



INFORME FINAL

**Evaluación hidroacústica reclutamiento de
anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2012**

SUBPESCA / Diciembre - 2012



SUBPESCA / Diciembre - 2012

AUTORES

Evaluación acústica de la biomasa, abundancia, distribución espacial y caracterización de cardúmenes de anchoveta en la XV, I y II Regiones en la primavera del 2011

**Jorge Castillo P.
Alvaro Saavedra G.
Francisco Leiva D
Víctor Catasti B..
Carolina Lang A.
René Vargas S.**

Condiciones hidrográficas, distribución y abundancia de feopigmentos en la XV, I y II Regiones durante la primavera del 2011

**Hernán Reyes R.
Milena Pizarro R.**

Biología Pesquera de la anchoveta en la XV, I y II Regiones durante el periodo del reclutamiento. Primavera 2011

Bernardo Leiva P.

Edad y Crecimiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones en la primavera de 2011

**Francisco Cerna T.
Amalia López A.**

Distribución espacial y modelamiento de la anchoveta con las condiciones oceanográficas en la XV, I y II Regiones durante la primavera de 2011

**Víctor Catasti B.
Carolina Lang A.**

Caracterización de la oferta ambiental de alimento, en la XV, I y II Regiones en la primavera del 2011: componente fitoplanctónica

Liliana Herrera C.

Caracterización de la oferta ambiental de alimento, en la XV, I y II Regiones en la primavera del 2011: componente zooplanctónica

**Vivian Valenzuela C.
Jorge Angulo A.
Juan Carlos Saavedra N.**

COLABORADORES

Instituto de Fomento Pesquero
**René Riffo C.
Roberto Lorca G.**

Universidad Arturo Prat
**Jeannelle Jaque B.
Débora Albornoz P.**



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 entre la XV y II Regiones en el periodo de reclutamiento del 2011. Los datos fueron recolectados en un crucero realizado a bordo del B/C “Abate Molina” entre el 27 de noviembre y el 23 de diciembre del año 2011. 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; 20 réplicas nocturnas; 105 estaciones oceanográficas y 63 lances de pesca de reconocimiento con arrastre a media agua.

Las principales especies presentes en los lances de pesca de identificación con arrastre de media agua fueron: medusa con 33.196 kg (83,7%); anchoveta con 4.108 kg (10,4%), mote con 1.446 kg (3,6%), jurel con 413 kg (1%) y otras especies (calamar, agujilla, pampanito, caballa, jibia, mictofidos, eufausidos, mantaraya, langostino pelágico y vinciguerría) con 503 kg (1,27%).

La abundancia total de anchoveta varió entre 8.069,1 ($\pm 14,7\%$) y 8.170,5 ($\pm 10,38\%$) millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el método bootstrap. De este total, el 25,8% correspondió a reclutas (≤ 12 cm) (2.080 millones de ejemplares). La biomasa total de anchoveta varió entre 168.289,7 ($\pm 18,5\%$) y 170.405,6 t ($\pm 13,0\%$) según el método aplicado, siendo el mayor con el bootstrap, el 4,6% de esta biomasa correspondió a la fracción juvenil con 7.890 t. El resultado más preciso se consiguió con el método geoestadístico (162.323 t $\pm 8,1\%$), siendo solamente un 4,7% menor que la estimación mas alta. El 42,8% de la abundancia y de la biomasa total se localizó al norte de punta de Lobos (21° 04,5’S), sector donde se registró una densidad de $2,3 \times 10^6$ ind/mn² y 49 t/mn², respectivamente. Mientras que entre Michilla (22° 37’S) y caleta Agua Dulce (24° 4,7’S) se registró el 36,3% de la abundancia y biomasa, con densidades de $8,9 \times 10^6$ ind/mn² y 186,1 t/mn². Los reclutas de anchoveta se localizaron en sectores aislados entre las latitudes 19°32’ (norte Pisagua) a 19°58’S (sur caleta Buena) y en las cercanías de punta Tames (22°40’S) y en 23°17’S.

La estructura de tallas de anchoveta varió entre 4,5 y 17,5 cm con una moda principal centrada en 15,5 cm y secundarias en 6,5 y 9,5 cm.

La abundancia total y reclutas de anchoveta, se encuentran entre los valores más bajos de la serie desde 1997, mientras que la biomasa total sólo supera levemente al mínimo histórico obtenido en diciembre del 2008. En lo que se refiere a la fracción reclutas, en términos de peso y número, también se constata que los resultados alcanzados en el presente crucero fueron los menores de la serie histórica.

De las anchovetas muestreadas solo al 6,5% fueron indeterminadas sexualmente, de las sexuadas, el 49,5% correspondieron a machos y el 50,5% a hembras. El IGS promedio fue 4,4% predominando los estados de madurez 3 (50,4%) y 2 (45,0%).



La abundancia de anchoveta por grupos de edad (GE) se distribuyó entre los grupos 0 y II, predominando el GE I con 53% (4.100 millones de ejemplares), el GE 0, considerado reclutas (<12 cm), se redujo en 17.000 millones de ejemplares respecto al mismo periodo del año anterior.

En el periodo 2007-2011 hay una tendencia negativa en el tamaño de las agregaciones de anchoveta, una disminución en el valor del s_A promedio por cardumen y una reducción sostenida en el número de agregaciones en los últimos tres años. Se mantienen las diferencias diurno-nocturno con agregaciones de anchoveta nocturna de mayor tamaño, más alargadas pero de menor densidad que las del día, no presentando grandes diferencias en su comportamiento batimétrico y en su altura.

En diciembre del 2011 la región ecuatorial se veía afectada por un proceso frío La Niña en retroceso y de intensidad débil, mientras que en la zona norte de Chile, estudiada en el crucero las ATSM de crucero y satelitales presentaron condiciones neutrales, aunque con anomalías negativas en el sector costero, y positivas y negativas en el sector oceánico ambas en general no significativas. Los vientos, débiles, no se diferenciaron mayormente de los registrados en los cruceros anteriores. El AST en la mezcla estuvo en las proporciones vistas en años anteriores, y el AESS llegó por sobre los 50 m con participación entre el 80% en el sector centro norte y 70 % en el sur, lo que favoreció la actividad fitoplanctónica en toda la zona de estudio. Se detectó surgencia activa en la costa, sin embargo este proceso fue débil. El AESS tuvo una mayor presencia en el sector más costero en Arica, entre caleta Buena y punta Arenas y desde caleta El Cobre al sur, lo que se vio reflejado en los focos de concentraciones < 5 mL/L. La distribución de clorofila este año presentó altas concentraciones (> 5 $\mu\text{g/L}$), a lo largo de casi toda la costa: sur de Arica y desde caleta Camarones hasta Antofagasta, siendo el segundo crucero más productivo de la serie. Sin embargo, a pesar de lo anterior las concentraciones de feopigmentos fueron anómalamente altas también, lo que podría estar relacionado a una intensa presión de pastoreo.

El microfitoplancton estuvo dominado por las diatomeas con más del 80% de la abundancia compuesta principalmente por la especie *Thalassiosira minuscula*. En segundo lugar y con aportes marginales se registraron los flagelados con menos de 5 cél/mL por estación. La distribución espacial estuvo influenciada por la especie dominante T. minuscula, localizándose en la franja costera en los primeros 10 m de profundidad entre Arica (18°25'S) y punta Lobos (21°30'S) y desde el sur de Punta Copaca (22°30'S) a Mejillones (23°10'S), con una dominancia casi mono-específica de T.minuscula al norte de punta Arenas (21°40'S) y *Chaetoceros convolutus* y *Leptocylindrus danicus* desde bahía Moreno (23°30'S) al sur. Los flagelados no exhibieron un patrón definido de distribución ni dominancia mono-específica. Al sur de 23°20'S dominó *P. gracile*. La abundancia de las diatomeas fue similar a la informada durante diciembre de 2010, sin embargo, la casi ausencia del grupo desde Bahía Moreno (23°40'S) al sur, generó diferencias estadísticamente significativas con todos los cruceros anteriores. Los flagelados presentaron las concentraciones más bajas registradas a la fecha, lo cual también generó diferencias significativas con todos los cruceros previos. El espectro de tamaños de las diatomeas mostró un leve incremento, generándose diferencias significativas con diciembre de 2007 y 2009, ya que en estos años el promedio estuvo



por debajo de los 200 μm . Los flagelados también mostraron un aumento, logrando similitud con diciembre de 2008, cuando el promedio superó los 300 μm .

La abundancia zooplanctónica registrada durante la primavera de 2011 evidenció un incremento superior al 64% respecto del año previo. El zooplancton estuvo compuesto principalmente por cuatro grupos (copépodos, poliquetos, nauplis y cladóceros) con el 93% de la abundancia relativa total de la zona, donde el mayor aporte correspondió a copépodos con 86,5 % de la abundancia total; el 7% restante correspondió a los demás grupos (medusas, salpas, doliólidos, radiolarios, estomatópodos, foraminíferos, isópodos y ctenóforos), quienes aportaron con menos del 0,02% de la dominancia.

La mayor abundancia de organismos zooplanctónicos se localizó en las primeras 10 mn de la costa entre punta Patache a punta Arenas (35% del total), influenciado principalmente con la distribución del grupo dominante de los copépodos. Al sur de Antofagasta se reduce notoriamente la presencia y abundancia del zooplancton.

La biomasa zooplanctónica estuvo conformada principalmente por copépodos, poliquetos y nauplis, con un promedio por estación de 352 ml/1000 m^3 , valor inferior a los 550 ml/1000 m^3 , del 2010. Por primera vez en la serie disponible para la zona norte, se registra una reducción relativa de los quetognatos.

Del análisis integrado de los coeficientes $V(Cramer)$ se señala que las fracciones, adultos y reclutas de anchoveta, presentaron correlaciones similares con las variables ambientales, específicamente, el fitoplancton alcanzó un índice $V(Cramer)$ de 0,49 y la salinidad de 0,39. Asimismo, para la masa de agua ASAA se ajustaron dos modelos, el primero indicó una relación significativa pero inversa con el IOC, mientras que el segundo señaló una asociación directa entre la densidad de anchoveta y el porcentaje de ASAA, es decir a mayor porcentaje de ASAA mayor presencia del recurso ($r^2=0,36$ adultos y $r^2=0,49$ reclutas).





II. ÍNDICE GENERAL

	Página
I. RESUMEN EJECUTIVO	1
II. ÍNDICE GENERAL	5
III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS	11
IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO	24
1. Objetivo general	24
2. Objetivos específicos	24
V. ANTECEDENTES	25
VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO	28
1. Objetivo específico B1: <i>Estimar la abundancia (en número) y la biomasa (en peso) de la fracción recluta de anchoveta que se incorporan en el periodo de máximo reclutamiento a la pesquería.</i>	28
1.1 Zona de estudio	28
1.2 Plan de muestreo acústico	28
1.3 Calibración del sistema acústico	29
1.3.1 Calibración electroacústica	29
1.3.2 Medición del TS <i>in situ</i> de anchoveta	29
1.4 Identificación de especies	31
1.4.1 Método acústico (Guzmán <i>et al.</i> , 1983)	31
1.4.2 Pescas de identificación	31
1.5 Procesamiento de la información acústica	32
1.6 Correcciones de la información acústica	33
1.6.1 Sesgo de orilla en la evaluación acústica de Anchoveta	33
1.6.2 Zona muerta de superficie	33
1.7 Estimación de la abundancia y la biomasa	33
1.7.1 Estratificación de la estructura de tallas	33
1.7.2 Estimación de la abundancia (en número) y la biomasa (en peso)	34
1.7.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa	36
1.7.4 Estimación del coeficiente de error (%) y Coeficiente de variación (CV)	39
2. Objetivo específico B2. <i>Estimar la composición de talla, peso, edad, proporción sexual del stock recluta de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad</i>	40



2.1	Determinación de la estructura de tallas y pesos de la anchoveta en la zona de estudio -----	40
2.1.1	Muestreo de las capturas de lances de mediagua -----	40
2.1.2	Estructura de tallas -----	41
2.1.3	Estimador de la composición en talla -----	41
2.1.4	Pesos medios a la talla -----	42
2.1.5	Expansión al área total -----	43
2.1.6	Relación longitud/peso -----	44
2.2	Descripción de los estadios de madurez de anchoveta -----	44
2.3	Índice gonadosomático -----	47
2.4	Proporción sexual -----	47
2.5	Estimación y composición de la edad de anchoveta -----	47
2.5.1	Estimación de la edad -----	47
2.5.2	Lectura de otolitos -----	48
2.5.3	Clave edad- talla y composición de la abundancia por edad -----	48
2.5.3.1	Clave edad-talla -----	48
2.5.3.2	Abundancia en número por grupo de edad -----	49
2.5.3.3	Expansión de la abundancia en número a los grupos de edad -----	49
2.5.3.4	Peso medio a la edad -----	50
3.	Objetivo B3. <i>Determinar las áreas de reclutamiento principales de anchoveta y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando además, las condiciones oceanográficas, meteorológicas y oferta ambiental del alimento predominante en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.</i> -----	51
3.1	Distribución espacial de los recursos -----	51
3.2	Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones durante la primavera del 2011. -----	53
3.2.1	Recolección de muestras y registros de datos -----	53
3.2.2	Procesamiento de la información oceanográfica -----	54
3.2.3	Información satelital del periodo del crucero -----	58
3.2.4	Condiciones oceanográficas en el periodo 2002-2011 -----	58
3.2.5	Caracterización de la condición ambiental regional -----	59
3.3	Caracterización de la oferta ambiental del alimento entre las XV y II Regiones durante la primavera de 2011 -----	59
3.3.1	Componente fitoplanctónica -----	59
3.3.1.1	Muestreo biológico de la componente microfitoplancton -----	59
3.3.1.2	Procesamiento de la muestras de microfitoplancton -----	59
3.3.1.3	Análisis de la información -----	60
3.3.2	Componente zooplanctónica -----	60
3.3.2.1	Calibración de los flujómetros -----	60
3.3.2.2	Diseño de muestreo -----	61
3.3.2.3	Recolección de las muestras -----	61
3.3.2.4	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas -----	61



3.3.2.5	Análisis de las clases de tamaño del mesozooplankton -----	63
3.3.2.6	Índices comunitarios-----	63
3.3.2.7	Interrelaciones entre parámetros comunitarios -----	66
3.3.2.8	Comparación de estructuras zooplánctónicas por zonas-----	67
3.4	Relaciones entre la distribución espacial de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento -----	68
3.4.1	Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la anchoveta-----	68
3.4.1.1	Relaciones entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables oceanográficas-----	70
3.4.1.2	Estimación de los centros de gravedad (CG)-----	71
3.4.2	Modelamiento entre la densidad acústica de anchoveta y las condiciones ambientales -----	71
4.	Objetivo específico B4. <i>Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta en el área de estudio.</i> -----	72
4.1	Descriptores de una agregación-----	72
4.2	Análisis de los datos -----	75
VII.	RESULTADOS -----	76
1.	Determinar las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante la primavera de 2011 (Objetivo específico 3) -----	76
1.1	Dinámica de los vientos -----	76
1.2	Condiciones hidrográficas <i>in-situ</i> horizontales en superficie y en la Vertical -----	76
1.2.1	Condiciones horizontales en superficie -----	76
1.2.2	Condiciones hidrográficas verticales-----	78
1.2.3	Masas de agua -----	81
1.2.4	Clorofila-a y feopigmentos-----	82
1.3	Condiciones oceanográficas satelitales durante el crucero -----	84
1.3.1	Temperatura Superficial del Mar (TSM)-----	84
1.3.2	Anomalía del nivel del mar y circulación geostrofica-----	84
1.3.3	Clorofila satelital-----	85
1.4	Condiciones oceanográficas periodo 2002-2012 -----	85
1.4.1	Condición Regional en el periodo 2002-2012 -----	85
1.4.2	Serie anomalía de temperatura satelital-----	86
1.4.3	Oxígeno Disuelto-----	86
1.4.4	Serie de Clorofila satelital-----	87
2.	Determinación de la oferta ambiental de alimento entre la XV y II Regiones durante la primavera de 2011 (Objetivo 3) -----	88
2.1	Componente Microfitoplanctónica-----	88
2.1.1	Análisis de la información-----	90



2.2	Componente Zooplanctónica	91
2.2.1	Composición y abundancia del macrozooplancton	91
2.2.2	Abundancia zooplanctónica total	93
2.2.3	Biomasa zooplanctónica	94
2.2.4	Análisis de las Clases de tamaño del mesozooplancton	94
2.2.5	Estructura comunitaria	95
2.2.6	Comparación de estructuras zooplanctónicas por zona	97
2.2.6.1	Análisis exploratorio de datos	97
2.2.6.2	Comparación de estructuras para la zonificación latitudinal	98
3.	Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad (Objetivo específico 2)	99
3.1	Selectividad de la red de arrastre a media agua Engel, utilizada por el B/C Abate Molina	99
3.1.1	Comparación estructura de tallas entre cerco y arrastre	100
3.2	Resultado de los lances de pesca	101
3.2.1	Estructura de tallas de anchoveta	102
3.2.1.1	Estratificación de las estructuras de tallas de anchoveta por subzonas y análisis estadístico mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DGH)	102
3.2.2	Estructura de tallas de jurel	103
3.2.2.1	Estratificación de las estructuras de tallas de jurel	103
3.2.2.2	Análisis estadístico de la estratificación de tallas en las subzonas establecidas para jurel, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG)	103
3.2.3	Relación longitud-peso de anchoveta	103
3.2.4	Relación longitud-peso de jurel	104
3.2.5	Indicadores de madurez sexual de anchoveta en la primavera de 2011	104
3.2.5.1	Proporción sexual de anchoveta	104
3.2.5.2	Índice Gonadosomático IGS y estados de madurez de la anchoveta	104
3.3	Determinación de las estructuras de edad de anchoveta	105
3.3.1	Clave Edad Talla	105
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 Específico 1).	105
4.1	Calibración hidroacústica	105
4.2	Calibración de la intensidad de blanco TS <i>in situ</i> de anchoveta	105
4.3	Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta	106
4.3.1	Precisión de los estimados de la abundancia y de la biomasa de anchoveta	107
4.4	Estructura de edad de la Anchoveta	107



5.	Distribución espacial de los recursos (Objetivo específico 3)	108
5.1	Total de especies	108
5.2	Anchoveta	108
5.2.1	Índice de Ocupación (IOC)	109
5.3	Medusa	109
5.4	Pez linterna	110
5.5	Jurel	110
5.6	Distribución batimétrica de la anchoveta (Objetivo específico 3)	110
5.6.1	Análisis latitudinal de los predictores	110
6.	Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales Físicas y oferta de alimento (Objetivo específico 3)	112
6.1.	Relación entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables bio-oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfica	112
6.1.1	Relación de las densidades de anchoveta con la temperatura	112
6.1.2	Relación de las densidades de anchoveta con la salinidad	113
6.1.3	Relación de las densidades de anchoveta con el oxígeno disuelto	113
6.1.4	Relación de las densidades de anchoveta con la densidad del agua de mar	113
6.1.5	Relación de las densidades de anchoveta con la clorofila "a"	113
6.1.6	Relación de las densidades de anchoveta con la oferta alimentaria	113
6.1.7	Relación de las densidades de anchoveta con masas de agua	114
6.2	Distribución espacial de la anchoveta en los cruceros de verano (período 1996 – 2012)	114
6.2.1	Variaciones interanuales de los centros de gravedad (CG) de la distribución de anchoveta	115
6.2.2	Modelamiento estadístico de la densidad de anchoveta y las condiciones ambientales	116
7.	Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta (Objetivo específico 4)	117
7.1	Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas	117
7.1.1	Descriptores morfológicos	117
7.1.2	Descriptores batimétricos y distancia a la costa	118
7.1.3	Descriptores de energía	118
7.1.4	Valores promedio descriptores por rango de hora	119
7.1.5	Valores promedio descriptores agregaciones costeras y no costeras	120
7.2	Análisis de los componentes principales	121
7.2.1	Agregaciones diurnas	121
7.2.2	Agregaciones nocturnas	121



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	123
1. Análisis de la hidrografía	123
2. Oferta ambiental de alimento	126
3. Biología pesquera	128
4. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta	129
5. Distribución espacial de la anchoveta	131
6. Precisión de los estimados de biomasa	132
7. Relaciones entre la biomasa de anchoveta y las capturas	132
8. Relaciones entre la distribución y abundancia de anchoveta y las variables bio-oceanográficas	133
8.1 Análisis mediante SIG	133
8.2 Modelamiento GAM	133
9. Variación interanual de descriptores de las agregaciones de anchoveta	134
IX. CONCLUSIONES	136
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
XI. TALLER DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	149

FIGURAS

TABLAS

ANEXOS:

Anexo 1. Taller de presentación de Resultados.

Anexo 2. CD con Base de datos.



III. ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS

FIGURAS

- Figura 1.** Estructura de tallas de anchoveta capturadas mensualmente por la flota cerquera de la zona norte en el periodo 2001-2011. E indica enero y D diciembre.
- Figura 2. a)** Localización de las transectas acústicas diurnas y las prospecciones costeras, b) Localización de las transectas acústicas nocturnas y las estaciones bio-oceanográficas (105) y c) Localización de los lances de pesca realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 3.** 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.
- Figura 4.** Área de estudio y localización de las estaciones bio-oceanográficas durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 5.** Posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero RECLAN-Primavera 2011.
- Figura 6.** Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento entre 5 y 10 m/s, c) índice de surgencia promedio por grado de latitud y d) índice de turbulencia. Crucero diciembre 2011.
- Figura 7.** Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero diciembre 2011.
- Figura 8.** Distribución superficial de a) densidad (σ_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 2011.
- Figura 9.** 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 2011.
- Figura 10.** 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 2011.
- Figura 11.** Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.



- Figura 12.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 13.** Distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 14.** Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 15.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011
- Figura 16.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 17.** Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 18.** Distribución de a) clorofila-a estimada superficial ($\mu\text{g}/\text{L}$), b) feopigmento superficial ($\mu\text{g}/\text{L}$), c) clorofila estimada integrada (mg/m^2), y d) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero diciembre 2011.
- Figura 19.** Distribución vertical de clorofila-a estimada ($\mu\text{g}/\text{L}$) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.
- Figura 20.** Distribución vertical de feopigmentos ($\mu\text{g}/\text{L}$) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011
- Figura 21.** Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre los días a) 25 de noviembre y 2 de diciembre, b) 3 y 10, y c) 11 y 18 de diciembre del 2011 (Fuente: MODIS-A).
- Figura 22.** Anomalia de la temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) de la imagen del satélite MODIS-A correspondiente al promedio del mes de diciembre del 2011.
- Figura 23.** Imágenes diarias de anomalía del nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 1, 8 y 14 de diciembre del 2011 (Fuente: Aviso).
- Figura 24.** Clorofila-a ($\mu\text{g}/\text{L}$) de imágenes de satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 25 de noviembre y 2 de diciembre, b) 3 y 10, y c) 11 y 18 de diciembre del 2011. (Fuente: MODIS-A).
- Figura 25. a)** Serie de tiempo del Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) y b) serie de rangos de intensidad de los periodos cálidos y fríos asociados al valor MEI para el periodo Julio 2002 – abril 2012. Se incluyen los momentos de realización de los cruceros RECLAN desde el año 2007.



- Figura 26.** Series de tiempo para el período julio 2002- abril 2011 de a) Índice Multivariado Ecuatorial (MEI) que incluye el momento de realización de los cruceros RECLAN desde el año 2007 y b) promedio de las anomalías de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) por fecha entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero y oceánico. Diagrama Hovmöller para el mismo período de la anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) superficial del mar (satelital) c) costera y d) oceánica, para el área entre las latitudes 18° a 26°S . El cálculo de las anomalías se indica en la metodología.
- Figura 27.** Series de tiempo para el período julio 2002- abril 2011 de a) Índice Multivariado Ecuatorial (MEI) que incluye el momento de realización de los cruceros RECLAN desde el año 2007 y b) promedio de la concentración de clorofila satelital ($\mu\text{g/L}$) por fecha entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero, las cruces representan el valor promedio superficial de clorofila-a de todas las estaciones de cada crucero. Diagrama Hovmöller para el mismo período de la concentración de clorofila-a satelital (promedio mensual) ($\mu\text{g/L}$) c) costera y d) oceánica, para el área entre las latitudes 18° a 26°S . El cálculo de las concentraciones de cloa se indica en la metodología.
- Figura 28.** Distribución horizontal de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 29.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los $18^{\circ}25'$ y $20^{\circ}00'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 30.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los $20^{\circ}20'$ y $21^{\circ}20'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 31.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los $21^{\circ}40'$ y $23^{\circ}20'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 32.** Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los $23^{\circ}40'$ y $24^{\circ}40'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 33.** Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre la superficie y 10 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 34.** Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) a 30 m y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 35.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los $18^{\circ}25'$ y $20^{\circ}00'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 36.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los $20^{\circ}20'$ y $21^{\circ}20'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 37.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los $21^{\circ}40'$ y $23^{\circ}00'$ de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.



- Figura 38.** Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 23°20' y 24°40' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 39.** Distribución horizontal del espectro de tamaño de diatomeas (μm) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 40.** Distribución horizontal del espectro de tamaño de flagelados (μm) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.
- Figura 41.** Áreas de abundancia microfitoplanctónica resultantes del análisis de agrupación. En los recuadros las especies de diatomeas y flagelados representativas de cada grupo.
- Figura 42.** Distribución y abundancia de copépodos . Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 43.** Distribución y abundancia de poliquetos . Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 44.** Distribución y abundancia de nauplis . Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 45.** Distribución y abundancia de cladóceros. Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 46.** Distribución de la abundancia total del zooplancton. Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 47.** Distribución de la biomasa zooplanctónica. Crucero RECLAN- Primavera 2011.
- Figura 48.** Distribución de los valores de abundancia (\log_2 partículas/100 m^3), y abundancia acumulada (%) de partículas zooplanctónicas por clases de tamaño.
- Figura 49.** Abundancia de los organismos zooplanctónicos (ind/m^3): A) Menores a 2.25mm de longitud, B) Mayores a 2.25mm de longitud.
- Figura 50.** Microfotografía óptica de los cladóceros : A) *Evadne nordmanni* (Loven, 1835) (100 x) y B) *Podon polyphemoides* (Leuckart, 1859) (200 x).
- Figura 51.** Gráficos de distribución de frecuencias de los valores obtenidos en los índices comunitarios: A) índice de riqueza específica de Margalef, B) índice de diversidad de Shannon & Weaver y C) índice de uniformidad de Pielou.
- Figura 52.** Distribución espacial de los valores de los índices comunitarios: A) índice de riqueza específica de Margalef, B) índice diversidad de Shannon & Weaver y C) índice de uniformidad de Pielou.
- Figura 53.** Dendograma de grupos zooplanctónicos para análisis sin diferenciación de zona y distancia a la costa.



- Figura 54.** Proporción de estaciones observadas por periodo del día y separadas por zona y distancia a la costa, crucero verano. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden a los tamaños de muestra.
- Figura 55.** Proporción del número de taxas observadas por periodo del día y separadas por zona y distancia a la costa, crucero verano. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden al número de taxas en millones.
- Figura 56.** Porcentaje de estaciones y número de taxas ($\times 10^6$) respecto de distancia a la costa y zona.
- Figura 57.** Composición de la estructura zooplanctónica según zonificación latitudinal y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada taxa.
- Figura 58.** Composición de la estructura zooplanctónica según distancia a la costa y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada taxa.
- Figura 59.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta: a) Total de lances positivos de anchoveta flota cerquera XV a II Región. Diciembre 2011 y b) Total de lances positivos de anchoveta con arrastre de media agua B/C Abate Molina. XV a II Reg., Dic-2011.
- Figura 60.** Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta. Lances con correspondencia temporal y espacial. Regiones XV a II, período diciembre 2011: a) de cerco y b) de arrastre de mediagua.
- Figura 61.** Estructura de talla de anchoveta y de jurel para zona establecida. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 62.** Estructura de tallas para anchoveta lances 4, 5, 7 y 9 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 63.** Estructura de tallas para jurel lances 22, 36, 37 y 39 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 64.** Relación longitud – peso establecida para anchoveta. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 65.** Relación longitud – peso establecida para jurel. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 66.** Proporción de machos y de hembras del total de ejemplares sexuados de anchoveta para el total de la zona. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 67.** Índice gonadosomático de anchoveta por sexo para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 68.** Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN152-1112.
- Figura 69.** IGS de anchoveta para la zona total de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN152-1112.



- Figura 70.** Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 71.** Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.
- Figura 72.** Abundancia (→)(millones de ejemplares) y biomasa (← →) (toneladas) de anchoveta a la talla entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112
- Figura 73.** Abundancia (→)(millones de ejemplares) y biomasa (← →) (toneladas) de jurel a la talla entre Arica (XV Región) y punta Buitre (II Región) en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112
- Figura 74.** Composición de captura en número por grupo de edad de anchoveta Cruceros de evaluación hidroacustica Zona Norte (XV, I y II región), 2006 al 2011.
- Figura 75.** Distribución espacial de anchoveta (a) y jurel (b) entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112.
- Figura 76.** Distribución espacial de medusa (a) y vicinguerria (b) entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112
- Figura 77.** Indices de ocupación (IOC) de las distribuciones de anchoveta. Período 1996-2012.
- Figura 78.** Box plot de la densidad acústica de anchoveta, distancia de costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno (ml/l) y densidad (sigma-t) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 79.** Box plot de las variables clorofila (mg/m²), fitoplancton (cel/ml) y zooplancton (ind/m³) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 80.** Distribución latitudinal de las masas de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Subtropical (AST) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). Crucero RECLAN 1112
- Figura 81.** Distribución espacial de los adultos y reclutas de anchoveta y de las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 82.** Distribución batimétrica de la anchoveta. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 83.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN 1112.
- Figura 84.** Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN 1112.



- Figura 85.** Distribución espacial de las distribuciones de anchoveta en la zona norte de Chile a) adultos y b) reclutas.
- Figura 86.** Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.
- Figura 87.** Rangos de distribución históricos respecto de la salinidad de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.
- Figura 88.** Localización de los centros de gravedad históricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.
- Figura 89.** Efectos de los predictores masa de agua Subantártica (ASAA), abund. De fitoplancton (fito), latitud (lat), masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AEES), profundidad media de las agregaciones (zmed), distancia de costa (dcost) y masa de agua Subtropical (AST) sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM. Líneas segmentadas corresponden a bandas de confianza y lo(predictor) función suavizadora loess.
- Figura 90.** Valores promedio e Intervalo de confianza del largo, alto y elongación de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.
- Figura 91.** Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro, área y dimensión fractal de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.
- Figura 92.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.
- Figura 93.** Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa, energía retrodispersada (s_A) y densidad acústica de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.
- Figura 94.** Promedio del largo, alto y elongación de agregaciones por rango de hora
- Figura 95.** Promedio del perímetro, área y dimensión fractal por rango de hora.
- Figura 96.** Promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura por rango de hora.
- Figura 97.** Promedio de la distancia a la costa, energía retrodispersada y densidad de agregaciones por rango de hora.
- Figura 98.** Promedio de largo, alto y elongación de agregaciones según distancia a la costa y crucero, condición diurna.
- Figura 99.** Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.



- Figura 100.** Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.
- Figura 101.** Promedio s_A y de densidad de agregaciones según distancia a la costa y crucero, condición diurna y nocturna.
- Figura 102.** Factor de condición (FC) promedio de anchoveta. Cruceros RECLAN dic. 2007, dic. 2008, dic. 2009, dic. 2010 y dic. 2011. XV, I y II Regiones.
- Figura 103.** Factor de condición (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceros RECLAN dic. 2010 y dic. 2011. XV, I y II Regiones.
- Figura 104.** Abundancia (millones) y Biomasa (t) de anchoveta total y reclutas (<12 cm.) entre Arica y pta. Buitre en las primaveras-verano del periodo 1996-2011. Se indican los promedios de los totales para los periodos 1996-2002; y 2007-2012.
- Figura 105.** Serie de tiempo de las biomásas anuales y las capturas de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta
- Figura 106.** Relación funcional de las capturas anuales de anchoveta y las biomásas estimadas en primavera-verano del periodo 1986-2002 y 2007-2012 en la zona Arica-Antofagasta
- Figura 107.** Relación funcional de las capturas Enero a mayo de anchoveta y las biomásas estimadas en primavera-verano del periodo (a) 1986-2012 y (b) 1986-2002 y 2007-2012, en la zona Arica-Antofagasta
- Figura 108.** Índice de ocupación de anchoveta en función de la salinidad. Período 1996-2012.
- Figura 109. a)** Índice de ocupación de anchoveta y b) Promedio S_a en función del porcentaje de masa de agua ASAA. Período 1996-2012.
- Figura 110.** Valores promedio del largo, alto y elongación para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.
- Figura 111.** Valores promedio del perímetro, área y dimensión fractal para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.
- Figura 112.** Valores promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.
- Figura 113.** Valores promedio de la energía retrodispersada s_A , y densidad para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.
- Figura 114.** Valores promedio de la distancia a la costa y número de observaciones para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.



TABLAS

- Tabla 1.** Categorías por densidad.
- Tabla 2.** Valores de primavera de los pares T-S de las aguas tipo, utilizados en los triángulos de mezcla.
- Tabla 3.** Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración <5 mL/L en los cruceros RECLAN XV- I-II, periodo 2007 - 2011.
- Tabla 4.** Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la XV, I y II Región, fase MEI y efecto en la zona de estudio.
- Tabla 5.** Especies de diatomeas identificadas durante el crucero de diciembre de 2011, con sus rangos de tamaño.
- Tabla 6.** Especies de flagelados identificadas durante el crucero de diciembre de 2011, con sus rangos de tamaño.
- Tabla 7.** Abundancia celular integrada (cél/mL) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).
- Tabla 8.** Tamaño promedio (μm) de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).
- Tabla 9.** Aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T) e inter-transecta (IT).
- Tabla 10.** Aporte porcentual (%) de las especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T) e inter-transecta (IT).
- Tabla 11.** Resultados del análisis comparativo entre la abundancia y tamaño del fitoplancton obtenidos durante el crucero de diciembre de 2011 y durante los cruceros realizados entre 2007 y 2010. K: estadístico de Kruskal-Wallis.
- Tabla 12.** Valores numéricos correspondientes a los grupos zooplanctónicos analizados entre 1 y 20 mn. Total: número total de individuos; N°est(+): estaciones positivas; MIN: mínimo; MAX: máximo; Media (t): promedio por estaciones totales; STD: desviación estándar; % FO: % de la frecuencia de ocurrencia, % DN: % de la dominancia numérica y CV: coeficiente de variación.
- Tabla 13.** Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).
- Tabla 14.** Grados de asociación entre pares de grupos zooplanctónicos sin diferenciación de zonas.



- Tabla 15.** Número estaciones, grupos zooplanctónicos y ejemplares para las zonas definidas en función a la distancia a la costa y periodo del día.
- Tabla 16.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según distancia a la costa y zona latitudinal.
- Tabla 17.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona y distancia a la costa.
- Tabla 18.** Lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2011. Principales Pesquerías Nacionales-Pelágicas Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta con las estructuras obtenidas en B/C Abate Molina.
- Tabla 19.** Lances correspondientes espacio/temporal de arrastre (B/C Abate Molina Crucero RECLAN152 1112) y lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2011. Ppales. Pesquerías Nacionales-Pelágicas Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta.
- Tabla 20.** Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco de la flota y arrastre a media agua del B/C Abate Molina: a) todos los lances de ambos artes de pesca y b) lances correspondientes espacio/temporal.
- Tabla 21.** Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina, diciembre 2011. Crucero Reclan152-1112
- Tabla 22.** Captura (kg) por especie y total realizada por el B/C Abate Molina con red de arrastre de mediaagua, diciembre 2011. Crucero Reclan152-1112
- Tabla 23.** Resumen de lances de pesca para la zona total, pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 24.** Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha = 0.05$). Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 25.** Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha = 0.05$). Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 26.** Parámetros de la relación longitud-peso de anchoveta, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para cada zona y zona total. Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 27.** Análisis de varianza de la relación longitud-peso de anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 28.** Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN152-1112.



- Tabla 29.** Parámetros de la relación longitud-peso de jurel, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.
- Tabla 30.** Clave Edad-Talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) crucero hidroacústico RECLAN XV, I y II, Diciembre 2011.
- Tabla 31.** Varianzas de la clave Edad-Talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) Crucero Hidroacústico RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.
- Tabla 32.** Calibración de los ecosondas (EK-60) a diferentes frecuencias y tamaño de pulso (μs) del B/I Abate Molina desde el 2008 y portátiles instalados en las lanchas L/M Punta Brava (RECLAS 1201) y L/M Don Ulmes (RECLAS 1205). Se indica N° de la General Purpose Transceiver (GPT).
- Tabla 33.** Posición y porcentaje de la captura en los lances seleccionados para estudio de TS. Crucero a) RECLAN152 1112.y b) Crucero RECLAN34 1202.
- Tabla 34.** Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico).
- Tabla 35.** Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)
- Tabla 36.** Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)
- Tabla 37.** Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)
- Tabla 38.** Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico).
- Tabla 39.** Biomasa (toneladas) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra ($24^{\circ}40'$). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter y Bootstrap).
- Tabla 40.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Bootstrap.
- Tabla 41.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta).Método Geoestadístico.
- Tabla 42.** Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método de Hansen.



- Tabla 43.** Composición en número por grupo de ad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método de KISH.
- Tabla 44.** Parámetros variogramas Anchoveta. RECLAN 12.
- Tabla 45.** Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) e Índices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos).
- Tabla 46.** Parámetros variogramas Jurel. RECLAN 12.
- Tabla 47.** Coeficientes $V(Cramer)$ de Cramer de la distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC. Crucero RECLAN 1112.
- Tabla 48.** Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de anchoveta seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Valores F, y Pseudo coeficiente de determinación.
- Tabla 49.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN1112.
- Tabla 50.** Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN1112
- Tabla 51.** Resultados ANDEVA para descriptores crucero RECLAN 1112, factor día-noche.
- Tabla 52.** Resultados ANDEVA para descriptores diurnos crucero RECLAN 1112, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.
- Tabla 53.** Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos crucero RECLAN 1112, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.
- Tabla 54.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.
- Tabla 55.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.
- Tabla 56.** Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.
- Tabla 57.** Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.
- Tabla 58.** Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.



Tabla 59. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

Tabla 60. Valores promedios de los descriptores por año para anchoveta, caso diurno y nocturno, serie 2007-2011.

ANEXOS:

- Anexo 1.** Taller de presentación de Resultados.
Anexo 2. CD con Base de datos.



IV. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1. Objetivo general

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

2 Objetivos específicos

- Estimar 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.
- Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla – edad.
- Determinar las áreas de reclutamiento principales y analizar su distribución y abundancia latitudinal y batimétrica, caracterizando y relacionando, además, las condiciones oceanográficas y meteorológicas, en los principales focos de abundancia durante el crucero de evaluación.
- Caracterizar y analizar las agregaciones de los recursos anchoveta en el área de estudio.



V. ANTECEDENTES

Actualmente la anchoveta (*Engraulis ringens*) constituye la especie más importante de la zona norte de Chile, sustentando una pesquería de cerco desarrollada entre las Regiones de Arica y Parinacota a Antofagasta.

Esta pesquería se caracteriza por la alta dependencia de la abundancia con los pulsos del reclutamiento, los que pueden tener importantes fluctuaciones interanuales dependiendo en gran medida de factores ambientales. Una manifestación de esta dependencia se registra en la variabilidad interanual de las capturas que han fluctuado 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.

El factor modulador del ambiente en la abundancia, distribución espacial, niveles de agregación, éxito del desove, reclutamiento y rendimiento pesquero de la anchoveta se ha evidenciado en los máximos históricos de la pesquería entre la XV y IV Región en los años 1994 y 1995, por efecto de las condiciones cálidas ó el importante incremento de la disponibilidad en la III-IV Región en 1998 que se reflejó en el aumento relativo de 68,6% de las capturas respecto a 1997, debido a El Niño 1997-98. Las condiciones frías tipo La Niña, generalmente producen una dispersión en la distribución espacial, reduciendo los rendimientos pesqueros.

Desde el punto de vista de su biología reproductiva, la anchoveta presenta 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; Einarsson y Rojas de Mendiola, 1963; Martínez *et al*, 2007).

El efecto del ambiente también se manifiesta en el comportamiento reproductivo de la anchoveta en la zona norte, evidenciándose algunos cambios en los últimos años en la estacionalidad y extensión del desove y que han repercutido en los reclutamientos. En este sentido es posible identificar tres periodos: el primero se sitúa en los años previos a 1993; entre 1999-2001 y a partir del 2002. En efecto el periodo 1987-93 el desove se caracterizaba 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. A partir del 2002 se presenta una notable reducción en la extensión temporal del máximo del desove, ciñéndose en forma importante sólo a los meses de invierno, entre julio y septiembre. Entre 2005 – 2006 y 2008-2009, 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) (Böhm *et al.*, 2011).

Vinculado con el comportamiento reproductivo, la distribución espacial del reclutamiento de anchoveta en la zona norte de Chile (XV, I y 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. La evolución mensual de las tallas de anchoveta capturadas por mes y zona en el periodo 2001-2011 (**Fig. 1**) muestra una alteración en el patrón temporal del reclutamiento entre 2002 y 2006, respecto al que podría considerarse típico, tendiendo a desaparecer en la primavera e intensificándose en la segunda mitad del verano. Situación que tendió a retornar a finales del 2006, 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 el 2009 es posible apreciar que se registró la presencia de los juveniles prácticamente durante todo el segundo semestre.

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 periodos 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). En contrario, cuando las gradientes frontales térmicas y salinas se relajan debido al enfriamiento de la zona, aumentan los límites occidentales de la distribución. En general, al sur de Mejillones la anchoveta aumenta su asociación con la costa en ambas estaciones.

La anchoveta presenta un comportamiento gregario típico de los peces pelágicos, conformando cardúmenes relativamente densos durante las horas de luz diurna y formando estratos superficiales de densidad variable en la noche (Castillo *et al.* 2003). Este tipo de comportamiento, determina que las densidades acústicas promedio diurnas son mayores que las nocturnas (Castillo *et al.*, 2007). 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.

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 normalizó a partir de la primavera del 2006.

Desde el punto de vista ambiental, las investigaciones realizadas en los proyectos financiados por el Fondo de Investigación Pesquera en la zona norte desde 1993 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 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.



VI. METODOLOGÍA POR OBJETIVO

- 1. Objetivo específico 1.** Estimar 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.

1.1 Zona de estudio

La zona de estudio estuvo comprendida entre Arica (18° 22'S) y punta Buitre (24° 40'S) entre la costa y las 20 mn.

Se realizaron 39 transectas diurnas perpendiculares a la costa separadas por 10 mn y 20 transectas nocturnas con el fin de estudiar posibles cambios en el comportamiento y patrones de distribución espacial en los recursos (Fig. 2).

1.2 Plan de muestreo acústico

Se aplicó un diseño de muestreo sistemático (Simmonds *et al.*, 1991). Este tipo de muestreo es recomendado para obtener una adecuada información sobre la distribución de los recursos (MacLennan 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 60, utilizando la frecuencia de 38 KHz, con transductor de haz dividido. El rango dinámico de este equipo y el nivel mínimo de detección de -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 el patrón de muestreo sistemático y evitar el sobremuestreo.



1.3. Calibración del sistema acústico

1.3.1 Calibración electroacústica

El procedimiento de calibración electroacústica del sistema de ecointegración SIMRAD EK 60 se realiza en forma automática por el sistema, mediante el programa Lobe. Se utiliza un blanco de referencia de cobre de 60 mm de diámetro calibrado en laboratorio con -33.6 dB y que se hace variar su posición dentro del haz acústico.

Con el objeto de permitir el movimiento controlado de la esfera en el proceso de calibración, dentro del haz acústico, se utilizan tres líneas de nailon monofilamento, en pequeños winches.

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 y en estaciones a baja velocidad (≤ 2 nudos) en sectores en los que se estableció previamente la presencia de la especie objetivo mediante los lances de pesca en que la especie objetivo fue más del 80% de la captura, cuidando de mantenerse sobre la(s) agregación de peces.

En las mediciones realizadas en los lances de pesca, se utilizó pulso de 1.024 ms. En las estaciones de medición del TS, los datos fueron recolectados ping a ping con la frecuencia de 38 Khz en pulsos de 256, 512 y 1.024, a una resolución de 0,1 dB y 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 sistema acústico, durante las mediciones y en el proceso posterior de la información se ajustó el ángulo del haz del transductor usado en el proceso, utilizando la talla promedio de los peces y 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 almacenada y procesada mediante el programa SONAR DATA, para seleccionar los TS correspondientes a las tallas modales de los peces, cuidando que el estrato de profundidad coincida con el sector que operó la red.

Los datos de TS en cada medición (lance o estación) se presentaron en hojas de cálculo e histogramas, calculándose las frecuencias a intervalos de clase de 0,2 dB.

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. La representatividad de la ecuación de TS ajustada estará determinada por la amplitud de las tallas



insonificadas. Debido a lo anterior, en las mediciones de TS se debe procurar incluir la mayor amplitud de tallas posible y que se encuentre representada toda la población. Sin embargo esta condición es difícil de lograr, dado que en el periodo del crucero hay un amplio dominio de ejemplares juveniles y a las escasas veces en que se logra que los peces se distribuyan de manera adecuada para lograr blancos resueltos. Por esta razón los datos que se logran son agregados a una ecuación histórica para fines de actualizarla y aumentar de esa manera el espectro de tallas medidas que intervienen en el ajuste de la ecuación TS-L.

Considerando que las eco-amplitudes se distribuyen aleatoriamente según Rayleigh, 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:

$$PDF(\sigma) = (1/\sigma) \exp(-\sigma/\sigma)$$

El TS corresponde a la ecuación:

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

donde:

$$\begin{aligned} TS &= \text{intensidad de blanco (dB)} \\ \sigma &= \text{área dispersante (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

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

$$TS = a + b \text{Log}(L)$$

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 fácilmente las diferentes ecuaciones ajustadas a través de la comparación del intercepto, que para estos efectos se denomina b20

- **Determinación del Coeficiente de Eointegración a la talla (k) en número (\hat{C}_{nk}) y en peso (\hat{C}_{bk}).**

El coeficiente de eointegración en número (\hat{C}_{nk}) se calculó según:

$$\hat{C}_{nk} = (4\pi 10^{0,1TS_k})^{-1}$$

El coeficiente de eointegración en peso (\hat{C}_{bk}) se calculó según:

$$\hat{C}_{bk} = (4\pi 10^{0,1TS_{(k)kg}})^{-3}$$



1.4 Identificación de especies

La identificación de especies fue realizada para cada agregación, procediéndose en primer término con una inspección de los ecogramas, definiéndose aquellos sectores en que se disponía de pesca con mediagua ó con información de captura de flota operando simultáneamente en el espacio y tiempo, la que se priorizó para estos fines. En el caso de no disponer de información de pesca, se utilizaron los rangos de los coeficientes volumétricos de dispersión (S_v) determinados por Guzmán *et al.*, (1983) para separar el jurel y la sardina española y que son entregados por el ecosonda. La discriminación de otras especies como bacaladillo, langostino pelágico, vinciguerra u otras se realizó mediante la inspección de los ecogramas, considerando la distribución en profundidad, forma de las agregaciones ó distancia a la costa y luego se corroboró en base a las capturas obtenidas con lances de arrastre a media agua.

Dado el procedimiento aplicado, la separación de especies es determinística, no disponiéndose de niveles de incertidumbre, que se incluyan en la estimación final de biomasa. Del mismo modo no queda registrado el método de separación utilizado en cada evento analizado (agregación). En este sentido es importante mencionar la importancia de la experiencia del observador que realiza esta labor, la que frecuentemente se contrasta con los resultados de las pescas y que necesariamente requiere realizar el mayor número de lances de pesca de identificación posible.

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

Este método utiliza los valores de los coeficientes volumétricos de dispersión (MVBS) entregados por el ecosonda, de esta forma es posible separar el jurel y sardina española. Los valores de S_v para el jurel varían entre -37 dB y -47 dB, con un valor central de -42,1 dB, mientras que en sardina española el rango varió entre -25 y -37 dB, con un valor central en -31,9 dB.

Para anchoveta, el S_v es mayor que el de jurel e inferior que la sardina debiendo usarse además, información auxiliar, como la distribución vertical, distancia a la costa, relación con el fondo del mar y forma de las agregaciones identificados por Robotham *et al.*, 2008 y 2010 como descriptores más relevantes para separar anchoveta, sardina común y jurel en la zona centro sur de Chile.

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 que se ha utilizado en todos los estudios de evaluación acústica de pequeños pelágicos. 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 1.800 mm, disminuyendo paulatinamente hasta 12 mm en el túnel y copo, con portales tipo Suberkrub de 4,5 m² 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, 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 programas SONARDATA y SIMBAD (Espejo y Castillo, 1997). Los datos a ingresar a la base de datos son las lecturas acústicas (s_A) 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.

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

$$s_A = 4\pi (1852)^2 \int_{z_1}^{z_2} s_V dz$$

donde :

- s_A = Coeficiente de dispersión por área ($m^2 mn^{-2}$)
- s_V = Coeficiente volumétrico de dispersión (m^{-1}).
- z_2, z_1 = límites superior e inferior de la ecointegración ó de los estratos programados (m).
- 1.852 = factor de transformación de m a mn.

Posteriormente, la información fue filtrada, cuidando que los datos se ajustaran al muestreo sistemático, eliminando la redundancia en los muestreos 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 Correcciones de la información acústica

1.6.1. Sesgo de orilla en la evaluación acústica de anchoveta

El diseño de muestreo acústico ejecutado en la presente evaluación tiende a minimizar el sesgo de orilla, cubriendo extensamente los sectores costeros con prospecciones paralelas a la costa. Lo anterior se favorece por las características particularmente profundas de la costa de la zona norte, que permiten lograr aproximaciones a la orilla de hasta 0,4 mn. Sin embargo, es posible que en los sectores con amplia plataforma continental, una fracción del recurso se ubique en sectores costeros de fondos someros inaccesibles al buque de prospección acústica.

1.6.2. Zona muerta de superficie.

En los casos en que sea evidente la detección de agregaciones en profundidades inferiores a 3 m, correspondiente al límite de ecointegración inferior se aplicará un factor de corrección según:

$$s_{Ac} = s_A (H / h)$$

Donde:

- s_{Ac} = lectura acústica de la agregación corregida por sesgo de superficie
- s_A = lectura acústica de la agregación sin corregir
- h = altura de la agregación detectada por el ecosonda y ecointegrada (m)
- H = altura de la agregación incluyendo el sector no detectado por el ecointegrador (m).

1.7 Estimación de la abundancia y la biomasa

1.7.1 Estratificación de la estructura de tallas

En base a los lances de pesca se definieron subzonas en que las tallas de anchoveta se estratificaron con 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 prueba la homogeneidad de las tallas en cada zona y entre las zonas mediante el método Dócima de Hipótesis Generalizada (DHG), el que compara mediante el χ^2 , las estructuras de tallas por cada zona respecto a cada lance.



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

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

$$\hat{A}_k = \frac{a \bar{s}_{Ak}}{4\pi\sigma_k}$$

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

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

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

donde :

- \hat{A}_k = abundancia a la talla k (en número).
- a = área de distribución de la anchoveta (mn²), en cada subzona.
- σ_{nk} = coeficiente de dispersión a la talla k (n/s_A)
- \bar{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.
- s_{Ak} = estimador de razón a la talla k (\hat{R}_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 un polígono georeferenciado, 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.
- $\Phi(L, g)$ = función geométrica del área que encierra a la distribución del recurso.



Las 3reas se determinaron mediante los programas SURFER 8 utilizando el m3dulo Volumen y EVA2. Para este fin, en cada zona, se digitalizaron los puntos que delimitaron la distribuci3n de la especie. Luego los puntos digitalizados, inicialmente expresados en grados y minutos de longitud y latitud, se corrigieron seg3n la proyecci3n loxodr3mica a fin de hacerlas equivalentes. En el caso de SURFER 8, posteriormente se construy3 una grilla equivalente al 3rea rectangular m3nima que contuviera el pol3gono de la zona en estudio. En el caso del software EVA2, el 3rea de cada pol3gono de distribuci3n de la anchoveta (V) se calcula en unidades de grados cuadrados, los cuales fueron transformados a millas n3uticas cuadradas seg3n:

$$v \text{ (mn}^2\text{)} = \text{Area}_{\text{grados}} * 3.600$$

Hansen y Wolter

El estimador de raz3n (\hat{R}) de las lecturas ac3sticas del ecointegrador (\dot{S}_a) por ESDU correspondiente a los m3todos de Hansen *et al.*, (1953) y Wolter (1985) se calcula seg3n:

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

donde:

- n = n3mero de transectas de la muestra
- xi = densidad de la transecta i-3sima.
- yi = n3mero de ESDU. en la transecta i-3sima.

- **Bootstrap**

El estimador de \hat{R} seg3n el m3todo Bootstrap se calcula seg3n:

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

siendo \hat{R} un estimador de raz3n obtenido de la i-3sima muestra de tama3o n seleccionado con reposici3n 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 geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso y estima su densidad (Z), que es equivalente a la raz3n \hat{R} , s3lo en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:



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

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 realiza mediante el programa GS+ 7, donde 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. La variable estacionaria que se utilizó para el análisis geoestadístico fue el valor de s_A ($m^2 mn^{-2}$).

1.7.3 Estimación de la varianza de la abundancia y biomasa

La varianza de la abundancia se determinó según:

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

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

mientras que la varianza de la biomasa se calcula según:

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

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

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

Donde:

$$\hat{V}(TS_k) = \hat{V}(\hat{\alpha}) + \log^2(L_k)\hat{V}(\hat{\beta}) + 2 \log L_k \text{cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$$

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 ser 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)**

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

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 $1 - \alpha$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

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

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

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

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 $(1 - \alpha)$ para la abundancia \hat{A} o la biomasa \hat{B} está dado por la expresión:

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



- **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:

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

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. En el presente caso, se aplicaron 2000 iteraciones y 2000 procesos bootstrap.

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

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

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 ϕ^{-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:

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

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



$$\begin{aligned}\gamma(S,S) &= \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \gamma(x_{\alpha} - x_{\beta}) \\ \bar{\gamma}(S,V) &= \frac{1}{n^2} \sum_{\alpha} \int_V \gamma(x_{\alpha} - y) dy \\ \bar{\gamma}(V,V) &= \frac{1}{V^2} \int_V dx \int_V \gamma(x - y) dy\end{aligned}$$

donde V es el área de distribución del recurso, (a,β) 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 GS+7.

1.7.4 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.



Coefficiente de variación:

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

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

Adicionalmente a la anchoveta, se analizaron las estructuras de tamaño y peso del jurel, incluyendo información de la flota cerquera que operó en forma contemporánea y coterránea al crucero de evaluación.

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 y jureles, tendiente a obtener la composición de tallas por clase y su peso medio a la talla, así como un análisis biológico de las muestras, recolectándose estructura de peso, tallas, sexo, estado de madurez y extrayéndose otolitos.

- **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 biol3gico 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). En cada ejemplar se realizan las siguientes mediciones: longitud total, peso total, peso eviscerado, peso g3nada, sexo y estado de madurez. Adem3s se le extraen los otolitos. Todas las medidas se registran en los formularios de muestreo biol3gico y de otolitos.

2.1.2 Estructura de tallas

Para anchoveta y jurel se analizaron las posibles estratificaciones de las tallas en zonas de caracteristicas similares mediante pruebas estadisticas chi-cuadrado (Conover, 1981) para probar hip3tesis de homogeneidad en distribuciones de tallas. Para ello se utilizaron las estructuras de tallas y pesos medios especificos provenientes de los lances de pesca, agrupados en sub-zonas, determin3ndose de este modo, las caracteristicas de las estructuras de longitudes y pesos medios especificos.

2.1.3 Estimador de la composici3n en talla

Los estimadores son expresados por estrato, en la eventualidad que el post-an3lisis de los datos indique la existencia de ellos.

Notaci3n:

- H : 3ndice de estrato (1, ..., L)
- K : 3ndice de clase de talla (1, ..., K)
- L : 3ndice de lance (1, 2, ...,)
- T : n3mero de lances en la muestra
- T : n3mero total de lances en el 3rea
- N : muestra de ejemplares en el lance (j= 1, ..., n)
- X : captura en n3mero de ejemplares en el lance.
- Y : captura en peso en el lance.

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

donde:

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



a. Estimador de la varianza de P_{hk}

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

donde:

$$\bar{X}_h = \frac{1}{t_h} \sum_{l=1}^{t_h} X_{hl}$$

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

donde la captura en número por lance es:

$$X_{hl} = \frac{Y_{hl}}{w_{hl}}$$

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

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

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

donde:

$$\bar{w}_{hkl} = \frac{1}{n_{hkl}} \sum_{j=1}^{n_{hkl}} w_{hklj}$$



b. Estimador para la Varianza de \bar{W}_{hk}

$$\hat{V}(\bar{w}_{hk}) = \left(\frac{1}{t_h} - \frac{1}{T_h}\right) \frac{1}{t_h - 1} \sum_{l=1}^{t_{hk}} \frac{X_{hl}^2}{X_h} (\bar{w}_{hkl} - \bar{w}_{hl})^2 + \frac{1}{t_{hl} T_{hl}} \sum_{l=1}^{t_h} \frac{X_{hl}^2}{X_h} \left(\frac{1}{n_{hl}} - \frac{1}{N_{hl}}\right) S_{hkl}^2$$

donde:

$$S_{hkl}^2 = \frac{1}{n_{hl} - 1} \sum_{j=1}^{n_{hl}} (w_{hklj} - \bar{w}_{hkl})^2$$

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

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



c.2. Estimador de la varianza w_k

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

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, se utilizó 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 utilizó 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).
- β_0 y β_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.

2.2. Descripción de los estadios de madurez de anchoveta

Los estadios de madurez sexual se determinaron mediante un examen macroscópico de las gónadas según la escala de Simpson y Gil (1967). En ella se puede 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 se clasificarán 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 ovaladas 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 diámetro sigue aumentando y se ensancha mucho más hacia delante, mientras que la extremidad posterior es más aguda, presentando en consecuencia un contorno periforme 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 las 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 se reinicia un nuevo ciclo sexual, partiendo del estado II.



Estadios de los machos	
I. Inmaduro.	Los testículos son muy pequeños cristalinos e incoloros, de forma foliácea-viscelada, se encuentran bien adheridos a la parte posterior de la cavidad visceral; medidos <u>in situ</u> tienen de 1 a 3 mm de ancho y de 6 a 8 mm de largo. Corresponden a los ejemplares juveniles cuya longitud total es entre 7,5 a 10,0 cm.
II. Virginal en maduración o adultos en recuperación	El desarrollo se incrementa, en ancho y largo. Posen un promedio de 5 mm de ancho y de 8 a 15 mm de largo. El color es blanco rosáceo y se pueden observar, a simple vista, las arterias en la parte anterior de la gónada. Corresponden a ejemplares cuya longitud total extrema es mayor a 10,0 cm.
III. Maduro	Han aumentado considerablemente en ancho y largo; la coloración se ha tornado un blanco lechoso y se observa muy tenuemente una coloración rosada. Las arterias cubren toda la superficie de la gónada. Se observan también sobre la superficie pequeñas zonas turgentes.
IV. Hidratado	Ocupan ahora gran parte de la cavidad visceral, pues han avanzado tanto hacia adelante como hacia atrás. La coloración es completamente cremosa y a la menor presión que se haga sobre la gónada, es suficiente para la expulsión de esperma.
V. Desovando	Han alcanzado un máximo desarrollo e incluso se encuentran cubriendo parcialmente al intestino, la liberación de esperma es casi espontánea. Se puede observar en la parte caudal de la gónada una coloración rojo vinoso ocasionada por la hemorragia interna por ruptura de las arterias que la irrigan.
VI. Desovado	Los testículos se observan completamente flácidos similares a dos bolsas vacías y su coloración es rojo oscuro. Se han reducido tanto en largo como en ancho este es el estado de reversión testicular y reposo.



2.3 Índice 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)

2.4 Proporción sexual

Para estimar la proporción sexual de las anchovetas por lances se utilizó 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.

2.5 Estimación y composición de la edad de anchoveta

2.5.1 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.



2.5.2 Lectura de otolitos

El análisis de los otolitos de anchoveta se realizará provisto de microscopio estereoscópico con luz reflejada, utilizando aceite como líquido aclarador. Se emplea un aumento de 20X para registrar las siguientes mediciones (**Fig. 3**):

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

Se identificará 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.

2.5.3 Clave edad-talla y composición de la abundancia por edad

2.5.3.1 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 está 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 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_{ij} : 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) consisten en procesar con intervalos de clase cada 0,5 cm.

2.5.3.2 Abundancia 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.

2.5.3.3 Expansión de la abundancia 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 hidroacústica, 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.

2.5.3.4 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 , $L \sim N(\mu, \sigma^2)$, 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 , $\Psi(L)$, es:

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

donde el número de términos depende del exponente b de la relación peso-longitud.



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 (s_A), procesada según los procedimientos descritos anteriormente se presenta en mapas de distribución geográfica, utilizando una escala de densidad ($t\ mn^{-2}$), 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 las áreas de mayor concentración de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005). Los mapas de distribución espacial de anchoveta y jurel, se realizó mediante el método de la distancia inversa al cuadrado. La caracterización de las estructuras espaciales se efectuó a través del 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:

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

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

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

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) según

Modelo esférico:

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

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:

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

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 Caracterización de las condiciones hidrográficas y meteorológicas entre la XV y II Regiones durante la primavera del 2011.

3.2.1 Recolección de muestras y registro de datos

En el crucero se realizaron 20 transectas oceanográficas perpendiculares a la costa. En cada transecta se distribuyeron, en general, 4 estaciones bio-oceanográficas a 1, 5, 10 y 20 millas de la costa. En las secciones de las latitudes 21°, 22°20' 23° y 23° 40'S se hicieron adicionalmente estaciones a 30 mn y en las secciones de las latitudes 20°20' y 23°20's en las 40 mn. Se efectuaron además estaciones costeras intertransectas a 1 mn de la costa, lo que sumó un total de 105 estaciones (**Fig. 4**).

En cada estación del crucero se obtuvo registros verticales continuos de temperatura (°C), salinidad, oxígeno y fluorescencia con profundidad hasta un máximo de 500 m, mediante el uso de un CTD marca Sea Bird modelo 911, operado en tiempo real. Para la toma de muestras de agua se utilizaron botellas Niskin de 5,0 L instaladas en una Roseta Sea Bird adosada al CTD SB 911.

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), a profundidades estándares de 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 200, 300 y 500 m. datos con los que se corregirán los obtenidos por el sensor de OD.

Para los análisis de clorofila-a, se colectó un total de 720 muestras a las profundidades estándar mencionadas hasta un nivel máximo de 100 m. 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.

La extracción de la muestra para el análisis de clorofila-a, se realizó en forma pasiva, con una solución acuosa de acetona al 90 % v/v, por un período de 24 horas y a casi -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.

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 fueron registrados con un anemómetro fijo marca Osaka Nunotani Seiki, y los datos 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.



3.2.2 Procesamiento de la información oceanográfica

La información del CTD del crucero se procesó de acuerdo a procedimientos estándar recomendados por el fabricante Sea Bird. El control de calidad de los datos de CTD SBE 9 se realizó comparando la información de temperatura y salinidad de ambos sensores.

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional, siguiendo recomendaciones de UNESCO (1981a); por conveniencia se anotan omitiendo el factor 10^{-3} y la unidad psu. Para el ajuste de los datos del sensor de oxígeno del CTD se utilizaron los datos discretos de las estaciones del crucero.

Con los datos de crucero ya procesados se confeccionaron las cartas de distribución superficial y vertical de las variables: temperatura, salinidad, oxígeno y densidad ($\sigma-t$). Para el nivel superficial se presentan valores de anomalía estacional de temperatura y salinidad. Estos valores fueron obtenidos de los promedios mensuales (Reynolds, 1982; Blanco, 1996; Rojas & Silva, 1996).

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), el límite superior de la capa de mínimo OD (profundidad), la profundidad de la isoterma de 15°C y su anomalía, según las fuentes ya indicadas, realizándose las respectivas cartas y su posterior análisis.

Con respecto a la metodología de cálculo de estas estructuras verticales (ej. 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 $0,1^{\circ}\text{C}$, $0,1$ 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 $0,1^{\circ}\text{C}/\text{m}$. 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. Se utilizaron los datos del sensor de oxígeno corregido.



Para el cálculo de densidad del agua se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 dada por Millero & Poisson (1981) y UNESCO (1981b y 1981c). Para señalar la densidad se utilizará la denominación sigma-t. Un valor sigma-t expresa para 1 cm³ el número de miligramos que sobrepasa la unidad.

Para el análisis de las masas de agua se confeccionaron diagramas T-S para todas las transectas. 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:

$$\mathbf{V_r} = \mathbf{V_m} - \mathbf{V_b}$$

Donde:

- $\mathbf{V_r}$ = vector del viento real
- $\mathbf{V_m}$ = vector del viento medido durante la navegación
- $\mathbf{V_b}$ = 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:

$$M_x = t_y / f \quad (1)$$

donde:

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



siendo:

$$f = 2 \omega \text{ Sen } (I) \quad (2)$$

donde en (2) :

ω = velocidad angular de la tierra
 I = latitud del lugar

a su vez, de la ecuación 1:

$$t_y = r_a C_d v |W| \quad (3)$$

donde en (3):

r_a = densidad del aire (1.25 Kg/m³)
 C_d = coeficiente de arrastre (0,0013 sin dimensiones)
 v = componente norte sur de la velocidad del viento
 $|W|$ = 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” estacional de la zona de estudio, hace uso, entre otros, de valores de anomalía de temperatura y salinidad para el nivel de superficie y de la profundidad de la isoterma de 15°C para el caso vertical. Las anomalías de estas variables son entonces la diferencia de los datos obtenidos de crucero con los promedios de datos históricos para el mes respectivo.

Así, los valores de anomalía registrados en el sector oceánico de la zona de estudio y que comprenden el rango en temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C que están en $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 0,1$ psu y ± 10 m, respectivamente, no son significativos, ya que están en el rango de 1 desviación estándar, por lo tanto, se encuentran dentro lo que se considera como variación normal del sistema. En el caso del sector costero, en promedio (primeras 20 mn), éste rango aumenta al



doble, es decir $\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $\pm 0,2$ psu y hasta ± 10 m, aproximadamente. Los rangos dados son promedios para cada sector. Se indica que los términos “anomalía no significativa” y “anomalía significativa” no están aplicados en un sentido estricto a una prueba estadística, bastando para ello el definir un criterio que en este caso corresponde al indicado.

En definitiva, la determinación de la “condición de normalidad” de la zona de estudio hace uso de valores de anomalía señalados, junto con el análisis de las procesos locales o de forzamiento remoto que se presentan en la zona al momento del crucero y que justifican las anomalías encontradas.

Respecto a la clorofila-a, una vez cuantificadas las concentraciones se parearon con los datos de fluorescencia *in vivo* y se procedió a realizar la estimación de clorofila a través de la fluorescencia por cada estación.

Esta información permitió confeccionar cartas de distribución vertical para todas las transectas, además de las cartas superficiales. Los resultados de clorofila estimada y de los productos de degradación o feopigmentos se expresan en $\mu\text{g/L}$. La concentración de los feopigmentos 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, se calculó el valor de la clorofila-a estimada integrada utilizando la información metro a metro, mientras que para los datos discretos de feopigmentos se utilizó el cálculo del valor integrado según 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:

- $\sum Cloa$ es la clorofila integrada en la columna de agua entre 0 y 100 m como máximo
- i son las profundidades de muestreo discretas definidas en el punto 1.1
- C_i y C_{i+1} son las concentraciones de clorofila ($\mu\text{g/L}$), en la profundidad i , desde superficie a la profundidad máxima de 100 m.
- D_i y D_{i+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.



3.2.3 Información satelital del período del crucero

Las imágenes de TSM y clorofila fueron confeccionadas con datos semanales de promedio compuesto de 8 días que fueron obtenidos del programa “Ocean Color Web” que distribuye datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), con una resolución espacial de 4 x 4 km y resolución temporal variada. Promedio compuesto significa que cada pixel fue promediado de acuerdo a la cantidad de información disponible en el periodo de 8 días, quedando en blanco o como nube si al menos no hay un solo dato válido para el pixel. En ambas variables, las imágenes satelitales promedio semanales dan mejor cuenta de su distribución espacial que una imagen de un solo día. Los promedios semanales corresponden a los siguientes periodos: 25 de noviembre al 2 de diciembre, 3 al 10, y del 11 al 18 de diciembre de 2011. Sensores AVHRR a bordo del satélite permiten obtener la TSM de la primera capa del océano tanto de día como de noche. En el caso de la clorofila esta corresponde a la clorofila (cloas) integrada hasta el 20 % de penetración de la luz.

Datos diarios del campo superficial de corrientes geostróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento llamado AVISO (<http://www.jason.oceanobs.com>), con una resolución espacial de 0,25° x 0,25° y temporal de cada un día, y distribuidos con un mes de desfase. Estos datos satelitales son el resultado del procesamiento combinado de todos los satélites 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 satélites proporciona mapas más realistas mejorando la descripción de la variabilidad de meso-escala del océano. De esta información se obtuvo una imagen diaria de anomalías del nivel medio del mar en 4 días representativos durante el desarrollo del crucero y que son: 1, 8 y 14 de diciembre de 2011. Las corrientes geostróficas superficiales se representan como flechas.

La anomalía de temperatura satelital del mes de diciembre de 2011 se calculó a partir de la elaboración de un promedio de diciembre de la serie julio 2003-2012 y luego restando este promedio al dato mensual indicado, que corresponde al momento de realización del crucero.

3.2.4 Condiciones oceanográficas en el periodo 2002-2011

Para el análisis de las condiciones oceanográficas en el periodo julio 2002-abril 2012 este periodo de tiempo en la zona norte, se confeccionaron diagramas de clorofila satelital y anomalía de temperatura en formato 2D (latitud vs tiempo) llamado Hovmüller para el área entre los 18° y 26°S. Estos diagramas se realizaron para el sector costero (primeras 20 mn) y el oceánico (40 a 60 mn). La información utilizada para estos diagramas son datos promedio compuesto mensuales de temperatura y clorofila que fueron obtenidos del programa “Ocean Color Web” que distribuye datos del satélite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). Las anomalías de temperaturas satelital se calcularon a partir de la elaboración de una señal anual promediando los datos mensuales de cada mes en la serie julio 2002- abril 2012 y luego restando este promedio a los datos mensuales de la serie. Se confeccionó también una serie de tiempo del promedio de las anomalía de temperatura y un promedio de concentración de clorofila, ambos para el sector costero y oceánico en el mismo periodo.



3.2.5 Caracterización de la condición ambiental regional

Para el análisis regional se analizó el Índice Ecuatorial multivariado (MEI), el cual permite estimar las condiciones Ecuatoriales respecto a periodos fríos o cálidos. Este índice 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 y es obtenido de la página de Internet de la NOAA <http://www.cdc.noaa.gov>. Se utilizó la serie de tiempo de los rangos bimensuales del MEI y la categorización de los procesos ENOS ocurridos entre julio 2002 y abril 2011 que usa el percentil 30 y quintil (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>). La serie de rangos del MEI utiliza la serie entre 1950 y 2012.

3.3. Caraterización de la Oferta Ambiental del Alimento entre las XV y II Regiones durante la primavera de 2011.

Para caracterizar la oferta ambiental de alimento predominante durante el crucero, se llevó a cabo un análisis de la componente planctónica en sus fracciones correspondientes al microfitoplancton (20-200 μm) y zooplancton (> 200 μm).

3.3.1 Componente Fitoplanctónica

Las muestras fueron obtenidas de 20 transectas bio-oceanográficas. En las transectas bio-oceanográficas se dispusieron estaciones a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa, frente a Punta Gruesa (20°20'S) en la cual se extendieron hasta 40 mn, y frente a Punta Lobos (21°00'S), Punta Copaca (22°20'S) y Punta Hornos (23°00'), donde se tomaron muestras hasta 30 mn (**Fig. 4**).

3.3.1.1 Muestreo biológico de la componente microfitoplancton

Para la identificación de grupos y especies del microfitoplancton se colectaron muestras mediante arrastres verticales desde 50 m de profundidad a superficie, utilizando una red de 20 μm de abertura de malla. Estas muestras fueron fijadas con formalina al 4% neutralizada con bórax. Para el recuento celular se obtuvieron submuestras de 250 mL, desde 0, 5, 10, 30 y 50 m de profundidad, utilizando botellas oceanográficas Niskin, las cuales fueron fijadas con una solución de lugol-acético 1%.

3.3.1.2. Procesamiento de las muestras de microfitoplancton

La identificación de grupos y especies del microfitoplancton se realizó mediante microscopía de contraste de fases, utilizando literatura especializada. Los recuentos se llevaron a cabo utilizando la metodología para microscopio invertido descrita por Sourmia (1978) y Villafañe y Reid (1995). Las mediciones fueron hechas según Hillebrand *et al.* (1999), considerando individuos solitarios y en cadena.



3.3.1.3. Análisis de la Información

Los valores de abundancia celular fueron integrados de acuerdo a la fórmula de Hasle (1969).

Se confeccionaron gráficos de la distribución horizontal por profundidad de la abundancia y tamaño del microfitoplancton. La distribución vertical se presenta mediante gráficas de secciones transversales por transecta.

Con la información de la concentración celular de las diatomeas, se definieron áreas de abundancia mediante un análisis de K-media (Wilkinson y Engelman, 2005). Las áreas fueron caracterizadas en función de las especies más importantes por grupo, seleccionándose aquellas que individualmente realizaron un aporte igual o superior al 5% y que en conjunto, contribuyeron con más del 50% a la abundancia total.

Con la finalidad de comparar los resultados de la abundancia y tamaño obtenidos durante el presente crucero con aquellos determinados entre 2007 y 2010, se aplicó un ANOVA no paramétrico correspondiente al test de Kruskal-Wallis.

3.3.2 Componente Zooplanctónica

Para la componente zooplanctónica el análisis estuvo enfocado en describir la estructura comunitaria sobre la base de los grupos más representativos del periodo primaveral de acuerdo a su abundancia, distribución, espectros de tamaño y biomasa.

3.3.2.1 Calibración de los flujómetros

La calibración de los flujómetros se realizó previo al crucero siguiendo la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile.

Los datos obtenidos del número de revoluciones por segundo y los metros por segundo registrados durante la prueba de calibración de cada lance, fueron analizados mediante una regresión lineal simple, cuya ecuación de calibración fue la siguiente:

B/C A. Molina	TSK 7138	$V=0,007+0,158*N$
---------------	----------	-------------------

V : Corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg.

N : Es el número de revoluciones por segundo registradas en el flujómetro.



3.3.2.2 Diseño de muestreo

El muestreo se llevó a cabo en 20 transectas nocturnas sobre el track de navegación acústica impar (transecta acústica por medio), las que tuvieron una separación entre si de 20 mn. Las estaciones se ubicaron a 1, 5, 10 y 20 mn de la costa, incluyéndose estaciones costeras intertransectas (19 en total), correspondientes al track acústico par, ubicadas a 1 mn de la costa. Este esquema de muestreo totalizó un máximo de 105 estaciones bio-oceanográficas (**Fig. 5**). Para efectos de hacer comparaciones de las abundancias entre zonas latitudinales, el área de estudio se dividió en 3 zonas: norte (estaciones 1 – 30; Arica (18°25'S) a Iquique (20°10'S)); centro (estaciones 31 – 69; punta Gruesa (20°20'S) a punta Copaca (22°20'S)) y sur (estaciones 70 – 105; punta Cobija (22°34'S) a punta Plata (24°40')).

3.3.2.3 Recolección de las muestras

Las muestras para estudiar la composición del zooplancton y estimar la biomasa se recolectaron principalmente de noche (81%), con una red tipo Bongo de arrastre oblicuo de 65 cm de diámetro de boca, equipada con mallas de 297 μm de abertura, a la que se le adosó un medidor de flujo marca TSK a fin de cuantificar el volumen de agua filtrada por la red. Los calados se realizaron hasta una profundidad promedio de 81 m a una velocidad de arrastre de 0.6 m/seg, mientras que en el virado el tiempo fue de 0,4 m/seg.

Durante cada lance la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de manera de mantener un ángulo aproximado de cable entre 45° y 50°, con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida cada 10 metros mediante la medición periódica del ángulo del cable, a través de un clinómetro manual.

3.3.2.4 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

a. Macrozooplancton

Las muestras obtenidas en cada estación bio-oceanográfica fueron fijadas inmediatamente después de ser extraídas de los copos recolectores, con una solución de agua de mar con formalina al 5 %, neutralizada con tetraborato de sodio para mantener en óptimas condiciones los organismos zooplanctónicos.

En el laboratorio y para los análisis cualitativos y cuantitativos del zooplancton, se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Cada muestra fue homogenizada y dividida en porciones iguales por medio de un separador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.* 1984) para realizar los análisis cuantitativos y cualitativos de los diferentes grupos zooplanctónicos presentes en cada una de las muestras. El número de alícuotas



realizadas dependió de la concentración de las muestras. La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra.

Cada grupo zooplanctónico identificado fue contabilizado en número de individuos y la densidad fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1000 m³ de agua de mar filtrada. Los grupos zooplanctónicos se clasificarán en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1996), utilizando como ayuda en la identificación taxonómica los trabajos de Newell *et al.*, 1966, Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981), Palma y Kaiser (1993).

Se empleó el análisis estadístico no paramétrico de Kruskal Wallis, para evaluar si las variables bióticas (grupos zooplanctónicos más abundantes) eran significativamente diferentes entre las áreas latitudinales estudiadas.

La abundancia relativa del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada como número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada y su representación gráfica se realizó según la escala métrica log² (Frontier, 1980), que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes, a su vez, la densidad y área geográfica de distribución de los grupos zooplanctónicos numéricamente más importantes, fue graficada en cartas de distribución geográfica a través del programa Surfer 8.

En el análisis se consideraron principalmente los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos de su dominancia numérica y frecuencia de ocurrencia.

Para establecer las relaciones entre las especies dominantes y las variables ambientales se realizó un análisis discriminante y un análisis de correlación de Pearson.

b. Biomasa zooplanctónica total

La medición de los biovolúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica de cada grupo zooplanctónico, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanctónico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los zooplancteres cuyo volumen superó los 5 ml, como ocurre generalmente con salpas, medusas y langostinos.

La biomasa zooplanctónica se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$Y = 1000 \frac{X}{W}$$



Donde:

- Y = ml de zooplancton en 1000 m³
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m³)

3.3.2.5 Análisis de las clases de tamaño del mesozooplancton

Adicionalmente los grupos mayores del zooplancton fueron contados, medidos y separados por rangos de tamaño, desde 0,25mm a 19,85mm de Diámetro Circular Equivalente (DCE) utilizando el software Zooimage. Para el desarrollo de esta actividad fue necesario teñir previamente una alícuota de la muestra original con Rosa de Bengala al 1%, la que posteriormente fue enjuagada con alcohol etílico al 70% y escaneada a una resolución de 800 dpi mediante un scanner HP modelo Scanjet G3110. Todas las imágenes fueron procesadas mediante software Zoolmage (<http://www.sciviews.org/zooimage/index.html>). Los detalles referidos a los procedimientos empleados en el manejo del software se han descrito con detalle en manual del usuario <http://www.sciviews.org/zooimage/index.html>.

Posteriormente, se graficó la distribución espacial de los valores de abundancia de las partículas zooplanctónicas por rangos de tamaños, a fin de facilitar la observación de las variaciones latitudinales en su distribución.

3.3.2.6 Índices comunitarios

La descripción comunitaria del mesozooplancton se realizó mediante índices de riqueza, diversidad y uniformidad (Ludwing & Reynolds, 1988), además se analizó el grado de asociación que presentó cada grupo entre pares de muestras, mediante el índice de similitud de Winer (Saiz, 1980), según:

a. Índice de Riqueza Específica

a1 Índice de Margalef

$$R1 = \frac{S - 1}{Ln(n)}$$

Donde:

- S : número total de especies presentes en la muestra.
- n : número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.



El índice de Margalef de riqueza de especies toma el valor 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra. Este índice, mide la riqueza de especies de manera independiente del tamaño de la muestra, por lo que resulta apropiado para establecer comparaciones entre estas.

b. Diversidad

Para estimar la diversidad de especies en cada una de las estaciones planctónicas, se utilizarán dos índices, el de Shannon & Weaver y el de Simpson.

b1 Índice de Shannon & Weaver (H')

El Índice de Shannon & Weaver, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por individuo, de un mensaje compuesto por S especies, cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1 \dots p_S$). La información contenida por individuo en una muestra (nits/ ind; cuando H' es calculado en base al Ln) ha sido ampliamente utilizada como parámetro en ecología de comunidades.

$$H' = - \sum_{i=1}^{S^*} (p_i \cdot \ln(p_i))$$

Donde:

p_i : abundancia proporcional

S^* : número de especies presentes en la muestra.

El índice de Shannon & Weaver (H') es igual a 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Es máximo sólo cuando todas las especies están representadas con el mismo número de individuos en la muestra (distribución uniforme).

En la ecuación original del índice de diversidad de Shannon & Weaver se utilizó el logaritmo natural y se aplicó sobre una matriz constituida por 26 grupos zooplanctónicos, por lo que el valor máximo teórico que este índice pudiese alcanzar en este estudio no debiera superar los 3,25 nits/ind.

El Índice de Shannon & Weaver, se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos, cuyas probabilidades de ocurrencia son $p_1 \dots p_S$) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.



b2 Índice de Simpson (diversidad y homogeneidad)

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad.

b1.1. Diversidad de Simpson

$$S_{i_D} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{si}$$

b1.2. Dominancia de Simpson

$$D'_{si} = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{n (n - 1)}$$

Donde:

- n_i : número de individuos de la especie i en la muestra
- p_i : abundancia proporcional
- S : número de especies presentes en la muestra.
- n : total de organismos presentes

Una vez obtenidos los índices de diversidad, se exploró la relación existente entre los índices de diversidad de Shannon & Weaver (derivado de la teoría de la información) y el índice de diversidad de Simpson (derivado de la teoría de probabilidades), utilizando como parámetro el coeficiente de correlación de Pearson.

c. Índice de Pielou (uniformidad)

$$E1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

- H' : índice de Shannon & Weaver
- S : número total de especies presentes en la muestra

El índice de Pielou permite estimar el grado de uniformidad o similitud presente en una comunidad biológica o en un hábitat. Este índice se mueve en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima



dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

d. Índice de similitud de Winer (Saiz, 1980)

Este índice admite ver el grado de asociación entre pares de muestras, permitiendo agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociación entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se está analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanctónicos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

$$S_w = \frac{\sum x y}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}},$$

Donde:

x e y son los valores de importancia de cada elemento en la condición A y B, respectivamente.

La obtención del índice para cada par de grupos de especies zooplanctónicas genera una matriz de índices, a partir de la cual es posible establecer relaciones de similitud entre unidades. Para este efecto, se elaborarán dendogramas de relaciones de similitud a través de un método de agrupamiento, siendo el promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) uno de los métodos usados en este tipo de estudios (Sneath & Sokal, 1973).

En el análisis de los valores derivados de la aplicación de los índices comunitarios se utilizaron como parámetros los resultados obtenidos en estudios similares (Córdova *et al.*, 2011), realizados en la misma zona que se prospectó en el presente estudio.

3.3.2.7 Interrelaciones entre parámetros comunitarios

De manera complementaria a los análisis comunitarios (análisis exploratorios), se exploró la interrelación entre parámetros comunitarios derivados del análisis taxonómico manual en relación a aquellos derivados del análisis automático del espectro de tamaños de las partículas zooplanctónicas.

El objetivo de este análisis, fue evaluar la relación existente entre la diversidad taxonómica y la diversidad de tallas del zooplancton. La importancia de realizar este ejercicio, radica en el hecho de que los resultados de este, pondrían en discusión la posibilidad de utilizar a futuro el espectro de tamaños del plancton como una herramienta vinculante entre esta componente y el recurso pesquero.



Para lo anterior, se calcul3 el 3ndice de Shannon & Weaver a partir de los datos derivados de la cuantificaci3n y medici3n autom3tica de las part3culas zooplanct3nicas (H' tallas) y tambi3n se estim3 la pendiente del espectro de tama3os log2-normalizado de cada una de las muestras (B), seg3n la metodolog3a descrita por Manr3quez *et al.*, 2009. Posteriormente, se evalu3 el grado de correlaci3n existente (correlaci3n de Pearson) entre estos resultados y el 3ndice de Shannon & Weaver, derivado de la identificaci3n manual de los grupos zooplanct3nicos (H' Taxas).

3.3.2.8. Comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas por zonas

Este an3lisis tiene como objetivo comparar las distribuciones de frecuencias zooplanct3nicas asociadas a zonas definidas a priori y a variables abi3ticas, para determinar si existen diferencias estad3sticamente significativas entre 3stas. Bajo esta premisa la distribuci3n multinomial ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecol3gicos y/o biol3gico-pesqueros y en este sentido, se utiliz3 para describir las distribuciones zooplanct3nicas en la poblaci3n de estudio.

Existen distintos procedimientos estad3sticos que han sido dise3ados para abordar la comparaci3n de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), el modelamiento de la distribuci3n bajo un esquema modelo basado es uno de ellos. Bajo este enfoque se utiliza la teor3a asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalizaci3n de la regresi3n log3stica para respuestas dicot3micas, denominada regresi3n log3stica nominal (Dobson, 2002). Este tipo de modelo se utiliza cuando no existe un orden natural en las categor3as de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplanct3nicas. Una categor3a se elige arbitrariamente como la categor3a de referencia y las funciones de enlace est3n definidas por:

$$\log\left(\frac{\pi_j}{\pi_1}\right) = X_j^T \beta_j, \quad \text{para } j = 2, K, J$$

Donde: π_j representa la proporci3n de la j-3sima especie, β_j es el vector de par3metros asociado a la j-3sima especie y X_j es el vector de covariables. Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simult3neamente para estimar los par3metros β_j .

Con esta generalizaci3n es posible hacer uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, particularmente para el contraste de hip3tesis se utiliz3 la distribuci3n muestral aproximada del estimador m3ximo veros3mil.



3.4 Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento.

El análisis de las relaciones ambiente-recurso se realiza mediante dos enfoques. El primero consiste en la aplicación de Sistemas Geográficos de Información (SIG) para relacionar los distintos planos de información y el segundo mediante una modelación con Métodos Aditivos Generalizados (GAM).

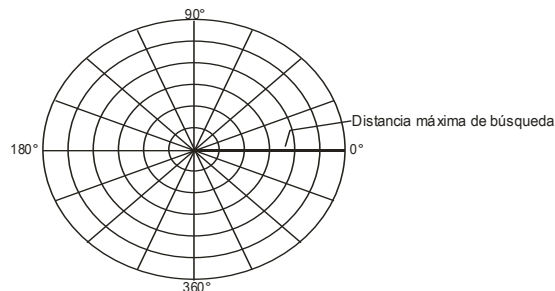
3.4.1 Análisis cartográfico entre la distribución de las variables oceanográficas y la anchoveta.

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia del recurso con las variables bio-oceanográficas temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, cloa, zooplancton y fitoplancton las que se estimaron en base a la profundidad media de las agregaciones.

Las variables ambientales físicas (temperatura, salinidad, oxígeno, porcentaje de masas de agua, etc), se estimaron mediante una interpolación lineal entre las estaciones bio-oceanográficas más próximas a las agregaciones de pesca, considerando la profundidad media de los cardúmenes. Para las variables biológicas (zooplancton y fitoplancton), los valores asociados a cada agregación se estimaron mediante una interpolación lineal de los valores integrados de las estaciones bio-oceanográficas más cercanas. Luego, cada una de las variables fueron interpoladas mediante los módulos del programa Surfer 8.0, a través del método Kriging, que se utiliza para datos correlacionados entre sí, de esta manera se crearon grillas continuas de datos cuya correlación disminuye al aumentar la distancia entre ellos. La distribución espacial es presentada como una carta de contorno, en donde se representan curvas que unen puntos de igual valor.

La densidad acústica s_A (m^2/mn^2) integrada en la columna de agua fue interpolada con el programa SURFER 8.0, con el método de la distancia inversa al cuadrado entre las UBM y transectas cercanas, trazando líneas de isodensidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración del recurso (Simmonds y MacLennan, 2005).

Para incluir la variabilidad espacial de las variables bio-oceanográficas e incorporar la varianza propia de las estructuras espaciales, se utilizaron variogramas experimentales para la interpolación de la cartografía. Se ocupó el módulo VARIOGRAM del programa Surfer 8.0, y se aplicó una grilla polar omnidireccional 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:

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

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

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 (máxima separación a la cual se encuentran puntos suficientes para calcular el semivariograma) y con un ángulo de separación entre 0° y 180°. Una vez generadas las grillas de distribución con una resolución espacial de 0,5 x 1 mn., éstas fueron importadas por el programa IDRISI Kilimanjaro (Eastman, 2003).

El mapeo de cada variable implicó la superposición de un vector de costa obtenido de las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), del SHOA. Cada plano de información fue reclasificado para favorecer el estudio visual. A fin de estandarizar entre distintos años, la zona de estudio fue ajustada a una determinada escala espacial, de este modo las cartografías poseen una misma resolución y cobertura geográfica. Finalmente, a la cartografía de abundancia de la especie, se le determinó el Índice de Ocupación (IOC), por categorías de clases de acuerdo a:

$$IOC_i = \frac{(NC_i) * 100}{NT}$$

Donde:

IOC_i = Índice de Ocupación de la categoría "i".

NC_i = N° de píxeles categoría "i".

NT = N° píxeles positivos totales.



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

Para determinar la asociación entre la distribución del recurso y las variables ambientales, se aplicó una tabulación cruzada o tabla de contingencia entre las variables analizadas, asimismo, la existencia de asociación se realizó por medio de la prueba χ^2 (Chi-cuadrado). Las hipótesis a probar:

H_0 : No hay asociación entre densidad (especie) y variable bio-oceanográfica.

H_1 : Sí hay asociación entre densidad (especie) y variable bio-oceanográfica.

La estadística de prueba está dada por:

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

Donde:

O_{ij} : Frecuencia observada de la celda que está en la fila “ i ”, columna “ j ”,

E_{ij} : Frecuencia esperada de la celda (i, j).

El número de pixeles esperado corresponde al valor que debería darse según lo establecido en la hipótesis nula, asumiendo que esta es verdadera. La estadística de prueba se distribuye como una Chi-cuadrado con $(c-1)(r-1)$ grados de libertad. El criterio de “aceptación o de rechazo” de la hipótesis nula está dado por: Rechace la hipótesis nula si $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\text{tabla } (c-1, r-1)}$, al nivel de significación “ α ” (igual a 0,05 por ejemplo).

Una vez determinada la existencia de asociación entre las variables, se cuantifica el grado de asociación por medio del índice V (Cramer) (Aguilera, 2001), 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” es un antecedente de no asociación entre las variables o que el recurso se localizó en un estrecho rango de las variables ambientales, además constituye un antecedente de concentración del recurso. Por el contrario, una proximidad a “+1” es una presunción de alta asociación entre las variables y de que el recurso posee una alta cobertura espacial y se distribuyó en un amplio rango de la variable ambiental.



Adicionalmente, se realizó un análisis de las frecuencias acumuladas de la distribución de la especie respecto de las variables ambientales, de acuerdo a la metodología desarrollada por Perry and Smith (1994).

3.4.1.2 Estimación de los centros de gravedad (CG)

Una vez realizada la cartografía de la anchoveta se calculó el centro de gravedad (CG), según:

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

Donde:

- CGn = Centro de gravedad del n-ésimo crucero.
- Lat(Long)_{in} = Latitud (Longitud) de la i-ésima posición.
- Den_{in} = Densidad de anchoveta de la i-ésima posición.

Además, a cada cartografía se le estimó el coeficiente de dispersión relativa (CDR), específicamente, el CDR es una medida de dispersión de la distribución del recurso.

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

Se estudia el efecto de las variables bio-oceanográficas y espaciales sobre la distribución de la densidad de anchoveta, mediante modelos aditivos generalizados (GAM). 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 & Tibshirani, 1990).

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

La función $g(\cdot)$ es la función de enlace, la cual 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 estadística exponenciales. 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 en este caso es la densidad de anchoveta modelada en función de variables bio-oceanográficas (Biomasa de fitoplancton y zooplancton, temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, clorofila y gradientes respectivos, a las que se agrega en el presente crucero el porcentaje de participación de las masas de agua AST, ASSA, AESS y AIAA, y finalmente las variables espaciales (latitud, distancia a la costa y profundidad de las agregaciones), las que 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). Para dar cumplimiento a los supuestos asociados al modelamiento estadístico GAM, las densidades locales de anchoveta provenientes de la prospecci3n acústica (s_A) fueron transformados a una escala logarítmica, asumiendo una distribuci3n de probabilidad log-normal, con distribuci3n normal y funci3n de enlace identidad (Bertrand *et al*, 2004).

En atenci3n a que la informaci3n bio-oceanográfica fue recolectada en estaciones discretas, se aplic3 una interpolaci3n lineal de las variables oceanográficas entre las estaciones cercanas a la posici3n geográfica y profundidad promedio de las observaciones acústicas de anchoveta.

Las variables explicativas que aportaron significativamente al modelo fueron seleccionadas mediante la prueba F basada en la máxíma verosimilitud con un nivel de significaci3n del 5%. Tambi3n se calcul3 el cociente pseudo- R^2 , obtenido a trav3s de la devianza nula y la devianza residual, el que permiti3 evaluar el aporte de todos y cada t3rmino modelado en la variabilidad total.

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

Las agregaciones de anchoveta fueron detectadas mediante el programa SonarData Echoview® (Versi3n 3.00.81.33), extray3ndose informaci3n de las transectas de prospecci3n acústica e intertransectas costeras orientadas a la búsqueda de cardúmenes del crucero RECLAN152-1012. Las observaciones fueron separadas en agregaciones diurnas y nocturnas, consider3ndose para el primer perío do el horario comprendido entre las 06:45 horas y las 20:00 horas, el perío do nocturno fue considerado durante las horas faltantes para completar las 24 horas.

4.1 Descriptores de una agregaci3n

Se extrajeron descriptores referidos a su posici3n geográfica, energía, morfometría y batimetría.

Descriptores de posici3n: Están referidas a la posici3n geográfica de las agregaciones, utiliz3ndose la posici3n media de la agregaci3n referida a latitud (Lat_m) y longitud (Lon_m).

$$Lat_m = Lat(p_m)$$

$$Lon_m = Lon(p_m)$$

Donde: $p_m = (p_s + p_e) / 2$

p_m : Ping ubicado en el medio de la agregaci3n

p_s : Ping ubicado al inicio de la agregaci3n

p_e : último ping asociado a la agregaci3n



Descriptores de energía: Están referidos a la energía retrodispersada de las agregaciones en unidades de s_A (m^2/mn^2) y a la densidad acústica (*Densidad*) de las agregaciones referidas en unidades de s_A por área (s_A/m^2). Lo que se busca al dividir los s_A por el área transversal total de la agregación es estandarizar los s_A individuales relacionándolos con el tamaño de cada agregación, dándonos de esta forma una noción de cuan compactas o dispersas se encuentran éstas. Estos descriptores están determinados de acuerdo a:

$$s_A = 4\pi(1852)^2 10^{0.1\bar{Sv}_{prom}} \text{ Altura media}$$

Donde:

$$\bar{Sv}_{prom} = 10 \log(E) \text{ (dB)}$$

$$E = \sum_{i=1}^N E_i$$

$$E_i = 10^{\frac{Sv_i}{10}}$$

Siendo “E” la expresión lineal de los valores de Sv, expresado en dB.

Altura media = Altura media (m) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

N = número de muestras utilizadas para calcular \bar{Sv}_{prom} en la agregación, y

Densidad = s_A/Area

Donde *Area*: Área transversal (m^2) de la agregación (definida a continuación en descriptores morfológicos).

Descriptores morfológicos: Dentro de los descriptores morfológicos extraídos directamente desde el ecograma se encuentran: la altura media (m), el área transversal (m^2), el largo (m) y el perímetro (m), donde:

La altura media se define como la altura promedio de todos los pings que conforman la agregación

$$\text{Altura media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \text{ (m)}$$

Donde

t_i = altura o espesor del ping;

N = número total de pings en la agregación.



El 3rea de una agregaci3n se obtiene asociando un rect3ngulo a cada muestra S con un valor de amplitud sobre el umbral de ecointegraci3n. La superficie del rect3ngulo S_e 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:

$$S_e = d_j * e$$

El 3rea transversal de la agregaci3n ($\acute{A}rea$) es el resultado de la suma del 3rea de todos los rect3ngulos elementales:

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

Finalmente se extrae el largo de la agregaci3n ($Largo$) medida en metros junto al per3metro de 3stas ($Perim$) en metros, completando las estimaciones b3sicas, a partir de las cuales se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras caracter3sticas de la agregaci3n.

La dimensi3n fractal ($DFrac$) es un descriptor adimensional empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregaci3n, 3ste corresponde a la relaci3n entre la superficie de un cuadrado con un per3metro equivalente al de la agregaci3n y la superficie de la agregaci3n, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociar3a al grado de cohesi3n entre los peces que constituyen la agregaci3n, especialmente en la frontera o borde de la agregaci3n (Scalabrin, 1997):

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

La elongaci3n ($Elon$) es un descriptor utilizado para caracterizar la forma general de la agregaci3n y es definido b3sicamente como la relaci3n entre el largo y el alto, donde valores elevados estar3n asociados a agregaciones de forma el3ptica, mientras que valores menores a agregaciones de tipo circular.

$$Elon = \frac{Largo}{Alto}$$

Descriptores batim3tricos: Los descriptores batim3tricos extra3dos directamente del ecograma fueron la profundidad del fondo (m) y la profundidad media de agregaciones (m), mientras que indirectamente se calcul3 el 3ndice de altura ($IndAlt$). Este 3ndice es utilizado para medir la posici3n relativa del centro de la agregaci3n en la columna de agua con respecto al fondo y se expresa en forma porcentual como:



$$IndAlt = 100 * \frac{(Prof.fondo - Prof.media)}{Prof.fondo}$$

También se determinó la distancia la costa en millas nauticas (mn) de cada agregación, considerándose la distancia desde el punto central de la agregación hasta el punto costero ubicado en la misma longitud.

4.2 Análisis de los datos

Los datos fueron separados en dos grupos principales según su condición día-noche, a partir de lo cual se realizaron una serie de análisis. Un primer paso fue la estadística descriptiva, entregándose valores promedio con sus respectivas dispersiones de las variables analizadas. Posteriormente se analizan los datos diferenciándolos según la hora de detección (intervalos de 1 hora) y según la distancia a la costa. Las agregaciones con su energía, morfología y batimetría asociada se georeferenciaron considerando su distribución espacial y batimétrica, analizándose las diferencias entre las características de las agregaciones en las diferentes zonas definidas en el crucero. Finalmente los datos fueron analizados mediante técnicas multivariadas, herramienta que permite resumir la información contenida en los datos y reducir su dimensionalidad (Rencher, 1995), específicamente se aplicó el análisis de componentes principales (APC) utilizando el paquete estadístico (SPSS). Se redujo la dimensionalidad del problema obteniéndose nuevas variables que fueron expresadas como combinación lineal de las variables originales, análisis diferenciado para agregaciones nocturnas y diurnas.



VII. RESULTADOS

Los resultados se entregan siguiendo un desarrollo desde el ambiente hasta el recurso, iniciándose con la características oceanográficas físicas y oferta ambiental de alimento (objetivo específico 3), luego la componente biología pesquera con las estructuras de peso, talla, composición y madurez sexual; claves talla edad (Objetivo específico 2); luego las estimaciones hidroacústicas de biomasa y abundancia de los recursos (anchoveta y jurel) (Objetivo específico 1), su distribución espacial y las relaciones con las condiciones oceanográficas físicas y biológicas (Objetivo específico 3) y; finalmente las características de las agregaciones de anchoveta (Objetivo específico 4).

1. *Determinar las condiciones hidrográficas y meteorológicas de la zona de estudio durante la primavera de 2011 (Objetivo Específico 3)*

1.1 Dinámica de los vientos

Se hicieron 473 mediciones horarias de viento durante el crucero (**Fig. 6**) de los cuales el 64% de ellos tuvo intensidad del viento menor a 5 m/s, mientras el 34% corresponde a intensidad entre 5 y 10 m/s. Vientos de intensidad mayor a 10 m/s sólo alcanzó al 2% de los registros. Los vientos más débiles, menor a 5 m/s, se distribuyeron a lo largo de toda la zona con una menor frecuencia en punta Argolla (18°50'S) y en la bahía de Antofagasta. Los vientos moderados, 5 a 10 m/s, también se distribuyeron en toda la zona, sin embargo se observaron un poco más focalizados, destacándose una mayor frecuencia de ellos desde Mejillones al sur. Los vientos fuertes se distribuyeron en forma aislada y no representan una característica del periodo de estudio, como así también los vientos con dirección norte, que son desfavorables a la surgencia, que sólo representan el 6% de los registros.

El índice de surgencia costera promedio por latitud (IS) (**Fig. 6c**) mostró valores similares para todo el área, siendo el rango de IS de 453 a 649 m³/s por 1000 m de costa, ubicándose el promedio mínimo entre los 24° y 25°S, seguido del área entre 21° y 22°S 483 m³/s. El IT (**Fig. 6d**) por su parte también mostró valores en un rango estrecho, 105 a 207 m³/s³ y esto se ve en la figura donde la ubicación de los menores IT son coincidentes con los menores IS.

1.2. Condiciones hidrográficas *in situ* horizontales en superficie y en la vertical

1.2.1 Condiciones horizontales en superficie.

a. Temperatura

La temperatura superficial (TSM) (**Fig. 7a**) registró un rango de valores de 13°a 22,3°C. El mínimo se midió en la estación ubicada a 1 mn de la costa frente a Arica, mientras el máximo estuvo a 30 mn frente a Punta Lobos. Focos de agua cálida en el sector más oceánico con TSM mayores a 22°C se midieron de Pisagua a caleta Chipana y de 21°C de caleta Chipana al sur, los que crearon frentes térmicos importantes en las primeras 15 a 20 mn a lo largo de toda la costa debido a la presencia de la



banda costera de aguas frías aportadas por los procesos de afloramiento. El área de punta Amarilla a caleta Colorada, en el extremo sur, registró una extensión de la banda costera fría hacia el oeste, con TSM mayores a 18°C, siendo esta área oceánica la de menor TSM de la zona.

