempo del transporte perpendicular a la costa en Iquique y la península de Mejillones con el fin de asociarla a los datos históricos de TSM satelital y su correspondiente anomalía.

El cálculo de las anomalías históricas de las variables temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C se realizó con la misma metodología ya descrita. El análisis de la presencia e intensidad de los frentes de surgencia se realizó utilizando las imágenes de TSM de los cruceros y/o mediante la información de TSM satelital

La información para el análisis de la circulación geostrófica superficial de los cruceros anteriores fue obtenida según la metodología ya indicada.

3.4 Oferta ambiental del alimento entre las Regiones I y II en diciembre del 2007.

Las muestras fueron obtenidas en 39 transectas bio-oceanográficas, desde estaciones localizadas a 1, 5, 10 y 20 millas náuticas (mn) de la costa, y en las inter-transectas se trabajó en una estación ubicada a 1 mn, completándose un total de 102 estaciones (**Fig. 2**).

3.4.1 Microfitoplancton y microzooplancton

3.4.1.1 Composición Específica

En cada estación se obtuvieron muestras para el análisis cualitativo y cuantitativo de la componente planctónica. Para el análisis de los grupos y especies del fitoplancton y microzooplancton se tomaron muestras con una red de 20 µm de abertura de malla mediante arrastres verticales desde 50 m de profundidad a superficie, las que fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con bórax.

3.4.1.2 Abundancia y espectro de tamaños

Las muestras para la determinación de la abundancia celular fitoplanctónica y de individuos del microzooplancton, fueron obtenidas mediante el uso de botellas Niskin desde 0, 5, 10, 25 y 50 m de profundidad. Un submuestra 250 mL fue fijada con una solución de lugol-acético 1% y se destinó para el recuento de células fitoplanctónicas. Para el recuento del microzooplancton 4 litros de muestra fueron filtrados a través de un tamiz de 20 µm y el material retenido fue fijados con una solución de Lugol-acético 1% más 1 mL de formalina al 4% neutralizada. Se obtuvo un total de 83 muestras de red para cada grupo y 408 muestras de agua.

La identificación de grupos y especies de fitoplancton y microzooplancton se realizó mediante microscopía de contraste de fases, literatura especializada y técnicas de apoyo. Los recuentos se llevaron a cabo siguiendo la metodología para microscopio invertido según lo descrito por Sournia (1978) y Villafañe y Reid (1995). Las mediciones fueron hechas según Hillebrand ***et al.*** (1999), considerando individuos solitarios y en cadena.

Para el recuento, medición e identificación a nivel de grupos mayores de individuos zooplanctónicos, se llevó a cabo un análisis automatizado utilizando el software Zooimage (Grosjean ***et al.***, 2004). Cada muestra de zooplancton fue teñida con Rosa

de Bengala al 0,5% y lavada en alcohol al 70% y en agua. Los organismos fueron separados manualmente y digitalizados en escáner HP Scanjet 4070 a 800 dpi (24 bits). Una vez digitalizadas todas estaciones se trabajó directamente con el software, el cual reconoce los organismos teñidos, enumerándolos y midiéndolos. Luego se procede a su clasificación en grupos utilizando el training set. El "training set" es un archivo, construido previamente, conformado de imágenes y mediciones de cada taxa.

3.4.2 Zooplancton

Para el análisis del zooplancton el muestreo fue realizado mediante arrastre vertical desde 100 m a superficie, con una red WP-2 con malla de 300 µm, equipada con medidor de flujo. El material biológico colectado fue fijado inmediatamente con formalina al 5% neutralizada con bórax.

3.4.2.1 Biomasa

La biomasa zooplanctónica fue estimada como peso húmedo, estandarizando los valores en gramos por 1000 m^3 de agua filtrada.

3.4.3. Análisis de la Información

Para la construcción de gráficos de distribución horizontal del microfitoplancton y microzooplancton los valores de abundancia fueron integrados utilizando la fórmula de Hasle (1969). Para los gráficos de distribución vertical se obtuvo un promedio de transectas las cuales fueron seleccionadas en función de la abundancia.

Se definieron áreas en términos de la abundancia mediante un análisis de clasificación de la comunidad de acuerdo a lo descrito por Field *et al.* (1982). Las áreas fueron caracterizadas considerando la componente específica del microfitoplancton y microzooplancton. Para esto se identificaron las especies y

grupos más importantes utilizando como criterio el porcentaje de aporte a la abundancia total que realizaron en cada una de las estaciones. Se seleccionaron aquellos grupos y especies que individualmente contribuyeron con un mínimo del 5% y que en conjunto aportaron con más del 50%.

Con la finalidad de comparar los resultados del microfitoplancton y microzooplancton con los obtenidos durante el crucero de febrero de 2007 se aplicó un ANOVA no paramétrico (test de Kruskal-Wallis).

La información de abundancia y tamaño del zooplancton fue graficada en la componente horizontal con la finalidad de observar las variaciones latitudinales. Se estimó la pendiente de la abundancia (log) por clase de tamaño (log) y prueba de significancia de la regresión. Además, se determinó la diversidad de tamaños como un indicador de la variabilidad en las clases de talla por estación. Para esto se trabajó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon y Weiner, 1949).

3.5 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la anchoveta.

Se efectúo un análisis espacial de la distribución y abundancia de anchoveta y de las variables biooceanográficas temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, densidad del agua, clorofila a y abundancia de zooplancton, fitoplancton y microzooplancton en la capa de mayor frecuencia de cardúmenes.

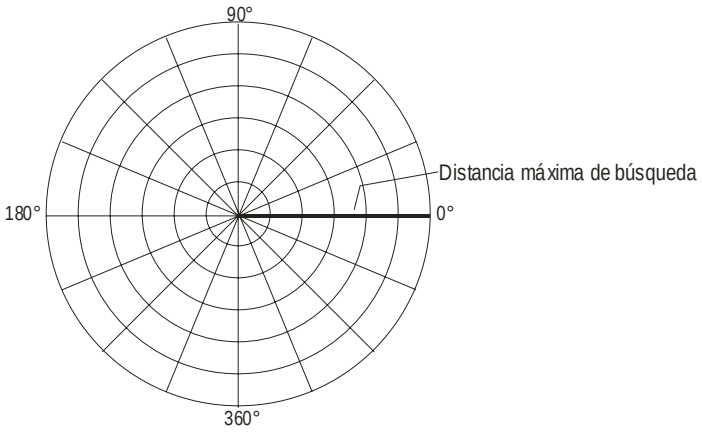
3.5.1 Procesamiento de la información

La capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), se determinó en base a la moda de la distribución de las profundidades medias de los cardúmenes de la especie para toda la zona. Se determinó que dicha capa fluctúo entre los 10 y 20 m de profundidad (sobre el 90% de los cardúmenes).

Todas las variables bio-oceanográficas, en el plano considerado, fueron interpoladas en el área de prospección, mediante la utilización de módulos del programa Surfer 8.0. La anchoveta fue interpolada en el área de prospección mediante el método Inverso de la distancia, donde se crean grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos, mientras que la información de las variables bio-oceanográficas se realizó con el método Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre sí.

Con el fin de incluir la variabilidad espacial de las variables oceanográficas e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolación de la cartografía.

Para dicho proceso se ocupó el módulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, a los cuales se aplicó una grilla polar omnidireccional. Esta grilla no puede ser desplegada y es solamente usada en el contexto de cálculo del variograma y es de la forma:



Esta grilla polar incorpora la distancia y ángulo de separación de cada par de datos, los que son calculadas de acuerdo a:

Distancia: $$h = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

Ángulo: $$\vartheta = \arctan\left[\frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)}\right]$$

Donde:

X_{1y2} : Longitud en grados

Y_{1y2} : Latitud en grados

El variograma experimental resultante considera aquellos pares de datos ubicados a una distancia inferior al máximo de búsqueda y con un ángulo de separación entre 0° y 180°.

Los variogramas con los mejores parámetros, se obtuvieron después de diversas pruebas, definiéndose los siguientes:

- Distancia máxima de búsqueda de “lags” de 2 unidades mapa (120 mn app.)
- Tamaño de lags 0,0833 unidades mapa en latitud y 0,1043 unidades mapa en longitud (5 mn).

Una vez construidos los variogramas, ajustados los modelos y verificados los valores estimados, se aplicaron en la interpolación de las variables, generando grillas de distribución con una resolución espacial de 1 mn app. Posteriormente, éstas fueron importadas por el programa IDRISI Kilimanjaro (Eastman, 1997), mediante los cuales se generaron los planos de distribución de abundancia de anchoveta y de variables bio-oceanográficas en las dos capas analizadas.

El mapeo de cada variable y cada plano implicó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), 1era Edición- enero del 2000. Cada plano así generados fueron reclasificados para favorecer el estudio visual.

A la cartografía reclasificada de abundancia de anchoveta, se le determinó el Índice de Ocupación (IOC), por categorías de clases de acuerdo a:

$$IOC_i = \frac{NC_i}{NT}$$

Donde:

IOC_i = Indice de Ocupación de la categoría “i”.
NC_i = N° de pixeles categoría “i”.
NT = N° pixeles positivos totales.

3.5.2 Relaciones entre la distribución espacial de anchoveta y las variables oceanográficas.

Para determinar si existe asociación entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales en la CMFC, los datos fueron tabulados en una tabulación cruzada o Tabla de contingencia, y la existencia de asociación entre frecuencia de organismos por tipo de clase o categoría de la variable ambiental en estudio se realizó por medio de la prueba χ^2 (Chi–cuadrado). Las hipótesis a probar y el estadístico de prueba χ^2 (Chi–cuadrado) son las siguientes:

Ho : No hay asociación entre la densidad de anchoveta y la variable bio-oceanográfica “X” (hay independencia)

Donde “X” corresponde a la variable temperatura, salinidad, densidad, zooplancton, fitoplancton, etc.

Por su parte la hipótesis alternativa está dada por:

Ha : Sí hay asociación entre densidad de anchoveta y variable oceanográfica.

La estadística de prueba de este juego de hipótesis está dada por la siguiente relación:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^{c}\sum_{i=1}^{r}\frac{\left(O_{ij}-E_{ij}\right)^2}{E_{ij}} \rightarrow \chi^2_{(c-1)(r-1)}$$

Donde:

O_{ij} : Corresponde a la frecuencia observada de la celda que está en la fila "*i*", columna "*j*",

E_{ij} : Es la frecuencia esperada de la celda (*i*, *j*).

La frecuencia esperada corresponde a la frecuencia que debiera darse según lo establecido en la hipótesis nula, asumiendo que esta es verdadera.

La estadística de prueba, corresponde a una estadística que se distribuye como una Chi-cuadrado con (*r*-1)(*c*-1) grados de libertad. El criterio de "aceptación o de rechazo" de la hipótesis Nula se rechaza está dado por: Rechace la hipótesis nula si χ^2 calculado > χ^2 **Tabla** (m-1, n-1), al nivel de significación "α" previamente establecido. Equivalentemente, rechace la hipótesis nula si el p-value es menor que nivel de significación "α"(es menor que 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la posible existencia de asociación entre las variables, se cuantifica el grado de asociación observada entre las variables por medio del índice $V(Cramer)$, cuyo rango de variación se encuentra entre 0 y "+1". Valores destacados del índice que corresponden a:

- "0" indica que no existe asociación entre las variables;
- "1" indica que las variables presentan una asociación perfecta.

Por cierto que la proximidad al valor "0" del índice constituirá un antecedente de no asociación existente entre las variables y, por el contrario, una proximidad a "+1" constituirá un antecedente o presunción de alta asociación entre las variables.

3.5.3 Análisis de la señal latitudinal

Para contrastar la hipótesis de que la distribución y abundancia de la especie se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes térmicos), se estimó la señal latitudinal de las variables ambientales y la densidad del anchoveta expresados en Sa. Para tal efecto se creó una grilla con una resolución de 2 mn latitudinalmente y 2 mn longitudinalmente, generándose cuatro señales: la primera denominada costera (costa-2 mn), la segunda llamada intermedia costera (2-6 mn), una tercera nominada intermedia (6-100 mn) y la cuarta llamada oceánica (> 10 mn). Asimismo, se estimaron los gradientes térmicos y salinos longitudinales, calculándose el diferencial entre pixeles vecinos mediante los comandos del SIG.

3.5.4 Estimación de los centros de gravedad (CG)

Una vez realizada la cartografía se procede a calcular los índices estadístico de los mapas. En el caso de las cartografías de anchoveta se calculó el centro de gravedad de las cartografías (CG).

Para el cálculo del CG se utilizó la siguiente formula:

$$CGn = \frac{\sum_{i=1}^{m} (Lat(Long)_{in} * Zi)}{\sum_{i=1}^{m} (Zi)}$$

donde: CGn = Centro de gravedad del n-ésimo crucero.

$Lat(Long)_{in}$ = Latitud (Longitud) de la i-ésima posición.

Z_i = Densidad de anchoveta de la i-ésima posición.

3.6 Modelamiento estadístico entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales.

El objetivo de este análisis se orienta a conocer la relación entre las variables ambientales y la distribución de la densidad de anchoveta. Para estos efectos se hizo uso de modelos aditivos generalizados (GAM), atendiendo a la naturaleza no lineal de los predictores oceanográficos y biológicos considerados. El GAM es un método estadístico, similar al de regresión clásica, pero con supuestos distribucionales más generales, además de no suponer linealidad en las covariables. Genéricamente el GAM tiene la siguiente estructura (Hastie y Tibshirani, 1990).

$$E(y) = g^{-1}\left(\beta_0 + \sum_k S_k(x_k)\right)$$

La función de enlace $g(\cdot)$, define la relación entre la respuesta y el predictor lineal $\beta_0 + \sum_k S_k(x_k)$. La respuesta, y, se asume que se distribuye de acuerdo a una familia de distribuciones estadísticas, de tipo exponencial. El término x_k es el valor de la k-ésima covariable. El término β_0 es un intercepto, y $S_k(\cdot)$ es una función de suavizamiento unidimensional para la k-ésima covariable.

La variable de interés a modelar corresponde en este caso a la densidad de anchoveta (Adultos y reclutas), asumiendo una distribución de probabilidad log-normal, con distribución normal y función de enlace identidad. El logaritmo de la densidad de anchoveta fue modelada como función de las variables bio-oceanográficas (abundancia de fitoplancton y microzooplancton, temperatura, salinidad, clorofila, oxígeno, densidad del agua y sus gradientes), todas ellas correspondientes a la densidad acústica de anchoveta las cuales fueron introducidas en el modelo a través de funciones de suavizamiento no-paramétricas, de la forma de los suavizadores localmente ponderados (loess) (Hastie y Tibshirani, 1990).

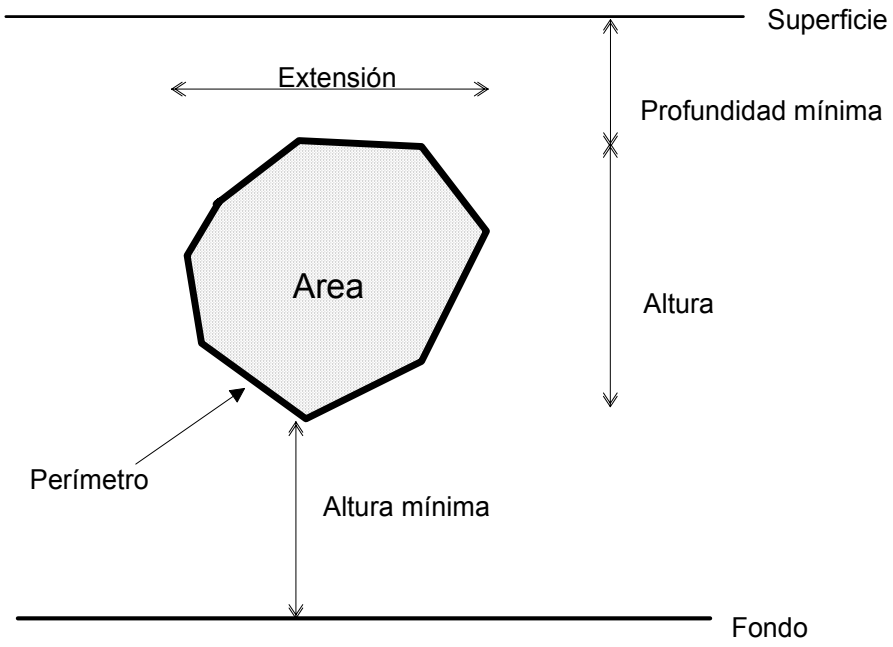
4. Objetivo B4. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

Las agregaciones de anchoveta, son caracterizadas mediante descriptores geométricos y espaciales determinados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas con el sistema de ecointegración.

En un proceso automático de medición, se define una agregación como un conjunto de muestras acústicas que poseen una continuidad vertical y horizontal y además exceden un umbral predeterminado de energía y tamaño. El algoritmo debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal). La resolución horizontal corresponde a la distancia cubierta entre pulsos sucesivos y la vertical sobre el mismo pulso, a la distancia relativa correspondiente a la semilongitud del pulso.

Los descriptores utilizados se pueden clasificar en dos tipos: los morfológicos que permiten medir el tamaño y forma de las agregaciones, y los batimétricos que definen su posición en la columna de agua (Scalabrin y Massé, 1993; Fréon et al., 1996).

Los descriptores morfológicos de las agregaciones a utilizar son: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según el siguiente esquema:



El área de una agregación se obtiene asociando un rectángulo a cada muestra *S* con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegración. La superficie del rectángulo *Se* es calculada como el producto de la distancia horizontal cubierta desde el pulso precedente (d_j) y la distancia vertical cubierta desde la muestra anterior e por lo tanto:

$$Se = d_j e$$

El área transversal de la agregación (*Area*) es el resultado de la suma del área de todos los rectángulos elementales:

$$Area = \frac{1}{\eta} \sum_{j=1}^{N} \sum_{i=1}^{n} S_{ij}$$

A partir de las estimaciones básicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación.

La dimensión fractal (*DFrt*) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación.

$$DFrt = 2 * \frac{\ln\left(\frac{Perim}{4}\right)}{\ln Area}$$

La elongación (*Elon*) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregación y es definido básicamente como la relación entre el largo y el alto, donde valores elevados estarán asociados a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores a agregaciones cercanas a un círculo.

$$Elon = \frac{L\arg o}{Alto}$$

El Indice de altura (Arel) es utilizado para medir la posición relativa del centro de la agregación en la columna de agua y se expresa en forma porcentual como:

$$Arel = 100 * \frac{(Altura\,mínima + \frac{Altura}{2})}{\Pr ofundidad\ del\ fondo}$$

En el presente crucero se procesó y analizó un total de 2.223 agregaciones mediante el programa Sonardata Echoview® (Versión 3.00.81), correspondientes a anchoveta, información extraída de las transectas de prospección acústica e intertransectas costeras orientadas a la búsqueda de cardúmenes. La muestra fue diferenciada de acuerdo a la hora de detección en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 06:30 horas de la mañana y las 20 horas (2.036 detecciones), mientras que las agregaciones nocturnas se consideraron en el período restante para completar las 24 horas (187 detecciones).

Posteriormente se analizó las variaciones de los valores de los descriptores de acuerdo a siete zonas determinadas y sus diferencias dia-noche

Se aplicó un análisis de componentes principales para establecer y jerarquizar las variables individuales o agrupadas que permitan diferenciar o caracterizar las agregaciones, separadas en ambiente diurno y nocturno.

VII. RESULTADOS

1. Condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones de Chile durante la primavera del 2007. (Objetivo B3)

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. En las transectas oceanográficas del extremo norte de la zona se realizaron estaciones en las 40 mn. Se efectuaron además estaciones a 1 mn de la costa en las transectas intermedias de prospección acústica. El total de estaciones fue de 102 **(Fig. 2)**.

1.1 Viento

Durante el crucero se midieron un total de 462 datos de viento horario. De esta información (**Fig. 3a**) se obtuvo un máximo de 11,1 m/s en la bahía de Mejillones. El 30 % de los registros indicó un viento con intensidad mayor o igual a 5 m/s. Estos vientos se distribuyeron con mayor frecuencia en la zona costera y estuvieron focalizados frente a Arica, Iquique, Tocopilla, Bahía de Mejillones y desde Antofagasta al sur. En la última área señalada abarcaron también el sector oceánico. El restante 70% de mediciones corresponde a viento de intensidad menor a 5 m/s, los cuales se distribuyeron tanto en la costa como en el sector oceánico. En el área de Antofagasta al sur hubo un mayor predominio de viento de intensidad mayor a 5 m/s. El viento tuvo en sus características un claro predominio de dirección favorable a la surgencia ya que su dirección fue en el 91% proveniente del segundo o tercer cuadrante.

El índice de surgencia (IS) promedio por 1° de latitud (**Fig. 3b**) estuvo en el rango de 346 a 726 m^3/s x 1000 m de costa (en adelante sólo m^3/s). El índice promedio mínimo se midió entre los 19° y 20°S, mientras que el promedio máximo se registró

entre los 24° y 25°S, seguido muy de cerca por un IS de 711 m^3/s entre los 18° y 19°S.

El índice de turbulencia (IT) (**Fig. 3c**) tuvo en el área costera (primeras 30 mn) un mínimo de 51 m^3/s^3, medido entre los 19° y 20°S, y un máximo de 183 m^3/s^3 entre los 24° y 25°S. El área de Mejillones al sur posee comparativamente los mayores IT de la zona. En el área oceánica, que abarca sólo entre el límite norte de la zona y hasta los 19°S, se registraron valores de IT bajos, que son 19 y 56 m^3/s^3 de norte a sur, respectivamente.

1.2 Condiciones hidrográficas en superficie

1.2.1 Temperatura

La temperatura superficial del mar (TSM) **(Fig. 4a)** registró un rango total de 14° a 21°C, donde el mínimo se midió en la estación de 1 mn frente a caleta Colorada en el extremo sur de la zona, mientras que el máximo se registró en la estación de 20 mn en la sección de los 19°S. La estructura térmica en la zona registró una distribución de temperatura típica del sector costero, es decir, con la presencia de frentes térmicos los que se ubicaron principalmente en el sector de Arica a Iquique, entre caleta Chipana y Mejillones, como también, con gradientes menos intensos, entre punta Coloso y caleta Colorada. Estos frentes están caracterizados por el descenso abrupto de la temperatura hacia la costa. En las áreas donde no se registraron gradientes térmicos, la TSM midió en general valores bajos (< 18°C) que hacen suponer una presencia de gradientes térmicos ubicados más hacia el sector oeste, provocados por la presencia de aguas de temperatura mayor a 20°C que se observan en las gráficas, al menos hasta la latitud de la localidad de Tocopilla. La máximas TSM se presentaron en la parte norte de la zona, sin embargo es ésta el área con mayor prospección hacia el oeste (40 mn), por lo que no se puede descartar

que aguas cálidas con TSM mayores a 20°C se hayan encontrado también hacia el extremo sur de la zona. Analizando sólo la franja de las primeras 20 mn de la costa se puede indicar que el área de Arica a caleta Camarones y frente a Tocopilla es en donde se registraron las mayores TSM durante el crucero. Aun así, el patrón general muestra un descenso de la temperatura superficial a medida que se aumenta en la latitud y un descenso hacia la costa.

Las anomalías de temperatura **(Fig. 4b)** asociadas a la distribución de TSM descrita se encuentran en el rango de -4,3° a +0,8°C. El máximo negativo se registró en la estación de 1 mn en los 19°20'S, mientras que el máximo positivo se ubicó en la estación costera de la sección de Antofagasta. En general, se puede indicar que las anomalías negativas predominan a lo largo de toda la zona de estudio, con los máximos valores en el sector norte de ella, principalmente frente a la localidad de Arica, desde la costa hasta las 40 mn, mientras que en el área desde Iquique hasta caleta Chipana se presentaron anomalías que indican valores de TSM en más de 3°C bajo el promedio mensual histórico, pero en este caso sólo en el sector más oceánico. Algunos focos de anomalías positivas se midieron también en el área, destacándose los focos que se encontraron frente a Pisagua y Antofagasta, pero sin superar el valor de +1°C.

1.2.2 Salinidad

La salinidad superficial **(Fig. 4c)** registró un rango de valores entre 34,6 psu en la estación de 20 mn frente a Antofagasta, y un máximo de 35 psu en la estación de 40 mn en la sección de los 19°S. Las mayores salinidades relativas (> 34,8 psu), se ubicaron entre Arica e Iquique, destacándose el foco de aguas con salinidades mayores a 34,9 psu detectado frente a punta Argolla, mientras que hacia el sur los valores de salinidad oscilaron entre 34,6 y menores a 34,8 psu. Se destaca, en este sentido, el área desde punta Grande hasta el límite sur de la zona, el cual tuvo

valores de salinidad menores a 34,7 psu. Al igual que la temperatura, la salinidad superficial mostró un descenso hacia el sur.

La anomalía de salinidad **(Fig. 4d)** presentó valores entre -0,32 y +0,05 psu. El máximo negativo se registró en la estación de 40 mn en los 19°20'S y también a 5 mn frente a caleta Patillos. El máximo positivo se ubicó en la estación de 5 mn frente a Antofagasta. Al igual que en la temperatura, la salinidad registró también un predominio de valores de anomalía de tipo negativo en prácticamente toda la zona, a excepción del área más costera de Antofagasta, en donde se registró un foco de valores positivos pero de baja magnitud pues no superan los 0,05 psu.

1.2.3 Densidad superficial

La densidad superficial **(Fig. 5a)** registró un rango de valores entre 24,4 y 25,9 kg/m^3. Las mayores densidades se registraron en general en el área costera, focalizándose en las localidades de caleta Colorada, en el extremo sur de la zona (donde se encuentra el máximo), península de Mejillones, Iquique a caleta Patillos, Pisagua y Arica. Las menores densidades se localizaron en el área más oeste de la zona de muestreo, por sobre las 10 mn, midiéndose el mayor foco entre punta Argolla y Pisagua (lugar del mínimo señalado) y en el foco frente a Tocopilla. Dadas las ubicaciones de los focos de mayores y menores densidades, las áreas de Arica a Iquique, frente a Tocopilla, península de Mejillones y caleta Colorada, son las que registraron los mayores gradientes de densidad entre la costa y el borde oeste de la zona.

1.2.4 Isoterma de 15°

La profundidad de la isoterma de 15°C **(Fig. 5b)** presentó valores en el rango de 0 a 43 m. El máximo de profundidad se ubicó en la estación de 20 mn frente a Tocopilla. En general, las menores profundidades se ubicaron a la largo de la franja más costera (primeras 5 mn) con profundidades que no superaron los 10 m. Las mayores profundidades formaron dos focos, ambos ubicados hacia el lado oeste de la zona por sobre las 10 mn entre Arica e Iquique, con valores sobre 30 y 20 m, respectivamente. El área más oceánica (sobre las 10 mn) que registró menores profundidades de la isoterma de 15°C, comparativamente con el resto de la zona, fue el área entre Iquique y caleta Chipana, el cual tuvo profundidades entre 10 y 20 m.

La anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C **(Fig. 5c)** presentó valores positivos y negativos, con valores extremos de -26 y +8 m. Los máximos negativos se localizaron en la estación de 20 mn frente a punta Lobos. Estas anomalías son el centro de un foco de valores bajo el promedio histórico que superaron los 10 m y que se extendieron desde caleta Patillos a caleta Chipana, ubicándose otro de menor tamaño en el extremo norte de la zona en las primeras millas frente a Arica. El resto de la zona registró anomalías que están en el rango de -10 a 10 m. Focos de pequeña área de cobertura (una o dos estaciones) de valor positivo pero inferior a 10 m se presentaron frente a punta Argolla, Tocopilla y Antofagasta.

1.2.5 Oxígeno superficial

En el mes de diciembre de 2007, las aguas del nivel superficial estuvieron en general bien oxigenadas, con concentraciones de oxígeno disuelto (OD) entre > 5 y 7,8 mL/L en la mayor parte del área muestreada (**Fig 5d**).

De norte a sur, altas concentraciones (> 7 mL/L) se presentaron en pequeños focos ubicados entre las 10 y 20 mn en punta Lobos, dentro de las 5 mn en caleta Chipana, dentro de las 10 mn frente a Mejillones-punta Hornos, formando una lengua de aguas oxigenadas que se alejan de la costa, y en las 10 mn frente a caleta Amarilla.

En el otro extremo de valores, focos subóxicos (< 5 mL/L) se observaron muy espaciados a lo largo de toda la zona de muestreo. En la parte norte, se registró un foco costero entre Arica y el norte de punta Argolla, el que se extendió hasta las 10 mn en Arica, en tanto que en la primera milla de punta Argolla se registró el valor más bajo del muestreo, 2,8 mL/L.

Pequeños focos > 4 mL/L se ubicaron en las 5 mn al sur de Iquique, y en las estaciones costeras de punta Lobos y en la parte central de la península de Mejillones, mientras que el foco de mayor tamaño se desarrolló desde punta Amarilla al sur, alcanzando su máxima extensión hacia el oeste (10 mn) al sur de caleta El cobre. Tanto en el sector de Arica, punta Lobos como desde punta Amarilla al sur se observó un intenso gradiente óxico en dirección costa-océano.

1.3 Límite superior de la capa de mínimo OD

Esta variable tuvo un rango de profundidad entre 5 y 95 m (**Fig. 6a**). En la parte norte de la zona de estudio hasta Pisagua, la isolínea de 1 mL/L fuera de las 10 mn se mantuvo por debajo de los 40 m, presentando un núcleo > 60 m en las 20 mn al sur de Arica. Al sur de punta Lobos, los niveles de profundidad tendieron a aumentar en las estaciones de 20 mn hasta > 60 m, principalmente entre Tocopilla y punta Grande donde sobrepasó los 80 m, profundidad máxima del muestreo. En el sector costero, los niveles de profundidad se mantuvieron < 40 m, disminuyendo a < 10 m en Arica (el mínimo del muestreo) y a < 20 m en: Mejillones, desde el norte de Iquique (20°S)

a punta Arenas y en las 5 mn de Antofagasta. Al sur de Iquique, la estación costera tuvo una profundidad de 23 m la que disminuyó a < 20 m entre las 5 y 20 mn, con un mínimo < 10 m en las 5 mn.

1.4 Capa de mezcla

El rango de valores de esta variable **(Fig. 6b)** fue entre 0 y 19 m, registrándose el máximo en el área de Mejillones, a 20 mn frente a la península. En general, la capa de mezcla (CM) registró en la costa los menores valores, que no superan los 5 m en las primeras 10 mn, mientras que en el sector más oeste de la zona se registraron algunos pequeños focos de mayores espesores, como los que se ubicaron frente a caleta camarones, Iquique, Tocopilla, Antofagasta y caleta Colorada, en donde se superó los 10 m de CM. El área entre caleta Patillos y punta Chicana tuvo valores de CM menores a 5 m tanto en la costa como en el sector más oeste.

1.5 Termoclina

El espesor de la termoclina (ET) **(Fig. 6c)** fue de 3 a 24 m, registrándose el máximo a 20 mn en la latitud de 19°20'S. Los menores ET se registraron preferentemente en el sector más costero, destacándose las áreas de caleta Chipana, Mejillones y caleta Colorada donde fue menor a 10 m. Los mayores ET se localizaron focalizados en el área más oeste frente a Caleta Camarones y Tocopilla donde se superaron los 20 m de espesor.

La temperatura en la base de la termoclina (límite inferior) (TBT) **(Fig. 6d)** registró valores entre 12,6° y 17,6°C. Las mínimas temperaturas se midieron en el sector más costero, destacándose el área de las primeras 5 mn entre Caleta Chipana y Mejillones, que registraron valores menores a 13°C. Las áreas de mayores TBT se ubicaron en el límite norte, entre Arica y caleta Camarones, donde el muestreo por

sobre las 20 mn de la costa permitió observar un foco de máximos en la base de la termoclina, que alcanzan los 17°C. En la costa de esa misma área se midieron también las mayores TBT relativas en comparación a lo registrado en las primeras mn en el resto del área. Desde caleta Chipana al sur y en el área entre las 10 y 20 mn de la costa se presentaron también mayores TBT, las que superaron los 14°C.

La profundidad de la base de la termoclina (PBT) **(Fig. 7a)** registró en general valores menores a 20 m en el área más costera, principalmente entre Arica y Tocopilla, mientras que desde Mejillones al sur, hasta caleta el Cobre, la PBT aumentó a valores entre 20 y 30 m. Los focos de máximas PBT estuvieron focalizados en dos áreas hacia el borde oeste de la zona, siendo el de mayor cobertura el de Arica a Punta Patache desde las 10 mn, frente a Tocopilla, con profundidades de hasta 40 m, y uno de menor cobertura frente a punta Agua Salada, en el extremo sur de la zona. Las áreas de menor PBT registraron valores menores a 10 m y se ubicaron en la costa frente a punta Hornos y desde caleta EL Cobre al sur.

En general, el gradiente promedio en la termoclina (GPT) **(Fig. 7b)** fue de 0,2° a 0,3°C/m, aun cuando el mayor GTP medido llegó hasta 0,9°C/m pero muy focalizado en las primeras tres estaciones frente a Arica. Los focos de mayores GPT se ubicaron pegados a la línea costera y son los registrados en Arica, caleta Camarones y Mejillones, donde se alcanzó los 0,5°C/m. En el área oceánica, sólo en punta Argolla se registraron máximos cercanos a 0,5°C/m.

El rango de gradiente máximo en la termoclina (GMT) **(Fig. 7c)** estuvo entre 0,18 a 1,8°C/m. El máximo señalado se registró en la estación costera frente a Arica, mientras que el mínimo lo hizo en la estación costera cercana a punta Angamos (lat. 23°20'S). El área con los más altos valores de GMT estuvo principalmente ubicado en la mitad norte de la zona, específicamente entre Arica y caleta Chipana, predominando en ella valores entre 0,5 a 1°C/m, donde este valor fue mayor en algunos focos. Mientras, en la mitad sur los GMT fueron de 0,5 a 1°C/m, con la excepción de Mejillones en donde se ubicó un foco con valores de GMT mayores.

La profundidad del gradiente máximo en la termoclina (PGMT) **(Fig. 7d)** tuvo un mínimo de 2 m y un máximo de 29 m, este último medido en la estación de 20 mn frente a caleta El Cobre. Los valores de PGMT, sin embargo, estuvieron preferentemente entre 10 y 20, con algunos focos de profundidad mayor como el ubicado frente a Tocopilla, Antofagasta y caleta Botija, los tres en la mitad sur de la zona de estudio. Los sectores de Arica, caleta Chipana y punta Hornos son las que registraron las menores profundidades del gradiente máximo.

1.6 Distribución vertical de las variables oceanográficas

1.6.1 Temperatura vertical

La temperatura vertical en la zona de estudio **(Fig. 8)** se presenta a través de secciones perpendiculares a la costa entre la superficie y los 500 m. En ellas se aprecia un gradiente térmico superficial, el cual abarcó prácticamente toda la sección y fue más intenso en las secciones ubicadas hacia el norte de la zona. Esta capa de variación térmica ocupó los primeros 20 a 30 m de profundidad preferentemente, pero en algunas secciones lo hizo hasta los 40 m. En algunas de las secciones se observaron ascensos de las isotermas más superficiales que están ubicadas en las primeras 10 mn desde la costa, como las secciones 3, 5, 15, 17, 21, 23, 31 y 35. El

resto de las secciones no señaló procesos de afloramiento, ya que las isotermas se distribuyen paralelas a la superficie, excepto en la sección 13 que registró un leve descenso de las isotermas entre las 5 y 1 mn de la costa.

Bajo los 50 m de profundidad las isotermas se ubicaron en forma paralela a la superficie, exceptuando algunas secciones donde se registraron variaciones de profundidad, principalmente de la isoterma de 12° y 13°C en el estrato de 50 a 200 m, tal como se observó en las transectas 3, 7, 13, 15 y 21. Bajo los 200 m las temperaturas oscilaron entre 12° y 8°C en el extremo norte y entre 11 y 7°C en el extremo sur de la zona.

1.6.2 Salinidad vertical

Esta variable **(Fig. 9)** muestra en la vertical varios núcleos salinos de máxima y mínima relativa ocupando el estrato de estudio. En la capa superficial de los primeros 25 m se encontró un máximo salino ubicado principalmente en la capa señalada en las secciones 3 y 5 (transectas hasta las 40 mn) con salinidades mayores a 34,8 psu. Sin embargo, esta capa está prácticamente ausente en la sección 1 (hasta 40 mn) y se presentó esporádicamente formando pequeños núcleos salinos en las secciones siguientes, principalmente en el borde oeste de la zona como es el caso de la sección 9, 21 a 27 y 31, todas ellas con información sólo hasta las 20 mn. Bajo el núcleo de máxima salinidad, o bien ubicado en la superficie en ausencia de este, se encontró un foco de mínima que tuvo un espesor variable entre 30 y 50 m con valores inferiores a 34,6 psu (transecta 1 a 7). Si bien este núcleo de mínima se manifestó bien desarrollado en la mayoría de las secciones perpendiculares a la costa, algunas transectas no lo presentaron (secciones 11 a 17), mientras que en las secciones 33, 37 y 39 éste se ubicó en superficie pero con salinidades mayores a 34,6 psu.

Bajo el mínimo señalado se ubicó un núcleo de máxima subsuperficial que, en

general, presentó su núcleo centrado en el nivel de 25 m con un valor de salinidad que superó los 34,8 psu. Este núcleo presentó su límite superior más superficial en las secciones 11 a 21, en donde se posiciona a sólo 25 m de la superficie, mientras que en la sección 11 este alcanzó el nivel de cero m. En varias de las secciones este núcleo se aproximó o alcanzó la superficie en las primeras 5 mn de la costa, destacándose en este caso las secciones 1 a 5, 9 a 19, y desde la sección 29 a 39.

Se puede señalar que el núcleo de máxima se registró con una menor intensidad, en comparación a las otras transectas, desde las sección 31 al sur, excepto en la 39 en donde se presentó intensificado el núcleo, nuevamente.

1.6.3 Densidad vertical

La densidad **(Fig. 10)** presentó gradientes intensos en la capa superficial de todas las secciones hasta los primeros 50 m desde el límite norte hasta la transecta 17, mientras que desde ahí los gradientes disminuyeron en intensidad pero se presentaron en forma notoria hasta los primeros 100 m. Bajo el nivel de 100 m la densidad aumentó en forma pareja, ubicándose por tanto las isopicnas paralelas a la superficie. Al igual que en la temperatura, las isopicnas ubicadas en los primeros 50 m superficiales ascienden hacia el nivel de cero metro en el sector más costero.

1.6.4 Distribución vertical de OD

En todas las transectas la distribución vertical de OD presentó fuertes gradientes, concentraciones entre 5 y 1 mL/L, sin embargo los más intensos se ubicaron entre la transecta de Arica (T1) y punta Lobos (T21) (**Fig. 11**).

En todas las transectas el gradiente óxico presentó algún grado de ascenso hacia la superficie en dirección océano–costa, siendo esto más intenso en el sector de Arica (T1 y T3) y desde punta Lobos (T17) al sur. En nueve de estas transectas, las concentraciones subóxicas (< 5 mL/L) alcanzaron la superficie: T1, T3, T17, T31, T35, T37 y T39 en las estaciones costeras y T13 más T25 en las 5 mn.

El gradiente óxico permaneció por sobre los 50 m entre las transectas T1 y T17 más T29, T33 y T39, extendiéndose hasta un máximo de 90 m en los sectores restantes.

La capa superficial bien oxigenada, > 5 mL/L, aunque de espesor variable tendió a aumentar su presencia hacia las 20 mn hasta en máximo de 50 m en Tocopilla (T23) y punta Grande (T25). Por otra parte, las transectas que presentaron un menor espesor de esta capa fueron: T1, T13, T33 T37 y T39.

Paralelamente se observó un aumento de las concentraciones superficiales en las estaciones costeras de las transectas: T9, T13, T15, T27, T29 y T33 lo que se tradujo en una profundización de las isolíneas con respecto a las estaciones de 5 mn.

1.7 Masas de agua

Los diagramas ts de las estaciones agrupadas por transecta **(Fig. 12)** muestran la participación de tres masas de agua en la zona de estudio, subantártica (ASAA), ecuatorial subsuperficial (AESS) y subtropical (AST). Los diagramas señalan la variación en la participación de estas tres masas de agua en cada transecta. Es así como en la sección 1 se presentan estaciones separadas del resto (las más costeras) señalando una importante disminución de la participación de ASAA, condición que se repite hacia las secciones siguientes 7 y 13 pero con menor intensidad. En las secciones siguientes, las tres masas de agua se presentan en la vertical de las estaciones. En las figuras mostradas, sólo la sección 27 registró una menor participación de ASAA en una de sus estaciones.

Los porcentajes de participación de las masas de agua (PPMA) calculados para cada sección vertical y masa de agua de todas las transectas se muestran en las **Figuras 13** y **14**. La AST se registra en superficie en todas las transectas sin superar los 100 m de profundidad. Los PPMA en superficie superan el 60% en algunas de las transectas, como es el caso de las secciones mostradas en la figuras (secciones 7, 21 y 31). En el sector más costero de cada transecta se aprecia un leve ascenso de las isolíneas de PPMA, lo que significa una menor participación de esta masa de agua en aquel sector, siendo de éstas la sección 21 la que registra un mayor ascenso. De las secciones graficadas, la número 13 registró el menor espesor y los menores PPMA de AST en superficie, los que llegan sólo a entre 30 y 40%. La sección 1 registra también PPMA similares a la número 13 en superficie.

El ASAA se muestra en todas las secciones presentadas con participación hasta el nivel de 350 m en el extremo norte y hasta 250 en el extremo sur. En el caso del nivel de 10% este llega a un nivel de 150 m. El núcleo de esta masa de agua se ubicó en

superficie con PPMA que llegaron hasta un máximo de 40%. Los PPMA fueron menores en el sector más costero de cada transecta, destacándose en este caso la sección 1 en donde se localizó un núcleo de 10% centrado en los 75 m y que llegó hasta las 10 mn. Los menores niveles de PPMA en superficie a lo largo de la transecta se encuentran en la sección 13, que tiene niveles de 20% a 30%, mientras el nivel de 10% se encuentra más somero llegando sólo a los 75 m de profundidad.

El núcleo de la AESS se ubicó en el nivel de 150 m de profundidad con PPMA de 80 a 90%. A nivel de superficie los PPMA estuvieron de 10% a 40%. Los máximos PPMA de superficie se registraron en la sección 13. En el nivel de 500 m esta masa de agua tuvo un PPMA de 50 a 60%. El núcleo de AESS de 80% registró en el extremo norte un espesor de 150 m el cual disminuyó hacia el sur a sólo 50 m en el sector más oeste de las secciones. El sector más costero registró un ascenso de las isolíneas de porcentaje hacia el nivel más superficial, lo que significa un aumento de la participación de esta masa de agua respecto a lo medido más hacia el oeste.

1.8 Circulación geostrófica superficial

La circulación geostrófica superficial **(Fig. 15)** señala la presencia de estructuras de meso escala tanto en el sector costero como oceánico, en las cuales se observa la alternancia de giros o estructuras anticiclónicas y ciclónicas. En la primera semana las ciclónicas del sector costero se ubicaron al sur de Arica y frente a Mejillones. El giro ciclónico al sur de Antofagasta se encontró más alejado de la costa en comparación con los ubicados más al norte, produciéndose un flujo geostrófico hacia el sur entre él y la costa. En la primera semana los mayores flujos en la costa fueron hacia el este en los 19°30'S. En el sector más oceánico (al este de los 72°W), se ubicaron dos intensos giros ciclónicos separados por uno más pequeño anticiclónico, el cual formó con el giro ubicado más al sur un intenso flujo hacia el este que llegó a velocidades de casi 20 cm/s.

En la segunda semana del periodo, las estructuras se mantuvieron en característica y posición, sin embargo, las costeras aumentaron su velocidad principalmente en aquella que rodea la península de Mejillones, como también la ubicada frente a Iquique. Por el contrario, los giros más oceánicos han disminuido su cobertura espacial pero mantienen los rangos de velocidad geostrófica asociada a ellos.

En la tercera semana, los giros y estructuras más costeras han intensificado su velocidad asociada en relación a las semanas anteriores. El giro ciclónico que se encontraba al sur de Iquique se desplazó hacia el norte produciendo en esta área velocidades mayores hacia la costa. En el sector central del área presentada, centrado en los 73°W y frente a Iquique, el giro anticiclónico intensificó su altura y las velocidades, principalmente aquellas hacia el noroeste. Al sur de Antofagasta, en esta semana, los flujos costeros son hacia el oeste, a diferencia de lo registrado la semana anterior en que eran hacia la costa.

En resumen para este mes de diciembre de 2007, las corrientes geostróficas presentaron una significativa asociación con la lengua de surgencia que se desarrolló al sur de Iquique, la más significativa del periodo, y con la entrada de aguas oceánicas a la zona costera vinculada, dinámicamente, a la formación de un giro clónico que se desprendió desde la costa

1.9 TSM satelital

La TSM satelital **(Fig. 16)** señala rangos de temperatura entre 16° y 22°C para el periodo del crucero. Las TSM más bajas se ubicaron a lo largo de la costa, donde el sector entre Arica y los 22°S presentó las memores temperaturas durante la primera semana. De los 22°S de latitud al sur las TSM en la costa fueron las menores, registrándose un leve aumento, comparativamente, en la semana intermedia del período. En el sector más oceánico, las TSM muestran un foco de aguas cálidas localizado principalmente en la mitad norte de la zona pero que se extiende hacia el sur centrado en los 71°30'W hasta la latitud de Mejillones. En el centro del foco de mayor temperatura se registraron las máximas TSM en la primera semana que llegaron a 21°C, pero aumentaron de valor (>22°C) y cobertura espacial hacia el oeste y hacia el sur, con un máximo en la tercera semana del período. Entre Iquique y los 22°S se registró en la costa y casi en forma permanente un foco de aguas frías, el cual alcanzó su máxima extensión hacia el oeste en la tercera semana del periodo.

1.10 Viento satelital.

Las cartas de viento promedio semanal para el periodo del crucero **(Fig. 17)** señalan en general magnitudes menores o cercanas a 5 m/s, registrando además una notoria persistencia del viento sur o sureste. En general, las intensidades del viento tienden a disminuir en el promedio desde el sector suroeste a noreste, registrándose las menores intensidades (cercanas a los 4 m/s) en la primera y última semana frente a Arica. Las máximas intensidades promedio se registraron en el sector oceánico al sur de los 23°S en la primera y segunda semana. El sector costero de Iquique se presentó con las menores intensidades promedio (< 4 m/s) durante la tercera semana.

1.11 Clorofila superficial

En diciembre de 2007, la distribución superficial de clorofila-a (cloa) (**Fig. 18a**) tuvo un rango de concentraciones de entre 0,1 y 11,9 µg/L. En ella, valores > 1 µg/L formaron una franja casi continua a lo largo de la costa, conteniendo núcleos de distinta intensidad, ubicándose los de mayor concentración entre Pisagua y Mejillones.

Desde Arica hasta el norte de Iquique la franja de valores > 1 µg/L se mantuvo muy pegada a la costa, < 10 mn. En este sector las máximas concentraciones superaron los 5 µg/L en el sector de Pisagua (19°40'S) y los 3 µg/L en Arica, sector donde los valores > 0,5 µ g/L se extendieron hasta las 40 mn.

Desde Iquique (20°00'S) hasta caleta Chipana, las altas concentraciones de cloa superaron las 20 mn formando una lengua de agua que se alejó de la costa con concentraciones que superaron los 2 µg/L. Las mayores concentraciones superaron los 5 µg/L a lo largo de toda la transecta al sur de Iquique (20°20'S), mientras que en el sector más costero éstas se extendieron hasta Tocopilla. Este último lugar fue donde se registró el valor más alto del muestreo superficial (> 11 µg/L).

Desde caleta Chipana hasta el sur de punta Grande (22°40'S) la franja (> 2 µg/L) se vuelve a acercar a la costa y no supera las 10 mn. En el sector de Mejillones esta franja se extendió próxima a las 20 mn con un núcleo de concentración > 5 µg/L entre las 5 y 10 mn. En la península la franja se interrumpe, presentando valores < 0,8 µg/L. Entre Antofagasta y punta Amarilla las concentraciones > 1 µg/L se extendieron a lo largo de las 20 mn de muestreo, presentando máximos > 3 µg/L en las estaciones de 1 y 10 mn, respectivamente. Al sur de caleta El Cobre las concentraciones fueron en general > 0,5 µg/L < 1 µg/L, con la excepción de la estación de 5 mn en caleta colorada donde registró un máximo de > 1 µg/L.

Los feopigmentos (feop) superficiales (**Fig. 18b**) presentaron una distribución similar

a la cloa, aunque con valores inferiores principalmente en la costa, con un rango de 0,01 a 2,3 µg/L. Las mayores concentraciones, > 1 µg/L, se registraron entre el norte de Iquique y caleta Chipana. Dentro de este núcleo, desde el sur de Iquique a punta Lobos, estos valores abarcaron prácticamente las 20 mn presentando en las 20 mn al sur de Iquique un máximo > 2 µg/L. Valores > 0,5 µg/L se extendieron en las estaciones costeras frente a Arica desde Pisagua a Iquique y desde punta Lobos hasta Mejillones muy pegados a la costa y más al sur en el sector costero de Antofagasta.

1.12 Fluorescencia *in vivo* superficial

La distribución superficial de la fluorescencia *in vivo* (fliv) (**Fig. 18c**) presentó un rango de valores entre 1,6 y 11,5 volt. Se observaron valores > 3 volt en prácticamente toda la zona costera. Los valores más altos se presentaron en: un pequeño núcleo costero en Pisagua (> 6 volt), desde el sur de Iquique a punta Lobos (> 6 volt) los que se extendieron hasta las 20 mn, con máximos > 7 volt. Hacia el sur, en el sector costero núcleos de valores > 7 volt se observaron en caleta Chipana, punta Arenas y Tocopilla. En punta Arenas se registró el valor más alto del muestreo. Más al sur, núcleos > 5 volt, se registraron en las estación costeras de punta Grande, entre las 5 y 10 mn en Mejillones y en el sector más oceánico entre Antofagasta y punta Amarilla, en este último lugar se registró un máximo > 8 volt en las 10 mn.

1.13 Clorofila Integrada

La clorofila integrada (cloint) (**Fig. 19a**) tuvo un rango de valores entre 12 y 590 mg/m^2. En el sector costero se presentaron núcleos de valores mayores a 100 mg/m^2: en Arica, desde Pisagua hasta caleta Chipana, en Tocopilla y en el sector de Mejillones. Desde caleta Patillos (20°40'S) a punta Lobos la cloint se extendió hasta

cerca de las 20 mn con valores > 100 mg/m^2. Los valores más altos se registraron en la estación costera de Pisagua (> 500 mg/m^2) y en las 10 mn de punta Lobos (> 200 mg/m^2). En el extremo sur los valores más altos (> 60 mg/m^2) se registraron dentro de las 5 mn en Antofagasta y en las 5 mn de caleta Colorada.

Los feopigmentos integrados (feopint) (**Fig. 19b**) presentaron un rango entre 10 y 133 mg/m^2. Se observaron núcleos de feop de valores > 40 mg/m^2, en Arica, desde Pisagua a punta Lobos, en el sector costero en las inmediaciones de Mejillones y en las 5 mn de Antofagasta y caleta Colorada. Los valores más altos de registraron en las 10 mn punta Lobos, con un máximo > 100 mg/m^2, siguiéndole núcleos de valores > 60 mg/m^2 en Arica, Pisagua y Antofagasta.

1.14 Distribución vertical de clorofila

La mayoría de las transectas presentaron núcleos de cloa con concentraciones > 1 µg/L, máximos subsuperficiales y en general espesores máximos de 30 m (**Fig. 20**). Las excepciones a esto último fueron las transectas: T9 con un espesor aproximado de 75 m en la estación costera y T17 donde el núcleo se extendió hasta los 50 m.

Los núcleos de cloa más extensos hacia el oeste se registraron en las transectas: T1, T9 a T17, T29, T33 y T35, donde las concentraciones > 1 µg/L se extendieron cerca o hasta las 20 mn. Independiente de lo anterior, en el sector oceánico se observaron dos transectas con núcleos de concentraciones > 1 µg/L separados del núcleo costero, uno a 10 m en las 40 mn de T1 y otro entre los 10 y 20 m en la T37.

Las concentraciones más bajas se registraron en T31 con un valor máximo de >0,5 µg/L, mientras que en T3, T5 y T37 los núcleos fueron de pequeño tamaño y máximos > 1 µg/L. Las concentraciones más altas se registraron desde T11 a T17, más T27 y T33 con más de 5 µg/L y en T1, T9, T19, T21, T23 y T29 con máximos superiores a 10 µg/L

1.15 Distribución vertical de feo pigmentos

Los feopigmentos (feop) (**Fig. 21**) presentaron las mayores concentraciones en T1 con un núcleo de concentraciones > 1 µg/L de gran tamaño, y un máximo > 5 µg/L en la estación costera. Entre T13 y T17 los máximos superaron los 2 µg/L, siendo T17 la que presentó el núcleo de mayor tamaño del muestreo. En T9, T11, T19, T27, T29, T33 y T39 los valores más altos fueron > 1 µg/L. Las concentraciones más bajas del muestreo se registraron en T31 y T37 con valores en torno a 0,2 µg/L, mientras que en las transectas restantes los valores máximos fueron > 0,5 µg/L.

1.16 Distribución vertical de fluorescencia in vivo

Todas las transectas presentaron núcleos de fluorescencia in vivo (fliv) con valores > 3 volt, los que estuvieron ubicados por sobre los 30 m (**Fig. 22**). La gran mayoría de ellas presentaron máximos subsuperficiales de los cuales los que tuvieron los valores más altos, > 10 volt, y núcleos de mayor tamaño, se observaron en T1, T13 a T19, y los núcleos costeros de T21 y T23. Valores > 5 volt se presentaron en núcleos de más de 10 mn de extensión de las transectas T29 y T35, mientras que en T9, T11, T25, T27 y T33 estos estuvieron restringidos a la estación costera.

En las 20 mn de las transectas T11, T19, T23, T33 y T37 se observaron núcleos de valores > 5 volt, de los cuales sólo T19 y T33 fueron superficiales.

1.17 Asociación entre clorofila-a, clorofila integrada y Fluorescencia.

Para la zona comprendida entre Arica y caleta Colorada el análisis exploratorio de los datos ploteados sugirió como mejor modelo a una relación lineal en los tres casos (**Fig 23**).

El ajuste del modelo, mediante el método de mínimos cuadrados de todos los datos disponibles, arrojó un coeficiente de determinación entre la cloa v/s fliv de $R^2 = 0{,}5441 (r \cong 0{,}74)$ (**Fig 23a**), aumentando a $R^2 = 0{,}7323 (r \cong 0{,}86)$ cuando se consideraron sólo los datos superficiales (**Fig 23b**). En cuanto a la cloa superficial v/s cloint el $R^2 = 0{,}3294 (r \cong 0{,}57)$ (**Fig 23c**).

1.18 Clorofila Satelital

Las imágenes de clorofila (Cloa) satelital promediadas por semana se muestran en la **Fig. 18**.

El promedio semanal de cloa satelital entre el 25 de noviembre y el 2 de diciembre (**Fig. 18 a**) indicó una banda costera de valores > 1 µg/L presente a lo largo de toda la zona de estudio. Dentro de esta banda los principales focos > 5 µg/L se ubicaron entre Arica y Mejillones, junto con Antofagasta, con máximos cercanos a 10 µg/L en Iquique, al norte y sur de los 22 °S y en Antofagasta. Una pluma con dirección nor-oeste se observó al norte de punta Lobos.

En la imagen promedio de la segunda semana de diciembre (**Fig. 18b**) se observó la formación de un filamento con forma de giro frente a Arica y un núcleo costero de altas concentraciones, > 5 µg/L. Otro extenso foco se extendió entre el sector de Iquique y caleta Chipana, más otros dos de menor tamaño en Mejillones y Antofagasta. Para la última semana (**Fig. 18c**) los focos de Antofagasta y Mejillones se debilitaron, manteniéndose el foco de Iquique con la formación de una pluma con dirección sur-oeste. En Arica, tanto el foco costero como el del giro, aumentaron de tamaño en esta semana.

1.19 Condiciones regionales durante diciembre del 2007

Los boletines de información regional publicados por la NOAA, disponibles en Internet señalaron que el océano Pacífico Tropical registró durante diciembre de 2007 condiciones asociadas a un evento frío La Niña. Este evento comenzó a manifestarse débilmente a mediados de 2007, pero estuvo totalmente desarrollado durante el último trimestre del año. Durante el mes de diciembre, este evento definido ya como La Niña 2007/2008 se fortaleció, lo que se manifestó en la presencia de aguas más frías en toda la región ecuatorial. El índice de Oscilación del sur (IOS) presentó ese mes un valor de 14,4, mientras los vientos alisios se fortalecieron y la nubosidad fue mínima a lo largo del Océano Pacífico centro ecuatorial. Las características más relevantes de esta condición fría fue la presencia de anomalías negativas de temperatura del mar tanto en superficie como subsuperficial, las que se expandieron desde la costa sudamericana hacia el centro del Océano Pacífico.

1.20 Anomalía del nivel del mar

La **Fig. 25** muestra la serie de la anomalía de nivel del mar de los puertos de Arica y Antofagasta. Ambos registros muestran fluctuaciones de nivel del mar en diversos periodos, los más notables parecen ser días, semanas, meses y potencialmente anual e interanual. Las fluctuaciones entre días y semanas involucran **(Fig. 25a)** variaciones en promedio de ~ 10 cm, señal sin filtrar. Por otro lado la señal filtrada muestra la aparición de oscilaciones (~3 cm) de periodo menor al mensual **(Fig. 25b)**. Estas oscilaciones aparecen acopladas sobre una oscilación de periodo anual presente en ambos puertos y que hace descender el nivel del mar entre 5 y 10 cm entre los meses de junio y mediados de noviembre de 2007, justo antes de la realización del crucero. Posteriormente, durante la realización del crucero, el nivel del mar tiende a la normalidad para luego en los primeros meses de 2008 tomar valores positivos asociadas a perturbaciones de semanas presentes en la estación de verano en ambos registros.

La relación entre ambos registros observada en la **Fig. 26,** muestra que las perturbaciones observadas en la estación de Arica parecen propagarse hacia el sur para manifestarse significativamente en Antofagasta, a los 55 y 230 días, en fase positiva y negativa, respectivamente.

1.21 Temperatura Superficial del Mar (TSM) de cruceros y satelital

Las observaciones de temperatura superficial del mar proveniente de satélites (**Fig.27**) están cualitativamente dentro de los rangos de TSM obtenidas por mediciones directas en crucero (±1ºC) (no mostradas) donde las mediciones tienen una mayor exactitud pero de menor resolución espacio temporal que los datos satelitales. Las anomalías de temperatura in situ (**Fig. 28**), aunque no entregan una

óptima distribución espacial, entregan una mejor descripción del desarrollo de eventos anómalos como EL Niño. Los valores de las anomalías entre las obtenidas por satélites (**Fig. 29**) y cruceros son similares y confirman la consistencia entre ambas fuentes de datos. Sólo en el año 1998, con un evento cálido extremo, se observan algunas diferencias importantes ya que las mediciones in situ entregan anomalías entre los 18ºS y 23ºS del orden de 5ºC a 6ºC por sobre la media, mientras que las satelitales sólo del orden de 4ºC.

Durante diciembre de 2007, con un intenso evento frío La Niña, sólo una zona entre Iquique y Caleta Chipana presentó anomalías negativas importantes (-2º a - 4º C). La limitada extensión del muestreó (crucero) hacia el oeste y la alta variabilidad costera, solamente hace posible notar esta área como un area de penetración de aguas oceánicas de menor temperatura que el promedio histórico, conducidas por corrientes que convergen hacia la costa. Por otro lado la imagen satelital de TSM muestra el desarrollo de surgencias, especialmente al sur de Iquique y la formación de una banda costera de aguas frías. Esta banda presentó temperaturas sólo comparables a las observadas durante enero de 1996. Por otro lado, las anomalías de TSM satelital no son tan intensas como las de crucero pero si significativas (-1º a -2º C).

1.22 Salinidad (Cruceros RECLAN)

Por otro lado, la salinidad obtenida en los cruceros RECLAN (no mostrados) muestra un gradiente de intensidad débil entre la zona costera y oceánica. La intensidad de los gradientes varía dependiendo del año, ya que en enero de 1995 y 1998 es cuando predominan valores altos (35,3 y 35,5 psu) en la zona oceánica, mientras que en la costa son relativamente bajos (34,9 y 35,4 psu). En enero y noviembre de 1996 el valor fuera del talud es 34,8 psu y diciembre de 2000 y 2001 es 34,7 psu aunque en la costa es > 34,6 psu. Durante diciembre de 1998 se observa la mayor diferencia

entre la costa y el océano y se encuentra centrada frente a Pisagua con valores de 34,6 psu en la costa y 35 psu fuera del talud. Las diferencias entre la costa y el océano en general se mantienen entre 0,1 y 0,2 psu ya que si aumenta en el océano aumenta en la costa en forma paralela, tal como ocurre en enero de 1998, donde se observa un aumento extremo en ambas áreas. La salinidad superficial durante el crucero de diciembre de 2007 no mostró la formación de un gradiente significativo costa-océano, más bien norte-sur aunque sigue siendo un gradiente débil las salinidades predominantes variaron en general entre 34,8 y 34,7 psu desde norte a sur.

La distribución espacial de las anomalías de salinidad (**Fig. 30**) muestran un comportamiento asociado a la diferencia entre la zona costera y oceánica, donde las anomalías mayores aparecen en la banda muy costera (± 0,1 a ± 0,3 psu) en forma de frente. Estos valores observados se incrementan positivamente en enero de 1995 (+0,5 psu) y especialmente intenso es en enero de 1998 con valores del orden de +0,5 a +0,9 psu. El resto de los cruceros se comporta relativamente neutro (± 0,1 psu) o con valores negativos asociados a focos costeros (0 a - 0,3 psu). En el mes de diciembre de 2007 se registraron anomalías de hasta -0,4 psu en el sector central de la zona, mientras que en el extremo norte de la zona, Arica, predominaron anomalías negativas de -0,2 s -0,3 psu.

1.23 Profundidad de la isoterma de 15°C (cruceros RECLAN)

La profundidad de la isoterma de 15ºC (I15) en los cruceros históricos RECLAN (no mostradas), muestra en general un claro ascenso de esta isoterma hacia la costa en todos los cruceros. En la costa, la profundidad de la termoclina alcanza profundidades del orden de 10 m. Fuera de las 10 mn de la costa la profundidad típica es del orden de 20 a 30 m de profundidad, mientras que fuera de las 20 mn llega a 40 m de profundidad como lo muestran los cruceros realizados en enero de

1995 y febrero de 2007 (los cuales se extendieron fuera de las 20 mn). La distribución histórica, sin embargo, señala cambios entre los años, así en febrero de 2007, noviembre de 1998 y enero de 1995, la I15 muestra profundidad típica del orden de los 50-40 m fuera del talud y del orden de 10 a 20 en la costa. Por otro lado, en enero y noviembre de 1996, enero y diciembre de 2000 y diciembre de 2001, la profundidad de I15 fuera del talud fue del orden de entre 12 y 30 m llegando a la costa con valores de 10 m de profundidad. Un caso particular fue enero de 1998 cuando en la zona costera y oceánica la profundidad de la I15 superó los 140 m, incluso llegando a 170 m cerca de la península de Mejillones.

La anomalía de la profundidad de la I15 (**Fig. 31**) confirma los resultados anteriormente descritos, es decir, que durante enero y noviembre de 1996, enero y diciembre de 2000 y diciembre de 2001 fueron periodos de ascenso de las isolíneas, especialmente fuera del talud, mientras que en noviembre de 1998 y enero de 1995, se produjo una profundización de las isolíneas, siendo extrema este hundimiento durante el crucero realizado en enero de 1998. Una situación contraria, pero no tan intensa, ocurre en diciembre de 2007 donde en general la I15ºC tuvo anomalías de 10 a 30 m, sobre el nivel promedio, entre Arica y punta Arenas.

1.24 Circulación geostrófica cruceros RECLAN anteriores

La circulación geostrófica superficial medida con satélite se presenta en la **Fig. 32**. Los cruceros RECLAN de diciembre de 2001 y febrero de 2007 son los únicos para los cuales existe información de esta variable. La correspondiente a diciembre de 2007 se detalló anteriormente en este informe.

Diciembre de 2001 se caracterizó por la entrada de un flujo hacia la costa al sur de Arica que predominó durante la mitad del período de muestreo, asociada a este, una semicircunferencia ciclónica mostró la posible presencia de un filamento que no fue registrado en la TSM. Entre los 21º y 22º S un flujo divergente salió de la zona costera provocando la presencia de una lengua de reducido tamaño de aguas frías que se proyectó desde la costa. Además, estuvo presente un giro anticiclónico justamente en el extremo de la península de Mejillones asociado probablemente a una lengua de surgencia. Al sur de Antofagasta, nuevamente, se presentó una corriente hacia la costa. Este tipo de corrientes, que presionan contra la costa, tienden a debilitar la surgencia costera y su manifestación en TSM y clorofila es generar anomalías positivas de TSM y disminuir las concentraciones superficiales de cloa.

Durante febrero de 2007, con una surgencia intensa, la zona de estudio muestra 3 áreas. Al norte de los 21º S la corriente geostrófica principal apuntó hacia fuera de la costa, por lo tanto la divergencia del flujo fue consistente con la proyección desde la costa de grandes lenguas de aguas surgentes. Entre los 21º y 23º S el flujo principal de la corriente fue hacia la costa, generando una convergencia en la costa por lo que la banda costera de aguas frías está comprimida tal como lo muestra la TSM y las anomalías de TSM. Entre Mejillones y Antofagasta, a pesar de un flujo hacia la costa posiblemente debido a un filamento ciclónico, por la interacción con la topografía de la península se produzca una lengua de agua fría que se proyecta hacia el océano.

1.25 Oxígeno Disuelto

Al comparar resultados de los cruceros RECLAN, tomando en cuenta que los eventos de surgencia son episodios locales, los focos de bajo OD que han sido más frecuentes son los presentados en la **Tabla 5**.

El oxígeno disuelto habitualmente ha presentado focos subóxicos (< 5 mL/L) a lo largo de la costa, los que varían en intensidad y ubicación entre los años, mientras que, la isolínea de 1 mL/L como representante del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, se ha ubicado entre los 50 y 100 m. En enero de 1996 (frío), la mayor parte del sector costero presentó bajas concentraciones de OD a completa diferencia del crucero de enero 1998 donde los valores > 5 mL/L ocuparon los primeros 25 a 50 m replegando la capa de mínimo oxígeno bajo los 100 m, situación similar a lo observado en noviembre del mismo año.

En general, observando las distribuciones de los distintos cruceros RECLAN desde 1995 a la fecha, el sector desde Arica a caleta Chipana y desde la península de Mejillones a Antofagasta, es donde ha sido más frecuente la presencia de aguas pobres en OD, señal de actividad de surgencia con participación de AESS en la mezcla.

En lo que respecta al actual crucero, éste presentó un similar comportamiento al realizado en febrero de este año y al de noviembre de 2001.

1.26 Clorofila-a

En cuanto a la distribución de clorofila-a (cloa) en estos cruceros, por lo general ha sido habitual registrar focos costeros de valores > 1 µg/L, observándose las mayores concentraciones en los años 1995, 2000 y 2007 (**Tabla 6**).

Una característica de las distribuciones de cloa ha sido el presentar una mayor proporción de máximos subsuperficiales, sin embargo en enero de 1998 se observó una situación atípica donde la mayor parte de los núcleos de cloa se ubicaron claramente más profundos, con concentraciones máximas centradas en los 25 m. En los restantes periodos, habitual ha sido encontrar estos núcleos de máximas

concentraciones a una menor profundidad, principalmente entre los 5 y 10 m.
La clorofila integrada observada durante los cruceros, muestra variaciones entre años y entre costa y océano. En general, los valores observados fuera de las 10 mn de la costa varían entre 10 a 50 mg/m^2, mientras que en la costa los valores fluctúan entre 60 y > 200 mg/m^2. En enero de 1995 y 2007 se presentaron valores más altos al promedio, con 50 a 100 mg/m^2 en el sector oceánico y 250 a > 600 mg/m^2 en la costa. Estos altos valores en ambos casos, corresponden a un solo parche los que se localizaron en punta Lobos y Tocopilla respectivamente. Le siguen en importancia de concentración los cruceros de diciembre de 2007 y enero de 2000 donde los máximos se ubicaron en Pisagua e Iquique respectivamente.

La distribución espacial ha sido en general en forma de bandas paralelas a la costa con núcleos importantes asociados a zonas características a través de los años, como la zona entre Arica y Pisagua, Iquique, punta Lobos, punta Arenas a Tocopilla y en menor medida Mejillones y Antofagasta.

1.27 Condiciones regionales durante los cruceros de reclutamiento de Anchoveta (RECLAN).

El índice multivariado de eventos El Niño - Oscilación del Sur (MEI) (**Fig. 34**) combina la Presión a nivel del Mar, las Componentes Zonal y Meridional del viento, la TSM, la temperatura superficial del aire y la fracción total de nubosidad en la zona Ecuatorial. De este índice se desprende que los cruceros realizados en enero y noviembre de 1996, diciembre de 1998, enero y diciembre de 2000 estaban en una fase fría del índice. Por otro lado, los cruceros realizados en enero de 1995 y 1998 estaban en periodos cálidos del océano, especialmente notorio es enero de 1998 que presentó uno de los eventos El Niño más intenso que se haya registrado. Por último diciembre de 2001 y febrero de 2007 representan un periodo de transición hacia los valores

positivos y negativos del índice, es decir hacia una fase cálida y un enfriamiento del océano Ecuatorial, respectivamente. A partir de marzo de 2007 el índice se proyecto hacia valores negativos, indicando el desarrollo de un intenso evento de La Niña. Este índice muestra que hasta marzo de 2008 la Niña no había alcanzado pico máximo, a diferencia como lo señalaban los modelos matemáticos que indicaban que estos meses sería una fase de transición hacia el estado norma. Durante diciembre de 2007, junto con el comienzo del verano austral, aun se presenta un enfriamiento en toda la zona ecuatorial.

2. Oferta ambiental de alimento entre la zona I y II Regiones durante la primavera del 2007. (Objetivo B3)

2.1 Fitoplancton

El microfitoplancton estuvo representado por un total de 115 especies. De este total, 58 correspondieron a diatomeas, de las cuales las especies formadoras de cadena dominaron con un total de 46 especies, mientras que se identificaron sólo 12 formas solitarias. Los flagelados estuvieron representados por 57 especies, de las cuales 54 correspondieron a formas tecadas y 3 a formas a tecadas (**Tabla 7**).

Las especies de diatomeas formadoras de cadena presentaron rangos de tamaño que fluctuaron entre 20 y 1480 µm. En este grupo el género *Chaetoceros* predominó en cuanto al número de representantes, y las especies pertenecientes a los géneros *Proboscia* y *Rhizosolenia* presentaron los mayores tamaños. Entre las formas solitarias los rangos de tamaño fluctuaron entre un mínimo de 50 y un máximo de 1920 µm. El género mejor representado fue *Coscinodiscus*, y las especies con los mayores tamaños pertenecieron al género *Lioloma* **(Tabla 7**).

El grupo de los flagelados presentó tamaños que variaron entre 25 y 550 µm. Dentro de las especies tecadas, que fueron las más numerosas, destacaron los géneros *Ceratium* y *Protoperidinium* con el mayor número de representantes y tamaños **(Tabla 8**).

La abundancia total fitoplanctónica, considerando los valores integrados por estación, fluctuó entre 1,1 y 1.146,0 cél/mL (**Tabla 9 y 10**). Las mayores concentraciones celulares las presentó el grupo de las diatomeas que alcanzó un máximo de 933,1 cél/mL. Este grupo, además, aportó en promedio, más del 80% a la abundancia total. Los flagelados exhibieron concentraciones muy bajas, sólo en dos estaciones se detectaron valores superiores a 100 cél/mL. Uno de éstos fue el máximo observado de 212,9 cél/mL (**Tabla 9 y 10**). En aquellas estaciones en las cuales la abundancia de los flagelados fue alta se detectó una tendencia a la disminución en la concentración de diatomeas, pero las magnitudes de este último grupo se mantuvieron un orden superior (**Tabla 9 y 10**).

En relación al espectro de tamaños, los valores totales promedio por estación variaron entre 131,9 y 487,3 µm. De los dos grupos, las diatomeas exhibieron un espectro de tamaño más amplio, fluctuando entre 68,7 y 384,1 µm, mientras que las formas flageladas lo hicieron entre 36,3 y 152,2 µm. Debido a esto las diatomeas fueron las responsables de los mayores tamaños observados por estación, lo cual resulta de la formación de cadenas (**Tabla 11 y 12**).

Al analizar la distribución espacial de la abundancia y espectro de tamaños, las diatomeas presentaron las mayores concentraciones entre los 18º25’ y 21º00’S, donde se detectaron valores superiores a 700 cél/mL restringidos a la franja entre 1 y 10 mn de la costa. Hacia el sur de los 21º las abundancias disminuyeron a concentraciones menores de 300 cél/mL, sin embargo, dentro de este espectro de

bajos valores las más altas concentraciones se mantuvieron muy restringidas al borde costero hasta Mejillones. Hacia el sur de Antofagasta la distribución espacial fue más homogénea, observándose abundancias similares entre 1 y 20 mn (**Fig. 35A**). La distribución del espectro de tamaño mostró una asociación entre los tamaños inferiores a 200 µm y las más altas abundancias detectadas dentro de las 10 mn, mientras que las formas de mayor tamaño se distribuyeron hacia el sector más alejado de la costa. De igual manera, al sur de Antofagasta se observó la presencia de componentes de gran tamaño coincidente con las bajas concentraciones detectadas en ese sector del área de estudio (**Fig. 35B**).

En cuanto a las formas flageladas las mayores abundancias se encontraron restringidas al norte del área de estudio, entre los 18º25' y 19º00'S, y en la franja costera entre 1 y 10 mn, donde alcanzaron valores entre 60 y 200 cél/mL. Hacia el sur las densidades celulares no superaron las 30 cél/mL, excepto en Antofagasta donde se detectó un pequeño núcleo cercano a 50 cél/mL entre 1 y 5 mn de la costa (**Fig. 36A**). Respecto del espectro de tamaños, la tendencia de la distribución horizontal reveló la presencia de los organismos más grandes (>100 µm) entre la costa y 20 mn. Sólo en el sector entre los 21ºS y Tocopilla se detectaron formas de tamaño inferior, lo mismo al sur de Antofagasta donde no superaron los 90 µm (**Fig. 36B**).

La distribución vertical de las abundancias de las diatomeas reveló que las máximas concentraciones detectadas al norte del área de estudio, entre los 18º25' y los 21º00'S, se presentaron a nivel superficial, manteniéndose hasta 20 m de profundidad valores cercanos a 500 cél/mL. Hacia el sur, las máximas abundancias se mantuvieron en la superficie, pero los focos no superaron los 10 m de profundidad. La excepción fue observada en las dos transectas localizadas al sur del área de estudio, donde los máximos, que escasamente superaron las 200 cél/mL, se

distribuyeron en el estrato entre 5 y 10 m de profundidad (**Fig. 37**). El tamaño de las diatomeas, en la componente vertical mostró una tendencia a disminuir con la profundidad, no obstante, y, de igual manera que lo observado en la distribución superficial, los tamaños menores se asociaron a las más altas abundancias celulares. La excepción nuevamente se detectó al sur de Antofagasta, donde los ejemplares de mayor tamaño se localizaron entre los 30 y 50 m de profundidad (**Fig. 38**).

Los flagelados presentaron las máximas densidades celulares a nivel subsuperficial, a 10 m de profundidad en el norte del área de estudio, y a 5 m de profundidad en Mejillones. En las transectas en que se detectaron las menores densidades celulares de este grupo, los perfiles verticales muestran máximas asociadas a la superficie y hacia los sectores más alejados de la costa (**Fig. 39**). Los tamaños no mostraron un patrón de distribución vertical muy marcado, sólo en las transectas del sur del área de estudio se observó un aumento con la profundidad (**Fig. 40**).

2.2 Microzooplancton

El microzooplancton estuvo representado por un total de 16 grupos, de los cuales 8 correspondieron a representantes del holoplancton y 8 a componentes meroplanctónicos. En conjunto exhibieron tamaños entre 20 y 1.650 µm de los cuales fueron responsables los organismos holoplanctónicos (**Tabla 13**).

La abundancia total del microzooplancton, considerando los valores integrados por estación, fluctuó entre 0,3 y 17,8 individuos/mL. Abundancias superiores a 10 ind/mL fueron escasas, detectándose al norte del área de estudio y restringidas al borde costero (**Tabla 14 y 15**). Los tamaños de este componente variaron entre 91,3 y 229,8 µm. Sólo en dos estaciones se detectaron rangos en el orden de los 90 µm, la mayor parte del área de estudio estuvo dominada por fracciones mayores a 100 µm

(**Tabla 14 y 15**).

En la componente horizontal, la distribución de la abundancia del microzooplancton reveló la presencia de las altas concentraciones localizadas entre los 18º25' y 21ºS. En esta área se detectaron dos núcleos de máximas abundancias (>15 ind/mL), uno localizado al norte, a los18º25'S, y restringido a la franja entre 1 y 10 mn de la costa, y otro ubicado a los 21ºS que se extendió hasta 20 mn. En el resto del área de estudio el microzooplancton exhibió bajas concentraciones (<8 ind/mL), lo cual fue más acentuado al sur de Antofagasta (**Fig. 41a**). En relación a la distribución horizontal de los tamaños, los mayores componentes de este grupo (>200 µm) se encontraron al norte del área de estudio y entre la costa y 20 mn. Entre Mejillones y el sur de Antofagasta, también se detectaron formas grandes, pero éstas no superaron los 170 µm y estuvieron restringidas al borde costero. El resto de la zona estuvo caracterizada por la presencia de ejemplares inferiores a 150 µm (**Fig. 41B**).

Los perfiles de distribución vertical de la abundancia del microzooplancton revelan que las máximas concentraciones del sector norte del área de estudio se presentaron en superficie, mientras que hacia el sur se encontraron localizadas a los 10 m de profundidad. Hacia el sur, las mayores abundancias estuvieron restringidas a las 5 mn de la costa y entre la superficie y los 5 m de profundidad (**Fig. 42**). Los tamaños en la componente vertical muestran a los organismos de mayor magnitud ubicados en el estrato entre los 5 y 10 m de profundidad y a 20 mn de la costa. En las transectas localizadas más al sur, se mantiene la presencia de organismos grandes a nivel subsuperficial, pero restringidos al borde costero (1 – 5 mn) (**Fig. 43**).

2.3 Zooplancton

2.3.1 Abundancia y espectro de tamaño

Las abundancias medias totales de zooplancton fluctuaron entre 301,01 ind/m3 (Estación 6) y 31.846,18 ind/m3 (Estación 57) (**Tabla 16**). Las mayores abundancias registradas se presentaron en la zona norte del área de muestreo, entre Arica y Pisagua (**Fig. 44**), observándose un núcleo de importancia en la zona norte de Pisagua (Estación 6). Las menores abundancias se detectaron al sur del área de estudio. Esta disminución de la abundancia sólo se observó en las estaciones costeras. En las estaciones más oceánicas no se observó un patrón claro de distribución en las abundancias zooplanctónicas (**Fig. 44**).

El grupo de los Copépodos presentó las mayores abundancias, realizando el mayor aporte a la abundancia total (**Tabla** 17, **Fig. 45**). Le sigue el grupo de los huevos de peces (elongados y esféricos) y larvas de annelida, el resto de los grupos zooplanctónicos estuvieron escasamente representados.

El espectro de tamaño fluctuó entre 0,25 y 13,25 mm (**Tabla 18**). Las mayores abundancias se vieron reflejadas en los tamaños menores a 2,25 mm, los que presentaron la misma distribución de la abundancia total, corroborando el aporte del grupo de los copépodos y de huevos de peces (**Fig. 46**). Las abundancias disminuyeron fuertemente hacia los tamaños mayores a 2,25 mm, presentando una distribución más oceánica (**Fig**. 47).

Las pendientes del espectro normalizado (Ln) para cada estación fueron siempre negativas y significativas ($p<0,05$) y, en general, existió la tendencia a mostrar los mayores valores en la zona costera, aún cuando con mayor variabilidad que en las estaciones más oceánicas (**Fig. 48a**). La pendiente mostró una buena relación

inversa con el índice de diversidad de tamaños Shannon (**Fig. 48b**), es decir una baja diversidad en tamaños está relacionada a una alta pendiente (alta presencia de organismos pequeños y baja en tamaños mayores).

2.3.2 Biomasa del zooplancton

El área de estudio registró una biomasa peso húmedo promedio de 456,13 g/1000m^3, con una desviación estándar de 348,62 y coeficiente de variación de 0,7643. La biomasa fluctuó en el rango de 3,56 a 2.774,11 g/1000m^3, valores observados a 1 mn a 20º40'S y 21º50'S, respectivamente.

Longitudinalmente (**Tabla 19**) la biomasa media se observó en el rango de 327,67 g/1000m^3 (40 mn) a 479,27 g/1000m^3 (10 mn). El análisis de variancia de una vía no paramétrico de Kruskal-Wallis enseñó que no existen diferencias estadísticas en el campo medio de biomasa longitudinal (Kw = 4,5152; p = 0,3407)

El examen latitudinal de la biomasa zooplanctónica sólo consideró las secciones, y en ellas sólo hasta las 20 mn. La menor biomasa media fue observada a los 18º25'S con 208,39 g/1000m^3 y la mayor a los 20º40'S con 918,68 g/1000m^3 (**Tabla 20**), sin observarse alguna progresión latitudinal. El análisis de variancia no reveló la existencia de diferencias estadísticas en el campo medio de biomasa latitudinal (Kw = 22,0828; p = 0,2802).

2.3.3 Análisis de la información

El análisis de clasificación de la comunidad fitoplanctónica permitió la definición de 5 grupos dentro del área de estudio, caracterizados por abundancias totales que variaron desde 556,2 a 140,3 ml/L en un gradiente latitudinal norte-sur. A estas concentraciones totales las diatomeas aportaron con más del 50% (**Fig. 49**).

Las especies de diatomeas más importantes por sus porcentajes de aporte se presentan en la **Tabla 21**. De éstas destacaron *Chaetoceros compressus*, *Leptocylindrus danicus* y *Pseudonitzschia delicatissima*, las que, además de su alta abundancia, se encontraron distribuidas en toda el área de estudio. *C. compresus* fue la especie que reguló las abundancias entre los 18º25' y 23º'S, presentando porcentajes superiores al 50% lo que revela una condición de proliferación casi monoespecífica. *L. danicus* y *P delicatissima*, variando latitudinalmente en ocurrencia, aportaron entre un 10 y 20. Hacia el sur estas dos especies fueron reemplazadas por especies del género *Rhiziosolenia* las que exhibieron aportes similares a los de *C. compresus* en el rango del 30% (**Tabla 21**).

Los flagelados, por el contrario, no exhibieron un patrón en cuanto a las especies más importantes (**Tabla 22 y 23**). En todas las transecta se observó al menos 5 especies responsables de los mayores aportes, los cuales fluctuaron entre un 10 y un 30%. La mayoría de las especies varió latitudinalmente, mientras que otras, como *Ceratium furca* var. *berghii*, *C. pulchellum*, *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *Protoperidinium pellucidum* y *Scripssiella sp*., exhibieron una mayor ocurrencia. No obstante, las altas concentraciones celulares detectadas al norte del área de estudio, en el Grupo1, y en Mejillones, Grupo2, fueron el resultado de proliferaciones casi monoespecíficas de *Lingulodinium polyedrum* y *C. furca* var. *berghii* respectivamente (**Tabla 22 y 23**).

El análisis de clasificación aplicado a la comunidad microzooplanctónica reveló la existencia de 3 grupos. El primero, localizado al norte, estuvo caracterizado por las mayores concentraciones detectadas para este componente (>10 ind/mL). El segundo grupo abarcó la mayor parte del área de estudio, agrupando organismos con concentraciones inferiores a 5 ind/mL, y el último grupo estuvo representado por abundancias intermedias localizadas al norte de Iquique, entre Mejillones y Antofagasta, y al sur de Antofagasta (**Fig. 50**).

Los grupos del microzooplancton que exhibieron los mayores aportes porcentuales a la abundancia total por estación se presentan en la **Tabla 24**. En toda el área de estudio las formas ciliadas holoplanctónicas aportaron con las mayores abundancias (>50%) variando entre ciliados aloricados y tintinidos. En el sector de Mejillones, la abundancia de los tintinidos disminuyó, aumentando los huevos indeterminados, que junto a ciliados aloricados, aportaron con más del 50% a la abundancia total. Al sur del área de estudio las abundancias observadas estuvieron representadas en más del 50% sólo por ciliados aloricados. Además de estos componentes, aunque con un menor aporte, destacaron por su ocurrencia, estadios naupliares y radiolarios (**Tabla 24**).

El análisis de varianza aplicado a la información de abundancia y tamaños del fitoplancton y microzooplancton reveló la existencia de diferencias significativas entre los tamaños de las diatomeas, abundancia de flagelados, y abundancia y tamaños del microzooplancton detectados en febrero de 2007 y diciembre de 2007 (**Tabla 25**). Considerando la información de rangos medios, las diferencias serían el resultado de la disminución de los parámetros durante el presente crucero, con excepción del tamaño del microzooplancton que evidenció un incremento.

3. Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad. (Objetivo B2).

3.1 Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C "Abate Molina"

El arte de pesca utilizado para la identificación de ecotrazos y obtención de muestras biológicas, es una red de arrastre de media agua de cuatro paneles de diseño Engel, con un tamaño de malla en el copo de 12 mm, diseñada específicamente para operar en el B/C "Abate Molina" sobre peces de pequeño tamaño. Las dimensiones de esta red, tanto en longitud como en la abertura vertical en la boca, así como el tamaño de malla en los diferentes cuerpos de la red, permiten asegurar una efectiva faena de pesca en peces pelágicos pequeños y en las cercanías de la costa.

Considerando que un estudio de la selectividad de la red de arrastre requiere la realización de lances de pesca comparativos simultáneos con diferentes tamaños de malla, materia que escapa al objetivo del proyecto, la efectividad en la pesca de ejemplares de pequeño tamaño de anchoveta, se analiza mediante la comparación de la estructura de tallas obtenidas en los cruceros de evaluación RECLAN 0702, 0712 y entre la comparación de las estructuras obtenidas por lances de cerco realizados en diciembre del 2007 (flota pesquera) y los lances 1, 4 y 5 del presente estudio. Cabe mencionar que esta comparación cerco-arrastre corresponde a los lances que coinciden tanto geográficamente como en el período entre ellos.

La comparación de la estructura de tallas en ambos casos se realiza mediante los rangos de captura y la frecuencia acumulada, la que se considera como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retención ($L_{50\%}$) y el rango de selección que

se calcula como la diferencia entre la $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$.(**Fig. 51**).

3.1.1 Estructura de tallas capturadas con red de media agua y cerco

En el actual crucero, al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 7 y 17,5 cm, concentrándose los ejemplares en torno a una moda principal de 9,5 cm y en torno a una moda secundaria de 12 cm, mientras que en el crucero RECLAN 0702 la estructura de talla se presentó unimodal, siendo la moda principal 13,5 cm, el rango de tallas observado fue de 9 cm a 19 cm (**Fig. 51 A**)

La longitud estimada con la ojiva al $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$, realizada con la red de arrastre, varió entre 9,1 a 11,6 cm (Reclan 0712) y entre 12,2 a 14,3 cm (Reclan 0702). Las tallas estimadas al 25%, 50% y 75%, para este tipo de red durante la realización de este crucero fueron 9,1; 9,9 y 11,6 cm respectivamente, mientras que en el Reclan 0702 fueron 12,2; 13,2 y 14,3 cm (**Fig 51 A** y **Tabla 26**).

En ambos cruceros Reclan analizados se aprecia que la red de media agua permite la captura de un amplio rango de tallas de ejemplares de anchoveta, respondiendo las diferencias observadas entre ellos al hecho de que los meses en que se realizaron los cruceros fueron diferentes lo que repercutió directamente en el porcentaje de reclutas obtenidos en los lances de identificación.

Al comparar la estructura de tallas de los lances 1, 4 y 5 (Reclan 0712) realizados con la red de media agua con 3 lances de la flota cerquera en zona y período equivalentes entre si, se puede apreciar que en ambos artes de pesca la estructura de tallas es similar presentando una moda en los 15 cm y un rango de 12 a 16,5/17 cm. La longitud de retención es levemente superior en la red de media agua,

mientras que el rango de selección es 0,9 en ambos casos (**Fig 51 B** y **Tabla 27**).

3.2 Composición de tallas y pesos del stock reclutas de anchoveta en el área de estudio.

Durante el desarrollo del crucero se realizaron un total de 51 lances de pesca de identificación (**Fig. 52**), a bordo del B/C Abate Molina, 28 de los cuales fueron realizados entre Arica y el limite sur de la I región (21°25´S) y los restantes 23 lances correspondieron a la II región. Del total de lances realizados en 35 de ellos (70%) se obtuvo captura de anchoveta, oscilando las capturas de esta especie entre los 220 gr a 3.726 kg por lance, y con una captura promedio de 222 kg por lance (**Tabla 28**).

La captura total lograda alcanzó los 37.310 kg, estando compuesta principalmente de medusa con un 51,1% (19.079 kg), mote con un 26,4% (9.853 kg), anchoveta con un 20,8% (7.751 kg), jurel con un 0,9% (329 kg) y otras especies con un 0,8% correspondiente a vinciguerria, calamar, pampanito y jibia (**Tablas 28, 29 y 30**).

Del total de lances realizados, 35 registraron capturas de anchoveta, en 5 se capturó exclusivamente anchoveta y en los 30 restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,1 y 98,3%. Las mayores capturas de esta especie se obtuvieron en la I región con 6.377 kg, equivalentes al 80% del total capturado de anchoveta (**Tablas 29 y 30**).

Al comparar estos resultados con prospecciones anteriores se tiene que entre el actual crucero (0712) y el Reclan 0702 se observan grandes diferencias en la composición de las capturas obtenidas ya que mientras para el primero se obtuvo que el 77,5% de la captura estuvo constituida por medusa y mote seguidos con un 20,8% de anchoveta en el crucero 0702 el 97,7% de las capturas correspondió a

anchoveta y jurel en su conjunto, mientras que el 2,3% restante lo componen varias otras especies entre las cuales se observaron pejerrey, jibia, caballa, pampanito y medusas entre otras (**Fig. 53**).

Ahora si se comparan los resultados del actual crucero (dic/07) con los obtenidos en diciembre del 2001, se puede apreciar una mayor similitud en la composición de las capturas obtenidas, principalmente debido al gran aporte porcentual en ambos cruceros de la especie medusa con un 51,1% y 40,5% del total, respectivamente (**Fig. 53**).

En relación a la operación de pesca los lances de arrastre a media agua tuvieron una duración entre 10 y 38 minutos, rastreando a velocidades entre 3,6 y 5,3 nudos, con distancias rastreadas entre 0,7 y 3,2 mn.

3.3 Estructura de tallas de anchoveta

3.3.1 Estructura de talla de anchoveta en la zona total

Al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 7 y 17,5 cm, concentrándose los ejemplares en torno a una moda principal de 9,5 cm y en torno a una moda secundaria de 12 cm. Los ejemplares presentan una talla promedio de 10,7 cm y un peso promedio de 9,0 gr siendo el aporte porcentual de reclutas del 80,1% para toda el área de estudio (18°25’ S a 24°40’ S) (**Fig. 54**).

Latitudinalmente no se observa una tendencia clara relacionada con las tallas, presentándose individuos mayores a la talla de reclutamiento (12 cm) tanto en el extremo norte (Arica-Iquique), como en la zona centro (Pta Lobos-Tocopilla) y en el extremo sur del área de estudio (Antofagasta-Taltal) agrupados en torno a tallas modales de 15,5; 15,5/13,5 y 16,5 cm, respectivamente. De igual modo, los

individuos bajo la talla de reclutamiento se distribuyeron a lo largo del área de estudio presentándose entre Pta Madrid y el norte de Iquique (por el norte), entre el norte de Iquique y Punta Lobos (por el centro) y entre Punta Arenas y Antofagasta (por el sur del área de estudio) concentrados en torno a tallas modales de 8,5; 10/12 y 9,5 cm, respectivamente (**Fig. 55**).

Longitudinalmente se observa en la zona norte del área de estudio (18°25' S - 20°25' S), una diferencia de las tallas registradas al este y oeste del meridiano 70°18' W en donde hacia la costa se registraron individuos reclutas en un 98,1% del total y cuyo peso y longitud promedio corresponde a 5 gr y 9 cm, respectivamente. En cambio al oeste de esta longitud la presencia de reclutas fue de un 0,2% presentando los ejemplares un peso promedio de 24,1 gr y una longitud promedio de 15 cm.

3.3.2 Estratificación de las estructuras de tallas

Las estructuras de tallas por lance (**Figuras 56 a 64**) se agruparon en 7 zonas (**Fig. 55**), (**Tabla 31**).

- Zona 1: comprendida entre los 18°25' S - 20°25' S y al Oeste de los 70°18' W y que contiene los lances 1,4,5,10,13,14 y 17 en los cuales se obtuvo una captura total de 263,9 kg de anchoveta (3,4% del total de la especie) (**Tabla 31**). Esta zona presenta una estructura de tallas unimodal concentrada en torno a los 15,5 cm, presentando un rango de distribución entre 12 y 17,5 cm (**Figuras. 30, 31 y 32**). La longitud y peso promedio de los ejemplares es de 14,9 cm y 23,8 gr. El aporte en número y peso de los individuos reclutas presentes en la zona fue de 0,1% y 0,03% respectivamente, los reclutas presentaron una longitud promedio de 12 cm y un peso promedio de 14,1 gr (**Tabla 28**).

- Zona 2: ubicada entre los paralelos 19º15´ S - 20º25' S y al Este de los 70°18' W, y que incluye los lances 9,12,15,16 y 18 en los cuales se obtuvo una captura total de anchoveta de 922,7 kg (11,9% del total de la especie) (**Tabla 31**). En esta zona se observa una estructura de talla unimodal con los individuos agrupados en torno a la talla de 8,5 cm presentando una amplitud en la distribución de tallas que va desde los 7 a los 15,5 cm. Los ejemplares de esta zona presentan una talla y peso promedio de 9,1 cm y 5,1 gr respectivamente, siendo el aporte de los ejemplares reclutas igual al 97,2% (en peso) y 98,9% (en número) presentando los reclutas una longitud promedio de 9,0 cm y un peso promedio de 5,0 gr (**Figs. 54 y 58; Tabla 28**).

- Zona 3: comprendida entre las latitudes 20°25' S y 21º05' S, que incluye los lances 20, 21, 23 y 24 los cuales arrojaron una captura de anchoveta de 4232,9 kg (54,6% del total capturado de esta especie) (**Tabla 31**), y cuyos individuos se distribuyen en forma bimodal, agrupándose en torno a una moda principal de 10 cm y en torno a una moda secundaria de 12 cm en un rango de longitud que va desde los 8 a 16 cm. Los ejemplares ubicados en esta zona presentan una talla y peso promedio de 10,9 cm y 9,2 gr. El porcentaje en peso y número de los reclutas aquí presentes fue de 67,8% y 80,3% respectivamente observándose en los individuos reclutas un peso promedio de 7,8 gr y una longitud promedio de 10,4 cm (**Figs. 54 y 59; Tabla 28**).

- Zona 4: ubicada entre los paralelos 21°25' S - 22º05' S y al Oeste de los 70°20' W, y que incluye los lances 30,33 y 34 los que arrojaron una captura de 107,3 kg de anchoveta (1,4% del total de esta especie) (**Tabla 31**) y cuyos individuos presentan una distribución tipo unimodal agrupados en torno a la talla de 15,5 cm y en un rango de amplitud de talla que va desde los 14 a 17 cm. Los ejemplares de esta zona presentaron una talla promedio de 15,6 cm y un peso promedio de 26,2 gr. Cabe destacar que no hay registros de reclutas en esta zona (**Figs. 54 y 60; Tabla 28**).

- Zona 5: ubicada en el rango latitudinal 21°05' S - 21º35' S y al Este del meridiano 70°20' W que incluye los lances 26,27,28 y 29 en donde se obtuvo una captura de anchoveta de 1303,6 kg (16,8% del total de la especie) (**Tabla 31**) cuyos individuos se distribuyen en forma unimodal concentrados en torno a la talla de 13,5 cm y distribuidos en un rango de longitud que va desde los 9 a los 17 cm presentando un peso promedio de 18,3 gr y una talla promedio de 13,5 cm. En esta zona el aporte de los ejemplares reclutas fue del 10,4% (en peso) y del 19,1% (en número) presentando estos individuos una talla promedio de 11,1 cm y un peso promedio de 9,8 gr (**Figs. 54 y 61; Tabla 28**).

- Zona 6: situada entre las latitudes 21°35' S y 23º45' S, y que incluye los lances 31, 40, 41, 42, 45 y 46 los cuales arrojaron una captura de 819,9 kg de anchoveta (10,6% del total de esta especie) (**Tabla 31**) y cuyos individuos presentan una distribución unimodal centrada en la talla de 9,5 cm y que abarcan un rango de amplitud de talla desde los 8 a los 16 cm. Los ejemplares de esta zona presentan una talla promedio de 9,8 cm y un peso promedio de 6,7 gr. En el caso de los ejemplares reclutas estos significan un aporte del 97,1% (en peso) y del 98,8% (en número) para esta zona, siendo el peso

promedio de estos ejemplares de 6,5 gr y la talla promedio de 9,7 cm (**Figs. 64, 62 y 63; Tabla 28**).

- Zona 7: ubicada entre los paralelos 23°45'S y 24°40' S que incluye los lances 47, 48, 49 y 51 en los cuales se registró una captura de 100,9 kg de anchoveta (1,3% del total de esta especie) (**Tabla 31**) en donde los individuos presentan una distribución del tipo unimodal centrada en los 16,5 cm y un rango de tallas entre los 15 y 18 cm con peso promedio de 30,2 gr y una longitud promedio de 16,2 cm. En esta zona el 100% de los ejemplares capturados corresponde a individuos mayores a 12 cm (**Figs. 54 y 64; Tabla 28**).

En resumen se observa que solo en las zonas 4 y 7 no se obtuvo presencia de reclutas de anchoveta en las capturas, mientras que en las restantes zonas el porcentaje de individuos de talla menor a 12 cm osciló entre un mínimo de 0,1% (zona 1) y un máximo de 98,9% (zona 2).

3.3.2.1 Análisis estadístico de la estratificación de las subzonas mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, α = 0,05), con el objetivo de verificar las divisiones establecidas en el área total de estudio obtenidas a partir de la estratificación de las estructuras de talla observadas en los lances de identificación realizados en el crucero de evaluación.

Las siete zonas establecidas a partir de la estratificación de tallas observada para esta especie, muestra que éstas no cumplen el supuesto de homogeneidad en sus estructuras, rechazando la hipótesis nula (Ho) en todos los casos (**Tabla 32**). Es decir, la estructura de talla de cada zona presenta diferencias estadísticamente

significativas respecto de la estructura de talla global generada por el total de zonas, lo que implica que las estructuras de cada zona son estadísticamente distintas entre sí.

- Para la zona 1, la prueba estadística evidencia que el 100% de los lances asignados cumple el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, aceptándose, en todos los casos la hipótesis nula (**Tabla 33**) por lo que se puede afirmar que la estructura de talla generada en cada lance es estadísticamente similar a la estructura de talla generada por el conjunto de lances incluidos en esta zona.

- Para la zona 2, la prueba estadística indica que el 60% de los lances incluidos (lances 9,12 y 16) cumple con el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas aceptando la hipótesis nula, mientras que los lances 15 y 18 rechazan Ho, mostrando una estructura estadísticamente distinta a la estructura general formada por el conjunto de lances de esta zona. Sin embargo, éstos son considerados dentro de la zona 2 debido a que presentan ambos una distribución de tallas de individuos preferentemente pequeños (reclutas) lo que se corresponde con la característica de esta zona. (**Tabla 34**).

- En la zona 3 (**Tabla 35**), la prueba estadística muestra que el 75% de los lances de pesca asignados cumple el supuesto de homogeneidad en sus estructuras de talla, no rechazándose la hipótesis nula (Ho). En otras palabras, la estructura de talla generada por los lances 20,23 y 24 es estadísticamente similar a la estructura generada por el conjunto de lances. Solo el lance 21 no cumple el supuesto rechazando la hipótesis nula, presentando una estructura estadísticamente distinta a la generada por el conjunto de lances No obstante

lo anterior se incluye este último lance en esta zona pues corresponde con la característica de distribución tipo bimodal registrada en los demás lances.

- La zona 4 muestra que el 66,67% de los lances de pesca asignados cumple el supuesto de homogeneidad, no rechazando la hipótesis nula (Ho), observándose que la estructura de talla de los lances 33 y 34 no muestra diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla generada por el conjunto de lances. El lance 30 rechaza la hipótesis nula pero es considerado dentro de esta zona ya que presenta una distribución de tallas de individuos preferentemente mayores lo que se corresponde con la característica de esta zona. (**Tabla 36**).

- Para la zona 5 la prueba estadística evidencia que el 75% de los lances de pesca asignados cumple el supuesto de homogeneidad (**Tabla 37**), esto es que para los lances 26, 28 y 29 sus estructuras de tallas no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura global generada por el conjunto de lances. Solo el lance 27 no cumple el supuesto rechazando la hipótesis nula (Ho), presentando una estructura estadísticamente distinta a la generada por el conjunto de lances. Sin embargo, es considerado dentro de esta zona ya que presenta una distribución de tallas de individuos preferentemente mayores lo que se corresponde con la característica de esta zona.

- Para la zona 6 la prueba estadística indica que el 66.67% de los lances de pesca asignados cumple el supuesto de homogeneidad (**Tabla 38**), esto es que para los lances 31, 40, 41 y 45 sus estructuras de tallas no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura global generada por el conjunto de lances. Los lances 42 y 46 no cumplen el

supuesto rechazando la hipótesis nula (Ho), presentando una estructura estadísticamente distinta a la generada por el conjunto de lances. Sin embargo, éstos son considerados dentro de la zona 6 debido a que presentan ambos una distribución de tallas de individuos preferentemente pequeños (reclutas) lo que se corresponde con la característica de esta zona.

- Para la zona 7, la prueba estadística evidencia que el 100% de los lances asignados cumple el supuesto de homogeneidad en la estructura de tallas, es decir, en todos los casos se acepta la hipótesis nula (**Tabla 39**) por lo que se puede afirmar que la estructura de talla generada en cada lance es estadísticamente similar a la estructura de talla generada por el conjunto de lances incluidos en esta zona.

3.4 Relaciones longitud-peso

3.4.1 Modelos lineales

Para el conjunto de datos longitud y peso, obtenidos a partir de los lances de pesca realizados por el B/C Abate Molina en las zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se estimó la relación longitud-peso para anchoveta en toda el área de estudio, mediante el método lineal. La estimación se realizó ajustando una regresión lineal para todos los pares de datos disponibles (**Figs. 65, 66 y 67**).

Para la zona total de estudio el valor del grado de ajuste fue R^2 = 0,9817 con una pendiente de b= 3,1589 para todos los individuos distribuidos en un rango de amplitud que osciló entre los 7 y 18 cm (**Tabla 42** y **Fig. 65**).

En el análisis por zona se tiene que el modelo lineal presentó el mejor grado de ajuste en las zonas 3 y 5 (0,956 y 0,955), seguido de las zonas 2 y 6 (0,895 y 0,881), por el contrario en las zonas 1, 4 y 7 el modelo presentó los peores grados de ajustes (0,748; 0,681 y 0,582). Las pendientes de la regresión presentan valores similares entre sí, cercanos a 3, en las zonas 3, 5 y 6 con un b de 3,06533; 3,12368 y 2,91512 respectivamente, sin embargo en la zona 2 el parámetro b es de 3,4029 mientras que para las zonas 1, 4 y 7 la pendiente tiende a valores lejanos y menores a 3 que corresponden a 2,4046; 2,2910 y 2,4116 respectivamente lo que se explica por la concentración de los individuos registrados en estas zonas en un rango de longitud estrecho (12-17,5; 14-17 y 15-18 cm respectivamente) (**Tabla 40** y **Figs. 66 y 67**).

El análisis de varianza (Andeva) para anchoveta se muestra en la **Tabla 41**. Del análisis se desprende que los modelos ajustados de la relación longitud-peso de cada zona de pesca, no cumplen con el supuesto de igualdad de las regresiones, por lo que se rechaza la hipótesis nula (Ho). Mediante el análisis de varianza, de la relación longitud-peso por zona de pesca (**Tabla 42**), fue posible establecer que el modelo ajustado de cada zona de pesca, explica de forma adecuada el grado de ajuste de los datos utilizados, de lo anterior se tiene que la variable peso está explicada, con un 95% de confianza, por la variable talla en cada zona analizada.

El análisis de la relación longitud-peso para las zonas 1, 4 y 7 permite observar la presencia de ejemplares de anchoveta de tallas mayores (12 a 18 cm) lo que incide en que estas zonas presenten una mayor variabilidad en los pesos de los ejemplares a diferencia de lo obtenido en la zonas 2, 3, 5 y 6 en donde se registran tallas menores con menor variabilidad en los pesos observados. De lo anterior, se establece que el modelo total ajustado de la relación longitud-peso, es el que mejor representa toda la estructura de tallas presente en la zona total de estudio (**Figs**

65,66 y 67).

La comparación de los pesos medios por zona, estimados a partir de los parámetros de la regresión lineal, se muestran en la **Tabla 43**. Para el análisis entre zonas se tiene:

- En la zona 1 se tiene que para el rango de tallas 12 a 13,5 cm los pesos fueron entre 0,2 y 1,7 g mayores que la zona 2 mientras que sucede todo lo contrario entre los 14 y 15,5 cm en donde los pesos de la zona 1 son menores en 0,5 a 3,5 g respecto a la zona 2 lo que se debe a la poca presencia de ejemplares en este rango de talla para esta última zona.

  Entre las zonas 1 y 3 para el rango de 12 a 15,5 cm los pesos medios de la zona 1 fueron entre 0,4 y 2,4 g mayores que en la zona 3.

  Entre las zonas 1 y 4 para el rango de 14 a 14,5 cm los pesos de la primera zona fueron menores mientras que entre los 15 y 17 cm los pesos fueron mayores.

  La comparación entre las zonas 1 y 5 indica que entre los 12 y 14 cm los pesos de la zona 1 son mayores que la zona 5 mientras que entre los 14,5 y 17 son menores.
  Para la zona 1 los pesos medios son mayores entre 12 y 16,5 cm y menores entre 17 y 17,5 cm con respecto a la zona 6.

Por ultimo la comparación entre las zonas 1 y 7 arroja que en el rango 15 a 17,5 todos los pesos medios de la zona 1 son menores a los de la zona 7.

- Entre las zonas 2 y 3 se tiene que para el rango 8 a 10 cm los pesos medios de la zona 3 son mayores mientras que en el rango10,5 a 15,5 cm los peso medios son mayores en la zona 2.

  Para la zonas 2 y 4 en el rango 14 a 15,5 cm todos los pesos medios son mayores en la zona 2.

  Los pesos medios son menores en el rango 9 a 11,5 cm y mayores en el rango 12 a 15,5 cm en la zona 2 con respecto a la zona 5.

  Entre las zonas 2 y 6 los pesos medios de la zona 2 son menores entre los 8 y 11 cm y mayores entre los 11,5 y 15,5 cm.

  Para la comparación de las zonas 2 y 7 se tiene que en el rango 15 a 15,5 los pesos medios son mayores en la zona 2.

- Entre las zonas 3 y 4 los pesos medios de la zona 3 son menores en el rango 14 a 15,5 cm y mayores en los 16 cm.

  Para las zonas 3 y 5 se tiene que todos los pesos medios de la zona 3 son menores considerando el rango 9 a 16 cm.
  La comparación de los pesos de las zonas 3 y 6 indica que estos son menores en la zona 3 para el rango 8 a 13 cm y mayores en el rango 13,5 a 16 cm.

Entre la zona 3 y la 7 y en el rango 15 a 16 cm los pesos medios de la zona 3 son menores

- Para las zonas 4 y 5 se tiene que en los 14 cm el peso medio de la zona 4 es mayor, mientras que en el rango 14,5 a 17 cm los pesos medios son menores.

  Entre las zonas 4 y 6 los pesos medios de la zona 4 son mayores en el rango 14 a 16 cm y menores entre los 16,5 a 17 cm.

  La comparación de los pesos medios entre las zonas 4 y 7 indica que estos son menores en la zona 4 para todo el rango de comparación que va desde los 15 a los 17 cm.

- Entre las zonas 5 y 6 se tiene que en el rango 9 a 10 cm los pesos medios son menores en la zona 5, mientras que en el rango 10,5 a 17 cm los pesos medios son mayores en esta zona.

  Al comparar las zonas 5 y 7 se observa que en la talla 15 cm los pesos medios son menores en la zona 5, mientras que en el rango 15,5 a 17 cm son mayores.

- Al comparar las zonas 6 y 7 se tiene que en todo el rango de comparación 15 a 17,5 cm los pesos medios de la zona 5 son menores a los de la zona 7.

3.4.2 Modelos no lineales

Para los ejemplares de anchoveta se estimó una relación longitud-peso a través de modelos no lineales, para toda la zona de estudio en su conjunto (**Tabla 40**). El grado de ajuste de los datos de la relación, mediante el modelo no lineal, fue R^2 = 0,9782, valor que resultó ser inferior al obtenido con el método lineal (R^2 = 0,9817), por otra parte la pendiente de la relación longitud peso obtenida con el método no lineal fue menor a la obtenida con el método lineal siendo estas igual a 3,011246 y 3,15891respectivamente.

La comparación de los pesos promedio estimados con el método lineal y no lineal, indica que el modelo no lineal presenta los mayores pesos en el rango de tallas 7 a 14 cm mientras que entre los 14,5 y 18 cm el modelo lineal es el que presenta mayores pesos medios (**Tabla 43**).

Al comparar los pesos promedios estimados entre el actual crucero y varios cruceros anteriores se tiene que entre el RECLAN 0712 y 0702, a través del método lineal los pesos obtenidos en el primero de ellos son menores en 0,3 y 1,5% en el rango de talla 9 a 10,5 cm y son mayores desde un 0,1% hasta un 3,9% entre los 11 y 18 cm. En relación al crucero RECLAN 0111 los pesos son menores entre un 0,3 a 1,6% en las tallas 7 a 9,5 cm y son mayores desde un 0,03% a un 2,7% para las tallas 10 a 18 cm. Respecto al RECLAN 0012 todos los pesos promedios estimados fueron menores en un rango que va desde un 4,2 a un 9,8% para las tallas 7 a 18 cm. La comparación con el RECLAN 0001 muestra la misma situación anterior siendo los pesos promedios estimados todos menores entre un 4,9 a un 15,3% para el rango de tallas 8,5 y 18 cm. Por último respecto al RECLAN 9811 se observa nuevamente esta situación en donde todos los pesos son menores entre un 3,6 y un 11,6% para el rango de tallas 7 a 16,5 cm (**Tabla 44**).