Las anomalías de esta variable (ATSM) (**Fig. 7b**) tuvieron un predominio de valores positivos con un valor máximo de +3,3°C en la estación costera frente a Antofagasta, mientras que en el sector oceánico éste alcanzó a +3°C en la estación de 20 mn frente a caleta Colorada en el extremo sur de la zona. Se destacan dos focos de ATSM positivas, el primero entre punta Argolla e Iquique, abarcando también el sector más costero. El segundo fue más amplio en área y cubrió desde punta Arenas al sur, con la presencia de algunos focos negativos en la costa de punta Arenas a punta Grande, península de Mejillones y punta Amarilla al sur. El foco de ATSM negativas más importante fue el que cubre el área de caleta Buena a punta Grande, donde el foco más intenso en el área de caleta Patillos a caleta Chipana es el que registró valores de hasta -4°C. Se destaca otro foco de ATSM negativas en el área de Arica, que aunque de pequeña área tiene también anomalías de hasta -4°C.

b. Salinidad

La salinidad (**Fig. 7c**) tuvo un rango total de 34,6 a 35,2. El mínimo estuvo a 5 mn de la costa en los 24°20'S y el máximo a 20 mn de la costa en los 18°40'S. Se destaca en esta variable una franja costera continua de bajas salinidades, menores a 34,8 de Arica a Tocopilla y menor de 34,7 de Tocopilla a punta Coloso, con un intenso gradiente este-oeste dado que las salinidades más altas se ubicaron en el sector oeste de la zona que abarcó el muestreo. De punta Coloso al sur las salinidades bajas, menores a 34,6, se extendieron hacia el sector oceánico, originando en esa área un bajo gradiente de salinidad superficial.

Las anomalías de salinidad (ASSM) (**Fig. 7d**), tuvieron un rango de valores de -0,3 a +0,3, con el valor más negativo en la estación de 10 mn frente a caleta Patillos, y el máximo positivo a 30 mn frente a Antofagasta. A diferencia de las ATSM, la ASSM presentó dos focos oceánicos de valores positivos restringidos al área oeste de la zona. El primero desde Arica a caleta Buena y el segundo de punta Arenas a punta Amarilla. El resto del área costera, así como toda el área de caleta Buena a punta Arenas tuvo ASSM negativas. Se destaca en los valores negativos el foco de -0,2 entre caleta Patillos y caleta Chipana.

c. Densidad

La densidad superficial (**Fig. 8a**) registró valores en el rango de 24,1 a 26,2 Kg/m³. Las menores densidades se ubicaron en el sector oceánico entre Pisagua y la península de Mejillones, que fue el área donde más se extendió el muestreo hacia oeste. Las máximas densidades se localizaron en general a lo largo de toda la costa, formando una franja de fuerte gradiente, excepto en el sector de punta Hornos donde se corta esta franja en un área limitada. Los focos de mayor densidad y gradiente fueron: Arica, Pisagua, Caleta Patillos, punta Arenas y la península de Mejillones.



d. Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno superficial (**Fig. 8d**) estuvo en un rango de 1,1 a 8,6 mL/L. El mínimo se registró en la estación de 1 mn en los 20°S y frente a punta Arenas, mientras que el máximo se midió en la estación costera en los 19°30'S. Aun cuando el rango de valores de concentración es amplio, prácticamente toda la capa superficial tuvo concentraciones mayores a 5 mL/L, lo que indica concentraciones altas incluso en el sector costero, particularmente entre los 18°40'S y caleta Buena donde se superó los 7 mL/L y más al sur entre punta Arenas y punta Coloso con valores > 6 mL/L y focos > 7 mL/L. En el sentido opuesto destacó el área costera de Arica, desde caleta Buena a caleta Chipana, punta Arenas y desde caleta El Cobre al sur, por presentar valores de oxígeno disuelto < 5 mL/L, especialmente en los 20°S y punta Arenas donde se registraron los mínimos de muestreo.

1.2.2 Condiciones hidrográficas verticales

a. Isotherma de 15°C

Toda la franja más costera tuvo una profundidad de la isoterma de 15°C menor a 20 m la que aumentó gradualmente hacia el oeste (**Fig. 8b**). Los niveles de profundidad máximos fueron variables, encontrándose los mayores, superiores a 50 m, desde Arica a Pisagua y frente a Tocopilla, mientras que más al sur las profundidades máximas no llegaron a los 40 m. El área de caleta Patillos a punta Arenas registró una extensión hacia el oeste de las isolíneas de 30 y 40 m, lo que caracterizó a esta área como la de menor profundidad en el sector oeste de la zona de muestreo, junto también con el área de Mejillones.

La anomalía de la profundidad de la isoterma de 15°C (AI15) (**Fig. 8c**) presentó un rango de -27 a +33 m. El valor más negativo se registró en la estación de 10 mn frente a punta Lobos, y el máximo a 20 mn frente a la costa en los 19°S. Prácticamente toda la franja costera tuvo anomalías negativas, excepto en el área de Antofagasta, destacándose el área desde los 20°10'S hasta punta Arenas, donde las anomalías negativas abarcan toda el área y alcanzan los -20 m. Tres focos de AI15 positivos se ubicaron en el sector más oceánico, el primero de Arica a Iquique; el segundo de punta Arenas a Mejillones y el tercero de Antofagasta a caleta El Cobre. Los tres focos abarcaron también gran parte del sector costero.

b. Profundidad de la isolínea de 1 mL/L

La profundidad de la isolínea de 1 mL/L (**Fig. 9a**) que representa el límite superior de la capa de mínimo OD presentó un rango de entre 5 y 109 m, registrándose el mínimo en la estación costera de caleta Patillos y el máximo en las 20 m de Tocopilla. Prácticamente todo el sector costero tuvo profundidades inferiores a 40 m, llegando a niveles inferiores a 20 m en Arica, entre Iquique y punta Arenas, y en Mejillones. Hacia el sector oceánico la profundidad tendió a aumentar generándose gradientes importantes a lo largo de la costa, principalmente en los sectores donde la profundidad superó los 100 m como en el sector de Tocopilla, punta Grande y caleta Colorada.



c. Estructuras térmicas verticales

C1. Capa de mezcla

La capa de mezcla (CM) (**Fig. 9b**) tuvo en la zona de estudio un máximo espesor de 13 m, en las 20 mn de los 20°S y caleta Amarilla, sin embargo hubo un amplio predominio de valores de 0 a 5 m, con focos mayores a 5 m localizados fuera de las 10 mn y que abarcaron un área intermedia donde se presentaron espesores mayores, destacándose el de Pisagua a caleta Patillos, punta Arena a Punta Grande, Mejillones y de Antofagasta a caleta el Cobre.

C2. Termoclina

El espesor de la termoclina (ET) (**Fig. 9c**) tuvo un rango de 2 a 34 m. El máximo se midió en la estación de 20 mn frente a punta Arenas y el mínimo en los 22°10'S. No se registró esta variable en el sector más costero de punta Arenas. Los espesores mayores a 10 m ocuparon la mayor parte del área de estudio, con presencia de focos de ET mayores a 30 m frente a los 20°20'S, punta Arenas y caleta Colorada. En la costa focos menores a 10 m se repartieron a lo largo de la costa, ubicándose focos de $ET < 5$ m en Arica, caleta Patillos, punta Arenas y en el sector de Tocopilla.

La temperatura asociada a la base de la termoclina (TBT) (**Fig. 9d**) fluctuó entre valores de 12,81° a 17,5°C. Hubo, sin embargo, un amplio predominio de temperaturas entre 14° y 15°C desde Iquique al sur, ubicándose focos de mayor TBT en el sector más oeste entre Arica y los 20°S. En la costa la TBT en general fluctuó entre 13° y 14°C con máximo de 15°C en caleta Camarones y en los 21°50'S. No se registró TBT en el sector más costero de punta Arenas.

La profundidad de la base de la termoclina (PBT) (**Fig. 10a**) presentó un rango de 7 a 56 m. El mínimo estuvo en la estación de 1 mn en los 18°40'S, y en los 21°50'S mientras que el máximo se midió en la estación de 20 mn en los 20°20'S. Hacia la costa se registraron las menores profundidades, las que en general fueron inferiores a 20 m. Las mayores profundidades, > 30 m, se registraron en focos ubicados en el sector oeste de la zona los que se extendieron desde el sur de Pisagua a punta Lobos, de punta Arenas a Mejillones, Antofagasta y las últimas dos transectas. No se registró la variable en el sector más costero punta Arenas.

El gradiente de temperatura promedio de la termoclina (GPT) (**Fig. 10b**) tuvo valores que oscilaron entre 0,1 y 1°C/m, sin embargo el rango 0,2 a 0,4°C/m predominó ampliamente en toda la zona. No se registró la variable en el sector más costero punta Arenas. Valores mayores se ubicaron en forma aislada, destacándose los focos frente a Arica y Pisagua con los máximos GPT del muestreo siguiéndole Mejillones y Antofagasta con valores > 0,7 °C/m.

El gradiente máximo en la termoclina (GMT) (**Fig. 10c**) alcanzó un máximo de 3,8°C/m a 1 mn de Mejillones y un mínimo de 0,2 en los 18°40'S, caleta Patillos y la península de Mejillones. Los valores de GMT entre 0,4 a 1°C/m tuvieron un amplio predominio en la zona, formándose numerosos focos de



GMT mayores a $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$, siendo los más importantes los registrados en la costa de Arica, Mejillones y Antofagasta, en las 10 mn de los 19°S , y en el sector oceánico desde los $20^{\circ}20'\text{S}$ a punta Lobos, más Antofagasta. No se registró la variable en el sector más costero punta Arenas.

La profundidad en donde se ubicaron estos gradientes máximos en la termoclina tuvo en un rango de 2 a 27 m (**Fig. 10d**). En general, en la costa predominaron profundidades menores a 10 m, salvo por el foco > 20 m registrado en la costa de Pisagua. La profundidad tendió a aumentar hacia el oeste registrándose focos de profundidad mayor a 20 m entre los $19^{\circ}40'\text{S}$ y caleta Patillos, Tocopilla y caleta Colorada. La máxima profundidad del muestreo se registró en la estación costera de Pisagua y en las 20 mn de los $20^{\circ}20'\text{S}$. No se registró la variable en punta Arenas.

d. Distribución vertical de temperatura

La distribución de temperatura en la vertical se muestra en las **Figura 11**. Las secciones presentaron un gradiente térmico que en general se encontró restringido a los primeros 50 m de la capa superficial y que se debilitó hacia las transectas ubicadas más al sur de la zona en comparación a las ubicadas más al norte. La mayoría de las secciones mostraron un ascenso de las isotermas superficiales asociadas la capa de los 50 m del sector costero, con algunas excepciones como las secciones 1, 17, 29 y 37, en donde este ascenso no se presenta o es de baja pendiente. A niveles más subsuperficiales las isotermas tendieron a ubicarse en forma paralela a la superficie, pero se destaca la inversión térmica que se presentó en la sección 25 entre los 75 y 100 m de profundidad y centrado en las 20 mn de la costa, como también la pendiente negativa que registró la isoterma de 12°C en la sección 37.

e. Distribución vertical de salinidad

La distribución de salinidad en la vertical se muestra en las **Figura 12**. En todas las secciones se aprecia un núcleo de máxima superficial mayor a 34,9 en el área norte pero que disminuye su valor a $> 34,7$ en el extremo sur de la zona. Este núcleo tuvo un espesor que no superó los 40 m en general pero que se adelgaza hacia el sur y se ubica más hacia el sector oceánico. Así también se observa en todas las secciones un núcleo de mínima subsuperficial, el cual está centrado en los 50 m pero que alcanzó un máximo de 100 m en la sección 25. Este núcleo tuvo características variables ya que hacia el sur de la zona es más intenso, alcanzando valores de salinidad mínima de 34,5 con un espesor que puede llegar hasta los 100 m, mientras que hacia el norte el núcleo se debilita y aumenta su salinidad característica, entre 34,7 y 34,8, debido a la mezcla con las aguas salinas ubicadas sobre y bajo él. Este núcleo no tiene un espesor mayor a 20 m pero alcanzó un máximo cercano a 40 m en la sección 25. El núcleo de máxima subsuperficial se presentó intenso y bien definido en todas las secciones, con valores en su núcleo principal $> 34,8$ y centrado en los 150 m de profundidad. El espesor de este núcleo principal fue variable ya que en las secciones del extremo norte alcanzó 200 m mientras que hacia el sur se adelgazó considerablemente a espesores menores de 100 m y/o se encontró más cercano a la costa. Por lo anterior se destacan las secciones 25, 37 y 39.



f. Distribución vertical de densidad

La densidad (**Fig. 13**) tuvo una distribución de isolíneas similar a la presentada por la temperatura, es decir mostró gradientes intensos en los primeros 50 m de la columna de agua. Esta variable registró también ascensos de las isopícnas en casi todas las secciones verticales, excepto en las transectas 1, 17, 29 y 37. La sección 17 presentó una depresión o hundimiento de las isopícnas en el sector más costero, así también la sección 25 entre las 10 y 20 mn de la costa. Las isopícnas bajo los 100 m tendieron a ubicarse paralelos a la superficie, excepto en algunas de ellas donde se presentaron hundimientos o ascensos en los niveles de muestreo intermedios, como en las secciones 9, 11, 17 y 27.

g. Distribución vertical de Oxígeno Disuelto (OD)

En la vertical el OD (**Fig. 14**) registró gradientes óxicos intensos los que en general se desarrollaron en la capa superficial de los primeros 50 m, sobrepasando este nivel en las secciones 5, 23, 25, 33, 35 y 39, llegando a extenderse en algunas de estas hasta los 100 m, En la mayoría de las secciones se observó un ascenso del gradiente hacia la superficie del sector osterero, siendo menos evidente en las secciones 31 y 37. La capa oxigenada superficial de la mayoría de las secciones presentó núcleos de concentraciones > 6 mL/L, en tanto que concentraciones mayores a 7 mL/L sólo se registraron en pequeños focos repartidos en la parte norte y centro sur del muestreo, alcanzando un máximo de 8 mL/L en la sección 27. Las transectas 11 a 15 y 21 son las únicas que registraron valores bajos 4 mL/L de OD en la costa, ubicándose esto en general en las primeras 10 o 5 mn de la costa, situación que es señalada por el ascenso de las isolíneas en esta área indicada. La capa de mínimo de oxígeno (menor a 1 mL/L) se extendió más allá de los 500 m que es el máximo nivel de muestreo, en tanto que el límite superior de esta capa se mantuvo en el sector oceánico entre los 50 y 100 m acercándose a la superficie en el sector costero, siendo los ascensos más notorios los correspondientes a las secciones 1 a 29.

1.2.3 Masas de agua

La distribución vertical de masas de agua Subantártica (ASAA), Ecuatorial Subsuperficial (AESS) y Subtropical (AST) se presentan en la **Figuras 15, 16 y 17** y se muestran como isolíneas de porcentajes de participación de masa de agua (PPMA). La AST (**Fig. 15**) se ubicó en la capa superficial. El espesor de esta masa de agua (PPMA > 10) fue variable principalmente en un sentido norte sur, con los mayores espesores en la mitad norte con 50 m y de sólo 25 m en las secciones al sur de la zona. En esta delgada capa de agua se presentaron también diferencias importantes de los PPMA máximos en superficie, siendo las que registran los mayores las secciones 5, 9, 13, 21 y 25 donde se alcanzan porcentajes mayores al 50%. En el resto de las secciones sólo se llegó en general a PPMA de 50%. Todas las secciones registraron una disminución de los PPMA en la costa, siendo las secciones 17 y 19 las que mostraron el menor espesor de AST y PPMA < 30%.

El ASAA (**Fig. 16**) se presentó en todas las secciones, sin embargo es hacia la mitad norte en donde el núcleo fue menos intenso y se ubicó a nivel subsuperficial, mientras que hacia el sur los mayores PPMA se localizaron en superficie. El nivel de máxima profundidad para el PPMA de 10% fue de 100 m en la



mayoría de las secciones, siendo la 13, 23 y 25 las que llegan hasta 130 m. Los mayores PPMA de esta masa de agua fueron mayores a 40% sólo en las secciones 35 a 39 pero, en particular, en la sección 25 el núcleo principal de PPMA de 40 se localizó bien desarrollado a nivel subsuperficial y cubrió al menos entre las 10 y 20 mn centrado en los 75 m. Desde la sección 1 a 17 los PPMA no superaron el valor de 30%, siendo las secciones 1 a 7 las que tuvieron el núcleo más subsuperficial.

El AESS (**Fig. 17**) presentó un núcleo de PPMA > 80 en todas las secciones, sin embargo desde la transecta 35 al sur este núcleo principal no alcanzó las 20 mn y se vio limitado sólo a las 10 mn de la costa, siendo reemplazado por el núcleo de PPMA 70. El núcleo principal de AESS se encontró centrado en el nivel de 150 m de profundidad. En las transectas desde el límite norte hasta Tocopilla (sección 23) es en donde los niveles de PPMA de 20 a 40 se presentaron en superficie y principalmente hacia el área costera, mientras que desde esta localidad al sur y desde las 10 mn hacia el área oceánica el AESS no se registró. En general los PPMA de AESS en la costa fueron bajos y no superaron el 30% excepto en las secciones 19 (caleta Chipana) y 31 (península de Mejillones) en donde estuvieron entre 30 y 40. En la sección 19 esto ocurre en la estación de 10 mn, mientras que en la 31 fue en las primeras 5 mn.

1.2.4. Clorofila-a y feopigmentos

a. Distribución superficial de clorofila-a

La distribución superficial de clorofila-a estimada (clo) superficial (**Fig. 18a**) presentó un rango de entre 0,1 y 14,8 $\mu\text{g/L}$, registrándose el máximo en los 20°20'S. De éste rango, las mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ se ubicaron en una franja costera de aproximadamente 10 mn entre Arica y Antofagasta, conteniendo amplios focos mayores a 5 $\mu\text{g/L}$ a lo largo de prácticamente toda esta franja, salvo por los sectores al norte de Arica, entre punta Argolla y punta Camarones, Pisagua a caleta Buena, punta Patache, norte de Tocopilla y punta Hornos donde las concentraciones fluctuaron entre 1 y 4 $\mu\text{g/L}$. Los valores más altos, mayores a 10 $\mu\text{g/L}$ se registraron en pequeños focos costeros ubicados en: los 18°40'S, sur de Iquique, punta Lobos, caleta Chipana, los 22°40'S, península de Mejillones y Antofagasta. Al sur de esta localidad solo en caleta Colorada se vuelve a registrar un foco mayor a 1 $\mu\text{g/L}$, por lo que el sector costero entre punta Amarilla y caleta Botija fue el más pobre del muestreo. Hacia el sector oceánico la clo se mantuvo cercana a 0,2 $\mu\text{g/L}$.

Los feopigmentos (feop) superficiales (**Fig. 18b**) presentaron un rango de concentraciones de entre 0,03 y 15,7, mostrando una distribución muy similar al de la clo superficial con una franja continua de concentraciones mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ entre Arica y Antofagasta conteniendo focos mayores a 5 $\mu\text{g/L}$ en el sector de Arica a punta Argolla, Pisagua Iquique a caleta Chipana y Mejillones, y máximos superiores a 10 $\mu\text{g/L}$ en: los 18°40'S y punta Lobos, donde se registró el máximo del muestreo. Al sur de Antofagasta las concentraciones son las más bajas del sector costero, > 0,2 $\mu\text{g/L}$ en punta Amarilla y > 0,5 desde caleta El Cobre al sur. Hacia el sector oceánico los feop se mantuvieron cercanos a 0,2 $\mu\text{g/L}$.



b. Distribución vertical de clorofila-a y feopigmentos

b1. Clorofila-a y feopigmentos integrada

La clo estimada integrada (cloint) fluctuó entre 11 y 375 mg/m² (**Fig. 18c**). De este rango, la cloint presentó valores mayores a 100 mg/m² dentro de las primeras 10 mn en prácticamente toda la franja costera al sur de Arica y desde caleta Camarones hasta Antofagasta, con una interrupción en punta Hornos. Al sur de Antofagasta los valores disminuyeron a cerca de 40 mg/m², al igual que hacia el sector oceánico fuera de la franja productiva. La única excepción a lo anterior fue un núcleo mayor a 100 mg/m² registrado a 40 mn de la península de Mejillones. Los valores de cloint mayores a 200 mg/m² se registraron: en los 18°40'S, Pisagua, entre Iquique y punta Arenas, en los 22°40'S y entre la Península de Mejillones y Antofagasta. En esta oportunidad se registraron cuatro pequeños focos mayores a 300 mg/m² entre punta Lobos y al sur de caleta Chipana donde se registró el máximo del muestreo, más un pequeño foco ubicado y en la Península de Mejillones.

Los feop integrados (feopint), presentaron un rango de valores entre 11 y 357 mg/m² (**Fig. 18d**), y una distribución muy similar a la de la cloint, con valores mayores a 100 mg/m² al sur de Arica y entre los 19°S y Antofagasta. Pequeños focos de feopint mayores a 300 mg/m² se registraron en Pisagua, punta lobos donde se registró el máximo del muestreo, y punta norte de la península de Mejillones. En el sector oceánico los valores fluctuaron en torno a los 20-40 mg/m², salvo por un foco en las 40 mn de la península de Mejillones con 80 mg/m².

b2. Distribución vertical de clorofila-a y feopigmentos

La clo presentó en la vertical (**Fig. 19**) núcleos de concentraciones mayores a 1 µg/L en todas las transectas, los que se distribuyeron en general desde la superficie y hasta una profundidad que en ocasiones superó los 40 m. Las excepciones se registraron en las secciones 3, 15, 17, 23 y 31 en donde el núcleo alcanzó hasta un máximo de 60 m. En la extensión de estos núcleos hacia el oeste, aunque variable, se observó un núcleo principal costero dentro de las 10 mn, el que llegó hasta las 20 mn a nivel subsuperficial o con un segundo núcleo separado del principal como es el caso de las secciones 1 y 39. Tomando en cuenta la disparidad en la extensión de las secciones, los núcleos de mayor extensión hacia el oeste correspondieron a las secciones 29 con más de 30 mn y 31 con más de 40 mn.

Las menores concentraciones del muestreo se registraron en las secciones 5, 35 y 37 donde los máximos fluctuaron en torno a 1 µg/L, siguiéndole la sección 39 con un máximo de 3 µg/L, mientras que las demás secciones tuvieron núcleos de al menos 5 µg/L. Los núcleos de mayores concentraciones de clo correspondieron a la sección 1 de Arica con más de 20 µg/L, siguiéndole las secciones 9, 13, 17, 19, 31 y 33 con más de 15 µg/L y las secciones 3, 7, 15, 27 y 29 con núcleos mayores a 10 µg/L.



Los feop presentaron en la vertical (**Fig. 20**) núcleos de concentraciones mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ en casi todas las secciones, las excepciones se dieron en las tres del extremo sur, 35, 37 y 39 donde la concentración máxima superó los 0,5 $\mu\text{g/L}$. los núcleos mayores a 1 $\mu\text{g/L}$ en general presentaron variables y grandes dimensiones, abarcando desde superficie hasta los 50 m y más, como fue el caso de las secciones 17 y 19 donde superó los 100 m del muestreo y en la sección 29 donde llegó hasta los 75 m. Hacia el oeste los núcleos se mantuvieron dentro de las 10 y 20 mn, siendo los de mayor tamaño los de las secciones 17, 19 y 29. Las concentraciones más altas se dieron en la sección 9 con más de 15 $\mu\text{g/L}$ y 3, 7, 11 y 17 con más de 10 $\mu\text{g/L}$. En el sector oceánico de la sección 31 se registró un segundo núcleo separado del costero con un máximo de 2 $\mu\text{g/L}$.

1.3 Condiciones oceanográficas satelitales durante el crucero

1.3.1 Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Las imágenes promedio semanal de temperatura superficial del mar (TSM) obtenidas con satélite para la zona y durante el crucero se muestran en la **Figura 21**. El periodo se caracterizó por registrar un aumento de las TSM gradual en cada semana, con un máximo de 21°C en el sector oceánico entre Arica a Punta Lobos en la primera semana a 22°C en la última pero donde estos valores ocuparon una extensa área que va desde el norte de la zona hasta punta del Urcu (21°30'S). En las tres imágenes se apreció un frente térmico costero pero que fue más marcado y claro en la primera semana, pues junto con el calentamiento oceánico también se registró un calentamiento de la superficie del mar en la costa en las dos últimas. Esta franja costera de agua más fría se caracterizó por TSM menores a 19°C y se extendió en la primera semana a lo largo de toda la zona, pero presentó entradas de agua cálida en Pisagua, punta Junín y punta Blanca, mientras que en la segunda ésta se vio mas restringida, prácticamente de Iquique al sur pero se mantuvo la entrada de agua cálida entre punta del Urcu y punta Guala Guala. En esta última área los valores llegaron a 20°C. En la tercera semana la franja de agua fría se vio limitada principalmente al sector de la Península de Mejillones y punta tres picos.

Anomalía de TSM satelital

En la carta de anomalías de TSM (**Fig. 22**) se observó en el sector oceánico un amplio predominio de valores positivos pero menores a 1°C, no obstante hay también áreas de anomalías negativas intercaladas entre los focos de ATSM positivos señalados. En el sector costero las anomalías fueron negativas pero tampoco superan la unidad, sin embargo en el área de punta Blanca a Mejillones se registraron anomalías positivas de temperatura y menores a 1°C.

1.3.2 Anomalía del nivel del mar y circulación geostrofica

Las imágenes correspondientes se muestran en la **Figura 23**. Se destaca para las tres semanas el amplio predominio de anomalías del nivel del mar negativas con valores que superan los 5 cm (absoluto). La distribución e intensidad de los giros y estructuras de mesoescala fueron similares durante todo el periodo y se destacan cinco giros ciclónicos principales, todos ubicados en el área oceánica. De estos, dos son los más intensos y se ubicaron centrados en los 72°W, uno frente a



Iquique y el otro a punta Plata, aunque este último se debilitó hacia la tercera semana de crucero. Sólo se observó un giro anticiclónico de intensidad débil frente a punta Blanca y que estuvo centrado en los 72°W. Las estructuras de mesoescala señaladas produjeron en el sector oceánico un flujo geostrofico intenso hacia el sur entre Iquique y punta del Urcu y entre Mejillones y Tal Tal, ambos centrados en los 71°30'W, mientras que en la costa el flujo hacia el este y de baja intensidad frente a punta Blanca y desde Antofagasta a rada Paposo. En el área costera de Arica a Iquique y desde punta Guala Guala a Mejillones el flujo costero fue débil y hacia el oeste.

1.3.3 Clorofila satelital

Las imágenes promedio semanal de clorofila satelital (clos) obtenidas con satélite para la zona y durante el crucero se muestran en la **Figura 24**. El periodo se caracterizó por presentar alta cantidad de nubes, sin embargo se logra apreciar en las tres semanas una franja muy costera de concentraciones mayores a 1 µg/L con filamentos de clos que se extendieron hacia el sector oceánico en punta Lobos y desde Mejillones hacia el norte. En la primera semana se observó una franja casi continua de valores mayores a 5 µg/L entre Arica y Antofagasta y un máximo de 20 µg/L en punta Guasilla. En la segunda semana se mantuvo esta franja aumentando las concentraciones entre punta Blanca y Mejillones y disminuyendo entre Arica y punta del Urcu. En la tercera semana la franja costera se debilitó pero aumentó la extensión de valores > 1 µg/L hacia el sur hasta al menos punta tres picos, presentando un solo foco de concentraciones mayores a 10 µg/L en Antofagasta. En las tres semanas el sector de mayor pobreza pigmentaria estuvo al sur de Antofagasta hasta punta Plata.

1.4 Condiciones oceanográficas periodo 2002-2012

1.4.1 Condición Regional en el periodo 2002-2012

La serie del MEI en el periodo julio 2002 a abril de 2012 (**Figura 25a**) muestra valores positivos desde principios de la serie hasta mediados de 2005, desde mediados de 2006 a mediados 2007, desde mediados 2009 a mediados de 2010 y un último periodo que corresponde a abril 2012 que es el último mes de la serie. Los valores MEI de estas fases positivas no superaron el valor de 1,5, midiéndose ese máximo en febrero de 2010.

En esta serie, la primera fase negativa del MEI fue breve y se dio entre octubre de 2005 y abril de 2006 con valores máximos de -0,62. La segunda fase fue más prolongada y abarcó prácticamente desde junio de 2007 hasta abril de 2009, con solo un mes de MEI positivo (0,06) en junio de 2008. En esta larga fase fría, el MEI negativo más intenso fue de -1,5 en marzo de 2008. Finalmente, el periodo de los MEI más negativos en esta serie, y la segunda desde 1950, partió en junio de 2010, con un máximo de -2,1 en el mes de septiembre, y finalizó en marzo de 2012 con un MEI de -0.4.

Los rangos de los datos MEI que son promedios de dos meses (**Figura 25b**), muestran que en la serie 2002-2012 hubo una alternancia de periodos cálidos El Niño y fríos La Niña de intensidad y duración variables. Desde el comienzo de la serie hasta mediados de 2003 hubo un proceso cálido que alcanzó



una intensidad moderada, el cual fue seguido de otro proceso cálido en el primer semestre de 2005. Un proceso frío, que escasamente alcanzó una intensidad débil, se midió en los primeros meses de 2006, para pasar rápidamente a un periodo cálido que fue de intensidad moderada a fuerte en noviembre del mismo año. Continúan en esta serie dos procesos fríos, uno fuerte con un máximo en marzo de 2008 y otro débil con un pico en febrero de 2009. A continuación hubo un proceso cálido que alcanzó un máximo en febrero de 2010 y rápidamente pasó a un proceso frío de intensidad fuerte con un máximo en septiembre de 2010, pero que se mantuvo fuerte hasta abril de 2011. Tras un muy breve periodo neutral comenzó un nuevo periodo frío débil desde agosto de 2011 a marzo de 2012, siendo el último mes de la serie catalogado como neutral pero con rápida tendencia hacia una fase cálida.

Los cruceros RECLAN en la XV, I y II regiones en el periodo 2002-2011 se muestran con flechas en la **Figura 25a**. De ellos todos fueron realizados en los meses de diciembre de cada año, excepto el que corresponde a febrero de 2007.

1.4.2 Serie anomalía de temperatura satelital

En la **Figura 26** se entrega en forma combinada el MEI, promedio de las ATSM en las bandas costeras y oceánicas y la serie de ATSM para ambas áreas. En la serie se destacan dos periodos de MEI negativos como los más intensos, los que ocurrieron en los años 2007, que se asocia a anomalías negativas de 1°C en sector costero y 2°C en el oceánico, y 2010 con anomalías > 1° en la costa y cercanas a 1°C en el sector oceánico. El último periodo de valores MEI negativos también se asocia a valores de ATSM negativos en la zona que sólo se presentan en el segundo semestre de 2011.

Hay también dos periodos de MEI positivos. El primero en el año 2006 por cobertura espacial y temporal, con anomalías positivas de TSM que se mantienen prácticamente todo el año con un pico en el primer semestre donde se registran ATSM mayores a 1°C. El segundo periodo cálido en la zona norte se presenta en los años 2009-2010, donde hubo ATSM en general > 1°C en la costa y > 2°C en el sector oceánico, principalmente entre los 18° y 21°S. En diciembre de 2011, momento del crucero RECLAN en estudio, se presentaba una condición fría en declinación, el cual se acopla con anomalías de TSM negativas principalmente en el sector costero que en promedio alcanzan los -0,5°C, mientras el oceánico, con ATSM positivos y negativos en la zona promedió un valor de -0,2°C. En el periodo 2002-2006 se registró en una situación de ATSM variable tanto negativa como positiva, pero que en general no superan el valor de 1°C de anomalía, con algunas excepciones.

1.4.3 Oxígeno Disuelto

En general, observando las distribuciones de OD en los distintos cruceros desde 2007 a 2011, los sectores donde ha sido más frecuente la presencia de aguas con valores OD menores a 5 mL/L y que es señal clara de actividad de surgencia con participación de AESS en la mezcla, son: desde Arica a Pisagua, punta Lobos a caleta Chipana y caleta El Cobre a caleta Colorada. De esta serie de cruceros, el OD del año 2008 es el que presentó la menor frecuencia de estos focos, mientras que en 2009 y 2010 se dieron las mayores (**Tabla 3**).



Estos focos superficiales de concentraciones menores a 5 mL/L varían en frecuencia, intensidad y ubicación entre los años, mientras que, la isolínea de 1 mL/L (como representación del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto) en general se ha ubicado con niveles máximos entre los 20 y 100 m en el sector más oeste del muestreo, pudiéndose encontrar en la costa entre los 10 y 50 m.

En lo que respecta al crucero de diciembre de 2007, el OD presentó un similar comportamiento al observado en febrero del mismo año, mientras que en diciembre de 2008, a pesar de que el gradiente óxico desde caleta Buena al norte está más cercano a la superficie, las concentraciones bajas de OD no llegaron a interceptarla, repitiéndose sólo punta Lobos como único sector de afloración de aguas con bajo OD. En diciembre de 2009 y 2010 prácticamente toda la banda costera entre los 18°40'S y los 23°S presentó focos de menor OD en superficie. En 2011 hubo una menor frecuencia de focos de menor OD en relación a los dos años anteriores y una mayor presencia de focos costeros mayores a 6 mL/L, también mayor a lo visto en 2008 periodo al igual que en el presente muestreo catalogado como Niña débil (**Tabla 4**).

1.4.4 Serie de Clorofila satelital

En la **Figura 27** se entrega en forma combinada el MEI, promedio de las clorofilas satelitales en las bandas costeras y oceánicas y la serie de clorofila satelital para el sector costero. Según lo observado en la serie anual de valores promedios de clorofila satelital para la banda de las primeras 20 mn una fuerte fluctuación se mantiene desde los primeros años hasta finales de 2007, pasando a un periodo de mayor estabilidad pero menores concentraciones, en donde se han desarrollado la mayoría de los cruceros RECLAN de los meses de diciembre, los que se efectuaron según la fase ecuatorial en periodos de La Niña moderada en 2007, La Niña débil en 2008, El Niño moderado en 2009, La Niña fuerte en 2010 y La Niña débil en 2011 (**Tabla 4**), correspondiendo éste último al periodo más pobre de la serie.

La distribución costera latitudinal muestra claramente lo ya mencionado con altos valores casi permanentes, > 16 µg/L, entre 2002 y mediados de 2005 al norte de los 22°S, más los bloom de mediados de 2006 y 2007. Hacia el sur los sectores de mayor recurrencia en cuanto a concentraciones son Mejillones y Antofagasta y en menor frecuencia y concentración al sur de los 25°S, observándose dos sectores de relativa pobreza, en la península de Mejillones y entre los 24 y 25°S con concentraciones cercanas a los 10 µg/L. Desde 2006 en adelante los máximos relativos están más asociados al periodo de invierno, aunque sin una tendencia clara y disminuyendo la concentración promedio notoriamente en relación al periodo anterior.

Esta distribución también se observó en el sector oceánico donde los esporádicos focos de altas concentraciones, con máximos de hasta 2 µg/L, se observaron hasta comienzos de 2008, ubicados principalmente en Arica y con menor frecuencia hasta los 22°S–Tocopilla. Hacia el sur y en toda el área desde mediados del 2008 en adelante, los valores de clorofila satelital mostraron concentraciones más estables en toda el área, en general < 0,8 µg/L, con solo dos focos aislados de valores > 1,4 µg/L en Antofagasta a comienzos de 2010 y 2011 y otro a comienzos de 2011 en Arica.



2. Determinación de la oferta ambiental de alimento entre la XV y II Regiones durante la primavera de 2011 (Objetivo Específico 3)

2.1 Componente Microfitoplanctónica

Se identificaron 110 especies pertenecientes al microfitoplancton, de las cuales 51 correspondieron a diatomeas y 59 a formas flageladas. Entre las diatomeas predominaron las especies formadoras de cadena (44), donde destacó el género *Chaetoceros* por el número de representantes (10 especies). Los tamaños de las diatomeas en cadena fluctuaron entre 40 y 1.131 μm , con un promedio de 278 μm . Las formas solitarias, representadas por 7 especies, exhibieron un rango de tamaño promedio superior, de 349 μm , como resultado de la presencia de las especies del género *Lioloma*, las cuales presentan longitudes superiores a 1.000 μm (**Tabla 5**).

Las formas flageladas estuvieron representadas por 54 especies de dinoflagelados y 5 de silicoflagelados. Entre los dinoflagelados dominaron las formas tecadas, destacando los géneros *Protoperidinium* y *Ceratium* con 16 y 11 especies respectivamente. El espectro de tamaño de los dinoflagelados fluctuó entre 25 y 550 μm , con un promedio de 114 μm , sobresaliendo por sus longitudes, las especies del género *Ceratium*. Los silicoflagelados presentaron tamaños entre 38 y 65 μm , con un promedio de 47 μm (**Tabla 6**).

La abundancia fitoplanctónica total integrada fluctuó entre 0,02 y 376,2 cél/mL (**Tabla 7**). Las diatomeas presentaron las mayores concentraciones celulares con un máximo de 364,9 cél/mL, realizando un aporte promedio al total de 86,9%. Los flagelados escasamente superaron las 5 cél/mL en toda el área de estudio, realizando un aporte promedio de 12,8%. Sólo en el sector sur circundante a Bahía Moreno, entre los 23°30'S y 23°50'S, exhibieron abundancias que superaron las 100 cél/mL, lo que generó un valor integrado máximo de 61,1 cél/mL (**Tabla 7**).

El espectro de tamaño promedio de las diatomeas fluctuó entre 96,0 y 721,1 μm , detectándose un incremento hacia el sur del área de estudio debido a la presencia de grandes especies del género *Chaetoceros*. Los flagelados, exhibieron un espectro menor, con tamaños entre 36,0 y 182,9 μm , y a diferencia de las diatomeas, se detectó una tendencia a la predominancia de organismos pequeños hacia el sur (**Tabla 8**).

La distribución espacial de la abundancia de las diatomeas, entre la superficie y los 10 m de profundidad, reveló la presencia de dos zonas con concentraciones superiores a 200 cél/mL extendiéndose entre 1 y 10 mn de la costa. La primera desde Arica (18°25'S) al sur de Punta Lobos (21°30'S), y la segunda desde el sur de Punta Copaca (22°30'S) a Mejillones (23°10'S). Estas zonas estuvieron separadas por un sector donde las abundancias fueron menores a 150 cél/mL que se localizó frente a Tocopilla (22°00'S). Desde Mejillones al sur las abundancias no superaron las 100 cél/mL, situación que también fue registrada en las estaciones localizadas a 20, 30 y 40 mn de la



costa. Los focos de mayor concentración (>600 cél/mL) se localizaron a 1 mn, al norte de Punta Lobos en superficie y 5 m de profundidad, y al sur de Punta Copaca en la profundidad de 10 m. A 30 y 50 m de profundidad se detectaron focos dispersos a lo largo de toda la franja costera con abundancias inferiores a 100 cél/mL (**Fig. 28**).

La distribución vertical de la abundancia de las diatomeas no mostró un patrón definido respecto de la localización de los focos de mayor concentración. Estos fueron detectados a 0, 5 y 10 m de profundidad, proyectándose entre 1 y 10 mn de la costa. Lo que sí se evidenció en toda el área de estudio fue el fuerte gradiente de disminución generado por el marcado descenso de las concentraciones a 30 m de profundidad (**Figuras 29, 30, 31 y 32**). En las transectas 21, 23 y 25, correspondientes a Punta Arenas (21°40'S), Tocopilla (22°00'S) y Punta Copaca (22°20'S) respectivamente, se observa la zona con bajas densidades celulares, las cuales dominaron toda la columna de agua, situación que fue más evidente en Tocopilla (**Fig. 31**). De igual manera, al sur de Mejillones, desde la transecta 35 (24°00'S) las abundancias de las diatomeas bajaron a menos de 5 cél/mL, detectándose presencia de este grupo hasta los 10 m de profundidad (**Fig. 32**).

La distribución horizontal de la abundancia de los flagelados, en el estrato entre la superficie y 10 m de profundidad, evidenció la existencia de dos focos de altos valores (>20 cél/mL). El primero de ellos se localizó entre Punta Junín (19°40'S) y el sur de Punta Lobos (21°30'S), y estuvo restringido a las primeras 5 mn de la costa, y el segundo se ubicó entre Mejillones (23°10') y el sur de Bahía Moreno (24°00'S), y se extendió hasta 10 mn de la costa. En este segundo foco, a 1 mn frente a Bahía Moreno (23°40'), se registraron las máximas abundancias que alcanzaron 200,4, 107,2 y 128,3 cél/mL a 0, 5 y 10 m de profundidad respectivamente. Entre estos dos núcleos el área estuvo dominada por valores iguales o inferiores a 10 cél/mL, que se mantuvieron dentro de las 5 mn. Desde los 24°00'S al sur, y en las estaciones dispuestas a 10, 20, 30 y 40 mn de la costa, las abundancias de los flagelados fueron inferiores a 1 cél/mL (**Fig. 33**). A 30 y 50 m de profundidad las concentraciones descendieron de 1 cél/mL, observándose focos dispersos sin ningún patrón evidente (**Fig. 34**).

En la componente vertical, todas las transectas exhiben el fuerte gradiente en la abundancia, evidenciando que los flagelados estuvieron prácticamente ausentes a 30 y 50 m de profundidad (**Figuras 35, 36, 37 y 38**). En las transectas del norte, asociadas a la zona de altas concentraciones (T9 a T19), se observa que los máximos se profundizaron hacia el sur desde la superficie a 10 m de profundidad, manteniéndose siempre muy restringidos a la franja entre 1 y 5 mn de la costa (**Figuras 35 y 36**), mientras que en aquellas localizadas al sur (T29, T31, T33), las máximas abundancias se registraron entre los 0 y 5 m de profundidad y hasta 10 mn de la costa (**Figuras 37 y 38**). En el sur del área de estudio, desde la transecta 35 (24°00'S) toda la columna de agua presentó concentraciones inferiores a 1 cél/mL (**Fig. 38**).

Respecto del especto de tamaños, la distribución horizontal de las diatomeas mostró el mismo patrón entre la superficie y los 50 m de profundidad, con un dominio de tamaños entre 200 y 300 μ m. Entre Arica (18°25') y Punta Lobos (21°00'S) se registraron ejemplares predominantemente de 300 μ m, que se extendieron entre la costa y las 40 mn, detectándose sólo en superficie y a 20 mn, un incremento



asociado a tamaños cercanos a 500 μm . Entre Punta Lobos (21°00'S) y Punta Hornos (23°00'S) se observaron formas de tamaño igual o inferior a 200 μm , distribuidas entre 1 y 30 mn de la costa, y desde Punta Lobos hacia el sur, las dimensiones de las diatomeas aumentaron, registrándose los mayores tamaños (~900 μm) a 1 mn de la costa frente a Punta Tres Picos (24°20'S), generándose un gradiente horizontal costa afuera, con tamaños cercanos a 500 μm a 20 mn (**Fig. 39**).

La distribución del tamaño de las formas flageladas reveló entre Arica (18°25'S) y Punta Hornos (23°00'S) y entre la superficie y los 5 m de profundidad, la presencia de organismos con tamaños cercanos a 150 μm que dominaron la zona costera, y hacia las estaciones localizadas a 20, 30 y 40 mn de la costa se registró la presencia de formas de tamaño inferior (~100 μm), excepto por dos focos localizados al sur de Punta Lobos (21°00'S) y de Punta Copaca (22°20'S). A 10 m profundidad la dominancia de formas de 150 μm fue más evidente en toda el área de estudio. A 30 y 50 m de profundidad destacó la presencia de organismos grandes, con tamaños superiores a 200 μm , que se distribuyeron sin un patrón definido (**Fig. 40**).

2.1.1 Análisis de la información

Las diatomeas que resultaron representativas del periodo, por sus aportes a la abundancia total, fueron *Chaetoceros affinis*, *C. convolutus*, *C. tortissimus*, *Cylindrotheca closterium*, *Detonula pumila*, *Leptocylindrus danicus* y *Thalassiosira minuscula*. Estas especies revelaron un gradiente latitudinal en su distribución y en sus abundancias que generó una diferenciación por zonas en la composición específica del alimento disponible. Destacó entre ellas *T. minuscula*, la cual se presentó, con un aporte promedio del 86%, desde Arica (18°25'S) al norte de Punta Arenas (21°30'S-IT-20). A partir de Punta Gruesa (20°20'S) la dominancia dejó de ser mono-específica, integrándose *Detonula pumila* con aportes notablemente inferiores, pero que asociada a *T. minuscula* fueron superiores al 80%. Desde Punta Arenas (21°40'S) al sur aumentó la riqueza de especies, y varias en conjunto, realizaron un aporte superior al 50%, destacándose que las abundancias de *T. minuscula* fueron disminuyendo para ser reemplazada por *Chaetoceros convolutus* y *Leptocylindrus danicus* desde el norte de Bahía Moreno (23°30'S-IT-32) al sur (**Tabla 9**).

Las especies de flagelados más importantes fueron *Ceratium furca var. berghii*, *C. fusus var. seta*, *C. pulchellum*, *C. tripos*, *Dinophysis acuminata*, *Prorocentrum gracile*, *P. micans* y *Protoperidinium pellucidum*. A diferencia de las especies de diatomeas, éstas presentaron abundancias considerablemente más bajas, no exhibieron un patrón claro de distribución y no hubo dominancia de alguna de ellas en particular. Sólo dos especies destacaron por presentar altas abundancias y aportes en un área limitada, *D. acuminata* que se detectó entre los 21°30'S (IT-20) y los 23°10'S (IT-30), y *P. gracile* que dominó desde los 23°20'S (T-31) al sur, con un aporte promedio a la abundancia total del grupo del 67% (**Tabla 10**).



El análisis de agrupación reveló la existencia de tres grupos, caracterizados por una composición de especies concordante con la distribución de las más importantes. El primer grupo reunió las máximas abundancias de las diatomeas y estuvo definido por *Thalassiosira minuscula*, que dominó toda la zona con un aporte del 89,6%, junto al dinoflagelado *Prorocentrum gracile* que destacó en el sector sur con un aporte del 55%. La segunda asociación agrupó las menores abundancias de las diatomeas, se localizó en el sector entre Punta Gruesa (20°20'S) y Punta Arenas (21°40'S), y estuvo caracterizada por la presencia de *T. minuscula* y *Detonula pumila*. Los flagelados presentaron el dominio de varias especies con abundancias similares, donde destacaron aquellas pertenecientes al género *Ceratium*. El tercer grupo, asociado al sector entre Tocopilla (22°00'S) y Bahía Moreno (23°40'S), presentó abundancias similares a las del grupo 1, pero en éste dominaron, además de *T. minuscula*, especies del género *Chaetoceros* y *Cylindrotheca closterium* que alcanzaron abundancias similares, realizando aportes cercanos al 20%. *Prorocentrum gracile* nuevamente fue el dinoflagelado representativo del grupo, pero con una concentración menor (**Fig. 41**).

El análisis de varianza reflejó diferencias significativas entre la abundancia de diatomeas y flagelados con todos los cruceros anteriores, debido a que el rango medio fue inferior durante 2011. En el espectro de tamaños se evidenciaron diferencias significativas en las diatomeas con diciembre de 2007 y 2009, debido a un incremento durante el presente crucero. Los flagelados también incrementaron su tamaño promedio, evidenciándose diferencias significativas con los cruceros de 2007, 2008 y 2010 (**Tabla 11**).

2.2 Componente Zooplanctónica

2.2.1 Composición y abundancia del macrozooplancton

De las 105 muestras planctónicas recolectadas en las primeras 20 mn de la costa entre el 1 al 20 de diciembre de 2011, se identificó un total de 27 grupos zooplanctónicos, siendo mayormente representado el Phylum Artropoda, destacando entre ellos a los copépodos, seguido de nauplis y cladóceros. En general, el plancton de la zona de estudio estuvo caracterizado por cinco grupos taxonómicos que destacaron por sus máximos niveles de abundancia relativa, contribuyendo con el 93% de la abundancia total, estos fueron los copépodos, poliquetos, nauplis y cladóceros, el 7% restante fue aportado por los demás grupos zooplanctónicos, siendo los menos representativos numéricamente las medusas, salpas, doliólidos, radiolarios, estomatópodos, foraminíferos, isópodos y ctenóforos, quienes aportaron con menos del 0,02% de la dominancia (**Tabla 12**).

- **Copépodos**

Los copépodos son los responsables de la enorme abundancia relativa presente en la zona, ya que por si solos aportan a la dominancia numérica con un 86,46% (**Tabla 12**). El promedio de individuos por estación fue de 1.255.525 copépodos/1000 m³, constándose en el 100% de ellas, donde se presentaron en rangos de densidades bastante altos, existiendo una amplia diversidad de concentraciones a lo largo de toda la zona latitudinal, a pesar de ello, no se observaron a través del análisis no paramétrico de Kruskal Wallis ($p= 0,808$) diferencias latitudinales significativas entre las tres



zonas consideradas (**Tabla 13**), pudiendo verificarse las más grandes concentraciones a lo largo de todo el borde costero, sin embargo, existe una mayor frecuencia de estaciones de altas densidades desde la zona centro (caleta Chipana) hasta Antofagasta, puerto a partir del cual comienza una declinación en las densidades de copépodos en el margen costero. Se destacan entre las estaciones más importantes numéricamente a un grupo de seis, localizadas a 1 mn frente a Antofagasta, sur de Mejillones, caleta Chipana, punta Arenas y sur de esta localidad y 10 mn de punta Hornos, todas estas en conjunto aportan con un 29% a la abundancia total.

Si bien las estaciones que se presentaron con las menores densidades fueron detectadas en toda la extensión latitudinal, estas fueron evidentemente más frecuentes hacia los sectores más alejados de la costa (**Fig. 42**). Una situación similar se observó el año precedente en la misma zona, donde las estaciones con las densidades más bajas se reconocieron hacia la zona sur, a partir de Antofagasta, desde donde se hacen más frecuentes y su presencia es principalmente más costera que oceánica, a diferencia de lo registrado hacia el sector norte de esta localidad.

- **Poliquetos**

Este grupo grandemente dominante (3,01%) después de los copépodos, destaca por su gran incidencia en las estaciones, presentándose en el 95,24% de ellas con una densidad promedio de 43.776 ind/1000 m³. Especialmente existe una distribución bastante heterogénea en las concentraciones de organismos, de ello da cuenta el análisis de Kruskal Wallis con un valor $p=0,0076$ (**Tabla 12 y 13**), indicando la existencia de diferencias significativas entre zonas latitudinales. Se detecta una mayor dominancia de las densidades comprendidas entre 1.387 – 4.243 ind/1000 m³, las que se manifestaron en el borde costero de la zona norte y tanto en la zona costera como oceánica en la zona sur. Desde punta Copaca, destaca sin embargo, en el sector centro y ligado al borde costero, la presencia de estaciones que albergan las mayores concentraciones, donde se acentúan aquellas localizadas entre caleta Patillos y sur de caleta Chipana, detectándose en esta zona densidades entre 279.859 y 749.758, conformadas por 5 estaciones que aportan con el 54,8% de la abundancia total, no obstante quien contribuye en gran medida a esta abundancia es la estación 46 ubicada frente a punta Patache, la que por sí sola reúne el 16,3% de los poliquetos totales. Las menores congregaciones de individuos se detectaron desde Antofagasta hacia el sur (**Fig. 43**).

- **Nauplis**

Este grupo parece ser de gran relevancia numérica durante la estación de primavera, presentando una abundancia igualmente importante en número respecto del año anterior, dando como premisa una alta tasa reproductiva en los días previos al crucero. Su abundancia, la tercera más importante (2,15%) (**Tabla 12**) se configura con el predominio en la zona de los rangos de densidad entre 4244 – 11.373, los que se congregan principalmente hacia la zona centro. La distribución espacial adoptada por este grupo es muy similar a la de los poliquetos, principalmente en lo que atañe a las máximas y mínimas concentraciones de individuos. Es así como en la zona centro se registra un grupo de estaciones que son quienes albergan las mayores densidades de estadios naupliares, situadas entre caleta Patillos y



punta Arenas, reuniendo todas ellas el 57% de la abundancia total, destacándose la estación frente a punta Patache, quien reúne una densidad de 686.753 nauplis/1000 m³ y que corresponde al 21% del total. En general, desde Arica hasta punta Arenas las concentraciones de nauplis son evidentemente mayores en el borde costero, mientras que hacia el sur se aprecia un cambio notorio de este patrón, siendo mas frecuentes y dominantes las estaciones de bajas densidades, las que se hacen mas evidentes aún a partir del sur de Antofagasta, estas notorias fluctuaciones dan cuenta de la existencia de diferencias latitudinales significativas, $p = 0,0002$ (**Tabla 13**). Durante los dos últimos años se ha evidenciado la existencia de dos zonas concordantes, una donde confluyen las estaciones con las más altas concentraciones de nauplis, dispuesta entre punta Patache y punta Arenas y la otra donde convergen las más bajas densidades o su presencia es casi nula, corresponde a la zona sur de Antofagasta (**Fig. 44**).

- **Cladóceros**

Este grupo de bastante relevancia numérica destaca durante este período debido a que no es muy común su presencia en las estaciones de muestreo y mucho menos en grandes densidades, presentándose en el período primaveral precedente solo entre Arica (18°25 LS) y punta Junín (19°40 LS), en el resto de la zona estuvieron completamente ausentes. En esta oportunidad se extendieron considerablemente en sentido latitudinal y con una alta frecuencia de estaciones tanto hacia la zona costera como oceánica, reuniéndose desde Arica hasta el norte de Tocopilla, desde donde desaparecen hasta reaparecer nuevamente entre punta Hornos y Antofagasta, pero en esta última con una frecuencia mucho menor y más costera. Así, se constató su presencia en el 48,6% de las estaciones donde reunió un porcentaje de dominancia de 1,32%, con una densidad promedio igual a 19.237 cladóceros/1000 m³. El 61% de los cladóceros estuvo acoplado en un sector muy reducido, entre punta patache y caleta Chipana, fueron precisamente dos estaciones en cada una de estas localidades las que albergaron las más altas concentraciones de individuos (**Fig. 45**), 7% y 43% cada una, respectivamente, dando ello cuenta de un desbalance de concentraciones en el plano latitudinal, como lo ratifica además Kruskal Wallis, con un $p = 0,0001$ (**Tabla 12 y 13**).

En términos generales, de los 27 grupos zooplanctónicos identificados, 15 de ellos presentaron diferencias latitudinales estadísticamente significativas entre las tres zonas consideradas, con valores de $p < 0,005$ (**Tabla 13**).

2.2.2 Abundancia zooplanctónica total

En la **Figura 46** se muestra la distribución de la abundancia total en la zona de estudio y en términos generales, se observa un predominio de las mayores concentraciones a lo largo de casi todo el borde costero, exceptuando el extremo sur, con presencia de valores más intensos hacia el sector centro, donde destacan los núcleos registrados frente a punta Patache (estación 46), caleta Chipana (estación 52) y sur de punta Arenas (estación 58), estaciones que reúnen el 32% de la abundancia total, mientras que dos núcleos igualmente importantes por su mayor aporte, se situaron al sur de Mejillones y frente a Antofagasta. Por lo general, a partir de las 10 mn las concentraciones de



organismos se hacen menos evidentes, disminuyendo notoriamente hacia el sector oceánico. Hacia el sur de Antofagasta se verifica una distribución de abundancia bastante más homogénea, caracterizada por la presencia de estaciones con poca presencia de individuos.

2.2.3 Biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica estuvo conformada principalmente por copépodos, poliquetos y nauplis, con un promedio por estación de 352 ml/1000 m³, con una fluctuación entre 54 - 5028 ml de zooplancton/1000 m³, encontrándose ambos valores a 20 mn al oeste de Arica y 1 mn frente a punta Patache, esta última con las más grandes abundancias, incidiendo en ello la participación de los grupos zooplanctónicos mas dominantes, principalmente de los copépodos.

La biomasa zooplanctónica se presentó relativamente uniforme en toda la extensión espacial, siendo conformada en cerca de un 60% por valores del rango entre 101-300 ml/1000 m³, siendo interrumpida mayormente a lo largo de gran parte de la extensión latitudinal costera por biomazas de mayores valores, destacando los máximos frente a punta Patache, Arica y punta Pinto (**Fig. 47**).

2.2.4 Análisis de las Clases de tamaño del mesozooplanton

La abundancia total de partículas zooplanctónicas a lo largo del área de estudio fluctuó entre 223 y 13.725 partículas/m³, distribuidas en un espectro de tamaños comprendido entre los 0,25mm y los 19,15mm. La densidad media (1.843) en este rango de tamaños se incrementó en un 97,3 % con respecto al año anterior.

Por su parte, la mayoría de las partículas se concentraron entre los 0,25mm y 0,95mm, constituyendo el 90,2 % del total de partículas contabilizadas (**Fig. 48**), cuyo límite superior del espectro de tamaños se situó en los 20mm del Diámetro Circular Equivalente (**DCE**).

La distribución horizontal de los organismos inferiores a 2,25mm (**Fig. 49A**) se caracterizó por la presencia de núcleos costeros de alta concentración (dentro de las 10 primeras millas náuticas), no observándose gradientes latitudinales notorios. Sin embargo, se distinguieron al menos 2 zonas donde los núcleos de concentración exhibieron una mayor densidad. La primera de ellas (**zona 1**), comprendió el área costera situada entre punta Patache y el sector norte de punta Copaca, exhibiendo una extensión latitudinal de aproximadamente 80 mn (20°50' - 22°10'LS), mientras que la segunda zona (**zona 2**), situada más al sur, abarcó el área costera comprendida entre punta Hornos y Antofagasta (23°00 - 23°40'LS).

La estación con el valor más alto en este rango de tamaños se registró a 1 mn frente a caleta Chipana (21°20' LS). En dicha estación se reconoció el valor más alto de densidad para copépodos, cladóceros y poliquetos, grupos que han sido considerados como los más abundantes en esta prospección. La presencia de núcleos costeros de alta densidad (> 4000 ind/m³) de partículas pequeñas (bajo **DCE**) se hizo más frecuente al sur de los 20°00 LS.



El incremento de la densidad promedio en este rango de tamaños (0,25 - 2,25 mm) se debió principalmente a una notoria participación de cladóceros y organismos del meroplancton. Los cladóceros se distribuyeron principalmente entre el límite norte del área de estudio y el límite sur de la zona 1 (22°16'). Sin embargo, también se registró su presencia en la zona 2. El análisis específico de la composición de este grupo mostró que aproximadamente el 97% de los situados principalmente en la zona 1 pertenecían a la especie considerada criofila (Ramirez, 1981), *Evadne nordmanni* (Fig. 50A), mientras que el 3% correspondió a *Podon polyphemoides* (Fig. 50B), cladócero eurihalino y euritermo. La proporción observada en esta última especie, fue aumentando conforme se avanzó al sur del área de estudio, llegando a constituir el 100% de los cladóceros registrados en la zona 2. La alta concentración de *Evadne nordmanni* en la zona 1 evidencia la presencia de aguas frías superficiales. La distribución de estos ejemplares coincidió con lo descrito por Mujica & Espinoza 1994.

Por otra parte, el meroplancton se constituyó principalmente por estadios larvales de cirripedios (en sus fases naupli y cypris), moluscos bivalvos (en prodisoconcha I), braquiópodos y decápodos, cuya presencia tuvo lugar principalmente en los núcleos observados en la zona 1 como consecuencia de un gran dinamismo en la interface bentopelágica de la zona.

El patrón de distribución espacial en sentido latitudinal de los centros de alta concentración de las partículas pequeñas, ha sido en general inverso a lo observado el año anterior, dado que estos fueron más recurrente a partir de punta Patache hacia el sur del área de estudio. En términos longitudinales, estos se registraron (al igual que el año anterior) en las estaciones costeras (1mn).

La fracción de partículas cuyo DCE se encontró sobre los 2,25mm, constituyó solo el 1,22 % del total de partículas contabilizadas a lo largo del área explorada y sus abundancias totales fluctuaron entre 1 y 139 partículas/m³. La densidad media en este rango de tamaños se incrementó en un 74 % con respecto al año anterior.

En términos espaciales, su patrón de distribución fue similar al descrito para las partículas pequeñas (0,25 - 2,25mm), a una escala de magnitud mucho menor (Fig. 49B). La densidad más alta de partículas en este rango de tamaños se registró a 1 mn frente a punta Tres Picos (24°20' LS). En dicho lugar se observó un gran número de eufáusidos (*Euphausia mucronata*), larvas de decápodos (zoeas y megalopas) y restos de crustáceos, cuyo alto DCE sindicó a esta estación como la más importante en este rango de tamaños. Sin embargo, la mayor parte de los núcleos de alta densidad en este rango de tamaños se vieron influenciados por la presencia de eufáusidos, al igual que el año anterior.

2.2.5 Estructura comunitaria

El análisis de la estructura comunitaria fue abordado mediante la obtención de diversos índices ecológicos complementarios.



Los valores del índice de riqueza específica de Margalef fluctuaron entre 0,44 y 1,38 a lo largo del área de estudio. El valor de este índice calculado para un máximo de 27 taxas rara vez ha sido superior a 2 en el área explorada. En este contexto, es posible señalar que en poco más del 70% de las estaciones se detectó una situación de baja riqueza específica (**Fig. 51A**). La distribución espacial de este índice se caracterizó (al igual que años anteriores) por exhibir una mayor recurrencia de valores bajos en la franja costera (1mn). La zona de más baja riqueza específica, se reconoció en la franja costera situada entre Tocopilla y punta Coloso ($22^{\circ}10'$ - $23^{\circ}50'LS$), mientras que los valores más altos se registraron desde los $23^{\circ}50'LS$ hasta el límite sur del área explorada (**Fig. 52A**). Adicionalmente, dos focos secundarios en magnitud fueron registrados, el primero de estos, en las inmediaciones de Arica ($18^{\circ}25'LS$ - $18^{\circ}30'LS$), mientras que el segundo entre punta Patache y Tocopilla, ambos de distribución longitudinal más oceánica.

En la ecuación original del índice de diversidad de Shannon & Weaver se utilizó el logaritmo natural y se aplicó sobre una matriz constituida por 27 grupos zooplanctónicos, por lo que el valor máximo teórico que este índice pudiese alcanzar en este estudio no debiera superar los 3,29 nits/ind.

La diversidad registrada a lo largo del área de estudio ha sido en general baja, dado que la gran mayoría (85,7%) de los valores del índice cuyo rango de distribución fluctuó entre 0,15 y 1,56 nits/ind, se encontraron bajo 1 nits/ind (**Fig. 51B**).

El patrón de distribución espacial longitudinal de los valores de diversidad fue en general semejante al descrito para la riqueza específica de Margalef al norte de los $23^{\circ}30'LS$, ya que desde esta posición hacia el sur del área explorada, los valores de diversidad no se incrementaron de igual modo, por efecto de la alta dominancia registrada en la zona (**Fig. 52B**). En sentido longitudinal, a diferencia de lo observado en el índice de Margalef, los registros más altos de diversidad fueron más frecuentes en las estaciones costeras (1mn).

Los tres valores más altos de este índice se registraron en las estaciones costeras situadas entre punta Patache y punta Arenas. Esta distribución ha sido coincidente con la descrita para los núcleos principales de alta densidad de partículas pequeñas.

La distribución de los máximos valores de diversidad, presentó diferencias con respecto a lo descrito para el índice de riqueza de Margalef, como efecto de la componente equitatividad de la diversidad.

El índice de uniformidad de Pielou se distribuyó en rangos de valores que fluctuaron entre 0,064 y 0,645. Estos valores dan cuenta de un cuadro de baja homogeneidad en gran parte del área explorada (**Figuras 51C y 52C**), producto del predominio de algunos grupos (principalmente copépodos) por sobre el total de taxas identificados. La distribución espacial de estos valores ha sido congruente con la distribución espacial de los índices de diversidad.

Las magnitudes en los índices comunitarios han sido similares a las registradas el año anterior, sin embargo, se han observado algunas variaciones en su distribución.



En el extremo norte del área de estudio ($18^{\circ}25'$ - $18^{\circ}30'LS$) se registraron valores altos para los índices de riqueza y diversidad, dado el gran número de taxas holoplanctónicas presentes en la zona. Entre punta patache y el sur de Tocopilla ($20^{\circ}50'$ - $21^{\circ}50'LS$) se observó un incremento tanto de los índices de diversidad y homogeneidad (en las estaciones costeras) como de la riqueza de taxas (en las estaciones más oceánicas), producto de la interacción bentopelágica evidenciada por el gran número de meroplancteres presentes en las muestras. Por otra parte, entre punta Arenas y punta coloso ($22^{\circ}10'$ - $23^{\circ}50'LS$) se observó una franja costera de baja diversidad, riqueza y homogeneidad, dada por la presencia de pocos grupos zooplanctónicos, cuya abundancia total se encontró dominada principalmente por copépodos y larvas de decápodos. Finalmente, la riqueza de taxas se incrementó a partir de los $23^{\circ}50'LS$, poco más al sur que el año anterior ($23^{\circ}20'LS$), desde esta posición hacia el sur del área explorada, en general se evidenciaron comunidades más especializadas, donde la energía disponible del sistema se ha distribuido en un mayor número de taxas.

De acuerdo al índice de similitud de Winer, las asociaciones formadas con los porcentajes más altos de similitud o co-ocurrencia (sin distinción latitudinal, ni distancia de la costa) fueron en orden jerárquico, los pares de especies formados entre salpas y doliólidos con un 89%, cladóceros y sifonóforos con el 87%, larvas Cypris - nauplis (83%), larvas de cifonautas con larvas de equinodermos (80%), ostrácodos - quetognatos (63%), isópodos – estomatópodos (61%) y copépodos y apendicularias (59%) (**Fig. 53**). Los restantes grupos coexistentes, se presentaron en grados de asociaciones menores al 56% y se muestran en la **Tabla 14**.

La mayor asociación formada entre salpas y doliólidos se encontró constituida en mayor proporción entre las 10 – 40 mn, con un 98%.

Los cladóceros y sifonóforos se encontraron asociados mayormente en la zona norte y centro (75% y 92%, respectivamente) y en ambos casos dentro de las primeras 5 mn (91%). Las larvas de Cypris y nauplis se relacionaron mayormente en el sector más costero (84%) y en la zona norte (58%). El cuarto grupo de mayor asociación se configuró entre larvas de cifonautas con larvas de equinodermos, dando cuenta de una máxima agrupación en la zona centro y entre 0-5 mn, con un 82% en cada zona. El grupo formado por ostrácodos y quetognatos compartieron similares porcentajes de coexistencia también en la zona más costera (52%) y en la zona sur (78%). Isópodos y estomatópodos se asociaron mayormente en el sector más oceánico y en la zona sur, con porcentajes respectivos de 68% y 58%. Finalmente los copépodos se agruparon con mayor fuerza con las apendicularias sólo en el sector norte (74%).

2.2.6 Comparación de estructuras zooplanctónicas por zona

2.2.6.1 Análisis exploratorio de datos

Se realizaron las siguientes clasificaciones considerando el periodo del día (día y noche), la latitud (norte= [$18^{\circ}25'$ - $20^{\circ}10'$ L.S.], centro = [$20^{\circ}10'$ - $22^{\circ}40'$ L.S.] y sur= [$22^{\circ}40'$ - $24^{\circ}40'$ L.S.]) y la longitud de las estaciones monitoreadas en base a la distancia a la costa (0 - 5 y 10 - 40 mn). En la **Tabla 15** se



presenta el número de estaciones monitoreadas, así como también el número máximo y promedio de grupos observados por estación y el total de ejemplares por zona y área evaluada.

En el crucero se monitorearon un total de 105 estaciones, con un menor número durante el día, las cuales presentan porcentajes en torno al 20 % en cada estrato latitudinal y longitudinal (**Fig. 54**). El mismo efecto del número de estaciones ocurre respecto al número de taxas observados, con niveles de representación que fluctúan también alrededor del 20 % para las estaciones realizadas durante el día (**Fig. 55**). Esta menor cobertura temporal tiene un impacto en los ajustes y por ende en los resultados del modelamiento, por lo cual se optó por considerar solo los estratos espaciales.

Los tamaños de muestra para la categorización longitudinal (distancia a la costa) presentan un leve aumento en el número de estaciones costeras respecto de las estaciones con una distancia a la costa superior o igual a las 10 millas (**Tabla 15, Fig. 56**), mientras que para el estrato latitudinal (zona) existe un aumento de estaciones monitoreadas de norte a sur, monitoreándose un 29 % en la zona norte y en torno al 35 % en las demás zonas. El número de estaciones para cada combinación de estrato espacial y periodo del día fluctuó entre 3 y 18, con un promedio en torno a las 10 estaciones (**Fig. 54**).

Respecto del número total de taxas y como consecuencia del menor número de estaciones monitoreadas, se observó un menor porcentaje de ejemplares durante el día (18 %) en contraste al 82 % del periodo nocturno. La zonificación longitudinal posee un mayor porcentaje de individuos en estaciones cercanas a la costa con un 77% (**Fig. 56**), mientras que la zonificación latitudinal presenta los mayores porcentajes asociados a las zonas centro y sur del área de estudio, con porcentajes en torno al 40 % (**Tabla 15**). El número de ejemplares en cada combinación de estrato espacial por periodo del día fluctuó entre el millón y los 40 millones de individuos, con un promedio entorno a los 14 millones de ejemplares (**Fig. 55**).

En la **Tabla 16** se detalla por zona latitudinal y longitudinal el porcentaje de representación asociado a cada una de las 27 especies registradas. Los copépodos consistentemente representan el porcentaje más alto de ejemplares con un 87 % para el área total y con valores que fluctúan entre un 79 % y un 94 % por zona, seguido por los poliquetos, nauplis, cladoceros, larvas de decápodos, eufáusidos y larvas de equinodermos con porcentajes entre un 3 % y un 0,8 %, que en conjunto representan para el área total cerca del 10 % del total de ejemplares. Cabe destacar que solo estos 7 grupos representan el 96 % del total de ejemplares observados para los 27 taxas.

2.2.6.2 Comparación de estructuras para la zonificación latitudinal

Debido a que el número de taxas observadas difiere y existen grupos con una baja representatividad o están presentes solo en algunas zonas, lo cual puede influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar solo aquellos taxas que presentaran un porcentaje superior al 0,8 % y estuvieran presentes en todos los estratos, con lo cual se seleccionaron 7 de ellos que representan el 96 % del total de individuos observados en el área (**Tabla 16**).



Los resultados indican diferencias significativas entre las composiciones de la estructura zooplanctónica para las zonificaciones latitudinales y longitudinales (valor $p < 0,01$; **Tabla 17**). Para ambas estratificaciones, se observan diferencias en la composición zooplanctónica para todas las taxas, siendo muy claras en los copépodos, poliuetos, nauplis y larvas de equinodermos (**Figuras 57 y 58**).

3. *Estimar la composición de talla, peso, edad y proporción sexual del stock de anchoveta en el área de estudio y elaborar las respectivas claves talla-edad (Objetivo Específico 2)*

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, fue una red de arrastre de media agua de cuatro paneles de diseño ENGEL, con un tamaño de malla en el copo de 12 mm, que está diseñada específicamente para operar en el B/C Abate Molina con peces de pequeño tamaño.

Debido a la imposibilidad de efectuar un estudio de selectividad en la red de arrastre Engel, la efectividad en la captura de ejemplares pequeños de anchoveta en el actual crucero (Reclan152-1112), se analizó mediante la comparación de la estructura de talla obtenida por el B/C Abate Molina respecto a las tallas obtenidas por la flota cerquera de las regiones XV a II, que operó en el periodo de diciembre de 2011 en la misma zona en que se realizó el crucero de evaluación. Para el presente estudio, se utilizaron las estructuras de talla obtenidas en el marco del Proyecto Seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales (regiones XV, I y II).

Durante el actual estudio se utilizaron dos criterios para desarrollar la comparación. En primer lugar se consideraron todos los lances con captura positiva de anchoveta realizados por el abate molina en el crucero Reclan152-1112 los que se compararon con todos los lances positivos realizados por la flota cerquera durante diciembre de 2011 entre las regiones XV a II (**Tablas 18 y 21**). La segunda comparación se realizó utilizando los lances provenientes de ambas plataformas con correspondencia tanto espacial como temporal entre sí. En este caso, los lances utilizados fueron aquellos realizados en una zona común con un margen espacial máximo de 5 millas y de 3 días como margen temporal. Los lances comprometidos en este análisis se realizaron en el periodo 5 al 9 de diciembre 2011, entre las coordenadas $18^{\circ}45'S - 21^{\circ}40'S$ y $70^{\circ}10'W - 70^{\circ}27'W$ para el caso de los lances de cerco, mientras que los de arrastre se realizaron entre el 02 y 10 de diciembre, entre las latitudes $18^{\circ}45'S - 21^{\circ}41'S$ y en el rango longitudinal $70^{\circ}10'W - 70^{\circ}27'W$. Bajo estos supuestos se trabajó con 10 lances de cerco y con 4 lances de arrastre (**Tabla 19**).

La comparación de la estructura de tallas se realizó mediante los rangos de talla de la captura y la frecuencia acumulada, que se pudo considerar como la ojiva de selectividad, determinándose la talla de retención (L50%) y el rango de selección que se calculó como la diferencia entre la L25% y L75%.



a. Estructura de tallas de anchoveta capturadas con red de cerco

Para el total de lances de cerco se obtuvo una muestra de 11.822 individuos de los cuales solamente el 0,55% de ellos correspondió a ejemplares reclutas. El total de ejemplares se distribuyó en un rango que va desde los 5,5 a los 17,5 cm con ausencia de las tallas 11,5 a 12,5 cm, presentando una estructura multimodal con moda principal centrada en 15 cm y secundarias en 6; 8,5 y 10,5 cm de poca importancia (**Fig. 59**).

En el caso de los lances con correspondencia espacio/temporal se observó que para una muestra de 1.037 individuos la estructura de talla se asocia a una distribución unimodal con moda principal en los 15 cm y con los ejemplares distribuidos entre las tallas 13,5 a 17 cm (**Fig. 60**).

b. Estructura de tallas de anchoveta capturadas con red de media agua

Para una muestra de 5.440 individuos en donde el 8,1% de ellos correspondió a reclutas la estructura de talla observada presentó una estructura multimodal, con moda principal centrada en 15,5 cm, y secundarias en 6,5; 8 y 9,5 cm. El rango de tallas observado varió entre 4,5 y 17,5 cm con ausencia de la talla 5 cm (**Fig. 59**).

Para el caso de los lances que se corresponden con los de cerco se observa que los ejemplares de anchoveta presentan una distribución del tipo unimodal agrupados en torno a una moda principal de 15,5 cm y distribuidos entre las tallas 12,5 y 17 cm (**Fig 60**).

3.1.1 Comparación estructura de tallas entre cerco y arrastre

Para el caso de la comparación entre todos los lances se observa que solo la longitud de retención $L_{25\%}$ obtenida a través de la red de cerco fue mayor a la registrada con red de arrastre si bien esta diferencia es mínima (0,06 cm). Las longitudes de retención $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$ obtenidas en cerco son menores a las obtenidas en arrastre y al igual que en el caso anterior las diferencias son mínimas (0,18 y 0,19 cm respectivamente) (**Tabla 20 y Fig. 59**).

En cuanto a los lances de cerco y de arrastre con correspondencia espacio/temporal los resultados muestran que las longitudes de retención $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$ obtenidas a través de la red de arrastre fueron un poco mayores a las registradas con la red de cerco, siendo la $L_{50\%}$ la que presentó la mayor diferencia (0,12 cm), en tanto que para las retenciones $L_{25\%}$ y $L_{75\%}$ las diferencias no superaron los 0,1 cm (**Tabla 20 y Fig. 60**).

En términos generales y considerando los artes utilizados como los resultados obtenidos, es factible de establecer que la red de arrastre de media agua (modelo Engel) utilizada por el B/C Abate Molina es menos selectiva que la red de cerco utilizada por las embarcaciones cerqueras, capturando ejemplares de menor tamaño, lo cual permite conocer de mejor manera la estructura de tallas de los individuos componentes del stock.



3.2. Resultado de los lances de pesca

a) anchoveta

Durante el crucero se efectuaron 63 lances de pesca (**Tabla 21**). Del total realizados, en 36 de ellos (57,1%) se capturó anchoveta, variando entre 0.1 y 1.040 kg por lance y con una captura promedio de 128,4 kg.

Las mayores capturas de anchoveta se registraron en la II región, con capturas que alcanzaron los 3.395 kg (82,6% del total capturado), seguida de la XV Región con 562,9 kg (13,7%), y la I región con 150,3 kg (3,7%) (**Tabla 21**).

Para el total de lances realizados se obtuvo una captura de 39.666 kg, compuesta principalmente de medusa en un 83,7% (33.196,4 kg), anchoveta con un 10,4% (4.108,3 kg), mote 3,6% (1.446 kg), jurel con 1,0% (413 kg), y otras especies con un 1,27% (503 kg), correspondiente a calamar, agujilla, pampanito, caballa, jibia, mictofidos, eufáusidos, mantaraya, langostino enano y vinciguerra (**Tablas 21 y 22**).

Del total de lances con capturas de anchoveta, en 3 de ellos se capturó exclusivamente esta especie, mientras que en los restantes estuvo mezclada con otras especies en porcentajes que variaron entre 0,2 y 97,3%. Las mayores capturas de anchoveta se registraron entre Arica y caleta Vitor y entre Isla Sta María y caleta Coloso (extremos norte y sur de la zona de estudio), con capturas que alcanzaron los 2.644 kg (64,3% del total capturado), disminuyendo hacia el sector central y sin tener registro de esta especie al sur de la latitud 23°44,7' S.

b) jurel

Del total de lances realizados en 12 de ellos (19,1%) se obtuvo captura de jurel, con un total capturado que alcanzó los 413 kg. Los registros de jurel se observaron desde Punta Lobos (21°00'S) hasta la cuadra de Antofagasta (23°29'S), lográndose las principales capturas en un rango latitudinal ubicado entre Pta Grande y Mejillones, sector en que se capturó el 96% del total de jurel. El registro de captura de jurel por lance comprendió desde un mínimo de 0,01 kg (lance 41) hasta un máximo de 183,3 kg (lance 36) pasando por un promedio de 34,4 kg por lance (**Tablas 21 y 22**). Además, el jurel apareció mezclado con anchoveta en las capturas en una proporción que varió entre 3,3% y 94,3%, registrándose en 4 lances (lances 28, 36, 49 y 53) presencia exclusiva de esta especie en relación a la anchoveta (**Tablas 21 y 22**).

Operacionalmente, los lances de arrastre a media agua tuvieron una duración efectiva entre 1 y 37 minutos, rastreando a una velocidad promedio de 4,3 nudos, con distancias rastreadas entre 0,09 y 2,58 mn.



3.2.1 Estructura de tallas de anchoveta

Al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 4,5 y 17,5 cm, con una estructura multimodal, con moda principal en 15,5 cm y secundarias centradas en 6,5 y 9,5 cm de poca importancia en comparación con la principal. La talla y el peso promedio fue de 14,7 cm y 25,4 g respectivamente, mientras que el aporte porcentual de reclutas alcanzó un 8,1% para toda el área de estudio (18°25' a 24°40' L.S.), los que presentaron una longitud promedio de 9,2 cm y peso medio de 6,5 gr (**Fig. 61 y Tabla 23**).

Al considerar las estructuras de tamaños en forma individual para cada lance, se destaca la distribución unimodal, que en el conjunto conforman la condición multimodal señalada anteriormente, observándose un leve aumento en la talla modal hacia el sur del área de estudio, variando entre 14 y 14,5 cm. al norte de Iquique (20°16'S) y entre 15 y 16 cm. al sur del 20°30'S (**Fig. 62**).

La presencia de reclutas (<12 cm.) fue escasa y aislada proviniendo solamente de 4 lances de pesca (lances 11, 14, 40 y 51) ubicados en 19°32'S (al norte de Pisagua) (lance 11); 19°58'S (sur caleta Buena) (lance 14) y en las cercanías de punta Tames (22°40'S) (lance 40) y en 23°17'S (lance 51) en los que se observan distribuciones bimodales (lances 14 y 51) y multimodal (lances 11 y 40) (**Fig. 62**). Estos lances presentan aporte de reclutas que va desde un 17,5% (lance 40) hasta un 94,5% (lance 11) pero dada la característica aislada con falta de continuidad en las cercanías de su ubicación geográfica, no logran constituir estratos de similares tallas por lo que se considera que en esta ocasión, la anchoveta presentó una estructura de talla única en toda la zona de estudio.

3.2.1.1 Estratificación de las estructuras de tallas de anchoveta por subzonas y análisis estadístico mediante la Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG)

Se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, $\alpha = 0,05$), con el objetivo de verificar si existen diferencias estadísticas de las estructuras de talla de anchoveta observadas en los lances de identificación.

El análisis estadístico para el total de lances realizados durante el actual crucero para esta especie, muestra que el 87,1% de los lances analizados cumplen con el supuesto de homogeneidad en sus estructuras, aceptando la hipótesis nula (H_0) (**Tabla 24**). Los lances 11, 14, 40 y 51 presentan diferencias estadísticamente significativas respecto de la estructura de talla global generada por el total de lances, quedando en evidencia las diferencias de las estructuras de estos lances respecto al total, dado que en ellos se registró la presencia de ejemplares reclutas. No obstante, el resultado estadístico, se consideran todos los lances dentro de una única zona puesto que los lances que rechazan H_0 corresponden a un evento puntual sin que se aprecie una tendencia clara que permita definir subzonas.



3.2.2. Estructura de tallas de jurel.

Considerando el total de lances con presencia de jurel, la talla varió entre 3 y 29 cm de longitud horquilla (LH), con una distribución multimodal con moda principal centrada en 24 cm y secundarias en 8, 5, 20 y 17 cm de LH, ordenadas de importancia mayor a menor. La talla promedio fue de 21,7 cm y el peso promedio alcanzó a 146,6 g, con un 96,6% de reclutas (<26 cm. BTML) (**Fig. 61**).

3.2.2.1 Estratificación de las estructuras de tallas de jurel

Al considerar los lances individualmente se aprecian estructuras de tallas unimodales (lances 22, 36, 39, 41 y 49); bimodal (lance 37) y finalmente los que presentan distribución multimodal (lances 44 y 48) sin presentar tendencias que sustenten la generación de estratos (**Fig. 63**). Dado lo anterior, las estructuras de tallas de jurel por lance fueron agrupadas en una única zona, en consideración principal a la importante variabilidad entre los eventos de muestreo y a su condición escasa y aislada, destacándose el gran aporte de ejemplares reclutas.

3.2.2.2 Análisis estadístico de la estratificación de tallas en las subzonas establecidas para jurel, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG).

Al igual que en el caso de la anchoveta, se realizó la prueba estadística DHG (dócima de heterogeneidad generalizada, $\alpha = 0,05$), con el objeto de verificar la existencia de diferencias estadísticas de las estructuras de talla de jurel observadas en los lances de identificación.

La prueba estadística indica que el 100% de los lances analizados, cumplen el supuesto de homogeneidad en sus estructuras aprobando la hipótesis nula (H_0) (**Tabla 25**), señalando que las estructuras de tallas de cada lance son semejantes a la global, ratificando la existencia de una única zona representativa para toda el área.

3.2.3 Relación longitud-peso de anchoveta

Se ajustó una relación Longitud-Peso para anchoveta mediante un modelo lineal y un no lineal para toda el área de estudio (**Fig. 64**). El modelo lineal evidencia un buen grado de ajuste, estimándose un coeficiente de correlación $R^2=0,96$ con valores estimados para los coeficientes de regresión de $a=0,0052$ y $b=3,1389$. Para el modelo no lineal se observó un menor grado de ajuste en toda la zona evaluada en relación al modelo lineal, observándose un valor de $R^2=0,87$. De igual forma la pendiente fue menor a la ajustada por el modelo lineal ($b=2,7406$) (**Tabla 26**).

Mediante el análisis de varianza de la relación longitud-peso para la zona total (**Tabla 27**), se determinó que el modelo ajustado en ella, explica de forma adecuada el ajuste de las variables longitud-peso utilizadas, con un 95% de confianza. De lo anterior, se desprende que el modelo total de la relación longitud-peso, sería representativo de toda la estructura de talla presente en la zona total de estudio. La comparación de los pesos promedios estimados por ambos modelos, indicó que el modelo lineal presentó menores pesos entre las tallas 4,5 a 15 cm, tendencia que cambia en los individuos con talla superior a los 15,5cm (**Tabla 28**).



3.2.4 Relación longitud-peso de jurel

Para el conjunto de datos de longitud y peso obtenidos ($n = 323$ individuos) a partir de los lances de identificación realizados por el B/C Abate Molina, se estimó la relación de longitud–peso para jurel en toda el área de estudio, mediante la aplicación de un modelo lineal y de un modelo no lineal (**Fig. 65**).

Para esta especie el análisis de todos los pares de datos disponibles a través del modelo lineal evidencia un buen grado de ajuste, estimándose un coeficiente de correlación $R^2=0,99$, con valores estimados para los coeficientes de regresión de $a=0,0146$ y $b=2.943$. Bajo un modelo no lineal el grado de ajuste se mantiene bueno pero menor al anterior ($R^2=0,96$) y los coeficientes de la regresión son $a=0,020166$ con una pendiente ($b=2,8446$) levemente inferior a la lineal (**Tabla 29**).

3.2.5 Indicadores de madurez sexual de anchoveta en la primavera del 2011

3.2.5.1 Proporción sexual de anchoveta.

Para toda la zona el porcentaje de individuos indeterminados sexualmente alcanzó un 6,5%. De los individuos sexados, las hembras contribuyeron con 50,5%, en tanto que los machos aportaron el 49,5%, los que predominaron en tallas menores a 15 cm (**Fig. 66**), mientras que las hembras fueron muy predominantes entre las tallas 15,5 a 17,5 cm. La varianza (S^2) estimada de la proporción fue de $4,9E-5$.

3.2.5.2 Índice Gonadosomático (IGS) y estados de madurez de la anchoveta

El IGS promedio para la zona total de estudio fue de 4,4% ($S^2=0,0005$), con un mínimo observado en 11 cm (1,18%) y un máximo en 12 cm (8,33%). En general el IGS mostró una tendencia decreciente con la talla hasta alcanzar el valor mínimo en los 11 cm, para luego aumentar llegando al máximo a la talla de 12 cm para posteriormente volver a decrecer hacia las tallas mayores (**Fig. 67**). En el caso de las hembras, el IGS promedio alcanzó un 4,4% ($S^2=0,0009$), con un comportamiento similar al de la zona total a través de las tallas (**Fig. 67**). Para los machos, el IGS promedio fue de 4,5% ($S^2=0,00112$), con una tendencia frente a la talla similar a las anteriores con la diferencia que el máximo promedio de IGS se observó a los 12,5 cm (6,9%) (**Fig. 67**).

En la zona total, la anchoveta presentó estados de madurez 2, 3, 4 y 5, con aportes de 45,0%; 50,4%; 4,6% y 0,1% respectivamente. En el caso de los machos los estados 2 y 3 fueron los únicos observados destacando el alto porcentaje del estado 2 (89,7%) en comparación con el estado 3 (10,3%). (**Fig. 68**), la madurez 2 para los machos se observó en el rango de talla 9 a 17 cm, mientras que la madurez 3 estuvo acotada a tallas mayores (12.5 a 17 cm). En las hembras los estados observados correspondieron a 2, 3, 4 y 5 con porcentajes mínimos en los estados extremos cercanos a 1%, mientras que al contrario del caso de los machos la madurez 3 representó el mayor porcentaje observado (89.72%) seguido de la madurez 4 con un aporte del 9%. Para la madurez 3 las tallas estuvieron comprendidas entre los 11 y 17,5 cm con



ausencia de las tallas 11,5 y 13 cm; mientras que la madurez 4 se observó en individuos con tallas de 13,5 a 17 cm. La madurez 2 se observó entre las tallas 9 a 11,5 cm y la madurez 5 estuvo restringida solo a las tallas 15 a 15,5 cm (**Fig. 68**).

Para toda la zona los valores de IGS se relacionaron positivamente con los estados de madurez, observándose un valor mayor de IGS a medida que aumentaba la madurez, es así que en la madurez 2 se observa un IGS de 4,3%, en la madurez 3 un valor de 4,5% y en la madurez 4 un IGS promedio de 5,9%, tendencia que se rompe en el estado 5 (3,8%) valor que más bien responde al bajo número de ejemplares observados que presentaron este estado. En general el aumento del valor del IGS según aumenta el estado de madurez es el resultado de un mayor desarrollo gonadal (**Fig. 69**).

3.3 Determinación de las estructuras de edad de anchoveta

3.3.1 Clave edad-talla

Para la elaboración de la clave edad-talla en anchoveta se analizó un total de 235 pares de otolitos de tallas comprendidas entre los 4,5 y 17,5 cm de longitud total. Los grupos de edad (GE) se distribuyeron entre el grupo 0 y II, de los cuales los GE 0 y I que corresponde a las clases anual 2011 y 2010 presentaron una frecuencia similar con el 43% y 41%, respectivamente. En las **Tablas 30 y 31** 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 Específico 1)

4.1 Calibración hidroacústica

Los resultados de las calibraciones acústicas del sistema EK-60 en 38 khz, del B/C “Abate Molina” se presentan en la **Tabla 32**.

Los resultados de las calibraciones, varían dentro de los rangos históricos, pudiendo calificarse que los parámetros operativos de los equipos funcionaron en forma normal. Es importante mencionar que las calibraciones del ecosonda se realizan *ex ante* del crucero, quedando establecidos en los parámetros de captura de datos, por lo que no es necesario aplicar procedimientos de corrección *ex post*.

4.2 Calibración de la intensidad de blanco TS *in situ* de anchoveta

A fin de disponer del mayor número de datos posible y atendiendo a las semejanzas de la anchoveta en la zona norte, en esta sección se han incluido las mediciones realizadas en los cruceros RECLAN152 1112 y RECLAN34 1202. En ambos cruceros se recolectó información de la intensidad de blanco (TS) de anchoveta en la frecuencia de 38 khz en los lances de pesca utilizándose el pulso de trabajo de 1.024 ms y en estaciones de TS con el buque detenido o navegando a bajas velocidades



(<2 nudos), donde se recolectó información con 38, 120 y 200 khz y en tres diferentes longitudes de pulso (256, 512 y 1.024 ms).

En ambos cruceros se realizaron un total de 96 lances de media agua, 63 en el RECLAN152-1112 y 31 en el RECLAN34 1202. De este total, se seleccionaron los que cumplieron con el requisito de ser mono específicos y que la anchoveta fuese la especie principal (>90%). De este modo en el RECLAN152-1112 se procesaron 3 lances (lances 4, 31, 37, 54, 55 y 56) y 3 estaciones de medición de TS asociadas a los lances (4, 31 y 37). En el caso del RECLAN152-1112 se incluyó el lance en que la anchoveta se presentó mezclada con pampanito (**Tabla 33a**). En el RECLAN 34-1202 se procesaron 11 lances (lances 2, 3, 8, 10, 13, 17, 19, 20, 24, 28, 29), además se realizaron 3 estaciones de TS, asociadas a los lances 10, 13 y 28 (**Tabla 33b**).

Los resultados se presentan en las **Figuras 70 a 71** y **Tablas 33a y b**, de ellos se deduce que en ninguno de los casos se logró la condición de blanco resuelto dentro del rango de TS esperado, requerida para asociarla con la talla. Dado lo anterior se mantiene la relación ajustada por Castillo *et al.*, (2011), la que a su vez actualizó la compilación desde 1996.

La ecuación TS-L ajustada es:

$$TS = 20,89 \log(L) - 74,548$$

$$r^2 = 0,9088; n=283; F=2801,69; p<0,05$$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \log(L) - 73,54$$

4.3 Estimación de la abundancia y biomasa de anchoveta

La abundancia y biomasa de anchoveta se estimaron aplicando la ecuación ajustada por Castillo *et al.* (2011), correspondiente a una compilación de las mediciones del TS *in situ* de anchoveta en la zona norte de Chile entre 1996 y febrero del 2011, según:

$$TS = 20,89 \log(L) - 74,548; r^2 = 0,9088; n=283; F=2801; p<0,05$$

La ecuación estandarizada de esta especie fue:

$$TS = 20 \log(L) - 73,54$$

y la relación longitud peso $P = 0,00519278 L^{3,13887}$ ($R^2=0,957; n=2.915$), obtenida en el presente crucero.



La abundancia total de anchoveta, varió entre 8.069,1 y 8.170,5 millones de ejemplares, según el método utilizado, siendo el mayor con el Bootstrap. De este total, el 25,8% correspondió a reclutas (< 12 cm) (2.080 millones de ejemplares) (**Tabla 34 y Fig. 72**).

El 42,7% de la abundancia y de la biomasa total se localizó al norte de punta de Lobos (21° 04,5'S), sector donde se registró una densidad de 2,3 ind/mn² y 42,7 t/mn², respectivamente. Mientras que entre Michilla (22° 37'S) y caleta Agua Dulce (24° 4,7'S) se registró el 36,3% de la abundancia y biomasa, con densidades de 8,9 ind/mn² y 184,9 t/mn².

La biomasa total de anchoveta varió entre 168.289,7 y 170.405,6 t, según el método aplicado, siendo el mayor con el Bootstrap (**Tabla 35 y Fig. 72**). El 4,5% de esta biomasa correspondió a juveniles inferiores a 12 cm (7.592,7 t.). El 42,7% de la abundancia y de la biomasa total se localizó al norte de punta de Lobos (21° 04,5'S), sector donde se registró una densidad de 2,3 ind/mn² y 42,7 t/mn², respectivamente. Mientras que entre Michilla (22° 37'S) y caleta Agua Dulce (24° 4,7'S) se registró el 36,3% de la abundancia y biomasa, con densidades de 8,9 ind/mn² y 184,9 t/mn².

En general, la anchoveta se distribuyó en forma homogénea en toda el área, registrándose la presencia de juveniles en sólo dos sectores acotados espacialmente insuficientes para establecer un estrato, localizados entre las latitudes 19°32'(norte Pisagua) a 19°58'S (sur caleta Buena) y en las cercanías de punta Tames (22 40'S) y en 23°17'S.

4.3.1 Precisión de los estimados de la abundancia y de la biomasa de anchoveta

Los coeficientes de variación (CV) de los estimados de la abundancia total de anchoveta en el crucero RECLAN152 1112 variaron entre 0,04 y 0,891 (**Tabla 36**), siendo los menores con el método geoestadístico, representando coeficientes de error entre 6,5 y 14,7%. Los CV de los estimados de biomasa total de anchoveta variaron entre 0,05 y 0,1122 según el método de estimación utilizado (**Tabla 37**), obteniéndose la mayor precisión con el método Geoestadístico, con errores entre 8,1% (Geoestadístico) y 18,5% (Conglomerados).

4.4 Estructura de edad de la anchoveta

La estructura de edad fue analizada para la zona total de estudio, expandiendo por grupo de edad las abundancias estimadas por los métodos Bootstrap, Geoestadístico, Hansen y Kish. Con los cuatro métodos señalados la estructura de edad para la anchoveta de la zona norte (XV, I y II regiones) se distribuyó entre el grupo de edad 0 y II. La mayor abundancia correspondió al GE I con un 52,8%, en tanto que el GE 0 y II alcanzaron un 25,7 y 21,5%, respectivamente (**Tablas 40 a la 43**). En relación con el crucero del 2010, se aprecia la misma distribución de grupos de edad, pero con una menor abundancia, la cual se concentra en el GE I, lo que evidencia un menor reclutamiento que el registrado en diciembre del 2010. La estructura de edad de los cruceros 2006 al 2011, muestran que los periodos en que se registró un alto reclutamiento (2007 y 2010) son seguidos por años de bajo reclutamiento y abundancia del recurso, probablemente mediado por las condiciones ambientales (**Fig.74**).



La talla promedio respecto al crucero del año anterior, para el GE 0 disminuyó en un 19%, en tanto que para el GE I y II aumento levemente. En el caso del peso total promedio de los peces, para el GE 0 y II disminuyó 3,5 y 2,7 g, respectivamente, en tanto que el GE I aumento en 3,3 g, lo cual pudiera ser el efecto, de las diferencias en las tallas promedios respecto del crucero 2010 y no a una menor condición de los peces, ya que la pendiente de la relación peso-longitud es muy similar, siendo para el 2010 y 2011; 3,2 y 3,1, respectivamente.

La fracción de ejemplares bajo los 12 cm de longitud total, fue de un 26%, lo que correspondió aproximadamente a 8080 millones de ejemplares, que pertenecieron en su totalidad al GE 0. El reclutamiento, considerado como ejemplares bajo los 12 cm LT, disminuyó en 17000 millones de peces, respecto del mismo crucero del año 2010 (Castillo et al., 2011).

5. Distribución espacial de los recursos (Objetivo Específico 3)

5.1 Total de especies.

Las especies detectadas en la prospección acústica fueron jurel (*Trachurus murphyi*), anchoveta (*Engraulis ringens*), caballa (*Scomber japonicus*), medusa (*Chrysaora sp*), langostino (*Pleurocondes sp*), vinciguerra (*Lucetia sp*), mote (*Normachtyies crockeri*) y pampanito (*S. stellatus*), destacando una mayor proporción, en términos de densidad acústica, para vinciguerra con un 26,7%, anchoveta con un 22%, medusa con 7,8% y jurel con 5,4%, y en menor porcentaje el resto de las especies con un 1% de su densidad sobre el total. La amplia distribución de las especies en la zona de estudio concentro el 60% de la información acústica al norte de Iquique (20°10'S), la que primeramente fue aportada por vinciguerra (69%), seguida de anchoveta (22%), medusa (7%) y jurel (2%). Al sur de esta latitud, las densidades acústicas de anchoveta, jurel y medusa tiende a aumentar considerablemente con un rango de aporte al total de la densidad entre 20-55%, mientras que en vinciguerra disminuyen (5%). La distribución espacial de los recursos en el área prospectada se presenta en las **figuras 75 y 76**, la que representa a su vez las áreas de mayor concentración.

5.2 Anchoveta

La distribución espacial de anchoveta presentó una amplia cobertura latitudinal que va desde el límite norte de la zona de estudio hasta pta Piedra (24°39') (**Fig. 75**) y restringida a las primeras 24 mn de la costa, caracterizada principalmente por registros de densidad baja y cinco focos con niveles de mayor densidad (media-alta) acotados espacialmente. El primero de estos focos se localizó ente Arica (18°30'S) y cta. Vitor (18°45'S), sector que acumula el 27% de la información acústica; el segundo entre cta. Chipana (21°20'S) y pta Arenas (21°38'S) aportando con el 25% en la densidad de anchoveta, y el resto distribuidos en pequeñas agregaciones entre los límites de pta. Hornos (22°55'S) y Antofagasta (23°40'S) con el 22% de la información acústica.

La densidad acústica promedio para la zona fue 809,5 m²/mn². La anchoveta se distribuyó preferentemente entre 0,7 y 24 mn de la costa, con alrededor de un 45% de las densidades acústicas totales en las primeras 5 mn, reduciéndose paulatinamente su presencia hacia el oeste,



con 38% en la franja 5 a 10 mn; 30% entre 10 y 15 mn; 17% entre las 15 a 20 mn y alrededor del 10% entre las 20 y 24 mn de costa (**Fig. 75**).

Atendiendo a los focos de mayor concentración y abundancia detectados en el borde exterior de la franja de distribución del recurso; a la discontinuidad de las agregaciones en el sentido longitudinal y a la información de operación de la flota pesquera en semanas previas al crucero, las transectas acústicas se extendieron hacia el oeste del límite originalmente planificado (20 mn), llegando hasta las 40 mn en algunos casos, ampliando de este modo el área prospectada.

La anchoveta se presentó espacialmente estructurada, ajustándose en las 3 áreas analizadas a un modelo esférico con un índice RSS que fluctuó entre 2,88E10 y 1,31E14, indicando un buen ajuste entre el variograma teórico y experimental. Para las dos primeras áreas se detectó anisotropía zonal, ajustando modelos en el sentido S135E en el área 1 y Norte en el área 1.2. En tanto la variabilidad en el área 1.3 es mejor representada por el variograma omnidireccional. Los parámetros del modelamiento describen una distancia de máxima correlación entre las muestras que varió entre 2,3 y 3 mn, siendo este rango mayor en el área 1.3 y menor en el área 1 (**Tabla 44**). La varianza estructural en las distintas áreas presentó una proporción que varió entre 38 y 100%, mientras que la variabilidad de microescala fue entre 0 y ~62% (**Tabla 44**).

5.2.1. Índice de Ocupación (IOC)

En el crucero, los índices de ocupación (IOC) revelaron que la anchoveta se distribuyó solamente en un 17,7% del área prospectada (**Tabla 45**), valor que indicó un descenso de la cobertura espacial respecto del año anterior (Castillo *et al.*, 2011b), destacándose que es uno de los menores IOC del período 2007-2012 (**Fig. 77**).

Los ejemplares adultos ocuparon un 17,3% de las celdas prospectadas, lo que es similar a los reclutas que presentaron un IOC de 17,2% (**Tabla 45**). En ambas fracciones, las categorías de bajas densidades presentaron un espacio mayor con un IOC de 16,6% (adultos) y 17,0% (reclutas). En las categorías medias y altas, se observó que los adultos tuvieron una cobertura territorial más amplia con un IOC de 0,6% (densidad media) y 0,1% para categorías altas, lo que indicó que los ejemplares adultos registraron concentraciones superiores. Al considerar solamente las celdas positivas se apreció claramente que los adultos y reclutas se presentaron preferentemente en bajas densidades, especialmente los reclutas con un IOC de 99% (**Tabla 45**).

5.3 Medusa

La medusa, se registró principalmente al norte de Tocopilla y densidades locales en las zonas entre pta Hornos (22°55'S) y pta Lagartos (23°20'S), y entre pta Tres Picos (24°20'S) y pta Piedra (24°39'S) (**Fig. 76**). La distribución espacial mostró un predominio de niveles bajos de densidad, y un foco de categoría media frente a cta Chipana (21°20'S). La densidad acústica promedio en la zona de estudio fue 358 m²/mn². La distancia de costa para medusa se extendió desde muy



cercana a la costa (0,77 mn) hasta las 33 mn, con una alta concentración de registros en el sector costero a distancias menores a 5 mn (**Fig. 76**).

5.4 Pez Linterna

La vinciguerría estuvo restringida entre pta Camarones (19°13'S) y caleta San Marcos (21° 15'S), mostrando focos de alta densidad al oeste de las 10 mn y sugiriendo que la distribución espacial se proyectó hacia el oeste de la zona prospectada, superando las 41 mn (**Fig. 76**).

5.5 Jurel

Al igual que anchoveta, el jurel presentó una amplia distribución que abarca toda la zona de estudio (**Fig. 75**), marcada en su mayoría por agregaciones de baja densidad. Se destacan principalmente tres grandes sectores: entre Arica (18°30'S) y cta Vitor (18°45'S) entre las 10 y 20 mn de costa y que aporta con el 4% de la densidad acústica total y donde se sugiere que la distribución se proyecta más allá del límite occidental de la prospección; entre los 19°20'S y caleta San Marcos (21° 10'S), donde el jurel se localizó entre las 5 y 20 mn de la costa y un amplio sector localizado entre los 21° 25'S y el límite sur de la prospección, registrándose entre la costa hasta las 25 mn, en este sector se destacan los sectores frente a pta Arenas (21°38'S); entre pta Copaca (22°20'S) a Antofagasta (23°40'S). (**Fig. 75**).

El variograma experimental calculado para el área 1 mostró un efecto nugget puro indicando esto una distribución aleatoria por parte de jurel. Para el área 2, se ajustó un modelo esférico en la dirección Este (90°), reportándose comparativamente la mayor distancia de correlación entre zonas y fue de 3,18 mn y la varianza estructural alcanzó una proporción del 40% con un importante efecto nugget. En el área 3 se ajustó un modelo exponencial a un variograma omnidireccional con un alcance de 1, 5 mn y una varianza estructural del 100% (**Tabla 46**).

5.6 Distribución batimétrica de la anchoveta (Objetivo Específico 3)

5.6.1 Análisis latitudinal de los predictores

Los registros de anchoveta se detectaron ampliamente distribuidos en la zona prospectada con niveles de densidad altos entre las latitudes 20 y 22°S, mientras que al sur de los 24°S las agregaciones mostraron densidades más bajas con una media de 70 y máxima de 227 m²/mn². En general para toda la zona, exceptuando el extremo sur, se destaca una densidad media similar la que fluctuó entre 182-378 m²/mn². La distribución de anchoveta en la franja costera estuvo limitada hasta las 24 mn con una distancia media que fue más costera entre las latitudes 18-20°S, 21-22°S y 24-25°S con distancias entre 1,4 y 2,8 mn, en tanto el resto de la zona mostró una distancia media de costa de 5 y 8 mn (**Fig. 78**). En el sentido vertical, la distribución de anchoveta en la columna de agua mostró una situación homogénea para la zona con una mínima que alcanzó los 7-8 m y máxima de 27 m de profundidad y una media entre 11 y 14 m (**Fig. 78**).



El rango de temperatura vinculado a anchoveta varió en la zona de estudio entre 12,7 y 20,2°C, destacando los sectores entre los 20-21°S y 23-24°S con temperaturas levemente más elevadas con una media que varió entre 15,4-15,8°C y máximos de 19 y 20°C. El resto de la zona mostró un predominio de registros vinculados a un rango entre 13,3 y 14,7°C con una máxima de 17°C (**Fig.78**).

La salinidad en cambio, con un rango entre 34,57 y 35 psu mostró una tendencia decreciente con el aumento de la latitud alcanzando las salinidades mas bajas al sur de la zona (24-25°S), cabe mencionar que la diferencia en el rango de salinidades no refleja importantes cambios en las concentraciones en la zona de estudio (**Fig. 78**).

El oxígeno predominó en altas concentraciones en la zona (3-5 ml*l⁻¹) con un rango mínimo de 0,17 y máximo de 8,37 ml*l⁻¹. El sector al sur de los 24°S a diferencia del resto de la zona registro un mínimo para anchoveta de 4 y máximo 5,4 ml*l⁻¹ (**Fig.78**).

La densidad del agua para los registros de anchoveta tuvo un rango entre 24,6 y 26,3 sigma-t lo que evidencia una baja variabilidad con poca diferencia entre sectores, sin embargo esta situación domina en la mayor parte de la zona. Los sectores entre los 20-21°S y 23-24°S mostraron mayor dispersión en los registros de densidad con máxima amplitud del rango (**Fig. 78**).

Los valores de clorofila fluctuaron entre 0,2 y 35,6 mg/m², destacando la zona al norte de los 19°S donde se identificaron registros de clorofila mayores a 20 mg/m², no obstante la media para la zona fluctuó entre 5 y 8,67 mg/m² (**Fig. 79**).

El fitoplancton mostró concentraciones mínimas de 0,6 y máximas de 606,1 cel/ml, detectándose en el sentido norte-sur un aumento en las concentraciones hasta los 20°S alcanzando máximas abundancias en este sector, al sur de esta latitud la abundancia de fitoplancton toma una tendencia decreciente alcanzando valores mínimos y mas bajos que el norte de esta (**Fig. 79**). El zooplancton en cambio, registró niveles de abundancia mas homogéneos en la zona de estudio destacando el límite sur entre los 23-24°S donde la abundancia fue la mayor registrada para toda la zona, duplicando el máximo obtenido a 11104 ind/m³ (**Fig. 79**).

En el presente estudio se incorporo la descripción porcentual de la composición de masas de agua vinculadas a los registros de anchoveta, observándose principalmente 3 tipos con distinta participación en la columna de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Subtropical (AST) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) (**Fig.79**).

La AST mostró un porcentaje variable de incidencia el que vario de 1 a 60%. Entre los sectores 20-21°S y 23-24°S se observo una alta dominancia de esta masa con un máximo de 60%. La masa tipo ASAA tuvo una participación intermedia variando entre un 10 y 44% de incidencia que a su vez mostró una tendencia creciente con el aumento de la latitud con máximos porcentaje hacia el extremo sur de la zona (43,8%). La masa tipo AESS en cambio en sentido contrario muestra un aumento en su



incidencia, esto es que los menores porcentajes se detectan al sur de la zona. El rango de fluctuación para esta masa tuvo un nivel más alto con un porcentaje mínimo de 32 y máximo de 84%. El sector entre los 23-24°S, de modo singular presento valores de incidencia mas bajos que el resto de la zona y en casos puntuales su porcentaje de incidencia fue 0% (Fig. 80)

6. Relaciones entre la distribución de anchoveta y las variables ambientales físicas y oferta de alimento (Objetivo Específico 3)

6.1 Relación entre la distribución espacial de la anchoveta y las variables bio-oceanográficas, mediante Sistemas de Información Geográfica.

El análisis cartográfico entre la densidad de anchoveta y las variables bio-oceanográficas se realizó para la capa de mayor frecuencia de cardúmenes (CMFC), la que se determinó en base a las profundidades medias de los cardúmenes, mediante la utilización de SIG (Fig. 81). En dicha capa se establecieron tabulaciones cruzadas para estimar los rangos óptimos de preferencia, calculándose la frecuencia acumulada entre las variables ambientales y la densidad del recurso y también se estimó el coeficiente $V(Cramer)$.

Por otra parte, la distribución batimétrica indicó que la especie se reportó entre los 3 y 29 metros, con una marcada preferencia por los primeros 10 metros en donde se registró la mayor cantidad de agregaciones de la especie (app. 90%) (Fig. 82), lo que coincide con lo descrito en años precedentes (Castillo *et al.*, 2011a y 2011b).

En general, ambas fracciones exhibieron correlaciones similares con las variables ambientales debido a que presentaron coberturas espaciales semejantes.

6.1.1 Relación de las densidades de anchoveta con la temperatura

En el caso de la temperatura, los histogramas señalaron que la especie se presentó entre los 12 y 20,5°C, con un rango preferencial entre los 13 y 15,5°C (79% de las celdas) y una moda en la isoterma de 14°C (38% de pixeles) (Figs. 83 y 84). La cobertura espacial del recurso y su distribución en un amplio rango de temperaturas determinó que la asociación entre la temperatura y la frecuencia de cardúmenes fuera significativa ($\chi^2_{\text{calculado}} 1880 > 16 \chi^2_{\text{tabla (c-1,r-1)}}$). En el rango preferencial se obtuvieron coeficientes $V(Cramer)$ de 0,35 y 0,30 para adultos y reclutas, respectivamente (Tabla 47).

A su vez, la anchoveta se localizó en diferenciales térmicos entre 0° y 0,35 °C/m, con una mayor frecuencia en gradientes menores a 0,1 °C/m (95% de celdas) (Figs. 83 y 84). En el estrato preferente los índices $V(Cramer)$ de los gradientes térmicos reflejaron una moderada correlación para adultos con un índice de 0,32 (Tabla 47).



6.1.2 Relación de las densidades de anchoveta con la salinidad

Las salinidades que limitaron la distribución de la anchoveta variaron entre los 34,5 y 35,1 psu, con una ventana preferencial en las isohalinas de 34,6 y 34,75 psu (app. 78% de pixeles). Los adultos registraron altas relaciones con la salinidad con un índice $V(Cramer)$ de 0,39 (rango óptimo). Al contrario, los $V(Cramer)$ de los gradientes salinos evidenciaron grados de asociación débiles (0,26 y 0,24) (**Tabla 47**), aunque al analizar el rango óptimo (<0,01 psu/mn) los índices $V(Cramer)$ se incrementaron a 0,29.

6.1.3 Relación de las densidades de anchoveta con el oxígeno disuelto

Para el oxígeno, los ejemplares se presentaron entre los 0,1 y 7,0 mL/L y una distribución bimodal, con una moda principal entre 3,0-5,0 mL/L (67% de pixeles) y una secundaria en 1 mL/L (14% de los registros) (**Figs. 83 y 84**). En el rango óptimo, los coeficientes $V(Cramer)$ alcanzaron los 0,28 y 0,25 (adultos y reclutas) lo que reveló una baja correlación entre las variables.

6.1.4 Relación de las densidades de anchoveta con la densidad del agua de mar

Respecto a la densidad del agua, la especie se localizó entre los 24,6 y 26,3 Kg/m³, concentrándose en las isopicnas entre 25,4 y 26,0 Kg/m³ (85% de celdas) (**Figs. 83 y 84**), el coeficiente $V(Cramer)$ indicó para la fracción adulta un valor de 0,39 en el rango óptimo (**Tabla 47**), lo que da cuenta de una significativa asociación entre ambas variables, con un tipo de asociación directa.

6.1.5 Relación de las densidades de anchoveta con la clorofila “a”

En relación a la clorofila, la especie se presentó en un rango entre los 0,01 y 16,0 mg/m³, con un rango preferente entre los 5,0 y 8,0 mg/m³ (45% de los pixeles). Los coeficientes $V(Cramer)$ alcanzaron los 0,28 (en el rango óptimo) lo que reflejó una baja correlación.

6.1.6 Relación de las densidades de anchoveta con la oferta alimentaria

En cuanto a la oferta alimentaria, la distribución espacial de la anchoveta varió positivamente con el zooplancton, así el mayor número de celdas positivas se registraron en densidades mayores a 1.000 (ind/m³) estrato que concentra sobre el 90% de las celdas; por su parte los índices $V(Cramer)$ alcanzaron los 0,33 (adultos) y 0,29 (reclutas) en el rango óptimo, lo que da cuenta de moderadas relaciones entre las variables (**Tabla 47b**). Por el contrario, el fitoplancton presentó una abundancia que presentó una relación inversa con las mayores concentraciones del fitoplancton, así el mayor número de celdas positivas del recurso se registraron en densidades menores a 250 (cél/mL) estrato que concentra sobre el 95% de la presencia de la especie, por su parte, los índices $V(Cramer)$ alcanzaron los 0,49



(adultos) en el rango óptimo, lo que da cuenta de significativas relaciones entre las variables y son los más altos registrados en este crucero (**Tabla 47b**).

6.1.7 Relación de las densidades de anchoveta con masas de agua

Con respecto a las masas de agua, los gráficos de frecuencia señalaron que la anchoveta se presentó en sectores donde mayoritariamente predominaban las masas de aguas subantártica y ecuatorial subsuperficial lo que coincide con los porcentajes que estas aguas exhiben en las profundidades donde se encuentra la especie. La asociación entre la ASAA y la frecuencia de cardúmenes fue significativa ($\chi^2_{\text{calculado}} 1486 > 9,5 \chi^2_{\text{tabla (c-1,r-1)}}$) y también en el caso de la AESS ($\chi^2_{\text{calculado}} 11970 > 9,5 \chi^2_{\text{tabla (c-1,r-1)}}$). Se señala que en el estrato preferente, los índices $V(\text{Cramer})$ calculados indicaron significativas asociaciones entre el recurso y la ASAA ($V(\text{Cramer})$ de 0,38 y con la AESS ($V(\text{Cramer})$ de 0,39 (**Tabla 47b**).

6.2 Distribución espacial de anchoveta en los cruceros de verano (período 1996–2012).

En el período 1996 a 2012 se han efectuado 13 cruceros para cuantificar hidroacústicamente la anchoveta en el pic del reclutamiento. La **Figura 85** muestra las cartografías de distribuciones de adultos y juveniles clasificados por categoría de densidad.

En verano de 1996 el recurso presentó una cobertura territorial de 3.650 mn² (IOC=28%), y una distribución a lo largo de la costa en las primeras 10 mn. Dicha situación se mantuvo en los primeros cuatro cruceros (RECLAN 9601-9811), en los cuales se observaron dos focos principales: frente de Arica y en los alrededores de punta Lobos, destectándose una tendencia a que en un área mayoritaria ambas fracciones compartieran idénticos espacios. En verano de 1998, la zona de estudio estuvo bajo la influencia del fenómeno de “El Niño” (Dirección de Hidrografía y Navegación, 1998) que trajo como consecuencia anomalías positivas del orden de 5°C a 6°C en el océano Pacífico, lo anterior influyó en que la especie se localizó en temperaturas superiores a 19°C y en salinidades mayores a 35,2 psu (**Figs. 86 y 87**), asimismo, se registró una dispersión del recurso a lo largo de la costa detectándose su presencia en forma latitudinal en toda la costa incorporando la región de Antofagasta.

En los cruceros posteriores (RECLAN 0001-0111), las coberturas territoriales presentaron un leve incremento hasta alcanzar un IOC=25% en el año 2001 (4.253 mn²) (**Fig. 77**), con un importante aumento en las densidades del recurso, en este período también se observó que ambas porciones comparten espacios muy similares, sin embargo, una excepción se observó en el crucero realizado en enero del año 2000 (RECLAN 0001) donde en el 87% del área se registraron sólo ejemplares adultos.



Respecto de los cruceros RECLAN 0702, 0712 y 0812, continúan presentándose altas concentraciones en Arica; no obstante emergen punta Lobos y Mejillones como zonas de altas densidades del recurso (**Fig. 85**). Adicionalmente, la anchoveta incrementa notablemente su repartición espacial alcanzando un IOC = 33% (RECLAN 0712) (**Fig. 77**). En cuanto a las condiciones ambientales, se destaca que en los cruceros RECLAN 0712 y 0812, la especie se situó mayoritariamente en temperaturas entre 12 y 18°C, con una moda en la isoterma de 14°C, asimismo la anchoveta se concentró mayoritariamente entre las 34,5 y 34,8 psu (**Figs. 86 y 87**).

En los cruceros RECLAN 0912 y 1012, tanto adultos como reclutas presentaron una gran repartición espacial, en este sentido los adultos presentaron sus áreas principales frente de Arica (RECLAN 0912) y a unas 25 mn frente de punta Lobos (RECLAN 1012). En tanto que los reclutas las registraron frente de Arica (RECLAN 0912) y en una zona oceánica localizada app a 38 mn frente de Pisagua (RECLAN 1012). Se destaca que en este período la biomasa de anchoveta disminuyó respecto del 2009.

El crucero RECLAN 1112 exhibió una disminución en la cobertura espacial y solamente alcanzó un IOC = 18% siendo la más baja del período 2007-2012. A su vez, la anchoveta también presentó una disminución en sus densidades. En este año los adultos presentaron concentraciones mucho mayores que los ejemplares reclutas con un foco principal ubicado a unas 30 mn al sur de Pta. Lobos.

6.2.1 Variaciones interanuales de los Centros de gravedad (CG) de la distribución de anchoveta

El análisis de los CG indicó variaciones interanuales en ambas fracciones (**Fig. 88**). Se observó que en el crucero 9601 los reclutas se ubicaron más al norte que los adultos, sin embargo en los dos años siguientes este patrón varía drásticamente y los CG de adultos exhibieron un fuerte desplazamiento al norte, que coincide con una localización en temperaturas y salinidades más altas. Por su parte el RECLAN 0001 presentó un comportamiento atípico con CG emplazados muy al norte del área de estudio influenciado por las grandes concentraciones que se registraron en los alrededores de Arica, especialmente el CG de reclutas alcanzó el SW de Arica. En los cruceros RECLAN 0702 y 0712, los CG de ambas fracciones se desplazaron en dirección sur-oeste alcanzando la cuadra de Tocopilla y alrededores de punta Lobos (**Fig. 88**).

Los CG de adultos en los cruceros RECLAN 0812, 0912, 1012 y 1112, mantuvieron una posición más bien meridional y se ubicaron al SW de punta Lobos, lo que confirma a este sector como uno de los principales núcleos de distribución de la especie y que se ratifica en el último crucero al presentar el foco principal a unas 30 mn al SW de Pta. Lobos. Por su parte, los CG de reclutas en los cruceros RECLAN 0812, 0912 y 1012 se desplazaron continuamente hacia el norte alcanzando la cuadra de Pisagua el año 2010 influenciado por las altas concentraciones de juveniles detectadas en dicho sector (**Fig. 88**), no obstante en el RECLAN 1112, el CG de reclutas tuvo un corrimiento hacia el sur y se situó a unas 20 mn al NW de Pta. Lobos.



6.2.2 Modelamiento estadístico de la densidad de anchoveta y las condiciones ambientales

En el modelamiento gaussiano se determinaron relaciones no lineales entre la densidad acústica de anchoveta y los predictores espaciales y bio-oceanográficos considerados. Las variables que resultaron significativas en el modelamiento fueron la masa de agua ASAA (%), la abundancia de fitoplancton (ind/m³), latitud (°S), masa de agua AESS (%), profundidad media de las agregaciones (m), distancia de costa (mn) y masa de agua AST (%) (**Tabla 48**).

La incorporación del total de variables significativas al modelo nulo maximiza la reducción de la devianza residual disminuyendo un total de 972,81 residuales. De esta disminución se estimó el pseudo coeficiente de determinación con un valor de 0,167, lo que indica que el modelo explica un 16,7% de la variabilidad total de anchoveta en la zona y periodo de estudio (**Tabla 48**).

De acuerdo a la magnitud del pseudo coeficiente de determinación se encasilla el aporte de los predictores en tres categorías. La variable oceanográfica ASAA entrega el mayor aporte a la explicación de la respuesta con un 6,9%, seguido lo hace una combinación de variables bio-oceanográficas y espaciales (Abun. Fitoplancton, latitud, AESS y profundidad media de agregaciones) con un bajo aporte individual que no supera el 2,8% y que en suma explicaron el 8,2%. Por último, esta el aporte marginal del resto de variables oceanográficas y espacial como distancia de costa y AST que en aporte individual no superan el 0,9% y en suma explicaron un 1,6% de la variabilidad total observada.

En la **figura 89** se presentan gráficamente las covariables y su influencia relativa sobre la densidad de anchoveta con la función de suavización loess. El 95% del límite de confianza está representado por líneas segmentadas, las que tienden a ampliarse hacia los extremos de la función, en general esto se manifiesta como consecuencia del escaso número de observaciones en el rango de los predictores (Agenbag *et al*, 2003, Castillo *et al*, 2011) reflejando una alta incertidumbre en la predicción sobre la amplitud de las bandas de confianza.

Las relaciones entre anchoveta y las variables que representan la composición de masas de agua, presentaron un caso particular donde el número de observaciones es alto, sin embargo los límites de confianza divergen en la amplitud del rango del predictor, mostrando al mismo tiempo un punto de convergencia. Esto indica una alta variabilidad en la densidad de anchoveta respecto de las condiciones del medio. No obstante, se rescata una tendencia negativa en las densidades con el mayor porcentaje de incidencia de las masas de agua (**Fig. 89**).

La abundancia de fitoplancton muestra una relación tipo domo con anchoveta para un rango entre 100 y 300 cel/ml. En este rango óptimo la función mostró una tendencia positiva conforme las concentraciones de fitoplancton aumentan hasta una abundancia media donde la función se maximiza, seguida de una tendencia negativa donde las densidades disminuyen con el aumento de la concentración de fitoplancton (**Fig. 89**).



En cuanto a las variables espaciales modeladas, las densidades de anchoveta mostraron un aumento paulatino en el sentido norte-sur. En tanto la relación con la profundidad media de las agregaciones hasta los primeros 20 m tiende a mantenerse homogénea, sin embargo mayores profundidades mostraron una disminución en la densidad y agregaciones de anchoveta (**Fig. 89**). Para la distancia de costa el límite costero hasta las 5 mn se relaciona positivamente con la densidad de anchoveta aumentando y maximizando las densidades, a mayor distancia de costa una tendencia negativa en la relación indica que las agregaciones off-shore son de menor densidad acústica (**Fig. 89**).

7. Caracterizar y analizar las agregaciones del recurso anchoveta (Objetivo Específico 4)

Se analizan y entregan los resultados correspondientes a 1.545 detecciones de anchoveta del crucero RECLAN 1112. La muestra fue separada en agregaciones diurnas y nocturnas, considerándose para el primer período el horario comprendido entre las 06:45 horas y las 20:00 horas (1.140 observaciones), el período nocturno fue considerado durante las horas faltantes para completar las 24 horas (405 detecciones).

Se entregan los resultados de los valores de los descriptores morfológicos y batimétricos, analizándose las diferencias que presentan en ambiente diurno y nocturno, determinándose también la variación que presentan estos descriptores según zonas de distribución.

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

7.1 Resultados generales agregaciones diurnas y nocturnas

Las **Tablas 49 y 50** entregan los resultados para los descriptores morfológicos, batimétricos y energéticos de las agregaciones diurnas y nocturnas de anchoveta, respectivamente.

Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA) para la comparación de los valores medios de los descriptores, factor día-noche, se entrega en la **Tabla 51**. En ésta se observa que solamente la profundidad de agregaciones no presenta diferencias significativas, mientras que la variable energética s_A y la distancia a la costa se encuentran en zona de indecisión ($\sigma 0,03$) entre el día y la noche.

7.1.1 Descriptores morfológicos

Las agregaciones diurnas de anchoveta registraron longitudes entre 1 y 169 m con valor promedio de 19 m (± 18). En la noche el rango varió entre 2 y 4.612 m con promedio en 173 m (± 458). Los valores promedio del alto de agregaciones a pesar de presentar valores cercanos, estadísticamente presentan diferencias significativas entre el día y la noche (2,9 y 2,7 m, respectivamente) explicándose lo anterior debido a las diferencias en los coeficientes de variación (0,48 día y 0,65 noche). La elongación, al igual que el largo, presenta mayores valores en ambiente nocturno, con promedio diurno de 7 (± 7) y



nocturno de 65 (± 158). Los promedios e intervalos de confianza de los tres primeros descriptores se observan en la **Figura 90**.

Los valores de perímetro y área presentan en promedio menor valor en el día que en la noche, presentando en el primer caso un promedio de 54 m (± 52) v/s 725 m (± 2.002) y para el caso del área un promedio durante el día de 55 m² (± 79) y en la noche de 618 m² (± 2.642), presentando por ende un menor CV en ambos descriptores en período diurno (**Fig. 91**)., lo que se explica debido a la tendencia de formar agregaciones tipo estrato y en consecuencia de mayor área y perímetro durante la noche. El valor de la dimensión fractal, que es una medida de la complejidad de la forma de la agregación, alcanzó valores promedio de 1,33 ($\pm 0,17$) y 1,57 ($\pm 0,23$) 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 (**Fig.91**).

7.1.2 Descriptores batimétricos y distancia a la costa

Los resultados indican que las agregaciones de anchoveta en la zona norte no presentan diferencias significativas en su comportamiento batimétrico diurno y nocturno, lo que se refleja en los valores de la profundidad promedio, las agregaciones en período diurno se encontraron en promedio en los 9,4 m ($\pm 3,3$) de profundidad (con máximo en 29 m), mientras que durante la noche el promedio de profundidad fue de 9,2 m ($\pm 3,3$) (**Fig. 92**) con un máximo de 24 m.

Las profundidades de los fondos en que fueron detectadas las agregaciones presentan, este año en promedio menor valor en el día respecto a la noche, en el primer caso el fondo alcanzó los 283 m (± 494 m) y en ambiente nocturno promedió los 450 m (± 647 m) (**Fig. 92**). Se debe consignar que se asumió una profundidad máxima de 1.800 m cuando se perdió la señal de fondo, pudiendo ser mayor en algunos casos. El descriptor Índice de altura, que relaciona la ubicación de las agregaciones respecto a la profundidad del fondo, en ambos casos (diurno y nocturno) presentó valores altos que reflejan tendencia de las agregaciones a mantenerse alejadas del fondo, con valores promedio de 91% (± 6) y 93% (± 7) de distancia respecto al fondo para el caso diurno y nocturno respectivamente (**Fig. 92**). La distancia a la costa en que fueron detectadas las agregaciones, se relaciona directamente con los fondos detectados, siendo en promedio levemente menor en el día que la noche con distancias de 4,2 mn ($\pm 4,2$) y 4,7 mn ($\pm 4,5$), respectivamente (**Fig. 93**). Las distancias máximas detectadas desde la costa fueron de 24 y 20 mn en el día y la noche, respectivamente.

7.1.3 Descriptores de energía

Los valores promedio de energía retrodispersada (s_A) fueron de mayor valor en la noche respecto al día (**Fig. 93**). En ambiente diurno variaron entre 10 y 11.083 s_A con promedio en 313 s_A (± 655), y en ambiente nocturno entre 10 y 22.365 s_A promediando 444 s_A (± 1.735). La densidad acústica de las agregaciones, al contrario del caso anterior fue notablemente superior en ambiente diurno que nocturno (**Fig. 93**), con rango diurno entre 0,1 y 94,5 s_A / m^2 y promedio en 7,0 s_A / m^2 ($\pm 8,7$), y rango nocturno entre 0,1 y 41,1 s_A / m^2 promediando 2,5 s_A / m^2 ($\pm 4,2$).



7.1.4 Valores promedio descriptores por rango de hora

Se agrupó los valores observados de los descriptores por rango de hora, siendo éste de 1 hora. El número de observaciones varió entre 8 (04 a.m.) y 181 (06 p.m.) obteniéndose datos en todo el rango horario (24 horas).

Los resultados del largo de agregaciones muestran una tendencia clara a presentar mayores valores en ambiente nocturno pudiéndose observar claramente en este caso los límites entre la tendencia diurna y nocturna, produciéndose efectivamente un corte pasado las 6 de la mañana y después de las 8 de la noche. El alto de las agregaciones no presenta tendencia notoria durante el ciclo de 24 horas, excepto a las 04 a.m. donde dos agregaciones con altura cercana a los 15 m (máxima registrada) hacen la diferencia, el resto del período se registran promedios cercanos a los 3 m de profundidad. Como resultado de las diferencias en el largo de las agregaciones, la elongación aumenta también en horario nocturno, registrando los valores máximos en oscuridad (**Fig. 94**).

Los valores de perímetro y área por rango de hora presentan el mismo patrón observado en los valores del largo y la elongación respecto a las variaciones en sus valores promedio, con sus mayores valores en horario nocturno, patrón que se refleja también en los valores de la dimensión fractal, en donde se observa una coincidencia entre los mayores valores de los descriptores referidos al tamaño de las agregaciones y el referido a la regularidad en la forma de los cardúmenes observándose también que dicho corte ocurre en los umbrales de los períodos diurno-nocturno (**Fig. 95**).

La profundidad de agregaciones presenta una estabilización en horario diurno entre las 09 y 17 horas con profundidades que oscilan entre los 8 y 9 m, presentando en horario nocturno una serie de altibajos con profundidades que oscilan entre los 7 y 11 m, sin embargo este descriptor no presenta diferencias significativas entre el día y la noche. La profundidad del fondo presenta los mayores valores en ambiente nocturno entre las 02 y 04 horas, mientras que los menores valores los presenta en ambiente diurno (situación contraria al año anterior), entre las 09 y 10 horas, sin embargo no se observa una diferenciación clara en ambiente día-noche. El índice de altura en general presenta valores altos en todo el ciclo horario, observándose sus cuatro menores valores (aun altos) en horario diurno (**Fig. 96**).

La distancia a la costa de las agregaciones de anchoveta presenta valores altos y bajos independiente del período del día, no observándose una tendencia clara en este aspecto (**Fig. 97**).

La energía retrodispersada presenta sus máximos valores a las 04 y 22 horas, respectivamente, con valores menores y mas estables en el período diurno, este aumento en los valores de s_A en período nocturno 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, observándose que el período de inicio y término de los valores altos de densidad es a las 6 de la mañana y las 20 horas (**Fig 97**).



7.1.5 Valores promedio descriptores agregaciones costeras y no-costeras

Se agrupó los descriptores en dos categorías según la distancia a la costa en que fueron detectadas las agregaciones, categorizándolas como agregaciones costeras a las detectadas a menos de 5 mn de la costa y como no-costeras a las que superaron dicho límite. Como resultado de esta división, en período diurno 850 agregaciones calificaron como costeras y 290 como no-costeras, mientras que en la noche resultaron 289 y 116 agregaciones para la primera y segunda categoría, respectivamente.

Las **Tablas 52 y 53** entregan los resultados de las ANDEVAS realizadas al comparar los valores medios de los descriptores separando las agregaciones en costeras y no-costeras, para ambiente diurno y nocturno, respectivamente. En éstas se observa que en ambiente diurno, los descriptores elongación, dimensión fractal, profundidad de agregaciones, energía retrodispersada y densidad de agregaciones no presentan diferencias significativas entre agregaciones costeras y no-costeras. En ambiente nocturno solamente las variables morfométricas largo, alto, elongación, perímetro y área junto a la energía retrodispersada no presentan diferencias significativas entre agregaciones costeras y no costeras.

Considerando el ambiente diurno, en las variables morfométricas, se observa que las agregaciones costeras presentan levemente mayor valor promedio de largo, alto y elongación que las agregaciones no costeras (**Fig. 98**). En la noche se observa la tendencia contraria con las agregaciones no costeras presentando levemente mayor valor promedio para las mismas variables (**Fig. 98**). Similar situación se observa en los descriptores relacionados con el tamaño de las agregaciones, donde en ambiente diurno las agregaciones costeras presentan mayor tamaño que las no costeras, en la noche, aun cuando no presentan diferencias significativas, los valores promedio de estos descriptores son levemente mayores en las agregaciones no costeras (**Fig. 99**). Batimétricamente la profundidad de agregaciones no presenta diferencias en ambiente diurno, lo que se refleja en la gráfica, en ambiente nocturno las agregaciones no costeras se ubican en promedio a mayor profundidad en la columna de agua que las no costeras (**Fig. 100**). La profundidad del fondo tanto en ambiente diurno como nocturno es notablemente mayor en las agregaciones no-costeras, lo anterior dada la relación directamente proporcional entre el fondo y distancia a la costa, esto último provoca que el índice de altura presente mayor valor en las agregaciones no-costeras (**Fig. 100**). El descriptor de energía (s_A) no presenta diferencias estadísticas entre agregaciones costeras y no costeras en ambiente diurno y nocturno, siendo los promedios bastante similares, sin embargo las agregaciones costeras promedian levemente mayor valor de s_A que las no costeras (**Fig. 101**). La densidad de agregaciones tampoco presenta diferencias en ambiente diurno, en ambiente nocturno las agregaciones no costeras presentan mayor valor promedio que las no costeras (**Fig. 101**).



7.2 Análisis de componentes principales

7.2.1 Agregaciones diurnas

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 49** donde se incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones diurnas del crucero.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 54**, las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro (0,97), largo-elongación (0,83), perímetro-área (0,84), largo-área (0,83), perímetro-elongación (0,76), fondo-distancia a la costa (0,74) y la variable de energía s_A asociada con el área (0,66) y con el alto de agregaciones (0,58). Esta matriz de correlaciones es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

El valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) la cual con valor sobre 0,6 considera aceptable la muestra para la aplicación de un análisis factorial (Hair *et al*, 1999), en el caso diurno fue de 0,63

El ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 80,7% de la variabilidad total. El componente 1 es el más importante con un valor propio de 4,0 explicando el 33,5% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,5 explicando el 20,8% de la variabilidad. El tercer componente explica el 17,1% de la variabilidad con un valor propio de 2,1 y el cuarto con valor propio de 1,1 explica el 9,3% de la variabilidad. La **Tabla 55** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes.

Los valores correlacionados de las variables originales con los componentes principales que se aprecian en la **Tabla 56**, en ésta se observa que la componente 1 asocia principalmente a los descriptores morfológicos perímetro, largo, área y elongación junto a la variable energética s_A , asociando la respuesta acústica con el tamaño de las agregaciones en ambiente diurno. El componente 2 asocia positivamente a la variable alto (negativamente) junto a la dimensión fractal y al índice de altura, ambas positivamente. El tercer componente asocia a la profundidad del fondo con la distancia a la costa. El componente 4 se correlaciona positivamente con la densidad de agregaciones y negativamente con la profundidad de éstas.

7.2.2 Agregaciones nocturnas

La **Tabla 52** incluye el valor máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para las características morfométricas, batimétricas y de energía de las agregaciones nocturnas detectadas en el crucero.

La matriz de correlaciones entre las variables originales se entrega en la **Tabla 57** las asociaciones más fuertes se presentan entre las variables morfométricas largo-perímetro (0,97), largo-elongación (0,84), s_A -largo (0,81), largo-área (0,80), fondo-distancia a la costa (0,79), s_A -área (0,76) y s_A - perímetro



(0,72). Al igual que en el caso diurno esta matriz es utilizada como matriz de entrada para la aplicación de análisis de componentes principales (ACP).

Con un valor de MSA igual a 0,66 en el caso nocturno, el ACP arrojó cuatro componentes principales que en conjunto explican el 80,9% de la variabilidad total. El de mayor importancia fue el componente 1 con valor propio de 4,2 explicando el 35,4% de la variabilidad total, seguido del componente 2 con valor propio igual a 2,3 explicando el 19,3% de la variabilidad. El tercer componente explica el 17,5% de la variabilidad con un valor propio de 2,1 y el cuarto, de menor importancia con valor propio de 1,0 explica el 8,7% de la variabilidad. La **Tabla 58** entrega los valores propios y la proporción de la variabilidad explicada, total y acumulada por todos los componentes.

La correlación de las variables originales con los componentes principales (**Tabla 59**), muestra que el componente 1 asocia fuertemente a las variables morfológicas largo, perímetro, área y elongación junto al descriptor de energía s_A . El componente 2 asocia fuerte y positivamente a la profundidad del fondo con la distancia a la costa, implicando que aumentos en uno generan aumentos en el otro. El componente 3 correlaciona a las variables dimensión fractal con el índice de altura y negativamente al alto y profundidad de agregaciones. El componente 4 asocia fuertemente sólo a la densidad de agregaciones.



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. Análisis de la hidrografía

El crucero RECLAN 1211 se desarrolló en la zona norte de Chile en el momento que la región ecuatorial se veía afectada por un proceso frío La Niña de intensidad débil y en retroceso. Este nuevo evento comenzó en agosto de 2011 y terminó en marzo de 2012, siendo el último mes de la serie catalogado como neutral pero con rápida tendencia hacia una fase cálida y con un MEI de -0,4. (http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/). Este evento La Niña fue catalogado de intensidad “débil” según la clasificación de rangos MEI (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>).

Los datos del crucero de diciembre son consistentes con lo encontrado en las ATSM satelitales, ya que muestran que la zona de estudio estuvo con condiciones neutras con anomalías negativas en el sector costero con pequeños focos de anomalías negativas en la TSM de hasta -4°C , y anomalías positivas en el sector oceánico en general no significativas. Las anomalías de salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C presentaron en su mayoría valores negativos, los que sólo en el sector de Arica y entre caleta Patillos y caleta Chipana fueron significativos. En el otro extremo, en los sectores de los 19°S , Antofagasta y caleta Colorada se registraron anomalías positivas de todas las variables indicadas, lo que se asoció a una penetración hacia la costa, aunque poco intensa, de agua oceánica de tipo Agua subtropical (AST).

En este sentido, la participación del AST en la mezcla estuvo en las proporciones vista en años anteriores, en tanto que el AESS llegó por sobre los 50 m con participación entre el 80% en el sector centro norte y 70 % en el sur, lo que favoreció la producción fitoplanctónica en toda la zona de estudio.

En relación a lo anterior, en toda la zona se observaron condiciones de surgencia activa, sin embargo este proceso fue débil, aunque de intensidad suficiente como para aportar agua de tipo ecuatorial subsuperficial (AESS) a las capas superficiales en el sector más costero en Arica, entre caleta Buena y punta Arenas y desde caleta el cobre al sur. Esto se vio reflejado en los focos de concentraciones < 5 mL/L de OD que se reportaron en superficie para la franja de las primeras 5 mn lo que indicaría, en general, una mayor presencia de AESS aportada por la surgencia (Sievers y Silva, 1982; Silva, 1983; Morales *et al.*, 1999). El aporte de AESS a la capa superficial fue más evidente en el caso de Arica y punta Arenas, donde la concentración de oxígeno superficial fue inferior a 2 mL/L en tanto que núcleo de PPMA del 80% de AESS se detectó a menos de 20 m.

A nivel superficial, el oxígeno disuelto del presente muestreo tuvo un aumento en la concentración respecto al crucero RECLAN del año anterior, el cual fue catalogado como frío, y que se caracterizó por una menor participación de AST, masa de agua con alta oxigenación (Morales *et al.*, 1999).



Con respecto a los vientos, el porcentaje de aquellos de intensidades menores a 5 m/s de este crucero (64%) no difiere mayormente de los porcentajes registrados en los cruceros anteriores. La intensidad débil de los vientos, pero relativamente constante a lo largo de la costa, se tradujo en IS similares permitiendo que el proceso de surgencia se diera en gran parte del sector costero. Por otra parte, la delgada capa de mezcla que tuvo un amplio predominio de valores menores a 5 m, como también los bajos valores de índice de turbulencia, corresponden a una característica habitualmente registrada para el mes de diciembre.

De las anomalías de TSM satelital se rescata que en diciembre 2011 se registraron condiciones neutras, con anomalías negativas en la costa con un promedio de $-0,5^{\circ}\text{C}$, y positivas y negativas hacia el sector oceánico con un promedio de $-0,2^{\circ}\text{C}$, similar a lo visto el año anterior. Así también se observa que el calentamiento estacional partió también a comienzos del año siguiente, en este caso enero 2012 con valores mayores a $+2^{\circ}\text{C}$, mientras que en diciembre en el sector Ecuatorial recién estaba declinando el evento La Niña y el cambio a condiciones cálidas regionales se observó en abril de 2012.

Por otra parte, al igual que en el muestreo del año 2010 caracterizado como frío, las anomalías del nivel del mar obtenidas con satélite para el actual crucero son muy distintas a las observadas en los cruceros RECLAN realizados en 2001 y desde el 2007 a 2009, pues la predominancia de valores negativos y la presencia de intensos giros y estructuras de mesoescala ciclónicas, no se habían observado en dichos cruceros que abarcaron tanto fases frías, neutras y cálidas del ENSO (Reyes y Pizarro 2012).

En cuanto a la distribución de clorofila, este año presentó altas concentraciones que fueron mayores a $5\ \mu\text{g/L}$ y valores integrados mayores a $100\ \text{mg/m}^2$, a lo largo de casi toda la costa: sur de Arica y desde caleta Camarones hasta Antofagasta, con focos máximos de $10\ \mu\text{g/L}$ y $300\ \text{mg/m}^2$, siendo el presente muestreo el que ha presentado las mayores concentraciones de clorofila en relación a los muestreos de diciembre de los años 2007 a 2010, siendo inferior sólo al muestreo de febrero de 2007. Sin embargo, las concentraciones de feopigmentos fueron anómalamente altas también, lo que podría estar relacionado a una intensa presión de pastoreo. Llama también la atención el aumento en tamaño del núcleo pigmentario de concentraciones mayores a $1\ \mu\text{g/L}$, ya que el límite inferior de este núcleo, que tradicionalmente se ubicaba entre los primeros 20 a 30 m, en el presente muestreo se observó al menos 10 m mas profundo.

Las altas concentraciones de clorofila reportadas para la zona de estudio en el presente periodo, que se ha considerado bajo condiciones locales neutrales, son las segundas más altas después del muestreo de febrero de 2007, realizado también en condiciones ambientales similares. Esto coincide con lo reportado por Montecino *et al.* (2006) para la zona norte, quienes indican además que las condiciones cálidas no favorecen las altas concentraciones de cloa debido a una profundización de la nutriclina, mientras que en los periodos fríos, a pesar de contar con una nutriclina más somera, aumenta también la turbulencia, por lo tanto las mayores concentraciones son más frecuentes en periodo neutros o de transición. Sin embargo, lo anterior no se cumple en el muestreo de diciembre de 2008, también considerado neutro, ya que presentó las menores concentraciones de clorofila de la serie.



En cuanto a la información satelital histórica se puede indicar que entre la XV y II regiones la TSM costera y oceánica se ve afectada por los procesos regionales El Niño-La Niña. Lo anterior, se observa al ser coincidentes las anomalías positivas y negativas de la TSM con las fases positivas y negativas del MEI. La información de rangos del MEI (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/rank.html>) ayuda a interpretar la intensidad de los procesos ENOS y también a definir los periodos neutros o de transición. Los periodos de transición más extensos ocurrieron entre el año 2002 y 2007, pero posterior a eso los cambios de fase se vuelven mucho más rápidos a la vez que los valores del MEI fueron más extremos. En este sentido, se indica que el MEI de abril de 2010 cambió de 0,9 a -1,2 en julio alcanzando un valor de -2,02 en septiembre del mismo año, el cual es uno de los valores del MEI más bajo de la serie 1950 – 2012, lo que representa entonces una fase La Niña fuerte que se prolongó con distinta intensidad hasta el primer cuatrimestre de 2011 seguido por un muy breve periodo neutral pero igualmente negativo, dándose comienzo a un nuevo periodo frío desde agosto de 2011 a marzo de 2012. El periodo cálido El Niño 2009-2010, es también en la serie entregada (2002-2012) el más intenso con un pico en febrero de 2010, el cual alcanza, según la categorización definida, como de moderado a fuerte.

En base a los mismos rangos del MEI, se puede señalar que los cruceros RECLAN de diciembre de 2007 y 2010 mostraron efectos de La Niña (moderada y fuerte respectivamente), como así también en diciembre de 2009 hubo efectos de El Niño, mientras que el crucero de febrero de 2007 registró condiciones neutras, acorde con lo que se registraba en la región ecuatorial. Por otra parte, el crucero de 2008 y 2011 registraron condiciones neutras en la zona de estudio al tiempo que para el MEI se desarrollaba un evento La Niña débil. En la zona de estudio, las series de ATSM latitud/tiempo muestran que la zona registró un periodo frío que fue el más intenso desde el año 2002 con anomalías de -2°C a mediados de 2007, promediando $-1,5^{\circ}\text{C}$ en la costa y $-2,5^{\circ}\text{C}$ en el sector oceánico. El último periodo de valores MEI negativos también se asocia a valores de ATSM negativos en la zona aunque con un desfase, ya que sólo se presentan en el segundo semestre de 2011.

De la información satelital histórica de clorofila se destaca un cambio en las concentraciones a fines de 2007. Previo a esta fecha las concentraciones en el sector costero fueron en general altas con valores máximos mayores a $14\ \mu\text{g/L}$, mientras que en los años posteriores estos no sobrepasaron los $13\ \mu\text{g/L}$. En el sector oceánico, igualmente, se registraron las mayores concentraciones en el periodo 2002-2007 las que llegaron hasta $2\ \mu\text{g/L}$, mientras que en el periodo posterior no se supera, en general, un valor de $0,8\ \mu\text{g/L}$. Lo anterior queda de manifiesto en la pendiente negativa de la serie de promedios costeros de clorofila satelital que ocurre desde 2008 en adelante, coincidiendo también para el mismo periodo con una menor variabilidad. Entre los años 2008 a 2012, es destacable que el tiempo de fase normal o transición de los eventos ENOS son más breves (menor a 3 meses) en comparación a lo que ocurre entre el 2002 y 2007. Por lo tanto, una mayor concentración de clorofila se ha dado, en general, en los periodos de transición más largos, lo que se ajusta a los descrito por Montecinos *et al.* (2006).

La diferencia de las concentraciones entre los promedios de crucero y la satelital radicaría en el origen de la información, ya que la satelital es una integración hasta el 20% de la penetración de la



luz v/s el valor superficial promedio del muestreo discreto. También se observó una diferencia en la tendencia de la serie costera promedio desde el año 2008 en adelante, lo que puede ser atribuido al hecho de que la información satelital es un promedio mensual mientras que los cruceros son distribuciones sinópticas.

En cuanto a los centros más recurrentes e importantes en términos de concentración de clorofila medida con satélite, la serie indica que estos corresponderían a los sectores desde el límite norte hasta los 22°S, más las áreas de Mejillones y Antofagasta.

2. Oferta ambiental de alimento

La composición de grupos y especies del microfitoplancton detectadas durante el presente crucero son propias de la zona y del periodo de estudio, y no difieren considerablemente de lo registrado en cruceros anteriores. De igual manera, las diatomeas exhibieron las mayores abundancias, con una distribución similar a la informada durante diciembre de 2010, observándose un sector de bajos valores frente a Tocopilla (22°00'S) que permitió dividir el área en dos zonas de alta concentración. Resultó particularmente evidente, la escasez o casi ausencia de las diatomeas, y del microfitoplancton en general, desde Bahía Moreno (23°40'S) al sur. En general las magnitudes fueron más bajas que aquellas registradas entre 2007 y 2009, y estuvieron dentro del rango informado en 2010, sin embargo, la situación registrada al sur del área de estudio, generó diferencias estadísticamente significativas con todos los cruceros realizados previamente. Los flagelados presentaron las concentraciones más bajas registradas a la fecha, lo cual también generó diferencias significativas con todos los periodos anteriores. Además, a diferencia de los otros cruceros, este año las máximas de los flagelados se localizaron en el sur, frente a Bahía Moreno (23°40'S).

El espectro de tamaños de las diatomeas mostró un leve incremento asociado a la dominancia de grandes especies del género *Chaetoceros*, pero sólo se generaron diferencias significativas con diciembre de 2007 y 2009, ya que en estos años el promedio estuvo por debajo de los 200 µm. Los flagelados también mostraron un aumento en su tamaño, debido a la presencia de especies grandes del género *Ceratium*, logrando similitud sólo con el año 2008, cuando el promedio superó los 300 µm.

Este año, a diferencia de los anteriores, podría señalarse que prácticamente sólo una especie caracterizó la composición específica de la oferta de alimento, *Thalassiosira minuscula*. Esta, que dominó la abundancia de las diatomeas y se distribuyó en toda el área de estudio, había sido previamente registrada en febrero de 2007 y diciembre de 2008, pero siempre con concentraciones intermedias y contribuyendo en conjunto con otras especies a las máximas registradas. Entre los flagelados, la dominancia y distribución de las especies, particularmente del género *Ceratium* y *Protoperdinium*, es típica. De igual manera, ya se habían detectado altas abundancias de *Prorocentrum gracile*, especie que habitualmente produce eventos de discoloración o mareas rojas, sólo que este año se detectó muy restringida al sector sur del área de estudio.



La abundancia zooplanctónica registrada durante la primavera de 2011 evidenció un importante incremento respecto del año previo, de más de un 64%, comprobándose además que los grupos que contribuyeron con los mayores aportes a esta abundancia fueron los copépodos, poliuetos y nauplis, quienes el año previo de igual manera se posicionaron dentro de los cuatro primeros lugares de abundancia. Por primera vez se registra dentro de las prospecciones realizadas en la zona norte, la ausencia en los primeros lugares de un grupo cuyas abundancias siempre se destacan en la zona norte, como lo son los quetognatos, pese a lo anterior, la distribución espacial de la abundancia total representada en la zona, es un fiel reflejo de lo que el grupo de los copépodos aporta numéricamente, ya que son ellos los que contribuyen lejos con la mayor representación de individuos en cada una de las estaciones de muestreo, constituyéndose por sobre el 86,5% del zooplancton marino, evidenciándose los valores más altos de la abundancia total y por ende de copépodos, a lo largo de todo el borde costero, desde Arica hasta Antofagasta, con focos aislados de valores altos hacia las áreas más oceánicas, y cuyos importes son atribuidos a la presencia de estos crustáceos. Desde esta última localidad hacia el sur, se destaca la zona más pobre, siendo el sector más escaso a la presencia de altas concentraciones de copépodos, el sector costero respecto al resto de la zona.

Las altas abundancias en las aguas costeras estarían relacionadas con las áreas de surgencias, donde principalmente los copépodos formaron densas agregaciones, especialmente en el sector de punta Patache, ya que esta localidad se encuentra en la zona donde se detectaron las anomalías negativas más intensas y los valores de oxígeno más bajos, siendo esta misma área la más importante en extensión que registra un afloramiento de agua Ecuatorial Subsuperficial. Cabe destacar además que la estación 46 situada frente a punta Patache, fue donde confluyeron las más altas concentraciones de los zooplancteres más abundantes, situación que se refleja en la abundancia más intensa registrada en esta área. Si bien durante la prospección del año 2010 se detectaron altas abundancias en las aguas más costeras, estas no fueron tan intensas ni recurrentes a lo largo del borde costero como lo fueron en esta oportunidad, limitándose en aquel período, los mayores valores a la zona entre Arica e Iquique, siendo concordante con los resultados encontrados para la misma zona de estudio los periodos 2008 y 2009 (Castillo, *et al.*, 2009 y 2010). Si se observa en ambos casos, un decrecimiento de las abundancias desde Antofagasta al sur, aunque en 2010 este comienza a decrecer a partir de punta Hornos.

Otros grupos de gran aporte a la abundancia total fueron los poliuetos, quienes han incidido de manera importante también en periodos previos (Castillo *et al.*, 2008; 2009; Valenzuela *et al.*, 2008; 2009 y 2010). Le han seguido los nauplis cuyas máximas concentraciones se detectaron frente a punta Patache en los dos últimos años, en esta ocasión la gran parte de los nauplis divisados en la estación 46 frente a punta Patache, corresponden a estadios larvales de cirripedios. Esta misma estación y la única con presencia de larvas de bivalvos corresponderían a ejemplares en su mayoría del género *Semimytilus*. Sumado a estos grupos en esta estación, estuvieron los cladóceros, grupo que por lo general no ha sido a través del tiempo común en las estaciones de muestreo, su presencia en esta ocasión supera con creces lo exhibido por ellos en estudios anteriores y su distribución espacial se extiende en esta ocasión después de haberse restringido solo al extremo norte en 2010, hasta las inmediaciones de Antofagasta. Al igual que los grupos antes señalados, la



mayor parte de ellos fue más frecuente en aguas neríticas, donde formaron grandes agregaciones frente a punta Patache, su elevada abundancia en época de primavera ha sido señalada por Palma y Kaiser (1993). Cabe destacar por otro lado, que las altas abundancias registradas en la estación 46 corresponde a un muestreo nocturno, lo que contribuye a concentrar en los primeros metros las mayores densidades de organismos sobre todo de aquellos que realizan migraciones nictimerales, como lo es el caso de los cladóceros, sumado a ello está su relación con los procesos de surgencia que favorecen la disponibilidad de alimento para los organismos zooplanctónicos. Las altas tasas de reproducción y crecimiento de algunas especies como los copépodos (Escribano & Rodríguez, 1994; Escribano & Hidalgo, 2000) frente al área de punta Patache, podría ser una estrategia para mantener las poblaciones en ciertas zonas, ya que una fracción importante es advectada hacia la zona oceánica en épocas de surgencia, esta estrategia podría bien ser utilizada también por otras especies como las reportadas en este estudio.

3. Biología pesquera

Al considerar el total de lances realizados, la talla de la anchoveta capturada varió entre 4,5 y 17,5 cm, lo que se asemeja a lo observado en diciembre de 2010 en que se observó un rango de tallas entre 5 y 17,5 cm con la diferencia en que en el actual crucero la moda principal se ubico en 15,5 cm, mientras que en el periodo anterior fue en 13,5 cm, esta presencia de ejemplares mayores observados en 2011 incide que el aporte de reclutas es bajo, cercano al 8%, mientras que en 2010 es superior al 60%. En ambos periodos se observaron distribuciones del tipo multimodal.

La distribución multimodal actual presenta diferencias con respecto al crucero realizado en diciembre de 2009 (RECLAN152-0912), en el cual se observó una distribución bimodal, donde la talla estuvo restringida a un rango levemente más estrecho (6,5 a 17 cm), con moda principal centrada en 14 cm, menor a la actual, y una secundaria en 8 cm. Para ambos períodos se observa que el aporte de reclutas es bajo, observándose en diciembre de 2009 un aporte de 19%, superior al observado en 2011, pero claramente inferior al de diciembre 2010

Para el jurel, la talla varió entre 3 y 29 cm de longitud horquilla (LH), presentando distribución multimodal con moda principal centrada en 24 cm, talla que está por debajo de la mínima legal (26 cm LH) y que es menor a la moda principal de diciembre del 2010 en donde se observó una moda principal de 28 cm.

En la comparación de las tallas provenientes de las capturas realizadas con arte de cerco y de arrastre se obtuvo tanto en la comparación de todos los lances como en los con correspondencia espacio/temporal que la moda en arrastre fue mayor en ambos casos y que la amplitud de tallas registradas con este arte es más amplia que la observada en cerco. Esto es importante pues es justamente lo que se busca en el uso de la red de media agua que es tener registro del mayor espectro de tallas del recurso en estudio. Esto se ve corroborado por el rango de selección el que en ambas situaciones fue mayor en el arte de arrastre.



La baja presencia de reclutas observada en 2011 (8,1%), difiere de lo obtenido en 2010 (61,8%) y está más cerca de lo observado en 2009 en que se registró un aporte de reclutas del 19%. Cabe mencionar que en años anteriores los porcentajes de reclutas registrados fueron de 45% en diciembre de 2008 y de un 81% en el 2007, valores que muestran que para todo el período el registro del 2011 si bien es el menor no necesariamente indique una tendencia hacia futuras prospecciones.

En 2011 la proporción sexual indica una leve mayoría de hembras (50,5%) en relación a la de machos (49,5%), lo que se diferencia con lo obtenido en 2010 en donde los machos superaron a las hembras en un pequeño margen (51,2 y 48,8%, respectivamente). El actual crucero confirma lo observado en 2009 en que la proporción de hembras supero a la de los machos pero a menor proporción. En general este indicador muestra que de acuerdo a lo observado en todo el periodo la proporción de sexos es pareja año a año y entres sexos.

En el actual crucero se obtuvo el menor valor promedio de IGS (4,44%) para toda el área de estudio, en comparación al valor promedio de 2010 (6,7%), valor cercano a lo encontrado durante el 2009 lo que estaría evidenciando un retraso en el inicio del desove.

En toda la zona se presentaron los estados de madurez 2, 3, 4 y 5, con los principales aportes de la madurez 2 y 3. Para los machos estos 2 estados fueron los únicos observados con un alto porcentaje de individuos en madurez 2 (90%), mientras que en las hembras se observaron los 4 estados descritos con mayor importancia del estado 3 seguido del estado 4.

El factor de condición (FC) mostró un valor promedio de 0,76, cercano al valor obtenido durante el 2010 (0,77) y superior al del 2009 en que alcanzó un 0,73 (**Fig. 102**). Al analizar la evolución del factor por talla, se observa que no existe una tendencia clara del valor en relación al tamaño de los ejemplares, al aumentar la talla el FC indistintamente aumenta o disminuye (**Fig. 103**).

4. Estimaciones de biomasa y abundancia de anchoveta

Frecuentemente las capturas obtenidas en los lances de identificación realizadas en los cruceros de evaluación acústica son controladas mediante sensores en el copo para evitar niveles exageradamente altos que excedan los requerimientos del muestreo. Esta situación podría ser un motivo de preocupación puesto que se asume la existencia de correlación entre la biomasa y las capturas, por lo que las capturas bajas en los lances, presuponen subestimación de la biomasa. Lo anterior sería correcto en el caso de usar la captura como ponderador de la información acústica, lo que en el presente caso no es aplicado, puesto que se utilizan las estructuras de tallas de los muestreos en cada lance. Al respecto es preferible tener mayor número de lances con pesca suficiente para el muestreo, que algunos pocos con capturas voluminosas.



Este procedimiento permite considerar estructuras de tallas provenientes de diferentes artes de pesca, como puede ser el cerco y arrastre a media agua, ambos considerados poco selectivos, pero que el cerco siempre tiene mayor rendimiento pesquero. De igual modo, se descarta algún efecto en la biomasa y estructuración por tallas por alguna posible intencionalidad en la captura de cardúmenes de mayor tamaño, especialmente en el cerco y que eventualmente pudieran alterar la separación por especies o incrementar la importancia de tallas.

Los estimados de abundancia de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta, para el periodo 1996-2002 (**Fig. 104**), fluctuaron 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. En el periodo 2007-2009, se han evaluado abundancias entre 8.802,85 millones el 2009 (RECLAN 0812) y 29.601,812 millones el 2008 (RECLAN 0712). Distinguiéndose que en el periodo 1996-2002 las abundancias en general fueron mayores que entre 2006-2011, con promedios cercanos de 33.495,27 millones de ejemplares, respecto a 21.462,5 millones de ejemplares. La abundancia total de anchoveta estimada en el presente crucero mediante el método geoestadístico (7.783 millones de ejemplares) constituye el valor más bajo de la serie reciente disponible desde el 2005 (**Fig. 104**), siendo comparable al valor registrado en diciembre del 2008 (8.802,85 millones de ejemplares) con reducciones entre 50,9% (diciembre 2000, 15.855,9 millones de ejemplares) y 79,8% (diciembre 2001, 38.545,6 millones de ejemplares). De igual modo se verifica una merma de 75,2% respecto al 2010 (31.408,7 millones de ejemplares) y 71,1% en relación a 2009 (26.926,3 millones de ejemplares).

La fracción reclutas en número histórica ha tenido un comportamiento similar al de la abundancia total, con un mínimo histórico en 1996 de 649,1 millones y un máximo en 2002 de 33.600 millones, con niveles mínimos secundarios en 2000 (6.470,1 millones) y 2001 (3.328,4 millones) otro valor cercano al máximo se registró en 1999 con 29.190,6 millones y 2011 con 27.740,6 millones. La fracción juvenil (2.021,4 millones de ejemplares) de anchoveta constituye el valor más bajo de la serie, verificándose una tendencia similar a la abundancia total, con reducciones que han variado entre 39,3% en RECLAN 0012 (3.328,40 millones de ejemplares) y 93,99% en RECLAN 0111 (33.649,2 millones de ejemplares). Respecto a los dos últimos años, las mermas del presente crucero se encuentran en el mismo rango, siendo del 92,7% respecto a diciembre del 2010 (27.740,6 millones de ejemplares) y del 80,9% en relación al 2009 (10.596,9 millones de ejemplares).

Las biomásas estimadas en las 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 con un promedio de 445.800 t. En el periodo 2007-2011 se verifican máximos de 415.780 t el 2007 y 377.363 t el 2010 y un mínimo de 135.040 t el 2009, resultando un promedio para este periodo de 272.400 t. La biomasa total estimada con el método geoestadístico (162.323 t) en el presente caso también corresponde a uno de los menores de la serie, superando solamente al mínimo histórico de diciembre del 2008 (135.040 t). Exceptuando el 2008, las reducciones respecto a los otros años varía entre 36% (diciembre 2010, 253.861 t) y 74% (diciembre 2000; 625.000 t). Del mismo modo que la expresión numérica, la fracción juvenil en peso, constituye



el menor de la serie, con mermas entre 59,7% respecto a RECLAN 0812 (18.657,7 t) y 95,8% en comparación a RECLAN 1012 (177.032 t).

5. Distribución espacial de la anchoveta

En el período analizado la anchoveta muestra dos patrones de distribución relativamente diferenciadas: En efecto, en el período 1996-2002 se aprecia un comportamiento gregario caracterizado por la mayor frecuencia de altas densidades, mientras que entre los años 2007 y 2012 la distribución ha sido más dispersa con una reducción de la frecuencia de sectores de alta densidad y un mayor dominio de las bajas concentraciones. Este comportamiento es evidente en el índice de ocupación (IOC) interanual (**Fig. 77**) resaltando que los respectivos promedios de los IOC fueron distintos entre los periodos 1996-2002 (IOC promedio= 18,5%) y 2007-2012 (IOC promedio= 22,2%).

De manera general, entre los años 1996-2002 se observó que la especie mostró un comportamiento espacial más costero, en el cual las mayores agregaciones se encuentran en las 10 primeras millas de la costa (**Fig. 85**).

Así en 1996 se detectó la presencia del recurso en forma latitudinal prácticamente en toda la zona de estudio y las mayores concentraciones se localizaron en los 21°S (Pta. Lobos). En los años 1997-1999 los límites de la distribución de anchoveta variaron entre la costa y las 15 mn y se observaron dos sectores de altas concentraciones la primera entre Arica y Pisagua y la segunda en Pta. Lobos. Entre los años 2000-2002 la anchoveta exhibió una disminución en sus IOC que se expresó en una repartición espacial más acotada en la cual también se observaron sectores de altas densidades y entre los cuales se incorpora la zona de Antofagasta.

Por otro lado entre los años 2007 y 2012 la anchoveta mostró un comportamiento espacial más oceánico y alcanzó las 25 mn de la costa lo que se aprecia al analizar las distribuciones del recurso y el comportamiento del IOC el cual exhibió un promedio de 22,5% que es superior al del período 1996-2002 (**Figs. 77 y 85**). Asimismo, en este período la abundancia de la especie decrece fuertemente y no se distinguen zonas de altas concentraciones, a excepción de Pta. Lobos el año 2007. Así se advierte que la especie habría reducido drásticamente sus concentraciones y a su vez habría ampliado su área de distribución con una mayor dispersión. Cabe destacar que el crucero RECLAN 1112 exhibió una disminución en la cobertura espacial y solamente alcanzó un IOC=18% siendo la más baja del período 2007-2012. A su vez, la anchoveta también presentó una disminución en sus densidades.

Frente a éstos resultados podríamos inferir que la distribución de anchoveta mostró importantes variaciones interanuales modificando su disponibilidad y/o abundancia. En el período 1996-2002 la especie mostró una cobertura espacial baja pero altas abundancias lo que se reflejo en zonas de altas concentraciones; en cambio en el período 2007-2012 el recurso disminuyó su abundancia, incremento su repartición espacial lo que estaría indicando una importante disminución en la biomasa de la especie y una alta dispersión.



6. Precisión de los estimados de biomasa

El patrón de distribución de los recursos es un factor a considerar en la prospección directa con técnicas acústicas, puesto que tiene un impacto directo sobre los diseños de muestreo y en las estimaciones de varianza. En el presente caso, debido a la característica costera de la anchoveta también se debe considerar hacer especiales esfuerzos en la prospección en áreas costeras. Dado lo anterior, en los proyectos de evaluación de la biomasa de anchoveta con métodos acústicos se aplican cuatro métodos para estimar las varianzas, con distintas características de rendimiento. Es así como 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.

En el presente caso (RECLAN152 1112) la mayor precisión en los estimados de abundancia y biomasa se obtuvo con el método Geoestadístico. Dado lo anterior y entendiendo a la diferencia menor al 4,7% entre los estimados de abundancia en número y peso de este método respecto al Bootstrap, se recomienda utilizar este resultado en la evaluación del stock de anchoveta con métodos indirectos.

7. Relaciones entre la biomasa de anchoveta y las capturas

Las capturas de anchoveta en la zona norte, en el periodo 1996-2011 han presentado importantes variaciones interanuales con máximos de 1,4 millones en 2005 y 1,3 millones en 1997 y mínimos 170 mil t en 1998, observándose que a partir del 2006, en general los máximos han sido menores (950 mil t en 2001) que en el periodo anterior. (**Fig. 105**) (Böhm *et al*, 2010).

La variabilidad interanual de las biomásas total, reclutas y de las capturas, sugiere que la pesquería de anchoveta en la zona norte se sustenta en distintas cohortes que ingresan a la zona durante el transcurso del año, por lo cual la evaluación de la población que se realiza en la primavera, para proyectar al año siguiente sería parcial y no sería capaz de explicar las capturas que se obtienen durante todo el año. Como evidencia de lo anterior, la relaciones funcionales de la captura del año respecto a la biomasa estimada en el periodo estival (**Fig. 106**), para los dos periodos indicados 1996 a 2002 y 2002 a 2012 dejan en evidencia los menores niveles de captura esperados en el periodo más reciente, siendo para ambos casos las pendientes mayores a 1 (1,6 para el periodo 1996-2002 y 1,18 para el periodo 2007-2012) y con interceptos que sugieren el ingreso de nuevos grupos de anchovetas, que para el primer periodo alcanzaron a las 634.744 t y en el segundo periodo a 190.945 t. Este resultado hace evidente que la biomasa estimada es insuficiente para explicar las capturas anuales, por lo cual es necesario reducir el periodo aceptando que la biomasa evaluada en la primavera-verano es objeto de pesca entre enero y mayo del año siguiente (**Fig. 107**). La pendiente de esta ecuación indica que la captura en el periodo indicado corresponde a alrededor del 50% de la biomasa, habiendo un aporte cercano a 240 mil t, asociado al intercepto de la regresión ajustada, que corresponde a un aporte no evaluado en el crucero y que seguramente ingresa posteriormente al área. Considerando los dos periodos indicados se ajustan dos ecuaciones, entre 1996 y 2002, se observa que las capturas entre enero y mayo corresponden a un



69,3% de la biomasa, con un aporte no evaluado de 248.808 t; en el segundo periodo la relación se reduce alcanzando al 51,6% de la biomasa, con un intercepto de 172.658 t.

De acuerdo a lo anterior, es necesario validar temporalmente este resultado para el siguiente año pesquero, siendo recomendable un segundo crucero a realizar a finales de otoño o invierno.

8. Relaciones entre la distribución y abundancia de anchoveta y las variables bio-oceanográficas

8.1 Análisis mediante SIG.

Las correlaciones de las distribuciones espaciales de adultos y reclutas con las variables ambientales fueron similares debido a las semejanzas de las coberturas espaciales, específicamente, el fitoplancton y la salinidad alcanzaron un índice $V(Cramer)$ de 0,49 y 0,39, respectivamente. El ajuste lineal entre el IOC de anchoveta y la salinidad dio cuenta de una asociación directa entre las variables ($r^2=0,23$ adultos y $r^2=0,34$ reclutas) (**Fig. 108**), indicando que en aguas más salinas la anchoveta tiende a ocupar un mayor espacio.

Por otra parte, cabe considerar que los recursos pelágicos presentan variaciones espaciales vinculadas a procesos biológicos y fluctuaciones del medio ambiente, en este contexto Yañez *et al.*, (2005) señalan que los forzamientos físicos afectan los ecosistemas marinos y mencionan que las variables oceanográficas más importante serían temperatura, salinidad, profundidad de la capa de mezcla, profundidad de la termoclina e intensidad de la surgencia. En este sentido una surgencia débil provocaría el ascenso del ASAA identificada por el mínimo superior de salinidad (34,75 psu), una surgencia más intensa provocaría el ascenso de AESS caracterizada por altos valores de salinidad, alta concentración de nutrientes y bajo contenido de oxígeno. Según Rodríguez (1998) en el núcleo de AESS existe un fitoplancton de baja diversidad dominado por especies grandes de diatomeas del género *Rhizosolenia*, mientras que en la masa de agua ASAA se observa un fitoplancton con mayor diversidad y dominado por especies pequeñas de los géneros *Chaetoceros*, *Leptocylindrus* y otras.

Por lo anterior, para la ASAA se ajustaron dos modelos, el primero indicó una relación significativa pero inversa con el IOC ($r^2=0,58$ adultos y $r^2=0,21$ reclutas) (**Fig. 109a**), en tanto que el segundo modelo señaló una asociación directa entre la densidad de anchoveta y el porcentaje de ASAA, es decir a mayor porcentaje de ASAA mayor presencia del recurso ($r^2=0,36$ adultos y $r^2=0,49$ reclutas) (**Fig. 109b**).

8.2 Modelamiento GAM

La variable masa de agua ASAA fue la más significativa en el modelo ajustado de las densidades de anchoveta, explicando un 7% de la varianza total. Las variables abundancia del Fitoplancton; AESS, Lat y prof media (z med), explicaron en conjunto el 8,2% de la varianza, mientras que Dist Costa y AST aportaron con el 1,6% a la varianza del modelo.



La tendencia general de las variables masas de agua modeladas muestran que los casos de anchoveta fueron más frecuentes en proporciones de masas de agua bajas y disminuyen al incrementarse el aporte de la proporción de las masas de agua. Este resultado coincide en términos generales con los obtenidos en el crucero realizado en las regiones III y IV en el verano del 2012 (RECLAN34 1202). La razón de lo anterior se explica en el hecho que la anchoveta habita en sectores de surgencia caracterizados por mezclas de aguas y que en el presente caso dominaron las AESS que favorecen la productividad del mar y producen condiciones adecuadas de oferta de alimento.

En general las variables espaciales han sido históricamente las que más han aportado a la variabilidad de los modelos GAM en recursos pequeños pelagicos en la zonas Norte y centro sur (anchoveta y sardina común). En el presente caso estas variables han sido desplazadas por el predictor masa de agua y particularmente la tipo ASAA, aunque se debe tener presente que ambas variables no habían sido consideradas en conjunto en la zona norte. Lo anterior puede estar sustentado en una distribución más homogénea de anchoveta y en consecuencia una menor variabilidad o a su presencia en sectores en que las condiciones ambientales de alimentación sean favorables, como es el caso de las mayor proporción de ASAA.

La descripción latitudinal de las variables biológica y espaciales en complemento al modelamiento dan cuenta que las funciones están estrechamente relacionadas con el valor central del conjunto de datos sectorial de la variable. De esta forma las relaciones y el efecto relativo de cada predictor serán interpretados como la respuesta media del recurso a las condiciones del medio.

9. Variación interanual de descriptores de las agregaciones de anchoveta.

Dada la continuidad anual se consideraron los cruceros realizados en diciembre desde el año 2007 al actual (diciembre del 2011). Los valores promedios de los descriptores en ambiente diurno y nocturno para la serie 2007-2011 se presentan en la **Tabla 60**.

Los promedio interanuales de los descriptores largo, perímetro y área en ambiente diurno (**figuras 110 y 111**) varían positivamente en el periodo considerado, sin embargo el año 2011 estos descriptores se redujeron entre 10 y 16% respecto al promedio del 2007-2010, siendo aún más evidente al comparar solamente con el 2010, puesto que las disminuciones aumentan al 25%, 25% y 29%, respectivamente. En el caso nocturno el largo y la elongación muestran una tendencia a la baja desde el año 2007, siendo el año 2011 el más bajo de la serie en el caso del largo (**Fig. 112**). El valor del largo es un 56% menor al promedio 2001-2010 y de un 15% menos al 2010. Los valores de perímetro y área nocturnos presentan similar tendencia que el largo con tendencia a la baja y valores promedio el 2011 de un 53% y 62% menores al promedio de la serie 2007-2011, respectivamente (**Fig. 111**).



La profundidad de agregaciones en el caso diurno se ha mantenido relativamente constante y cercana a los 9 metros de profundidad, con una mayor profundización observada el año 2009, lo que se repite en el caso nocturno para ese mismo año. Similar tendencia se observa en la profundidad del fondo referido al año 2009 donde en ambos casos, diurno y nocturno la profundidad del fondo presenta sus máximos (**Fig. 112**). El índice de altura en ambos ambientes y en toda la serie de años presenta valores altos (mayores al 90%) reflejando nula asociación con el fondo marino.

Los NASC presentan sus promedios más bajos el 2011 en ambos ambientes, siendo un 23% y 63% menores en el caso diurno y nocturno respecto a la serie 2007-2010, respectivamente (**Fig. 113**). Además se observa que en ambiente nocturno los promedios de s_A son mayores que en ambiente diurno, sin embargo este mayor valor está claramente asociado al área o tamaño de las agregaciones, las cuales en ambiente nocturno tienden a agregarse formando estratos aumentando su área (**Fig. 110 y 111**), junto a esto se redujeron el número de agregaciones. Lo anterior se corrobora al observar la gráfica de densidad relativa al área (**Fig. 113**) donde se aprecia claramente que durante el día los valores son mayores en toda la serie de años, además se observa una estabilización en el caso diurno en los valores promedio de este descriptor.

La distancia promedio a la costa en que han sido detectadas las agregaciones ha variado en el caso diurno entre las 4 y 9 mn, siendo el presente año y el 2008 los casos que la anchoveta se han ubicado más próximas a la costa. En el caso nocturno la distancia a la costa ha variado entre 5 y 7 mn excepto el año 2009 en que el promedio llegó a las 15 mn (**Fig. 114**). El número de observaciones tuvo su máximo el año 2007 (2.036) para luego disminuir drásticamente a 883 el año 2006, posteriormente aumenta el año 2009 para presentar desde ese año una tendencia a la baja hasta al año 2011, en el caso nocturno, siempre el número de observaciones ha sido menor dado el menor número de transectas que se realizan de noche y al cambio en el patrón de agregación en estratos con la reducción del tipo cardumen, sin embargo el número de detecciones presenta tendencia positiva en la serie 2007-2011 (**Fig. 114**).

En general la tendencia observada en los descriptores en la serie histórica 2007-2011 da ciertas señales de cuidado en ciertos aspectos, tales como la disminución en el tamaño de las agregaciones, reflejado en el área y perímetro, el menor valor del s_A promedio respecto a la serie y finalmente la disminución sostenida en el número de observaciones los últimos tres años de la serie, señales que si bien aun no son drásticas, no debieran dejarse de lado en cualquier análisis del estado del recurso.



IX. CONCLUSIONES

- Las principales especies detectadas en la prospección acústica fueron medusa con un 83,7%; anchoveta con un 10,4%; mote con un 3,6%; jurel con un 1,0%, y otras especies con un 1,3%.
- La abundancia total de anchoveta con el método geoestadístico alcanzó a 7.783 (+ 6,5%) millones de ejemplares y la biomasa fue de 162.323 t (+8,1%). De este total, el 26%, en número y 4,6%, en peso correspondió a reclutas (< 12 cm). El 42,7% de la abundancia y de la biomasa total de anchoveta se localizó al norte de punta de Lobos (21° 04,5'S) y el 36,3% estuvo entre Michilla (22° 37'S) y caleta Agua Dulce (24° 4,7'S).
- La estructura de tallas de anchoveta fue multimodal con moda principal centrada en 15,5 cm y secundarias de muy poca importancia porcentual, el rango de talla fluctuó entre 4,5 y 17,5 cm, mientras que el aporte de reclutas alcanzó un 8,1%. La estructura de tallas de jurel fue multimodal con moda principal centrada en 24 cm y varias secundarias, el rango de talla varió entre 3 y 29 cm, mientras que el aporte de reclutas fue del 96,6%.
- La anchoveta presentó una amplia cobertura latitudinal entre el límite norte de la zona de estudio hasta pta Piedra (24°39') y restringida a las primeras 24 mn de la costa, caracterizada principalmente por registros de densidad baja y algunos escasos focos de mayor densidad.
- La abundancia de anchoveta por grupo de edad (GE), se estructuró en los GE0, I y II, con un predominio del GE I, que alcanzó una abundancia aproximada a los 4100 millones de individuos, equivalente al 53% de la abundancia total. El reclutamiento, considerado como ejemplares bajo los 12 cm LT (grupo de edad 0), disminuyó en 17000 millones de ejemplares, respecto del mismo crucero del año anterior.
- La zona de estudio se encontraba en condiciones ambientales neutras con anomalías negativas en los sectores costeros que se compensaron con anomalías positivas leves en áreas oceánicas. La participación superior al 70% de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficial (AESS) favoreció la producción fitoplanctónica en toda la zona de estudio. En el periodo de estudio se registraron procesos de surgencia permanente pero débil. La clorofila presentó las mayores concentraciones de la serie 2007 a 2010, siendo superada solamente por el muestreo de febrero de 2007. La clorofila satelital señala que las mayores concentraciones se aprecian en el periodo 2002-2007 en comparación a 2008-2012, lo que es coincidente con un periodo más largo de normalidad o de transición entre procesos cálidos y fríos. Las anomalías de la altura del nivel del mar fueron principalmente negativas, con una presencia permanente de giros de mesoescala ciclónicos. Lo indicado es similar a lo reportado para diciembre de 2010 y ambos son distintos a lo registrado en todos los cruceros RECLAN anteriores.



- El microfitoplancton estuvo dominado por las diatomeas, estando compuesta principalmente por la especie *Thalassiosira minúscula*. La distribución espacial fue similar a otros años, estando restringida a la franja costera de los primeros 10 m de profundidad con una clara estratificación espacial en la composición por especies, con el predominio de *T.minuscula* al norte de punta Lobos y por *Chaetoceros* al sur de bahía Moreno. Al sur de bahía Moreno (23°40'S) hubo una virtual ausencia de las diatomeas, y del microfitoplancton en general.
- En general las magnitudes de microfitoplancton fueron menores que las registradas entre 2007 y 2009 estando dentro del rango informado en 2010. Los flagelados presentaron las concentraciones más bajas registradas a la fecha localizados hacia el sur de la zona de estudio, frente a bahía Moreno (23°40'S).
- Cuatro grupos zooplanctónicos conformaron más del 93% de la abundancia relativa total de la zona, siendo dominado por los copépodos. El zooplancton se distribuyó principalmente entre punta Patache a punta Arenas, donde se concentró el 35% de la abundancia total. Se verifica un aumento en el valor de la densidad media de las partículas de menor tamaño, influenciado en gran medida por las densidades de copépodos pequeños, cladóceros y estadios larvales (meroplanctones), particularmente en las estaciones más costeras (1mn) del área explorada. Al sur de la latitud 23°50'LS se registra una reducción notable de la abundancia del zooplancton (similar al año anterior), lo que se condice con los cambios observados en la composición específica del taxa cladóceros.
- Del análisis integrado de los coeficientes $V(Cramer)$ se señala ambas fracciones presentaron correlaciones similares con las variables ambientales, específicamente, el fitoplancton alcanzó un índice $V(Cramer)$ de 0,49 y la salinidad un $V(Cramer)$ de 0,39.
- Para la masa de agua ASAA se ajustaron dos modelos con la especie, el primero indicó una relación significativa pero inversa con el IOC, en tanto que el segundo modelo señaló una asociación directa entre la densidad de anchoveta y el porcentaje de ASAA ($r^2=0,36$ adultos y $r^2=0,49$ reclutas).
- La variabilidad observada en la densidad de anchoveta es explicada por las variables masa de agua Subantártica, abundancia de fitoplancton, latitud, masa de agua ecuatorial subsuperficial, profundidad media de la agregación, distancia de costa y masa de agua subtropical. El conjunto de variables modeladas explicó el 16,7% de la variabilidad total de la densidad de anchoveta. La variable oceanográfica masa de agua subantártica es la que mayormente explica en el ajuste con un aporte del 6,9%.
- El ajuste entre la abundancia de fitoplancton y la densidad de anchoveta presentó una relación tipo ventana ambiental para un rango óptimo entre 100 y 300 ind/m³. Las mayores densidades de anchoveta en esta ventana ambiental se registran en una zona de concentración media de fitoplancton (140-225 ind/m³).



- En el periodo 2007-2011 se observa una disminución en el tamaño de las agregaciones de anchoveta, tendencia negativa en el valor del s_A promedio por cardumen y la reducción sostenida en los últimos tres años en el número de agregaciones. Se mantienen las diferencias diurno-nocturno con agregaciones de anchoveta nocturna de mayor tamaño, más alargadas pero de menor densidad que las del día, no presentando grandes diferencias en su comportamiento batimétrico y en su altura.



X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agenbag G., Richardson A., Demarq H., Freon P., Weeks S., Shillington F.. 2003. Estimating environmental preferences of South African pelagic fish species using catch size and remote sensing data. *Prog. Oceanog.*, 59: 275 – 300
- 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.
- Aguilera 2001. Cuadernos de Estadística. Tablas de Contingencia Bidimensionales. Edit La Muralla, Madrid, España. 212 pág.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 – 31.
- Bakun, A & R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru current systems. *CALCOFI Rep.* 23:99 112.
- Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department 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. Department 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 Reviews* 15: 46-74.
- Barnes, R. 1996. *Zoología de los invertebrados.* México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- 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 Figuras).
- Bertrand A., M. Segura, M. Gutiérrez y L. Vásquez. 2004. From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries* 5 (4), 296–316.



- Blanco, J. L. 1996. Variabilidad termica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno. IFOP.
- Böhm, M.G., C. Hernández, L. Ossa, E. Díaz, R. Aravena y M. Troncoso. 2010. 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 Avance. Convenio SUBPESCA - IFOP. Instituto Fomento Pesquero Valparaíso, Chile.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Bougis, P. 1974. Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.
- 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.
- Castillo, J. A. Saavedra, C. Hernández, V. Catasti, F. Leiva, J. Letelier, H. Reyes, M. Pizarro, F. Espíndola, B. Leiva, F. Cerna, A. López, L. Herrera, G. Claramount y E. Oliva. 2008. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la I y II Regiones, año 2008. Informe Final. FIP 2007-02. 237 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, C. Hernández, V. Catasti, F. Leiva, J. Letelier, H. Reyes, M. Pizarro, B. Leiva, F. Cerna, A. López, L. Herrera, G. Claramount, A. Mujica y E. Uribe. 2009. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la XV y IV Regiones, año 2009. Informe Final. FIP 2008-02. 285 pp + Figuras, Tablas y Anexos.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, B. Leiva, M. San Martín, F. Cerna, A. López, L. Herrera, A. Mujica, M. Nava, M. Saavedra, V. Catasti, C. Lang y M. Medina. 2011. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la III y IV Regiones, año 2011. Informe Final FIP 2010-03. Inst. de Fomento Pesquero. (Valparaíso, Chile). 277 pp + Figuras y Tablas.
- Castillo, J. A. Saavedra, F. Leiva, H. Reyes, M. Pizarro, F. Espíndola, V. Catasti, C. Lang, C. Hernández, B. Leiva, F. Cerna, A. López, L. Herrera, G. Claramount, A. Mujica, P. Oliva y M. Medina. 2010. Evaluación hidroacústica reclutamiento anchoveta entre la XV y IV Regiones, año 2010. Informe Final. FIP 2009-02. 224 pp + Figuras, Tablas y 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., 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.
- 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 +Figuras y Anexos.
- 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 Figuras y tablas.
- 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. 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. 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.
- Conover, M.R. 1981. Practical nonparametric statistics. John Wiley & Sons, New York, New York, USA. 493 pp.
- Córdova, J., B. Leiva, V. Catasti, H. Reyes, M. Pizarro, V. Valenzuela, J. Angulo, P. Rojas y C. Lang. 2011. Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009. Informe Final FIP, IFOP. 2009-07: 1- 74.
- 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.
- Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. John Wiley and Son, Inc.



- Dirección de Hidrografía y Navegación, 1998. Boletín de Alerta Climático N° 88. Enero 1998. Editado en la Dirección de Hidrografía y Navegación- Marina de Guerra del Perú.
- Dobson, A. 2002. "An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition" Chapman and Hall, London.
- 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., 2003. IDRISI Kilimanjaro. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Clark University. Worcester, Massachusetts. 01610. USA. 396 pp.
- Einarsson, 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.
- Escribano, R. & L. Rodríguez. 1994. Life cycle of *Calanus chilensis* Brodsky in bay of San Jorge, Antofagasta, Chile. En: F. Ferrari & B. Bradley (eds.). Ecology and morphology of copepods. Kluwer Academic Publications, Boston, pp. 289-294.
- Escribano, R. & P. Hidalgo. 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 80: 283-290.
- Espejo, M. y J. Castillo. 1997. SIMBAD un nuevo enfoque de procesamiento de datos acústicos. En Resúmenes XVII. Congreso de Ciencias del Mar. pp 186-187.
- 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.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. Acta Oceanog. Pacífico, 1(1): 137 – 145.66. Zooplankton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. Cah Orstom (océanogr.), 4(3):3-37.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984. Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. J.Plank. Res., 6(5): 721-731.
- 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.



- Hansen, R., W. Madow & W. Huwiz. 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 Bratigg Expedition, 1947-1948. Hvalradets skrifter, 52: 1-168.
- Hastie, T. J. & R. Tibshirani, 1990. Generalized Additive Models. London. Chapman and Hall.
- Hillebrand H, C-D Dürselen, D Kirschtel, U Pollinger y 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.
- Jeffrey, S. W., R. F. C. Mantoura & S. W. Wright. 1997. Phytoplankton pigments in oceanography: methods. Monographs on Oceanographic Methodology. SCOR and UNESCO.
- Lohrenz, S. E., D. Wiesenburg, I. P. DePalma, K. S. Johnson & D. E. Gustafson, Jr. 1988. Interrelationships among primary production, chlorophyll, and environmental conditions in frontal regions of the western Mediterranean Sea. Deep-Sea. Res. 35(5):793-810.
- Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.
- 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, New Zealand, 9–12 February 1972. Wellington, New Zealand National Commission for UNESCO, pp. 71–99.
- Manriquez, K. Escribano y R. Hidalgo, P.2009. The influence of coastal upwelling on the zooplankton community structure in the coastal zone off Central/Southern Chile as assessed by zoimage analysis. Journal of Plankton Research 31, 1075-1088.



- 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.
- 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.
- Martínez, C., M. Ayala y G. Böhm, 2008. Monitoreo del reclutamiento de anchoveta, Regiones I y II, 2006-2007. Informe Final. IFOP.
- Matheron, G. 1971. The theory of and their applications. Les cahiers du Centre de Morphologie, fasc. 5, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 212 p.
- 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
- Millero, F. & A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.*, 28A, 625-629.
- Montecino C., M. A. Paredes, P. Paploni & J. Rutlant. 2006. Revisiting chlorophyll data along the coast in north-central Chile, considering multiscale environmental variability. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 213-223.
- Morales C. E., S. Hormazabal & J. L. Blanco. 1999. Interannual variability in the mesoscale distribution of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18°-24°S). implications for the pelagic system and biogeochemical cycling. *J. Mar. Res.* 57. 909-932.
- Mujica A & E Espinoza. 1994. Cladóceros chilenos. *Revista Chilena de Historia Natural*. 67: 265-272.
- Newell, G. E. y R. C. Newell. 1966. *Marine plankton a practical guide*. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.
- 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.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993. Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp
- Parsons, T. R., Y. Maita & C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Perry and Smith. 1994. Validación de la hipótesis de mortalidad por inanición en larvas de *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 (Pisces: Engraulidae), utilizando el criterio histológico en un área de surgencia costera en el norte de Chile. En: Invest.
- Petitgas, P. 1991. Contributions geostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. and A. Prampart. 1993. EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.
- 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.
- Pienaar L. and W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.
- Postel, L., H. Fock and W. Hagen. 2000. Biomass and abundance. In: Zooplankton methodology manual. Ed: R.P. Harris, P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal and M. Huntley. ICES.
- Rencher, A. 1995. Methods of multivariate análisis. New york: wiley. 627 pp.
- Reyes, H., y M. Pizarro. 2012. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2012. Componente Oceanografía. FIP 2011-07 en ejecución.
- Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Technical Report NNS-31, National Metereological Center, NOAA, Silver Springs, Md.
- Ricker W., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can., N° 119.



- Rivoirard, J. Simmonds, J.; Foote, K G. Fernandes, P. Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science.
- Robotham H. y 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.
- Robotham, H., J. Castillo, O. Padilla, J.C. Gutiérrez-Estrada, I. Pulido-Calvo. 2008. Identificación acústica de especies pelágicas pequeñas en la zona centr-sur de Chile mediante análisis discriminante y redes neuronales artificiales. En: Nuevas aproximaciones metodológicas para el análisis de pesquerías. Gutiérrez y Yáñez Eds. 2008.
- Robotham, H., P. Bosch, J.C. Gutiérrez-Estrada, J. Castillo e I. Pulido Calvo. 2010. Acoustic identification of small pelagic fish species in Chile using support vector machines and neural networks. Fisheries Research 102 (2010) 115–122
- Rojas, R. & N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003. “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especies pélagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. Thèse Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Sievers y Silva. 1982. Masas de agua y circulación frente a la costa de Chile entre Latitudes 18 a 33°S. Operación Oceanográfica Marchile VII. Cona 6.
- Silva, N. 1983. Masas de agua y circulación de la región norte de Chile. Latitudes 18°S-32°S. (Operación Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). Ciencia y Tecnología del Mar, CONA. 7: 47-84.
- 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 (Figures).
- Simmonds, E., y D. MacLennan. J. 2005. Fish and Fisheries Series, 5: Fisheries acoustics. Chapman and Hall, London. 438 pp.



- 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.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.
- Sneath, P. y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco, 573 pp.
- Sournia, A. 1978 (ed). Phytoplankton Manual. UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, 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
- 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 International Equation of State of Seawater. UNESCO Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- Valenzuela, V. 2008. EN: Evaluación hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, año 2008. FIP 2008-07. Informe Final.
- Valenzuela, V. y J. Saavedra. 2010. EN: Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2010. Informe Final.
- Valenzuela, V., J. Angulo y J. Saavedra. 2009. EN: Evaluación hidroacústica de jurel en la XV, I y II Regiones, año 2009. FIP 2009-07.
- Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídeos epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool.,15:1 - 98.



- 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.
- Wilkinson L y L Engelman. 2005. SYSTAT 11.0: Statistics I. SYSTAT Software, Inc., CA, USA. 470 pp.
- Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 page.
- Yáñez, 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.



XI. TALLER PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

PROYECTO: Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2011.

Se realizaron dos talleres el primero corresponde a la presentación del plan de trabajo de crucero y el segundo al taller de presentación de resultados que tuvo lugar en Iquique en un salón del Campus Huayquique de la Universidad Arturo Prat el día 31 de octubre. La asistencia al taller estuvo conformada por 18 personas pertenecientes al sector pesquero industrial, de investigación y académico, SEREMI y organizadores de IFOP. La agenda y listado del taller se presentan en el **anexo 2**.

Las principales conclusiones del Taller de acuerdo a cada presentación fueron:

Oceanografía.

El crucero RECLAN 2011 se realizó en la etapa final del evento La Niña débil, que comenzó el segundo semestre de 2011 y terminó en marzo de 2012.

La baja intensidad de los vientos fue similar a lo observado en otros cruceros RECLAN, a lo que se suma procesos de surgencia débiles en diciembre de 2011 aportando agua de tipo Ecuatorial Subsuperficial, principalmente a la franja de las primeras 5 mn y dentro de los primeros 50 m, siendo más intenso en el área de Arica, entre caleta Buena y punta Arenas y desde caleta el cobre al sur

Las anomalías del nivel del mar fueron principalmente negativas, con presencia permanente de giros de mesoescala ciclónicos, similar a lo observado para diciembre de 2011, pero contrario a lo observado en los muestreos anteriores.

La distribución de clorofila presentó altas concentraciones mayores a 5 $\mu\text{g/L}$ y valores integrados mayores a 100 mg/m^2 , a lo largo de casi toda la costa: sur de Arica y desde caleta Camarones hasta Antofagasta, siendo el presente muestreo el que ha presentado las mayores concentraciones de clorofila en relación a los muestreos de diciembre desde 2007.

La clorofila observada con satélite señala que las mayores concentraciones se aprecian en el periodo 2002-2007 en comparación a 2008-2012, lo que es coincidente con un periodo más largo de normalidad o de transición entre procesos cálidos y fríos.

La TSM satelital registró un retardo en el calentamiento estacional en diciembre de 2011 sin embargo se registran condiciones normales a cálidas a partir de enero de 2012, aun cuando se reportaban condiciones frías La Niña en el Pacífico Ecuatorial, similar a lo observado para diciembre de 2011.



Abundancia y Distribución de Zooplancton.

La variabilidad de los grupos zooplanctónicos se mantiene constante en el tiempo

Cuatro grupos zooplanctónicos conformaron más del 93% de la abundancia relativa total de la zona, sin embargo son los copépodos los responsables de los máximos valores alcanzados en la abundancia relativa

La zona de mayor afluencia de organismos zooplanctónicos se originó entre punta Patache a punta Arenas, sector que reunió el 35% de la abundancia total.

Este sector reuniría las condiciones adecuadas para la sobrevivencia y permanencia de un mayor número de grupos zooplanctónicos.

Abundancia y Distribución de Fitoplancton

La composición del fitoplancton no difiere de lo registrado en cruceros anteriores. Las diatomeas exhibieron las mayores abundancias, siempre en la franja 1-10 mn. Los Valores registrados frente a Tocopilla (22°00'S), área con dos zonas de alta concentración (> 200 cél/mL): Arica (18°25'S)-Pta. Lobos (21°00'S) y Pta. Copaca (22°20'S)-Bahía Moreno (23°40'S).

Excepto por lo registrado desde Bahía Moreno (23°40'S) al sur, las magnitudes y la distribución fueron similares a lo informado en 2010. En la componente vertical, ambos grupos presentaron las mayores abundancias entre la superficie y los 10 m de profundidad. Los flagelados presentaron las concentraciones más bajas registradas a la fecha, a diferencia de los otros cruceros las máximas se localizaron frente a Bahía Moreno (23°40'S).

Solo una especie caracterizó la composición específica de la oferta de alimento, *Thalassiosira minuscula*. Especie registrada en febrero de 2007 y diciembre de 2008, pero siempre contribuyendo en conjunto con otras especies a las máximas registradas.

Las áreas recurrentes de altas concentraciones de fitoplancton son Punta Madrid (19°0'S)-Pta. Lobos (21°00'S).

Relación Recurso-Ambiente

SIG:

La fracción adulta exhibió una mayor correlación debido a que los adultos presentaron mayor cobertura espacial que los reclutas, y se distribuyeron en un mayor rango de parámetros ambientales. Anchoveta se distribuyó en ASAA (Cramer 0,38) y AESS (Cramer 0,39).

El Fitoplancton estuvo relacionado con adultos, no así con reclutas. En el caso del zooplancton la relación se establece con los reclutas y no con adultos.



GAM:

Los ajustes obtenidos con modelos GAM entre la densidad acústica de anchoveta y el ambiente explicaron un 17% de la variabilidad observada.

Las variables que entregaron el mayor aporte a la explicación fueron la Masa de agua Subantártica, abund. de fitoplancton y la latitud. El aporte de estas variables representa el 71,8% sobre el total explicado por el ajuste.

Hasta el período 2008 las variables bio-oceanográficas explican la variabilidad de anchoveta en la zona de estudio, a partir de 2009 se incorporan las variables espaciales como significativas incrementando el nivel de aporte de los predictores al modelo.

Posterior a cada presentación se dio lugar a la discusión de los resultados donde se comentó:

Se recomienda analizar por separado según el tamaño del zooplancton respecto al tamaño de las branquiespinas de anchoveta y su talla y en este sentido y debido a su importancia, retomar el análisis de contenido estomacal.

Se propone realizar seminario para integrar el conocimiento sobre toda la información que se dispone y estudios realizados sobre anchoveta y jurel en la zona norte de Chile.

FIGURAS

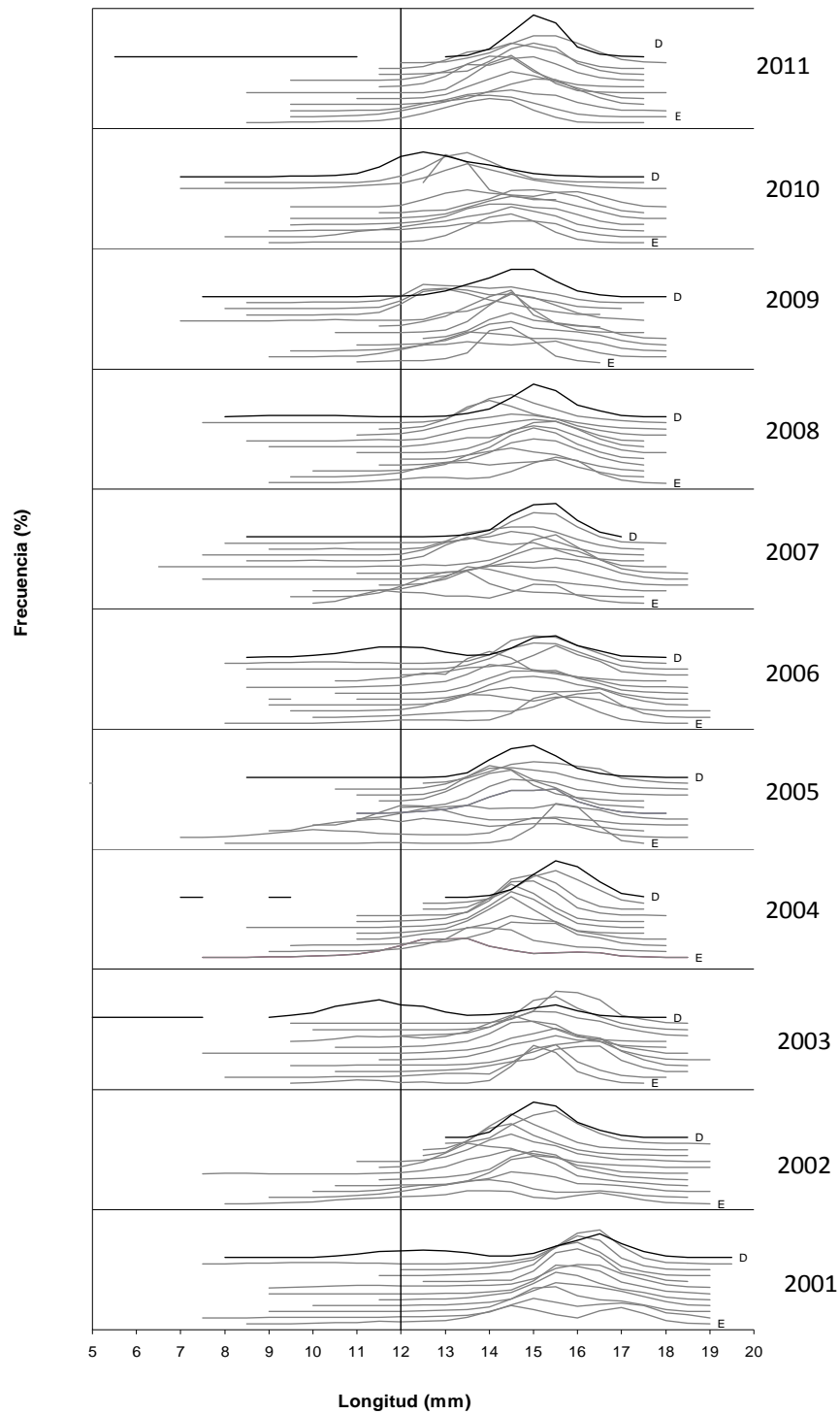


Figura 1. Estructura de tallas de anchoveta capturadas mensualmente por la flota cerquera de la zona norte en el periodo 2001-2011. E indica enero y D diciembre.

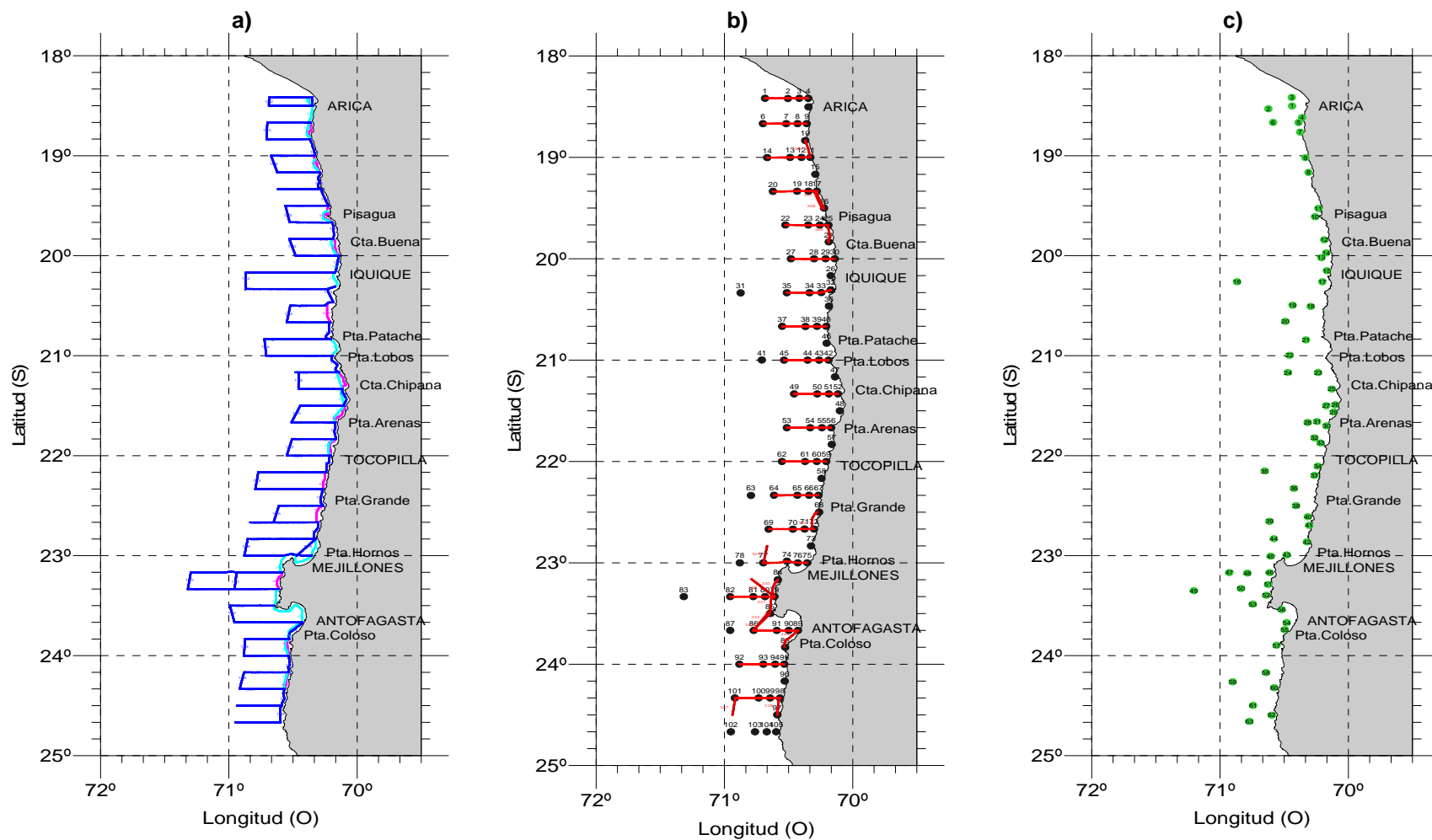


Figura 2. a) Localización de las transectas acústicas diurnas y las prospecciones costeras, b) Localización de las transectas acústicas nocturnas y las estaciones bio-oceanográficas (105) y c) Localización de los lances de pesca realizados por el B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

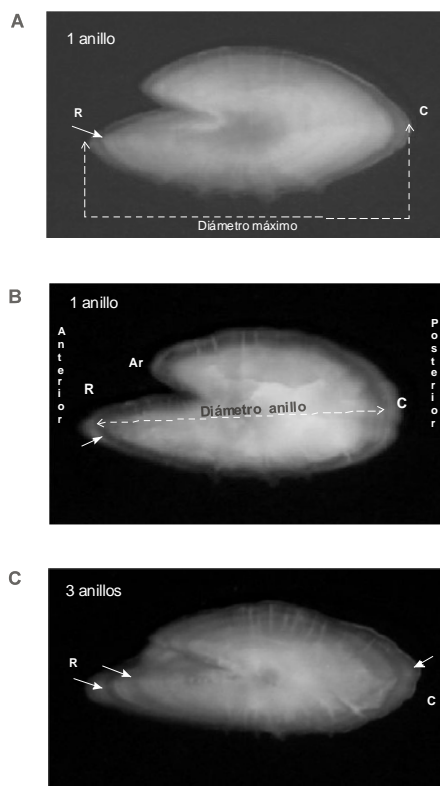


Figura 3. Otolitos de anchoveta en que se indica con flechas los anillos de crecimiento considerados para asignar edad. R=rostró; C=cauda; Ar=antirrostró. Las imágenes muestran (A) otolito de un pez de 10 cm; (B)= de un pez de 11 cm y (C) pez de 14,5 cm de longitud total.