Al hacer la comparación entre todos los cruceros anteriores con el RECLAN 0712, pero bajo un método no lineal se tiene que en relación al RECLAN 0702 los pesos promedios de los ejemplares obtenidos son mayores entre un 1,95 a 1,99% para el rango de tallas 9 a 18 cm. Respecto al RECLAN 0111 se mantiene lo anterior con pesos promedios mayores desde un 0,1% a un 4,2% para el rango 7 a 18 cm. En relación al crucero RECLAN 0012 los pesos son mayores en las tallas 7 a 8 cm entre un 0,2 y un 2%, y son menores en el rango 8,5 a 18 cm en un porcentaje que va desde un 0,5 a un 8,8%. Respecto al RECLAN 0001 todos los pesos promedios estimados son menores entre un 7,5 y un 12,0% para el rango de tallas de 8,5 a 18 cm, situación que también se observa al compararlos con el RECLAN 9811 en donde los pesos promedios son menores en un porcentaje de 1,8 a un 6% en el rango de tallas 7 a 16,5 cm (**Tabla 45**).

3.4.3. Análisis de covarianza para la relación longitud-peso de anchoveta

Se realizó un análisis de covarianza de las relaciones longitud-peso de cada zona mediante el test Tukey, con hipótesis nula (H_0) en que las regresiones son iguales e hipótesis alternativa (H_1) en que las regresiones son distintas, entre zonas. Se compararon los parámetros de las regresiones por zona en pares (**Tabla 46**).

- Al comparar la zona 1 con cada una de las demás zonas se tiene que entre esta y las zonas 2, 3, 5 y 6 las regresiones son diferentes por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad. Lo contrario sucede entre la zona 1 y las zonas 4 y 7 en donde el análisis establece que las regresiones son iguales por lo que se acepta Ho. Este resultado se explica, por un lado, en las diferencias que existe entre los rangos de tallas de la zona 1 con los de las zonas 2, 3, 5 y 6 y por otro lado, en la similitud de rangos de tallas presentes en las zonas 1, 4 y 7.

- En la comparación de la zona 2 con las demás zonas se tiene que en todos los pares analizados la comparación de pendientes mediante el test Tukey (α=0,05), muestra que las pendientes de regresión son estadísticamente distintas en todos los casos, rechazándose la hipótesis nula. Esto se explica por el hecho de que la zona 2 es la única que registra ejemplares bajo la talla de 8 cm.

- Al comparar la zona 3 con las demás zonas se tiene que solamente en el par zona 3 y 5 el análisis establece que las regresiones son iguales por lo que se acepta Ho, mientras que para los otros pares de zonas las regresiones son diferentes por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad. De igual forma se explica este resultado por la similitud y diferencias existentes entre los rangos de tallas cubiertos por cada par de zonas analizadas.

- Para la zona 4 y las demás zonas se tiene que se acepta la hipótesis nula de igualdad en las regresiones entre la zona 4 y las zonas 1 y 7 (similitud en el rango de tallas cubierto en cada una de ellas), mientras que se rechaza la hipótesis de igualdad entre la zona 4 y las restantes zonas por diferencias en el rango de tallas cubiertos por cada una.

- El análisis de los pares formados por la zona 5 con las demás zonas, indica que solamente entre la zona 5 y la 3 las regresiones son estadísticamente iguales aceptándose la hipótesis nula de igualdad.

- En la comparación de la zona 6 con las demás zonas se tiene que en todos los pares analizados la comparación de pendientes mediante el test Tukey (α=0,05), muestra que las pendientes de regresión son estadísticamente distintas en todos los casos, rechazándose la hipótesis nula. Esto se explica

por el hecho de que la zona 6 registra un escaso número de ejemplares por sobre la talla de 13 cm.

- Al comparar la zona 7 con las demás zonas se tiene que solamente con las zonas 1 y 4 el análisis establece que las regresiones son iguales por lo que se acepta Ho.

3.5 Proporción sexual

Para toda la zona de estudio el porcentaje de individuos indeterminados sexualmente alcanzó un 10,03% del total ubicándose entre los 7 y 9 cm de longitud. De los individuos restantes, las hembras contribuyeron con el 48,25% las que predominaron en los rangos de tallas 11 a 12 y 15,5 a 18 cm. Los machos representaron el 51,75% y predominaron en los rangos de tallas 9 a 10,5 y 13 a 15 cm (**Fig. 68**).

En la zona 1 no se registraron individuos de sexo indeterminado correspondiendo el 54,86% de los individuos sexados a hembras, las que predominaron entre los 15 y 17,5 cm mientras que el 45,14% restante correspondió a machos predominando estos en el rango de 12,5 a 14,5 cm (**Fig. 68**).

En la zona 2, los individuos indeterminados sexualmente representaron el 46,59% del total de la zona observándose que más del 25% de ellos tienen la talla de 8,5 cm. De los restantes individuos las hembras representaron el 39,77% predominando en la talla de 11,5 cm y en el rango de talla 14 a 15,5 cm. Los machos representaron el 60,23% predominando en los rangos de tallas de 9 a 11 y 12 a 13 cm (**Fig. 68**).

En la zona 3, los individuos indeterminados correspondieron al 6,71% del total. De los restantes el 37,45% correspondió a hembras, las que fueron predominantes en las tallas 15 y 16 cm, mientras que los machos representaron un 62,55% con predominancia en el rango 9 a 14,5 cm y en la talla 15,5 cm. (**Fig. 68**).

En la zona 4, no se observaron individuos indeterminados sexualmente. Del total registrado en esta zona el 51,79% correspondió a hembras, las que fueron predominantes en el rango de tallas 15.5 a 17 cm. Los machos estuvieron presentes en un 48,21% siendo predominantes en el rango de tallas 14 a 15 cm (**Fig. 69**).

En la zona 5, no se observaron individuos indeterminados sexualmente. Del total las hembras aportaron con el 42,5% predominando en las tallas 12,5 y 14 cm y en los rangos de tallas de 11 a 11,5 y 16,5 a 17 cm. Los machos representaron el 57,5% del total predominando en la talla de 12 cm y en los rangos de tallas de 9 a 10,5; 13 a 13,5 y 16,5 a 17 cm (**Fig. 69**).

Para la zona 6 se tiene que los individuos indeterminados sexualmente representaron el 4,09% del total. De los restantes individuos las hembras correspondieron al 49,84% con predominancia en las tallas 15 y 17,5 cm y en el rango 11 a 12 cm. Los machos representaron el 50,16% predominando en los rangos 9 a 10,5 y 12,5 a 13 cm y en la talla de 16 cm (**Fig. 69**).

En la zona 7, no se observaron individuos indeterminados sexualmente. Del total de individuos el 60,09% fueron hembras con predominancia en el rango 16 a 18 cm, mientras que los machos con un 39,91% fueron predominantes entre los 15 a 15,5 cm (**Fig. 69**).

3.6 IGS y estados de madurez

- Para toda la zona de estudio el valor promedio de IGS fue de 4,58%, con un mínimo de 1,15% obtenido en los 11,5 cm y un máximo de 10,65% para los 18 cm. En el caso de las hembras el valor promedio de IGS fue de 4,75% presentando un comportamiento similar al total, con valor mínimo en 11,5 cm (1,05%) y máximo en 18 cm (10,65%). Los machos presentan un valor promedio de 4,41% con extremos en 11 cm (1,27%) y en 17 cm (8,61%) (**Fig. 70**).

  En la zona total, se registraron los estados de madurez 1, 2, 3 y 4 con una representación del 20,34%; 36,42%; 42,40% y 0,84% respectivamente. En general los estados de madurez 2 y 3 predominaron para ambos sexos en la zona de estudio (**Fig. 71**). En hembras el estado 1 (5,27%), se presentó en individuos de tallas 9 a 11,5 cm, el estado 2 (15,96%) se presentó en individuos con tallas comprendidas entre 9 y 16 cm, el estado 3 el de mayor registro (26,19%) se observó en el rango de tallas 12,5 a 18 cm, mientras que el estado 4 el de menor registro (0,84%) se presentó en tallas mayores a 15 cm. En machos le correspondió al estado 1 un aporte del 15,08% en el rango 9 a 12 cm, al estado 2 un 20,46% en el rango de tallas 9 a 16,5 cm y al estado 3 (16,22%) en el rango de 11,5 a 17,5 cm, por otro lado no se obtuvo registro del estado de madurez 4 para este sexo.

  En la zona total de estudio los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose que los promedios de IGS van aumentando al registrarse individuos de mayor estado de madurez, es así que para los estados 1, 2, 3 y 4 se obtuvieron IGS promedio de 1,34: 3,67; 7,73 y 13,36% respectivamente. Lo anterior se explica por el mayor

desarrollo gonadal de los individuos que presentaron este estado (**Fig. 72**).

- En la zona 1 se registró un IGS promedio de 7,01%, con un mínimo de 0,86% en 12 cm y un máximo de 8,33% en 16,5 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 7,0%, con un mínimo en 12,5 cm (0,75%) y un máximo en 16,5 cm (8,19%). Los machos presentaron un IGS promedio de 7,01% y al igual que en el caso de las hembras tanto el valor mínimo (4,72%) como el máximo (9,30%) se produjeron para las mismas tallas registradas en ambos sexos. Para esta zona y tanto para machos como hembras la relación entre el IGS promedio y la talla de los individuos va variando según se incrementa la talla, es decir aumenta y luego disminuye para después nuevamente aumentar (**Fig. 72**).

  En esta zona, los ejemplares de anchoveta presentaron estados de madurez 2, 3 y 4, con una representación del 33,81%; 63,26%, y 2,94%, respectivamente. En hembras el estado de madurez 2 (1,11%) se presentó en individuos con tallas de 12 a 16 cm sin presencia de las tallas 14 y 15 cm. El estado 3, el de mayor porcentaje (50,81%) estuvo representado por individuos de 13 a 17,5 cm mientras que el estado 4 (2,94%) se presentó en individuos con tallas 15 a 16,5 cm (**Fig. 73**). En machos no se registró el estado de madurez 4, en tanto que el estado 2 con un 32,69% se presentó en el rango de tallas 12,5 a 16,5 cm y el estado 3 con un 12,45% se presentó en individuos con tallas entre 13 y 16,5 cm.

En la zona 1 al relacionar los valores de IGS con la de madurez sexual registrada, se observa que los promedios de IGS van aumentando en individuos de mayor estado de madurez, es así que para los estados 2, 3 y 4 se obtuvieron IGS promedio de 5,73; 7,23 y 14,93% respectivamente. Lo anterior se explica por el mayor desarrollo gonadal de los individuos que presentaron la mayor madurez (**Fig. 72**).

- En la zona 2 se registró un IGS promedio de 1,69% con un mínimo en 13 cm de 0,67% y un máximo en los 15,5 cm con un IGS de 22,92%, valor que proviene de un único ejemplar hembra cuyo peso gonadal correspondió a 5,5 g. Los ejemplares hembras presentan un IGS promedio de 1,77%, con un mínimo de 1,12% en 14,5 cm y un máximo de 22,92% en 15,5 cm. Los machos presentaron un IGS promedio de 1,64%, con valores extremos de 0,67 y 2,00% para las tallas 13 y 9 cm respectivamente situación que se explica porque los valores promedios de IGS se ven afectados por el número de ejemplares presentes en cada talla y en este caso para la talla 13 cm está registrado un único ejemplar (**Fig. 70**).

  En esta zona 2, se observaron los estados de madurez 1, 2 y 4, con una representación de 67,54%, 32,27% y 0,19% respectivamente. En general los estados 1 y 2 predominaron para machos y hembras en la zona de 2. En hembras el estado de madurez 1 (13,13%), se presentó en individuos con tallas 9 a 9,5 cm, el estado 2 (26,45%) se presento en individuos con rango de tallas 9 a 14,5 cm a excepción de las tallas 13 y 13,5 cm, mientras que para el estado 4 (0,19%) los individuos se presentaron en la talla 15,5 cm (**Fig. 74**) En machos el estado de madurez 1 (54,41%), se presentó en individuos con tallas de 9 a 11 cm y el estado 2 (5,82%)

se presento en individuos de 10 a 13 cm exceptuando la talla de 10,5 cm. Para este sexo no se tuvo registro de ejemplares en estado de madurez 4.

Para la zona 2, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez observándose un IGS mayor para individuos más maduros es así que para los estados 1, 2 y 4 se observan valores promedios de IGS de 1,45; 1,47 y 22,92% respectivamente (**Fig. 72**).

- En la zona 3, se observa un IGS promedio de 3,18% con un mínimo de 1,74% en 10,5 cm y un máximo de 8,65% en 15,5 cm. La relación del IGS con el incremento de la longitud no sigue una tendencia clara ya que aumenta y disminuye su valor según la talla crece. En el caso de las hembras el valor promedio fue de 2,92% con un mínimo (1,88%) en 9,5 cm y un máximo (7,70%) en la talla 16 cm. En los machos se observa un IGS de 3,33% con valores extremos de 1,41 y 8,65% en las tallas 10,5 y 15,5 cm respectivamente. De igual modo que para el total de esta zona en ambos sexos la relación del IGS con el incremento de la longitud no sigue una tendencia clara (**Fig. 70**).

  En esta zona la anchoveta registró los estados de madurez 1, 2 y 3 con aportes del 19,67; 66,35 y 13,98% respectivamente, predominando el estado 2 en ambos sexos. En hembras el estado 1 (2,99%), se presentó en individuos con tallas de 9 a 9,5 cm, el estado 2 (30,26%) se presentó en individuos con tallas de 9 a 14 cm y por ultimo el estado 3 (4,21%) se registró en individuos de tallas 12,5 a 16 cm con excepción de la talla 15,5 cm. Para el caso de los machos el estado 1 (16,69%) se observo en

las tallas 9 a 10 cm, el estado 2 (36,09%) entre las tallas 9,5 a 14,5 cm y el estado 3 (9,77%) en el rango 11,5 a 15,5% **(Fig. 75)**.

Para la zona 3, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez observándose un IGS mayor en los individuos más maduros es así que para los estados 1, 2 y 3 se observan valores promedios de 1,77; 3,46 y 7,72% respectivamente (**Fig. 72**).

- Para la zona 4, se observa un IGS promedio de 6,75% con un mínimo de 5,72% en 14,5 cm y un máximo de 9,7% en la talla de 17 cm. En las hembras el IGS promedio fue de 6,39% presentando un mínimo (4,94%) en 14,5 cm y un máximo (9,70%) en la talla de 17 cm. En los machos se registró un IGS promedio de 7,14% con valores extremos de 5,83 y 9,13% para las tallas de 14,5 y 16,5 cm respectivamente (**Fig. 76**).

  En esta zona se registraron los estados de madurez 2, 3 y 4 con aportes del orden de 4,96; 93,39 y 1,65% respectivamente, siendo el estado 3 el de mayor presencia en ambos sexos. En hembras el estado 2 no se registró, mientras que el estado 3 (50,14%) se presentó en individuos con tallas 14,5 a 17 cm y el estado 4 (1,65%) en individuos con tallas de 15,5 a 17 cm. En machos el 4,96% se presentó en estado 2 en el rango de tallas de 14,5 a 15,5 cm; el 43,25% se presentó en estado 3 en ejemplares con tallas 14 a 16,5 cm, mientras que el estado 4 no tuvo registros en este sexo (**Fig. 77**).

  Para la zona 4, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose un IGS mayor en los individuos más maduros es así que para los estados 2, 3 y 4 se observan valores promedios de 4,69; 6,96 y 17,59% respectivamente (**Fig. 78**).

- Para la zona 5, se observa un IGS promedio de 4,60%, con un mínimo (0,97%) en 11,5 cm y un máximo (9,68%) en 17 cm. Las hembras presentan un IGS promedio de 4,03%, con un mínimo de 0,82% en la talla de 12 cm y un máximo de 8,88% en los 16,5 cm En los machos se observa un IGS de 5,02% con valores extremos de 0,98 y 11,29 para las tallas de 11,5 y 17 cm respectivamente. De igual modo que para el total de esta zona en ambos sexos la relación del IGS con el incremento de la longitud no sigue una tendencia clara (**Fig. 76**).

  En esta zona la anchoveta presento los estados de madurez 1, 2, 3 y 4 con una representación de 1,75; 47,63; 50,0 y 0,63% respectivamente, predominando los estados 2 y 3 en ambos sexos. En hembras el estado de madurez 1 no se registró, el estado 2 (17,50%) se presentó en individuos con tallas 9 a 15 cm; el estado 3 (24,38%) se presentó en individuos con tallas 13 a 17 cm y el estado 4 (0,63%) se observó en individuos de tallas 15,5 a 16,5 cm. En machos el 1,75% se presentó en estado 1 en la talla 10,5 cm; el 30,13% se presentó en estado 2 en el rango de tallas 9 a 16 cm; el 25,63% se presentó en estado 3 en el rango de tallas de 13 a 17 cm, mientras que el estado 4 no tuvo registros en esta zona para este sexo (**Fig. 79**).

  Para la zona 5, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose un IGS mayor en los individuos más maduros es así que para los estados 1, 2, 3 y 4 se observan valores promedios de 1,21; 2,98; 6,83 y 14,25% respectivamente (**Fig. 78**).

- Para la zona 6, se observa un IGS promedio de 1,28% con valores extremos de 0,68 y 5,88% en las tallas de 13 y 15 cm respectivamente. Las hembras presentan un IGS promedio de 1,25% con un mínimo (0,78%) en la talla de 12,5 cm y un máximo (5,88%) en 15 cm. Los machos presentaron un IGS promedio de 1,31% con valores extremos de 0,68 y 4,31% para las tallas de 13 y 16 cm respectivamente. ere 2,77%, un mínimo de 3,79% en 17 cm. (**Fig. 76**). Tanto para el total de esta zona como para ambos sexos la relación del IGS con el incremento de la longitud no sigue una tendencia clara.

  En esta zona se presentaron los estados de madurez 1, 2, 3 y 4 con un aporte porcentual de 54,32; 45,36; 0,22 y 0,11% respectivamente, predominando los estados de madurez 1 y 2 para ambos sexos. En hembras el estado de madurez 1 (18,69%) se presentó en individuos con tallas 9 a 11,5 cm; el estado 2 (30,82%) se presentó en tallas de 9 a 12,5 cm; estado 3 (0,22%) se observó en individuos de tallas 15 y 16 cm, m mientras que el estado 4 (0,11%) se observó en individuos con talla de 17,5 cm. En machos el 35,63% se presentó en estado 1 en el rango de tallas 9 a 12 cm; el 14,54% se presentó en estado 2 en ejemplares con tallas 10,5 a 16 cm exceptuando el rango de tallas 13,5 a 15,5 cm. Los estados 3 y 4 no se registraron para este sexo (**Fig. 80**).

  Para la zona 6, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose para los estados 1, 2, 3 y 4 valores promedios de IGS de 1,37; 1,55; 4,79 y 3.13% respectivamente. Cabe mencionar que la baja del IGS entre los estado 3 y 4 se debe al registro de un único ejemplar en el estado 4 (**Fig. 78**).

- Para la zona 7, se observa un IGS promedio de 8,20% con un mínimo de 7,34% en 15,5 cm y un máximo de 10,64% en la talla de 18 cm. En las hembras el IGS promedio fue de 8,44% presentando un mínimo (7,48%) en 15,5 cm y un máximo (10,65%) en la talla de 18 cm. En los machos se registró un IGS promedio de 7,82% con valores extremos de 7,24 y 8,23% para las tallas de 15,5 y 17 cm respectivamente (**Fig. 76**).

  En esta zona se registraron los estados de madurez 2 y 3 con aportes del orden de 1,52 y 98,48% respectivamente, siendo el estado 3 el de mayor registro en ambos sexos. En hembras el estado 2 no se registró, mientras que el estado 3 (60,09%) se presentó en individuos con tallas 15 a 18 cm. En machos el 1,52% se presentó en estado 2 en el rango de tallas de 15 a 16,5 cm; el 38,39% se presentó en estado 3 en ejemplares con tallas 15 a 17,5 cm (**Fig. 81**).

  Para la zona 7, los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose un IGS mayor en los individuos más maduros es así que para los estados 2 y 3 se observan valores promedios de 4,93 y 8,47% respectivamente (**Fig. 78**).

En resumen, al graficar los valores promedios de IGS según la longitud de los ejemplares, para la zona total de estudio se observa una relación inversa con la longitud de los individuos para las tallas 9 a 11,5 cm, mientras que a partir de esta talla y hasta los 17 cm la relación se transforma en directa, es decir a medida que aumenta la talla aumenta el valor promedio del IGS, posterior a esta talla el IGS vuelve a disminuir para finalmente subir debiéndose este comportamiento al registro de pocos ejemplares principalmente en los 18 cm (3 ejemplares) (**Fig. 82**).

Esta **Fig.** también muestra los estimados del promedio de IGS según la talla de los ejemplares obtenidos en los cruceros RECLAN 0702 (feb-2007) y 0712 (dic-2007), pudiéndose observar que en el rango de talla común a ambos cruceros el comportamiento es similar entre ellos reflejando la misma tendencia al aumento de los valores de IGS según aumenta la talla principalmente en el rango 11,5 a 17 cm, no obstante que en el crucero actual los valores de IGS fueron mayores para cada talla comparada y en general para toda la zona prospectada (**Fig. 82**).

En la **Fig. 83** se muestran los valores promedios de IGS desde el año 1996 hasta el actual crucero, apreciándose que en los dos últimos se obtuvieron los menores valores de IGS, siendo estos de 2,9 y 4,9% para los cruceros realizados en febrero y diciembre de 2007, respectivamente. Por el contrario el máximo valor promedio corresponde al obtenido en diciembre de 1998 con un IGS de 7,5%, seguido por el valor de noviembre de 2001 con un 7,1%.

La condición biológica de los individuos, determinada mediante el factor de condición (FC) muestra un valor promedio de 0,694 (RECLAN 0712), valor levemente superior a los obtenidos en el RECLAN 0702 (0,69) y a los de los proyectos de seguimiento anteriores (**Fig. 84**). Por otro lado se observa que los valores de FC en el crucero actual aumentan gradualmente respecto de la talla en el rango 7,5 a 8,5 cm para posteriormente presentar un comportamiento estable en torno a un FC de 0,7 (**Fig. 85**).

3.7 Determinación de las estructuras de edad de anchoveta

3.7.1 Clave edad-talla

Para la elaboración de la clave edad-talla en anchoveta se analizó un total de 335 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 7,0 y 18 cm de longitud total. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo 0 y III, de los cuales el grupo 0 que corresponde a la clase anual 2007 representó el 56,4% de la muestra analizadas.

En las tablas **47 y 48** se presentan las claves edad talla y su varianza respectiva.

4. Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción juvenil de anchoveta que se incorporan en el período de máximo reclutamiento a la pesquería (Objetivo B1).

4.1 Calibración hidroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas del sistema EK-500 en 38 khz del B/C "Abate Molina" se presentan en la **tabla 49 y 50**. Estos resultados presentan variaciones dentro de los rangos históricos, pudiendo calificarse que los parámetros de los equipos se encuentran funcionando en forma normal.

4.2 Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta

Se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz utilizándose los pulsos medio (1,0 ms) y corto (0,3 ms), en todos los lances de pesca y ocasionalmente en estaciones de medición con el

buque detenido o navegando a bajas velocidades (≤2 nudos). Adicionalmente se incorporó la información recolectada durante el crucero de evaluación de la biomasa de anchoveta en la III y IV Regiones (RECLAN34 0802), llevado a cabo en febrero del 2008.

En ambos cruceros se procesaron los lances en que la anchoveta fue la especie principal (>90%). De este modo en el crucero RECLAN12 0712 se consideraron los datos recopilados en los lances 20, 21, 23 y 49 y en las estaciones de TS 20, 23 y 29 con los pulsos corto, medio y largo. En el crucero RECLAN34 0703, se recolectó información en los lances 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18 y 21 y en la estación de medición de TS número 21 (**Fig. 86**).

Finalmente se ajustaron las siguientes ecuaciones

Crucero RECLAN12 0712 (**Tabla 51 y 52**):

$$TS=17\ Log(L)-70,919$$

$$r^2=0,73$$

En el RECLAN34 0802 las tallas modales variaron entre 8 y 14,5 cm, ajustándose una ecuación de regresión significativa entre el TS y la Talla (**Tabla 53 y 54**):

$$TS=19,94\ Log(L)-73,935$$

$$r^2=0,8421$$

Los datos recolectados en ambos cruceros fueron analizados en conjunto con la serie disponible para la zona norte de Chile entre 1996 y 2001, verificándose que en ambos casos, hubo coincidencia en la tendencia y rangos de variación. De este modo, se ajustó una regresión del TS y la Talla conjunta para la serie de datos actualizada hasta el 2008 (**Fig 87 y Tabla 55**).

Es así como la ecuación del TS –L ajustada para anchoveta (**Fig. 87**) fue:

$$TS = 20{,}95 \text{ Log } (L) - 74{,}61$$
$$r^2 = 0{,}9064;\ n=281\ ;\ F=2702{,}7;\ p<0{,}05$$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \text{ Log } (L) - 73{,}55$$

4.3 Estimados de la biomasa y abundancia de anchoveta

4.3.1 Análisis del Sesgo de Orilla

El estudio del sesgo de orilla en la evaluación acústica, comprometido en el proyecto, no se realizó debido a que en el periodo que se programó el trabajo, la anchoveta se encontraba en temporada de pesca, siendo insuficientes los incentivos ofrecidos a los armadores para participar en la investigación. Los incentivos ofrecidos fueron una cuota de pesca de anchoveta imputable a fines de investigación de 300 t, dividida en 180 t para la embarcación que efectúa la prospección acústica y 120 t para la que efectúa la pesca de reconocimiento y muestreo. Además se ofreció un aporte en dinero por costos de operación diario para cada nave participante. Según declaraciones de los armadores artesanales de Iquique un incentivo interesante era permitir la pesca de la cuota durante el periodo de la veda, posterior al crucero, lo que no fue autorizado por la Subsecretaría de Pesca.

A objeto de permitir la participación de todos los armadores artesanales interesados en este estudio se hizo una invitación pública mediante un aviso en el Diario La Estrella de Iquique, no habiendo interesados.

Dado lo anterior, el Abate Molina intensificó la prospección en los sectores costeros. La **figura 88**, muestra que la anchoveta se distribuyó en forma importante en las cercanías de la costa, pero que también se registró alejado de ella, detectándose hasta el límite occidental de la zona de estudio. La prospección en todos los sectores considerados (cada 1 grado de latitud) cubrió desde 0,7 mn de la costa, realizándose el mayor número de observaciones acústicas en las primeras 3 millas de la costa (**Fig. 89**). Junto con aquello también es posible apreciar que en general las densidades acústicas se ubicaron al oeste de 1 mn, por lo cual se logró cubrir adecuadamente la distribución costera de la anchoveta. Sólo en el sector entre los 21 y 22º S se sugiere que la distribución de anchoveta fue insuficientemente cubierta en la franja costera, al menos en algunos de los sectores.

4.3.2 Estimación de la Abundancia y Biomasa de anchoveta

Las relaciones utilizadas para la estimación de la abundancia y biomasa fueron:

$$TS = 20{,}95 \log (L) - 74{,}6102$$

$$W = \mathbf{0.004634418} L^{\mathbf{3.15891}} \ (R^2 = 0{,}98;\ N = 5.552)$$

En las zonas 1,3, 4 y 5 el número de datos fue inferior a 200 por lo que el valor medio del método geoestadístico correspondió al kriger, mientras que en las zonas 2,6 y 7 se ajustó con la media aritmética.

Las áreas de cada subzona ó poligono se presentan en las **Tablas 56 a 58**.

La abundancia total de anchoveta varió entre 29.223,8 y 30.219,2 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el Bootstrap y el menor con el Geoestadístico, existiendo una diferencia relativa menor al 2,3% entre los métodos. De este total, el 79,6% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (23.553 millones de ejemplares) **(Tabla 56**, **Fig. 90)**.

En general, los reclutas se localizaron preferentemente en los sectores costeros desde punta Camarones (20º25´S) a Antofagasta. El 55,7% de la abundancia total se registró entre punta Arenas (21º 35´S) y Antofagasta (Zona 6), con 16.499,3 millones de ejemplares. En esta subzona se concentró el mayor porcentaje relativo de reclutas (99,3%) equivalente al 69,6% de toda la zona de estudio (**Fig. 90, 91 y Tabla 56**). Entre punta Camarones y punta Lobos (zonas 2 y 3), se concentró el 24,9% de la abundancia total con 7.391,6 millones de ejemplares, zonas que registraron porcentajes relativos de reclutas superiores al 86,5%. Estas subzonas representaron el 28,9% de los reclutas con 6.815,9 millones de ejemplares.

La biomasa total de anchoveta varió entre 255.656,6 y 298.466,1 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el bootstrap (**Tablas 59 a 61**). La biomasa tuvo una distribución espacial más uniforme que la abundancia, donde la zona entre punta Arenas y Antofagasta (zona 6) concentró el 35,3% del total estimado con 102.345,2 t. Los reclutas representaron el 50,3% de la biomasa total, con 146.034,4 t, registrándose principalmente en la zona 6 que concentró el 68,7% con 100.984,4 t. (**Tabla 59, Fig. 90 y 91**).

La abundancia total representa un incremento relativo de 14% respecto a la obtenida en el verano del 2007 (RECLAN12 0702) (25.443,25 millones de ejemplares), pero se registra un incremento superior al 330% en la fracción reclutas. Del mismo modo, la biomasa (en peso) de la fracción reclutas superó en más de 150% al alcanzado en

el verano del 2007.

Las áreas de los polígonos de distribución de la anchoveta, utilizados en el método geoestadístico, se presentan en la **Tabla 58 y 61**. Los polígonos de distribución de la anchoveta, calculados según el procedimiento indicado en la metodología, presentaron áreas entre 403 y 1.692 mn^2, siendo la zona 4 la de menor área y la zona 6 la mayor. Las áreas de los polígonos de distribución de la anchoveta, calculadas según los programas SURFER 8 y EVA2 difieren entre -3,0 y 0,7%, tomando como referencia el valor obtenido con el método geoestadístico. La mayor diferencia se presentó en la zona 5, donde el área calculada con el geoestadístico fue un 3% menor que la obtenida con el Surfer 8.

En general la estructura de tallas de anchoveta fue multimodal con una moda principal centrada en 9,5 cm y una secundaria en 15,5 cm, el rango varió entre 6,5 y 18 cm. En los extremos norte (zonas 1) y sur (zona 7) de la zona de estudio y al oeste del meridiano 70º20´W (Zona 4) se aprecian distribuciones unimodal centradas en 15,5 y 16 cm, mientras que en el centro y al oeste del meridiano 70º20´W de la zona (zonas 2; 3 y 6) presentaron distribuciones unimodales centradas en 9 y 10 cm. La zona 5 presenta una distribución que sugiere la transición de tamaños de anchoveta entre los sectores de tallas grandes y juveniles, con una moda principal en 13,5 cm y una incipiente moda secundaria en 11,5 cm (**Fig. 90 y 91**).

4.4 Precisión de los estimados de abundancia y biomasa

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta variaron entre 0,0684 y 0,1003 (**Tabla 62 a 65**), siendo los menores y bastante similares entre ellos los logrados con los métodos de las variables regionalizadas; estratos agrupados y bootstrap y el mayor con el método de los

conglomerados, representando coeficientes de error entre 11,1 y 16,5%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,0591 y 0,1 según el método de estimación utilizado (**Tabla 66 a 69**), obteniéndose la mayor precisión con el método de las Variables regionalizadas y estratos agrupados (Wolter), mientras que los alcanzados con el método Bootstrap presentó los mayores CV. Estos niveles del coeficiente de variación se reflejaron en errores entre 9,7 y 15,2 %.

4.5 Estructura de edad de la Abundancia

La estructura de edad fue analizada para la zona total de estudio, expandiendo a la edad las abundancias estimadas por los métodos Boostrap, Geoestadistico, Hansen y Kish. Con los cuatro métodos señalados la estructura de edad para la anchoveta de la zona norte (I y II región) se distribuyó entre el grupo de edad 0 y III (**Fig. 92**). La mayor abundancia correspondió al GE 0 con un 80 a 85%, en tanto que el GE I alcanzó entre el 12 y 14%, presentando el GE III una abundancia marginal (**Tablas 70 a 73**). La talla y peso promedio por grupo de edad no mostraron diferencias entre métodos de estimación de abundancias.

La fracción recluta, ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, alcanzo al 77% los que equivalen a 22860 millones de ejemplares, estos peces comprendieron una fracción importante del grupo de edad cero.

5. Distribución de los recursos

5.1 Distribución geográfica

a) Total de especies.

Las lecturas acústicas totales detectadas en el crucero se dividieron en las principales especies según: anchoveta, con un 58,24%, bacaladillo con el 31,3%; pez linterna con el 8,14%; jurel con un 1,90% y caballa con el 0,02%. El resto (0,4%) se dividió entre pampanito (0,05%) y medusas (0,35%).

b) Anchoveta

La anchoveta se registró en bajas densidades en prácticamente toda la zona de estudio, estando ausente entre punta Argolla (18º50´S) y el paralelo 19º20´S, con algunos focos de mayor densidad ubicados principalmente en las cercanías de la costa y esporádicamente en el límite occidental de la prospección (**Fig. 93**). Los focos costeros de mayor densidad, que no superaron las 5 mn de la costa, se ubicaron entre Arica y punta Baquedano (18º35´S); entre punta Colorado (20º05´S) a caleta Chipana (21º20´S). Hacia el sur de punta Blanca (22º10´S), los focos costeros se localizaron en las primeras 9 mn de la costa, destacándose aquellos ubicados entre el paralelo 22º15´S a punta Tames (22º35´S); entre el paralelo 23º50´S a Mejillones y en las cercanías de Antofagasta. Los focos de densidad relativamente mayor se detectaron a 20 mn al oeste de punta Blanca (20º05´S; al oeste de Tocopilla ((22º00´S) y a 15 mn al oeste de punta tres Picos (24º20´S).

Se destaca que las zonas extremas del área de estudio se caracterizan por la presencia de ejemplares adultos, en tanto el área central por ejemplares reclutas.

En general, la anchoveta en cada subzona se distribuyó espacialmente bien estructurada, obteniéndose modelos de variograma con efecto aleatorio pequeño ó cero, explicándose adecuadamente la distribución espacial por el modelo geoestadístico ajustado (**Tabla 74 y 75, Fig. 94**).

Los rangos de los variogramas por zona, indican la existencia de macroestructuras espaciales con tamaños entre 1,5 y 7,2 mn. El tamaño de las macroestructuras se correlacionaron positivamente con la talla de los peces. En efecto, en las zonas 1, 2 y 5, en que las tallas modales de las anchovetas fueron entre 12 y 13,5 cm, las macroestructuras fueron entre 4,5 y 7,2 mn; mientras que en las zonas 2, 3, 6 y 7 , donde las tallas modales fueron entre 9,5 y 12 cm, las macroestructuras fueron de 1,5 y 4,5 mn (**Fig. 94**).

La variabilidad de microescala, determinada desde el nugget ("pepita") en los variogramas corresponden a datos distribuidos al azar ó debido a que el tamaño del lag supera el tamaño de las estructuras espacial, en ambos casos se registra inexistencia de correlación espacial. En el presente caso, en general, los valores de la variabilidad de microescala es cero ó fue comparativamente baja indicando que los filtros aplicados para evitar el sobre muestreo y que las unidades de muestreo usadas capturaron adecuadamente las estructuras espaciales de la anchoveta.

La variabilidad de microescala, no presenta una correlación clara con las tallas modales de las anchovetas, en cambio este indicador, se correlacionó positivamente con los niveles de abundancia y biomasa por zona (**Fig. 95**), coincidiendo que los mayores valores del nugget se registraron en la zona 6, que a su vez presentó las mayores estimaciones de abundancia.

Lo anterior sugiere que en los sectores donde se concentra la mayor fracción de la abundancia, la anchoveta presenta un mayor número de agregaciones con tamaños

que pueden ser inferiores a la unidad de muestreo que se está utilizando. Al contrario, en aquellos sectores de menor concentración de abundancia, la anchoveta ocupa mayor espacio, lográndose captar adecuadamente la variabilidad de microescala con el tamaño de las unidades de muestreo utilizada. Este resultado concuerda con los alcanzados por Castillo et al 2007 en la misma especie y zona el verano del 2007, diferenciándose en que en aquella oportunidad, las estructuras espaciales de anchovetas tuvieron una componente aleatoria mayor que en el presente caso.

Con respecto a la distribución espacial y los índices de Ocupación (IOC), por categorías de densidad obtenidos en el presente crucero (total de anchoveta y sus correspondientes fracciones de adultos y reclutas), los resultados indican que, en el caso del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), el IOC alcanzó sobre el 70% del área prospectada lo que indicaría que la repartición espacial del recurso presentó índices mayores que años anteriores (Castillo ***et al.,*** 2007). Sin embargo, se debe mencionar que en este año también se repite que los principales porcentajes son ocupados por las categorías de bajas densidades. Por otra parte, el estrato de mayores densidades (>300 t/mn²), presentó un IOC de sólo un 0,86% (**Tabla 76**)**.**

Por su parte, el análisis de las fracciones adulta y recluta mostró que la primera presentó un mayor IOC (59,7%), mientras que la porción recluta alcanzó un 49,3%, en este sentido se destaca que si bien los IOC fueron mayores que años anteriores, la especie vuelve a ubicarse preferentemente en las primeras millas de la costa con agregaciones muy definidas (**Fig. 96**).

c) Jurel

Esta especie se registró en bajas densidades desde las 5 mn al límite occidental de la prospección, sugiriendo la proyección hacia el oeste de la distribución espacial. Al sur de caleta Chipana (21º20´S) el jurel se presentó en forma más frecuente lo que permitió interpolar áreas más extensas que hacia el norte, donde su presencia fue esporádica (**Fig. 93**).

b) Vinciguerria

Esta especie se localizó preferentemente desde las 10 mn al límite occidental de la prospección, que en este sector llegó hasta las 40 mn, sugiriendo una proyección más oceánica de la distribución y desde el límite norte de la zona de estudio hasta el norte de caleta Buena (19º50´S). Hacia el sur se detectó en forma esporádica y en bajas densidades, con sólo dos focos ubicados a 15 mn a la cuadra de caleta Paquica (21º 53´S) y a 20 mn al oeste del paralelo 23º10´S **(Fig. 97**)

e) Bacaladillo

Esta especie se registró en las primeras 5 mn de la costa en focos de alta densidad ubicados en la parte central de la zona de estudio, entre Pisagua y Tocopilla. Hacia los extremos norte y sur su presencia fue esporádica y más dispersa (**Fig. 97**).

5.2 Distribución batimétrica de los recursos

a) Anchoveta

En el sentido batimétrico esta especie se localizó entre los 6,5 y 36 m de profundidad (**Fig. 98**), concentrándose el 96,5 % de los ecotrazos en los estratos de 10 a 20 metros. Las mayores densidades acústicas (> 15.000) se registraron en el estrato de los 10 m. Las isotermas que limitaron la distribución vertical de esta especie variaron entre 12,7 y 19,9º C, con un promedio en 15,7º C, concentrándose el 76,8% de las

agregaciones entre 15 y 17º C (**Fig. 98**). La salinidad promedio fue 34,72 psu con límites entre 34,55 y 34,85 psu, concentrándose el 98,3 % entre 34,8 y 35 psu (**Fig. 98**). Las mayores densidades acústicas y número de ecotrazos detectados se registraron en horas de luz diurna (entre las 9 y 18 hrs, horario de verano), conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y dispersándose en la noche, para formar estratos superficiales de densidad variable (**Fig. 98**).

b) Jurel

Esta especie se distribuyó entre los 8,5 y 47,5 m de profundidad, localizándose preferentemente entre 20 y 30 m con el 89,5% de los registros. Las isotermas variaron entre 12,9 y 20,2º C, con el 90,3% de los ecoregistros entre 14 y 19º C. Las salinidades variaron entre 34,56 y 34,82 psu, concentrándose el 99,7% de ecoregistros entre 34,7 y 34,9 psu (**Fig. 99**). Esta especie se detectó preferentemente por la mañana (9- 12) y las primeras horas de la noche (18 -21 hrs) (**Fig. 99**).

c) Vincinguerria

La caballa se detectó entre 6,5 y 58,5 m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 10 y 50 m (84,7% de los ecoregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a las isotermas entre 12,3 y 16,3º C, concentrándose el 92,3% de los ecoregistros entre 13 y 15º C. Las salinidades fluctuaron entre 34,6 y 34,8 psu, con el 91,3% de los ecoregistros entre 34,9 y 35 psu (**Fig. 100**). La caballa se registró preferentemente entre las 15 y las 21 hrs (89,4%).

d) Bacaladillo

La vincinguerria se detectó entre 13 y 244 m de profundidad, ubicándose preferentemente entre 150 y 250 m (85,2% de los ecoregistros). Esta distribución vertical estuvo asociada a las isotermas entre 11,3 y 18,3º C, concentrándose el 88,9% de los ecoregistros entre 12 y 13º C. Las salinidades fluctuaron entre 34,6 y 34,8 psu, con el 96,3 de los ecoregistros entre 34,9 y 35 psu (**Fig. 101**). La vincinguerria se registró 9 y las 12 hrs y entre las 21 -24.

5.3 Distribución espacial de la anchoveta y su relación con las variables bio-oceanográficas.

5.3.1 Análisis cartográfico entre la distribución de anchoveta y las variables bio-oceanográficas

El análisis visual entre la densidad de anchoveta y las variables oceanográficas, se realizó para la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC). La capa de mayor frecuencia de cardúmenes se determinó en base a la moda de la distribución de las profundidades medias de los cardúmenes de la especie para toda la zona, dicho plano varió entre los 10 y 20 m de profundidad (sobre el 90% de los cardúmenes).

Por otra parte, del análisis visual de los distintos planos, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie respecto a los parámetros oceanográficos; se calculó además el coeficiente $V(Cramer)$ para las cartografías de distribución de anchoveta, respecto de las variables oceanográficas.

5.3.2 Distribución batimétrica y geográfica de la Anchoveta

En términos generales se observó que la especie se distribuyó a lo largo de toda la costa de la zona de estudio y preferentemente en los sectores más costeros (**Fig. 102**). A su vez la distribución batimétrica indicó que el recurso se presentó en la columna de agua desde la superficie hasta más de 40 m de profundidad, con una marcada preferencia por los primeros 20 metros en donde se registró la mayor cantidad de celdas positivas, concentrándose sobre el 90% de los cardúmenes, situación que es similar a lo descrito en años precedentes (Castillo ***et al.***, 2007 y 2002). A su vez las mayores densidades acústicas (> 15.000) se registraron entre los 10 y 20 m. Las isotermas que limitaron la distribución vertical del recurso fluctuaron entre 13,0 y 19,7º C, localizándose el 73,4% de las agregaciones entre 13 y 15,9 ºC, en tanto que la salinidad osciló entre los 34,54 y 34,85 psu.

Con respecto a la distribución espacial y los índices de Ocupación (IOC), por categorías de densidad obtenidos en el presente crucero (total de anchoveta y sus correspondientes fracciones de adultos y reclutas), los resultados indican que, en el caso del total de anchoveta (ejemplares adultos y reclutas), el IOC alcanzó sobre el 70% del área prospectada lo que indicaría que la repartición espacial del recurso presentó índices mayores que años anteriores (Castillo ***et al.,*** 2007). Sin embargo, se debe mencionar que en este año también se repite que los principales porcentajes son ocupados por las categorías de bajas densidades. Por otra parte, el estrato de mayores densidades (>300 t/mn²), presentó un IOC de sólo un 0,86% (**Tabla 76**)**.**

Por su parte, el análisis de las fracciones adulta y recluta mostró que la primera presentó un mayor IOC (59,7%), mientras que la porción recluta alcanzó un 49,3%, en este sentido se destaca que si bién los IOC fueron mayores que años

anteriores, la especie vuelve a ubicarse preferentemente en las primeras millas de la costa con agregaciones muy definidas (**Fig. 96**). En este contexto, la distribución espacial de las agregaciones señaló que la anchoveta presentó un foco principal al sur de Iquique (en el caso de reclutas) y a la cuadra de Antofagasta (en el caso de adultos), destacándose que en ambos casos se asocian a aguas entre 13-14,9ºC y en zonas de gradientes térmicos moderados.

5.3.2.1 Relación con la temperatura

De la señales latitudinales se observó que la temperatura de la CMFC presentó una tendencia constante entre las latitudes 18ºS y 21°S, en este sector las temperaturas fluctuaron entre los 13,0 y 17,37°C, posteriormente entre las latitudes 21ºS y 23ºS se observó un aumento de las temperaturas con un máximo de 19,65°C (**Figs. 102 y 103**), en este sentido se destaca que el año pasado también se verificó un aumento de la variable ambiental en esta zona relacionada con la introducción de aguas más oceánicas. Se destaca que en la franja más oceánica (> 10 mn) se produce un incremento de las temperaturas, lo que es coincidente con la climatología local.

Con respecto a los ejemplares adultos, en la banda costera (costa-2 mn) el recurso exhibió una distribución geográfica mucho más abundante en comparación a las franjas más oceánicas con dos focos principales que se localizaron entre el sur de Iquique y Tocopilla y frente de Antofagasta, destacándose que las maoyres abundancias se correspondieron con sectores de gradientes térmicos someros (**Figs. 102 y 104a**) y en el borde interno de las aguas de 15ºC.

En la franja de 2-6 mn se continúa advirtiendo una gran abundancia al sur de Iquique en una región pequeña que se relacionó con bajos diferenciales térmicos y que estuvo delimitada por el borde interno de la isoterma de 15°C, cabe destacar que las mayores agregaciones de la especie se superpusieron con cambios

latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un descenso en sentido norte-sur. En las zonas más oceánicas las densidades de adultos decaen, sin embargo se apreciaron sectores de altas densidades que continúan vinculándose a regiones con cambios latitudinales negativos de la variable y a frentes térmicos moderados.

En el caso de la fracción recluta, en las dos franjas más costeras (costa-6 mn) se detectaron las mayores agregaciones con dos núcleos relevantes emplazados al sur de Iquique y entre Mejillones y Antofagasta los que se relacionaron con aguas de 13 y 14,9ºC y a gradientes de temperatura muy bajos menores a 0,6 ºC/mn, asimismo, dichos sectores se vincularon con variaciones latitudinales negativas de la variable ambiental (**Fig. 103**). Por su parte, en las bandas más oceánicas la presencia de ejemplares juveniles disminuye considerablemente y solamente se observó un sector con buenas agregaciones que se situó al sur de Iquique asociado a aguas de 15ºC y a gradientes térmicos exiguos.

5.3.2.2 Relación con la salinidad

En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), se observa el gradiente latitudinal de la salinidad es más estable que el de temperatura con una tendencia levemente negativa en sentido norte-sur, con una variación entre los 34,5 y 34,85 psu y un promedio de 34,68 psu (**Fig. 105**).

Con respecto a los ejemplares adultos, en las dos primeras bandas (costa-6 mn) la anchoveta reportó sus mayores agregaciones las que se relacionan mayoritariamente con salinidades de 34,6-34,69 psu, en regiones muy homogéneas y en donde prácticamente no se aprecian gradientes salinos o bién éstos son irrelevantes (**Figs 104b y 105**). En las franjas más oceánicas, si bién decrecen los registros de la

especie, éstos también se asocian a gradientes pequeños y a aguas de 34,6-34,69 psu.

Por su lado, y como se mencionó anteriormente, los ejemplares reclutas registran sus más altas abundancias en las dos bandas más costeras (costa-6 mn) donde se situaron los dos núcleos principales (sur de Iquique y entre Mejillones y Antofagasta), los que también se relacionan con aguas de 34,6-34,69 psu y a diferenciales salinos con registros menores de 0,03 psu/mn, a su vez dichos sectores se vincularon con variaciones latitudinales positivas de la variable ambiental (**Fig. 106**). Por su parte, en las bandas más oceánicas la presencia de ejemplares juveniles disminuye considerablemente y solamente se observó un sector con buenas agregaciones que se situó al sur de Iquique asociado a gradientes salinos moderados y a cambios positivos latitudinales.

5.3.2.3 Relación con el oxígeno disuelto

La distribución geográfica del oxígeno exhibió valores que oscilaron entre los 0,1 ml/l y 6 ml/l, con un claro predominio de las aguas menores a 2,0 ml/l. El comportamiento espacial de la variable describe aguas menos oxigenadas en regiones ribereñas y una intrusión de aguas más oxigenadas (> 3 ml/L) en la latitud 21ºS, lo anterior implica la formación de gradientes en este sector (**Fig. 104c**).

Del análisis visual se observó que las agregaciones más importantes se relacionaron con aguas de bajo contenido de oxigeno (> 1,5 ml/L) y preferentemente en el borde interno de aguas de 1,5 ml/L. Cabe destacar que tanto adultos como reclutas se ubicaron en zonas de bajo contenido de oxígeno, especialmente en zonas ribereñas, no obstante lo anterior las más altas concentraciones del recurso se localizaron en aguas de más de 1,5 ml/L, lo que es similar a lo mencionado en años anteriores.

5.3.2.4 Relación con Sigma-t

La estructura horizontal superficial de la densidad del agua de mar presentó una variación entre 24,44 y 25,97 Kg/m³, con un claro predominio de aguas de densidad mayores a 25,4 Kg/m³ (**Fig. 104d**). La distribución horizontal de la densidad del agua mostró isopicnas más densas en el sector costero principalmente en el extremo norte de la zona de estudio, encontrándose en el sector ribereño valores entre los 25,4 a 25,9 Kg/m³.

Del análisis visual se observó una zona con altos valores frente de Arica y al sur de Iquique que se asocian a focos de anchoveta y, al igual que para la salinidad, las mayores concentraciones de la variable ambiental se asocian a zonas de altos registros de anchoveta (**Figs. 107 y 108**).

5.3.2.5 Relación con la clorofila "a" integrada

La distribución horizontal de esta variable presentó un rango entre los 0,10 y 11,0 mg/L. En general en el área de estudio se observaron bajas concentraciones de clorofila en toda la zona costera (**Fig. 109a**), destacándose dos focos de altas concentraciones de clorofila (al sur de Iquique y en los alrededores de Mejillones. Al contrario de lo detectado en años anteriores, los principales focos de anchoveta están asociados a una baja oferta de esta variable (**Figs. 107 y 108**).

5.3.2.6 Relación con la abundancia de Fitoplancton, micro zooplancton y zooplancton

Con respecto al zooplancton se observa que éste se presentó con grandes abundancias con dos núcleos principales localizados al sur de Iquique y en las proximidades de Antofagasta que se asocian a focos tanto de ejemplares adultos como de reclutas. No obstante lo anterior, al analizar dentro de los grupos más importantes que componen el zooplancton se da una relación inversa con las mayores abundancias de estos grupos tanto con adultos como con reclutas, de hecho el mayor número de celdas positivas de anchoveta se registran en densidades menores a 200 (gr/1000 m^3) (**Figs. 110 y 111**), cabe destacar que los grupos más abundantes del zooplancton fueron copépodos chicos y grandes con abundancias que superan los 1500 (gr/1000 m^3).

En el caso del fitoplancton, desde el punto de vista biológico, se observan dos sectores muy definidos, el primero al norte de la latitud 21ºS en el cual se registraron grandes concentraciones en las primeras 5 mn de la costa que se asocian principalmente a altas concentraciones de Leptocylindrus danicus y Chaetoceros compresssus, y una segunda zona al sur de la latitud 21ºS en la cual las densidades del fitoplancton disminuyen considerablemente (**Fig. 109c**). Del análisis de los grupos que componen el fitoplancton los de mayor abundancia fueron el Chaetoceros compressus y el Leptocylindrus danicus con concentraciones que superan las 500 cél/ml, sin embargo las mayores concentraciones de anchoveta se encuentran vinculadas a bajos niveles de abundancia del fitoplancton (**Fig.** 1**12 y 113**), de lo anterior se deduce una relación inversa entre ejemplares de la especie y el fitoplancton.

Por otro lado, el microzooplancton registró bajas abundancias con solamente un foco primordial que se localizó en la banda costera entre Arica e Iquique y en el que no se observaron grandes concentraciones de la especie, en este sentido cabe destacar que el mayor número de registros positivos de adultos y reclutas se registraron en densidades menores a 5 ind/ml (**Figs. 107 y 108**), lo que indica una relación inversa entre las variables.

5.3.3 Medida de la asociación entre densidad de anchoveta y las variables bio- oceanográficas

La densidad de anchoveta es presentada por medio de una tabulación cruzada para diferentes niveles de las variables oceanográficas en el plano de la CMFC, la asociación existente entre las densidades de anchoveta y los diferentes niveles de las variables oceanográficas y la oferta de alimento es establecida a través de la prueba de asociación χ^2 y se establece una medida del grado de asociación mediante el índice de $V(Cramer)$.

Se debe destacar que en el análisis del rango preferencial de las variables oceanográficas para la anchoveta, se observa que ambas fracciones adulta y recluta, se distribuyen de manera muy similar en las distintas capas analizadas.

5.3.3.1 Temperatura

En la capa de temperatura superficial, las fracciones de anchoveta (reclutas y adultos) se distribuyen preferentemente entre los 13 y 15,9°C (63,8% del total para ejemplares adultos) y entre 14-15,9ºC para reclutas (con un 74,3%). En la capa de mayor frecuencia de cardúmenes, el índice de $V(Cramer)$ indica una buena asociación entre las variables (**Tabla 77**). Esta asociación entre los rangos de temperatura y la frecuencia de cardúmenes observados es consistente con los

resultados derivados de la aplicación del estadístico de prueba χ^2 (Chi–cuadrado) que mostró la asociación entre la temperatura y la presencia de cardúmenes de anchoveta. A partir de los resultados de la aplicación de esta prueba se observa un alto aporte de la variable en la explicación de la varianza ya que se rechaza la hipótesis de independencia entre las variables (H_0). Como medida de la intensidad de asociación entre los niveles de temperatura fue obtenida a través del cálculo del índice $V(Cramer)$. La evaluación de este índice muestra que en el rango preferencial se obtiene un coeficiente $V(Cramer)$ de 0,36 tanto para adultos como para reclutas (**Tabla 77**). A su vez, como se menciono anteriormente la anchoveta tiende a concentrarse en los bordes de gradientes térmicos debido probablemente a un menor gasto energético que si se localizara dentro de la zona de gradientes relevantes, sin embargo al analizar los coeficientes $V(Cramer)$ éstos dan cuenta de una baja asociación entre las variables aunque los índices aumentan considerablemente si se toma en cuenta solamente el rango preferente.

5.3.3.2 Salinidad

Del análisis visual de la distribución horizontal de salinidad se advirtió que ambas fracciones (adultos y reclutas) se distribuyen mayoritariamente en aguas de 34,6-34,69 psu con un 64,4% del total para adultos y un 60,0% para reclutas, situación que difiere de lo señalado para el año anterior en que los ejemplares se distribuyeron preferentemente entre los 34,8 a 34,9 psu (>66% del total).

Al igual que en el caso de la temperatura, se estudió la asociación entre los niveles de salinidad y la frecuencia de cardúmenes observados por estrato de salinidad, haciendo uso de la prueba de asociación χ^2 y del índice $V(Cramer)$. Para la fracción adulta los resultados de la prueba de χ^2 muestran en general una buena asociación con un índice de 0,37 (adultos) y 0,36 (reclutas); no obstante lo anterior,

el cuociente se incremento fuertemente al considerar el rango predilecto, es así como los índices $V(Cramer)$ tanto para adultos como para reclutas subieron a 0,47 para adultos y 0,44 para reclutas por lo que existe un rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0) (**Tabla 77**).

Por otra parte, el análisis de los índices $V(Cramer)$ de los gradientes salinos no reflejaron una buena asociación para ambas fracciones (**Tabla 77**), y al igual que para los gradientes térmicos los ejemplares tienden a ubicarse en sectores aledaños a zonas de frentes. Por otro lado, al analizar solamente el rango óptimo (0,001-0,015 psu/mn) los índices $V(Cramer)$ aumentan fuertemente y se rechaza la hipótesis de independencia entre las variables.

5.3.3.3 Oxigeno

En capa de mayor frecuencia de cardúmenes ambas fracciones presentan un rango preferencial en aguas de bajo contenido de oxígeno menores a 1,5 ml/l (83,4% y 81,0% del total para adultos y reclutas respectivamente). Al estimar los cuocientes $V(Cramer)$ se observó los ejemplares de ambas fracciones exhiben valores similares y cuando se analiza solamente el rango preferencial dichos valores se mantienen alrededor de 0,34.

El análisis de la prueba chi-cuadrado, se observó que el principal aporte causante del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por los los ejemplares adultos (**Tabla 77**), cabe destacar que este año los ejemplares se presentaron en aguas de muy bajo contenido de oxígeno situación que es muy distinta a lo mencionado para años anteriores (**Figs. 107 y 108**).

5.3.3.4 Densidad

El histograma de frecuencias de la densidad del agua de mar señaló que la especie se situó en un amplio rango de concentraciones de esta variable en un rango de entre 24,4 y 26,0 Kg/m³, con una ventana preferencial de isopicnas mayores a 25,60 Kg/m³ (66,8% del total para adultos y 45,0% en el caso de reclutas) (**Figs. 107 y 108**). El cálculo del indicador $V(Cramer)$ para todo el rango de distribución de densidad indicó buenas asociaciones para adultos y reclutas alcanzando la fracción adulta un valor de 0,39, no obstante lo anterior, si se analiza solamente el rango óptimo dicho registro aumenta considerablemente a 0,48 lo que da cuenta de una significativa asociación entre ambas variables, especialmente en los ejemplares adutos indicando un tipo de asociación directa. En este sentido se señala que para años anteriores también se observó un rango preferente relacionado con aguas más densas.

5.3.3.5 Clorofila

De la distribución horizontal de la clorofila se apreció que dicha variable presentó bajos valores en el período del crucero, a su vez el histograma de frecuencias de la clorofila “a” señala que la especie se localizó en valores acotados del parámetro ambiental especialmente en valores bajos (**Fig. 107 y 108**). En el estrato preferencial se corroboró que la principal causa del rechazo de la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), esta dado por dicha categoría con un aporte de 0,59 para los adultos y de 0,46 para la fracción recluta. Lo anteriormente expuesto da cuenta de un alto nivel de asociación entre la densidad de anchoveta y la clorofila dado los resultados de la prueba de asociación en los distintos planos ($X^2_{calculado} > X^2_{tabla\ (m-1,\ n-1)}$) (**Tabla 77**). Por otro lado, es importante destacar que los resultados son similares a los encontrados por otros autores que indican una relación

inversa entre las concentraciones de anchoveta y la abundancia de la clorofila. Se señala que en estudios de otras especies, por ejemplo jurel, también se han encontrado asociaciones inversas entre ambas variables (Códova ***et al.,*** 2005), a su vez Núñez ***et al***., (2004) tampoco encontraron asociaciones lineales entre la Cloa y los huevos de jurel.

5.3.3.6 Zooplancton

El histograma de frecuencias de zooplancton señala que la especie se localiza en un amplio rango de abundancias, no obstante la mayor cantidad de píxeles positivos se localizan entre 200 a 599 gr/1000m^3 con un 73,1% del total para los adultos y 66,2% para reclutas. (**Fig. 110**). A su vez, al analizar las relaciones entre la distribución de las proporciones adulta y recluta respecto de la composición del zooplancton se demuestra que los ejemplares de la especie continúan localizándose en sectores de bajas concentraciones del zooplancton, por lo que se estaría dando una relación inversa entre las variables, cabe destacar que los grupos más abundantes fueron copépodos chicos y grandes los cuales han sido mencionados por diversos autores como parte de la dieta de la especie y los cuales presentan zonas de buenas concentraciones aledañas a focos de anchoveta.

Finalmente, el cálculo de los índices $V(Cramer)$ muestra una probable asociación entre la presencia del zooplancton y la presencia del recurso la cual es más estrecha si se consideran los grupos de manera separada con valores que superan los 0,30 (**Tabla 78**).

5.3.3.7 Fitoplancton

Al igual que con el zooplancton, el histograma de frecuencias de abundancia de fitoplancton señala que la especie se localiza en un amplio rango de concentraciones de fitoplancton desde 1 hasta 2000 (cél/ml), no obstante lo anterior sobre el 90% de las celdas positivas se ubicaron en concentraciones menores a los 700 (cél/ml) con un rango preferencial de 1-399 (cél/ml) (**Fig. 112**).

Por otra parte, al analizar las asociaciones entre la distribución de la especie y la composición del fitoplancton se da una relación inversa entre las variables, es decir que las mayores concentraciones de la especie se asocian a bajos registros de la variable ambiental, sin embargo la estimación de los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de asociaciones significativas al rechazar la hipótesis de independencia entre las variables (H_0), lo que es mas fuerte si se consideran los dos grupos más abundantes *Chaetoceros compressus* y *Leptocylindrus danicus* (**Tabla 79**).

5.3.3.8 Micro Zooplancton

Respecto del microzooplancton los gráficos indicaron que el recurso se situó principalmente en bajos registros de microzooplancton, lo que es coincidente con lo acontecido en el zooplancton y fitoplancton. El histograma de frecuencias de microzooplancton señaló que la anchoveta (fracciones adulta y recluta) se localizó preferentemente en densidades menores de 10 (ind/ml) con un rango preferente de entre 0,1 y 5 (ind/ml) donde se ubicó sobre el 50% de las celdas positivas.
Los índices $V(Cramer)$ dan cuenta de una significativa asociación entre las variables, especialmente si se considera solamente el rango preferencial, con indicadores de 0,51 y 0,37 para ejemplares adultos y reclutas, respectivamente.

5.3.4 Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de primavera-verano (período 1996 – 2008)

En el período 1996 a 2008 se han efectuado 9 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta en el pic de reclutamiento. En la **Figura 114** se presentan las cartografías de las distribuciones de adultos y juveniles de anchoveta clasificado por categoría de densidad.

En los primeros cuatro cruceros (9601, 9611, 9801 y 9811) las superficies en que se distribuía la anchoveta era superior a la que se encontró en los cruceros posteriores (0001 y 0012), especialmente la parte adulta. En dichos cuatro cruceros se observaron dos focos principales: frente de Arica y en los alrededores de punta Lobos (en el caso de adultos) No obstante lo anterior, al parecer hay cierta tendencia a que en un área mayoritaria ambas fracciones comparten iguales espacios. Una excepción a lo anterior, la presenta el crucero 0001, realizado en enero del año 2000, donde en el 87% del área se presentaron sólo ejemplares adultos.

Respecto de los dos últimos años (RECLAN 0701 y 0712), en la fracción adulta se siguen registrando altas concentraciones tanto en Arica como en punta Lobos; en tanto que para los ejemplares reclutas solamente se registró una zona de altos valores en las proximidades de punta Lobos (**Fig. 114**), lo que indicaría que los mayores focos continúan concentrados en similares sectores.

5.3.5 Análisis de los centros de gravedad (CG)

De manera general, el análisis de los CG indica claras variaciones interanuales, tanto en ejemplares adultos como en reclutas. De esta manera, para intentar detectar un patrón de comportamiento de los adultos y reclutas de anchoveta se estimaron dichos centros de la distribución espacial por cada grupo y por crucero (**Fig. 115**). Se puede observar que en los cruceros 9601 y 9611 los reclutas tienden a ubicarse más al norte que los adultos, sin embargo en los años que continúan este comportamiento varía drásticamente y los reclutas exhibieron un fuerte desplazamiento hacia el sur.

Por su parte el año 2000 presentó un comportamiento atípico con un centro de gravedad localizado al sur de Arica lo que está muy influenciado por las grandes concentraciones que se registraron ese año en los alrededores de dicho puerto. En los años 2006 y 2007 los CG se desplazaron fuertemente en dirección sur-oeste alcanzando la cuadra de Tocopilla, y en los alrededores de punta Lobos, lo que confirma a este sector como uno de los principales núcleos de distribución de la especie y un foco relevante de reclutamiento (**Fig. 115**)

En cuanto a la posición longitudinal se observa que, los adultos poseen un patrón de cobertura geográfica más amplio que los reclutas, no obstante los ejemplares reclutas se localizan en zonas mas ribereñas, aunque ambos se encuentran asociados a la zona de influencia de aguas surgentes.

5.4 Modelamiento estadístico de la densidad acústica de anchoveta y las condiciones bio-oceanograficas.

5.4.1 Análisis Inferencial

Una primera exploración consideró ajustar un modelo lineal con términos paramétricos y evaluar la significancia de incluir funciones suavizadoras al modelo asumiendo un error del 5%. La prueba de máxima verosimilitud F indicó con una probabilidad <2,2E-16, que el modelamiento con términos no parametricos es significativo.

Se aplico el modelamiento estadístico GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables oceanográficas, temperatura, salinidad, clorofila, densidad, oxigeno y gradientes respectivos, y variables biológicas, abundancia de diatomeas, flagelados y microzooplancton. El modelo integral bio-oceanográfico, denominado así por considerar los datos en toda la columna de agua y por el carácter de sus predictores, considero la asociación entre las variables basándose en la utilización del suavizador loess con un span igual a 0,5.

Para el modelamiento de la densidad de anchoveta, los S_A fueron transformados a una escala logarítmica como medida de aproximación de la variable a una distribución normal. Además se observó una diferencia en la ocupación del espacio por parte de los ejemplares adultos y reclutas de anchoveta ajustando un modelo GAM para ambas fracciones.

En la selección de las variables explicativas para el modelo esta basada en la prueba de máxima verosimilitud F con un nivel de significación del 5%, seleccionando aquellas covariables que aportan significativamente a la explicación de la variabilidad de la densidad de anchoveta y sus fracciones (adultos y reclutas). Las variables

obtenidas con este proceso para ambas fracciones fueron la latitud, longitud, temperatura, salinidad, gradientes de temperatura, salinidad y clorofila, abundancia de diatomeas, flagelados y microzooplancton y tamaño de diatomeas. De esta forma el método de selección incorporo 12 variables significativas en la explicación del modelo.

La **Tabla 80 y 81** muestra que las covariables seleccionadas en el proceso anterior son significativas al ser incorporadas al modelo con el logaritmo de la densidad de anchoveta para adultos y reclutas. Para ambas fracciones, se observaron reducciones significativas en la devianza de los residuales, la que decrece continuamente en la medida que el número de covariables aumenta disminuyendo un total de 7017,42 residuales para reclutas y 11702,32 para adultos por la incorporación de 12 covariables al modelo nulo, cabe destacar que la longitud, segunda covariable incorporada al modelo, reduce mayormente la magnitud de la devianza de los residuales. Sin embargo, existen consideraciones que se deben plantear al momento de incorporar variables a un modelo y estas dicen relación con evaluar el costo de ingresar una variable al ajuste midiendo el aporte en explicación de la variable al modelo y el número de parámetros asociados a su ingreso. Desde este punto de vista, el Criterio de Akaike resulta recomendable como complemento en la selección de las covariables, ya que considera el número de parámetros en el modelo. El Criterio de Akaike calculado para los modelos propuestos muestra una disminución con la incorporación de factores hasta alcanzar su mínimo con la variable profundidad media que es la última incorporada al ajuste (**Tabla 80 y 81**). De la misma manera que en los residuales para ambas fracciones, la variable longitud reduce sustancialmente el índice AIC (**Tabla 80 y 81**).

El nivel de importancia de las covariables en el ajuste esta dado por el grado de explicación de las variables modeladas medido a través del pseudo coeficiente de determinación. La longitud es la variable que mas explica la variabilidad de la densidad de las fracciones de anchoveta alrededor de un 60%, las restantes variables contribuyen marginalmente a la explicación de la respuesta con un aporte máximo del 5% en los adultos (**Tabla 80**) y de 3% para los reclutas (**Tabla 81**). En general, el pseudo coeficiente de determinación obtenido es de 0,735 en adultos y 0,681 en reclutas, lo que indica un alto porcentaje de explicación del modelo a la variabilidad total.

El efecto de las covariables en el modelo se ilustra a través de la contribución de cada término modelado, La influencia relativa de cada covariable en la densidad de anchoveta para adultos y reclutas es presentada gráficamente a través del suavizador loess en las **figuras 116** a **119**.

a) Adultos de anchoveta

El logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta presenta una mayor abundancia entre 21° S y 22,5° S, esta mayor abundancia también se aprecia al norte de 19,5° S y al sur de 23,5° S, fuera de estos limites se alcanzan los mínimos valores de abundancia (**Fig. 116**).

Las mayores densidades de adultos de anchoveta se presentan a longitudes mayores a 70,3° W, es decir más oceánico, Los valores mínimos de densidad se encuentran más costero a longitudes menores a 70,3° S, sin embargo sobre 70,5° S se observan una alta incertidumbre, reflejada por las amplias bandas de confianza (**Fig. 116**).

Los gradientes de temperatura presentan una relación descendente con el logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, presentando las mayores densidades a gradientes menores a 0,4°C/m. Los valores mínimos se observaron a gradientes mayores, sin embargo se presenta una alta incertidumbre, reflejada en amplias bandas de confianza (**Fig. 116**).

La mayor densidad de adultos de anchoveta se observan a gradientes de salinidad entre 0 a 0,02 psu/m, a gradientes menores se presentan las menores densidades. Sin embargo se observa alta incertidumbre en la variable reflejada por las amplias bandas de confianza (**Fig. 119**).

La temperatura presenta una ventana ambiental óptima entre 15° a 17,8 °C, maximizando la densidad de adultos de anchoveta a 16° C. Las amplias bandas de confianza en los extremos nos indican que existe una alta incertidumbre (**Fig. 116**).

Al igual que la temperatura la salinidad presenta una relación no lineal con una ventana ambiental óptima entre 34,63 y 34,77 psu, maximizando la densidad de adultos de anchoveta alrededor de los 34,7 psu. Las bandas de confianza en los extremos de la variable tienden a diverger como consecuencia de pocas observaciones fuera de la ventana ambiental (**Fig. 116**).

Los gradientes de clorofila también presentan una ventana ambiental óptima entre-0,5 a 0,5 mg/m^3 maximizando la densidad de anchoveta con gradientes de clorofila en torno a cero, presentando amplias bandas de confianza en los extremos de la variable (**Fig. 117**).

Con abundancias menores a 250 gr/1000m^3 de biozooplancton presenta una relación lineal con la densidad de adultos de anchoveta, a abundancias mayores el efecto es negativo (**Fig. 117**).

La abundancia de diatomeas presenta una ventana ambiental óptima donde se observan las mayores densidades de anchoveta entre 225 a 750 cél/ml, maximizando la densidad de adultos de anchoveta alrededor de los 300 cél/ml (**Fig. 117**).

Respecto de la relación entre el logaritmo de la densidad de anchoveta y la abundancia de flagelados se puede señalar que esta presenta un efecto valle positivo entre 0 – 20 cél/ml, alcanzando un máximo en la densidad de anchoveta alrededor de 10 cél/ml. A partir de abundancias de 20 cél/ml la amplitud de las bandas de confianza se incrementa, reflejando una alta incertidumbre en la estimación (**Fig. 117**).

Las mayores densidades de adultos de anchoveta se localizan en lugares de diatomeas con tamaños entre 165 a 200 mm, maximizando su densidad 175 mm, los valores mínimos se observan fuera de este rango (**Fig. 117**).

Las mayores densidades de adultos de anchoveta se presentan a profundidades medias mayores a 12 m, sin embargo la amplitud de las bandas de confianza se incrementa a partir de los 15 m, reflejando una alta incertidumbre en la estimación (**Fig. 117**).

b) Reclutas de anchoveta

Las mayores densidades de reclutas de anchoveta se encuentran al sur del la latitud 22 °S, mientras que las menores densidades se encuentran al norte de este paralelo (**Fig. 118**).

El logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta presenta una mayor abundancia al este de la longitud 70,3° W, los menores valores de densidad de anchoveta se observan hacia el sector más oceánico (**Fig. 118**).

La densidad de reclutas de anchoveta presenta en relación a los gradientes de temperatura una ventana ambiental óptima entre 0,19 a 0,65 °C/m, maximizando la densidad de esta fracción a 0,4 ° C/m. Las amplias bandas de confianza en los extremos nos indican que existe una alta incertidumbre (**Fig. 118**).

Para los gradientes de salinidad se observa un monte invertido, donde las menores densidades de anchoveta están asociado a un rango entre -0,005 a 0,005 psu/m. Los mayores valores de densidad se encuentran fuera de este rango, sin embargo se observa una alta incertidumbre en la variable reflejada por las amplias bandas de confianza (**Fig. 118**).

Para la temperatura las mayores densidades de reclutas se presentan a temperaturas menores a 16,5°C, destacando en los extremos amplias bandas de confianza que nos indica que existe una alta incertidumbre (**Fig. 118**).

Las mayores densidades de reclutas de anchoveta se presentan a salinidades mayores a 34,75 psu. Las bandas de confianza en los extremos de la variable tienden a diverger como consecuencia de pocas observaciones (**Fig. 118**).

Los gradientes de clorofila presentan una ventana ambiental óptima entre -0,5 a 0,5 mg/m3 maximizando la densidad de reclutas con gradientes de clorofila en torno a cero, presentando amplias bandas de confianza en los extremos de la variable (**Fig. 119**).

La abundancias de biozooplancton presenta una ventana ambiental óptima entre 0 a 525 gr/1000m^3 donde se observan las mayores densidades de reclutas, maximizando estas densidades a 250 gr/1000m^3 (**Fig. 119**).

La abundancia de diatomeas presenta una ventana ambiental óptima donde se observan las mayores densidades de reclutas entre 590 a 810 cél/ml, maximizando la densidad de adultos de anchoveta alrededor de los 700 cél/ml (**Fig. 119**).

La relación entre el logaritmo de la densidad de reclutas anchoveta y la abundancia de flagelados se puede señalar que esta presenta una relación lineal negativa a valores entre 0 -5 cél/ml, luego se observa una relación directa hasta 20 cél/ml. A partir de abundancias mayores a 20 cél/ml la amplitud de las bandas de confianza se incrementa, reflejando una alta incertidumbre en la estimación (**Fig. 119**).

Las mayores densidades de reclutas de anchoveta se localizan en lugares de diatomeas con tamaños entre 125 a 160 mm, maximizando su densidad en 140 mm, los valores mínimos se observan fuera de este rango (**Fig. 119**).

6. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta (Obj B4)

6.1 Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas

6.1.1 Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en las **Tablas 82 y 83**, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones diurnas y nocturnas, respectivamente. Las agregaciones diurnas presentaron una longitud máxima de 354 m con un promedio de 17,3 m (±19,5), mientras que en la noche el máximo detectado alcanzó una

longitud de 7.556 m alcanzando en promedio una longitud de 883 m (±1.302). La distribución de frecuencia durante el día muestra una tendencia fuerte hacia el sector izquierdo de la curva con un 52% de las agregaciones con un largo menor a los 12 m. En la noche la distribución se presenta mas homogéneamente distribuida, observándose una participación del 87% de las agregaciones con un largo superior a los 12 m (**Fig. 120**).

Los valores promedio de alto de agregaciones presentan diferencias entre el día y la noche siendo menor en ambiente diurno (2,6 y 3,2 m respectivamente) pero con similares coeficientes de variación (0,57 y 0,56, respectivamente). Ambas distribuciones de frecuencia presentan modas en los 2 m (**Fig. 121**) observándose que en la noche la distribución tiende a ser mas amplia que en el día. La elongación también presenta diferencias notorias, siendo notablemente menor en el día que en la noche (7,3 (±8,2) v/s 245,0 (±325,7) respectivamente). La distribución de frecuencia presenta durante el día y la noche una moda centrada en el valor 4, observándose la misma situación que en la distribución del largo de agregaciones, siendo mucho más amplia ésta durante la noche. En el día el 61,35 de las agregaciones presenta elongación menor a 6 mientras que en la noche el 82,4% presenta elongaciones sobre 6 (**Fig. 122**).

Los resultados promedio de perímetro y área fueron considerablemente menores en el día que durante la noche, presentando en el primer caso un promedio de 46 m (±54) v/s 3.044 m (±4.841) y para el caso del área una media durante el día de 43 m^2 (±77) y en la noche de 3.084 m^2 (±5.707), lo anterior se explica debido a la tendencia de formar agregaciones tipo estrato y por ende de mayor área y perímetro durante la noche, al igual que con mayores valores de elongación. Ambas distribuciones de frecuencia presentan la misma tendencia de orientar los valores altos hacia la izquierda durante el día mientras que en la

noche la distribución se presenta más achatada. En el caso del perímetro se observa que durante el día el 60% de las agregaciones presenta valores menores a 36 m, mientras que en la noche el 87% presenta valores sobre 36 m (**Fig. 123**), mientras que para el área el 69% presenta valores de área menores a 36 m^2 y en la noche el 81% presenta valores sobre 36 m^2 (**Fig. 124**).

El descriptor dimensión fractal es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste alcanzó valores promedio de 1,37 (±0,17) y 1,59 (±0,24) para las agregaciones diurnas y nocturnas respectivamente, reflejando una tendencia general a formar durante el día agregaciones más cohesionadas (especialmente en el borde de la agregación) que durante la noche. La distribución de frecuencia presenta en el día una moda centrada en el valor 1,30 mientras que en la noche es posible observar dos grupos, el principal con una moda centrada en el valor 1,75 y otro secundario con moda en el valor 1,5 (**Fig. 125**).

6.1.2. Descriptores batimétricos

Los resultados indican que las agregaciones no presentan diferencias significativas en su profundidad promedio en su distribución diurna y nocturna. Las agregaciones detectadas durante el período diurno se encontraron en promedio en los 8,2 m (±3,8) de profundidad (con un máximo de 31,8 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad de las agregaciones fue de 8,3 m (±3,3) con un máximo de 19,9 m (**Tablas 82 y 83**). Las distribuciones de frecuencia presentan similares modas centradas en los 6 m, observándose en la distribución nocturna un leve aumento en la participación de agregaciones a menor profundidad que en el día (**Fig. 126**).

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones

presentan en promedio menor valor en el día respecto a la noche, en el primer caso fue de 443 m (±670 m) y en ambiente nocturno alcanzó los 706 m (±874 m) siendo mayor el rango de distribución en la noche que en el día. Se debe considerar que el recurso en ocasiones se detectó en profundidades superiores a los 2.000 m (fondos no detectables) por lo que las profundidades promedio en realidad son mayores, en el caso diurno el 78% de las agregaciones se detectó en fondos inferiores a 500 m mientras que en la noche el 67% se distribuyó en similar rango, pudiéndose inferir una nula asociación entre este recurso y el fondo marino, sirviendo sólo como indicador de migraciones hacia y desde la costa. Las distribuciones de frecuencia diurna y nocturna presentan una moda similar centrada en el rango de los 80 m, apreciándose un cambio de las participaciones porcentuales en los rangos cercanos a los 80 metros en el día y la noche, disminuyendo en la noche la frecuencia en el rango de 60 m respecto al día, compensándose esta disminución con aumentos en el rango de 100 reflejando una migración hacia fuera de la costa (**Fig. 127**).

El descriptor Índice de altura, que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, en ambos casos (diurno y nocturno) presentó valores que muestran una tendencia a mantenerse cerca de la superficie, arrojando valores promedio bastante similares de 93,5% (±6,4) y 93,9% (±6,4) para el caso diurno y nocturno respectivamente. La distribución de frecuencia diurna presenta una moda principal en el rango del 95%, mientras que la distribución nocturna presenta diferencias respecto a la diurna al observarse un grupo secundario con distribución entre el 75% y 85% y otro principal con distribución entre el 85% y 99% (**Fig. 128**), lo anterior implica y dado que la profundidad promedio de las agregaciones no presenta diferencias significativas en el período noche-día, que este cambio en las distribuciones de frecuencia del índice de altura viene dado por cambios en la profundidad del fondo (aumentos), corroborando la tendencia migratoria en sentido contrario a la costa en período nocturno.

6.1.3 Descriptores de energía

Los valores de energía retrodispersada (Sa) variaron en el día entre 10 y 17.220 con promedio de 348 (±1.021), mientras que en la noche los valores fluctuaron entre 10 y 21.511 y un promedio de 2.391 (±4.120). Las distribuciones de frecuencia de este descriptor, tanto en el día como en la noche presentan una distribución orientada hacia el sector izquierdo de la curva con moda en el valor 24 en ambos casos, presentando en el día una mayor concentración de agregaciones en dicho rango que en la noche, siendo la distribución en período nocturno mas pareja u homogénea (**Fig. 129**).

La densidad acústica de las agregaciones (Sa/m^2) presentó grandes diferencias entre el período día-noche, encontrando valores diurnos entre los 0,2 y 120 (Sa/m^2) con promedio en 8,2 (±10,9), mientras que en la noche los valores encontrados fluctuaron entre los 0,1 y 52 con promedio en los 3,1 (±6,2). Las distribuciones de frecuencia (día y noche) presentan el caso contrario a lo observado en la distribución de los Sa, una distribución mas homogenea durante el día y una fuerte orientación hacia el sector izquierdo de la curva en ambiente nocturno, con modas en 2 y 1 (Sa/m^2) para el día y la noche, respectivamente (**Fig. 130**)

6.1.4 Valores promedio descriptores por rango de hora

Se agrupó los valores observados de los descriptores por rango de hora, siendo éste de 60 minutos. Los resultados muestran una tendencia clara a presentar mayores valores en el largo de las agregaciones en ambiente nocturno (**Fig. 131**) pudiéndose observar claramente en este caso los límites entre la tendencia diurna y nocturna, produciéndose efectivamente un corte entre las 7 de la mañana y las 8 de la noche apreciándose claramente la diferencia en los valores medios de este descriptor en el período día-noche. El alto de las agregaciones presenta dos peaks importantes en período nocturno, uno entre las 5 y 6 de la mañana y otro a las 23 horas, provocando con esto la diferencia en los valores promedio del altod e agregaciones en período diurno-nocturno, ya que el resto del período se mantiene en el rango entre 2 y 3 metros (**Fig. 132**). Aunque se observa un aumento en el largo y alto de las agregaciones en período nocturno y dado que el aumento porcentual del largo es mayor que el aumento porcentual del alto, la elongación aumenta también su valor en ambiente nocturno (**Fig. 133**) teniendo sus máximos valores cerca de las 0 hrs. y 5 de la madrugada.

Los aumentos en el largo y alto de las agregaciones en período nocturno implican necesariamente un aumento en los valores de perímetro y área de éstas en el mismo período del día con similares peaks en los horarios de las 5 a.m. y 23 p.m. implicando con esto diferencias notorias en los valores totales promedio día-noche (**Fig. 134 y Fig. 135**). Los cambios observados en los valores de la dimensión fractal se observan gráficamente en la **Fig. 136**, donde se evidencia la tendencia a formar agregaciones mas definidas en su contorno o con más cohesión en el borde de la agregación en ambiente diurno, observándose también que dicho corte ocurre en los umbrales de los períodos diurno-nocturno, apreciándose claramente la diferencia en los valores medios entre períodos.

La profundidad de agregaciones, como se nombró anteriormente, no presenta diferencias significativas en sus valores medios diurno y nocturno, pero se aprecia el observar los valores promedios por hora variación por hora que durante período nocturno ocurren las mayores variaciones en los valores medios con peaks de profundidad en el rango de las 6 a.m. y en el rango de las 8 p.m., ocurriendo también en dicho período los menores valores de oprofundidad media en el rango de las o horas y a las 10 p.m., mientras que en el día tiende a estabilizarse levemente esta situación (**Fig. 137**). La profundidad del fondo es que se distribuyo el recurso presenta un aumento considerable a partir ed las 2 a.m. hasta las 6 a.m. para luego disminuir gradualmente hasta las 3 p.m. manteniéndose estables hasta las 7 p.m. y comenzar nuevamente con variaciones con tendencia al aumento (**Fig. 138**). El índice de altura presenta valores altos en todo el rango de horarios, coincidiendo el peak con el de la profundidad del fondo, indicando con esto que el recurso se mantiene en su profundidad ante aumentos del fondo, lo que en realidad significa como se nombró anteriormente que el pez migra en sentido este-oeste en perñíodo nocturno (**Fig. 139**).

La energía retrodispersada presenta su máximo valor a las 0 hrs. tendiendo a disminuir a medida que avanza la madrugada para mantenerse en valores promedio menores durante el período diurno. Este aumento en los valores de Sa en período nocturno (**Fig. 140**) está fuertemente relacionado al aumento del tamaño de las agregaciones y la tendencia a formar agregaciones tipo estrato en dicho período, ya que al observar el comportamiento de los valores de la densidad acústica, ésta aumenta considerablemente en el período diurno (**Fig. 141**). Al respecto el período de inicio y término de los valores altos de densidad es también entre las 6 de la mañana y las 20 horas.

6.1.5 Valores promedio por zona y período día-noche

Se analizó los valores de los descriptores de acuerdo a las zonas definidas por

Zona 1: desde 18°25'LS a 20°25'LS al Oeste de 70º18'LW
Zona 2: desde 19°15'LS a 20°25'LS al Este de 70º18'LW
Zona 3: desde 20°25'LS a 21°05'LS
Zona 4: desde 21°25'LS a 22°05'LS al Oeste de 70º20'LW
Zona 5: desde 21°05'LS a 21°35'LS al Este de 70º20'LW
Zona 6: desde 21°35'LS a 23°45'LS
Zona 7: desde 23°45'LS a 24°40'LS

La **Tabla 84** entrega el resumen de los resultados generales obtenidos por zona y período diurno-nocturno. El mayor número de observaciones se registró en las zonas 6 y 3, respectivamente en período diurno. En ambiente nocturno se registró el mayor número en las zonas 2 y 6, respectivamente. Los valores promedio de largo no presentan diferencias significativas entre zonas durante el día variando entre los 14 y 20 m promedio. En la noche todas las zonas presentan mayor valor promedio respectivamente que en el día, encontrándose los mayores valores en las zonas más al norte (1, 2 y 3) y en la zona 6. (**Fig. 142**). Los valores del alto son en promedio superiores en ambiente nocturno en cada zona respecto al día (**Fig. 143**). La elongación presenta similar tendencia que el largo de agregaciones en ambiente diurno debido a que el largo no presenta diferencias entre zonas, en ambiente nocturno al igual que en el largo los valores son mayores respectivamente en cada zona respecto al dúia con los mayores valores en la zona 1, 2, 3 y 6 (**Fig. 144**).

Los valores de perímetro no presentan diferencias significativas entre zonas durante el día, mientras que en la noche la tendencia es similar a la observada entre zonas en los valores de largo y elongación (**Fig. 145**). El área presenta en el día su mayor valor en la zona 1, siendo relativamente estables los valores en el resto de las zonas, en la noche la situación es similar a los descriptores anteriores, con las agregaciones de mayor tamaño en las zonas 1, 2, 3 y 6 (**Fig. 146**).

La dimensión fractal no presenta diferencias visualmente notorias en ambiente diurno entre zonas, situación diferente a la noche en que en todas las zonas el valor es mayor respecto a día. Excepto en la zona 4 que al igual que en la zona 7 hubo pocas detecciones de agregaciones y una fracción se encontraba en el umbral día noche presentando características asociadas mas bien a una condición diurna, razón por la que estas zonas presentan menores valores de largo, elongación, perímetro y área que el resto de las zonas nocturnas, razon por la que los valores de dimensión fractal se encuentran mas cercanos a los valores observados en el día para las mismas zonas (**Fig. 147**).

La profundidad de las agregaciones durante el día se mantuvo a valores similares excepto en la zona 4 donde fue visiblemente mas profundo que el resto de las zonas. En la noche las agregaciones se mantuvieron en profundidades similares con la excepción de la zona 7 donde se notó una mayor profundización (**Fig. 148**). La profundidad del fondo en que fueron detectadas las agregaciones presenta en ambos casos (dia y noche) los mayores valores en las zonas 1 y 4 dado que son zonas donde se detectó el pescado mas lejos de la costa manteniéndose en general la tónica de detectar el recurso en zonas con mayor profundidad del fondo y por ende mas alejadas de la costa en ambiente nocturno (**Fig. 149**). Los valores del índice de altura se presentan altos en todas las zonas y en ambos períodos pero con diferencias entre sí. En ambos períodos del día el índice de altura tiende a disminuir

desde la zona 1 a la 3 para pasar a un máximo en la zona 4 donde se presentan los valores más altos dado por la mayor profundidad del fondo que se detectó en dicha zona ya que era donde las agregaciones se presentaban a mayor profundidad, luego aumenta gradualmente hacia las zonas mas al sur (**Fig. 150**).

Los valores de Sa promedio durante el día y en cada zona presentan valores menores a los observados en las mismas zonas en período nocturno, en el día los valores se presentan similares entre zonas, mientras que en la noche se observa que el menor valor es el que resulta en la zona 4, situación que se explicaría como se nombró anteriormente las características mas bien diurnas que presentaron 6 de las 10 agregaciones detectadas en dicha zona (**Fig. 151**). Situación similar se observa en el caso de la densidad acústica entre zonas y por períodos del día. Durante el día las mayores densidades se apreciaron en la zona 4 y 7, mientras que en la noche se observa que en todas las zonas excepto la zona 7 las densidades diurnas son mayores que las nocturnas. En período nocturno las zonas con mayor densidad son justamente las zonas 4 y 7 donde agregaciones detectadas en el límite entre el día y la noche (recién pasadas las 20 hrs.) presentan densidades altas aún (**Fig. 152**).

6.2 Resultados análisis componentes principales

6.2.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 82**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones diurnas.

A fin de determinar las variables mejor correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (**Tabla 85**), en donde la mejor asociación se encontró entre el largo con perímetro, elongación y área, respectivamente, así como de perímetro con elongación y área. Entre las variables batimétricas profundidad del fondo e índice de altura se dio una mediana asociación. Esta matriz de correlaciones es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

Se realizó una aplicación exploratoria del ACP utilizando diferentes combinaciones de variables como activas a fin de alcanzar un valor aceptable de la medida de suficiencia de muestreo (MSA), compatibilizado con un buen porcentaje de explicación de la varianza.

El mejor valor de la MSA se logró con la exclusión de la variable dimensión fractal, llegando a un valor de 0,66 y logrando un porcentaje de variabilidad explicada igual al 75,1%. Es importante señalar que valores de MSA sobre 0,6 se consideran aceptables para la aplicación de un análisis factorial (Hair ***et al.***, 1999).

De acuerdo al criterio de selección de Kaiser, el cual califica a los componentes principales cuyo valor propio es mayor al valor propio promedio de todos los componentes (Vivanco, 1999), los componentes 1, 2 y 3 cumplen la condición, explicando en conjunto el 75,1% de la variabilidad total. El componente 1 es el más importante con un valor propio de 3,85 explicando el 37,9% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,18 explicando el 21,8% de la variabilidad. El tercer componente explica el 15,3% de la variabilidad con un valor propio de 1,5. La **Tabla 86** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por cada uno los componentes principales.

La **Tabla 87** entrega los valores de las correlaciones de las variables originales con los componentes principales, en ésta se observa que los descriptores morfológicos tales como perímetro, área, largo, elongación y Sa presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, respectivamente. El componente 2 se asocia principalmente con las variables Alto y densidad, mientras que el componente 3 se asocia principalmente con las variables batimétricas profundidad de agregaciones, fondo e índice de altura. Los valores negativos de algunas variables con los componentes implican que disminuirá el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables.

Se representan los dos primeros componentes con las variables originales en la **Fig. 153**, apreciándose una fuerte asociación de las variables área, perímetro y largo con el primer componente. La orientación que se observa hacia una misma dirección implica que el aumento de uno de ellos implicará el aumento de los otros. Se observa también la asociación entre las variables Sa, alto y profundidad de agresiones, reflejando con esto que en período diurno, a mayor profundidad las agregaciones presentaran una mayor altura y por ende un mayor valor de energía retrodispersada.

6.2.2 Agregaciones nocturnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 83**, donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estandar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones nocturnas.

La **Tabla 88** entrega la matriz de correlaciones, en donde se encontró una alta correlación entre el largo con perímetro, área y elongación, respectivamente y de los valores de Sa con las variables morfométricas área, largo, perímetro y elongación. La

profundidad de agregaciones presenta su mejor correlación (negativa) con la dimensión fractal.

Al igual que en el caso diurno se aplicó inicialmente el ACP con todas las variables originales como activas, lo que se modificó en posteriores aplicaciones de ACP a fin de lograr un buen porcentaje de variabilidad explicada junto a un valor aceptable de la MSA. Finalmente con la eliminación de las variables fondo, índice de altura y densidad se logro un valor de MSA de 0,72 y un 83,5% de la varianza explicada.

El componente más importante es el componente 1 con un valor propio de 4,57 explicando el 57,2% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,11 explicando el 26,3% de la variabilidad. La **Tabla 89** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por los componentes principales.

Los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales se aprecian en la **Tabla 90.** En ésta se observa que los descriptores morfológicos tales como largo, perímetro, elongación, área y alto presentan los mayores coeficientes en el primer componente. El Sa de las agregaciones también presenta una mejor asociación con el primer componente, implicando que en ambiente nocturno la energía retrodispersada se asocia más al tamaño de la agregación, mientras que en el día se asociaría más al alto del cardumen. El componente 2 asocia positivamente al alto y profundidad de agregaciones mientras que inversamente con la dimensión fractal.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 154**), se aprecia claramente la asociación entre la variable que representa la energía retrodispersada (Sa) con las variables asociadas al tamaño de la agregación, mientras que el componente 2 muestra las direcciones

opuestas de las variables profundidad de agregaciones y dimensión fractal , implicando que en ambiente nocturno las agregaciones mas cerca de la superficie presentarían valores mas altos de dimensión fractal, situación propia de formas alargadas, se observa también que los valores del alto de agregaciones presentarían menor magnitud a menor profundidad, implicando ademas un aumento de la dimensión fractal.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

Durante la realización del crucero, noviembre 29 a diciembre 19 de 2007, las condiciones meteorológicas favorecieron el desarrollo de continuos procesos de surgencias que son habituales a lo largo de la costa norte de Chile (Strub ***et al.***, 1998). Especialmente favorable aparecen los vientos, y como consecuencia el transporte de Ekman, al sur de Arica, entre Iquique y caleta Patillos, entre caleta Chipana y Tocopilla y entre Antofagasta y caleta Colorada. Este tipo de vientos son característicos de la zona aunque en esta época se vuelven más intensos (Bakun & Nelson, 1991). A pesar de esto, durante el mes sólo persisten los focos de surgencia ubicados entre Iquique y Tocopilla -donde se presenta un mínimo- y entre los focos entre Tocopilla y el sur de Antofagasta. Estos focos se presentaron como una banda costera de aguas más frías en los campos superficiales de la temperatura medida in situ y en la TSM satelital. La zona entre Arica e Iquique también presenta una banda costera pero que desaparece a principios de diciembre, sólo frente a Arica el foco está presente a finales de noviembre y finales de crucero. Las anomalías de TSM confirman la presencia de los focos identificados. Por otro lado, las concentraciones de clorofila que deberían aparecer como resultados de estos procesos locales mostraron la presencia solamente de algunos focos significativos. En la clorofila satelital aparecen lenguas asociadas principalmente a la zona de surgencia entre Iquique y Tocopilla y frente a Arica. Cabe señalar que en Arica, durante la primera semana de diciembre y a pesar de estar ausente una banda costera de aguas frías, aparece un filamento que se proyecta hacia el oeste, el cual se retrae durante la última semana del crucero.

Respecto a la cantidad de clorofila, este crucero presentó altas concentraciones de clorofila-a a lo largo de toda la zona de estudio, pero estas fueron inferiores a las reportadas para el mes de febrero del mismo año (0,1 y 47,6 µg/L) (Castillo ***et al.,*** 2007). Al igual que en esa oportunidad, los núcleos de clorofila-a fueron coherentes espacialmente con los sectores de mayor o menor influencia de surgencia.

La clorofila integrada representó adecuadamente la situación en la vertical, ya que la casi totalidad de las estaciones presentaron las máximas concentraciones a nivel subsuperficial. Esto se reflejó en el diagrama de dispersión donde a modo de ejemplo, concentraciones de clorofila-a cercanas a 4 µg/L en superficie, estuvieron asociadas a valores de clorofila integrada en el rango < 40 hasta > 300 mg/m^2. Lo anterior indica que la clorofila-a superficial no refleja necesariamente a la estructura biológica de toda la columna de agua (Castillo ***et al.***, 1996).

Si bien la fluorescencia *in vivo* mostró en líneas generales una similar distribución a la clorofila-a, tanto en la distribución superficial como en las secciones verticales, las diferencias se apreciaron principalmente en los núcleos de fluorescencia del sector más oceánico que no tuvieron su correspondencia en la clorofila-a, y diferencias en la magnitud y tamaño de los máximos, lo que queda de manifiesto en la asociación entre ambas variables disminuyendo notablemente la dispersión al utilizar sólo los datos superficiales. Esto puede significar que la respuesta de fluorescencia de las células fitoplanctónicas, está asociada con otros factores tales como, el estado fisiológico, la historia de luz, auto sombreado y otros (Castillo ***et al.***, 1996).

Por otra parte, la distribución de fluorescencia confirma que los núcleos de clorofila entre Iquique y caleta Chipana abarcaron una mayor área a nivel subsuperficial, 20 mn, y que en la vertical los núcleos se extendieron hasta los 30 m, esto ya no como una aproximación matemática sino por las lecturas directas del sensor de

fluorescencia (Castillo ***et al.***, 1996), lo que confirma lo descrito utilizando el muestreo discreto de clorofila-a. La presencia de máximos a nivel subsuperficial fue observado por Morales ***et al.*** (2001) en febrero-marzo de 1994.

Los feopigmentos en general estuvieron en concentraciones muy por debajo de la cloa lo que indica un óptimo estado fisiológico de las células fitoplanctónicas. Observándose una mayor degradación de la población o consumo por parte de herbívoros en el sector de Arica.

En el crucero de diciembre de 2007, al igual que en el realizado en febrero del mismo año, las aguas superficiales estuvieron bien oxigenadas, y la profundidad de la isolínea de 1 mL/L, que representa el límite superior de la capa de mínimo OD, permaneció por sobre los 100 m, situación que ha sido reportada anteriormente por Morales ***et al.*** (1999) en base a un promedio de cruceros realizados entre 1980 a 1997.

En la inmediaciones de Arica, en punta Lobos y el sector de caleta Colorada, los bajos valores de OD superficial coincidieron con TSM ≤ 15°C y profundidad de la isolínea de 1 mL/L de 5, 12 y 21 m respectivamente, evidencia que en estos sectores el AESS estaría participando en mayor proporción en la mezcla del agua surgente sobre la plataforma. En relación a esto, los dos primeros focos de surgencia mencionados anteriormente, son característicos de la zona, manteniéndose en forma permanente durante el año (Barbieri ***et al.***, 1995).

En el sector desde Iquique a punta Lobos, el muestreo *in situ* permitió observar el desplazamiento de las aguas costeras superficiales hacia el sector oceánico producto del foco de surgencia, lo que se tradujo principalmente en altas concentraciones de clorofila-a (> 5 µg/L) a lo largo de las 20 mn de muestreo, bajas TSM (< 17°C) y baja profundidad del LSCMOD (< 20 m).

Durante el crucero, las anomalías de TSM tienden a mostrar procesos locales, como la surgencia frente a Arica y Mejillones, mientras que, las anomalías de salinidad sólo aparecen significativas entre Iquique y punta Arenas. Durante el periodo del crucero, el evento La Niña se manifestaba con intensidad en la zona norte de Chile, tal como lo muestra la serie del Indice Multivariado Ecuatorial (MEI).

Dentro de este contexto regional, sólo el área entre Iquique y caleta Chipana mostraron anomalías importantes de temperatura y salinidad, las cuales se incrementan hacia el oeste. Esto se debe principalmente a la mayor variabilidad de la zona costera y a que las transectas del crucero tienen una limitada extensión (20 mn) (Fuenzalida, 1990). A lo anterior, se suma la presencia de un área de convergencia ciclónica hacia la costa, asociada a bajas velocidades y el desprendimiento de un giro ciclónico, tal como se observó en las corrientes geostróficas. Este tipo de corrientes arrastra aguas oceánicas hacia la costa. Esta aguas influenciadas por La Niña estarían generando las importantes anomalías en la zona oceánica entre Iquique y Tocopilla.

La distribución espacial de la densidad superficial permite también definir dentro de una banda costera los focos en los cuales están presentes aguas más densas advectadas hacia superficie por la surgencia costera (Smith, 1968). Es así como el foco frente a Arica está acompañado por una banda costera de mayores densidades superficiales. En la península de Mejillones y al sur de Antofagasta la situación recién descrita se repite de la misma forma. Sin embargo, al sur de Iquique (el mayor foco) como también en una lengua y un núcleo en punta Lobos, no presentaron grandes diferencias con las aguas circundantes, debido a que la escala espacial de la surgencia es mayor a la del muestreo. La distribución espacial de la isoterma de 15ºC

y su anomalía corroboran esta conclusión, ya que la isoterma de 15º C está anormalmente cercana a la superficie en estas áreas señaladas. Otro aspecto relevante y contradictorio, respeto a las áreas indicadas, es que a diferencia de los focos de Arica y sur de Antofagasta (donde ascendieron aguas de menor concentración de oxígeno), la concentración de OD se incrementa levemente respecto a las aguas circundantes. La explicación a esta aparente contradicción es que la surgencia de esta área se desarrolló en una zona de transición entre el área de Iquique, donde la profundidad del límite superior de la capa mínimo oxigeno está muy cerca de la superficie (20 m), y la zona de Tocopilla, que es donde la profundidad alcanza el máximo (80 m). Por lo anterior, durante la surgencia ascienden probablemente, aguas del tipo subantártico (mayor contenido de oxígeno) ubicadas sobre los 40 a 60 m de profundidad.

El gradiente en profundidad de las propiedades de la columna de agua está fuertemente asociado a las corrientes geostróficas presentes y específicamente a los flujos ciclónicos convergentes hacia la costa (20º-21º S) y divergente desde la costa (21º30'-22º30' S). Este gradiente meridional es también observado en la temperatura de la base de la termoclina, profundidad de la base de la termoclina y la profundidad del gradiente máximo, pues estas temperaturas y profundidades son mayores en el área oceánica frente a Tocopilla, mientras que en Iquique las temperaturas observadas fueron de 1º a 1,5º C menores y las profundidades de las variables señaladas están entre 10 y 20 m por sobre las observadas en Tocopilla.

La capa de mezcla y el espesor de la termoclina, aunque independientes de las corrientes, muestran coincidencia espacial con la profundidad de la mínima de oxígeno frente a Tocopilla. Por el contrario, en toda a banda próxima a la costa la capa de mezcla es mínima (< 5 m), mientras que el espesor de la termoclina tiende a valores menores que los observados fuera de la costa. El gradiente promedio y máximo de la termoclina no muestran estructuras oceanográficas evidentes,

solamente el desarrollo de bandas costeras asociadas a puntos notables como Mejillones, Antofagasta, caleta Chipana, punta Patache, caleta Patillos y Arica.

Durante el periodo del crucero, se identificaron tres tipos de masa de agua hasta los 500 m de profundidad, las que son características para la zona norte de Chile; Agua Subtropical (AST), Agua Subantártica (ASAA) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS)(Silva, 1983). El AST dominó la capa superficial (0-40m), mostrando un debilitamiento hacia el sur y hacia la costa. Inmediatamente debajo de la capa superficial aparece el ASAA, la que incrementa su importancia hacia el sur debido a su origen subantártico. Bajo los 50 m de profundidad, la presencia del AESS (50% de participación) se vuelve importante en toda la zona, pero naturalmente disminuye su importancia a medida que la masa de agua viaja hacia el sur. La distribución porcentual de participación mostró un decremento de AST complementado de un aumento del ASAA respecto de febrero de 2007, todo esto asociado al posible debilitamiento de la formación y transporte de la AST hacia el sur (Braun ***et al.***, 2007b).

La salinidad en las transectas muestra claramente la presencia de las masas de agua recién descritas. Es importante notar que las salinidades asociadas al mínimo subsuperficial (ASAA) están ausentes entre Iquique y punta Lobos (T-11 y T-17), zona donde se centran las corrientes convergentes hacia la costa durante los primeros 10 días de diciembre de 2007, que potencialmente traen aguas oceánicas hacia la zona del crucero y es el límite norte de la pluma de surgencia que es posible observar en TSM y clorofila. El mínimo salino también tiende a desaparecer entre Antofagasta y caleta Colorada (T-33 a T-39), donde entre el 16 y 19 de diciembre de 2007 se presentaron corrientes perpendiculares a la costa.

Las transectas de temperatura y densidad muestran la distribución típica de la zona, que es un descenso de la temperatura y aumento de la densidad en profundidad, y un decaimiento hacia el sur de la temperatura acompañado por un aumento de la

densidad. Este aumento de la densidad se aprecia hacia la banda costera, que fue más fría, y presenta la elevación de las isolíneas de temperatura y densidad además de las de oxígeno disuelto (Braun ***et al.***, 2007a; Braun ***et al.***, 2006; Braun ***et al.***, 2007c). Este levantamiento hacia la costa está asociado al afloramiento de agua producida por la surgencia que ocurrió mientras se desarrolló el crucero. Oscilaciones asociadas a la presencia de giros no se observan en las transectas verticales, debido a su limitado extensión hacia el oeste. Pero si se consideran las imágenes de velocidad geostrófica y las transectas verticales de densidad entre punta Arenas y punta Hornos (T-21 a T29), se puede apreciar la presencia de un frente superficial que abarca casi toda la transecta, el que conduce el flujo saliente que une un giro ciclónico (22ºS-72º40'O) y un filamento anticiclónico que sale de Mejillones.

2. Análisis histórico de las condiciones oceanográficas

Dentro del contexto del Océano Pacífico, los cruceros RECLAN se han llevado a cabo en diferentes condiciones ambiéntales regionales, es decir, la zona norte de Chile ha estado influenciada por eventos cálidos, fríos y de transición los que están originados en la zona Ecuatorial. El índice multivariado de eventos El Niño - Oscilación del Sur, presentado en los resultados, es un buen indicador de las condiciones que están presentes en el Océano Ecuatorial y que afectan la zona norte de Chile (NOAA, 2007). Así los períodos de enero de 1995 y 1998 son considerados eventos cálidos, donde el último es considerado período cálido intenso. Por otro lado, enero y noviembre de 1996, noviembre de 1998 y enero y diciembre de 2000 se consideran períodos fríos. Mientras que, diciembre de 2001 y febrero y noviembre de 2007 son periodos de transición frío-cálido y cálido-frío, respectivamente. El año 2007, en esta serie, es especialmente notorio a partir de mediados de año donde, acoplado al enfriamiento estacional, se hace sentir el evento La Niña 2007 que generó un enfriamiento importante en la capa superficial del océano. Paralelo a este enfriamiento aparecieron importantes anomalías negativas de salinidad generada por

una menor presencia de AST. En este contexto, durante diciembre de 2007 las anomalías en el océano tropical fueron negativas pero no tan significativas como los meses anteriores.

Asociado a esto último, la distribución espacial de la TSM, salinidad, profundidad de la Isoterma de 15°C (I15), y sus respectivas anomalías, observadas durante los cruceros es una combinación de los procesos regionales y locales, como la surgencia costera, presentes durante las mediciones (Letelier, 1998; Hormazabal ***et al.***, 2001).

En enero de 1995 se presentó un rango de TSM asociado a un rango típico de la zona, aunque levemente cálido, ya que se presentaron anomalías positivas cercanas a la neutralidad en toda la zona, mientras que la banda costera de aguas frías característica fue muy débil.

Una situación similar ocurre durante enero de 1998, en pleno evento El Niño donde, aunque se forma la banda costera y se observan filamentos característicos de ella, las anomalías revelan que las aguas surgentes son más cálidas a las que comúnmente se encuentran en la zona. En ambos casos se combina un periodo cálido con una baja intensidad de la surgencia en enero 1995 y una fuerte intensidad de la surgencia en enero de 1998. En ambos casos sólo ascienden aguas de capas de poca profundidad que no presentan grandes diferencias de temperatura con las superficiales, es decir, la surgencia sólo produce el afloramiento de aguas cálidas subsuperficiales debido a la profundización de las isotermas aumentando el espesor de la capa superior (Huyer ***et al.***, 1987; Hormazabal ***et al.***, 2001). Esto ocurre especialmente durante el paso de ondas atrapadas a la costa, las cuales se intensifican en periodos cálidos y especialmente en eventos El Niño (Brink, 1997).

La salinidad asociada a estos periodos cálidos es relativamente más alta a la

observada típicamente en la zona, especialmente en enero de 1998, ya que los valores costeros y oceánicos presentan anomalías mayores a 0,5 psu. En ambos periodos este aumento de la salinidad en superficie viene dado por un mayor aporte de aguas de tipo subtropical que incrementan el espesor de la capa superior, disminuyendo la contribución del agua subantártica y ecuatorial subsuperficial en la zona del norte de Chile (Reyes, 2004). Este aumento en las TSM y salinidades va acompañado por un incremento en la profundidad de la termoclina tanto en la costa como el océano (Huyer ***et al.***, 1987).

La clorofila por otra parte mostró comportamientos notablemente distintos entre estos dos períodos, los que podría ser indicación de que procesos locales como la surgencia priman en su distribución por sobre los procesos de mayor escala, similar a lo encontrado por Santander ***et al.*** (2001) quienes indicaron que aunque el periodo de su estudio coincidió con la presencia del evento El Niño 1997-1998, los resultados en la distribución de clorofila para el sector de Iquique no reflejaron una condición anómala asociada a dicho evento.

En enero de 1996, donde se presentó el mismo rango de TSM que durante enero de 1995, la presencia de importantes anomalías negativas cerca de la costa (<-2° C) revelan la presencia de una surgencia activa que hizo aflorar aguas relativamente más frías. Esta surgencia se manifiesta al observar la banda costera de menores TSM y mayores salinidades que abarca una zona de mayor extensión hacia fuera de la costa respecto del año anterior. Se agrega a esto la proyección desde esta banda costera de filamentos y lenguas de surgencia de gran extensión. En enero de 2000 ocurre un evento similar, donde la banda costera de bajas temperaturas está bien desarrollada. Por el contrario, en noviembre de 1996 y 1998, y en diciembre de 2000 no se formó una banda costera significativa en las variables superficiales, como tampoco se ve reflejado en sus respectivas anomalías. En el crucero de noviembre

de 1996 sólo la bahía de Mejillones y caleta Chipana muestran focos de bajas TSM.

Estos cruceros (enero y noviembre de 1996, noviembre de 1998 y enero de 2000), fueron realizados en un periodo frío del océano, lo que se ve reflejado en un rango de salinidades relativamente constante en la costa norte de Chile para la estación de verano, con y sin surgencia (34,6-34,8 psu), con anomalías de salinidad cercanas a la neutralidad, una profundidad de la termoclina en la costa entre 10 y 20 m y con la isoterma de 15 ºC a no más de 10 m de profundidad en la costa. El evento La Niña 2007, aunque no ha terminado aun, ha sido catalogado como uno de los más intensos de las últimas dos décadas generando anomalías significativas de temperatura (-3 a -1 °C) y salinidad (-0,2 a -0,4 psu) sobre los 100 de profundidad. Durante este último evento, los procesos físicos característicos de la zona siguen presentes y actuando sobre la distribución de las propiedades oceanográficas de la zona (surgencia costera, lenguas de surgencia y filamentos, frentes y giros de meso escala, entre otros) (Strub ***et al.***, 1998).