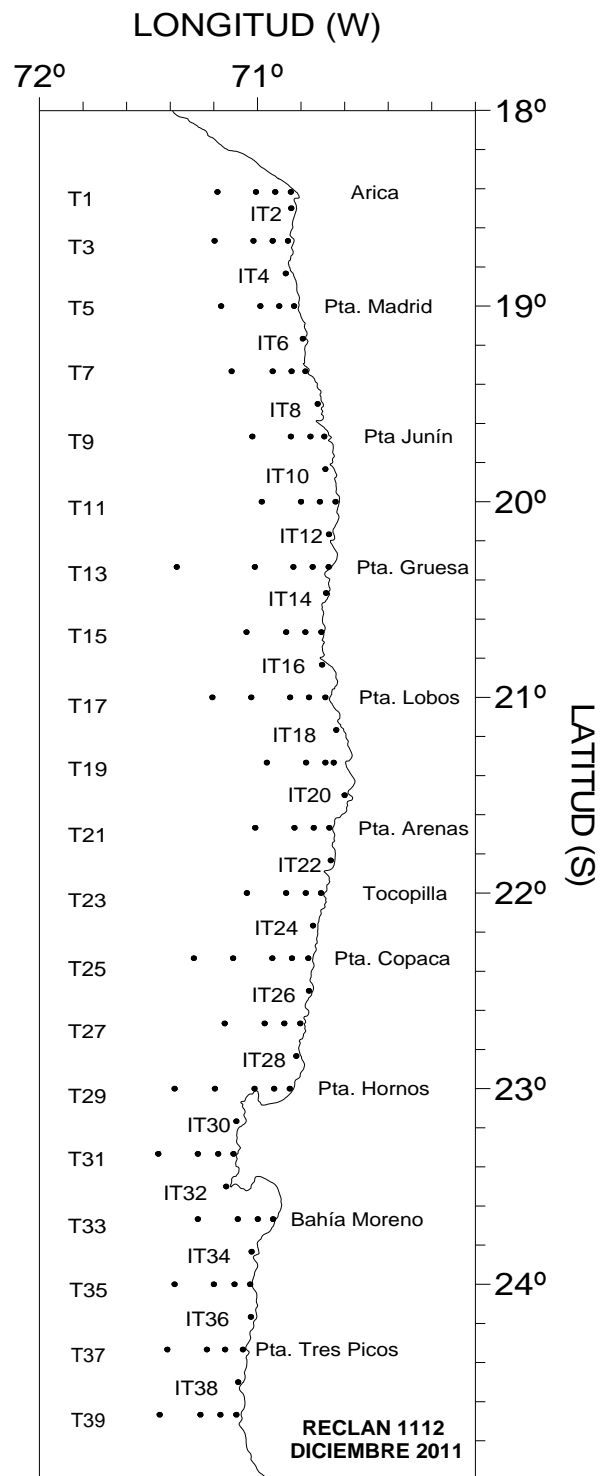


Figura 4. Área de estudio y localización de las estaciones bio-oceanográficas durante el crucero de diciembre de 2011.

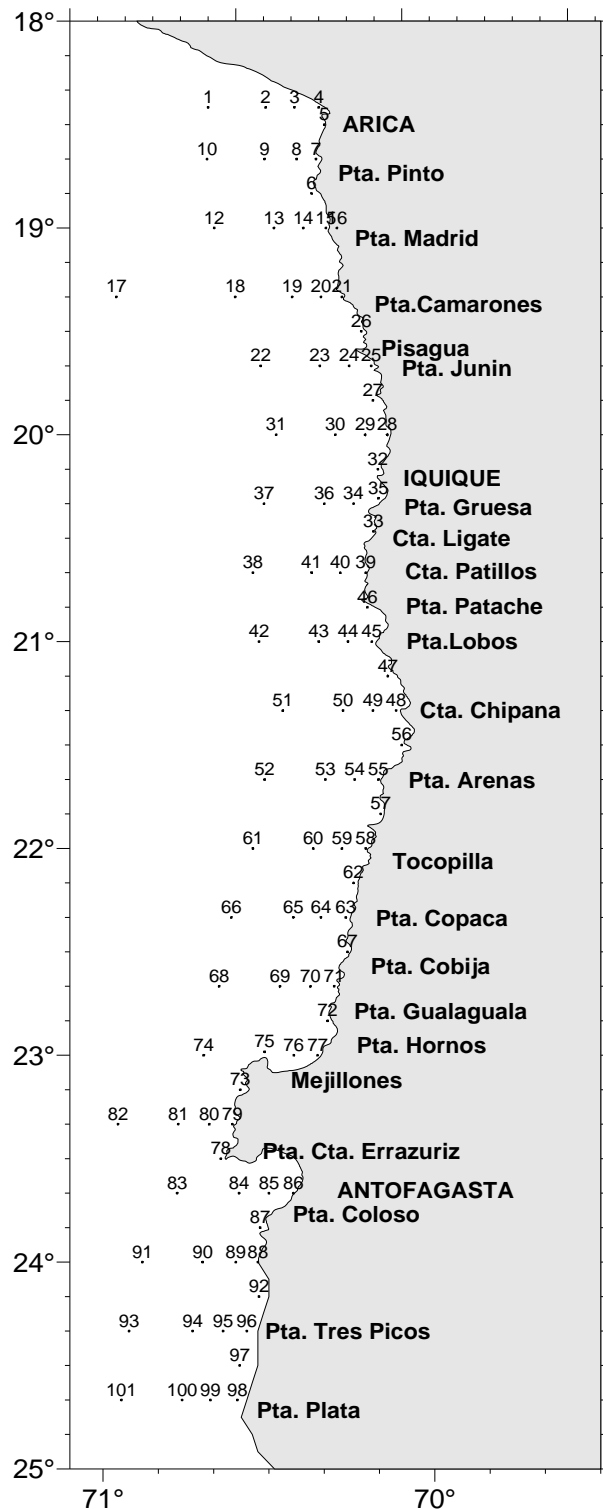


Figura 5. Posición geográfica de las estaciones bio-oceanográficas. Crucero RECLAN-Primavera 2011.

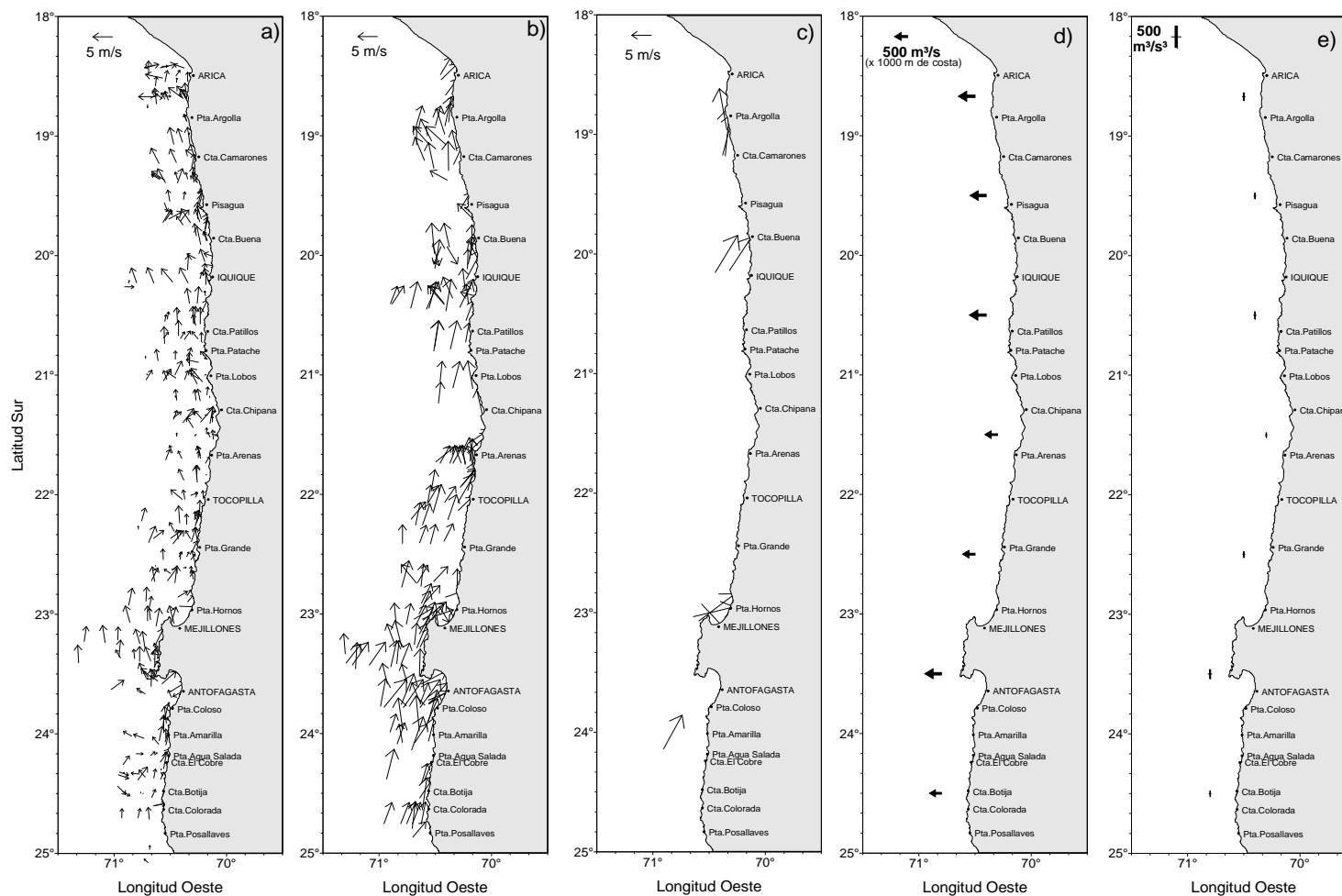


Figura 6. Información del viento predominante medido cada una hora sobre el track de navegación: a) dirección e intensidad del viento menor a 5 m/s, b) dirección e intensidad del viento entre 5 y 10 m/s, c) índice de surgencia promedio por grado de latitud y d) índice de turbulencia. Crucero diciembre 2011.

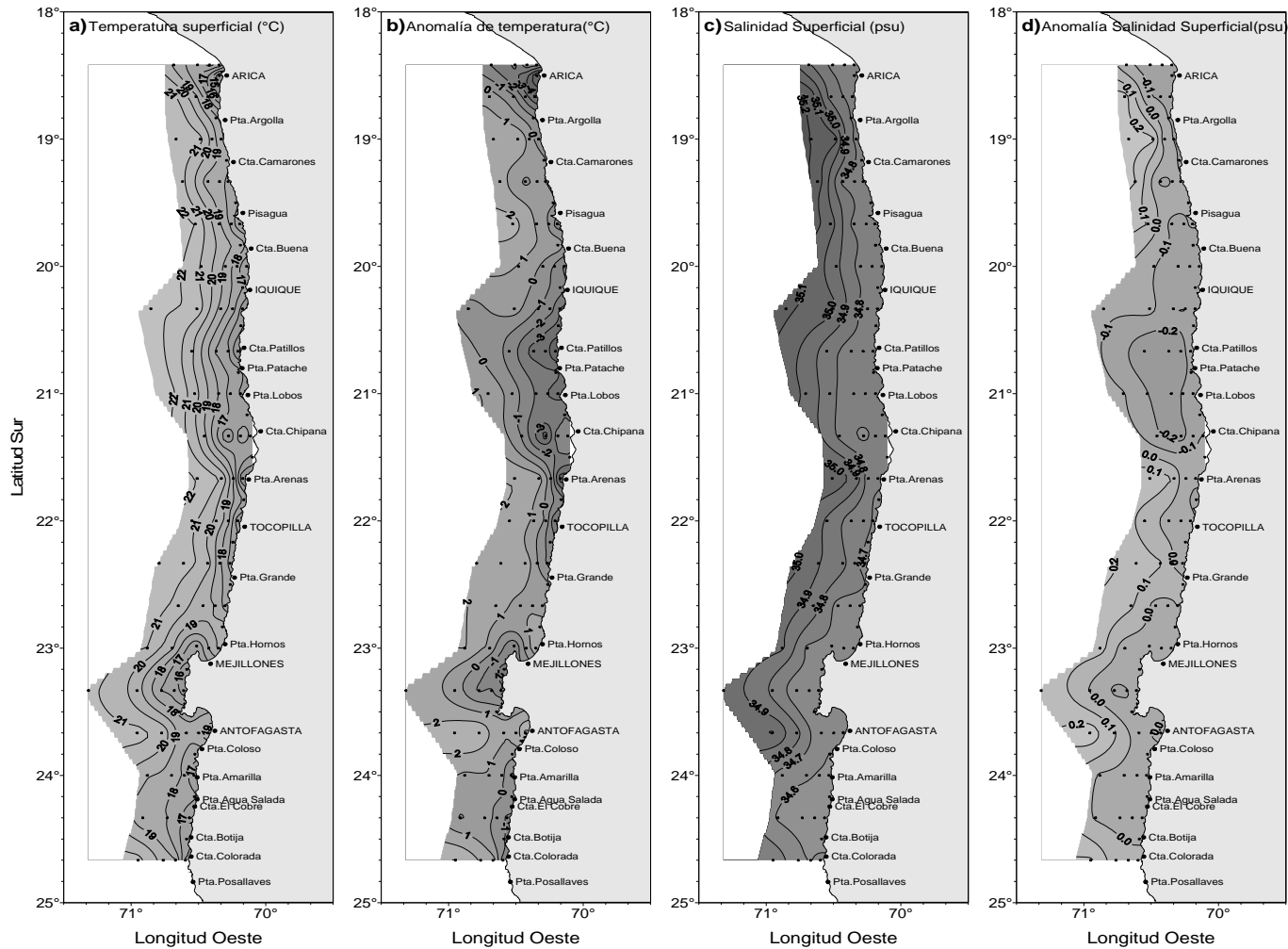


Figura 7. Distribución superficial de a) temperatura (°C), b) anomalía de temperatura (°C), c) salinidad (psu) y d) anomalía de salinidad (psu). Crucero diciembre 2011.

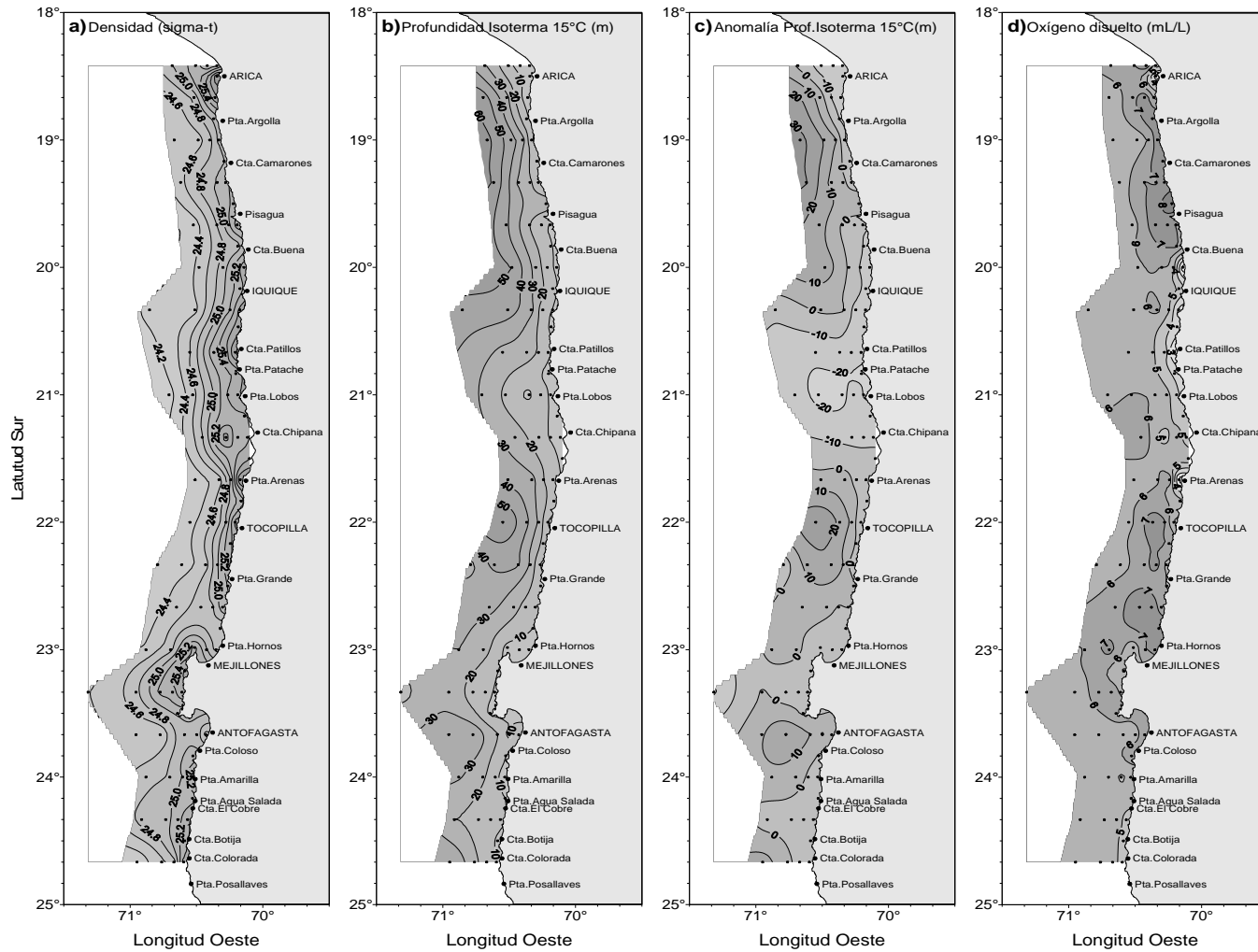


Figura 8. Distribución superficial de a) densidad ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3), b) profundidad de la isoterma de 15°C (m), c) anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) y d) contenido de oxígeno disuelto (mL/L). Crucero diciembre 2011.

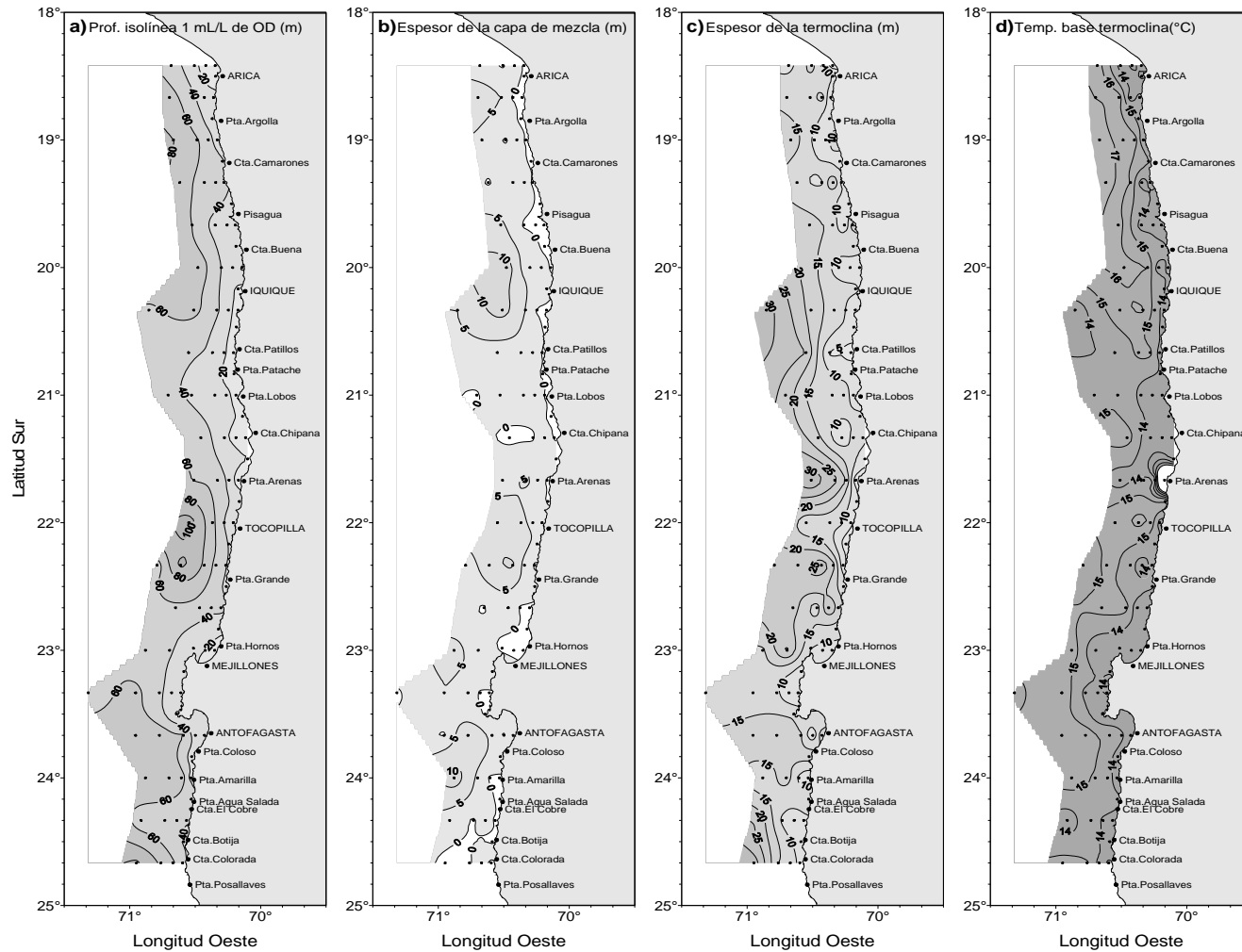


Figura 9. Distribución de a) profundidad (m) de la isolínea de oxígeno correspondiente a la concentración de 1 mL/L, como indicadora del límite superior de la capa de mínimo oxígeno disuelto, b) espesor de la capa de mezcla (m), c) espesor de la termoclina (m) y d) temperatura base de la termoclina (°C). Crucero diciembre 2011.

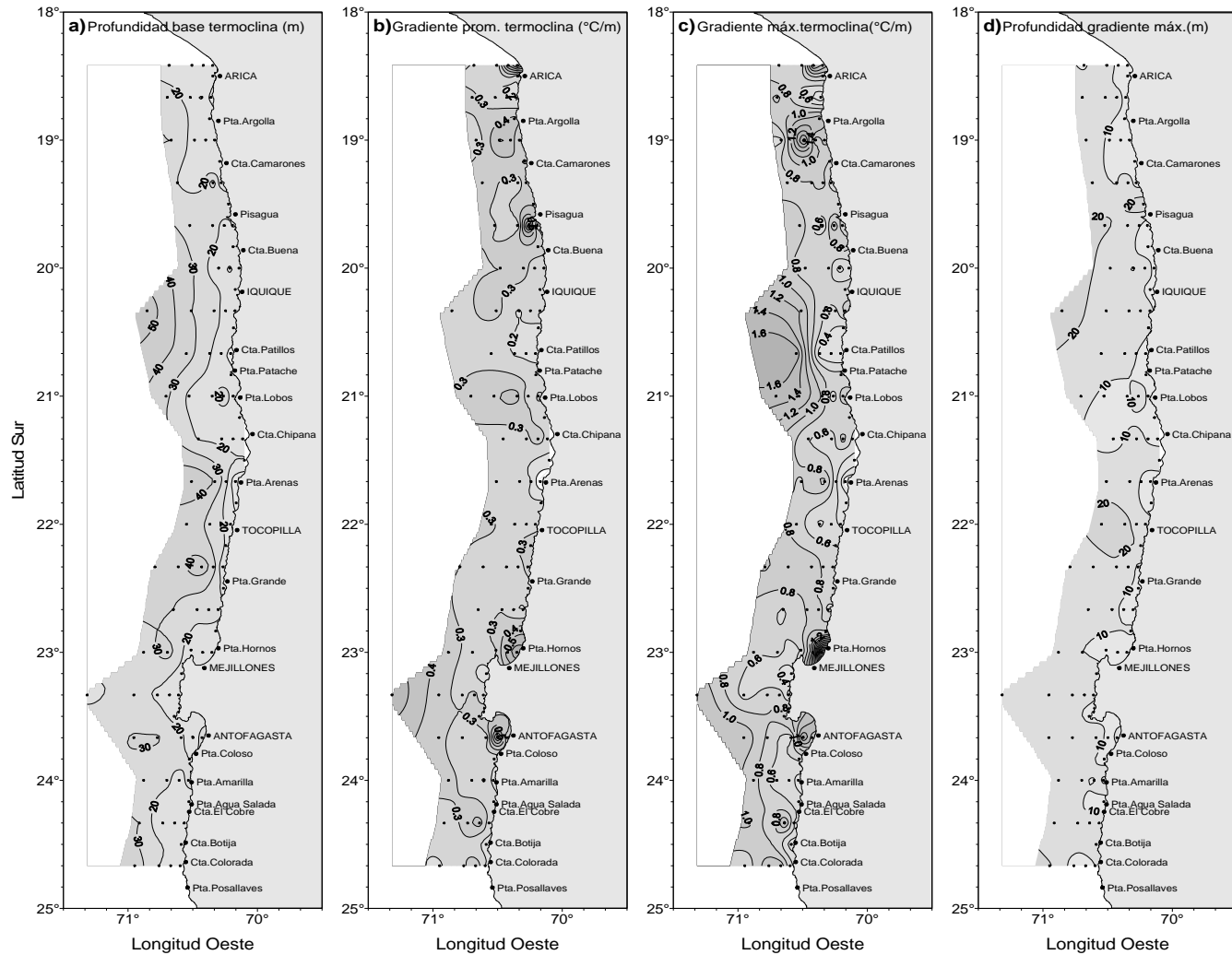


Figura 10. Distribución de a) Profundidad de la base de la termoclina (m), b) gradiente de temperatura promedio de la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$), c) máximo gradiente de temperatura en la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) y d) profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m). Crucero diciembre 2011.

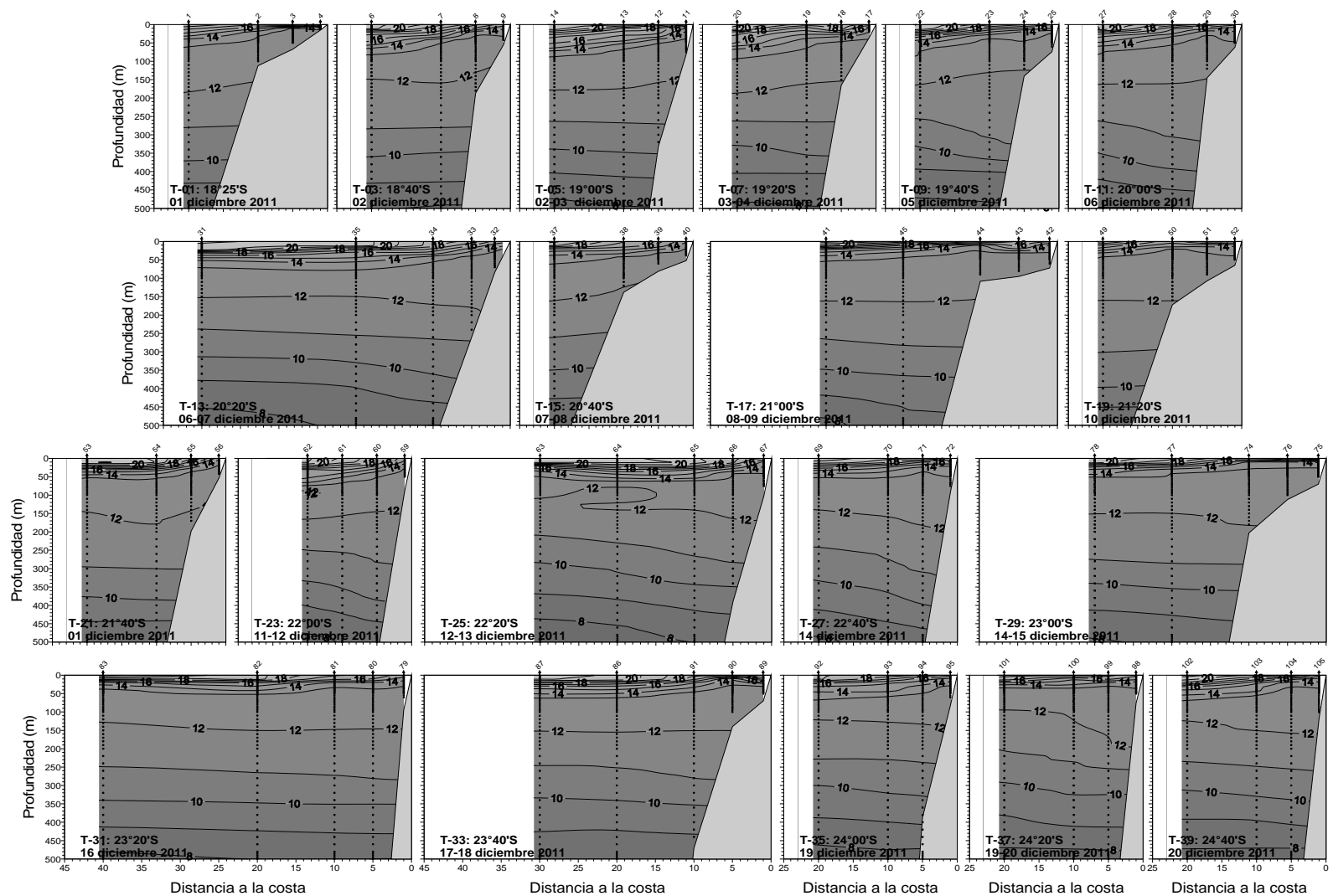


Figura 11. Distribución vertical de temperatura (°C) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

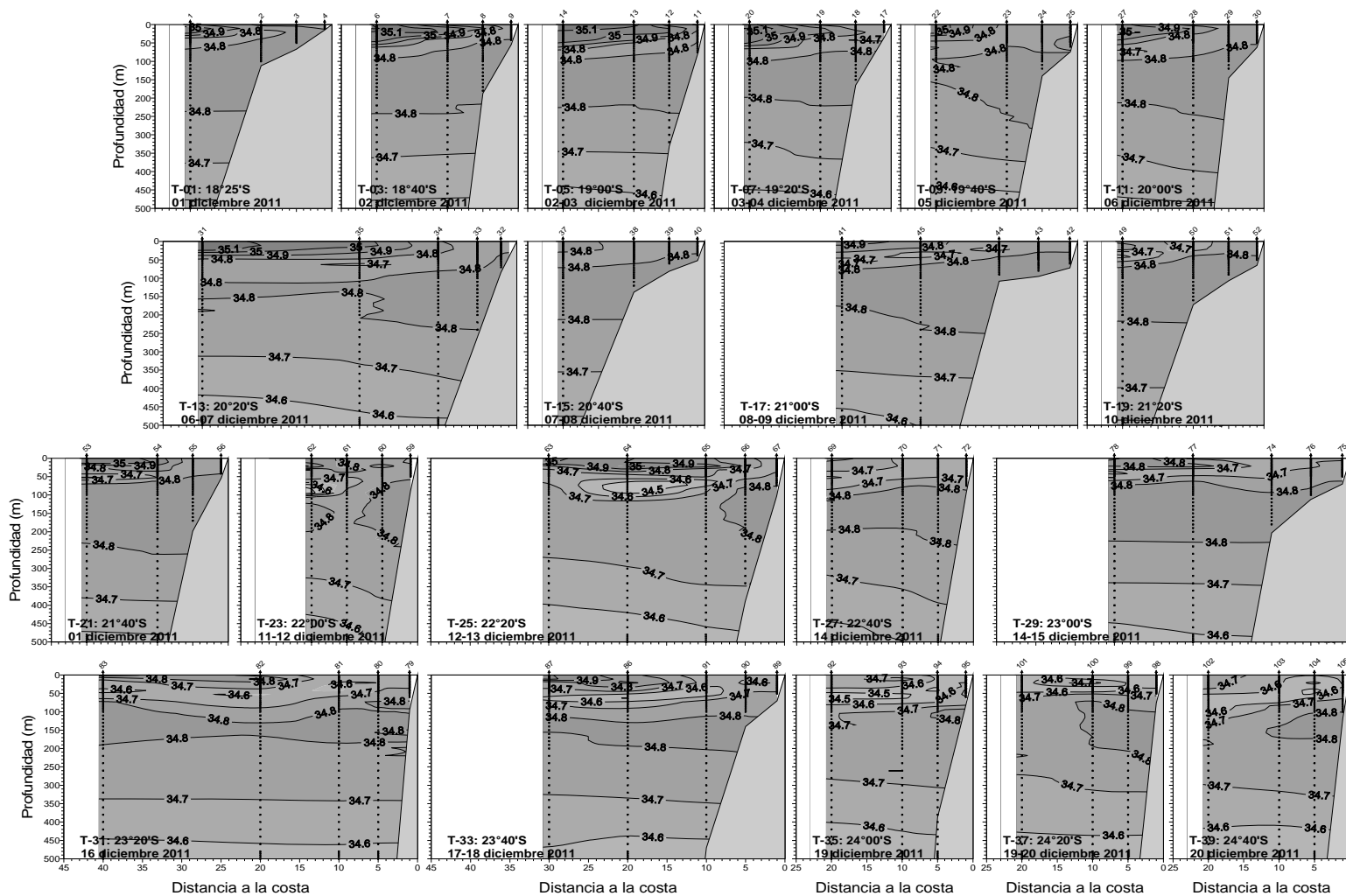


Figura 12. Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

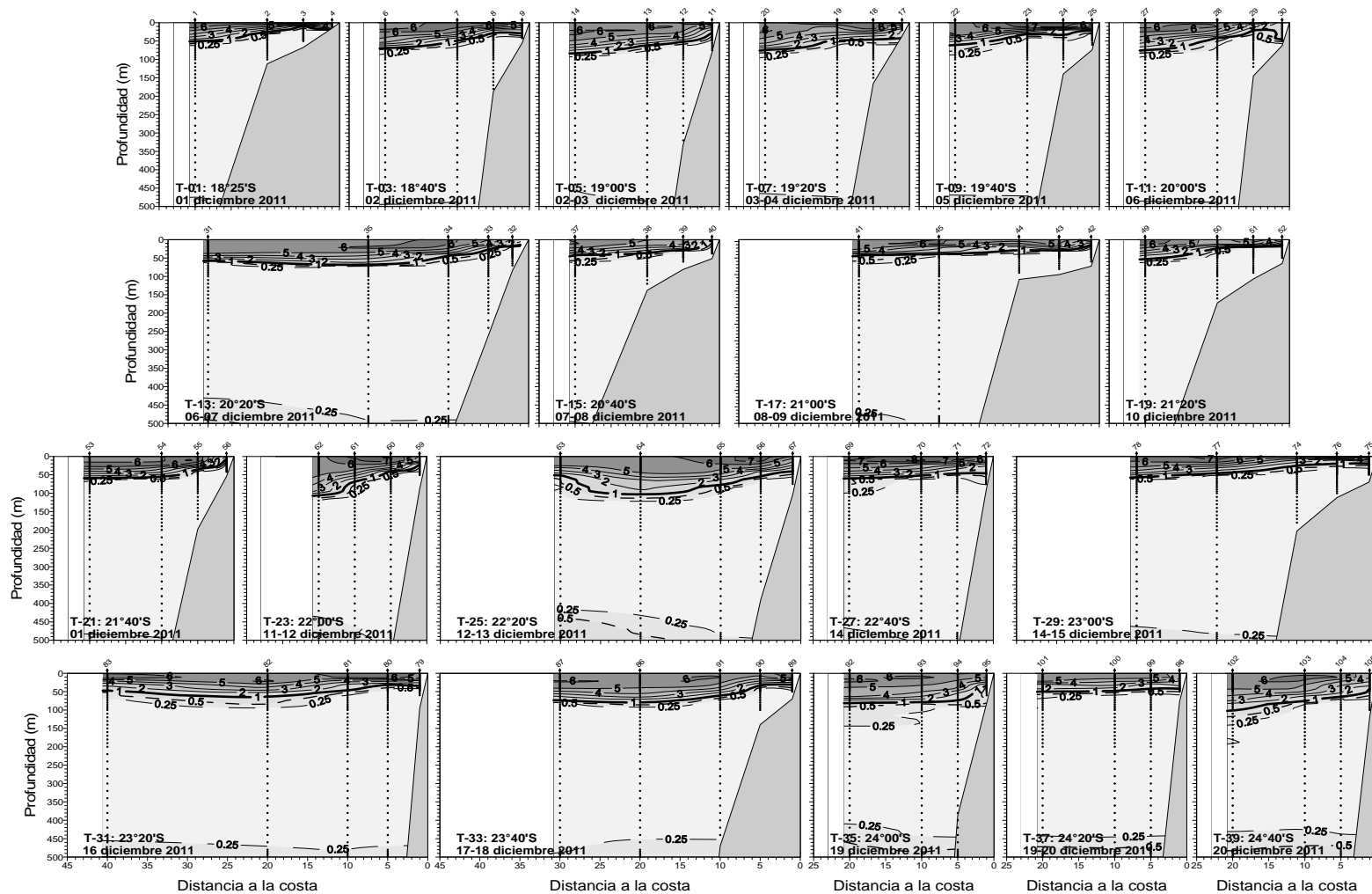


Figura 13. Distribución vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

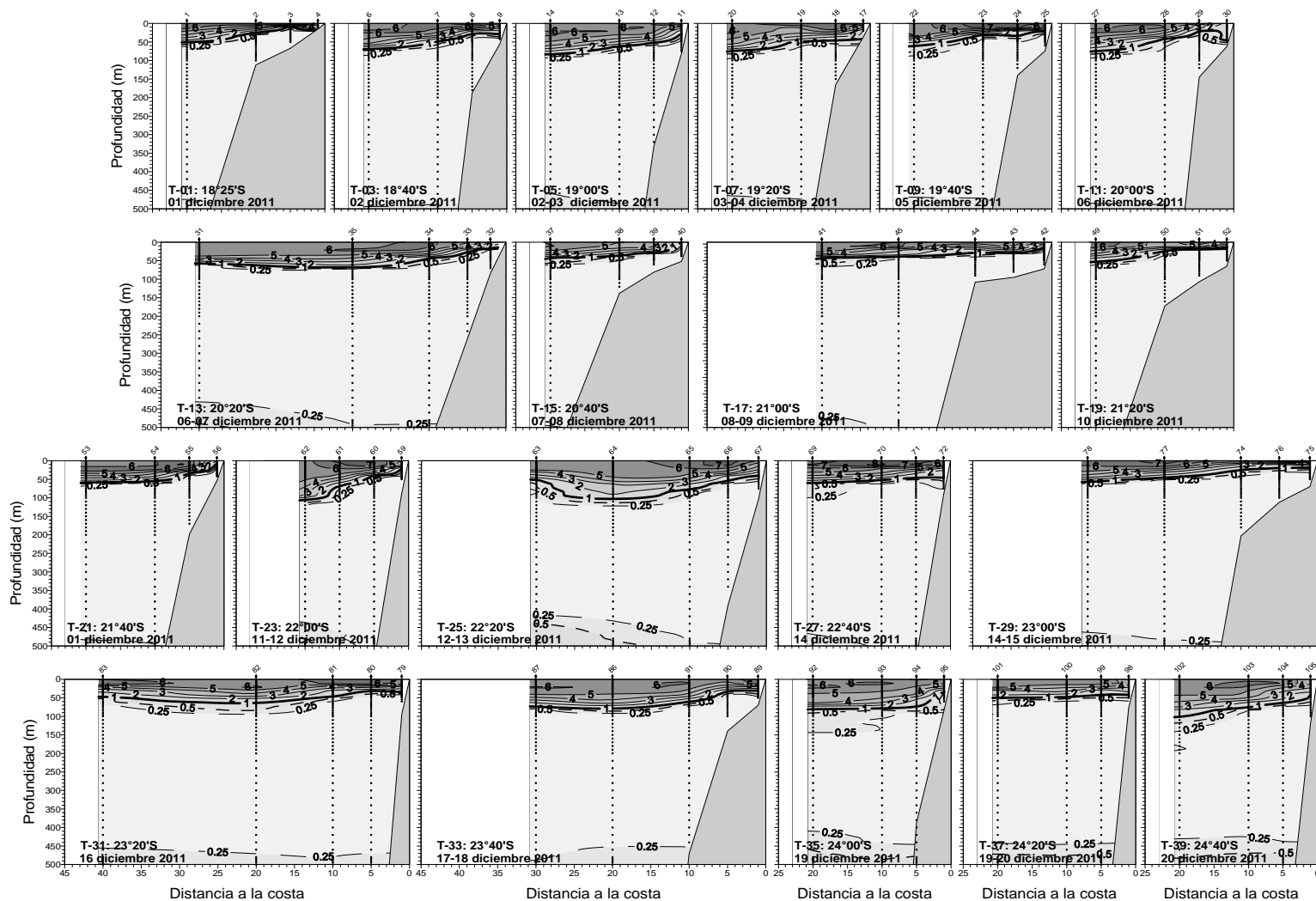


Figura 14. Distribución vertical del contenido de oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO – DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

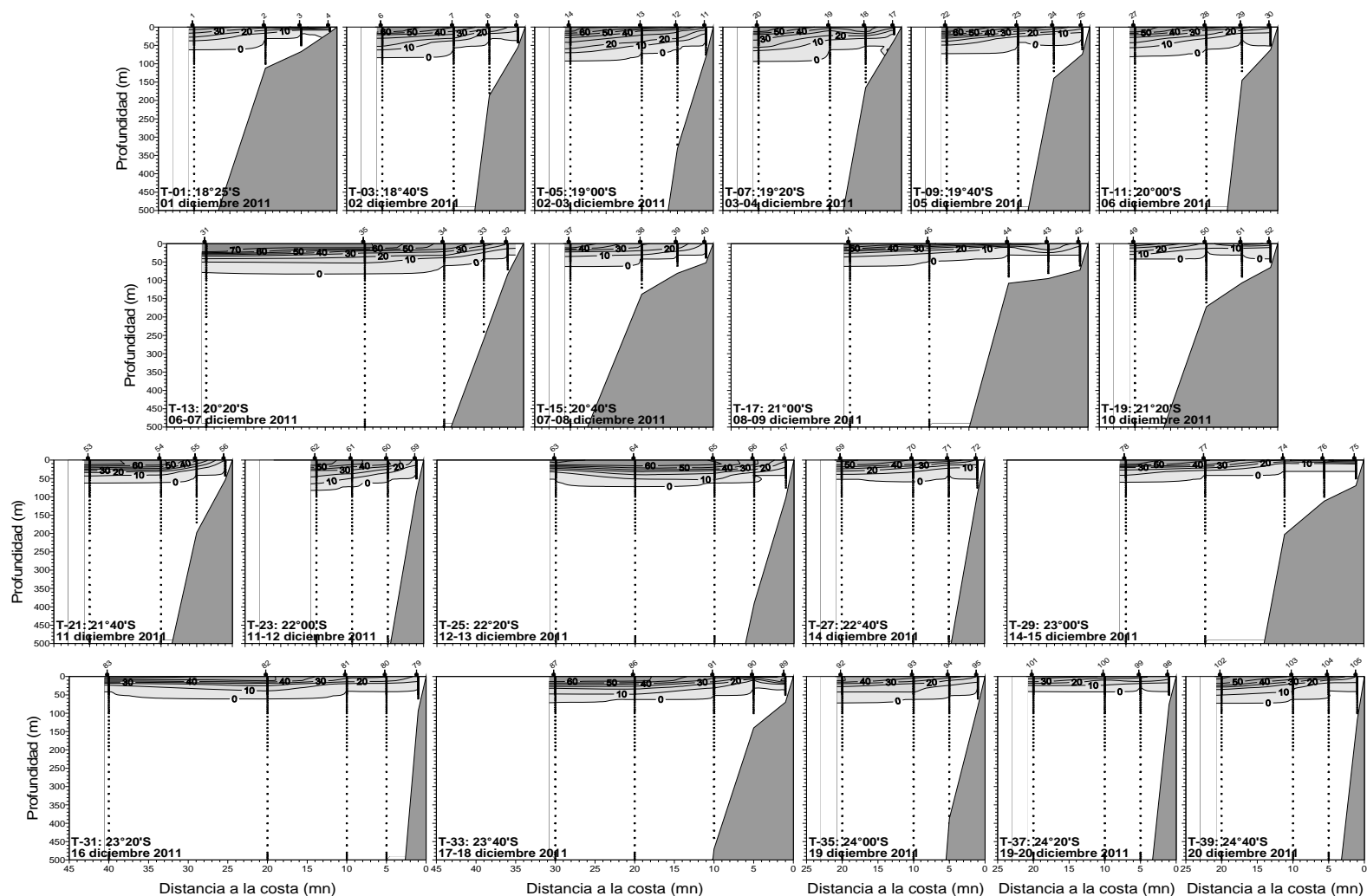


Figura 15. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subtropical (AST) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

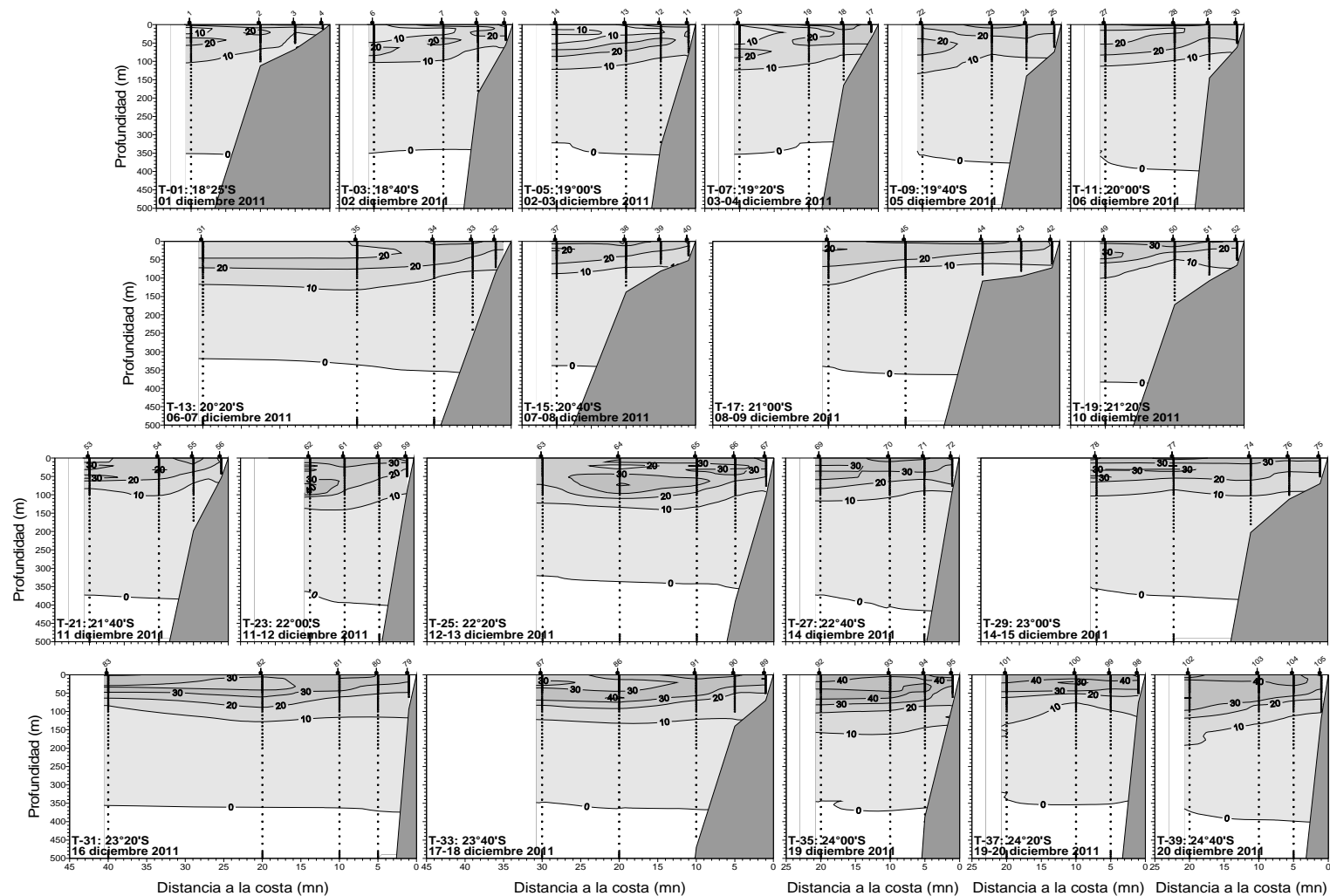


Figura 16. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Subantártica (ASAA) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO – DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

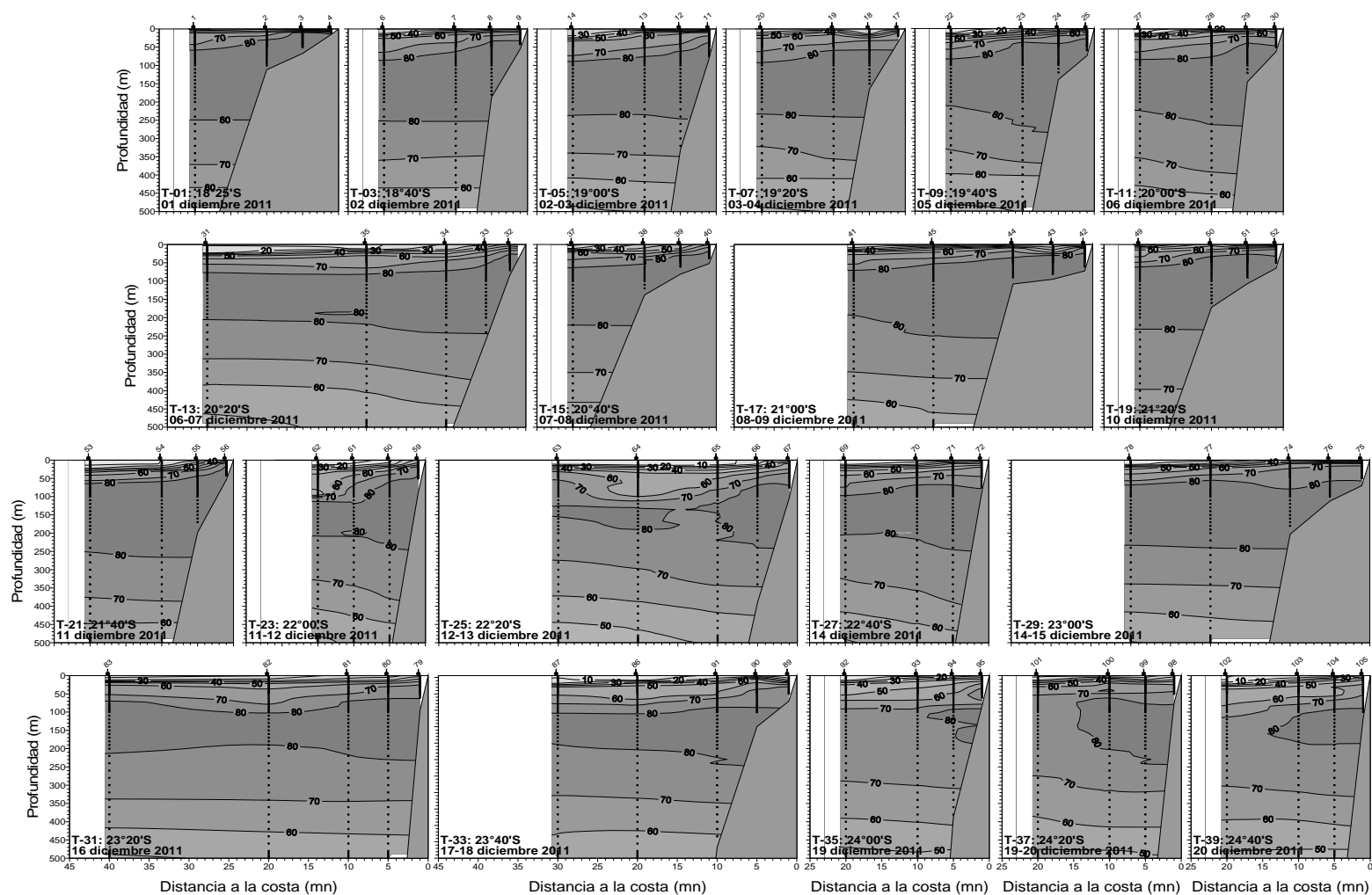


Figura 17. Distribución vertical del porcentaje de participación de la masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

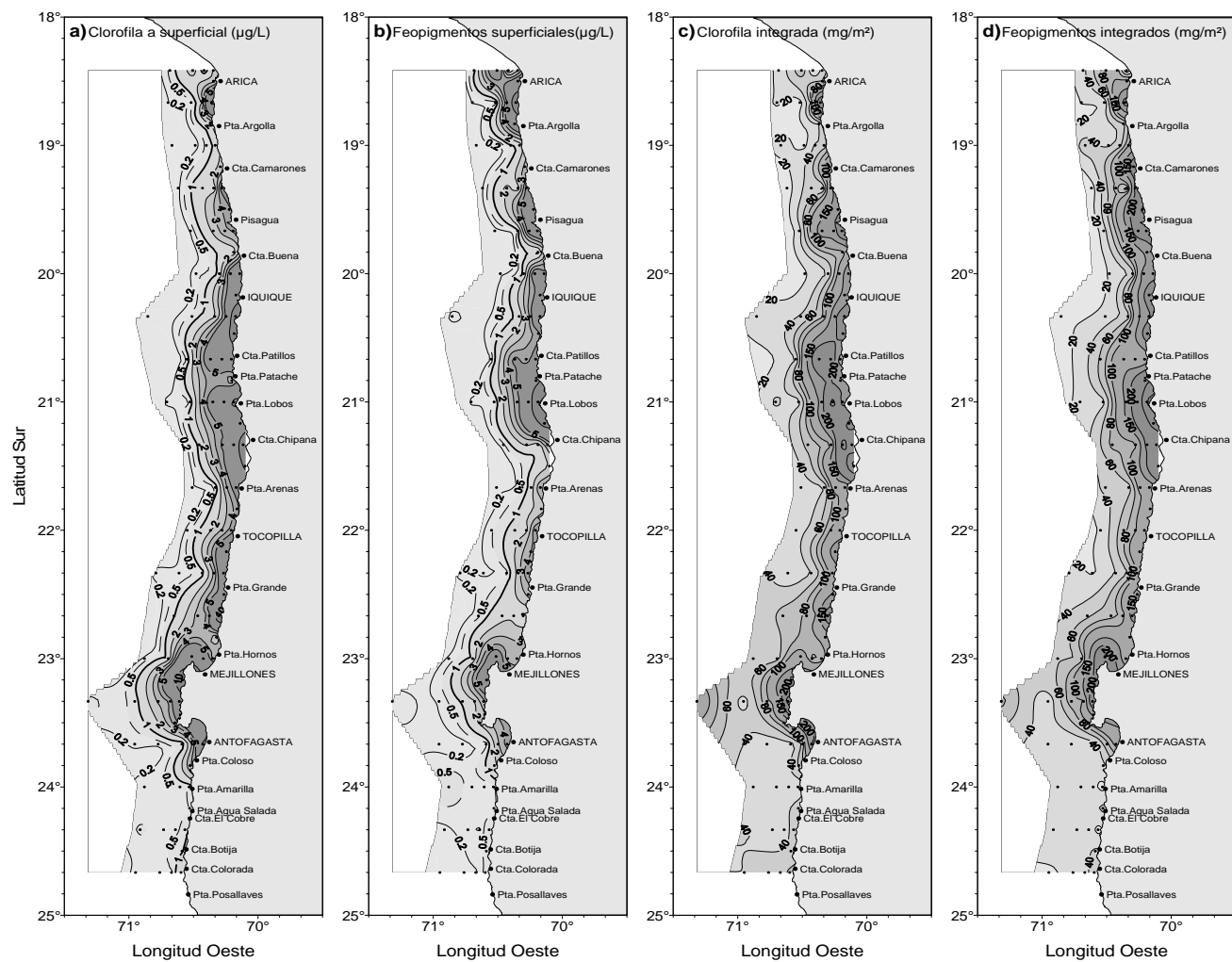


Figura 18. Distribución de a) clorofila-a estimada superficial ($\mu\text{g/L}$), b) feopigmento superficial ($\mu\text{g/L}$), c) clorofila estimada integrada (mg/m^2), y d) feopigmentos integrados (mg/m^2). Crucero diciembre 2011.

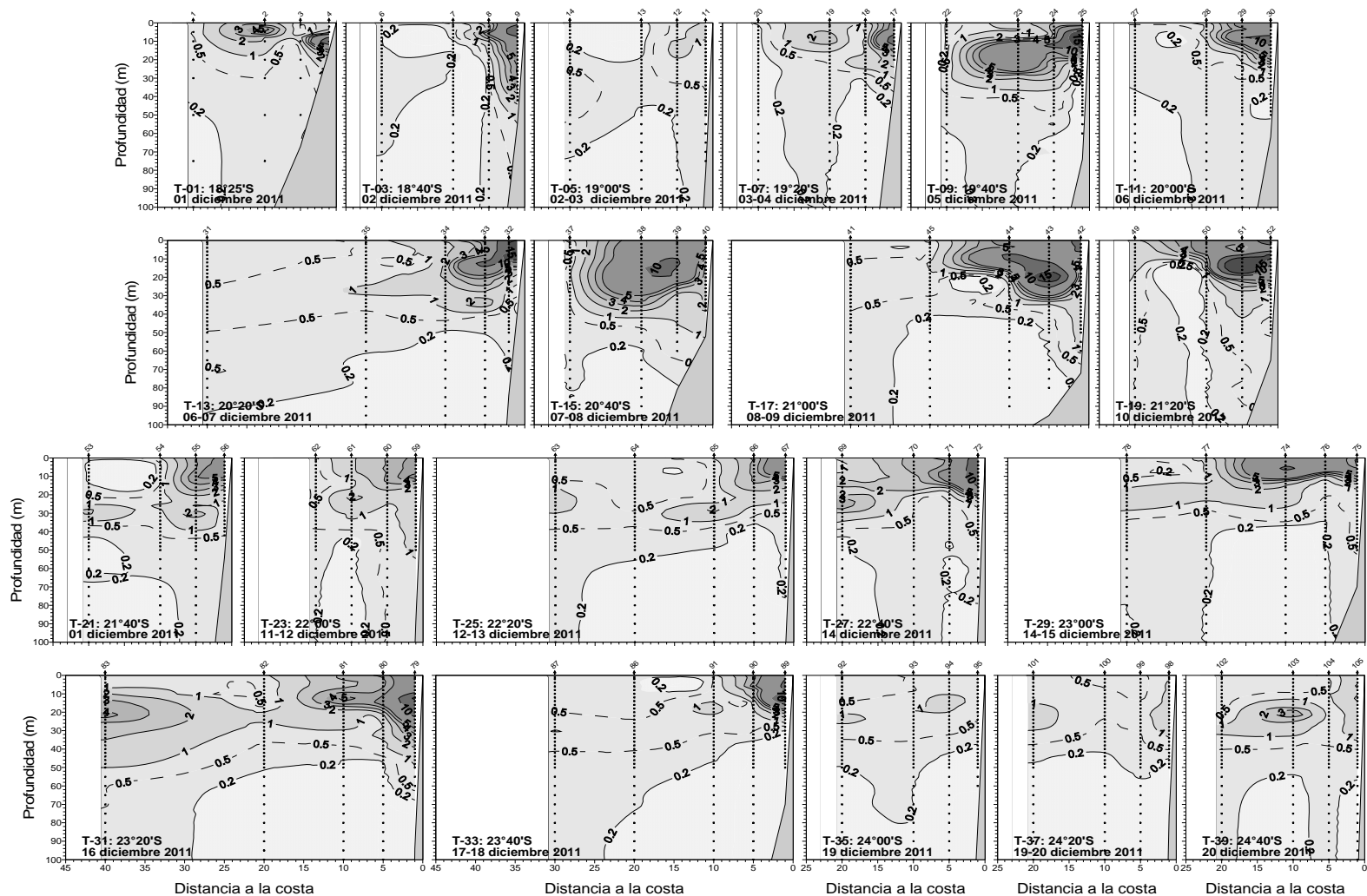


Figura 19. Distribución vertical de clorofila-a estimada ($\mu\text{g/L}$) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

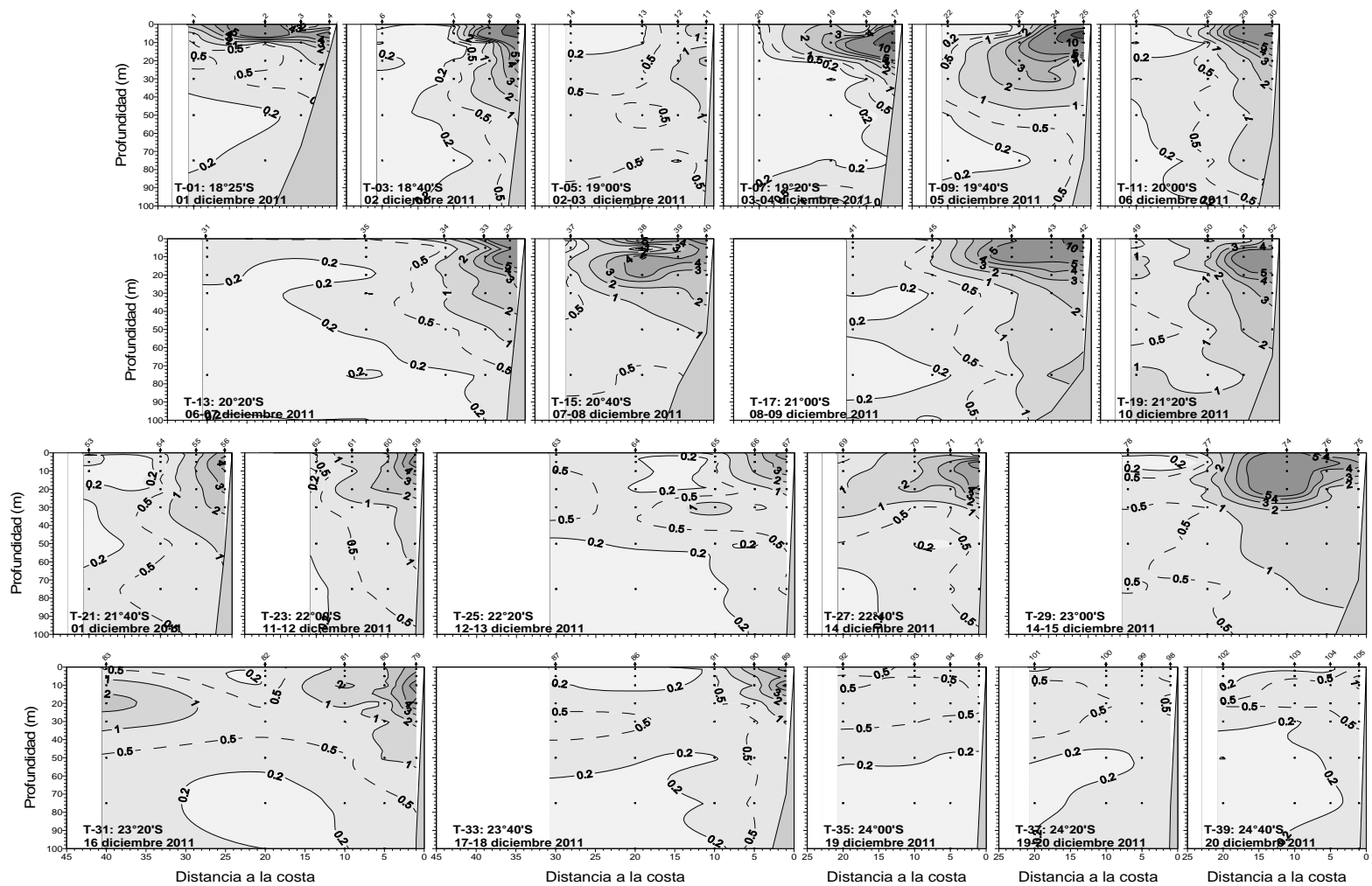


Figura 20. Distribución vertical de feopigmentos ($\mu\text{g/L}$) en las transectas oceanográficas 1 a 39. Crucero diciembre 2011.

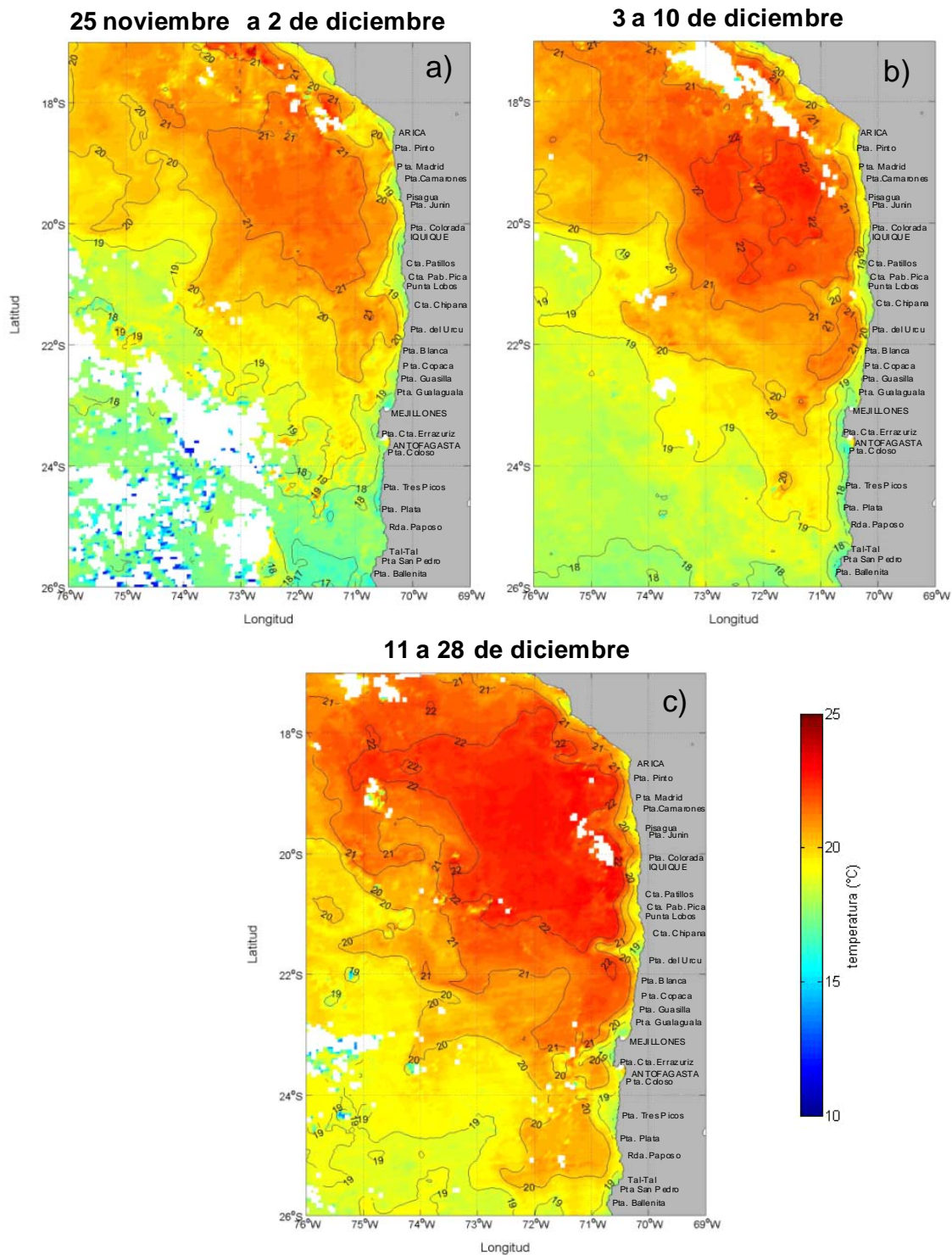


Figura 21. Promedios semanales de TSM satelital de la zona norte de Chile entre los días a) 25 de noviembre y 2 de diciembre, b) 3 y 10, y c) 11 y 18 de diciembre del 2011 (Fuente: MODIS-A).

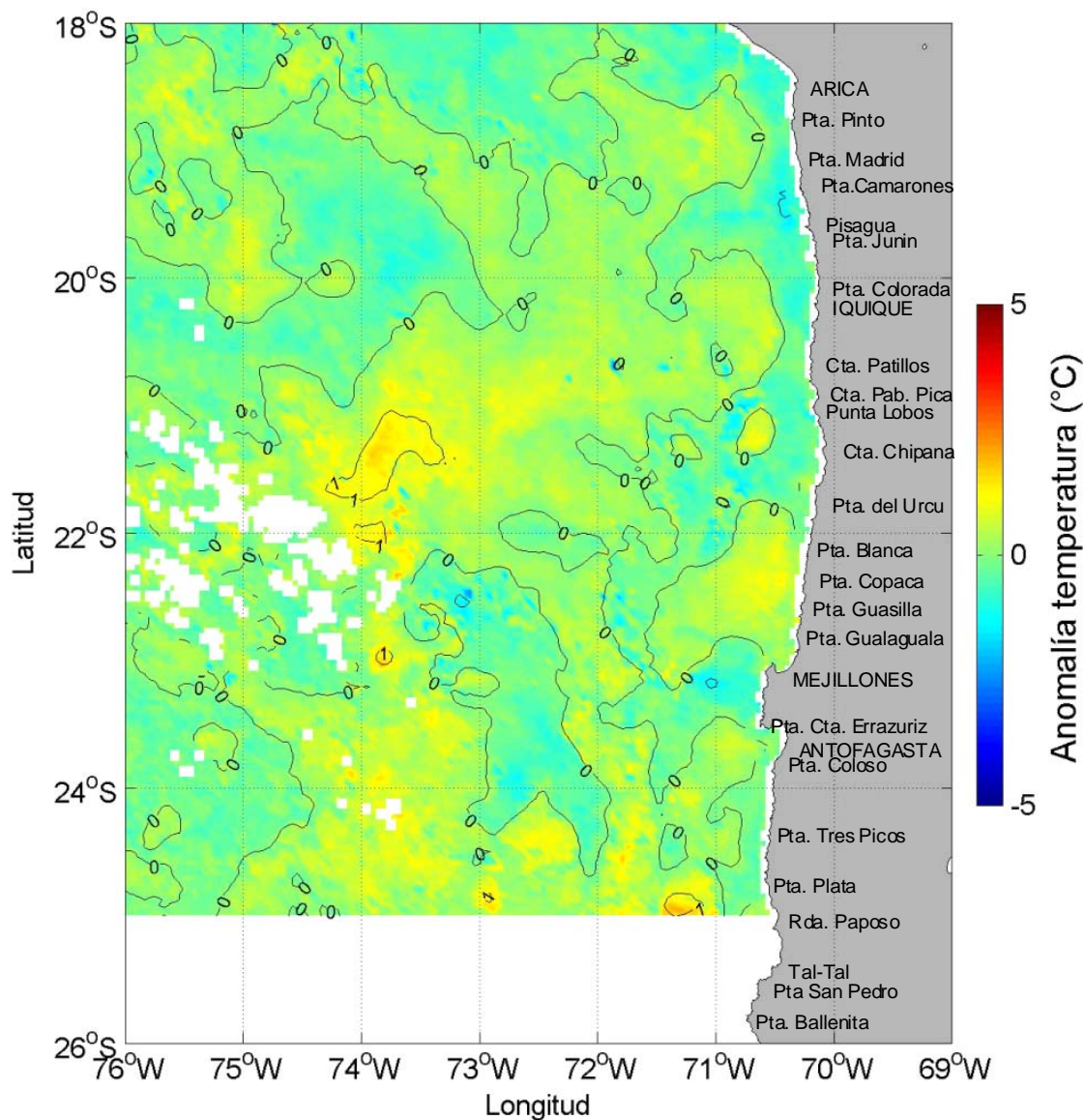


Figura 22. Anomalía de la temperatura superficial del mar (°C) de la imagen del satélite MODIS-A correspondiente al promedio del mes de diciembre del 2011.

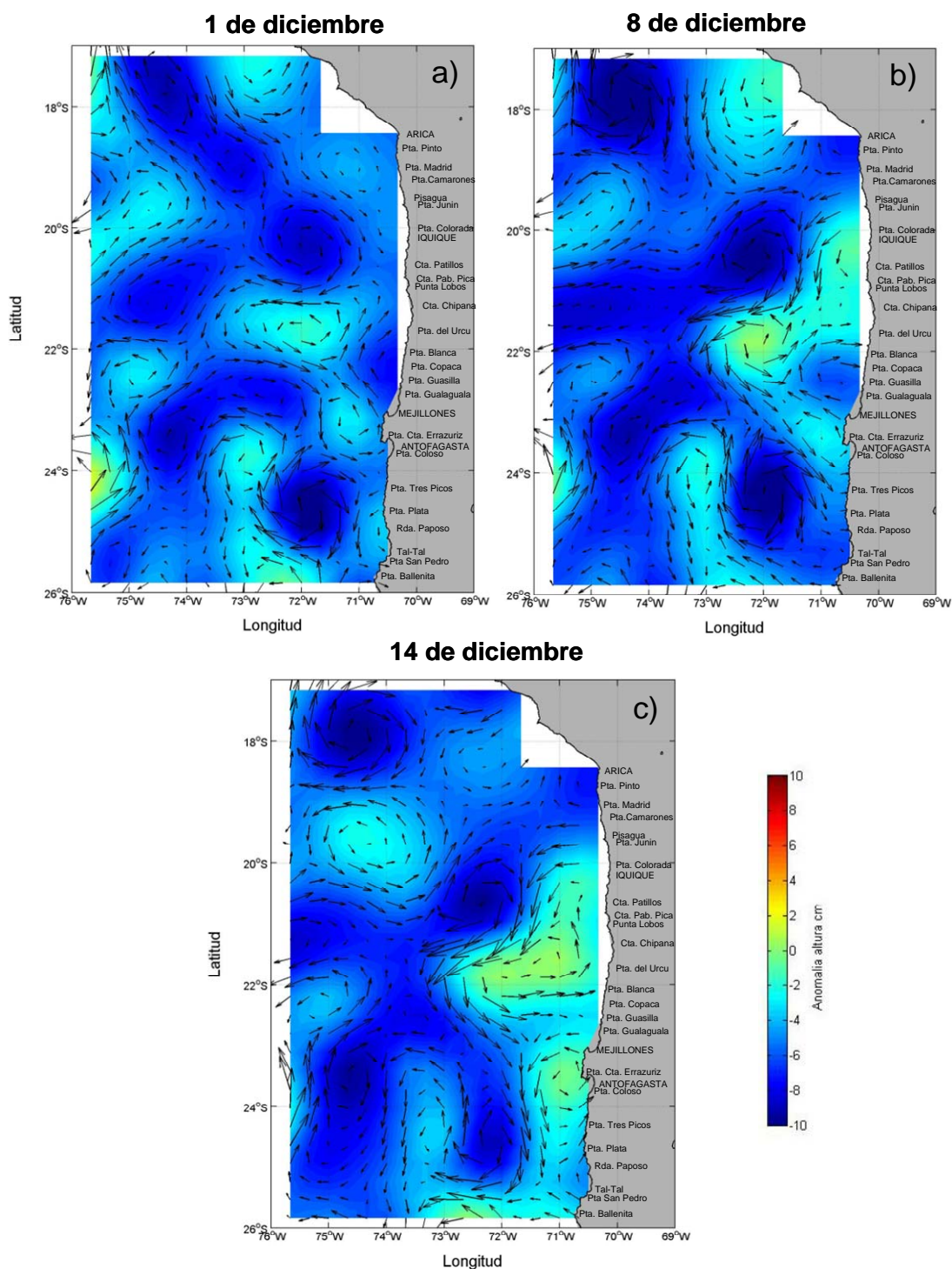


Figura 23. Imágenes diarias de anomalía del nivel del mar y velocidades geostróficas (satelital) representativas del período del crucero en los días 1, 8 y 14 de diciembre del 2011 (Fuente: Aviso).

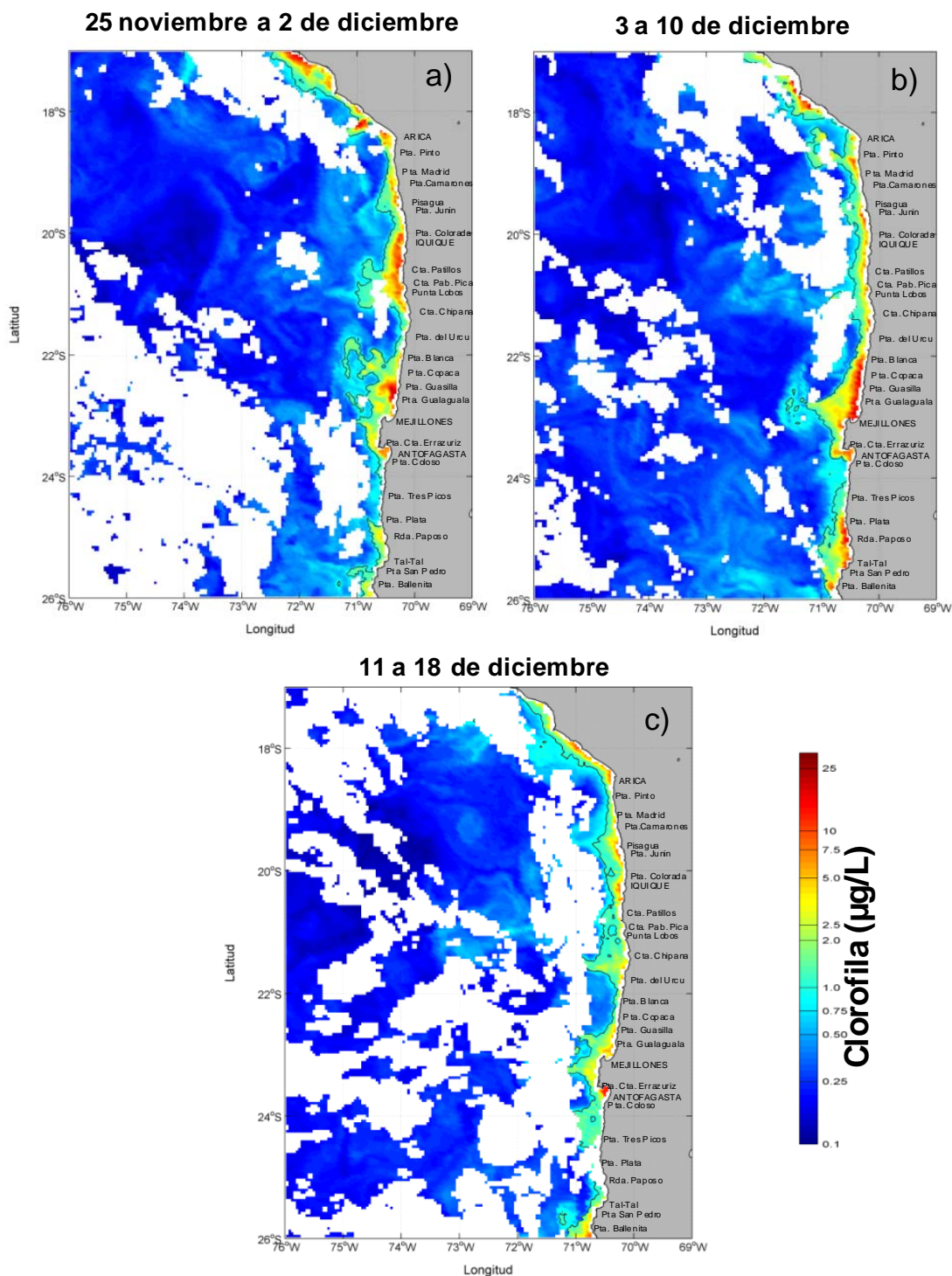


Figura 24. Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) de imágenes de satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales calculados entre los días a) 25 de noviembre y 2 de diciembre, b) 3 y 10, y c) 11 y 18 de diciembre del 2011. (Fuente: MODIS-A).

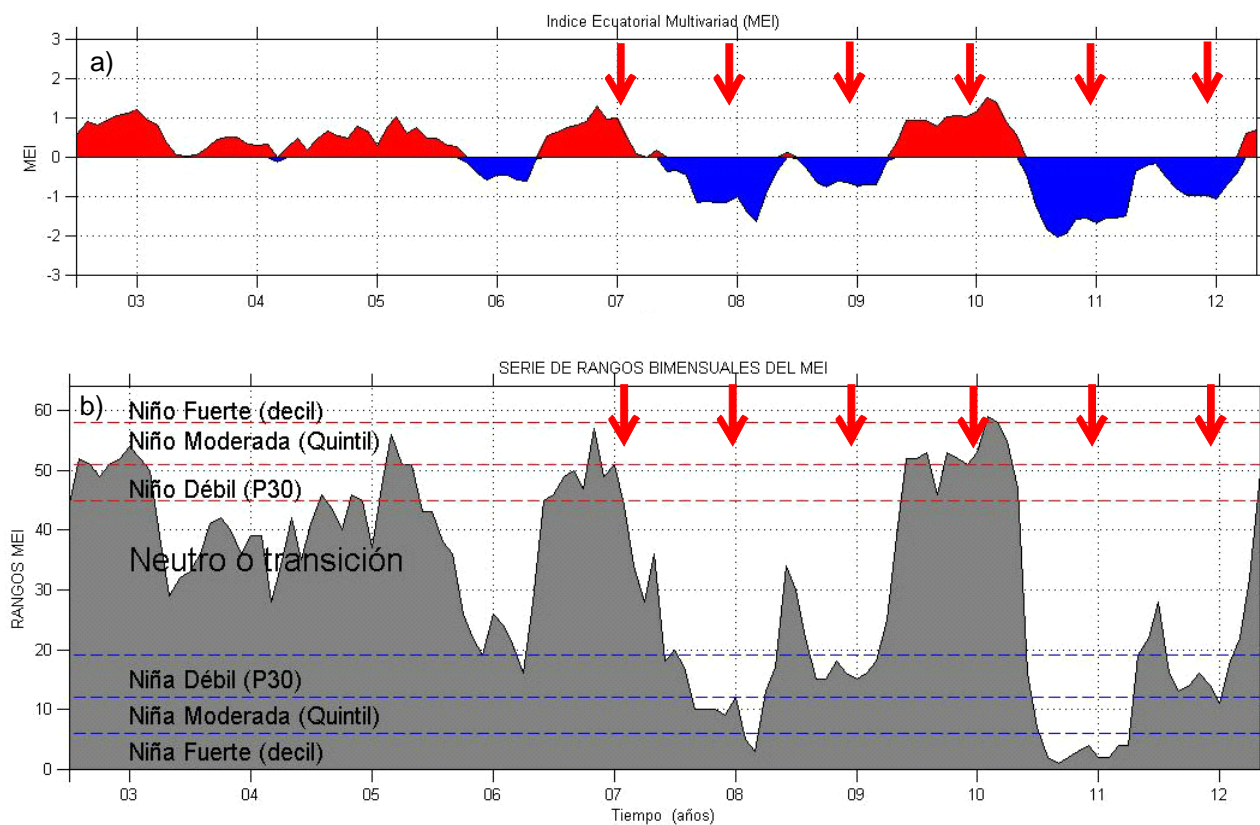


Figura 25. a) Serie de tiempo del Índice Ecuatorial Multivariado (MEI) y b) serie de rangos de intensidad de los periodos cálidos y fríos asociados al valor MEI para el periodo Julio 2002 – abril 2012. Fuente: NOAA (<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/>). Se incluyen los momentos de realización de los cruces RECLAN desde el año 2007.

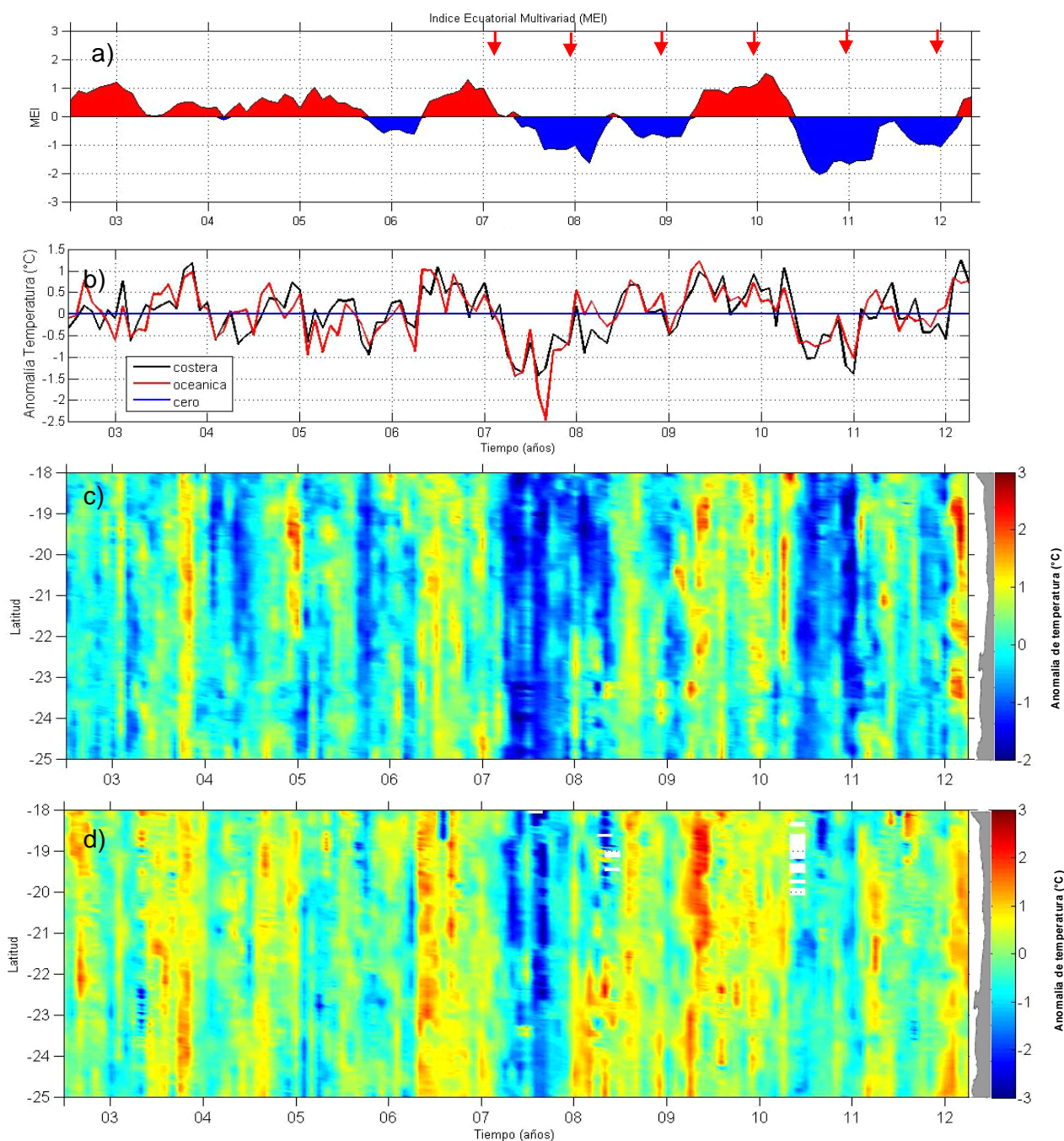


Figura 26. Series de tiempo para el período julio 2002- abril 2011 de a) Índice Multivariado Ecuatorial (MEI) que incluye el momento de realización de los crucesos RECLAN desde el año 2007 y b) promedio de las anomalías de temperatura (°C) por fecha entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero y oceánico. Diagrama Hovmöller para el mismo período de la anomalía de temperatura (°C) superficial del mar (satelital) c) costera y d) oceánica, para el área entre las latitudes 18° a 26°S. El cálculo de las anomalías se indica en la metodología.

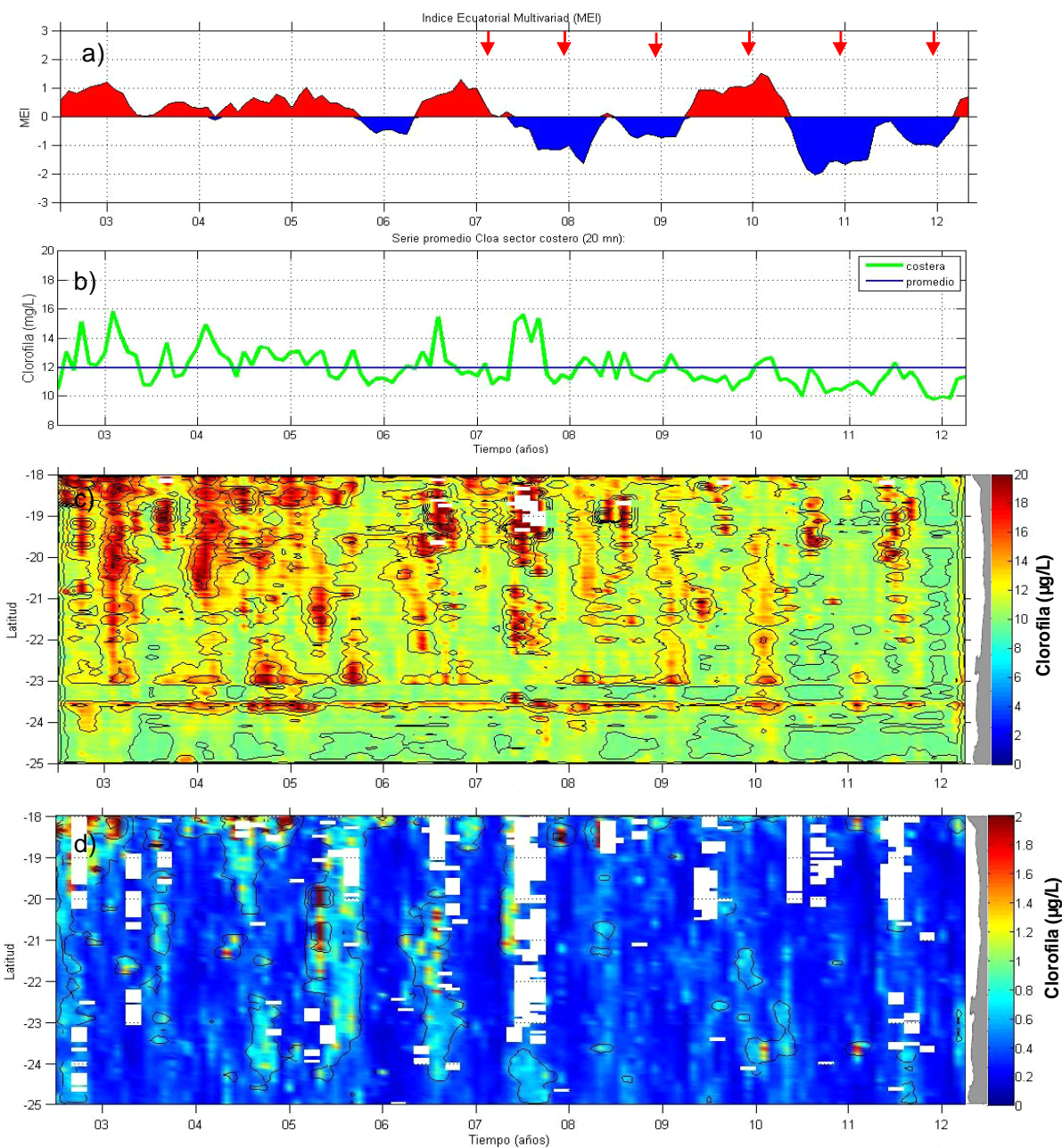


Figura 27. Series de tiempo para el período julio 2002- abril 2011 de a) Índice Multivariado Ecuatorial (MEI) que incluye el momento de realización de los cruceros RECLAN desde el año 2007 y b) promedio de la concentración de clorofila satelital ($\mu\text{g/L}$) por fecha entre las latitudes 18° a 26°S en el sector costero, las cruces representan el valor promedio superficial de clorofila-a de todas las estaciones de cada crucero. Diagrama Hovmöller para el mismo período de la concentración de clorofila-a satelital (promedio mensual) ($\mu\text{g/L}$) c) costera y d) oceánica, para el área entre las latitudes 18° a 26°S . El cálculo de las concentraciones de cloa se indica en la metodología.

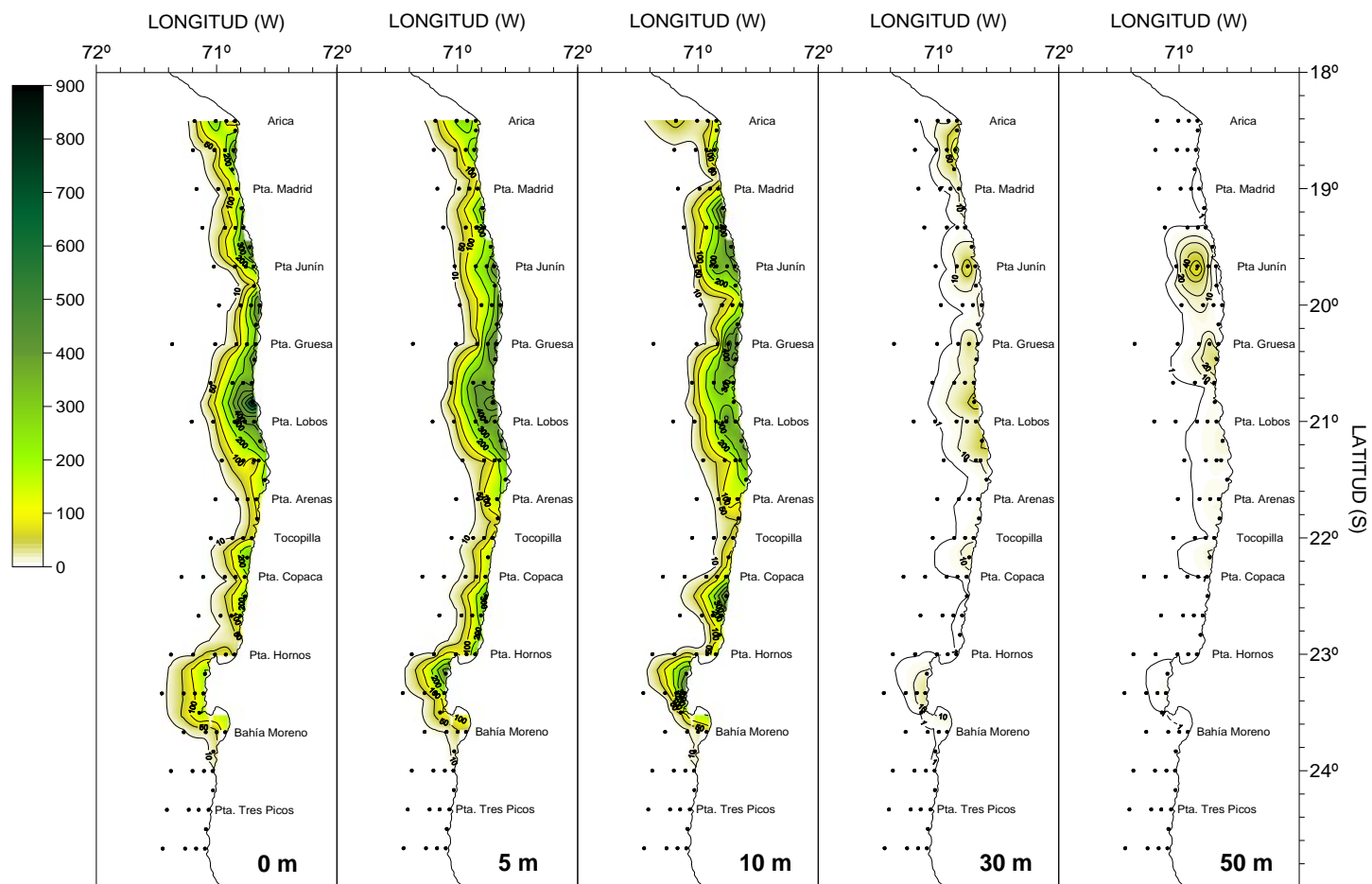


Figura 28. Distribución horizontal de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.