Diciembre de 2001 y febrero de 2007, aunque se encuentran en un periodo de transición (frío-cálido y cálido-frío, respectivamente) presentan situaciones sinópticas totalmente diferentes. Diciembre de 2001 presenta la formación de una banda costera débil, las anomalías asociadas a esta banda no muestran valores muy negativos por lo que se asocia este crucero a la presencia de una surgencia débil o un proceso de relajación de ésta. Por el contrario, en febrero de 2007 es evidente el desarrollo de una surgencia intensa, con diferencias de más de 2ºC entre la costa y el océano, es decir una banda costera de bajas temperaturas, con notoria presencia de filamentos de agua fría de más de 50 Km. de largo que penetran la zona oceánica desde la banda costera. Paralelamente las anomalías de TSM confirman la intensidad de esta banda costera, y de la surgencia durante este crucero (<-2ºC) y que abarca toda la zona de estudio. Esta banda costera se repite durante diciembre de 2007, evidenciando que a pesar de la influencia de La Niña la surgencia costera

sigue presente en la zona, de hecho, las asociadas a capas profundas aparecen decenas de metros por sobre su nivel típico (profundidad isoterma de 15°C, límite de la mínima de oxígeno, AST, entre otros).

La distribución espacial de clorofila no aparece en parches sino que más bien asociada a la banda costera de aguas frías con núcleos asociados a los centros de surgencia característicos de la zona norte de Chile (Fonseca & Farías, 1987; Braun ***et al.***, 2007). En general, las concentraciones de clorofila integrada en la costa tienden a ser levemente más altas en periodos o fase de transición, levemente inferiores en periodos fríos y menores aun enero de 1998. Además, no parecen guardar relación con la intensidad de la surgencia observada en ese momento. La posible explicación a lo anterior es el desfase que tienen los incrementos repentinos de fitoplancton (y por ende clorofila) con respecto de la surgencia que ocurre, así cuando la intensidad de la surgencia disminuye tiene el potencial de desarrollar un incremento acelerado de la clorofila pero el completo desarrollo puede ser interrumpido o puede interactuar con el comienzo de otro evento de surgencia inducido por un incremento de viento. Lo anterior es una posible respuesta a una pregunta aun abierta.

En resumen, la distribución espacial y los rangos de TSM observados durante los cruceros no permiten ver grandes diferencias entre fases cálidas y frías del océano (sin un análisis avanzado de series de tiempo), excepto durante un evento El Niño (enero 1998) y La Niña 2007-entre junio a noviembre-, donde cambia la estructura térmica superficial de la zona norte de Chile. Por otro lado, la actividad de la surgencia costera está presente tanto en fases cálidas y frías del océano, con intensidad sinóptica dada por la interacción de vientos locales y regionales (ej., enero de 1998 y 2000).Sin embargo, tomando en cuenta sólo las TSM, las características asociadas a las aguas que afloran varían considerablemente ya que durante un intenso periodo cálido las aguas surgentes no generan anomalías negativas, es decir,

son muy parecidas a las aguas superficiales, por lo cual tienen que provenir de la capa superficial del océano (sobre la termoclina). Esta capa probablemente ha aumentado su espesor por efecto del calentamiento superficial y la presencia de ondas atrapadas a la costa que son más frecuentes durante El Niño. Paralelamente se observaron salinidades superiores a las típicas con anomalías significativamente mayores y la profundización de la isoterma de 15°C. Por otro lado, La Niña 2007 generó importantes anomalías negativas, especialmente en la salinidad que revela un cambio en la composición del tipo de aguas superficiales presentes en la zona. Al mismo tiempo, la surgencia sigue dependiendo del viento, pero genera la presencia de anomalías significativamente negativas en la banda costera indicando que la fuente de la surgencia es de aguas más profundas a las típicas de la zona.

Otro aspecto importante de señalar es el comportamiento intraestacional y estacional de la TSM. Este es el principal motor de la dinámica física-biológica de la zona norte de Chile y tiene que tomarse en cuenta en el diseño de las fechas de realización de los cruceros, ya que esto es observado pobremente en los diferentes cruceros, los cuales se han desarrollado entre noviembre y febrero, generando con ello diferencias en los rango de TSM presentes entre los meses (Blanco, 2004).

El transporte de Ekman perpendicular a la costa en Iquique y Mejillones, el cual es presentado como característico de la variabilidad de la zona costera, muestra una clara variabilidad anual e interanual durante toda la serie desde 1994 (**Fig. 34**), pero siempre con valores positivos (>200 m^3/s), evidenciando que en la zona norte de Chile la surgencia tiende a predominar durante todo el año, con mayor intensidad durante el invierno austral (>1000 m^3/s) y es más estable durante el verano austral. En general el viento, y por lo tanto el transporte, es significativamente menor en el área de Iquique en comparación con Mejillones, mostrando un gradiente latitudinal (Bakun & Nelson, 1991). Los resultados muestran que en general los cruceros RECLAN han sido realizados bajo condiciones favorables a la surgencia pero que

estos eventos tienden a se más intensos en algunas cruceros. Especialmente notorio son los años 2006 y 2007, ya que mientras en Mejillones la surgencia aparece intensa, en Iquique es significativamente más débil, pero dentro de los rangos normales de otros años. Dentro de este contexto, el año 2007 no aparece anormal, señalando que los cambios debido a La Niña son evidentes a nivel de las características de las masas de agua involucradas y no de la dinámica de la zona.

En cuanto a la circulación, es complejo de evaluar diferencias, que no estén basadas exclusivamente en la descripción cualitativa de la situación sinóptica del muestreo in situ, en los periodos de diciembre de 2001 y febrero de 2007. La complejidad de las corrientes se caracteriza por la alta variabilidad espacial que presentan, y que muestran como están dominadas principalmente por procesos de escala intraestacional, como surgencia, meandros, filamentos y giros. Por lo anterior, esto debe ser realizado dentro del marco de un proyecto específico e individual, que permita analizar toda la información disponible, lo cual es impracticable por la dimensión del problema dentro del marco de objetivos complementarios en diversos proyectos, donde la mayor parte del presupuesto esta enfocado al muestreo.

3. Biología Pesquera

En el actual crucero (dic-2007) y considerando el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 7 y 17,5 cm, concentrándose los ejemplares en torno a dos modas, una principal de 9,5 cm y la otra secundaria de 12 cm, lo que se diferencia de lo obtenido en feb-2007 (RECLAN 0702) en el cual los ejemplares capturados con red de media agua presentaron una estructura de tallas unimodal centrada en los 13,5 cm con un rango de tallas que varió entre 9 a 19 cm, lo que

refleja que la captura en el crucero de diciembre estuvo constituida por ejemplares de menor tamaño, lo que también se aprecia en el hecho de que para toda el área de estudio se obtuvo un 80,1% de ejemplares reclutas en comparación al 19% obtenido en el crucero de febrero.

La estructura de tallas provenientes de la flota cerquera (72 lances) que operó en la zona, se contrasta con lo obtenido en el crucero reclan 0712, observándose que la captura de la flota se concentró en ejemplares adultos con una escasa presencia de ejemplares bajo la talla de 12 cm, mientras que la composición de la captura con red de media agua está fuertemente constituida por ejemplares reclutas, esta situación puede ser explicada por la intencionalidad de la flota la que operó principalmente al norte de Iquique, mientras que el reclutamiento se concentro al sur de este puerto.

El análisis de la relación longitud-peso para las zonas 1, 4 y 7 permite observar la presencia de ejemplares de anchoveta de tallas mayores (12 a 18 cm) lo que incide en que estas zonas presenten una mayor variabilidad en los pesos de los ejemplares a diferencia de lo obtenido en la zonas 2, 3, 5 y 6 en donde se registran tallas menores con menor variabilidad en los pesos observados, de aquí se establece que el modelo total ajustado de la relación longitud-peso, es el que mejor representa toda la estructura de tallas presente en la zona total de estudio.

El alto porcentaje de individuos reclutas presentes en el actual crucero incidió en el registro de más del 10% de ejemplares indeterminados sexualmente, lo que supera considerablemente lo ocurrido en el crucero 0702 en que se registraron solo un 0,11% del total. Del resto de los ejemplares las hembras correspondieron al 48% y los machos al 52% en ambos cruceros.

El IGS promedio (4,58%) obtenido en el presente crucero para toda la zona de estudio es considerablemente mayor con respecto al obtenido en el crucero anterior (1,94%) y prácticamente igual a lo observado en los años 2005 (5%) y 2006 (4,6%). En general en la zona norte se presenta un desove secundario en febrero luego la actividad reproductiva disminuye a finales de febrero y marzo, evidenciando un repunte en mayo hasta alcanzar un máximo de la actividad entre junio a agosto (Martínez ***et al.***, 2006). En los ultimos años este desove secundario ya no es observado como tal, sino que se observa un desove continuo desde diciemnbre a marzo pero con menor intensidad (Martínez con per), el valor de IGS reportado en el presente crucero, evidencia un este desove continuo y de menor intensidad durante febrero. Ademas este aumento en la actividad reproductiva de la anchoveta observada en mayor IGS obtenido en este crucero, podria tener una incidecia positiva en el reclutamiento del año próximo, ya que debido a la intencionalidad de la pesca y al arte de pesca utilizado, encontrando reclutas de tallas entre 5 a 12 cm.

En la zona total de estudio los valores de IGS se relacionan con los estados de madurez, observándose que los promedios de IGS van aumentando al registrarse individuos de mayor estado de madurez, es así que para los estados 1, 2, 3 y 4 se obtuvieron IGS promedio de 1,34; 3,67; 7,73 y 13,36% respectivamente. Lo anterior se explica por el mayor desarrollo gonadal de los individuos que presentaron cada estado.

La condición biológica de los individuos, determinada mediante el factor de condición (FC) muestra un valor promedio de 0,694 (RECLAN 0712), valor que se mantiene relativamente constante desde el año 2003 (S_03), esto puede ser explicado por el habito de alimentación de la anchoveta y a la productividad de la zona. La anchoveta es considerada una especie oportunista alimentandóse de especies que se encuentran mas abundantes en el ambiente especialmente de diatomeas y zooplancton (Castillo ***et al.***, 2001).

4. Relaciones de la intensidad de Blanco (TS) de anchoveta utilizadas

A fín de mejorar la representatividad de la ecuación TS-L de anchoveta, en términos de un mayor espectro de tallas, se procesaron en forma conjunta los datos recolectados en el presente crucero (RECLAN12 0712) y en el RECLAN34 0802 (Región III y IV).

El análisis de la información de TS-L recolectada en los dos cruceros respecto a la serie histórica disponible para 7 cruceros anteriores permitió comprobar la consistencia de la información, confirmándose que el rango y las tendencias coincidían. Con esta evidencia se hizo un ajuste de regresión que permite lograr una relación de TS-L de anchoveta para la zona norte notablemente robusta.

En general, los TS por talla de anchoveta deducidos de las ecuaciones estandarizadas en los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802 (TS= 20 Log L – 73,55), supera en 0,36 dB a la ecuación obtenida en el crucero RECLAN 0712 (TS=20 Log (L) – 73,91) y 0,45 dB respecto al RECLAN34 0802 (TS=20 Log L-74). A su vez esta ecuación fue prácticamente igual que la consolidada hasta el RECLAN34 0703 (TS=20 Log L-73.46). (**Tablas 51** y **53**)

El estado de condición y de madurez de los peces son algunos de los factores biológicos que pueden afectar el TS a la talla, puesto que el volumen de las gónadas, en estados grávidos, puede inducir actitudes corporales de los peces en el medio; reducir el volumen de aire de la vejiga gaseosa ó alterar la composición de grasa en los tejidos modificando sus características ecoicas (Anónimo, 2002).

Los cambios interanuales en los factores de condición de las especies estudiadas, asi como los distintos estados de madurez registrados durante los periodos de medición pueden explicar las leves diferencias entre las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas, apreciándose una disminución de la respuesta acústica de los peces a medida que hay un aumento de tejidos grasos y que a su vez se reflejan en incrementos del peso individual. Lo anterior, ya se había detectado al analizar las distintas ecuaciones de TS-L ajustadas en los proyectos realizados en la zona norte, en que junto a una sistemática pérdida del peso individual entre los diferentes años, se registró un incremento de las intensidades acústicas (TS) de anchoveta (Castillo ***et al.,*** 2002).

Al contrastar la ecuación estandarizada de anchoveta con las obtenidas por otros autores en especies similares, se observa que es alrededor de 1.65 db menor que la informada por Foote (1987) (TS = 20 Log (L) – 71,9) para clupeidos y entre 1,4 y 1,8 dB mayor que la informada por Barange (1994) para la anchoveta del Cabo (***Engraulis capensis***), a la misma talla (-57,84, L=7,5 cm y -57,73 dB, L= 7,34 cm).

Respecto a la ecuación general ajustada por Castillo et al (2007) para anchoveta en la zona centro sur de Chile (TS=20 LOG (L)- 73,277), con 116 pares de datos, se aprecia una diferencia promedio de 0,3 dB a favor de la ecuación de la zona centro-sur.

De cualquier modo, las diferencias detectadas entre los distintos cruceros para la zona norte de Chile y en la zona centro-sur, se encuentran dentro de los rangos normales esperados para este tipo de mediciones, demostrando un importante nivel de robustez en la ecuación ajustada.

Del análisis anterior se desprende que las ecuaciones TS-L ajustadas para la anchoveta en Chile, se ubican en un valor intermedio entre las obtenidas para clupeidos en general y la anchoveta del Cabo en Sudáfrica, con algunas diferencias que se explican debido a las distintas características biológicas entre las especies.

5. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

Los estimados de abundancia de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta, para el periodo 1996-2002 (**Fig. 155**), han fluctuado entre 2.160 y 44.065 millones de ejemplares obteniéndose el valor mayor en enero de 1998 (RECLAN 9801), correspondiente a la temporada 1998 y el menor en enero de 1996 (RECLAN 9601), asociado a la temporada 1996. El valor alcanzado en el presente caso (diciembre del 2007) (29.601,8 millones de ejemplares) representa un incremento relativo de 14% respecto al periodo del 2007 (25.443,25 millones de ejemplares), siendo inferior (-1,5%) a los obtenidos en 1997 (30.038,4 millones); 1999 (33.707,39 millones) y 2002 (38.500 millones). El nivel de reclutas en número, para esta zona ha fluctuado entre 649,1 millones en 1996 y 33.600 millones en 2002, con niveles mínimos en 2000 (6.470,1 millones) y 2001 (3.328,4 millones). El resultado de esta fracción en la primavera del 2007 (23.553,0 millones de ejemplares) muestra un importante incremento ((>330%) respecto a la temporada del 2007, el que a su vez se encuentra dentro de los más bajos del periodo con 5.373,7 millones, valor que solamente superó al del año 2001.

Los aportes de los reclutas a la abundancia han sido variables, fluctuando entre un 21% en la primavera del 2000 (RECLAN 0012) a un 87% en diciembre de 1998 (RECLAN 9812). En el presente caso, el aporte de los juveniles entre Arica y Antofagasta se encuentra dentro de los más altos de la serie disponible con un 79,6%, porcentaje notablemente superior al del verano del 2007, que alcanzó al 21%.

Las biomasas estimadas en los periodos de primavera-verano del periodo 1996-2002 han fluctuado entre 102.100 t en 1996 y 647.760 t en 1998, estabilizándose en el periodo 1999- 2002 entre 306.655 t en 2000 y 356.773 t en el 2001. En este sentido, el resultado obtenido en el presente caso (290.226 t) se encuentra levemente por abajo (-5,4%) del rango inferior obtenido en el periodo de estabilización, siendo inferior en 30,2% al alcanzado en el verano del 2007 (415.779 t). En consonancia con el aporte de los reclutas en número, la biomasa de esta fracción (146.034 t) representa un importante incremento (152,9%) respecto al verano del 2007 (57.740,8 t) el que a su vez representó uno de los menores de la serie, superando solamente al valor registrado en el 2001 (30.973 t).

El nivel relativamente alto de reclutas registrados en el presente caso puede estar provocado por un efectivo incremento relativo de reclutas de anchoveta respecto a los registrados en la temporada anterior y a un retorno a condiciones normales en la estacionalidad histórica del proceso del hito biológico. Esta situación ya había sido discutida en el informe correspondiente al 2007 (Castillo et al 2007), en que se recomendaba realizar el presente crucero en la temporada de primavera. Los antecedentes considerados en dicha oportunidad correspondían a la estructura de tamaños mensual de la anchoveta provenientes de la pesquería en los últimos 4 años (Martínez ***et al.***, 2007). Estos resultados sugieren que el patrón estacional del reclutamiento de anchoveta en la zona norte, incluida la III y IV Regiones se ha alterado a partir del 2002, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. En efecto, la evolución mensual de las tallas de anchoveta capturadas por puerto en el periodo 2001-2006 (**Fig. 1**) muestra que entre Arica y Antofagasta no se detectó el ingreso de reclutas en la pesquería a fines del 2002 y principio del 2003, evidenciándose una fuerte caída del reclutamiento, situación similar a la registrada en el centro-norte de Perú. En las

temporadas estivales 2004-2005 y 2005-2006, el reclutamiento se hizo más evidente entre enero-abril, centrándose en febrero. En efecto el monitoreo 2005-2006 los mayores porcentajes (en términos porcentuales y absolutos fueron muy bajos) y se presentaron tardíamente en enero (4%) y febrero (1%) (Martínez ***et al.,*** 2008). A finales del 2006, se registró un aparente retorno a las condiciones típicas, con un incremento importante de la presencia de peces juveniles (< 12 cm) en las capturas de la flota cerquera entre noviembre y diciembre y una declinación hacia febrero del 2007 (Martínez ***et al.,*** 2007), es así que en el período 2006 – 2007 el seguimiento de reclutamiento en noviembre del 2006 fue de 9%, con mayor presencia en diciembre (23%), seguido por enero (18%).

A la luz de estos antecedentes, se puede deducir que posiblemente el crucero realizado en el verano del 2007 pudo subestimar el reclutamiento por un desfase temporal con la ocurrencia de la mayor fracción del hito biológico.

Sin embargo en el caso del presente crucero (primavera del 2007) se puede presentar una situación inversa, puesto que la pesquería reportó bajos valores de reclutamiento que no superaron el 7% en enero del 2008. Esta situación se explica en la estratificación espacial del reclutamiento que se concentró al sur de Iquique mientras que la flota operó principalmente al norte de este puerto, evitando los sectores con presencia de juveniles

Al respecto, los cruceros de evaluación de la biomasa recluta de anchoveta en la zona norte se han realizado en primavera (fines de noviembre-diciembre) y verano (enero), con resultados dispares que no permiten detectar un periodo estable para asegurar que se prospecta la mayor fracción de los juveniles. Es asi como los mayores valores de juveniles se alcanzaron en los cruceros realizados en verano de 1998 y primaveras de 1996; 1998 y 2001. En sentido inverso los mínimos se

alcanzaron en el verano del 2001 y primavera del 2000. En este último caso, es necesario señalar que en la primavera del 2000 se detectó un importante desplazamiento de la abundancia total y reclutas hacia el límite sur de la segunda región, registrándose una alta fracción en las cercanías de Taltal.

6. Precisión de los estimados de biomasa

El mayor aporte a la variabilidad total proviene del muestreo acústico, el que a su vez es reflejo del patrón de distribución de los recursos. De allí entonces que en general el método de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que en los otros métodos, puesto que incorpora el factor espacial de la distribución de los recursos. Los métodos de los Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisión (Coeficientes de error y de Variación) obtenidos con el método de los Conglomerados son menores cuando presentan una menor variabilidad dentro de las transectas. Esto se debe a que el método de Conglomerados (Hansen ***et al.***, 1953) es el único de los propuestos que considera la variabilidad dentro de las transectas y entre ellas y que es atribuible a la distancia entre las transectas.

En el presente caso se alcanzaron Coeficientes de Variación de la biomasa entre 0,0591 y 0,1, dependiendo del método aplicado, con errores entre 9,7 y 15,2%, observándose el menor CV con el método de los estratos agrupados (0,0591) y de las variables regionalizadas (0,08);y el mayor con el método de los conglomerados (0,0922) y bootstrap (0,1). Los CV calculados para la abundancia variaron entre 0,0684 y 0,1, siendo los menores y bastante similares entre ellos los logrados con los

métodos de las variables regionalizadas (0,07); estratos agrupados (0,0684) y bootstrap (0.07) y el mayor con el método de los conglomerados (0,1), representando coeficientes de error entre 11,1 y 16,5%.

7. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables biooceanograficas

En cuanto a la distribución de la especie, realizada por SIG, se observó que la anchoveta se distribuyó a lo largo de toda la costa, a su vez, los resultados indicaron que la especie se reportó en la columna de agua desde la superficie hasta 36 m de profundidad, con una clara preferencia por los primeros 20 m, lo que es similar a lo mencionado en los cruceros anteriores y que también ha sido observado por otros autores como Castillo ***et al.***, (2007) y Braun ***et al.***, (2005).

Por otra parte, el análisis integrado reveló que la anchoveta se localizó en estratos bien definidos de las variables ambientales. Así, en el caso de la temperatura el recurso se ubicó en un rango que va desde los 12°C hasta 19,9°C con una clara preferencia por aguas de 13 a 15,9°C, en este sentido es importante destacar que Yáñez ***et al.,*** (2003) indican que la disponibilidad y/o abundancia del recurso es favorecida por períodos cálidos. Por su parte, en el caso de la salinidad, la anchoveta se reportó entre los 34,5 y 34,89 psu, con una inclinación por el rango de 34,6-34,69 psu, resultado que difiere a lo mencionado para el año anterior (Castillo ***et al.***, 2007). En cuanto al oxígeno disuelto, la especie exhibió una clara preferencia por aguas poco oxigenadas lo que también difiere respecto a años anteriores.

Por otra parte, el análisis de la información de los adultos y reclutas de anchoveta y de la temperatura indicó que la especie se presentó principalmente en zonas aledañas a focos surgentes y asociada a diferenciales térmicos moderados. Este

resultado coincide con lo expresado por diferentes autores que han estudiado la distribución y abundancia del recurso en la zona norte (Yáñez ***et al.***, 2005). A su vez, Braun ***et al.***, (2005) y Oliva ***et al.***, (2002) mencionan que los huevos y larvas de la especie también se ubican en gradientes térmicos moderados. Sin embargo, Silva ***et al.***, (2003) indican que los adultos de anchoveta se concentran en las primeras millas de la costa relacionados con altos gradientes térmicos y altas concentraciones de cloa lo que difiere a lo mencionado en el presente trabajo.

Al examinar visualmente el patrón de distribución de los adultos y reclutas de la especie, se observó que en general los reclutas poseen un patrón de cobertura geográfica más reducido que los ejemplares adultos y además están localizados en regiones más costeras, no obstante que ambas fracciones tienden a ubicarse en las primeras millas de la costa en los bordes internos de gradientes térmicos y salinos. Finalmente, el análisis de los CG indicó un desplazamiento de la especie en sentido sur en los últimos años.

El pseudo coeficiente de determinación para los adultos de ancoveta explica un 73,4% de la variabilidad total y un 68% para reclutas. En base a lo anterior y considerando el análisis realizado de las variables oceanográficas, se puede indicar que el alto grado de explicación responde principalmente al fraccionamiento del stock de anchoveta en reclutas y adultos, ya que en el análisis del stock total el grado de explicación es de un 18%, valor similar al observado en el crucero anterior de 14% (RECLAN 12, 0702).

Este fraccionamiento responde a un cambio en la ocupación del espacio por parte de la anchoveta observando diferencias en sentido latitudinal y longitudinal. Latitudinalmente los reclutas de anchoveta se distribuyen principalmente al sur de Tocopilla y longitudinalmente mas cercanos a la costa (longitudes <70,3° W). En

cambio los adultos se encuentran principalmente entre punta Lobos y Mejillones (21° a 23° S), y más oceánico a longitudes >70,3° W.

Las variables temperatura, salinidad, abundancia y tamaño diatomeas y gradiente de clorofila para adultos y las variables de abundancia y tamaño diatomeas junto a gradientes de temperatura y clorofila para los reclutas, presentaron un rango con una ventana ambiental óptima. De acuerdo a *Bakun*, (1996) se clasifican tres zonas en la ventana ambiental óptima, débil, moderado o medio y fuerte, esta clasificación se aplica de acuerdo a la magnitud o intensidad de la variable predictora. Según esta clasificación la densidad de anchoveta (adultos y reclutas) en la ventana ambiental coincide con la zona moderada y una concentración media de estas variables. Por otra parte, Bakun, (1996) señala que un método lineal no podría representar del todo el efecto de una ventana ambiental, lo que corrobora la significancia evaluada en el presente estudio de incorporar funciones suavizadoras no paramétricas y aplicar modelos GAM para relacionar la densidad de anchoveta con variables ambientales.

El modelo GAM para los adultos muestra una ventana ambiental con la abundancia de diatomeas entre 225 a 750 cel/ml. Para los reclutas se observa una ventana ambiental con la abundancia de diatomeas entre 590 a 810 cel/ml y con el zooplancton con biomasas entre 0 a 525 (gr/1000m^3). Esto puede se explicado por 2 razones, primero al de alimentación de la anchoveta y segundo por un efecto de pastoreo. Con respecto al habito alimenticio de la anchoveta, esta es considerada una especie oportunista, alimentándose de acuerdo a la disponibilidad ambiental (Castillo ***et al.***, 2001; Tanaka ***et al.***, 2006). En la zona norte la anchoveta presenta una conducta planctófoga con un amplio espectro trófico, comiendo tanto del fitoplancton como zooplancton. Destacando una preferencia por parte de los reclutas (tallas menores a 12 cm) por organismos del zooplancton, en cambio los adultos (tallas mayores a 12 cm) tienen preferencia por organismos del fitoplancton especialmente de diatomeas (Castillo ***et al.***, 2001). Con respecto al efecto de

predación, es lógico pensar que la anchoveta se distribuya en áreas de alta concentración local de plancton, sin embargo esta se presenta asociada a abundancias medias de plancton esto se atribuye al efecto pastoreo realizado por la anchoveta. Debido a lo anterior se realizaron perfiles de distribución latitudinal de la anchoveta y las especies más abundantes en la zona de estudio donde se destaca lo siguiente (**Figs. 156**):

- Existe una relación inversa entre los adultos de anchoveta y las especies de diatomeas más abundantes, es decir donde existe mayor abundancia de anchoveta a escala local la abundancia de diatomeas es menor, esta relación se observa principalmente con chaetoceros compressus y más claramente desde las 4 mn de costa.

- Esta relación también es observada entre los reclutas y el zooplancton principalmente con copépodos (grandes y chicos) desde la costa hasta 30 mn, sin embargo a distancias mayores a 10 mn también se observa una relación indirecta entre la anchoveta y las diatomeas más abundantes en la zona.

Los resultados obtenidos mediente el metódo SIG y GAM, señalan que la anchoveta esta asociada a zonas de gradientes someros o de menor intensidad, es decir en los bordes de los frentes. Es necesario destacar que ambas metodologías utilizan escalas de observación diferentes, en el SIG se utiliza una escala horizontal dada por la capa donde se encuentran el mayor número de cardúmenes y determinando los gradientes de las variables en sentido horizontal, en cambio para el modelamiento GAM se determinana el valor de la variable en la profundidad a la que se encuentra el cardumen, el cálculo de los gradientes se realiza en sentido

vertical. Por lo tanto es posible señalar que mediante escalas diferentes de observación se obtienen resultados similares, donde se señala que la anchoveta esta asociada a zonas de gradientes someros, es decir a los bordes de los frentes. Lo anterior coincide con lo expresado por diferentes autores que han estudiado la distribución y la abundancia de ejemplares adultos de anchoveta en la zona norte (Castillo ***et al.***, 1996; Silva ***et al.***, 2003; Yáñez ***et al.***, 1995).

IX. CONCLUSIONES

- La biomasa total de anchoveta varió entre 255.656,6 (±11,2%) y 298.466,1 t (±10,1%) según el método de estimación aplicado, con una densidad promedio para toda la zona entre 57,4 y 55,1 t/mn². Las mayores estimaciones se alcanzaron con el método Bootstrap. El 35,3% de esta biomasa se localizó entre punta Arenas y Antofgasta con 102.345,2 t.. Este resultado se encuentra levemente por abajo (-5,4%) del rango inferior obtenido en el periodo 1999-2002, siendo un 30,2% menor al alcanzado en el verano del 2007 (415.779 t).

- Los reclutas representaron el 50,3% de la biomasa total, con 146.034,4 t. Los mayores aportes relativos de la biomasa de reclutas se registraron en la zona 6 que concentró el 68,7% con 100.984,4 t y 3 con el 11,9% (26.156 t). La biomasa de esta fracción representa un importante incremento (152,9%) respecto al verano del 2007.

- La abundancia total de anchoveta varió entre 29.223,8 (±11,2%) y 30.219,2 (±11,1%) millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el Bootstrap y el menor con el Geoestadístico, existiendo una diferencia relativa menor al 2,3% entre los métodos. Este valor representa un incremento relativo de 14% respecto al periodo del 2007 (25.443,25 millones de ejemplares), siendo inferior (-1,5%) a los obtenidos en 1997 (30.038,4 millones); 1999 (33.707,39 millones) y 2002 (38.500 millones).

- De este total, el 79,6% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (23.553 millones de ejemplares). El 55,7% de la abundancia total se registró entre punta Arenas (21º 35´S) y Antofagasta (Zona 6), con 16.499,3 millones de ejemplares. Los reclutas se localizaron preferentemente en los sectores costeros desde punta Camarones

a Antofagasta. Este resultado muestra un importante incremento (>330%) respecto al verano del 2007.

- La anchoveta presentó algunos focos de mayor densidad en las cercanías de la costa que no superaron las 5 mn y entre las 15 y 20 mn de la costa en el área central de la zona de estudio. Se destaca que las zonas extremas del área de estudio se caracterizan por la presencia de ejemplares adultos, en tanto el área central por ejemplares reclutas. En general, la anchoveta en cada subzona se distribuyó espacialmente bien estructurada, obteniéndose modelos de variograma con efecto aleatorio pequeño ó cero, explicándose adecuadamente la distribución espacial por el modelo geoestadístico ajustado. Las macroestructuras espaciales variaron entre 1,5 y 7,2 mn.

- La distribución batimétrica de la anchoveta, se restringe a los primeros 36 m de profundidad, registrándose el 96,5% de las agregaciones entre 10 y 20 m.

- Las agregaciones nocturnas de anchoveta fueron más extensas, de mayor área, perímetro, elongación y densidad que en ambiente diurno. La altura de las agregaciones fue menor en ambiente diurno. Durante el día las agregaciones fueron más cohesionadas que en la noche. La anchoveta se distribuyó en profundidades similares entre el día y la noche.

- La clave edad talla de anchoveta para el crucero estuvo conformada por 4 grupos de edad (0 al III), para una distribución de tallas desde los 7 a 18 cm de longitud total.

- La estructura de edad de anchoveta, con los cuatro métodos de estimación de abundancia, se caracterizó por un predominio del grupo de edad 0, con una

abundancia entre el 80 y 85%. Los ejemplares reclutas (<12 cm) correspondieron a este grupo de edad y alcanzaron el 77% del total de la captura.

- La estructura de tallas de la anchoveta varió entre 7 y 17,5 cm, concentrándose los ejemplares en una moda principal de 9,5 cm y en una moda secundaria de 12 cm. Los ejemplares presentan una talla promedio de 10,7 cm y un peso promedio de 9,0 gr siendo el aporte porcentual de reclutas del 80,1% en toda la zona. La relación longitud peso que representa la zona de estudio presentó un R^2 = 0,9817 con una pendiente b= 3,159 e intercepto a= 0,00463.

- La proporción sexual en anchoveta mostró un leve predominio de los machos por sobre las hembras en toda la zona de estudio. El IGS promedio general fue de 4,58%. Los estados de madurez observados fueron 1, 2, 3 y 4, siendo dominantes, los estados 2 (36,42%) y 3 (40,42%).

- La zona de estudio registró durante el crucero una banda costera de aguas frías y alta concentración de clorofila-a asociada a los focos de surgencia en Arica, de Iquique a Tocopilla y área costera de Mejillones.

- Las concentraciones de clorofila-a observadas durante este crucero fueron inferiores a las reportadas para el mes de febrero del mismo año, con la presencia de máximos sub superficiales a lo largo de toda la zona.

- Las aguas superficiales estuvieron bien oxigenadas, y la profundidad de la isolínea de 1 mL/L permaneció por sobre los 100 m, como ha sido observado habitualmente. La distribución de OD superficial evidencia una mayor participación de agua AESS sobre la plataforma continental en los sectores de Arica, punta Lobos y caleta Colorada. El evento frío la Niña en la zona norte de Chile se manifestó principalmente entre Iquique y caleta

Chipana, que se presentó como un área de convergencia, midiéndose en ella anomalías importantes de temperatura y salinidad superficial. En el resto de la zona de estudio las anomalías negativas reflejaron solamente procesos locales.

- Procesos físicos de mesoescala como la surgencia, lenguas de surgencia y giros de mesoescala siguen presentes en la zona norte durante el evento la Niña, mientras que los aspectos que muestran evidentes efectos están asociados a la distribución, intensidad y presencia de algunas propiedades hidrograficas asociadas a masas de agua y propiedades físicas.

- Los rangos de distribución de la anchoveta respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localizó en aguas cuya temperatura varía desde 12°C hasta 19,9°C con una clara preferencia por aguas de 13-15,9°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuyó en un rango de 34,5 a 34,89 psu, con una marcada inclinación por aguas de 34,6-34,69 psu. En relación al oxígeno, la especie se presenta mayoritariamente en aguas poco oxigenadas.

- La anchoveta tiende a concentrarse en los bordes de gradientes térmicos debido probablemente a un menor gasto energético que si se localizara dentro de la zona de gradientes relevantes. Por otra parte, el análisis de los índices $V(Cramer)$ de los gradientes salinos no reflejaron una buena asociación para ambas fracciones, no obstante al analizar solamente el rango óptimo (0,001-0,015 psu/mn) los índices $V(Cramer)$ aumentan fuertemente.

- Del análisis de los CG, se concluye que éstos representan de buena manera la distribución del recurso, destacándose que los ejemplares adultos presentan un patrón de distribución más amplio y el gran desplazamiento de los CG en dirección sur en los últimos años.

- El modelamiento mediante GAM de la variable densidad de anchoveta de las fracciones adulto y reclutas, transformada a una escala logarítmica es explicado principalmente por las variables ambientales temperatura, salinidad, gradientes de temperatura, clorofila, abundancia de flagelados y diatomeas y biozooplancton y el tamaño de diatomeas, con un pseudo coeficiente de determinación final que explica un 73,4% de la variabilidad total para los adultos y de 68% para reclutas.

- Para adultos las variables temperatura, salinidad, abundancia y tamaño de diatomeas y gradiente de clorofila presentaron un rango con una ventana ambiental óptima la que coincide con la zona de valores moderados de estas variables.

- Para los reclutas, las variables de abundancia y tamaño diatomeas junto a gradientes de temperatura y clorofila presentaron un rango con una ventana ambiental óptima la que coincide con la zona moderada y una concentración media de las variables.

- Existe una diferencia en la ocupación del espacio por parte de la anchoveta en sentido latitudinal y longitudinal. Latitudinalmente los reclutas de anchoveta se distribuyen principalmente al sur de Tocopilla y longitudinalmente mas cercanos a la costa (longitudes <70,3° W). En cambio los adultos se encuentran principalmente entre punta lobos y mejillones (21° a 23° S), y más oceánico a longitudes >70,3W.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo M. y V. Ojeda, 1981. Elaboración de claves edad-talla de Merluza común (*Merluccius gayi*), para los años 1968-1971 (Coquimbo-Talcahuano) y determinación de la composición de edades de esta especie en las capturas obtenidas en los cruceros de prospección del B/I "ITZUMI" durante 1980.

Anónimo. 2002. Report of the Study Group of Target Strenght Estimation in the Baltic Sea (SGTSEB). Seattle, USA, 22-23 April 2002.

Barange, M. 1994. Acoustic identification, classification and structure of biological patchiness on the edge of the Agulhas Bank and its relation to frontal features. South African Journal of Marine Science, 14: 333–341.

Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Deparment of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.

Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwellind indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Deparment of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.

Bakun, A. 1987. Monthly variability in the ocean habitat off Perú as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. D. Pauly & I. Tsukayama (Eds.) ICLARM Studies and Rewiews 15: 46-74.

Bakun, A & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. CALCOFI Rep. 23:99 112.

Bakun, A. 1996. Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population Dynamics. University of California Sea Grant, San Diego, California, USA, in cooperation with Centro de Investigaciones Biol-gicas de Noroeste, La Paz, Baja California Sur, Mexico. 323 pp.

Bakun, A. & C. S. Nelson. 1991. The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical eastern boundary current regions. *Journal of Physical Oceanography.* 21: 1815 - 1834.

Barbieri, M. A., M. Bravo, M. Farías, A. González, O. Pizarro y E. Yáñez. 1995. Fenómenos asociados a la estructura térmica superficial del mar observados a través de imágenes satelitales en la zona norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 23:99-122.

Barría, P. 1991. Evaluación del stock de anchoveta 1990. Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. 19 pp.

Barría P., R. Gili, B. Morales-Nin, 1998. Evaluación indirecta y análisis de la variabilidad del crecimiento de sardina común y anchoveta en la zona centro-sur. Informe Final. FIP 97-10. IFOP: p. (más Tablas y **Fig**uras)

Blanco, J. L. 1996. Variabilidad termica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno. IFOP.

Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001. Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. J. Geophis, Res., 106, C6, 11451-11467.

Blanco, J. L. 2004. Inter-annual to inter-decadal variability of upwelling and anchovy population off northern Chile. Tesis para optar al grado de Doctor of Phylosophy Oceanography. Old Dominium University, Norfolk. 66 pp.

Braun, M., J. Castillo, J. L. Blanco, S. Lillo, y H. Reyes. 1994. Monitoreo hidroacústico y oceanográfico mensual de los recursos pelágicos de la I y II regiones. Informe Final. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 172 pp + Tablas, figuras y anexos.

Braun, M.; H. Reyes; J. Osses; J. Castillo y V. Catasti. 2001. Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en la I y II Regiones, año 2000. Informe Final FIP N°2000-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). (mayo 2000 a feb 2001)

Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005. Monitoreo de las condiciones bioceanográficas en las Regiones I y IV, año 2004. Informe Final. Proyecto FIP N° 2004-01. Valparaíso. 285 pp + **Fig**uras.

Braun, M., Valenzuela, V., Claramunt, G., Reyes, H., Pizarro, M., Catasti, V., Herrera, G., Moreno, P., Gaspar, C., Díaz, E. 2006. Evaluación de estock desovante de la anchoveta en la I y II Regiones, año 2005. Informe Final FIP n°2005-06. (p. 164). Valparaíso, Chile: Instituto de Fomento Pesquero.

Braun, M., V. Valenzuela, H. Reyes, J. Castillo, M. Pizarro, V. Catasti, J. Saavedra, E. Pizarro & J. Letelier. 2007. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV regiones, año 2005. Informe Final Corregido. Fondo de Investigación Pesquera, Valparaíso, pp. 336.

Braun, M., Reyes, H., Valenzuela, V., Castillo, J., Letelier, J., Pizarro, M., Catasti, V., Saavedra, J. , Espíndola, F. 2007a. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV Regiones, año 2006. Informe Final. FIP 2006-01. (p. 327). Valparaíso: Fondo de Investigación Pesquera.

Braun, M., Reyes, H., Valenzuela, V., Castillo, J., Pizarro, M., Letelier, J. , Espindola, F. 2007b. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV regiones, año 2007. Informe de Avance. (p. 255). Valparaíso: Fondo de Investigación

Pesquera.

Braun, M., Valenzuela, V., Reyes, H., Castillo, J., Pizarro, M., Catasti, V., Saavedra, J., Pizarro, E. , Letelier, J. 2007c. Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas entre la I y IV regiones, año 2005. Informe Final Corregido. (p. 336). Valparaíso: Fondo de Investigación Pesquera.

Brink, K. 1997. Electronic Source: http://www.joss.ucar.edu/joss_psg/project/oce_workshop/apropos/presentations/brink.html.

Carpenter, J. H. 1965. The chasepeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. and Oceangr., 10: 141-143.

Castillo, J. y P. Briones. 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1987. En: Cuantificación de la Biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-Oceanográfica Zona Norte. Julio-Agosto 1987. Informe de Proyecto a Empresas Pesqueras Zona Norte. Inst. Fom. Pesq., Chile, 90 p.

Castillo, J., M. Braun y J.L Blanco. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelagicos y vigilancia bio-oceanográfica. Zona Norte. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos – Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 54p. + anexos.

Castillo, J., M. Barbieri, J. Córdova, S. Lillo, U. Parker, J. L. Blanco, M. Braun y J. Osses. 1996. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española, de las Regiones I a IV. IFOP. Informe final de proyecto al FIP. 165p + Anexos

Castillo, J., M. Espejo, S. Lillo y J. Cordova. 1997. Evaluación y distribución espacial de reclutamiento anchoveta. En: Evaluación y distribución espacial de reclutamiento anchoveta, regiones I y II. Informe final proyecto FIP 96-02. IFOP. 126p+anexos.

Castillo, J. M. Barbieri, M. Espejo, V. Cataste, S. Rosales, J. Osses, P. Barría, G. Daneri, H. González. 1998. estimación del Reclutamiento de Anchoveta en las regiones I y II. Informe Final 97-51. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 181 pp + Tablas y Figuras.

Castillo, J., J. Córdova, M. Espejo. 2000. Evaluación y distribución espacial del reclutamiento de anchoveta. En: Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones, 1999. Informe Final de Proyecto FIP 99-11. Inst. Fom. Pesq., Chile, 136 p + anexos **Fig**uras y tablas.

Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo, V. Catasti. 2002. Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de las agregaciones de anchoveta y sardina común en el período del desove. Invierno 2001. En: Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica del stock desovante de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2001-14. 250 p + Anexos.

Castillo, J., A. Saavedra, M. Espejo, J. Córdova, P. Gálvez, M. A. Barbieri. 2003. Evaluación acústica, georreferenciación y análisis conjunto. Verano 2002 EN: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común en la zona centro-sur, año 2001. Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 2001-13. 208 p +**Fig**uras y Anexos.

Castillo, J., A. Saavedra, F. Leiva, C. Hernández, C. Lang, H. Reyes, M. Pizarro, F. Cerna, A. López, L. Herrera y G. Claramunt. 2007. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, 2007. Informe final Proyecto FIP 2006-39. Inst. Fom., Pesq., Valparaíso, Chile. 116 p+anexos.

Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.

Conover, M.R. 1981. Practical nonparametric statistics. John Wiley & Sons, New York, New York, USA. 493 pp.

Córdova, J., J. Castillo, A. Paillamán y S. Lillo, 1995. Evaluación del reclutamiento de anchoveta de la zona norte (I y II Regiones). En: Evaluación hidroacústica y distribución de recurso. FIP-IFOP. 100 pp.

Córdova, J., C Hernández y V Catasti, 2005. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, invierno, 2005. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (129 p)+ anexo figs.

Cruickshank, R.A., 1990. Anchovy distribution off Namibia deduced from acoustic survey with an interpretation of migration by adults and recruits. S. Afr.J. mar. Sci. 9 : 53 - 67.

Cruickshank, R.A., I. Hampton and M.J. Armstrong. 1990. The origen and movements of juvenile anchovy in the orange river region as deduced from acoustic surveys. S. Afr.J. mar. Sci. 9: 101 - 114.

Ducet, N., P.Y. Le Traon, & G. Reverdin. 2000. Global high-resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERs-1 and -2, J. Geophys. Res., 105, 19,477–19,498.

Eastman, J. R., 1997. IDRISI for Windows Versión 2.0. User's Guide. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester, Massachussets. 01610. USA. 396 pp.

Ein arsson, H. y B.Rojas de Mendiola.1963. Descripción de Huevos y larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) J. Bol.Inst.Rec.Mar., Callao, 1(1):1-23.

Espejo, M. y J. Castillo. 1997. SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resumenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.

Field JG, KR Clarke & RM Warwick. 1982. A Practical Strategy for Analysis Multispecies Distribution Patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser 8:37-52.

Foote,K. 1983. Journal of the Acoustical Society of America, Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres.

Foote, K. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82 (3) September 981-987.

Fonseca, T. & M. Farías. 1987. Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. Investigaciones Pesqueras. 34: 33 - 46.

Fisher, J. B. & M. J. S. Tevesz. 1958. Distribution and population density of *Elliptio complanata* (Mollusca) in Lake Pocotopang. Connecticut. The Veliger 18: 332- 338.

Fuenzalida, R. 1990. Variabilidad temporal de un índice de surgencia para la zona de Iquique (Lat. 20ºS). Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Serie: Ciencias del Mar, 1, 37-47.

Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate (comment). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.

Fréon, P., F. Gerlotto, and M. soria. 1996. Diel Variability of school structure with special reference to transition periods. ICES Journal of Marine Science, 53:459-464.

Guzmán, O., J. Castillo; S. Lillo; P. Pineda; L. Rodríguez & I. Giakoni. 1983. Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos. I Prospección zona Arica - Coquimbo (18°30' - 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile.

Grosjean, Ph.; M. Picheral; C. Warembourg and G. Gorsky. 2004. Enumeration, measurement, and identification of net zooplankton samples using the ZOOSCAN digital imaging system. ICES Journal Marine Science, 61: 518-525.

Hansen, R., W. Madow & W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.

Hasle G. 1969. An Analysis of Phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: Abundance, Composition and Distribution during the Brategg Expedition, 1947-1948. Hvalradets skrifter, 52: 1-168.

Hair, J., R. Anderson, R. Tatham y W. Black (1999): Análisis Multivariante, 5° edición. Prentice+ Hall, Iberia, Madrid. 832 pp.

Hastie, T. J. & R. Tibshirani, 1990. Generalized Aditive Models. London. Chapman and Hall.

Hilborn, R. and Walters, c. J. 1992. A quantitative fisheries stock asssessment an management: choice, dynamics and uncertainty. chapman and Hall, New York, 570 pp.

Hillebrand H, C-D Dürselen, D Kirschtel, U Pollingher & T Zohary. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. J. Phycol. 35, 403-424.

Holden, M. J. y D.F.S. Raitt. 1975. Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigations and their application. FAO Fish. Tech. Pap. 115:1-214.

Hormazabal, S., G. Shaffer, J. Letelier & O. Ulloa. 2001. Local and remote forcing of the sea temperature in the coastal upwelling system off Chile. Journal of Geophysical Research. 106 (C8): 16657-16671.

Huyer, A., R. Smith & T. Paluszkiewicz. 1987. Coastal upwelling off Perú during normal and El Niño times, 1981-1984. Journal of Geophysical Research. 92 (C13): 14297-14307.

Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura y S. W. Wright. 1997. Phytoplankton pigments in oceanography: methods. Monographs on Oceanographic Methodology. SCOR and UNESCO.

Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc. 458 pp

Letelier, J. 1998. Estudio de variabilidad diaria de los eventos de surgencia, entre Arica y Tocopilla observada en imágenes de satélite durante febrero y marzo de 1991 y 1992. Tesis para optar al grado de Oceanógrafo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. 68 pp.

Lohrenz, S.E., D. Weisenburg, I.P. De Palma, K.S. Jhonson and D.E. Gustafson,Jr. 1988. Interrelationships among primary production chlorophyll and enviromental conditions in frontal regios of the western mediterranean sea. Deep-Sea Res. 35(5):793 – 810 p.

Martínez, C., M. Ayala y G. Böhm, 2008. Monitoreo del reclutamiento de anchoveta, Regiones I y II, 2006-2007. Informe Final. IFOP.

Martínez, C., G. Böhm., E. Díaz., F. Cerna., M. Ayala., R. Aravena., H. Reyes., M.

Troncoso., V. Bocic., C. Machuca y L. Muñoz. 2007. Programa: Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación de la Situación de la Pesquería Pelágica de la Zona Norte, 2006 – Informe Final. Convenio SUBPESCA - IFOP. Instituto Fomento Pesquero Valparaíso, Chile.

Mac Lennan, D. & J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Published by Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London SE1 8HN, UK. 325 p.

Mamayev, O. I.. 1975. Water masses of the south East Pacific Ocean. En: R. Fraser, (ed.). Oceanography of the South Pacific 1972. Papers presented at the International Symposium on the Oceanography of the South Pacific, Wellington.

Maravelias C.D., Reid D.G., Simmonds E.J., Haralabous J. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic-survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to the North Sea herring (*Clupea harengus*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences* **53:**1497–1505.

Maynou FX, Sardà F, Conan GY .1998. Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistic. ICES J Mar Sci 55:102–120

Matheron, G. 1971. The theory of regionalised and their applications. Les cahiers du Centre de Morphologie Mateématique, facs. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 212 p.

Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. Deep Sea Res., 28A, 625-629.

Morales C. E., S. Hormazabal & J. L. Blanco. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the upper boundary of the oxigen minimun layer off northern Chile

(18°-24°S). Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. J. Mar. Res. 57. 909-932.

Morales, C., J. L. Blanco, M. Braun, and N. Silva. 2001. Chlorophyll-a distribution and mesoscale physical processes in upwelling and adjacent oceanic zone off northern Chile (summer-autumn 1994). J. Mar. Biol. Ass. U. K.. Vol. 81, 193-206.

Nielsen and Schoch,1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109 : 319 - 322.

NODC. 1991. Key to Oceanographic Record Documentation N°14. National Oceanographic Data Center. NOAA. USA.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2004. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En*: Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.

Oliva J., C. Montenegro, M. Braun, O. Rojas, H. Reyes, V. Catasti, E. Diaz, P. Barria, R. Serra, V. Baros, A. Vargas, G. Claramunt, G. Herrera, P. Pizarro, J. Pizarro, Y Muñoz, R. Escribano y M. Oliva. 2002. Evaluación del stock desovante de anchoveta por el método de producción de huevos en la I y II Regiones, año 2001. Instituto de Fomento Pesquero. Informe final. FIP N° 2001-10. 86 p + anexos

Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.

Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thése de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.

Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.

Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique puor IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance dèstimation es quantities totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.

Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.

Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González y E. Yánez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 83 - 101.

Reyes, H. 2004. Variación espacio-temporal de las masas de agua Subtropical, Subantártica y Ecuatorial Subsuperficial en la zona norte de Chile (18°15'S-24°00'S) en el período 1980 – 2001. Tesis para optar al título de oceanógrafo. Universidad Católica de Valparaíso, 114 pp.

Reynolds, D.J., Morgan, J.H., Chanter, N., Jones, P.W., Bridger, J.C., Debney, T.G., Bunch, K.J. 1986. Microbiology of calf diarrhoea in southern Britain. Vet. Rec. 119:34-39.

Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., Nº 119.

Rivoirard, J. Simmonds. J; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science

Robotham, H & J. Castillo. 1990. The bootstrap method: an alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-v. Reún. Cons. int. Explor. Mer, 189: 421 - 424.

Rojas, R. & N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.

Rosenberg, H.I., S. Kinamon, E. Kochva, A. Bdolah. 1992. The secretion of Duvernoy's gland of *Malpolon monspessulanus* induces hemorrhage in the lungs of mice. *Toxicon*, 30: 920-924.

Santander, E., L. Herrera y J. Pizarro. 2001. Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20°18´S): I. Biomasa Pigmentaria. Revista de Biología Marina y Oceanografía 36 (2): 141 - 153

Scalabrin , C. and J. Massé. 1993. Acoustic detection of the spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 1993, 6,269-283.

Smith, R. 1968. Upwelling. In H. Barnes, Oceanography, Marine Biology, Annual Review (pp. 11-46). George Allen and Unwin Ltd. London.

Shannon, C. E. y W. Wiener. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 pp.

Shotton R. y Bazigos G.P. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34 -57.

Simpson J., G. y E. Gil. 1967. Maduración y desove de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en Chile. Boletín Científico Instituto de Fomento Pesquero, Stgo., Chile (4):55.

Simmonds E. John, I. B. Petrie and F. Armstrong. 1984. An automated system for echo sounder calibration using a computer controlled three wire suspension for standard targets ICES CM 1984/B:33(Mimeo)

Simmonds E. John, N. Williamson, F. Gerlotto & A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991, 113 p (**Fig**ures).

Simmonds, J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1992. Survey design and analysis procedures: A comprehensive review of good practices. ICES C.M. 1991, 113 p.

Simmonds, E, y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.

Silva, N. 1983. Masas de agua y circulación de la región norte de Chile. Latitudes 18ºS-32ºS. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA, 7, 47-84.

Silva, C., E. Yáñez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003. Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila *a* y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. *In*: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile. Valparaíso, 157-162.

Sournia, A. 1978 (ed). Phytoplankton Manual. UNESCO, Monographs on Oceanographic Metodology, Paris. 337 p.

Sparre, P. and S. Venema. 1992 Introduction to tropical fish stock assessment. Part I - Manual. FAO Fish. Tech. Paper 306/1.

Swartzman G, Stuetzle W, Kulman K, Wen N. 1994. Modeling the distribution of fish schools in the Bering Sea: morphological school identification. Nat Res Model 8:177–194.

Strub, P., J. Mesías, V. Montecino, J. Rutlland & S. Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western south America. Chapter 10. En. The sea: The global coastal ocean, regional studies and synthesis. 11 A. R. Robinson, & K. H. Brink (Eds.). John Wiley and Sons, Inc., New York. 273-313 pp.

Tanaka. H., Aoki. I and Ohshimo. S. 2006. Feeding habits gill raker morphology of three planktivorous pelagic fish species off the coast of northen and western Kyushu in summer. Journal of fish Biology 68, 1041-1061.

UNESCO, 1981a. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar., Sci. N°36.

UNESCO, 1981b. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.

UNESCO, 1981c. Background papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci., N°37.

Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Teoría y práctica. Santiago de Chile:

Villafañe VE & FMH Reid. 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. En: Manual de Métodos Ficológicos. K Alveal, ME Ferrario, EC Oliveira y E Sar (eds.). Universidad de Concepción, Concepción. 169-185 pp.

Wolter, K. M.. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page, 1985.

Yánez, E., C. Silva, A. Órdenes, F. Gómez, A. Valdenegro, N. Silva, S. Hormazábal, A. Montecinos, L. Cubillos, F. Espíndola y O. Pizarro. 2005. Análisis integrado histórico ambiente – recursos, I y II Regiones. Informe Final FIP N° 2003–33. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 164 p + Anexos

Yañez, E., M.A. Barbieri y C. Silva. 2003. "Fluctuaciones Ambientales de Baja Frecuencia y Principales Pesquerías Pelágicas Chilenas" En E. Yánez (Ed.) *Actividad Pesquera*

Yáñez, E., A. Gonzalez y M. A. Barbieri. 1995. Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992*. Invest. Mar*., Valparaíso, vol 23: 123-147

Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood Clifs, N. J.

F I G U R A S

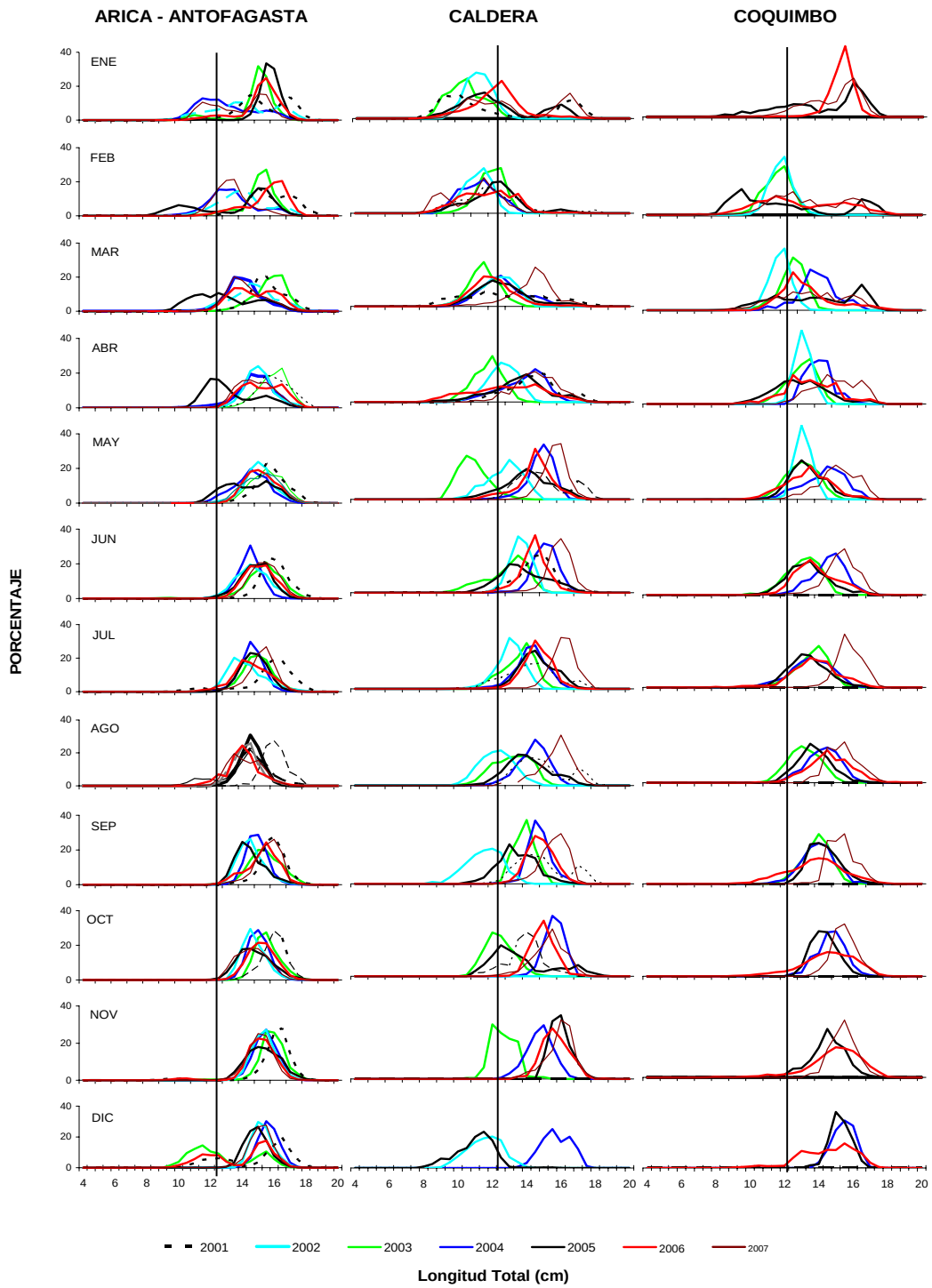


Figura 1. Distribución de frecuencias de longitudes en las capturas de anchoveta. Zona Arica - Coquimbo, Flota Total. Años 2001 a 2007.

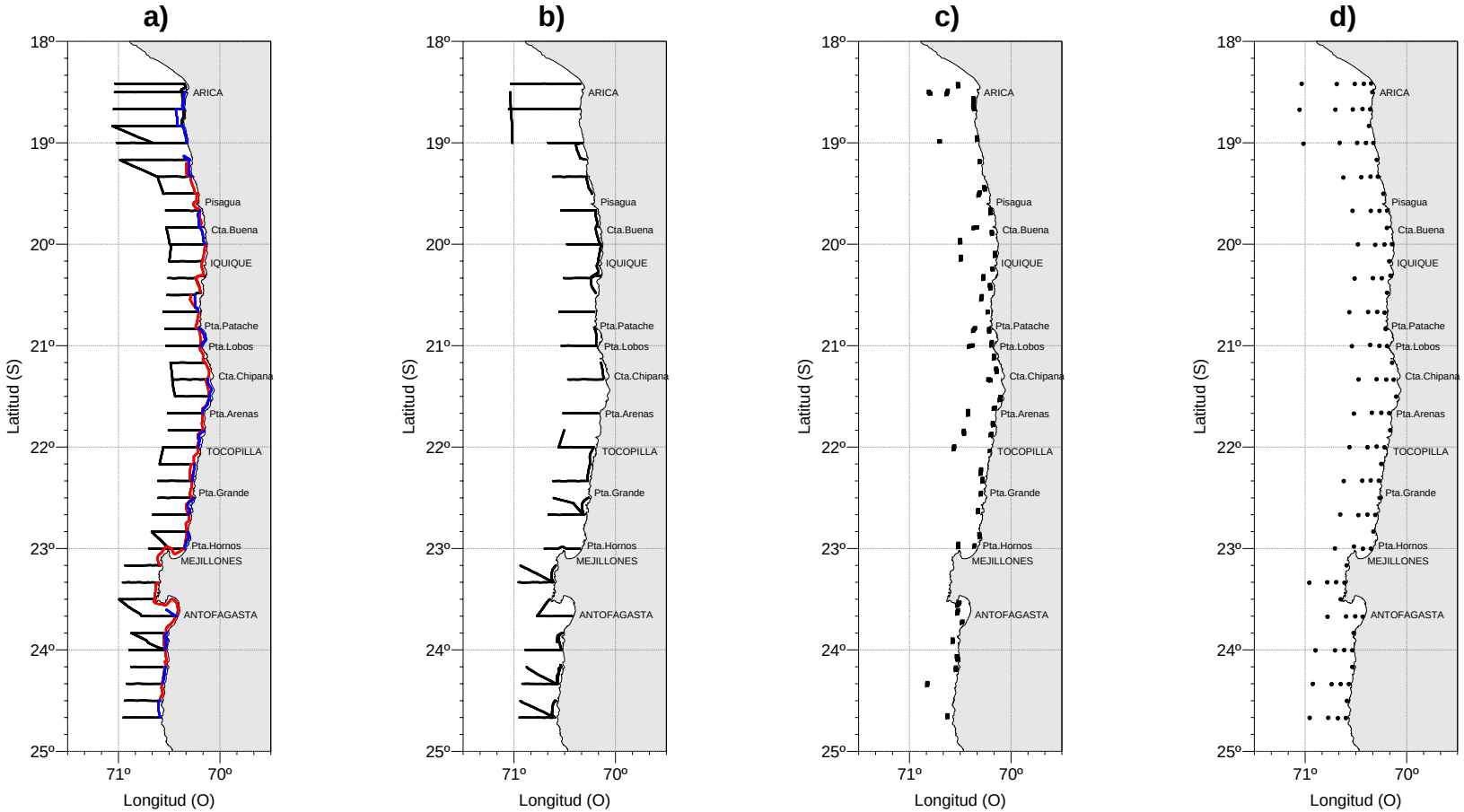


Figura 2. a) Localización de las transectas acústicas diurnas (negro) y de las prospecciones costeras Sur-Norte (azul) y Norte-Sur (rojo). b) Localización de las transectas acústicas nocturnas. c) Localización de los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina (51) y d) Localización de las estaciones bio-oceanográficas (102) realizadas durante crucero RECLAN 0712.

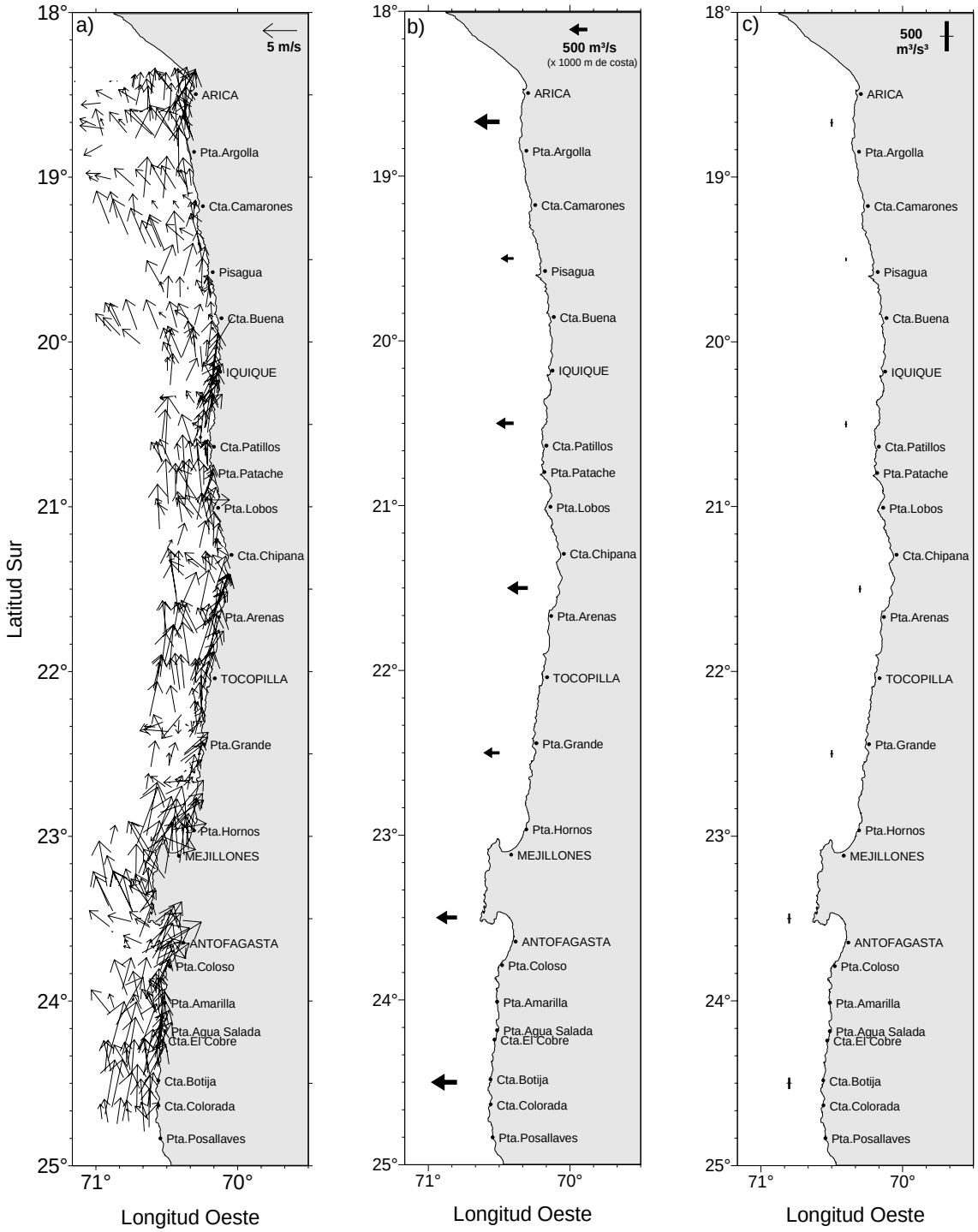


Figura 3. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento (m/s), b) índice de surgencia promediado cada un grado de latitud y c) índice de turbulencia promediado cada un grado de latitud. Crucero diciembre 2007.

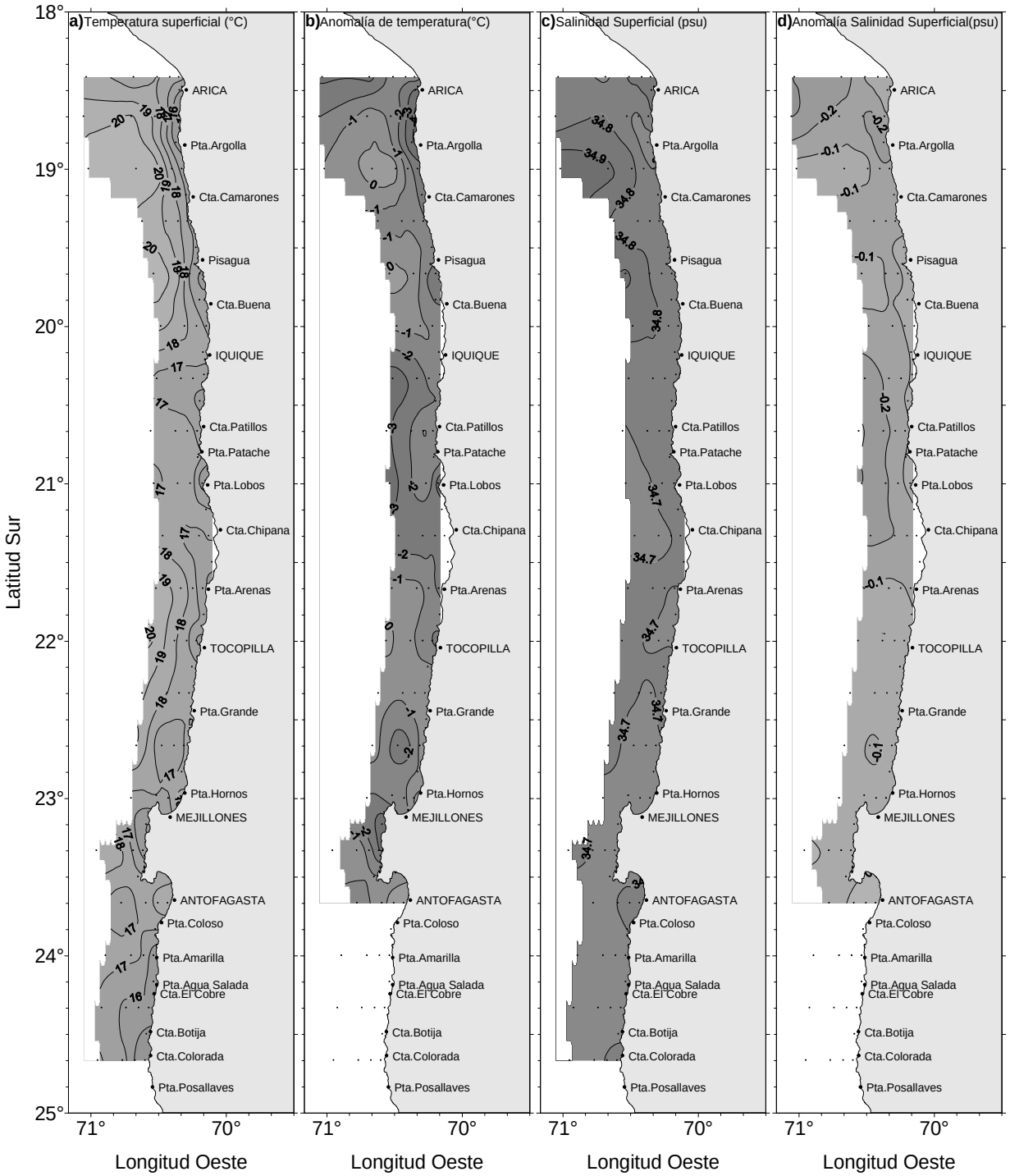


Figura 4. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero diciembre 2007.

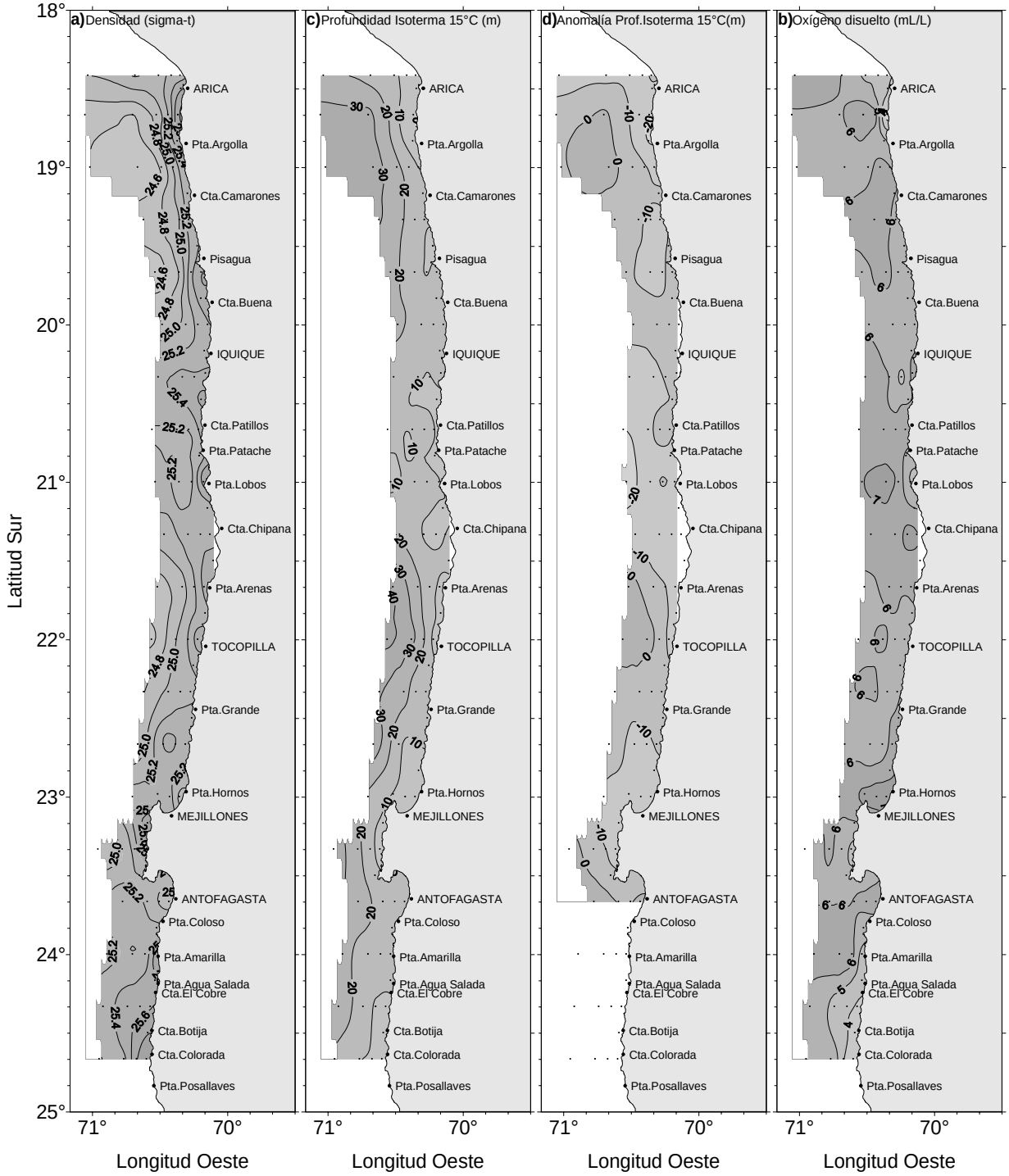


Figura 5. Distribución superficial de a) densidad (sigma-t) (kg/m^3), b) profundidad de la isoterma de 15°C (m), c) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) y d) contenido de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero diciembre 2007.

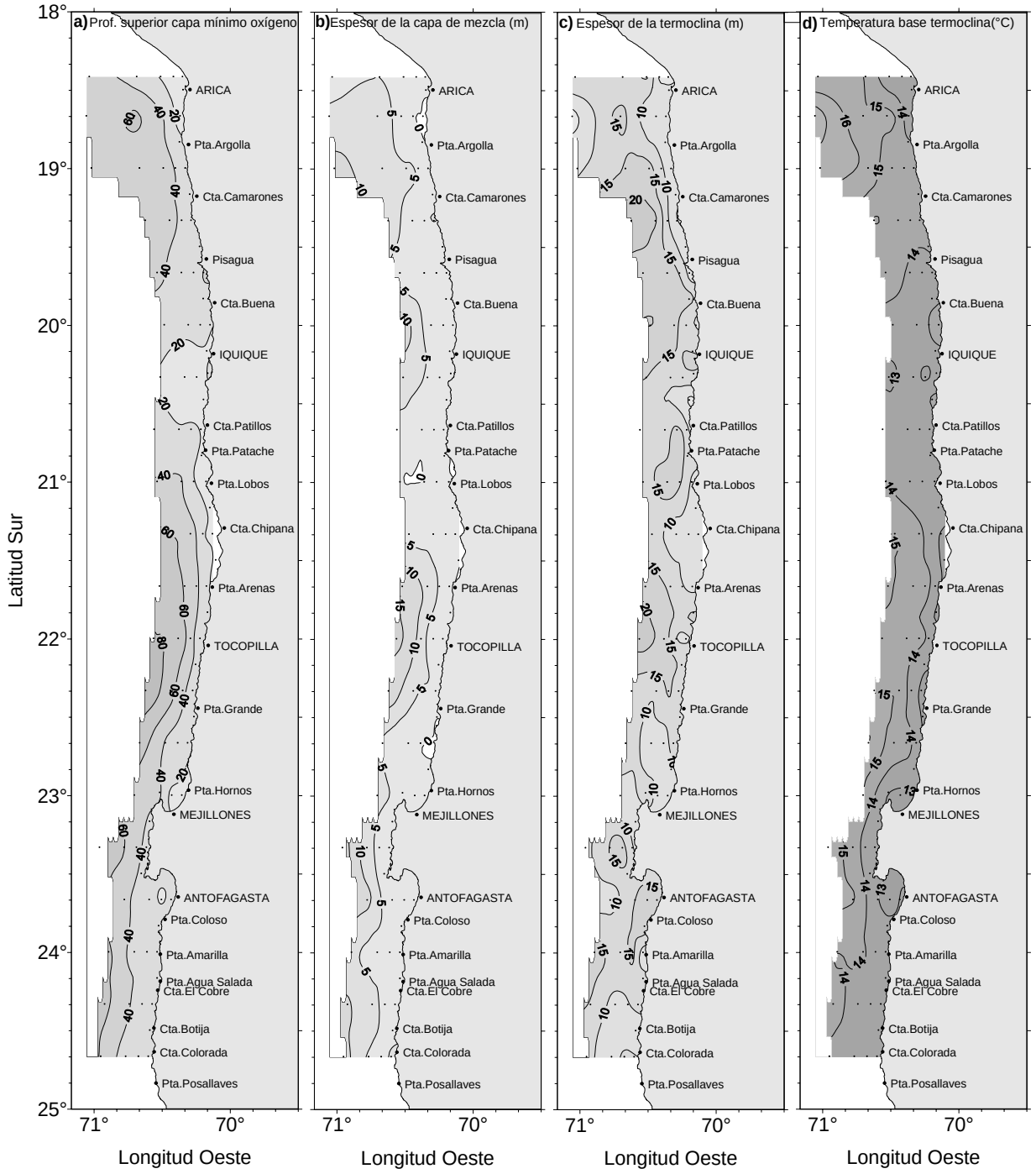


Figura 6. Distribución de a) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, b) espesor de la capa de mezcla (m), c) espesor de la termoclina (m) y d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero diciembre 2007.

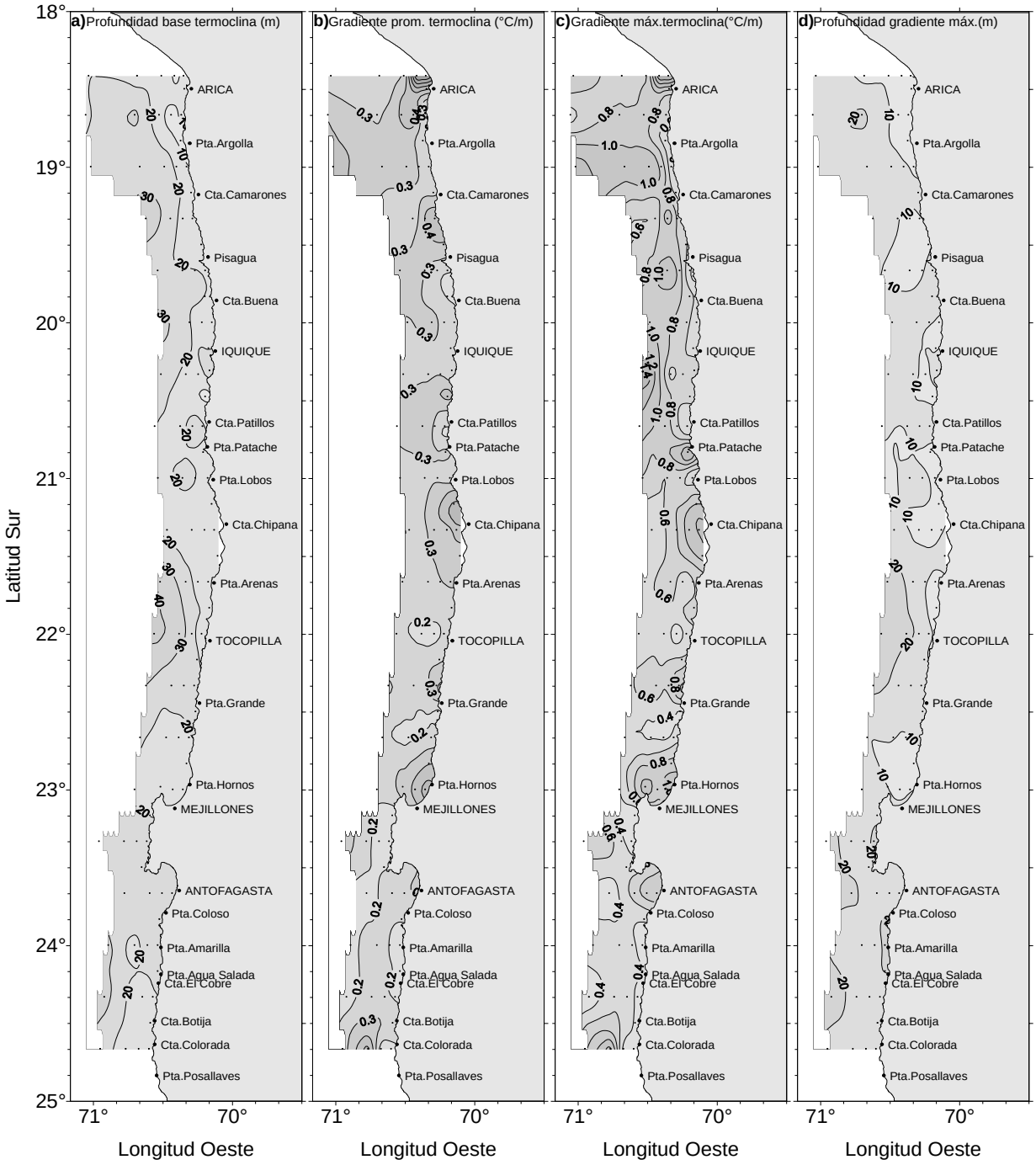


Figura 7. Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina (°C/m), c), máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero diciembre 2007.

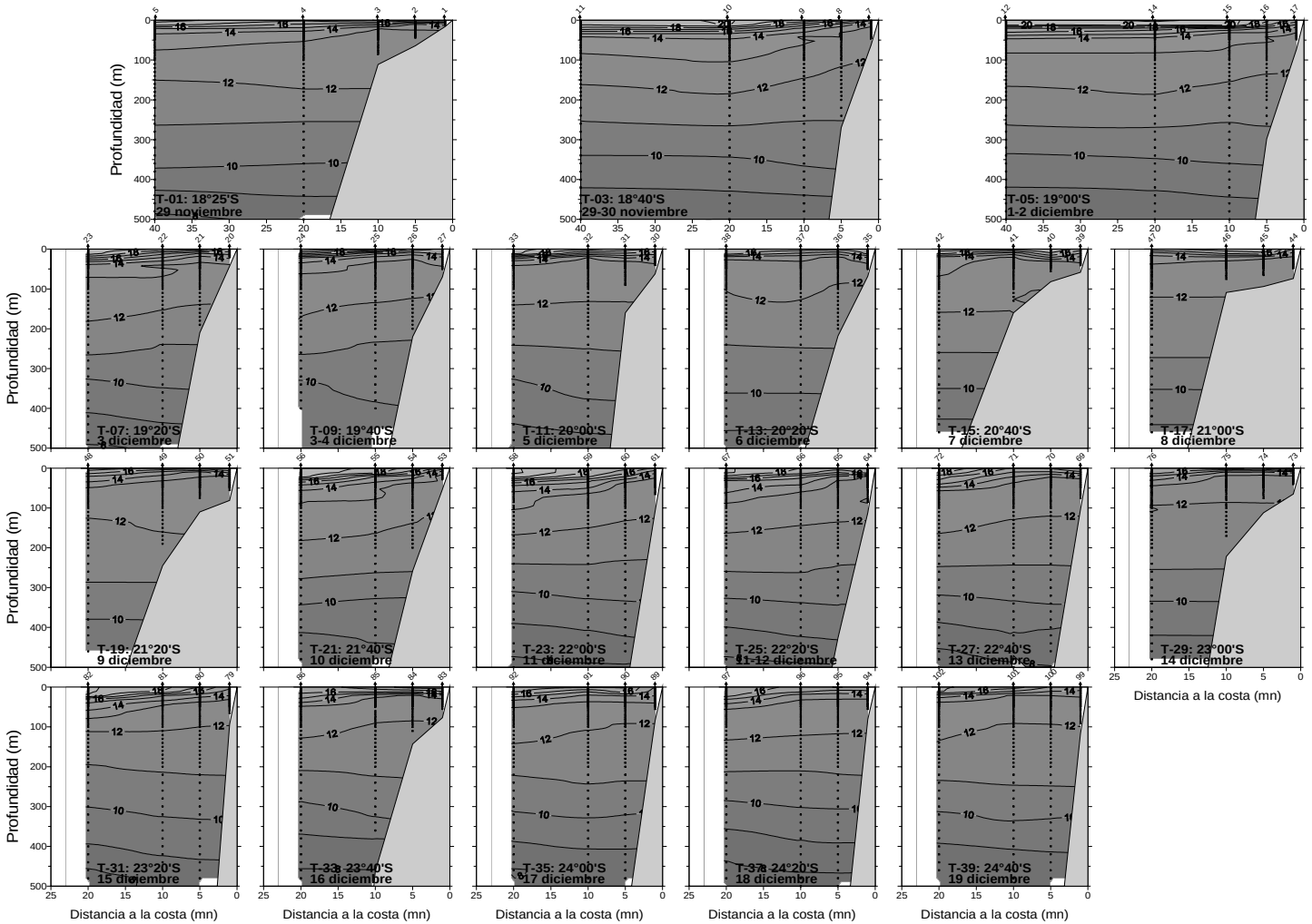


Figura 8. Distribución vertical de temperatura (°C) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

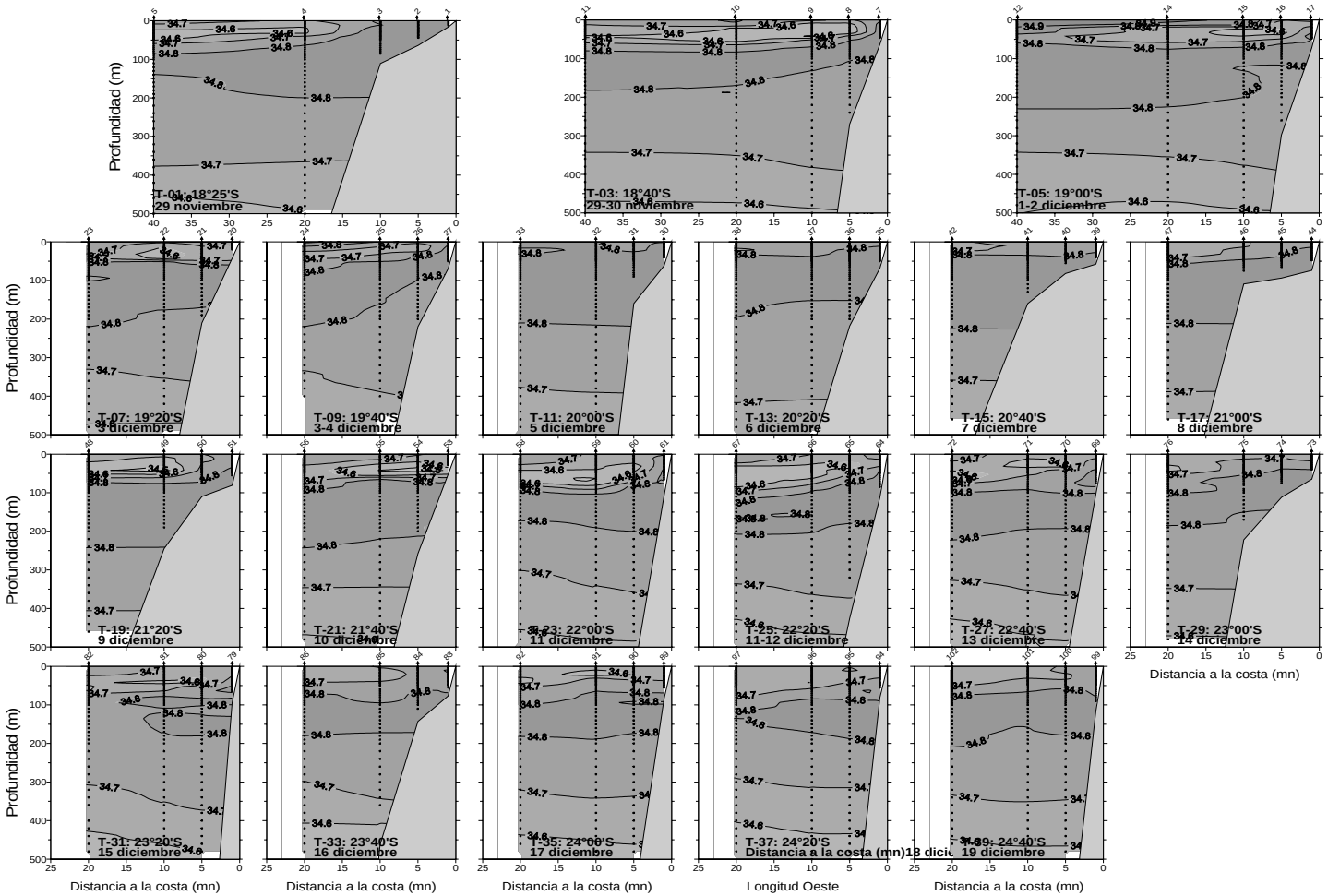


Figura 9. Distribución vertical de salinidad (psu) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

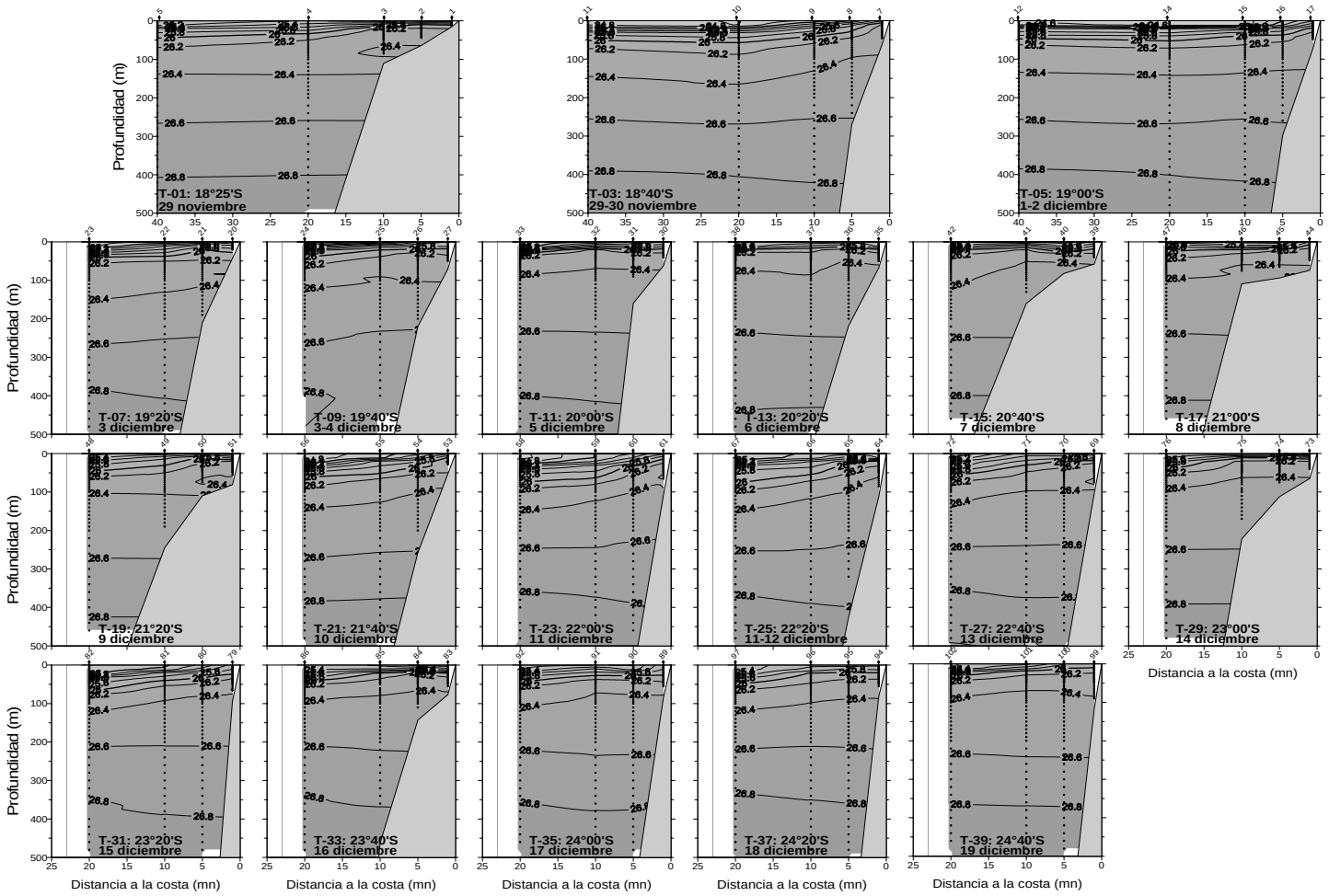


Figura 10. Distribución vertical de densidad (sigma-t)(kg/m^3) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

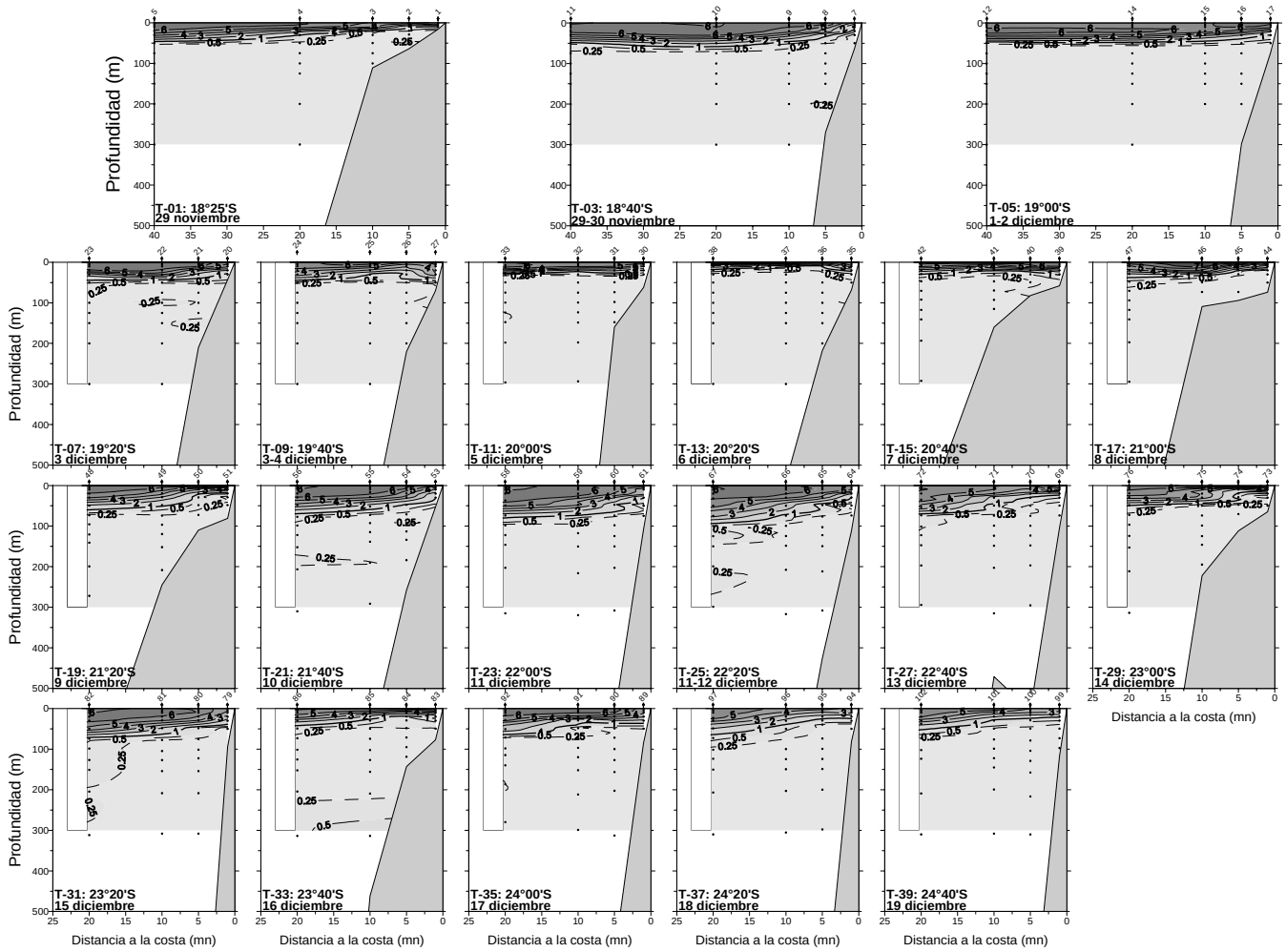


Figura 11. Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

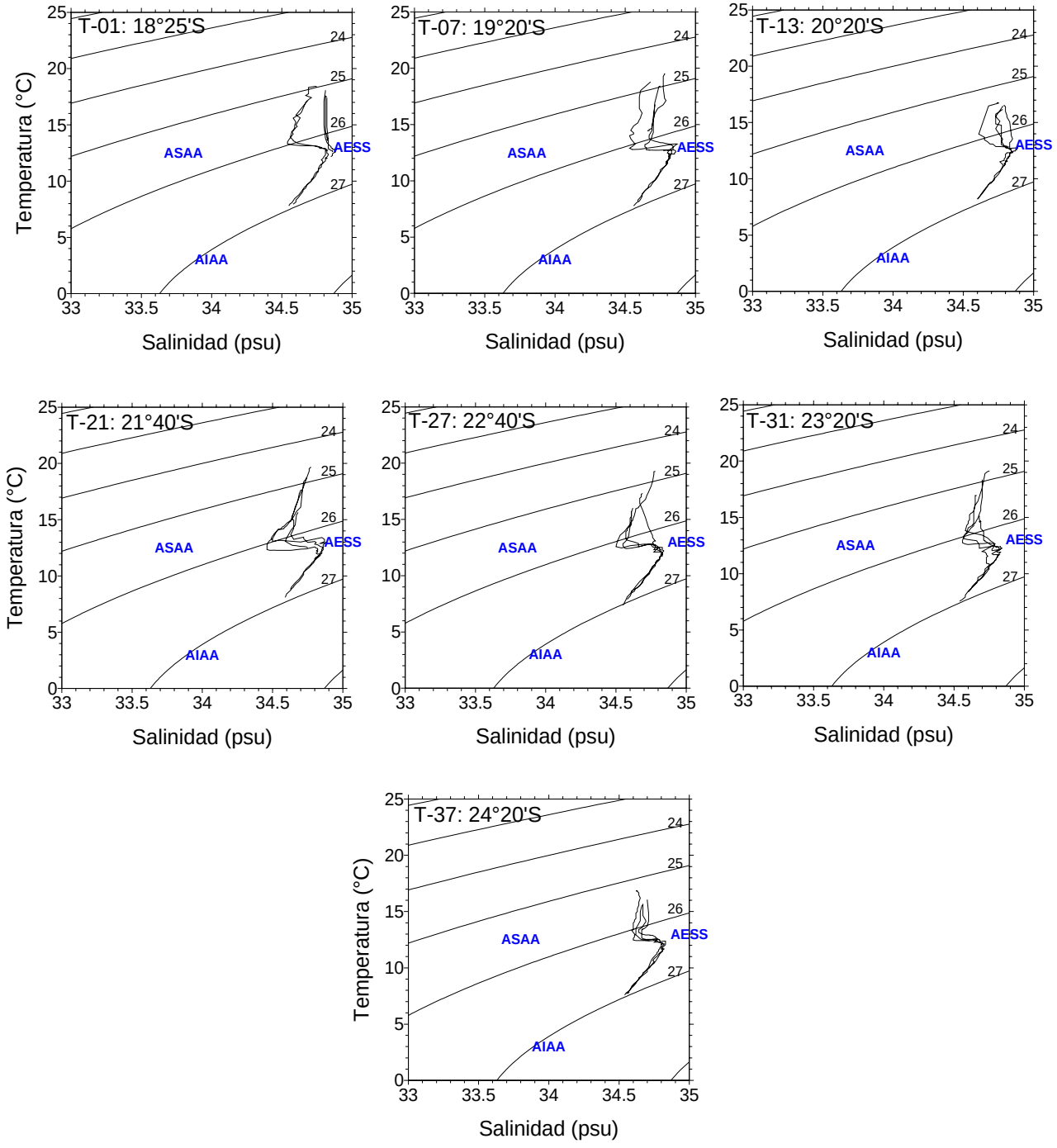


Figura 12. Diagramas T-S de las estaciones por transecta cada 1° de latitud. Crucero diciembre 2007.

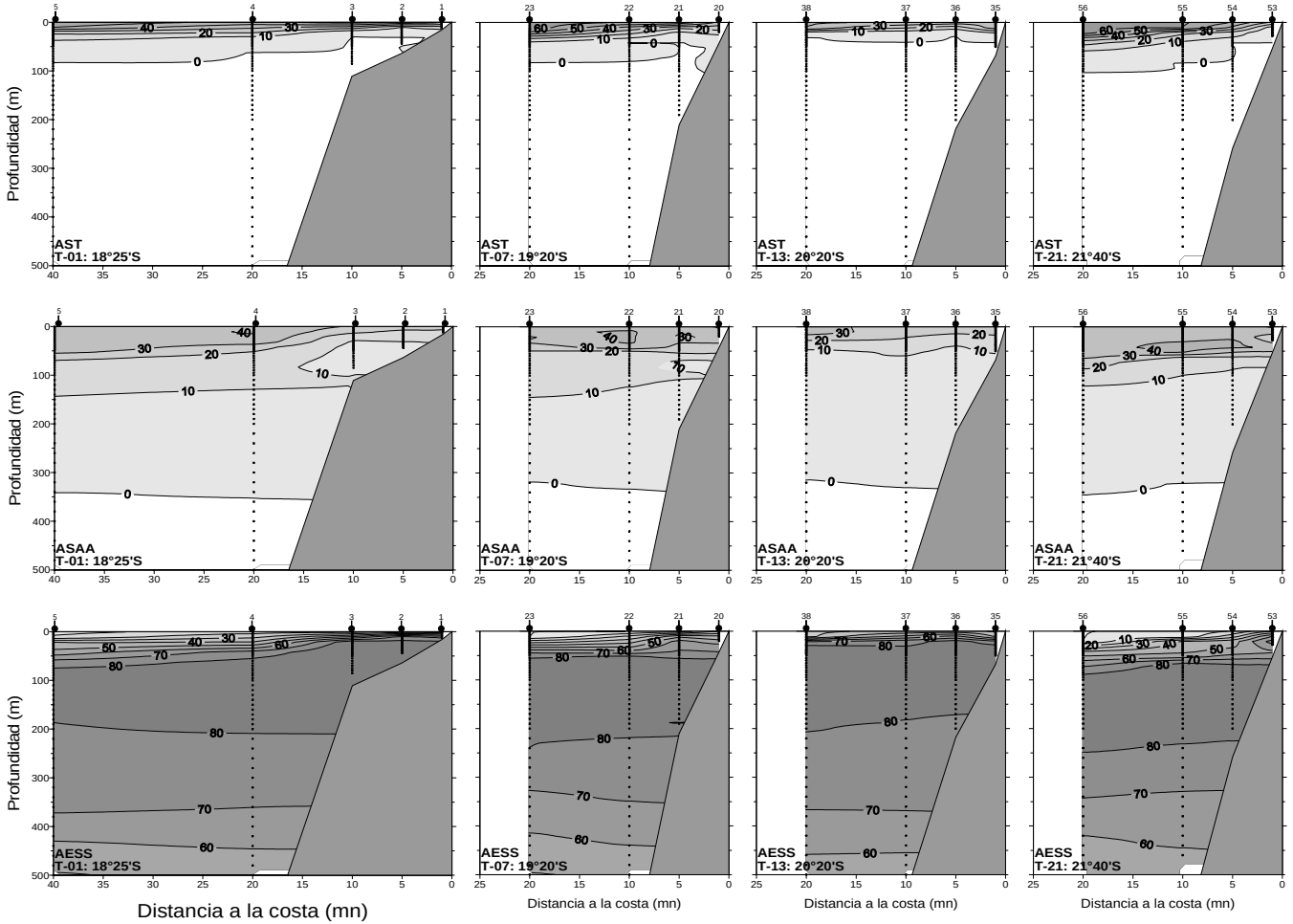


Figura 13. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1, 7, 13 y 21. Crucero diciembre 2007.

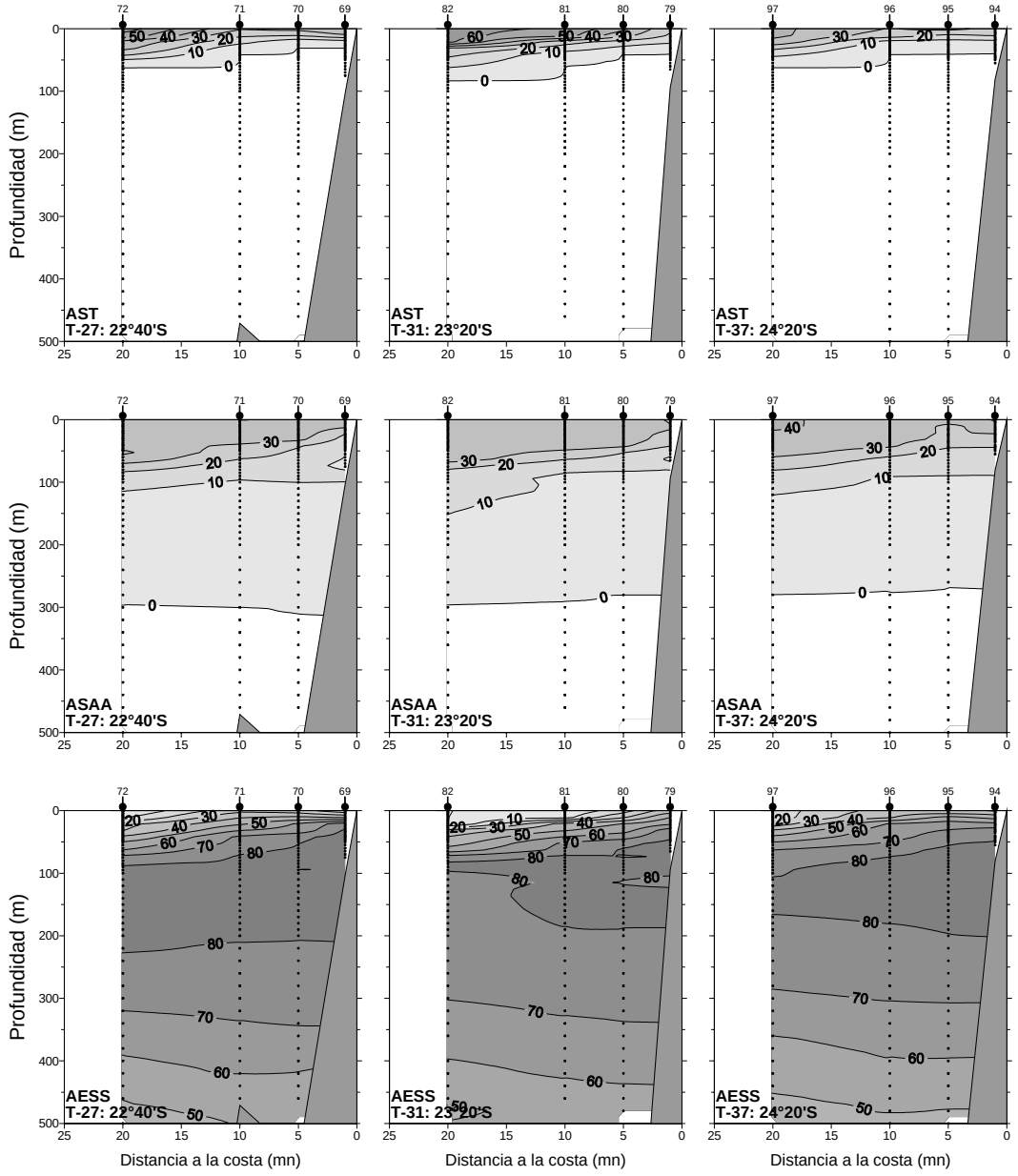


Figura 14. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST), Subantártica (ASAA) y agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 27, 31 y 37. Crucero diciembre 2007.

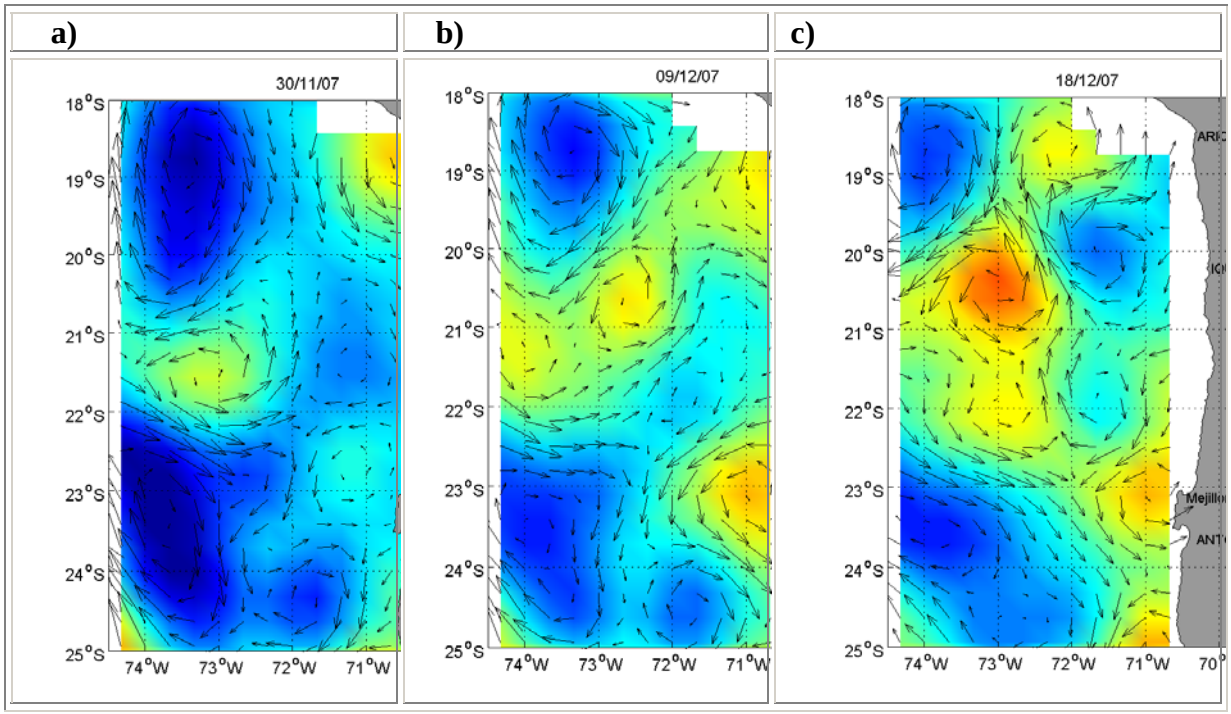


Figura 15. Imágenes diarias de anomalía de nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días a) 30 de noviembre, b) 9 de diciembre y c) 18 de diciembre de 2007 (Fuente: AVISO).

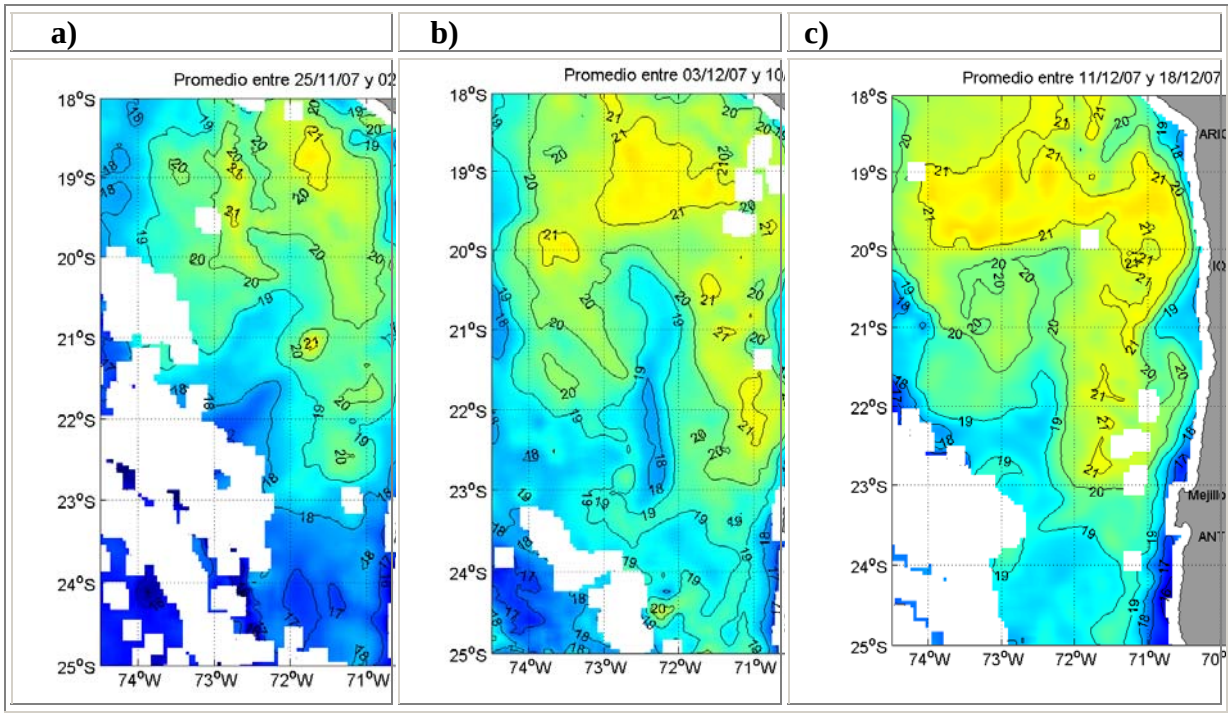


Figura 16. Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre a) 25 de noviembre al 2 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 18 de diciembre de 2007. (Fuente: NASA).

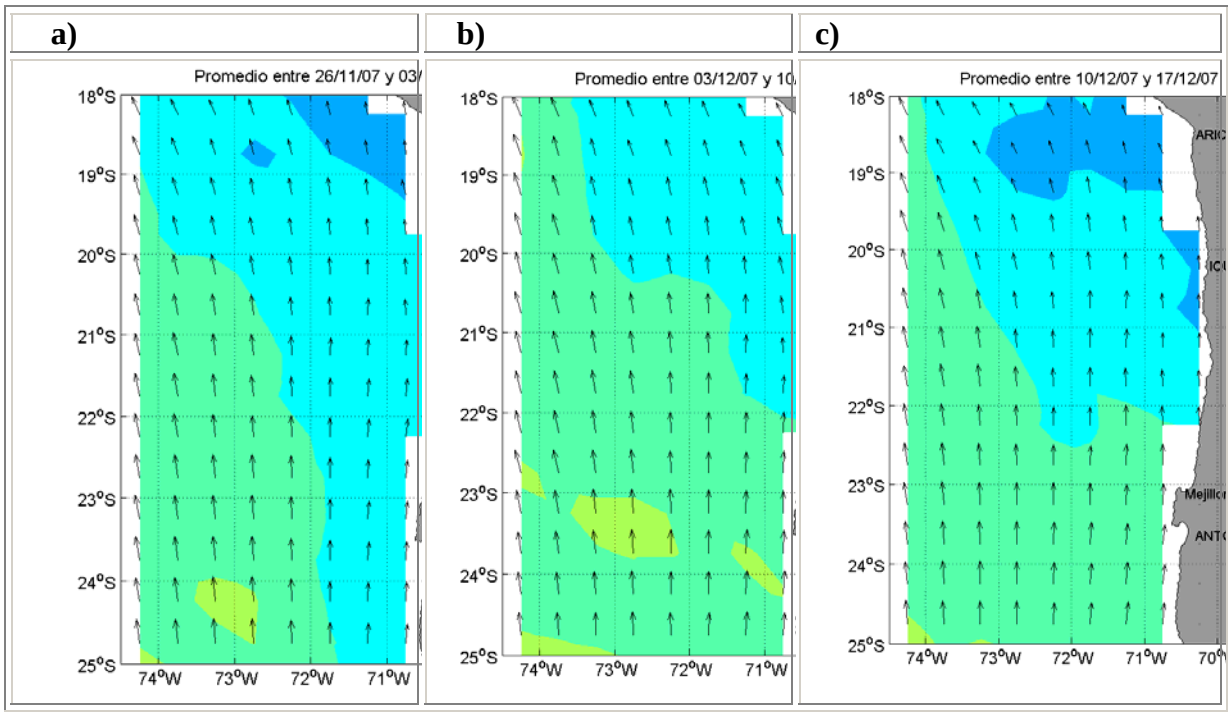


Figura 17. Promedios semanales de magnitud y dirección del viento (satelital) en la zona norte de Chile entre a) 26 de noviembre al 3 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 17 de diciembre de 2007 (Fuente: IFREMER).

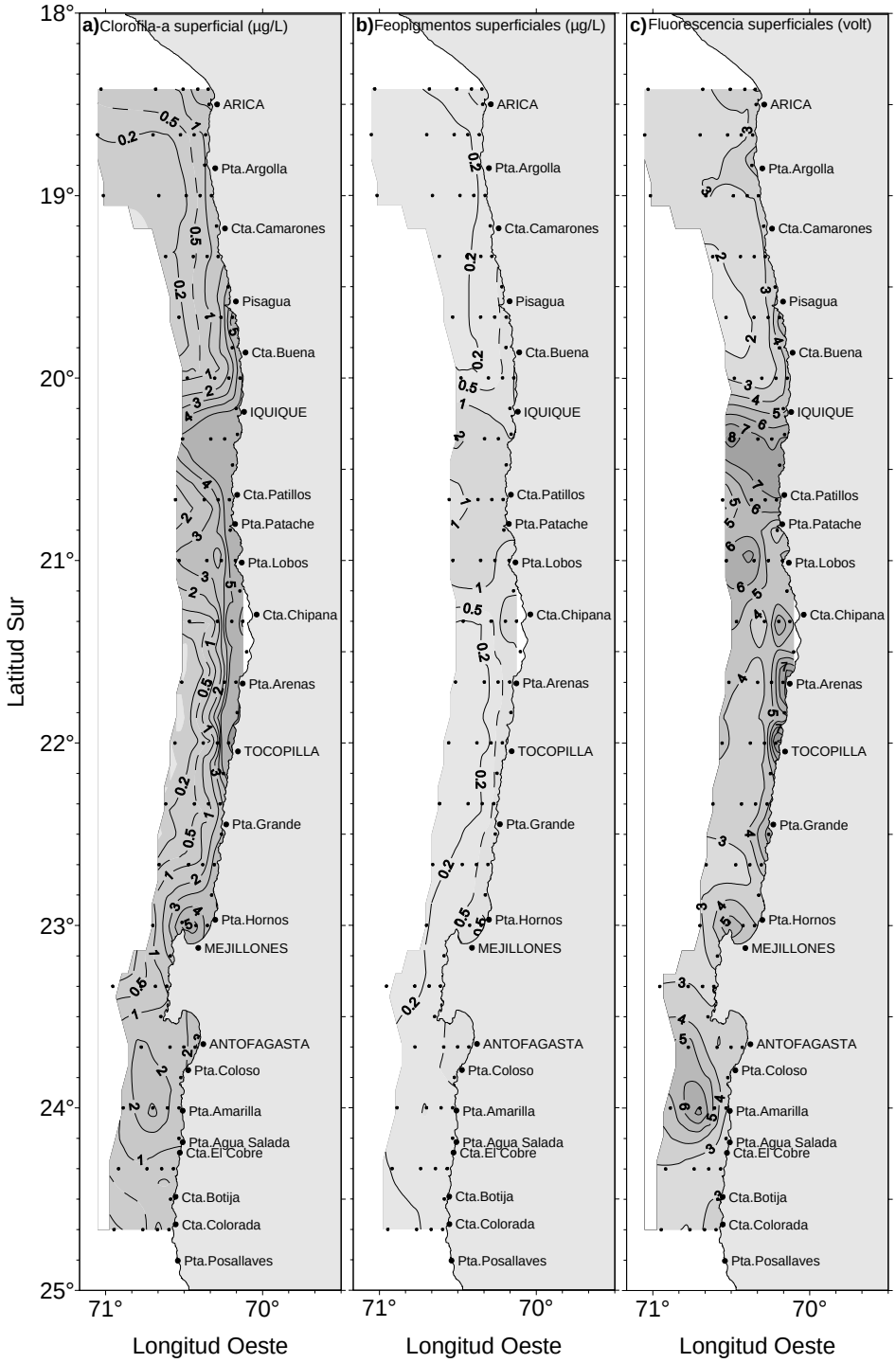


Figura 18. Distribución de a) clorofila-a superficial (µg/L), b) feopigmento superficial (µg/L) y c) fluorescencia *in vivo* superficial (volt). Crucero diciembre 2007.

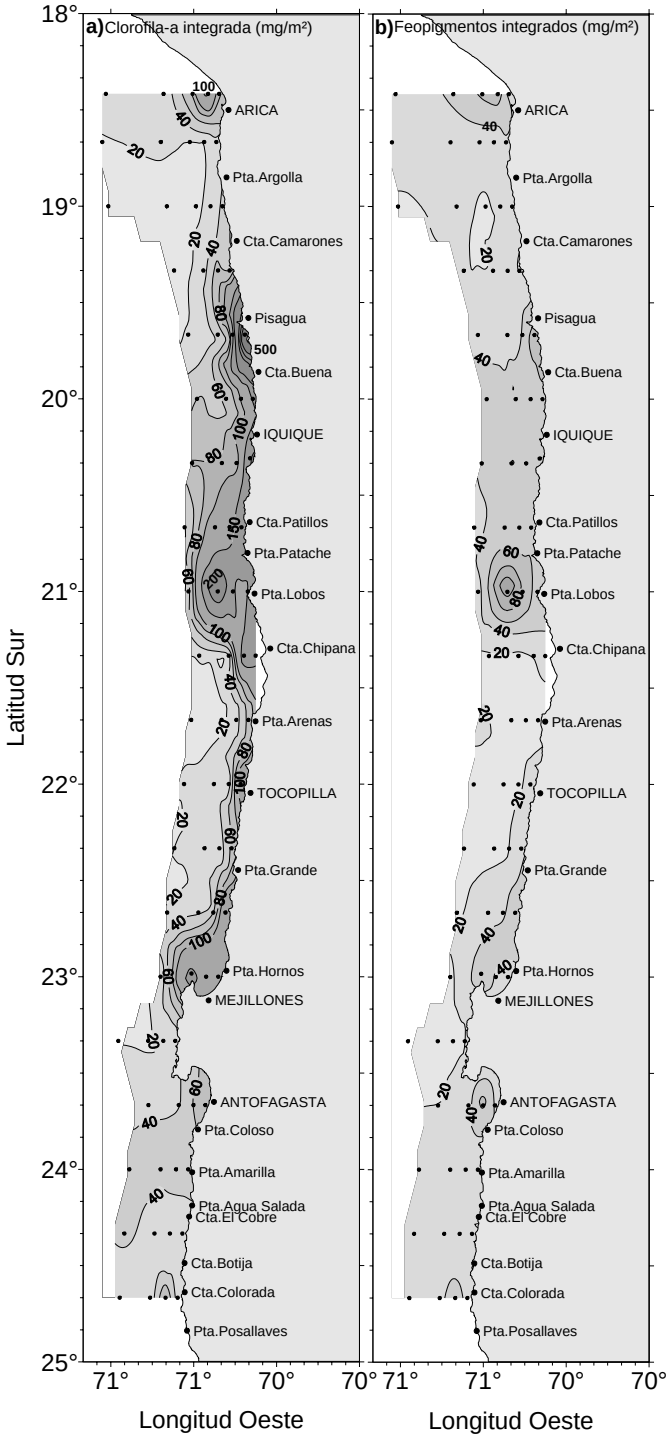


Figura 19. Distribución de a) clorofila integrada (mg/m^2) y b) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero diciembre 2007.

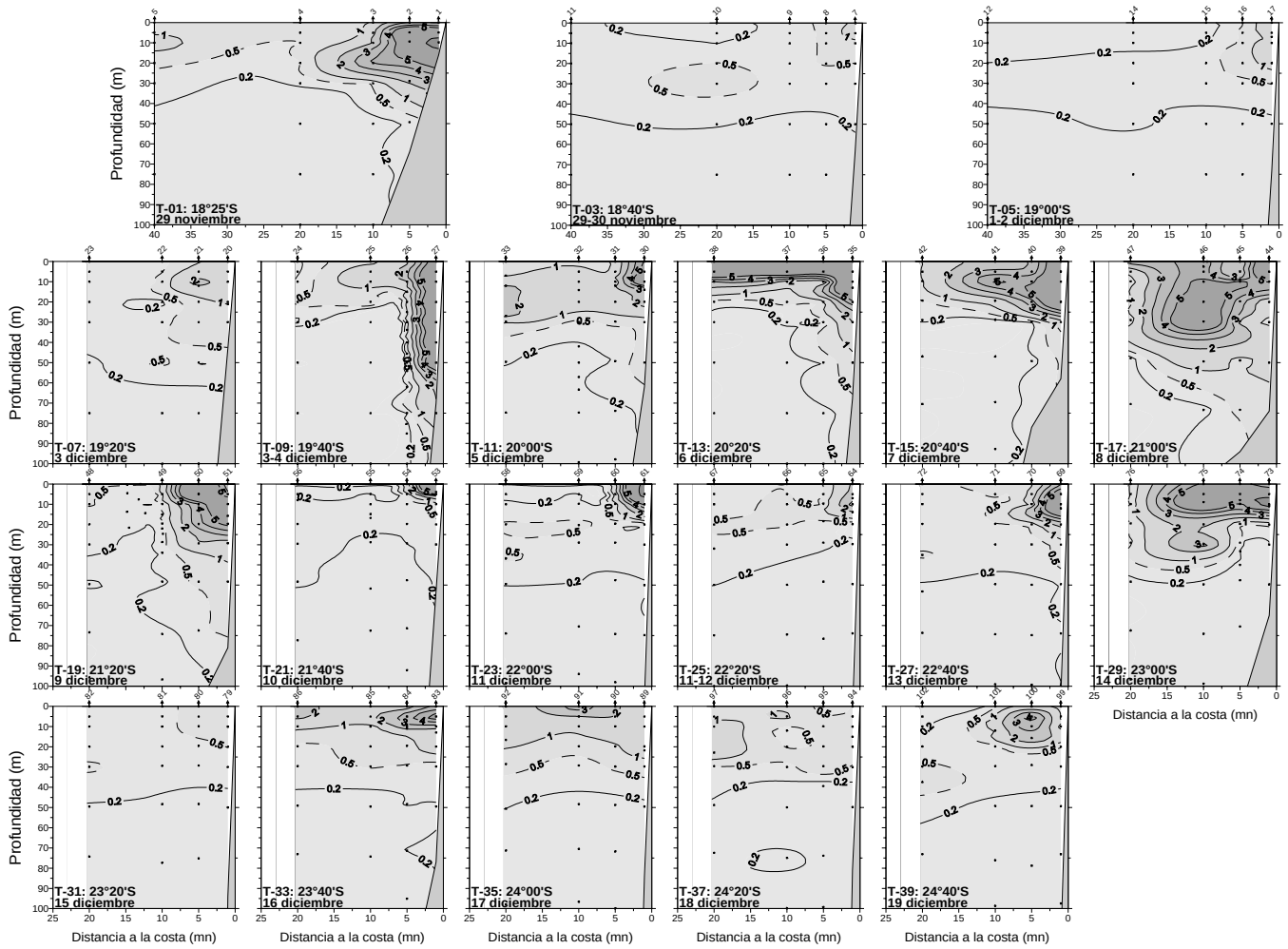


Figura 20. Distribución vertical de clorofila a (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

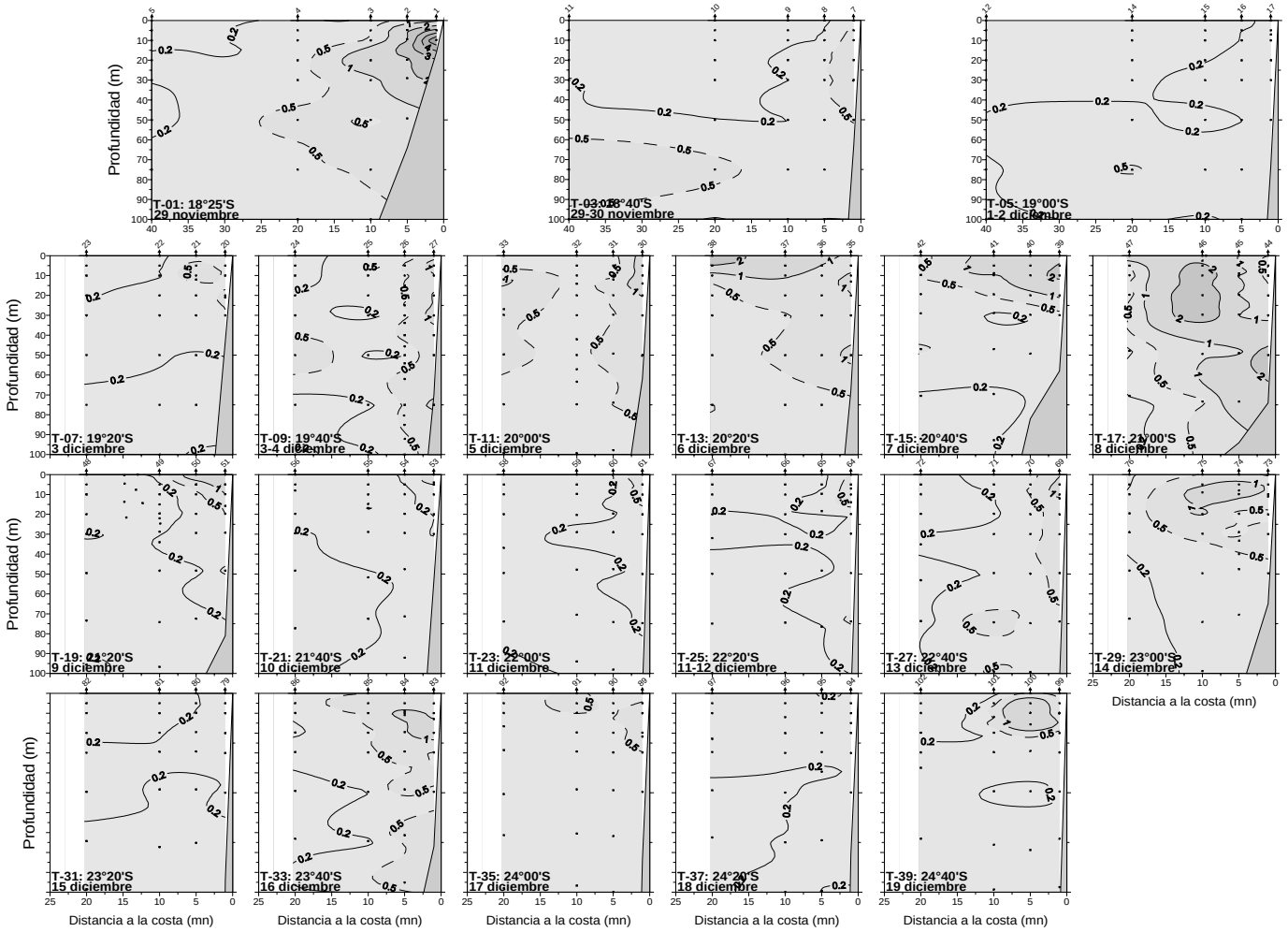


Figura 21. Distribución vertical de feopigmentos (µg/L) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

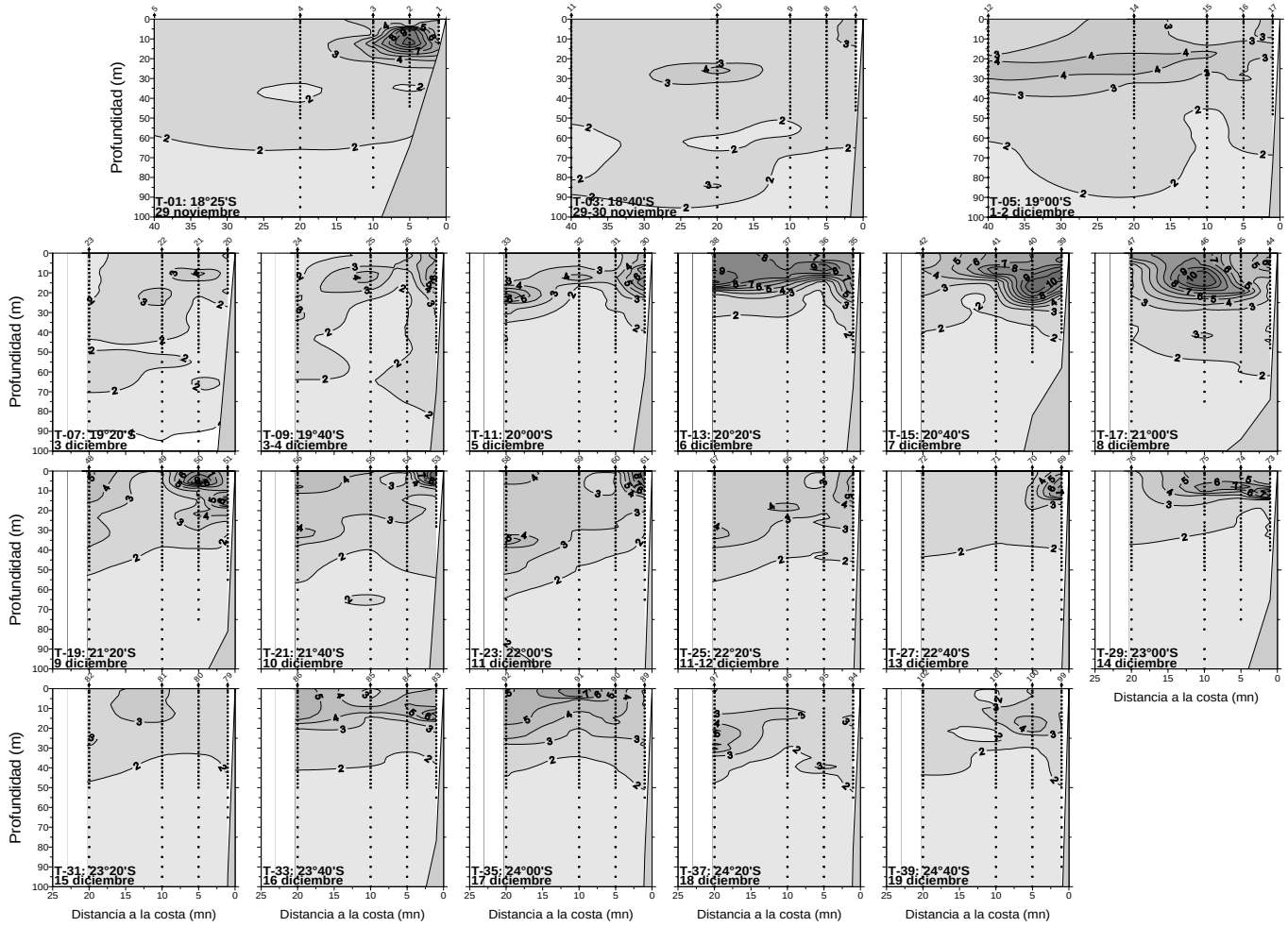
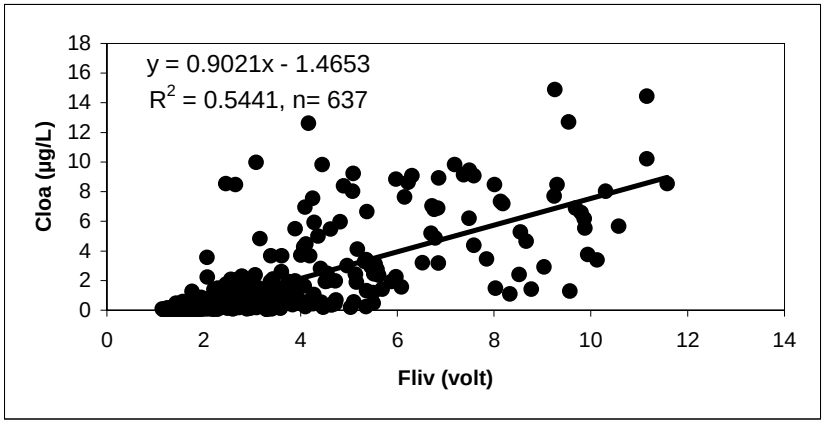
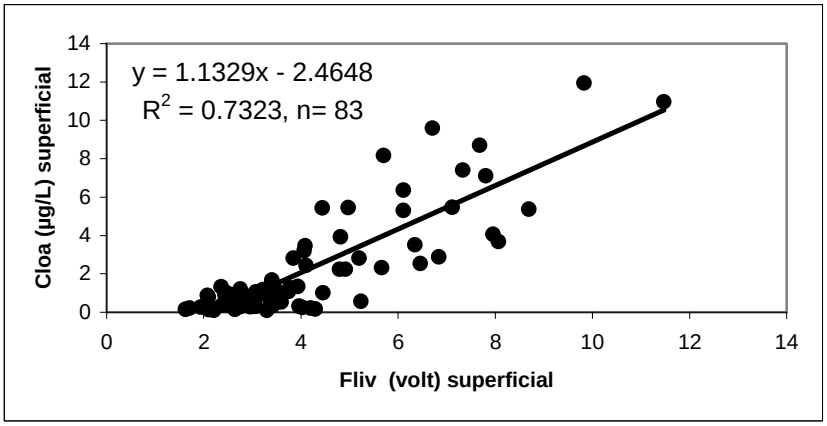


Figura 22. Distribución vertical de fluorescencia *in vivo* (volt) en todas las transectas oceanográficas. Crucero diciembre 2007.

a)



b)



c)

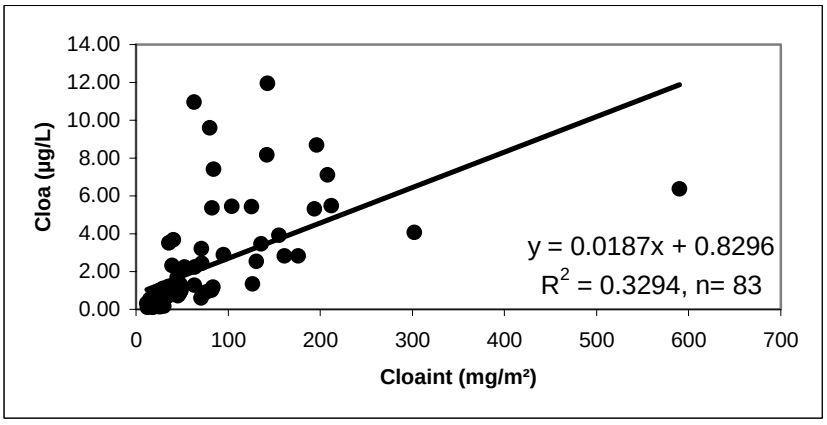


Figura 23. Asociación entre a) clorofila-a (µg/L) v/s fluorescencia in vivo (vlot), b) clorofila-a (µg/L) superficial v/s fluorescencia in vivo (vlot) superficial y c) clorofila-a (µg/L) superficial v/s clorofila-a integrada (mg/m²). Crucero diciembre 2007.

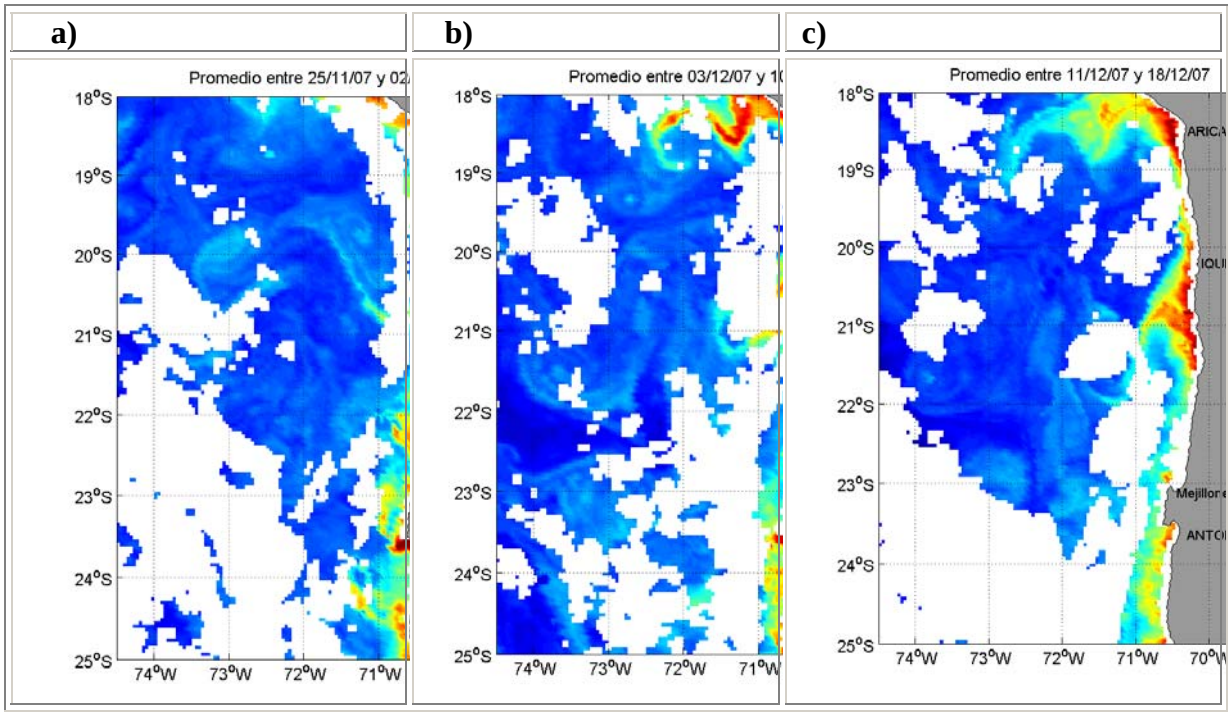


Figura 24. Promedios semanales de Cloa (satelital) de la zona norte de Chile entre a) 25 de noviembre al 2 de diciembre, b) 3 al 10 de diciembre y c) 11 al 18 de diciembre de 2007 (Fuente: NASA).

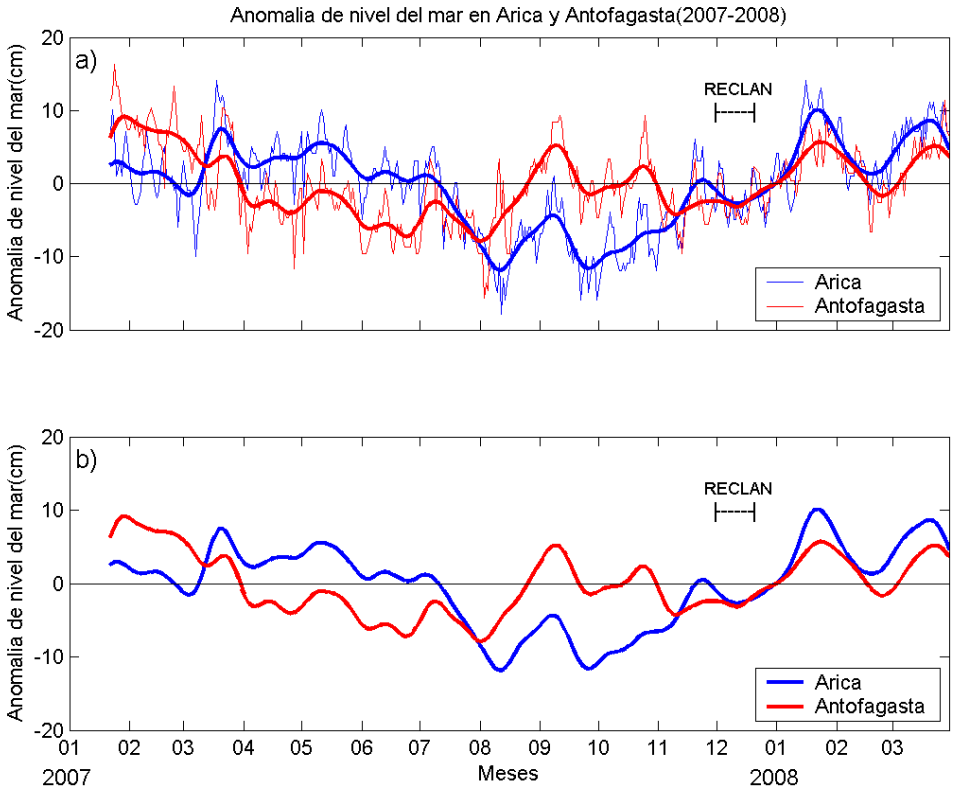
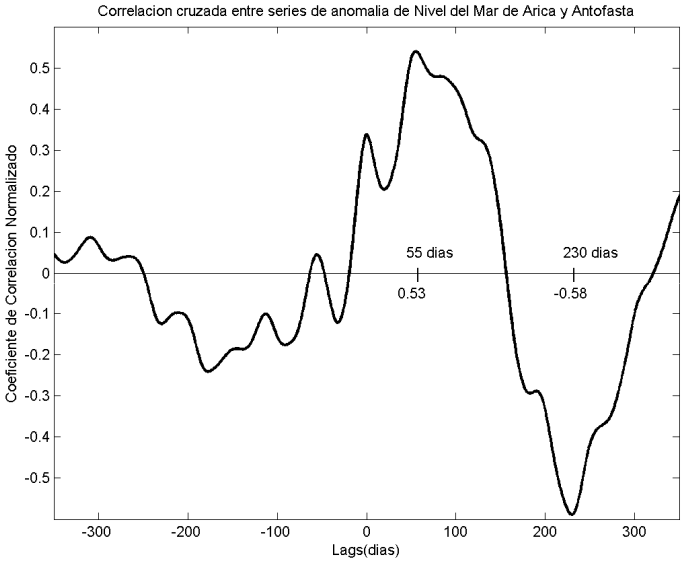


Figura 25. Serie de a) Anomalía de nivel del mar diaria y filtrada y b) anomalía de nivel del mar filtrada, registrada en los puertos de Arica y Antofagasta durante el periodo enero 2007 a marzo 2008.



}

Figura 26. Correlación cruzada entres los registro de Anomalía de nivel del mar diaria entre los puertos de Arica y Antofagasta. El eje inferior es el desfase (LAGS) en días del desplazamiento entre las series. El eje central muestra los puntos más significativos de la correlación acompañado por el desfase entre ambas series.

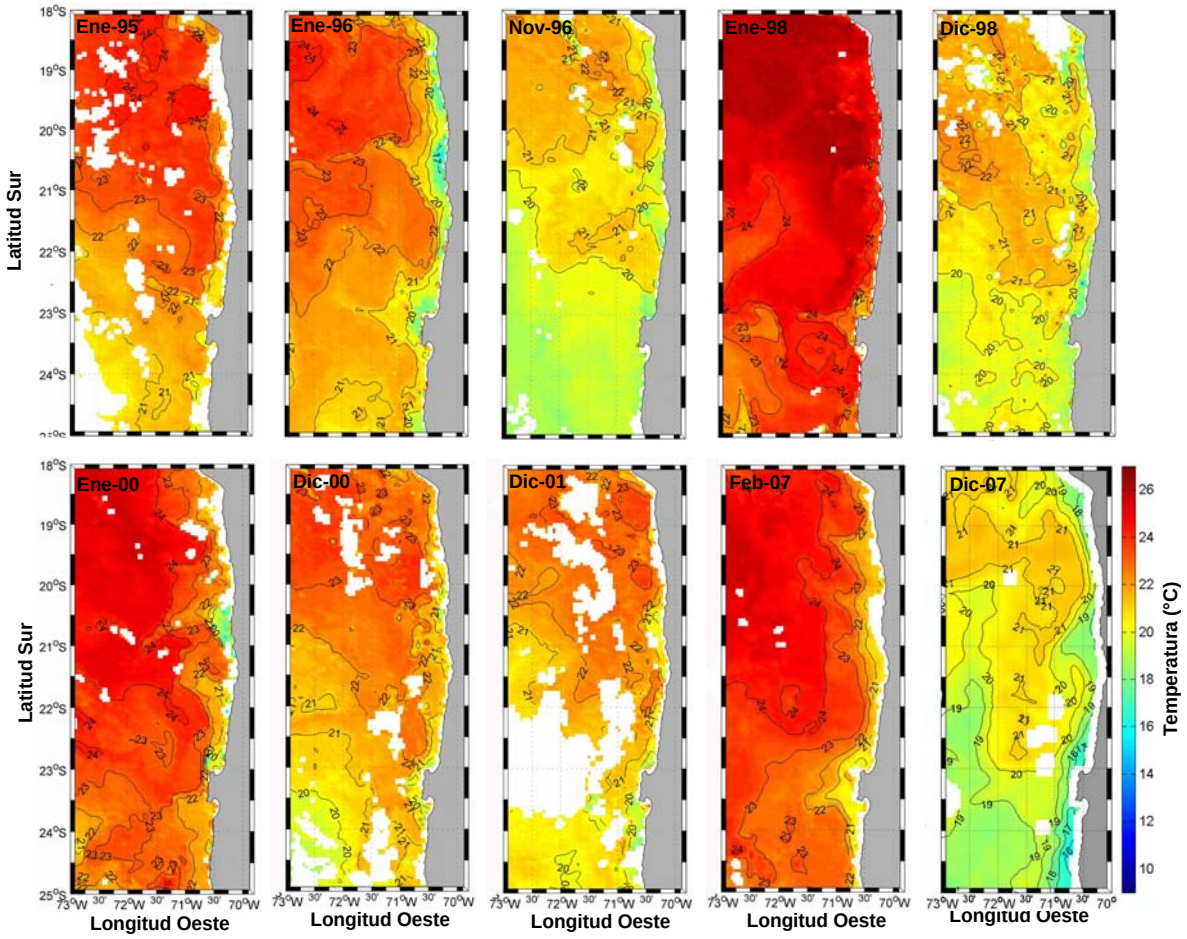


Figura 27. Imágenes de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 3 y la fecha de los cruceros en la Tabla 4.

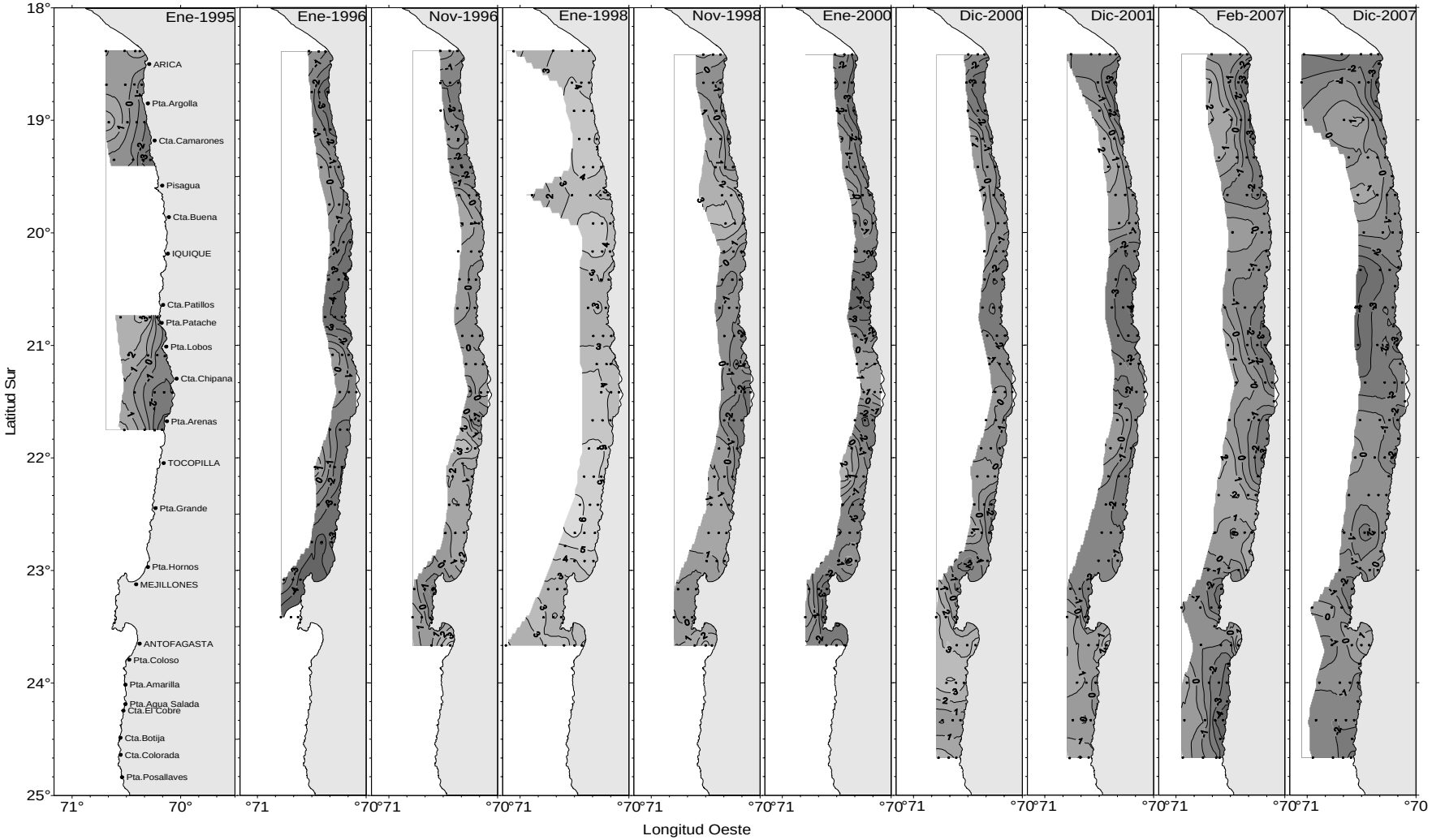


Figura 28. Distribución superficial de anomalía de temperatura de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla 4.

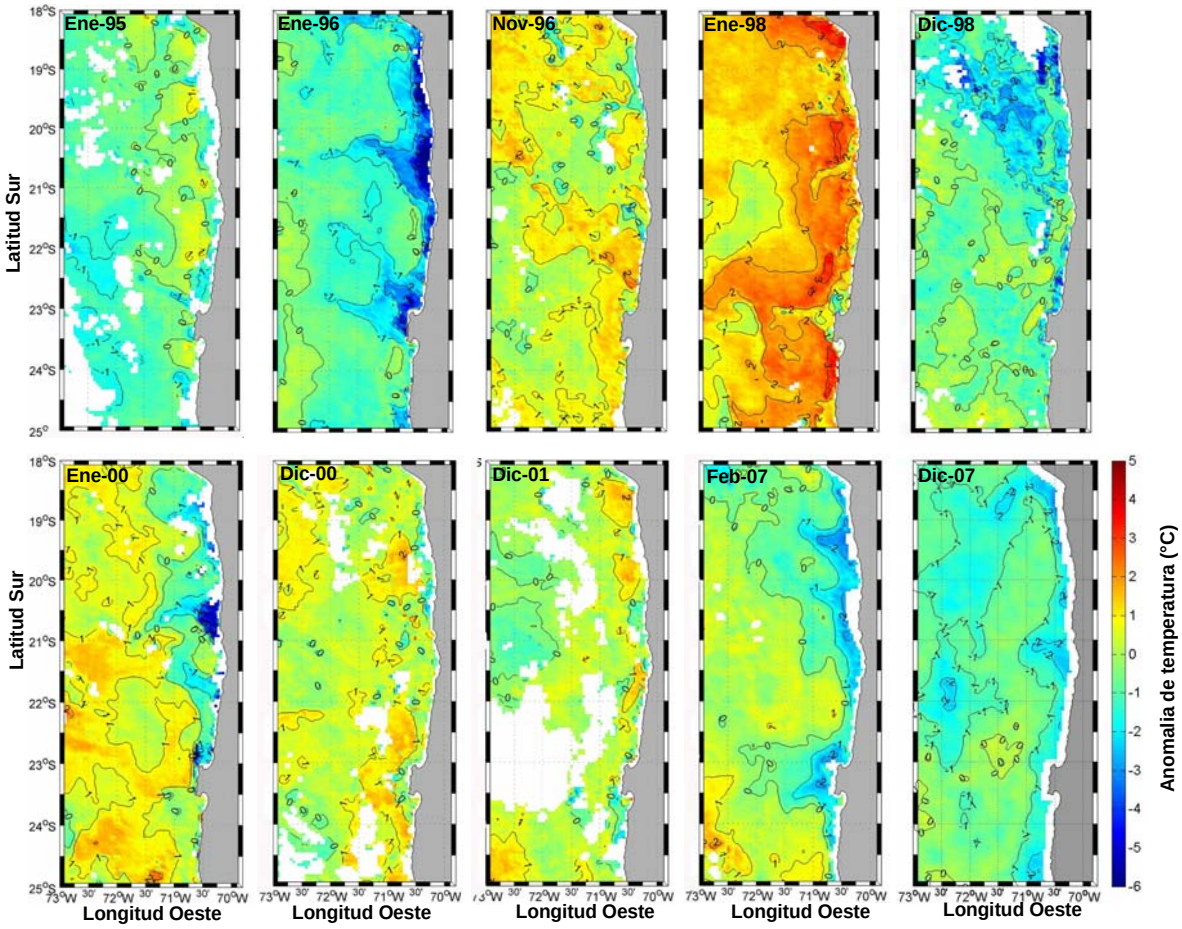


Figura 29. Imágenes de anomalía de TSM satelital promedio de una semana del mes en que se realizaron cruceros RECLAN en la I y II Región. Las fechas de la semana promedio se indican en la Tabla 3 y la fecha de los cruceros en la Tabla 4.

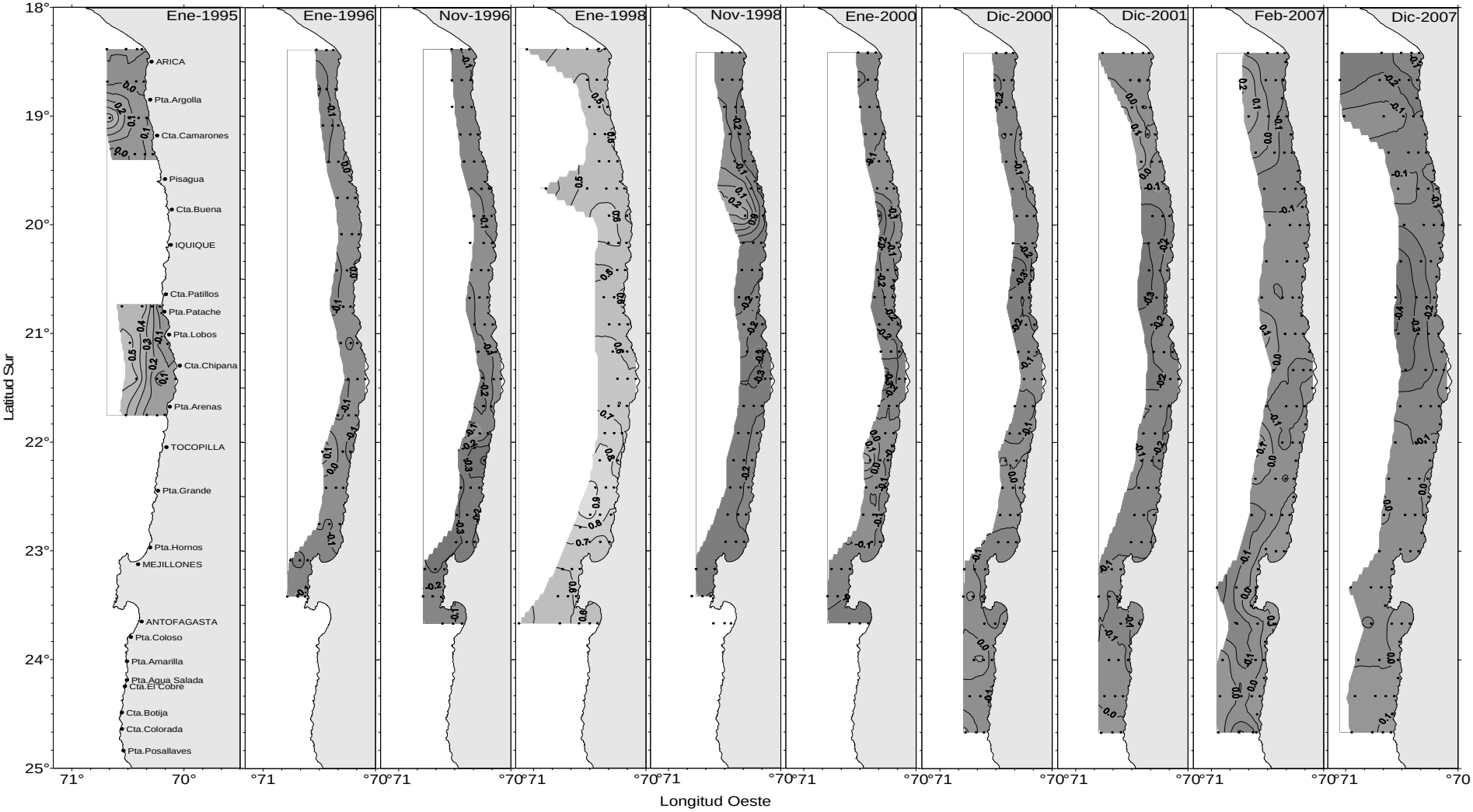


Figura 30. Distribución superficial de anomalía de salinidad de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla 4.

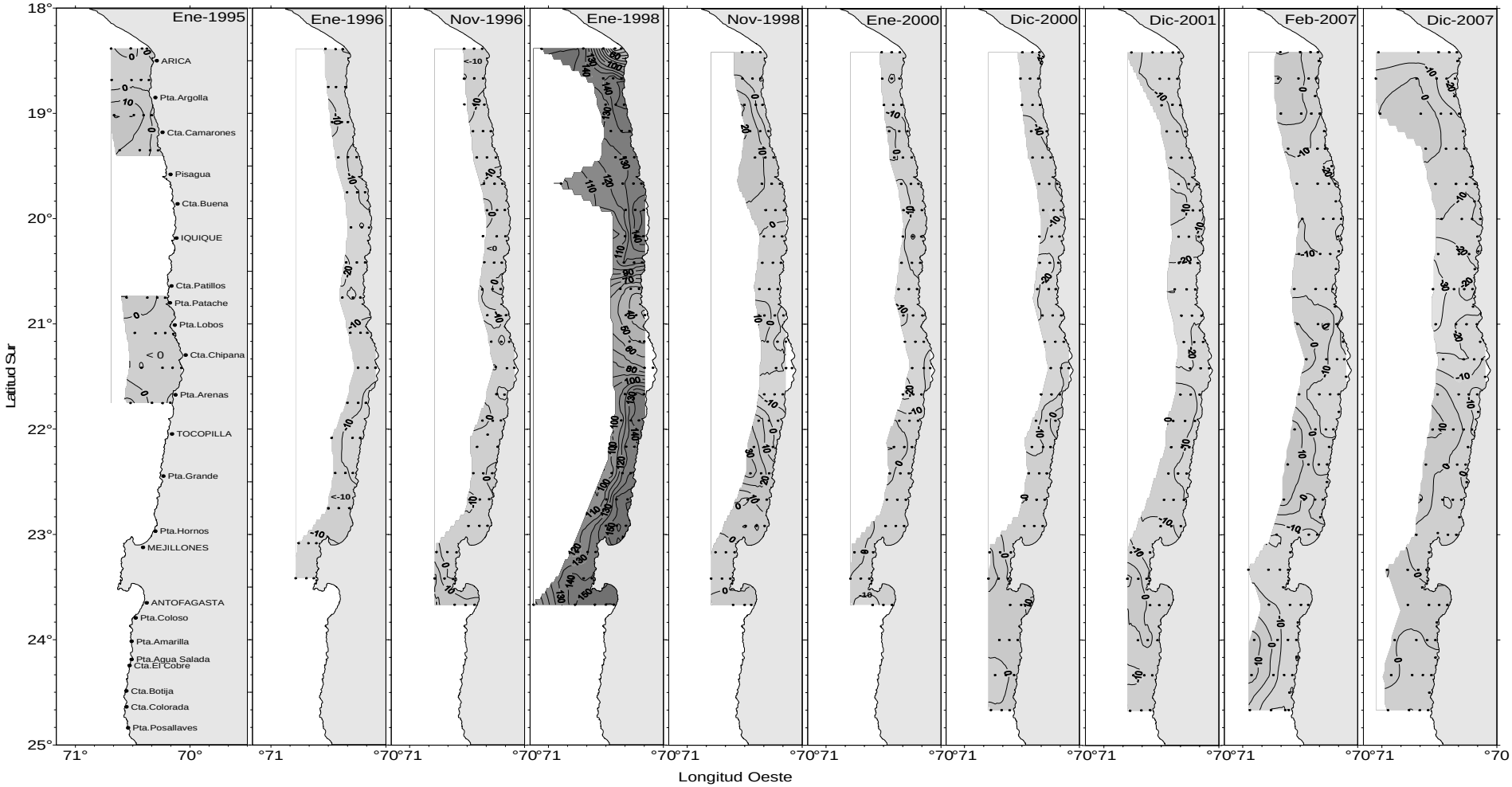


Figura 31. Distribución superficial de anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C de los cruceros RECLAN en la I y II Región. La fecha de los cruceros se indica en la Tabla 4.

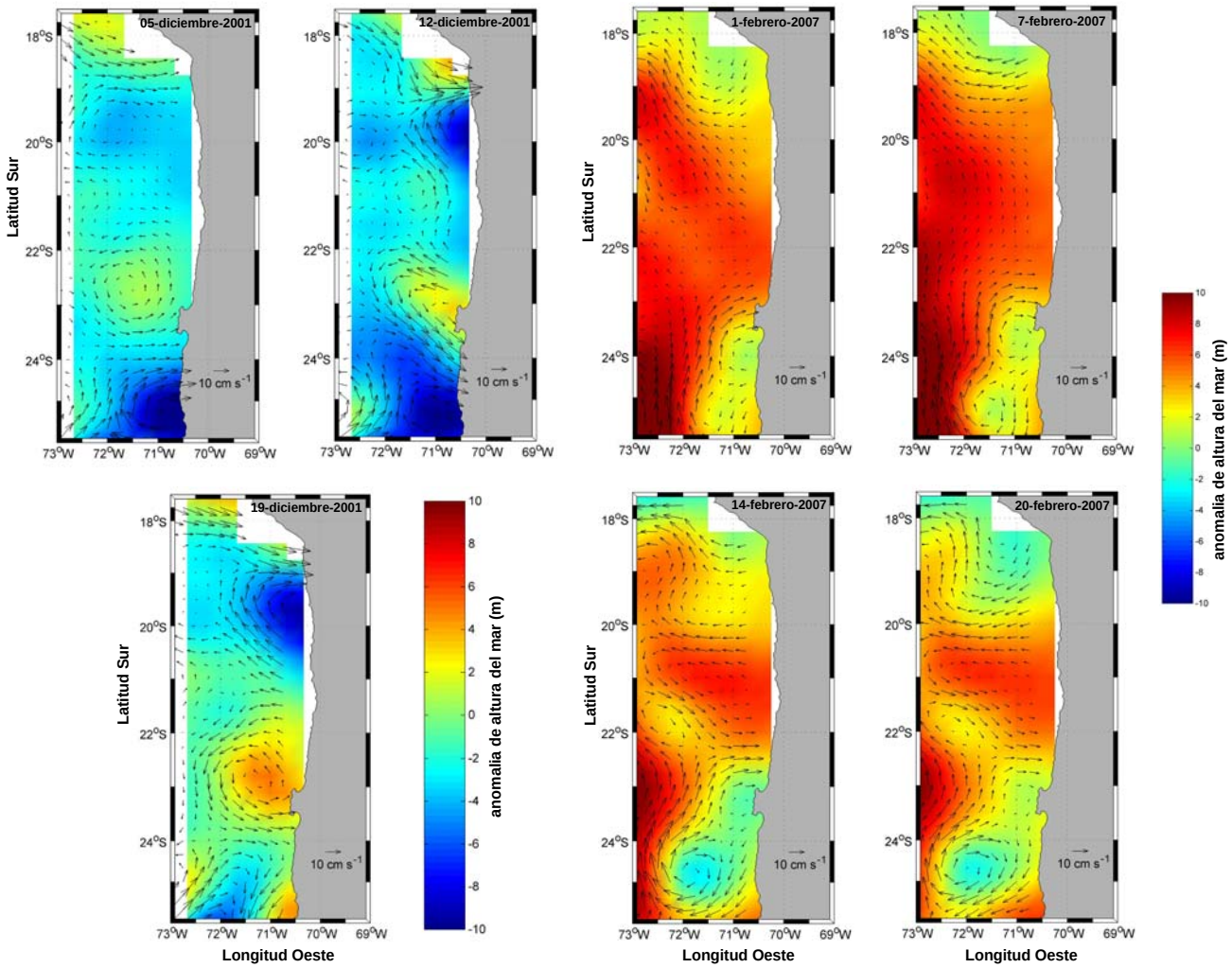


Figura 32. Imágenes de circulación geostrófica superficial y altura del mar medidas con satélite para 3 días del mes de diciembre de 2001 y 4 días de febrero de 2007.

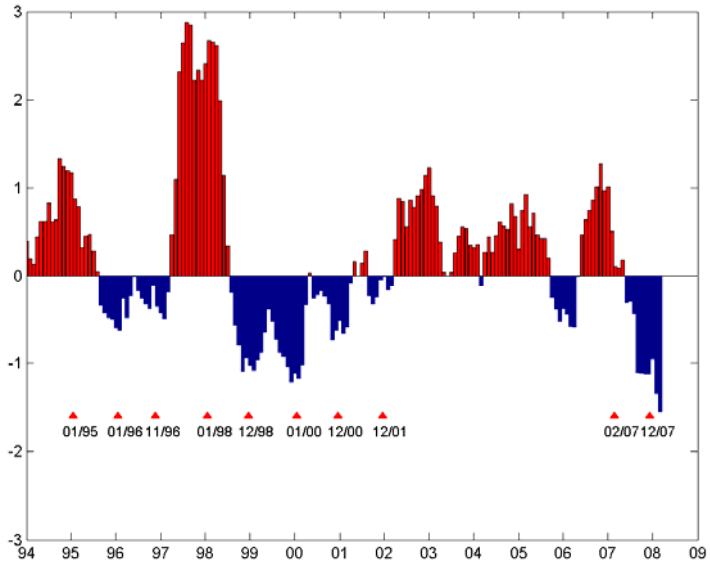


Figura 33. Índice Multivariado de eventos ENSO (MEI) para el período enero de 1994 a marzo de 2008. En color rojo se indican los eventos cálidos y en azul los fríos. Las fechas en el grafico señalan los cruceros RECLAN. (fuente MEI: Physical Science División. Earth System Research Laboratory, NOAA).

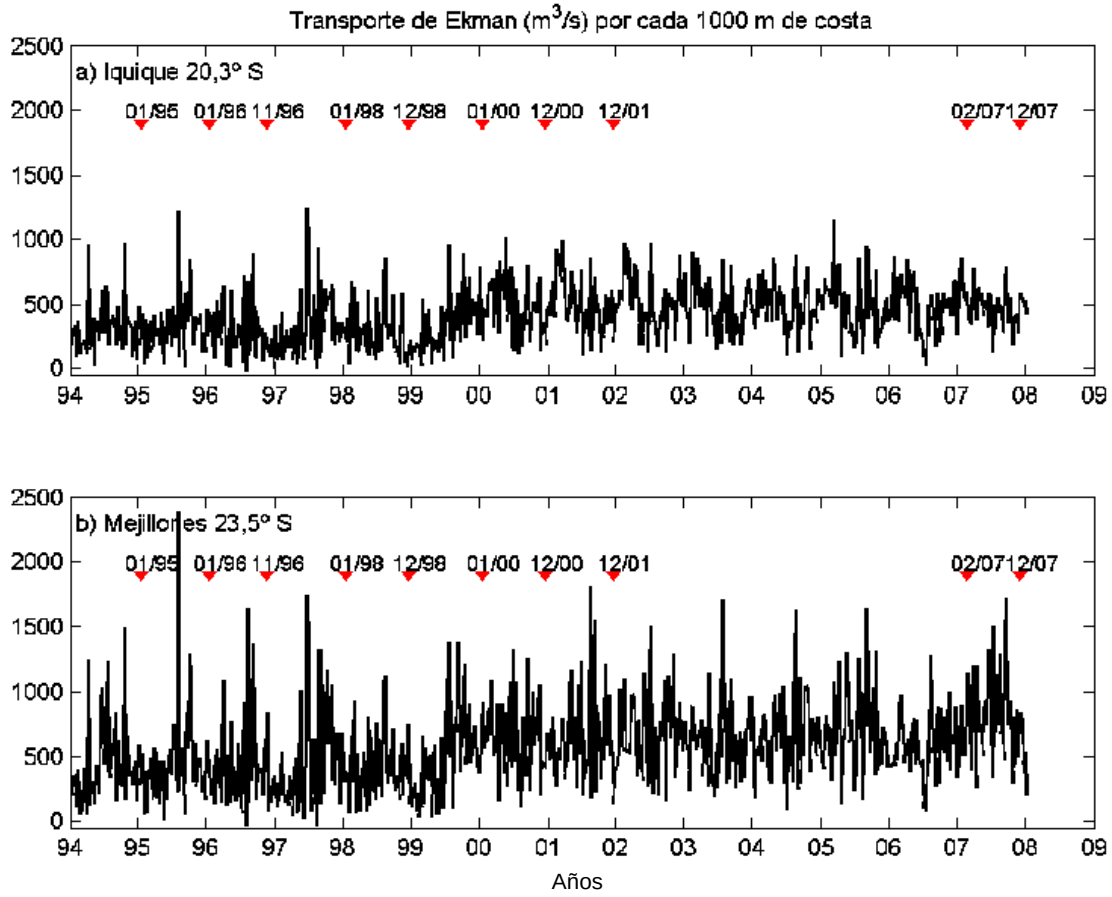


Figura 34. Series de transporte perpendicular a la costa (Índice de Surgencia instantáneo o transporte Ekman hacia el Oeste) calculadas de datos de viento satelital. Los puntos de extracción de datos fueron frente a Iquique (20°18'°S y 70°45'W) y Península de Mejillones (23°30'S y 70°45'W). Se indican las fechas en que se han realizado cruceros RECLAN en la I y II Región. m^3.

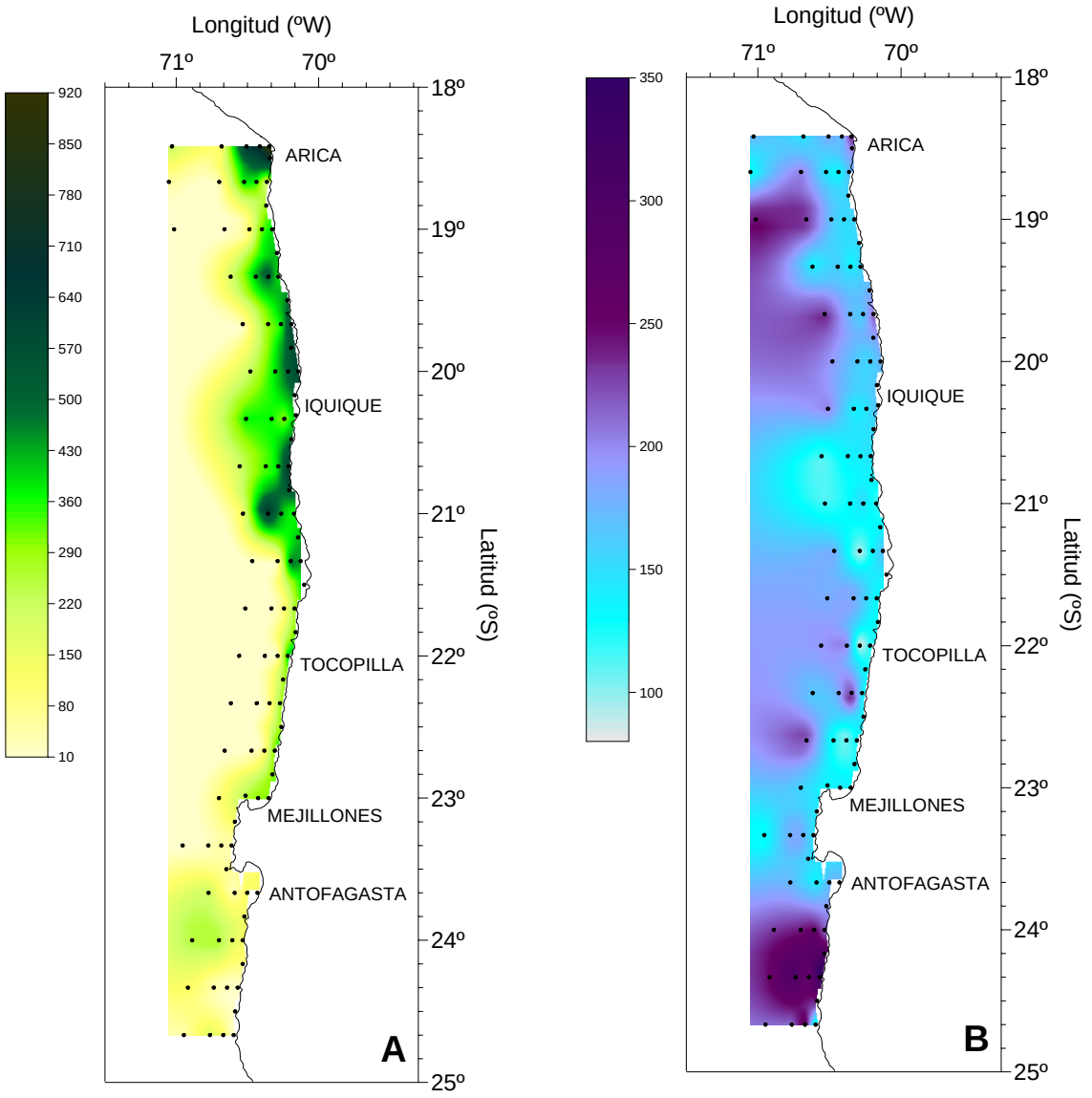


Figura 35. Distribución horizontal de diatomeas A: abundancia (cél/mL), B: tamaños (µm). Crucero Proyecto FIP 2007 – 02. Diciembre de 2007.

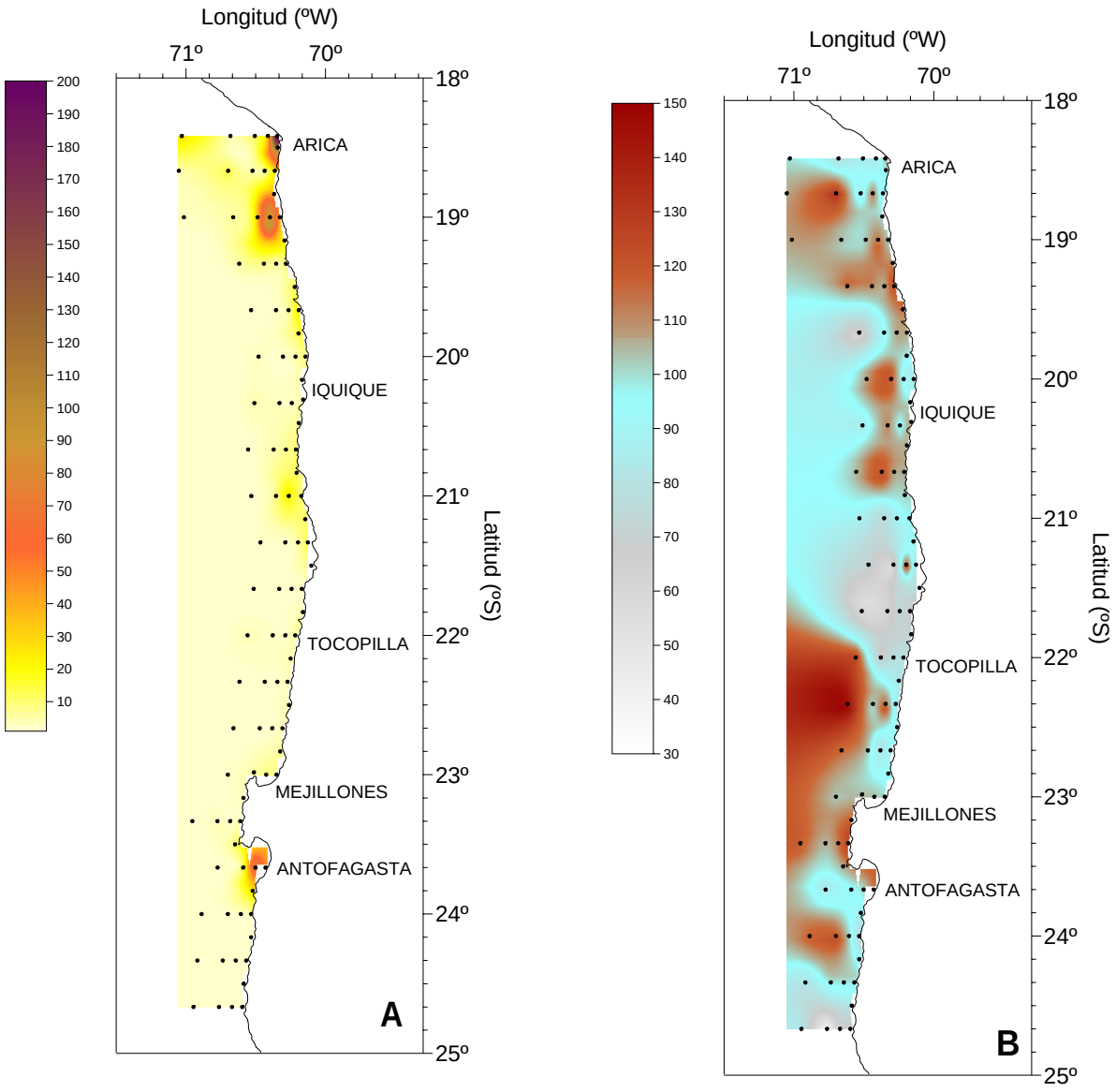


Figura 36. Distribución horizontal de flagelados A: abundancia (cél/mL), B: tamaños (µm). Crucero Proyecto FIP 2007 – 02. Diciembre de 2007.

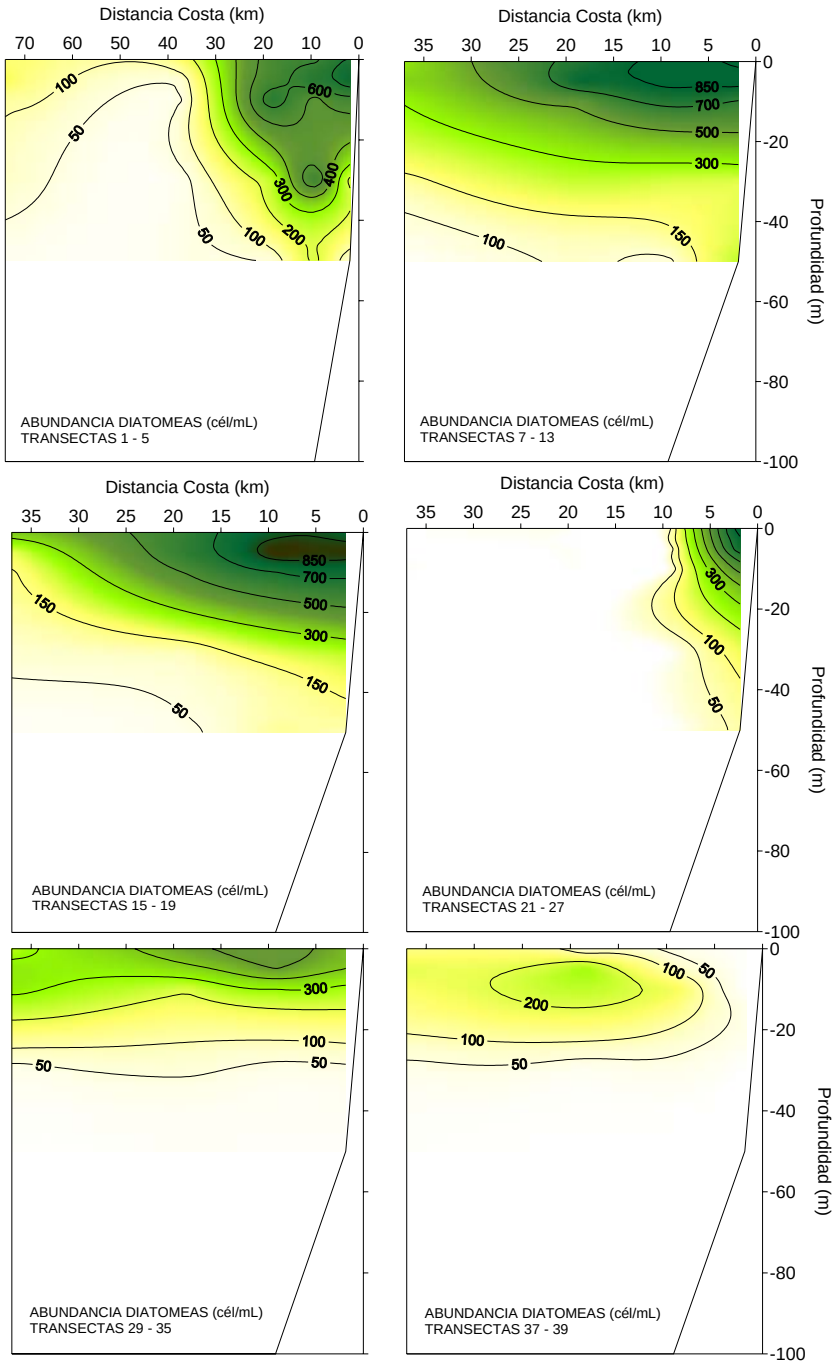


Figura 37. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL)) de diatomeas. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

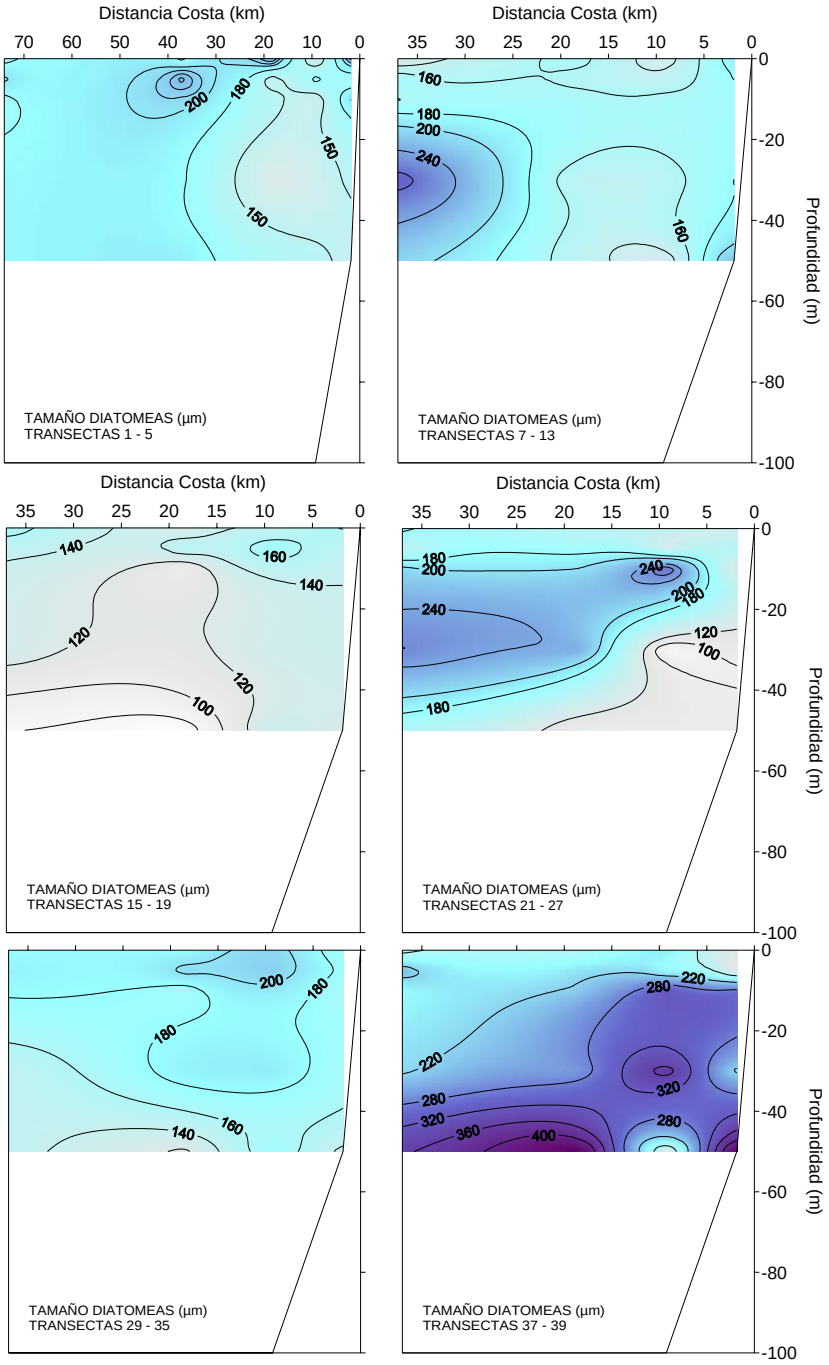


Figura 38. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de diatomeas. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

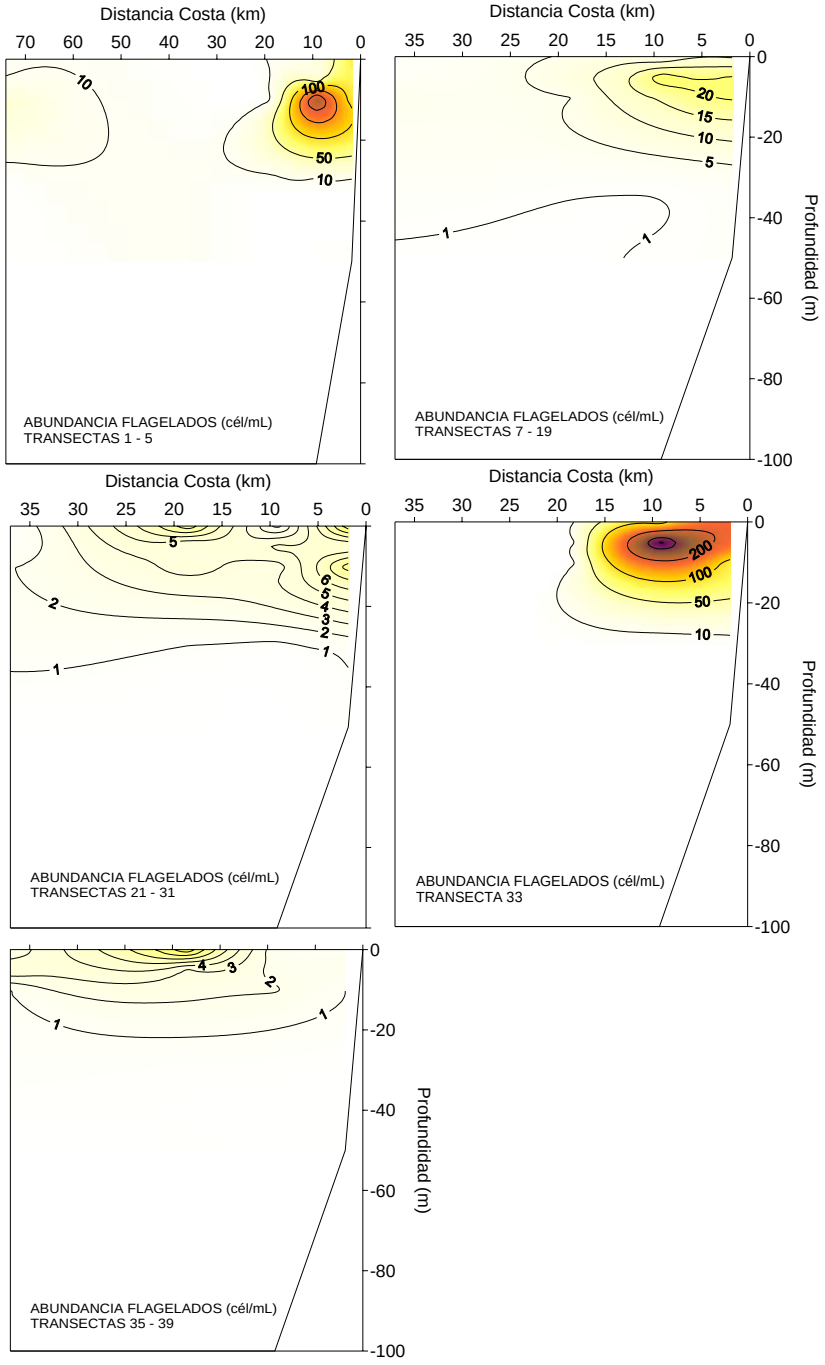


Figura 39. Distribución vertical de la abundancia (cél/mL) de flagelados. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

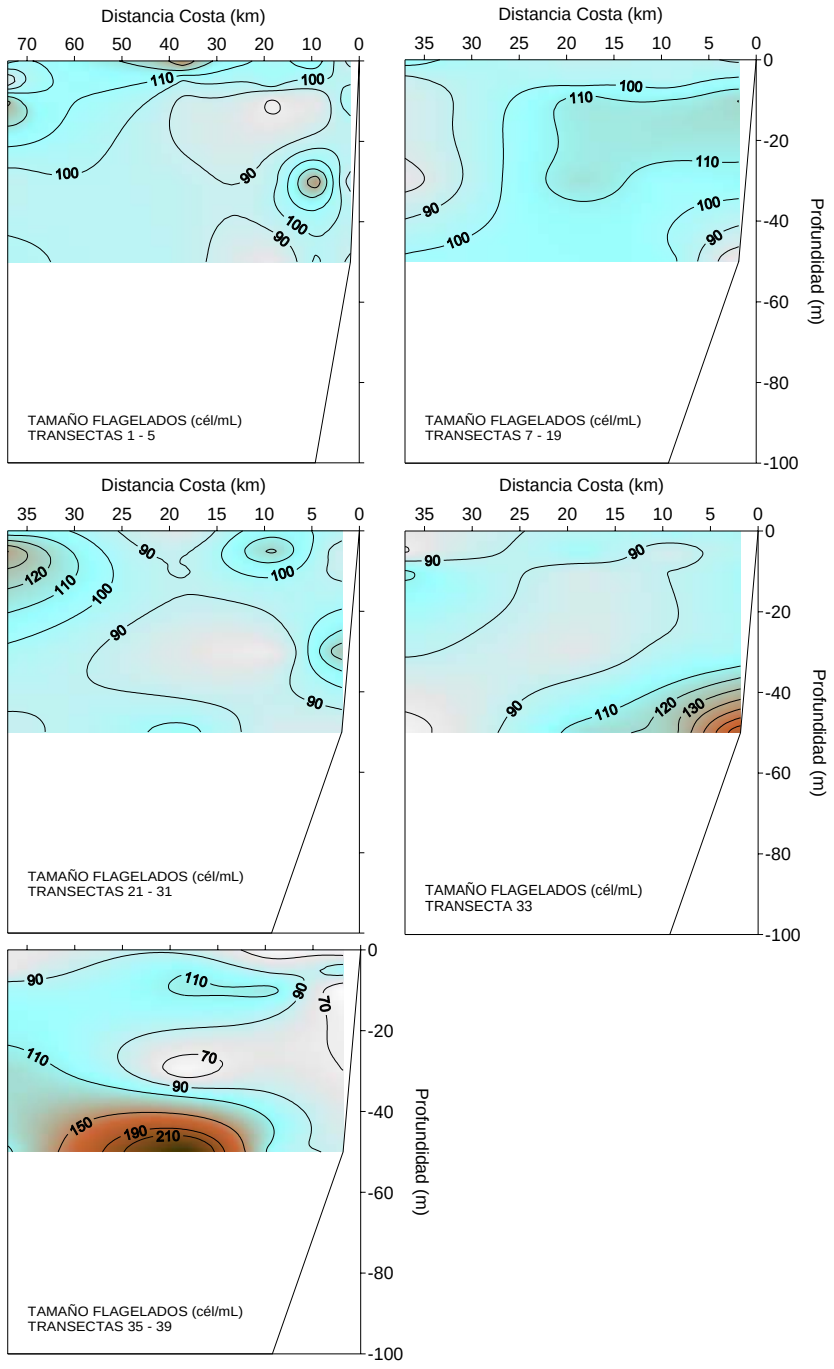


Figura 40. Distribución vertical del espectro de tamaño (µm) de flagelados. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

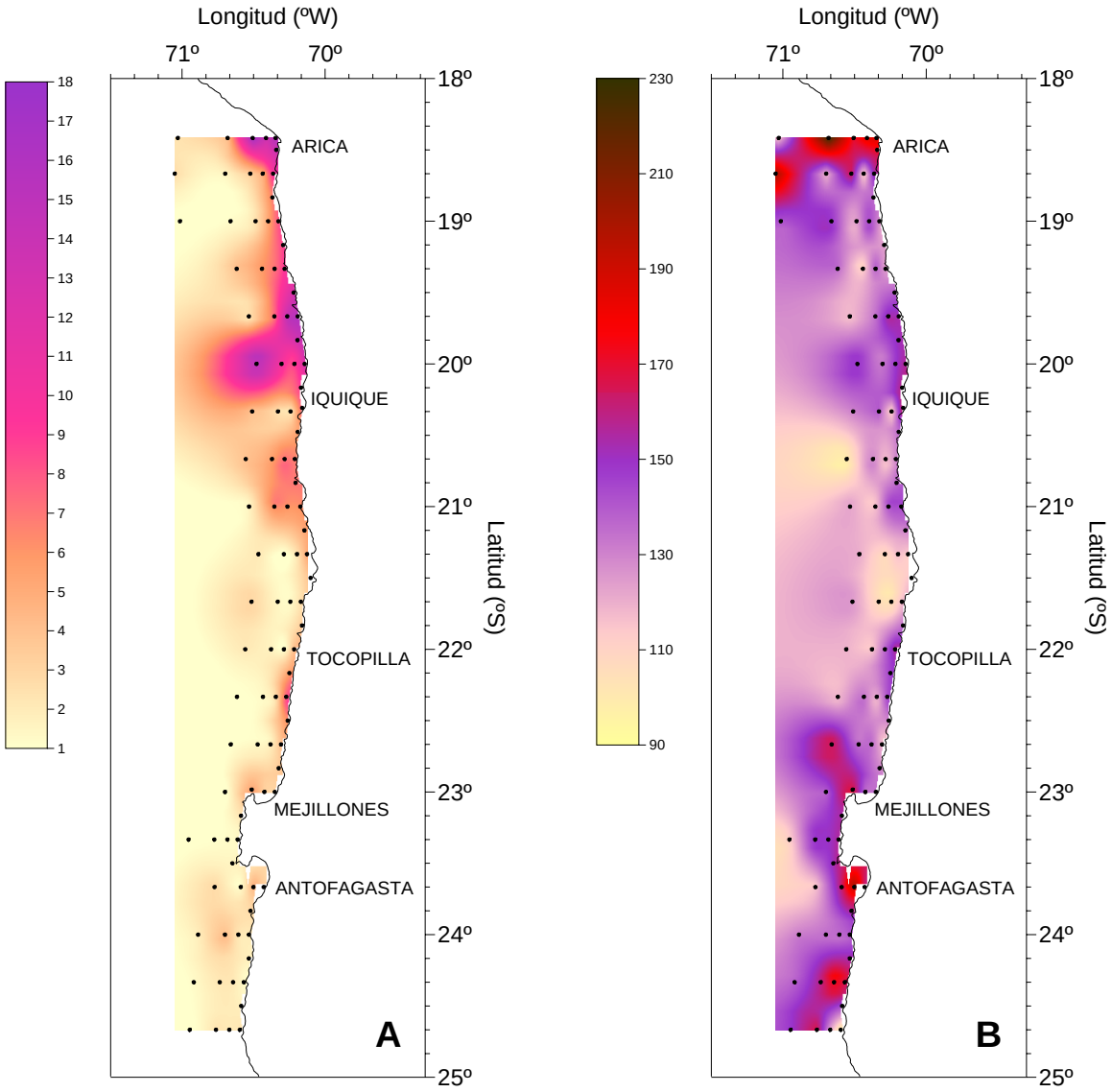


Figura 41. Distribución horizontal del microzooplancton. A: abundancia (ind/mL), B: tamaños (µm). Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

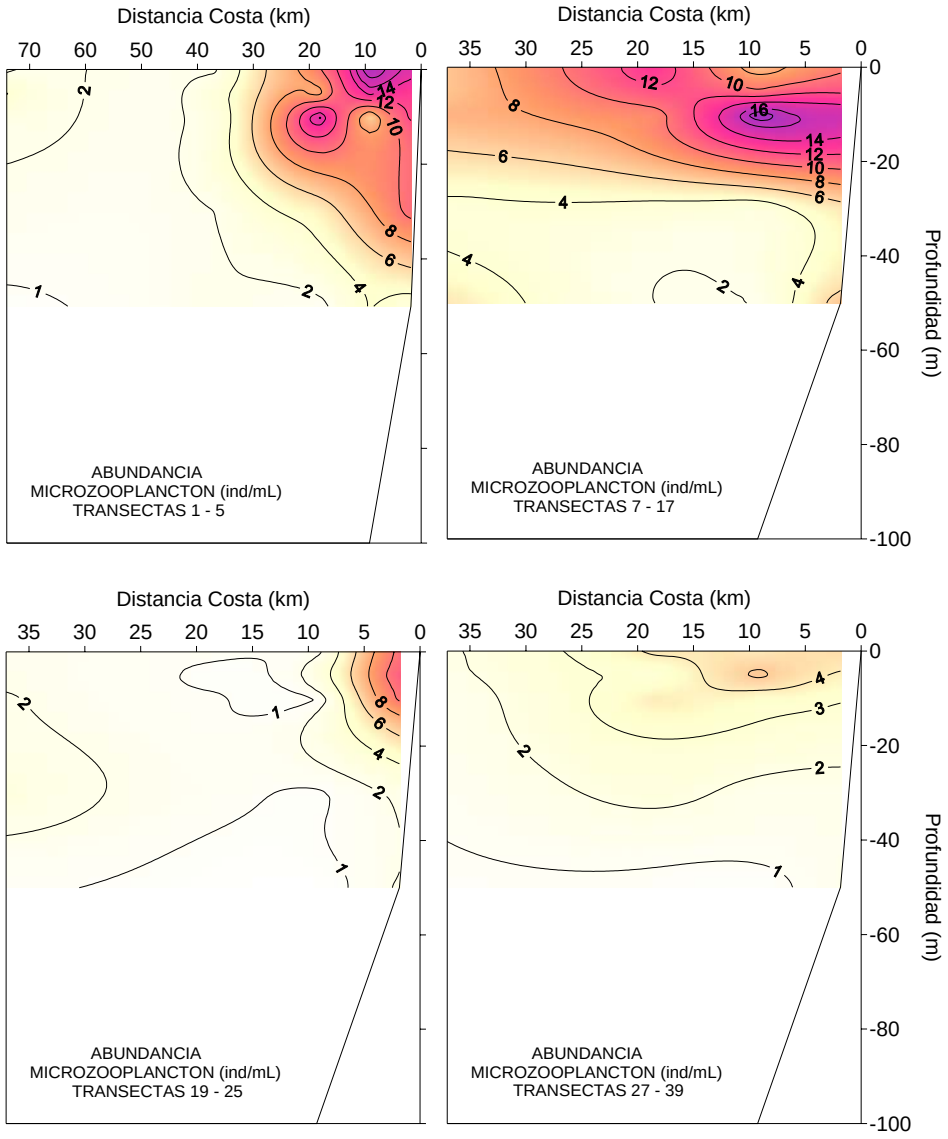


Figura 42. Distribución vertical de la abundancia del microzooplancton (ind/mL). Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

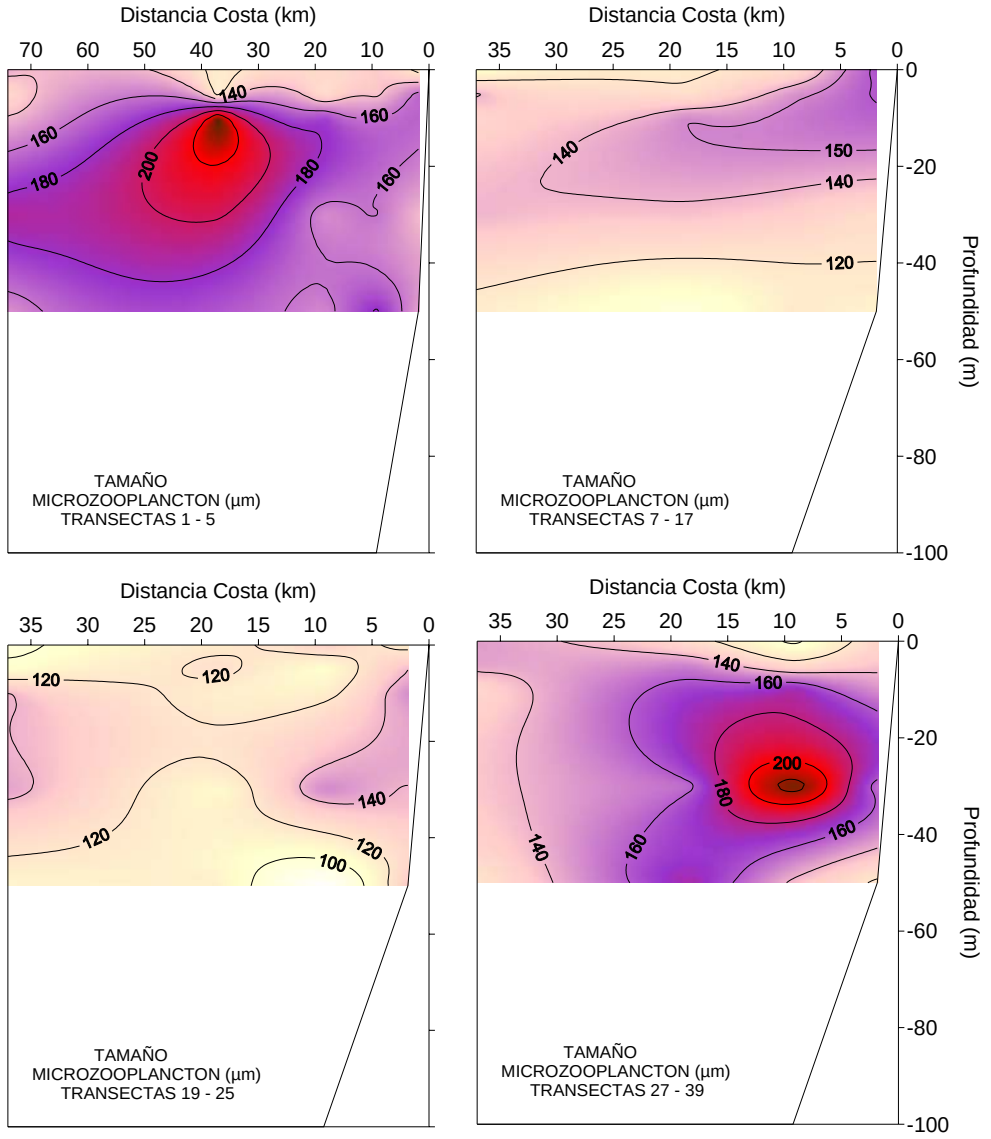


Figura 43. Distribución vertical del espectro de tamaños (µm) del microzooplancton. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

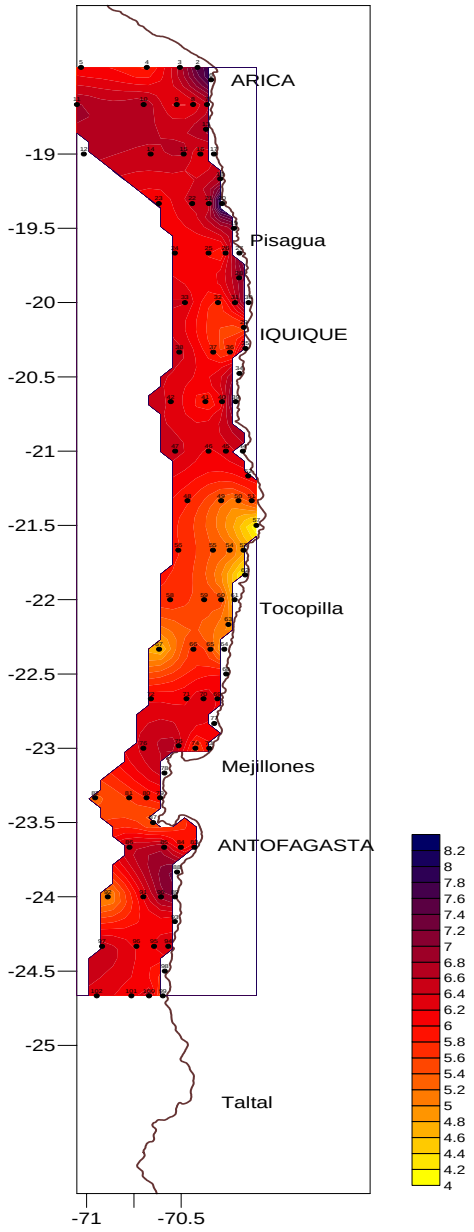


Figura 44. Distribución horizontal de la abundancia total zooplanctónica (Nº/m³). Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

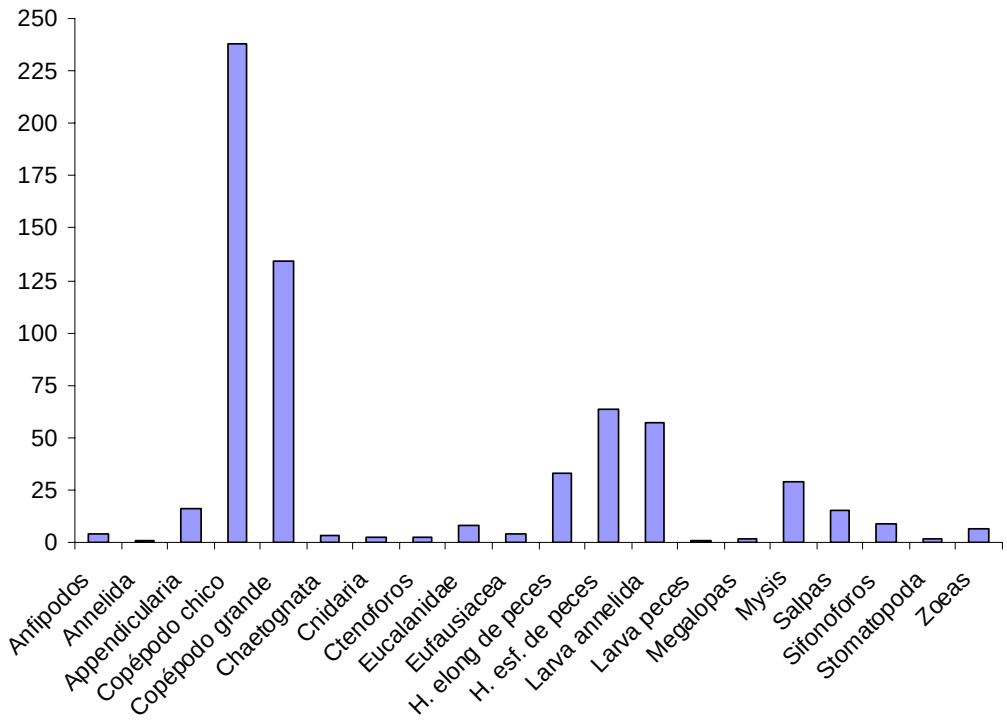


Figura 45. Abundancia media (N°/m³) de los grupos zooplanctónicos. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

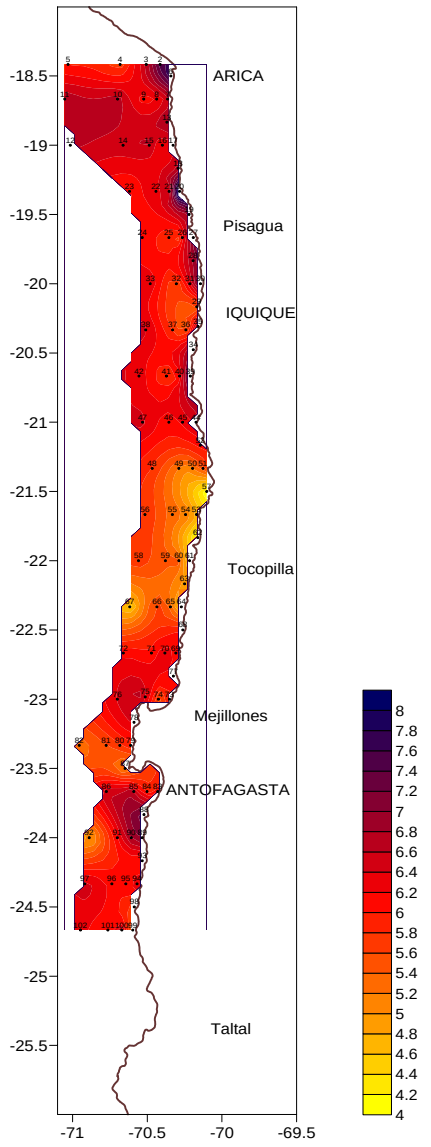


Figura 46. Abundancia (Nº/m³) de los organismos zooplanctónicos menores a 2,25 mm de longitud. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

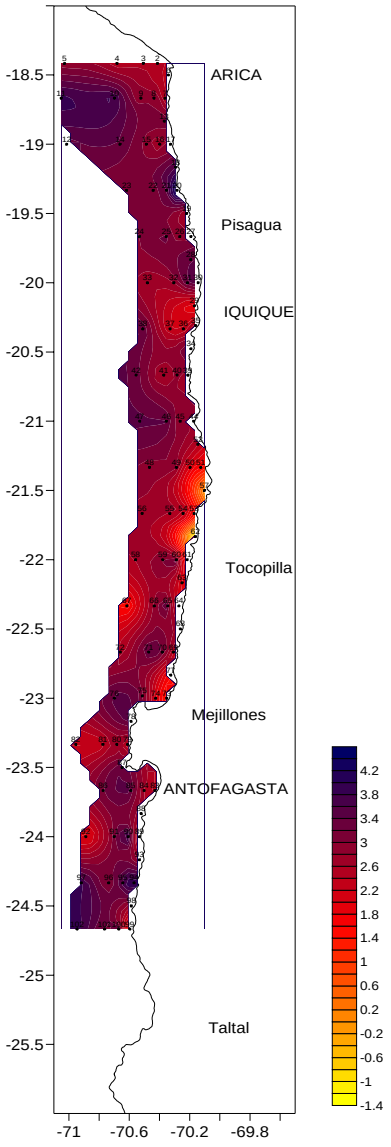


Figura 47. Abundancia (Nº/m³) de los organismos zooplanctónicos mayores a 2,25 mm de longitud. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

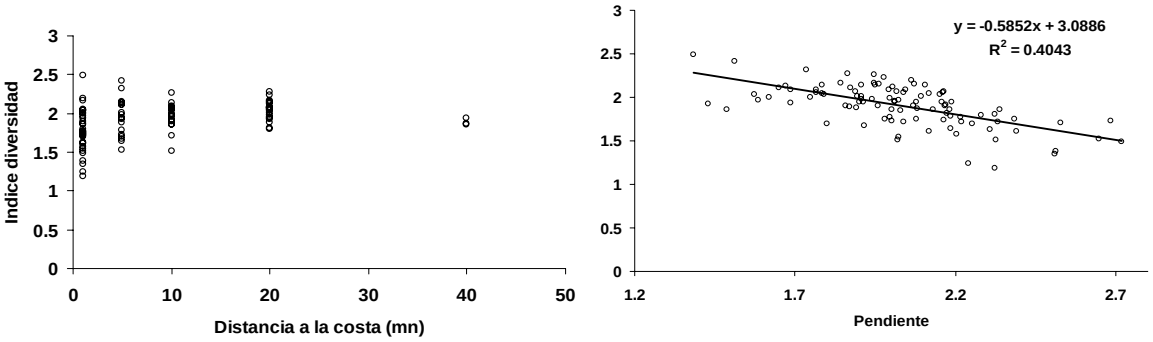


Figura 48. a) Diversidad en función de la distancia a la costa. b) Relación entre la diversidad y la pendiente del espectro de tamaños (para efectos gráficos se entrega pendiente positiva).

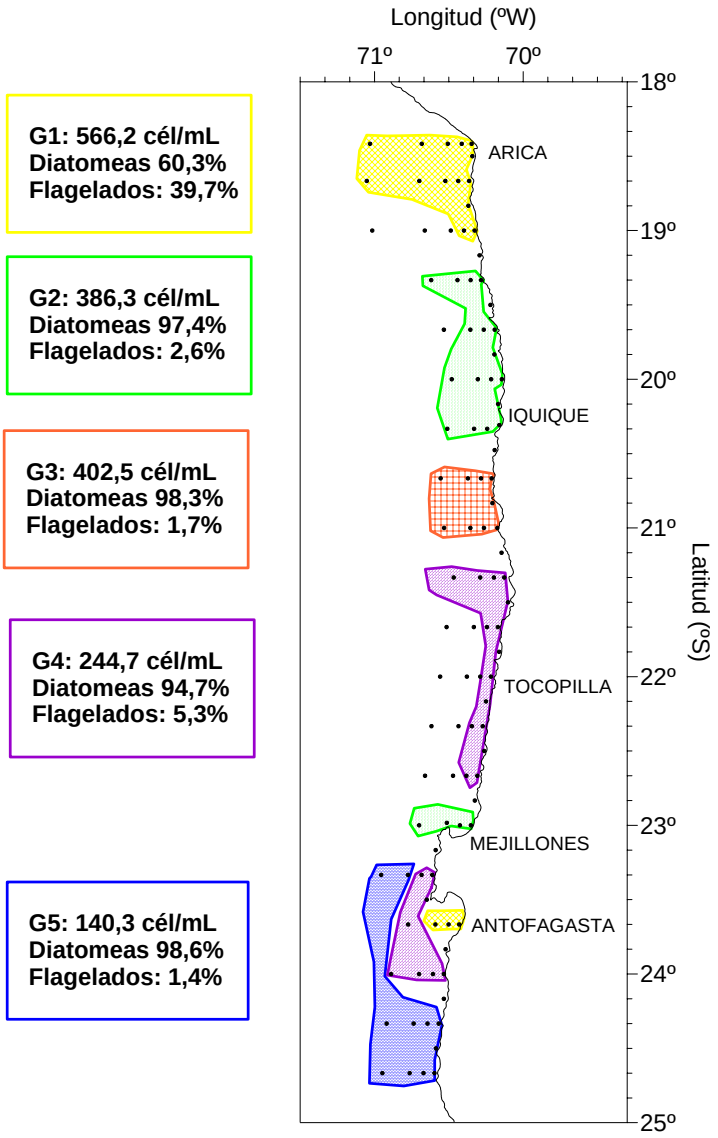


Figura 49. Áreas de abundancia fitoplanctónica resultantes del análisis de clasificación. En el cuadro se presenta el valor promedio de la abundancia total (cél/mL) y el aporte porcentual (%) de diatomeas y flagelados. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

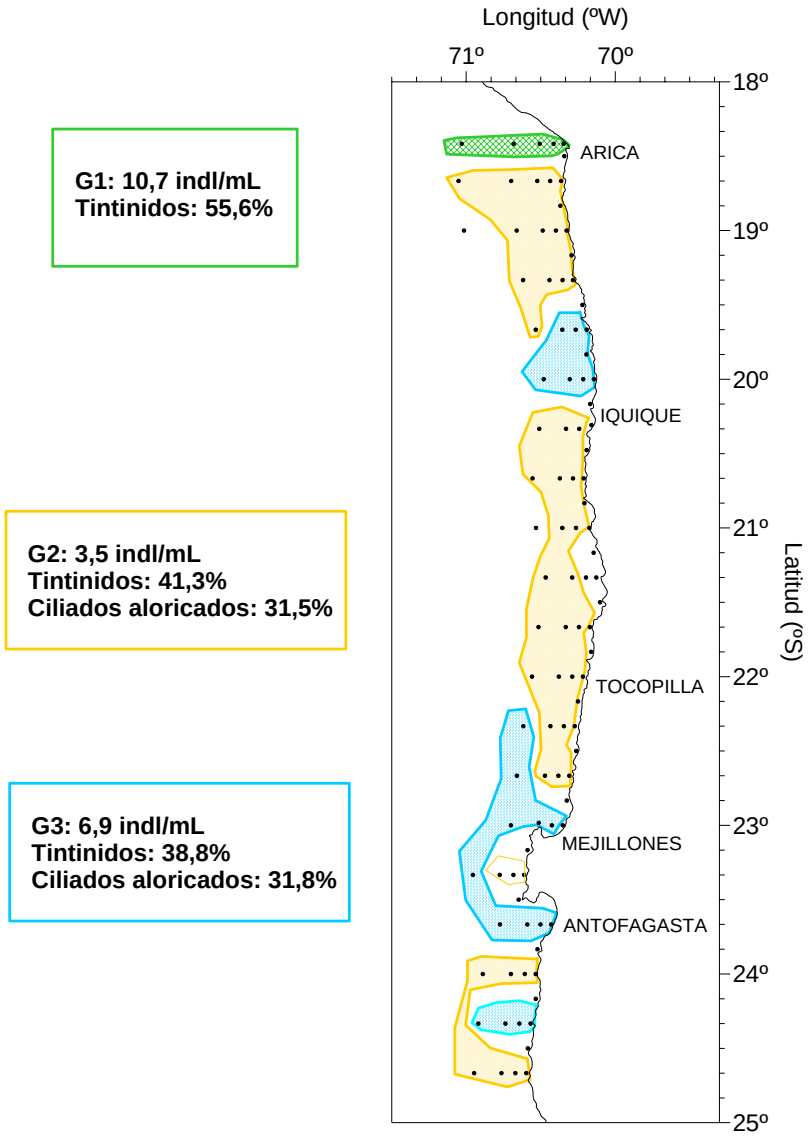


Figura 50. Áreas de abundancia microzooplanctónica resultantes del análisis de clasificación. En el cuadro se presenta el valor promedio de la abundancia total (ind/mL) y el aporte porcentual (%) del grupo predominante. Crucero Proyecto FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

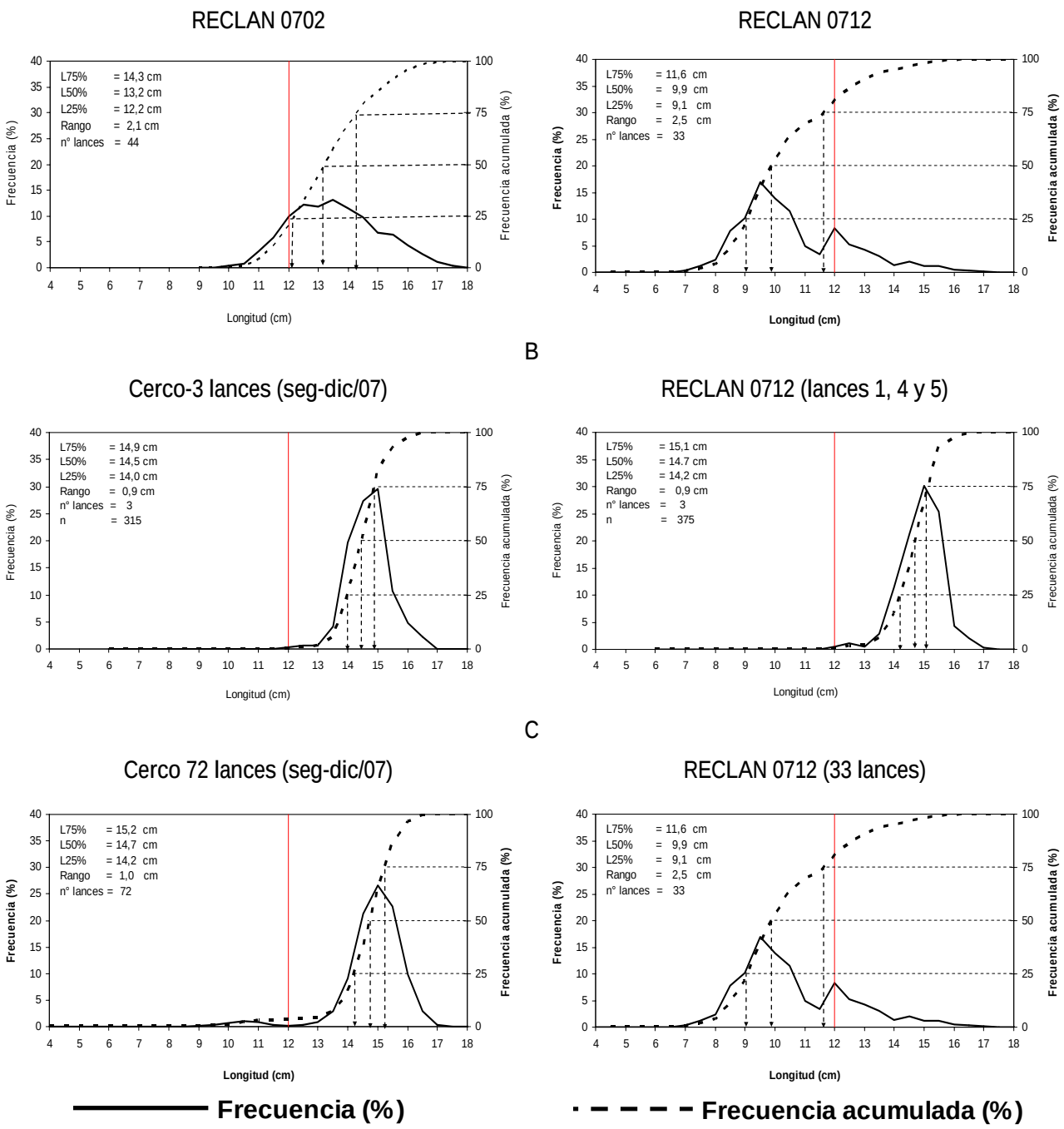


Figura 51. Estructura de tallas y ojiva de selectividad de anchoveta obtenidas en: A: lances de arrastre a media agua (B/C Abate Molina) en Cruceros RECLAN 0702 y 0712. B: lances de cerco y arrastre de media agua en lugar y tiempo equivalentes y C: lances de cerco y arrastre de media agua en diciembre de 2007.