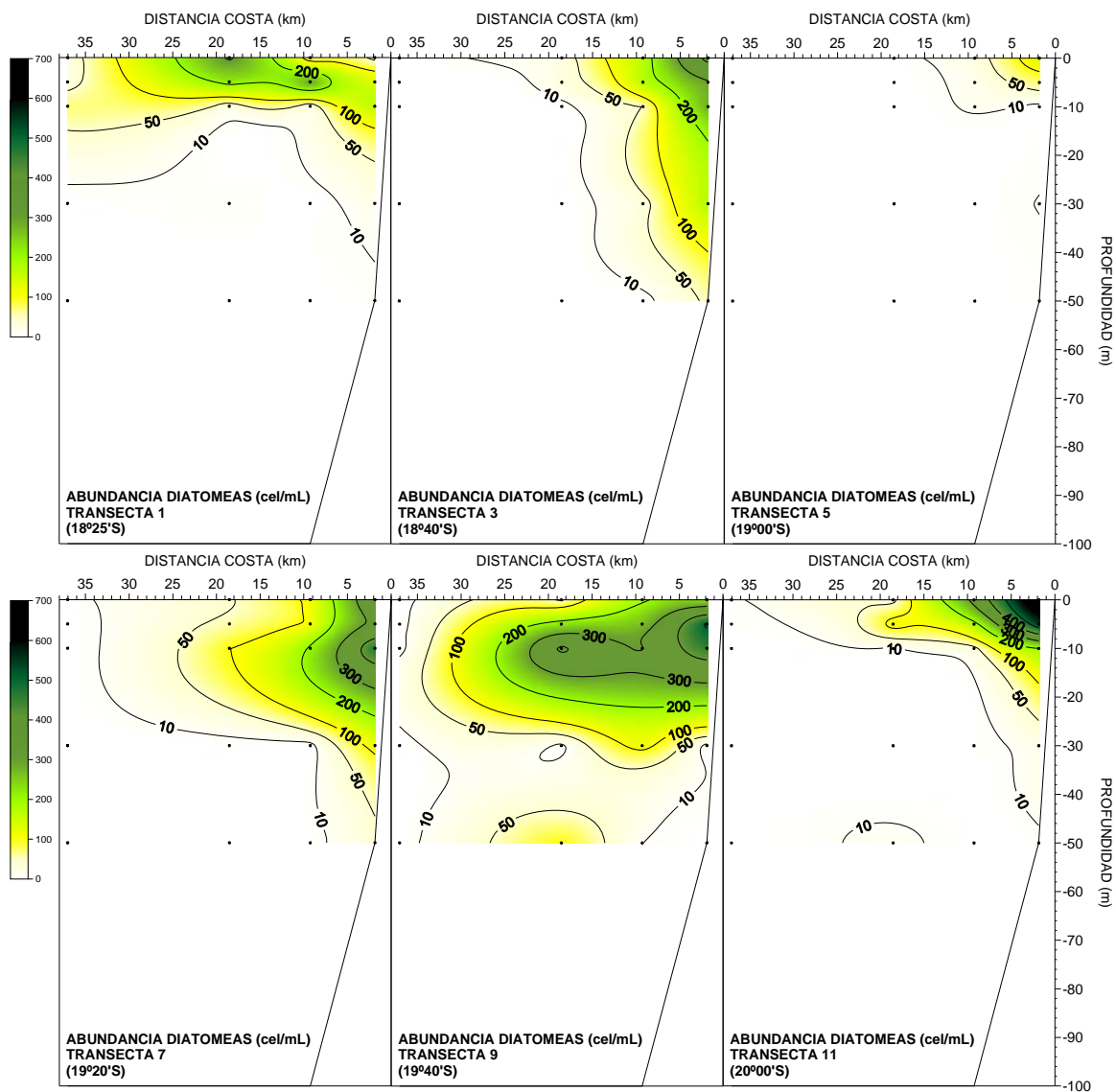


Figura 29. Distribuci3n vertical de la abundancia de diatomeas (c3l/mL) entre los 18°25' y 20°00' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

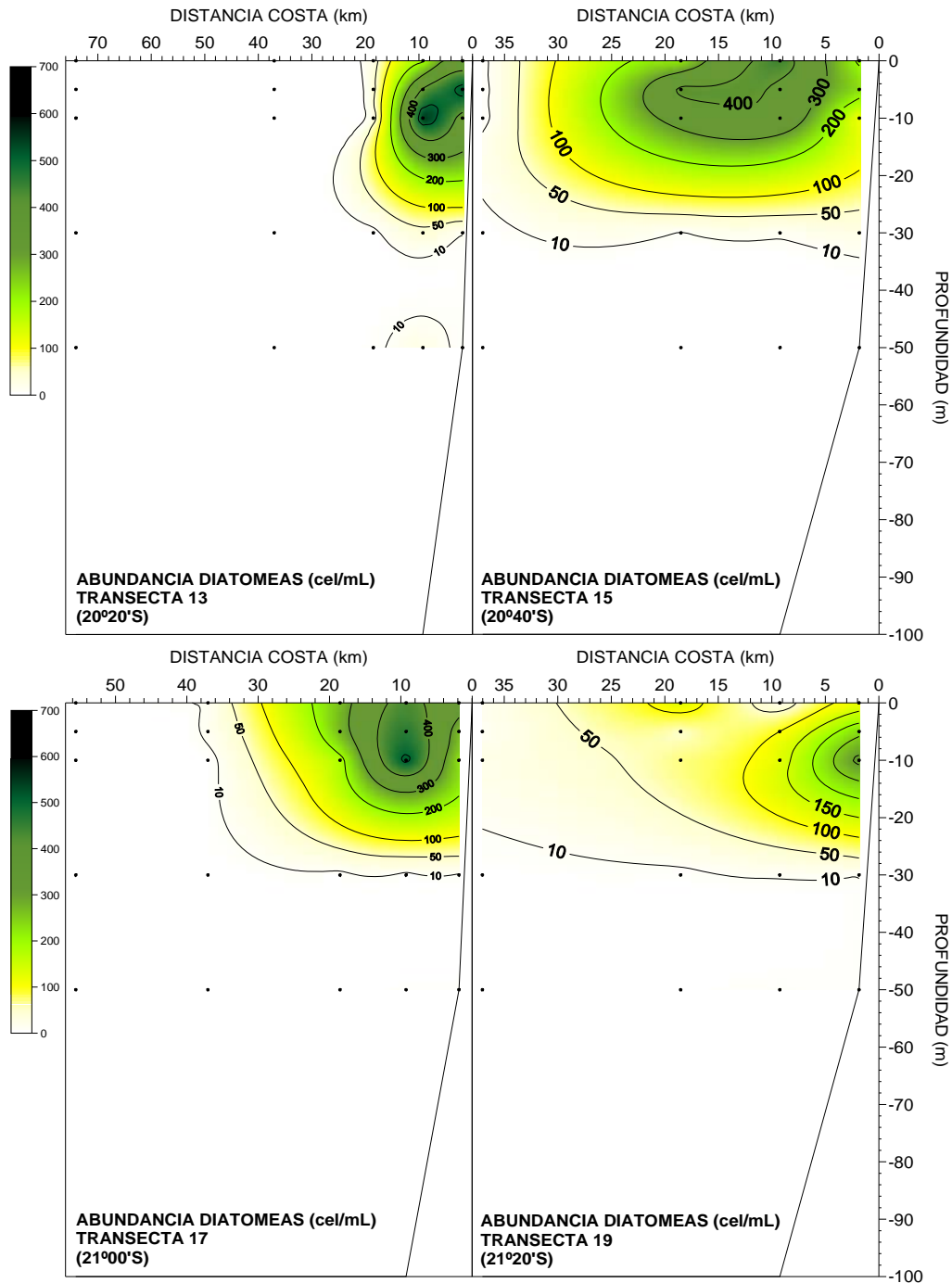


Figura 30. Distribuci3n vertical de la abundancia de diatomeas (c3l/mL) entre los 20°20' y 21°20' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

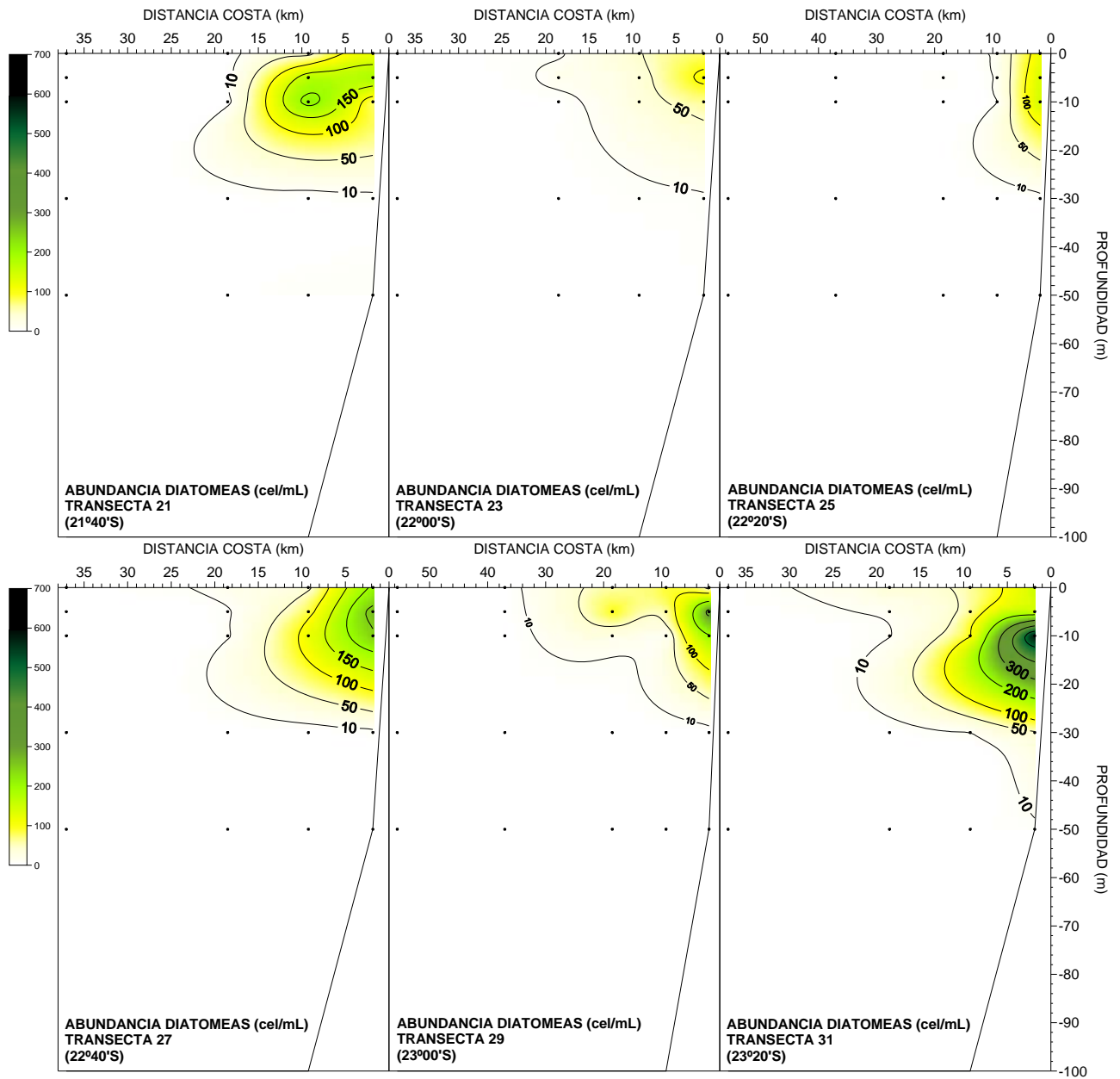


Figura 31. Distribuci3n vertical de la abundancia de diatomeas (c3l/mL) entre los 21°40' y 23°20' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

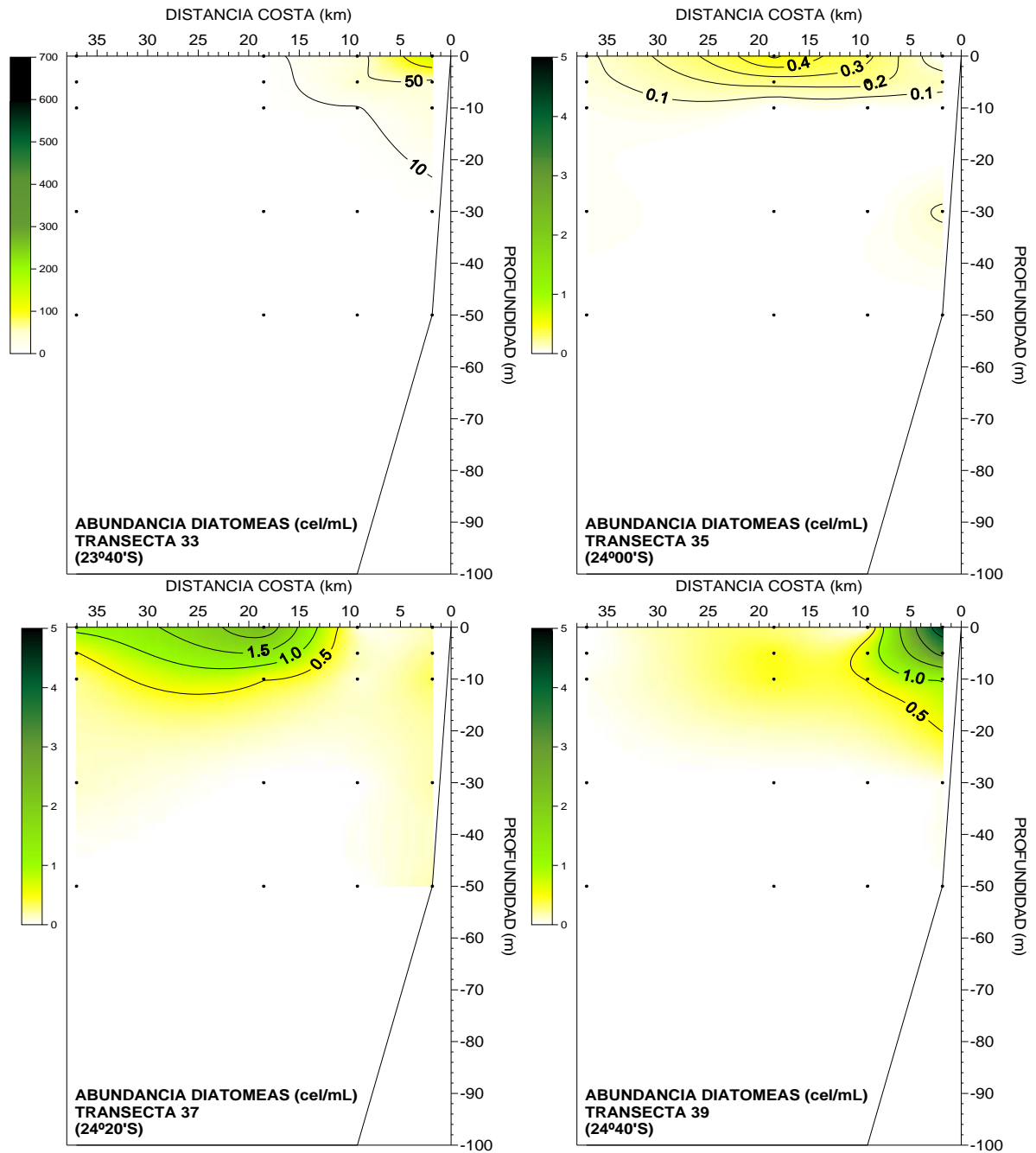


Figura 32. Distribución vertical de la abundancia de diatomeas (cél/mL) entre los 23°40' y 24°40' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

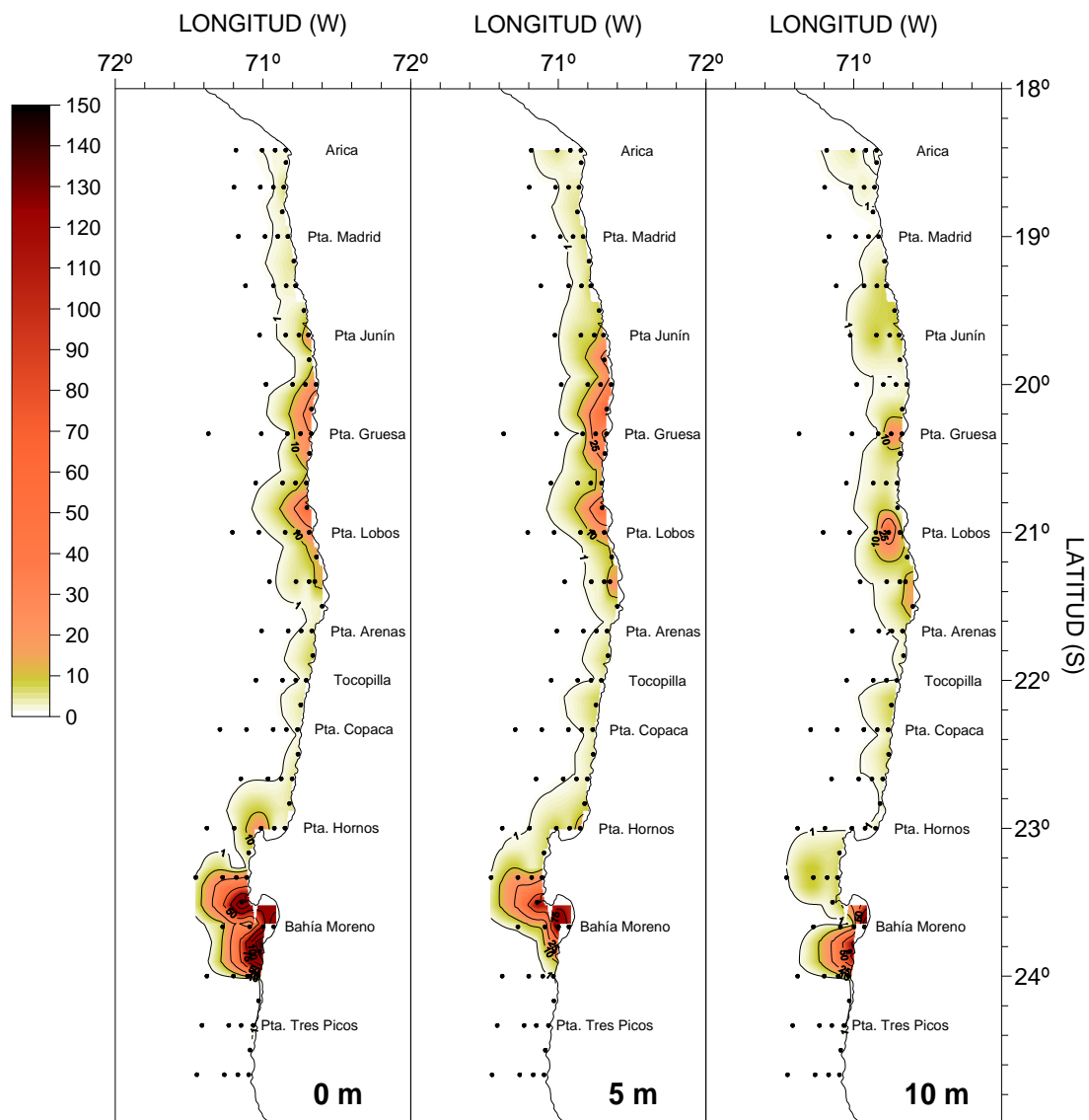


Figura 33. Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre la superficie y 10 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.

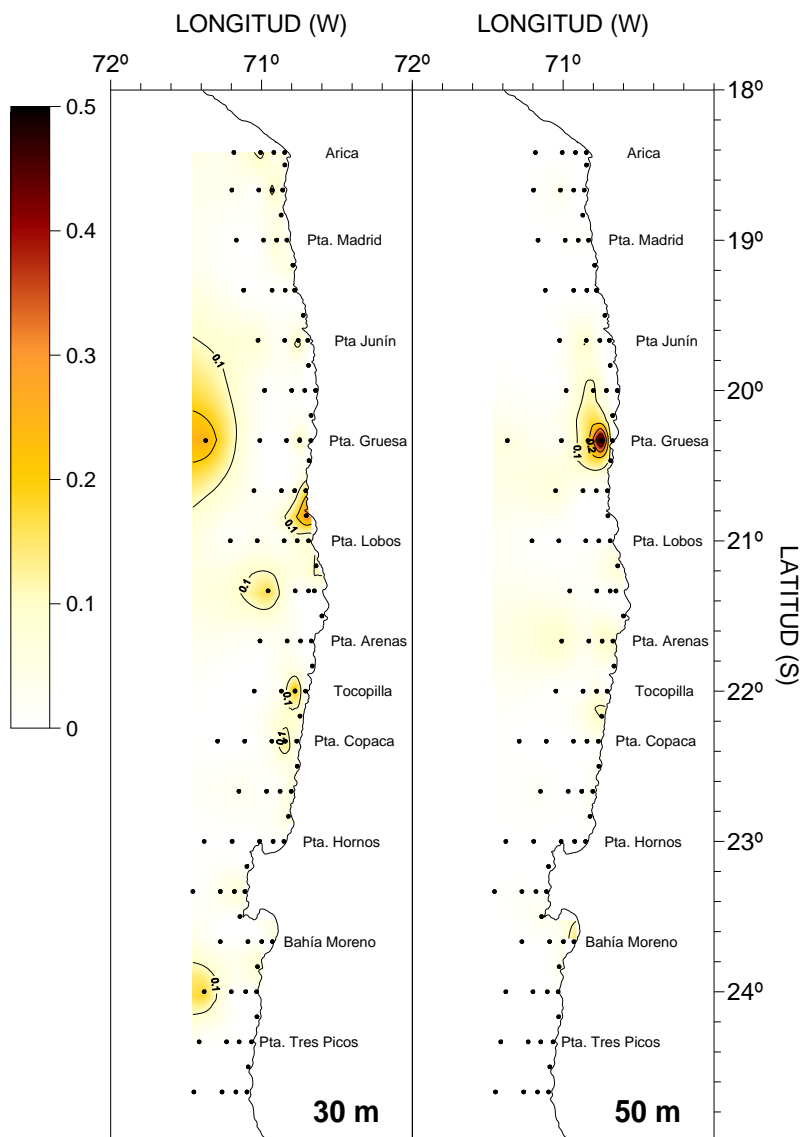


Figura 34. Distribución horizontal de la abundancia de flagelados (cél/mL) a 30 m y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.

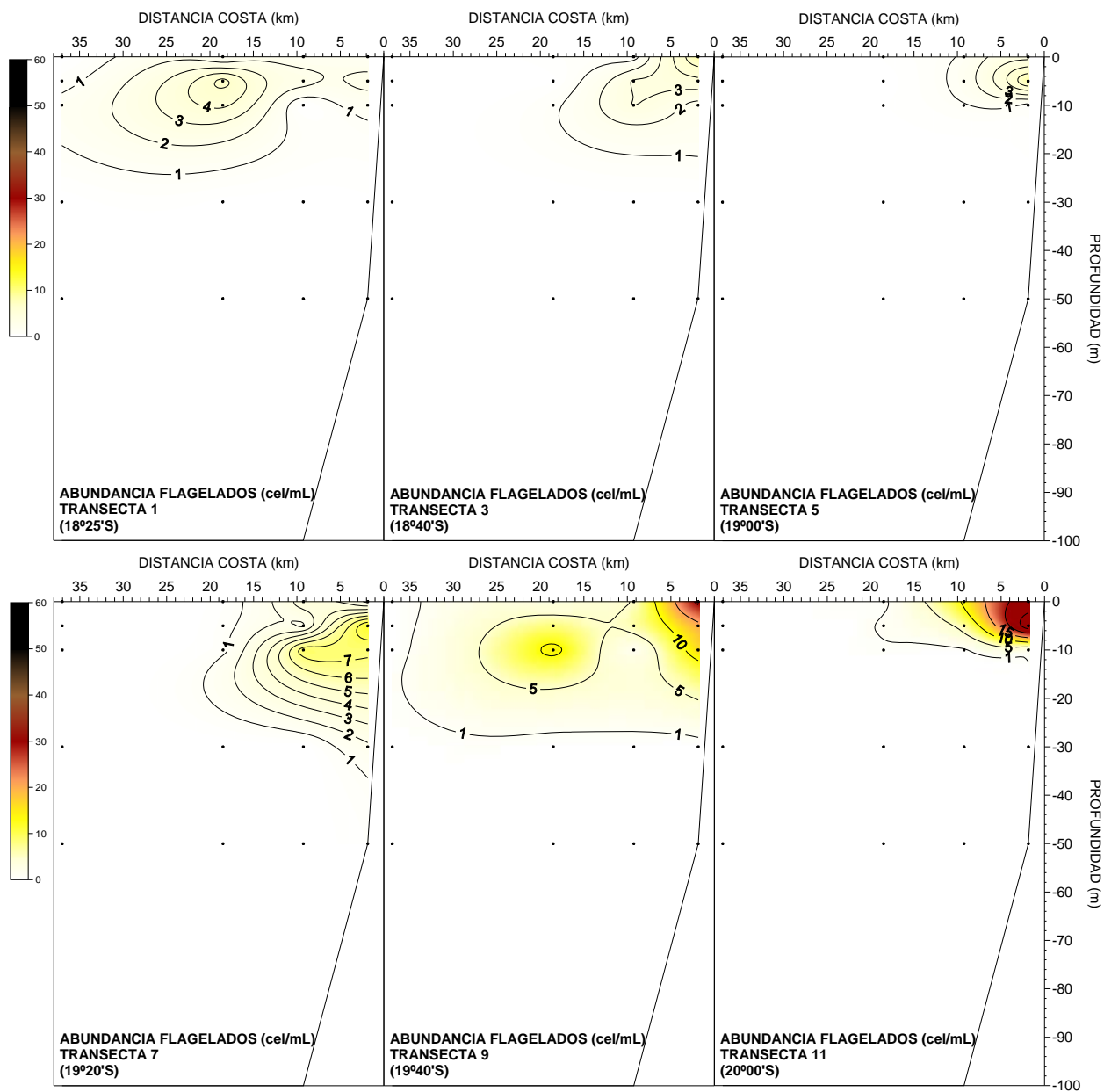


Figura 35. Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 18°25' y 20°00' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

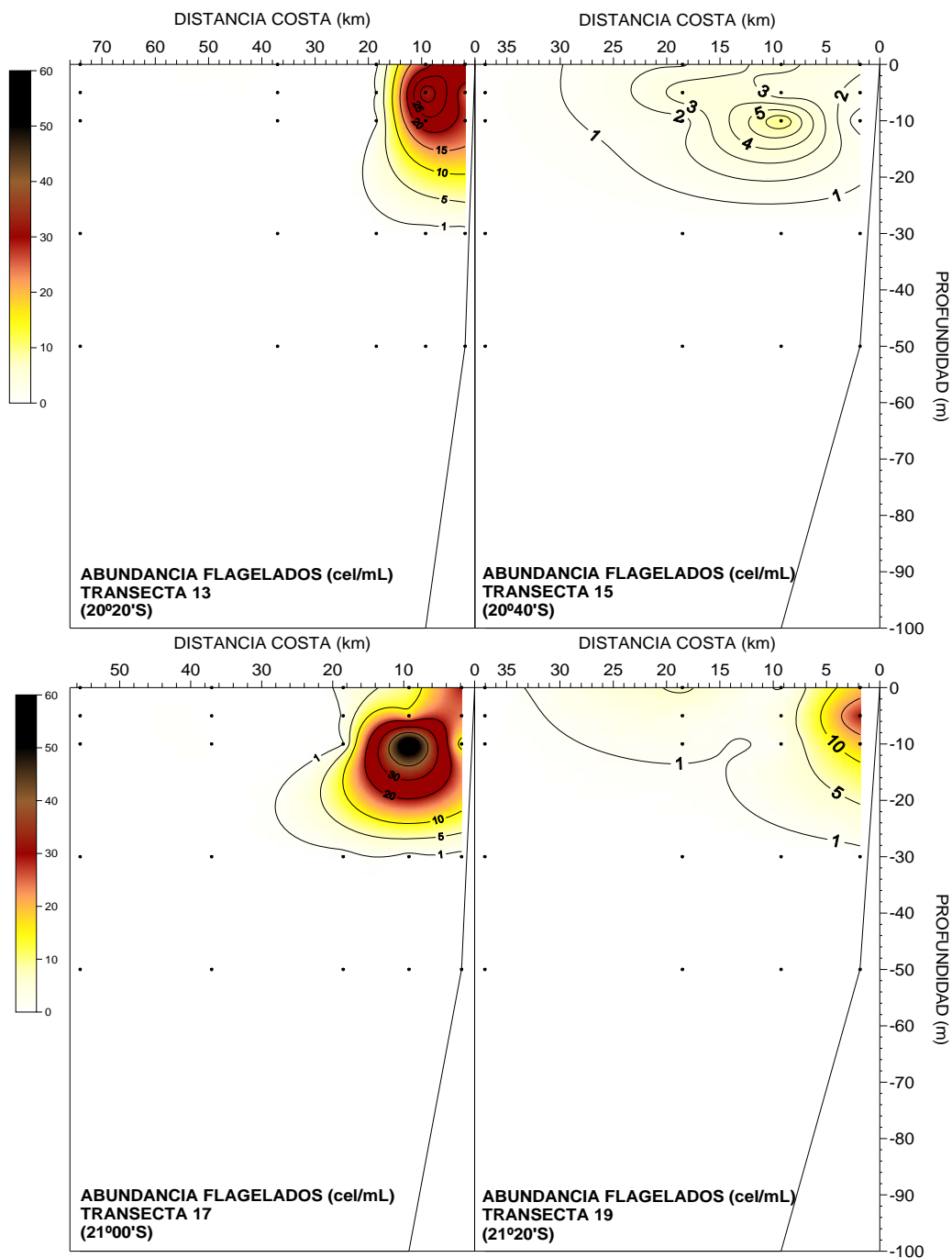


Figura 36. Distribución vertical de la abundancia de flagelados (cél/mL) entre los 20°20' y 21°20' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

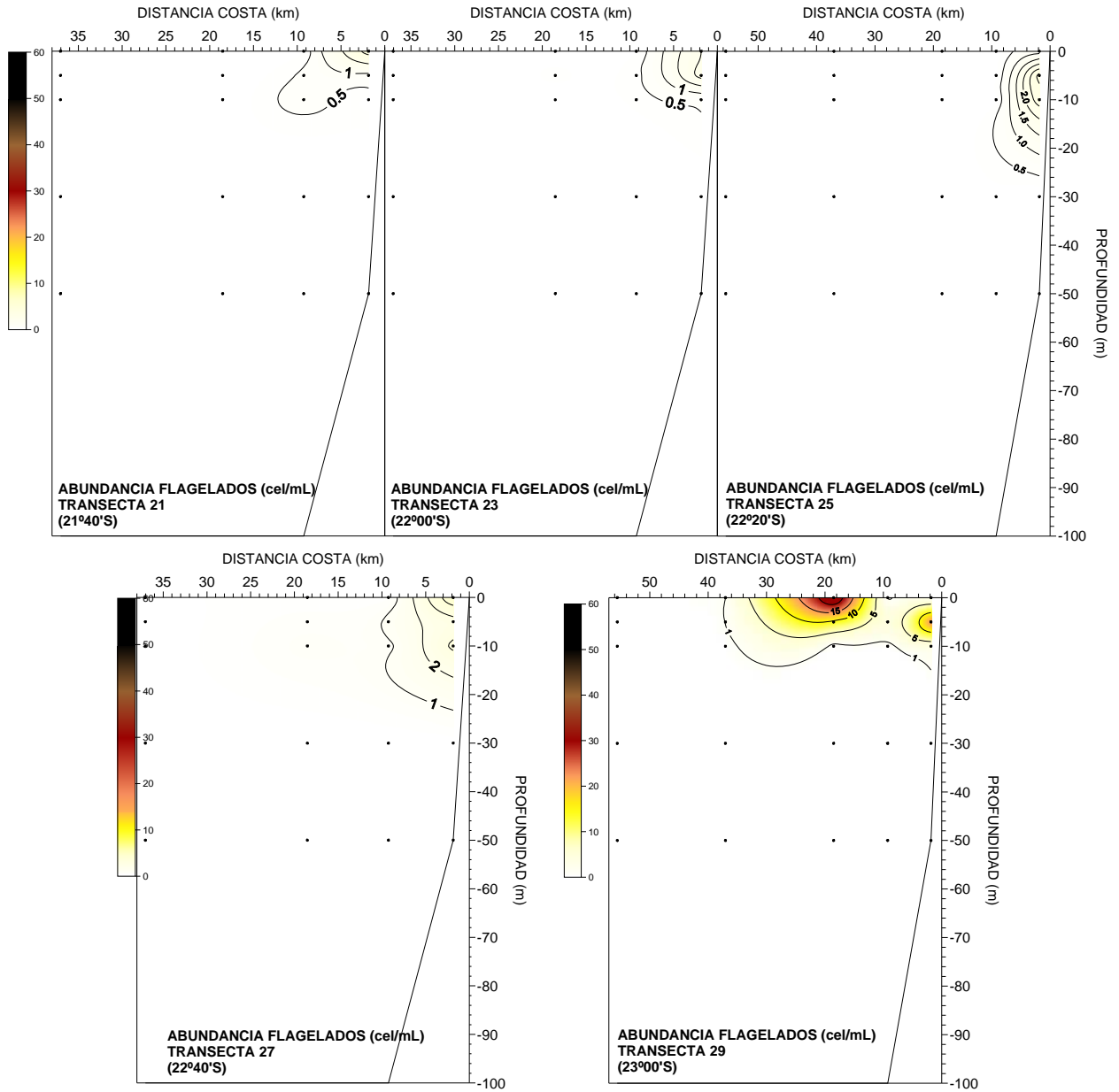


Figura 37. Distribuci3n vertical de la abundancia de flagelados (c3l/mL) entre los 21°40' y 23°00' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

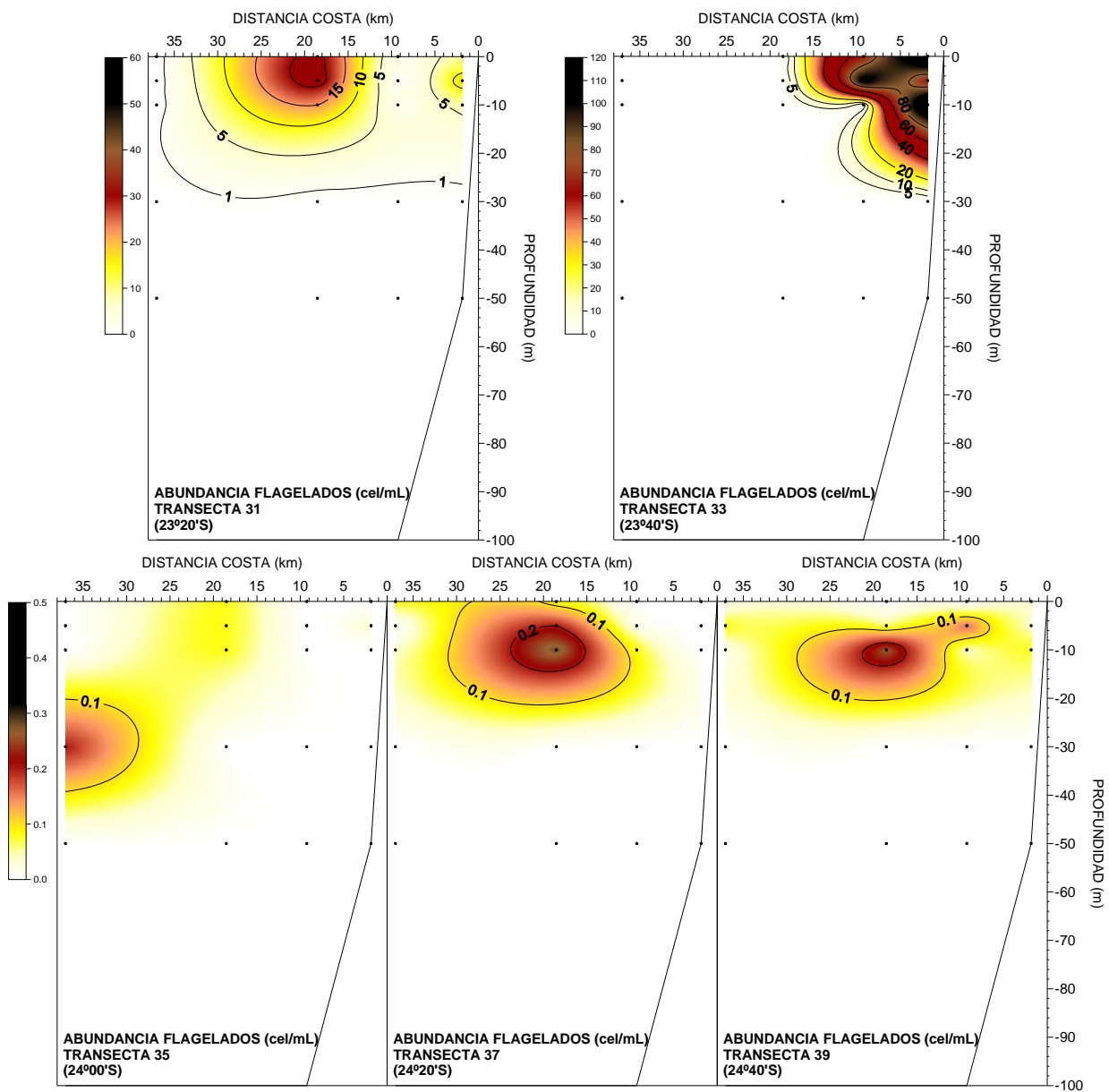


Figura 38. Distribuci3n vertical de la abundancia de flagelados (c3l/mL) entre los 23°20' y 24°40' de latitud sur, durante el crucero de diciembre de 2011.

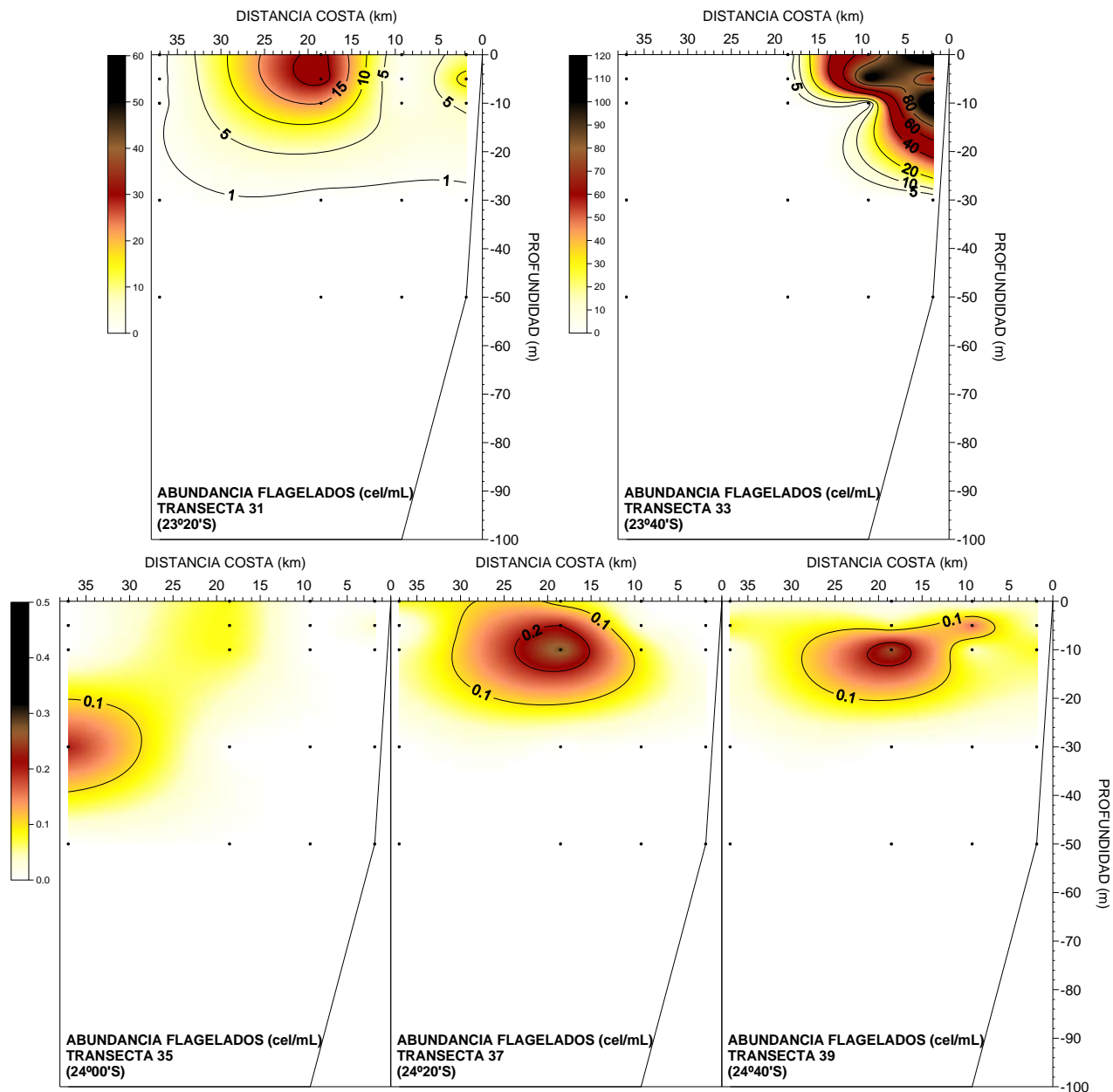


Figura 39. Distribuci3n horizontal del espectro de tama1o de diatomeas (μm) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.

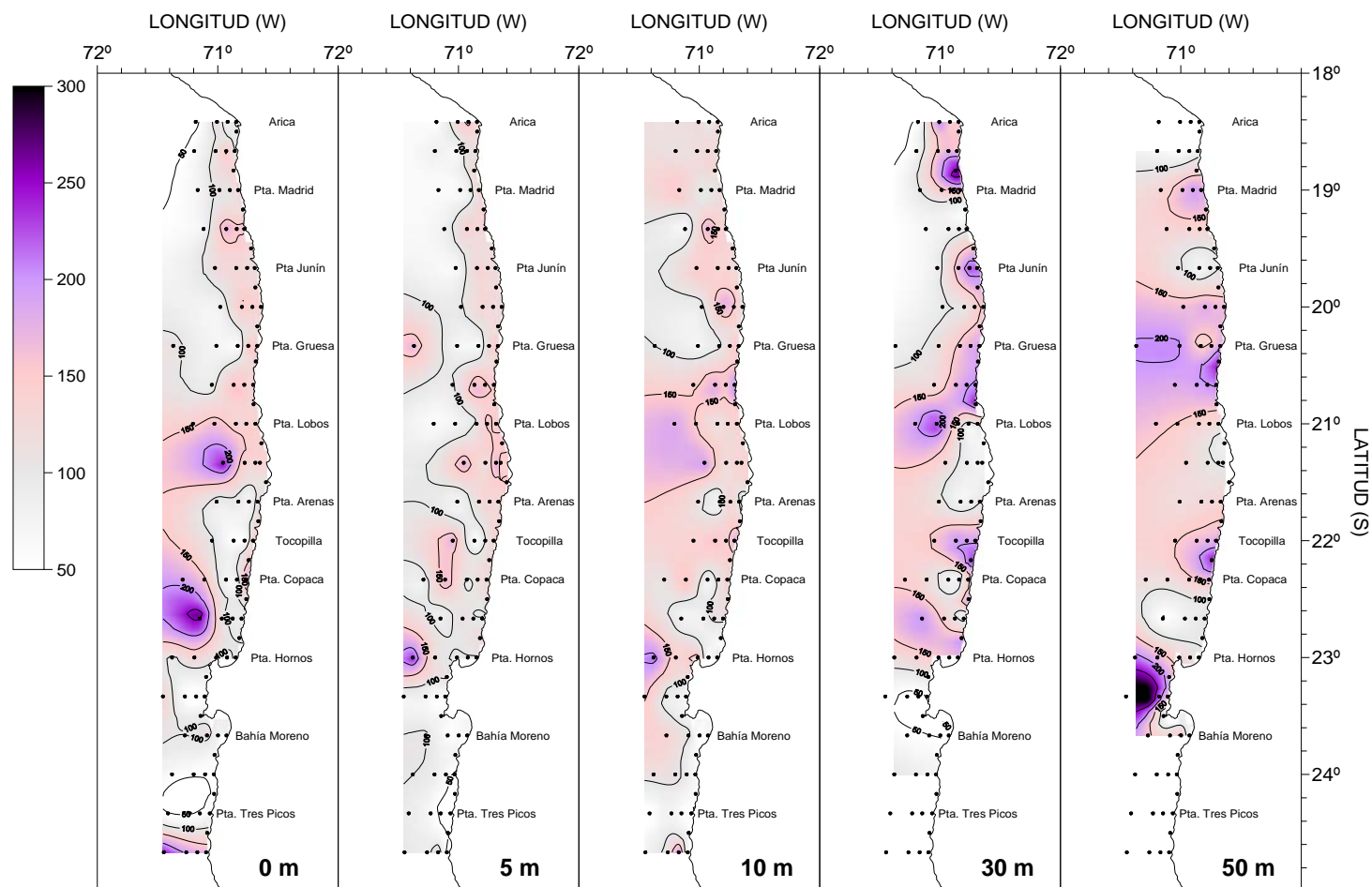


Figura 40. Distribución horizontal del espectro de tamaño de flagelados (μm) entre la superficie y 50 m de profundidad, durante el crucero de diciembre de 2011.

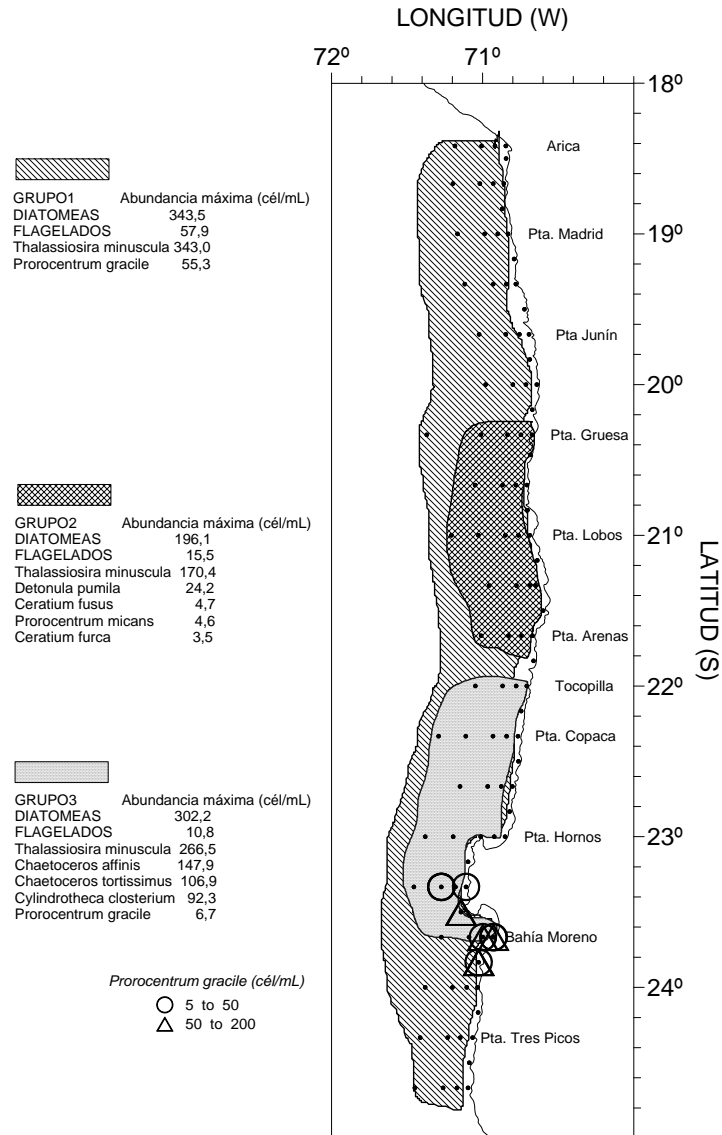


Figura 41. Áreas de abundancia microfitoplanctónica resultantes del análisis de agrupación. En los recuadros las especies de diatomeas y flagelados representativas de cada grupo.

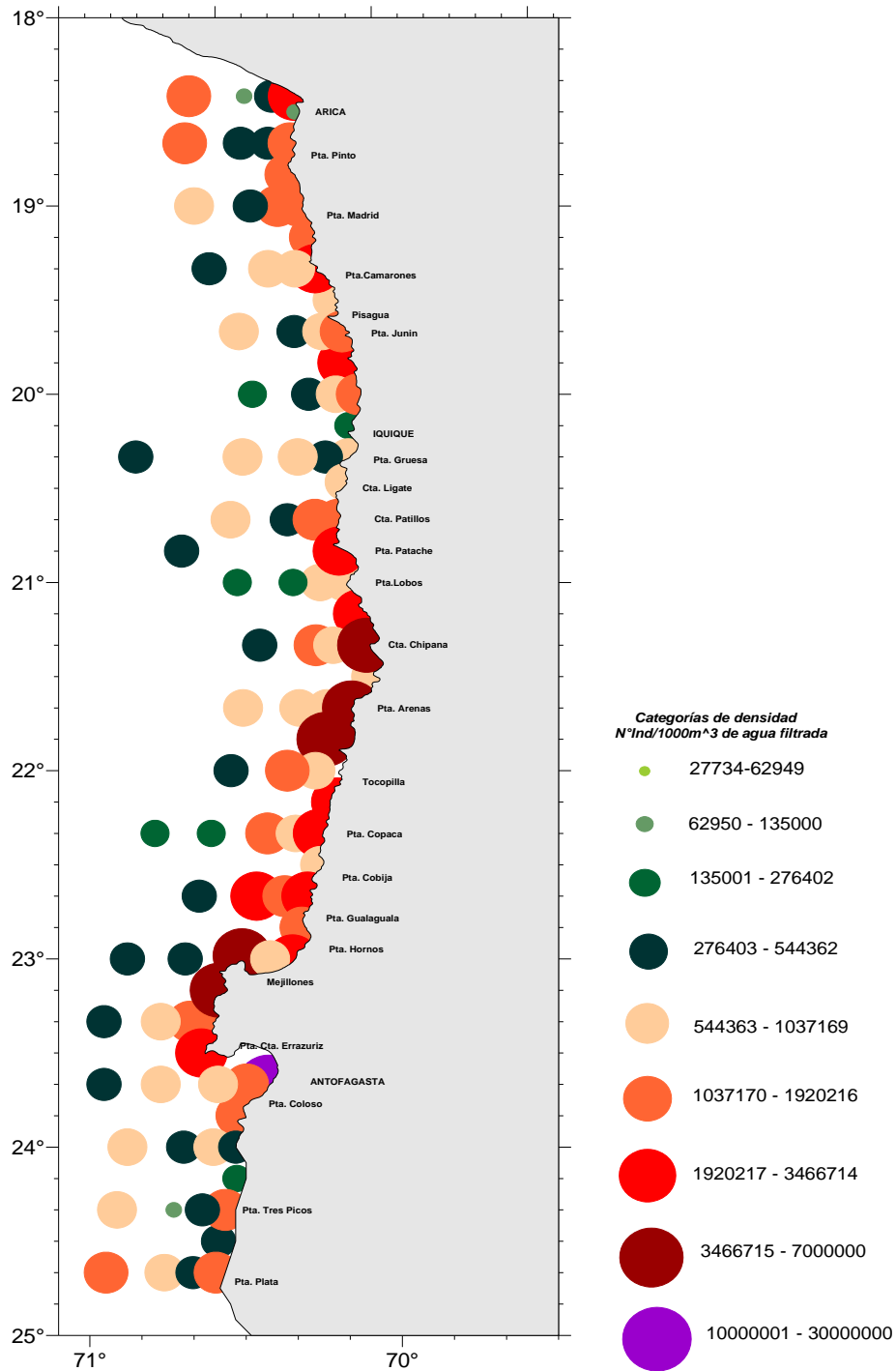


Figura 42. Distribuci3n y abundancia de copépodos . Crucero RECLAN- Primavera 2011.

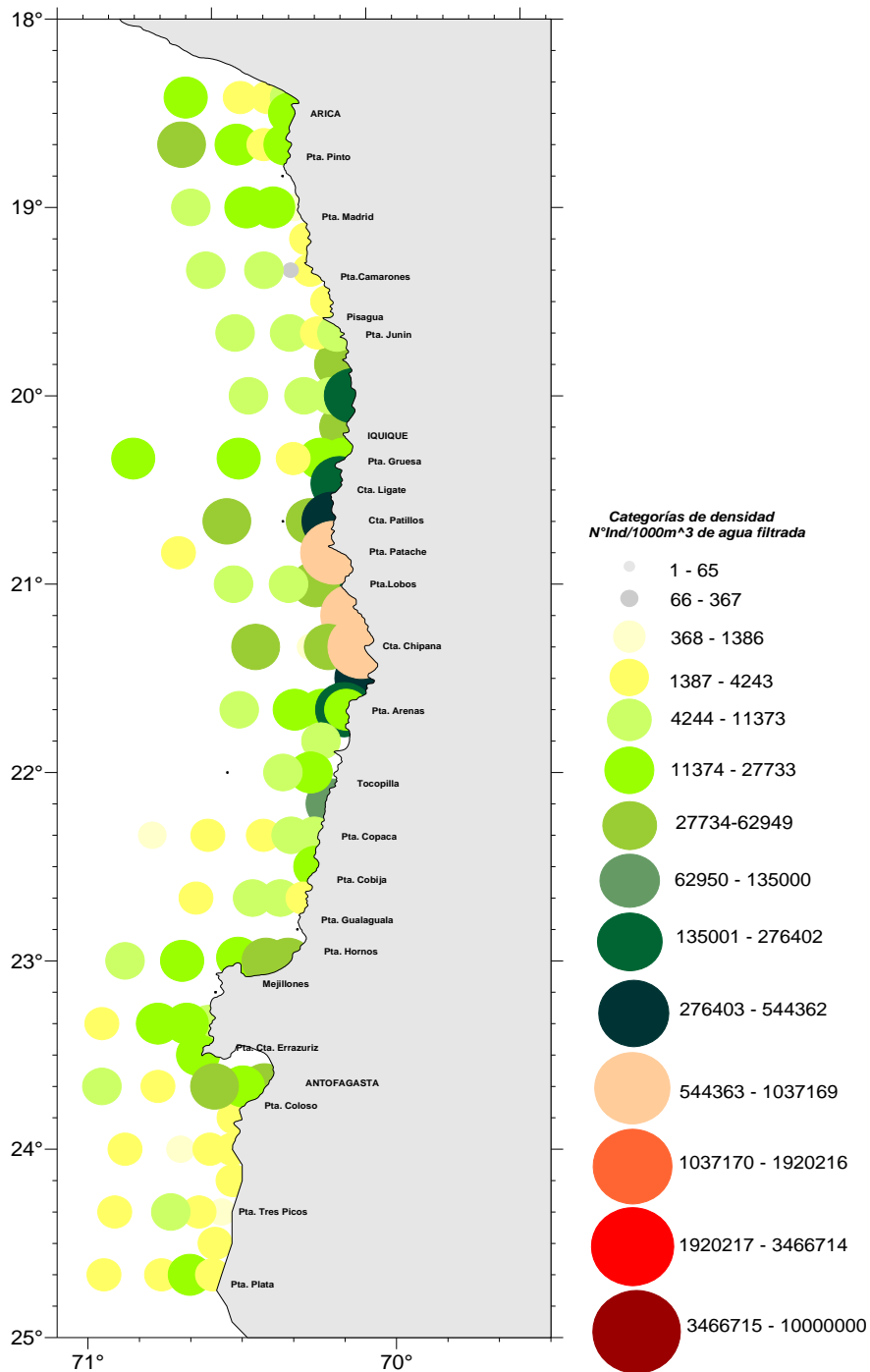


Figura 43. Distribuci3n y abundancia de poliquetos . Crucero RECLAN- Primavera 2011.

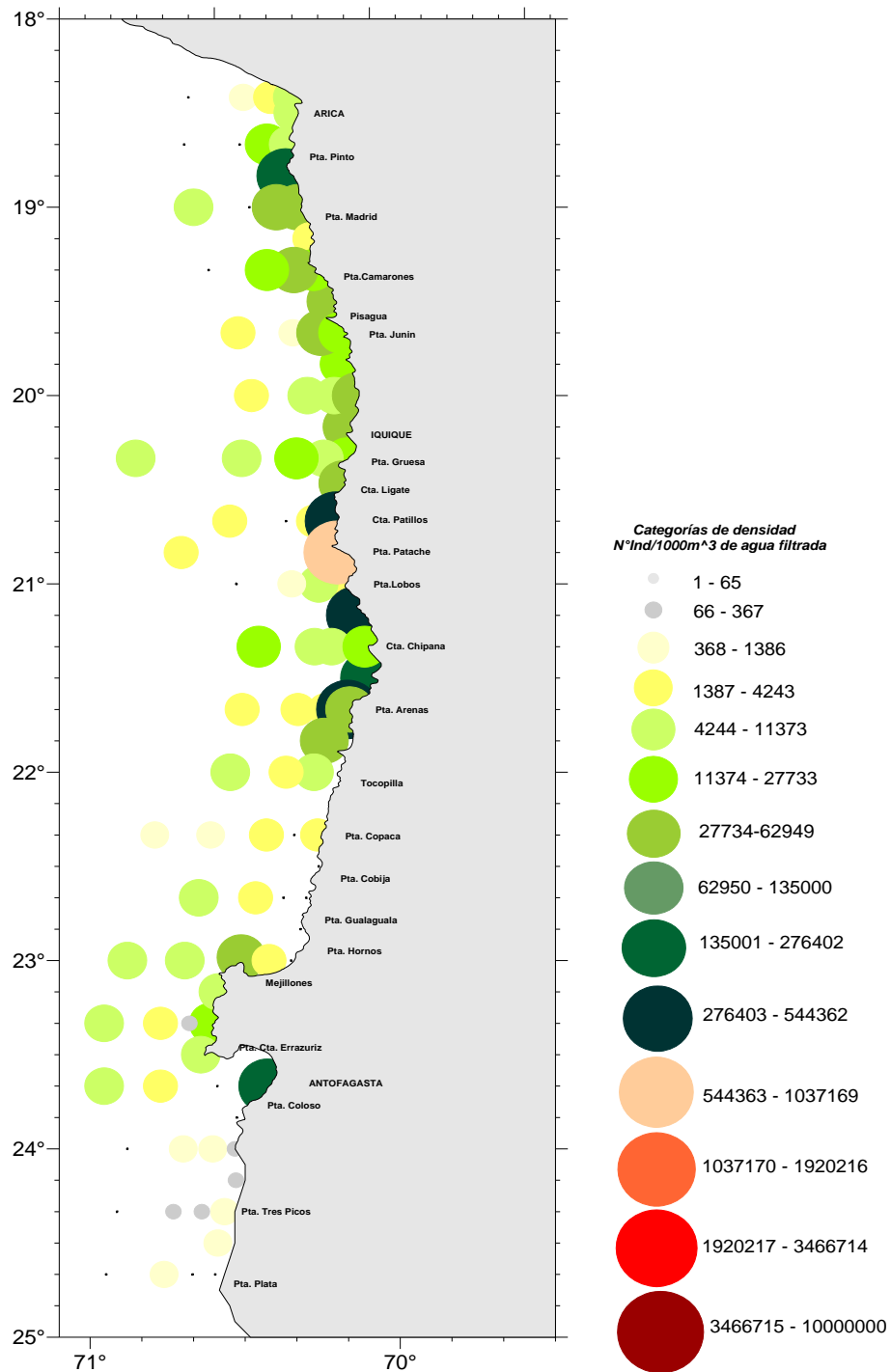


Figura 44. Distribución y abundancia de nauplis . Crucero RECLAN- Primavera 2011.

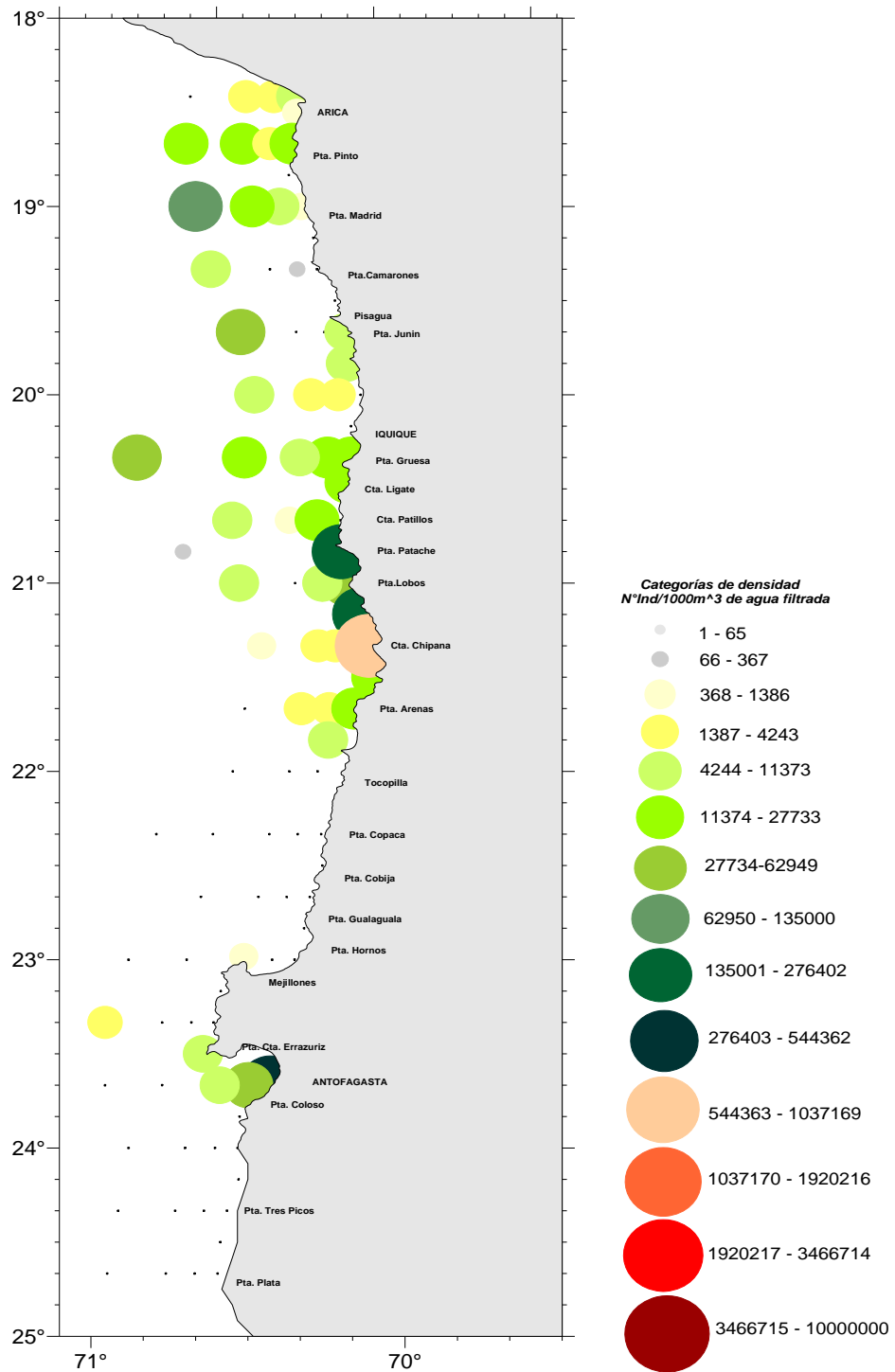


Figura 45. Distribuci3n y abundancia de clad3ceros. Crucero RECLAN- Primavera 2011.

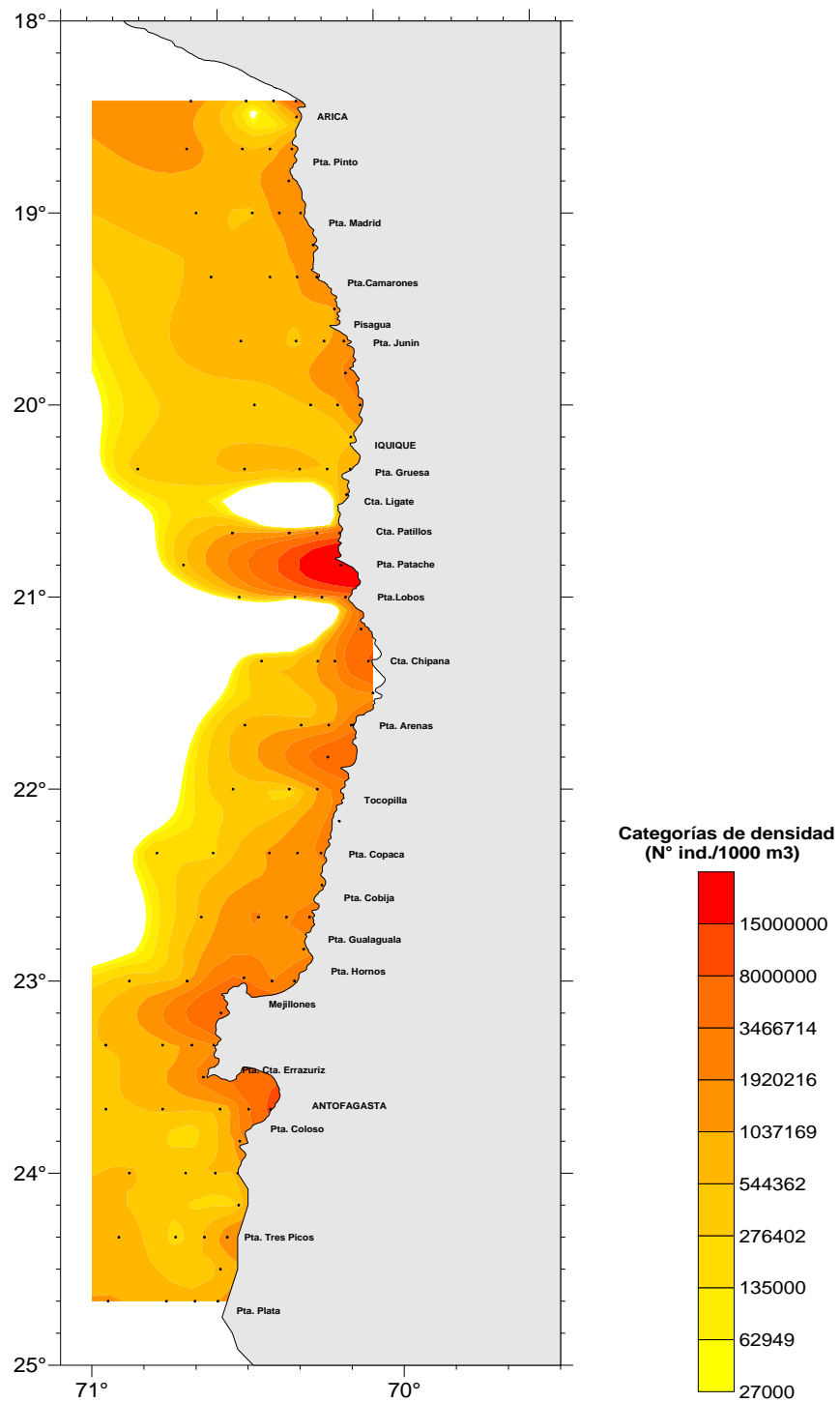


Figura 46. Distribuci3n de la abundancia total del zooplancton. Crucero RECLAN- Primavera 2011.

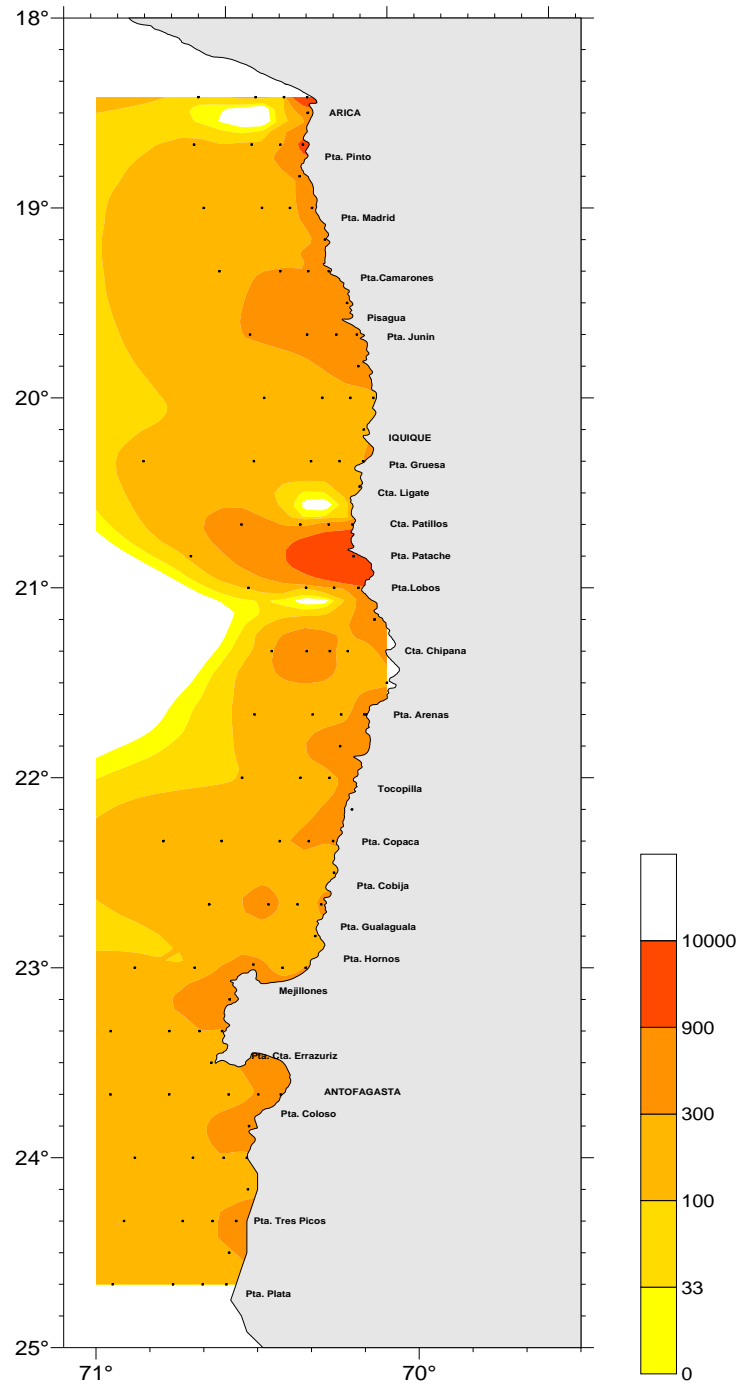


Figura 47. Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica. Crucero RECLAN- Primavera 2011.

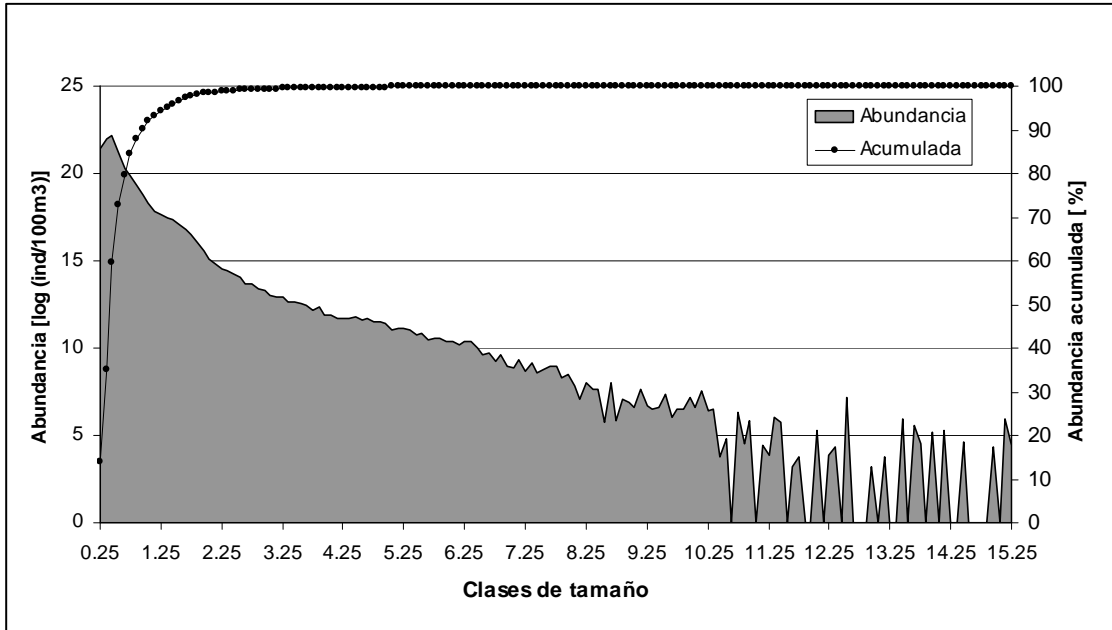


Figura 48. Distribuci3n de los valores de abundancia (\log_2 partculas/100 m³), y abundancia acumulada (%) de partculas zooplanct3nicas por clases de tama1o.

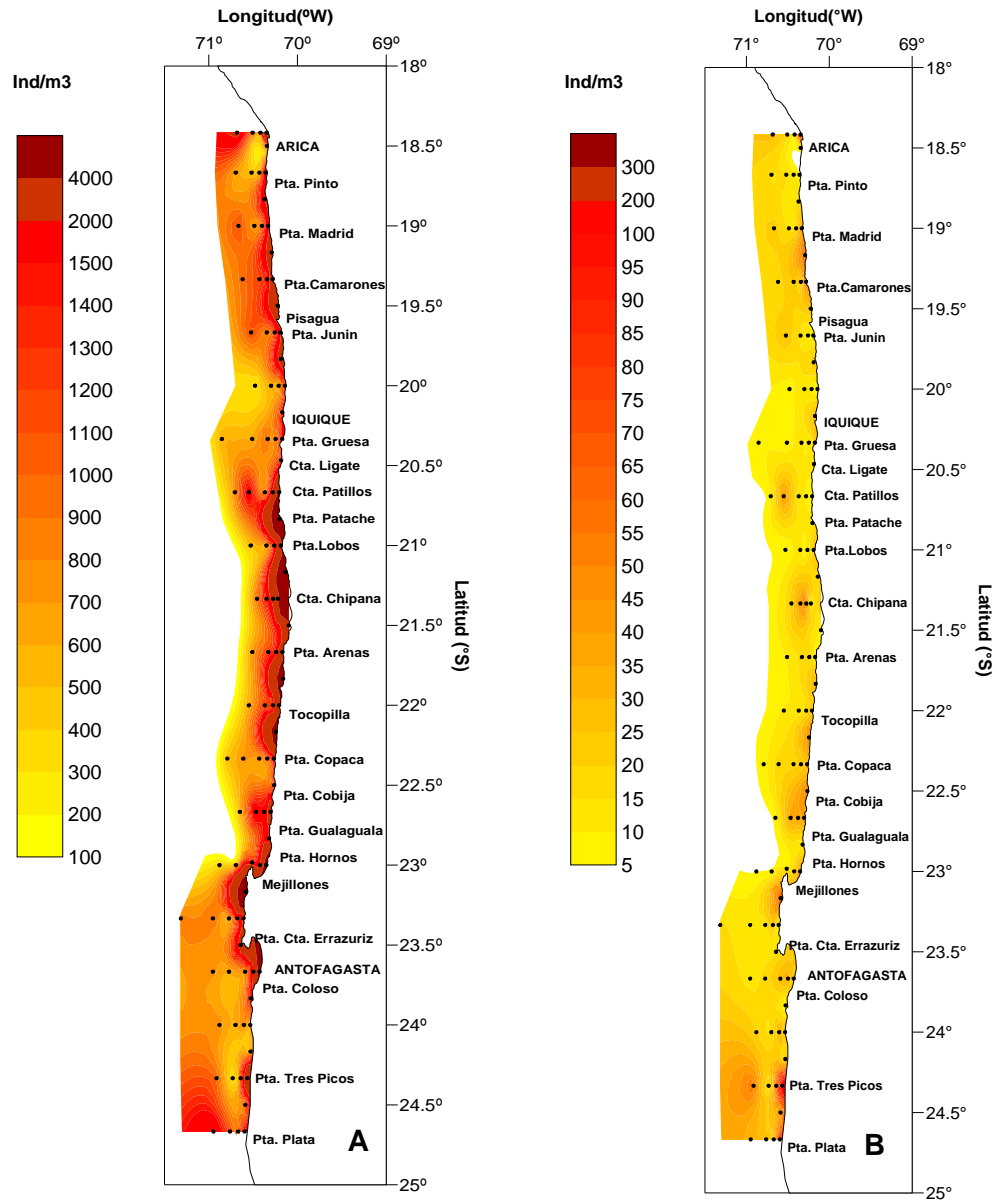


Figura 49. Abundancia de los organismos zooplanct3nicos (ind/m³): A) Menores a 2.25mm de longitud, B) Mayores a 2.25mm de longitud.

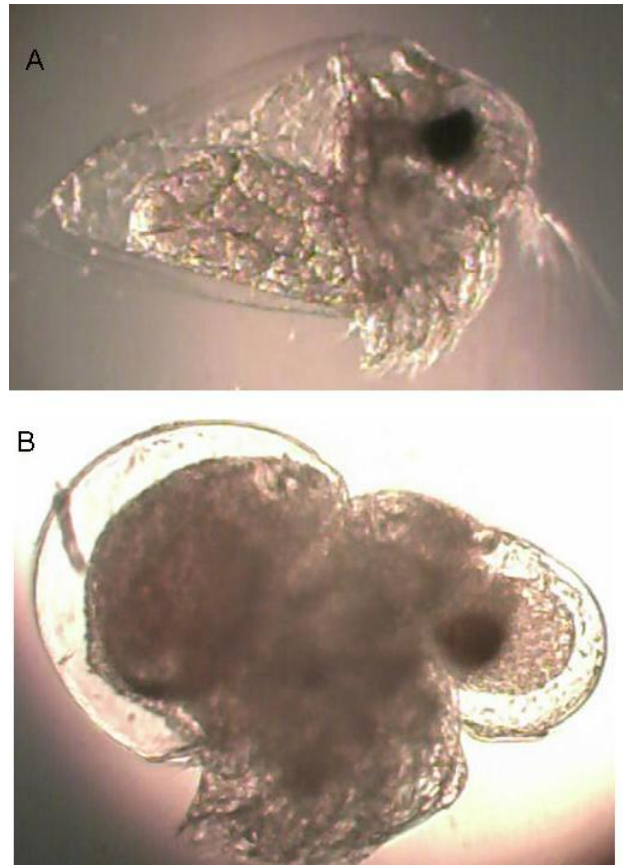


Figura 50. Microfotografía 3ptica de los clad3ceros : A) *Evadne nordmanni* (Loven, 1835) (100 x) y B) *Podon polyphemoides* (Leuckart,1859) (200 x).

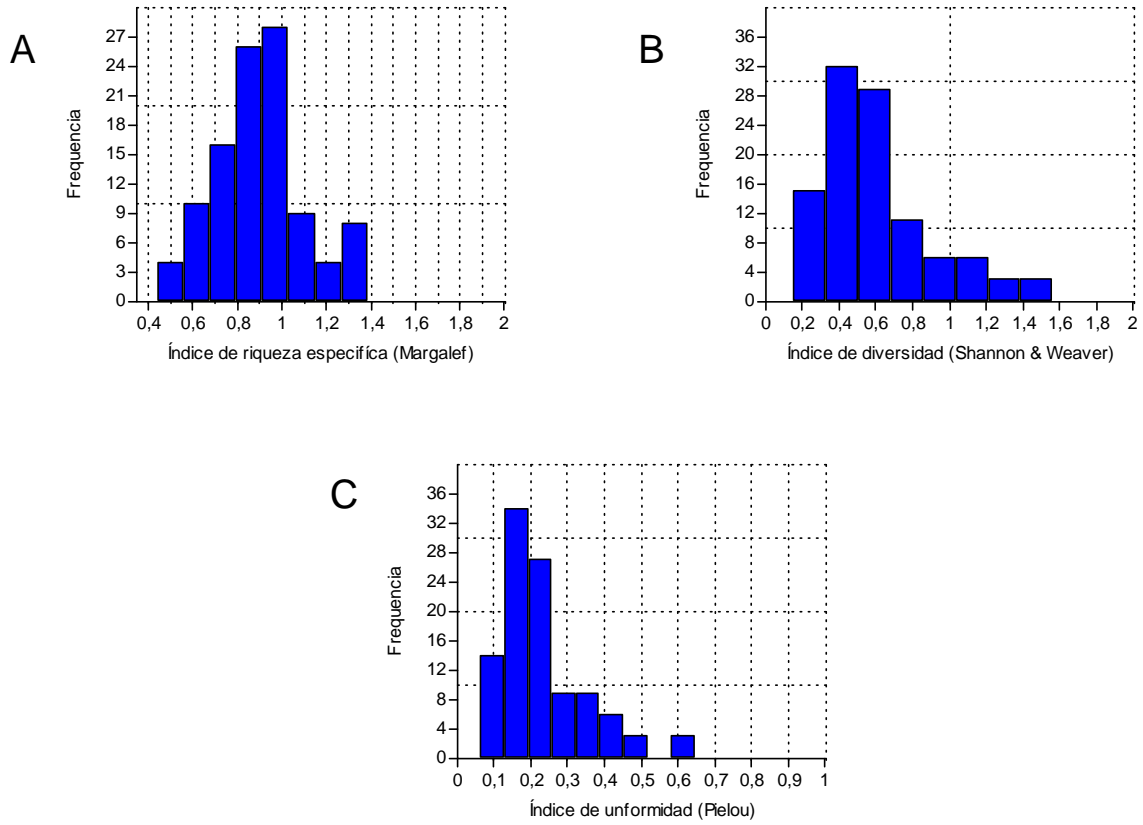


Figura 51. Gráficos de distribución de frecuencias de los valores obtenidos en los índices comunitarios: A) índice de riqueza específica de Margalef, B) índice de diversidad de Shannon & Weaver y C) índice de uniformidad de Pielou.

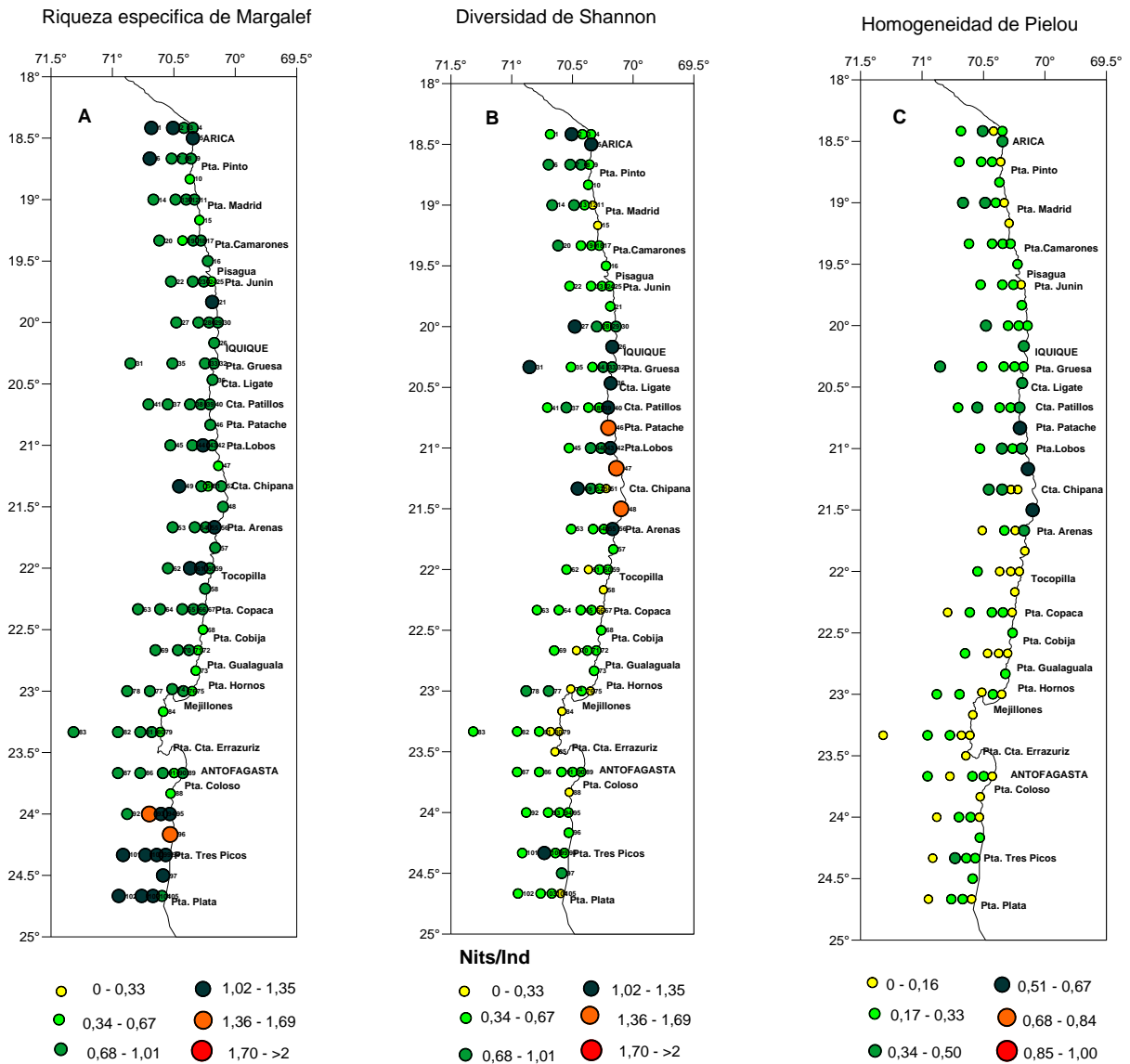


Figura 52. Distribución espacial de los valores de los índices comunitarios: A) índice de riqueza específica de Margalef, B) índice diversidad de Shannon & Weaver y C) índice de uniformidad de Pielou.

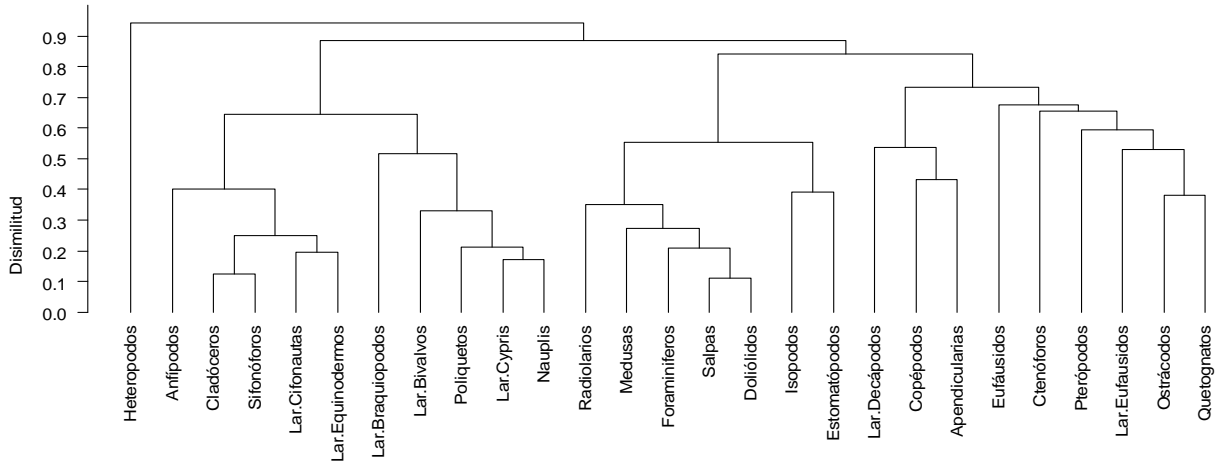


Figura 53. Dendrograma de grupos zooplanct3nicos para an3lisis sin diferenciaci3n de zona y distancia a la costa.

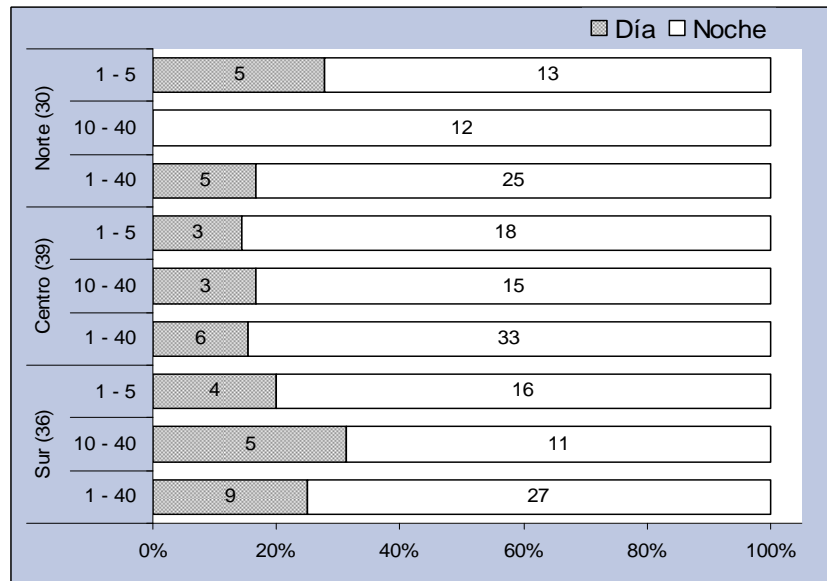


Figura 54. Proporción de estaciones observadas por periodo del día y separadas por zona y distancia a la costa, crucero verano. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden a los tamaños de muestra.

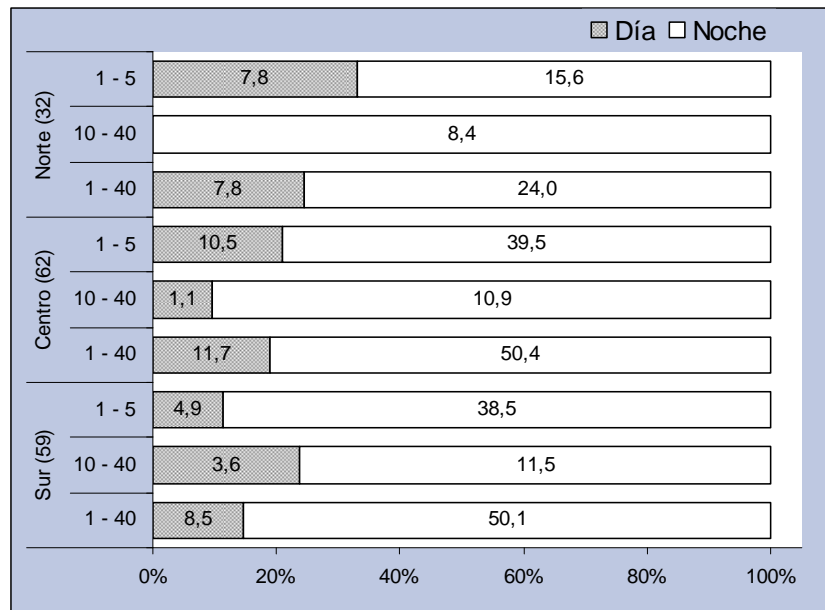


Figura 55. Proporción del número de taxis observados por periodo del día y separadas por zona y distancia a la costa, crucero verano. Valores al interior de las barras y entre paréntesis en el eje de las ordenadas corresponden al número de taxis en millones.

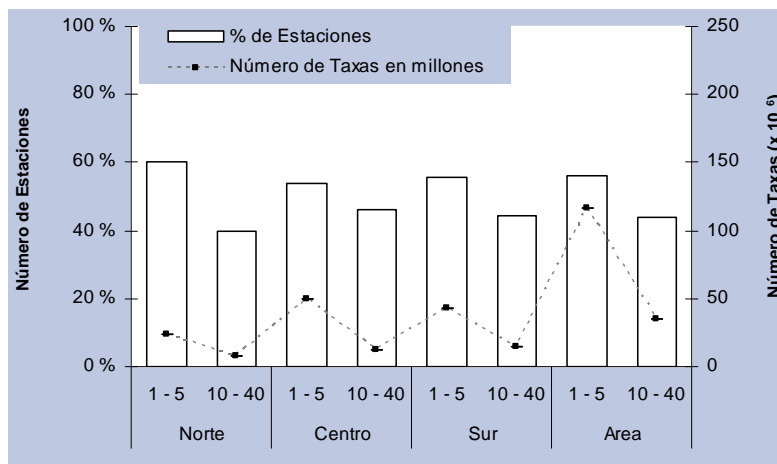


Figura 56. Porcentaje de estaciones y número de taxis (x 10⁶) respecto de distancia a la costa y zona.

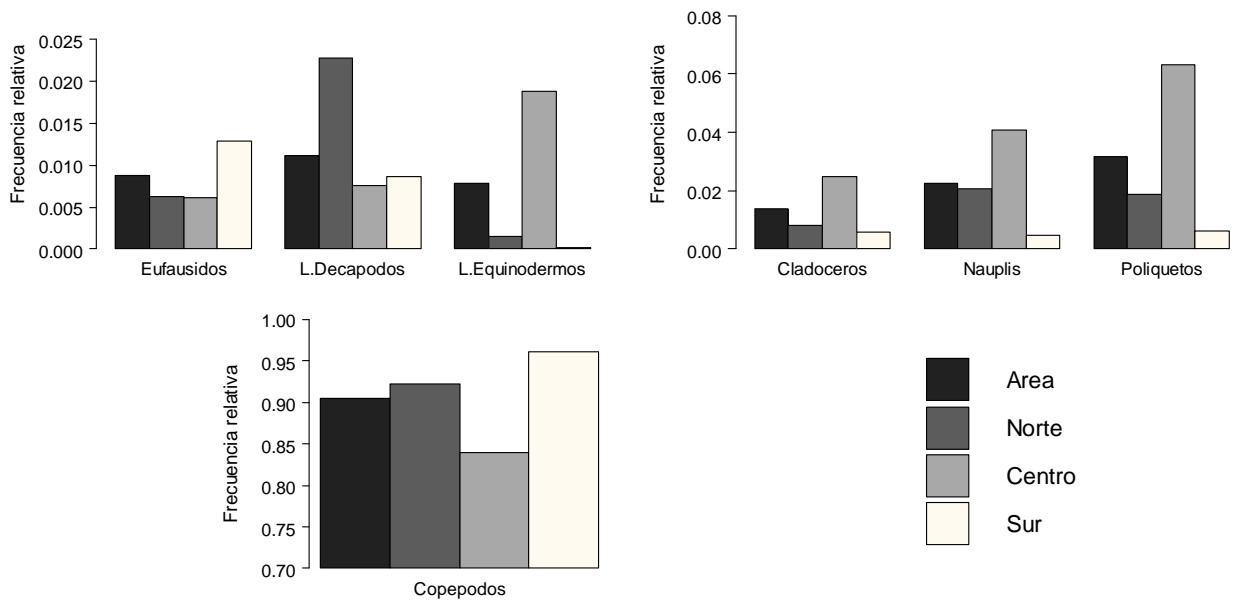


Figura 57. Composición de la estructura zooplanctónica según zonificación latitudinal y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada taxa.

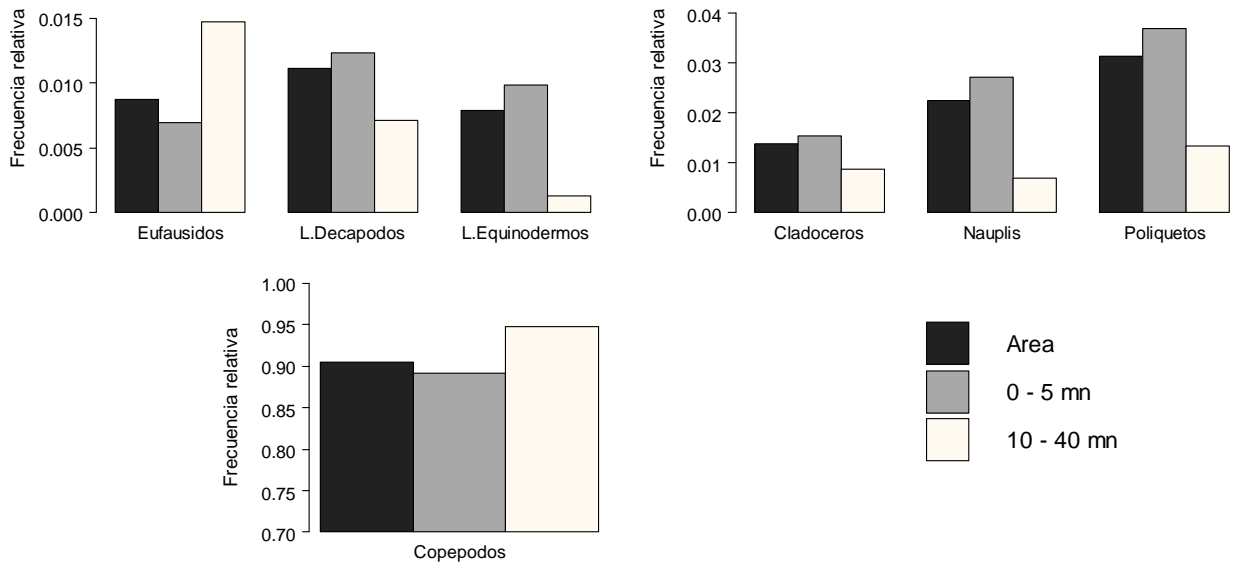


Figura 58. Composición de la estructura zooplanctónica según distancia a la costa y para el área total, separados por el porcentaje de frecuencia relativa de cada taxa.

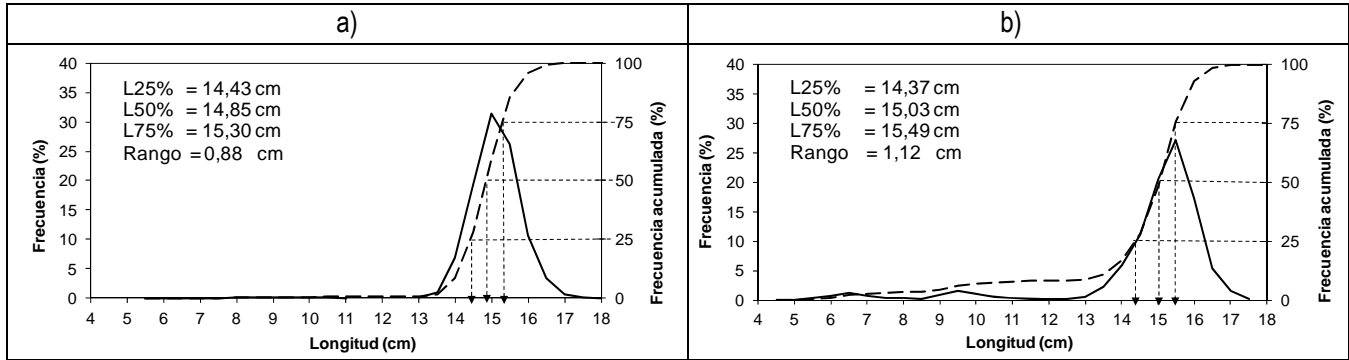


Figura 59. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta: a) Total de lances positivos de anchoveta flota cerquera XV a II Regi3n. Diciembre 2011 y b) Total de lances positivos de anchoveta con arrastre de media agua B/C Abate Molina. XV a II Reg., Dic-2011.

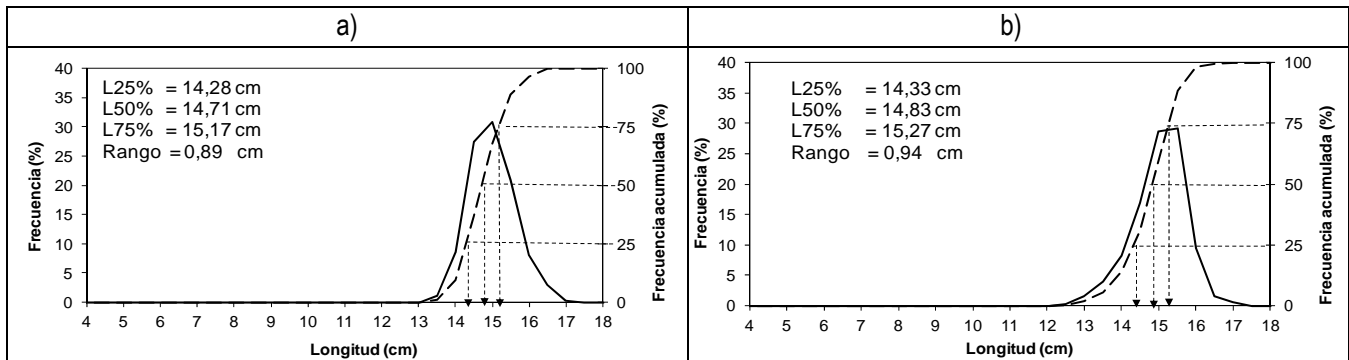


Figura 60. Estructura de tallas y ojivas de selectividad de anchoveta. Lances con correspondencia temporal y espacial. Regiones XV a II, periodo diciembre 2011: a) de cerco y b) de arrastre de mediagua.

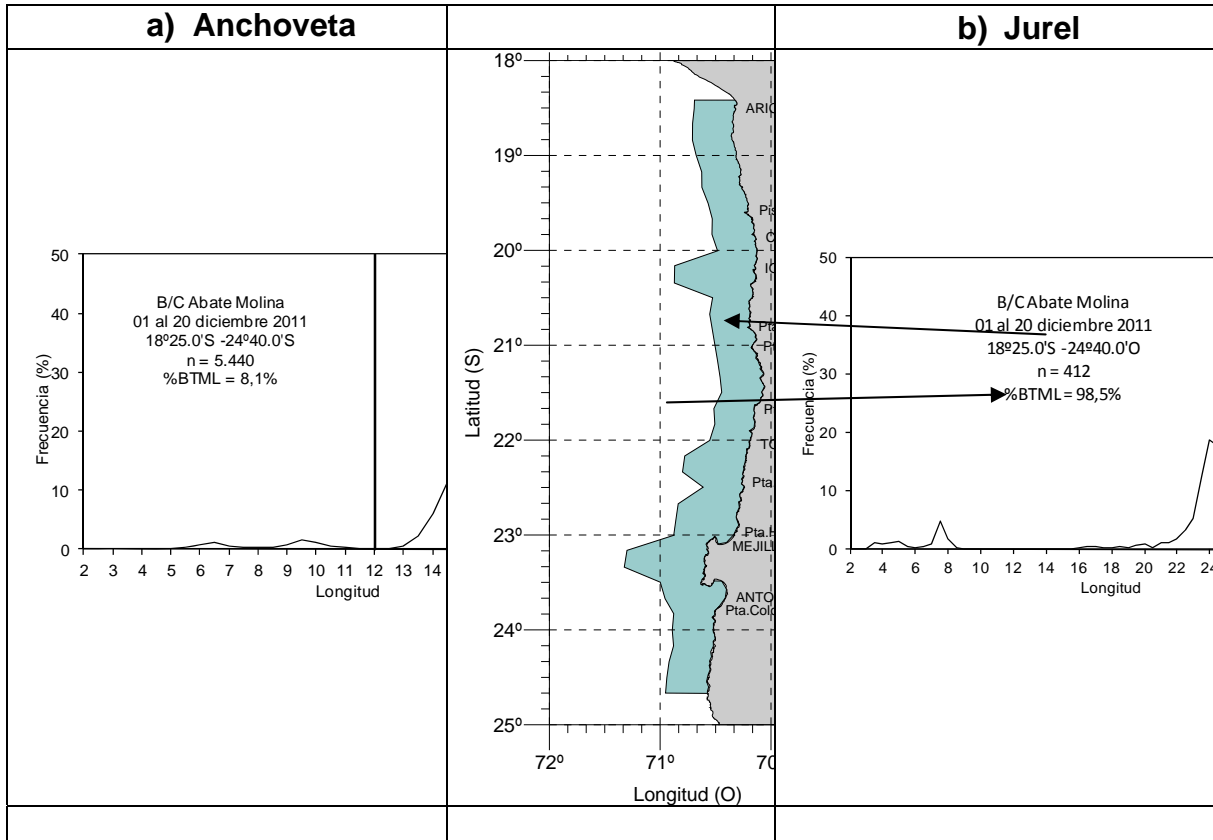


Figura 61. Estructura de talla de anchoveta y de jurel para zona establecida. Crucero RECLAN152-1112.

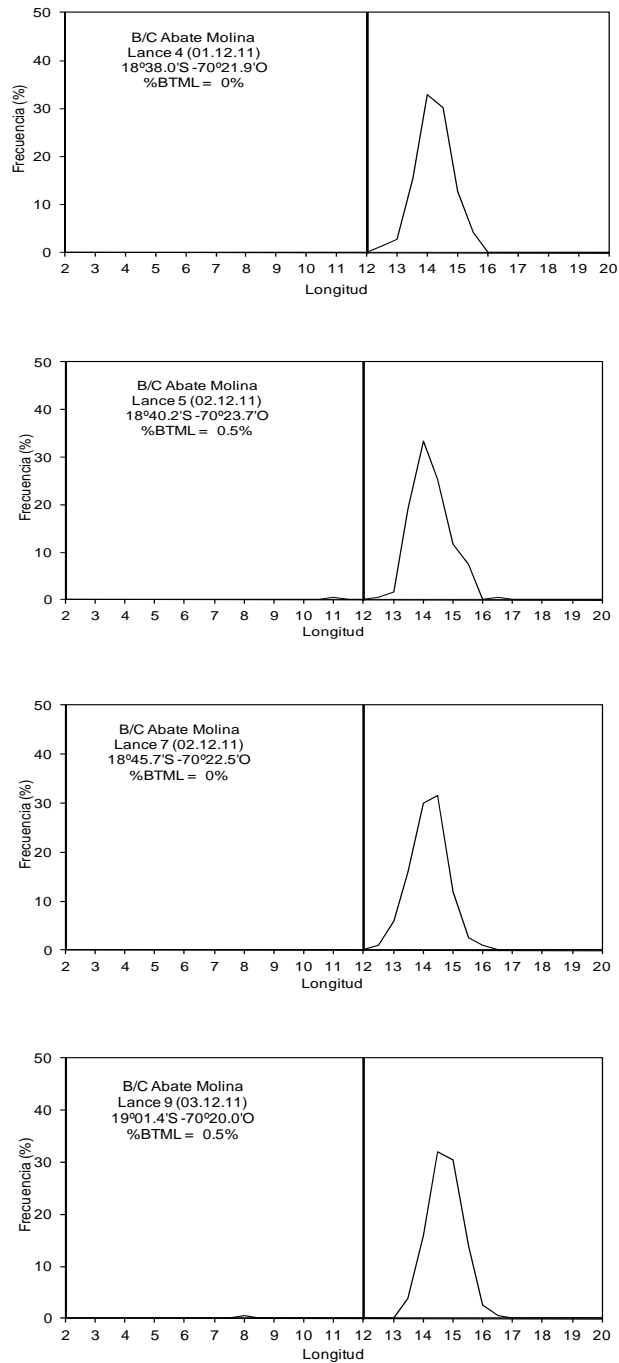


Figura 62. Estructura de tallas para anchoveta lances 4, 5, 7 y 9 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

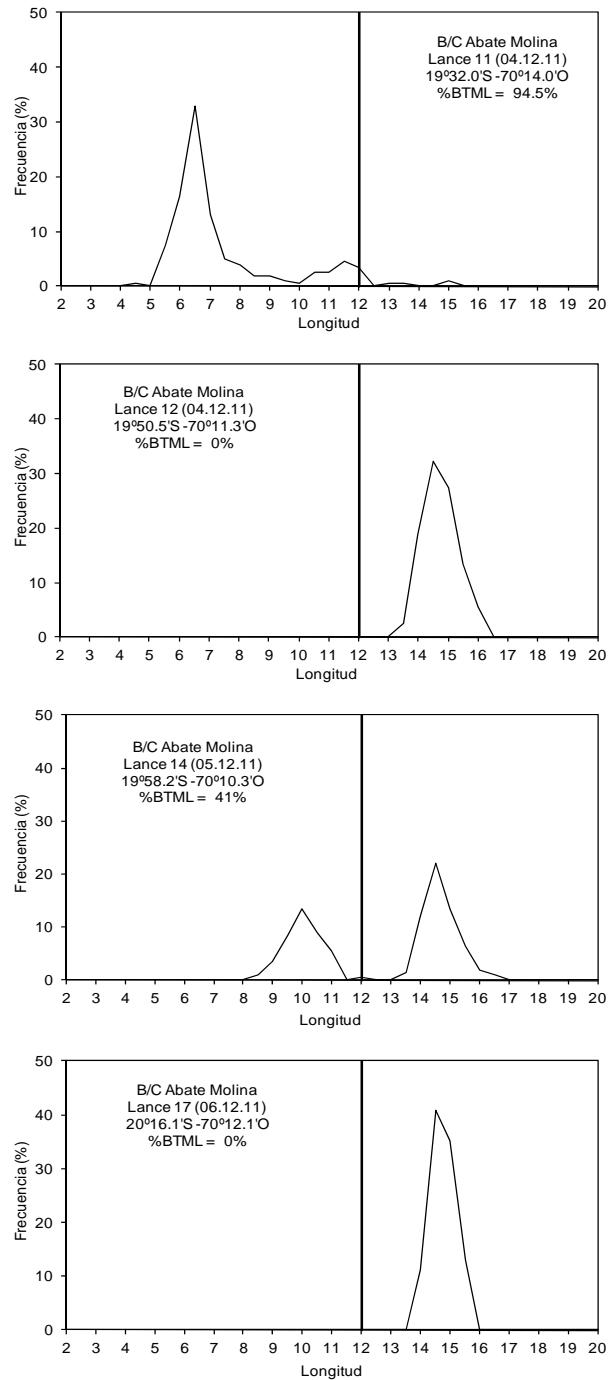


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 11, 12, 14 y 17 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

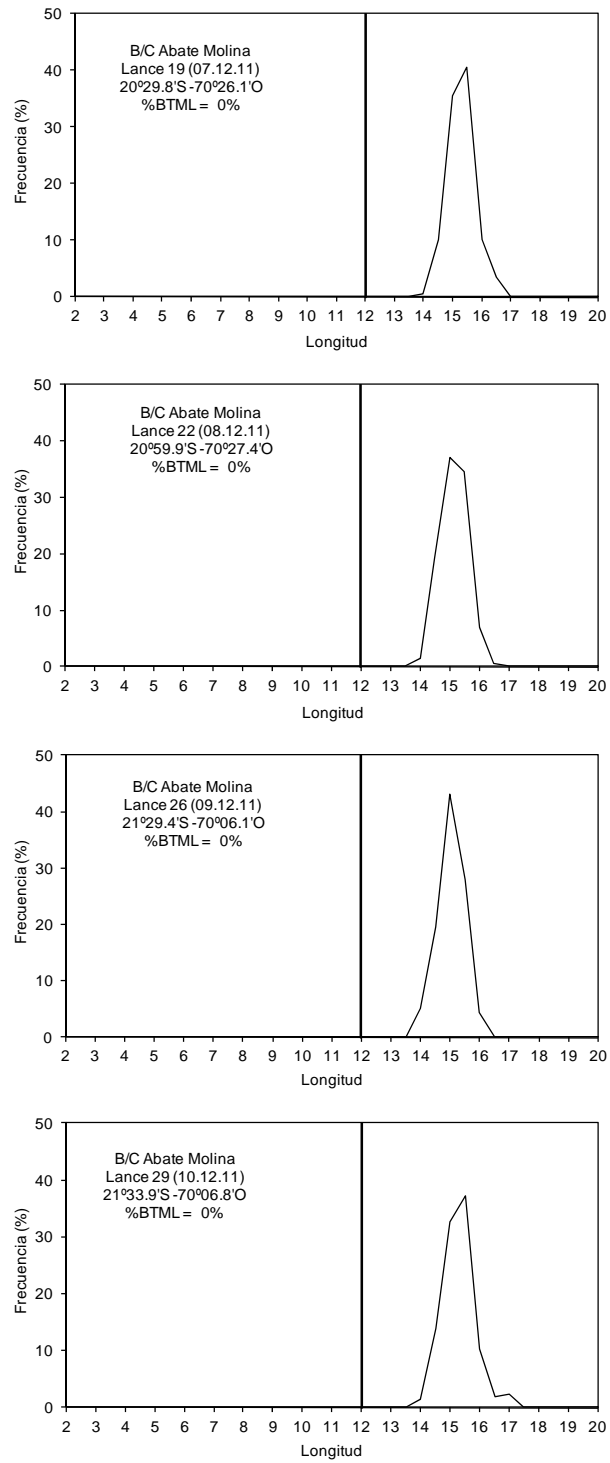


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 19, 22, 26 y 29 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

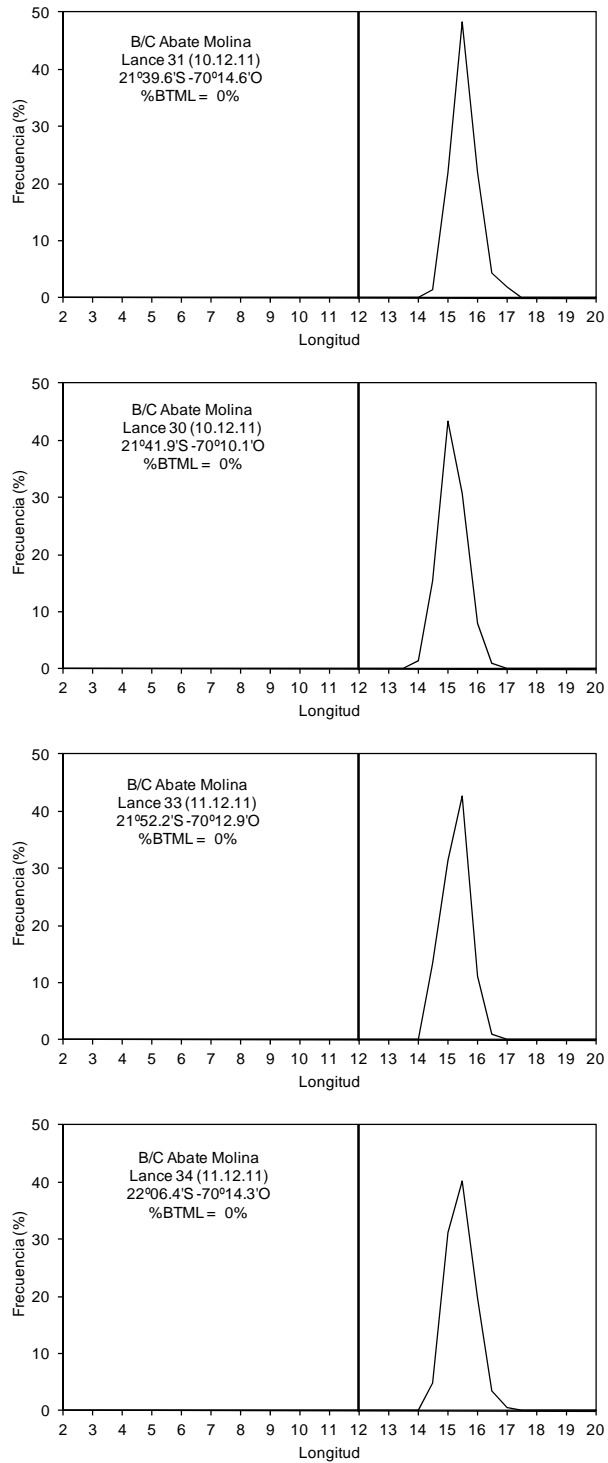


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 31, 30, 33 y 34 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

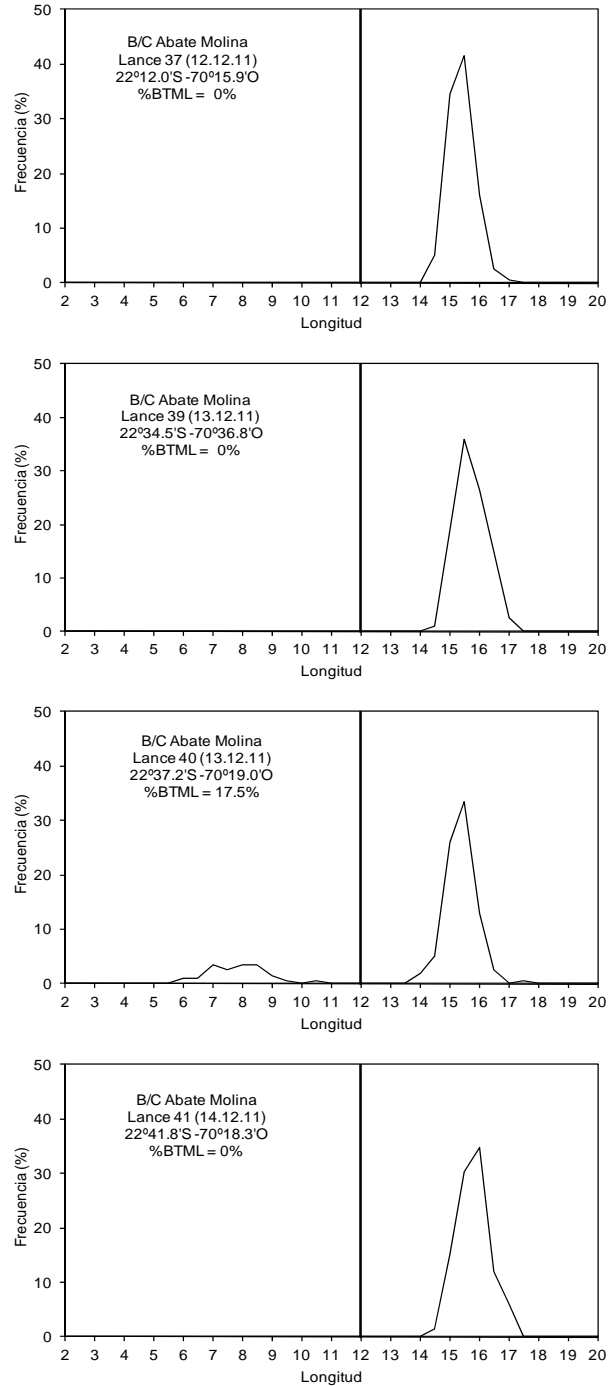


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 37, 39, 40 y 41 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

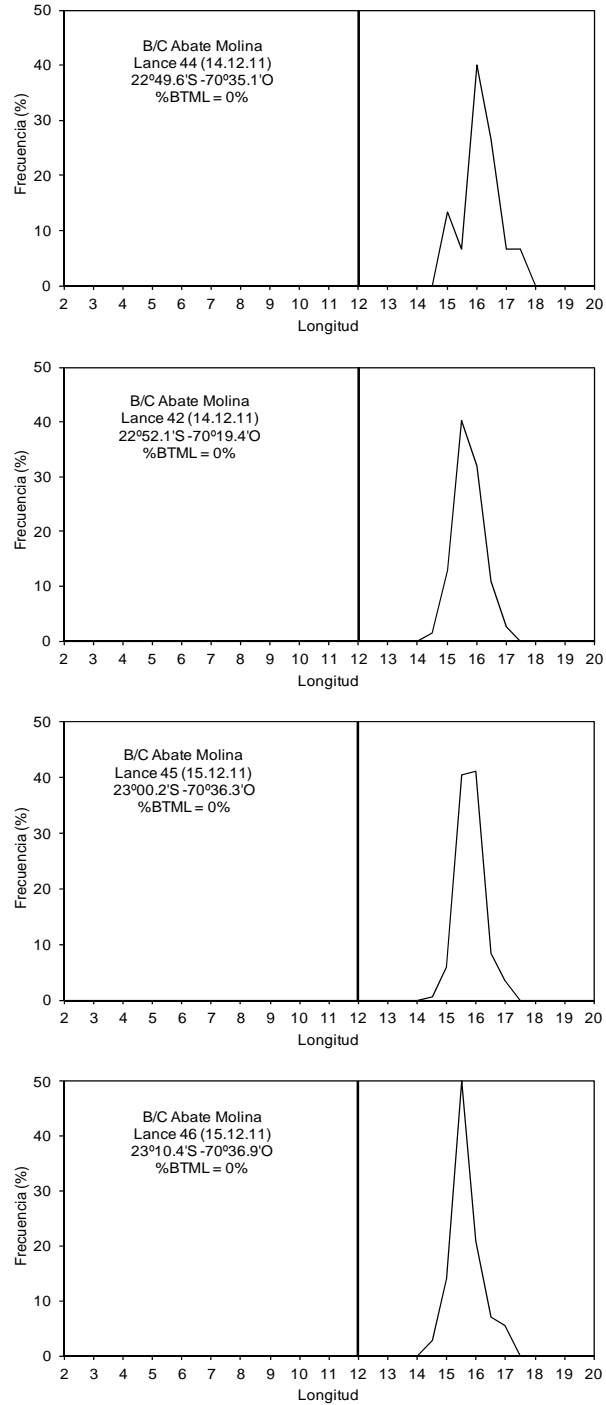


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 44, 42, 45 y 46 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

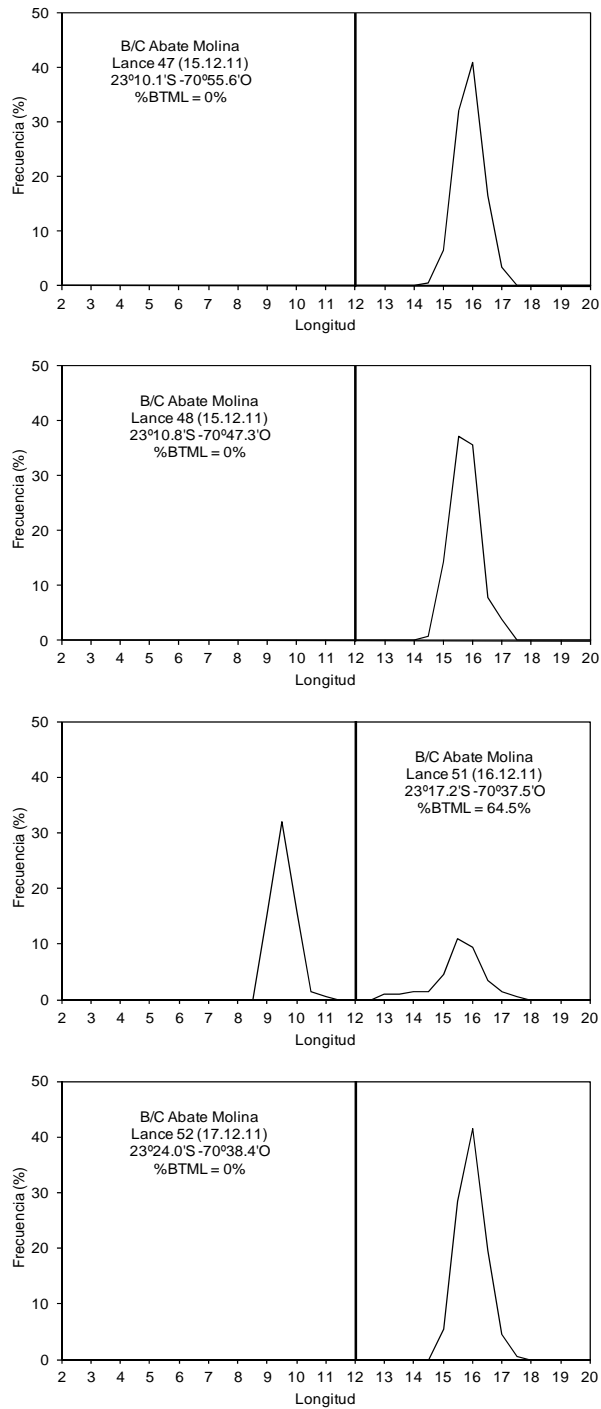


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 47, 48, 51 y 52 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

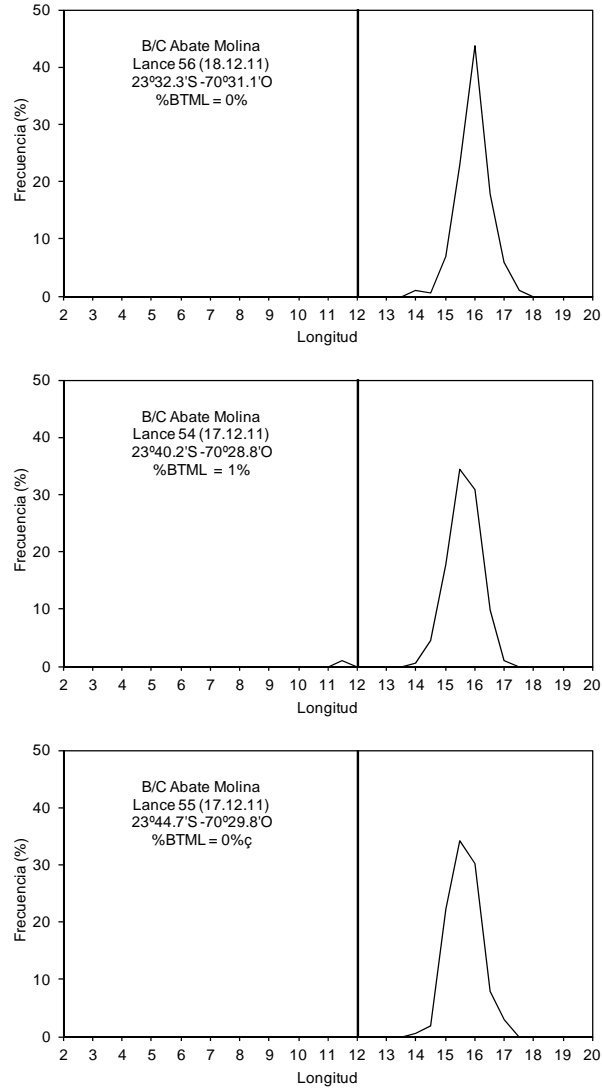


Figura 62. Cont. Estructura de tallas para anchoveta lances 56, 54 y 55 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

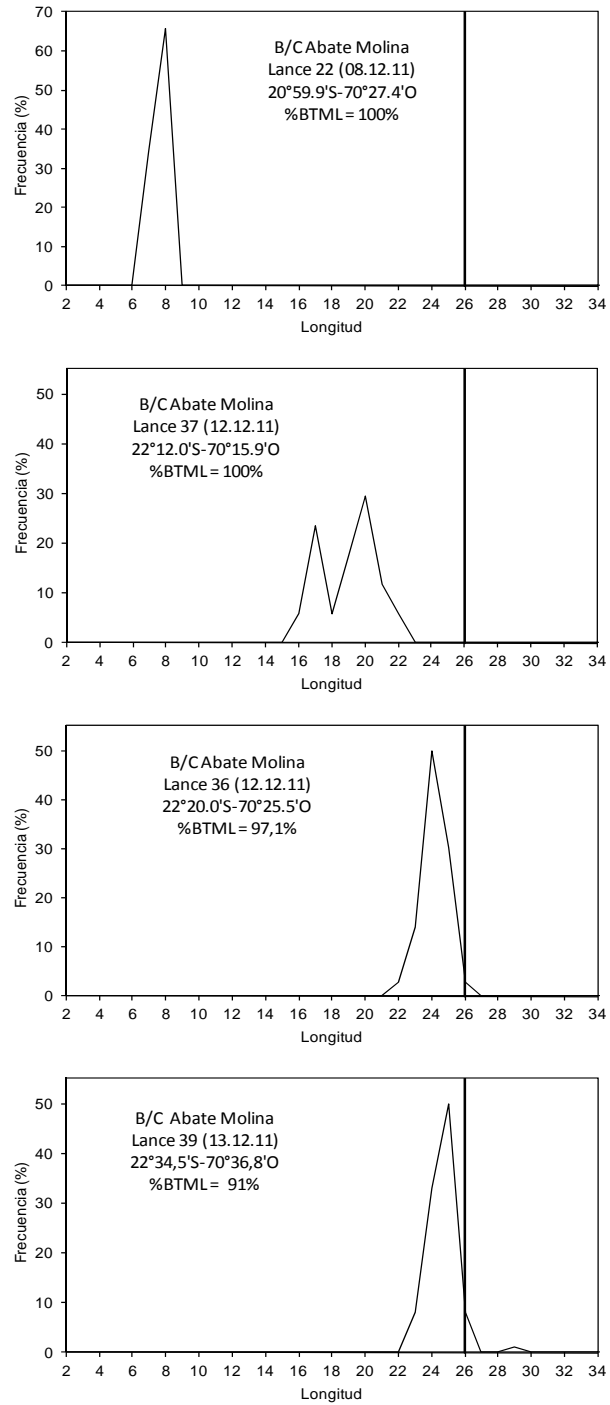


Figura 63. Estructura de tallas para jurel lances 22, 36, 37 y 39 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

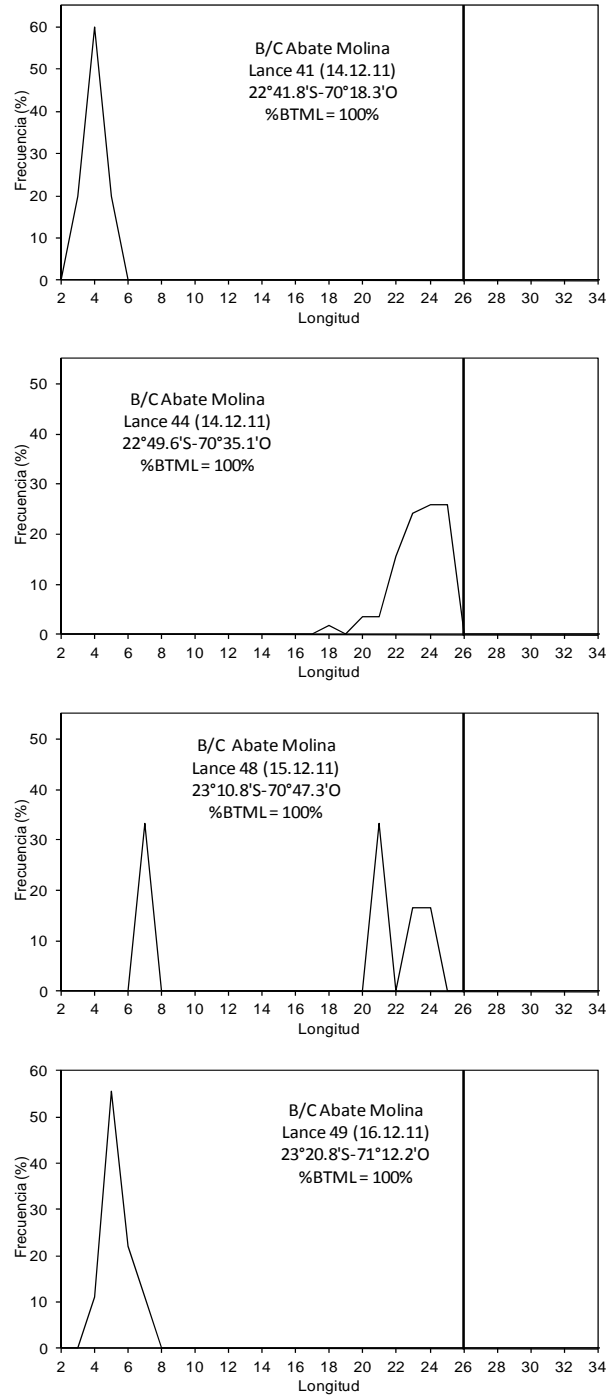


Figura 63. Cont. Estructura de tallas para jurel lances 22, 36, 37 y 39 realizados por B/C Abate Molina. Crucero RECLAN152-1112.

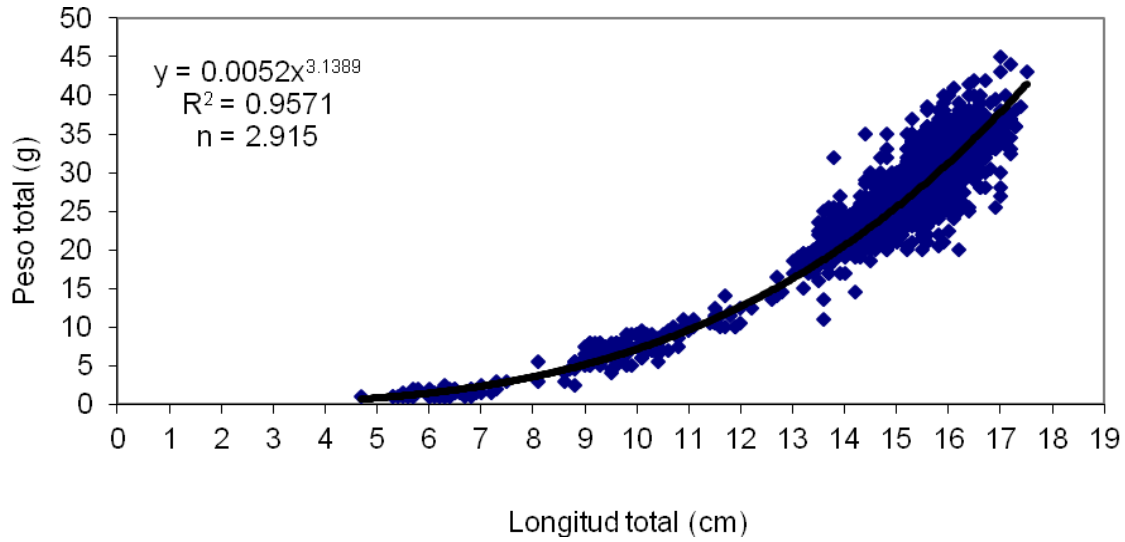


Figura 64. Relaci3n longitud – peso establecida para anchoveta. Crucero RECLAN152-1112.

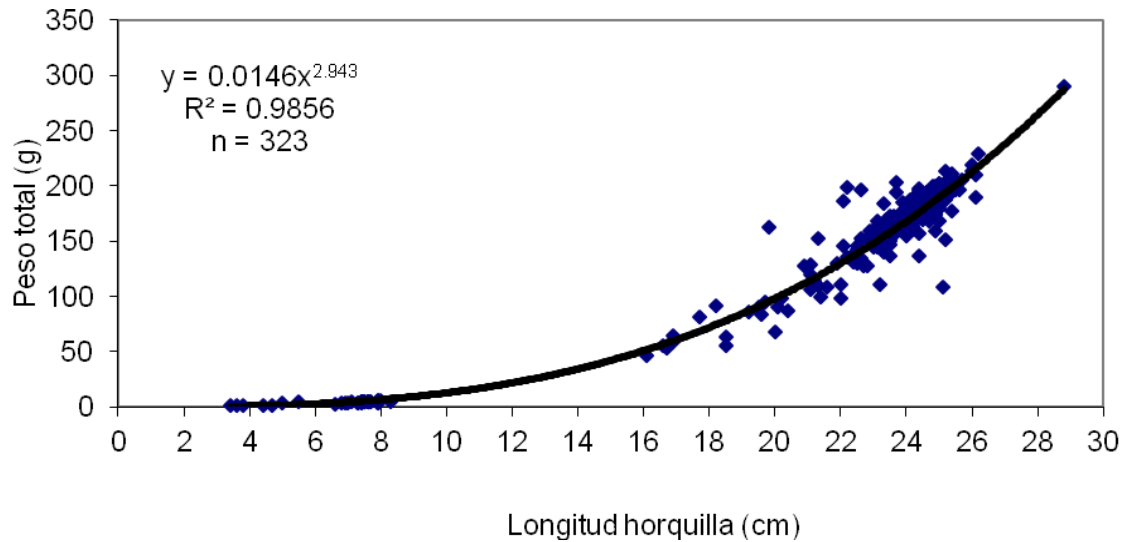


Figura 65. Relaci3n longitud – peso establecida para jurel. Crucero RECLAN152-1112.

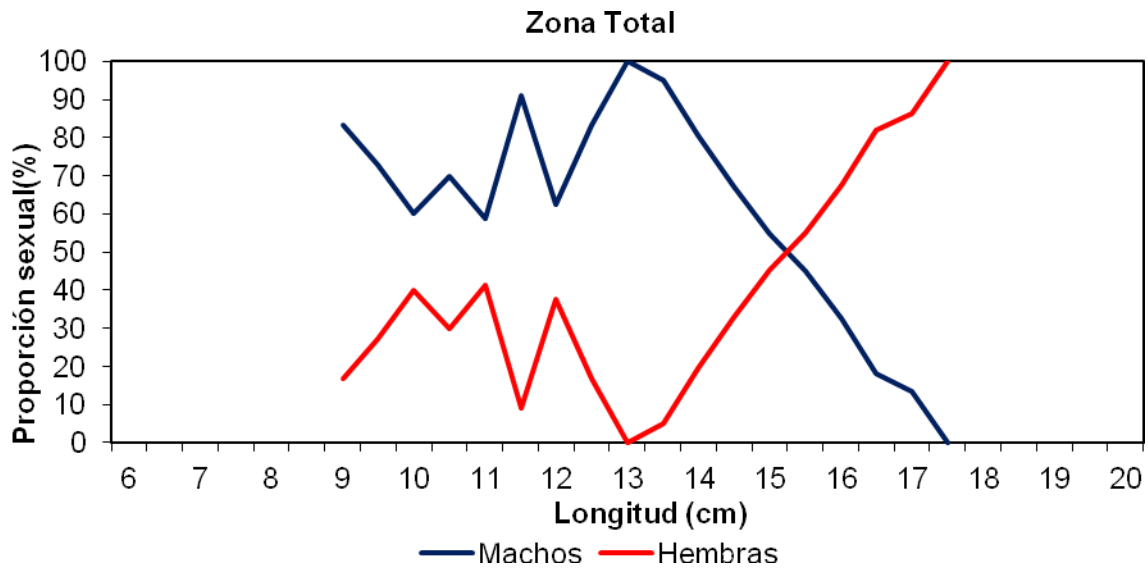


Figura 66. Proporci3n de machos y de hembras del total de ejemplares sexuales de anchoveta para el total de la zona. Crucero RECLAN152-1112.

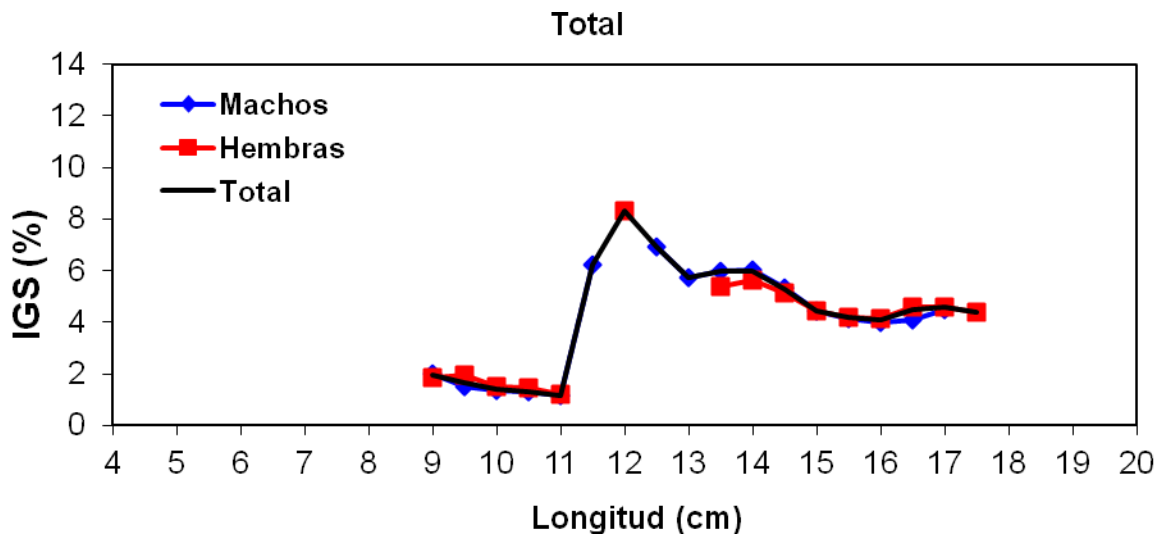


Figura 67. 3ndice gonadosom3tico de anchoveta por sexo para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.

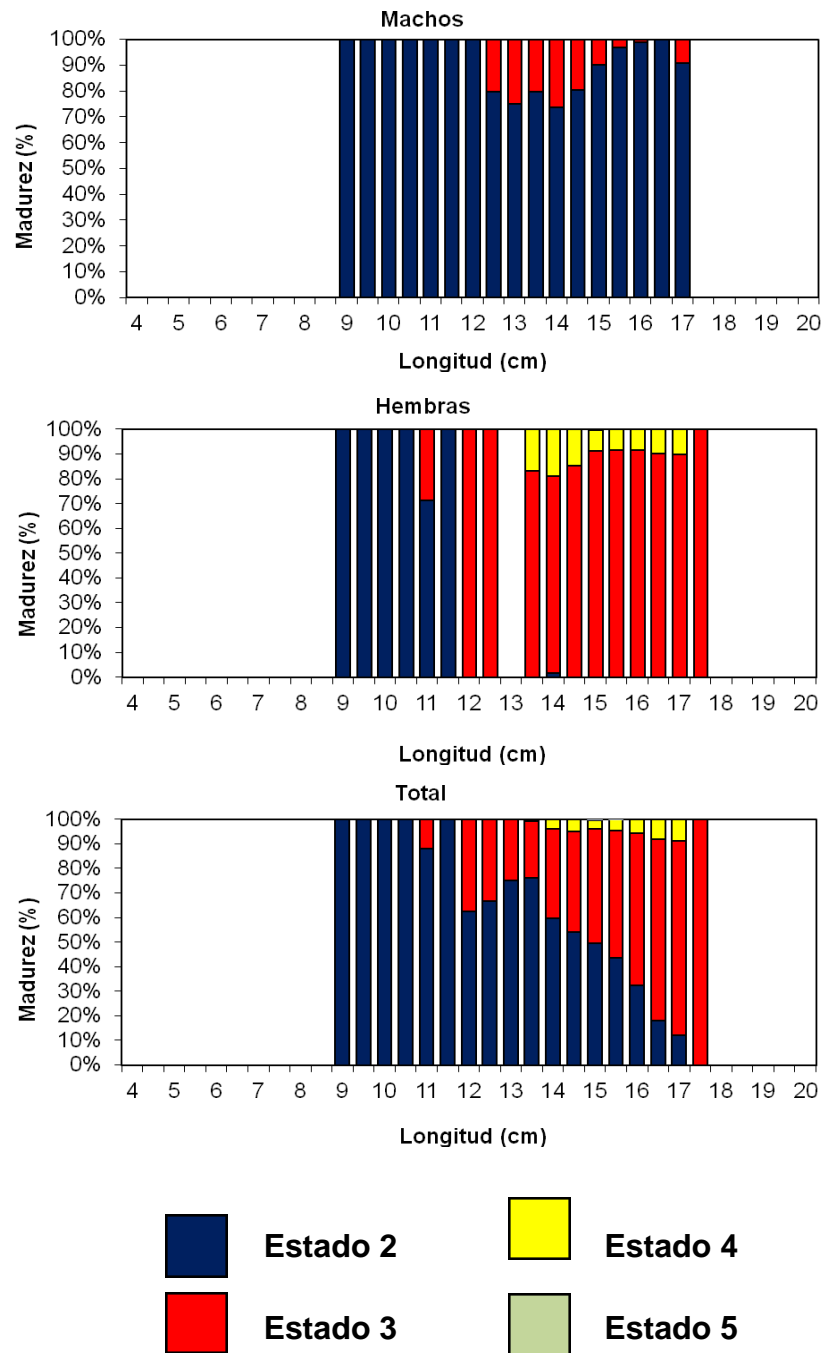


Figura 68. Estado de madurez sexual (%) de anchoveta por sexo, zona total. Crucero RECLAN152-1112.

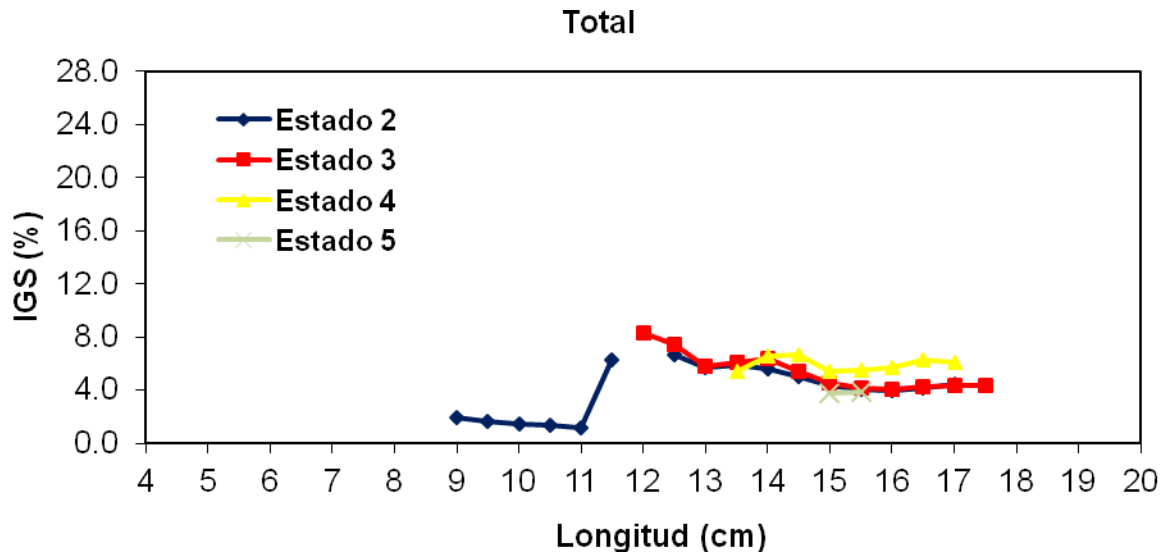


Figura 69. IGS de anchoveta para la zona total de estudio, en relación al estado de madurez. Crucero RECLAN152-1112.

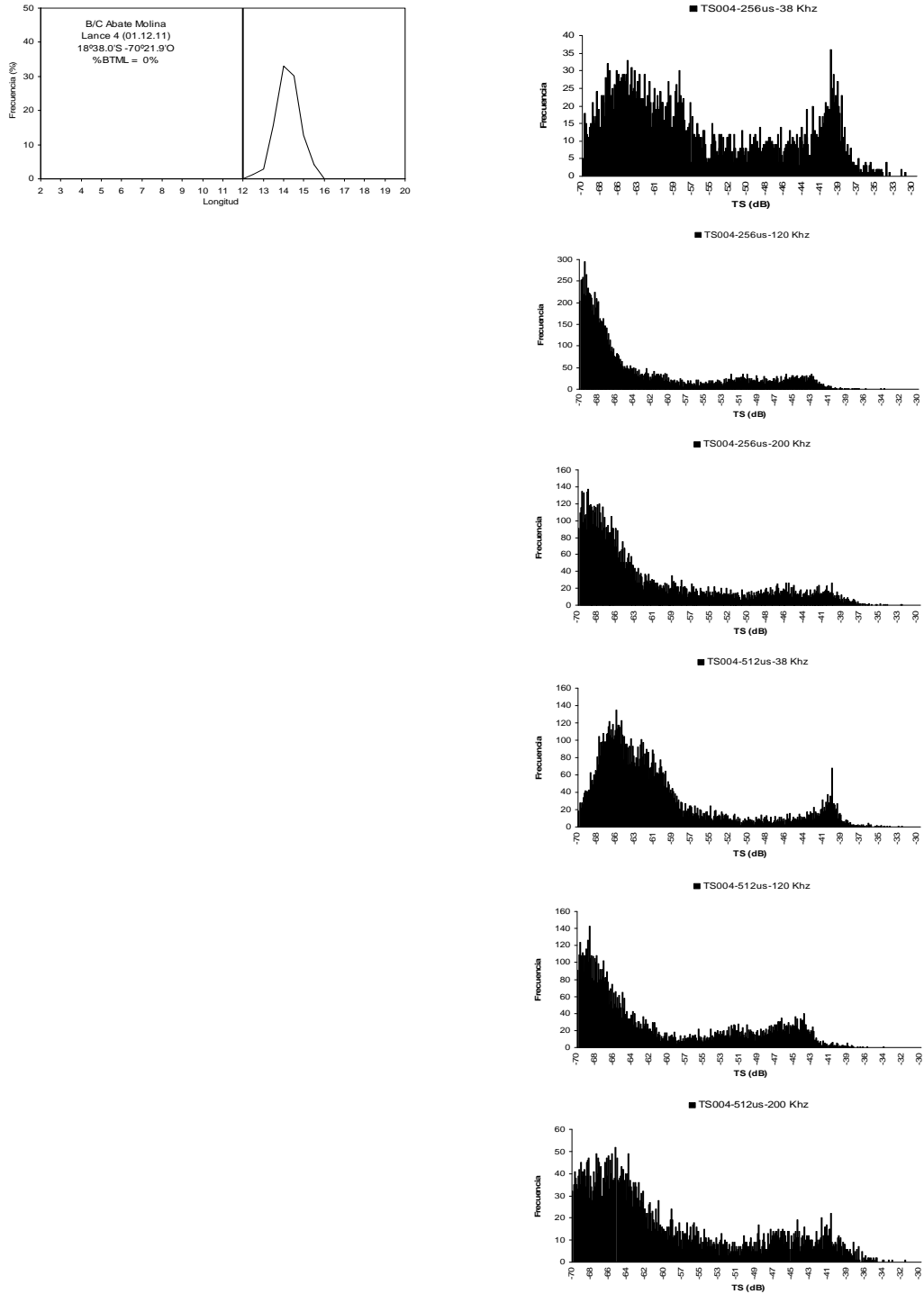


Figura 70. Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

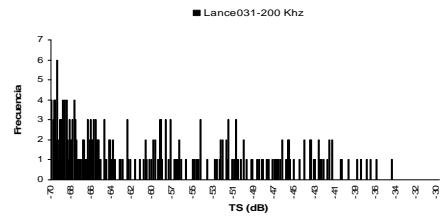
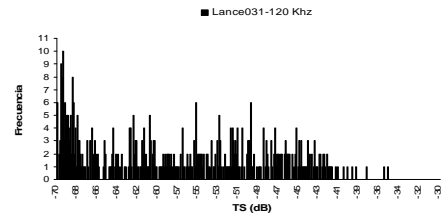
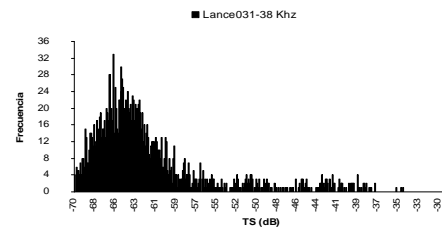
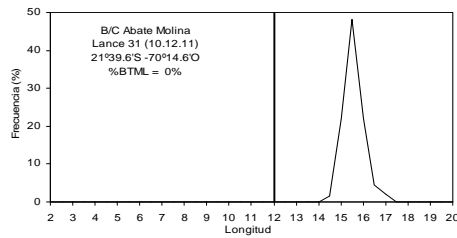
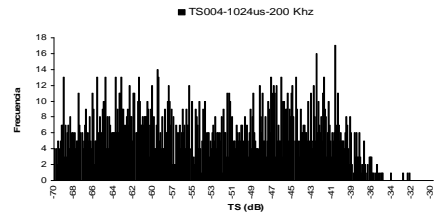
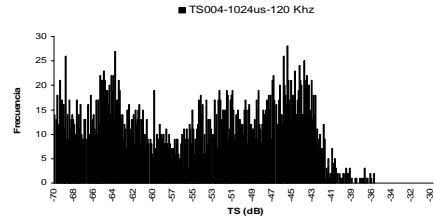
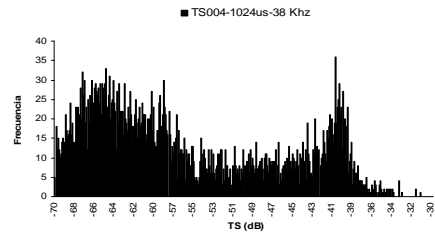
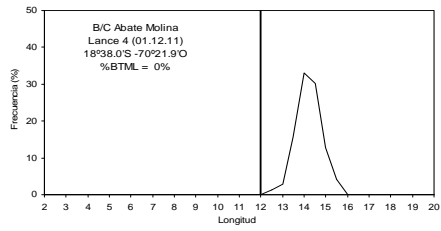


Figura 70. (Cont.) Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

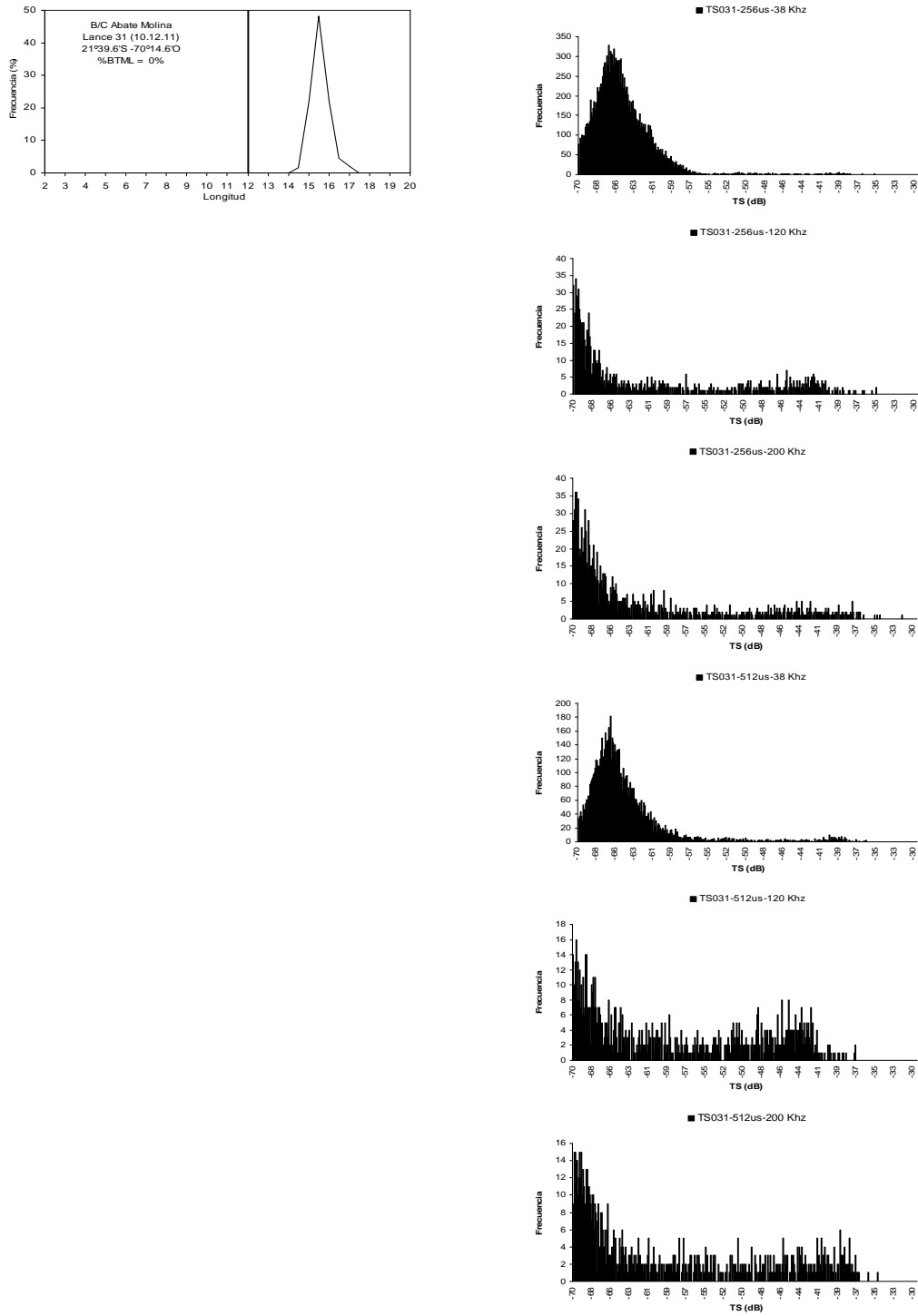


Figura 70. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

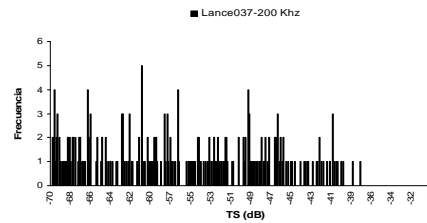
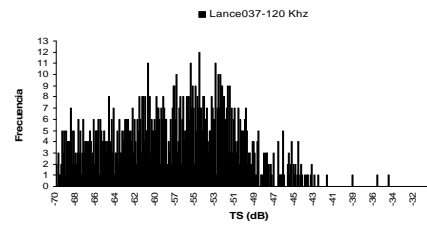
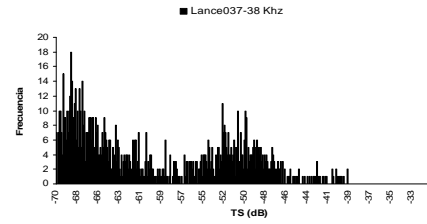
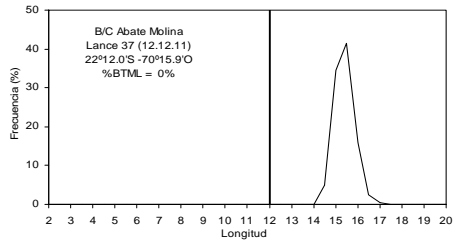
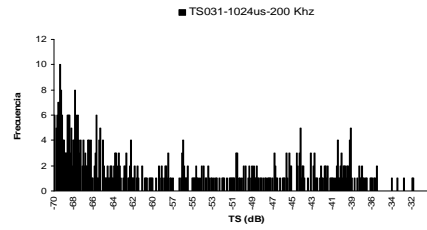
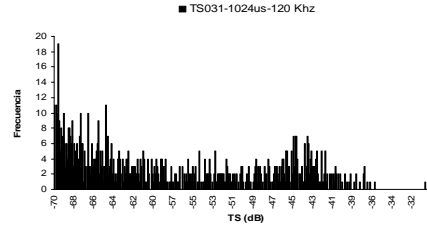
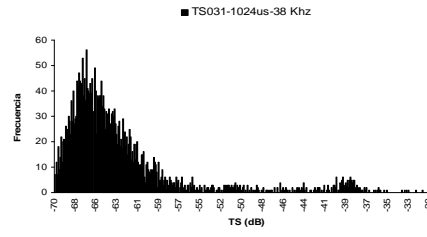
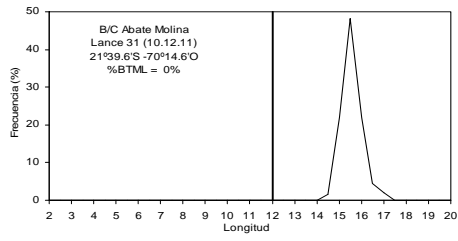


Figura 70 (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 112.

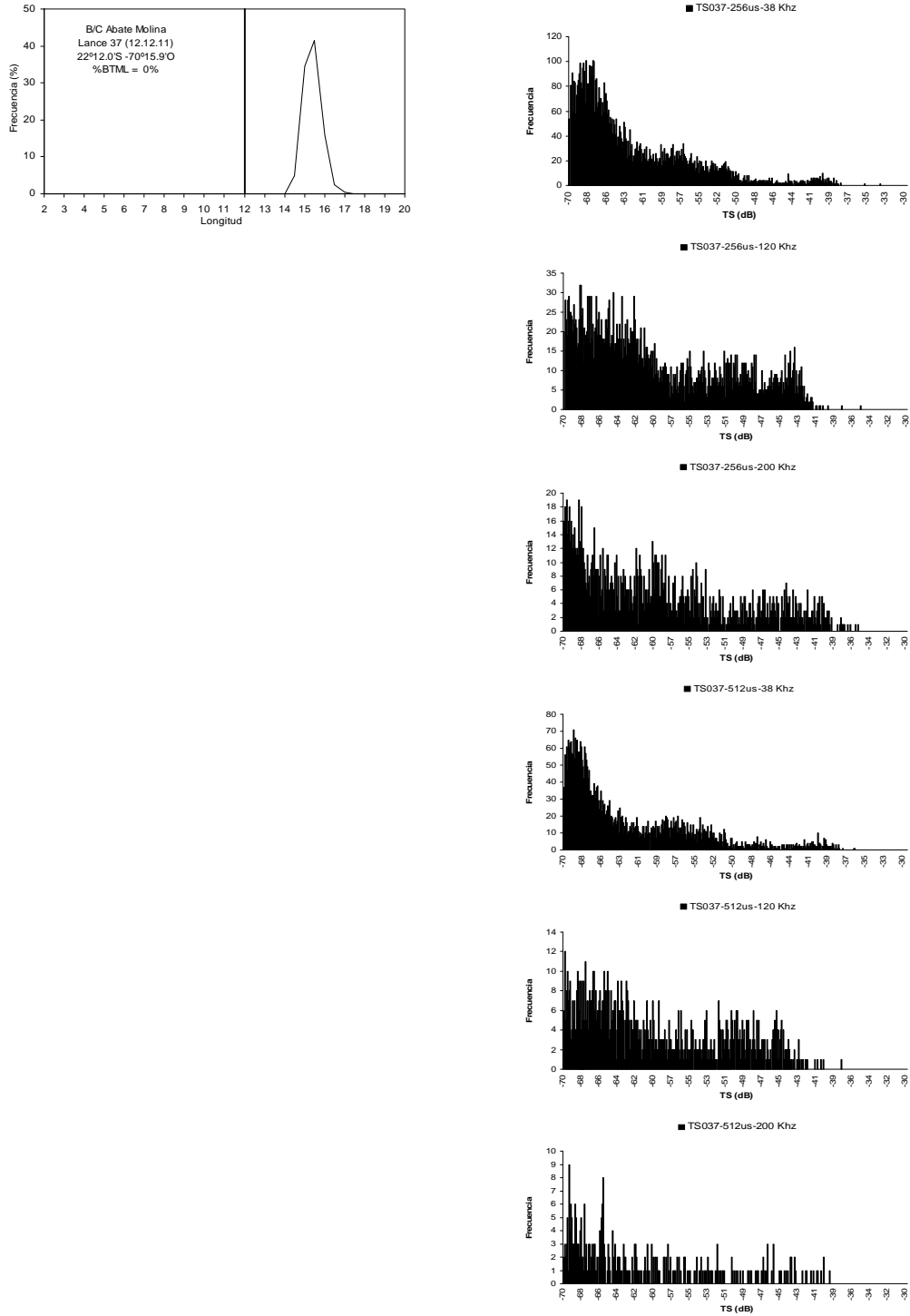


Figura 70. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

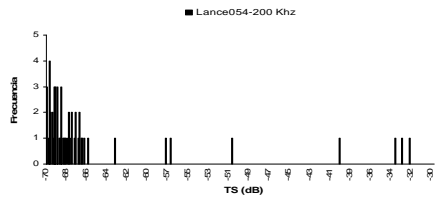
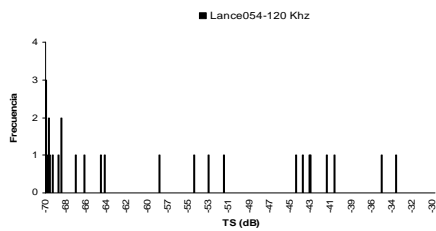
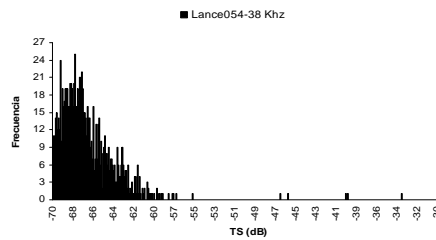
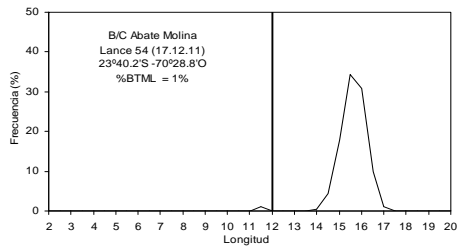
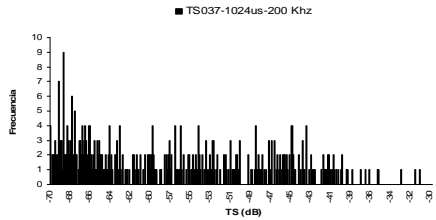
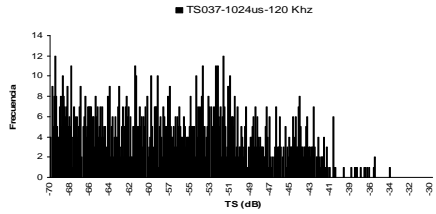
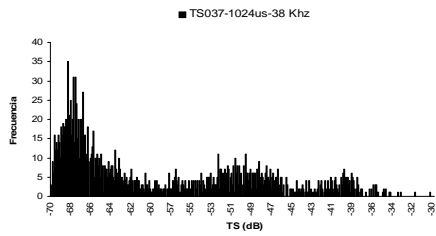
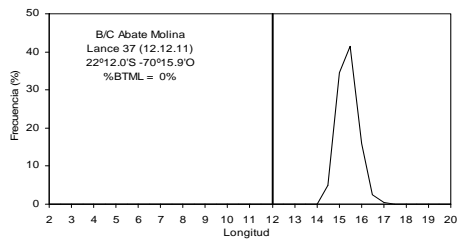


Figura 70. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

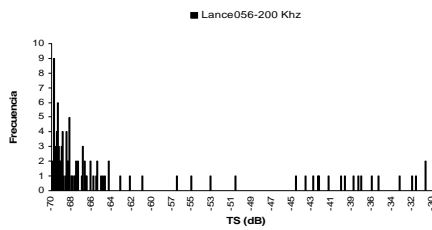
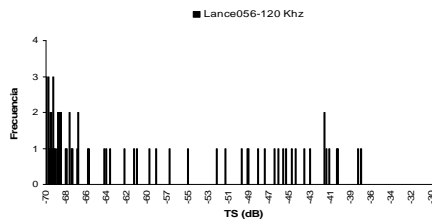
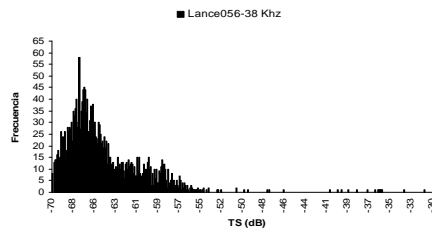
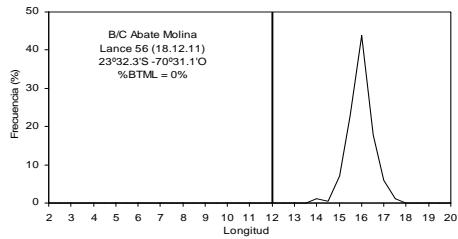
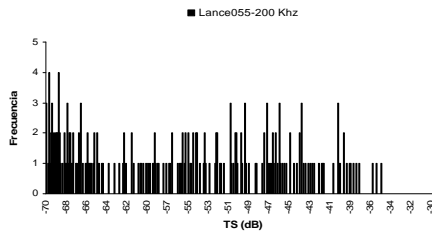
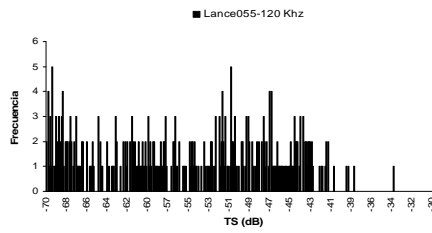
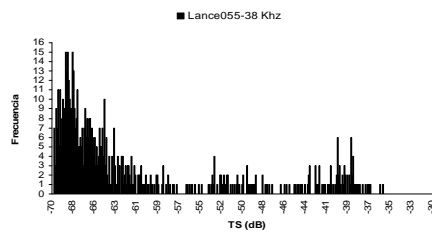
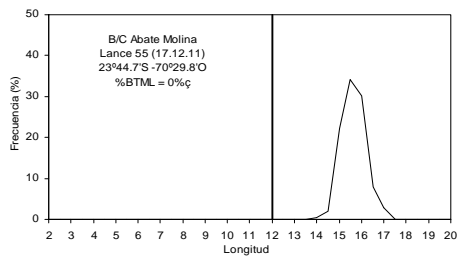


Figura 70. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN 1112.

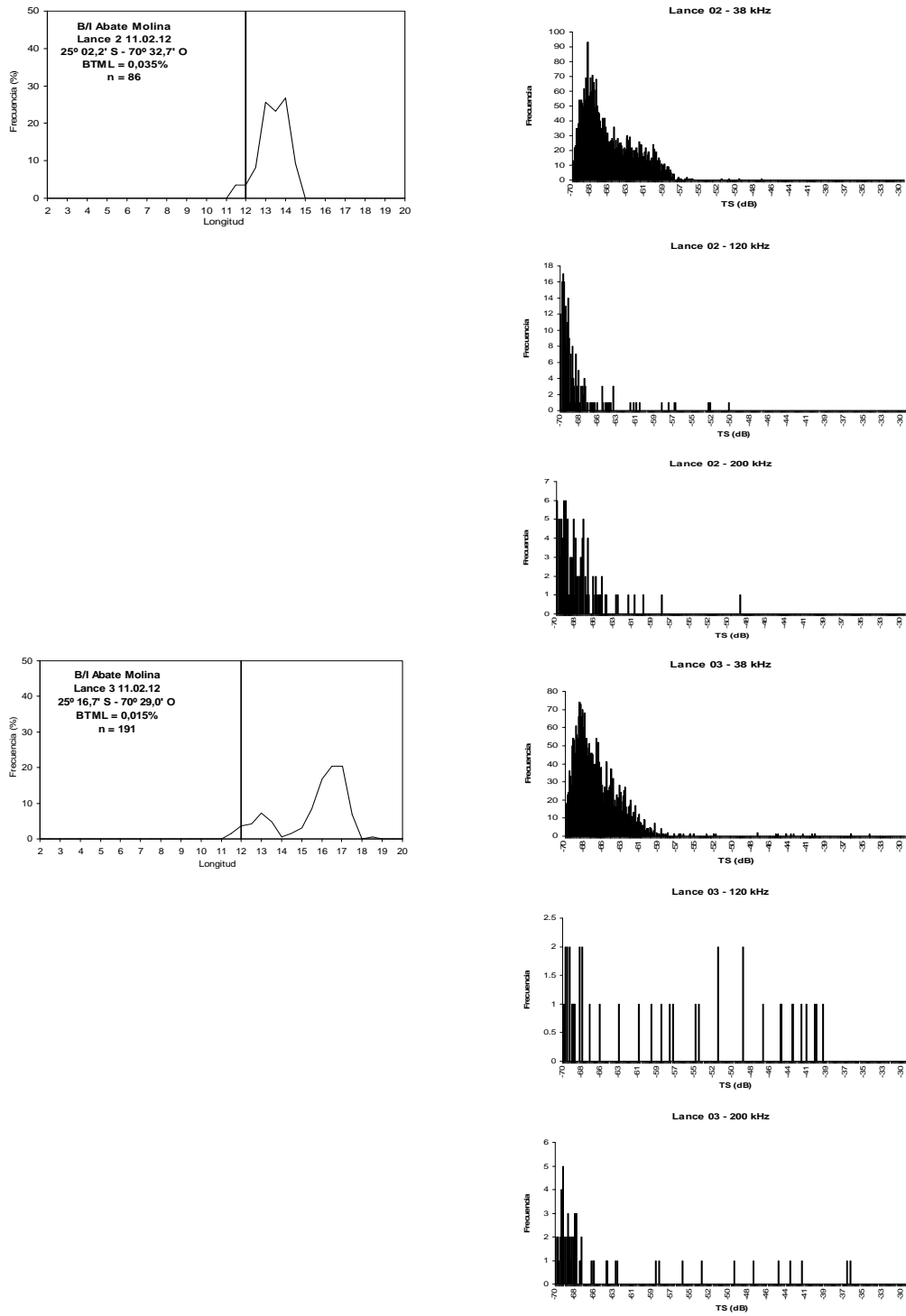


Figura 71. Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

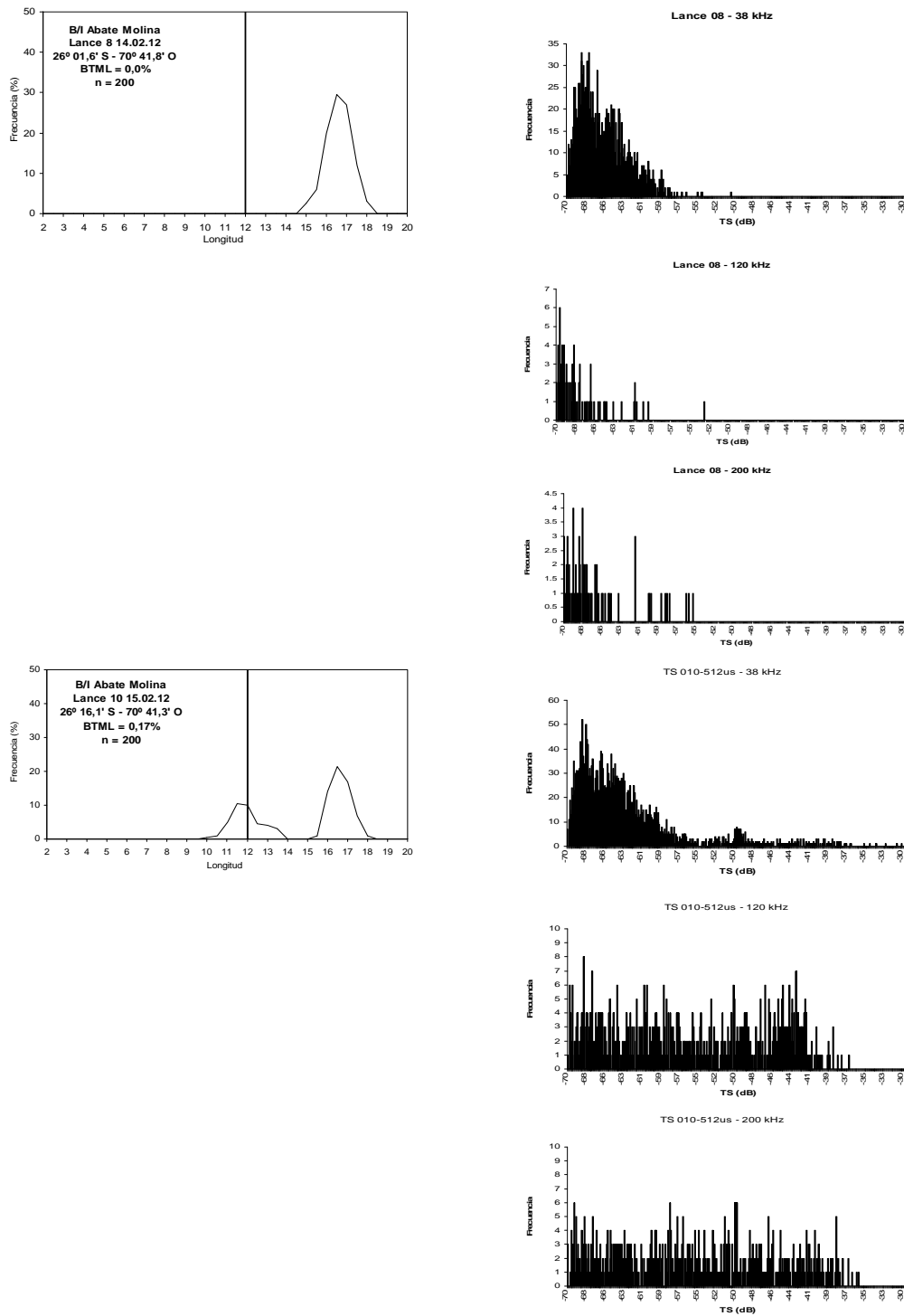


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

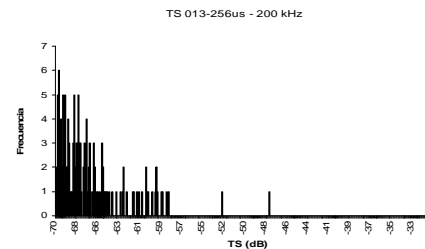
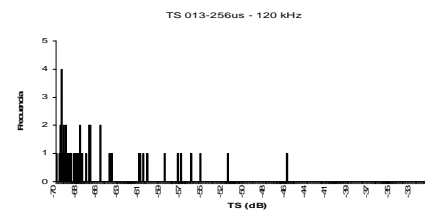
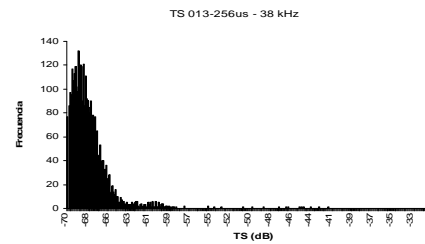
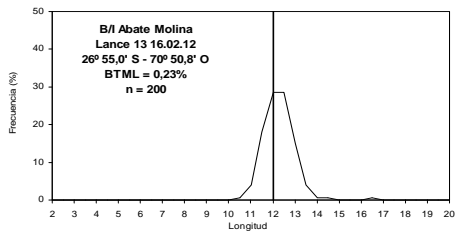
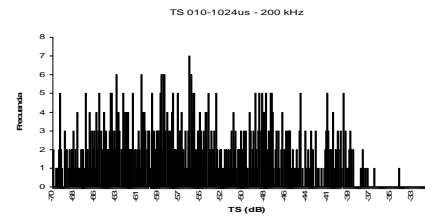
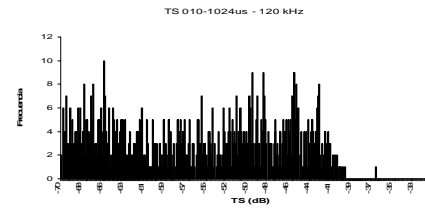
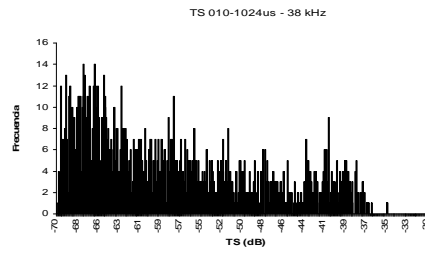
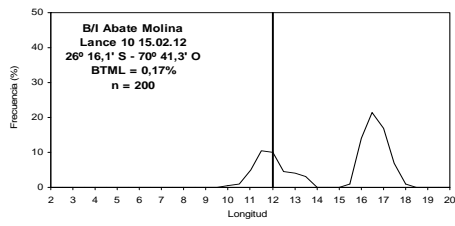


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

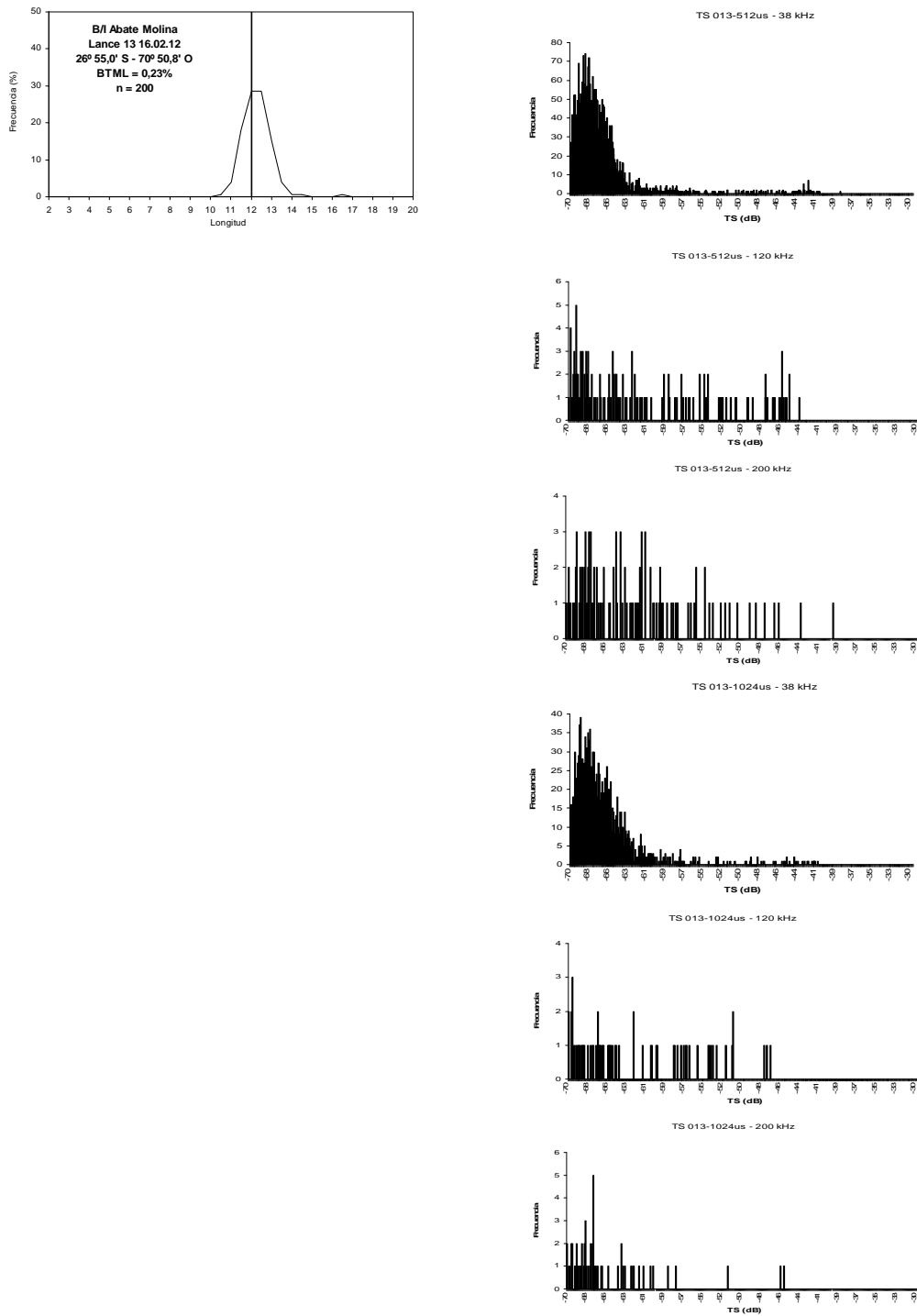


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

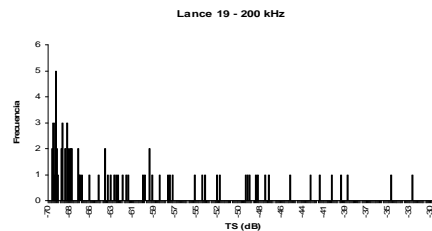
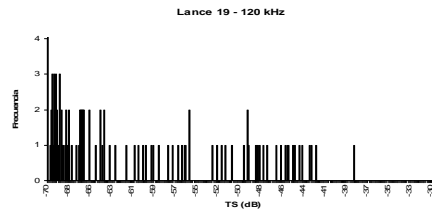
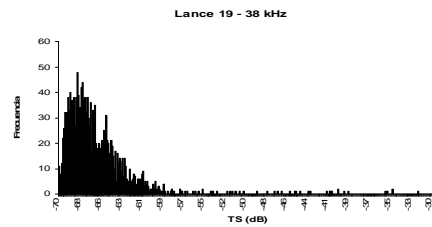
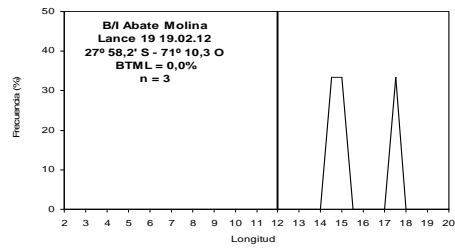
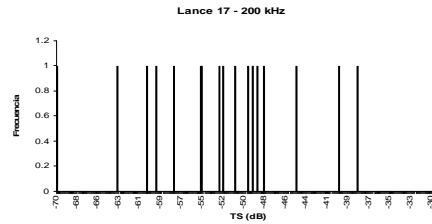
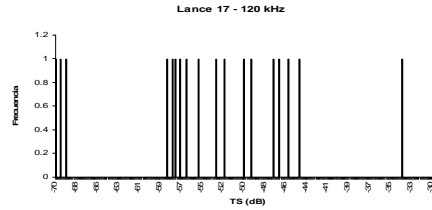
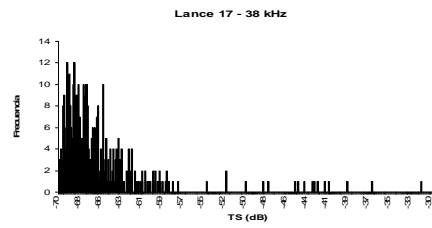
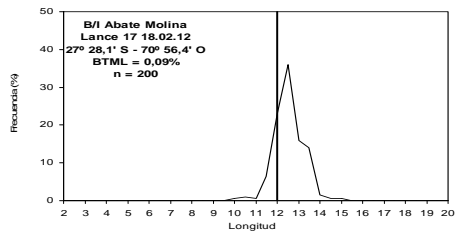


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

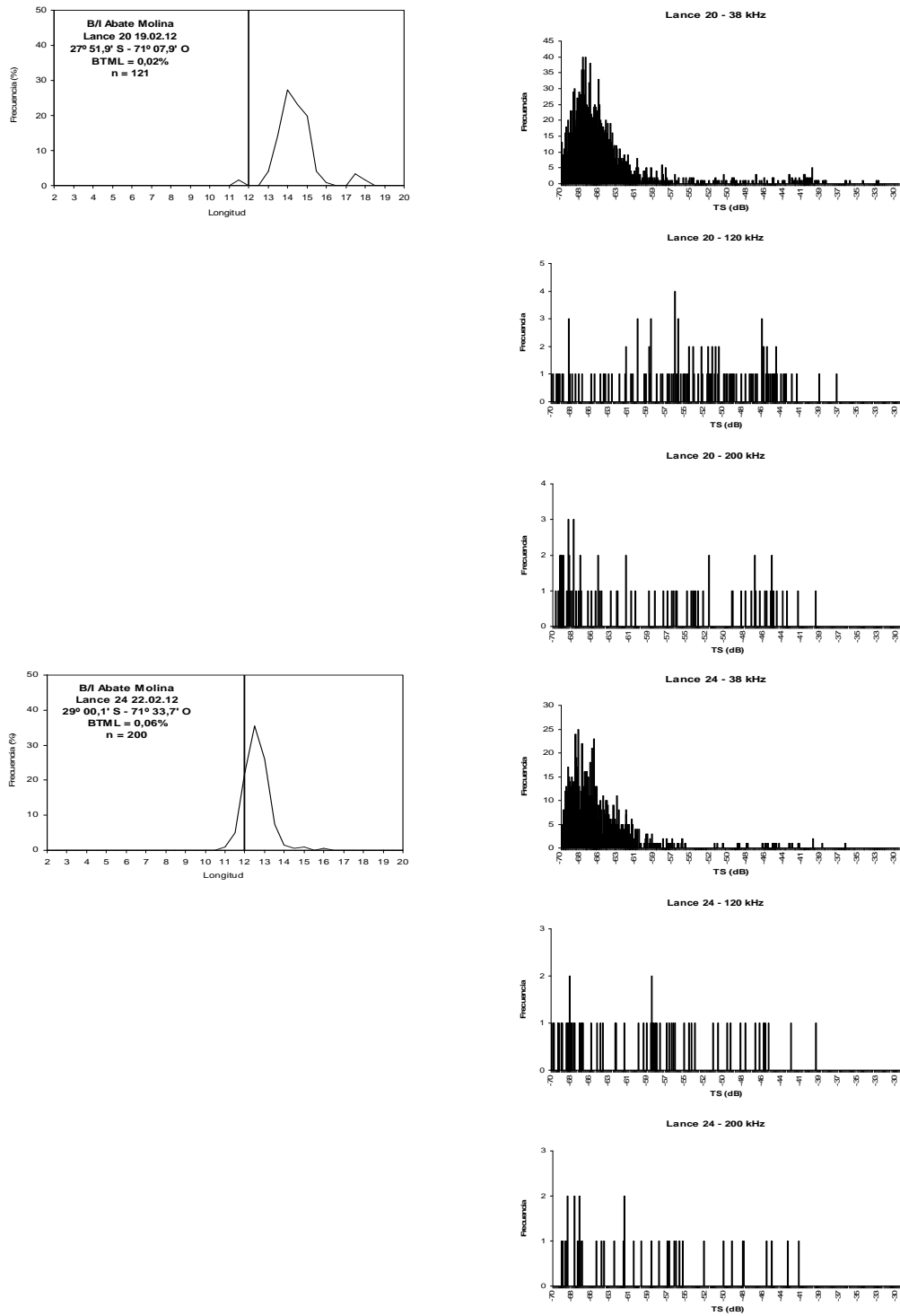


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

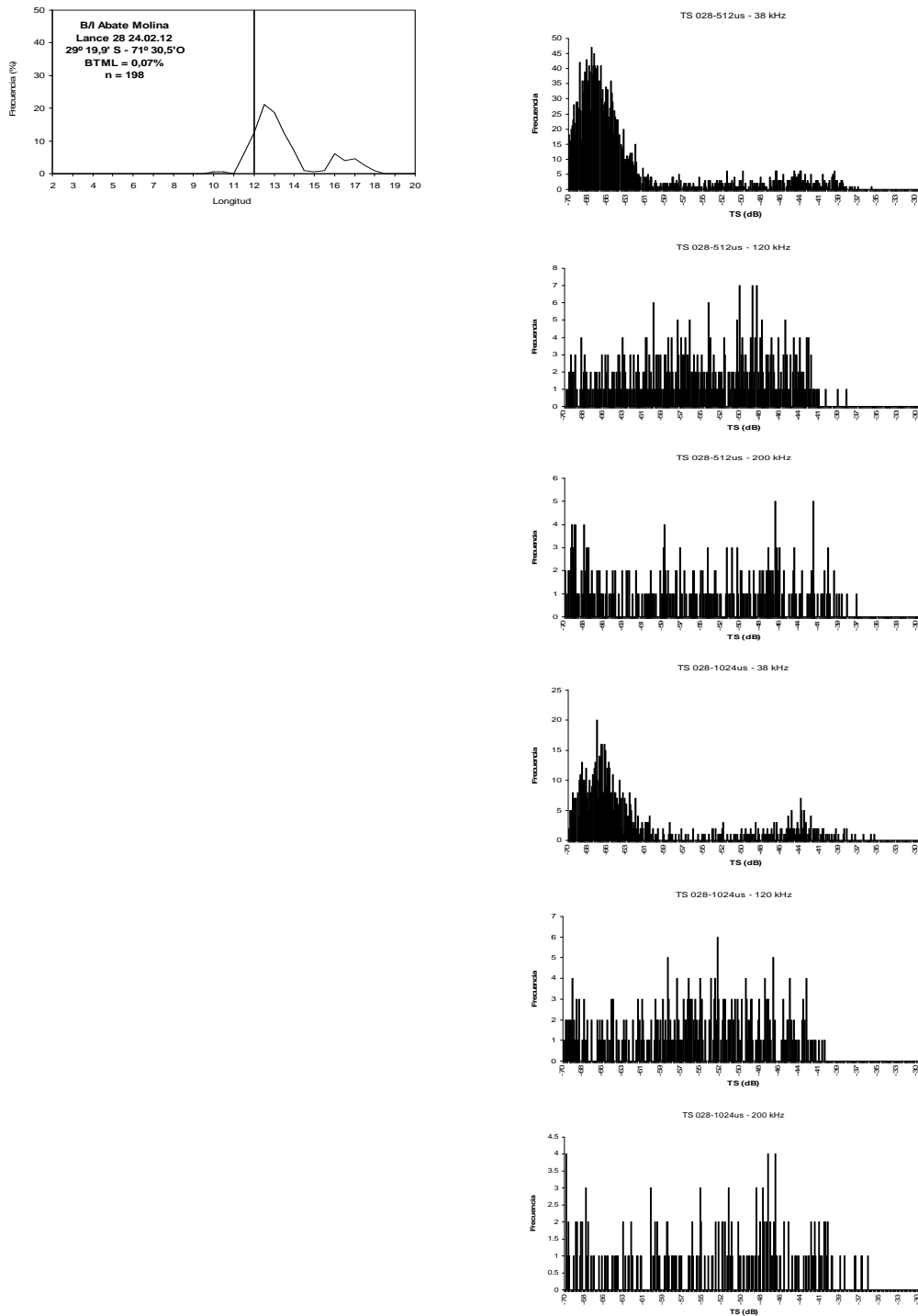


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

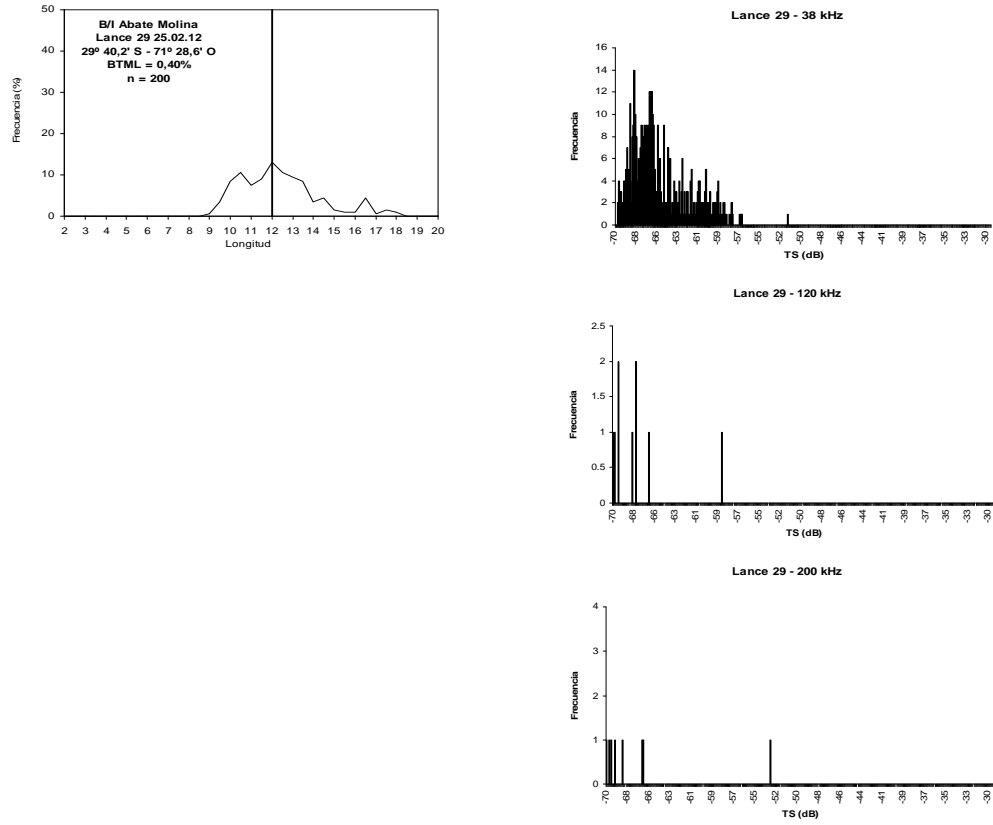


Figura 71. (Cont.). Histogramas de frecuencia de talla y de TS de los lances de anchoveta seleccionados. Crucero RECLAN34 1202.

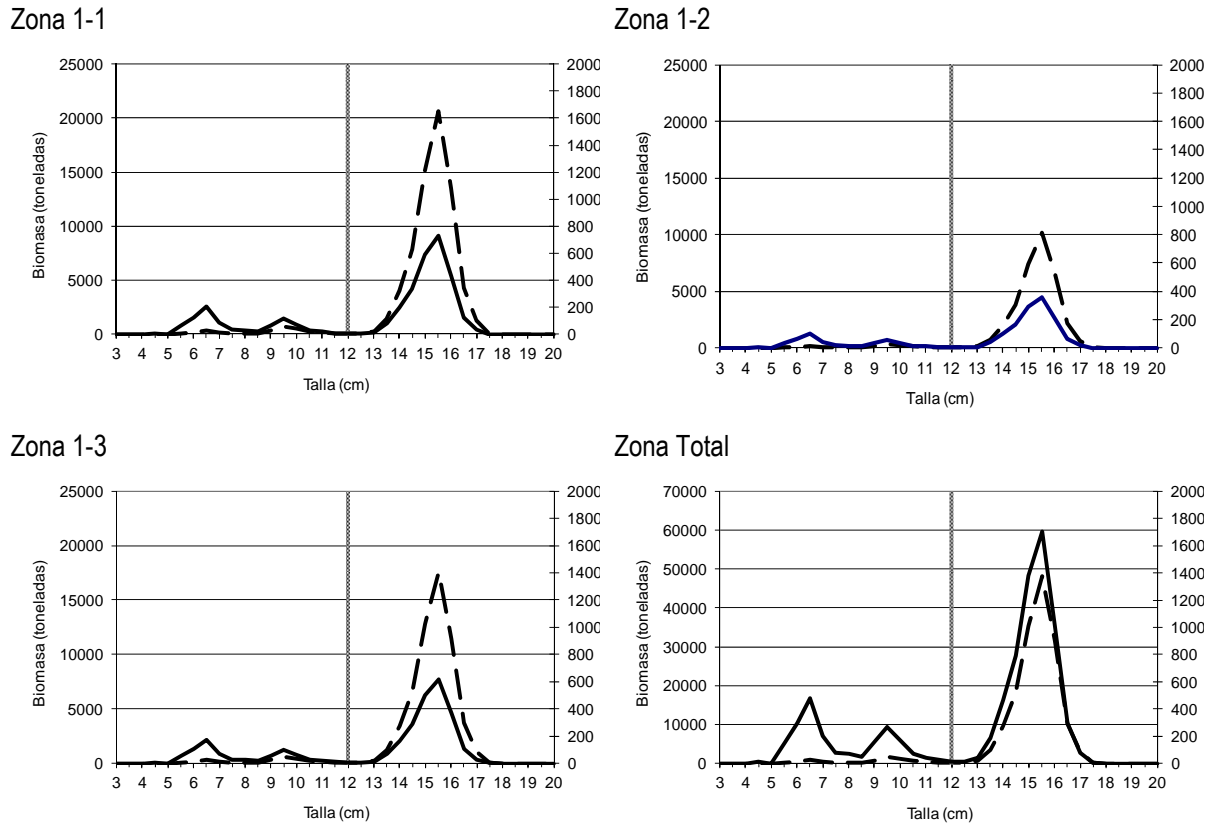


Figura 72. Abundancia (—)(millones de ejemplares) y biomasa (- - -)(toneladas) de anchoveta a la talla entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112.

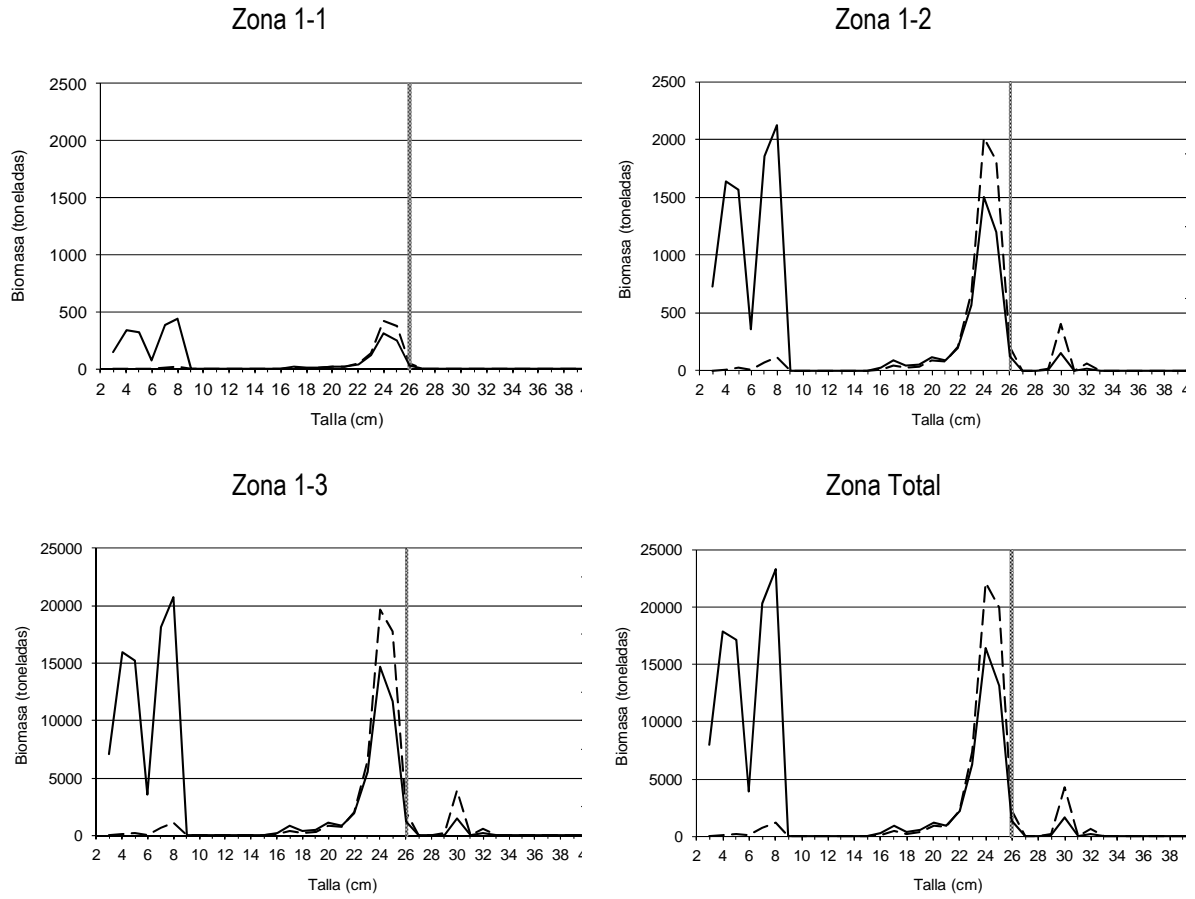


Figura 73. Abundancia (—) (millones de ejemplares) y biomasa (---) (toneladas) de jurel a la talla entre Arica (XV Región) y punta Buitre (II Región) en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112.

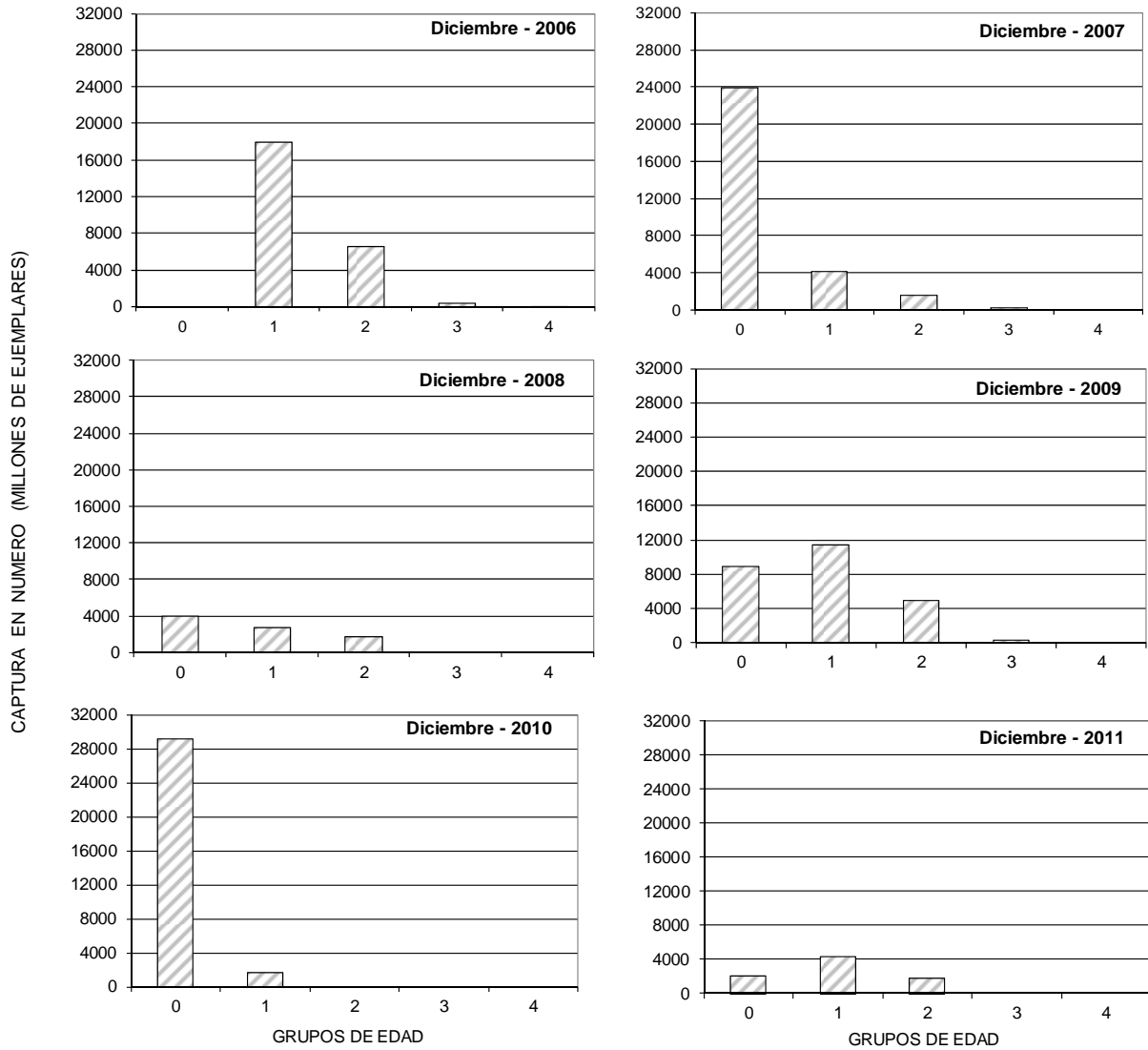
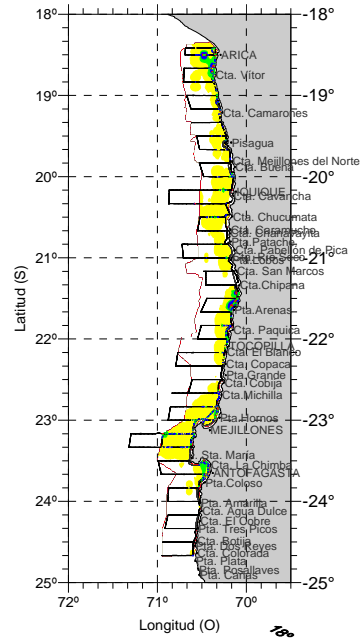


Figura 74. Composici3n de captura en n3mero por grupo de edad de anchoveta Cruceros de evaluaci3n hidroac3stica Zona Norte (XV, I y II regi3n), 2006 al 2011.



(a) Anchoveta



(b) Jurel

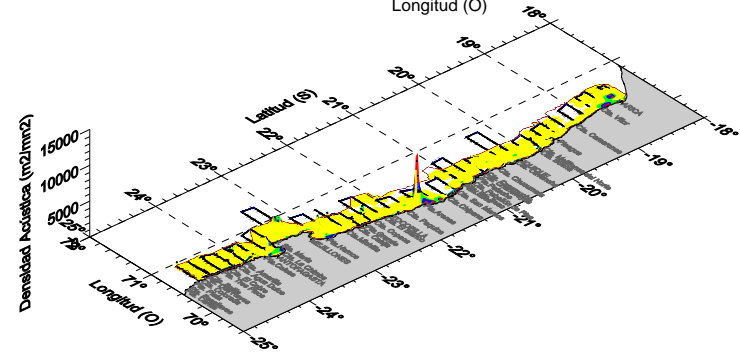
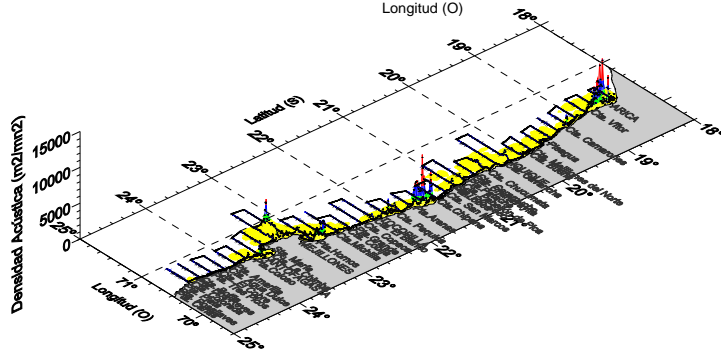
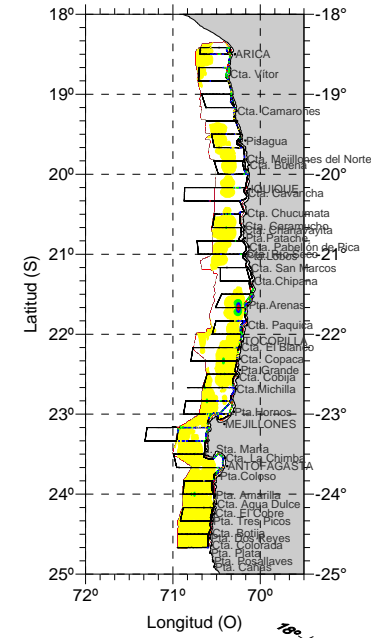
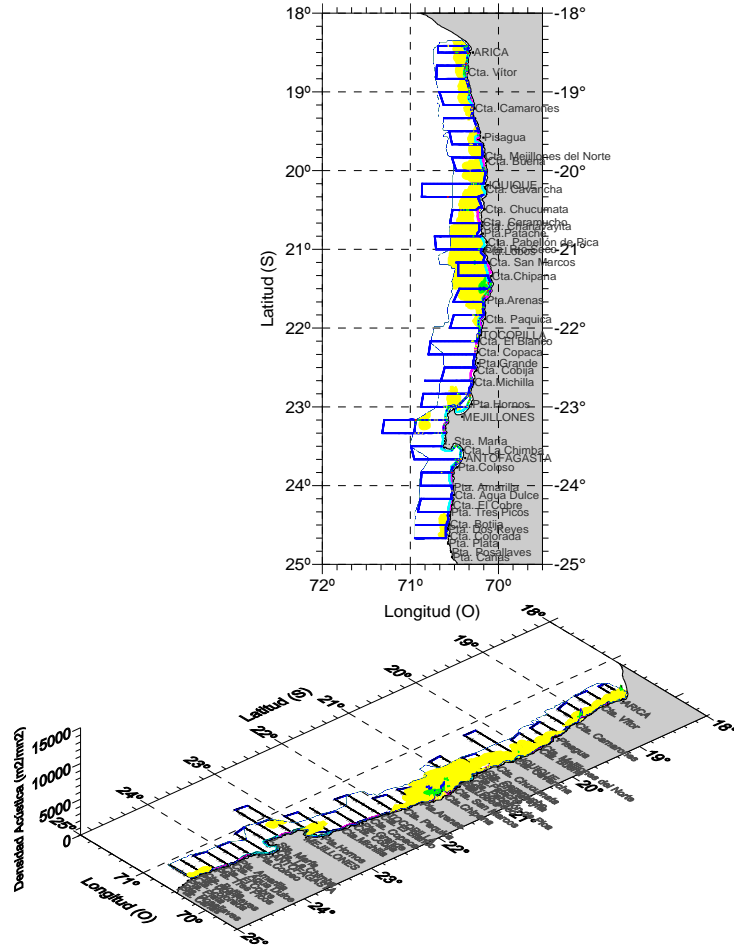


Figura 75. Distribución espacial de anchoveta (a) y jurel (b) entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112.