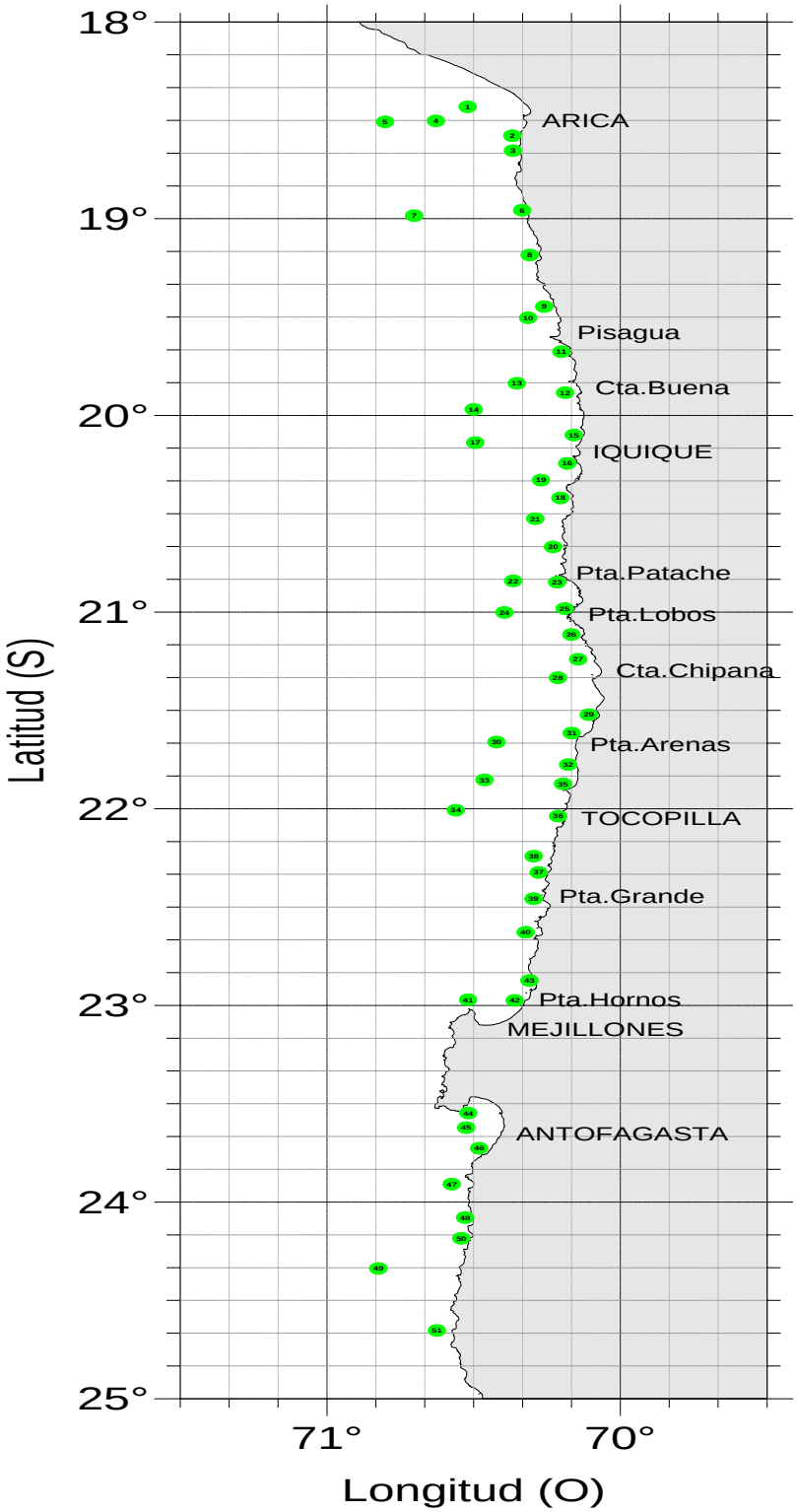
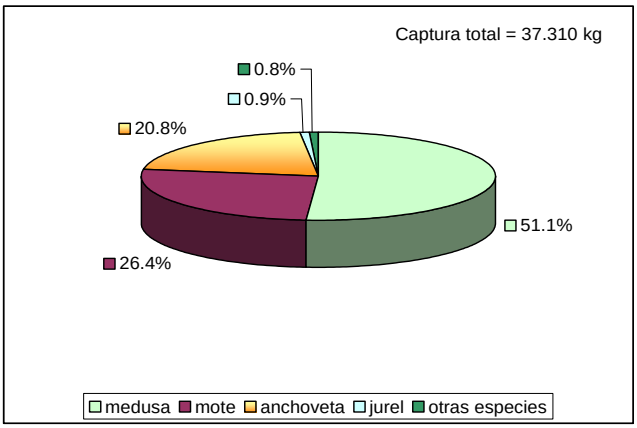
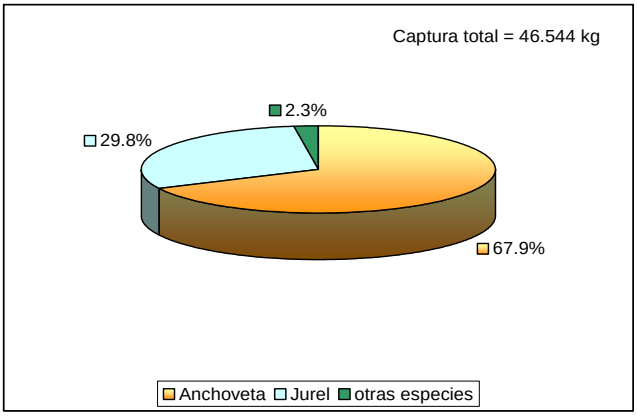


Figura 52. Distribución de lances de pesca en el área de estudio. RECLAN 0712

RECLAN 0712 (DICIEMBRE 2007)



RECLAN 0702 (FEBRERO 2007)



RECLAN 0112 (DICIEMBRE 2001)

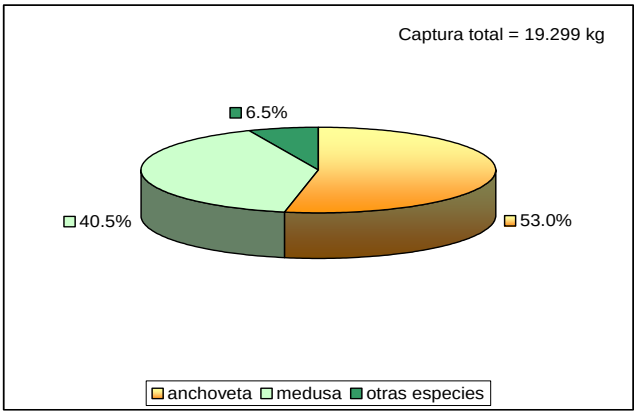


Figura 53. Composición porcentual de las capturas obtenidas en los cruceros RECLAN 0712; 0702 y 0112

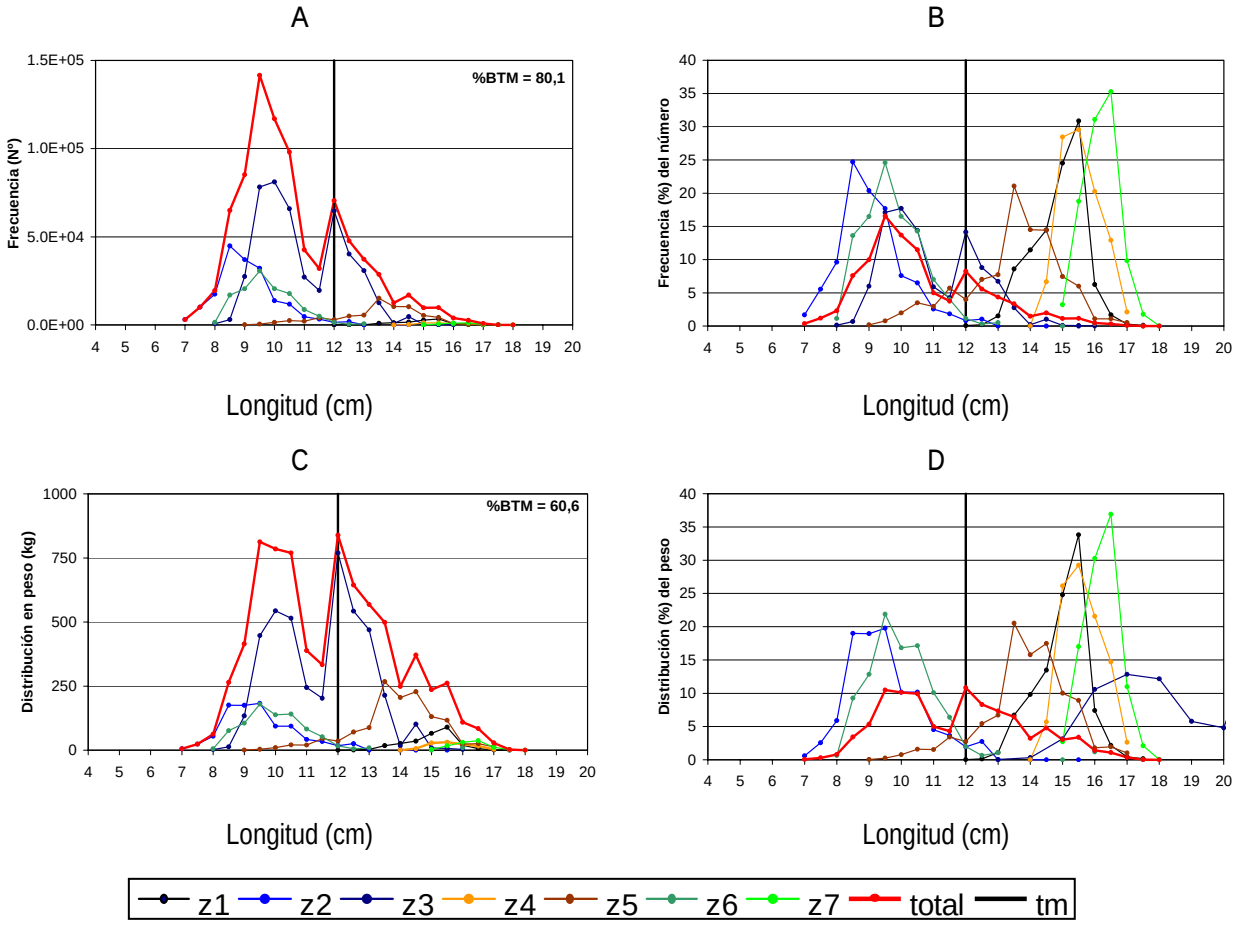


Figura 54. Distribución de la captura de anchoveta en: A) frecuencia (nº), B) frecuencia (%), C) distribución en peso (kg) y D) distribución en peso (%).Crucero RECLAN 0712.

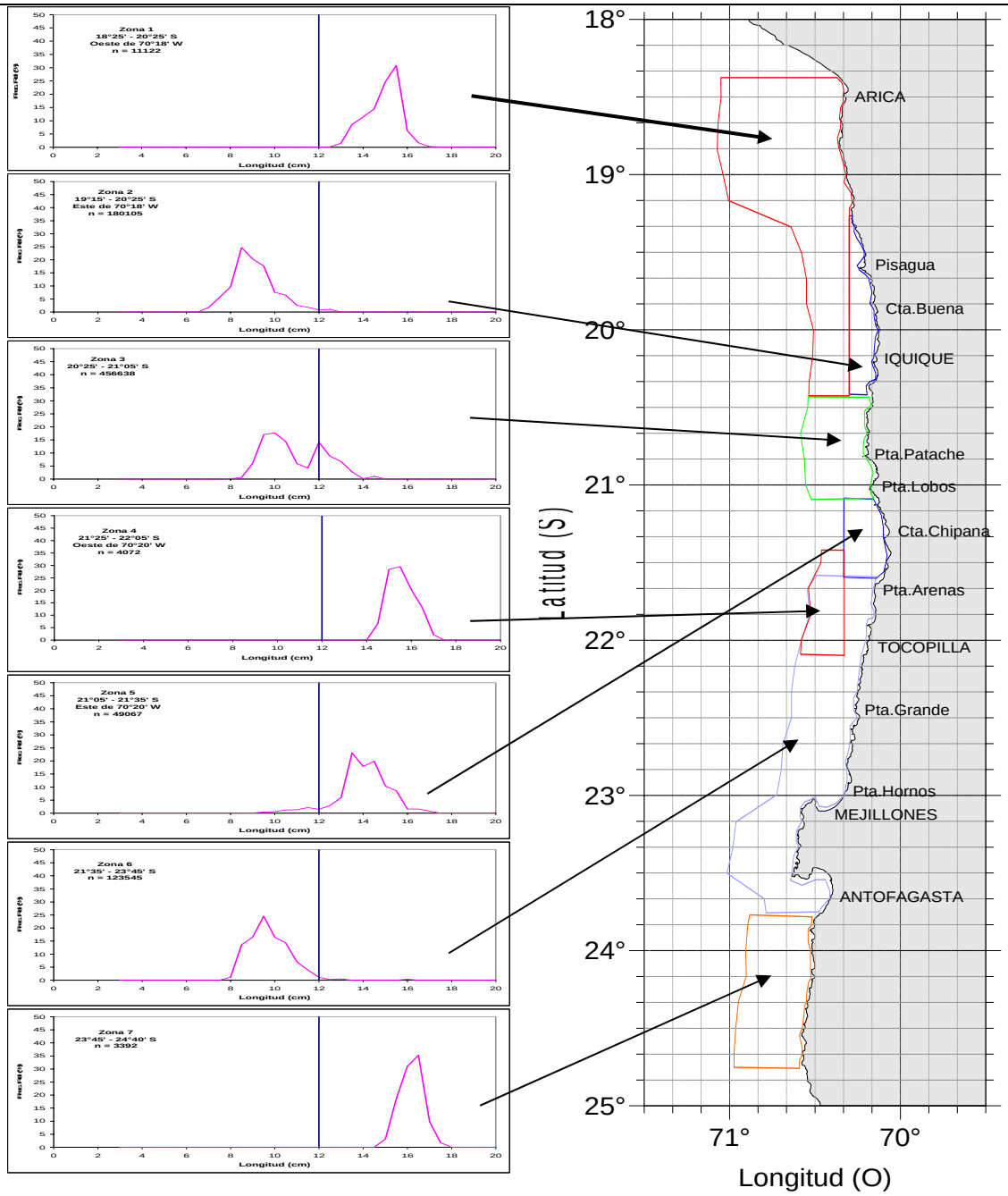


Figura 55.	Estructura de tallas ponderadas de anchoveta para las zonas establecidas en el área de estudio. Crucero RECLAN 0712

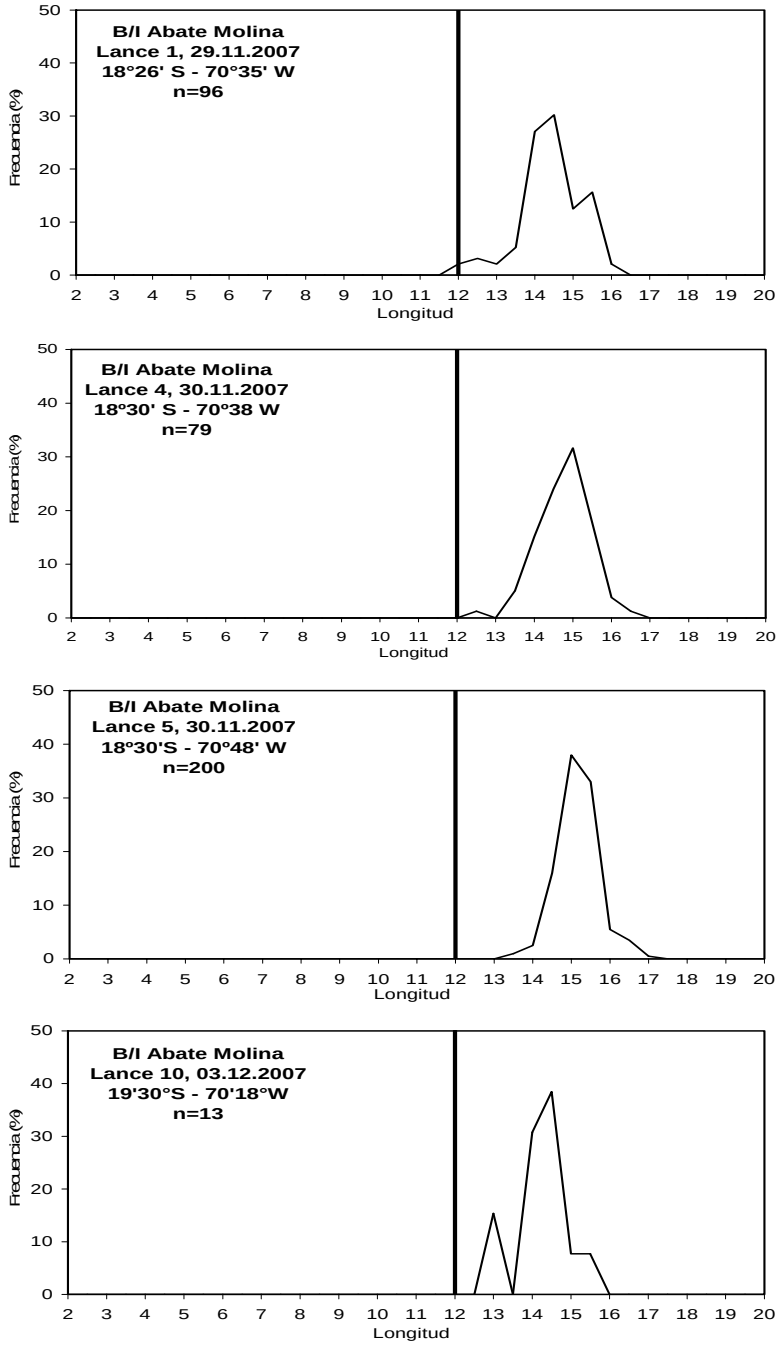


Figura 56. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 1, 4, 5 y 10 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

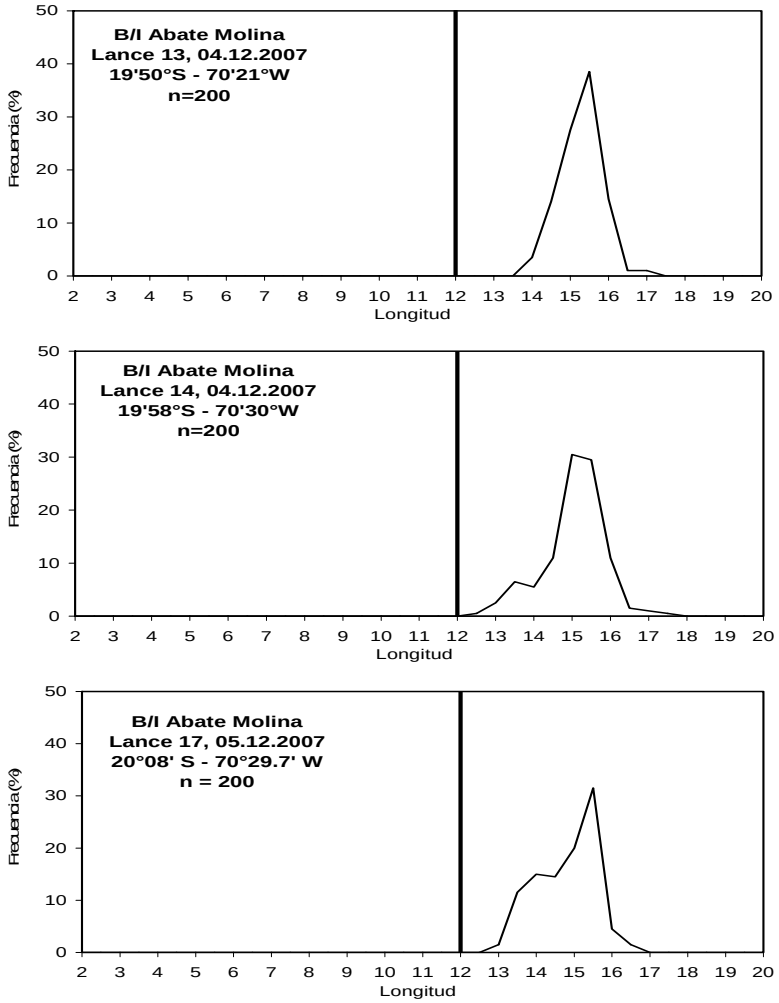


Figura 57. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 1, lances 13, 14 y 17 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

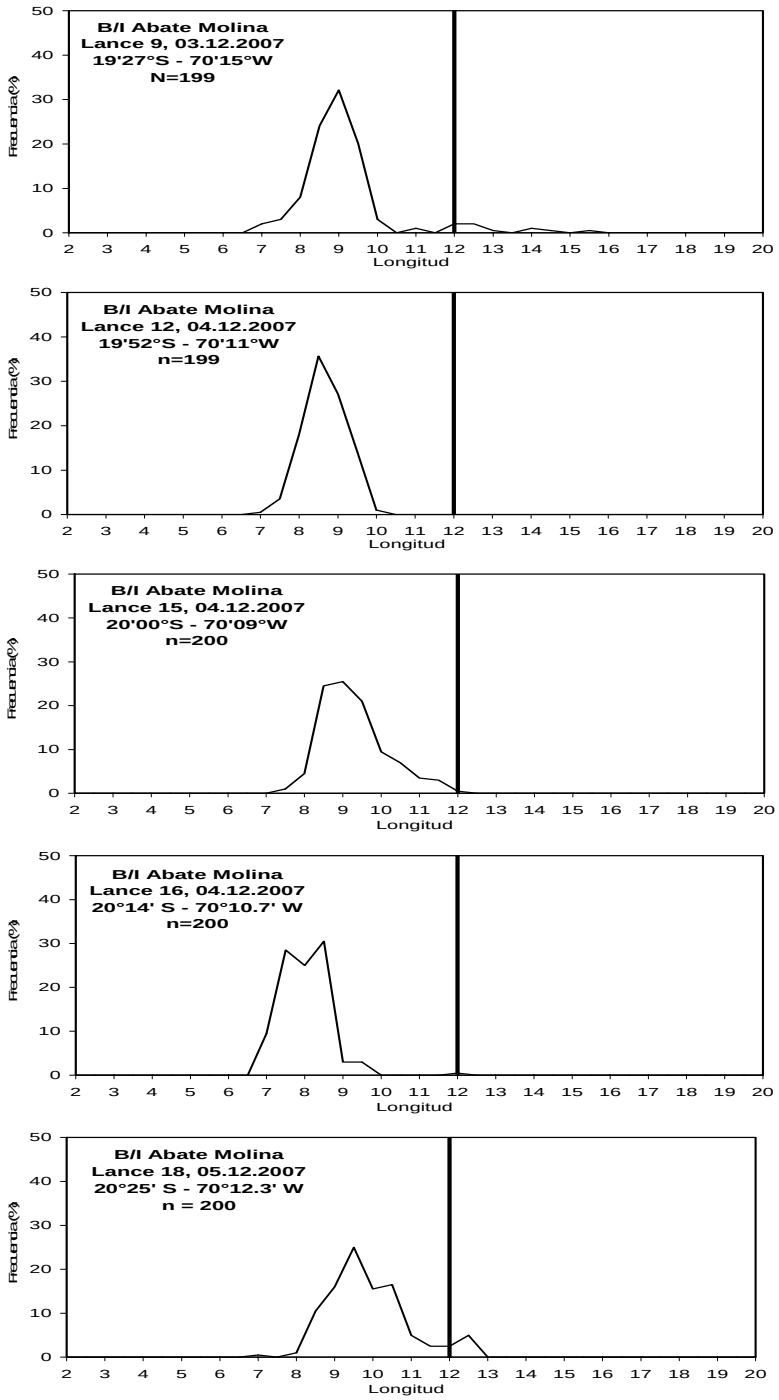


Figura 58. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 2, lances 9, 12, 15, 16 y 18 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

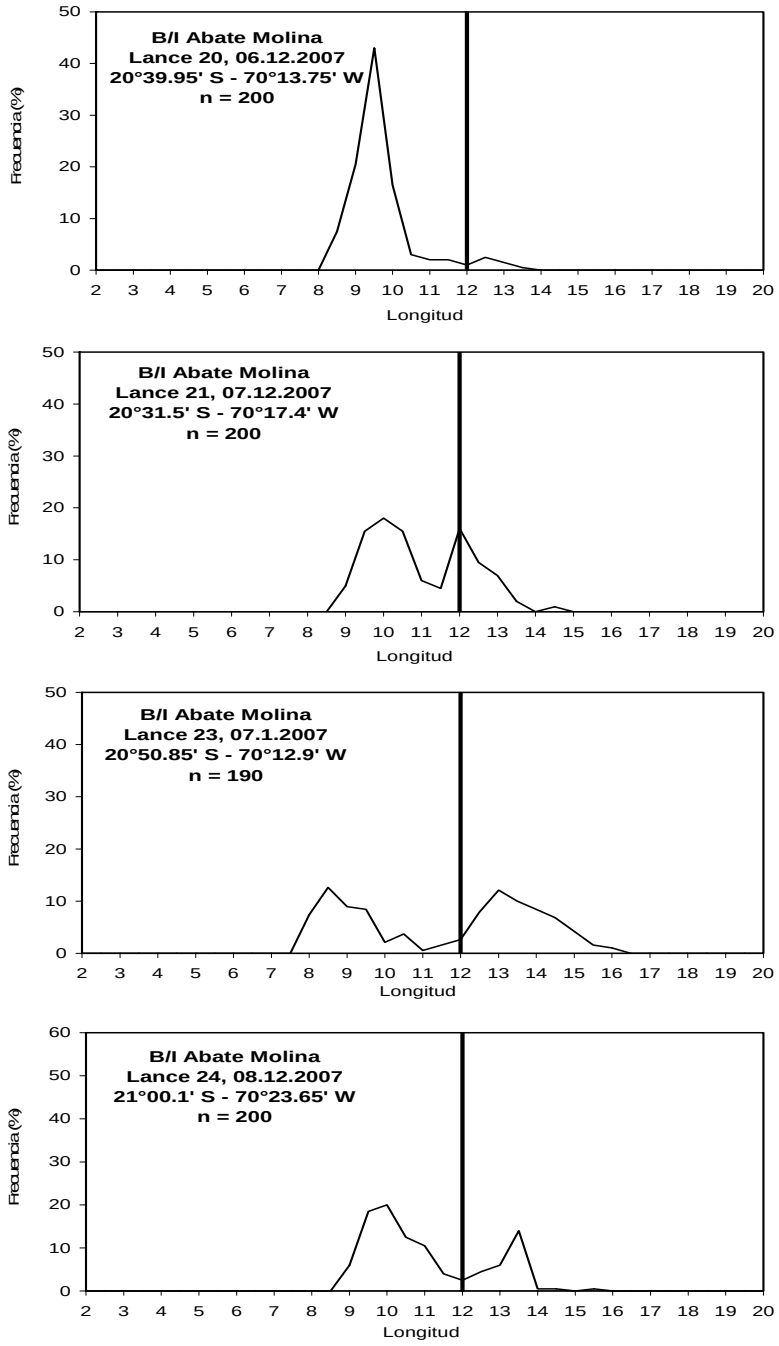


Figura 59. Estructura de talla para anchoveta en la zona 3, lances 20, 21, 23 y 24 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

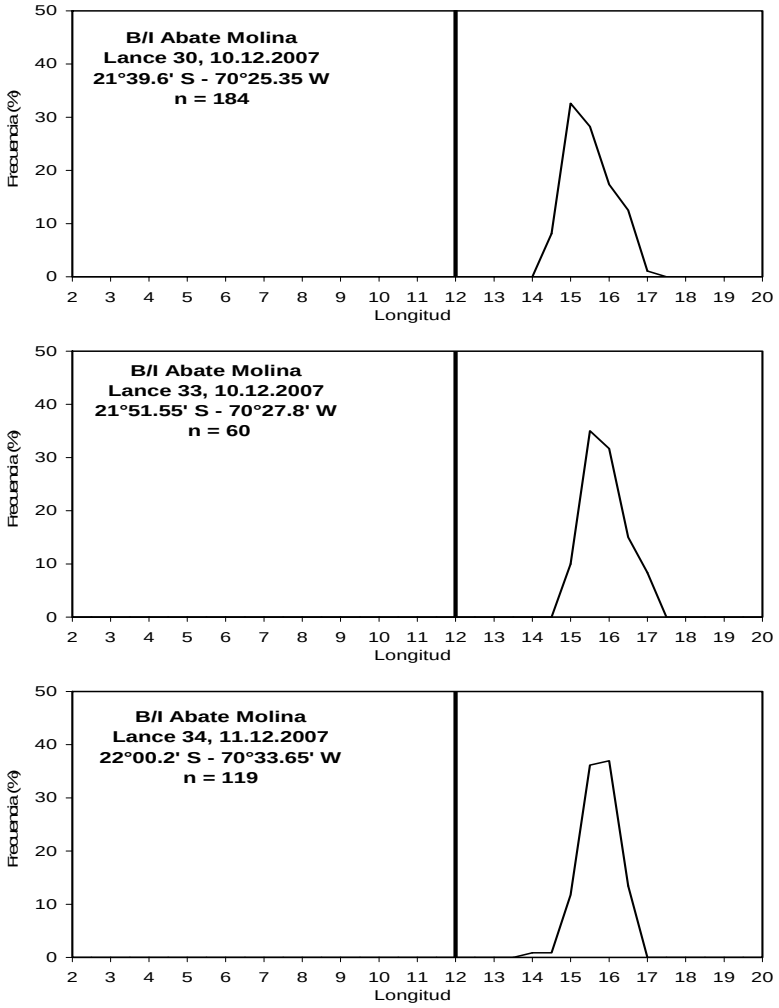


Figura 60. Estructura de talla para anchoveta en la zona 4, lances 30, 33 y 34 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

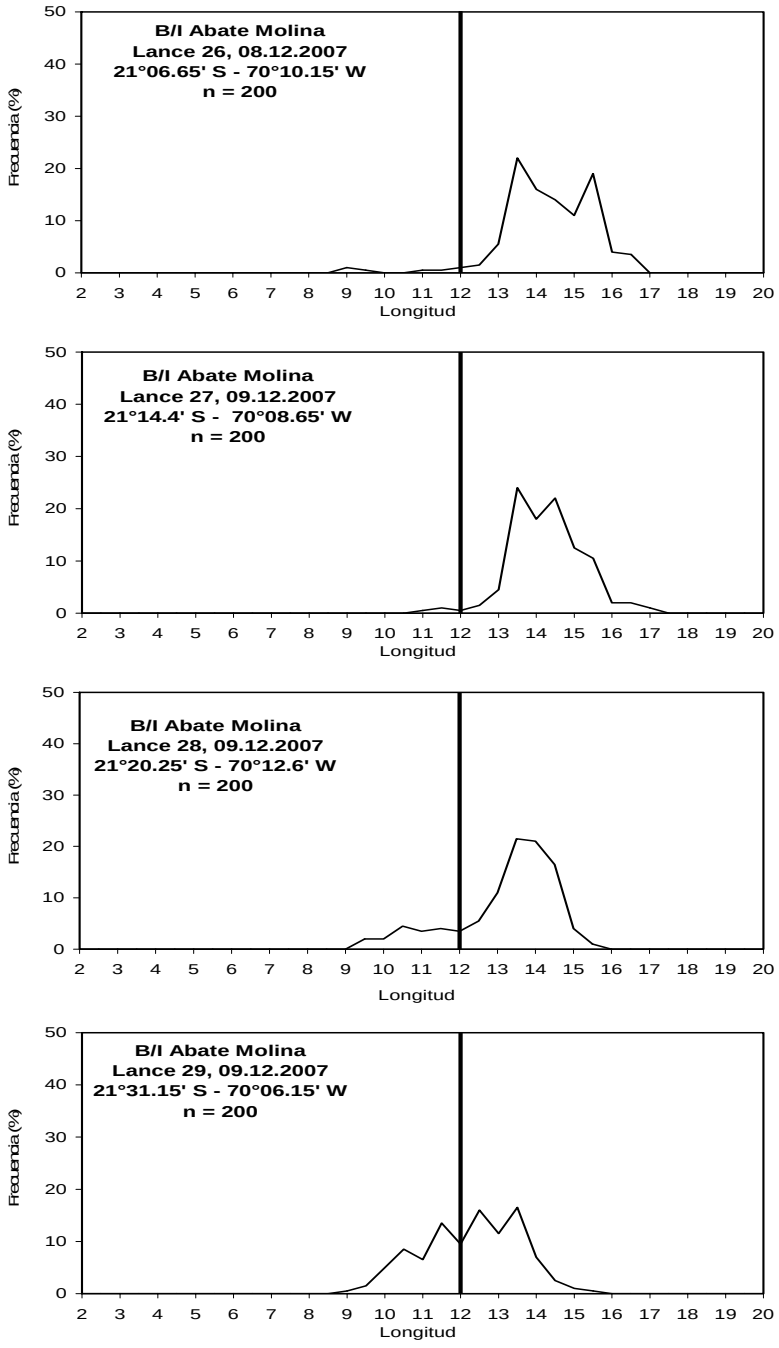


Figura 61. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 5, lances 26, 27, 28 y 29 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

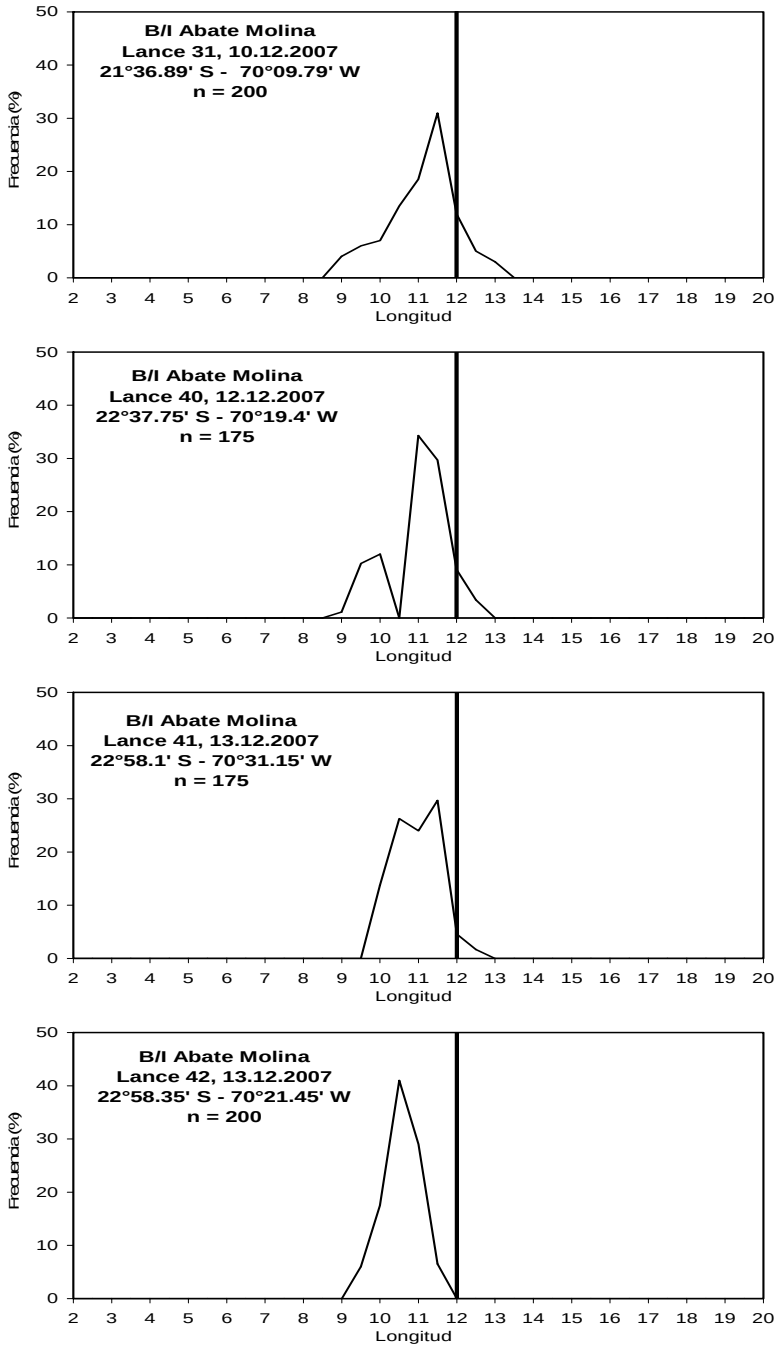


Figura 62. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 6, lances 31, 40, 41 y 42 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

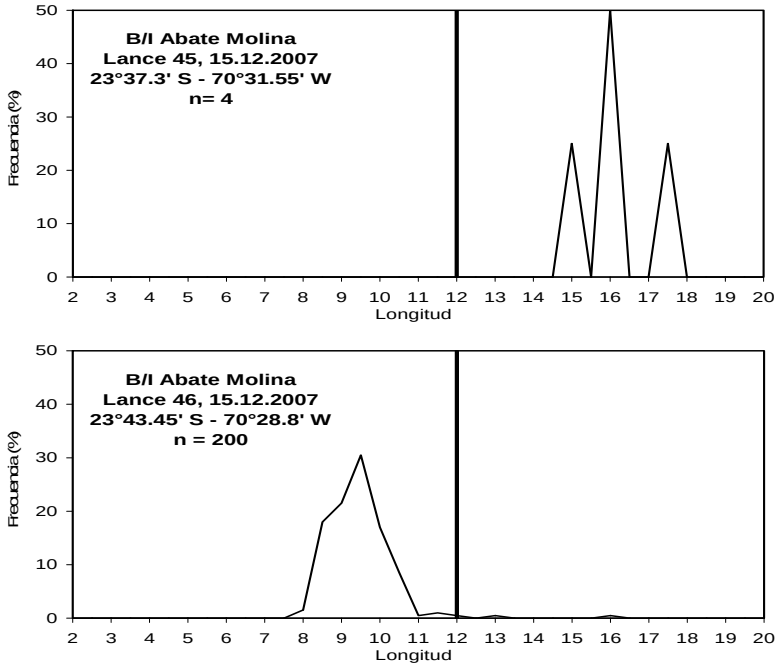


Figura 63. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 6, lances 45 y 46 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

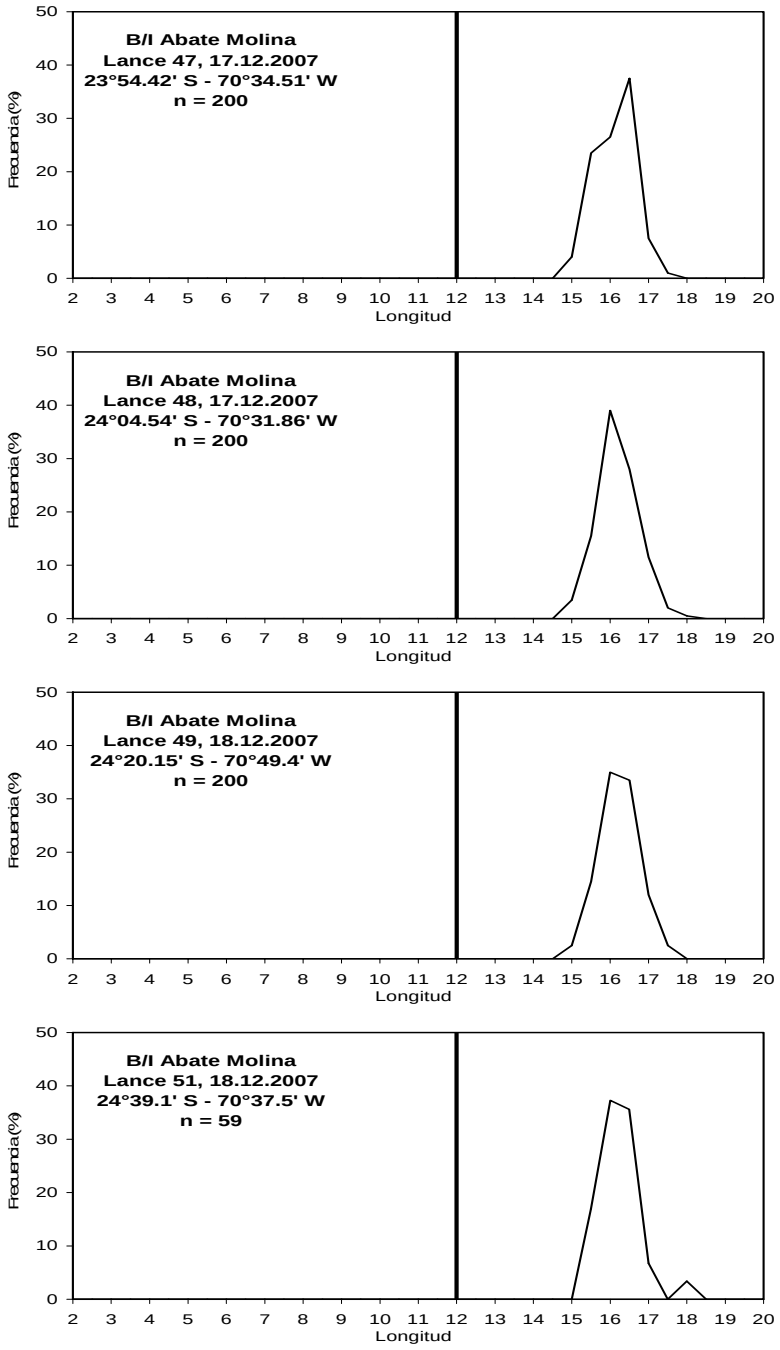


Figura 64. Estructura de tallas para anchoveta en la zona 7, lances 47, 48, 49 y 51 realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

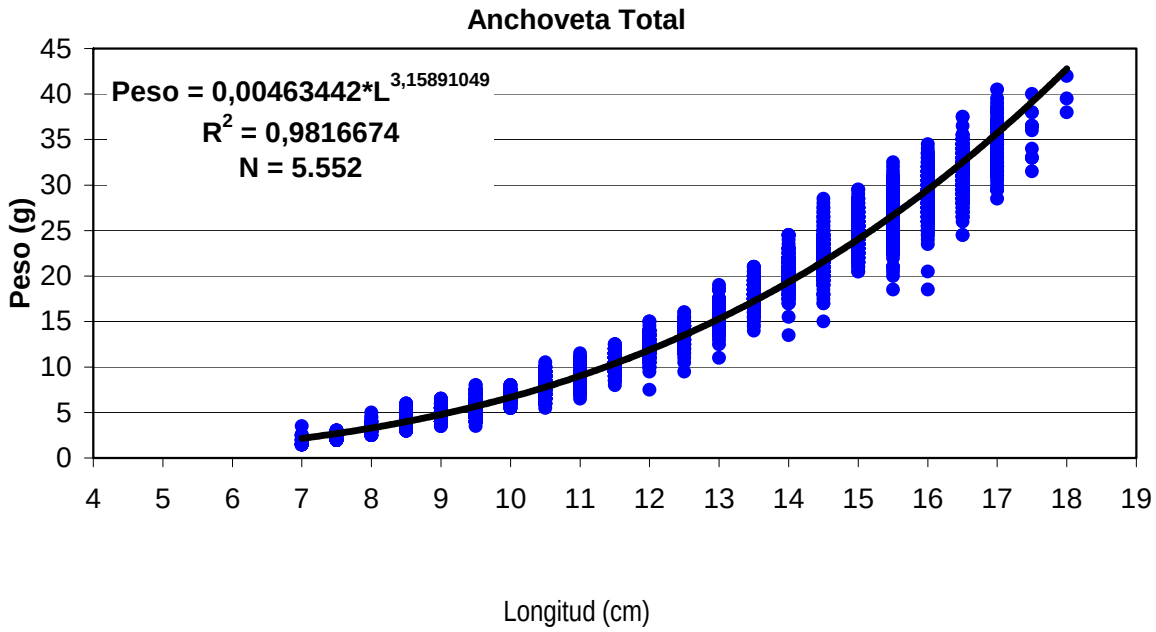


Figura 65. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN 0712.

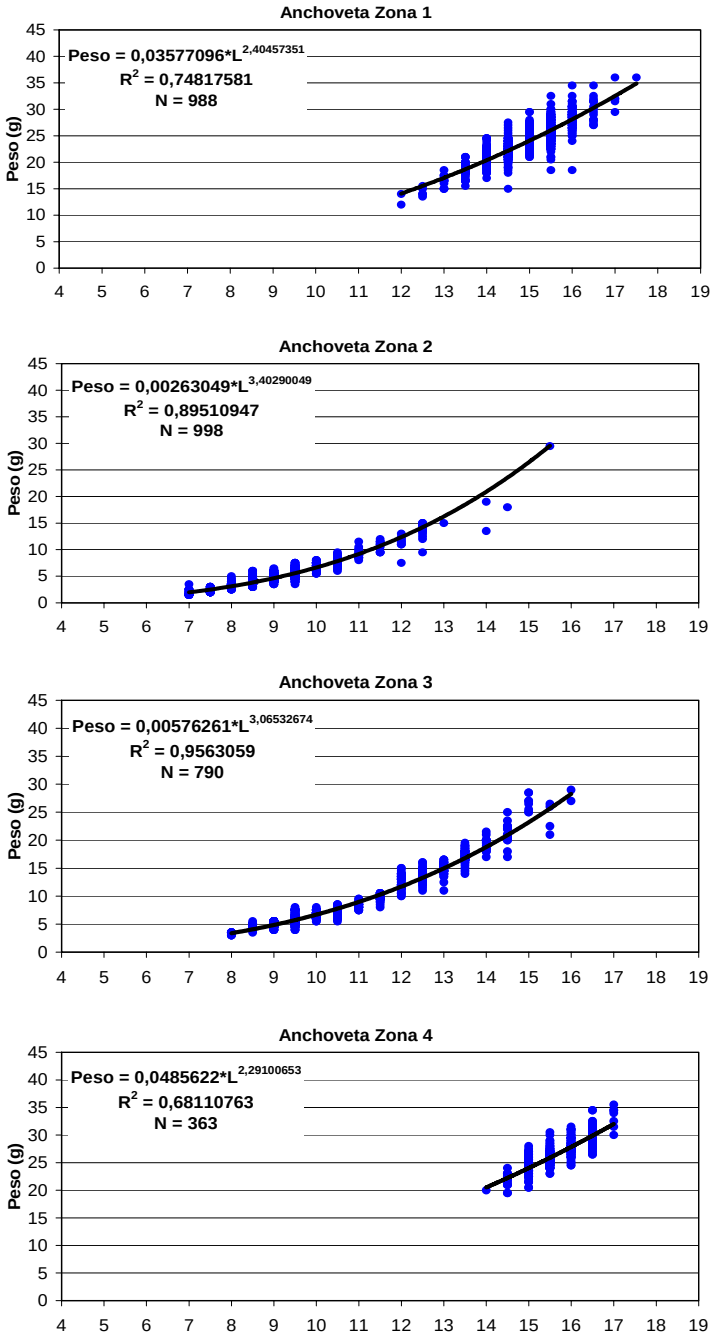


Figura 66. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para zonas 1, 2, 3 y 4. Crucero RECLAN 0712.

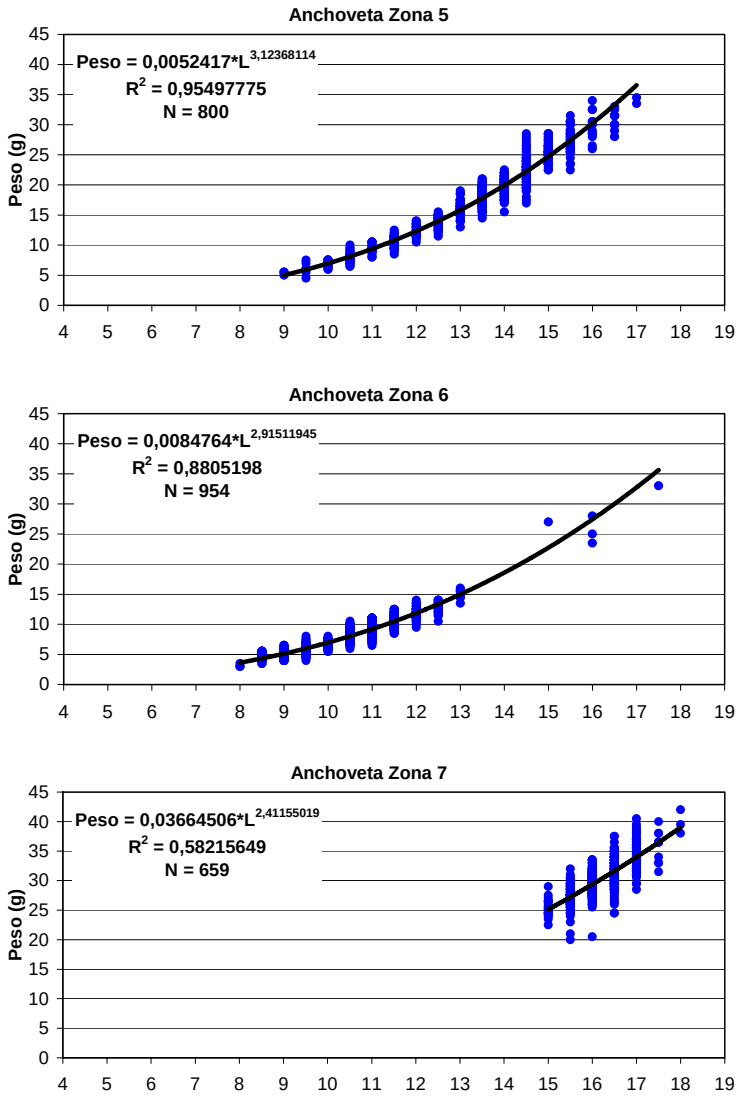


Figura 67. Relación longitud-peso y parámetros de regresión para Anchoveta para zonas 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

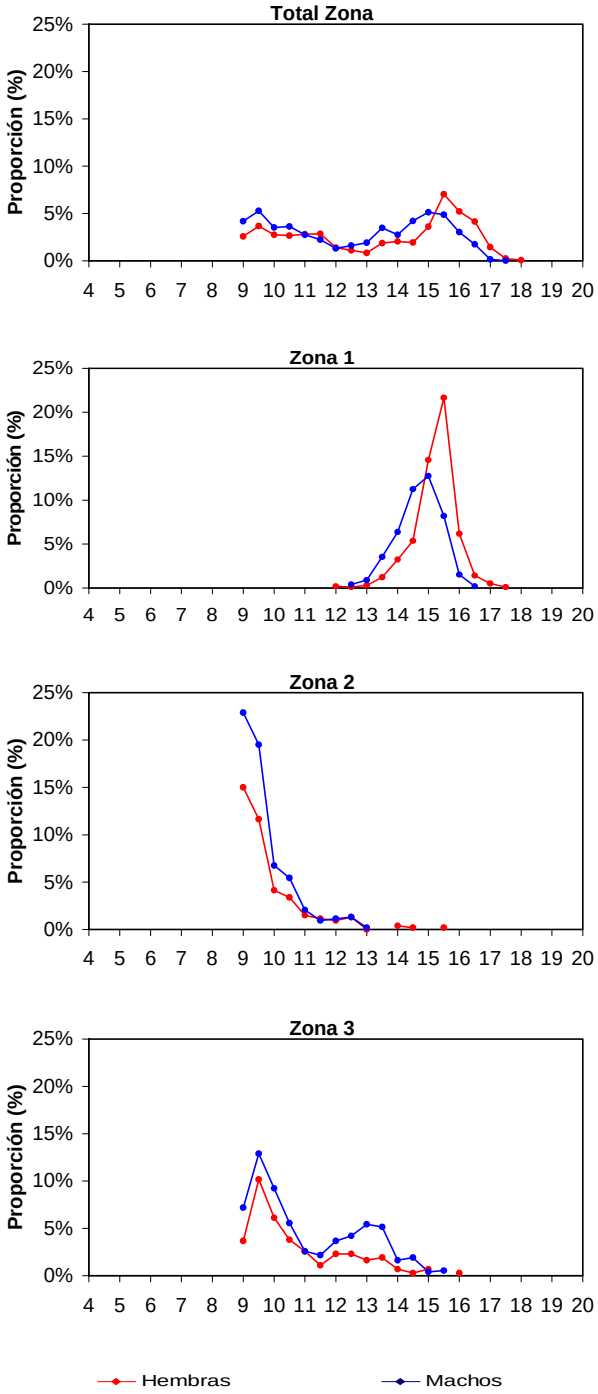


Figura 68. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para el total de las zonas y para zonas 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

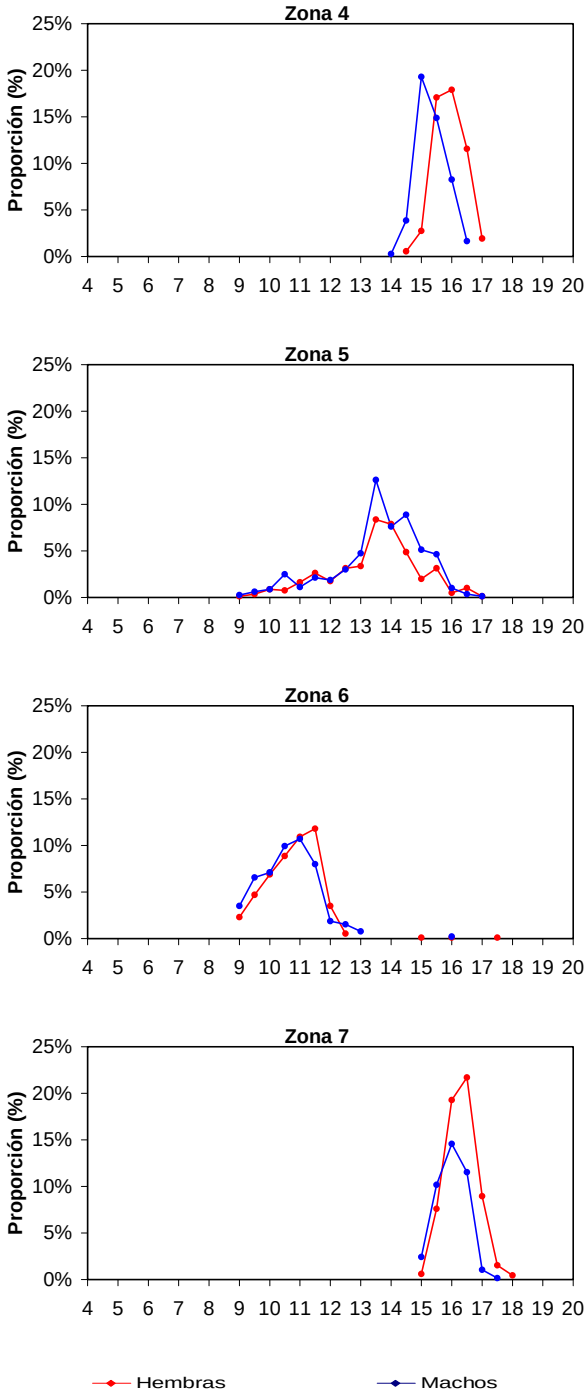


Figura 69. Proporción de hembras y machos del total de ejemplares sexuados de anchoveta para las zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

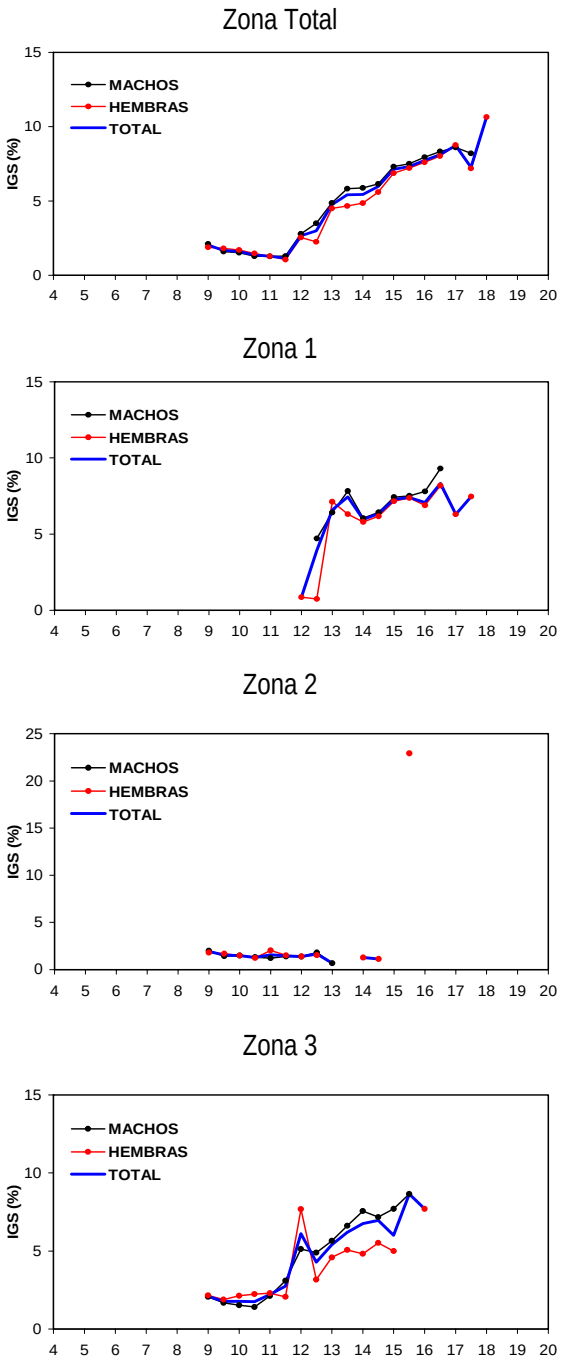


Figura 70. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo para Zona Total y para Zonas 1, 2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

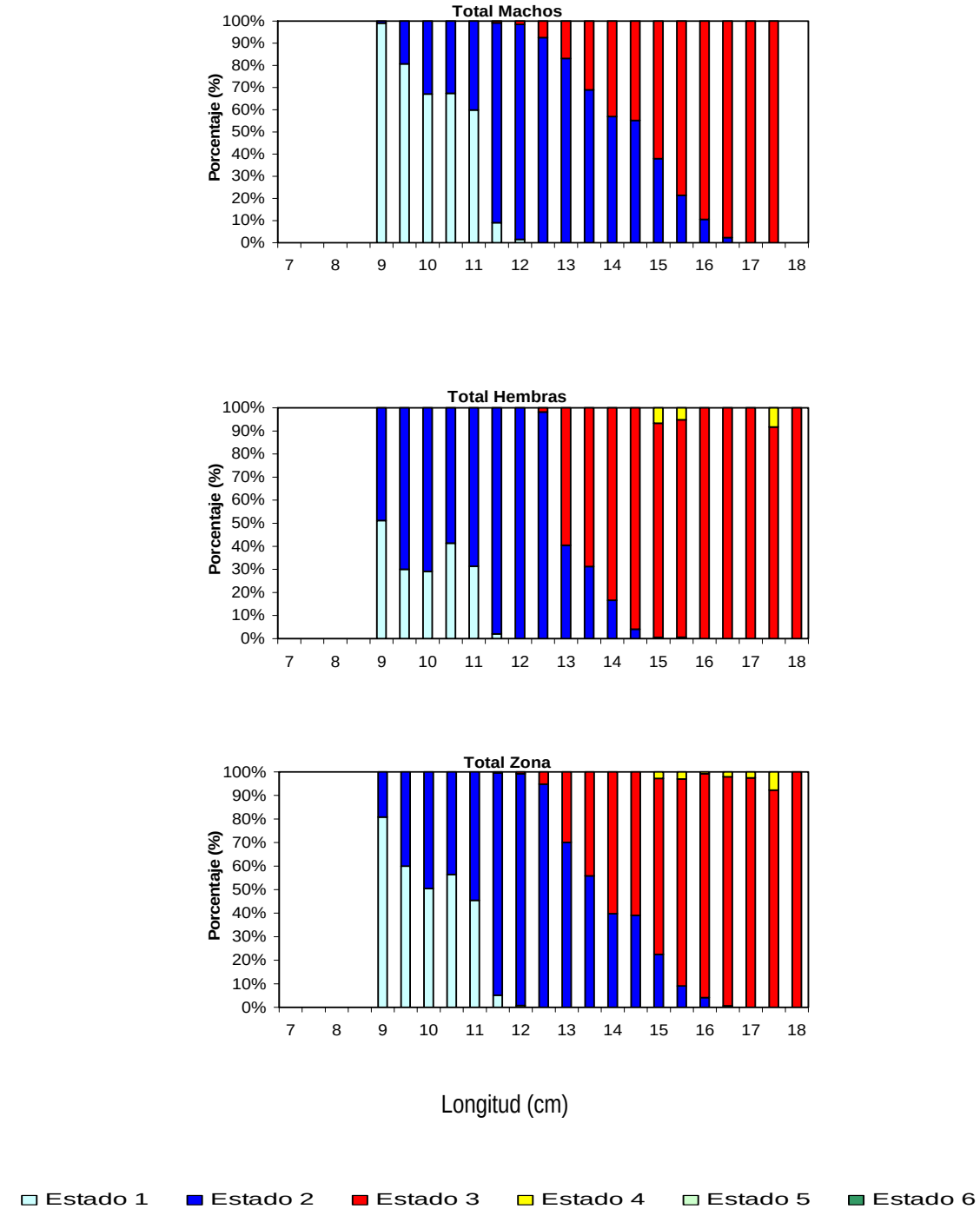


Figura 71. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN 0712.

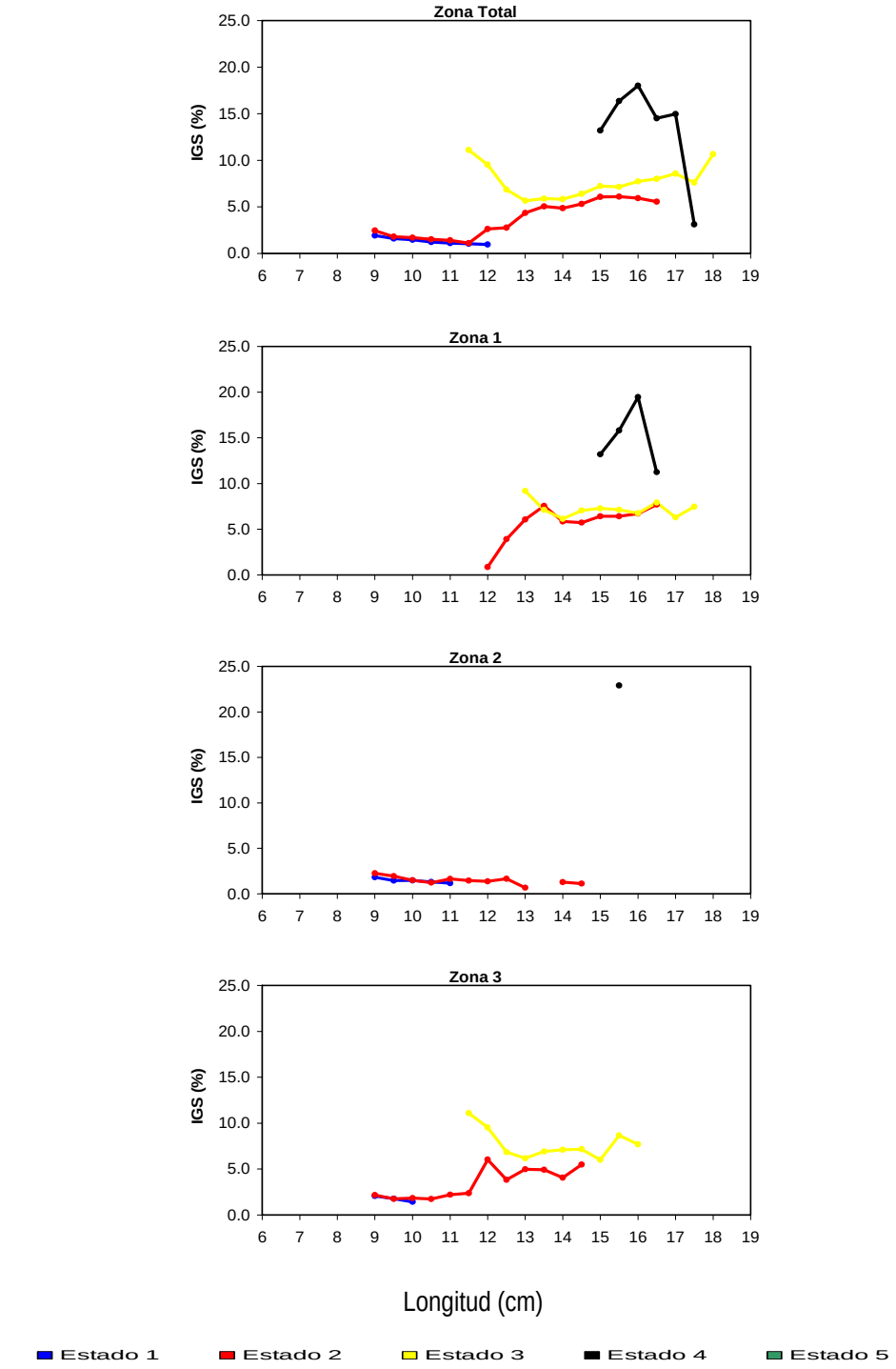


Figura 72. IGS de anchoveta en relación al estado de madurez para Zona Total y Zonas 1,2 y 3. Crucero RECLAN 0712.

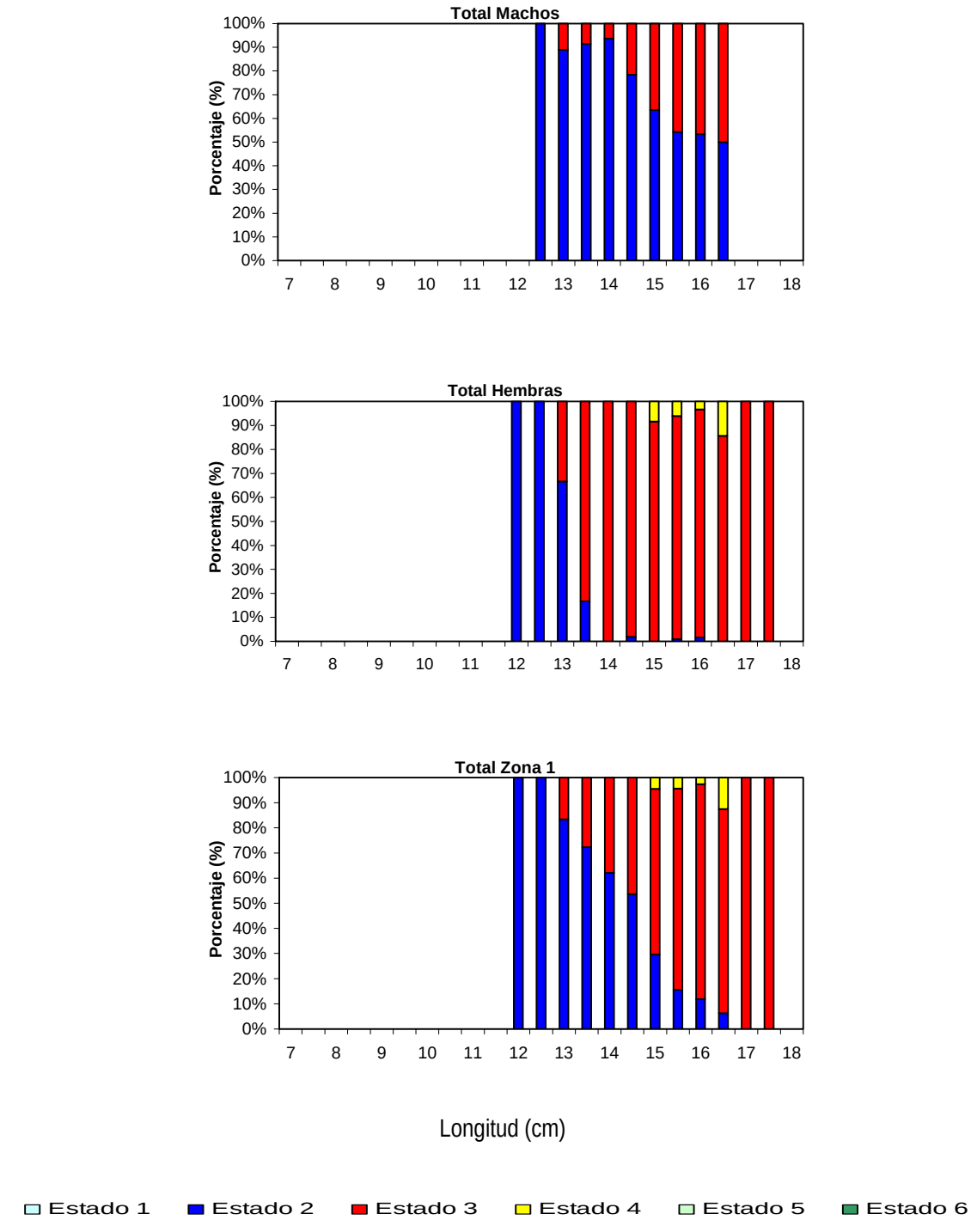


Figura 73. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 1. Crucero RECLAN 0712.

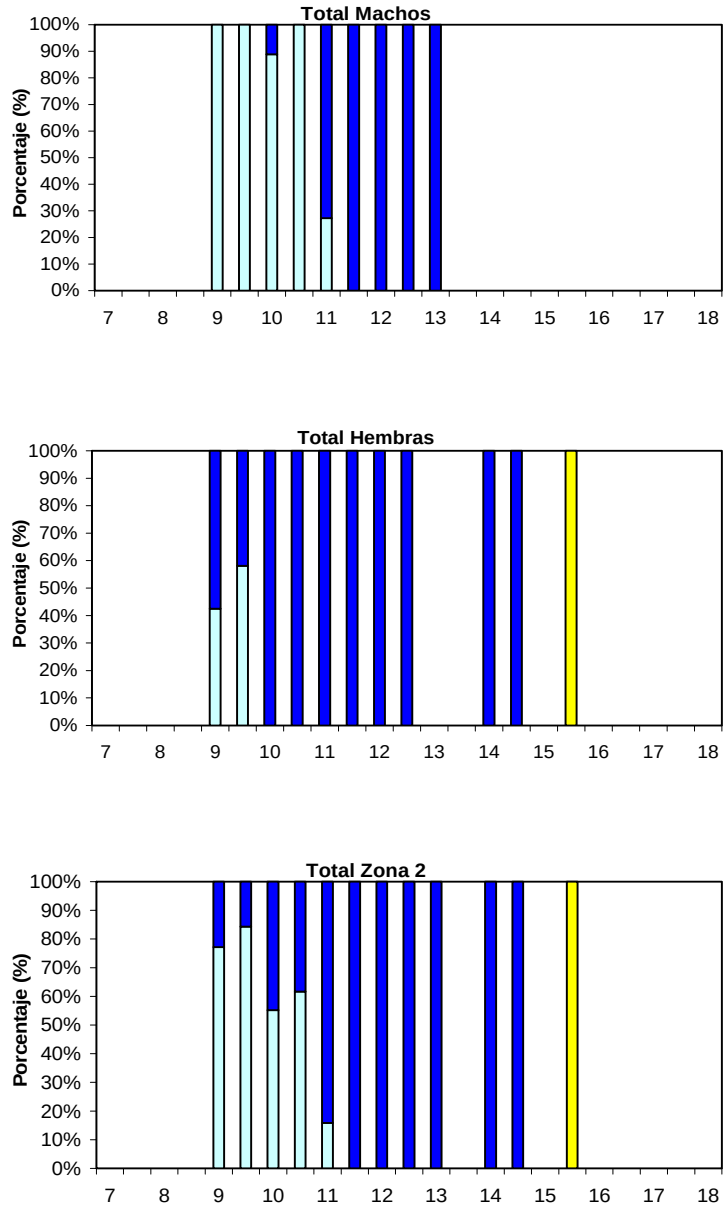


Figura 74. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 2. Crucero RECLAN 0712.

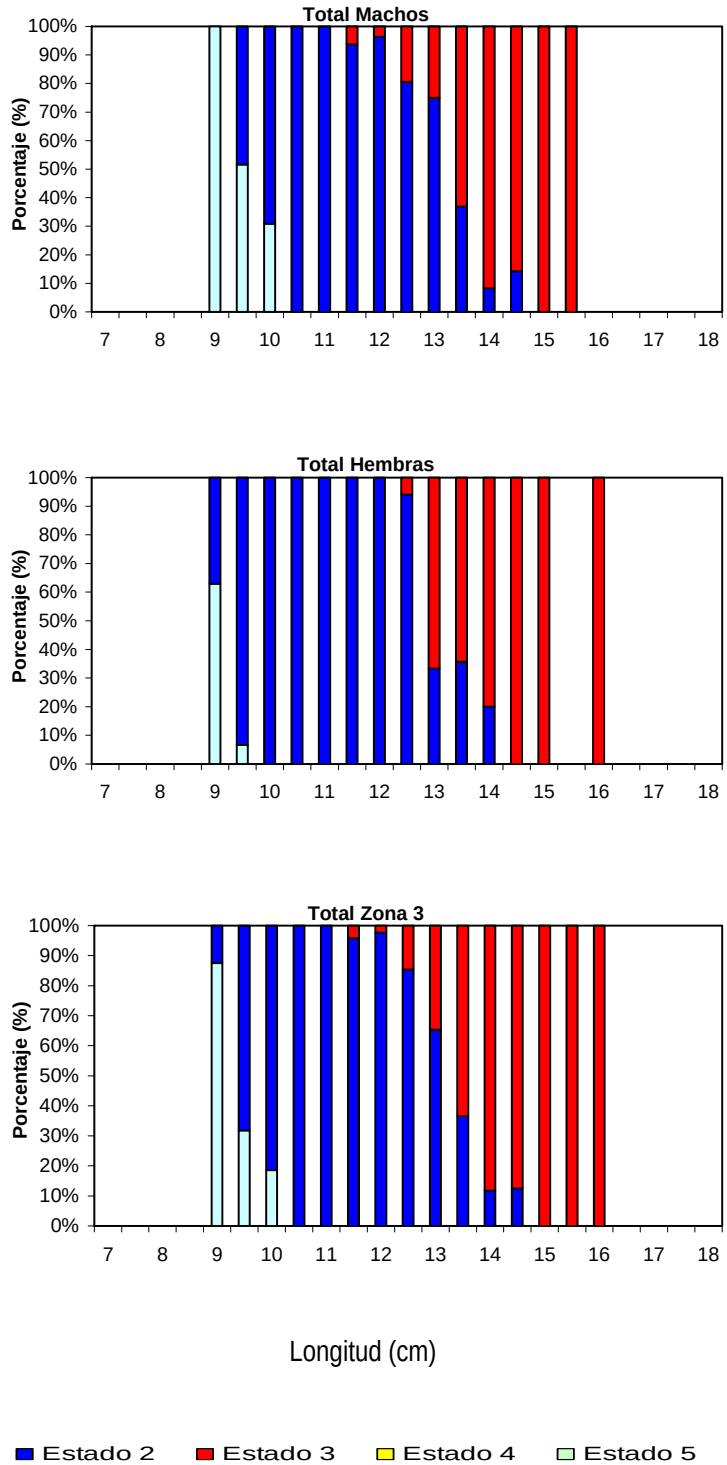


Figura 75. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 3. Crucero RECLAN 0712.

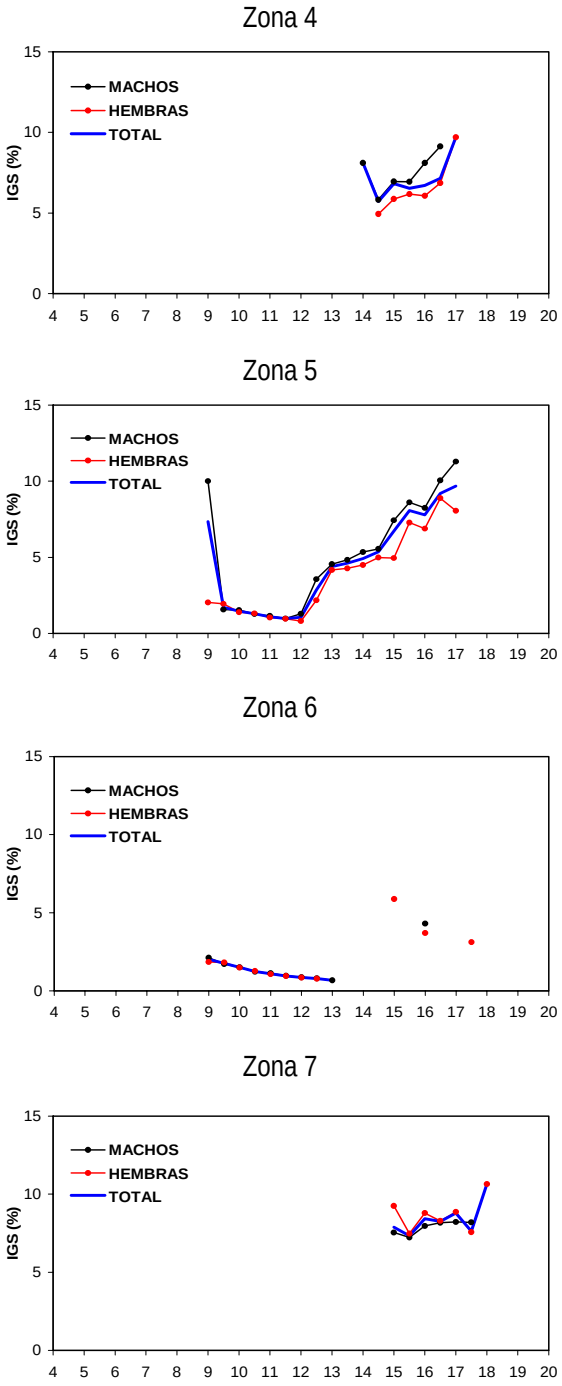


Figura 76. Índice gonadosomático de Anchoveta por sexo y para Zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

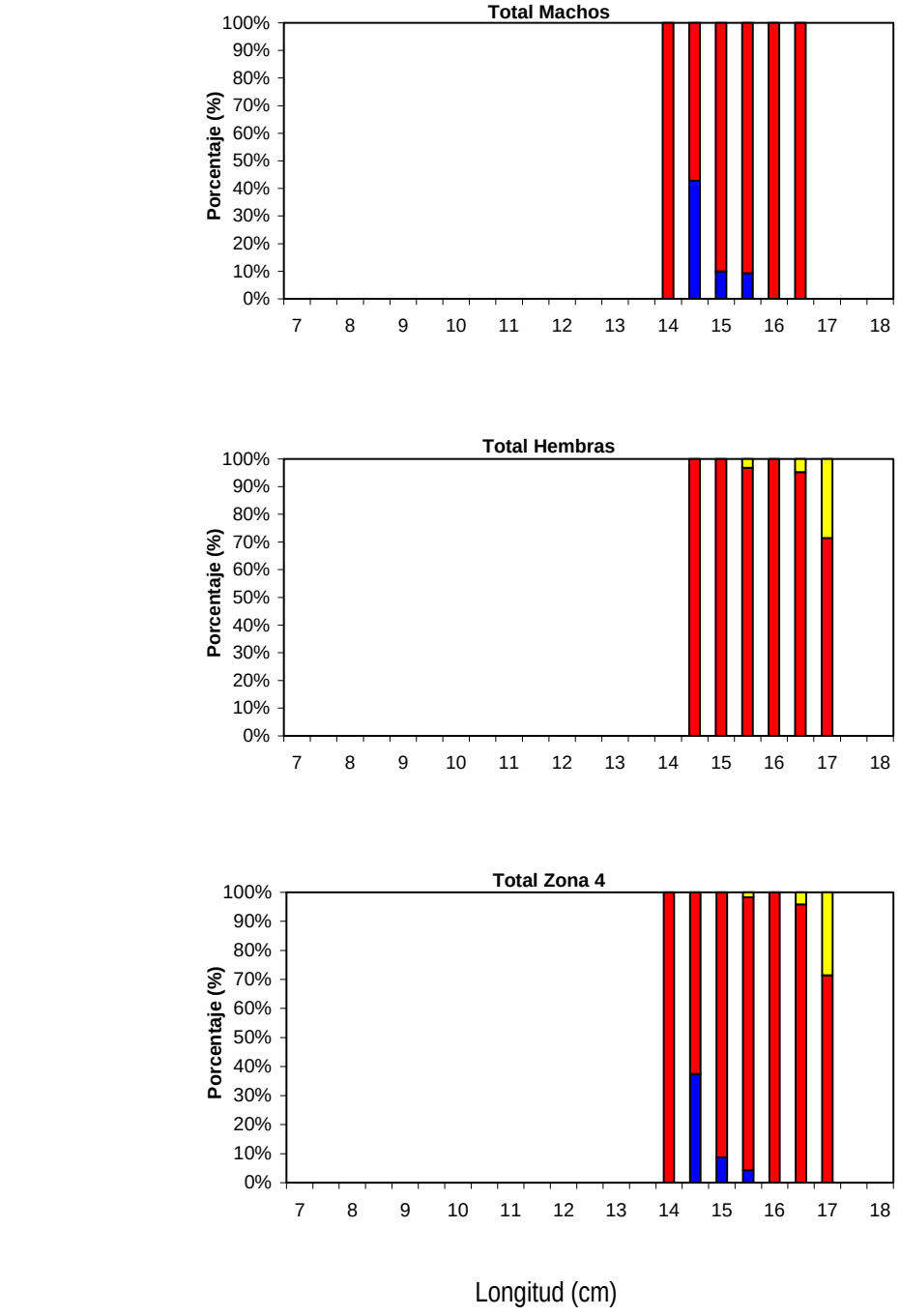


Figura 77. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 4. Crucero RECLAN 0712.

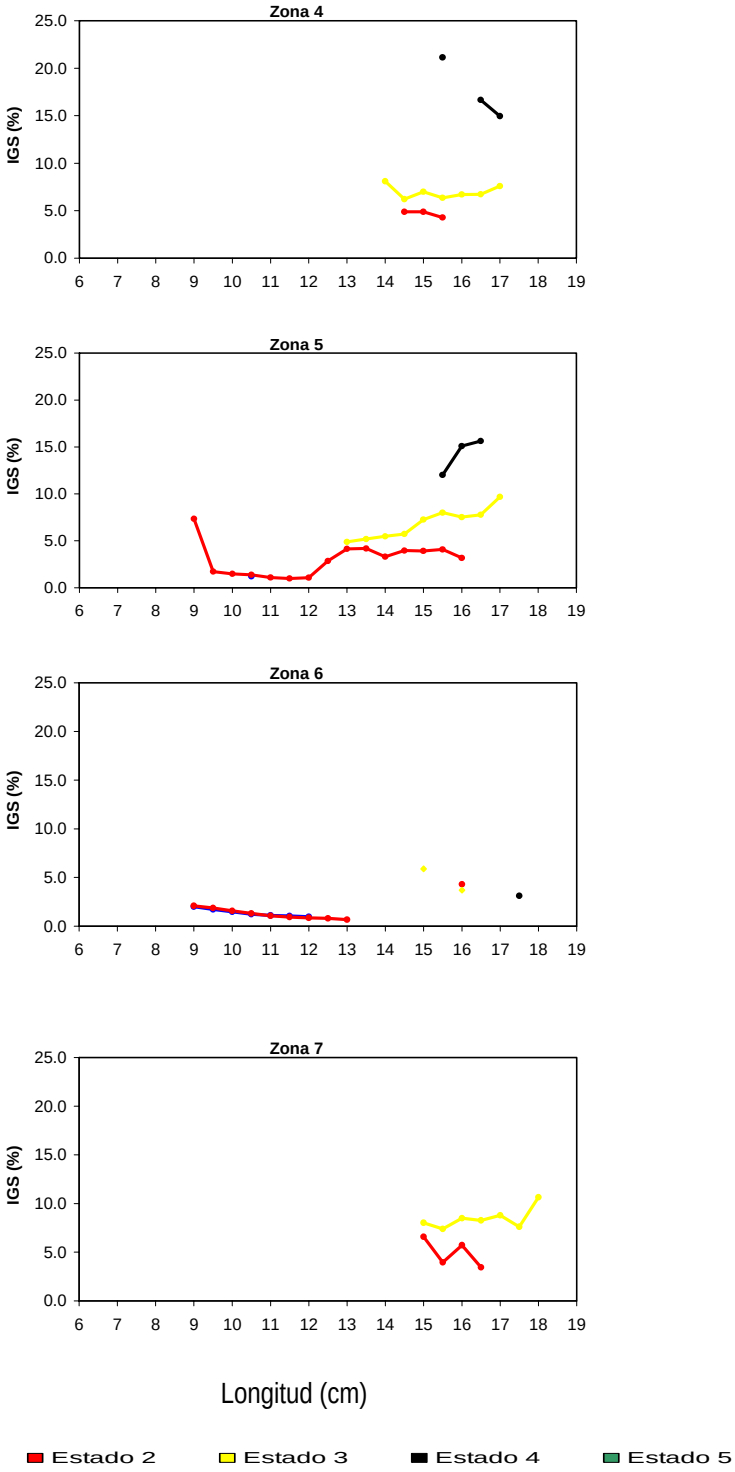


Figura 78. IGS de anchoveta en relación al estado de madurez para Zonas 4, 5, 6 y 7. Crucero RECLAN 0712.

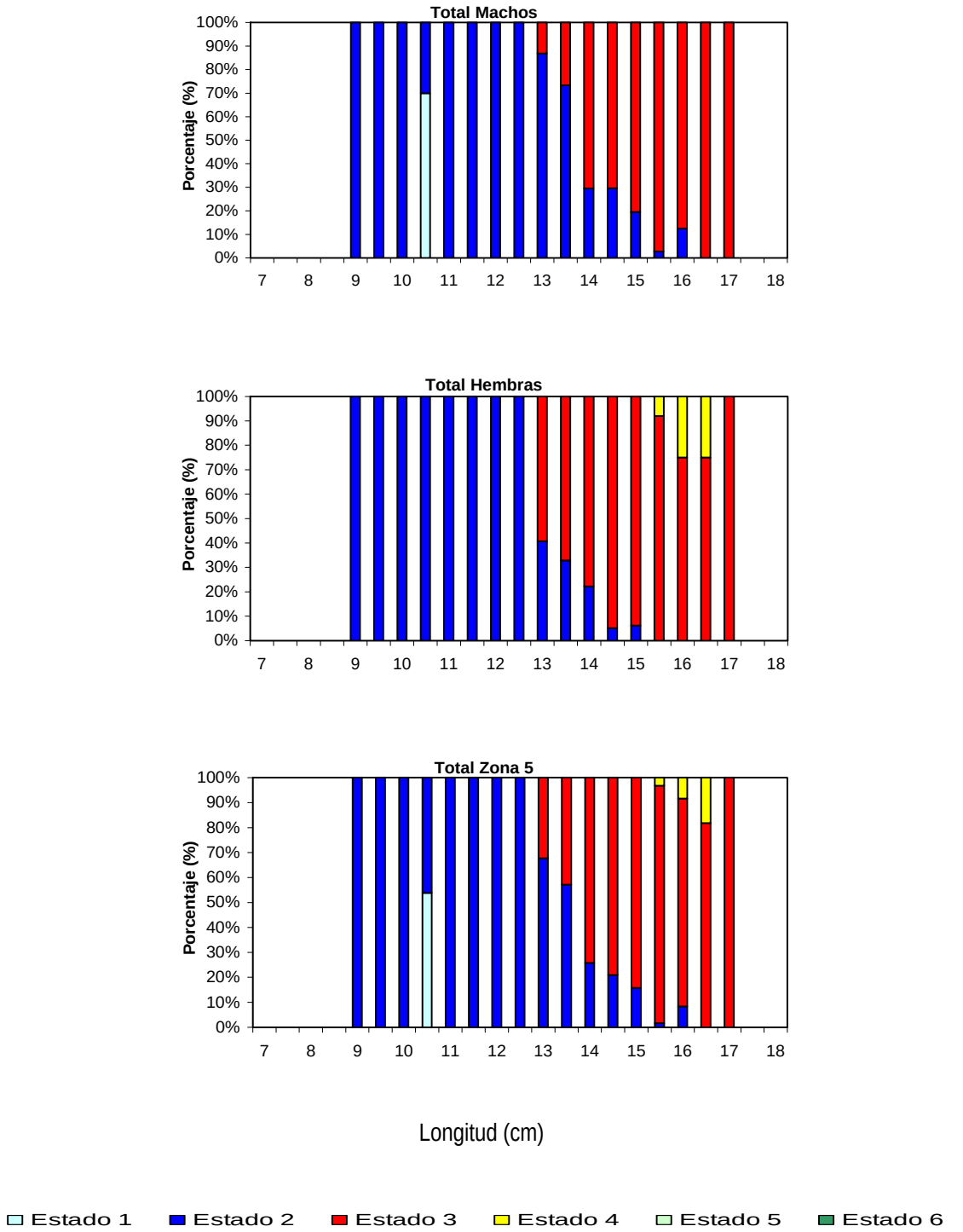


Figura 79. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 5. Crucero RECLAN 0712.

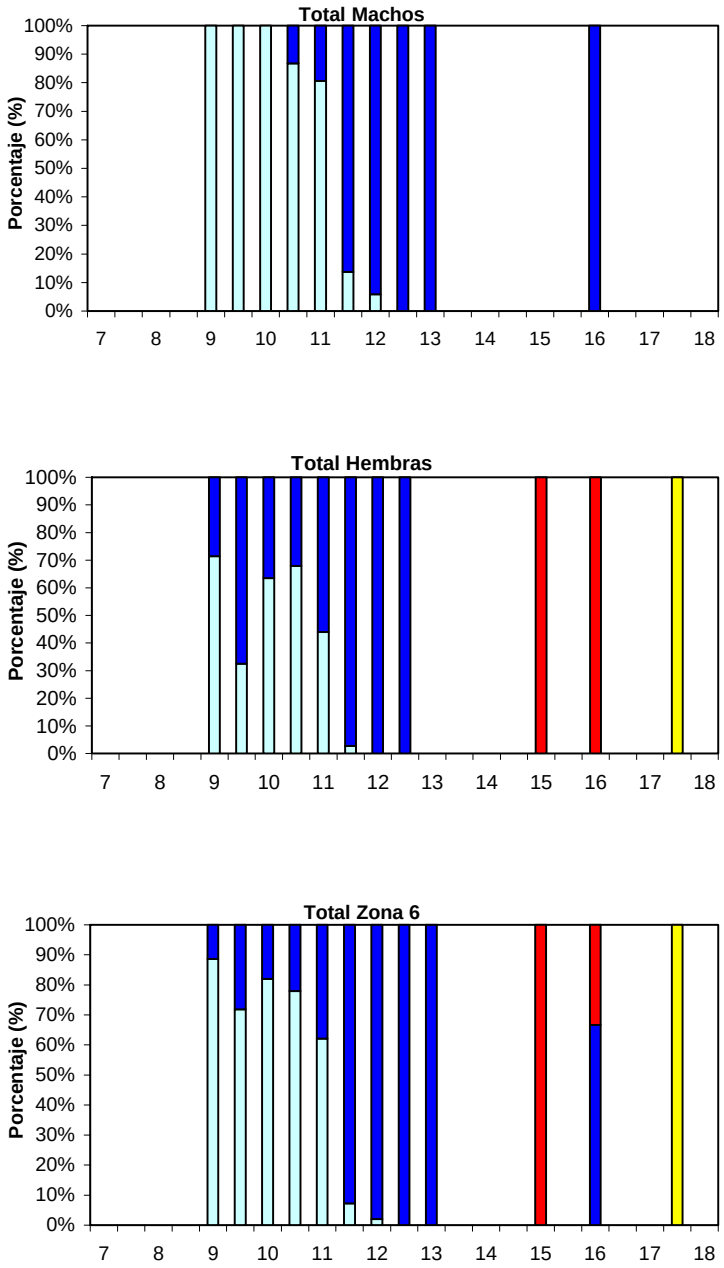


Figura 80. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 6. Crucero RECLAN 0712.

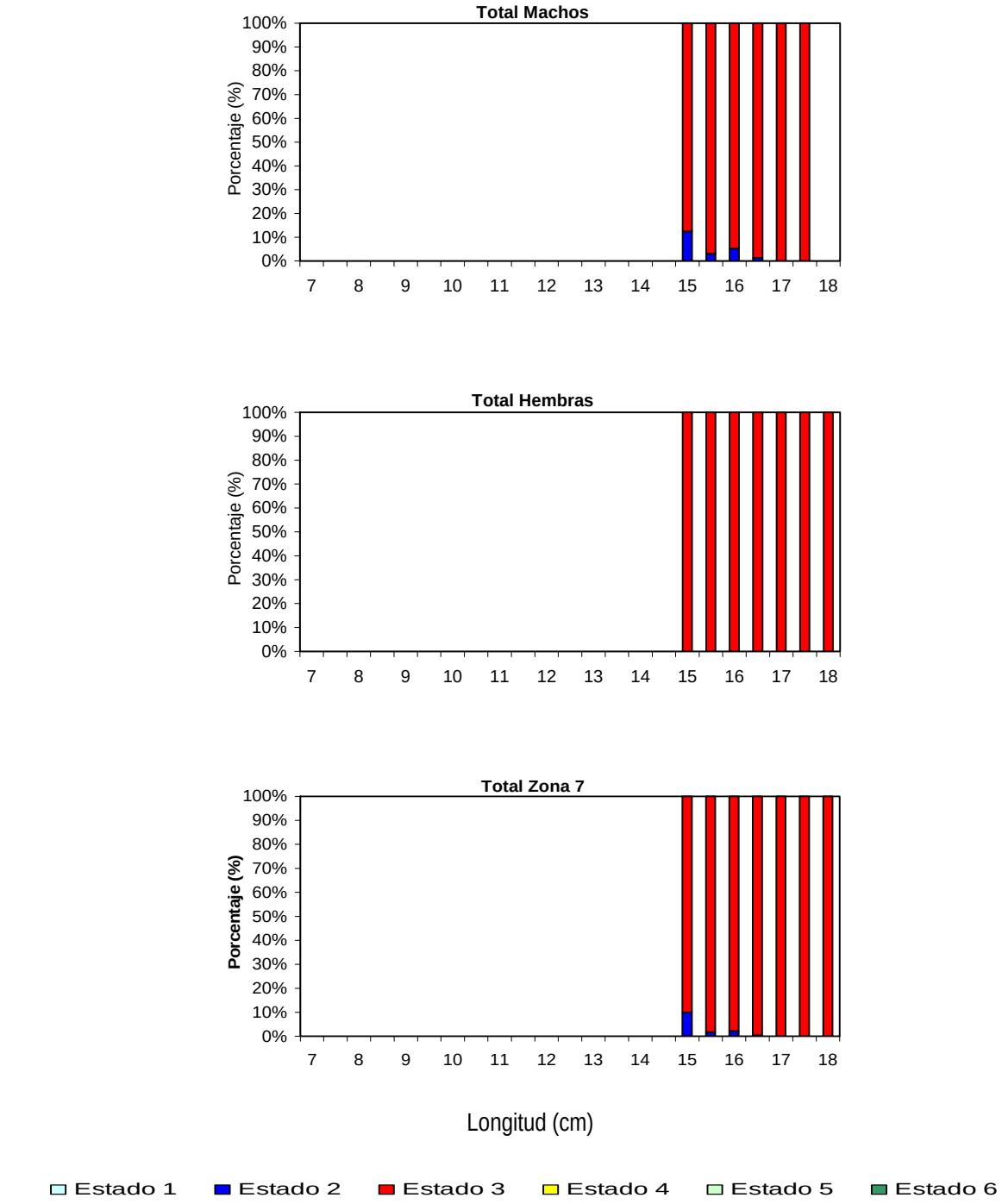


Figura 81. Estados de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona 7. Crucero RECLAN 0712.

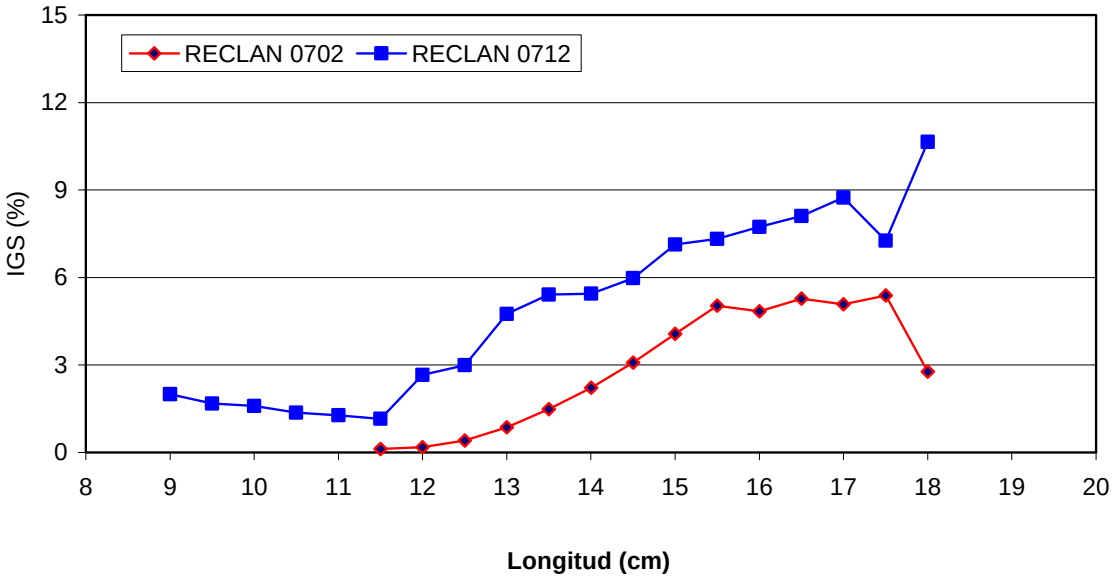


Figura 82. IGS promedio de anchoveta por talla, cruceros RECLAN 0702 y 0712.

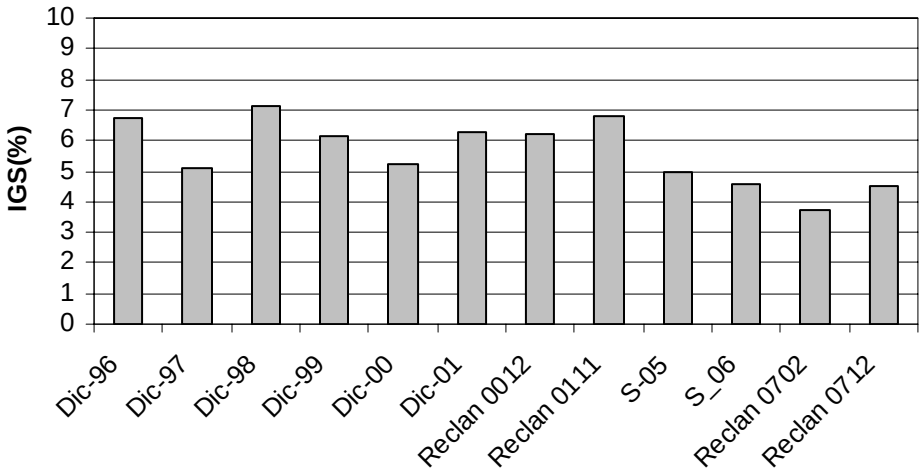


Figura 83. IGS promedio de anchoveta, mes de diciembre 1996 a 2001, seguimiento 2005 y 2006 y cruceros RECLAN.

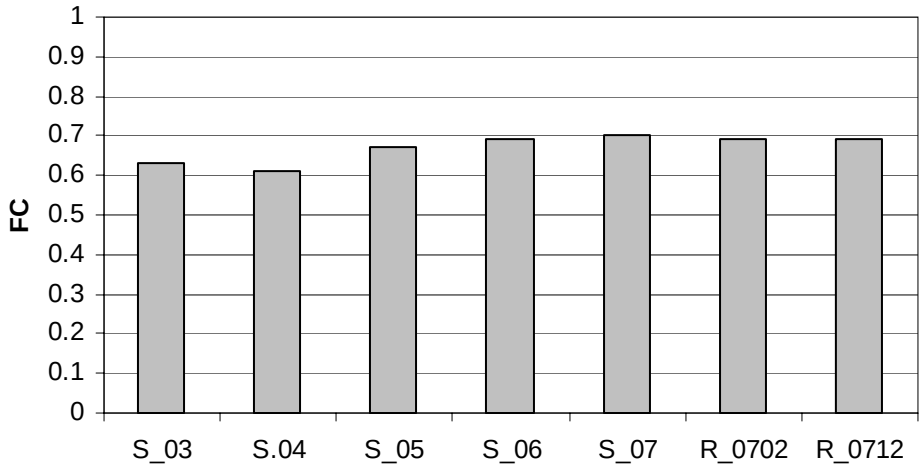


Figura 84. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Seguimiento 2003 a 2007 y cruceros RECLAN 0702 y 0712 (I y II Regiones).

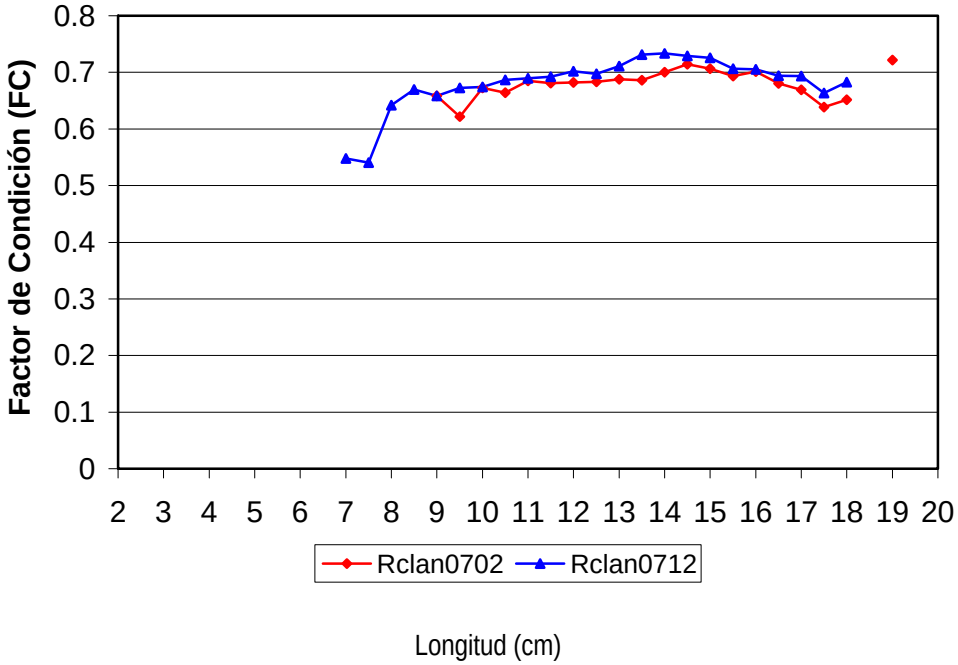
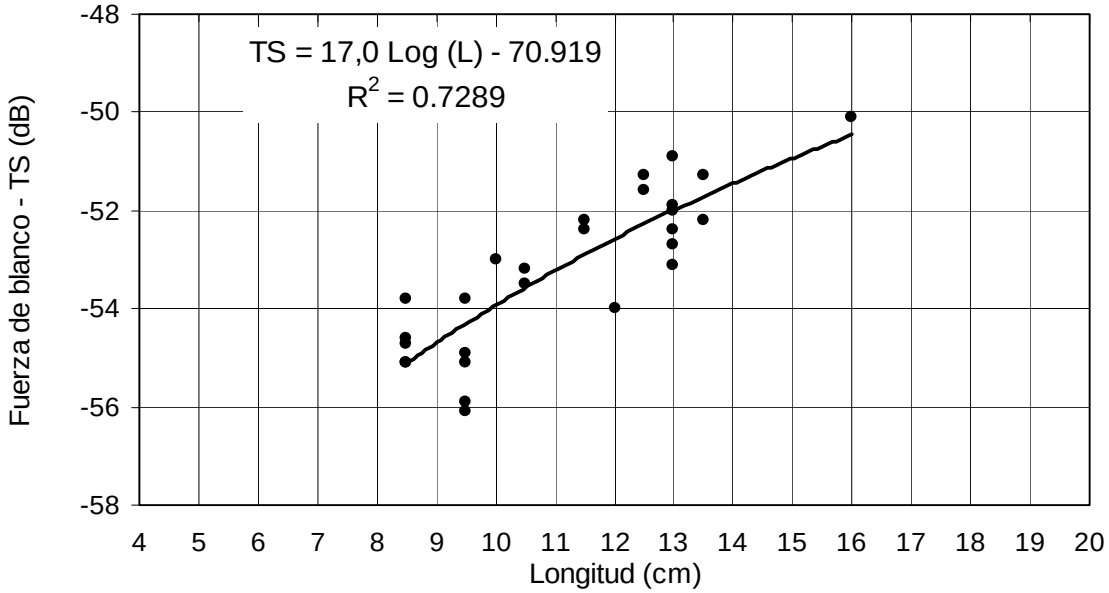


Figura 85. Factor de condición (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN 0702 y 0712 (I y II Regiones).

RECLAN12 0712



RECLAN 34 0802

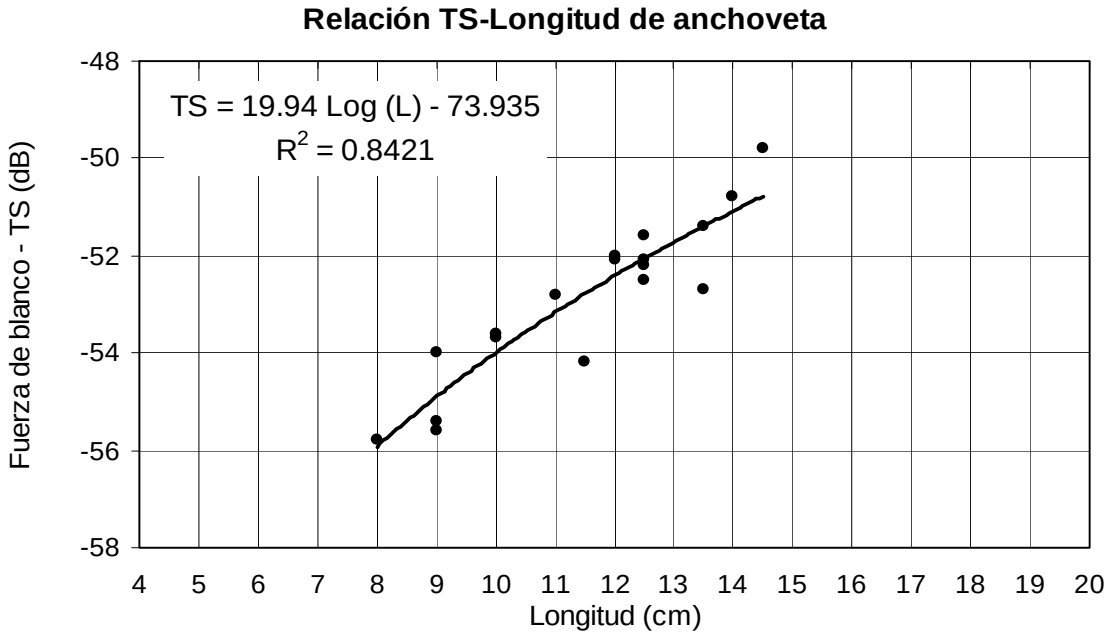


Figura 86. Relación funcional entre el TS y la talla modal de anchoveta medida en los cruceros RECLAN12 0712 y RECLAN34 0802.