(a)



(b)

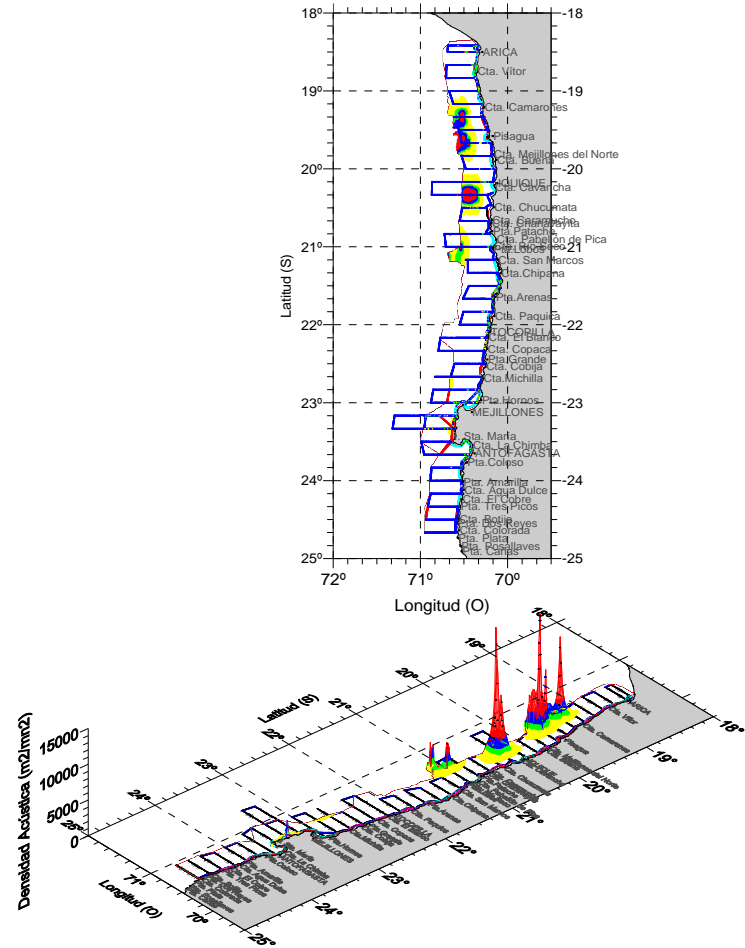


Figura 76. Distribución espacial de medusa (a) y vicinguerria (b) entre Arica y punta Buitre en la primavera del 2011. Crucero RECLAN152 1112.

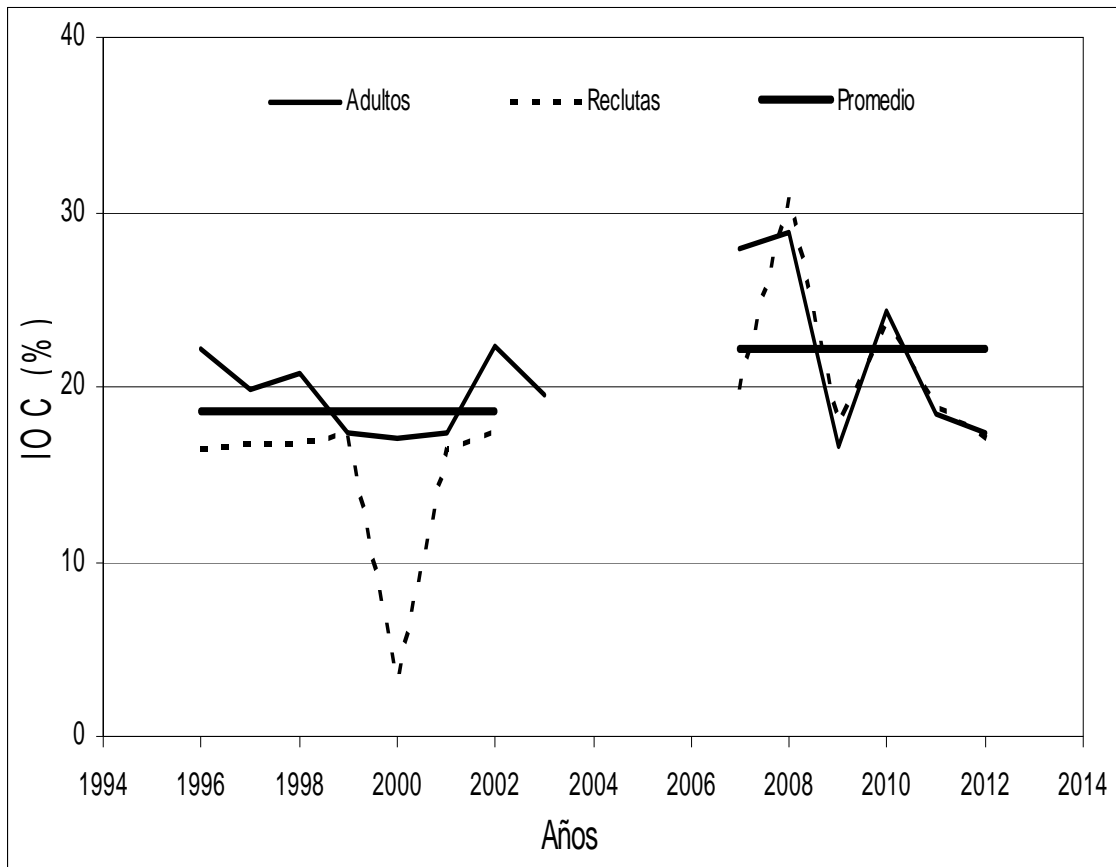


Figura 77. Indices de ocupaci3n (IOC) de las distribuciones de anchoveta. Per3odo 1996-2012.

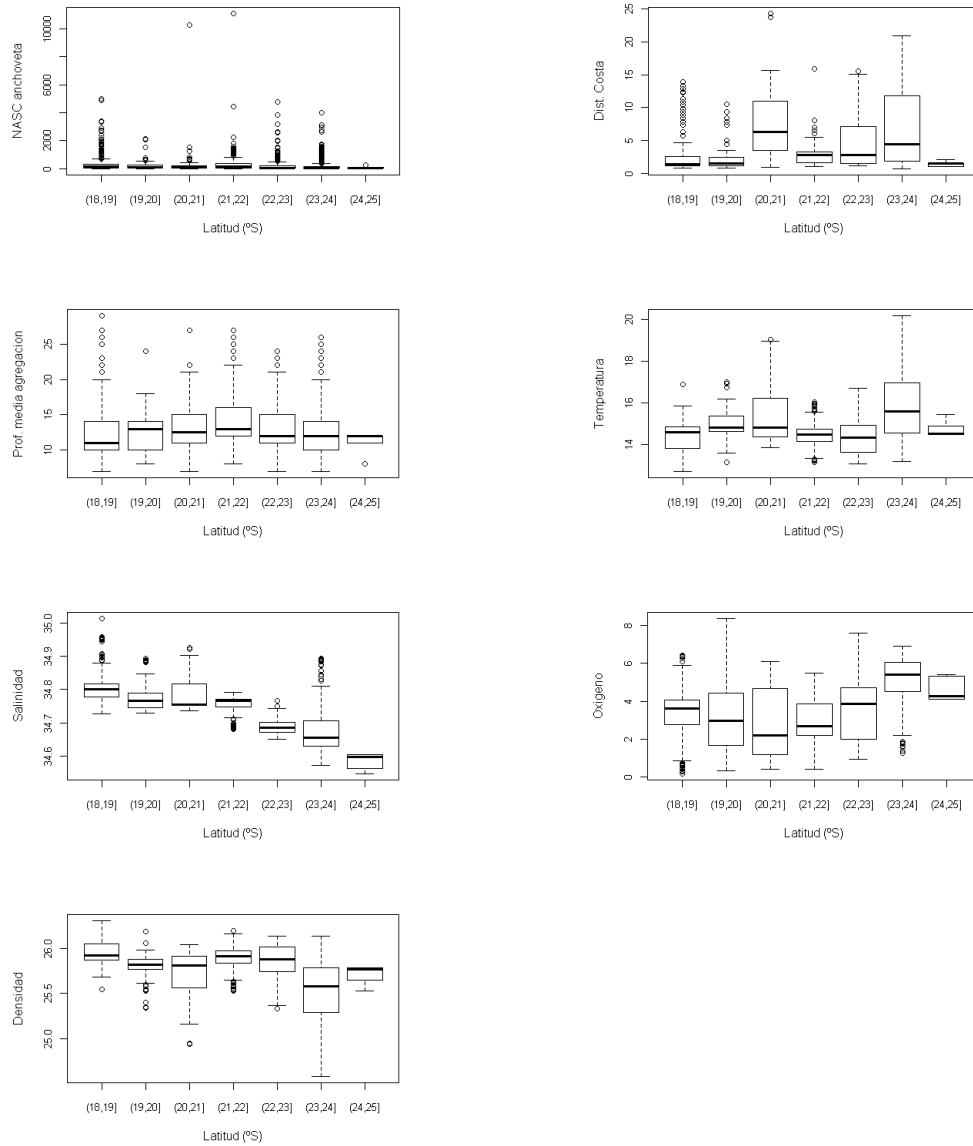


Figura 78. Box plot de la densidad acústica de anchoveta, distancia de costa (mn), profundidad media de las agregaciones (m), temperatura (°C), salinidad (psu), oxígeno (ml/l) y densidad (sigma-t) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1112.

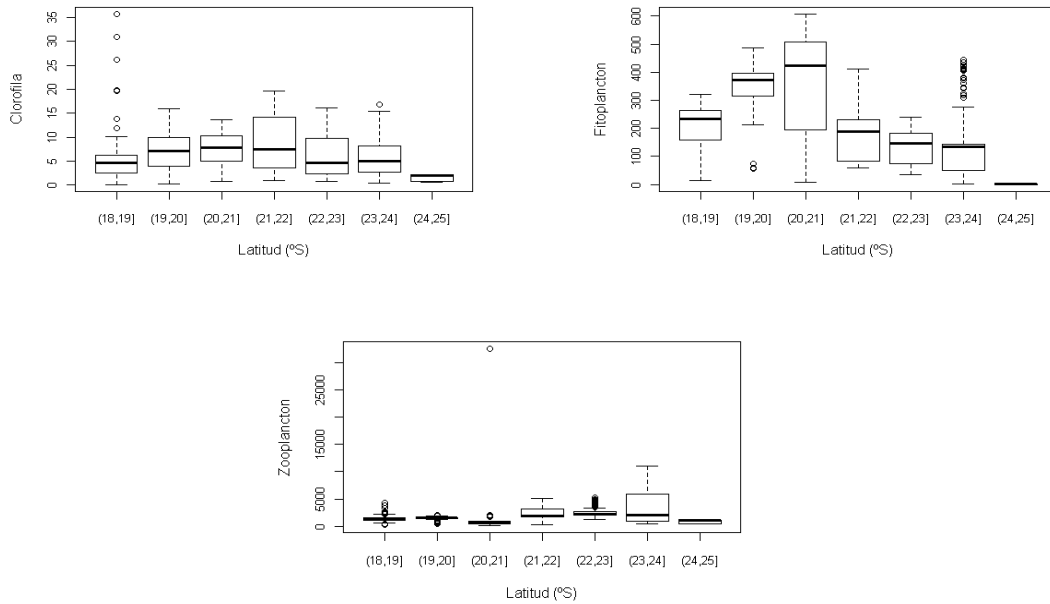


Figura 79. Box plot de las variables clorofila (mg/m^2), fitoplancton (cel/ml) y zooplancton (ind/m^3) relacionadas con anchoveta. Crucero RECLAN 1112.

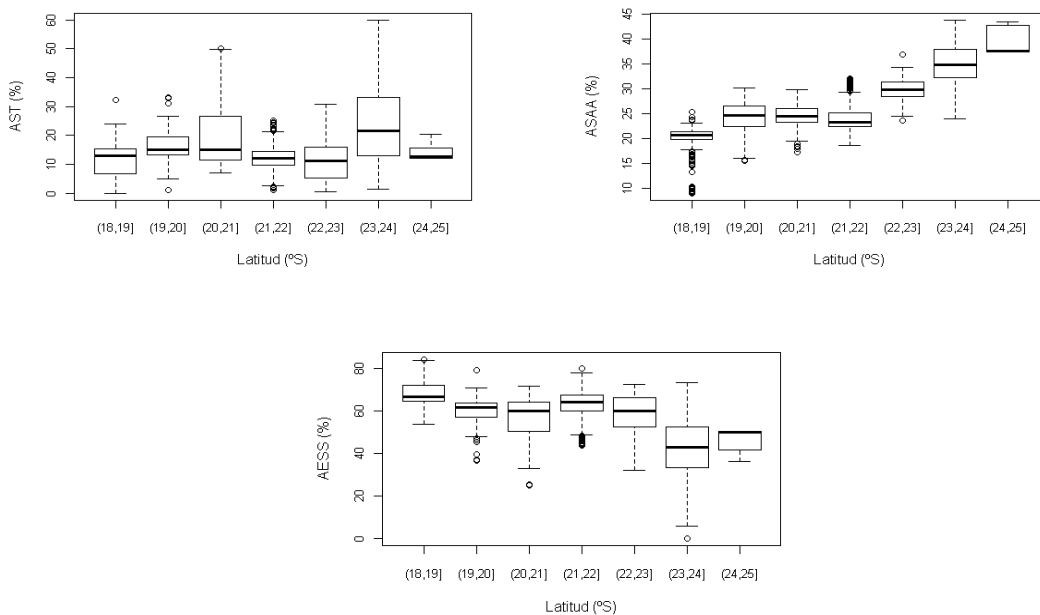


Figura 80. Distribución latitudinal de las masas de agua: Agua Subantártica (ASAA), Agua Subtropical (AST) y Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS). Crucero RECLAN 1112.

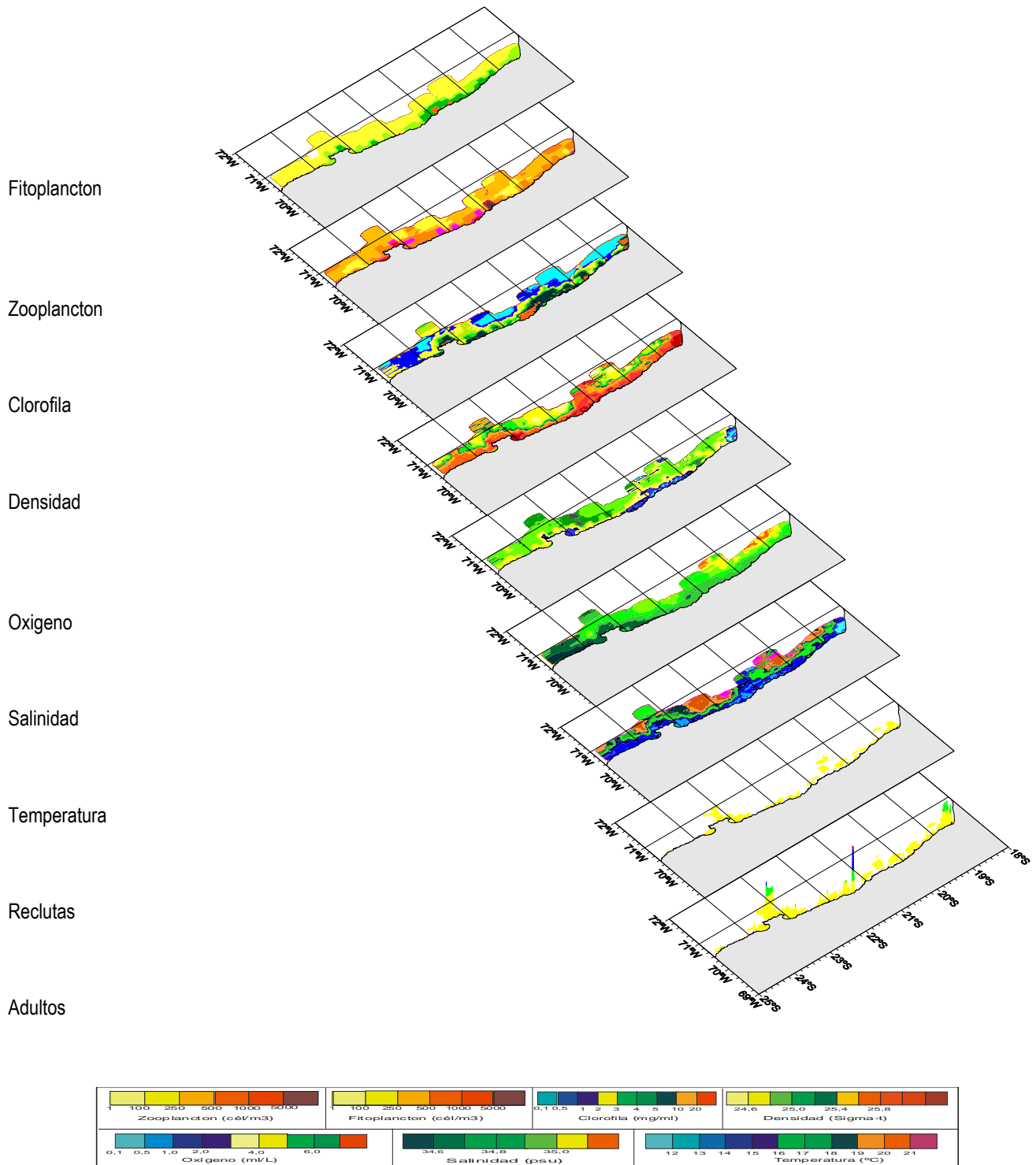


Figura 81. Distribuci3n espacial de los adultos y reclutas de anchoveta y de las variables variables bio-oceanogr3ficas. Crucero RECLAN 1112.

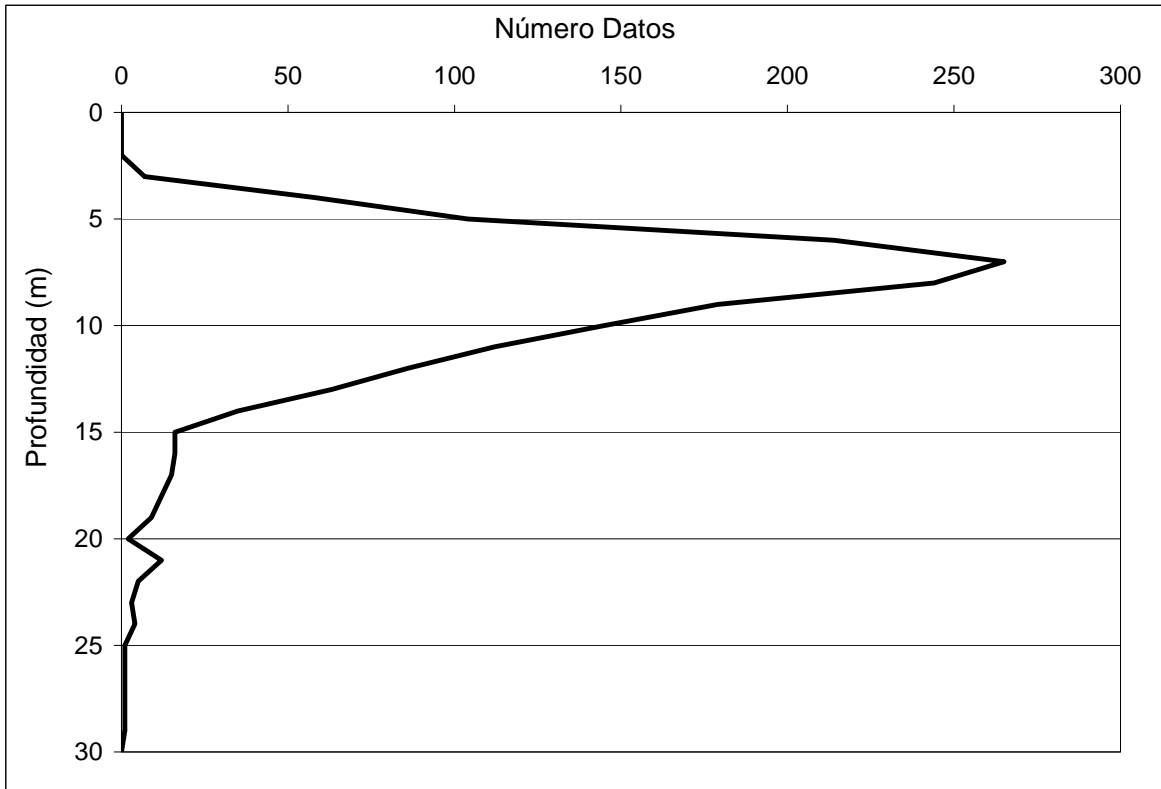


Figura 82. Distribuci3n batimétrica de la anchoveta. Crucero RECLAN 1112.

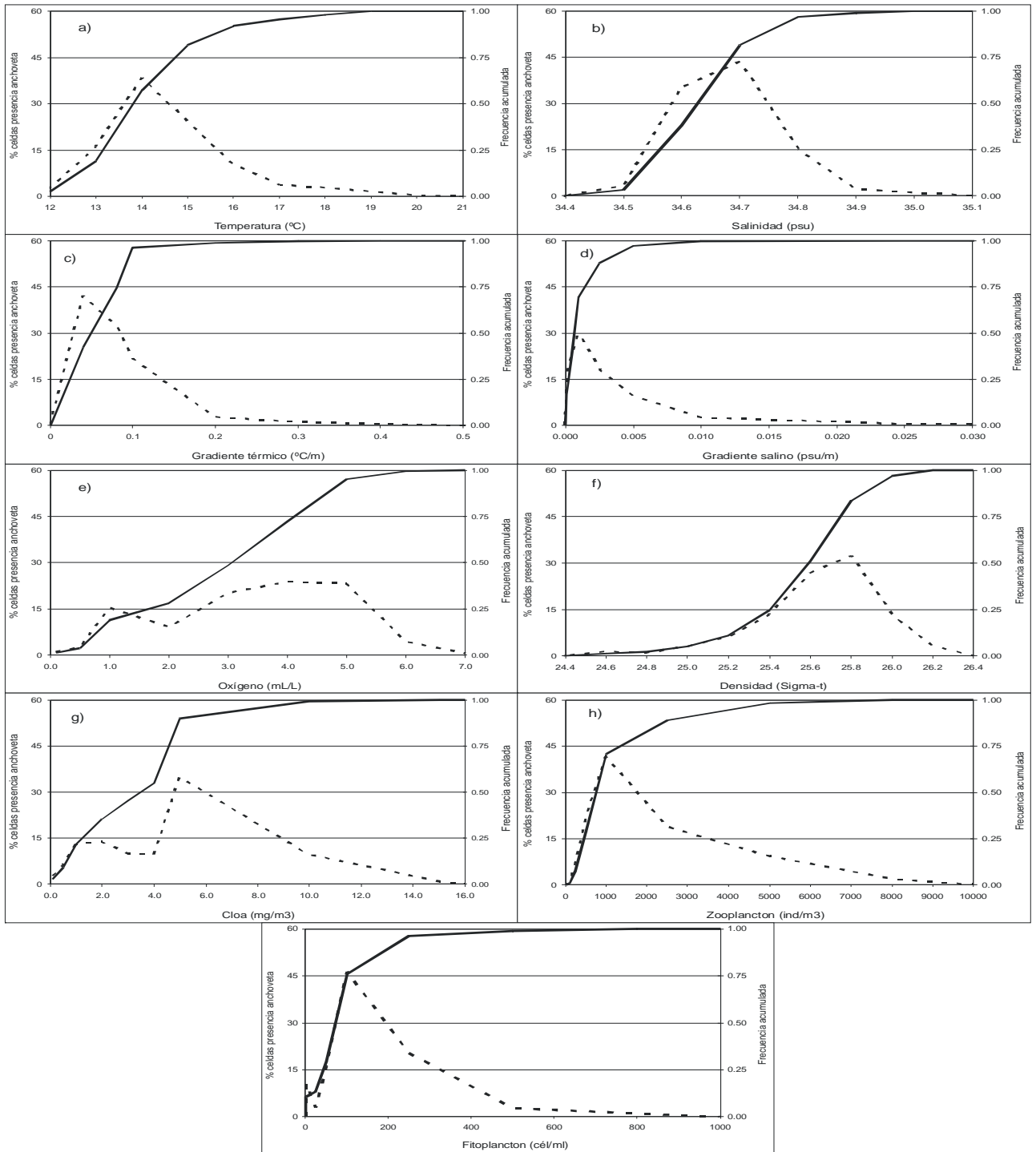


Figura 83. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de adultos de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN 1112.

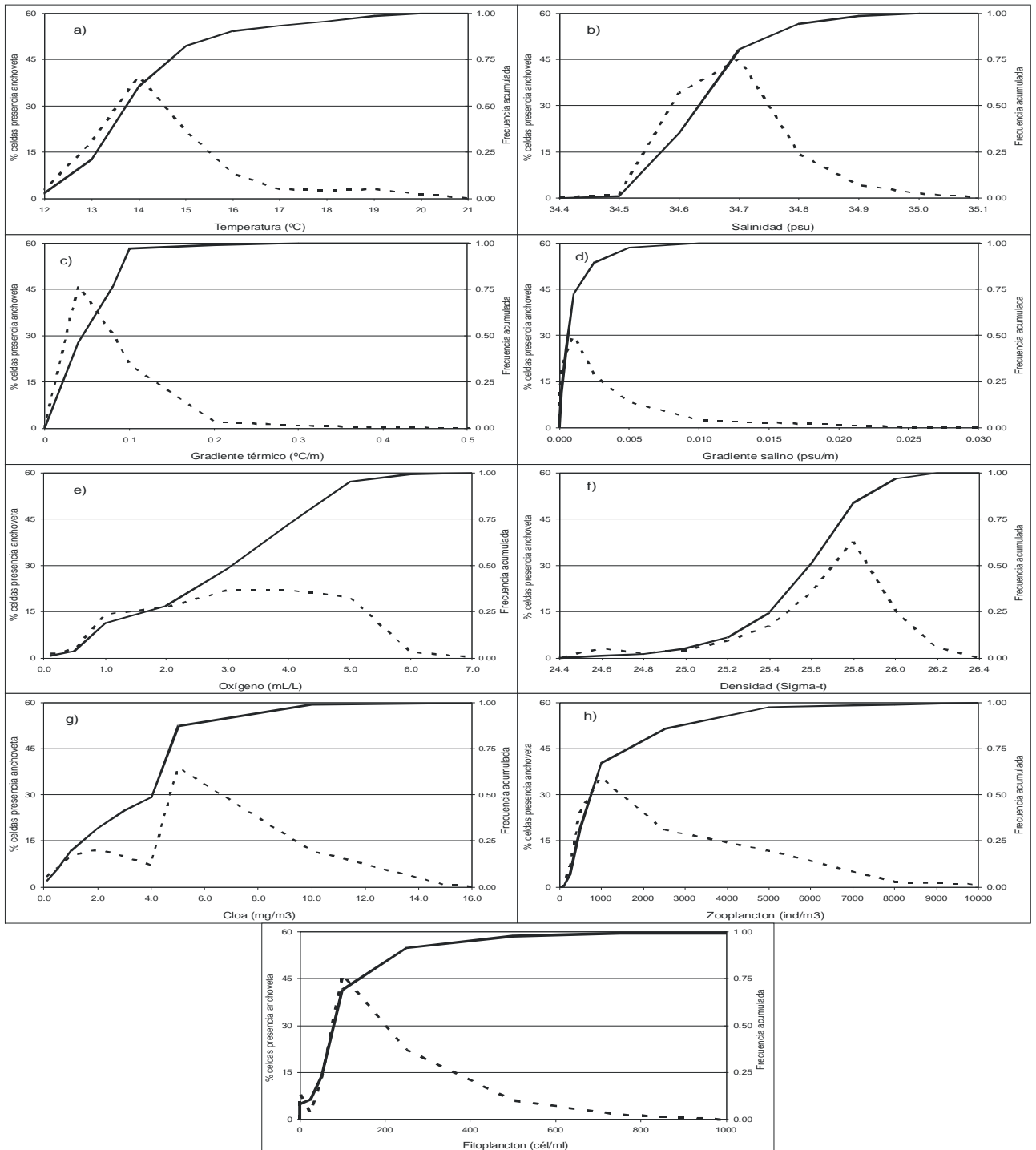


Figura 84. Frecuencia acumulada y rangos de preferencia de reclutas de anchoveta en relación a las variables bio-ceanográficas. Crucero RECLAN 1112.

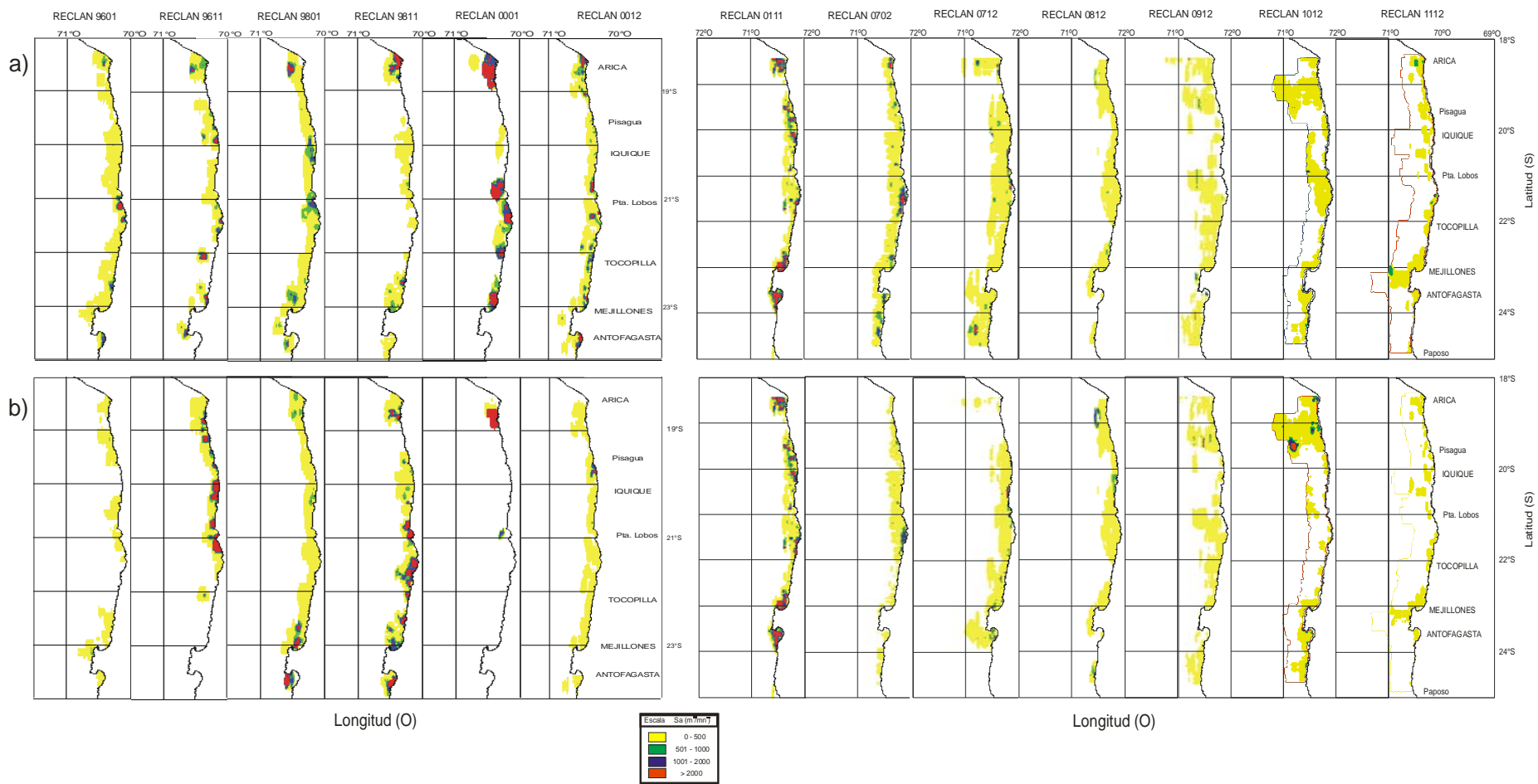


Figura 85. Distribución espacial de las distribuciones de anchoveta en la zona norte de Chile a) adultos y b) reclusas.

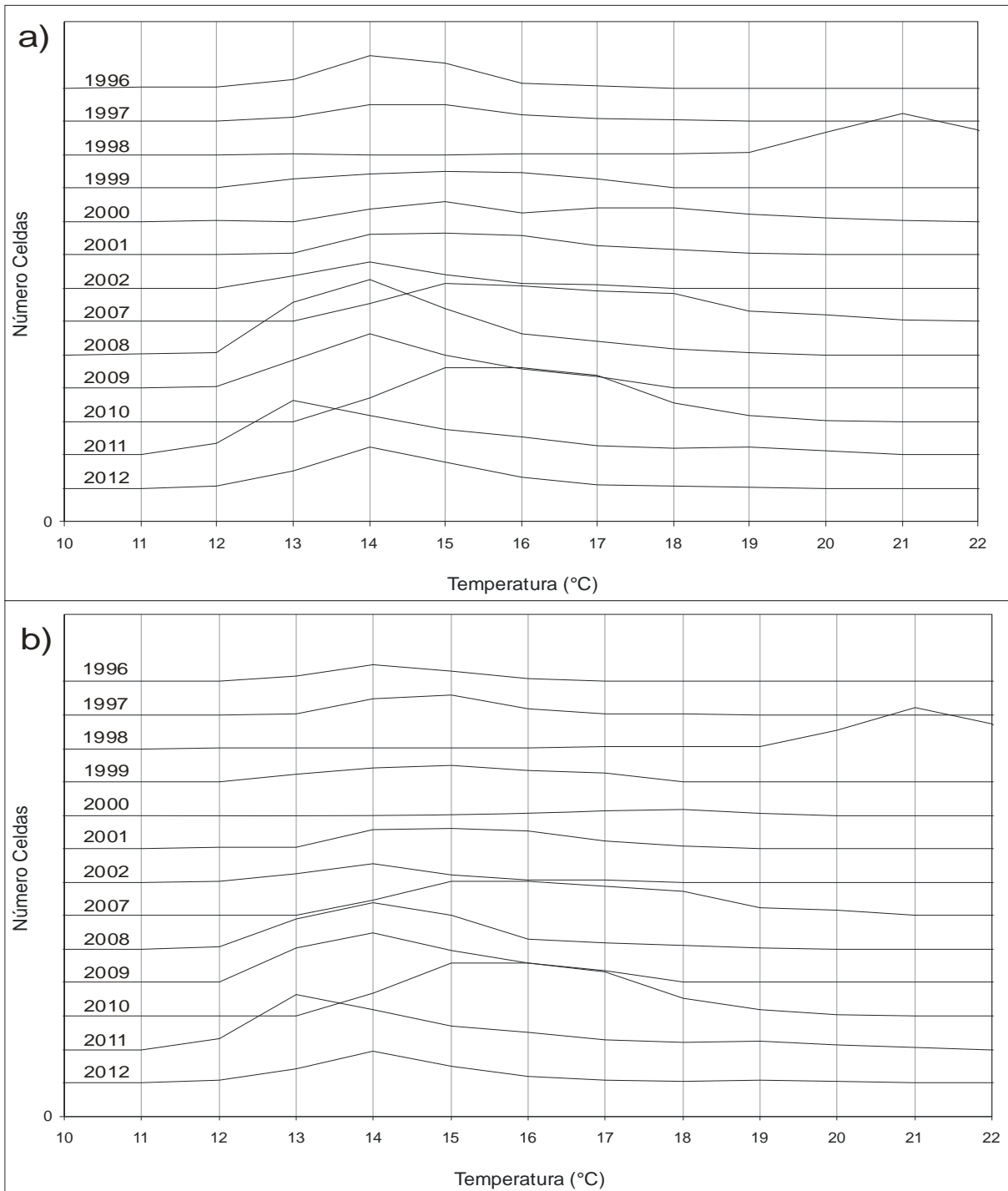


Figura 86. Rangos de distribución históricos respecto de la temperatura de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.

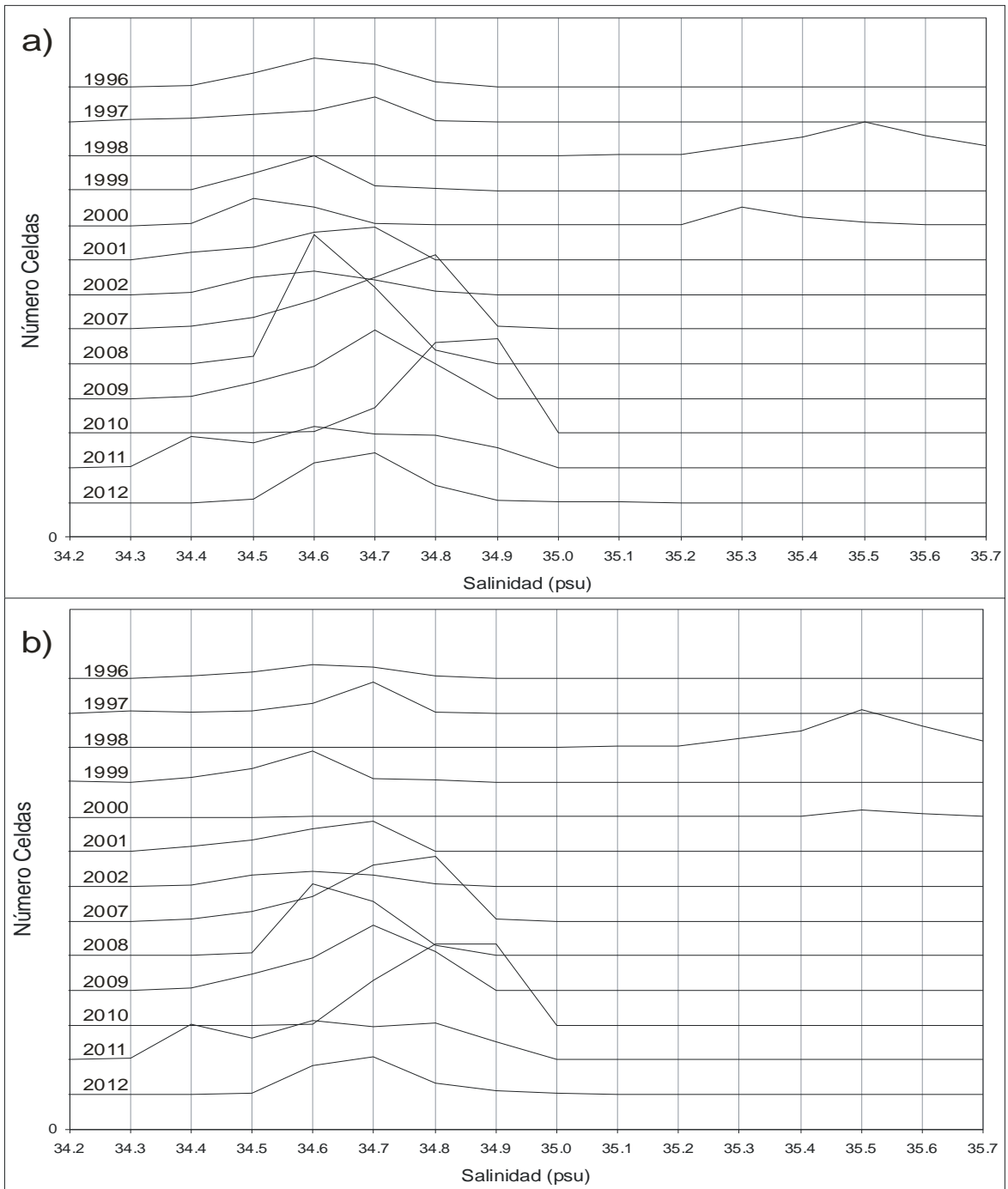


Figura 87. Rangos de distribución histórica respecto de la salinidad de a) adultos y b) reclutas de anchoveta.

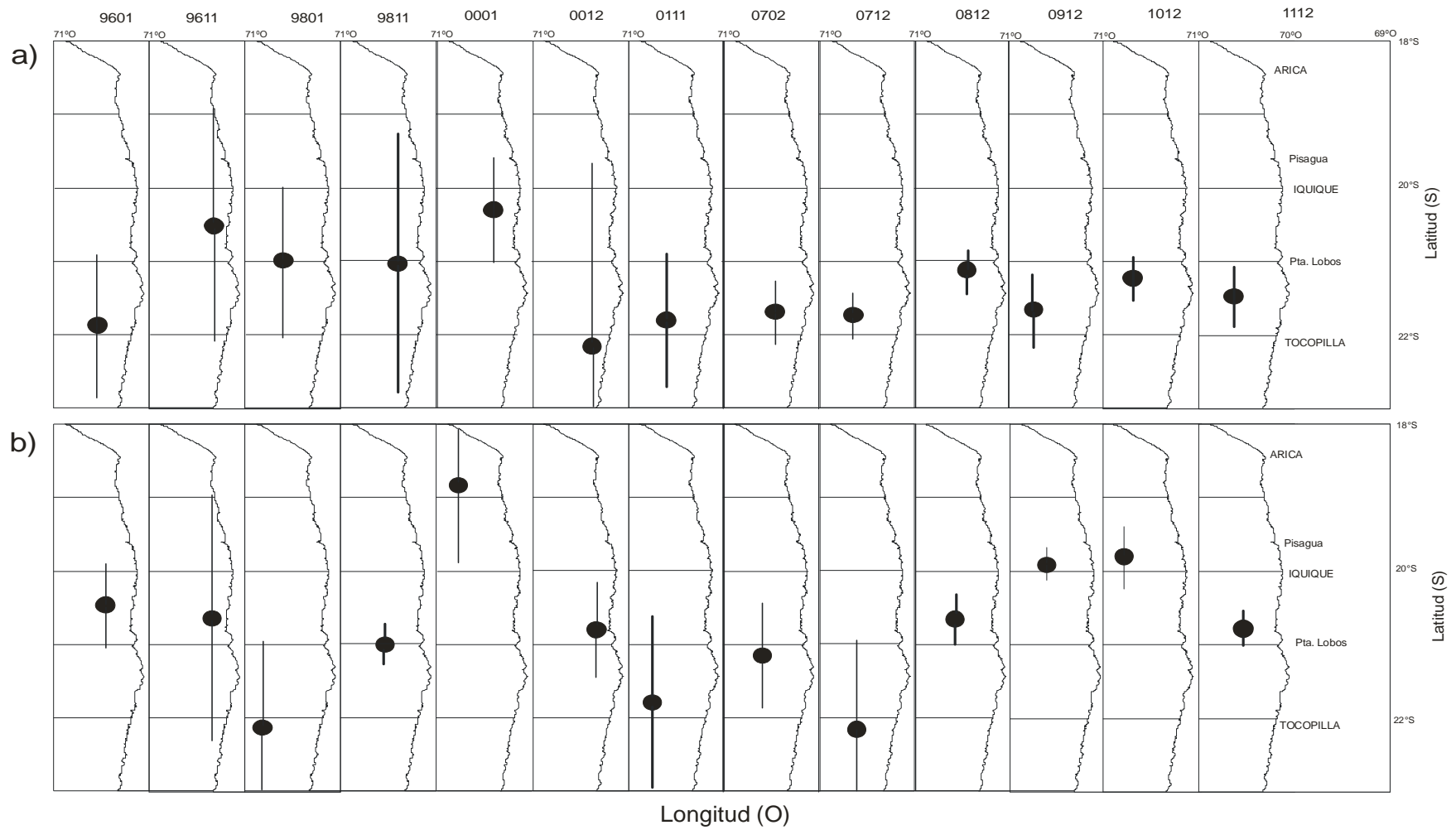


Figura 88. Localizaci3n de los centros de gravedad hist3ricos de las distribuciones de a) adultos y b) reclutas.

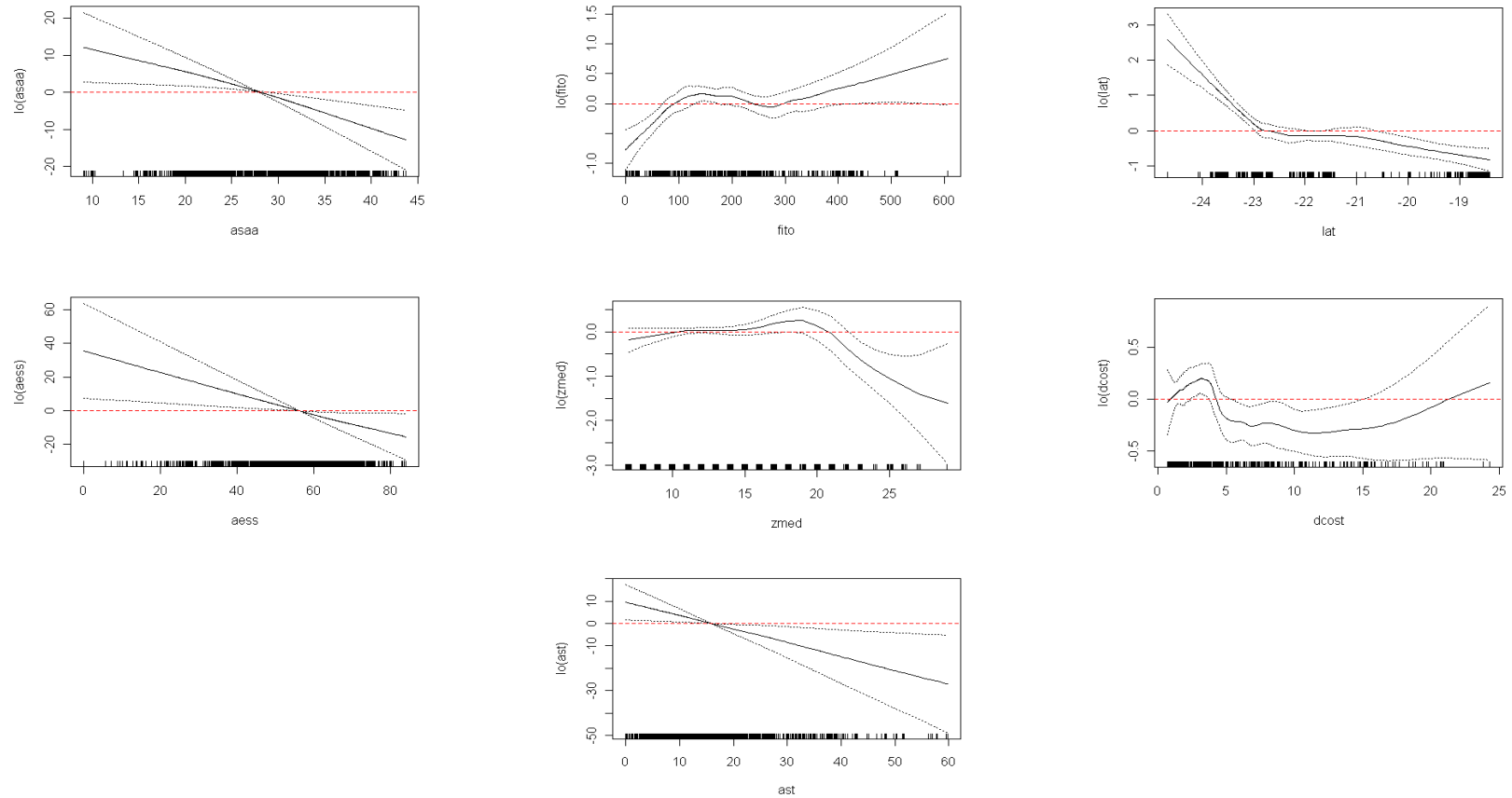


Figura 89. Efectos de los predictores masa de agua Subantártica (ASAA), abund. De fitoplancton (fito), latitud (lat), masa de agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), profundidad media de la agregaciones (zmed), distancia de costa (dcost) y masa de agua Subtropical (AST) sobre el logaritmo de la densidad de anchoveta, ajustado a un modelo GAM.

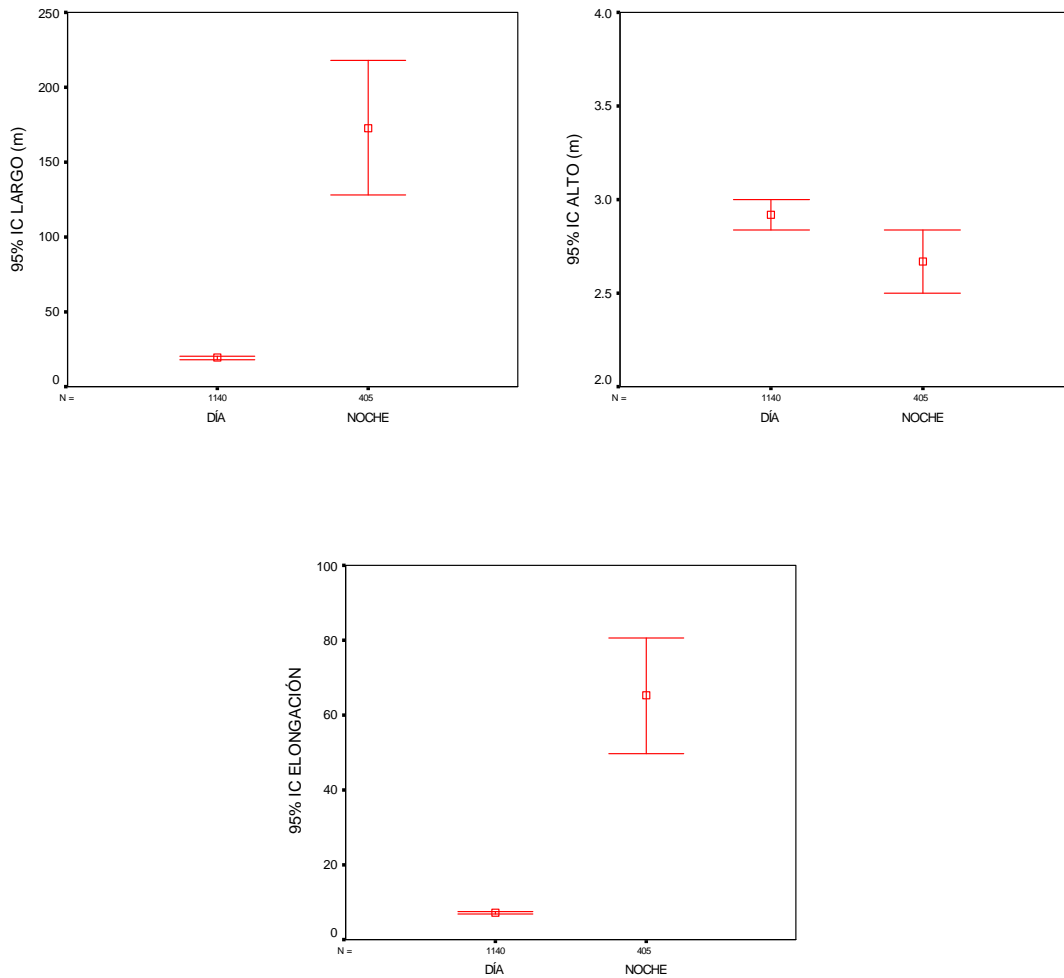


Figura 90. Valores promedio e Intervalo de confianza del largo, alto y elongaci3n de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

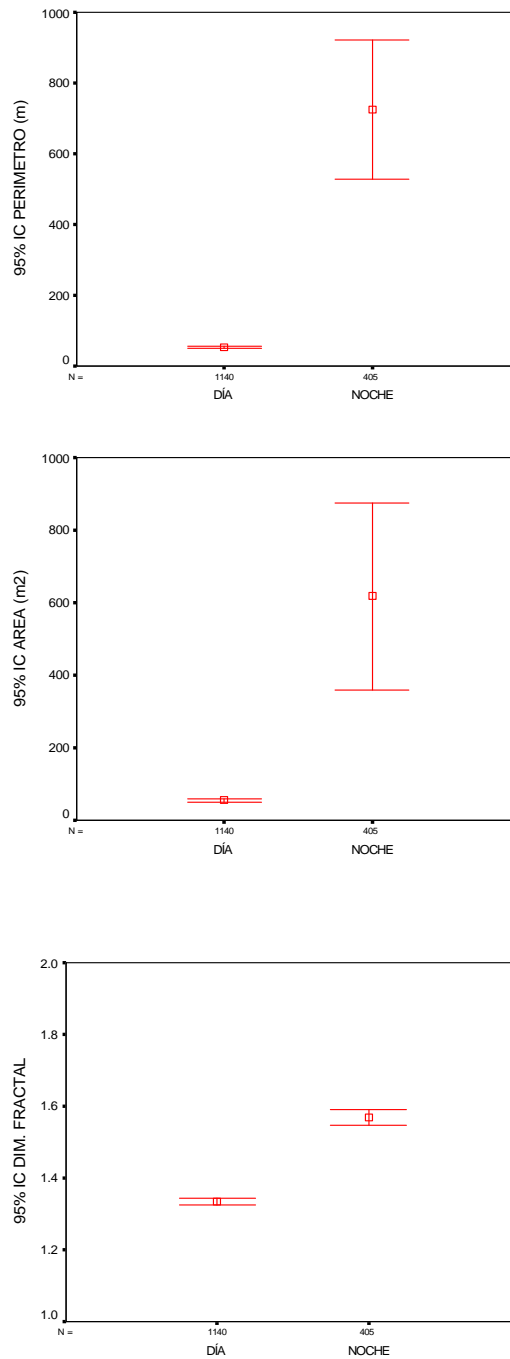


Figura 91. Valores promedio e Intervalo de confianza del perímetro, área y dimensión fractal de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

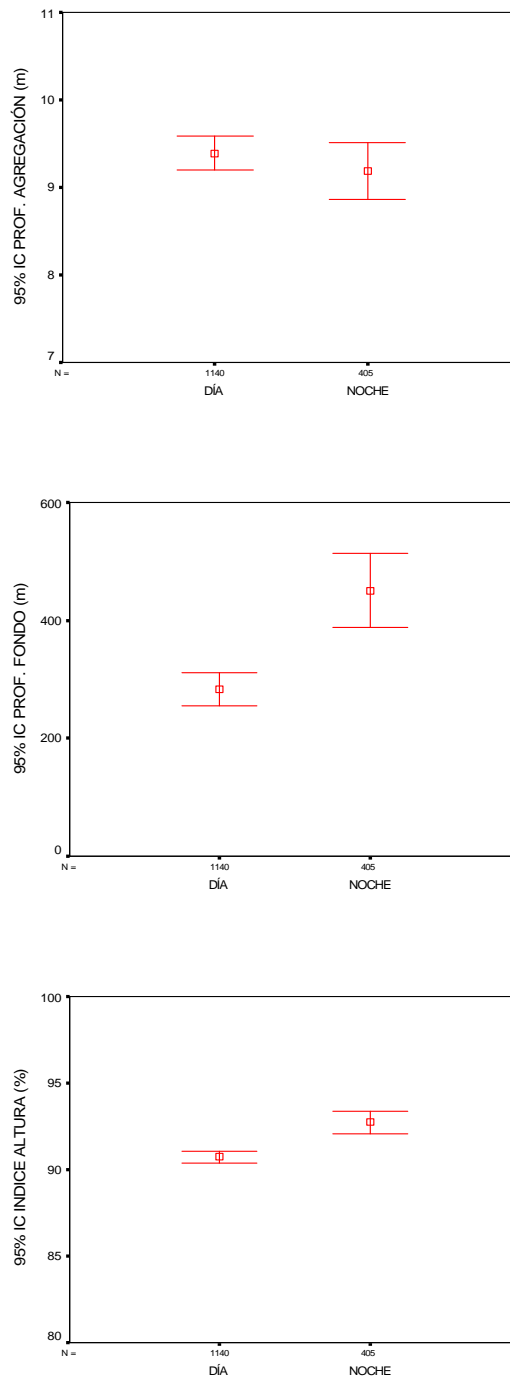


Figura 92. Valores promedio e Intervalo de confianza de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

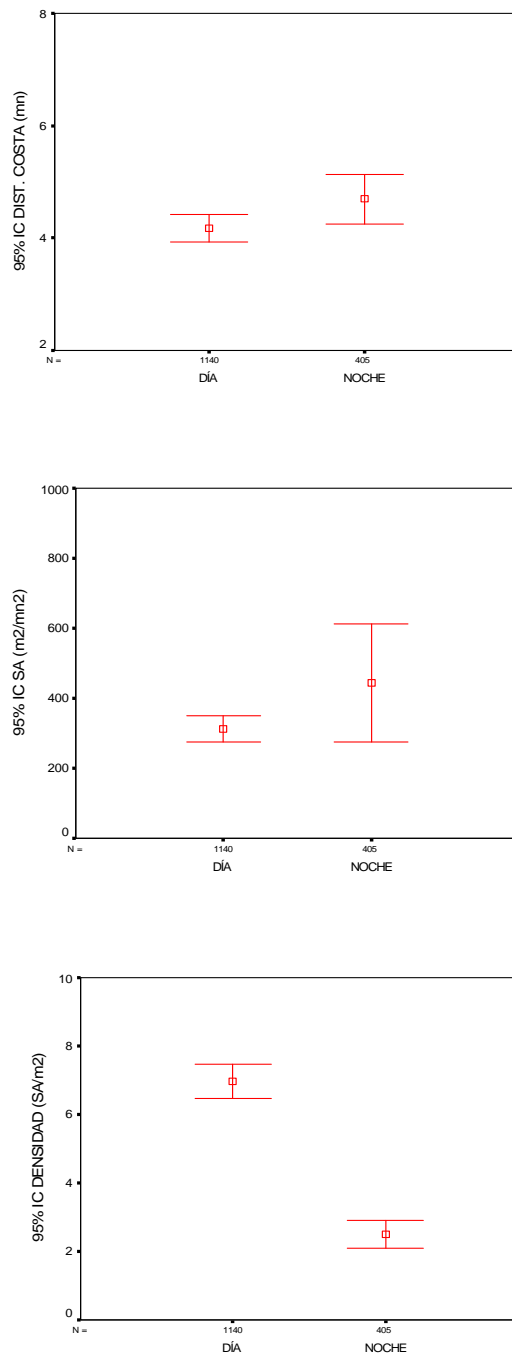


Figura 93. Valores promedio e Intervalo de confianza de la distancia a la costa, energía retrodispersada (s_A) y densidad acústica de las agregaciones de anchoveta, caso diurno y nocturno.

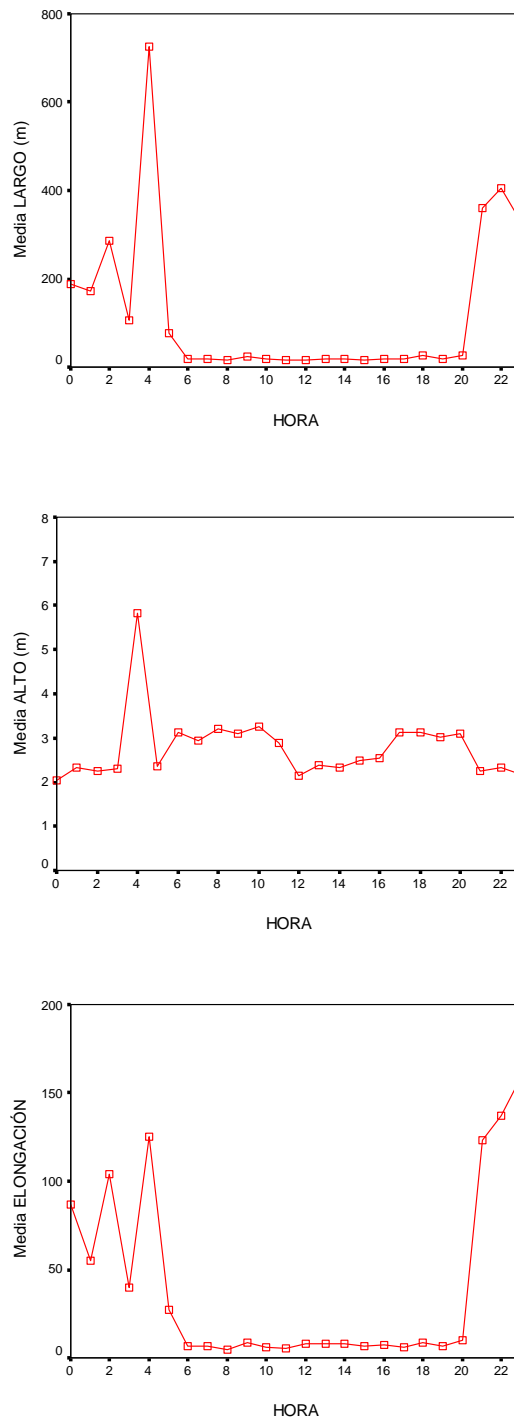


Figura 94. Promedio del largo, alto y elongaci3n de agregaciones por rango de hora.

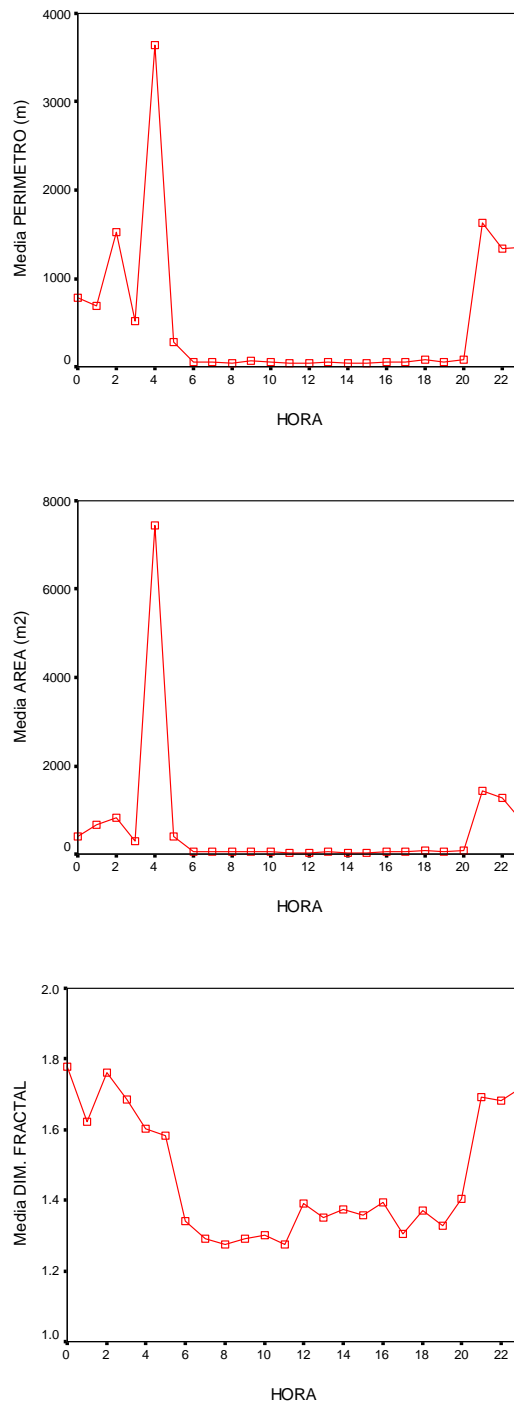


Figura 95. Promedio del per3metro, 3rea y dimensi3n fractal por rango de hora.

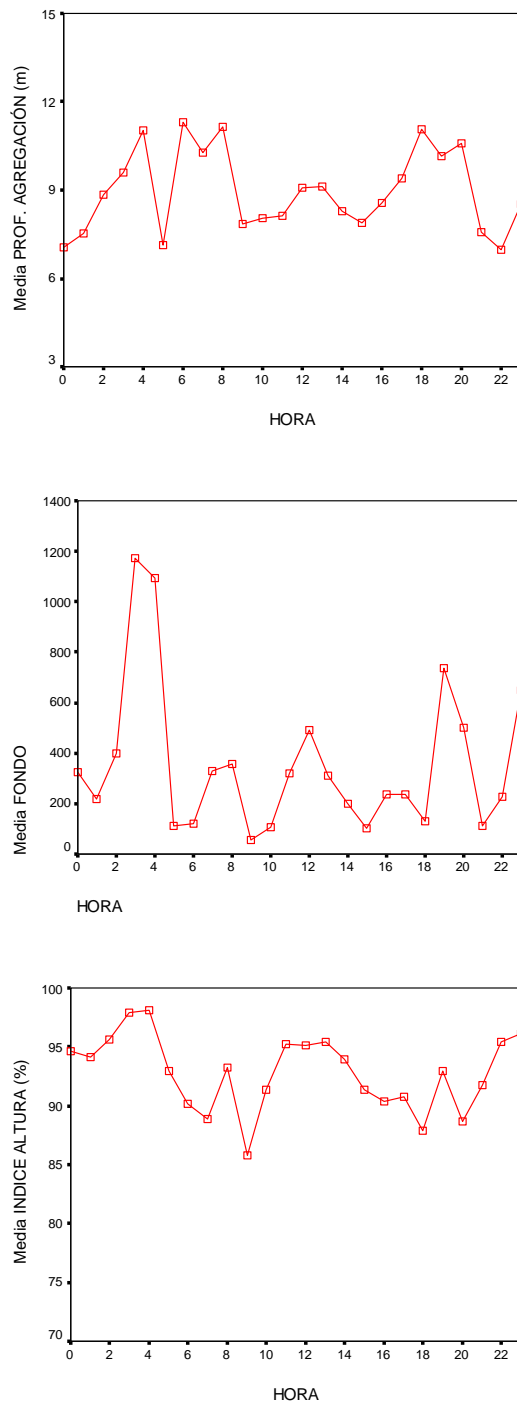


Figura 96. Promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura por rango de hora.

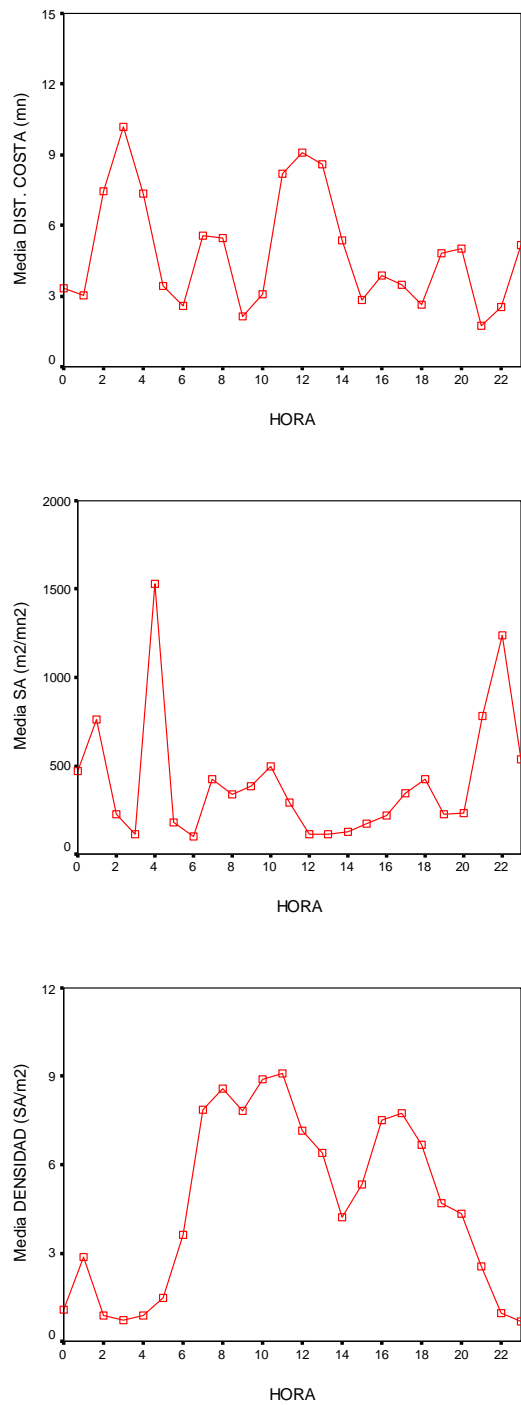


Figura 97. Promedio de la distancia a la costa, energía retrodispersada y densidad de agregaciones por rango de hora.

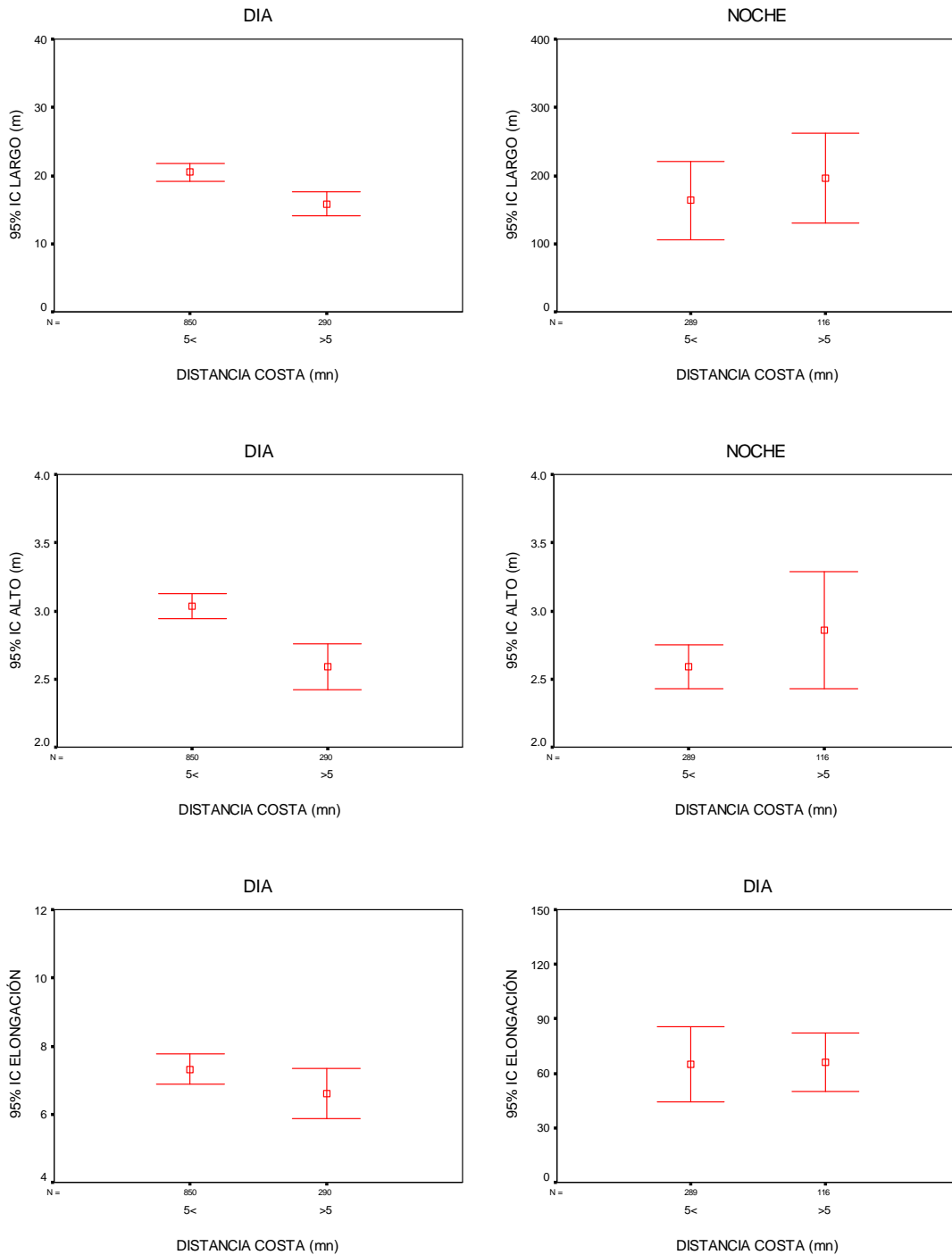


Figura 98. Promedio de largo, alto y elongaci3n de agregaciones segun distancia a la costa y crucero, condici3n diurna.

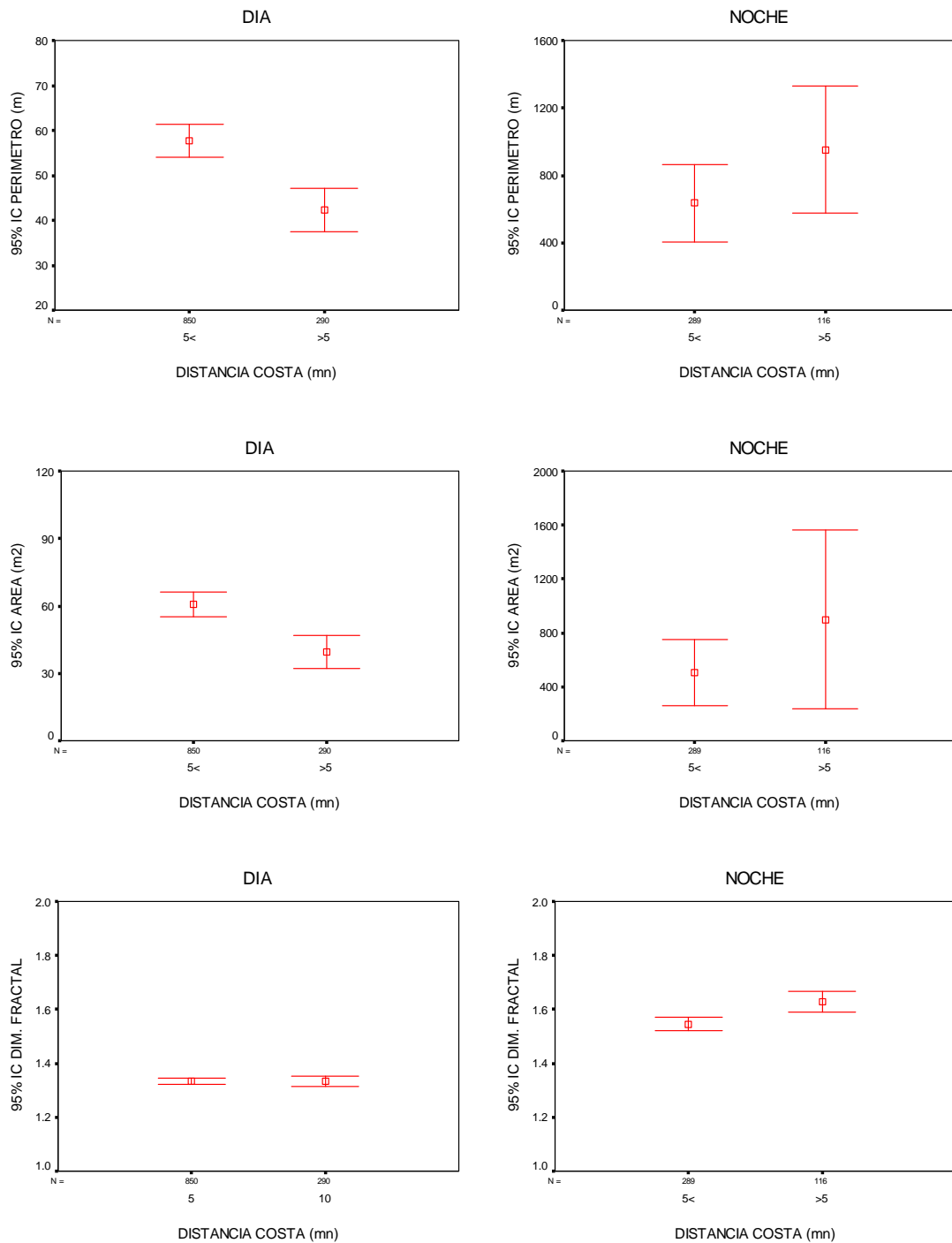


Figura 99. Promedio de perímetro, área y dimensión fractal según distancia a la costa y cruceo, condición diurna y nocturna.

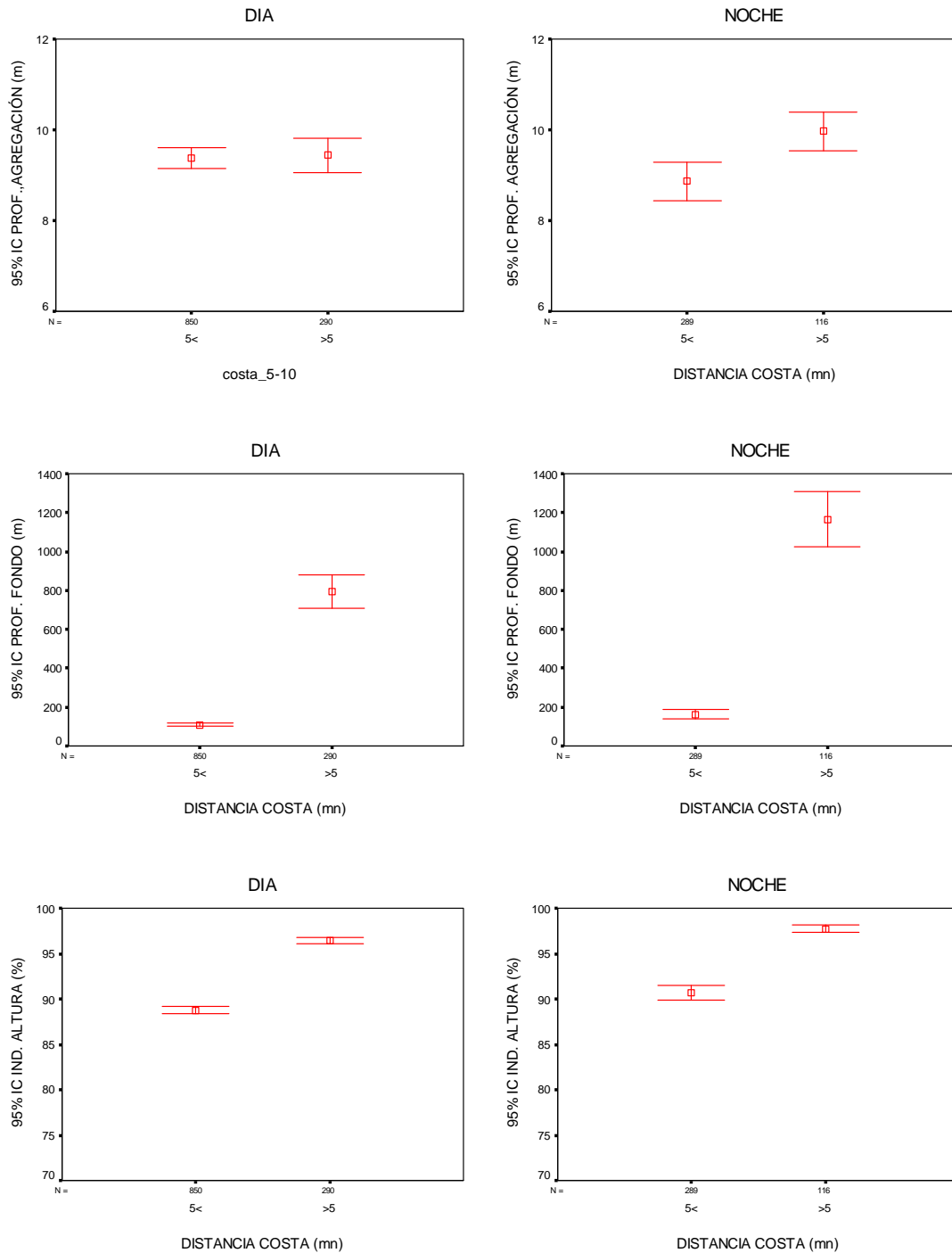


Figura 100. Promedio profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e 3ndice de altura seg3n distancia a la costa y crucero, condici3n diurna y nocturna.

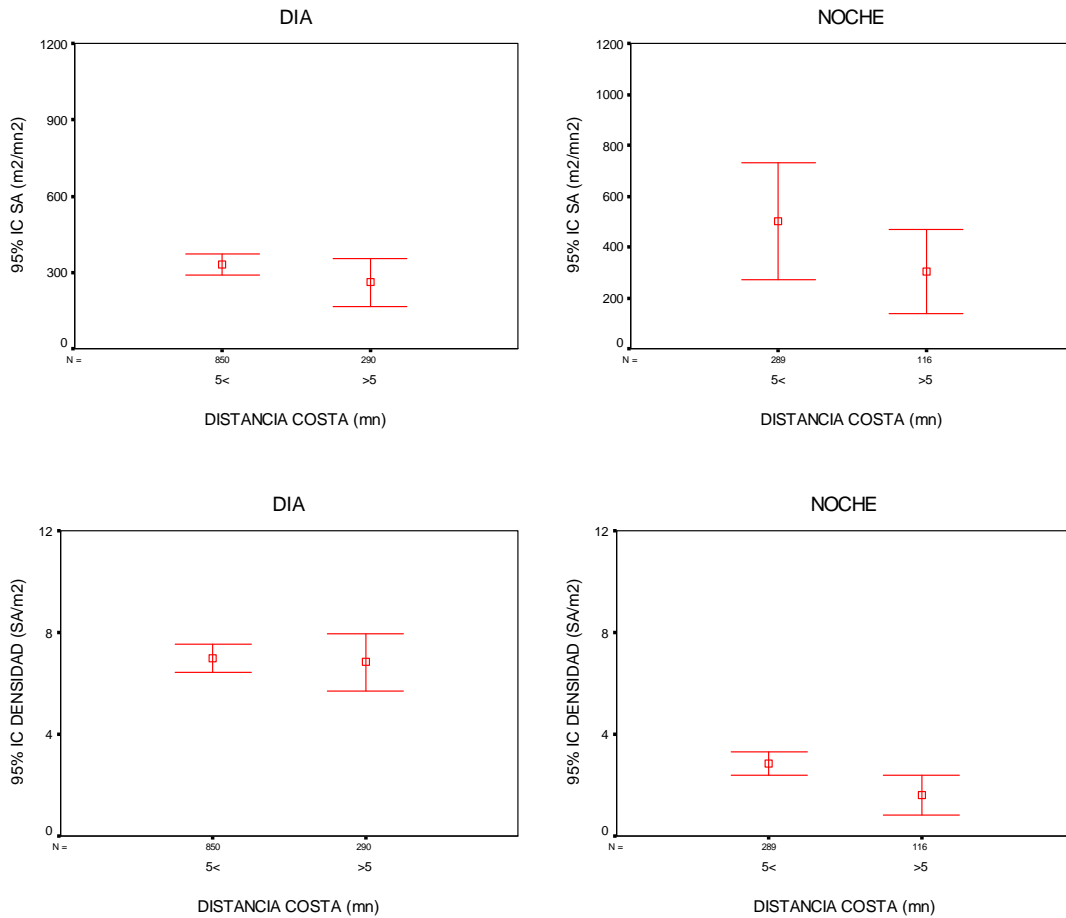


Figura 101. Promedio SA y de densidad de agregaciones segun distancia a la costa y crucero, condici3n diurna y nocturna.

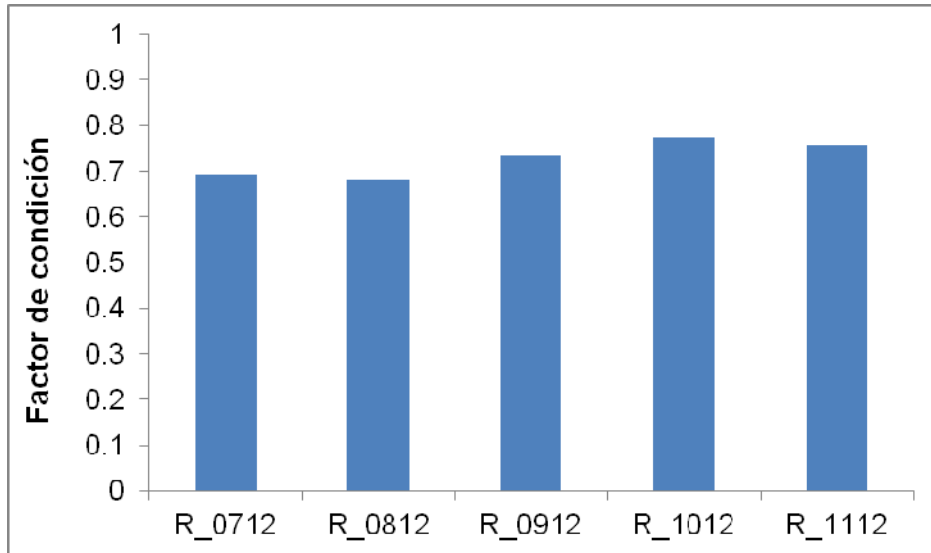


Figura 102. Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta. Cruceos RECLAN dic. 2007, dic. 2008, dic. 2009, dic. 2010 y dic. 2011. XV, I y II Regiones.

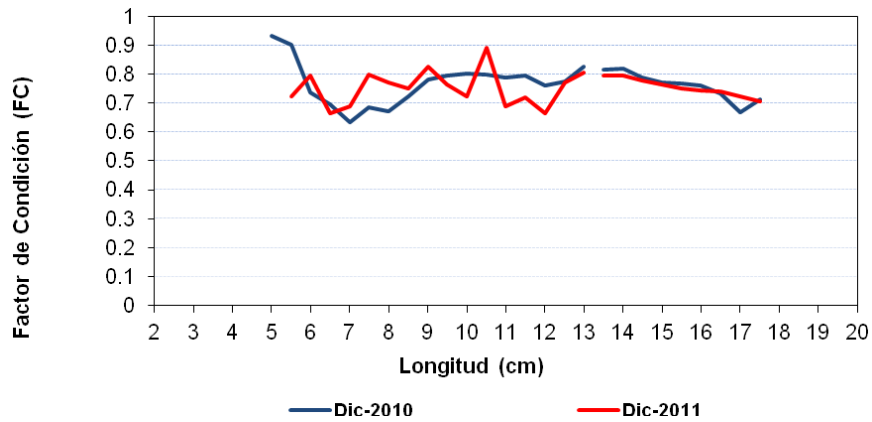


Figura 103. Factor de condici3n (FC) promedio de anchoveta por talla. Cruceos RECLAN dic. 2010 y dic 2011. XV, I y II Regiones.

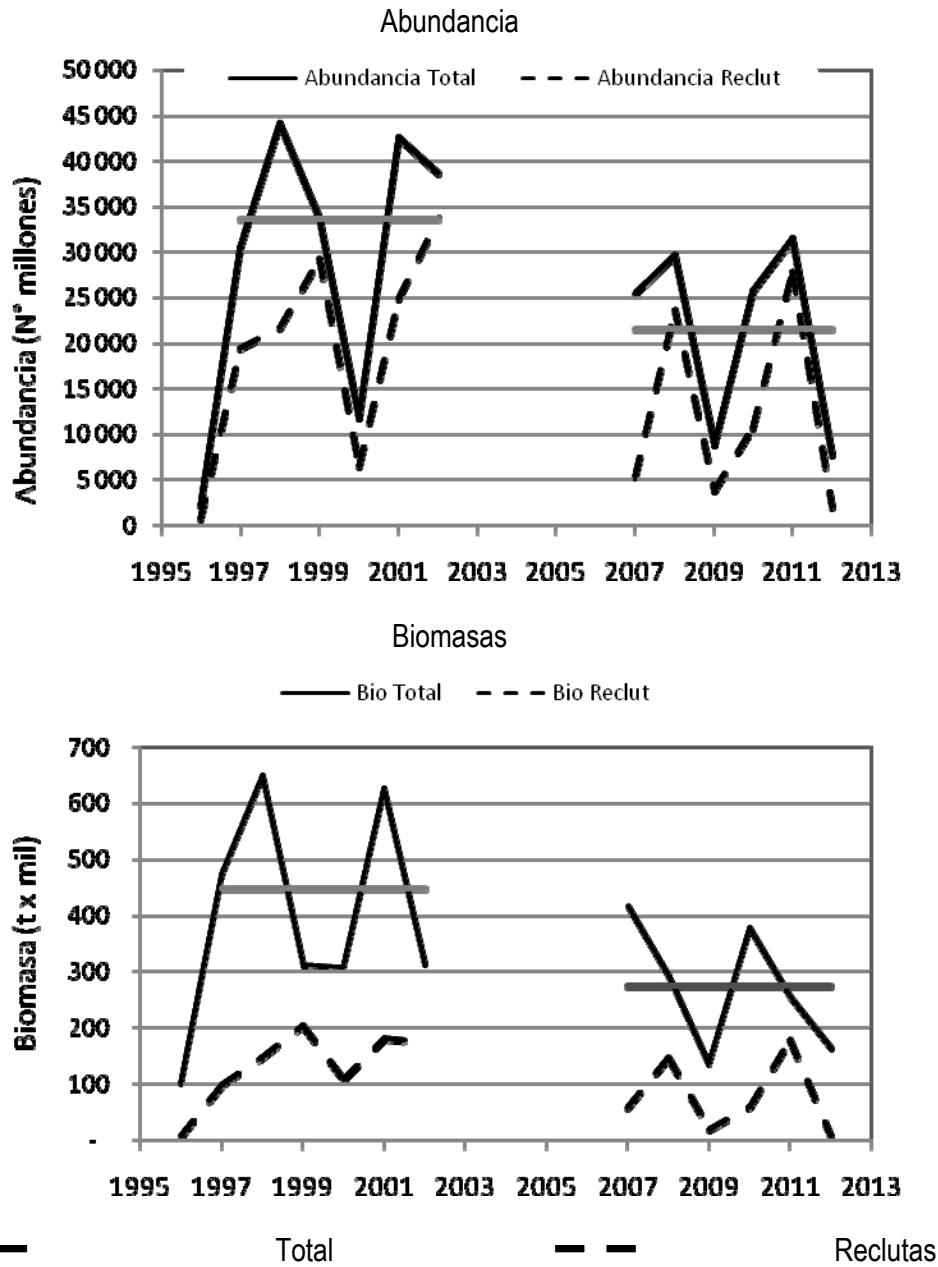


Figura 104. Abundancia (millones) y Biomasa (t) de anchoveta total y reclutas (<12 cm.) entre Arica y pta Buitre en las primaveras-verano del periodo 1996-2011. Se indican los promedios de los totales para los periodos 1996-2002; y 2007-2012.

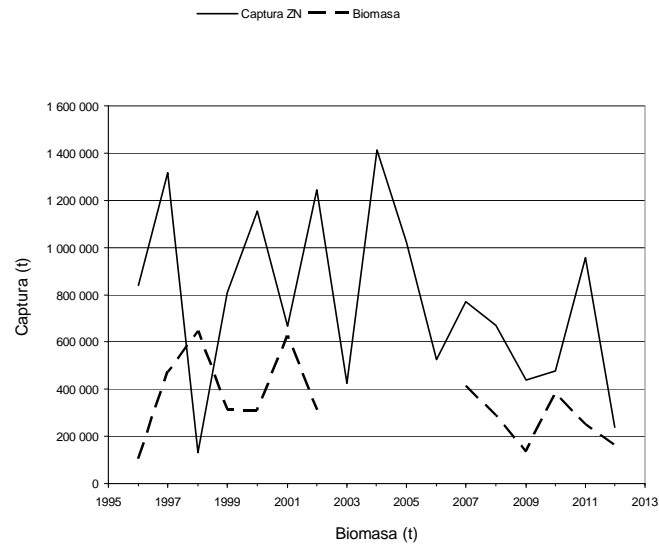


Figura 105. Serie de tiempo de las biomasa anuales y las capturas de anchoveta en la zona Arica-Antofagasta

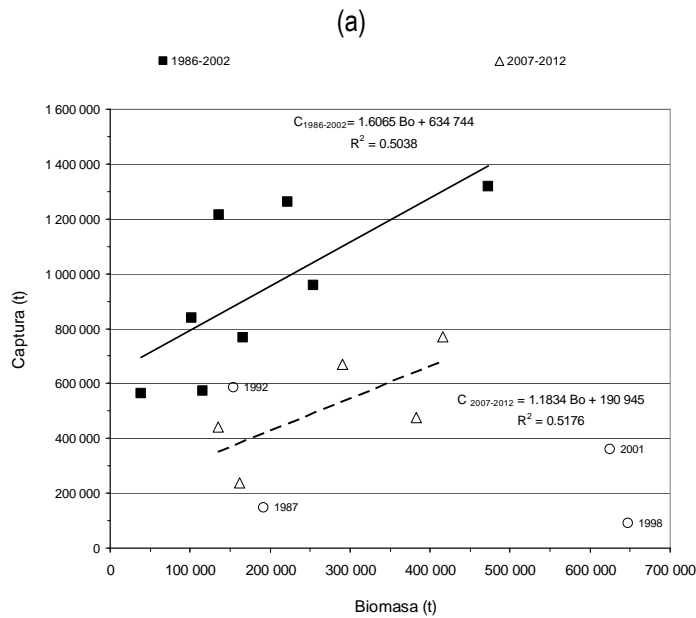


Figura 106. Relaci3n funcional de las capturas anuales de anchoveta y las biomasa estimadas en primavera-verano del periodo 1986-2002 y 2007-2012 en la zona Arica-Antofagasta

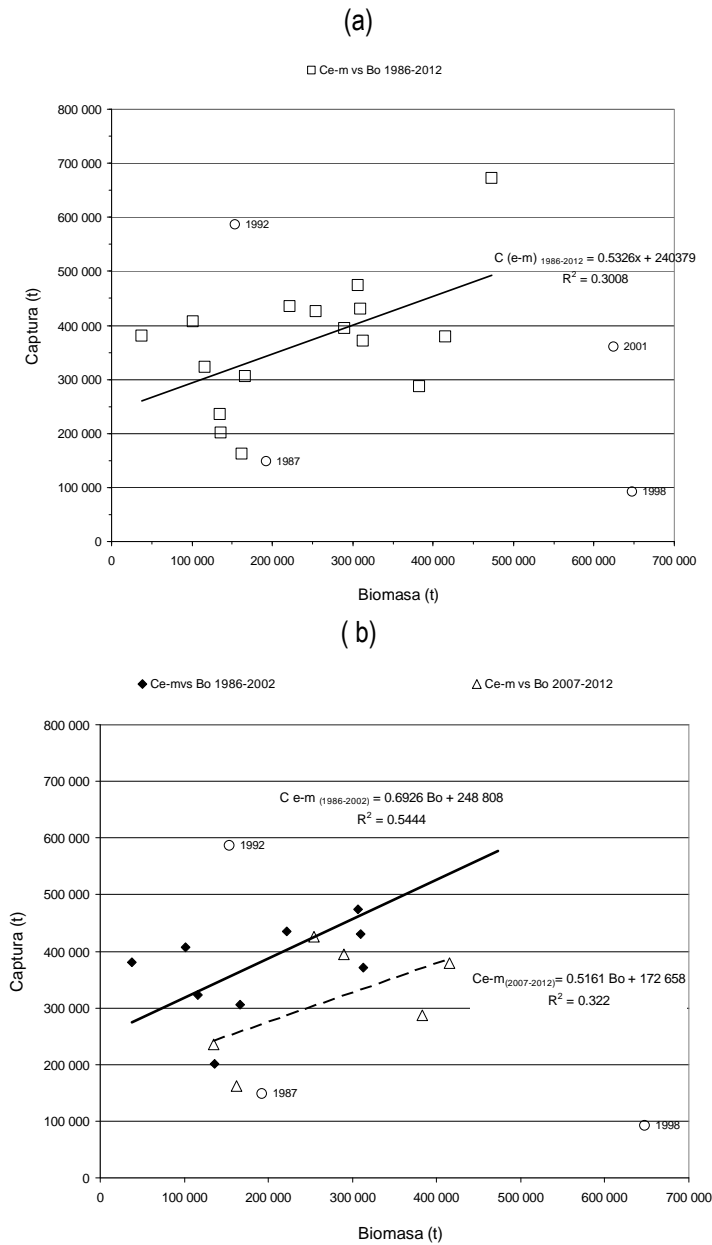


Figura 107. Relaci3n funcional de las capturas Enero a mayo de anchoveta y las biomazas estimadas en primavera-verano del periodo (a) 1986-2012 y (b) 1986-2002 y 2007-2012, en la zona Arica-Antofagasta

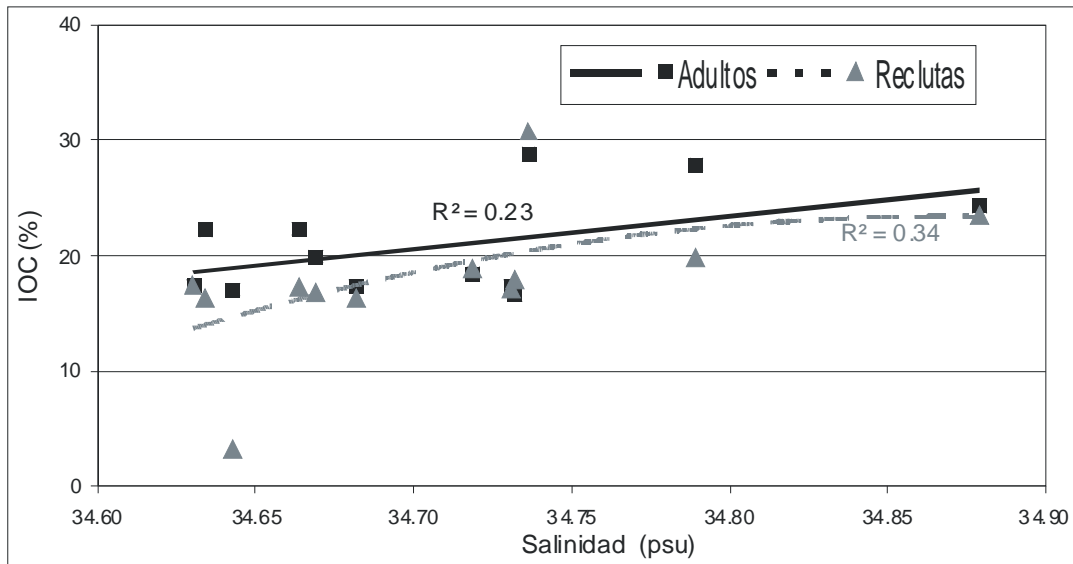


Figura 108. Índice de ocupación de anchoveta en función de la salinidad. Período 1996-2012.

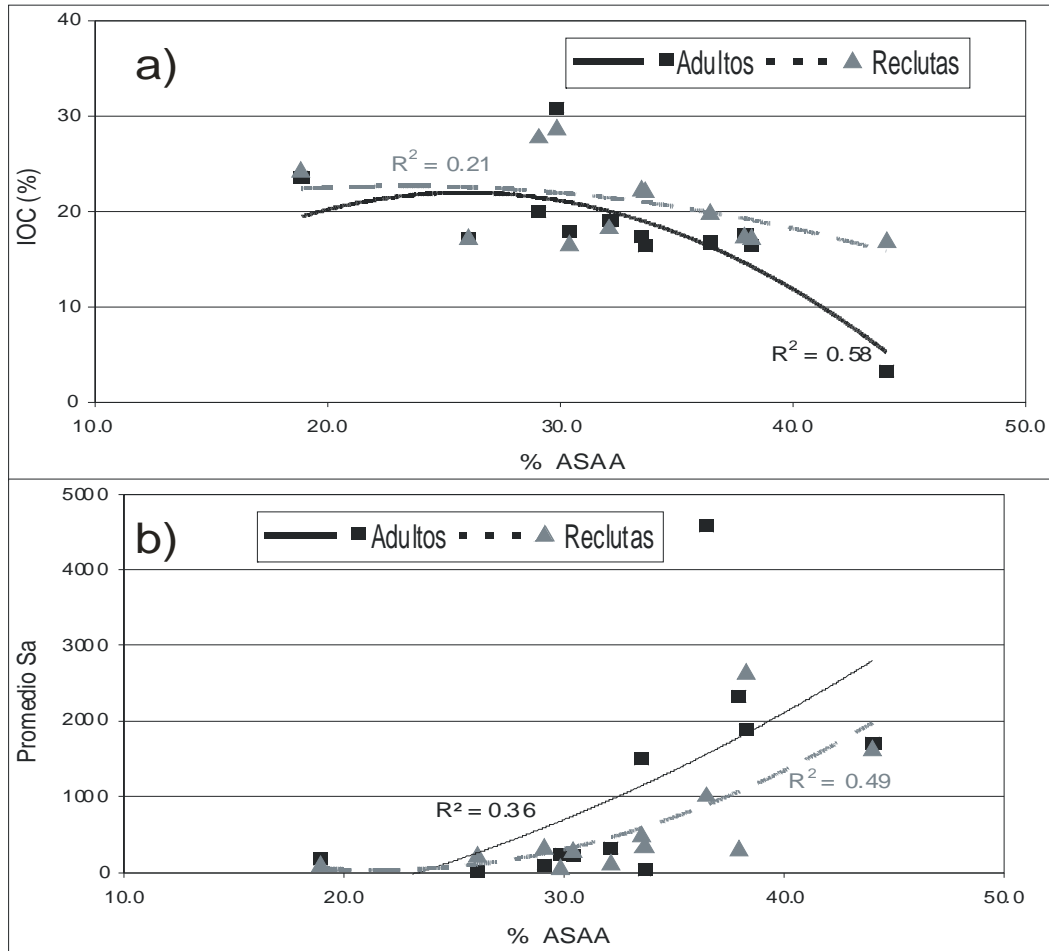


Figura 109. a) Índice de ocupación de anchoveta y b) Promedio Sa en función del porcentaje de masa de agua ASAA. Período 1996-2012.

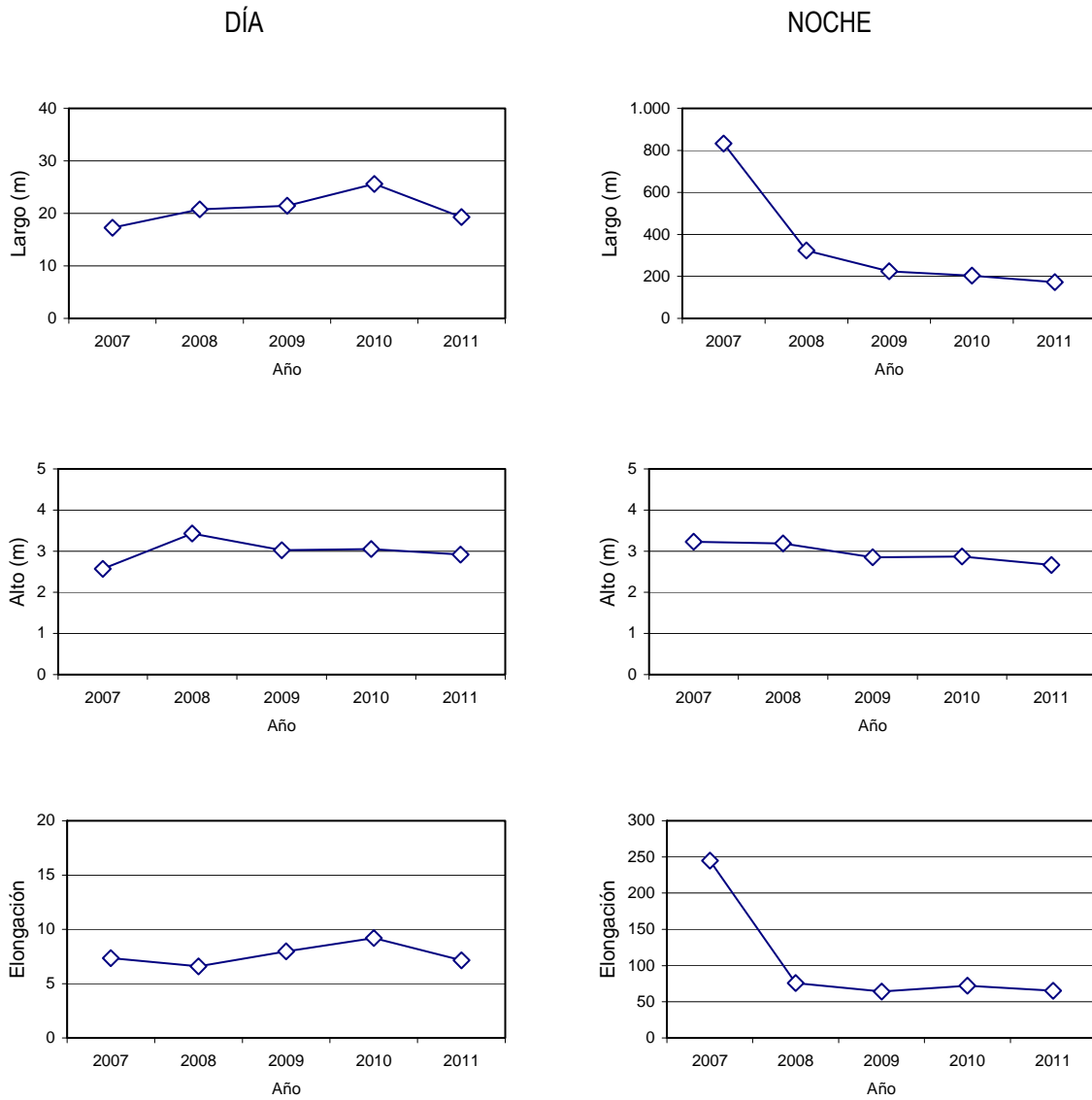


Figura 110. Valores promedio del largo, alto y elongación para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.

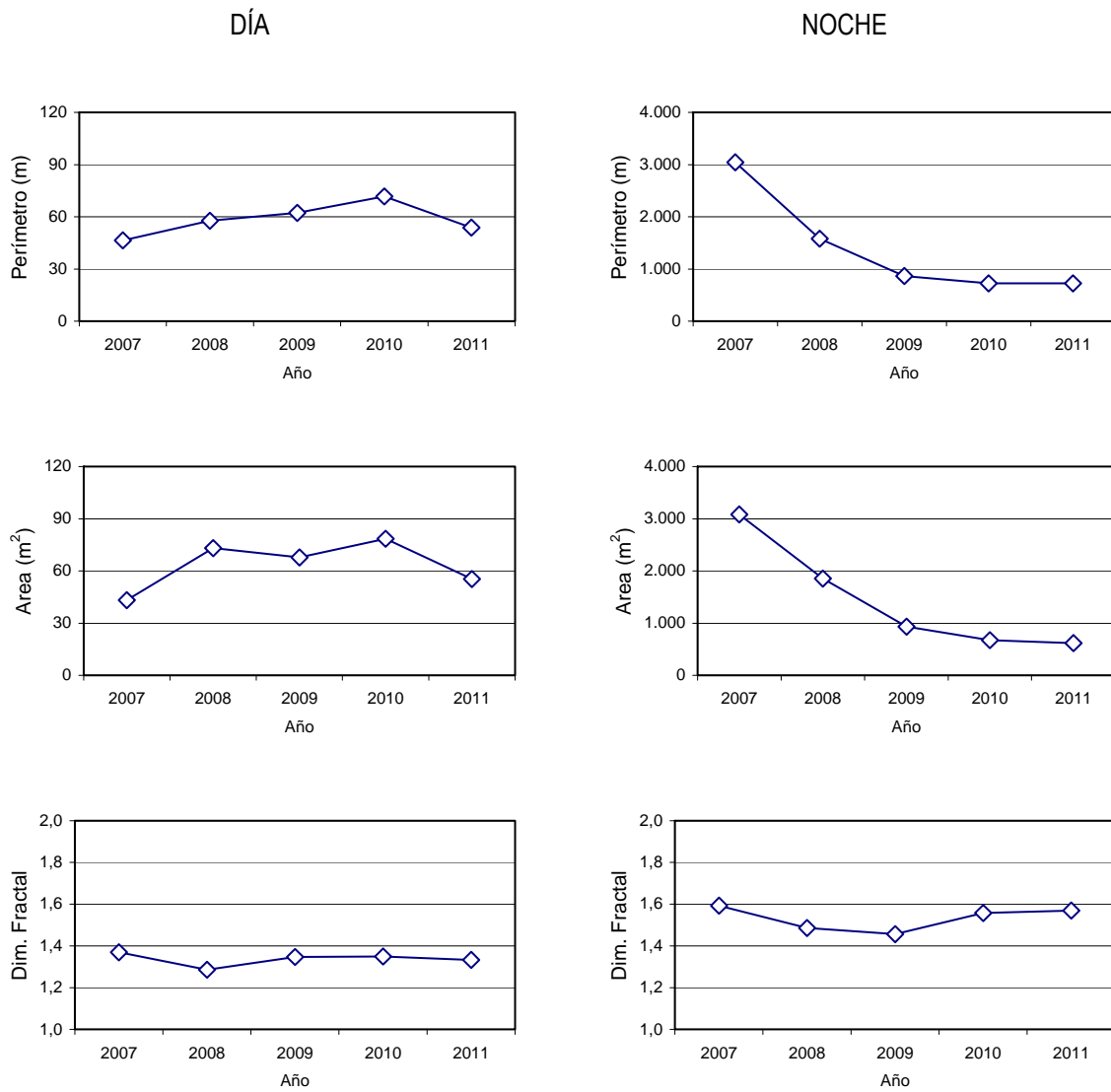


Figura 111. Valores promedio del perímetro, área y dimensión fractal para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.

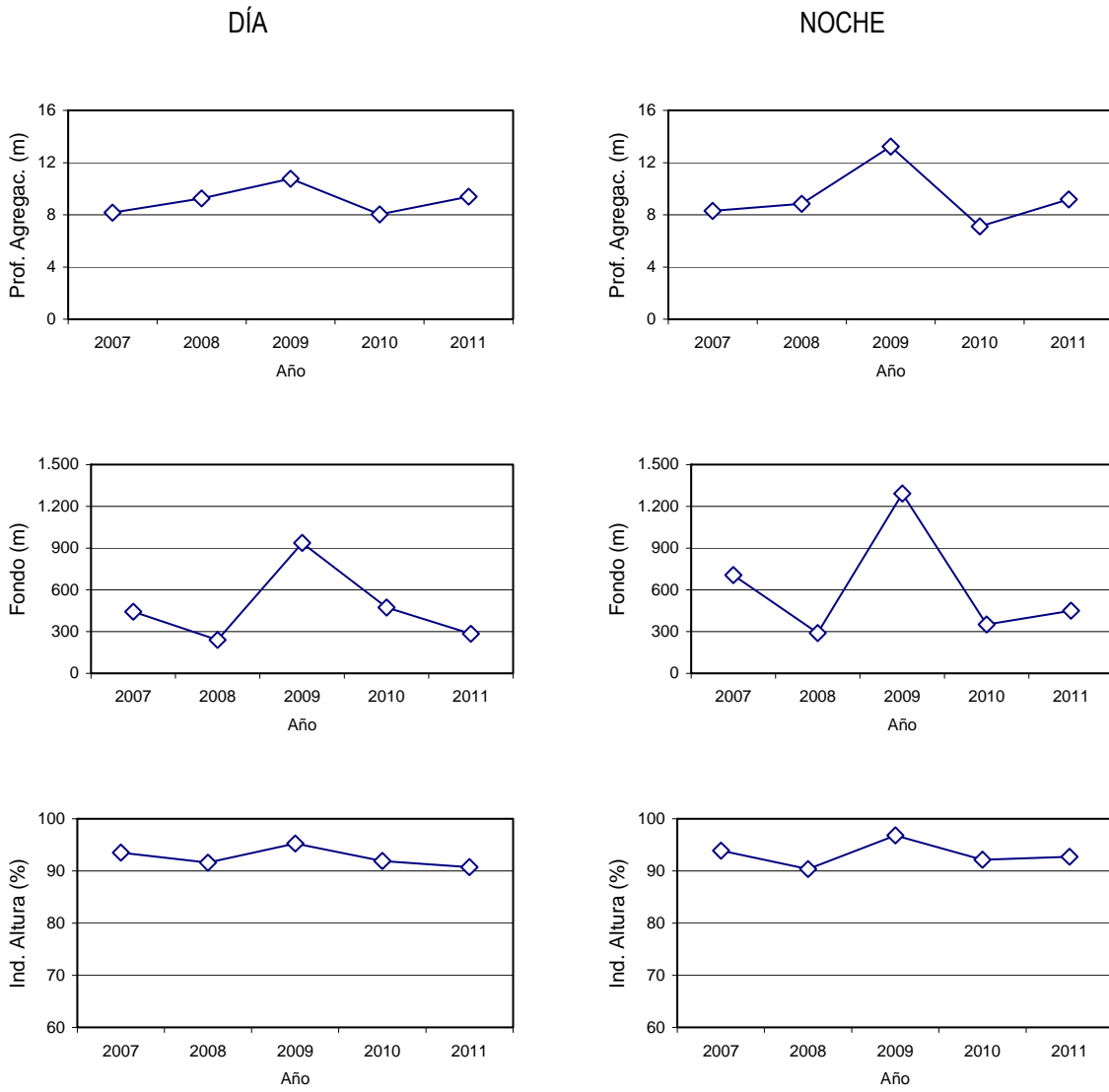


Figura 112. Valores promedio de la profundidad de agregaciones, profundidad del fondo e índice de altura para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.

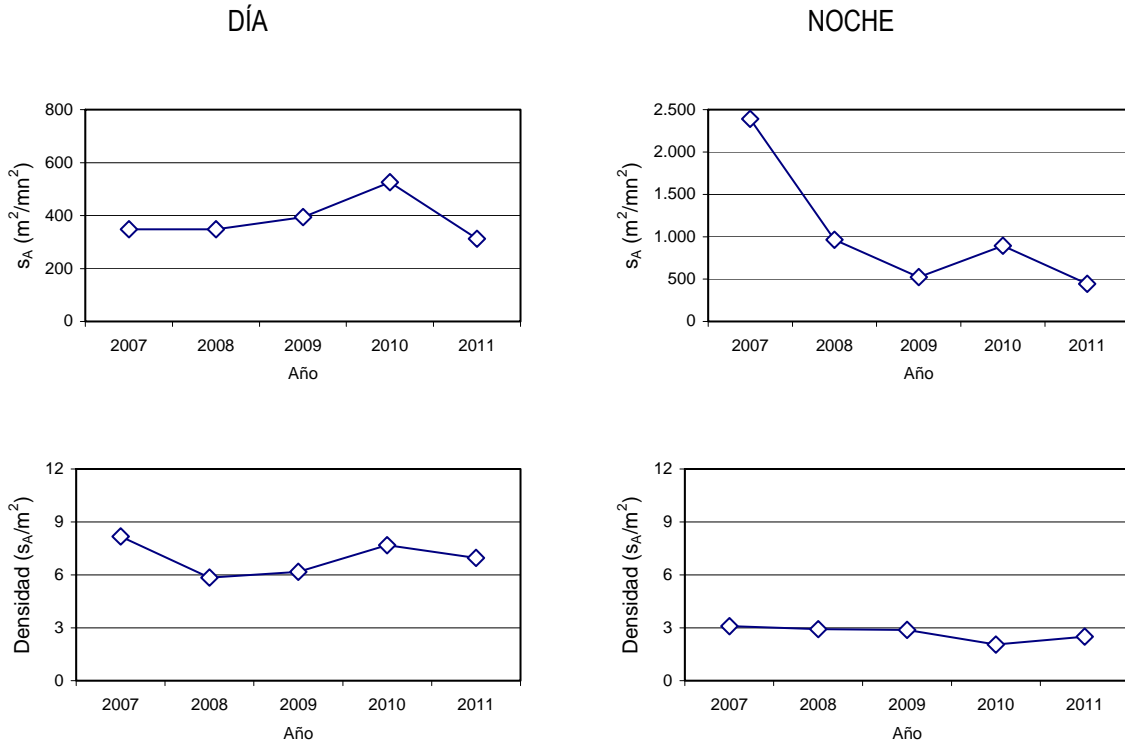


Figura 113. Valores promedio de la energía retrodispersada s_A , y densidad para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.

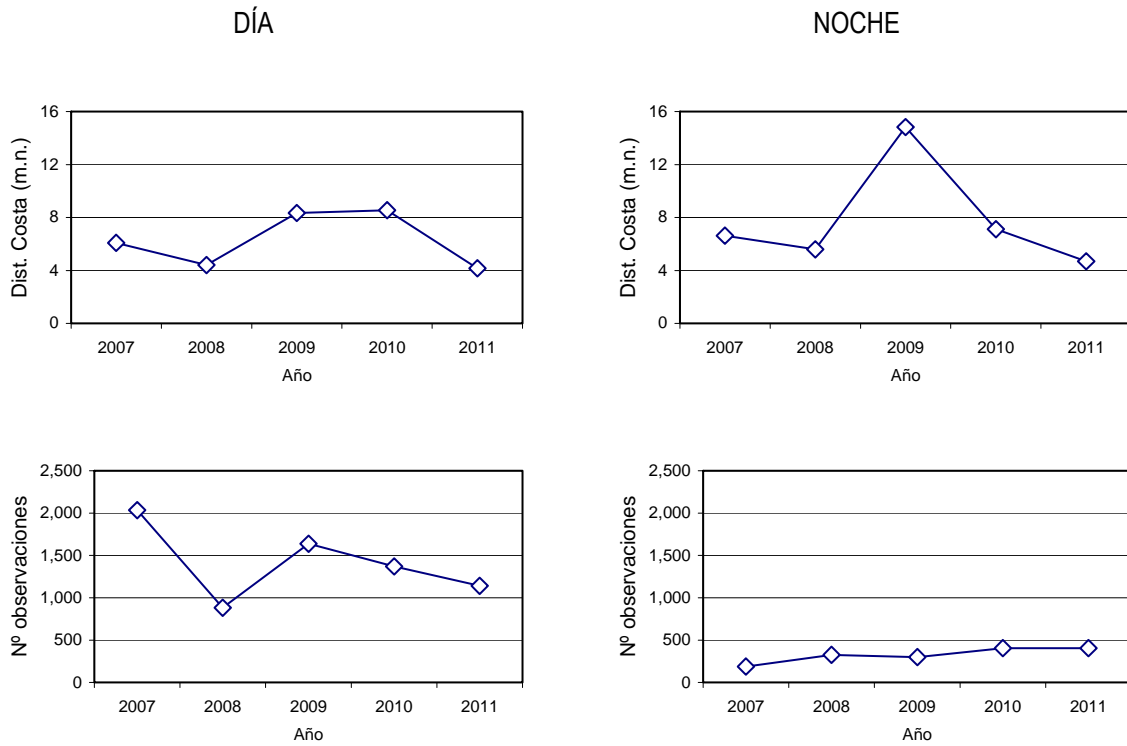


Figura 114. Valores promedio de la distancia a la costa y número de observaciones para anchoveta, caso diurno y nocturno, RECLAN 1112.

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 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. Localidades donde se presentaron focos superficiales de concentración < 5 mL/L en los cruceros RECLAN XV- I-II, periodo 2007 - 2011.

Localidades	Años					
	Feb-07	Dic-07	Dic-08	Dic-09	Dic-10	Dic-11
Arica-Pisagua	x	x		x	x	x
Iquique-caleta Patillos		x		x	x	x
Punta Lobos-Chipana	x	x	x	x	x	x
Punta Arenas-Tocopilla-punta Grande				x	x	x
Península de Mejillones-bahía Moreno	x	x		x		x
Caleta El Cobre-caleta Colorada	x	x		x	x	x

Tabla 4. Fechas de los cruceros RECLAN realizados en la XV, I y II Región, fase MEI y efecto en la zona de estudio.

crucero reclan periodo	Condición Regional según MEI	Efecto en la zona norte al momento del crucero
Febrero 2007	Neutro/ Transición cálido-frío	Neutro
Diciembre 2007	Niña moderada	Fase fría, en periodo central del proceso
Diciembre 2008	Niña débil	Neutro
Diciembre 2009	Niño moderado/fuerte	Fase cálida, anomalías +2°C y +0,2 psu
Diciembre 2010	Niña fuerte	Fase fría, anomalías < -2, con intrusión aguas cálidas
Diciembre 2011	Niña débil	Neutro



Tabla 5. Especies de diatomeas identificadas durante el crucero de diciembre de 2011, con sus rangos de tamaño.

DIATOMEAS EN CADENA	TAMAÑO (µm)		DIATOMEAS SOLITARIAS	TAMAÑO (µm)	
	mín	máx		mín	máx
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	75	350	<i>Asteromphalus heptactis</i>	45	70
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	58	338	<i>Coscinodiscus centralis</i>	125	210
<i>Cerataulina pelagica</i>	50	230	<i>Cylindrotheca closterium</i>	50	145
<i>Chaetoceros affinis</i>	78	330	<i>Ditylum brighwellii</i>	75	450
<i>Chaetoceros compressus</i>	50	291	<i>Lioloma delicatulum</i>	1088	2065
<i>Chaetoceros constrictus</i>	10	400	<i>Nitzschia longissima</i>	125	250
<i>Chaetoceros convolutus</i>	100	957	<i>Planktoniella sol</i>	73	208
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	50	180			
<i>Chaetoceros danicus</i>	75	215			
<i>Chaetoceros decipiens</i>	100	425			
<i>Chaetoceros diadema</i>	188	425			
<i>Chaetoceros protuberans</i>	75	1131			
<i>Chaetoceros radicans</i>	75	200			
<i>Chaetoceros tortissimus</i>	53	213			
<i>Dactylosolen fragilissimus</i>	50	225			
<i>Detonula pumila</i>	70	475			
<i>Eucampia zodiacus</i>	60	513			
<i>Fragilariopsis doliolus</i>	50	113			
<i>Guinardia delicatula</i>	100	240			
<i>Guinardia flaccida</i>	85	275			
<i>Guinardia striata</i>	110	240			
<i>Hemiaulus sinensis</i>	80	225			
<i>Leptocylindrus danicus</i>	55	463			
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	50	400			
<i>Lithodesmium undulatum</i>	50	675			
<i>Odontella longicruris</i>	100	558			
<i>Proboscia alata</i>	248	810			
<i>Proboscia indica</i>	175	987			
<i>Pseudonitzschia australis</i>	90	330			
<i>Pseudonitzschia multiseriis</i>	70	377			
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>	60	700			
<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	275	570			
<i>Rhizosolenia acuminata</i>	467	467			
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	183	813			
<i>Rhizosolenia imbricata va. minuta</i>	104	1013			
<i>Rhizosolenia setigera</i>	250	358			
<i>Rhizosolenia styliformis</i>	283	894			
<i>Stephanopyxis turris</i>	110	188			
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	50	132			
<i>Thalassiosira aestivalis</i>	60	285			
<i>Thalassiosira angustelineata</i>	63	188			
<i>Thalassiosira minuscula</i>	91	958			
<i>Thalassiosira rotula</i>	100	338			
<i>Thalassiotrix frauenfeldii</i>	108	213			



Tabla 6. Especies de flagelados identificadas durante el crucero de diciembre de 2011, con sus rangos de tamaño.

FLAGELADOS	TAMAÑO (µm)		FLAGELADOS	TAMAÑO (µm)	
	mín	máx		mín	máx
DINOFLAGELADOS TECADOS			DINOFLAGELADOS TECADOS		
<i>Actiniscus pentasterias</i>	25	30	<i>Podolampas spinifera</i>	135	160
<i>Ceratium azoricum</i>	120	135	<i>Prorocentrum gracile</i>	35	39
<i>Ceratium declinatum</i>	145	201	<i>Prorocentrum micans</i>	50	65
<i>Ceratium furca var. berghii</i>	145	300	<i>Prorocentrum obtusidens</i>	50	60
<i>Ceratium fusus var. seta</i>	190	475	<i>Protopteridinium brochii</i>	70	86
<i>Ceratium lineatum</i>	95	110	<i>Protopteridinium claudicans</i>	100	125
<i>Ceratium macroceros</i>	535	550	<i>Protopteridinium conicum</i>	90	100
<i>Ceratium massiliense</i>	180	453	<i>Protopteridinium crassipes</i>	90	90
<i>Ceratium minutum</i>	70	108	<i>Protopteridinium depressum</i>	125	155
<i>Ceratium pentagonum</i>	125	210	<i>Protopteridinium divergens</i>	70	90
<i>Ceratium pulchellum</i>	188	300	<i>Protopteridinium grande</i>	130	130
<i>Ceratium tripos</i>	184	255	<i>Protopteridinium latissimum</i>	88	100
<i>Corythodinium frenguelli</i>	60	65	<i>Protopteridinium leonis</i>	75	90
<i>Corythodinium longiceps</i>	60	70	<i>Protopteridinium oceanicum</i>	130	240
<i>Dinophysis acuminata</i>	50	65	<i>Protopteridinium ovum</i>	60	70
<i>Dinophysis caudata</i>	90	105	<i>Protopteridinium pedunculatum</i>	62	75
<i>Dinophysis mitra</i>	50	55	<i>Protopteridinium pellucidum</i>	48	57
<i>Dinophysis odiosa</i>	75	75	<i>Protopteridinium punctulatum</i>	58	72
<i>Dinophysis punctata</i>	40	40	<i>Protopteridinium quarnerense</i>	70	75
<i>Dinophysis rotundata</i>	50	63	<i>Protopteridinium steinii</i>	80	113
<i>Dinophysis tripos</i>	105	200	<i>Ptychodiscus noctiluca</i>	60	80
<i>Diplopsalis lenticula</i>	75	100	<i>Pyrophacus horologium</i>	95	163
<i>Diplopsalis minor</i>	50	68	DINOFLAGELADOS ATECADOS	mín	máx
<i>Goniodoma polyedricum</i>	68	70	<i>Pyrocystis lunula</i>	95	138
<i>Gonyaulax grindleyii</i>	60	60	SILICOFLAGELADOS	mín	máx
<i>Gonyaulax polygramma</i>	68	88	<i>Dictyochoa fibula</i>	38	65
<i>Gonyaulax spinifera</i>	60	63	<i>Distephanus speculum</i>	38	50
<i>Lingulodinium polyedrum</i>	60	70	<i>Distephanus speculum var. octonarius</i>	38	55
<i>Oxytoxum scolopax</i>	90	100	<i>Distephanus speculum var. polyactis</i>	45	45
<i>Podolampas bipes</i>	100	163	<i>Distephanus speculum var. septenarius</i>	45	48
<i>Podolampas palmipes</i>	90	128			



Tabla 7. Abundancia celular integrada (cél/mL) y aporte porcentual (%) de diatomeas (DIATO) y flagelados (FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).

LATITUD	TRANSECTA	DDC	TOTAL	DIATO	FLAGE	%DIATO	%FLAGE
18°25'S	T1	1	123,4	121,5	1,9	98,5	1,5
		5	38,0	37,7	0,3	99,1	0,9
		10	48,9	47,3	1,7	96,6	3,4
		20	23,8	23,4	0,4	98,3	1,7
18°30'S	IT-2	1	150,5	149,8	0,7	99,5	0,5
18°40'S	T3	1	260,6	258,8	1,8	99,3	0,7
		5	53,2	52,0	1,1	97,8	2,2
		10	5,5	5,3	0,3	95,3	4,7
		20	0,8	0,7	0,1	89,9	10,1
18°50'S	IT-4	1	55,5	54,6	0,8	98,5	1,5
19°00'S	T5	1	20,8	19,8	0,9	95,6	4,4
		5	7,7	7,2	0,5	93,7	6,3
		10	0,3	0,2	0,1	74,2	25,8
		20	0,0	0,0	0,0	20,0	80,0
19°10'S	IT-6	1	206,0	204,4	1,6	99,2	0,8
19°20'S	T7	1	376,2	369,4	6,8	98,2	1,8
		5	71,1	68,8	2,3	96,8	3,2
		10	33,4	33,2	0,3	99,2	0,8
		20	0,4	0,3	0,0	94,0	6,0
19°30'S	IT-8	1	165,5	162,7	2,8	98,3	1,7
19°40'S	T9	1	181,5	176,0	5,5	97,0	3,0
		5	160,1	158,8	1,3	99,2	0,8
		10	153,8	150,1	3,7	97,6	2,4
		20	0,3	0,2	0,1	70,0	30,0
19°50'S	IT-10	1	97,8	94,0	3,8	96,1	3,9
20°00'S	T11	1	153,4	149,0	4,4	97,1	2,9
		5	45,7	44,4	1,3	97,1	2,9
		10	19,1	18,7	0,4	97,8	2,2
		20	1,3	1,3	0,1	95,5	4,5
20°10'S	IT-12	1	169,7	160,8	8,9	94,8	5,2
20°20'S	T13	1	170,8	163,3	7,5	95,6	4,4
		5	221,8	211,4	10,4	95,3	4,7
		10	13,9	13,7	0,3	98,2	1,9
		20	0,2	0,2	0,0	81,5	18,5
		40	0,3	0,2	0,1	59,3	40,7
20°30'S	IT-14	1	238,1	231,7	6,3	97,3	2,7
20°40'S	T15	1	108,6	108,0	0,6	99,4	0,6
		5	163,4	161,3	2,1	98,7	1,3
		10	140,1	139,2	0,9	99,4	0,6
		20	0,9	0,8	0,2	81,7	18,3
20°50'S	IT-16	1	335,1	322,7	12,5	96,3	3,7
21°00'S	T17	1	107,1	102,8	4,3	96,0	4,0
		5	217,3	200,3	17,0	92,2	7,8
		10	86,2	85,8	0,4	99,5	0,5
		20	2,7	2,5	0,2	93,9	6,1
		30	0,6	0,6	0,0	96,2	3,8
21°10'S	IT-18	1	216,5	213,7	2,7	98,7	1,3
21°20'S	T19	1	119,8	113,9	5,9	95,1	4,9
		5	50,6	49,9	0,7	98,6	1,4
		10	32,4	31,5	0,9	97,2	2,8
		20	8,7	8,6	0,1	98,9	1,1



Tabla 7. Continuación

LATITUD	TRANSECTA	DDC	TOTAL	DIATO	FLAGE	%DIATO	%FLAGE
21°30'S	IT-20	1	106,9	102,0	4,9	95,4	4,6
21°40'S	T21	1	71,7	71,2	0,5	99,3	0,7
		5	77,3	77,0	0,3	99,6	0,4
		10	1,4	1,4	0,0	98,0	2,0
		20	0,2	0,2	0,0	87,5	12,5
21°50'S	IT-22	1	28,2	25,9	2,2	92,0	8,0
22°00'S	T23	1	35,1	34,7	0,5	98,7	1,3
		5	17,2	16,9	0,2	98,6	1,4
		10	2,7	2,6	0,1	97,1	2,9
		20	0,0	0,0	0,0	23,5	76,5
22°10'S	IT-24	1	79,8	75,7	4,1	94,8	5,2
22°20'S	T25	1	60,0	58,9	1,1	98,2	1,8
		5	4,5	4,4	0,1	96,9	3,1
		10	1,9	1,8	0,0	97,7	2,3
		20	0,1	0,0	0,0	39,7	60,3
		30	0,5	0,4	0,0	70,8	3,8
22°30'S	IT-26	1	211,4	209,0	2,4	98,9	1,1
22°40'S	T27	1	101,3	99,9	1,3	98,7	1,3
		5	40,7	40,4	0,3	99,1	0,9
		10	4,0	3,7	0,3	92,2	7,8
		20	1,1	1,0	0,1	94,8	5,2
22°50'S	IT-28	1	84,4	82,8	1,6	98,1	1,9
23°00'S	T29	1	86,1	83,8	2,3	97,3	2,7
		5	15,0	14,6	0,4	97,2	2,8
		10	20,9	18,7	2,2	89,4	10,6
		20	0,5	0,2	0,3	48,3	51,7
		30	0,4	0,4	0,0	92,9	7,1
23°10'S	IT-30	1	190,8	188,1	2,6	98,6	1,4
23°20'S	T31	1	192,5	189,4	3,1	98,4	1,6
		5	38,6	38,0	0,7	98,3	1,7
		10	13,1	6,0	7,1	46,1	53,9
		20	0,1	0,1	0,0	85,7	14,3
23°30'S	IT-32	1	46,9	30,8	16,1	65,7	34,3
23°40'S	T33	1	66,1	21,4	44,6	32,4	67,6
		5	22,9	8,8	14,1	38,3	61,7
		10	0,5	0,4	0,1	87,3	12,7
		20	0,0	0,0	0,0	8,7	91,3
23°50'S	IT-34	1	77,5	16,4	61,1	21,1	78,9
24°00'S	T35	1	0,1	0,1	0,0	94,1	5,9
		5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
		10	0,1	0,1	0,0	61,0	39,0
		20	0,1	0,0	0,1	32,2	67,8
24°10'S	IT-36	1	0,1	0,1	0,0	100,0	0,0
24°20'S	T37	1	0,2	0,2	0,0	100,0	0,0
		5	0,1	0,0	0,0	62,7	37,3
		10	0,5	0,4	0,1	80,8	19,2
		20	0,2	0,2	0,0	93,7	6,3
24°30'S	IT-38	1	0,5	0,5	0,0	100,0	0,0
24°40'S	T39	1	0,9	0,8	0,0	97,0	3,0
		5	0,2	0,2	0,0	88,7	11,3
		10	0,2	0,2	0,1	71,4	28,6
		20	0,0	0,0	0,0	41,7	58,3



Tabla 8. Tamaño promedio (μm) de diatomeas (T-DIATO) y flagelados (T-FLAGE). DDC: distancia de la costa (mn).

LATITUD	TRANSECTA	DDC	T-DIATO	T-FLAGE
18°25'S	T1	1	152,1	117,3
		5	134,6	121,5
		10	188,2	144,9
		20	205,2	65,5
18°30'S	IT-2	1	189,5	110,5
18°40'S	T3	1	226,0	116,1
		5	185,1	142,9
		10	233,3	84,3
		20	193,6	80,7
18°50'S	IT-4	1	309,0	177,7
19°00'S	T5	1	206,4	124,0
		5	184,7	120,4
		10	225,5	85,0
		20	163,0	117,5
19°10'S	IT-6	1	210,2	105,9
19°20'S	T7	1	152,9	142,0
		5	217,2	138,1
		10	261,3	173,2
		20	255,5	68,2
19°30'S	IT-8	1	179,9	118,9
19°40'S	T9	1	243,1	117,3
		5	232,2	152,2
		10	235,3	117,8
		20	296,9	102,3
19°50'S	IT-10	1	224,6	128,3
20°00'S	T11	1	210,3	120,9
		5	230,0	140,1
		10	213,6	157,5
		20	282,8	81,9
20°10'S	IT-12	1	235,9	112,1
20°20'S	T13	1	225,0	145,1
		5	224,6	152,2
		10	271,3	82,5
		20	255,0	104,8
		40	206,2	133,6
20°30'S	IT-14	1	238,7	160,5
20°40'S	T15	1	218,9	176,1
		5	232,1	148,5
		10	248,7	182,9
		20	248,3	121,5
20°50'S	IT-16	1	154,6	164,8
21°00'S	T17	1	165,1	135,5
		5	194,6	126,2
		10	165,0	105,2
		20	271,2	156,4
		30	181,0	128,0
21°10'S	IT-18	1	209,1	115,2
21°20'S	T19	1	184,5	134,8
		5	178,7	157,0
		10	203,8	111,3
		20	196,5	177,6



Tabla 8. Continuación

LATITUD	TRANSECTA	DDC	T-DIATO	T-FLAGE
21°30'S	IT-20	1	172,7	129,7
21°40'S	T21	1	162,0	95,5
		5	184,1	127,8
		10	179,6	69,2
		20	125,5	84,3
21°50'S	IT-22	1	196,3	135,2
22°00'S	T23	1	183,0	152,5
		5	152,8	128,8
		10	149,1	117,7
		20	96,0	141,8
22°10'S	IT-24	1	221,6	181,2
22°20'S	T25	1	241,4	160,5
		5	136,4	80,1
		10	157,7	66,0
		20	129,1	175,3
		30	123,8	84,5
22°30'S	IT-26	1	193,3	130,1
22°40'S	T27	1	141,6	88,1
		5	168,2	104,8
		10	134,8	95,4
		20	135,0	136,8
22°50'S	IT-28	1	188,7	119,7
23°00'S	T29	1	144,6	104,4
		5	121,9	76,0
		10	180,5	121,2
		20	149,6	123,1
		30	201,6	181,2
23°10'S	IT-30	1	161,6	101,9
23°20'S	T31	1	173,1	54,4
		5	131,4	52,0
		10	145,8	113,0
		20	339,3	123,9
23°30'S	IT-32	1	155,3	70,7
23°40'S	T33	1	203,0	69,1
		5	149,9	84,4
		10	358,8	95,3
		20	300,0	116,3
23°50'S	IT-34	1	177,0	63,2
24°00'S	T35	1	290,9	40,0
		5	340,2	
		10	198,8	87,5
		20	294,2	100,0
24°10'S	IT-36	1	199,6	
24°20'S	T37	1	721,1	
		5	533,3	42,3
		10	254,1	63,9
		20	408,8	36,0
24°30'S	IT-38	1	673,6	
24°40'S	T39	1	247,7	88,3
		5	404,4	171,2
		10	437,3	97,8
		20	455,0	141,4



Tabla 9. Aporte porcentual (%) de las especies de diatomeas con las mayores abundancias por transecta (T) e inter-transecta (IT).

C. affinis: *Chaetoceros affinis*, *C. convolutus*: *Chaetoceros convolutus*, *C. tortissimus*: *Chaetoceros tortissimus*, *C. closterium*: *Cylindrotheca closterium*, *D. pumila*: *Detonula pumila*, *L. danicus*: *Leptocylindrus danicus*, *T. minuscula*: *Thalassiosira minuscula*.

DIATOMEAS	18°25'S - 20°10'S											
	T1	IT2	T3	IT4	T5	IT6	T7	IT8	T9	IT10	T11	IT12
<i>T. minuscula</i>	91,4	84,9	92,9	94,9	82,2	97,0	89,6	96,2	94,7	96,1	91,4	95,1
APORTE TOTAL	91,4	84,9	92,9	94,9	82,2	97,0	89,6	96,2	94,7	96,1	91,4	95,1

DIATOMEAS	20°20'S - 21°30'S							
	T13	IT14	T15	IT16	T17	IT18	T19	IT20
<i>D. pumila</i>	7,3		9,2	11,8	9,9	11,9	13,1	27,1
<i>T. minuscula</i>	80,0	93,5	78,0	83,3	70,9	80,9	68,3	60,4
APORTE TOTAL	87,3	93,5	87,2	95,1	80,8	92,8	81,4	87,5

DIATOMEAS	21°40'S - 23°20'S										
	T21	IT22	T23	IT24	T25	IT26	T27	IT28	T29	IT30	T31
<i>C. affinis</i>							53,0	62,1	42,4	51,1	71,2
<i>C. tortissimus</i>	23,0	29,7	9,2	37,6	57,1	43,0	23,2		7,2		
<i>C. closterium</i>	28,9		27,6	16,8	32,5	50,6	18,3	27,3	32,6	44,1	5,2
<i>D. pumila</i>	11,7										
<i>T. minuscula</i>	20,2	50,5	54,8	14,8	7,2			5,7	13,9		
APORTE TOTAL	83,8	80,2	91,5	69,1	96,8	93,6	94,6	95,1	96,1	95,2	76,4

DIATOMEAS	23°30'S - 24°40'S							
	IT32	T33	IT34	T35	IT36	T37	IT38	T39
<i>C. convolutus</i>	7,9	7,1	48,4	64,1	36,4	78,4	98,8	58,3
<i>C. closterium</i>				6,5	39,4			
<i>L. danicus</i>	67,1	54,8						
APORTE TOTAL	75,0	61,9	48,4	70,7	75,8	78,4	98,8	58,3



Tabla 10. Aporte porcentual (%) de las especies de flagelados con las mayores abundancias por transecta (T) e inter-transecta (IT).

C. furca: *Ceratium furca* var. *berghii*, *C. fusus*: *Ceratium fusus* var. *seta*, *C. pulchellum*: *Ceratium pulchellum*, *C. tripos*: *Ceratium tripos*, *D. acuminata*: *Dinophysis acuminata*, *P. gracile*: *Prorocentrum gracile*, *P. micans*: *Prorocentrum micans*, *P. pellucidum*: *Protoperidinium pellucidum*.

FLAGELADOS	18°25' - 20°10'											
	T1	IT2	T3	IT4	T5	IT6	T7	IT8	T9	IT10	T11	IT12
<i>C. furca</i>	6,1		6,8	5,6	7,7	6,6	15,9	8,1	5,3		10,4	
<i>C. fusus</i>	35,3	27,8	31,9	19,1	5,4	28,9	27,2	39,0	31,2	60,7	49,6	57,5
<i>C. pulchellum</i>						4,8					9,5	
<i>C. tripos</i>	13,6			4,7		6,0	7,5	10,5	5,7	5,4	6,2	
<i>P. micans</i>	16,2	22,2	29,5	56,7	52,3	25,3	33,9	18,1	33,0	8,1	9,8	21,1
<i>P. pellucidum</i>	4,8	20,4	5,2	4,7		6,6		5,7				
APORTE TOTAL	75,9	70,4	73,4	90,7	65,4	78,3	84,4	81,4	75,2	74,3	85,5	78,6

FLAGELADOS	20°20' - 21°20'						
	T13	IT14	T15	IT16	T17	IT18	T19
<i>C. furca</i>	14,2	7,6	29,2	17,3	24,3	10,0	18,8
<i>C. fusus</i>	42,1	58,9	17,2	23,5	11,5	6,6	7,6
<i>C. pulchellum</i>	12,1	6,0	8,1	10,1	14,1	7,5	16,7
<i>C. tripos</i>	5,9	9,4	5,5		6,9		17,5
<i>P. micans</i>	14,7	8,4	22,2	29,6	25,8	52,7	17,5
APORTE TOTAL	89,0	90,3	82,2	80,4	82,6	76,7	78,0

FLAGELADOS	21°30' - 23°10'										
	IT20	T21	IT22	T23	IT24	T25	IT26	T27	IT28	T29	IT30
<i>C. furca</i>	8,3		14,2	10,6	18,0	8,7	24,2		22,4	18,6	5,4
<i>C. fusus</i>	5,8	24,6	8,5	9,7	10,7	15,2	18,8				
<i>C. pulchellum</i>	7,5	9,2	18,9	7,6	22,8	12,1			7,2		
<i>C. tripos</i>	5,8	6,2	11,3	11,2	12,8	13,0		5,5	7,2		
<i>D. acuminata</i>	6,7	9,2	14,2	14,7	10,5	7,7	13,5	7,5	5,4	42,0	58,1
<i>P. micans</i>	43,3	14,2	11,3	8,2	6,8	12,1	16,2				
<i>P. pellucidum</i>			11,3	10,3		6,3	10,8	35,5	16,2	10,4	6,5
APORTE TOTAL	77,5	63,4	89,6	72,4	81,5	75,1	83,4	48,5	58,5	71,0	69,9

FLAGELADOS	23°20' - 24°40'								
	T31	IT32	T33	IT34	T35	IT36	T37	IT38	T39
<i>C. furca</i>									7,5
<i>C. tripos</i>							10,3		15,0
<i>P. gracile</i>	79,8	88,7	57,5	93,2	16,7		66,7		
<i>P. micans</i>	5,6	4,5	11,9						
<i>P. pellucidum</i>	4,6								10,0
APORTE TOTAL	90,0	93,2	69,4	93,2	16,7		76,9		32,5



Tabla 11. Resultados del análisis comparativo entre la abundancia y tamaño del fitoplancton obtenidos durante el crucero de diciembre de 2011 y durante los cruceros realizados entre 2007 y 2010. K: estadístico de Kruskal-Wallis.

Parámetros	Cruceros	K	Valor-p
Abundancia Diatomeas	Febrero 2007	113,617	0,000
	Diciembre 2007	145,966	0,000
	Diciembre 2008	92,972	0,000
	Diciembre 2009	108,362	0,000
	Diciembre 2010	5,435	0,020
Abundancia Flagelados	Febrero 2007	525,927	0,000
	Diciembre 2007	121,819	0,000
	Diciembre 2008	153,688	0,000
	Diciembre 2009	203,342	0,000
	Diciembre 2010	53,339	0,000
Tamaño Diatomeas	Diciembre 2007	49,867	0,000
	Diciembre 2009	22,227	0,000
Tamaño Flagelados	Febrero 2007	53,763	0,000
	Diciembre 2007	18,675	0,000
	Diciembre 2008	25,385	0,000
	Diciembre 2010	22,184	0,000



Tabla 12. Valores numéricos correspondientes a los grupos zooplanctónicos analizados entre 1 y 20 mn. Total: número total de individuos; N°est(+): estaciones positivas; MIN: mínimo; MAX: máximo; Media (t): promedio por estaciones totales; STD: desviación estándar; % FO: % de la frecuencia de ocurrencia, % DN: % de la dominancia numérica y CV: coeficiente de variación.

Grupos Zooplanctónicos	Total Individuos	N° est (+)	MIN	MAX	Media (t)	STD	CV	%DN	%FO
Copépodos	131830162	105	110871	10729819	1255525	1554259	1.24	86.46	100.00
Poliquetos	4596530	100	225	749758	43776	119247	2.72	3.01	95.24
Nauplis	3275248	82	141	686753	31193	98309	3.15	2.15	78.10
Cladóceros	2019927	51	151	863906	19237	90198	4.69	1.32	48.57
Lavas .Decápodos	1627393	101	158	400533	15499	43859	2.83	1.07	96.19
Eufáusidos	1280417	87	296	188001	12194	22072	1.81	0.84	82.86
Larvas Equinodermos	1150779	30	92	282070	10960	41871	3.82	0.75	28.57
Apendicularias	1127124	91	305	90821	10735	15374	1.43	0.74	86.67
Sifonóforos	1026190	85	141	249804	9773	27310	2.79	0.67	80.95
Quetognatos	963941	91	264	41905	9180	8932	0.97	0.63	86.67
Larvas Bivalvos	889628	1	889628	889628	8473	86819	10.25	0.58	0.95
Larvas cifonautas	562179	75	146	126048	5354	17514	3.27	0.37	71.43
Larvas Braquiópodos	489661	34	189	116352	4663	15417	3.31	0.32	32.38
Ostrácodos	406335	84	192	22260	3870	4180	1.08	0.27	80.00
Pterópodos	383632	71	156	30115	3654	6601	1.81	0.25	67.62
Larvas Cypris	265410	29	183	88207	2528	10830	4.28	0.17	27.62
Larvas Eufáusidos	245067	62	189	20762	2334	3976	1.70	0.16	59.05
Anfípodos	161333	85	92	20817	1537	2526	1.64	0.11	80.95
Heterópodos	71551	23	129	15485	681	2265	3.32	0.05	21.90
Medusas	36318	32	94	6343	346	916	2.65	0.02	30.48
Salpas	30378	15	173	11496	289	1254	4.33	0.02	14.29
Doliólidos	10672	19	141	2379	102	313	3.08	0.01	18.10
Radiolarios	5794	10	199	1046	55	185	3.36	0.004	9.52
Estomatópodos	3883	12	94	674	37	121	3.27	0.003	11.43
Foraminíferos	2775	1	2775	2775	26	271	10.25	0.002	0.95
Isópodos	2569	8	141	443	24	91	3.73	0.002	7.62
Ctenóforos	2171	9	145	371	21	72	3.47	0.001	8.57



Tabla 13. Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis. Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).

<i>Grupos</i>	<i>Abundancia media</i>			<i>Valor P</i>
	<i>Zona 1</i>	<i>Zona 2</i>	<i>Zona 3</i>	
<i>Zooplanc tonicos</i>				
Copépodos	934121	1254122	1524883	0.808
Eufáusidos	6333	9102	20430	0.0059
Larvas Eufáu	1218	3320	2196	0.0008
Ostrácodos	3711	4008	3852	0.5964
Cladóceros	8165	36840	9394	0.0001
Nauplis	21068	60714	7649	0.0002
Lar.Decápodos	23111	11272	13735	0.7628
Anfípodos	1343	1704	1517	0.4212
Isopodos	13	0	60	0.0041
Larvas Cypris	729	4991	1358	0.0608
Estomatópodos	13	6	90	0.0009
Medusas	391	163	506	0.0167
Sifonóforos	5322	20686	1660	0.0000
Ctenóforos	13	23	25	0.7967
Quetognatos	11305	6620	10184	0.0077
Poliquetos	18999	94302	9689	0.0076
Heteropodos	2072	222	20	0.0058
Pterópodos	6119	3658	1595	0.2719
Salpas	389	0	520	0.0000
Doliólidos	94	42	173	0.0109
Apendicularias	10260	9792	12152	0.7475
Foraminíferos	92	0	0	0.2865
Radiolarios	26	0	139	0.0006
L.cifonautas	1745	9926	3408	0.3761
Larvas Braquiopodos	1795	9002	2353	0.5185
Larvas Equinodermos	1540	28107	234	0.000
Larvas bivalvos	0	22811	0	0.000



Tabla 14. Grados de asociación entre pares de grupos zooplanctónicos sin diferenciación de zonas.

Zona Total	%	Zona	Distancia costa
Salpas - Doliolidos	89		10-40
Cladóceros - Sifonóforos	87	Norte, centro	0-5
Larvas Cypris - Nauplis	83	Norte	0-5
Larvas Cifonautas - Larvas Equinodermos	80	Centro	0-5
Ostrácodos - Quetognatos	63	Sur	0-5
Isópodos - Estomatópodos	61	Sur	10-40
Copépodos - Apendicularias	59	Norte	

Tabla 15. Número estaciones, grupos zooplanctónicos y ejemplares para las zonas definidas en función a la distancia a la costa y periodo del día.

Zona	Distancia a la Costa	Número de Estaciones	Número de Especies	Numero de Taxas x 10 ⁶
Norte	1 - 5	18	27	23,4
	10 - 40	12	27	8,4
	1 - 40	30	27	31,8
Centro	1 - 5	21	27	50,0
	10 - 40	18	27	12,0
	1 - 40	39	27	62,1
Sur	1 - 5	20	27	43,5
	10 - 40	16	27	15,1
	1 - 40	36	27	58,6
Área	1 - 5	59	27	116,9
	10 - 40	46	27	35,5
	1 - 40	105	27	152,5



Tabla 16. Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según distancia a la costa y zona latitudinal.

Taxa	Distancia a la Costa		Zona Latitudinal			Total
	1-5	10-40	Norte	Centro	Sur	
Anfipodos	< 0,1	0,2	0,1	0,1	< 0,1	0,1
Apendicularias	0,7	1,0	1,0	0,6	0,7	0,7
Cladoceros*	1,5	0,8	0,8	2,3	0,6	1,3
Copepodos*	85,6	89,4	88,1	78,8	93,7	86,5
Ctenoforos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Doliolidos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Estomatopodos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Eufausidos*	0,7	1,4	0,6	0,6	1,3	0,8
Foraminiferos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Heteropodos	< 0,1	0,1	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Isopodos	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
L.Bivalvos	0,8	< 0,1	< 0,1	1,4	< 0,1	0,6
L.Braquiopodos	0,4	< 0,1	0,2	0,6	0,1	0,3
L.Cifonautas	0,4	0,2	0,2	0,6	0,2	0,4
L.Cypris	0,2	< 0,1	< 0,1	0,3	< 0,1	0,2
L.Decapodos*	1,2	0,7	2,2	0,7	0,8	1,1
L.Equinodermos*	0,9	0,1	0,1	1,8	< 0,1	0,8
L.Eufausidos	< 0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2
Medusas	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nauplis*	2,6	0,7	2,0	3,8	0,5	2,1
Ostracodos	0,1	0,7	0,4	0,3	0,2	0,3
Poliquetos*	3,5	1,3	1,8	5,9	0,6	3,0
Pteropodos	0,1	0,6	0,6	0,2	< 0,1	0,3
Quetognatos	0,4	1,5	1,1	0,4	0,6	0,6
Radiolarios	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Salpas	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sifonoforos	0,7	0,7	0,5	1,3	0,1	0,7

* Taxa seleccionado para modelamiento



Tabla 17. Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona y distancia a la costa.

Estrato	Hipótesis	Wald	p.value
Zona	Ho: norte=centro=sur	5.451.285	< 0,001
	Ho: norte=centro	1.863.995	< 0,001
	Ho: norte=sur	1.124.341	< 0,001
	Ho: centro=sur	3.948.778	< 0,001
Distancia a la costa	Ho: 0 - 5 = 10 - 40	1.173.869	< 0,001



Tabla 18. Lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2011. Principales Pesquerías Nacionales-Pelágicos Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta con las estructuras obtenidas en B/C Abate Molina.

Lance	Cod Embarcaci3n	Fecha Hora	Latitud	Longitud	n° muestra
1	100705	01-12-2011 07:40	212032	701518	86
2	200907	01-12-2011 08:23	212110	701240	115
3	100828	01-12-2011 08:40	212000	701200	127
4	100705	01-12-2011 09:50	211806	701130	103
5	200907	01-12-2011 11:34	213140	701160	112
6	100828	01-12-2011 12:10	213200	701100	117
7	200907	01-12-2011 13:52	213090	701440	106
8	100911	01-12-2011 14:26	213200	701700	127
9	100828	01-12-2011 14:45	213200	701700	128
10	100661	01-12-2011 15:00	211900	702500	124
11	100675	01-12-2011 15:30	211900	701400	92
12	100892	01-12-2011 17:00	211900	701500	99
13	100828	01-12-2011 17:45	212900	701600	143
14	100902	01-12-2011 18:00	211900	701400	101
15	100705	02-12-2011 10:30	214242	701505	100
16	100895	02-12-2011 11:30	204800	702600	101
17	100881	02-12-2011 12:30	205400	702500	35
18	100911	02-12-2011 13:00	205400	702200	96
19	100677	02-12-2011 14:30	214500	701900	96
20	100919	02-12-2011 16:00	205400	702800	104
21	100828	03-12-2011 12:05	211500	703800	123
22	100828	04-12-2011 12:44	230800	703900	119
23	200907	04-12-2011 13:30	211860	700810	109
24	100154	05-12-2011 15:00	184500	702500	92
25	100925	05-12-2011 15:00	184500	702500	108
26	100681	05-12-2011 16:00	184500	702500	101
27	100705	06-12-2011 07:40	205900	704600	89
28	100895	06-12-2011 09:45	210194	704452	122
29	100705	06-12-2011 11:10	210400	704000	103
30	100895	06-12-2011 11:54	210573	704011	98
31	100154	06-12-2011 15:00	183200	710000	116
32	100680	06-12-2011 15:00	183200	710000	106
33	100835	06-12-2011 15:00	183200	710000	95
34	100670	06-12-2011 16:00	183200	710000	107
35	100681	06-12-2011 16:00	183200	710000	97
36	100925	06-12-2011 16:00	183200	710000	97
37	100892	06-12-2011 17:32	210500	704500	100
38	100705	06-12-2011 18:20	210500	704500	100
39	100778	06-12-2011 18:57	210500	704500	55
40	100705	07-12-2011 09:00	204800	702700	112
41	200907	07-12-2011 09:14	210440	702510	104
42	100705	07-12-2011 12:05	205500	702500	87
43	100881	07-12-2011 12:12	205553	702754	92
44	100740	07-12-2011 16:00	185000	703200	115
45	100774	07-12-2011 16:00	185000	703200	111
46	100852	07-12-2011 16:00	185000	703200	105
47	100886	07-12-2011 16:00	185000	703200	119
48	100687	07-12-2011 17:55	210000	702100	117
49	200907	07-12-2011 18:02	210000	702100	28
50	100667	07-12-2011 19:00	210100	702600	112
51	100881	08-12-2011 13:40	212574	703526	116
52	200907	08-12-2011 20:19	214000	701100	118
53	100881	09-12-2011 03:24	213250	701204	110
54	100705	09-12-2011 04:30	213100	701100	98
55	200907	09-12-2011 05:00	213600	701000	107
56	100705	09-12-2011 08:00	211600	702300	109



Cont. Tabla 18. Lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2011. Principales Pesquerías Nacionales-Pelágicas Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta con las estructuras obtenidas en B/C Abate Molina.

Lance	Cod Embarcación	Fecha Hora	Latitud	Longitud	n° muestra
57	100881	09-12-2011 09:50	211663	702558	110
58	100705	09-12-2011 15:30	214000	701200	100
59	200907	10-12-2011 06:02	211730	700950	121
60	100705	10-12-2011 10:55	212735	701600	117
61	100705	11-12-2011 06:50	213510	701600	109
62	200907	11-12-2011 07:00	213020	700930	132
63	100705	11-12-2011 08:50	213145	701405	119
64	200907	11-12-2011 10:04	213270	701280	106
65	200907	11-12-2011 13:00	213400	701000	121
66	200907	11-12-2011 16:25	213420	701010	118
67	100705	12-12-2011 09:30	205938	702248	111
68	100692	12-12-2011 12:00	211300	701300	91
69	100705	12-12-2011 12:20	210308	702050	114
70	100705	13-12-2011 08:00	205900	702200	120
71	200907	13-12-2011 11:50	190070	702200	114
72	200907	13-12-2011 14:15	191220	702010	120
73	100732	13-12-2011 18:00	211700	702100	107
74	100789	13-12-2011 18:00	211700	702100	23
75	100828	13-12-2011 18:00	190400	703300	102
76	100892	13-12-2011 18:00	211700	702100	84
77	100997	13-12-2011 18:00	190400	703300	96
78	100911	14-12-2011 06:40	190355	703907	126
79	100911	14-12-2011 08:54	190460	703625	127
80	200907	14-12-2011 09:56	213300	703430	103
81	100911	14-12-2011 12:13	191232	703242	122
82	200907	14-12-2011 14:54	213020	704110	108
83	100925	14-12-2011 15:00	190400	704300	105
84	100852	14-12-2011 16:00	190400	704300	111
85	100997	14-12-2011 16:00	190400	704300	102
86	200907	14-12-2011 19:17	213320	704800	109
87	100667	14-12-2011 21:00	213300	703600	97
88	100747	14-12-2011 21:30	213300	703600	101
89	100705	15-12-2011 06:00	213500	704200	73
90	100911	15-12-2011 06:40	192170	703811	117
91	200664	15-12-2011 07:00	213500	704200	81
92	200865	15-12-2011 07:00	213500	704200	87
93	100911	15-12-2011 10:25	193025	703166	122
94	100911	15-12-2011 13:42	193161	703568	136
95	100886	15-12-2011 17:30	192000	703500	107
96	100925	15-12-2011 17:30	192000	703500	105
97	100838	15-12-2011 18:00	192000	703500	76
98	100968	17-12-2011 08:24	190040	702930	114
99	100968	17-12-2011 11:58	185920	702400	105
100	100968	17-12-2011 16:58	183580	702820	114
101	100968	17-12-2011 20:12	183240	702970	115
102	100852	18-12-2011 06:24	182401	704076	121
103	100895	19-12-2011 11:35	191854	704175	94
104	100968	19-12-2011 12:40	191700	704130	108
105	100895	19-12-2011 15:48	192692	704192	90
106	100968	19-12-2011 15:55	192848	704080	112
107	100895	20-12-2011 09:25	193535	704650	110
108	100895	20-12-2011 12:55	192942	704507	118
109	100677	20-12-2011 14:00	193400	704300	122
110	100152	20-12-2011 14:30	193400	704300	61
111	200865	20-12-2011 15:10	193300	705000	112
112	100705	20-12-2011 16:02	193300	705000	77
113	200907	20-12-2011 16:22	193300	705000	90



Tabla 19. Lances correspondientes espacio/temporal de arrastre (B/C Abate Molina Crucero RECLAN152 1112) y lances de cerco (Flota cerquera. Proyecto Seguimiento 2011. Ppales. Pesquerías Nacionales-Pelágicos Zona Norte) utilizados para comparar estructura de tallas de las capturas de anchoveta.

Lance	Cod Embarcación	Fecha Hora	Latitud	Longitud	n° muestra
24	100154	05-12-2011 15:00	184500	702500	92
25	100925	05-12-2011 15:00	184500	702500	108
41	200907	07-12-2011 09:14	210440	702510	104
42	100705	07-12-2011 12:05	205500	702500	87
43	100881	07-12-2011 12:12	205553	702754	92
48	100687	07-12-2011 17:55	210000	702100	117
50	100667	07-12-2011 19:00	210100	702600	112
52	200907	08-12-2011 20:19	214000	701100	118
55	200907	09-12-2011 05:00	213600	701000	107
58	100705	09-12-2011 15:30	214000	701200	100
7	B/C Abate Molina	02-12-2011 19:08	184570	702250	200
22	B/C Abate Molina	08-12-2011 17:18	210090	702740	202
30	B/C Abate Molina	10-12-2011 19:52	214190	701010	201
31	B/C Abate Molina	10-12-2011 21:49	213960	701460	201



Tabla 20. Tallas al 25, 50 y 75% de anchoveta capturadas con redes de cerco de la flota y arrastre a media agua del B/C Abate Molina: a) todos los lances de ambos artes de pesca y b) lances correspondientes espacio/temporal.

Frecuencia Acumulada	a) Todos los lances		b) Lances coincidentes	
	Cerco	Arrastre	Cerco	Arrastre
25%	14.43	14.37	14.28	14.33
50%	14.85	15.03	14.71	14.83
75%	15.30	15.49	15.17	15.27
rango	0.88	1.12	0.89	0.94



Tabla 21. Resumen operacional y capturas realizadas por el B/C Abate Molina, diciembre 2011. Crucero Reclan152-1112

Lance	Fecha	Latitud	Longitud	Anchoveta		jurel		Medusas		Otras
				Captura (kg)	Proporci3n (%)	Captura (kg)	Proporci3n (%)	Captura (kg)	Proporci3n (%)	Captura (kg)
1	1/12/11	1830.3	7026.4					133.5	100.0	
2	1/12/11	1831.6	7037.3							
3	1/12/11	1825.1	7026.2					23.4	93.3	1.7
4	1/12/11	1838.0	7021.9	443.0	94.0			91.5	6.0	
5	2/12/11	1840.2	7023.7	102.1	36.8			174.9	63.2	
6	2/12/11	1839.9	7035.1							0.1
7	2/12/11	1845.7	7022.5	10.7	1.0			1016.0	99.0	
8	3/12/11	1910.0	7018.8					575.2	100.0	
9	3/12/11	1901.4	7020.0	7.2	0.7			999.0	99.26	0.2
10	4/12/11	1936.6	7015.5					423.0	99.6	1.5
11	4/12/11	1932.0	7014.0	3.2	0.3			1166.1	99.3	4.5
12	4/12/11	1950.5	7011.3	47.2	7.7			567.0	92.2	0.5
13	5/12/11	2001.0	7012.6					110.7	100.0	
14	5/12/11	1958.2	7010.3	25.1	3.9			617.1	96.1	
15	5/12/11	2009.3	7010.1					9970.0	99.7	30.0
16	6/12/11	2014.3	7052.1							77.0
17	6/12/11	2016.1	7012.1	1.5	0.2			716.2	99.3	3.3
18	7/12/11	2030.8	7017.7							1298.5
19	7/12/11	2029.8	7026.1	13.2	65.8					6.9
20	7/12/11	2039.4	7029.4							
21	8/12/11	2050.9	7019.8							
22	8/12/11	2100.9	7027.4	7.6	2.7	0.2	0.1	308.0	100.0	
23	9/12/11	2110.0	7014.0					285.0	97.0	0.7
24	9/12/11	2110.0	7028.3					1372.8	100.0	
25	9/12/11	2120.0	7007.6					696.0	99.99	0.1
26	10/12/11	2129.4	7006.1	52.5	2.0			1776.6	100.0	
27	10/12/11	2130.0	7009.7					2550.0	98.0	
28	10/12/11	2140.0	7019.2			0.1	4.8	650.0	100.0	
29	10/12/11	2133.9	7006.8	27.3	1.4			1878.0	98.6	
30	10/12/11	2141.9	7010.1	88.8	3.8			2230.0	96.2	
31	10/12/11	2139.6	7014.6	45.0	100.0					
32	11/12/11	2149.1	7015.7							0.133
33	11/12/11	2152.2	7012.9	2.3	1.3			173.5	98.3	0.7
34	11/12/11	2206.4	7014.3	32.4	8.8			331.0	90.1	4.1
35	12/12/11	2209.2	7039.1							0.2
36	12/12/11	2220.0	7025.5			183.3	47.3			204.1
37	12/12/11	2212.1	7015.9	273.7	73.1	1.3	0.4			99.6
38	13/12/11	2230.1	7024.5							
39	13/12/11	2234.5	7036.8	11.6	4.7	108.5	44.4			124.2
40	13/12/11	2237.2	7019.0	42.2	13.2			278.0	86.8	
41	14/12/11	2241.8	7018.3	2.1	0.5			398.2	99.5	
42	14/12/11	2252.1	7019.4	373.8	86.2			60.0	13.8	
43	14/12/11	2259.5	7028.9					1212.4	100.0	
44	14/12/11	2249.6	7035.1	0.6	2.9	9.4	47.7			9.8
45	15/12/11	2300.2	7036.3	202.1	44.4			253.0	55.6	
46	15/12/11	2310.4	7036.9	2.1	0.8			270.0	98.7	0.9
47	15/12/11	2310.1	7055.6	136.9	52.9	103.1	39.9			18.6
48	15/12/11	2310.8	7047.3	4.6	1.3			342.0	98.7	
49	16/12/11	2320.8	7112.2			0.02	0.01	117.4	99.27	0.85
50	16/12/11	2320.0	7050.3	0.1	2.9					2.3
51	16/12/11	2317.2	7037.5	12.5	0.96			1292.0	99.0	0.4
52	17/12/11	2324.0	7038.4	38.0	28.8	6.2	4.7	79.7	60.4	8.2
53	17/12/11	2329.3	7044.8			0.1	2.4			4.9
54	17/12/11	2340.2	7028.8	1040.0	100.0					
55	17/12/11	2344.7	7029.8	552.4	97.3					15.6
56	18/12/11	2332.3	7031.1	506.7	100.0					
57	18/12/11	2353.8	7033.6							4.9
58	19/12/11	2410.2	7038.2							
59	19/12/11	2415.9	7054.1					25.75	69.78	11.2
60	19/12/11	2419.5	7034.7					17.2	59.54	11.7
61	20/12/11	2429.9	7044.4							
62	20/12/11	2436.0	7035.9					16.2	100.00	
63	20/12/11	2439.5	7046.3							
Captura Total (kg)				4108.3		412.2		33196.4		1948.9
Proporci3n (%) respecto captura tota				10.4		1.0		83.7		4.9



Tabla 23. Resumen de lances de pesca para la zona total, pesos y tallas promedio para anchoveta. Crucero RECLAN152-1112.

Zona	Zona total
Lances totales	63
Lances exitosos	36
% lances exitosos	57.1
% de reclutas en N°	8.1
% de reclutas en peso	1.6
Peso Promedio (g)	25.4
Longitud promedio (cm)	14.7
Peso promedio reclutas (g)	5.1
Longitud promedio reclutas (cm)	8.5



Tabla 24.. Comparación de la estructura de talla entre lances para anchoveta. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha = 0.05$). Crucero RECLAN152-1112.

Parámetros del análisis	X ² crítico= N° de categorías= Z= Grupos= np=	38 26 1.64485 31 337
Lances	X ² calculado	Ho
5	0.77	NR
33	0.95	NR
39	1.12	NR
46	1.36	NR
37	1.43	NR
34	1.43	NR
22	1.49	NR
29	1.55	NR
48	1.59	NR
31	1.78	NR
19	1.78	NR
41	1.80	NR
30	1.83	NR
26	2.41	NR
17	2.48	NR
42	2.88	NR
45	2.88	NR
47	3.33	NR
56	6.52	NR
12	7.39	NR
52	8.60	NR
44	11.01	NR
9	17.69	NR
54	18.30	NR
7	27.44	NR
4	31.02	NR
5	34.61	NR
14	65.60	R
40	77.56	R
51	79.32	R
11	242.45	R
% APROBACIÓN		87.10



Tabla 25. Comparación de la estructura de talla entre lances para jurel. Zona Total, mediante la dócima de heterogeneidad generalizada (DHG; $\alpha = 0.05$). Crucero RECLAN152-1112.

Parámetros del análisis	X²crítico=	28
	N° de categorías=	18
	Z=	1.64485
	Grupos=	8
	np=	72
Lances	X² calculado	Ho
48	4.77	NR
44	9.34	NR
49	10.24	NR
41	11.71	NR
22	22.05	NR
36	24.31	NR
37	26.77	NR
39	27.47	NR
% APROBACIÓN		100.00

Tabla 26. Parámetros de la relación longitud-peso de anchoveta, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para cada zona y zona total. Crucero RECLAN152-1112.

	Parámetros	Zona total N=2.914
Modelo Lineal	a	0.0052
	b	3.1389
	R ²	0.9571
Modelo no lineal	a	0.0154
	b	2.7406
	R ²	0.8749



Tabla 27. Análisis de varianza de la relación longitud-peso de anchoveta para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.

Zona		GL	SC	PC	F	Valor crítico
Total	Regresión	1	142.1295015	142.1295015	64901.44849	0
	Residuos	2912	6.377070434	0.002189928		
	Total	2913	148.5065719			

GL: Grados de libertad
SC: Suma de cuadrados
PC: Promedio de los cuadrados
F : F calculado



Tabla 28. Comparación de pesos de anchoveta entre diferentes modelos. Crucero RECLAN152-1112

Longitud (cm)	RECLAN152-1112 Modelo lineal	RECLAN152-1112 Modelo no-lineal
a	0.005200	0.015415
b	3.138900	2.740613
R ²	0.957100	0.874900
3.0		
3.5		
4.0		
4.5	0.6	1.0
5.0	0.8	1.3
5.5	1.1	1.6
6.0	1.4	2.1
6.5	1.9	2.6
7.0	2.3	3.2
7.5	2.9	3.9
8.0	3.6	4.6
8.5	4.3	5.4
9.0	5.1	6.4
9.5	6.1	7.4
10.0	7.2	8.5
10.5	8.3	9.7
11.0	9.7	11.0
11.5	11.1	12.4
12.0	12.7	14.0
12.5	14.4	15.6
13.0	16.3	17.4
13.5	18.4	19.3
14.0	20.6	21.3
14.5	23.0	23.5
15.0	25.6	25.8
15.5	28.3	28.2
16.0	31.3	30.8
16.5	34.5	33.5
17.0	37.9	36.3
17.5	41.5	39.3
18.0		
18.5		
19.0		



Tabla 29. Parámetros de la relación longitud-peso de jurel, obtenidos a través del ajuste de una regresión lineal y de una regresión no lineal para la zona total. Crucero RECLAN152-1112.

	Parámetros	Zona total N=323
Modelo Lineal	a	0.0146
	b	2.943
	R ²	0.9856
Modelo no lineal	a	0.020166
	b	2.844593
	R ²	0.9573



Tabla 30. Clave Edad-Talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) crucero hidroacústico RECLAN XV, I y II, Diciembre 2011.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5	1	1					
5,0							
5,5	2	2					
6,0	7	7					
6,5	5	5					
7,0	13	13					
7,5	7	7					
8,0	9	9					
8,5	8	8					
9,0	10	10					
9,5	16	16					
10,0	14	14					
10,5	4	4					
11,0	3	3					
11,5	2	2					
12,0	1		1				
12,5	1		1				
13,0	1		1				
13,5	6		6				
14,0	17		17				
14,5	27		25	2			
15,0	27		23	4			
15,5	24		15	9			
16,0	9		4	5			
16,5	8		3	5			
17,0	9			9			
17,5	4			4			
18,0							
18,5							
19,0							
TOTAL	235	101	96	38			
%	100,0	43,0	40,9	16,2			



Tabla 31. Varianzas de la clave Edad-Talla de anchoveta para la zona norte (Arica-Antofagasta) Crucero Hidroacústico RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD					
		0	I	II	III	IV	V
3,0							
3,5							
4,0							
4,5		0,0000					
5,0							
5,5		0,0000					
6,0		0,0000					
6,5		0,0000					
7,0		0,0000					
7,5		0,0000					
8,0		0,0000					
8,5		0,0000					
9,0		0,0000					
9,5		0,0000					
10,0		0,0000					
10,5		0,0000					
11,0		0,0000					
11,5		0,0000					
12,0			0,0000				
12,5			0,0000				
13,0			0,0000				
13,5			0,0000				
14,0			0,0000				
14,5	0,0053		0,0026	0,0026			
15,0	0,0097		0,0049	0,0049			
15,5	0,0204		0,0102	0,0102			
16,0	0,0617		0,0309	0,0309			
16,5	0,0670		0,0335	0,0335			
17,0				0,0000			
17,5				0,0000			
18,0							
18,5							
19,0							



Tabla 32. Calibración de los ecosondas (EK-60) a diferentes frecuencias y tamaño de pulso (μs) del B/I Abate Molina desde el 2008 y portátiles instalados en las lanchas L/M Punta Brava (RECLAS 1201) y L/M Don Ulmes (RECLAS 1205). Se indica N° de la General Purpose Transceiver (GPT).

Fecha	Frecuencia (Khz)												PORTATIL
	18			38			120			200			
	Pulso (us)												
	512	1024	2048	256	512	1024	256	512	1024	256	512	1024	
12/26/2008				24,49	26,04	26,31	24,05	22,44	22,38	26,43	26,30	26,41	
5/29/2009				24,69		26,53	19,29						
1/4/2010				24,66	26,25	26,62				27,37	25,78	25,32	
6/4/2010				24,46		26,48			19,77				
23/11/2010				24,35	25,91	26,21	19,12	19,80	19,57	25,54	25,50	25,82	
12/29/2010	21,83	23,05	23,59										
3/27/2011		22,80			26,05	26,41							
4/27/2011				25,84	26,13	26,58	28,44	28,78	28,70	26,24	26,18	26,12	
7/18/2011		22,89				26,48			28,56				
10/4/2011		22,95				26,27						23,80	24,67
11/24/2011				24,5	26,18	26,27							
11/25/2011							28,63	29,1	28,89	26,41	26,09	26,17	
12/27/2011	21,83	23,06	23,36			26,52		28,87			25,65		
12/28/2011										26,94	26,95	26,93	



Tabla 33. Posición y porcentaje de la captura en los lances seleccionados para estudio de TS. Crucero a) RECLAN152 1112.y b) Crucero RECLAN34 1202

a)						
Lance	Estación TS	Latitud		Longitud		Captura
4	SI	1838.9	S	7022.3	W	94% anchoveta
31	SI	2140.1	S	7014.7	W	100% anchoveta
37	SI	2213.2	S	7015.9	W	73% anchoveta + 27% pampanito
54	NO	2340.9	S	7029.4	W	100% anchoveta
55	NO	2345.2	S	7030.4	W	97% anchoveta
56	NO	2331.7	S	7030.6	W	100% anchoveta

b)						
Lance	Estación TS	Latitud		Longitud		Captura
2	NO	2502.2	S	7032.7	W	100% Anchoveta
3	NO	2516.7	S	7029.0	W	95,1% Anch; 1,1% Calamar; 3,8 Pampanito
8	NO	2601.6	S	7041.8	W	99,6% Anch; 0,4% Pampanito
10	SI	2616.2	S	7041.4	W	100% Anchoveta
13	SI	2655.0	S	7051.8	W	95,7% Anchoveta; 0,7% Jurel; 3,6% Calamar
17	NO	2728.1	S	7056.4	W	100% Anchoveta
19	NO	2758.2	S	7110.3	W	100% Anchoveta
20	NO	2751.9	S	7107.7	W	100% Anchoveta
24	NO	2900.1	S	7133.7	W	100% Anchoveta
28	SI	2919.9	S	7130.5	W	100% Anchoveta
29	NO	2940.2	S	7128.6	W	100% Anchoveta



Tabla 34. Abundancia (millones de ejemplares) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)

Talla	Conglomerados				Bootstrap					Geoestadístico			
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total									
3,0													
3,5													
4,0													
4,5	6.5	3.2	5.5	15.3	6.6	3.3	5.6	15.5	6.1	3.6	5.1	14.7	
5,0													
5,5	64.4	31.7	54.7	150.7	65.4	32.2	55.0	152.6	59.7	35.0	50.6	145.4	
6,0	125.2	61.6	106.4	293.2	127.2	62.6	107.1	296.9	116.1	68.2	98.5	282.8	
6,5	205.8	101.2	174.9	481.9	209.0	102.9	176.0	488.0	190.9	112.0	161.9	464.8	
7,0	85.5	42.1	72.7	200.3	86.9	42.8	73.2	202.8	79.4	46.6	67.3	193.2	
7,5	33.7	16.6	28.6	78.8	34.2	16.8	28.8	79.8	31.2	18.3	26.5	76.0	
8,0	31.4	15.4	26.7	73.5	31.9	15.7	26.8	74.4	29.1	17.1	24.7	70.9	
8,5	22.5	11.0	19.1	52.6	22.8	11.2	19.2	53.3	20.8	12.2	17.7	50.7	
9,0	67.5	33.2	57.3	158.0	68.5	33.7	57.7	160.0	62.6	36.7	53.1	152.4	
9,5	115.0	56.6	97.8	269.4	116.8	57.5	98.4	272.8	106.7	62.6	90.5	259.8	
10,0	72.6	35.7	61.7	170.0	73.7	36.3	62.1	172.1	67.3	39.5	57.1	163.9	
10,5	30.0	14.8	25.5	70.2	30.5	15.0	25.7	71.1	27.8	16.3	23.6	67.8	
11,0	18.1	8.9	15.4	42.5	18.4	9.1	15.5	43.0	16.8	9.9	14.3	41.0	
11,5	10.1	5.0	8.6	23.7	10.3	5.1	8.6	24.0	9.4	5.5	7.9	22.8	
12,0	6.7	3.3	5.7	15.7	6.8	3.4	5.8	15.9	6.2	3.7	5.3	15.2	
12,5	4.6	2.3	3.9	10.8	4.7	2.3	4.0	11.0	4.3	2.5	3.6	10.5	
13,0	17.1	8.4	14.5	40.0	17.3	8.5	14.6	40.5	15.8	9.3	13.4	38.5	
13,5	78.9	38.8	67.0	184.7	80.1	39.4	67.4	187.0	73.2	42.9	62.0	178.1	
14,0	197.3	97.1	167.7	462.1	200.4	98.7	168.8	467.9	183.1	107.4	155.2	445.7	
14,5	339.6	167.0	288.6	795.2	344.9	169.9	290.4	805.2	315.0	184.9	267.1	767.0	
15,0	591.6	291.0	502.8	1385.4	600.9	295.9	506.0	1 402.8	548.8	322.1	465.4	1 336.3	
15,5	728.2	358.2	618.9	1705.3	739.7	364.2	622.8	1 726.7	675.5	396.4	572.8	1 644.8	
16,0	432.2	212.6	367.3	1012.1	439.0	216.2	369.6	1 024.8	400.9	235.3	340.0	976.2	
16,5	126.2	62.1	107.2	295.4	128.2	63.1	107.9	299.2	117.0	68.7	99.2	285.0	
17,0	32.9	16.2	27.9	77.0	33.4	16.4	28.1	78.0	30.5	17.9	25.9	74.3	
17,5	2.3	1.1	1.9	5.4	2.3	1.1	2.0	5.4	2.1	1.2	1.8	5.2	
18,0													
18,5													
19,0													
Total	3 445.8	1 694.9	2 928.4	8 069.1	3 500.1	1 723.5	2 946.9	8 170.5	3 196.6	1 875.9	2 710.6	7 783.0	
Reclutas	888.3	436.9	754.9	2 080.0	909.1	447.6	765.4	2 122.1	830.2	487.2	704.0	2 021.4	
% Reclutas	25.8	25.8	25.8	25.8	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	
Area (mn²)	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	
ρ (n°/mn²)	2.3	1.7	8.9	2.9	2.3	1.7	8.9	2.9	2.1	1.9	8.2	2.8	
% Total	42.7	21.0	36.3	100.0	42.8	21.1	36.1	100.0	41.1	24.1	34.8	100.0	



Tabla 35. Biomasa (toneladas) de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)

Talla	Conglomerados				Bootstrap				Geoestadístico				
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total					
3,0													
3,5													
4,0													
4,5	3.8	1.9	3.2	8.9	3.9	1.9	3.3	9.0	3.5	2.1	3.0	8.6	
5,0													
5,5	70.5	34.7	59.9	165.0	71.6	35.2	60.3	167.1	65.4	38.4	55.4	159.1	
6,0	180.1	88.6	153.1	421.8	182.9	90.1	154.0	427.1	167.1	98.0	141.7	406.8	
6,5	380.6	187.2	323.4	891.2	386.6	190.4	325.5	902.4	353.1	207.2	299.4	859.6	
7,0	199.6	98.2	169.7	467.5	202.8	99.9	170.7	473.4	185.2	108.7	157.0	450.9	
7,5	97.6	48.0	82.9	228.4	99.1	48.8	83.4	231.3	90.5	53.1	76.7	220.3	
8,0	111.4	54.8	94.6	260.7	113.1	55.7	95.2	264.0	103.3	60.6	87.6	251.5	
8,5	96.4	47.4	81.9	225.8	97.9	48.2	82.5	228.6	89.4	52.5	75.8	217.8	
9,0	346.5	170.4	294.5	811.4	352.0	173.3	296.3	821.6	321.4	188.6	272.6	782.6	
9,5	700.1	344.4	595.0	1 639.4	711.1	350.2	598.7	1 660.1	649.5	381.1	550.7	1 581.3	
10,0	518.9	255.2	441.0	1 215.2	527.1	259.6	443.8	1 230.5	481.4	282.5	408.2	1 172.1	
10,5	250.0	122.9	212.4	585.3	253.9	125.0	213.8	592.7	231.9	136.1	196.6	564.6	
11,0	175.0	86.1	148.7	409.7	177.7	87.5	149.6	414.9	162.3	95.3	137.6	395.2	
11,5	112.0	55.1	95.2	262.3	113.8	56.0	95.8	265.6	103.9	61.0	88.1	253.0	
12,0	85.2	41.9	72.4	199.5	86.5	42.6	72.9	202.0	79.0	46.4	67.0	192.4	
12,5	66.7	32.8	56.7	156.2	67.7	33.4	57.0	158.1	61.9	36.3	52.5	150.6	
13,0	278.0	136.7	236.2	651.0	282.4	139.0	237.7	659.2	257.9	151.3	218.7	627.9	
13,5	1 446.1	711.3	1 229.0	3 386.4	1 468.9	723.3	1 236.7	3 429.0	1 341.5	787.3	1 137.6	3 266.3	
14,0	4 056.5	1 995.2	3 447.3	9 498.9	4 120.3	2 028.9	3 469.1	9 618.4	3 763.0	2 208.3	3 190.9	9 162.2	
14,5	7 793.7	3 833.4	6 623.3	18 250.5	7 916.5	3 898.2	6 665.3	18 479.9	7 229.9	4 242.8	6 130.7	17 603.4	
15,0	15 102.1	7 428.1	12 834.1	35 364.3	15 339.9	7 553.6	12 915.4	35 808.9	14 009.5	8 221.4	11 879.6	34 110.5	
15,5	20 604.1	10 134.4	17 510.0	48 248.5	20 928.6	10 305.6	17 620.9	48 855.1	19 113.6	11 216.6	16 207.6	46 537.8	
16,0	13 510.1	6 645.1	11 481.2	31 636.4	13 722.9	6 757.4	11 553.9	32 034.2	12 532.7	7 354.7	10 627.3	30 514.7	
16,5	4 343.7	2 136.5	3 691.4	10 171.6	4 412.1	2 172.6	3 714.8	10 299.5	4 029.5	2 364.7	3 416.9	9 811.3	
17,0	1 243.3	611.5	1 056.6	2 911.4	1 262.9	621.9	1 063.3	2 948.0	1 153.3	676.8	978.0	2 808.1	
17,5	94.9	46.7	80.7	222.3	96.4	47.5	81.2	225.1	88.1	51.7	74.7	214.4	
18,0													
18,5													
19,0													
Total	71 866.8	35 348.5	61 074.3	168 289.7	72 998.7	35 945.8	61 461.2	170 405.6	66 667.7	39 123.4	56 531.9	162 323.0	
Reclutas	3 242.4	1 594.8	2 755.5	7 592.7	3 380.0	1 664.4	2 845.8	7 890.2	3 086.9	1 811.5	2 617.6	7 516.0	
% Reclutas	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	
Area (mn²)	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	1 491.2	989.9	330.2	2 811.3	
p (t/mn²)	48.2	35.7	184.9	59.9	49.0	36.3	186.1	60.6	44.7	39.5	171.2	57.7	
% Total	42.7	21.0	36.3	100.0	42.8	21.1	36.1	100.0	41.1	24.1	34.8	100.0	



Tabla 36. Varianza de la Abundancia de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)

Talla	Conglomerados				Estratos Agrupados				Bootstrap				Geoestadístico			
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total
3,0																
3,5																
4,0																
4,5	3.426E+13	8.924E+12	2.493E+13	6.811E+13	3.319E+13	8.417E+12	2.431E+13	6.592E+13	3.461E+13	8.813E+12	2.446E+13	6.788E+13	2.840E+13	9.924E+12	2.051E+13	5.883E+13
5,0																
5,5	7.944E+14	4.482E+14	6.522E+14	1.895E+15	3.677E+14	2.445E+14	4.013E+14	1.014E+15	5.246E+14	2.967E+14	3.408E+14	1.162E+15	2.520E+14	1.437E+14	2.140E+14	6.096E+14
6,0	2.620E+15	1.632E+15	2.198E+15	6.451E+15	9.560E+14	8.378E+14	1.220E+15	3.014E+15	1.553E+15	1.038E+15	9.796E+14	3.570E+15	5.714E+14	4.187E+14	5.386E+14	1.529E+15
6,5	6.686E+15	4.345E+15	5.665E+15	1.670E+16	2.140E+15	2.175E+15	2.992E+15	7.307E+15	3.755E+15	2.717E+15	2.331E+15	8.803E+15	1.156E+15	1.004E+15	1.180E+15	3.340E+15
7,0	1.237E+15	7.642E+14	1.036E+15	3.037E+15	4.618E+14	3.942E+14	5.802E+14	1.436E+15	7.402E+14	4.874E+14	4.684E+14	1.696E+15	2.804E+14	1.999E+14	2.611E+14	7.415E+14
7,5	2.190E+14	1.229E+14	1.796E+14	5.215E+14	1.025E+14	6.726E+13	1.111E+14	2.808E+14	1.454E+14	8.155E+13	9.459E+13	3.215E+14	7.060E+13	3.985E+13	5.971E+13	1.702E+14
8,0	1.879E+14	1.064E+14	1.544E+14	4.487E+14	8.640E+13	5.791E+13	9.472E+13	2.390E+14	1.237E+14	7.034E+13	8.030E+13	2.743E+14	5.903E+13	3.387E+13	5.024E+13	1.431E+14
8,5	1.011E+14	5.531E+13	8.250E+13	2.389E+14	4.973E+13	3.077E+13	5.228E+13	1.328E+14	6.880E+13	3.711E+13	4.503E+13	1.509E+14	3.503E+13	1.892E+13	2.914E+13	8.309E+13
9,0	7.491E+14	4.720E+14	6.302E+14	1.851E+15	2.645E+14	2.406E+14	3.453E+14	8.504E+14	4.378E+14	2.987E+14	2.751E+14	1.012E+15	1.544E+14	1.178E+14	1.483E+14	4.205E+14
9,5	2.079E+15	1.356E+15	1.763E+15	5.198E+15	6.572E+14	6.772E+14	9.271E+14	2.261E+15	1.162E+15	8.466E+14	7.202E+14	2.729E+15	3.509E+14	3.104E+14	3.615E+14	1.023E+15
10,0	8.475E+14	5.431E+14	7.158E+14	2.106E+15	2.840E+14	2.741E+14	3.845E+14	9.425E+14	4.848E+14	3.415E+14	3.027E+14	1.129E+15	1.593E+14	1.300E+14	1.578E+14	4.471E+14
10,5	1.566E+14	9.472E+13	1.305E+14	3.818E+14	6.186E+13	4.949E+13	7.483E+13	1.862E+14	9.606E+13	6.093E+13	6.121E+13	2.182E+14	3.893E+13	2.604E+13	3.527E+13	1.002E+14
11,0	6.142E+13	3.534E+13	5.064E+13	1.474E+14	2.728E+13	1.904E+13	3.057E+13	7.689E+13	3.977E+13	2.321E+13	2.571E+13	8.868E+13	1.832E+13	1.086E+13	1.580E+13	4.498E+13
11,5	2.130E+13	1.133E+13	1.728E+13	4.991E+13	1.100E+13	6.416E+12	1.122E+13	2.864E+13	1.485E+13	7.695E+12	9.781E+12	3.233E+13	7.911E+12	4.098E+12	6.479E+12	1.849E+13
12,0	1.044E+13	5.184E+12	8.353E+12	2.397E+13	6.003E+12	3.068E+12	5.746E+12	1.482E+13	7.702E+12	3.629E+12	5.138E+12	1.647E+13	4.497E+12	2.140E+12	3.574E+12	1.021E+13
12,5	5.484E+12	2.547E+12	4.335E+12	1.237E+13	3.450E+12	1.576E+12	3.139E+12	8.164E+12	4.251E+12	1.839E+12	2.866E+12	8.956E+12	2.661E+12	1.188E+12	2.070E+12	5.919E+12
13,0	5.162E+13	3.081E+13	4.290E+13	1.253E+14	2.109E+13	1.623E+13	2.495E+13	6.227E+13	3.215E+13	1.993E+13	2.057E+13	7.264E+13	1.353E+13	8.733E+12	1.208E+13	3.434E+13
13,5	9.703E+14	6.361E+14	8.239E+14	2.430E+15	3.014E+14	3.167E+14	4.306E+14	1.049E+15	5.386E+14	3.964E+14	3.331E+14	1.268E+15	1.584E+14	1.437E+14	1.652E+14	4.673E+14
14,0	5.971E+15	3.966E+15	5.086E+15	1.502E+16	1.769E+15	1.960E+15	2.615E+15	6.343E+15	3.255E+15	2.459E+15	2.002E+15	7.715E+15	8.875E+14	8.660E+14	9.608E+14	2.714E+15
14,5	1.761E+16	1.173E+16	1.501E+16	4.434E+16	5.150E+15	5.786E+15	7.684E+15	1.862E+16	9.552E+15	7.265E+15	5.865E+15	2.268E+16	2.551E+15	2.539E+15	2.791E+15	7.882E+15
15,0	5.328E+16	3.558E+16	4.544E+16	1.343E+17	1.546E+16	1.753E+16	2.320E+16	5.619E+16	2.882E+16	2.202E+16	1.768E+16	6.852E+16	7.596E+15	7.659E+15	8.366E+15	2.362E+16
15,5	8.059E+16	5.389E+16	6.875E+16	2.032E+17	2.327E+16	2.652E+16	3.505E+16	8.484E+16	4.351E+16	3.333E+16	2.668E+16	1.035E+17	1.137E+16	1.156E+16	1.258E+16	3.500E+16
16,0	2.854E+16	1.901E+16	2.432E+16	7.186E+16	8.364E+15	9.376E+15	1.246E+16	3.020E+16	1.549E+16	1.177E+16	9.516E+15	3.678E+16	4.152E+15	4.120E+15	4.535E+15	1.281E+16
16,5	2.526E+15	1.635E+15	2.138E+15	6.300E+15	8.191E+14	8.203E+14	1.135E+15	2.774E+15	1.426E+15	1.024E+15	8.867E+14	3.337E+15	4.472E+14	3.816E+14	4.526E+14	1.281E+15
17,0	1.984E+14	1.155E+14	1.640E+14	4.779E+14	8.587E+13	6.179E+13	9.783E+13	2.455E+14	1.269E+14	7.548E+13	8.176E+13	2.841E+14	5.691E+13	3.460E+13	4.956E+13	1.411E+14
17,5	1.821E+13	3.415E+12	1.285E+13	3.448E+13	1.986E+13	4.204E+12	1.382E+13	3.789E+13	1.993E+13	4.177E+12	1.425E+13	3.836E+13	1.734E+13	5.752E+12	1.234E+13	3.544E+13
18,0																
18,5																
19,0																
Total	2.056E+17	1.366E+17	1.751E+17	5.172E+17	6.077E+16	6.747E+16	8.997E+16	2.182E+17	1.120E+17	8.468E+16	6.884E+16	2.655E+17	3.044E+16	2.979E+16	3.300E+16	9.323E+16
Reclutas	1.579E+16	9.995E+15	1.330E+16	3.909E+16	5.503E+15	5.082E+15	7.250E+15	1.784E+16	9.180E+15	6.315E+15	5.759E+15	2.125E+16	3.182E+15	2.468E+15	3.078E+15	8.729E+15
CV	0.1316	0.2181	0.1429	0.0891	0.0715	0.1533	0.1024	0.0579	0.10	0.17	0.09	0.06	0.05	0.09	0.07	0.04
Error	21.7	35.9	23.5	14.7	11.8	25.2	16.9	9.5	15.74	27.79	14.66	10.38	9.0	15.1	11.0	6.5



Tabla 37. Varianza de la Biomasa de anchoveta por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter; Bootstrap y Geoestadístico)

Talla	Conglomerados				Estratos Agrupados				Bootstrap				Geoestadístico			
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total
3,0																
3,5																
4,0																
4,5	1.165E+01	3.034E+00	8.478E+00	2.316E+01	1.129E+01	2.862E+00	8.266E+00	2.241E+01	1.177E+01	2.997E+00	8.315E+00	2.308E+01	9.658E+00	3.374E+00	6.972E+00	2.000E+01
5,0																
5,5	8.677E+02	4.896E+02	7.124E+02	2.070E+03	4.016E+02	2.670E+02	4.384E+02	1.107E+03	5.730E+02	3.241E+02	3.723E+02	1.269E+03	2.753E+02	1.569E+02	2.337E+02	6.659E+02
6,0	5.148E+03	3.207E+03	4.319E+03	1.267E+04	1.878E+03	1.646E+03	2.397E+03	5.921E+03	3.051E+03	2.039E+03	1.925E+03	7.014E+03	1.123E+03	8.226E+02	1.058E+03	3.004E+03
6,5	2.159E+04	1.403E+04	1.829E+04	5.391E+04	6.910E+03	7.021E+03	9.662E+03	2.359E+04	1.212E+04	8.772E+03	7.527E+03	2.842E+04	3.731E+03	3.242E+03	3.810E+03	1.078E+04
7,0	6.442E+03	3.980E+03	5.395E+03	1.582E+04	2.405E+03	2.053E+03	3.022E+03	7.480E+03	2.539E+03	2.439E+03	3.855E+03	1.460E+03	8.833E+03	1.041E+03	1.360E+03	3.862E+03
7,5	1.766E+03	9.911E+02	1.449E+03	4.206E+03	8.265E+02	5.425E+02	8.960E+02	2.265E+03	1.173E+03	6.577E+02	7.628E+02	2.593E+03	5.694E+02	3.214E+02	4.816E+02	1.372E+03
8,0	1.779E+03	1.007E+03	1.462E+03	4.249E+03	8.181E+02	5.483E+02	8.968E+02	2.263E+03	1.171E+03	6.660E+02	7.604E+02	2.598E+03	5.589E+02	3.207E+02	4.757E+02	1.355E+03
8,5	1.805E+03	9.869E+02	1.472E+03	4.264E+03	8.873E+02	5.490E+02	9.328E+02	2.369E+03	1.228E+03	6.622E+02	8.035E+02	2.693E+03	6.251E+02	3.376E+02	5.199E+02	1.483E+03
9,0	1.832E+04	1.154E+04	1.541E+04	4.527E+04	6.468E+03	5.884E+03	8.443E+03	2.079E+04	1.071E+04	7.305E+03	6.727E+03	2.474E+04	3.777E+03	2.881E+03	3.626E+03	1.028E+04
9,5	7.469E+04	4.871E+04	6.334E+04	1.867E+05	2.361E+04	2.433E+04	3.331E+04	8.125E+04	4.174E+04	3.042E+04	2.588E+04	9.804E+04	1.261E+04	1.115E+04	1.299E+04	3.675E+04
10,0	4.193E+04	2.687E+04	3.541E+04	1.042E+05	1.405E+04	1.356E+04	1.902E+04	4.663E+04	2.399E+04	1.689E+04	1.497E+04	5.585E+04	7.883E+03	6.432E+03	7.809E+03	2.212E+04
10,5	1.058E+04	6.401E+03	8.820E+03	2.580E+04	4.180E+03	3.345E+03	5.056E+03	1.258E+04	6.491E+03	4.118E+03	4.136E+03	1.475E+04	2.631E+03	1.760E+03	2.383E+03	6.773E+03
11,0	5.623E+03	3.236E+03	4.636E+03	1.350E+04	2.498E+03	1.744E+03	2.799E+03	7.040E+03	3.641E+03	2.125E+03	2.353E+03	8.119E+03	1.678E+03	9.945E+02	1.446E+03	4.118E+03
11,5	2.585E+03	1.375E+03	2.097E+03	6.057E+03	1.335E+03	7.785E+02	1.362E+03	3.475E+03	1.803E+03	9.337E+02	1.187E+03	3.923E+03	9.599E+02	4.972E+02	7.862E+02	2.243E+03
12,0	1.663E+03	8.259E+02	1.331E+03	3.819E+03	9.564E+02	4.888E+02	9.155E+02	2.361E+03	1.227E+03	5.781E+02	8.185E+02	2.624E+03	7.164E+02	3.409E+02	5.694E+02	1.627E+03
12,5	1.123E+03	5.218E+02	8.880E+02	2.533E+03	7.067E+02	3.229E+02	6.430E+02	1.673E+03	8.710E+02	3.768E+02	5.871E+02	1.835E+03	5.452E+02	2.433E+02	4.240E+02	1.213E+03
13,0	1.356E+04	8.093E+03	1.127E+04	3.292E+04	5.538E+03	4.264E+03	6.553E+03	1.635E+04	8.444E+03	5.235E+03	5.402E+03	1.908E+04	3.555E+03	2.294E+03	3.172E+03	9.021E+03
13,5	3.206E+05	2.102E+05	2.722E+05	8.031E+05	9.959E+04	1.047E+05	1.423E+05	3.465E+05	1.780E+05	1.310E+05	1.101E+05	4.190E+05	5.233E+04	4.750E+04	5.460E+04	1.544E+05
14,0	2.502E+06	1.662E+06	2.131E+06	6.294E+06	7.410E+05	8.210E+05	1.095E+06	2.657E+06	1.364E+06	1.030E+06	8.386E+05	3.233E+06	3.718E+05	3.628E+05	4.026E+05	1.137E+06
14,5	9.194E+06	6.127E+06	7.837E+06	2.316E+07	2.689E+06	3.021E+06	4.013E+06	9.723E+06	4.988E+06	3.794E+06	3.063E+06	1.185E+07	1.332E+06	1.326E+06	1.457E+06	4.116E+06
15,0	3.451E+07	2.305E+07	2.943E+07	8.698E+07	1.001E+07	1.135E+07	1.503E+07	3.639E+07	1.867E+07	1.426E+07	1.145E+07	4.438E+07	4.920E+06	4.960E+06	5.418E+06	1.530E+07
15,5	6.400E+07	4.279E+07	5.460E+07	1.614E+08	1.848E+07	2.106E+07	2.783E+07	6.738E+07	3.456E+07	2.647E+07	2.119E+07	8.221E+07	9.029E+06	9.179E+06	9.988E+06	2.820E+07
16,0	2.761E+07	1.839E+07	2.353E+07	6.953E+07	8.092E+06	9.071E+06	1.208E+07	2.922E+07	1.499E+07	1.139E+07	9.071E+06	3.559E+07	4.018E+06	3.986E+06	4.387E+06	1.239E+07
16,5	2.969E+06	1.922E+06	2.514E+06	7.405E+06	9.629E+05	9.643E+05	1.334E+06	3.261E+06	1.676E+06	1.204E+06	1.042E+06	3.922E+06	5.257E+05	4.486E+05	5.321E+05	1.506E+06
17,0	2.810E+05	1.636E+05	2.323E+05	6.769E+05	1.216E+05	8.752E+04	1.386E+05	3.477E+05	1.797E+05	1.069E+05	1.158E+05	4.025E+05	8.061E+04	4.901E+04	7.020E+04	1.998E+05
17,5	3.108E+04	5.829E+03	2.193E+04	5.884E+04	3.390E+04	7.175E+03	2.359E+04	6.466E+04	3.402E+04	7.129E+03	2.432E+04	6.547E+04	2.960E+04	9.818E+03	2.107E+04	6.049E+04
18,0																
18,5																
19,0																
Total	1.416E+08	9.445E+07	1.207E+08	3.568E+08	4.131E+07	4.656E+07	6.176E+07	1.496E+08	7.676E+07	5.847E+07	4.712E+07	1.823E+08	2.040E+07	2.040E+07	2.237E+07	6.318E+07
Reclutas	1.931E+05	1.228E+05	1.628E+05	4.788E+05	6.628E+04	6.227E+04	8.824E+04	2.168E+05	1.116E+05	7.745E+04	6.985E+04	2.589E+05	3.789E+04	2.996E+04	3.698E+04	1.048E+05
CV	0.1656	0.2749	0.1799	0.1122	0.0894	0.1930	0.1287	0.0727	0.120	0.213	0.112	0.079	0.07	0.12	0.08	0.05
Error	27.3	45.3	29.6	18.5	14.7	31.8	21.2	12.0	19.8	35.0	18.4	13.0	11.2	19.0	13.8	8.1



Tabla 38. Abundancia (millones de ejemplares) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Conglomerados, Bootstrap y Geoestadístico).

Talla	Conglomerados				Bootstrap				Geoestadístico			
	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total
3.0	1.2	5.8	56.8	63.8	1.1	6.2	57.9	65.2	1.9	6.0	49.0	56.9
4.0	2.7	13.1	127.4	143.2	2.5	13.8	129.9	146.2	4.4	13.4	109.9	127.7
5.0	2.6	12.5	122.0	137.1	2.4	13.2	124.4	140.0	4.2	12.9	105.3	122.3
6.0	0.6	2.9	28.2	31.7	0.5	3.1	28.7	32.4	1.0	3.0	24.3	28.3
7.0	3.1	14.8	144.7	162.6	2.8	15.7	147.6	166.1	4.9	15.3	124.9	145.1
8.0	3.5	17.0	165.9	186.5	3.2	18.0	169.3	190.5	5.7	17.5	143.2	166.4
9.0												
10.0												
11.0												
12.0												
13.0												
14.0												
15.0												
16.0	0.0	0.2	2.0	2.2	0.0	0.2	2.0	2.3	0.1	0.2	1.7	2.0
17.0	0.1	0.7	6.9	7.8	0.1	0.8	7.1	8.0	0.2	0.7	6.0	7.0
18.0	0.1	0.3	3.1	3.5	0.1	0.3	3.2	3.6	0.1	0.3	2.7	3.1
19.0	0.1	0.4	4.2	4.7	0.1	0.5	4.2	4.8	0.1	0.4	3.6	4.2
20.0	0.2	0.9	8.8	9.8	0.2	1.0	8.9	10.1	0.3	0.9	7.6	8.8
21.0	0.1	0.7	6.8	7.7	0.1	0.7	6.9	7.8	0.2	0.7	5.9	6.8
22.0	0.3	1.6	15.5	17.4	0.3	1.7	15.8	17.8	0.5	1.6	13.4	15.5
23.0	0.9	4.6	44.4	49.9	0.9	4.8	45.3	51.0	1.5	4.7	38.3	44.5
24.0	2.5	12.0	117.1	131.6	2.3	12.7	119.4	134.4	4.0	12.4	101.1	117.4
25.0	2.0	9.6	93.5	105.1	1.8	10.1	95.4	107.3	3.2	9.9	80.7	93.7
26.0	0.2	1.0	9.6	10.8	0.2	1.0	9.8	11.0	0.3	1.0	8.3	9.6
27.0												
28.0												
29.0	0.0	0.1	0.6	0.7	0.0	0.1	0.6	0.7	0.0	0.1	0.5	0.6
30.0		1.2	12.1	13.3		1.3	12.3	13.6		1.3	10.4	11.7
31.0												
32.0		0.2	1.5	1.7		0.2	1.5	1.7		0.2	1.3	1.5
33.0												
34.0												
Total	20.4	99.6	971.0	1 091.0	18.6	105.3	990.5	1 114.4	32.7	102.5	837.9	973.1
Reclutas	20.4	98.1	956.8	1 075.3	18.6	103.8	976.0	1 098.4	32.7	101.0	825.7	959.3
% Reclutas	99.9	98.5	98.5	98.6	99.9	98.5	98.5	98.6	99.9	98.5	98.5	98.6
Area (mn²)	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7
p (nº/mn²)	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2
% Total	1.9	9.1	89.0	100.0	1.1	6.2	57.9	65.2	3.4	10.5	86.1	100.0



Tabla 39. Biomasa (toneladas) de jurel por talla, subzona y total estimada entre Arica y pta Piedra (24°40'). Crucero RECLAN152-1112. (Método Hansen y Wolter y Bootstrap)

Talla	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total	Zona 1-1	Zona 1-2	Zona 1-3	Total
3.0	0.4	2.2	21.0	23.6	0.4	2.3	21.4	24.1	0.7	2.2	18.1	21.1
4.0	2.3	11.3	109.8	123.4	2.1	11.9	112.0	126.1	3.8	11.6	94.8	110.1
5.0	4.3	20.8	202.8	227.9	3.9	22.0	206.9	232.8	6.9	21.4	175.0	203.4
6.0	1.7	8.2	80.1	90.1	1.6	8.7	81.7	92.0	2.7	8.5	69.1	80.3
7.0	13.8	66.4	647.6	727.8	12.6	70.2	660.6	743.4	22.1	68.3	558.8	649.3
8.0	23.4	112.8	1 100.1	1 236.3	21.4	119.3	1 122.1	1 262.8	37.6	116.1	949.3	1 103.0
9.0												
10.0												
11.0												
12.0												
13.0												
14.0												
15.0												
16.0	2.1	10.3	99.9	112.3	1.9	10.8	101.9	114.7	3.4	10.