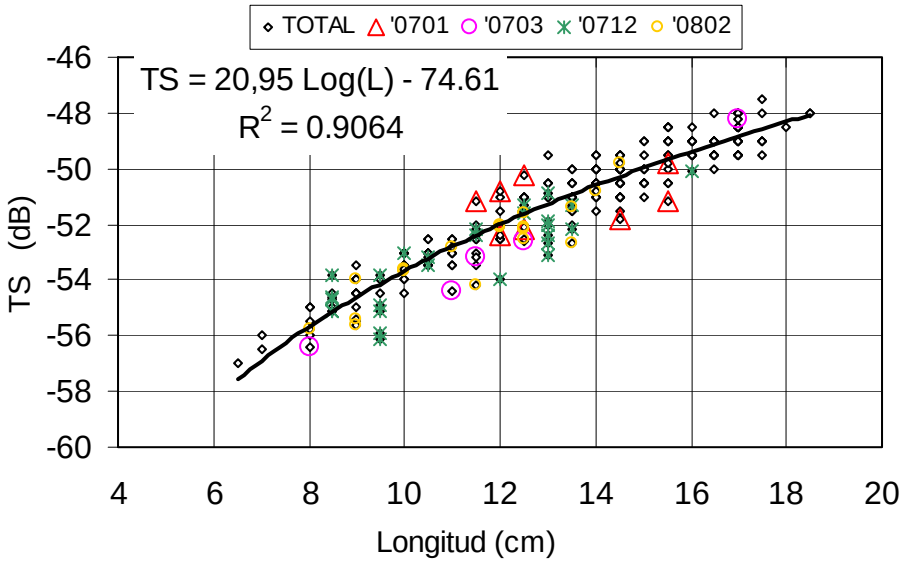


Figura 87. Relación funcional de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta por talla modal para la serie completa de datos disponible en la zona norte desde 1996.

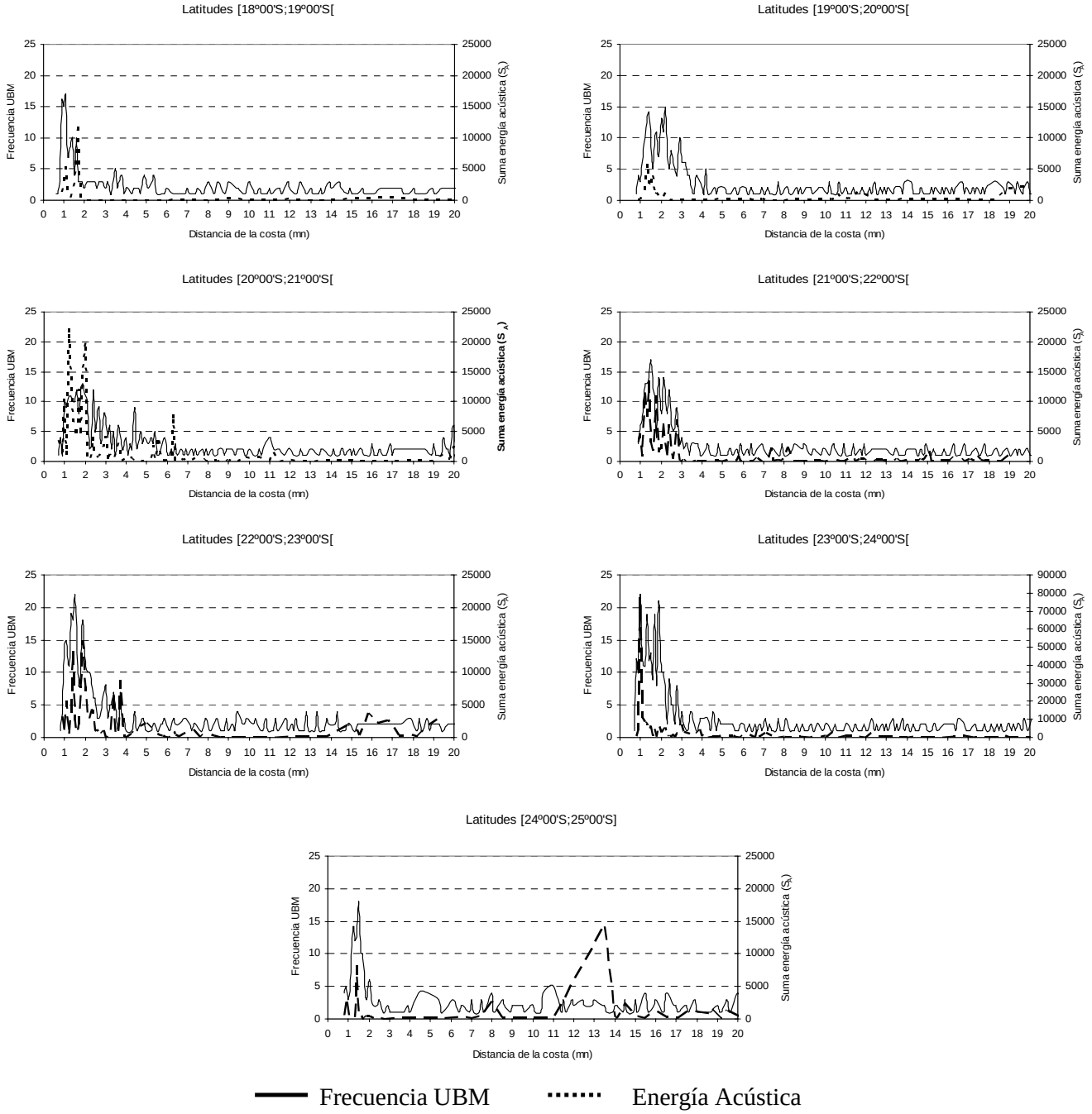
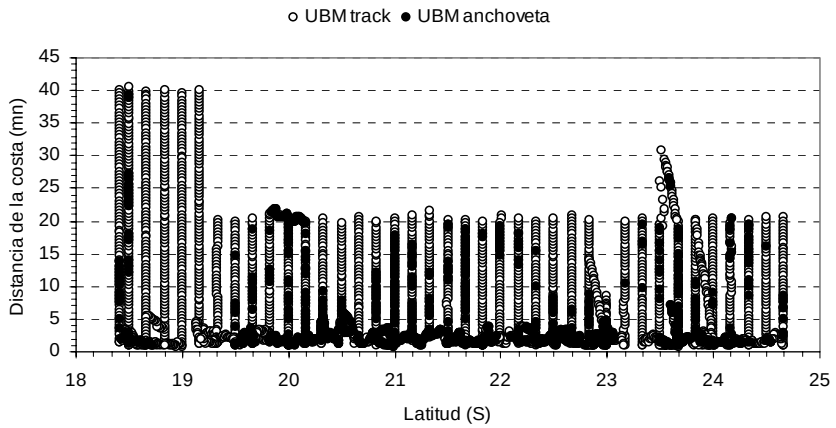
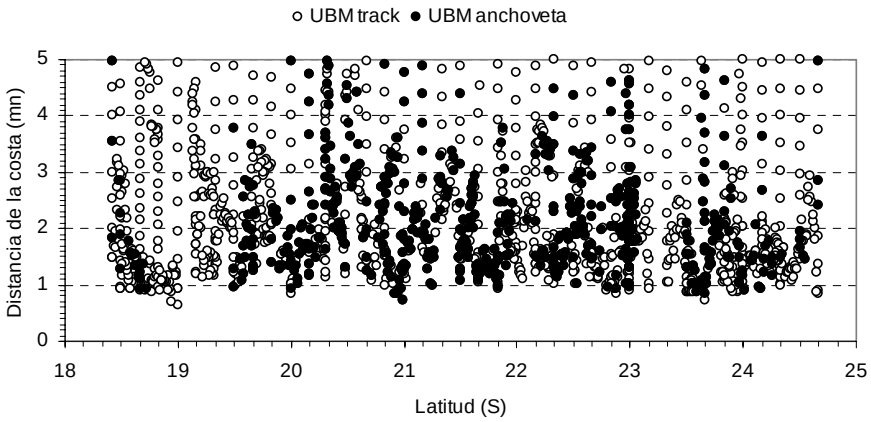


Figura 88. Relación entre las densidades acústicas de anchoveta y la frecuencia de observaciones acústicas (UBM´s) respecto a la distancia a la costa agrupados cada un grado de latitud. Se observa que en general la mayor frecuencia de observaciones acústicas se realizó en las primeras 3 mn de la costa. Las mayores densidades acústicas costeras, que sugieren la existencia de sesgo de orilla se presentó entre las 21 y 22º S.

a



b



c

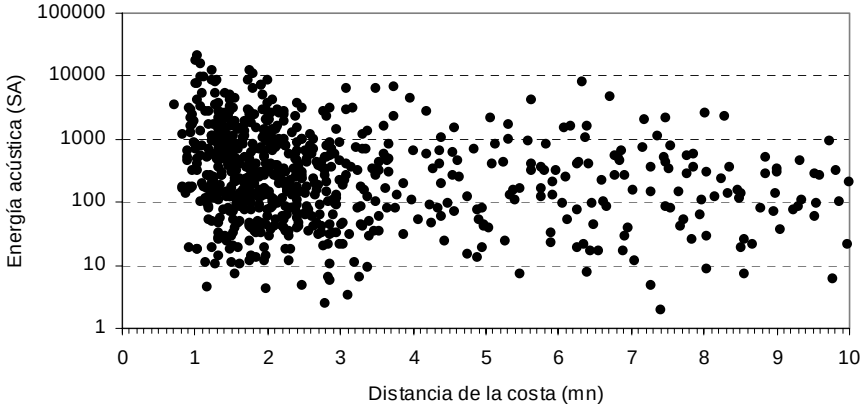


Figura 89. Distancia a la costa de las UBM´s realizadas y de anchoveta para el total de la zona de estudio (a) y en una ampliación en las primeras 5 mn de la costa (b). En (c) se muestra la intensidad acústica en escala logarítmica respecto a la distancia a la costa de todo el crucero.

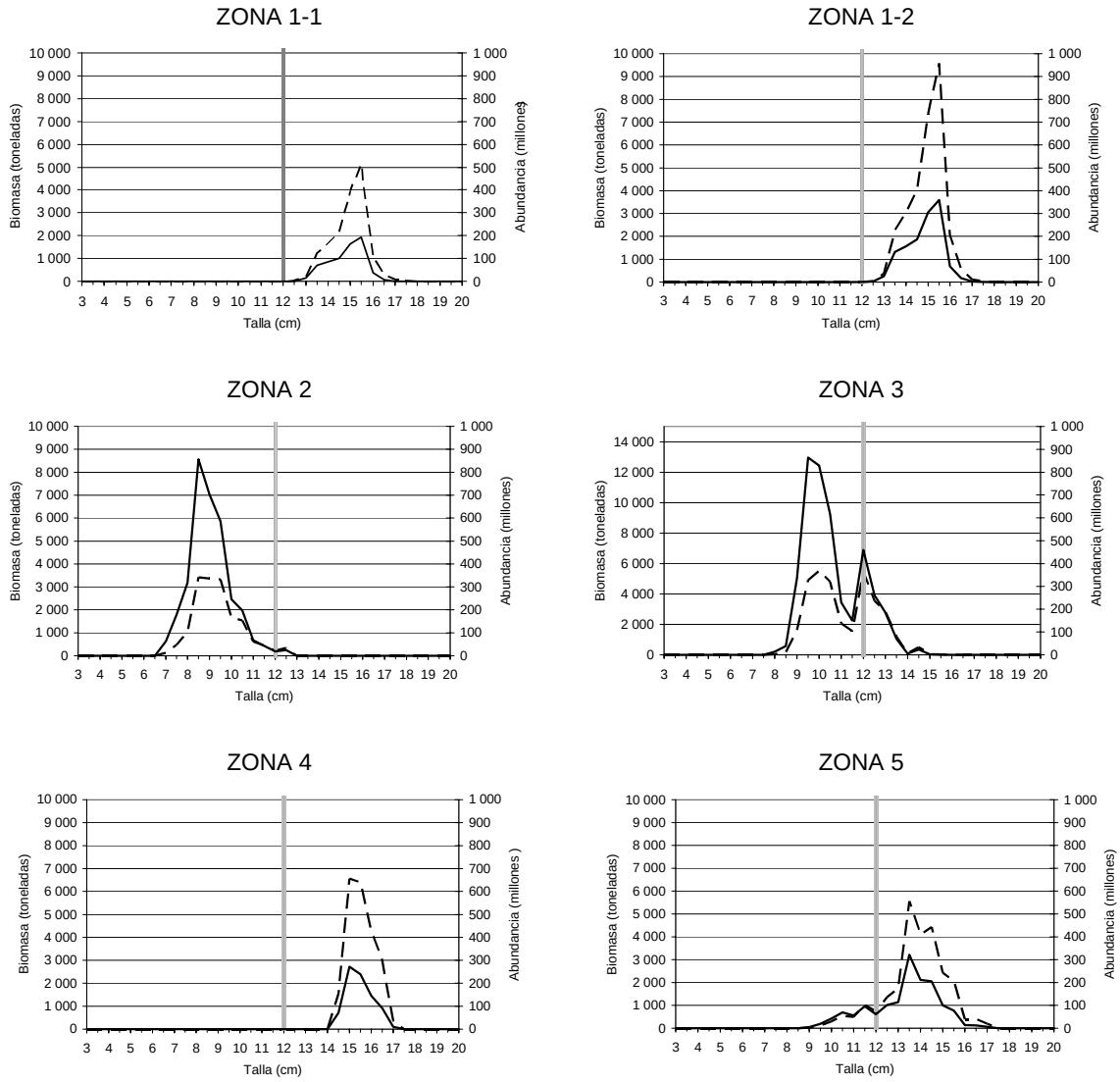


Figura 90. Abundancia en millones de ejemplares (——) y Biomasa en toneladas (------) de anchoveta por talla, subzonas 1 a 5. Crucero RECLAN 0712.

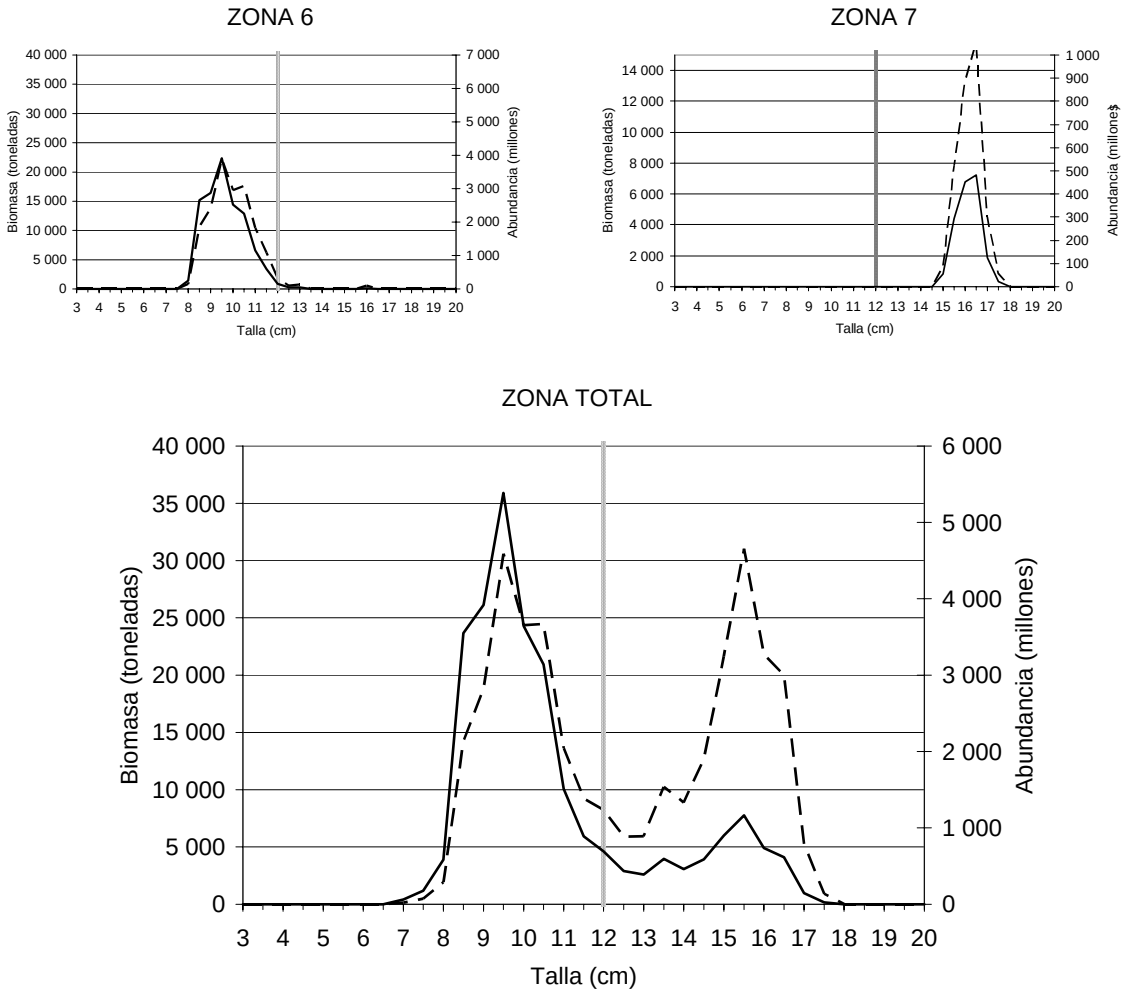


Figura 91. Abundancia en millones de ejemplares (——) y Biomasa en toneladas (------) de anchoveta por talla, subzonas 6, 7 y total. Crucero RECLAN 0712.

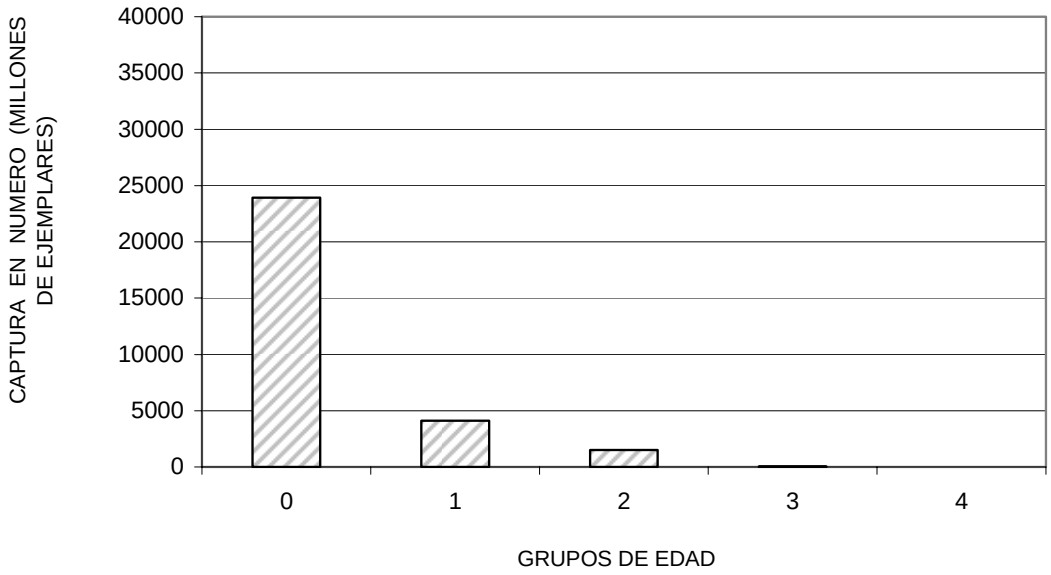


Figura 92. Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta. Crucero de evaluación hidroacústica Zona Norte RECLAN I-II, 2007.

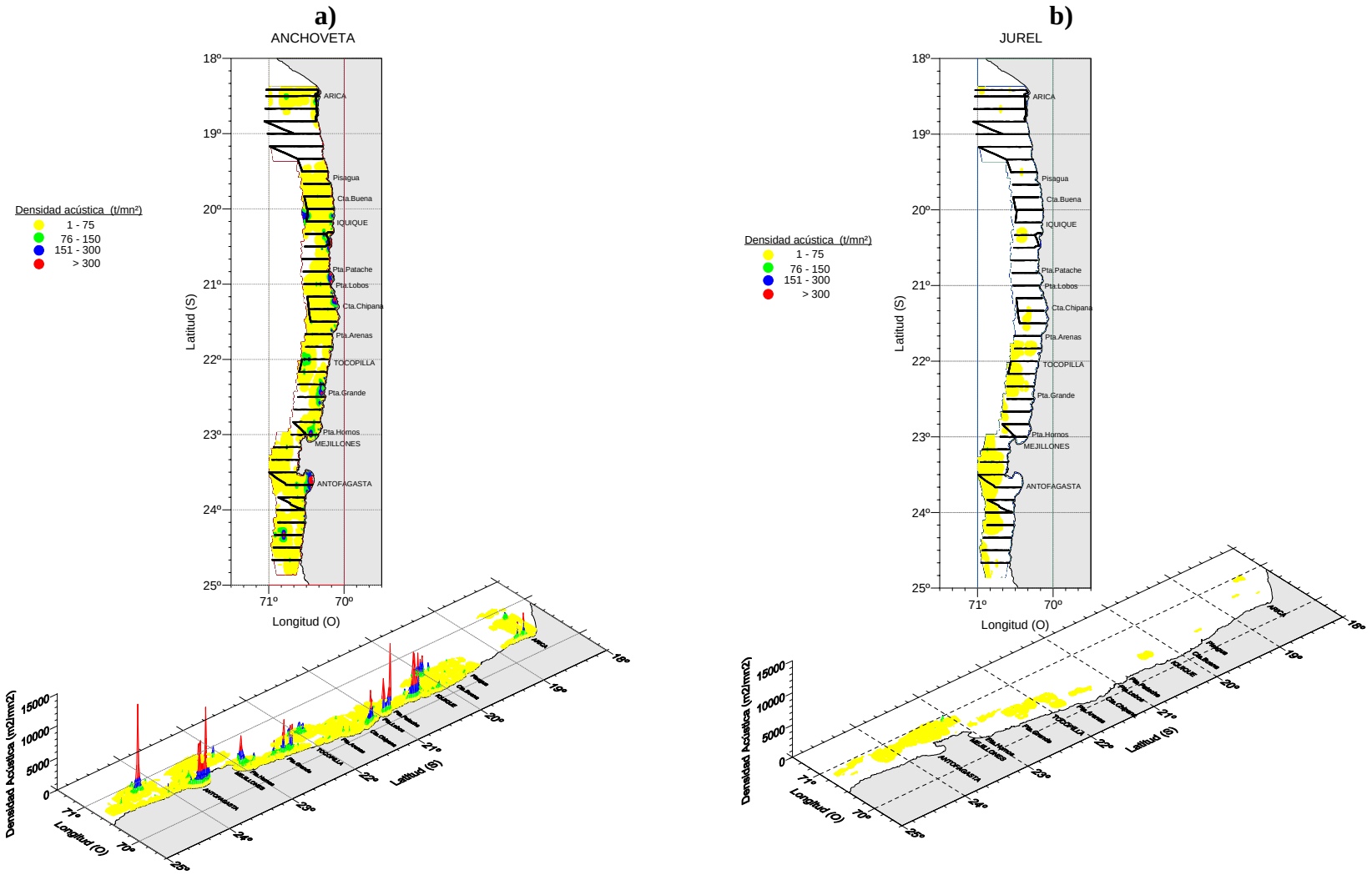


Figura 93. Distribución espacial del s_A de a) anchoveta y b) jurel en el área de estudio, crucero RECLAN 0712.

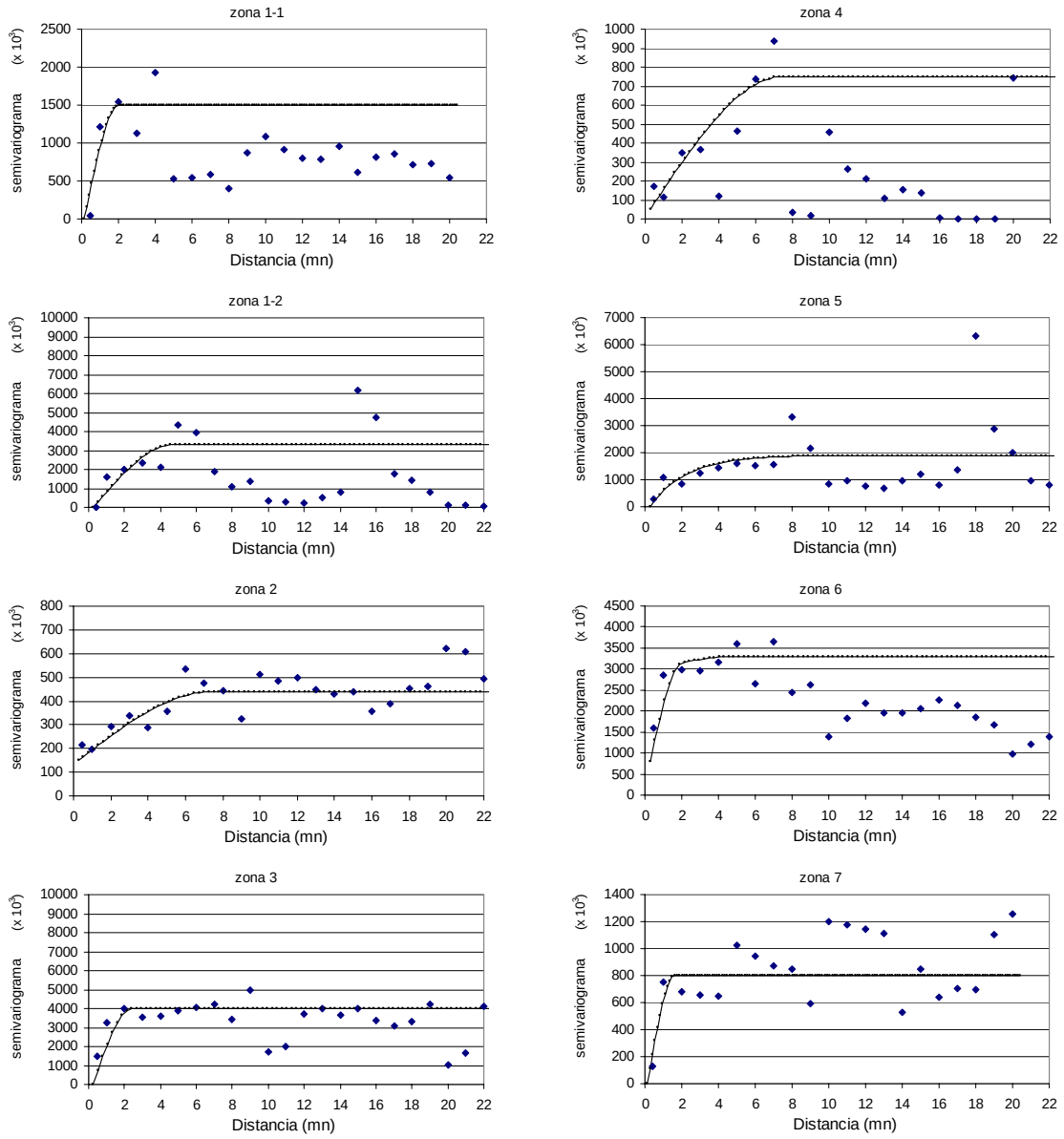


Figura 94. Variogramas de anchoveta por subzona.crucero RECLAN12 0712.

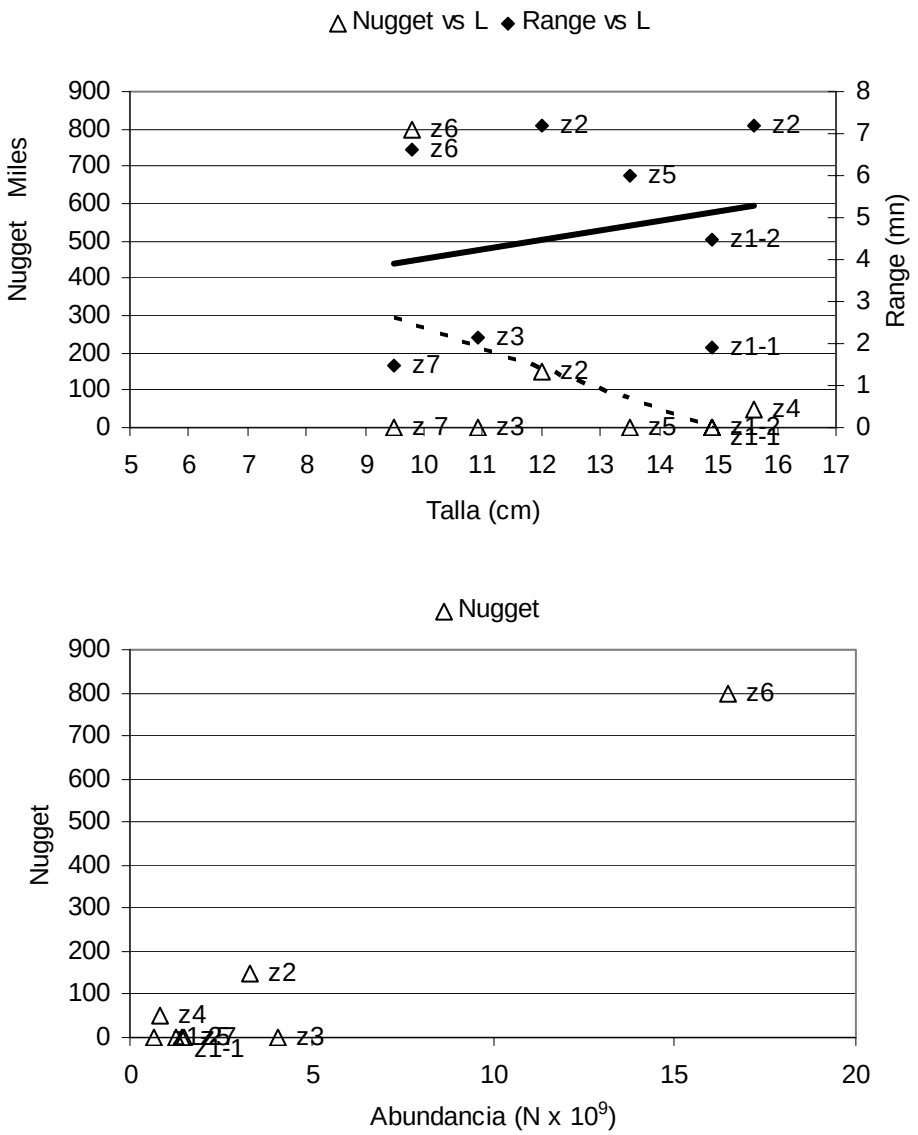


Figura 95. Relaciones entre el rango y el nugget respecto a la talla y la abundancia de anchoveta por zona en el crucero RECLAN 12 0712. Se indican tendencias del rango respecto la talla (———) y nugget respecto la talla (– –).

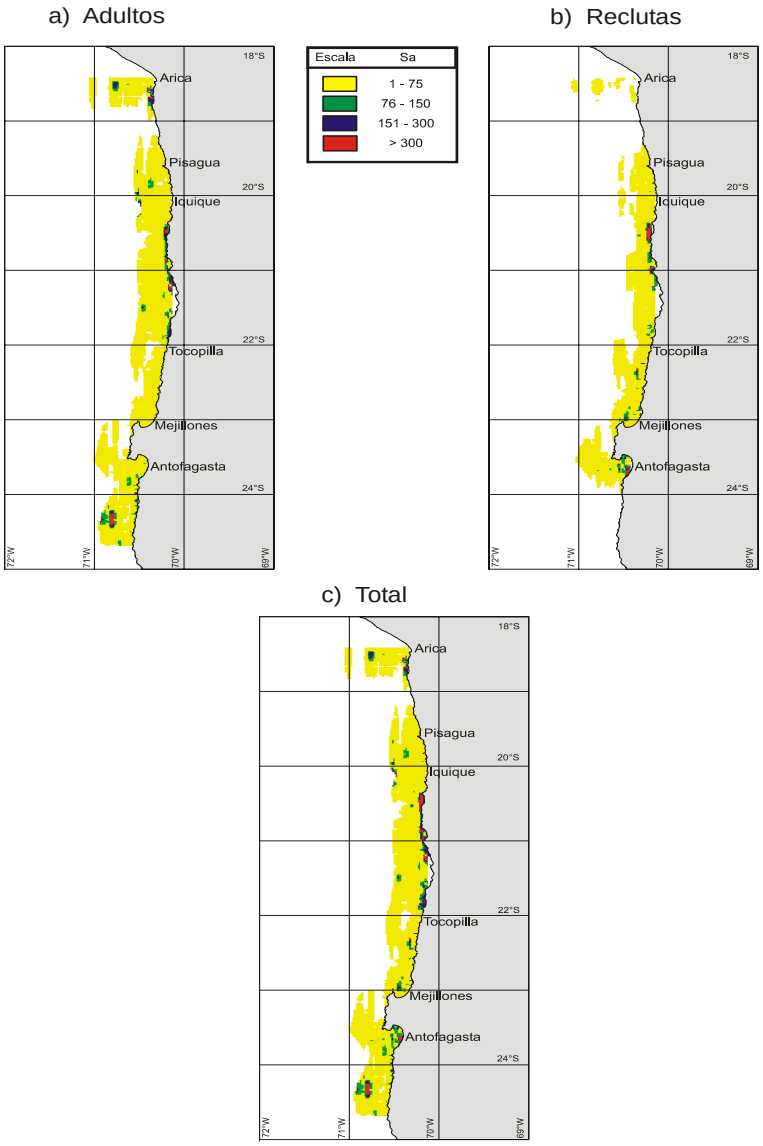


Figura 96. Distribución espacial de la biomasa de anchoveta (ton/mn^2): a) adultos, b) reclutas y c) total.

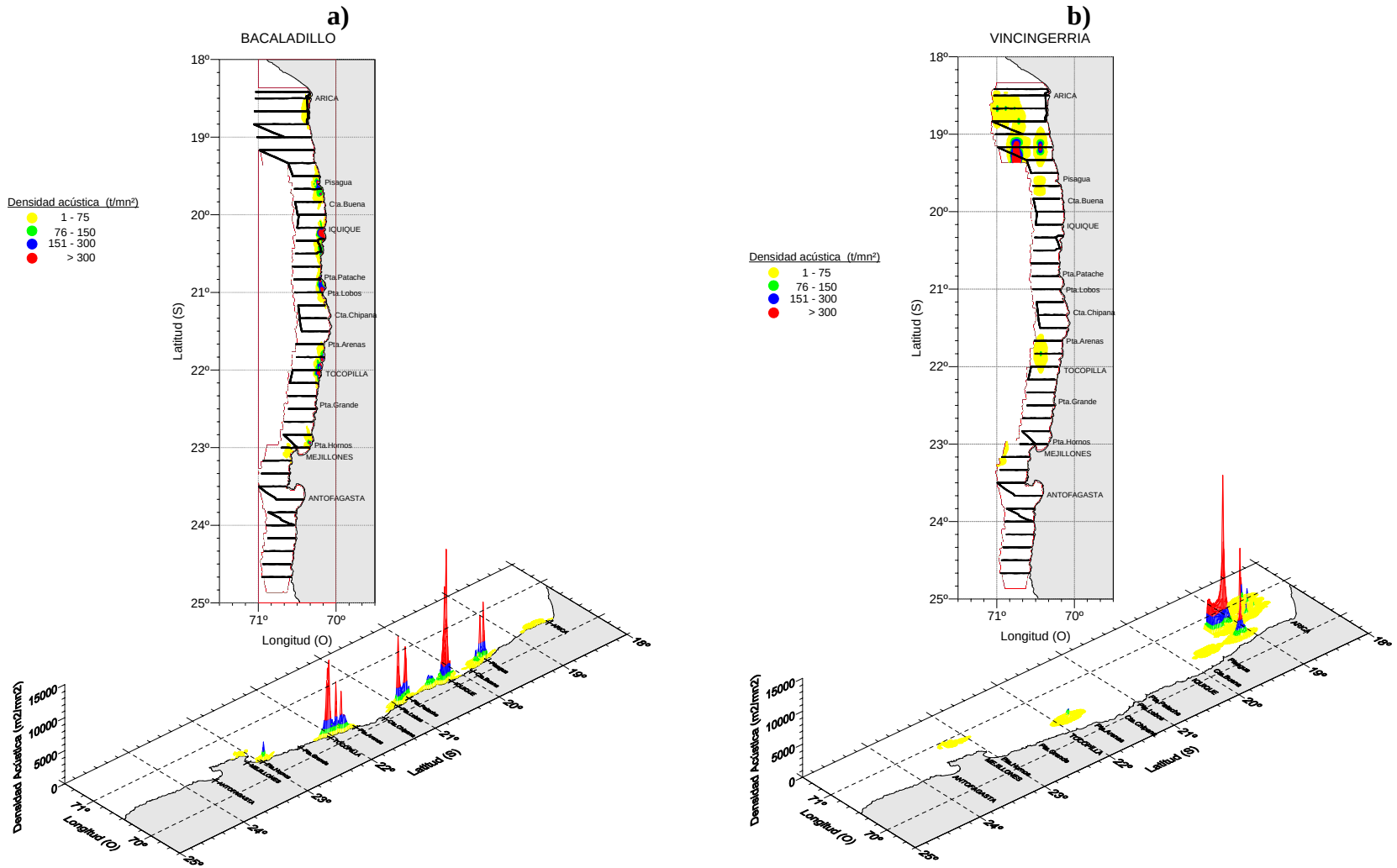


Figura 97. Distribución espacial del s_A de a) bacaladillo y b) vincingerria en el área de estudio, crucero RECLAN 0712.

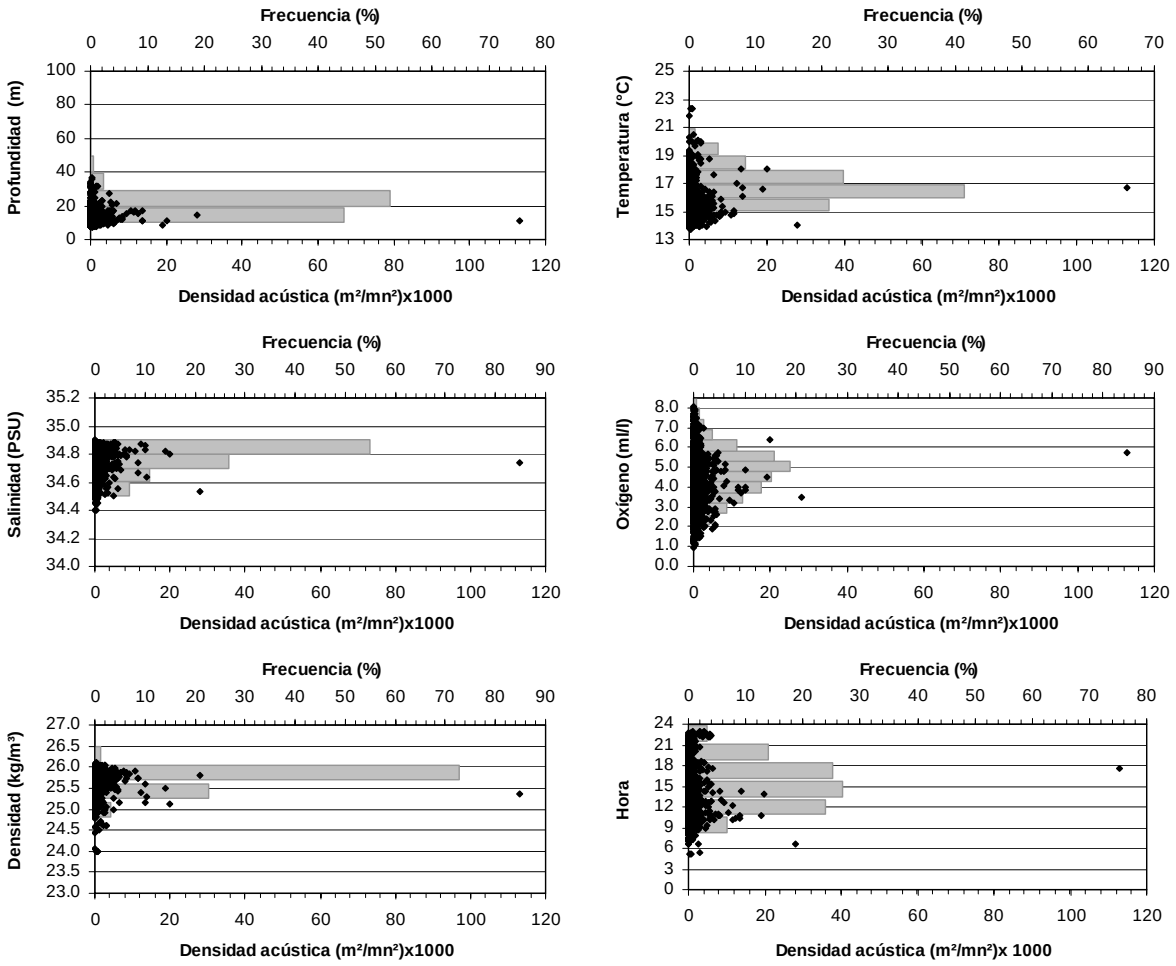


Figura 98. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m³) y ciclo horario de las agregaciones de anchoveta entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

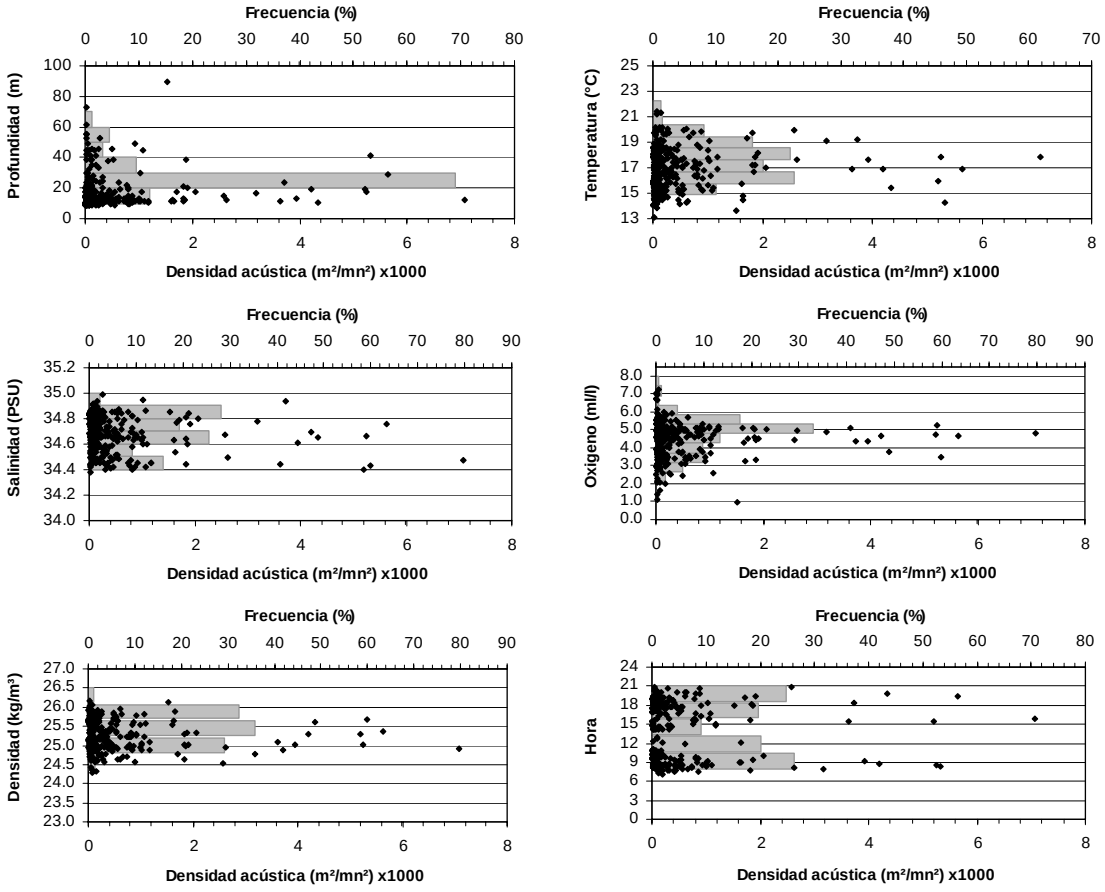


Figura 99. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de jurel entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

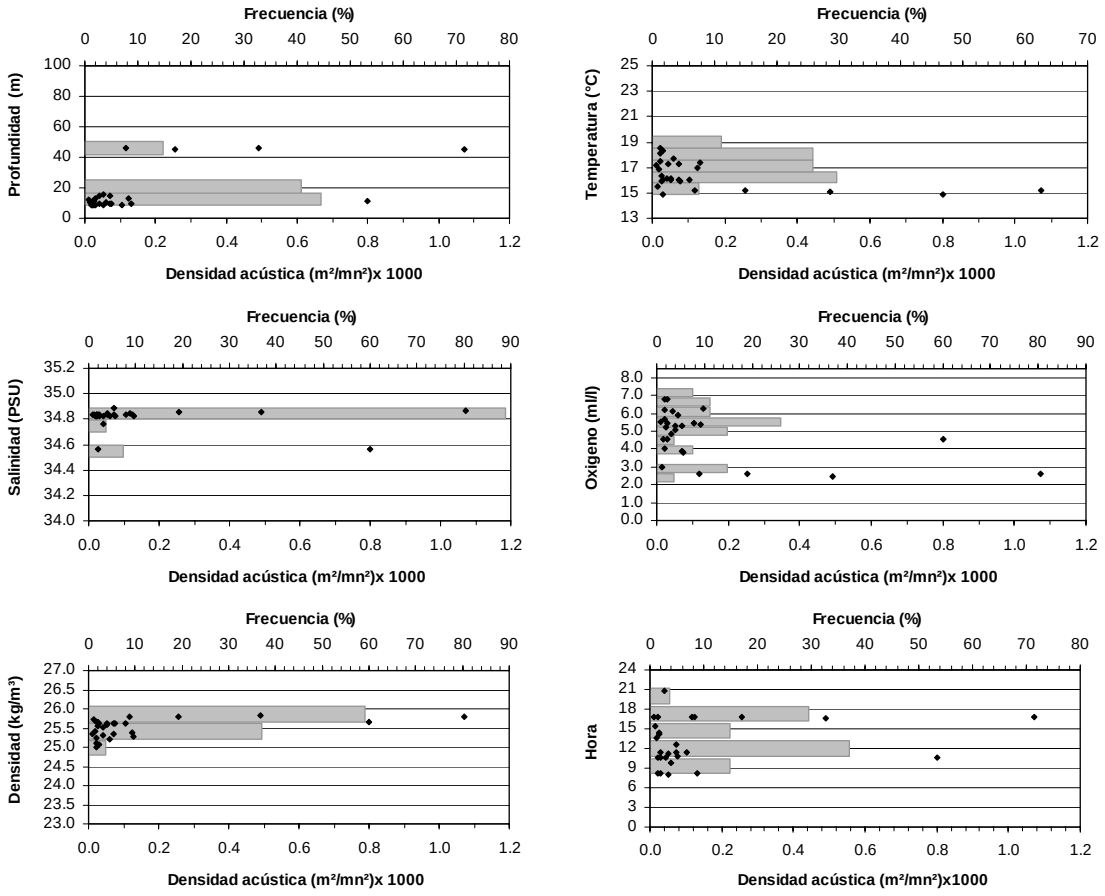


Figura 100. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de Vinciguerria entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

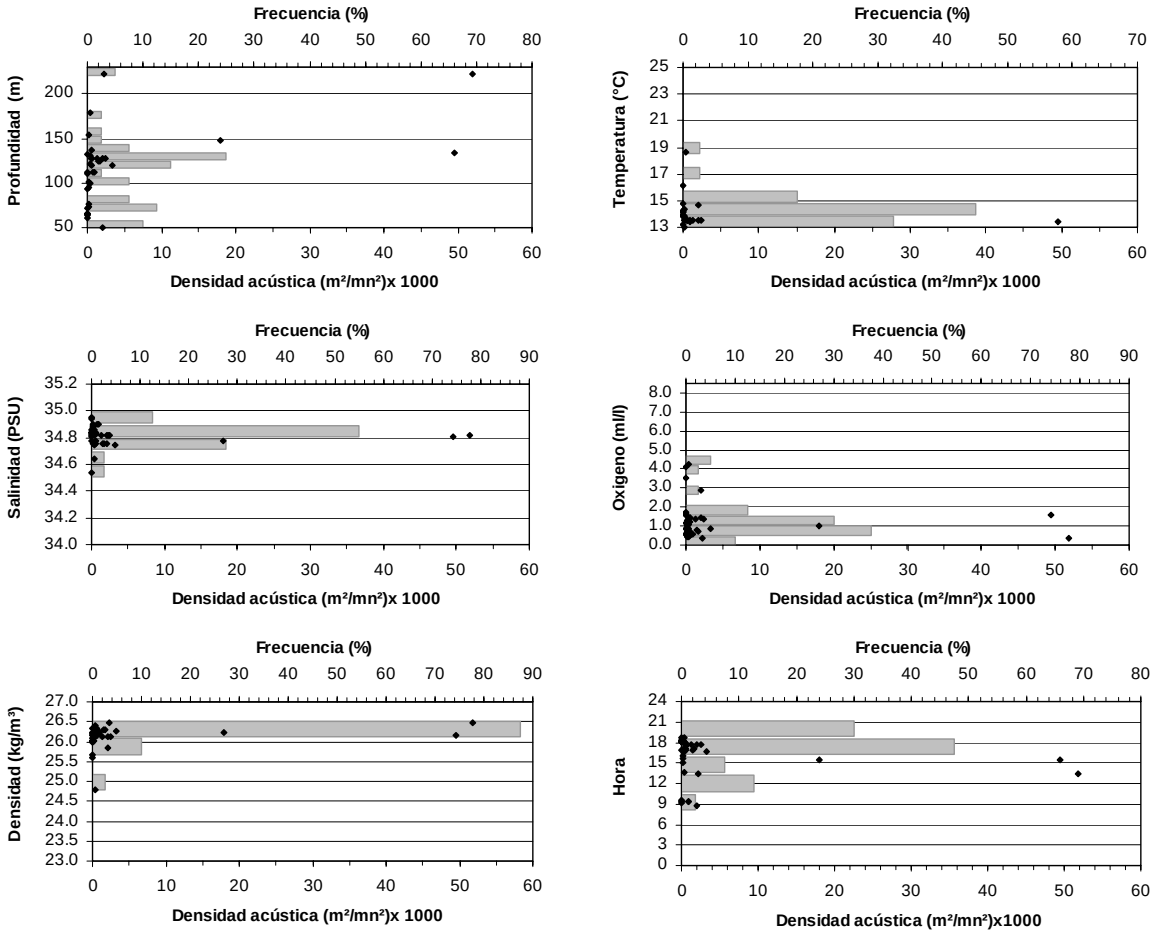


Figura 101. Distribución batimétrica (m), Temperatura (ºC), Salinidad (psu), Oxígeno (ml/l), Densidad (Kg/m^3) y ciclo horario de las agregaciones de Bacaladillo entre Arica y Antofagasta. Crucero RECLAN 0712.

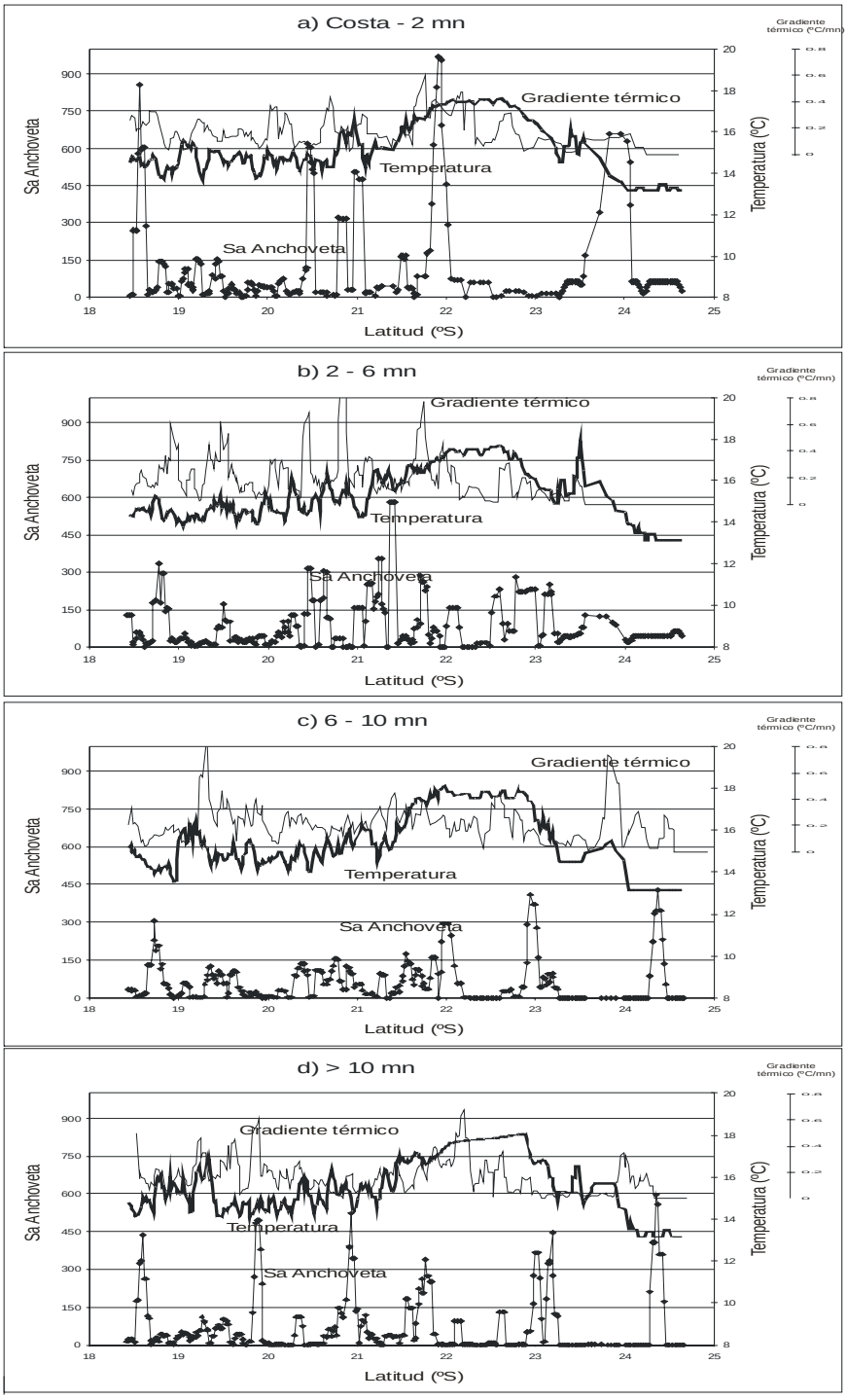


Figura 102. Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

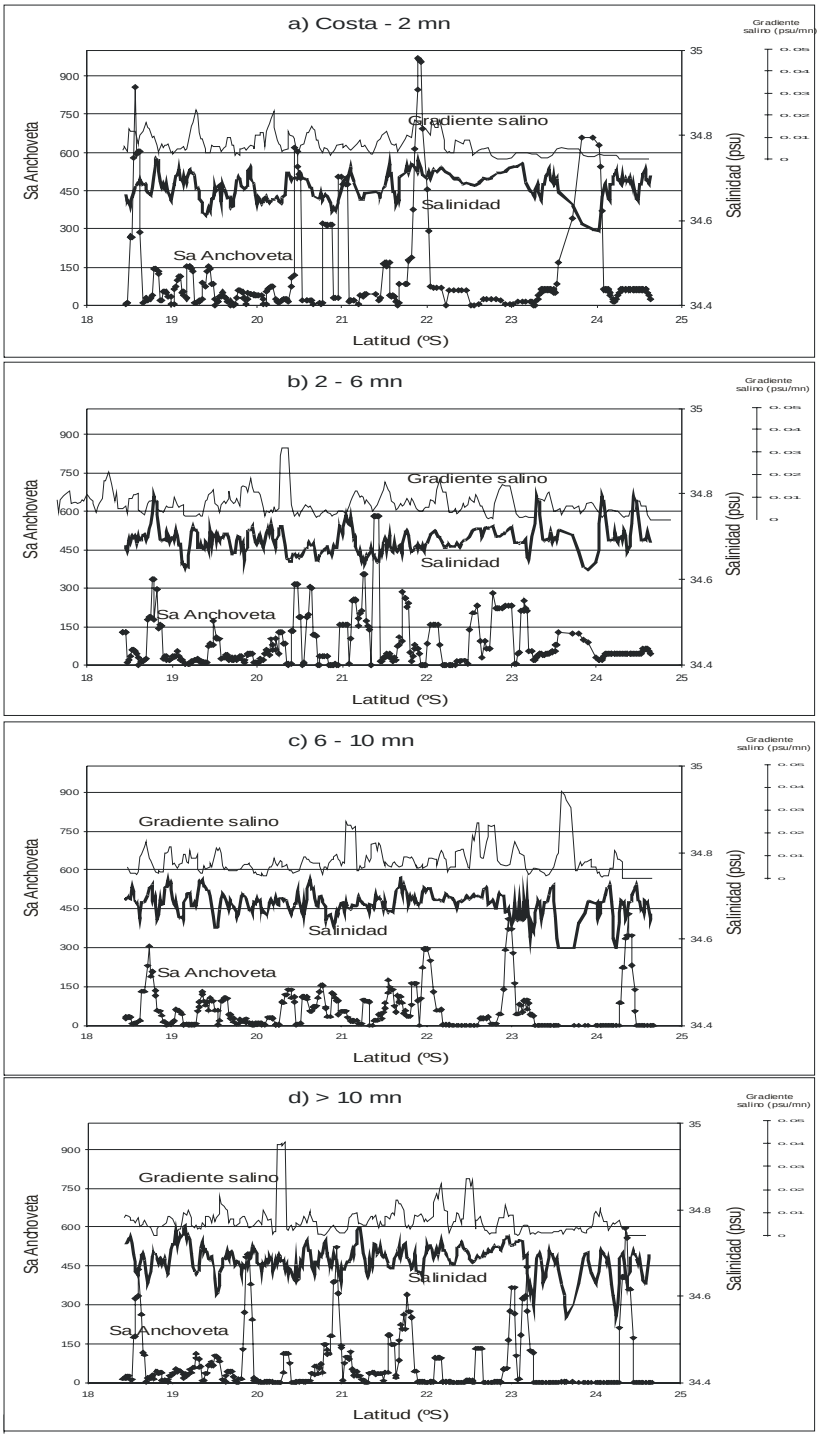


Figura 103. Señal latitudinal de adultos de anchoveta y su relación con la salinidad y el gradiente salino en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

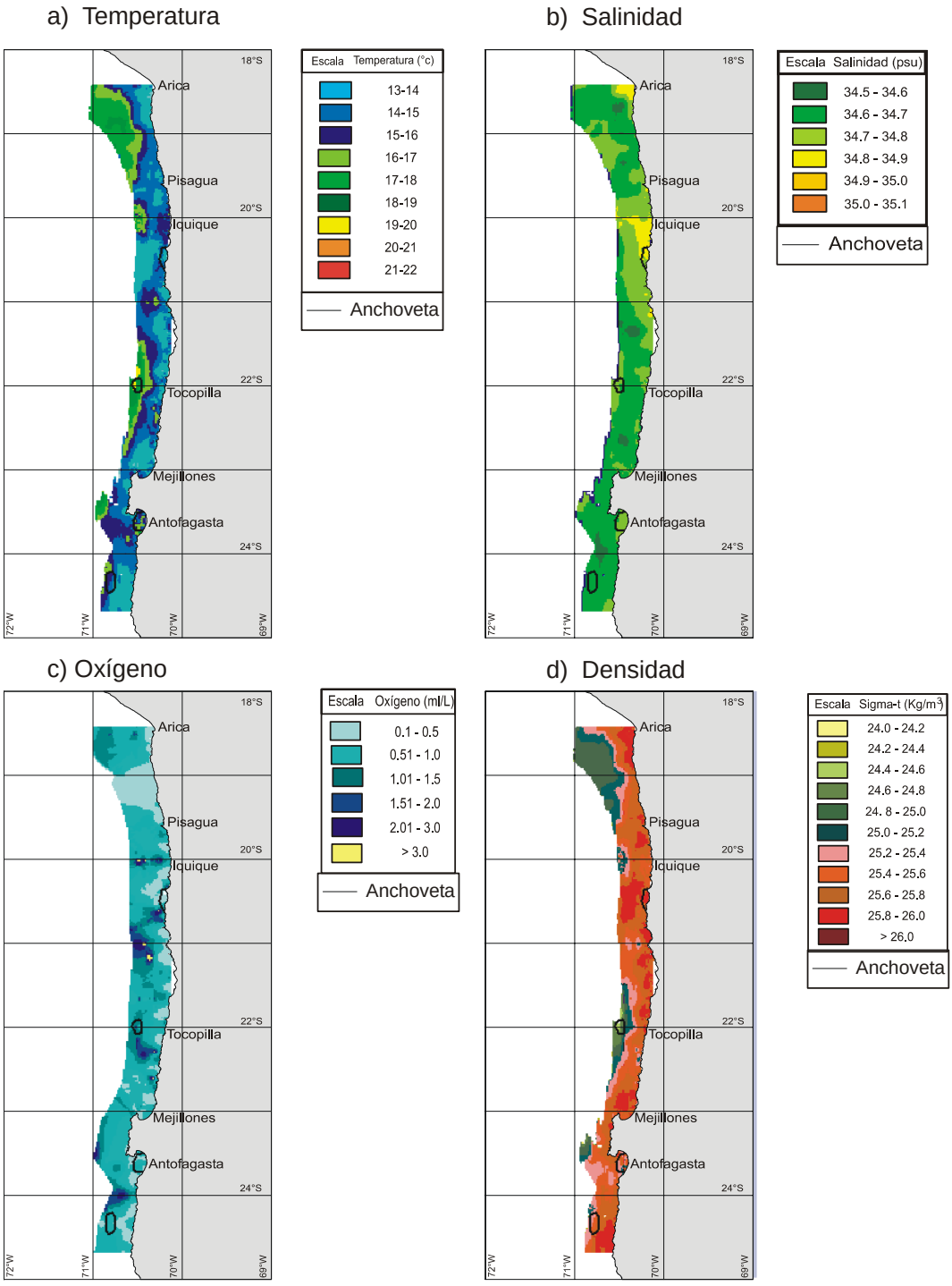


Figura 104. Distribución espacial de las variables ambientales: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) Oxígeno disuelto (ml/L) y d) densidad del agua de mar (Sigma-t).

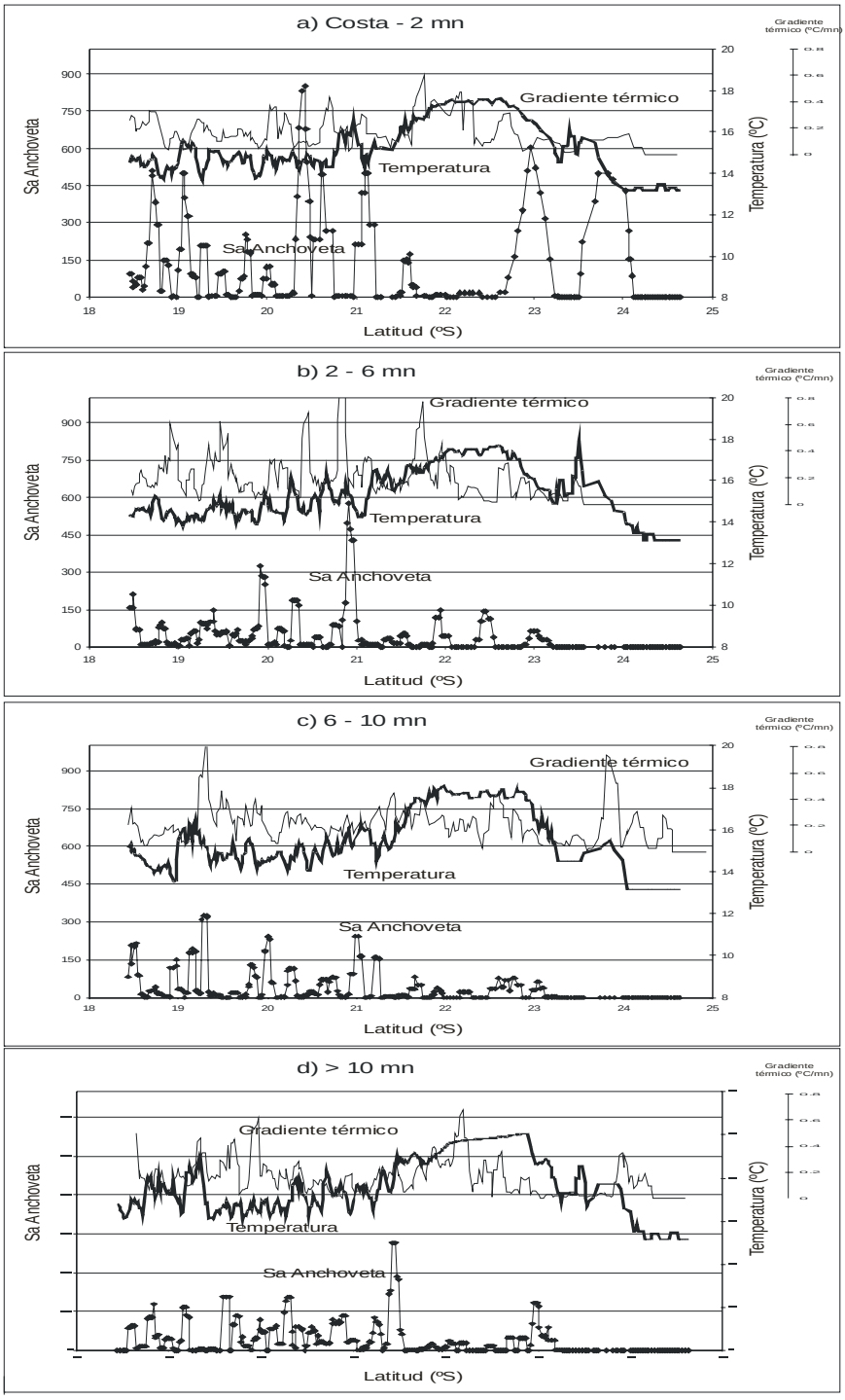


Figura 105. Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

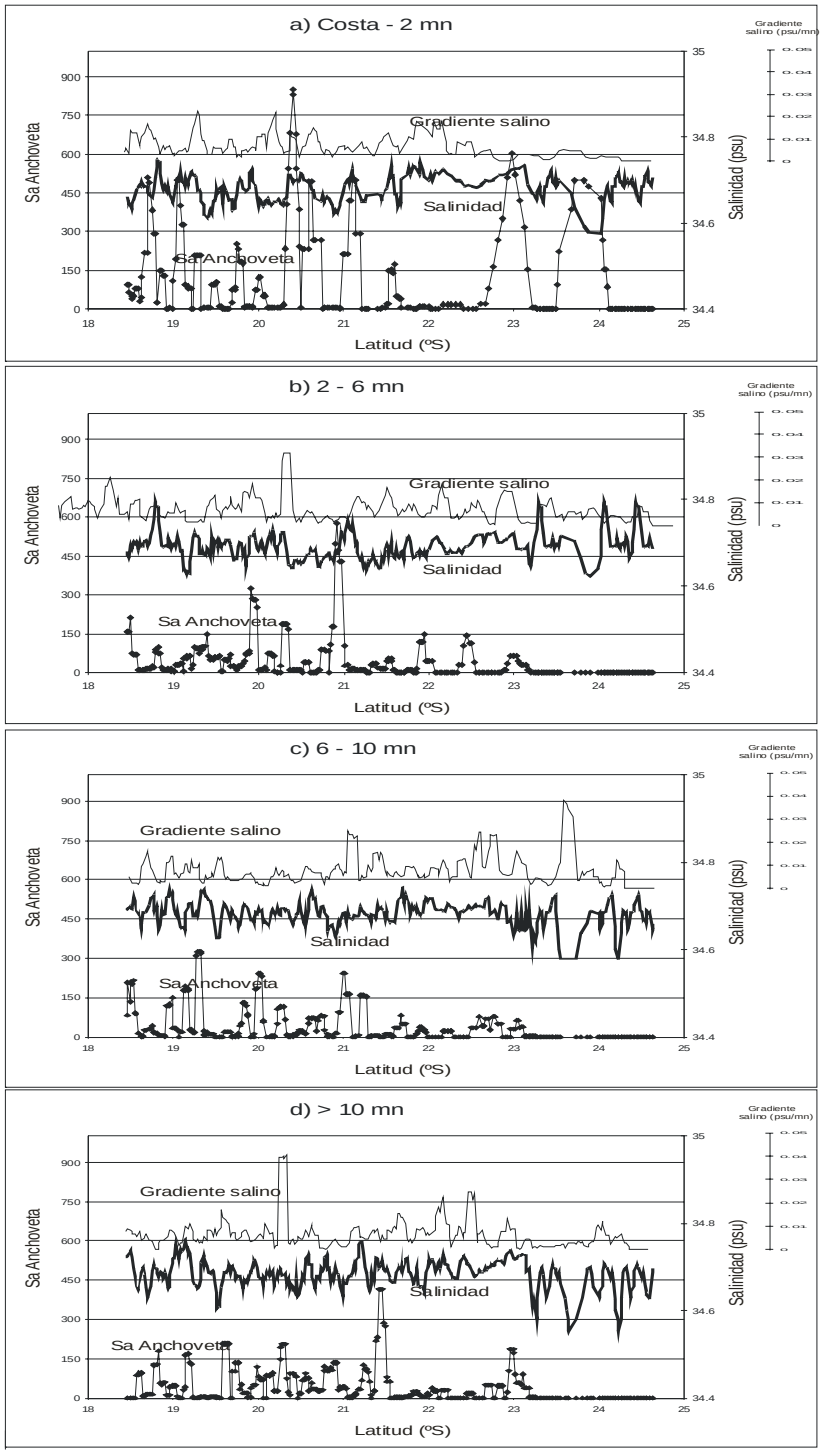


Figura 106. Señal latitudinal de reclutas de anchoveta y su relación con la salinidad y el gradiente salino en: a) Costa-2 mn, b) 2-6 mn y c) 6-10 mn y d) > 10 mn.

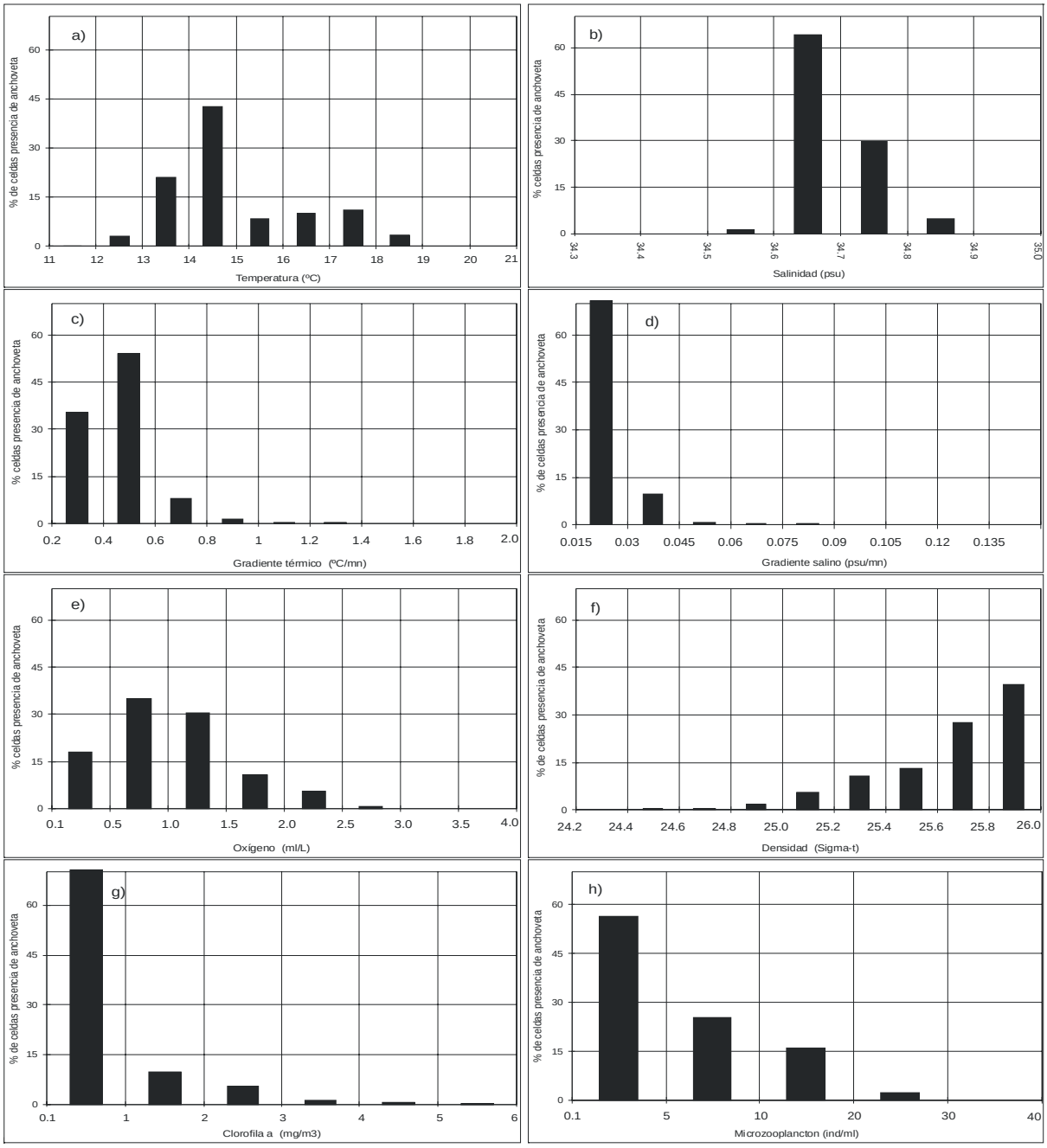


Figura 107. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables ambientales.

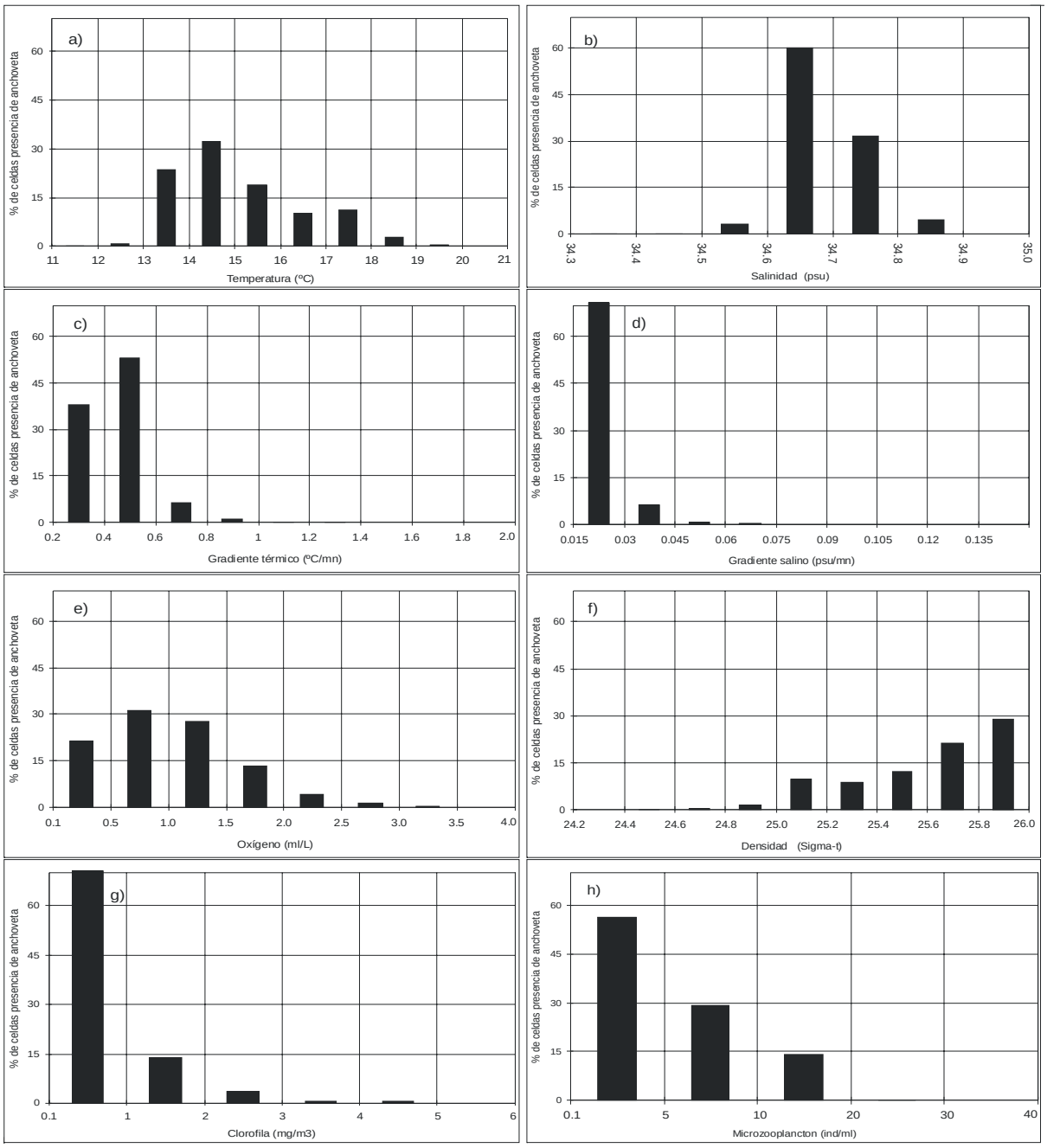


Figura 108. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables ambientales.

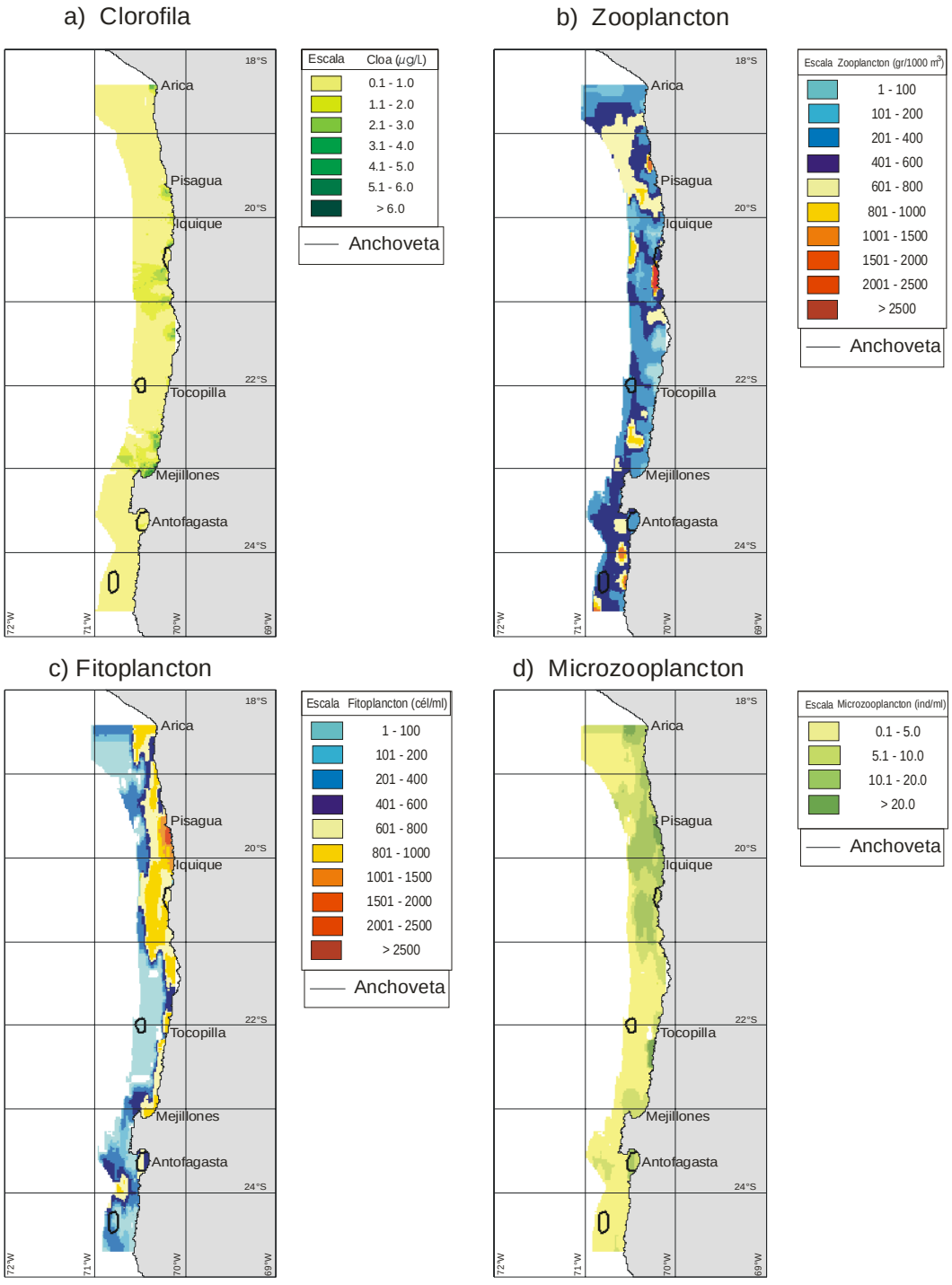


Figura 109. Distribución espacial de las variables ambientales: a) clorofila, b) zooplancton, c) fitoplancton y d) microzooplancton.

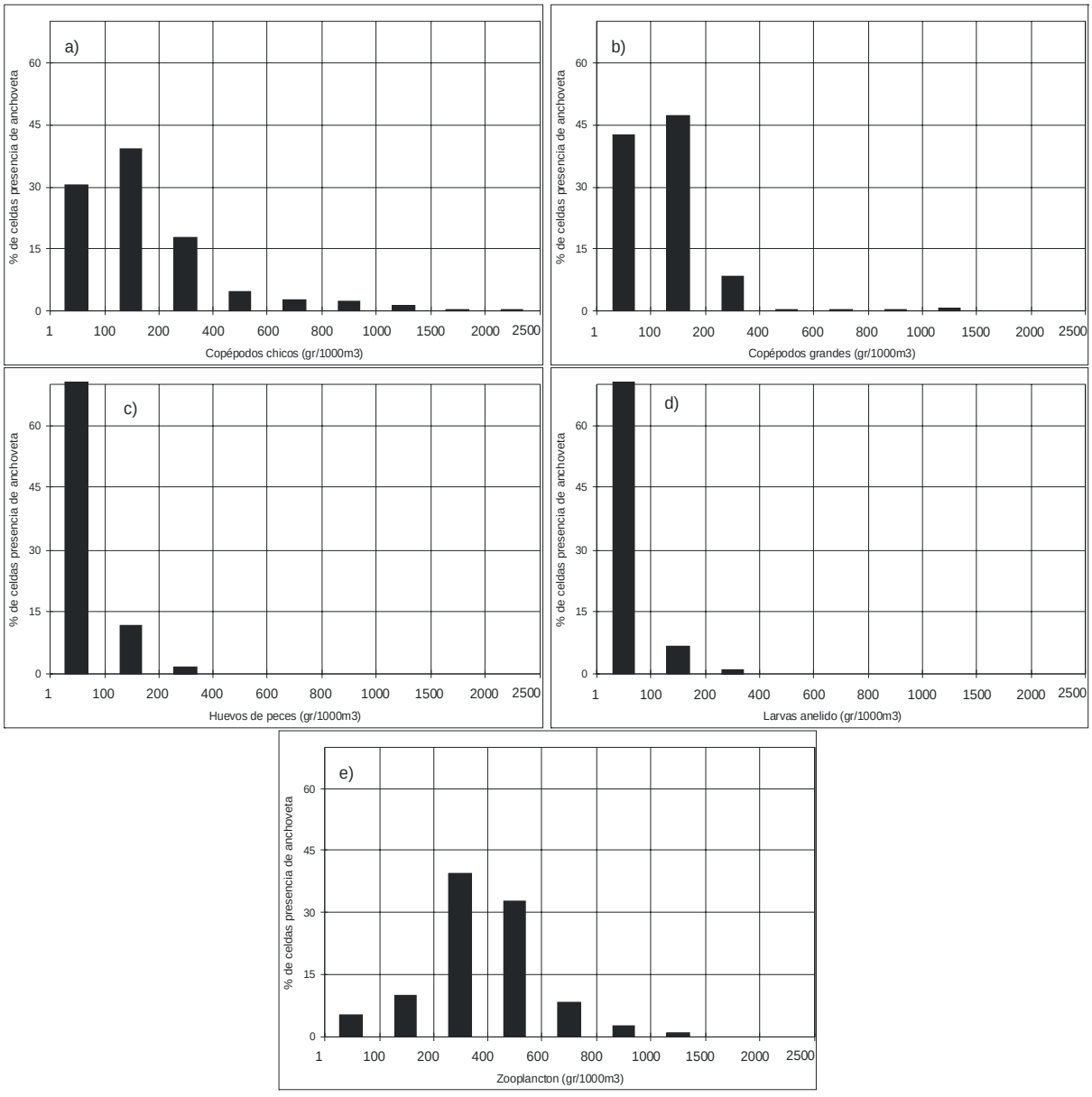


Figura 110. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación al zooplancton.

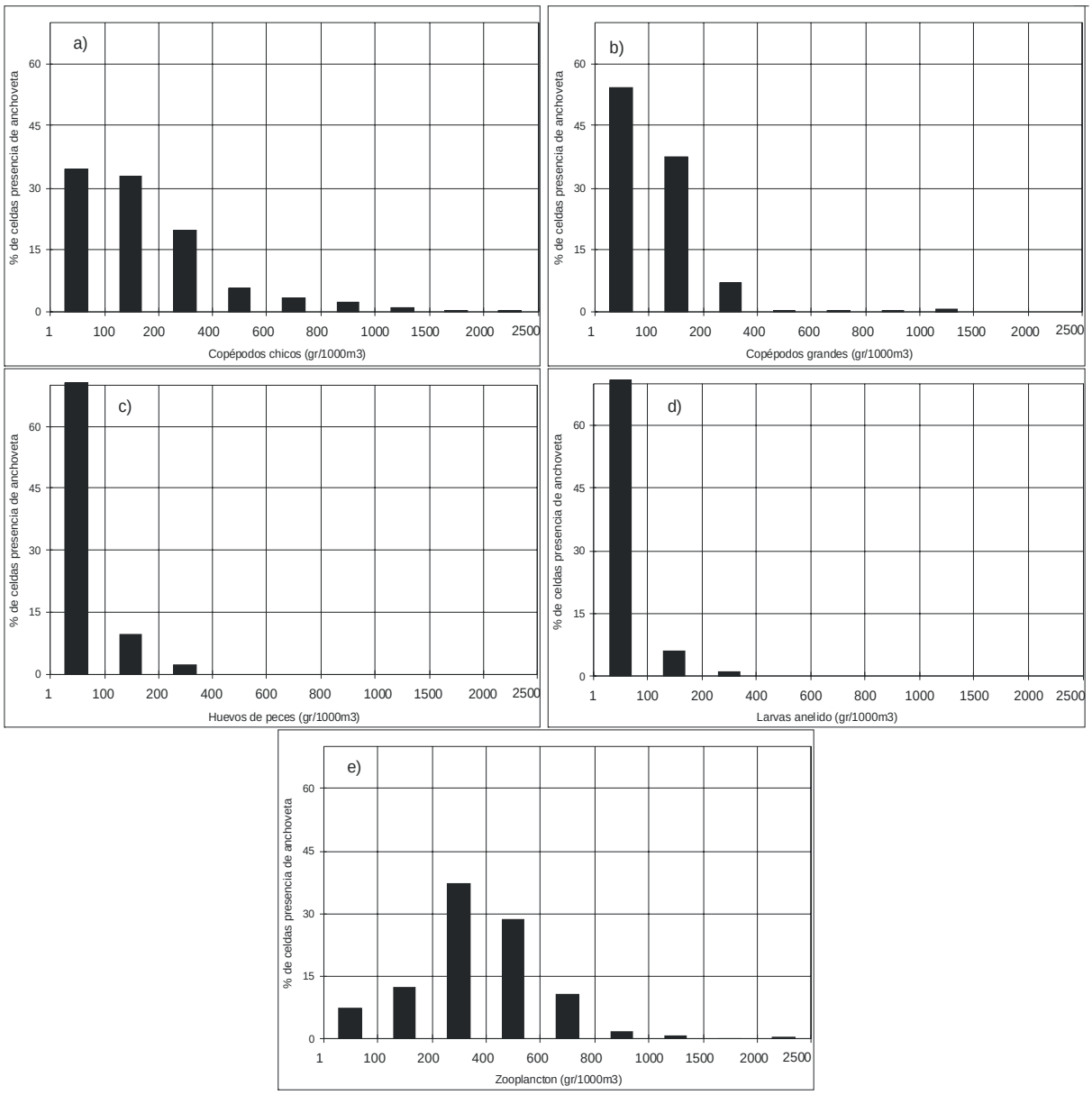


Figura 111. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación al zooplancton.

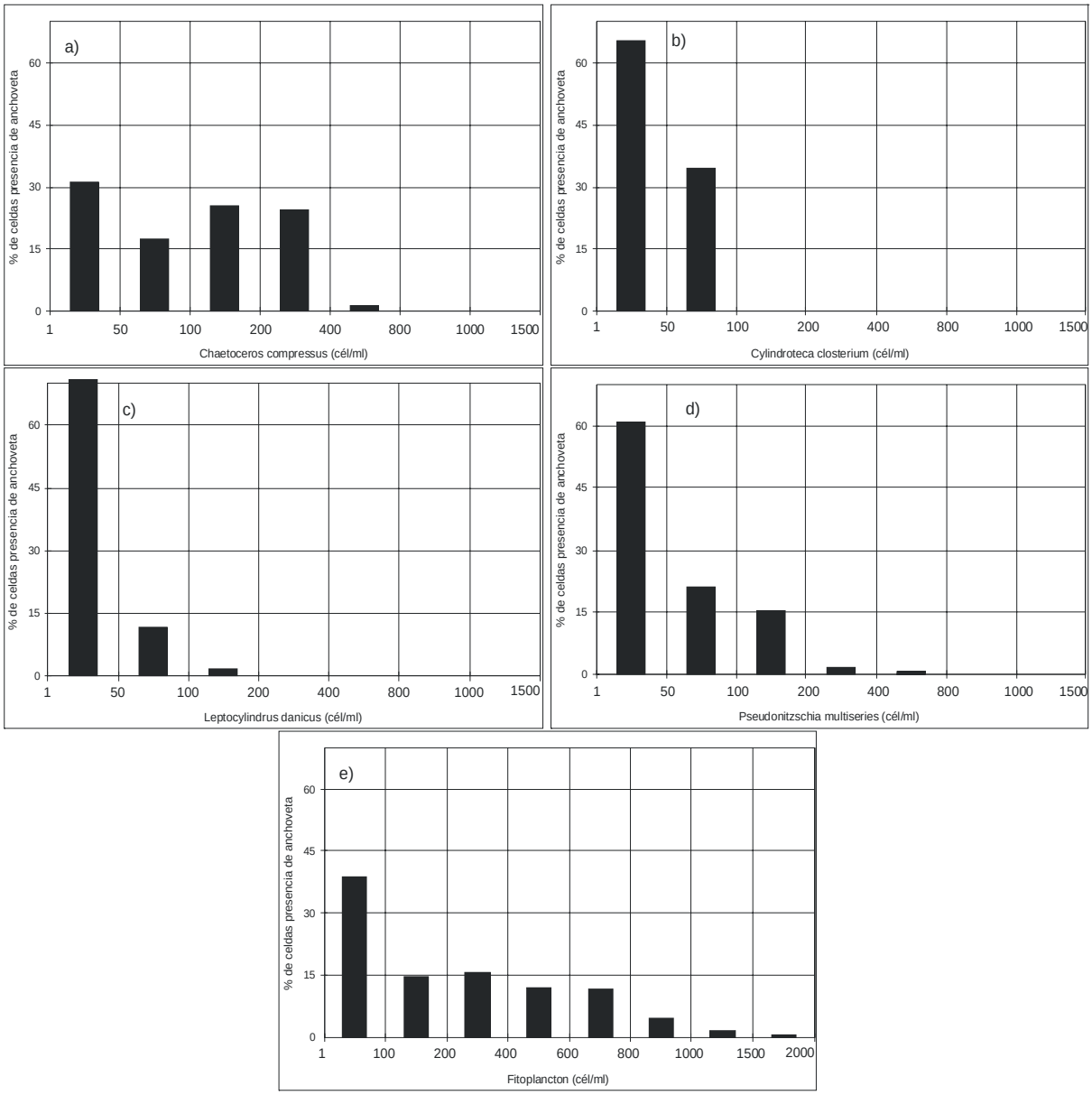


Figura 112. Histograma de los rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación al fitoplancton.

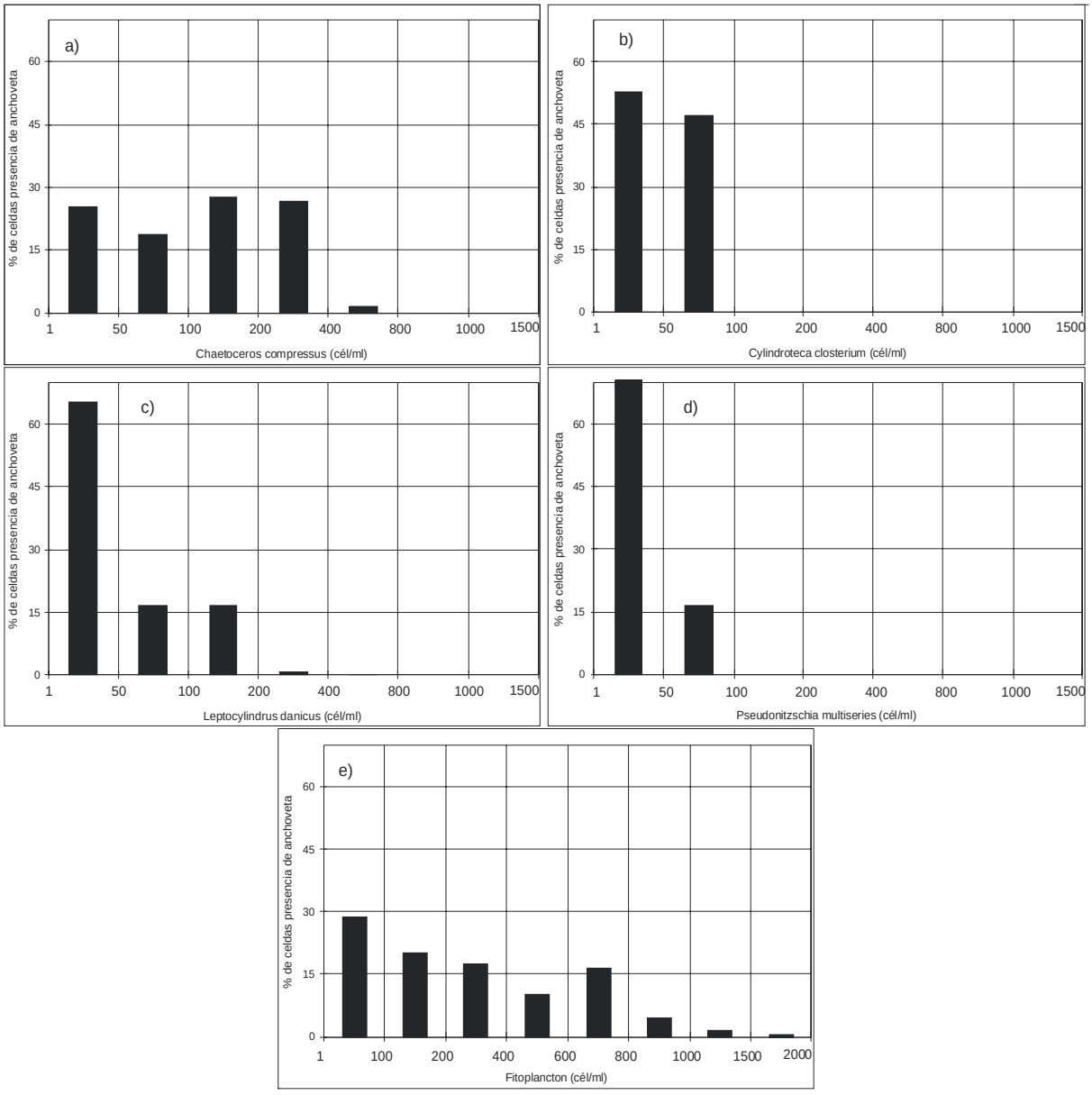


Figura 113. Histograma de los rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación al fitoplancton.

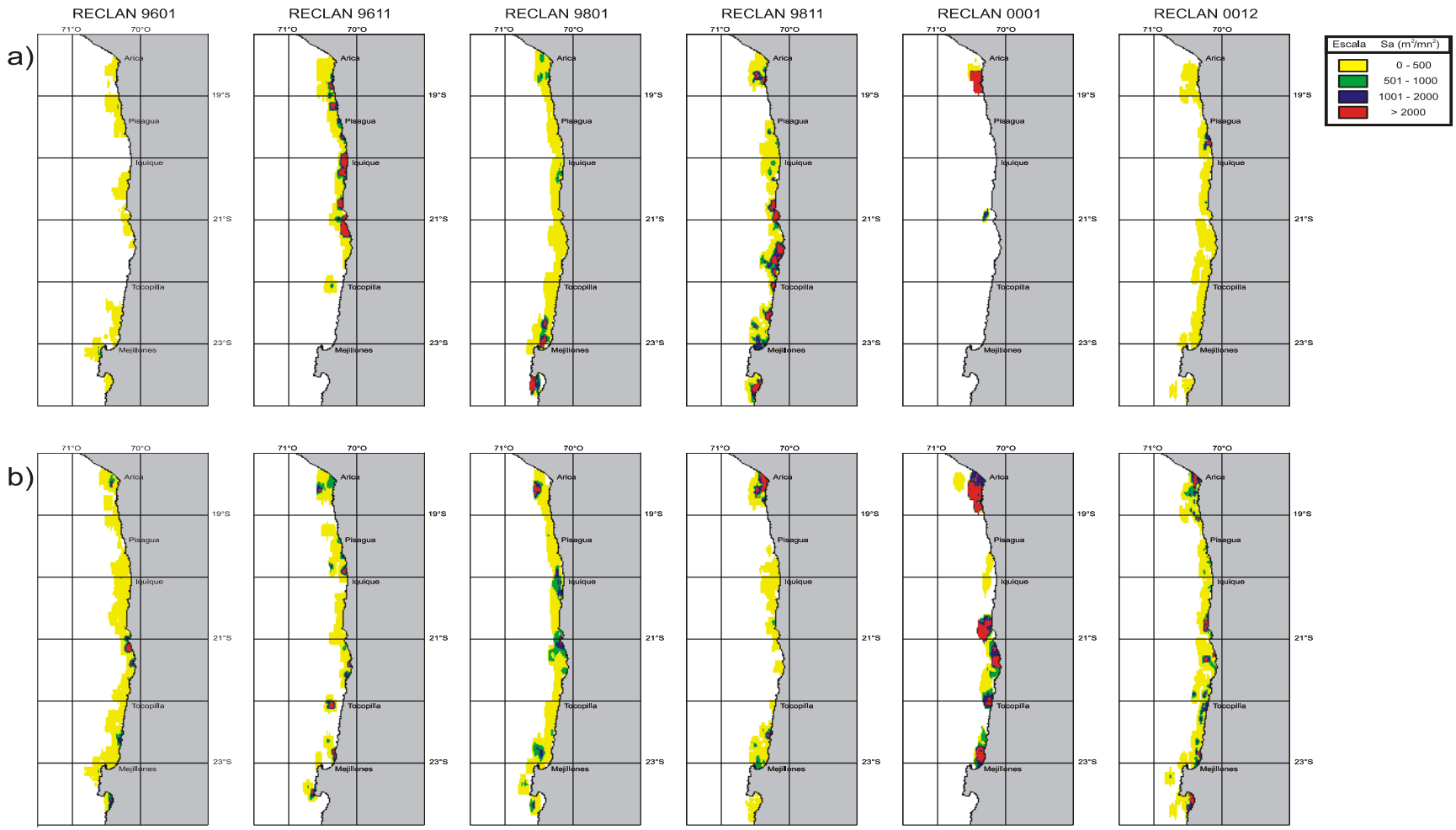


Figura 114. Distribución espacial de las distribuciones de: a) reclutas y b) adultos en la zona norte de Chile.

Figura 115. Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.

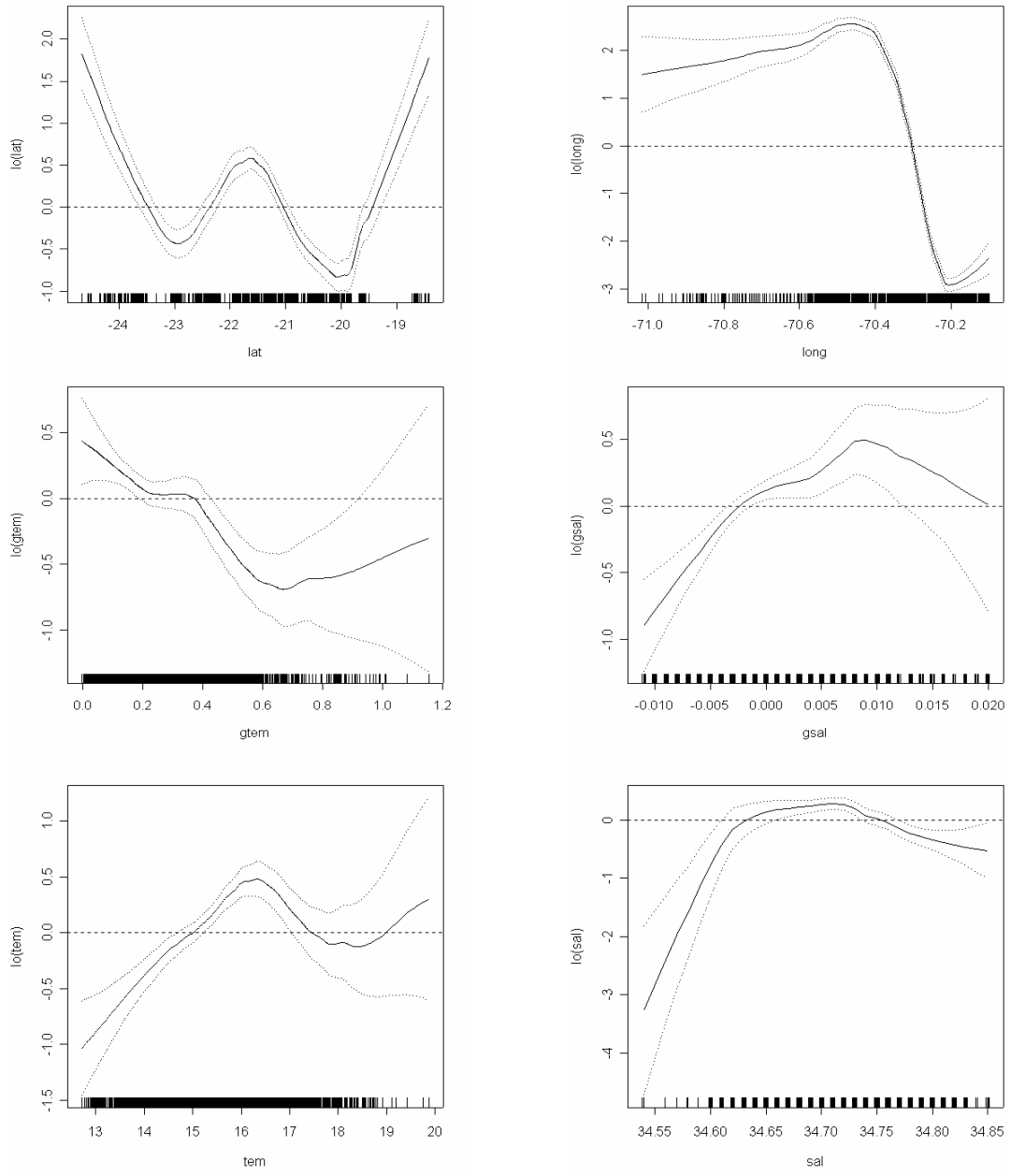


Figura 116. Efectos de los predoctores latitud (lat), longitud (long), gr. temperatura (gtem), gr. salinidad (gsal), temperatura (tem), salinidad (sal), sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

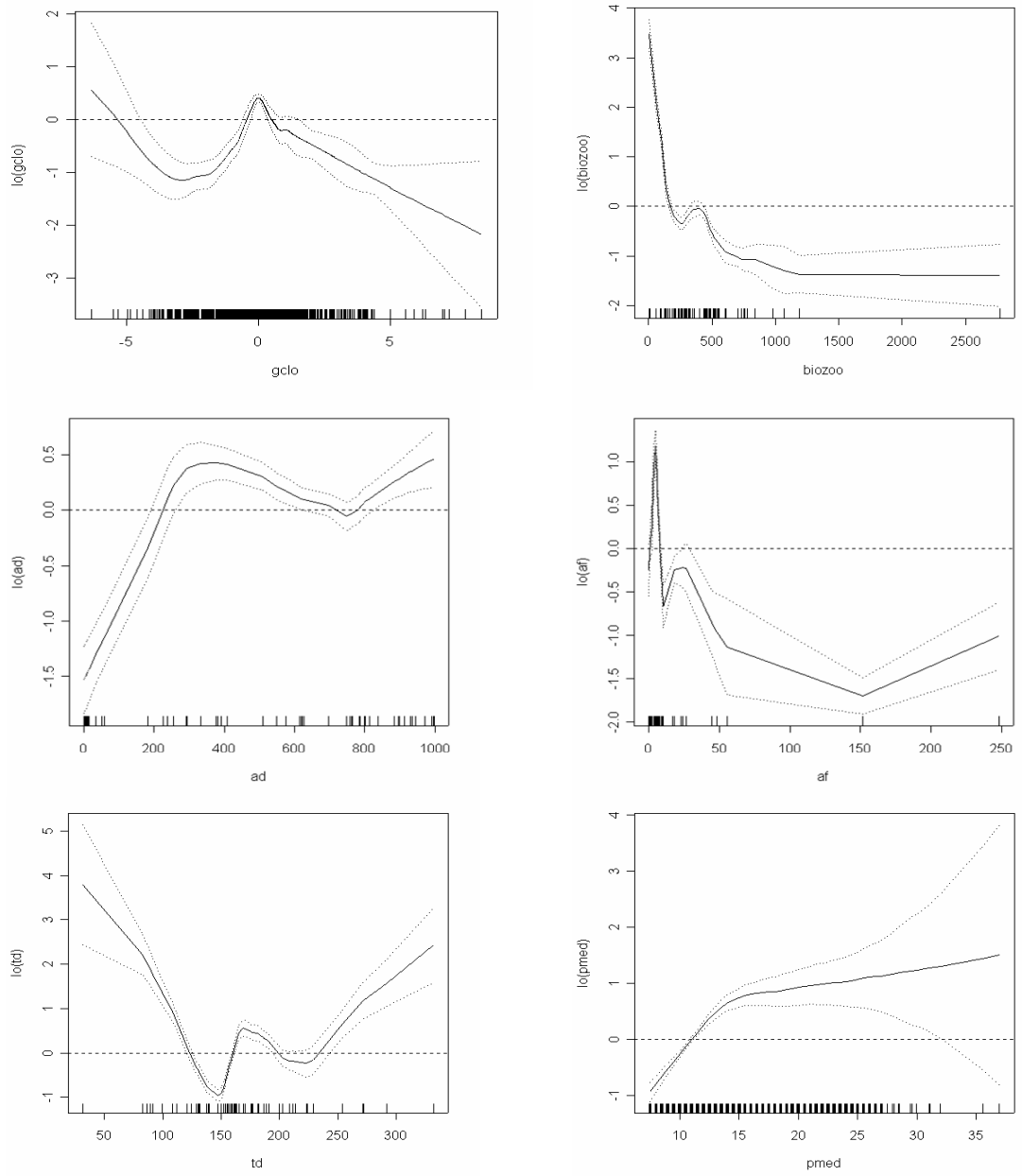


Figura 117. Efectos de los predoctores gr. clorofila (gclo), ab. Biozooplancplon (biozoo), ab. diatomeas (ad), ab. Flagelados (af), tamaño diatomes (td), prof. Media (pmed) sobre la variable logaritmo de la densidad de adultos de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

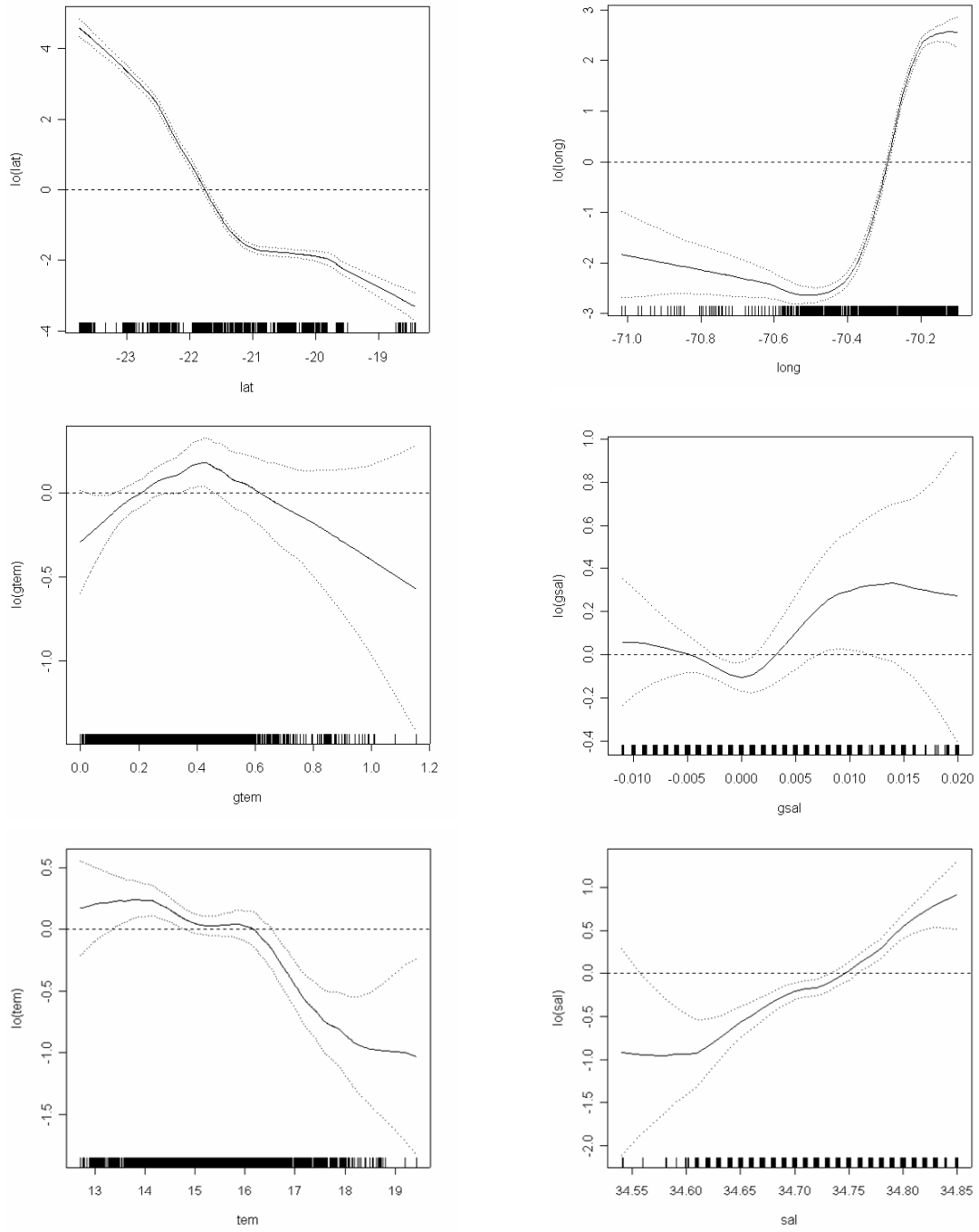


Figura 118. Efectos de los predoctores latitud (lat), longitud (long), gr. temperatura (gtem), gr. salinidad (gsal), temperatura (tem), salinidad (sal), sobre la variable logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

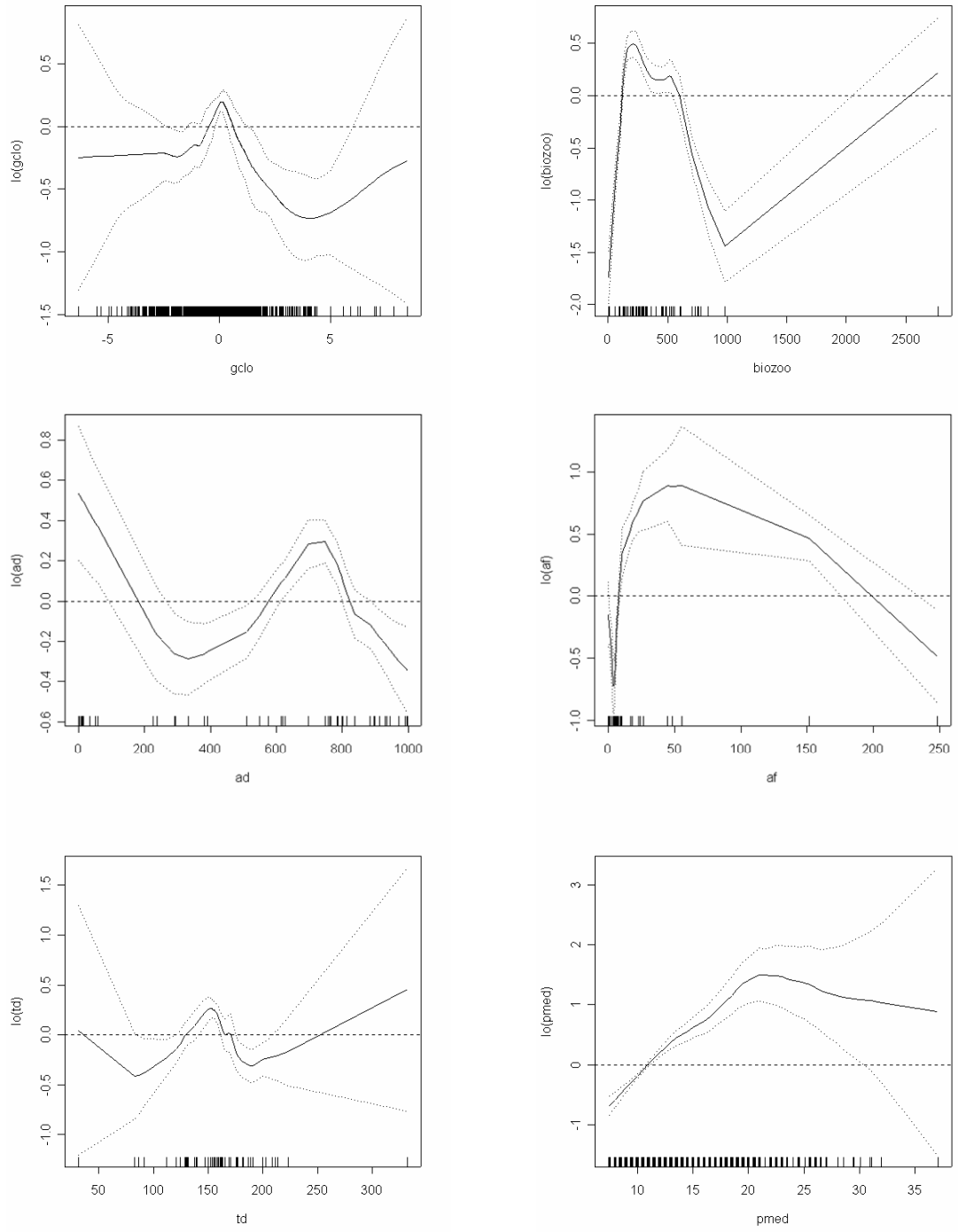


Figura 119. Efectos de los predoctores gr. clorofila (gclo), ab. Biozooplancplon (biozoo), ab. diatomeas (ad), ab. Flagelados (af), tamaño diatomes (td), prof. Media (pmed) sobre la variable logaritmo de la densidad de reclutas de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.

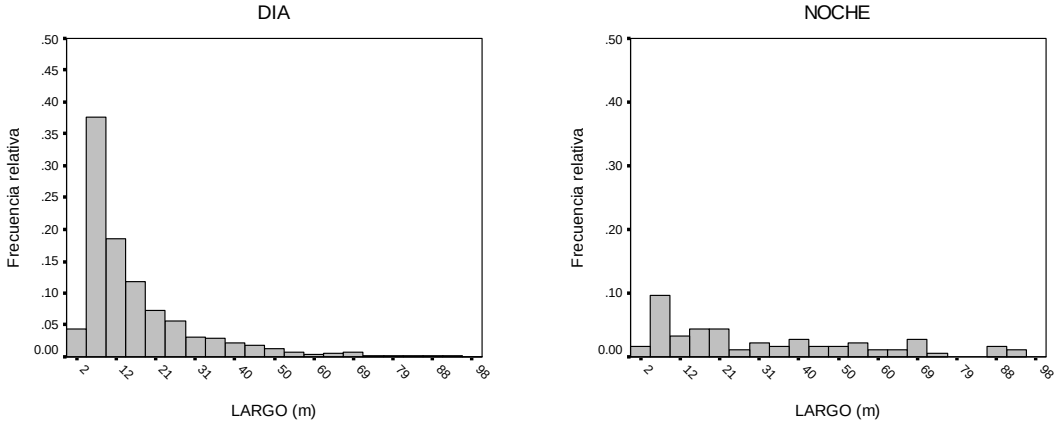


Figura 120. Distribución de frecuencia del descriptor largo de agregaciones, caso diurno nocturno.

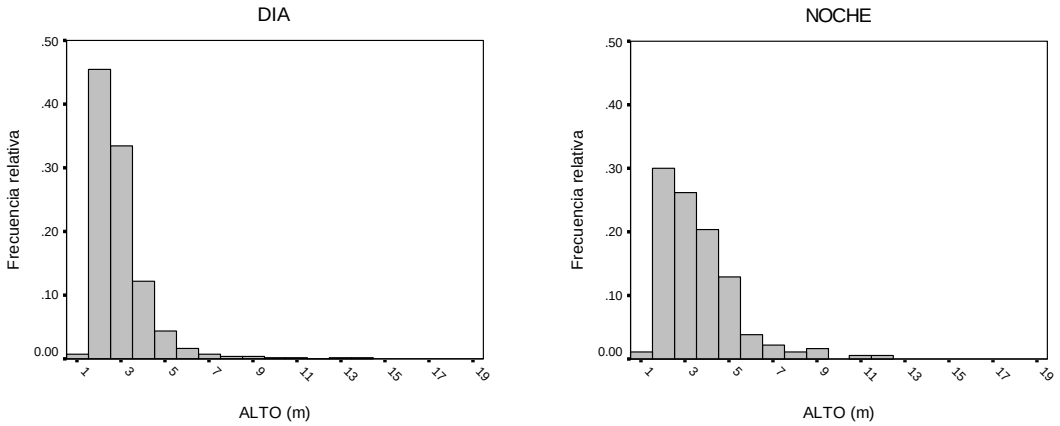


Figura 121. Distribución de frecuencia del descriptor alto de agregaciones, caso diurno nocturno.

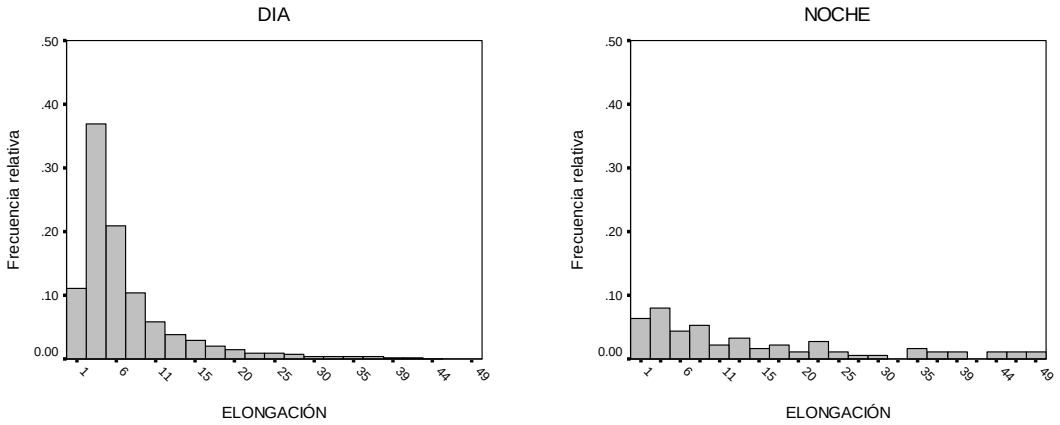


Figura 122. Distribución de frecuencia del descriptor elongación de agregaciones, caso diurno nocturno.

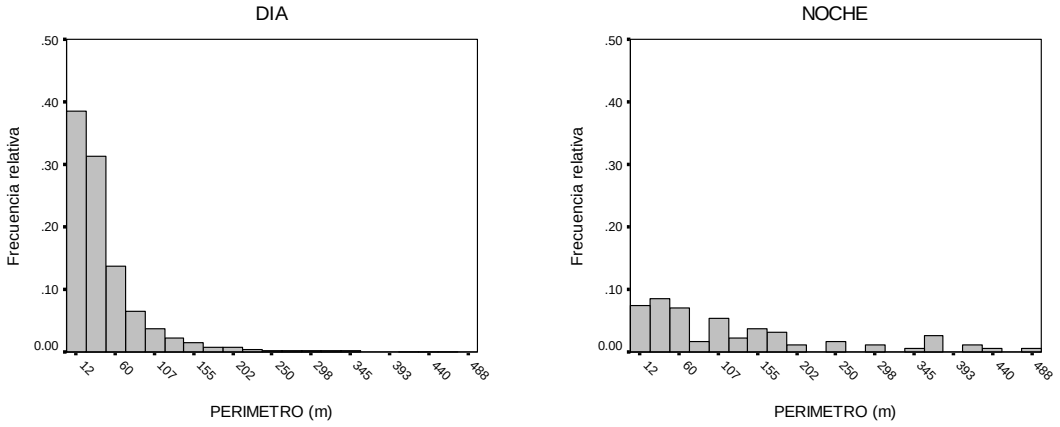


Figura 123. Distribución de frecuencia del descriptor perímetro de agregaciones, caso diurno nocturno.

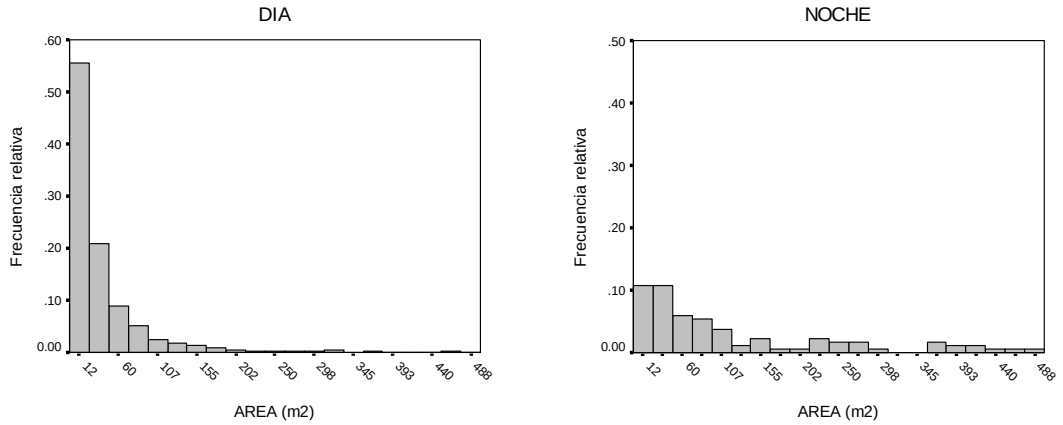


Figura 124. Distribución de frecuencia del descriptor área de agregaciones, caso diurno nocturno.

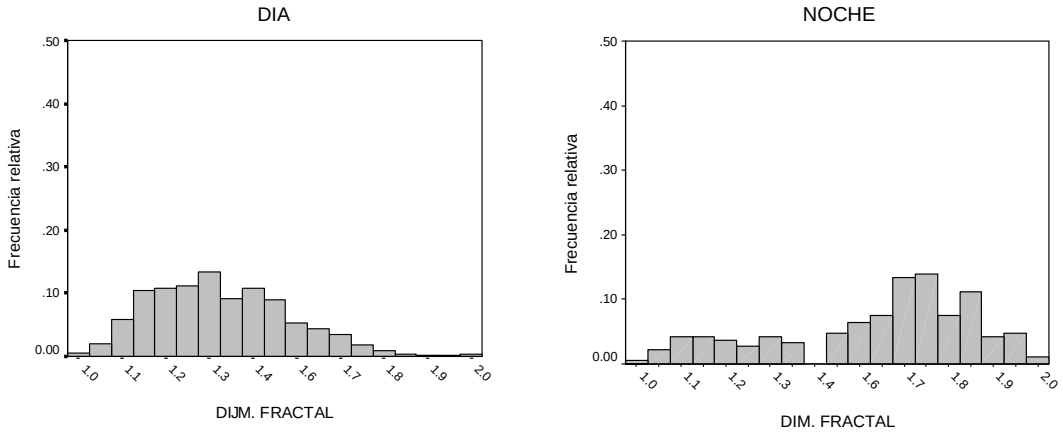


Figura 125. Distribución de frecuencia del descriptor dimensión fractal, caso diurno nocturno.

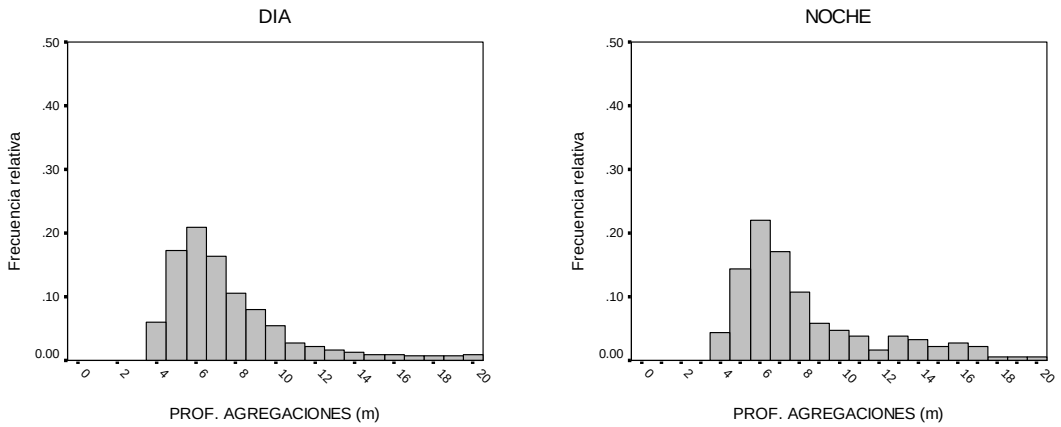


Figura 126. Distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

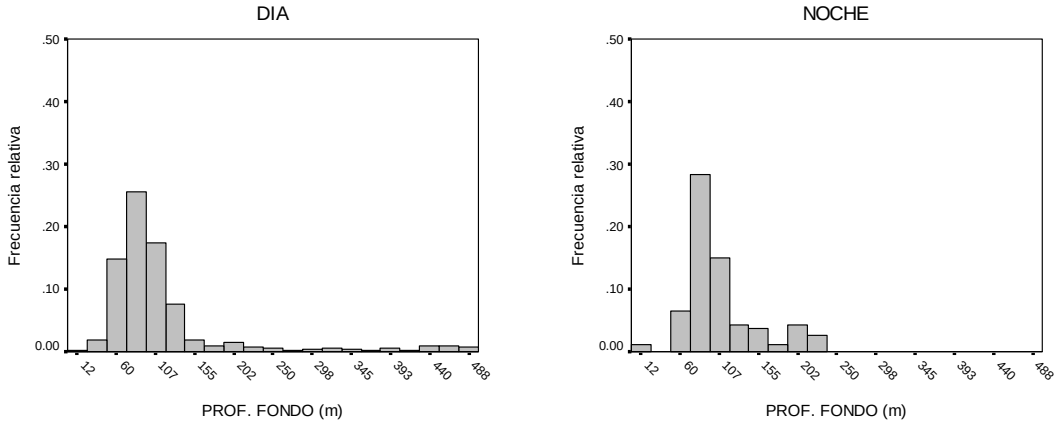


Figura 127. Distribución de frecuencia de la profundidad del fondo, caso diurno nocturno.

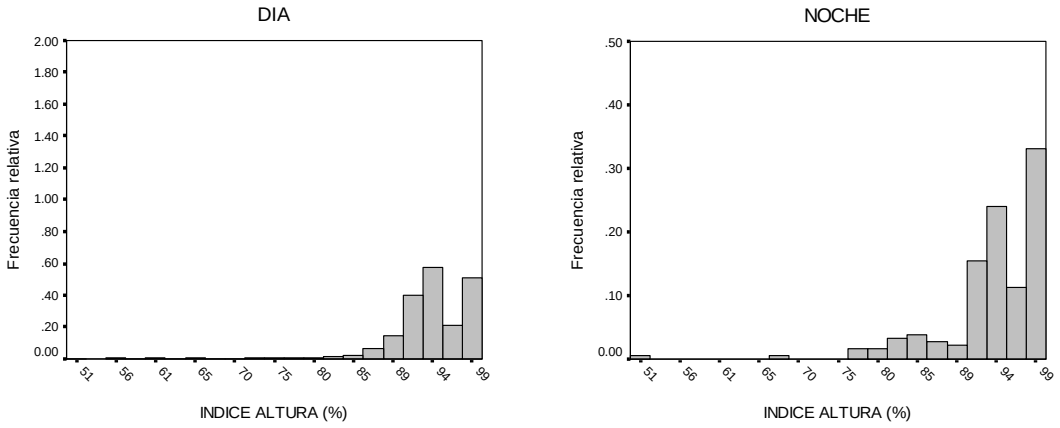


Figura 128. Distribución de frecuencia del descriptor índice de altura, caso diurno nocturno.

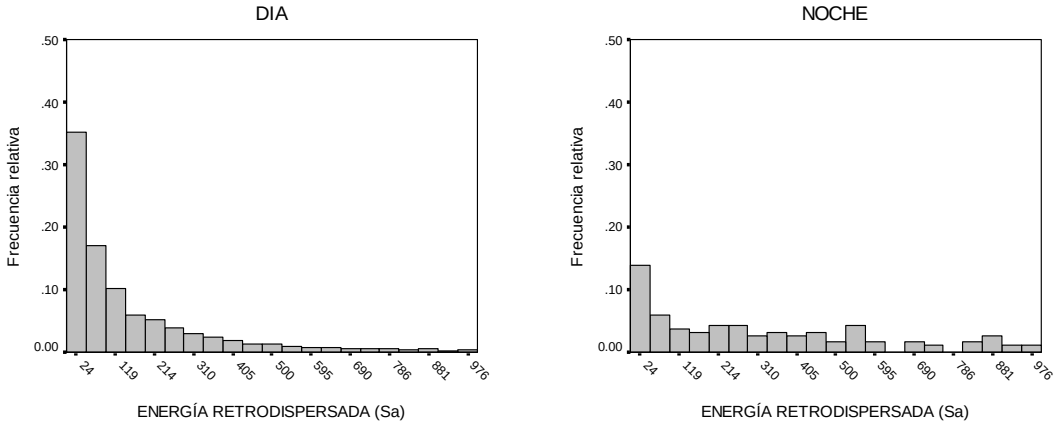


Figura 129. Distribución de frecuencia de energía retrodispersada (Sa), caso diurno nocturno.

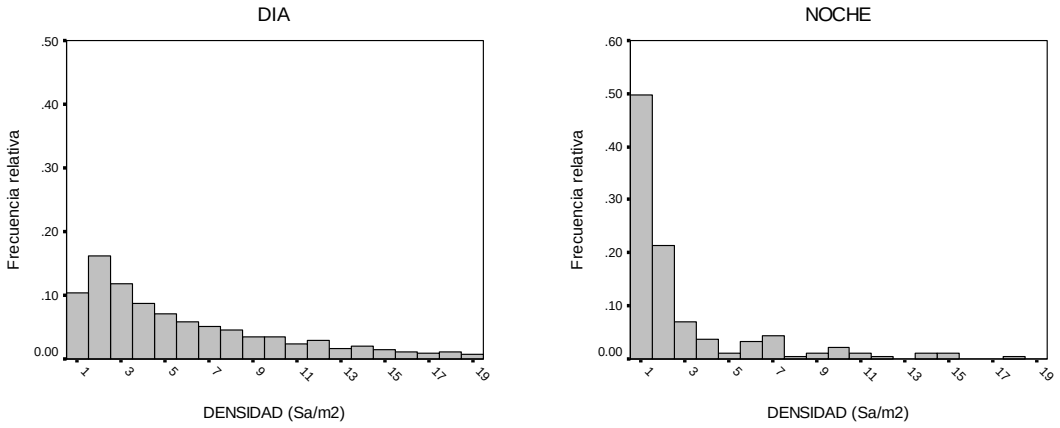


Figura 130. Distribución de frecuencia del descriptor densidad de agregaciones, caso diurno nocturno.

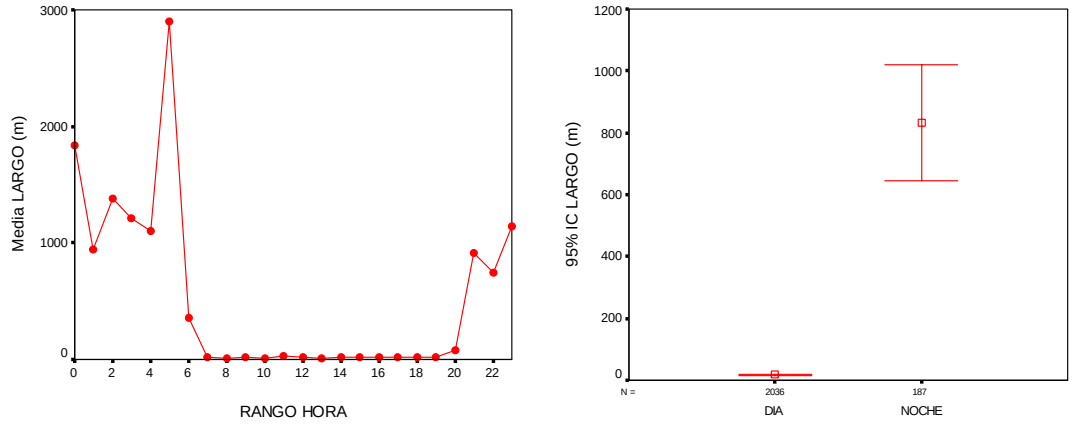


Figura 131. Promedio del largo de agregaciones por rango de hora y día-noche.

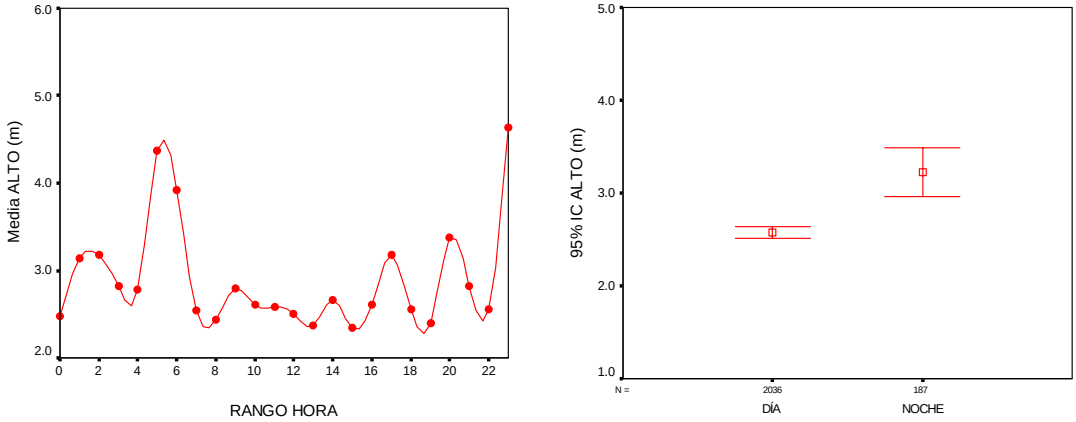


Figura 132. Promedio del alto de agregaciones por rango de hora y día-noche.

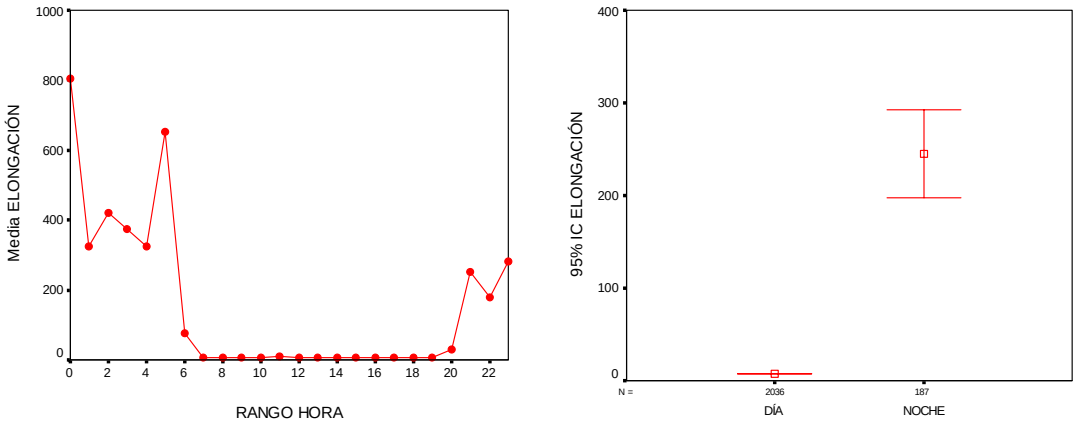


Figura 133. Promedio de elongación de agregaciones por rango de hora y día-noche.

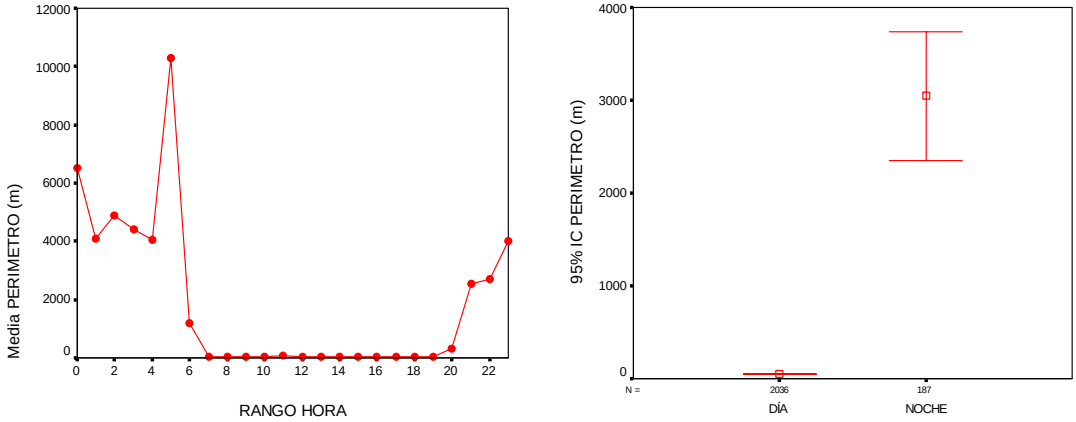


Figura 134. Promedio de perímetro de agregaciones por rango de hora y día-noche.

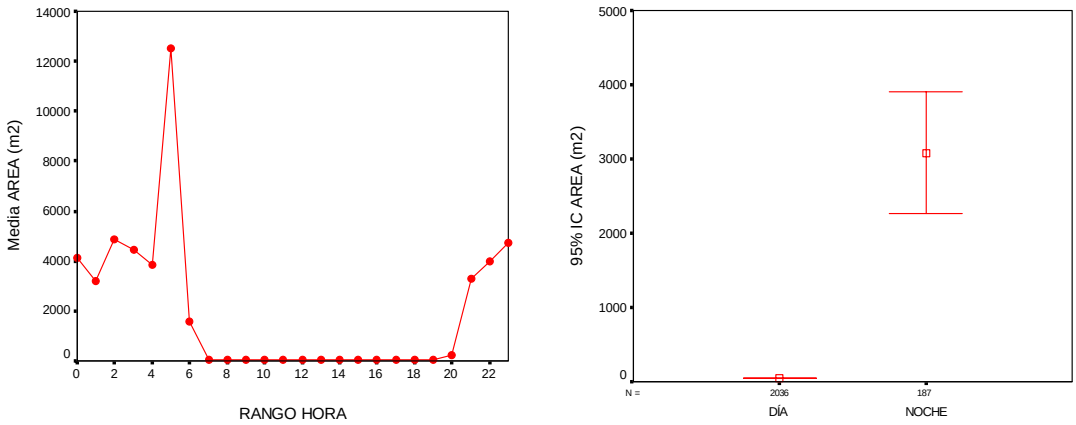


Figura 135. Promedio de área de agregaciones por rango de hora y día-noche.

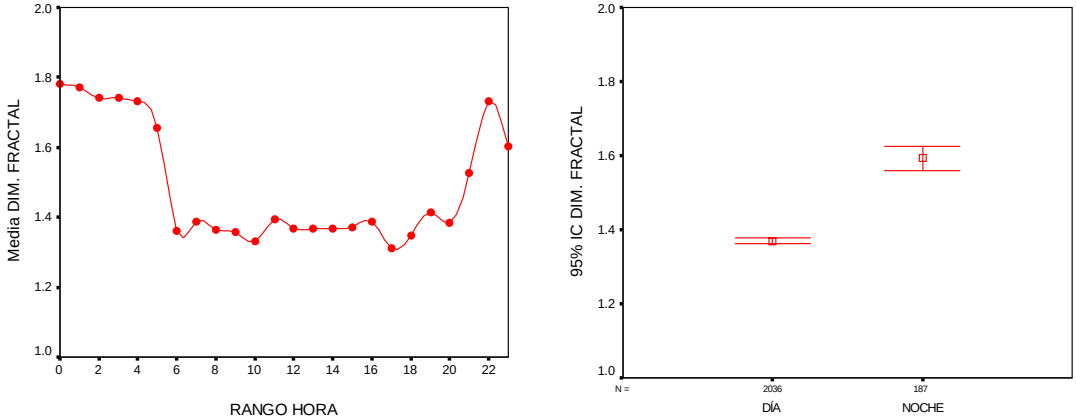


Figura 136. Promedio de la dimensión fractal por rango de hora y día-noche.

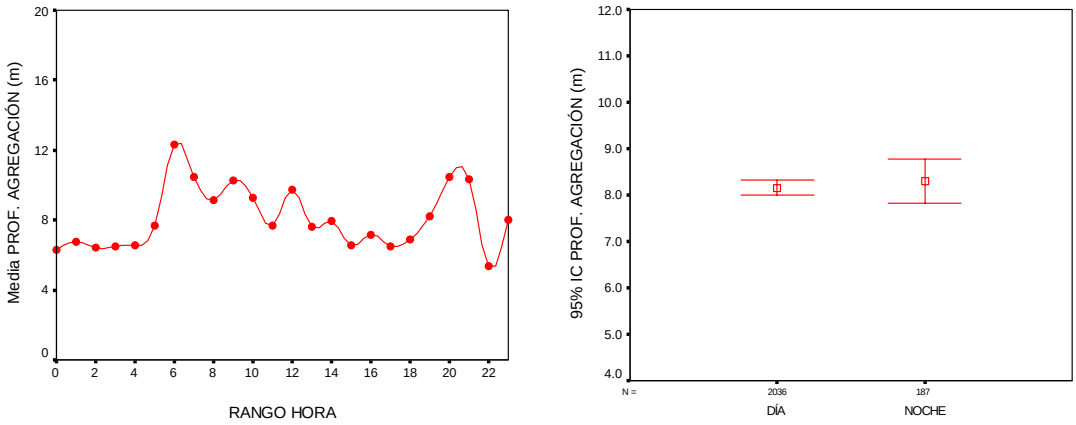


Figura 137. Promedio de la profundidad de agregaciones por rango de hora y día-noche.

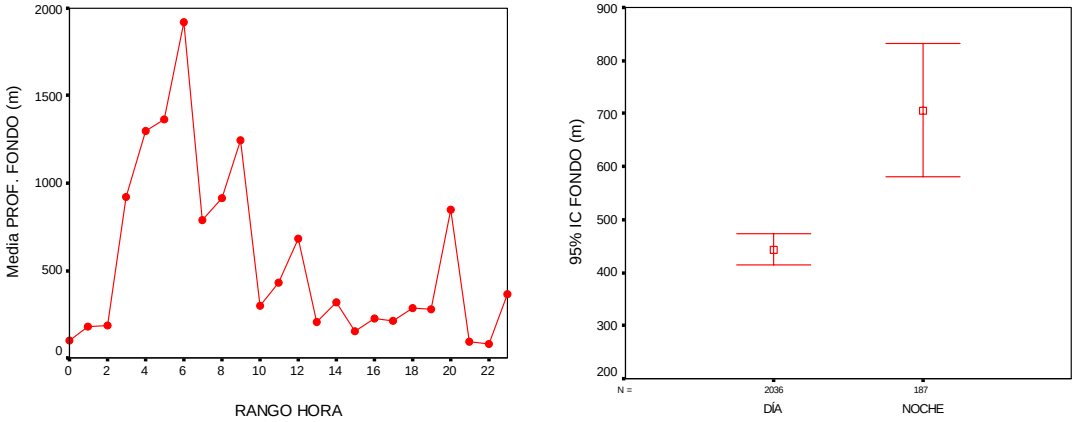


Figura 138. Promedio de la profundidad del fondo por rango de hora y día-noche.

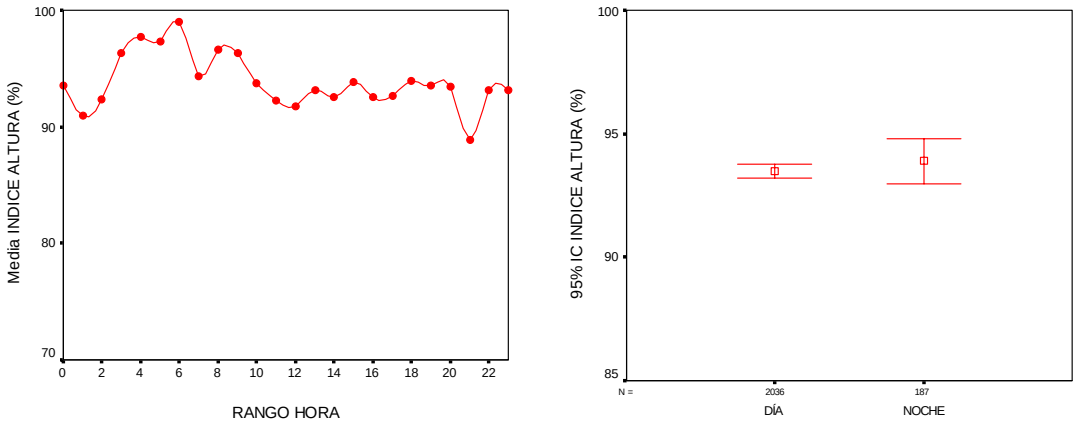


Figura 139. Promedio del índice de altura por rango de hora y día-noche.

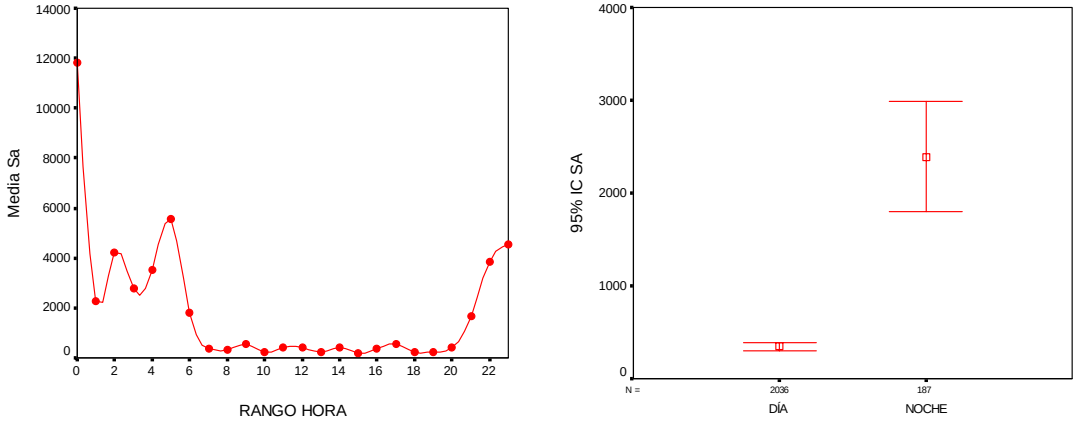


Figura 140. Promedio de energía retrodispersada por rango de hora y día-noche.

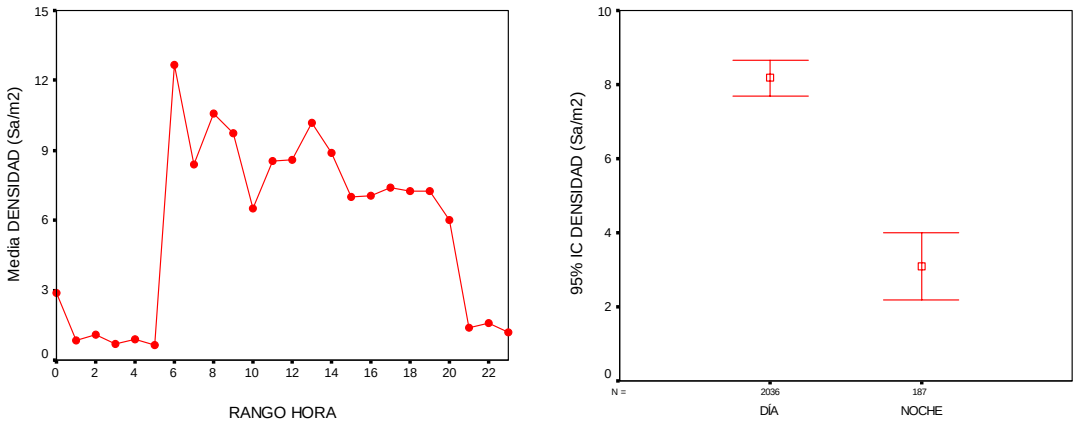


Figura 141. Promedio de densidad de agregaciones por rango de hora y día-noche.

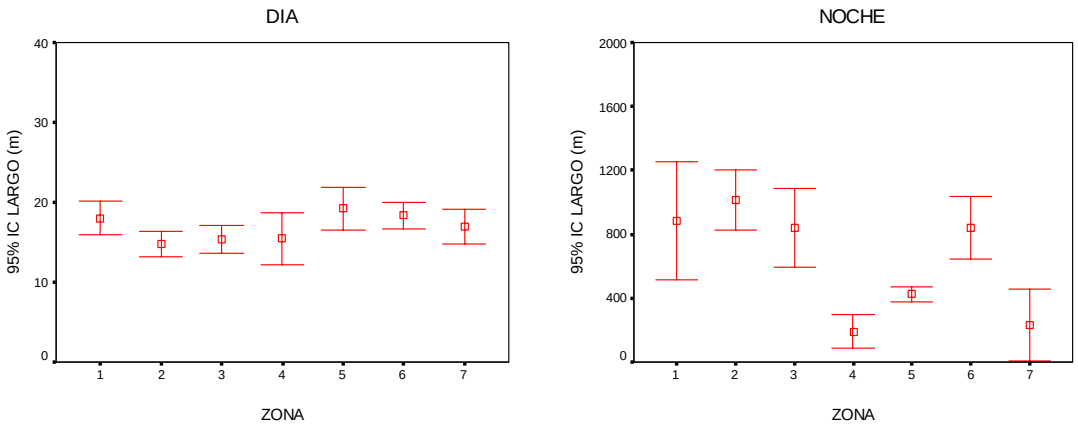


Figura 142. Promedio de largo de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

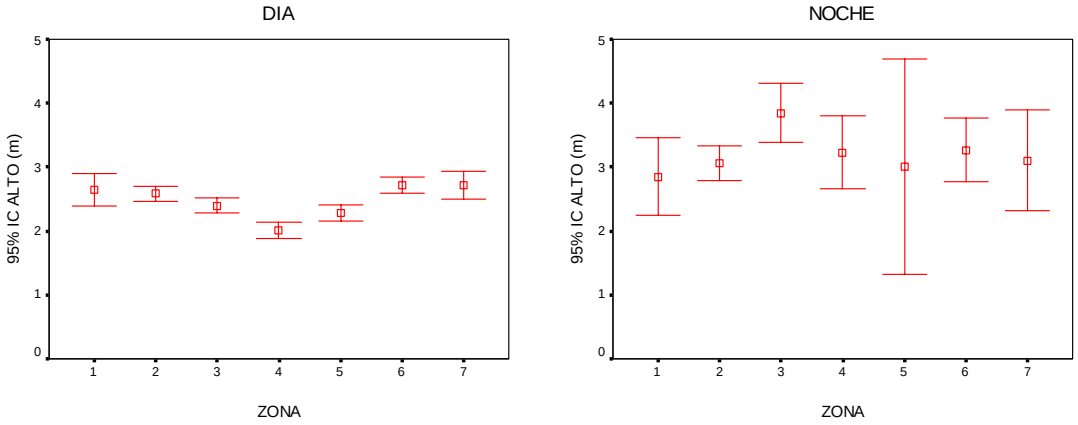


Figura 143. Promedio de alto de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

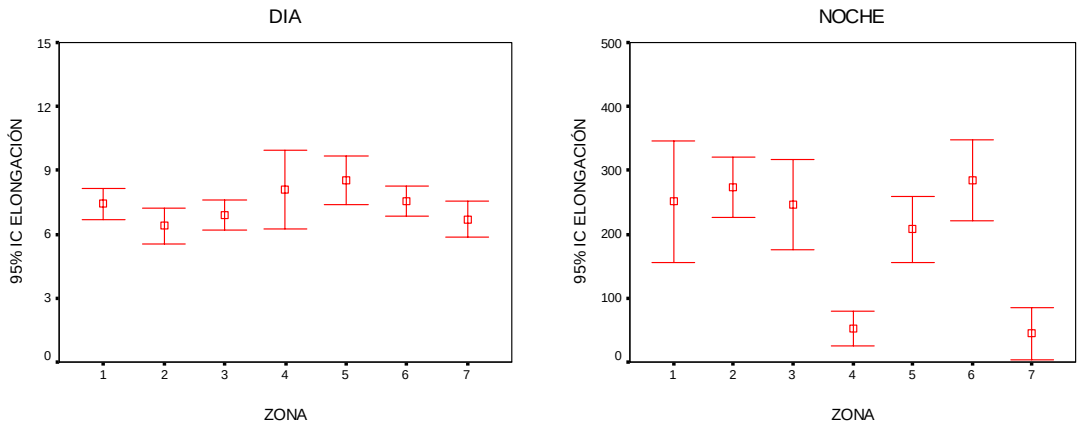


Figura 144. Promedio de elongación de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

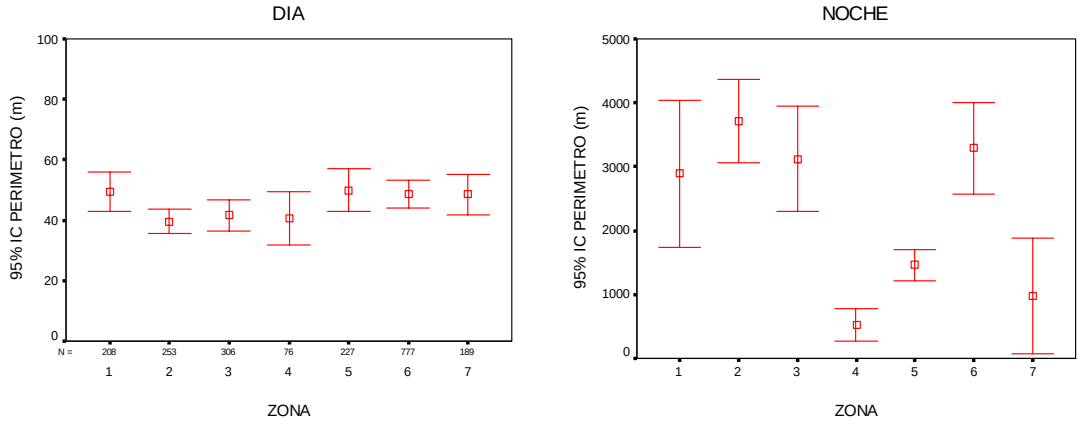


Figura 145. Promedio de perímetro de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

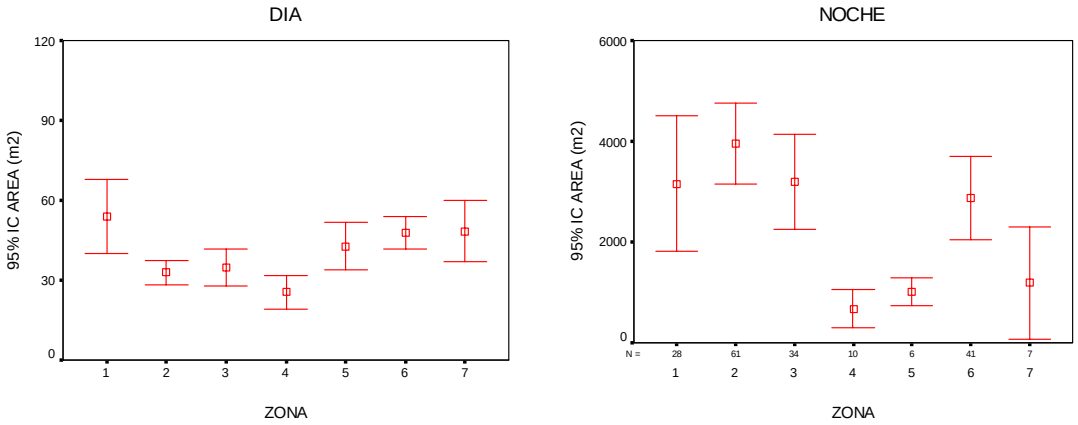


Figura 146. Promedio de área de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

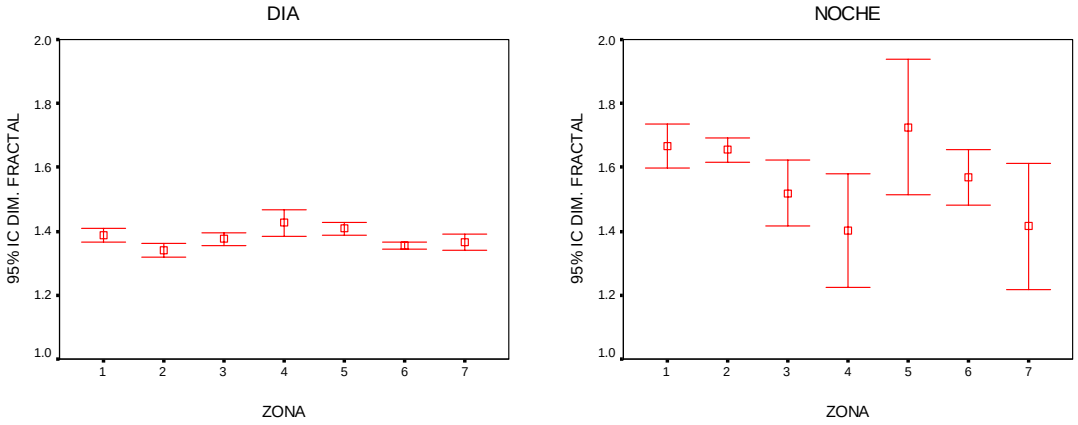


Figura 147. Promedio de dimensión fractal por zona, condición diurna y nocturna.

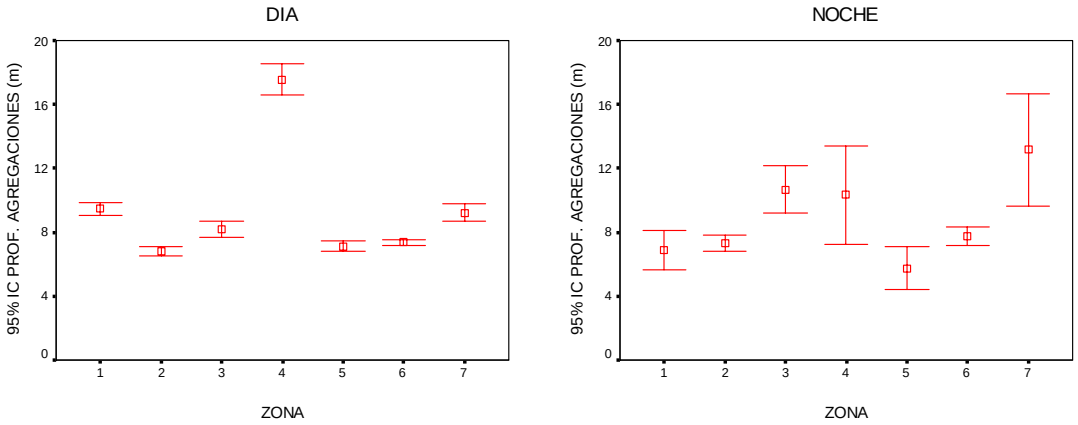


Figura 148. Promedio de profundidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

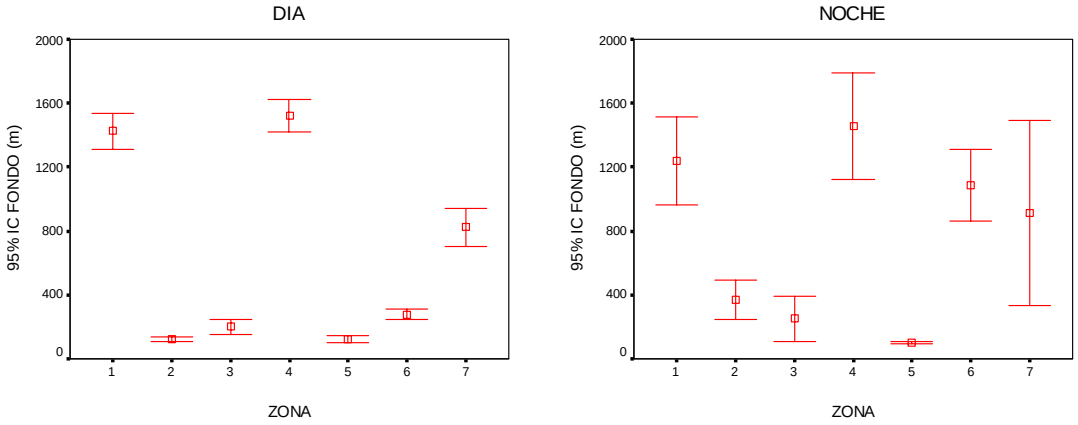


Figura 149. Promedio de profundidad del fondo por zona, condición diurna y nocturna.

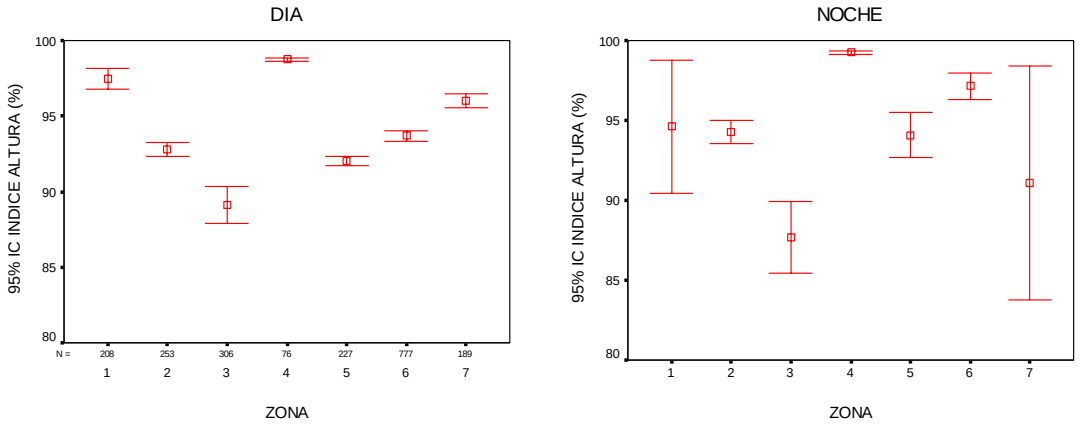


Figura 150. Promedio de índice de altura por zona, condición diurna y nocturna.

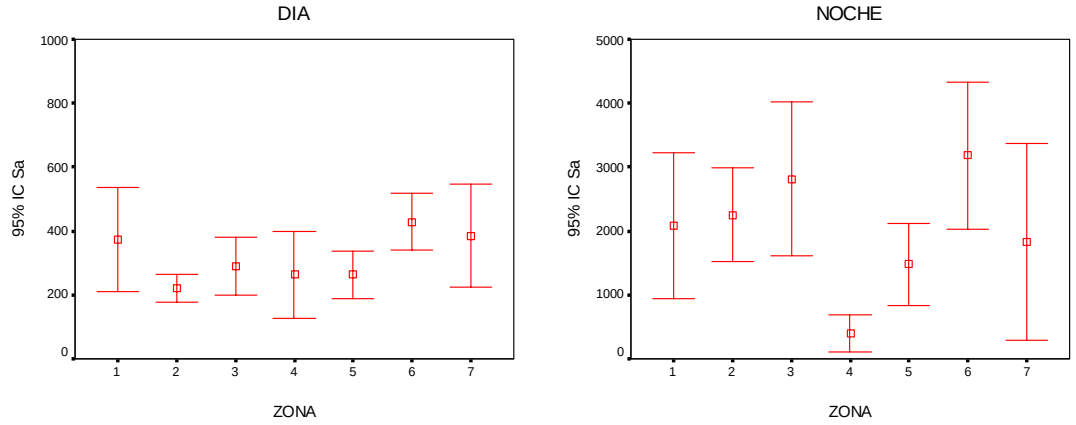


Figura 151. Promedio de Sa de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

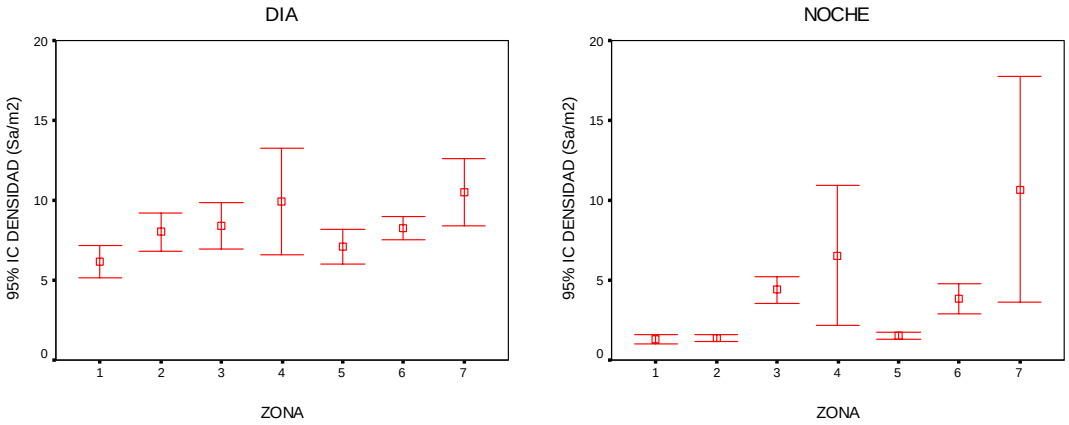


Figura 152. Promedio de densidad de agregaciones por zona, condición diurna y nocturna.

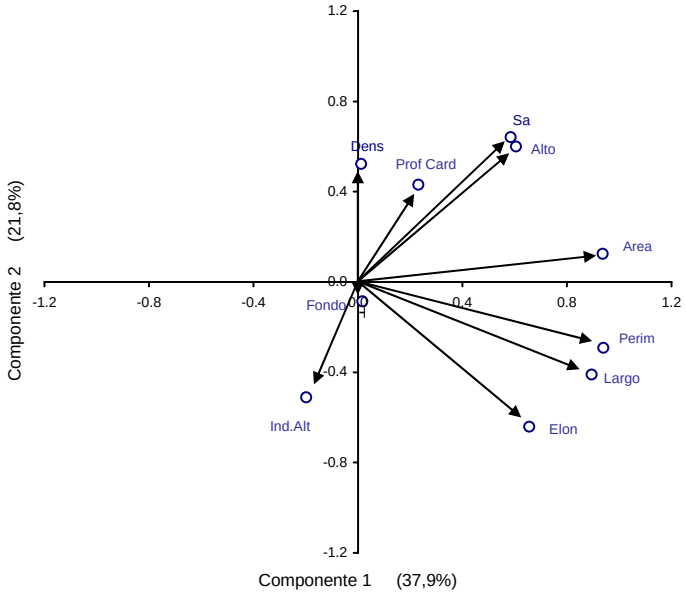


Figura 153. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes, agregaciones diurnas

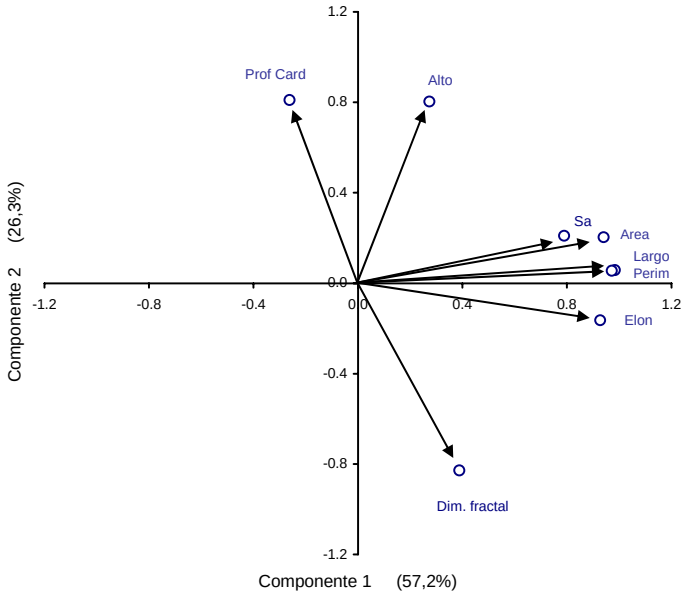


Figura 154. Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

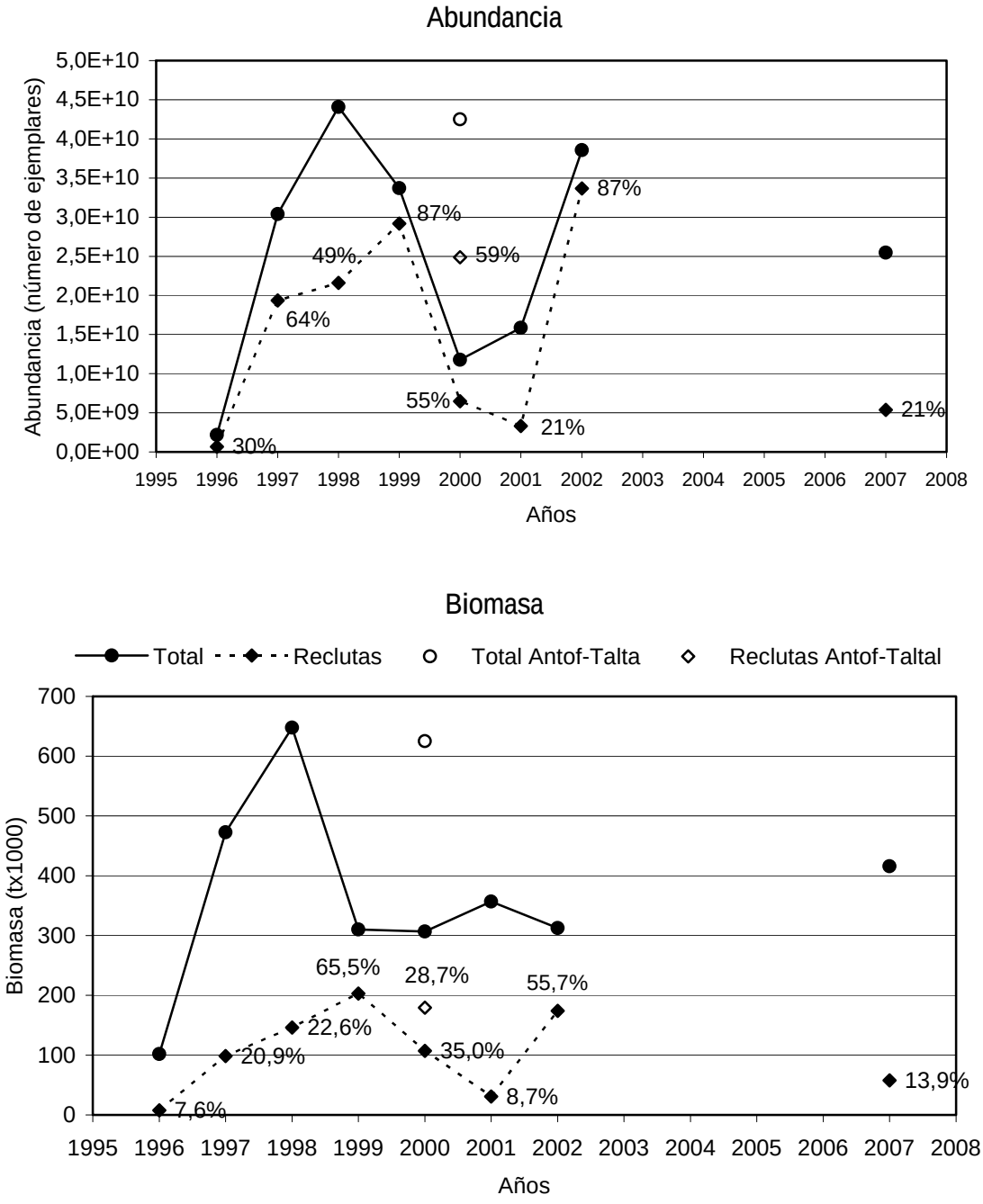


Figura 155. Estimaciones de Abundancia y Biomasa de anchoveta total y reclutas en el periodo 1995-2001 y 2007. Se indican los aportes de los reclutas en porcentaje.

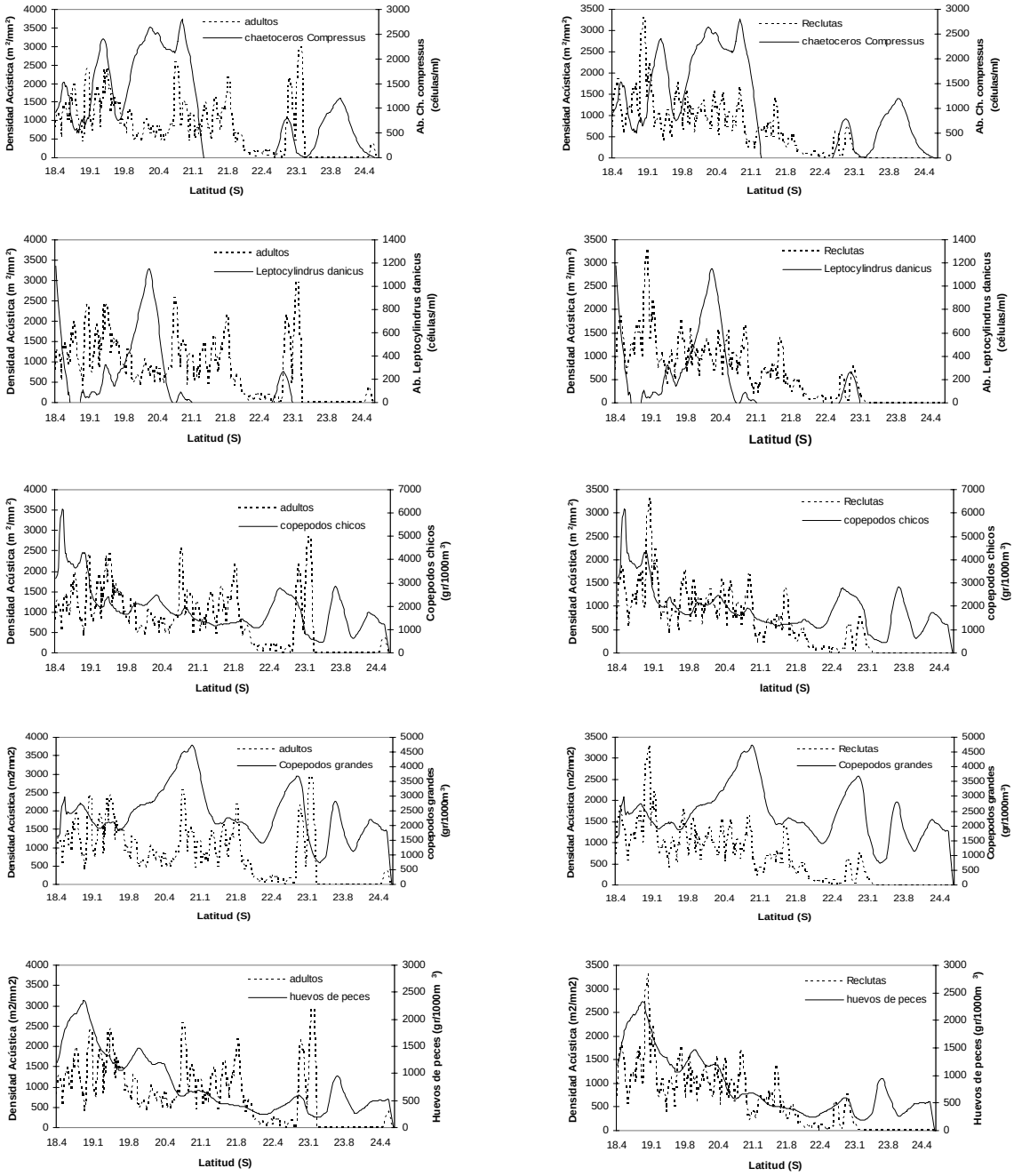


Figura 156. Señal latitudinal de la densidad de anchoveta, con respecto a las especies de mayor abundancia del fitoplancton y zooplancton mayor a 10 mn. Crucero RECLAN12 0712.

T A B L A S

Tabla 1
Categorías por densidad.

Categoría	Intervalo (T/mn²)	Calificación de densidad
I	1 - 75	Muy baja
II	76 - 150	Baja
III	151 - 300	Densa
IV	301 - >	Muy densa

Tabla 2
Valores de primavera de los pares T-S de primavera de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.

AGUA TIPO	SIGLA	PRIMAVERA	
		T°C	SAL.
SUBTROPICAL	AST	22,50	35,30
SUBANTARTICA	ASAA	12,50	33,80
ECUATORIAL SUBSUPERFICIAL	AESS	13,00	35,00
INTERMEDIA ANTARTICA	AIAA	3,00	34,00
PROFUNDA DEL PACIFICO	APP	1,75	34,68

Tabla 3
Fecha y tipo de imagen satelital de TSM consideradas para el análisis histórico de cruceros RECLAN.

Año	Fecha inicio	Fecha termino	Tipo de dato
1995	1 de enero	8 de enero	Pathfinder
1996	17 de enero	24 de enero	Pathfinder
1996	24 de enero	1 de diciembre	Pathfinder
1998	25 de enero	1 de febrero	Pathfinder
1998	3 de diciembre	10 de diciembre	Pathfinder
2000	25 de enero	1 de febrero	Pathfinder
2000	18 de diciembre	25 de diciembre	Pathfinder
2001	19 de diciembre	26 de diciembre	Pathfinder
2007	10 de febrero	17 de febrero	MODIS
2007	1 de diciembre	20 de diciembre	MODIS

Tabla 4
Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la I y II Región.

Año	Fecha inicio	Fecha termino
1995	5 de enero	20 de enero
1996	2 de enero	21 de enero
1996	18 de noviembre	9 de diciembre
1998	6 de enero	29 de enero
1998	25 de noviembre	12 de diciembre
2000	13 de enero	2 de febrero
2000	2 de diciembre	23 de diciembre
2001	27 de noviembre	19 de diciembre
2007	1 de febrero	20 de febrero
2007	29 de noviembre	19 de diciembre

Tabla 5
Localidades donde se han presentado focos subóxicos en los cruceros RECLAN.

	Años									
Localidades	Ene-95	Ene-96	Nov-96	Ene-98	Nov-98	Ene-00	Dic-00	Dic-01	Ene-07	Dic-07
Arica-Pisagua	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Iquique-caleta Patillos		x	x			x	x	x		x
Punta Lobos-Chipana	x	x	x				x		x	x
Tocopilla-punta Grande		x					x	x		
Península de Mejillones-bahía Moreno		x					x	x	x	x
Caleta El Cobre-caleta Colorada									x	x

Tabla 6
Concentraciones máximas de clorofila-a (µg/L) correspondientes a las transectas perpendiculares a la costa y su respectivo rango de clorofila integrada (mg/m^2). Cruceros RECLAN.

Rangos de clorofila-a	Ene-95	Ene-96	Nov-96	Ene-98	Nov-98	Ene-00	Dic-00	Dic-01	Ene-07	Dic-07
< 1 µg/L			1	2	1		4	3		1
≥ 1 a < 5 µg/L		2	13	14	15	6	8	11	1	7
≥ 5 a < 10µg/L	3	10	8	6	4	9	12	11	4	6
≥ 10 < 30 µg/L	4	4			2	6	1		12	6
≥ 30 µg/L	1					1			3	
n° Transectas	8	16	22	22	22	22	25	25	20	20
clorofila integrada (mg/m²)	< 50 a > 600	< 50 a > 200	< 50 a > 200	< 50 a > 200	< 50 a > 200	< 50 a > 400	< 50 a < 200	< 50 a > 200	< 50 a > 600	< 50 a > 500

Tabla 7
Especies de diatomeas con sus rangos de tamaño. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

DIATOMEAS EN CADENA	TAMAÑO (μm)		DIATOMEAS SOLITARIAS	TAMAÑO (μm)	
	mín	máx		mín	máx
Asterionellopsis glacialis	75	225	*Asteromphalus arachne*	50	100
Bacteriastrum delicatulum	40	295	*Corethron criophillum*	80	150
Cerataulina pelagica	50	160	*Coscinodiscus centralis*	105	213
Chaetoceros affinis	75	238	*Coscinodiscus concinnus*	165	165
Chaetoceros coarctatus	75	400	*Coscinodiscus curvatulus*	55	107
Chaetoceros compressus	40	181	*Coscinodiscus wailessii*	230	335
Chaetoceros curvisetus	31	200	*Cylindroteca closterium*	60	105
Chaetoceros dadayi	75	75	*Ditylum brigthwellii*	87	425
Chaetoceros danicus	24	150	*Lioloma delicatulum*	1135	1920
Chaetoceros diadema	39	157	*Lioloma pacificum*	550	1400
Chaetoceros lorenzianus	37	502	*Planktoniella sol*	50	130
Chaetoceros messanensis	75	310	*Thalassionema bacillare*	300	460
Chaetoceros peruvianus	30	168			
Chaetoceros protuberans	25	300			
Chaetoceros radicans	30	230			
Detonula pumila	30	260			
Eucampia cornuta	35	175			
Eucampia zodiacus	30	223			
Fragilariopsis doliolus	20	147			
Guinardia delicatula	85	140			
Guinardia striata	90	325			
Hemiaulus hauckii	60	300			
Hemiaulus sinensis	63	255			
Lauderia annulata	75	195			
Leptocylindrus danicus	55	920			
Leptocylindrus mediterraneus	65	318			
Lithodesmium undulatum	50	450			
Nitzschia longissima	103	280			
Odontella longicruris	80	650			
Proboscia alata	252	1480			
Pseudonitzschia australis	100	580			
Pseudonitzschia delicatissima	50	505			
Pseudonitzschia multiseries	75	435			
Rhizosolenia imbricata	253	825			
Rhizosolenia imbricata v.minuta	130	665			
Rhizosolenia setigera	310	715			
Rhizosolenia styliformis	750	1115			
Skeletonema costatum	65	900			
Stephanopyxis turris	125	425			
Thalassionema frauenfeldii	75	375			
Thalassionema nitzschioides	75	428			
Thalassiosira aestivalis	35	383			
Thalassiosira angustelineata	45	750			
Thalassiosira minuscula	35	250			
Thalassiosira rotula	60	200			
Thalassiosira subtilis	25	350			

Tabla 8
Géneros y especies de flagelados con sus rangos de tamaño. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

FLAGELADOS	TAMAÑO (μm)		FLAGELADOS	TAMAÑO (μm)	
	mín	máx		mín	máx
Actiniscus pentasterias	25	25	*D. speculum var. polyactis*	50	55
Amylax triacantha	45	65	*Goniodoma polyedricum*	70	75
Ceratium azoricum	85	128	*Gonyaulax grindleyi*	42	65
Ceratium belone	300	325	*Gonyaulax polygramma*	53	78
Ceratium declinatum	100	270	*Gonyaulax spinifera*	55	70
Ceratium dens	220	220	*Gymnodinium sp.*	25	200
Ceratium furca var. berghii	100	300	*Gymnodinium sp.*	65	85
Ceratium fusus var. seta	194	425	*Lingulodinium polyedrum*	57	70
Ceratium lineatum	100	175	*Oxytoxum diploconus*	60	75
Ceratium lunula	375	468	*Oxytoxum longiceps*	75	80
Ceratium massiliense	95	550	*Oxytoxum scolopax*	90	100
Ceratium minutum	78	90	*Podolampas bipes*	95	100
Ceratium pentagonum	140	260	*Podolampas palmipes*	85	135
Ceratium pulchellum	185	275	*Podolampas spinifera*	135	175
Ceratium ranipes	360	360	*Polykrikos kofoidii*	100	450
Corythodinium reticulatum	40	50	*Pronoctiluca sp.*	50	120
Corythodinium tesselatum	60	85	*Prorocentrum gracile*	30	35
Dictyocha fibula	45	60	*Prorocentrum micans*	55	60
Dinophysis acuminata	47	60	*Protoperidinium claudicans*	100	122
Dinophysis caudata	100	100	*Protoperidinium conicum*	94	100
Dinophysis odiosa	50	54	*Protoperidinium depressum*	100	155
Dinophysis rotundata	35	55	*Protoperidinium divergens*	70	85
Dinophysis schuettii	80	80	*Protoperidinium leonis*	60	85
Dinophysis tripos	100	120	*Protoperidinium oceanicum*	135	200
Diplopsalis lenticula	70	83	*Protoperidinium pellucidum*	45	60
Diplopsalis minor	46	65	*Protoperidinium steinii*	85	100
Dissodinium elegans	90	125	*Ptychodiscus noctiluca*	55	100
Distephanus speculum	45	65	*Scrippsiella sp.*	25	55
D.speculum var. octonarius	40	65			

Tabla 9

Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) integrada, y aporte porcentual (%) de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados. Transectas 1-19. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	DIATO	FLAGE	TOTAL	%DIATO	%FLAGE
1	1	1	933,1	212,9	1146,0	81,4	18,6
	5	2	714,0	25,4	739,4	96,6	3,4
	10	3	656,7	10,5	667,2	98,4	1,6
	20	4	112,3	2,6	114,8	97,8	2,2
	40	5	211,6	27,1	238,6	88,7	11,3
3	1	7	172,2	20,1	192,3	89,6	10,4
	5	8	358,1	2,8	360,9	99,2	0,8
	10	9	390,1	4,3	394,5	98,9	1,1
	20	10	29,3	13,5	42,8	68,4	31,6
	40	11	56,5	3,4	59,8	94,4	5,6
5	40	12	5,1	3,1	8,1	62,3	37,7
	20	14	2,4	6,5	8,9	26,9	73,1
	10	15	1,3	3,1	4,3	28,8	71,2
	5	16	406,3	182,4	588,7	69,0	31,0
	1	17	376,7	5,7	382,4	98,5	1,5
7	1	20	354,4	5,3	359,7	98,5	1,5
	5	21	555,7	2,8	558,4	99,5	0,5
	10	22	430,0	6,7	436,7	98,5	1,5
	20	23	196,1	5,0	201,1	97,5	2,5
9	20	24	3,8	1,4	5,2	72,8	27,2
	10	25	301,9	2,2	304,1	99,3	0,7
	5	26	328,8	1,4	330,2	99,6	0,4
	1	27	618,8	25,4	644,2	96,1	3,9
11	1	30	608,9	9,8	618,7	98,4	1,6
	5	31	513,7	1,2	514,9	99,8	0,2
	10	32	382,0	0,8	382,8	99,8	0,2
	20	33	211,2	3,0	214,3	98,6	1,4
13	1	35	404,9	4,1	409,0	99,0	1,0
	5	36	292,7	2,3	295,0	99,2	0,8
	10	37	368,4	2,6	371,0	99,3	0,7
	20	38	375,4	4,0	379,4	98,9	1,1
15	1	39	720,0	9,7	729,7	98,7	1,3
	5	40	307,3	5,8	313,2	98,1	1,9
	10	41	332,0	3,7	335,6	98,9	1,1
	20	42	191,6	0,8	192,4	99,6	0,4
17	1	44	329,0	4,0	333,0	98,8	1,2
	5	45	403,7	30,0	433,7	93,1	6,9
	10	46	706,8	3,9	710,7	99,4	0,6
	20	47	112,0	0,4	112,4	99,7	0,3
19	20	48	16,7	2,3	19,0	88,0	12,0
	10	49	2,7	0,2	2,9	93,5	6,5
	5	50	517,3	3,3	520,6	99,4	0,6
	1	51	442,5	14,1	456,6	96,9	3,1

Tabla 10

Abundancia celular fitoplanctónica (cél/mL) integrada, y aporte porcentual (%) de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), DIATO: diatomeas, FLAG: flagelados. Transectas 21-39. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	DIATO	FLAGE	%DIATO	TOTAL	%FLAGE
21	1	53	288,6	1,0	99,7	289,6	0,3
	5	54	19,1	0,8	95,8	20,0	4,2
	10	55	2,7	0,8	78,5	3,5	21,5
	20	56	8,8	0,5	94,8	9,3	5,2
23	20	58	3,4	3,6	48,3	7,0	51,7
	10	59	10,3	2,2	82,4	12,5	17,6
	5	60	0,8	0,4	69,6	1,2	30,4
	1	61	413,5	5,9	98,6	419,4	1,4
25	1	64	298,5	2,8	99,1	301,3	0,9
	5	65	5,4	0,4	92,7	5,9	7,3
	10	66	1,3	1,7	42,3	3,0	57,7
	20	67	1,7	0,9	64,3	2,6	35,7
27	1	69	380,6	3,9	99,0	384,5	1,0
	5	70	4,2	0,3	94,4	4,5	5,6
	10	71	3,2	0,5	85,9	3,7	14,1
	20	72	1,3	0,8	63,5	2,1	36,5
29	1	73	305,1	7,7	97,5	312,8	2,5
	5	74	308,7	8,0	97,5	316,7	2,5
	10	75	258,2	4,3	98,4	262,5	1,6
	20	76	93,8	1,6	98,3	95,4	1,7
31	1	79	10,8	0,5	95,4	11,3	4,6
	5	80	64,9	0,5	99,3	65,3	0,7
	10	81	11,2	4,3	72,5	15,5	27,5
	20	82	0,8	0,5	62,2	1,3	37,8
33	1	83	129,1	47,9	72,9	177,0	27,1
	5	84	145,6	87,5	62,5	233,1	37,5
	10	85	16,6	2,3	88,0	18,9	12,0
	20	86	216,2	1,0	99,5	217,2	0,5
35	1	89	141,2	0,6	99,6	141,8	0,4
	5	90	156,1	0,8	99,5	156,8	0,5
	10	91	274,8	1,7	99,4	276,5	0,6
	20	92	248,6	1,9	99,3	250,5	0,7
37	1	94	1,0	0,1	86,9	1,1	13,1
	5	95	11,0	0,1	99,0	11,1	1,0
	10	96	23,2	0,2	99,2	23,4	0,8
	20	97	121,0	0,4	99,6	121,4	0,4
39	1	99	1,2	0,2	88,3	1,4	11,7
	5	100	127,1	1,2	99,1	128,3	0,9
	10	101	177,7	0,3	99,9	177,9	0,1
	20	102	39,9	0,1	99,7	40,0	0,3

Tabla 11

Tamaños (µm) promedio y aporte porcentual de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaño diatomeas, T-FLA: tamaño flagelados. Transecta 1-19. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	T-DIA	T-FLA	T-TOTAL	%T-DIA	%T-FLA
1	1	1	240,4	104,7	345,1	69,7	30,3
	5	2	169,5	82,9	252,3	67,2	32,8
	10	3	184,7	88,3	273,1	67,6	32,4
	20	4	145,4	76,6	222,0	65,5	34,5
	40	5	174,8	98,7	273,4	63,9	36,1
3	1	7	169,2	86,6	255,9	66,1	33,9
	5	8	129,8	113,4	243,2	53,4	46,6
	10	9	142,8	87,0	229,8	62,1	37,9
	20	10	203,6	132,4	335,9	60,6	39,4
	40	11	120,4	106,8	227,2	53,0	47,0
5	40	12	258,9	107,6	366,5	70,6	29,4
	20	14	246,6	100,6	347,2	71,0	29,0
	10	15	164,9	94,2	259,1	63,6	36,4
	5	16	144,5	127,5	271,9	53,1	46,9
	1	17	159,3	94,2	253,5	62,8	37,2
7	1	20	153,9	126,6	280,5	54,9	45,1
	5	21	130,9	102,3	233,2	56,1	43,9
	10	22	163,9	111,9	275,8	59,4	40,6
	20	23	130,5	115,0	245,5	53,2	46,8
9	20	24	240,9	55,6	296,5	81,3	18,7
	10	25	172,2	92,1	264,3	65,2	34,8
	5	26	151,9	108,8	260,7	58,3	41,7
	1	27	226,3	105,7	332,0	68,2	31,8
11	1	30	178,7	84,1	262,8	68,0	32,0
	5	31	145,1	80,3	225,4	64,4	35,6
	10	32	158,7	132,2	290,8	54,6	45,4
	20	33	190,9	111,4	302,3	63,2	36,8
13	1	35	175,1	111,2	286,3	61,2	38,8
	5	36	145,0	93,2	238,2	60,9	39,1
	10	37	137,4	111,2	248,6	55,3	44,7
	20	38	203,1	84,0	287,2	70,7	29,3
15	1	39	148,8	107,4	256,2	58,1	41,9
	5	40	139,1	101,0	240,2	57,9	42,1
	10	41	140,5	131,0	271,5	51,7	48,3
	20	42	105,6	104,0	209,7	50,4	49,6
17	1	44	106,5	96,8	203,3	52,4	47,6
	5	45	162,8	91,2	254,0	64,1	35,9
	10	46	129,3	70,7	200,0	64,7	35,3
	20	47	110,9	89,6	200,4	55,3	44,7
19	20	48	182,7	72,7	255,4	71,5	28,5
	10	49	79,7	52,2	131,9	60,4	39,6
	5	50	139,2	130,6	269,8	51,6	48,4
	1	51	174,0	76,8	250,8	69,4	30,6

Tabla 12

Tamaños (µm) promedio y aporte porcentual de cada grupo. DDC: distancia de la costa (mn), T-DIA: tamaño diatomeas, T-FLA: tamaño flagelados. Transecta 21-39. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	T-DIA	T-FLA	T-TOTAL	%T-DIA	%T-FLA
21	1	53	123,4	63,0	186,5	66,2	33,8
	5	54	157,7	82,5	240,3	65,6	34,4
	10	55	197,9	59,3	257,2	77,0	23,0
	20	56	176,6	52,7	229,3	77,0	23,0
23	20	58	192,4	126,7	319,1	60,3	39,7
	10	59	203,7	64,7	268,4	75,9	24,1
	5	60	68,7	79,7	148,4	46,3	53,7
	1	61	124,2	80,0	204,2	60,8	39,2
25	1	64	112,4	78,2	190,6	59,0	41,0
	5	65	285,8	135,5	421,3	67,8	32,2
	10	66	169,8	89,3	259,1	65,5	34,5
	20	67	158,4	152,2	310,6	51,0	49,0
27	1	69	141,2	100,5	241,7	58,4	41,6
	5	70	80,9	66,9	147,8	54,8	45,2
	10	71	114,1	107,3	221,3	51,5	48,5
	20	72	236,4	112,9	349,3	67,7	32,3
29	1	73	135,2	99,5	234,7	57,6	42,4
	5	74	144,9	103,9	248,8	58,2	41,8
	10	75	128,9	102,8	231,7	55,6	44,4
	20	76	155,3	102,0	257,4	60,4	39,6
31	1	79	130,8	136,8	267,6	48,9	51,1
	5	80	196,1	108,3	304,3	64,4	35,6
	10	81	189,8	102,1	291,9	65,0	35,0
	20	82	114,7	120,5	235,3	48,8	51,2
33	1	83	177,3	114,0	291,3	60,9	39,1
	5	84	179,0	98,5	277,4	64,5	35,5
	10	85	130,3	94,4	224,7	58,0	42,0
	20	86	174,4	82,6	257,1	67,9	32,1
35	1	89	203,9	69,5	273,4	74,6	25,4
	5	90	266,0	103,6	369,5	72,0	28,0
	10	91	241,9	123,3	365,2	66,2	33,8
	20	92	230,8	117,8	348,6	66,2	33,8
37	1	94	384,1	103,3	487,3	78,8	21,2
	5	95	205,5	98,5	304,1	67,6	32,4
	10	96	320,0	102,5	422,5	75,7	24,3
	20	97	247,5	76,8	324,3	76,3	23,7
39	1	99	96,9	63,8	160,7	60,3	39,7
	5	100	272,4	70,2	342,6	79,5	20,5
	10	101	209,2	36,3	245,4	85,2	14,8
	20	102	209,8	84,2	293,9	71,4	28,6

Tabla 13
Grupos del microzooplancton con sus rangos de tamaño (µm). HOLOMZ: Microzooplancton holoplanctónico, MEROMZ: microzooplancton meroplanctónico. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

HOLOMZ	Tamaño (µm)		MEROMZ	Tamaño (µm)	
	mín	máx		mín	máx
Ciliados	20	163	Huevos en racimo	48	540
Copepoditos	60	968	Huevos solitarios	38	225
Estadios naupliares	34	450	Larvas de asteroideos	58	455
Foraminíferos	45	500	Larvas de bivalvos	63	263
Peritriquios	57	1656	Larvas de gastrópodos	85	150
Radiolarios	45	1525	Larvas de ofiuroideos	150	1308
Rotíferos	50	332	Larvas de poliquetos	75	600
Tintinidos	35	200	Larvas trocófora	100	225

Tabla 14

Abundancia (ind/mL) integrada y tamaños (µm) promedio del Microzooplancton. DDC: distancia de la costa (mn), ABUN: abundancia, TAM: tamaños. Transecta 1-19. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	ABUN (ind/mL)	TAM (µm)
1	1	1	15,7	187,5
	5	2	13,4	185,9
	10	3	17,2	171,0
	20	4	4,1	229,8
	40	5	2,4	113,9
3	1	7	9,8	154,5
	5	8	4,7	108,1
	10	9	3,2	166,1
	20	10	1,5	117,9
	40	11	2,7	202,0
5	40	12	0,8	136,0
	20	14	1,2	157,0
	10	15	1,5	104,0
	5	16	5,1	172,3
	1	17	8,6	112,9
7	1	20	9,2	118,9
	5	21	7,0	145,2
	10	22	6,0	103,9
	20	23	4,2	137,4
9	20	24	1,5	114,3
	10	25	6,4	132,2
	5	26	15,5	157,1
	1	27	15,8	151,6
11	1	30	14,1	155,1
	5	31	5,4	150,0
	10	32	10,1	121,5
	20	33	17,8	155,9
13	1	35	8,5	174,5
	5	36	1,9	108,6
	10	37	2,3	139,8
	20	38	3,8	130,2
15	1	39	6,0	131,9
	5	40	8,6	100,5
	10	41	5,3	141,0
	20	42	4,2	91,3
17	1	44	6,1	144,1
	5	45	5,9	148,9
	10	46	7,3	108,5
	20	47	0,9	125,3
19	20	48	2,1	120,8
	10	49	0,3	105,4
	5	50	2,2	117,5
	1	51	5,4	111,2

Tabla 15

Abundancia (ind/mL) integrada y tamaños (µm) promedio del Microzooplancton. DDC: distancia de la costa (mn), ABUN: abundancia, TAM: tamaños. Transecta 21-39. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

TRANSECTA	DDC	ESTACION	ABUN (ind/mL)	TAM (µm)
21	1	53	2,7	119,4
	5	54	0,5	93,3
	10	55	1,4	103,5
	20	56	3,5	128,6
23	20	58	2,1	119,2
	10	59	1,7	112,8
	5	60	0,5	136,6
	1	61	4,3	157,7
25	1	64	10,4	151,6
	5	65	0,9	105,5
	10	66	1,3	141,2
	20	67	1,0	112,9
27	1	69	4,4	108,2
	5	70	0,7	144,4
	10	71	1,3	127,7
	20	72	1,0	173,1
29	1	73	3,0	134,9
	5	74	3,0	131,9
	10	75	6,3	176,9
	20	76	0,6	137,0
31	1	79	1,0	157,5
	5	80	1,2	142,5
	10	81	1,0	159,2
	20	82	0,8	106,2
33	1	83	3,0	156,7
	5	84	5,4	206,4
	10	85	0,6	161,0
	20	86	3,0	111,4
35	1	89	2,0	135,8
	5	90	1,8	131,9
	10	91	4,7	132,7
	20	92	1,7	132,5
37	1	94	0,7	171,2
	5	95	2,4	189,3
	10	96	2,2	156,7
	20	97	1,2	135,5
39	1	99	2,3	94,5
	5	100	2,0	122,4
	10	101	2,3	167,2
	20	102	0,7	147,2

Tabla 16

Especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm). Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007. *B. deli: Bacteriastrum delicatulum, C. com: Chaetoceros compressus, C. cur: Chaetoceros curvisetus, C.per: Chaetoceros peruvianus, C. cen: Coscinodiscus centralis, C. clos: Cylindroteca closterium, D. pum: Detonula pumila, E. zod: Eucampia zodiacus, H. hau: Hemiaulus hauckii, L. dan: Leptocylindrus danicus, P. aus: Pseudonitzschia australis, P. deli: P. delicatissima, P. mul: P. multiseries, R. imin: Rhizosolenia imbricata v. minuta, R. sty: R. styliformis, T. ang: Thalassiosira angustelineata.*

ESPECIES	T1		T3		T5		T7		T9	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. com	5,6	90,1	53,0	90,6	53,2	113,2	68,3	95,8	38,3	107,9
C. cur					4,8	91,4			5,2	91,7
D. pum									7,9	94,9
E. zod	12,6	117,8								
L. dan	62,4	130,2	9,7	110,9	15,4	98,0	18,2	117,8	28,5	109,9
P. deli	6,6	149,1	12,1	134,3	9,2	128,0				

ESPECIES	T11		T13		T15		T17		T19	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. com	55,7	105,6	51,3	111,0	68,8	103,8	73,6	96,7	68,4	101,2
C. clos					15,3	106,1	11,8	101,3		
D. pum	4,5	121,5								
L. dan	18,5	114,3	35,3	116,8	11,0	117,6	6,7	132,9	6,9	135,9
P. deli									6,8	118,1

ESPECIES	T21		T23		T25		T27		T29	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. com	65,5	80,0	59,1	88,4	73,4	70,2	61,9	86,2	57,7	94,1
H. hau							9,3	95,5		
L. dan							11,8	78,1	21,6	108,4
P. aus			9,4	114,4						
P. deli	20,5	98,1	9,6	89,7	16,0	99,5				
P. mul	5,4	129,5								
T. ang									20,8	256,8

ESPECIES	T31		T33		T35		T37		T39	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
B. deli			5,8	193,2						
C. com	28,8	82,0	41,4	93,3	34,3	81,7	26,3	78,3		
C.per							13,1	113,1	16,1	69,1
C. cen	14,0	130,0								
L. dan			6,2	85,8						
P. deli	20,7	107,3	8,4	125,3	19,8	119,3	13,8	106,0		
P. mul		125,1	19,9	140,4	29,3					
R. imin									32,1	251,1
R. sty							32,9	477,8	39,3	293,6

Tabla 17

Especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm). Transecta 1-9. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007. *C. dec: Ceratium declinatum, C. fbe: C. furca v. berghii, C. pul: C. pulchellum, D. acu: Dinophysis acuminata, D. tri: D. tripos, D. len: Diplopsalis lenticula, D. min: D. minor, D. soc: Distephanus speculum v. octonarius, G. grin: Gonyaulax grindleyii, G. pol: G. polygramma, Gym: Gymnodinium sp., L. pol: Lingulodinium polyedrum, Pron: Pronoctiluca sp., P. cla: Protoperidinium claudicans, P. con: P. conicum, P. dep: P. depressum, P. leo: P. leonis, P. pel: P. pellucidum, P. ste: P. steinii, P. noc: Ptychodiscus noctiluca, Strip: Scrippsiella sp.*

ESPECIES	T1		T3		T5		T7		T9	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. dec	8,0	203,0	5,3	189,2						
C. fbe	29,6	199,4	12,8	220,6			9,5	226,0	10,1	199,0
C. pul									7,1	220,9
D. acu			6,3	52,8			9,4	59,7	10,7	53,8
D. len									11,0	75,0
D. min	12,5	49,2					5,1	53,8	11,0	53,0
D. soc	13,3	51,3								
G. pol	9,5	68,3	30,3	64,3	2,5	66,9	7,0	62,1		
L. pol					92,1	57,4				
P. con									7,4	100,5
P. pel		51,2	11,6	53,9						
Scrip							33,1	41,5	5,3	38,3

ESPECIES	T11		T13		T15		T17		T19	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. fbe			21,5	159,1	6,8	185,0	7,7	168,3		
C. pul	16,8	211,1	5,1	216,3	7,7	213,3	25,5	210,8	9,7	217,0
D. acu	5,7	53,6								
D. min	11,7	52,5								
D. soc	7,5	49,1	16,6	53,6						
G. grin									8,0	49,0
Gym					10,1	87,3	7,2	90,5		
Pron					5,1	82,6	5,6	79,2		
P. cla			5,6	111,3						
P. pel	7,6	49,4							15,5	52,5
Scrip	7,0	40,4	17,3	43,8	32,7	40,7	18,9	39,7	27,7	38,7

Tabla 18

Especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%); TP: tamaño promedio (µm). Transecta 21-29. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007. *C. dec: Ceratium declinatum, C. fbe: C. furca v. berghii, C. pul: C. pulchellum, D. acu: Dinophysis acuminata, D. tri: D. tripos, D. len: Diplopsalis lenticula, D. min: D. minor, D. soc: Distephanus speculum v. octonarius, G. grin: Gonyaulax grindleyii, G. pol: G. polygramma, Gym: Gymnodinium sp., L. pol: Lingulodinium polyedrum, Pron: Pronoctiluca sp., P. cla: Protoperidinium claudicans, P. con: P. conicum, P. dep: P. depressum, P. leo: P. leonis, P. pel: P. pellucidum, P. ste: P. steinii, P. noc: Ptychodiscus noctiluca, Strip: Scrippsiella sp.*

ESPECIES	T21		T23		T25		T27		T29	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. fbe									29,7	185,3
C. pul	6,6	225,0	10,2	214,0						
D. acu			7,5	50,4					5,7	53,3
D. min	6,1	60,0							5,9	58,8
G. grin					9,9	67,3				
G. pol	12,6	69,3	37,1	65,4	8,0	63,4	9,2	70,6		
Gym							7,3	83,6		
L. pol	7,0	63,1								
Pron					54,6	20,0	5,5	76,5	8,3	82,8
P. cla							14,8	110,0		
P. dep							10,1	130,0		
P. leo							7,4	85,0		
P. pel	11,2	46,1	9,8	50,0					11,5	
P. ste										50,4
Scrip	30,7	39,9	7,2	39,3	8,5	68,3	21,5	37,3	5,8	40,2

ESPECIES	T31		T33		T35		T37		T39	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
C. fbe			82,6	180,9						
C. pul									5,7	215,0
D. acu									7,0	53,9
D. tri					5,7	117,5				
D. len									34,3	74,6
G. pol	53,1	68,4			11,3	74,0	5,8	70,0		
Gym					9,0	103,5	7,4	135,8		
Pron							25,0	76,4		
P. cla					5,1	160,0	5,8	100,0		
P. pel					14,6	50,0	6,9	50,0	6,9	47,5
P. ste					6,5	90,6				
P. noc	5,9	67,5								
Scrip							18,5	29,2	34,2	34,5

Tabla 19
Grupos del microzooplancton con las mayores abundancias por transecta (T). AP: aporte porcentual (%), TP: tamaño promedio (µm). Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

GRUPOS	T1		T 3		T 5		T7		T9	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
Ciliados aloricados	13,4	72,1	38,2	63,4	26,5	56,0	24,6	61,1	40,3	65,5
Copepoditos	19,5	382,1								
Huevos			9,4	69,1	7,6	71,3	8,7	80,8	17,8	70,0
Estadios naupliares			5,3	168,2	6,2	163,1	5,3	162,9	7,2	158,4
Radiolarios	5,1	241,3	6,2	121,8	12,4	112,7	6,3	114,0		
Tintinidos	47,7	138,8	38,6	102,4	45,1	88,7	54,1	94,1	28,0	98,6

GRUPOS	T11		T13		T15		T17		T19	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
Ciliados aloricados	17,5	64,5	21,8	66,5	23,0	72,1	33,3	79,1	38,9	64,2
Copepoditos										
Huevos	9,3	75,2	20,4	69,3	14,3	68,5	13,3	74,4	13,3	85,3
Larvas de bivalvos	7,5	89,7								
Estadios naupliares	5,1	167,3	8,6	149,1	6,9	146,4	6,4	179,1	6,7	148,1
Radiolarios			10,0	153,1	6,5	114,8	9,5	184,0		
Tintinidos	56,2	84,3	32,2	114,7	46,3	105,3	33,3	117,3	32,0	103,3

GRUPOS	T21		T23		T25		T27		T29	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
Ciliados aloricados	26,8	53,9	27,2	64,8	28,7	50,2	41,6	56,8	27,7	71,6
Huevos	8,5	66,4	10,5	72,5	5,8	75,5	14,5	74,9	25,9	90,8
Estadios naupliares	9,6	159,2	9,1	132,6	9,9	179,9	9,4	153,8	14,0	174,2
Radiolarios	6,8	110,6	5,5	116,5			5,8	113,1		
Tintinidos	46,6	73,6	43,2	91,7	48,5	67,2	21,2	82,9	23,6	119,4

GRUPOS	T31		T33		T35		T37		T39	
	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP	AP	TP
Ciliados aloricados	26,1	48,5	21,6	67,8	43,4	75,4	82,6	51,5	51,6	53,3
Copepoditos	6,8	359,9							5,5	361,9
Huevos	25,0	71,5	35,4	75,1	11,5	79,8			6,6	129,3
Estadios naupliares	13,3	134,1	21,9	171,6	12,9	183,7	9,3	192,9	18,5	170,3
Radiolarios	7,1	274,0			10,1	137,8				
Tintinidos	18,9	91,4	13,8	106,5	15,8	106,8			15,3	80,3

Tabla 20
Resultados del análisis comparativo de la información de abundancia y tamaños de fitoplancton y microzooplancton obtenida durante los cruceros de febrero de 2007 y diciembre de 2007. *K*: estadístico de Kruskal-Wallis.

Parámetros	Rango medio		*K*	valor-*p*
	Feb-07	Dic-07		
Tamaño Diatomeas	97,0	64,0	97,0	0,000
Abundancia Flagelados	104,9	56,1	104,9	0,000
Abundancia Microzooplancton	95,6	65,4	95,6	0,000
Tamaño Microzooplancton	64,5	96,5	64,5	0,000

Tabla 21
Abundancia media (Nº/m^3) del zooplancton. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

Estación	Abd total (N°/m^3)
2	8323.19
3	3451.67
4	1454.14
5	1958.66
6	11028.71
7	3121.31
8	2548.90
9	2150.68
10	4606.71
11	4526.84
12	3826.01
13	4998.56
14	3545.07
15	4037.06
16	2238.78
17	3183.54
18	4205.21
19	4186.36
20	31846.18
21	2428.53
22	3486.90
23	2080.49
24	2357.12
25	2094.29
26	1573.10
27	8861.24
28	4618.95
29	1114.86
30	7027.42
31	3130.12
32	1481.64
33	2984.28
34	4772.38
35	3878.49
36	1029.38
37	1630.19
38	3460.28
39	8706.65
40	2181.75
41	1646.24
42	3264.15
44	3074.45
45	2466.47
46	2322.49
47	3871.52
48	1850.71
49	1064.86
50	802.53
51	1615.74
52	2129.81
53	699.76
54	1067.29
55	1158.83
56	1782.37
57	301.01
58	1682.71
59	1297.48
60	1616.28
61	472.21
62	322.03
63	822.35
64	579.29
65	1464.33
66	1692.35
67	535.03
68	2072.94
69	2128.90
70	3476.65
71	2520.50
72	2430.42
73	2048.50
74	995.72
75	4046.71
76	3581.12
77	2333.87
78	3435.94
79	1954.51
80	1855.58
81	1431.12
82	1154.25
83	2487.20
84	1523.09
85	4595.33
86	3903.28
87	1185.00
88	6872.15
89	5145.74
90	5420.55
91	2596.59
92	714.42
93	2093.02
94	3964.83
95	2445.04
96	2597.61
97	3949.66
98	1562.08
99	973.97
100	3711.79
101	2035.34
102	3315.92

Tabla 22
Abundancia media (Nº/m^3) por grupo zooplanctónico. Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

Grupo Zooplancton	Abundancia media (N°/m3)
Anfipodos	4.11
Annelida	0.99
Appendicularia	15.68
Copépodo chico	237.93
Copépodo grande	134.11
Chaetognata	3.46
Cnidaria	2.23
Ctenoforos	2.23
Eucalanidae	8.12
Eufausiacea	4.19
H. elong de peces	32.82
H. esf. de peces	63.47
Larva annelida	56.94
Larva peces	0.54
Megalopas	1.29
Mysis	28.77
Salpas	15.19
Sifonoforos	8.84
Stomatopoda	1.39
Zoeas	6.61

Tabla 23
Abundancia media (Nº/m^3) por espectro de tamaño y abundancia total de zooplancton.
Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

Espectro tamaño	Abd.media (N°/m3)	Total
0.25	166.41	16641.06
0.75	101.98	10197.62
1.25	41.05	4105.29
1.75	15.14	1514.50
2.25	5.41	540.58
2.75	3.09	308.58
3.25	2.04	203.53
3.75	1.17	116.85
4.25	0.88	88.26
4.75	0.53	53.39
5.25	0.40	39.95
5.75	0.21	20.87
6.25	0.23	22.92
6.75	0.11	11.18
7.25	0.07	7.40
7.75	0.09	8.71
8.25	0.04	3.98
8.75	0.05	5.32
9.25	0.02	1.83
9.75	0.01	0.58
10.25	0.00	0.00
10.75	0.00	0.20
11.25	0.00	0.00
11.75	0.00	0.00
12.25	0.00	0.00
12.75	0.00	0.00
13.25	0.01	0.88

Tabla 24
Biomasa zooplanctónica media (g/1000m^3) en función de la distancia a la costa.
Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

	1 mn	5 mn	10 mn	20 mn	40 mn
ni	37	20	20	20	3
Promedio	452,42	441,98	479,27	473,27	327,67
Desviación estándar	489,64	278,16	182,31	251,85	109,51
Coeficiente de variación	1,08	0,63	0,38	0,53	0,33

Tabla 25
Biomasa zooplanctónica media (g/1000m^3) en función de la latitud.
Crucero FIP 2007 – 02, Diciembre de 2007.

Latitud S	Promedio	Desviación stándar	Coeficiente ariación	Latitud S	Promedio	Desviación stándar	Coeficiente ariación
18º25’	208,39	58,34	0,28	21º40’	340,77	68,26	0,20
18º40’	325,13	162,74	0,50	22º00’	287,42	169,60	0,59
19º00’	484,94	232,03	0,48	22º20’	406,43	259,90	0,64
19º20’	793,71	462,99	0,58	22º40’	568,98	404,28	0,71
19º40’	587,64	252,12	0,43	23º00’	356,43	202,18	0,57
20º00’	348,84	189,10	0,54	23º20’	353,58	145,13	0,41
20º20’	534,67	319,02	0,60	23º40’	474,56	228,46	0,48
20º40’	918,68	1239,88	1,35	24º00’	573,79	421,80	0,74
21º00	399,92	141,32	0,35	24º20’	676,15	266,11	0,39
21º20’	265,51	170,42	0,64	24º40’	595,19	335,20	0,56

Tabla 26
Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con arrastre a media agua por el B/C Abate Molina. Cruceros RECLAN 0702 y 0712.

	RECLAN 0702	RECLAN 0712
Frecuencia Acumulada	Arrastre	Arrastre
25%	12,1	9,1
50%	13,1	9,9
75%	14,2	11,6

Tabla 27
Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con cerco – 3 lances (seguimiento dic/07) y arrastre a media agua-lances 1, 4 y 5 crucero RECLAN 0712.

	Seguimiento (dic/07)	RECLAN 0712
Frecuencia Acumulada	Cerco	Arrastre
25%	14,0 cm	14,2 cm
50%	14,5 cm	14,7 cm
75%	14,9 cm	15,1 cm

Tabla 28
Resumen de lances de pesca por zonas (según estratificación), pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona Total
Lances totales	12	7	6	3	4	14	5	51
Lances exitosos	7	5	4	3	4	8	4	35
% lances exitosos	58,3	71,4	66,7	100	100	57,1	80,0	68,6
% de reclutas en Nº	0,1	98,9	80,3	0,0	19,1	98,8	0,0	80,1
% de reclutas en peso	0,03	97,2	67,8	0,0	10,4	97,1	0,0	60,6
Peso Prom. (g)	23,8	5,1	9,2	26,2	18,3	6,7	30,2	9,0
L. Prom. (cm)	14,9	9,1	10,9	15,6	13,5	9,8	16,2	10,7
P. Prom. Recl (g)	14,1	5,0	7,8		9,8	6,5		6,8
L. Prom. Recl (cm)	12,0	9,0	10,4		11,1	9,7		9,9

Tabla 29
Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN 0712.

						Anchoveta		mote		medusas		Jurel		Otras especies		Captura total
Lance	Fecha	Latitud	Longitud	Rumbo	Velocidad	Captura (kg)	Prop (%)	Captura (kg)	Prop (%)	Captura (kg)	Prop (%)	Captura (kg)	Prop (%)	Captura (kg)	Prop (%)	lance (kg)
1	29-11-2007	1826.0	7031.2	160	4	7.1	2.20			301.9	95.30			7.80	2.50	316.8
2	29-11-2007	1834.6	7022.2	130	4			3.0	0.10	2996.0	99.90			1.30	0.04	3000.3
3	30-11-2007	1839.1	7022.0	340	4.4			130.0	59.00	89.0	41.00					219.0
4	30-11-2007	1830.1	7037.8	30	4.2	2.0	12.30			14.3	87.42			0.04	0.20	16.3
5	30-11-2007	1830.2	7048.1	321	4.4	33.0	58.90			23.0	41.10					56.0
6	01-12-2007	1857.5	7020.6	180	3.6			615.0	10.00	5385.0	90.00					6000.0
7	01-12-2007	1859.2	7042.2	295	3.9									119.20	100.00	119.2
8	02-12-2007	1911.2	7018.6	175	4.1					345.0	100.00					345.0
9	02-12-2007	1926.8	7015.6	345	3.8	3.3	1.20			234.1	88.10			28.30	10.60	265.7
10	03-12-2007	1930.1	7018.8	30	4.1	0.3	0.20			162.1	99.80			0.10	0.03	162.5
11	03-12-2007	1940.7	7012.1	180	4.3					177.2	99.50			0.80	0.50	178.0
12	04-12-2007	1952.9	7011.3	352	4.1	137.4	28.70			340.7	71.30					478.1
13	04-12-2007	1950.1	7021.0	85	4.1	8.1	2.10			378.7	96.90			3.90	1.00	390.7
14	04-12-2007	1958.1	7030.0	350	4	58.9	63.40			34.0	36.60					92.9
15	04-12-2007	2000.6	7009.5	5	3.6	424.1	28.20			1060.1	70.50			19.70	1.30	1503.9
16	04-12-2007	2014.6	7010.7	340	4.3	84.8	39.30	16.4	7.60	108.2	50.10			6.50	3.00	215.9
17	05-12-2007	2008.1	7029.7	9	3.8	154.5	26.20			434.1	73.70			0.10	0.02	588.7
18	05-12-2007	2025.0	7012.3	350	4.2	273.1	37.80	198.4	27.50	225.9	31.30			24.8	3.40	722.2
19	06-12-2007	2019.6	7016.3	180	4.2					855.8	100.00					855.8
20	06-12-2007	2040.0	7013.8	0	4.2	161.4	72.60			60.5	27.20			0.5	0.20	222.4
21	07-12-2007	2031.5	7017.4	12	4.2	3726.0	100.00									3726.0
22	07-12-2007	2050.3	7021.8	39	4.2					68.0	100.00					68.0
23	07-12-2007	2050.9	7012.9	170	4	109.3	55.10	15.5	7.80	73.7	37.10					198.5
24	08-12-2007	2100.1	7023.7	75	4.1	236.2	75.70			75.8	24.30					312.0
25	08-12-2007	2058.7	7011.4	5	4			159.6	18.70	694.4	81.30					854.0
26	08-12-2007	2106.7	7010.2	360	4.1	24.9	2.40			1029.7	97.6					1054.6
27	09-12-2007	2114.4	7008.7	353	4.3	787.5	100.00									787.5
28	09-12-2007	2120.3	7012.6	125	4	145.3	91.90							12.9	0.10	158.2
29	09-12-2007	2131.2	7006.2	18	4.1	345.9	100.00									345.9
30	10-12-2007	2139.6	7025.4	356	4.2	86.1	98.30							1.5	1.70	87.6
31	10-12-2007	2136.9	7009.8	60	5.2	60.0	100.00									60.0
32	10-12-2007	2146.4	7010.7	338	5.3	0.014	9.70							0.13	90.30	0.1
33	10-12-2007	2151.6	7027.8	360	4.2	17.0	4.70					328.8	91.1	15.0	4.20	360.8
34	11-12-2007	2200.2	7033.7	10	4	4.2	70.50			1.3	22.1	0.3	4.7	0.2	2.70	6.0
35	11-12-2007	2152.3	7011.7	45	5.2			323.1	64.7	176.6	35.3					499.7
36	11-12-2007	2202.1	7013.1	346	4.3			901.7	98.8	6.4	0.7			4.2	0.50	912.3
37	12-12-2007	2219.7	7016.9	176	3.8					121.9	100.0					121.9
38	12-12-2007	2214.4	7017.8	5	4.6					6.3	100.0					6.3
39	12-12-2007	2227.3	7017.7	358	4					57.8	100.0					57.8
40	12-12-2007	2237.8	7019.4	360	3.6	20.9	1.50			1330.5	98.2			4.1	0.30	1355.5
41	13-12-2007	2258.1	7031.2	3	4	2.4	1.00			230.1	98.9			0.2	0.10	232.7
42	13-12-2007	2258.4	7021.5	22	3.9	184.9	49.80	2.7	0.7	183.8	49.5					371.4
43	14-12-2007	2252.2	7018.7	360	4.1			7488.0	100.0							7488.0
44	15-12-2007	2332.7	7031.0	40	4.4	0.022	0.10			23.0	99.90					23.0
45	15-12-2007	2337.3	7031.6	15	4.4	0.2	0.20			53.1	58.80	0.1	0.10	36.9	40.80	90.3
46	15-12-2007	2343.5	7028.8	25	3.6	551.5	42.60			742.6	57.40					1294.1
47	17-12-2007	2354.4	7034.5	0	4.1	47.8	30.40			107.9	68.70			1.4	0.90	157.1
48	17-12-2007	2404.5	7031.9	343	4.1	2.6	0.70			352.8	99.3					355.4
49	18-12-2007	2420.2	7049.4	360	4	50.0	100.00									50.0
50	18-12-2007	2410.9	7032.5	0	4.1					0.2	2.5			7.2	97.50	7.4
51	18-12-2007	2439.1	7037.5	360	4	0.5	0.10			517.7	99.9					518.2
		Captura Total (kg)				7751		9853		19079		329		297		37310
		Proporción (%) respecto a total				20.8		26.4		51.1		0.9		0.8		100.0

Tabla 30
Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de media agua. Crucero RECLAN 0712.

	Captura (kg)										Captura
Lance	Anchoveta	Jurel	Mote	Jibia	Agujilla	Pampanito	Medusa	Vincinguerria	jibia	calamar	Total (kg)
1	7.1					7.8	301.9				317
2			3.0			1.3	2996.0				3000
3			129.8				88.8				219
4	2.0	0.0					14.3				16
5	33.0						23.0				56
6			615.2				5384.6				6000
7								109.4	10.0	0.2	120
8							345.1				345
9	3.3	0.0				0.3	234.1			28.0	266
10	0.3	0.1					162.1				162
11						0.5	177.2			0.3	178
12	137.4						340.7				478
13	8.1						378.7			3.9	391
14	58.9						34.0				93
15	424.1					7.5	1060.1			12.2	1504
16	84.8		16.4			6.5	108.2				216
17	154.5						434.1			0.1	589
18	273.1		198.4			24.8	225.9				722
19							855.8				856
20	161.4						60.5			0.5	222
21	3726.0										3726
22							68.0				68
23	109.3		15.5				73.7				199
24	236.2						75.8				312
25			159.6				694.4				854
26	24.9						1029.7				1055
27	787.5										788
28	145.3						12.9				158
29	345.9										346
30	86.1	1.5									88
31	60.0										60
32	0.014				0.13						0
33	17.0	328.8		15.0							361
34	4.2	0.3					1.3			0.2	6
35			323.1				176.6				500
36			901.7				6.4			4.2	912
37							121.9				122
38							6.3				6
39							57.8				58
40	20.9						1330.5			1.1	1353
41	2.4						230.1			0.2	233
42	184.9		2.7				183.8				378
43			7488.0								7488
44	0.022						23.0				23
45	0.2	0.1					53.1			36.9	90
46	551.5						742.6				1294
47	47.8						107.9			1.4	157
48	2.6						352.8				355
49	50.0										50
50					0.4		0.2			3.1	4
51	0.5						517.7				518
Total	7751.2	330.8	9853.4	15.0	0.6	48.7	19091.6	109.4	10.0	92.3	37309.7
% de total	20.8	0.9	26.4	0.0	0.001	0.1	51.2	0.3	0.027	0.2	100.0

Tabla 31

División en zonas del área total de estudio; coordenadas de cada zona; lances de pesca positivos por zona; captura (kg) de anchoveta por zona y porcentaje de la zona respecto al total de anchoveta capturado. Crucero RECLAN 0712.

Zona	Latitud inicio	Latitud Fin	Longitud	Lances	Captura (kg) anchoveta	% respecto total anchoveta
1	18°25' S	20°25' S	Oeste de 70°18' W	1,4,5,10,13,14 y 17	263.9	3,4%
2	19°15' S	20°25' S	Este de 70°18' W	9,12,15,16 y 18	922.7	11,9%
3	20°25' S	21°05' S		20,21,23 y 24	4232.9	54,6%
4	21°25' S	22°05' S	Oeste de 70°20' W	30,33 y 34	107.3	1,4%
5	21°05' S	21°35' S	Este de 70°20' W	26,27,28 y 29	1303.6	16,8%
6	21°35' S	23°45' S		31,40,41,42,45 y 46	819.9	10,6%
7	23°45' S	24°40' S		47,48,49 y 51	100.9	1,3%

Tabla 32

Comparación de la estructura de talla entre todas las zonas establecidas para anchoveta, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	35
Parámetros	N° de categorías=	23
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	7
	np=	1537
Zonas	X^2 calculado	Ho
1	181.64	R
2	434.80	R
3	302.79	R
4	149.84	R
5	305.10	R
6	240.34	R
7	444.34	R
% APROBACIÓN		0,00

R Se rechaza H_0.
NR No hay evidencia para rechazar H_0.
np n ponderado.
Ho : Hipótesis nula. La estructura de tallas de la zona "es igual" a la estructura generada por el conjunto de zonas.

Tabla 33
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 1, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712

	X^2crítico=	21
Parámetros	N° de categorías=	12
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	7
	np=	223
Lance	X^2 calculado	Ho
1	8.40	NR
4	4.10	NR
5	7.13	NR
10	2.59	NR
13	3.48	NR
14	12.59	NR
17	15.16	NR
% APROBACIÓN		100.00

Tabla 34
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 2, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	26
Parámetros	N° de categorías=	16
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	5
	np=	187
Lance	X^2 calculado	Ho
9	17.42	NR
12	6.35	NR
15	54.71	R
16	16.35	NR
18	33.24	R
% APROBACIÓN		60.00

Tabla 35
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 3,
mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	27
Parámetros	N° de categorías=	17
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	4
	np=	234
Lance	X^2 calculado	Ho
20	2.47	NR
21	34.35	R
23	10.98	NR
24	2.38	NR
% APROBACIÓN		75.00

Tabla 36
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 4,
mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	14
Parámetros	N° de categorías=	7
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	3
	np=	171
Lance	X^2 calculado	Ho
30	24.6	R
33	2.05	NR
34	1.85	NR
% APROBACIÓN		66.67

Tabla 37
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 5,
mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	27
Parámetros	N° de categorías=	17
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	4
	np=	230
Lance	X^2 calculado	Ho
26	6.58	NR
27	56.58	R
28	3.36	NR
29	26.71	NR
% APROBACIÓN		75.00

Tabla 38
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 6,
mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	23
Parámetros	N° de categorías=	14
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	6
	np=	224
Lance	X^2 calculado	Ho
31	7.84	NR
40	2.27	NR
41	2.54	NR
42	38.52	R
45	16.50	NR
46	288.02	R
% APROBACIÓN		66.67

Tabla 39
Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta, Zona 7,
mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; α=0,05). Crucero RECLAN 0712.

	X^2crítico=	14
Parámetros	N° de categorías=	7
del	Z=	1.64485
análisis	Grupos=	4
	np=	215
Lance	X^2 calculado	Ho
47	8.63	NR
48	2.64	NR
49	3.73	NR
51	1.50	NR
% APROBACIÓN		100.00

Tabla 40
Estimación de los parámetros de regresión para anchoveta con modelo lineal y no-lineal.
Crucero RECLAN 0712

Parámetros modelo lineal	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total	Parámetros modelo no lineal
a	0.03577096	0.00263049	0.00576261	0.04856220	0.00524170	0.00847640	0.03664506	0.00463442	0.006866
b	2.404573512	3.402900495	3.065326745	2.291006534	3.123681139	2.91511945	2.41155019	3.15891049	3.011246
R^2	0.748175812	0.895109471	0.956305899	0.681107626	0.954977752	0.880519799	0.58215649	0.9816707	0.978167266
n	988	998	790	363	800	954	659	5552	5552

Tabla 41
Andeva para Anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Anchoveta	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	SC residual	GL residu
Zona 1	2.544377	6.118142	19.663190	4.951667	986
Zona 2	13.432248	45.708604	173.768501	18.226670	996
Zona 3	19.736583	60.499074	193.922709	8.473279	788
Zona 4	0.487930	1.117850	3.760054	1.199052	361
Zona 5	10.492174	32.774206	107.202674	4.826505	798
Zona 6	9.004670	26.249689	86.904324	10.383346	952
Zona 7	0.705199	1.700623	7.044734	2.943596	657
Regresión pool (p)				51.004116	5538
Regresión Común (c)	56.403181	174.168188	592.266185	54.449748	5544
Regresión total (t)	311.141327	982.867602	3162.761988	57.971207	5550
k=	**7**				
GLp=	**5538**				
Fc =	**62.35415907**				
F 0.05(1) =	**3.12**				
Ho=	**Es rechazada**				

Tabla 42
Análisis de varianza para anchoveta por zona y total. Crucero RECLAN 0712.

Zona		GL	Sc	Pc	F	Valor crítico de F
Zona 1	Regresión	1	2.774765389	2.774765389	2929.430073	1.6173E-297
	Residuos	986	0.933942304	0.000947203		
	Total	987	3.708707693			
Zona 2	Regresión	1	29.3370087	29.3370087	8499.614251	0
	Residuos	996	3.437763151	0.003451569		
	Total	997	32.77477185			
Zona 3	Regresión	1	34.97793177	34.97793177	17246.47089	0
	Residuos	788	1.598159439	0.002028121		
	Total	789	36.57609121			
Zona 4	Regresión	1	0.483034775	0.483034775	771.0433754	1.29863E-91
	Residuos	361	0.22615531	0.000626469		
	Total	362	0.709190086			
Zona 5	Regresión	1	19.30934291	19.30934291	16926.5705	0
	Residuos	798	0.91033536	0.001140771		
	Total	799	20.21967827			
Zona 6	Regresión	1	14.4327515	14.4327515	7015.847318	0
	Residuos	952	1.958420531	0.002057164		
	Total	953	16.39117203			
Zona 7	Regresión	1	0.773522488	0.773522488	915.3589829	1.2971E-126
	Residuos	657	0.555196687	0.000845048		
	Total	658	1.328719175			
Total	Regresión	1	585.5998581	585.5998581	297243.9196	0
	Residuos	5550	10.93404776	0.001970099		
	Total	5551	596.5339058			

GL : Grados de libertad.
Sc : Suma de cuadrados.
Pc : Promedio de los cuadrados.
F : F calculado.

Tabla 43
Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN 0712

Longitud (cm)	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	RECLAN 0712 Modelo lineal	RECLAN 0712 Modelo no-lineal
a	0.03577096	0.00263049	0.00576261	0.04856220	0.00524170	0.00847640	0.03664506	0.004634418	0.006866
b	2.404573512	3.402900495	3.065326745	2.291006534	3.123681139	2.91511945	2.411550193	3.158910492	3.011246
R^2	0.748175812	0.895109471	0.956305899	0.681107626	0.954977752	0.880519799	0.582156488	0.981670702	0.978167266
3.0									
3.5									
4.0									
4.5									
5.0									
5.5									
6.0									
6.5									
7.0		2.0						2.2	2.4
7.5		2.5						2.7	3.0
8.0		3.1	3.4			3.6		3.3	3.6
8.5		3.8	4.1			4.3		4.0	4.3
9.0		4.6	4.8		5.0	5.1		4.8	5.1
9.5		5.6	5.7		5.9	6.0		5.7	6.0
10.0		6.7	6.7		7.0	7.0		6.7	7.0
10.5		7.9	7.8		8.1	8.0		7.8	8.2
11.0		9.2	9.0		9.4	9.2		9.0	9.4
11.5		10.7	10.3		10.8	10.5		10.4	10.7
12.0	14.1	12.4	11.7		12.3	11.9		11.9	12.2
12.5	15.5	14.2	13.3		14.0	13.4		13.5	13.8
13.0	17.1	16.2	15.0		15.8	15.0		15.3	15.5
13.5	18.7	18.5	16.8		17.8	16.7		17.2	17.4
14.0	20.4	20.9	18.8	20.5	19.9	18.6		19.3	19.4
14.5	22.2	23.6	20.9	22.2	22.2	20.6		21.6	21.6
15.0	24.1	26.4	23.2	24.0	24.7	22.7	25.1	24.1	23.9
15.5	26.0	29.6	25.7	25.9	27.4	25.0	27.2	26.7	26.4
16.0	28.1		28.3	27.9	30.3	27.4	29.4	29.5	29.0
16.5	30.3			29.9	33.3	30.0	31.6	32.5	31.8
17.0	32.5			32.0	36.6	32.7	34.0	35.7	34.8
17.5	34.9					35.6	36.4	39.1	38.0
18.0							39.0	42.8	41.4
18.5									
19.0									
19.5									
20.0									

Tabla 44

Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación según métodos de regresión lineal.
Cruceros RECLAN 0712, 0702, 0111, 0012, 0001 y 9811.

Longitud	Modelo lineal						% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
(cm)	RECLAN 0712	RECLAN 0702	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811	relativo	relativo	relativo	relativo	relativo
a	0.004634418	0.005562	0.005143	0.0058	0.007606	0.006388	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712
b	3.158910492	3.082590	3.113752	3.0961	3.004921	3.057338	RECLAN 0702	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5			1.04			1.17					
6.0			1.36			1.53					
6.5			1.75	1.91		1.95					
7.0	2.166		2.20	2.40		2.45		-1.56	-9.77		-11.61
7.5	2.693		2.73	2.97		3.02		-1.36	-9.33		-10.83
8.0	3.302		3.34	3.63		3.68		-1.14	-9.04		-10.27
8.5	3.999		4.03	4.38	4.72	4.44		-0.77	-8.70	-15.28	-9.93
9.0	4.790	4.9	4.81	5.22	5.61	5.28	-1.46	-0.41	-8.23	-14.61	-9.27
9.5	5.682	5.7	5.70	6.17	6.59	6.23	-1.05	-0.31	-7.90	-13.77	-8.79
10.0	6.682	6.7	6.68	7.24	7.69	7.29	-0.66	0.03	-7.71	-13.11	-8.34
10.5	7.795	7.8	7.78	8.42	8.91	8.46	-0.29	0.20	-7.42	-12.51	-7.86
11.0	9.029	9.0	8.99	9.72	10.24	9.76	0.06	0.44	-7.10	-11.82	-7.49
11.5	10.391	10.3	10.33	11.15	11.71	11.18	0.40	0.59	-6.81	-11.27	-7.06
12.0	11.886	11.8	11.79	12.73	13.31	12.73	0.73	0.81	-6.63	-10.70	-6.63
12.5	13.522	13.4	13.39	14.44	15.04	14.42	1.05	0.98	-6.36	-10.09	-6.23
13.0	15.305	15.1	15.13	16.30	16.92	16.26	1.35	1.16	-6.10	-9.54	-5.87
13.5	17.243	17.0	17.01	18.33	18.96	18.25	1.64	1.37	-5.93	-9.05	-5.52
14.0	19.342	19.0	19.05	20.51	21.14	20.39	1.92	1.54	-5.69	-8.50	-5.14
14.5	21.610	21.1	21.25	22.86	23.50	22.70	2.20	1.69	-5.47	-8.04	-4.80
15.0	24.053	23.5	23.62	25.39	26.02	25.18	2.46	1.83	-5.27	-7.56	-4.48
15.5	26.678	26.0	26.16	28.11	28.71	27.84	2.72	1.98	-5.10	-7.08	-4.18
16.0	29.492	28.6	28.88	31.01	31.58	30.67	2.97	2.12	-4.90	-6.61	-3.84
16.5	32.503	31.5	31.78	34.11	34.64	33.70	3.21	2.27	-4.71	-6.17	-3.55
17.0	35.717	34.5	34.88	37.41	37.89		3.45	2.40	-4.53	-5.74	
17.5	39.142	37.8	38.17	40.93	41.34		3.67	2.55	-4.37	-5.32	
18.0	42.785	41.2	41.67	44.66	44.99		3.90	2.68	-4.20	-4.90	
18.5		44.8	45.38	48.61	48.86						
19.0		48.6	49.31	52.79							
19.5											
20.0											

Tabla 45

Comparación de pesos estimados de anchoveta entre cruceros de evaluación según métodos de regresión no lineal.
Cruceros RECLAN 0712, 0702, 0111, 0012, 0001 y 9811.

Longitud	Modelo no lineal						% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
(cm)	RECLAN 0712	RECLAN 0702	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811	relativo	relativo	relativo	relativo	relativo
a	0.006866	0.006743	0.006087	0.005365	0.008994	0.006323	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712	RECLAN 0712
b	3.011246	3.010699	3.052682	3.1284	2.945008	3.062529	RECLAN 0702	RECLAN 0111	RECLAN 0012	RECLAN 0001	RECLAN 9811
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5			1.11			1.17					
6.0			1.44			1.53					
6.5			1.84	1.87		1.95					
7.0	2.407		2.31	2.36		2.45		4.21	2.00		-1.75
7.5	2.963		2.86	2.93		3.03		3.60	1.13		-2.21
8.0	3.599		3.48	3.59		3.69		3.41	0.24		-2.48
8.5	4.319		4.18	4.34	4.91	4.44		3.33	-0.48	-12.03	-2.72
9.0	5.131	5.0	4.98	5.19	5.81	5.29	1.95	3.02	-1.15	-11.69	-3.01
9.5	6.038	5.9	5.88	6.14	6.81	6.24	1.95	2.68	-1.67	-11.34	-3.24
10.0	7.046	6.9	6.87	7.21	7.92	7.30	1.95	2.56	-2.27	-11.03	-3.48
10.5	8.161	8.0	7.98	8.40	9.15	8.48	1.96	2.27	-2.84	-10.81	-3.76
11.0	9.388	9.2	9.19	9.72	10.49	9.78	1.96	2.16	-3.41	-10.50	-4.00
11.5	10.733	10.5	10.53	11.16	11.96	11.20	1.96	1.93	-3.83	-10.26	-4.17
12.0	12.201	12.0	11.99	12.75	13.56	12.76	1.96	1.76	-4.31	-10.02	-4.38
12.5	13.797	13.5	13.58	14.49	15.29	14.46	1.96	1.59	-4.79	-9.77	-4.59
13.0	15.526	15.2	15.31	16.38	17.16	16.31	1.97	1.41	-5.21	-9.52	-4.81
13.5	17.395	17.1	17.18	18.44	19.18	18.31	1.97	1.25	-5.67	-9.31	-5.00
14.0	19.408	19.0	19.19	20.66	21.35	20.46	1.97	1.14	-6.06	-9.10	-5.14
14.5	21.571	21.2	21.36	23.06	23.67	22.78	1.97	0.99	-6.46	-8.87	-5.31
15.0	23.889	23.4	23.69	25.64	26.15	25.28	1.98	0.84	-6.83	-8.65	-5.50
15.5	26.368	25.9	26.19	28.41	28.81	27.95	1.98	0.68	-7.19	-8.47	-5.66
16.0	29.014	28.5	28.85	31.37	31.63	30.80	1.98	0.57	-7.51	-8.27	-5.80
16.5	31.831	31.2	31.70	34.54	34.63	33.85	1.98	0.41	-7.84	-8.08	-5.97
17.0	34.825	34.1	34.72	37.92	37.81		1.98	0.30	-8.16	-7.90	
17.5	38.001	37.3	37.93	41.52	41.18		1.98	0.19	-8.47	-7.72	
18.0	41.365	40.6	41.34	45.35	44.74		1.99	0.06	-8.79	-7.54	
18.5		44.0	44.94	49.41	48.5						
19.0		47.7	48.76	53.71							
19.5											
20.0											

Tabla 46

Test Tukey para comparación de pendientes de la relación longitud-peso de anchoveta. Crucero RECLAN 0712.

Zona 1 - Zona 2		Zona 1 - Zona 3		Zona 1 - Zona 4		Zona 1 - Zona 5		Zona 1 - Zona 6		Zona 1 - Zona 7	
k=	7	k=	7	k=	7	k=	7	k=	7	k=	7
GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538
q=	**19.0951**	**q=**	**16.1263**	**q=**	**1.5208**	**q=**	**19.6571**	**q=**	**11.4324**	**q=**	**0.1058**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**acepta**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**acepta**

Zona 2 - Zona 3		Zona 2 - Zona 4		Zona 2 - Zona 5		Zona 2 - Zona 6		Zona 2 - Zona 7	
k=	7	k=	7	k=	7	k=	7	k=	7
GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538
q=	**11.0324**	**q=**	**9.0180**	**q=**	**8.4546**	**q=**	**13.2161**	**q=**	**10.1405**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**

Zona 3 - Zona 4		Zona 3 - Zona 5		Zona 3 - Zona 6		Zona 3 - Zona 7		Zona 4 - Zona 5	
k=	7	k=	7	k=	7	k=	7	k=	7
GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538
q=	**8.2358**	**q=**	**2.3587**	**q=**	**5.0742**	**q=**	**8.5830**	**q=**	**11.1517**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**rechaza**	**Ho=**	**acepta**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**

Zona 4 - Zona 6		Zona 4 - Zona 7		Zona 5 - Zona 6		Zona 5 - Zona 7		Zona 6 - Zona 7	
k=	7	k=	7	k=	7	k=	7	k=	7
GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538	GLp=	5538
q=	**6.3934**	**q=**	**1.4351**	**q=**	**6.9645**	**q=**	**11.2027**	**q=**	**6.3281**
q0.05,GLp,k	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**	**q0.05,GLp,k**	**3.314**
Ho=	**rechaza**	**Ho=**	**acepta**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**	**Ho=**	**rechaza**

Tabla 47
Clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) crucero hidroacústico 2007.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		O	I	II	III	IV	V
3.0							
3.5							
4.0							
4.5							
5.0							
5.5							
6.0							
6.5							
7.0	14	14					
7.5	16	16					
8.0	15	15					
8.5	17	17					
9.0	16	16					
9.5	18	18					
10.0	16	16					
10.5	16	16					
11.0	14	14					
11.5	16	16					
12.0	12	8	4				
12.5	17	12	5				
13.0	16	9	7				
13.5	15	2	13				
14.0	16		15	1			
14.5	14		12	2			
15.0	16		11	5			
15.5	15		11	4			
16.0	15		8	6	1		
16.5	16		6	10			
17.0	11		2	9			
17.5	11		2	8	1		
18.0	3			3			
18.5							
19.0							
TOTAL	335	189	96	48	2		
%	100.0	56.4	28.7	14.3	0.6		

Tabla 48

Varianzas de la clave edad-talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) crucero hidroacústico 2007.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD O	I	II	III	IV	V
3,0	0,0000						
3,5	0,0000						
4,0	0,0000						
4,5	0,0000						
5,0	0,0000						
5,5	0,0000						
6,0	0,0000						
6,5	0,0000						
7,0	0,0000						
7,5	0,0000						
8,0	0,0000		0,0000				
8,5	0,0000		0,0000				
9,0	0,0000		0,0000				
9,5	0,0000		0,0000				
10,0	0,0000		0,0000				
10,5	0,0000		0,0000				
11,0	0,0000		0,0000				
11,5	0,0000		0,0000				
12,0	0,0221		0,0111	0,0111			
12,5	0,0239		0,0120	0,0120			
13,0	0,0163		0,0082	0,0082			
13,5	0,0000			0,0000			
14,0	0,0355			0,0178	0,0178		
14,5	0,1000			0,0500	0,0500		
15,0	0,0748			0,0204	0,0340	0,0204	
15,5	0,0748			0,0204	0,0340	0,0204	
16,0	0,0432				0,0216	0,0216	
16,5	0,0518			0,0069	0,0227	0,0221	
17,0	0,0247				0,0123	0,0123	
17,5	0,0556				0,0278	0,0278	
18,0	0,1200				0,0600	0,0600	
18,5	0,0000					0,0000	
	0,6428		0,0312	0,1467	0,2802	0,1846	

Tabla 49
Resultados de las calibraciones hidroacústicas históricas del sistema Simrad EK-500 del B/I "Abate Molina", para la frecuencia de 38 Khz, por longitudes de pulso.

		TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
Fecha	Lugar	Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)	Corto (0,3ms)	Medio (1,0ms)	Largo (3,0ms)
01.10.92	Quintero	26.9	27.9	28.1	27.0	27.5	27.9
20.06.93	Valparaíso	26.8	27.9	27.9	26.9	27.5	27.6
09.11.93	Valparaíso	26.5	27.2	27.4	26.9	27.2	27.6
27.02.94	Mejillones	26.0	27.0	27.0	26.1	26.7	27.0
15.05.94	Mejillones	26.1	27.1	27.1	26.2	27.0	27.2
06.01.95	Mejillones	27.0	27.6	27.8	27.1	27.7	28.1
12.07.95	Valparaíso	27.1	28.1	28.0	27.2	28.0	28.1
04.09.96	Pto. Yates	26.8	27.9	27.9	26.9	27.6	28.1
19.11.96	Mejillones	26.7	27.9	27.9	26.9	27.7	28.0
18.04.97	Valparaíso	26.8	27.5	27.6	27.3	27.7	27.8
29.12.97	Valparaíso	26.8	27.7	27.7	27.2	27.5	27.9
21.11.98	Valparaíso	26.9	27.4	27.2	27.1	27.2	27.3
21.12.99	Valparaíso	26.34	27.52		27.02	27.32	
13.01.00	Valparaíso	26.82	27.43	29.09	26.47	27.64	27.40
28.12..00	Valparaíso	26.47	27.64	27.40	26.82	27.43	27.09
23.12.01	Valparaíso	26,57	27,67	28,35	26,97	27,53	25,27
02.01.03	Valparaíso	26,52	27,23	27,63	25,98	27,30	28,01
03.01.05	Valparaíso	26.35	27.7	28.04	26.76	27.38	27.77
03.01.06	Valparaíso	26,42	27,23	27,50	26,81	27,06	27,29
05.01.08	Valparaíso	26,38	27,74	28,44	26,68	27,40	28,06

Tabla 50
Resultados de la calibración hidroacústica del sistema Simrad EK-500 del B/C "Abate Molina", para la frecuencia de 120 Khz, por longitudes de pulso.

		TS-transducer gain			Sv-transducer gain		
Fecha	Lugar	Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)	Corto (0,1ms)	Medio (0,3s)	Largo (1,0ms)
05.01.08	Valparaíso	22,51	23,6	23,46	23,17	23,37	23,51

Tabla 51
Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN12 0712.
Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}

Archivo	Lance	Talla	TS	W	TS kilo
Lance 20	20	9.5	-54.9	**5.7**	**-32.4**
Lance 20	20	9.5	-56.1	**5.7**	**-33.6**
Lance 21	21	10	-53	**6.7**	**-31.2**
Lance 21	21	12	-54	**11.9**	**-34.8**
Lance 23	23	8.5	-54.6	**4.0**	**-30.6**
Lance 23	**23**	13	-52.7	**15.3**	**-34.5**
Lance 49	**49**	16	-50.1	**29.5**	**-34.8**
TS020C	20	9.5	-55.1	**5.7**	**-32.6**
TS020L	20	9.5	-55.9	**5.7**	**-33.4**
TS023C(4-12)	23	13	-51.9	**15.3**	**-33.7**
TS023M(12-20)	23	13	-52.4	**15.3**	**-34.2**
TS023M(1-12)	23	8.5	-54.7	**4.0**	**-30.7**
TS023M(1-12)	23	13	-52	**15.3**	**-33.8**
TS023L(14-25)	23	8.5	-55.1	**4.0**	**-31.1**
TS023L(14-25)	23	13	-53.1	**15.3**	**-34.9**
TS023L(1-14)	23	8.5	-53.8	**4.0**	**-29.8**
TS023L(1-14)	23	13	-50.9	**15.3**	**-32.7**
TS029C	**29**	10.5	-53.2	**7.8**	**-32.1**
TS029C	**29**	11.5	-52.4	**10.4**	**-32.6**
TS029C	**29**	12.5	-51.6	**13.5**	**-32.9**
TS029C	**29**	13.5	-51.3	**17.2**	**-33.7**
TS029M	**29**	10.5	-53.5	**7.8**	**-32.4**
TS029M	**29**	11.5	-52.2	**10.4**	**-32.4**
TS029M	**29**	12.5	-51.3	**13.5**	**-32.6**
TS029M	**29**	13.5	-52.2	**17.2**	**-34.6**
Lance046(0-13)	**46**	9.5	-53.8	**5.7**	**-31.3**

Tabla 52
Análisis de Varianza de las regresiones TS-L de anchoveta ajustadas en el crucero RECLAN12 0712.

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	1	48.4400982	48.4400982	67.2008477	1.5016E-08
Residuos	25	18.0206425	0.7208257		
Total	26	66.4607407			

Tabla 53
Fuerzas de blanco modales de anchoveta por lance y estación de medición. Crucero RECLAN34 0802.
Se indican la talla, el peso medio y el TS_{kg}

Archivo	Lance	Talla	TS	W	TS kilo
Lance009	9	12	-52	**11.1**	**-32.5**
Lance010	10	13.5	-52.7	**16.4**	**-34.9**
Lance011	11	10	-53.7	**6.1**	**-31.5**
Lance013	**13**	8	-55.8	**2.9**	**-30.4**
Lance014	**14**	10	-53.6	**6.1**	**-31.4**
Lance016	16	12	-52.1	**11.1**	**-32.6**
Lance016	16	14.5	-49.8	**20.8**	**-33.0**
Lance016	16	13.5	-51.4	**16.4**	**-33.6**
Lance017	17	11.5	-54.2	**9.7**	**-34.0**
Lance017	17	12.5	-51.6	**12.7**	**-32.6**
Lance018	18	11	-52.8	**8.3**	**-32.0**
Lance018	18	14	-50.8	**18.5**	**-33.5**
Lance021	**21**	9	-55.4	**4.3**	**-31.7**
Lance021	**21**	12.5	-52.2	**12.7**	**-33.2**
TS021L	**21**	9	-54	**4.3**	**-30.3**
TS021L	**21**	12.5	-52.5	**12.7**	**-33.5**
TS021M	**21**	9	-55.6	**4.3**	**-31.9**
TS021M	**21**	12.5	-52.1	**12.7**	**-33.1**

Tabla 54
Análisis de Varianza de la regresiones TS-L de anchoveta ajustadas en el crucero RECLAN34 0802

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	1	39.3517683	39.3517683	85.3423602	8.1775E-08
Residuos	16	7.37767612	0.46110476		
Total	17	46.7294444			

Tabla 55
Análisis de Varianza de la regresiones TS-L de anchoveta ajustada para la serie 1996-2008

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	1	1111.38832	1111.38832	2702.68431	1.494E-145
Residuos	279	114.729397	0.41121648		
Total	280	1226.11772			

Tabla 56

Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método de los conglomerados y estratos agrupados (Hansen &Wolter)

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			62.9						62.9
7.5			178.3						178.3
8.0			317.9	13.5			**251.2**		582.6
8.5			856.4	39.3			**2 654.7**		3 550.4
9.0			703.2	336.0		5.3	**2 874.9**		3 919.4
9.5			586.3	863.9		19.5	**3 914.4**		5 384.1
10.0			246.3	828.5		43.1	**2 526.5**		3 644.4
10.5			197.7	616.7		69.3	**2 256.0**		3 139.7
11.0			68.4	229.1		55.3	**1 157.0**		1 509.9
11.5			42.7	150.7		96.4	**599.0**		888.7
12.0	0.3	0.5	18.9	459.2		61.4	**152.3**		692.5
12.5	1.5	2.9	25.2	262.0		101.0	**43.7**		436.2
13.0	13.3	24.8	0.0	185.7		114.0	**50.0**		387.9
13.5	70.4	131.4		70.3		321.9			594.1
14.0	84.2	157.2	0.0	5.4	0.2	211.5			458.6
14.5	100.0	186.6	0.0	23.2	71.2	205.2			586.3
15.0	164.1	306.1		2.1	272.7	100.8	**0.0**	**54.1**	899.9
15.5	192.3	358.8	0.0	1.2	239.7	77.2		**293.6**	1 162.8
16.0	36.8	68.7		0.5	145.9	13.4	**19.6**	**453.8**	738.6
16.5	9.3	17.3			92.3	12.4		**482.9**	614.2
17.0	1.6	3.1			10.1	5.5		**126.6**	147.0
17.5	0.5	1.0					**0.0**	**21.4**	23.0
18.0								**0.2**	0.2
Total	**674.5**	**1 258.5**	**3 304.3**	**4 087.3**	**832.1**	**1 513.2**	**16 499.3**	**1 432.7**	**29 601.8**
Reclutas	**0.3**	**0.5**	**3 279.0**	**3 536.9**	**0.0**	**350.2**	**16 385.9**	**0.0**	**23 553.0**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**99.2**	**86.5**	**0.0**	**23.1**	**99.3**	**0.0**	**79.6**
Area (mn²)	**473.6**	**495.7**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**942.6**	**5 419.2**
ρ (nº/mn²)	**1.4**	**2.5**	**6.7**	**7.8**	**2.1**	**3.9**	**9.7**	**1.5**	**5.5**
% Total	**2.3**	**4.3**	**11.2**	**13.8**	**2.8**	**5.1**	**55.7**	**4.8**	**100.0**

Tabla 57
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método Bootstrap

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			63.5						63.5
7.5			179.9						179.9
8.0			320.7	14.4			252.6		587.7
8.5			864.0	41.7			2 669.9		3 575.5
9.0			709.5	356.1		5.5	2 891.4		3 962.5
9.5			591.5	915.7		20.6	3 936.8		5 464.6
10.0			248.5	878.1		45.4	2 541.0		3 713.0
10.5			199.4	653.7		73.0	2 268.9		3 195.0
11.0			69.1	242.8		58.3	1 163.6		1 533.8
11.5			43.1	159.7		101.5	602.4		906.7
12.0	0.3	0.6	19.0	486.7		64.7	153.1		724.5
12.5	1.8	2.9	25.4	277.7		106.4	43.9		458.2
13.0	15.6	25.5	0.0	196.8		120.2	50.3		408.4
13.5	82.6	134.8		74.5		339.2			631.1
14.0	98.8	161.2	0.0	5.8	0.2	222.8			488.9
14.5	117.4	191.5	0.0	24.6	70.9	216.2			620.6
15.0	192.5	314.1		2.2	271.6	106.2	0.0	54.9	941.5
15.5	225.6	368.0	0.0	1.3	238.7	81.4		298.0	1 213.0
16.0	43.2	70.5		0.5	145.3	14.1	19.7	460.5	753.8
16.5	10.9	17.8			91.9	13.1		490.1	623.8
17.0	1.9	3.1			10.1	5.8		128.5	149.5
17.5	0.6	1.0					0.0	21.8	23.4
18.0								0.2	0.2
Total	**791.3**	**1 291.1**	**3 333.7**	**4 332.4**	**828.8**	**1 594.2**	**16 593.7**	**1 454.0**	**30 219.2**
Reclutas	**0.3**	**0.6**	**3 308.2**	**3 749.0**	**0.0**	**369.0**	**16 479.7**	**0.0**	**23 906.8**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**99.2**	**86.5**	**0.0**	**23.1**	**99.3**	**0.0**	**79.1**
Area (mn²)	**473.6**	**495.7**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**942.6**	**5 419.2**
ρ (nº/mn²)	**1.7**	**2.6**	**6.7**	**8.3**	**2.1**	**4.1**	**9.8**	**1.5**	**5.6**
% Total	**2.6**	**4.3**	**11.0**	**14.3**	**2.7**	**5.3**	**54.9**	**4.8**	**100.0**

Tabla 58
Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método Geoestadístico

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			64.4						64.4
7.5			182.4						182.4
8.0			325.3	18.6			242.5		586.4
8.5			876.3	54.1			2 562.9		3 493.3
9.0			719.6	462.4		5.8	2 775.5		3 963.3
9.5			599.9	1 189.0		21.6	3 779.0		5 589.5
10.0			252.0	1 140.2		47.8	2 439.1		3 879.1
10.5			202.3	848.8		76.7	2 178.0		3 305.8
11.0			70.0	315.3		61.3	1 117.0		1 563.6
11.5			43.7	207.3		106.8	578.3		936.1
12.0	0.3	0.5	19.3	632.0		68.0	147.0		867.0
12.5	1.6	2.5	25.8	360.5		111.9	42.2		544.4
13.0	13.7	21.5	0.0	255.5		126.4	48.3		465.5
13.5	72.8	113.7		96.7		356.7			639.9
14.0	87.0	136.0	0.0	7.5	0.2	234.3			465.0
14.5	103.3	161.5	0.0	31.9	70.8	227.3			594.9
15.0	169.5	264.9		2.9	270.9	111.7	0.0	53.5	819.9
15.5	198.6	310.4	0.0	1.7	238.1	85.6		290.5	834.5
16.0	38.0	59.4		0.6	145.0	14.8	18.9	449.0	276.8
16.5	9.6	15.0			91.7	13.8		477.8	130.0
17.0	1.7	2.6			10.1	6.1		125.3	20.5
17.5	0.6	0.9					0.0	21.2	1.4
18.0								0.2	
Total	**696.7**	**1 088.9**	**3 381.2**	**5 625.0**	**826.8**	**1 676.5**	**15 928.6**	**1 417.5**	**29 223.8**
Reclutas	**0.3**	**0.5**	**3 355.3**	**4 867.6**	**0.0**	**388.0**	**15 819.2**	**0.0**	**24 430.9**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**99.2**	**86.5**	**0.0**	**23.1**	**99.3**	**0.0**	**83.6**
Area (mn²)	**473.6**	**473.6**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**1 701.1**	**4 454.5**
ρ (nº/mn²)	**1.5**	**2.3**	**6.8**	**10.8**	**2.0**	**4.4**	**9.4**	**0.8**	**6.6**
% Total	**2.4**	**3.7**	**11.6**	**19.2**	**2.8**	**5.7**	**54.5**	**4.9**	

Tabla 59

Biomasa (millones de ejemplares) de anchoveta por talla según método de los conglomerados y estratos agrupados (Hansen &Wolter)

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			136.2						136.2
7.5			480.1						480.1
8.0			1 049.8	44.7			829.4		1 923.9
8.5			3 424.6	157.3			10 615.9		14 197.8
9.0			3 368.7	1 609.4		25.2	13 771.8		18 775.0
9.5			3 331.6	4 909.2		111.0	22 243.3		30 595.2
10.0			1 645.8	5 535.7		288.1	16 882.0		24 351.7
10.5			1 540.9	4 807.7		539.9	17 586.6		24 475.2
11.0			618.0	2 068.7		499.3	10 447.2		13 633.2
11.5			444.0	1 565.4		1 001.4	6 223.8		9 234.6
12.0	3.4	6.4	224.3	5 458.0		729.6	1 809.8		8 231.5
12.5	20.8	38.8	340.5	3 542.2		1 365.8	590.5		5 898.6
13.0	203.6	379.9	0.4	2 842.0		1 745.5	766.0		5 937.4
13.5	1 214.7	2 266.4		1 211.8		5 550.8			10 243.7
14.0	1 629.1	3 039.8	0.9	105.3	4.8	4 090.0			8 869.9
14.5	2 161.7	4 033.5	0.5	501.4	1 538.9	4 434.1			12 669.9
15.0	3 946.2	7 363.1		49.9	6 558.9	2 425.1	0.2	1 301.2	21 644.6
15.5	5 129.4	9 570.8	0.5	33.3	6 394.0	2 060.0		7 833.3	31 021.2
16.0	1 085.9	2 026.1		13.4	4 303.3	393.8	578.5	13 383.0	21 784.1
16.5	302.0	563.5			2 998.7	403.9		15 696.5	19 964.6
17.0	58.5	109.2			361.8	197.5		4 521.6	5 248.7
17.5	21.3	39.7					0.2	838.9	900.2
18.0								8.7	8.7
Total	**15 776.5**	**29 437.2**	**16 607.0**	**34 455.4**	**22 160.4**	**25 861.2**	**102 345.2**	**43 583.3**	**290 226.0**
Reclutas	**3.4**	**6.4**	**16 264.1**	**26 156.1**	**0.0**	**3 194.6**	**100 409.8**	**0.0**	**146 034.4**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**97.9**	**75.9**	**0.0**	**12.4**	**98.1**	**0.0**	**50.3**
Area (mn²)	**473.6**	**495.7**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**942.6**	**5 419.2**
ρ (t/mn²)	**33.3**	**59.4**	**33.5**	**66.0**	**54.9**	**67.3**	**60.2**	**46.2**	**53.6**
% Total	**5.4**	**10.1**	**5.7**	**11.9**	**7.6**	**8.9**	**35.3**	**15.0**	**100.0**

Tabla 60
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según método Bootstrap

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			137.5						137.5
7.5			484.4						484.4
8.0			1 059.1	47.4			834.1		1 940.6
8.5			3 455.1	166.7			10 676.7		14 298.4
9.0			3 398.6	1 705.9		26.6	13 850.6		18 981.6
9.5			3 361.2	5 203.6		116.9	22 370.6		31 052.4
10.0			1 660.5	5 867.7		303.6	16 978.6		24 810.4
10.5			1 554.6	5 096.1		568.8	17 687.2		24 906.7
11.0			623.5	2 192.7		526.0	10 507.0		13 849.2
11.5			447.9	1 659.3		1 055.0	6 259.4		9 421.7
12.0	4.0	6.6	226.3	5 785.3		768.7	1 820.2		8 611.0
12.5	24.4	39.8	343.5	3 754.7		1 439.0	593.9		6 195.2
13.0	238.9	389.8	0.4	3 012.4		1 839.0	770.4		6 250.8
13.5	1 425.0	2 325.1		1 284.5		5 848.1			10 882.7
14.0	1 911.3	3 118.5	0.9	111.6	4.8	4 309.1			9 456.2
14.5	2 536.1	4 137.9	0.5	531.4	1 532.8	4 671.6			13 410.3
15.0	4 629.6	7 553.8		52.9	6 533.0	2 555.0	0.2	1 320.6	22 645.1
15.5	6 017.8	9 818.6	0.5	35.3	6 368.7	2 170.3		7 949.7	32 361.1
16.0	1 274.0	2 078.6		14.2	4 286.4	414.9	581.8	13 582.0	22 231.9
16.5	354.3	578.1			2 986.9	425.6		15 929.9	20 274.7
17.0	68.7	112.1			360.4	208.1		4 588.8	5 338.0
17.5	25.0	40.8					0.2	851.4	917.4
18.0								8.9	8.9
Total	**18 509.1**	**30 199.5**	**16 754.4**	**36 521.7**	**22 072.9**	**27 246.3**	**102 930.8**	**44 231.4**	**298 466.1**
Reclutas	**4.0**	**6.6**	**16 408.5**	**27 724.7**	**0.0**	**3 365.7**	**100 984.4**	**0.0**	**148 493.9**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**97.9**	**75.9**	**0.0**	**12.4**	**98.1**	**0.0**	**49.8**
Area (mn²)	**473.6**	**495.7**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**942.6**	**5 419.2**
ρ (t/mn²)	**39.1**	**60.9**	**33.8**	**70.0**	**54.7**	**70.9**	**60.5**	**46.9**	**55.1**
% Total	**6.2**	**10.1**	**5.6**	**12.2**	**7.4**	**9.1**	**34.5**	**14.8**	**100.0**

Tabla 61
Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla según método Geoestadístico

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			139.4						139.4
7.5			491.3						491.3
8.0			1 074.2	61.6			800.7		1 936.4
8.5			3 504.3	216.5			10 248.7		13 969.5
9.0			3 447.0	2 214.9		27.9	13 295.4		18 985.3
9.5			3 409.1	6 756.3		123.0	21 474.0		31 762.3
10.0			1 684.1	7 618.5		319.2	16 298.1		25 919.9
10.5			1 576.7	6 616.6		598.2	16 978.3		25 769.9
11.0			632.4	2 847.0		553.2	10 085.8		14 118.4
11.5			454.3	2 154.4		1 109.5	6 008.5		9 726.7
12.0	3.5	5.5	229.5	7 511.4		808.3	1 747.2		10 305.6
12.5	21.5	33.5	348.4	4 874.9		1 513.2	570.1		7 361.6
13.0	210.3	328.7	0.4	3 911.3		1 933.9	739.5		7 124.1
13.5	1 254.8	1 961.1		1 667.7		6 149.9			11 033.5
14.0	1 683.0	2 630.2	0.9	144.9	4.8	4 531.4			8 995.2
14.5	2 233.1	3 490.0	0.5	690.0	1 529.0	4 912.6			12 855.3
15.0	4 076.5	6 371.0		68.7	6 516.9	2 686.9	0.2	1 287.4	19 720.1
15.5	5 298.8	8 281.3	0.5	45.9	6 353.0	2 282.3		7 750.1	22 261.8
16.0	1 121.8	1 753.2		18.4	4 275.8	436.3	558.5	13 241.0	8 163.9
16.5	312.0	487.6			2 979.5	447.5		15 529.9	4 226.5
17.0	60.5	94.5			359.5	218.9		4 473.6	733.3
17.5	22.0	34.4					0.2	830.0	56.6
18.0								8.6	
Total	**16 297.8**	**25 471.1**	**16 993.1**	**47 418.7**	**22 018.3**	**28 652.3**	**98 805.3**	**43 120.8**	**255 656.6**
Reclutas	**3.5**	**5.5**	**16 642.2**	**35 997.0**	**0.0**	**3 539.3**	**96 937.0**	**0.0**	**153 124.6**
% Reclutas	**0.0**	**0.0**	**97.9**	**75.9**	**0.0**	**12.4**	**98.1**	**0.0**	**59.9**
Area (mn²)	**473.6**	**473.6**	**495.9**	**522.1**	**403.8**	**384.4**	**1 701.1**	**1 701.1**	**4 454.5**
ρ (t/mn²)	**34.4**	**53.8**	**34.3**	**90.8**	**54.5**	**74.5**	**58.1**	**25.3**	**57.4**
% Total	**6.4**	**10.0**	**6.6**	**18.5**	**8.6**	**11.2**	**38.6**	**16.9**	**100.0**

Tabla 62

Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos (Hansen). Crucero RECLAN12 0712

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			1.008E+15						1.008E+15
7.5			7.218E+15						7.218E+15
8.0			2.264E+16	9.497E+13			2.653E+16		4.927E+16
8.5			1.595E+17	7.615E+14			1.113E+18		1.274E+18
9.0			1.080E+17	5.743E+16		2.519E+13	1.268E+18		1.434E+18
9.5			7.526E+16	3.650E+17		2.529E+14	2.249E+18		2.690E+18
10.0			1.380E+16	3.355E+17		1.167E+15	9.584E+17		1.309E+18
10.5			8.940E+15	1.871E+17		2.943E+15	7.454E+17		9.444E+17
11.0			1.218E+15	2.685E+16		1.895E+15	1.949E+17		2.249E+17
11.5			5.224E+14	1.195E+16		5.656E+15	5.482E+16		7.295E+16
12.0	9.113E+10	4.218E+11	1.193E+14	1.038E+17		2.312E+15	4.611E+15		1.109E+17
12.5	2.277E+12	6.786E+12	1.824E+14	3.440E+16		6.191E+15	3.785E+14		4.116E+16
13.0	1.641E+14	3.926E+14	7.833E+08	1.750E+16		7.896E+15	1.185E+15		2.713E+16
13.5	4.551E+15	1.016E+16		2.623E+15		6.226E+16			7.960E+16
14.0	6.502E+15	1.446E+16	1.387E+09	1.517E+13	8.263E+10	2.695E+16			4.792E+16
14.5	9.165E+15	2.029E+16	4.957E+08	3.518E+14	3.144E+15	2.537E+16			5.832E+16
15.0	2.464E+16	5.431E+16		2.361E+12	4.495E+16	6.192E+15	1.415E+11	9.373E+14	1.310E+17
15.5	3.384E+16	7.453E+16	3.749E+08	9.905E+11	3.475E+16	3.650E+15		2.382E+16	1.706E+17
16.0	1.243E+15	2.775E+15		1.571E+11	1.294E+16	1.222E+14	3.819E+14	5.618E+16	7.364E+16
16.5	7.978E+13	1.872E+14			5.210E+15	1.061E+14		6.350E+16	6.908E+16
17.0	2.521E+12	6.505E+12			7.481E+13	2.441E+13		4.567E+15	4.675E+15
17.5	2.949E+11	1.013E+12					7.415E+10	1.680E+14	1.693E+14
18.0								4.024E+10	4.024E+10
Total	**8.018E+16**	**1.771E+17**	**3.984E+17**	**1.143E+18**	**1.011E+17**	**1.530E+17**	**6.618E+18**	**1.492E+17**	**8.820E+18**
Reclutas	**9.113E+10**	**4.218E+11**	**3.982E+17**	**1.088E+18**	**0.000E+00**	**1.425E+16**	**6.616E+18**	**0.000E+00**	**8.117E+18**
CV	**0.4198**	**0.3344**	**0.1544**	**0.2616**	**0.3821**	**0.2585**	**0.1559**	**0.2696**	**0.1003**
Error	**69.1**	**55.0**	**25.4**	**43.1**	**62.9**	**42.6**	**25.7**	**44.4**	**16.5**

Tabla 63

Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos agrupados (Wolter). Crucero RECLAN12 0712Varianza Abundancia Wolter

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			3.749E+14						3.749E+14
7.5			1.949E+15						1.949E+15
8.0			5.821E+15	5.186E+13			2.316E+16		2.904E+16
8.5			3.639E+16	3.793E+14			5.662E+17		6.030E+17
9.0			2.509E+16	3.044E+16		2.381E+13	6.233E+17		6.789E+17
9.5			1.766E+16	1.793E+17		1.831E+14	1.044E+18		1.241E+18
10.0			3.746E+15	1.648E+17		7.915E+14	4.582E+17		6.275E+17
10.5			2.476E+15	9.296E+16		1.937E+15	3.449E+17		4.423E+17
11.0			4.738E+14	1.437E+16		1.265E+15	8.943E+16		1.055E+17
11.5			2.428E+14	6.717E+15		3.687E+15	2.680E+16		3.744E+16
12.0	1.557E+11	5.600E+11	6.852E+13	5.175E+16		1.522E+15	2.898E+15		5.624E+16
12.5	1.572E+12	5.277E+12	8.544E+13	1.774E+16		4.015E+15	2.376E+14		2.208E+16
13.0	5.381E+13	1.566E+14	7.844E+08	9.229E+15		5.124E+15	1.063E+15		1.563E+16
13.5	1.042E+15	2.648E+15		1.495E+15		3.982E+16			4.501E+16
14.0	1.450E+15	3.641E+15	1.195E+09	8.140E+12	1.055E+11	1.731E+16			2.241E+16
14.5	1.991E+15	4.931E+15	4.964E+08	2.610E+14	1.038E+15	1.630E+16			2.452E+16
15.0	5.205E+15	1.270E+16		1.415E+12	1.282E+16	4.036E+15	1.546E+11	5.190E+14	3.528E+16
15.5	7.117E+15	1.733E+16	3.754E+08	7.128E+11	9.956E+15	2.395E+15		1.071E+16	4.750E+16
16.0	2.839E+14	7.212E+14		1.337E+11	3.821E+15	9.179E+13	3.816E+14	2.469E+16	2.999E+16
16.5	2.386E+13	6.750E+13			1.602E+15	7.981E+13		2.781E+16	2.959E+16
17.0	1.118E+12	3.500E+12			4.442E+13	2.105E+13		2.157E+15	2.227E+15
17.5	2.866E+11	9.954E+11					8.098E+10	1.067E+14	1.080E+14
18.0								3.992E+10	3.992E+10
Total	**1.717E+16**	**4.221E+16**	**9.439E+16**	**5.695E+17**	**2.928E+16**	**9.860E+16**	**3.180E+18**	**6.600E+16**	**4.098E+18**
Reclutas	**1.557E+11**	**5.600E+11**	**9.430E+16**	**5.408E+17**	**0.000E+00**	**9.408E+15**	**3.179E+18**	**0.000E+00**	**3.823E+18**
CV	**0.1943**	**0.1633**	**0.0930**	**0.1846**	**0.2056**	**0.2075**	**0.1081**	**0.1793**	**0.0684**
Error	**32.0**	**26.9**	**15.3**	**30.4**	**33.8**	**34.2**	**17.8**	**29.5**	**11.3**

Tabla 64
Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método Bootstrap. Crucero RECLAN12 0712

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			3.974E+14						3.974E+14
7.5			2.115E+15						2.115E+15
8.0			6.346E+15	6.559E+13			2.322E+16		2.963E+16
8.5			4.012E+16	4.911E+14			5.380E+17		5.786E+17
9.0			2.761E+16	3.878E+16		2.577E+13	5.896E+17		6.560E+17
9.5			1.942E+16	2.330E+17		1.701E+14	9.794E+17		1.232E+18
10.0			4.064E+15	2.141E+17		6.998E+14	4.317E+17		6.506E+17
10.5			2.682E+15	1.204E+17		1.671E+15	3.234E+17		4.482E+17
11.0			5.009E+14	1.827E+16		1.104E+15	8.376E+16		1.036E+17
11.5			2.541E+14	8.436E+15		3.155E+15	2.533E+16		3.717E+16
12.0	1.622E+11	5.439E+11	7.101E+13	6.699E+16		1.313E+15	2.823E+15		7.120E+16
12.5	2.733E+12	6.050E+12	8.939E+13	2.276E+16		3.421E+15	2.314E+14		2.651E+16
13.0	1.630E+14	2.425E+14	7.984E+08	1.177E+16		4.369E+15	1.068E+15		1.762E+16
13.5	4.266E+15	5.259E+15		1.872E+15		3.353E+16			4.492E+16
14.0	6.073E+15	7.390E+15	1.222E+09	1.034E+13	1.069E+11	1.463E+16			2.810E+16
14.5	8.530E+15	1.024E+16	5.053E+08	3.087E+14	8.185E+14	1.377E+16			3.367E+16
15.0	2.285E+16	2.706E+16		1.750E+12	9.496E+15	3.454E+15	1.572E+11	4.337E+14	6.329E+16
15.5	3.136E+16	3.706E+16	3.821E+08	8.480E+11	7.395E+15	2.062E+15		7.861E+15	8.574E+16
16.0	1.165E+15	1.435E+15		1.542E+11	2.877E+15	8.740E+13	3.860E+14	1.784E+16	2.379E+16
16.5	7.797E+13	1.104E+14			1.228E+15	7.610E+13		2.004E+16	2.153E+16
17.0	2.671E+12	4.672E+12			4.103E+13	2.177E+13		1.641E+15	1.711E+15
17.5	4.012E+11	1.054E+12					8.235E+10	9.510E+13	9.664E+13
18.0								4.104E+10	4.104E+10
Total	**7.449E+16**	**8.881E+16**	**1.037E+17**	**7.373E+17**	**2.186E+16**	**8.355E+16**	**2.999E+18**	**4.791E+16**	**4.156E+18**
Reclutas	**1.622E+11**	**5.439E+11**	**1.036E+17**	**7.006E+17**	**0.000E+00**	**8.138E+15**	**2.997E+18**	**0.000E+00**	**3.809E+18**
CV	**0.34**	**0.23**	**0.10**	**0.20**	**0.18**	**0.18**	**0.10**	**0.15**	**0.07**
Error	**56.77**	**37.99**	**15.90**	**32.62**	**29.36**	**29.84**	**17.18**	**24.78**	**11.10**

Tabla 65

Varianza de la Abundancia de la anchoveta por tallas y subzonas, método Geoestadístico. Crucero RECLAN12 0712.

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			5.184E+14						5.184E+14
7.5			3.089E+15						3.089E+15
8.0			9.443E+15	6.218E+13			2.136E+16		3.086E+16
8.5			6.260E+16	3.986E+14			4.904E+17		5.534E+17
9.0			4.277E+16	3.507E+16		2.809E+13	5.370E+17		6.148E+17
9.5			2.995E+16	1.843E+17		1.673E+14	8.907E+17		1.105E+18
10.0			5.923E+15	1.692E+17		6.623E+14	3.929E+17		5.687E+17
10.5			3.879E+15	9.736E+16		1.549E+15	2.941E+17		3.969E+17
11.0			6.441E+14	1.679E+16		1.033E+15	7.615E+16		9.462E+16
11.5			3.098E+14	8.346E+15		2.903E+15	2.306E+16		3.462E+16
12.0	1.357E+11	1.750E+11	8.184E+13	5.444E+16		1.217E+15	2.585E+15		5.832E+16
12.5	2.011E+12	6.619E+12	1.087E+14	1.965E+16		3.136E+15	2.118E+14		2.312E+16
13.0	1.095E+14	5.345E+14	8.211E+08	1.056E+16		4.007E+15	9.827E+14		1.620E+16
13.5	2.768E+15	1.526E+16		1.889E+15		3.040E+16			5.033E+16
14.0	3.932E+15	2.184E+16	1.290E+09	9.537E+12	9.245E+10	1.331E+16			3.909E+16
14.5	5.511E+15	3.084E+16	5.196E+08	4.184E+14	2.100E+15	1.253E+16			5.141E+16
15.0	1.473E+16	8.306E+16		1.889E+12	2.907E+16	3.179E+15	1.449E+11	5.101E+14	1.300E+17
15.5	2.021E+16	1.141E+17	3.930E+08	1.118E+12	2.249E+16	1.907E+15		1.054E+16	1.587E+17
16.0	7.558E+14	4.171E+15		2.336E+11	8.431E+15	8.761E+13	3.557E+14	2.433E+16	1.380E+16
16.5	5.186E+13	2.622E+14			3.425E+15	7.635E+13		2.740E+16	3.815E+15
17.0	1.855E+12	7.933E+12			5.937E+13	2.308E+13		2.124E+15	9.224E+13
17.5	3.098E+11	7.769E+11					7.594E+10	1.047E+14	1.163E+12
18.0								3.908E+10	
Total	**4.807E+16**	**2.701E+17**	**1.593E+17**	**5.986E+17**	**6.558E+16**	**7.622E+16**	**2.730E+18**	**6.502E+16**	**3.948E+18**
Reclutas	**1.357E+11**	**1.750E+11**	**1.592E+17**	**5.660E+17**	**0.000E+00**	**7.560E+15**	**2.728E+18**	**0.000E+00**	**3.461E+18**
CV	**0.31**	**0.48**	**0.12**	**0.14**	**0.31**	**0.16**	**0.10**	**0.18**	**0.07**
Error	51.8	78.6	19.4	22.6	51.0	27.1	17.1	29.6	11.2

Tabla 66
Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos (Hansen). Crucero RECLAN12

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			4.447E+03						4.447E+03
7.5			5.150E+04						5.150E+04
8.0			2.434E+05	1.021E+03			2.852E+05		5.296E+05
8.5			2.499E+06	1.193E+04			1.744E+07		1.995E+07
9.0			2.440E+06	1.298E+06		5.691E+02	2.866E+07		3.240E+07
9.5			2.385E+06	1.157E+07		8.015E+03	7.128E+07		8.523E+07
10.0			6.118E+05	1.488E+07		5.174E+04	4.249E+07		5.803E+07
10.5			5.355E+05	1.120E+07		1.763E+05	4.465E+07		5.657E+07
11.0			9.819E+04	2.165E+06		1.528E+05	1.572E+07		1.813E+07
11.5			5.599E+04	1.281E+06		6.063E+05	5.877E+06		7.820E+06
12.0	1.275E+01	5.903E+01	1.669E+04	1.453E+07		3.235E+05	6.452E+05		1.552E+07
12.5	4.137E+02	1.233E+03	3.313E+04	6.248E+06		1.125E+06	6.876E+04		7.476E+06
13.0	3.820E+04	9.142E+04	1.824E-01	4.074E+06		1.839E+06	2.759E+05		6.318E+06
13.5	1.346E+06	3.005E+06		7.756E+05		1.841E+07			2.354E+07
14.0	2.417E+06	5.374E+06	5.158E-01	5.640E+03	3.072E+01	1.002E+07			1.782E+07
14.5	4.249E+06	9.406E+06	2.298E-01	1.631E+05	1.457E+06	1.176E+07			2.704E+07
15.0	1.419E+07	3.127E+07		1.359E+03	2.588E+07	3.565E+06	8.149E+01	5.397E+05	7.545E+07
15.5	2.397E+07	5.279E+07	2.655E-01	7.016E+02	2.462E+07	2.585E+06		1.687E+07	1.208E+08
16.0	1.077E+06	2.403E+06		1.360E+02	1.121E+07	1.058E+05	3.307E+05	4.865E+07	6.377E+07
16.5	8.388E+04	1.968E+05			5.478E+06	1.115E+05		6.677E+07	7.264E+07
17.0	3.199E+03	8.254E+03			9.492E+04	3.097E+04		5.795E+06	5.932E+06
17.5	4.500E+02	1.546E+03					1.131E+02	2.563E+05	2.584E+05
18.0								7.350E+01	7.350E+01
Total	**4.737E+07**	**1.046E+08**	**8.974E+06**	**6.820E+07**	**6.873E+07**	**5.087E+07**	**2.277E+08**	**1.389E+08**	**7.153E+08**
Reclutas	**1.275E+01**	**5.903E+01**	**8.941E+06**	**5.693E+07**	**0.000E+00**	**1.319E+06**	**2.270E+08**	**0.000E+00**	**2.942E+08**
CV	**0.4362**	**0.3474**	**0.1804**	**0.2397**	**0.3741**	**0.2758**	**0.1474**	**0.2704**	**0.0922**
Error	**71.8**	**57.2**	**29.7**	**39.5**	**61.6**	**45.4**	**24.3**	**44.5**	**15.2**

Tabla 67

Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método estratos agrupados (Wolter. Crucero RECLAN12

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			1.655E+03						1.655E+03
7.5			1.390E+04						1.390E+04
8.0			6.257E+04	5.575E+02			2.490E+05		3.121E+05
8.5			5.701E+05	5.942E+03			8.870E+06		9.446E+06
9.0			5.670E+05	6.877E+05		5.379E+02	1.408E+07		1.534E+07
9.5			5.597E+05	5.682E+06		5.804E+03	3.308E+07		3.933E+07
10.0			1.661E+05	7.305E+06		3.509E+04	2.031E+07		2.782E+07
10.5			1.483E+05	5.568E+06		1.160E+05	2.066E+07		2.649E+07
11.0			3.821E+04	1.159E+06		1.020E+05	7.212E+06		8.511E+06
11.5			2.602E+04	7.200E+05		3.952E+05	2.872E+06		4.014E+06
12.0	2.179E+01	7.836E+01	9.588E+03	7.241E+06		2.129E+05	4.056E+05		7.870E+06
12.5	2.856E+02	9.585E+02	1.552E+04	3.222E+06		7.293E+05	4.316E+04		4.011E+06
13.0	1.253E+04	3.647E+04	1.827E-01	2.149E+06		1.193E+06	2.476E+05		3.639E+06
13.5	3.080E+05	7.831E+05		4.422E+05		1.178E+07			1.331E+07
14.0	5.392E+05	1.354E+06	4.444E-01	3.026E+03	3.921E+01	6.435E+06			8.331E+06
14.5	9.229E+05	2.286E+06	2.301E-01	1.210E+05	4.810E+05	7.556E+06			1.137E+07
15.0	2.997E+06	7.314E+06		8.147E+02	7.379E+06	2.324E+06	8.900E+01	2.989E+05	2.031E+07
15.5	5.041E+06	1.228E+07	2.659E-01	5.049E+02	7.052E+06	1.697E+06		7.583E+06	3.365E+07
16.0	2.459E+05	6.245E+05		1.158E+02	3.308E+06	7.948E+04	3.304E+05	2.138E+07	2.597E+07
16.5	2.509E+04	7.097E+04			1.685E+06	8.392E+04		2.925E+07	3.111E+07
17.0	1.418E+03	4.440E+03			5.636E+04	2.671E+04		2.737E+06	2.826E+06
17.5	4.373E+02	1.519E+03					1.236E+02	1.628E+05	1.649E+05
18.0								7.292E+01	7.292E+01
Total	**1.009E+07**	**2.475E+07**	**2.179E+06**	**3.431E+07**	**1.996E+07**	**3.277E+07**	**1.084E+08**	**6.141E+07**	**2.938E+08**
Reclutas	**2.179E+01**	**7.836E+01**	**2.163E+06**	**2.837E+07**	**0.000E+00**	**8.675E+05**	**1.077E+08**	**0.000E+00**	**1.391E+08**
CV	**0.2014**	**0.1690**	**0.0889**	**0.1700**	**0.2016**	**0.2213**	**0.1017**	**0.1798**	**0.0591**
Error	**33.1**	**27.8**	**14.6**	**28.0**	**33.2**	**36.4**	**16.7**	**29.6**	**9.7**

Tabla 68
Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método Bootstrap. Crucero RECLAN12

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			1.754E+03						1.754E+03
7.5			1.509E+04						1.509E+04
8.0			6.821E+04	7.050E+02			2.495E+05		3.185E+05
8.5			6.286E+05	7.693E+03			8.428E+06		9.064E+06
9.0			6.240E+05	8.763E+05		5.822E+02	1.332E+07		1.482E+07
9.5			6.154E+05	7.384E+06		5.390E+03	3.103E+07		3.904E+07
10.0			1.802E+05	9.493E+06		3.103E+04	1.914E+07		2.884E+07
10.5			1.606E+05	7.213E+06		1.001E+05	1.937E+07		2.685E+07
11.0			4.040E+04	1.473E+06		8.901E+04	6.755E+06		8.358E+06
11.5			2.724E+04	9.043E+05		3.381E+05	2.715E+06		3.984E+06
12.0	2.269E+01	7.611E+01	9.936E+03	9.374E+06		1.837E+05	3.950E+05		9.963E+06
12.5	4.964E+02	1.099E+03	1.624E+04	4.134E+06		6.214E+05	4.203E+04		4.815E+06
13.0	3.796E+04	5.646E+04	1.859E-01	2.741E+06		1.017E+06	2.486E+05		4.102E+06
13.5	1.261E+06	1.555E+06		5.534E+05		9.914E+06			1.328E+07
14.0	2.258E+06	2.747E+06	4.542E-01	3.844E+03	3.975E+01	5.438E+06			1.045E+07
14.5	3.955E+06	4.748E+06	2.342E-01	1.431E+05	3.794E+05	6.385E+06			1.561E+07
15.0	1.316E+07	1.558E+07		1.008E+03	5.468E+06	1.989E+06	9.050E+01	2.497E+05	3.644E+07
15.5	2.221E+07	2.625E+07	2.707E-01	6.007E+02	5.238E+06	1.460E+06		5.568E+06	6.073E+07
16.0	1.009E+06	1.242E+06		1.335E+02	2.491E+06	7.568E+04	3.342E+05	1.545E+07	2.060E+07
16.5	8.199E+04	1.161E+05			1.291E+06	8.001E+04		2.107E+07	2.264E+07
17.0	3.389E+03	5.928E+03			5.206E+04	2.762E+04		2.082E+06	2.171E+06
17.5	6.122E+02	1.608E+03					1.257E+02	1.451E+05	1.475E+05
18.0								7.496E+01	7.496E+01
Total	**4.398E+07**	**5.230E+07**	**2.388E+06**	**4.430E+07**	**1.492E+07**	**2.776E+07**	**1.020E+08**	**4.456E+07**	**3.322E+08**
Reclutas	**2.269E+01**	**7.611E+01**	**2.371E+06**	**3.673E+07**	**0.000E+00**	**7.480E+05**	**1.014E+08**	**0.000E+00**	**1.413E+08**
CV	**0.4**	**0.2**	**0.1**	**0.2**	**0.2**	**0.2**	**0.1**	**0.2**	**0.1**
Error	**59.0**	**39.4**	**15.2**	**30.0**	**28.8**	**31.8**	**16.2**	**24.8**	**10.1**

Tabla 69

Varianza de la Biomasa de la anchoveta por tallas y subzonas, método Geoestadístico. Crucero RECLAN12 0712.

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Total
6.0									
6.5									
7.0			2.288E+03						2.288E+03
7.5			2.204E+04						2.204E+04
8.0			1.015E+05	6.683E+02			2.296E+05		3.317E+05
8.5			9.807E+05	6.245E+03			7.682E+06		8.669E+06
9.0			9.664E+05	7.925E+05		6.346E+02	1.213E+07		1.389E+07
9.5			9.492E+05	5.842E+06		5.303E+03	2.822E+07		3.502E+07
10.0			2.626E+05	7.502E+06		2.936E+04	1.742E+07		2.521E+07
10.5			2.323E+05	5.831E+06		9.278E+04	1.762E+07		2.377E+07
11.0			5.194E+04	1.354E+06		8.332E+04	6.141E+06		7.630E+06
11.5			3.321E+04	8.947E+05		3.112E+05	2.472E+06		3.711E+06
12.0	1.898E+01	2.448E+01	1.145E+04	7.618E+06		1.703E+05	3.617E+05		8.161E+06
12.5	3.652E+02	1.202E+03	1.975E+04	3.570E+06		5.697E+05	3.848E+04		4.200E+06
13.0	2.549E+04	1.245E+05	1.912E-01	2.460E+06		9.331E+05	2.288E+05		3.772E+06
13.5	8.185E+05	4.514E+06		5.586E+05		8.991E+06			1.488E+07
14.0	1.462E+06	8.121E+06	4.795E-01	3.546E+03	3.437E+01	4.948E+06			1.453E+07
14.5	2.555E+06	1.430E+07	2.409E-01	1.940E+05	9.736E+05	5.810E+06			2.383E+07
15.0	8.480E+06	4.783E+07		1.088E+03	1.674E+07	1.831E+06	8.346E+01	2.937E+05	7.488E+07
15.5	1.431E+07	8.082E+07	2.784E-01	7.917E+02	1.593E+07	1.351E+06		7.469E+06	1.124E+08
16.0	6.545E+05	3.611E+06		2.023E+02	7.301E+06	7.586E+04	3.080E+05	2.107E+07	1.195E+07
16.5	5.453E+04	2.756E+05			3.601E+06	8.028E+04		2.881E+07	4.011E+06
17.0	2.354E+03	1.007E+04			7.534E+04	2.928E+04		2.695E+06	1.170E+05
17.5	4.727E+02	1.185E+03					1.159E+02	1.598E+05	1.774E+03
18.0								7.138E+01	
Total	**2.837E+07**	**1.596E+08**	**3.633E+06**	**3.663E+07**	**4.462E+07**	**2.531E+07**	**9.286E+07**	**6.050E+07**	**3.910E+08**
Reclutas	**1.898E+01**	**2.448E+01**	**3.614E+06**	**2.984E+07**	**0.000E+00**	**6.929E+05**	**9.228E+07**	**0.000E+00**	**1.264E+08**
CV	**0.33**	**0.50**	**0.11**	**0.13**	**0.30**	**0.18**	**0.10**	**0.18**	**0.08**
Error	53.8	81.6	18.5	21.0	49.9	28.9	16.1	29.7	12.7

Tabla 70

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Boostrap. Crucero RECLAN I-II, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0	63 470 013	63 470 013	3.9742E+14								
7.5	179 867 850	179 867 850	2.1153E+15								
8.0	587 716 835	587 716 835	2.9627E+16								
8.5	3 575 538 313	3 575 538 313	5.7860E+17								
9.0	3 962 519 191	3 962 519 191	6.5598E+17								
9.5	5 464 605 508	5 464 605 508	1.2320E+18								
10.0	3 713 022 953	3 713 022 953	6.5057E+17								
10.5	3 195 038 476	3 195 038 476	4.4822E+17								
11.0	1 533 782 917	1 533 782 917	1.0364E+17								
11.5	906 741 626	906 741 626	3.7170E+16								
12.0	724 469 202	482 979 468	4.0809E+16	241 489 734	1.7076E+16						
12.5	458 159 167	323 406 471	1.5587E+16	134 752 696	4.6728E+15						
13.0	408 408 936	229 730 026	8.0211E+15	178 678 909	5.8192E+15						
13.5	631 131 833	84 150 911	3.7156E+15	546 980 922	3.6659E+16						
14.0	488 881 351			458 326 267	2.5520E+16	30 555 084	9.3361E+14				
14.5	620 562 731			531 910 912	2.8050E+16	88 651 819	3.9973E+15				
15.0	941 482 259			647 269 053	4.1704E+16	294 213 206	1.7970E+16				
15.5	1 213 043 100			889 564 940	6.5464E+16	323 478 160	2.5453E+16				
16.0	753 829 917			402 042 623	1.6446E+16	301 531 967	1.3140E+16	50 255 328	2.5256E+15		
16.5	623 788 268			233 920 600	8.7714E+15	389 867 667	1.4154E+16				
17.0	149 453 763			27 173 411	3.6338E+14	122 280 352	1.4521E+15				
17.5	23 437 469			4 261 358	9.9287E+12	17 045 432	6.0093E+13	2 130 679	4.5398E+12		
18.0	207 360					207 360	4.1044E+10				
18.5											
TOTAL	30 219 159 037	24 302 570 558		4 296 371 425		1 567 831 047		52 386 007			
PORCENTAJE	100	80.42		14.22		5.19		0.17			
LONG. PROM.(cm)	10.7	9.7		14.6		15.8		16.1			
PESO PROM. (g)	9.8	6.4		22.6		28.6		29.9			
VARIANZA	4.14E+18	3.81E+18		2.51E+17		7.72E+16		2.53E+15			
CV	0.0673	0.0803		0.1165		0.1772		0.9602			

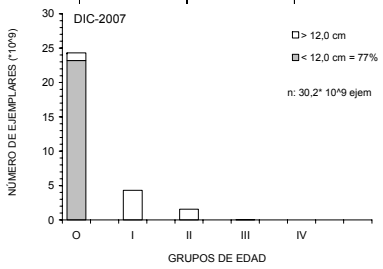


Tabla 71

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Geoestadístico. Crucero RECLAN I-II, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0	64 374 094	64 374 094	5.1845E+14								
7.5	182 429 926	182 429 926	3.0890E+15								
8.0	586 445 027	586 445 027	3.0864E+16								
8.5	3 493 276 290	3 493 276 290	5.5340E+17								
9.0	3 963 279 000	3 963 279 000	6.1483E+17								
9.5	5 589 536 516	5 589 536 516	1.1051E+18								
10.0	3 879 077 286	3 879 077 286	5.6870E+17								
10.5	3 305 758 359	3 305 758 359	3.9691E+17								
11.0	1 563 590 965	1 563 590 965	9.4618E+16								
11.5	936 098 223	936 098 223	3.4622E+16								
12.0	867 040 158	578 026 772	3.9931E+16	289 013 386	2.0489E+16						
12.5	544 426 097	384 300 774	1.5066E+16	160 125 323	5.5460E+15						
13.0	465 466 593	261 824 959	8.4139E+15	203 641 635	6.3892E+15						
13.5	639 873 097	85 316 413	3.8588E+15	554 556 684	4.0764E+16						
14.0	465 049 371			435 983 786	3.5053E+16	29 065 586	8.4481E+14				
14.5	594 878 714			509 896 040	4.0618E+16	84 982 673	3.8982E+15				
15.0	819 875 415			563 664 348	6.9227E+16	256 211 067	2.0464E+16				
15.5	834 476 906			611 949 731	9.2858E+16	222 527 175	1.8796E+16				
16.0	276 817 647			147 636 079	5.0426E+15	110 727 059	3.2852E+15	18 454 510	3.4057E+14		
16.5	130 036 989			48 763 871	7.4108E+14	81 273 118	1.6948E+15				
17.0	20 531 836			3 733 061	7.9482E+12	16 798 775	6.6646E+13				
17.5	1 445 880			262 887	5.2237E+10	1 051 549	6.3332E+11	131 444	1.7277E+10		
18.0											
18.5											
TOTAL	29 223 784 387	24 873 334 602		3 529 226 829		802 637 002		18 585 953			
PORCENTAJE	100.00	85.11		12.08		2.75		0.06			
LONG. PROM.(cm)	10.5	9.8		14.2		15.4		16.0			
PESO PROM. (g)	8.7	6.4		20.9		26.2		29.6			
VARIANZA	3.84E+18	3.47E+18		3.17E+17		4.91E+16		3.41E+14			
CV	0.0670	0.0749		0.1595		0.2759		0.9930			

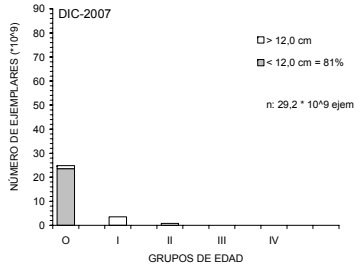


Tabla 72

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Hansen. Crucero RECLAN I-II, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0	62 911 385	62 911 385	1.0077E+15								
7.5	178 284 751	178 284 751	7.2184E+15								
8.0	582 644 173	582 644 173	4.9273E+16								
8.5	3 550 385 120	3 550 385 120	1.2736E+18								
9.0	3 919 393 871	3 919 393 871	1.4339E+18								
9.5	5 384 143 848	5 384 143 848	2.6897E+18								
10.0	3 644 385 692	3 644 385 692	1.3088E+18								
10.5	3 139 677 962	3 139 677 962	9.4438E+17								
11.0	1 509 853 454	1 509 853 454	2.2485E+17								
11.5	888 737 917	888 737 917	7.2950E+16								
12.0	692 539 966	461 693 311	5.6731E+16	230 846 655	1.9770E+16						
12.5	436 225 011	307 923 537	2.2443E+16	128 301 474	5.4955E+15						
13.0	387 931 146	218 211 270	1.0609E+16	169 719 876	7.2174E+15						
13.5	594 070 711	79 209 428	3.6711E+15	514 861 283	6.2042E+16						
14.0	458 572 031			429 911 279	4.2750E+16	28 660 752	8.2144E+14				
14.5	586 302 585			502 545 073	4.5539E+16	83 757 512	3.8788E+15				
15.0	899 884 724			618 670 748	7.1652E+16	281 213 976	2.2517E+16				
15.5	1 162 818 627			852 733 660	1.0825E+17	310 084 967	2.8635E+16				
16.0	738 646 849			393 944 986	2.9338E+16	295 458 740	1.9874E+16	49 243 123	2.4249E+15		
16.5	614 247 431			230 342 787	1.4531E+16	383 904 645	3.1801E+16				
17.0	146 952 060			26 718 556	4.0625E+14	120 233 503	3.3812E+15				
17.5	22 998 232			4 181 497	1.0947E+13	16 725 987	9.6702E+13	2 090 748	4.3712E+12		
18.0	204 321					204 321	4.0241E+10				
18.5											
TOTAL	29 601 811 869	23 927 455 719		4 102 777 875		1 520 244 404		51 333 872			
PORCENTAJE	100.00	80.83		13.86		5.14		0.17			
LONG. PROM.(cm)	10.7	9.7		14.6		15.8		16.1			
PESO PROM. (g)	9.7	6.4		22.7		28.7		29.9			
VARIANZA	8.62E+18	8.10E+18		4.07E+17		1.11E+17		2.43E+15			
CV	0.0992	0.1189		0.1555		0.2192		0.9601			

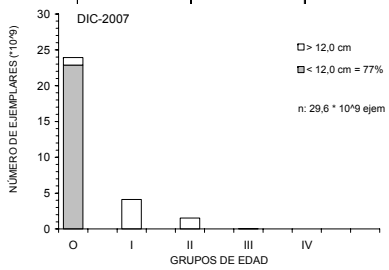


Tabla 73

Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método kish. Crucero RECLAN I-II, 2008.

TALLAS (cm)	FRECUENCIA (En unidades)	GRUPOS DE EDAD									
		O		I		II		III		IV	
		A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR	A_0 (N°)	VAR
3.0											
3.5											
4.0											
4.5											
5.0											
5.5											
6.0											
6.5											
7.0	62 911 385	62 911 385	3.7489E+14								
7.5	178 284 751	178 284 751	1.9487E+15								
8.0	582 644 173	582 644 173	2.9037E+16								
8.5	3 550 385 120	3 550 385 120	6.0299E+17								
9.0	3 919 393 871	3 919 393 871	6.7890E+17								
9.5	5 384 143 848	5 384 143 848	1.2410E+18								
10.0	3 644 385 692	3 644 385 692	6.2747E+17								
10.5	3 139 677 962	3 139 677 962	4.4227E+17								
11.0	1 509 853 454	1 509 853 454	1.0554E+17								
11.5	888 737 917	888 737 917	3.7443E+16								
12.0	692 539 966	461 693 311	3.3548E+16	230 846 655	1.4802E+16						
12.5	436 225 011	307 923 537	1.3184E+16	128 301 474	4.0927E+15						
13.0	387 931 146	218 211 270	7.1570E+15	169 719 876	5.2036E+15						
13.5	594 070 711	79 209 428	3.3417E+15	514 861 283	3.6349E+16						
14.0	458 572 031			429 911 279	2.0428E+16	28 660 752	8.2144E+14				
14.5	586 302 585			502 545 073	2.1021E+16	83 757 512	3.5073E+15				
15.0	899 884 724			618 670 748	2.7768E+16	281 213 976	1.4538E+16				
15.5	1 162 818 627			852 733 660	4.3770E+16	310 084 967	2.1602E+16				
16.0	738 646 849			393 944 986	1.7698E+16	295 458 740	1.3638E+16	49 243 123	2.4249E+15		
16.5	614 247 431			230 342 787	9.5937E+15	383 904 645	1.6991E+16				
17.0	146 952 060			26 718 556	3.6175E+14	120 233 503	1.7792E+15				
17.5	22 998 232			4 181 497	9.8327E+12	16 725 987	6.5497E+13	2 090 748	4.3712E+12		
18.0	204 321					204 321	3.9924E+10				
18.5											
TOTAL	29 601 811 869	23 927 455 719		4 102 777 875		1 520 244 404		51 333 872			
PORCENTAJE	100.00	80.83		13.86		5.14		0.17			
LONG. PROM.(cm)	10.7	9.7		14.6		15.8		16.1			
PESO PROM. (g)	9.7	6.4		22.7		28.7		29.9			
VARIANZA	8.62E+18	8.10E+18		4.07E+17		1.11E+17		2.43E+15			
CV	0.0992	0.1189		0.1555		0.2192		0.9601			

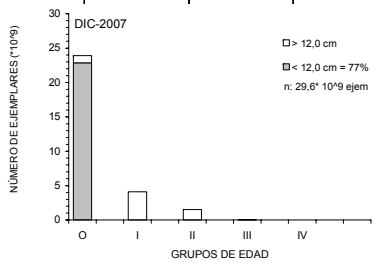


Tabla 74
Parámetros de los modelos de variogramas ajustados a la anchoveta por subzona.
Crucero RECLAN12 0712.

ZONA	Nugget	Mod 1 (Dirección)	Sill 1	Range 1 (mn)	Mod 2	Sill 2	Range 2 (mn)
´1-1	0	sph (90°)	1 500 000	1.92			
´1-2	0	sph (90°)	3 300 000	4.50			
2	150 000	sph (90°)	2 900 000	7.20			
3	0	sph (90°)	4 000 000	2.16			
4	50 000	sph (135°)	700 000	7.20			
5	0	exp (45°/90°)	1 900 000	6.00			
6	800 000	sph (45°/90°)	2 200 000	1.80	sph	300 000	4.80
7	0	sph (135°/45°)	800 000	1.50			

Tabla 75
Media aritmética ($\bar{x}$), krigger ($\bar{x}\,k$); varianzas, área e influencia de los parámetros de los modelos espaciales en la distribución de anchoveta por subzona.

ZONA	n	$\bar{x}$	Var(x)	$\bar{x}\,k$	Var ($\bar{x}\,k$)	Area (mn^2)	Nugg (%)	Mod 1(%)	Mod 2(%)
´1-1	177	176.22	17 339.48	182.81	17 038.99	471.6	0.00	100	
´1-2	131	309.35	94 842.66	271.22	87 162.57	496.8	0.00	100	
2	214	296.49	6 727.79			504.0	10.40	89.6	
3	188	656.38	53 066.52	659.59	49 465.43	529.2	0.00	100	
4	77	281.93	32 345.94	276.95	29 956.11	403.2	2.00	98	
5	135	407.49	53 753.98	421.00	41 213.48	396.0	0.00	100	
6	593	479.49	12 207.56			1 692.0	11.10	70.1	18.80
7	275	223.49	5 785.21			936.0	0.00	100	

Tabla 76
Indices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) e
Indices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos).

DENSIDAD	Baja	Media	Alta
IOC (celdas totales)			
Adultos	57,4	2,1	0,25
Reclutas	45,9	2,8	0,60
Total	68,2	4,9	0,86
IOC (celdas positivas)			
Adultos	96,0	3,5	0,5
Reclutas	93,1	5,7	1,2
Total	92,1	6,7	1,2

Tabla 77
Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC.

VARIABLE (todos los rangos)	Adulto	Recluta
Temperatura (°C)	0,40	0,34
Salinidad (psu)	0,37	0,36
Gradiente térmico (ºC/mn)	0,17	0,17
Gradiente salino (psu/mn)	0,17	0,16
Oxígeno (ml/L)	0,36	0,32
Densidad (σt)	0,39	0,35
Cloa (mg/m^3)	0,35	0,32
Microzooplancton (ind/ml)	0,37	0,35
VARIABLE (rangos óptimos)	Adulto	Recluta
Temperatura (°C)	0,36 (13-15,9ºC)	0,36 (14-15,9ºC)
Salinidad (psu) (34,6-34,69)	0,47	0,44
Gradiente térmico (ºC/mn) (0,01-0,6)	0,24	0,25
Gradiente salino (psu/mn) (0,001-0,015)	0,25	0,26
Oxígeno (ml/L) (0,5-1,5)	0,37	0,34
Densidad (σt) (25,6-26,0)	0,48	0,39
Cloa (mg/m^3) (0,1-1,0)	0,59	0,46
Microzooplancton (ind/ml) (0,1-5)	0,51	0,37

Tabla 78
Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto del zooplancton en la CMFC.

VARIABLE (todos los rangos)	Adulto	Recluta
Zooplancton (gr/1000m^3)	0,38	0,35
Copépodos chicos (gr/1000m^3)	0,28	0,22
Copépodos grandes (gr/1000m^3)	0,29	0,25
Huevos de peces (gr/1000m^3)	0,32	0,29
Larvas anélido (gr/1000m^3)	0,31	0,24
VARIABLE (rangos óptimos)	Adulto	Recluta
Zooplancton (gr/1000m^3) (200-600)	0,44	0,36
Copépodos chicos (gr/1000m^3) (1-199)	0,29	0,22
Copépodos grandes (gr/1000m^3) (1-199)	0,35	0,32
Huevos de peces (gr/1000m^3) (1-99)	0,42	0,34
Larvas anelido (gr/1000m^3) (1-99)	0,43	0,34

Tabla 79
Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de anchoveta, respecto del fitoplancton en la CMFC.

VARIABLE (todos los rangos)	Adulto	Recluta
Fitoplancton (cél/ml)	0,38	0,36
Chaetoceros compressus (cél/ml)	0,30	0,26
Cylindroteca closterium (cél/ml)	0,19	0,21
Leptocylindrus danicus (cél/ml)	0,27	0,25
Pseudonitzschia multiseries (cél/ml)	0,21	0,19
VARIABLE (rangos óptimos)	Adulto	Recluta
Fitoplancton (cél/ml) (1-399)	0,34	0,27
Chaetoceros compressus (cél/ml) (1-399)	0,23	0,25
Cylindroteca closterium (cél/ml) (1-99)	0,19	0,20
Leptocylindrus danicus (cél/ml) (1-49)	0,33	0,32
Pseudonitzschia multiseries (cél/ml) 1-49)	0,26	0,24

Tabla 80
Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para reclutas de Anchovetas seleccionadas a través del método stepwise. Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación.

Co-variable	Unidad	G.l. Residuales	$\Delta_{GI.}$	Devianza Residual	$\Delta_{Devianza}$	F	Pr(>F)	AIC	Δ_{AIC}	Pseudo R^2
Null		2343		22032,34				11908,07		
Latitud	S	2340,19	2,81	17602,60	4429,74	189,34	<2,2e-16	11387,55	520,52	0,201
Longitud	W	2337,02	3,17	8935,48	8667,12	386,47	<2,2e-16	9804,62	1582,93	0,594
Gr, térmico	°C/m	2334,23	2,79	8838,07	97,41	5,18	0,00756	9784,512	20,108	0,599
Gr, salino	Psu/lm	2331,84	2,39	8776,06	62,01	6,79	0,00411	9772,78	11,732	0,602
Temperatura	°C	2329,36	2,48	8463,71	312,35	10,57	0,00019	9692,79	79,99	0,616
Salinidad	PSU	2327,09	2,27	8302,24	161,47	6,15	0,00807	9652,19	40,6	0,623
Gr, Clorofila	mg/m^3	2322,06	5,03	8199,83	102,41	7,56	4,449e-6	9633,16	19,03	0,628
Bio, zooplancton	$Gr/1000m^3$	2317,85	4,21	7582,65	617,18	84,71	<2,2e-16	9458,16	175	0,656
Abun, Diatomeas	Cél/ml	2315,30	2,55	7357,82	224,83	34,9	1,025e-12	9392,69	65,47	0,666
Abun, Flagelados	Cél/ml	2310,65	4,65	7225,18	132,64	23,29	<2,2e-16	9359,36	33,33	0,672
Tamaño diatomeas	mm	2306,17	4,48	7189,51	35,67	9,66	5,081e-7	9356,72	2,64	0,674
Prof, Media	m	2303,08	3,09	7017,42	172,09	9,45	6,241e-5	9306,09	50,63	0,681

Tabla 81
Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para adultos seleccionadas a través del método stepwise, Valores F, AIC y Pseudo coeficiente de determinación,

Co-variable	Unidad	G,l, Residuales	$\Delta_{GI,}$	Devianza Residual	$\Delta_{Devianza}$	F	Pr(>F)	AIC	Δ_{AIC}	Pseudo R^2
Null		2674		44102,09				15092,16		
Latitud	S	2671,2	2,8	33341,35	10760,74	212,33	<2,2e16	14349,54	742,62	0,25
Longitud	W	2668,27	2,9	18396,26	14945,09	565,75	<2,2e16	12764,71	1584,83	0,58
Gr, térmico	°C/m	2665,42	2,8	17579,1	817,16	5,77	0,00435	12648,77	115,94	0,60
Gr, salino	Psu/lm	2663,09	2,4	17400,07	179,03	10,58	0,00028	12626,13	22,64	0,61
Temperatura	°C	2660,53	2,6	17198,05	202,02	22,44	1,10e-8	12600,03	26,1	0,61
Salinidad	PSU	2658,15	2,4	16952,04	246,01	32,22	7,62e-11	12566,25	33,78	0,62
Gr, Clorofila	mg/m^3	2652,99	5,2	16073,71	878,33	32,45	<2,2e16	12434,25	132	0,64
Bio, zooplancton	$Gr/1000m^3$	2648,89	4,1	14044,68	2029,03	145,97	<2,2e16	12081,49	352,76	0,68
Abun, Diatomeas	Cél/ml	2646,41	2,5	13700,89	343,79	70,74	<2,2e16	12020,14	61,35	0,69
Abun, Flagelados	Cél/ml	2641,51	4,9	12924,15	776,74	42,03	<2,2e16	11873,82	146,32	0,71
Tamaño diatomeas	mm	2637,63	3,9	11917,71	1006,44	93,86	<2,2e16	11664,71	209,11	0,73
Prof, Media	m	2634,73	2,9	11702,32	2153,39	22,72	4,32e-10	11621,72	42,99	0,73

Tabla 82
Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones diurnas de anchoveta.

variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	354,2	1,1	17,3	19,5	1,13	2.036
Alto (m)	21,8	1,0	2,6	1,5	0,57	2.036
Elongación	162,6	0,6	7,3	8,2	1,11	2.036
Perímetro (m)	999,8	4,7	46,5	53,7	1,15	2.036
Area (m^2)	1.122,8	1,2	43,3	76,9	1,78	2.036
Dim. Fractal	2,00	1,01	1,37	0,17	0,12	2.036
Prof. Card (m)	31,8	3,9	8,2	3,8	0,47	2.036
Prof. Fondo (m)	2.000,0	14,5	443,3	669,1	1,51	2.036
Indice altura (%)	99,7	34,1	93,5	6,4	0,07	2.036
Sa (m^2/mn^2)	17.220,5	10,0	347,9	1.021,0	2,94	2.036
Densidad (Sa/m^2)	119,7	0,2	8,2	10,9	1,34	2.036

Tabla 83
Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones nocturnas de anchoveta.

variable	Max	Min	Promedio	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	7.555,9	2,7	832,9	1.302,3	1,56	187
Alto (m)	12,0	0,9	3,2	1,8	0,56	187
Elongación	1.627,5	0,7	245,0	325,7	1,33	187
Perímetro (m)	27.987,8	11,0	3.044,5	4.841,1	1,59	187
Area (m^2)	32.190,4	5,2	3.084,3	5.706,6	1,85	187
Dim. Fractal	1,98	1,05	1,59	0,24	0,15	187
Prof. Card (m)	19,9	4,2	8,3	3,3	0,40	187
Prof. Fondo (m)	2.000,0	15,2	706,0	874,1	1,24	187
Indice altura (%)	99,8	50,8	93,9	6,4	0,07	187
Sa (m^2/mn^2)	21.511,0	10,6	2.391,2	4.119,6	1,72	187
Densidad (Sa/m^2)	52,0	0,15	3,1	6,2	2,02	187

Tabla 84

Valores promedio, máximo, mínimos y desviación estándar de los descriptores de agregaciones de anchoveta para día y noche por zona de estudio.

DÍA

Zona 1	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	112.3	3.8	18.0	15.1	0.84	208
Alto (m)	13.9	1.0	2.6	1.9	0.70	208
Elongación	33.6	1.1	7.4	5.5	0.74	208
Perímetro (m)	343.6	10.3	49.3	47.5	0.96	208
Area (m^2)	676.7	4.6	53.8	102.2	1.90	208
Dim. Fractal	1.90	1.06	1.39	0.15	0.11	208
Prof. Card (m)	24.8	4.8	9.5	2.9	0.31	208
Prof. Fondo (m)	2,000.0	14.5	1,425.1	812.4	0.57	208
Indice altura (%)	99.7	63.4	97.5	5.1	0.05	208
Sa (m^2/mn^2)	10,470.0	10.0	373.0	1,204.1	3.23	208
Densidad (Sa/m^2)	61.6	0.3	6.2	7.6	1.22	208

Zona 2	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	117.3	2.1	14.8	13.2	0.90	253
Alto (m)	5.9	1.0	2.6	1.0	0.37	253
Elongación	66.7	1.0	6.4	6.8	1.06	253
Perímetro (m)	269.9	7.7	39.6	33.6	0.85	253
Area (m^2)	262.4	2.9	32.9	36.5	1.11	253
Dim. Fractal	1.98	1.04	1.34	0.17	0.13	253
Prof. Card (m)	23.8	3.9	6.8	2.5	0.37	253
Prof. Fondo (m)	748.5	52.0	123.4	117.1	0.95	253
Indice altura (%)	99.3	72.7	92.8	3.7	0.04	253
Sa (m^2/mn^2)	2,524.3	10.3	221.3	356.7	1.61	253
Densidad (Sa/m^2)	78.2	0.4	8.0	9.6	1.20	253

Zona 3	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	150.6	3.0	15.4	15.7	1.02	306
Alto (m)	7.7	1.0	2.4	1.1	0.44	306
Elongación	52.1	0.9	6.9	6.2	0.90	306
Perímetro (m)	460.9	9.5	41.7	45.8	1.10	306
Area (m^2)	611.9	3.2	34.8	62.5	1.80	306
Dim. Fractal	2.00	1.01	1.38	0.17	0.13	306
Prof. Card (m)	30.8	4.0	8.2	4.4	0.54	306
Prof. Fondo (m)	2,000.0	35.7	199.5	405.5	2.03	306
Indice altura (%)	99.7	34.1	89.1	11.1	0.12	306
Sa (m^2/mn^2)	7,700.3	10.0	289.6	792.4	2.74	306
Densidad (Sa/m^2)	107.5	0.2	8.4	12.8	1.52	306

Zona 4	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	64.2	1.1	15.5	14.4	0.93	76
Alto (m)	3.7	1.1	2.0	0.6	0.28	76
Elongación	40.8	0.6	8.1	8.0	0.99	76
Perímetro (m)	191.2	4.7	40.6	38.4	0.95	76
Area (m^2)	113.2	1.2	25.6	27.4	1.07	76
Dim. Fractal	2.00	1.01	1.43	0.18	0.13	76
Prof. Card (m)	25.2	7.0	17.6	4.3	0.24	76
Prof. Fondo (m)	2,000.0	821.1	1,522.4	444.5	0.29	76
Indice altura (%)	99.6	97.9	98.7	0.5	0.00	76
Sa (m^2/mn^2)	3,694.8	10.9	262.7	593.5	2.26	76
Densidad (Sa/m^2)	99.4	0.4	9.9	14.6	1.48	76

Zona 5	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	182.0	2.9	19.2	20.5	1.07	227
Alto (m)	8.9	1.0	2.3	1.0	0.43	227
Elongación	76.5	1.6	8.5	8.7	1.02	227
Perímetro (m)	452.2	8.5	50.0	53.0	1.06	227
Area (m^2)	568.1	2.4	42.8	67.0	1.57	227
Dim. Fractal	1.90	1.08	1.41	0.16	0.11	227
Prof. Card (m)	23.2	3.9	7.1	2.5	0.36	227
Prof. Fondo (m)	911.1	51.2	122.3	150.8	1.23	227
Indice altura (%)	98.9	85.6	92.0	2.4	0.03	227
Sa (m^2/mn^2)	5,251.3	10.0	263.2	570.1	2.17	227
Densidad (Sa/m^2)	50.4	0.3	7.1	8.3	1.17	227

Zona 6	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	354.2	3.5	18.4	24.1	1.31	777
Alto (m)	21.8	1.0	2.7	1.8	0.65	777
Elongación	162.6	1.0	7.6	10.0	1.32	777
Perímetro (m)	999.8	9.6	48.8	65.1	1.33	777
Area (m^2)	1,122.8	3.2	47.8	87.5	1.83	777
Dim. Fractal	1.99	1.04	1.35	0.16	0.12	777
Prof. Card (m)	28.4	3.9	7.4	2.9	0.40	777
Prof. Fondo (m)	2,000.0	35.4	276.5	454.2	1.64	777
Indice altura (%)	99.7	46.1	93.7	5.0	0.05	777
Sa (m^2/mn^2)	17,220.5	10.0	429.2	1,268.6	2.96	777
Densidad (Sa/m^2)	99.1	0.2	8.2	10.4	1.27	777

Zona 7	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	86.5	2.8	17.0	14.9	0.88	189
Alto (m)	13.9	1.0	2.7	1.5	0.54	189
Elongación	37.2	1.2	6.7	5.9	0.88	189
Perímetro (m)	307.4	9.2	48.6	46.4	0.96	189
Area (m^2)	694.9	3.7	48.3	80.4	1.66	189
Dim. Fractal	1.93	1.05	1.37	0.17	0.13	189
Prof. Card (m)	31.8	4.2	9.2	3.7	0.40	189
Prof. Fondo (m)	2,000.0	80.8	823.3	848.5	1.03	189
Indice altura (%)	99.7	83.7	96.0	3.4	0.04	189
Sa (m^2/mn^2)	14,061.3	10.5	385.7	1,121.1	2.91	189
Densidad (Sa/m^2)	119.7	0.2	10.5	14.6	1.39	189

NOCHE

Zona 1	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	7,555.9	8.9	883.8	1,782.4	2.02	28
Alto (m)	12.0	1.0	2.9	2.2	0.76	28
Elongación	1,627.5	6.0	251.0	418.9	1.67	28
Perímetro (m)	27,987.8	24.3	2,890.9	6,091.4	2.11	28
Area (m^2)	32,190.4	10.0	3,158.2	7,148.8	2.26	28
Dim. Fractal	1.98	1.21	1.67	0.18	0.11	28
Prof. Card (m)	19.9	4.2	6.9	3.1	0.45	28
Prof. Fondo (m)	2,000.0	15.2	1,240.1	962.1	0.78	28
Indice altura (%)	99.8	50.8	94.6	10.7	0.11	28
Sa (m^2/mn^2)	15,733.8	11.8	2,081.4	4,041.2	1.94	28
Densidad (Sa/m^2)	6.5	0.3	1.3	1.5	1.15	28

Zona 2	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	6,513.9	4.5	1,015.9	1,352.0	1.33	61
Alto (m)	8.0	1.1	3.1	1.4	0.45	61
Elongación	1,412.8	1.6	272.9	306.0	1.12	61
Perímetro (m)	21,849.9	13.6	3,712.1	5,137.2	1.38	61
Area (m^2)	28,132.5	5.2	3,954.7	6,245.4	1.58	61
Dim. Fractal	1.98	1.09	1.66	0.15	0.09	61
Prof. Card (m)	13.6	4.8	7.3	1.9	0.26	61
Prof. Fondo (m)	2,000.0	73.1	371.6	639.7	1.72	61
Indice altura (%)	99.7	88.6	94.3	2.8	0.03	61
Sa (m^2/mn^2)	16,400.7	15.9	2,250.5	3,832.7	1.70	61
Densidad (Sa/m^2)	6.8	0.1	1.4	1.7	1.23	61

Zona 3	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	5,255.3	2.7	841.8	1,301.5	1.55	34
Alto (m)	9.0	0.9	3.8	1.8	0.47	34
Elongación	1,362.1	0.7	246.7	344.3	1.40	34
Perímetro (m)	18,918.3	12.8	3,120.3	4,784.7	1.53	34
Area (m^2)	21,077.7	8.9	3,186.7	5,510.3	1.73	34
Dim. Fractal	1.94	1.06	1.52	0.29	0.19	34
Prof. Card (m)	18.5	5.4	10.7	4.3	0.41	34
Prof. Fondo (m)	2,000.0	61.3	251.4	552.3	2.20	34
Indice altura (%)	99.6	77.1	87.6	6.4	0.07	34
Sa (m^2/mn^2)	21,511.0	52.3	2,810.4	4,691.0	1.67	34
Densidad (Sa/m^2)	18.3	0.1	4.4	4.9	1.11	34

Zona 4	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	900.9	4.8	190.9	296.6	1.55	10
Alto (m)	4.6	1.4	3.2	1.2	0.38	10
Elongación	207.5	1.6	53.3	71.3	1.34	10
Perímetro (m)	2,305.0	15.1	531.2	792.3	1.49	10
Area (m^2)	3,618.5	10.1	677.3	1,178.2	1.74	10
Dim. Fractal	1.71	1.05	1.40	0.25	0.18	10
Prof. Card (m)	17.0	4.8	10.3	4.3	0.42	10
Prof. Fondo (m)	2,000.0	543.5	1,455.2	704.3	0.48	10
Indice altura (%)	99.4	98.9	99.2	0.2	0.00	10
Sa (m^2/mn^2)	2,024.8	10.6	395.8	600.2	1.52	10
Densidad (Sa/m^2)	43.7	0.2	6.5	13.8	2.11	10

Zona 5	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	549.7	293.8	424.0	108.6	0.26	6
Alto (m)	8.6	1.6	3.0	2.7	0.91	6
Elongación	341.8	34.2	207.9	105.7	0.51	6
Perímetro (m)	2,148.3	731.3	1,467.0	599.0	0.41	6
Area (m^2)	2,351.0	563.0	1,015.8	674.1	0.66	6
Dim. Fractal	1.92	1.34	1.73	0.20	0.12	6
Prof. Card (m)	8.0	4.6	5.8	1.2	0.22	6
Prof. Fondo (m)	109.4	85.1	98.1	11.7	0.12	6
Indice altura (%)	95.7	92.7	94.1	1.3	0.01	6
Sa (m^2/mn^2)	3,598.9	885.3	1,481.5	1,056.1	0.71	6
Densidad (Sa/m^2)	2.5	0.9	1.5	0.5	0.36	6

Zona 6	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	3,608.3	5.3	838.0	1,136.7	1.36	41
Alto (m)	10.5	1.2	3.3	2.1	0.65	41
Elongación	1,069.9	2.6	284.3	336.8	1.18	41
Perímetro (m)	14,051.4	13.5	3,289.8	4,577.1	1.39	41
Area (m^2)	21,725.0	6.0	2,867.8	5,267.0	1.84	41
Dim. Fractal	1.94	1.13	1.57	0.27	0.17	41
Prof. Card (m)	11.1	4.9	7.7	1.8	0.23	41
Prof. Fondo (m)	2,000.0	78.2	1,086.7	947.7	0.87	41
Indice altura (%)	99.6	91.7	97.2	2.7	0.03	41
Sa (m^2/mn^2)	16,954.5	24.9	3,180.2	4,930.4	1.55	41
Densidad (Sa/m^2)	35.3	0.3	3.9	6.1	1.59	41

Zona 7	Máximo	Mínimo	Media	Desv. típ.	CV	N
Largo (m)	1,454.6	3.3	229.1	540.7	2.36	7
Alto (m)	5.8	1.4	3.1	1.4	0.45	7
Elongación	250.6	1.3	44.5	91.2	2.05	7
Perímetro (m)	6,418.3	11.0	978.6	2,399.2	2.45	7
Area (m^2)	7,923.2	6.1	1,184.3	2,972.1	2.51	7
Dim. Fractal	1.67	1.12	1.42	0.21	0.15	7
Prof. Card (m)	16.9	6.7	13.2	3.8	0.29	7
Prof. Fondo (m)	2,000.0	92.4	913.2	1,016.7	1.11	7
Indice altura (%)	99.7	82.7	91.1	7.9	0.09	7
Sa (m^2/mn^2)	7,317.3	19.9	1,828.5	2,725.5	1.49	7
Densidad (Sa/m^2)	52.0	0.9	10.7	18.7	1.75	7

Tabla 85
Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones diurnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,219	1									
Elongación	0,869	-0,132	1								
Perímetro	0,968	0,347	0,795	1							
Area	0,768	0,692	0,427	0,839	1						
Dim. Fractal	0,231	-0,493	0,490	0,210	-0,050	1					
Prof. Card	0,031	0,309	-0,067	0,100	0,207	-0,085	1				
Prof. Fondo	0,014	-0,030	0,009	0,013	0,038	0,077	0,419	1			
Indice altura	-0,017	-0,313	0,068	-0,068	-0,148	0,163	-0,235	0,485	1		
Sa	0,268	0,688	0,028	0,354	0,630	-0,159	0,232	-0,001	-0,247	1	
Densidad	-0,119	0,130	-0,172	-0,100	-0,007	-0,165	0,115	-0,007	-0,144	0,370	1

Tabla 86
Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones diurnas.

	Com.1	Com.2	Com.3
Total	3,79	2,18	1,53
% de la varianza	37,94	21,80	15,32
% acumulado	37,94	59,74	75,06

Tabla 87
Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones diurnas.

Variable	Com.1	Com.2	Com.3
Largo	**0,89**	-0,41	-0,04
Alto	0,59	**0,64**	0,03
Elongación	**0,66**	-0,64	-0,07
Perímetro	**0,94**	-0,29	-0,03
Area	**0,94**	0,12	0,04
Prof. Card	0,23	0,43	**0,55**
Fondo	0,02	-0,09	**0,95**
Indice altura	-0,20	-0,51	**0,56**
Sa	**0,61**	0,60	0,04
Densidad	0,01	**0,52**	0,02

Tabla 88
Matriz de correlaciones de las variables originales, agregaciones nocturnas.

Variable	Largo	Alto	Elon	Perím	Area	DFrac	ProfCard	Fondo	IndAlt	Sa	Dens
Largo	1										
Alto	0,270	1									
Elongación	0,927	0,072	1								
Perímetro	0,982	0,264	0,910	1							
Area	0,953	0,400	0,787	0,942	1						
Dim. Fractal	0,301	-0,472	0,461	0,318	0,192	1					
Prof. Card	-0,183	0,394	-0,314	-0,160	-0,083	-0,700	1				
Prof. Fondo	-0,239	0,101	-0,308	-0,241	-0,172	-0,297	0,067	1			
Indice altura	-0,088	-0,136	-0,062	-0,082	-0,092	0,135	-0,381	0,622	1		
Sa	0,718	0,377	0,633	0,682	0,727	0,153	-0,082	-0,133	-0,104	1	
Densidad	-0,233	-0,003	-0,266	-0,232	-0,201	-0,479	0,275	0,208	-0,026	-0,106	1

Tabla 89
Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales, agregaciones nocturnas.

	Com.1	Com.2
Valor propio	4,57	2,11
% variabilidad	57,18	26,32
% acumulado	57,18	83,50

Tabla 90
Correlación de las variables originales con los componentes principales, agregaciones nocturnas.

Variable	Com.1	Com.2
Largo	0,98	0,06
Alto	0,27	0,80
Elongación	0,93	-0,16
Perímetro	0,97	0,05
Area	0,94	0,20
Dim. Fractal	0,39	-0,83
Prof. Card	-0,26	0,81
Sa	0,79	0,21

A N E X O S

A N E X O 1

Personal participante
por actividad y objetivo
específico
FIP N° 2007-02)

PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO

Proyecto: Evaluación Hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008.

OBJETIVO B1 Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el periodo de máxima reclutamiento a la pesquería

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	90	90	51	45	298
J.Córdova	90	45	45		180
A.Saavedra	133				133
F.Leiva	180	180	90	90	540
H.Miranda			48		48
V.Correa	180				180
Total	**673**	**315**	**65**	**90**	**963**

OBJETIVO B2 Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual e items alimentarios del stock recluta de anchoveta en el area de estudio.

Personal	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
C.Hernández	180	270	90	90	630
R.Serra			48		48
J.Castillo		15	51	10	76
G. Rodríguez	180				180
R.Riffo	180				180
F.Cerna		40	10	30	80
A.López		90			90
L.Herrera	12	12	18	18	60
G.Claramunt		12	20	20	52
E.Oliva		12	20	20	52
Ayudante 1		80			80
Ayudante 2		80			80
Ayudante 3		80			80
Total	**552**	**691**	**257**	**188**	**1688**

OBJETIVO B.3 Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas, metereológicas y oferta ambiental de alimento predominantes en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTA
M.Pizarro	143	143	37	90	413
H.Reyes	143	138	90	90	461
J. Castillo	42	20	51	5	118
V. Catasti		180	90	90	360
Total	**328**	**481**	**268**	**275**	**1352**

Objetivo B4 Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.

PERSONAL	CRUCERO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TOTAL
J.Castillo	20		47	5	72
A.Saavedra	47	135	45	90	317
Total	**67**	**135**	**92**	**95**	**389**

A N E X O 2

CD contiene:

- Base de datos corregida
- Informe final (pdf)
- Resumen ejecutivo (word)

Proyecto FIP N° 2007-02

FIP N° 2007-02
FONDO INVESTIGACION PESQUERA 2007
INFORME FINAL
FIP N° 2007-02
ANEXO 2
- BASE DE DATOS (CORREGIDA)
- INFORME FINAL (pdf)
- RESUMEN EJECUTIVO (word)
Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008
SEPTIEMBRE
2008

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl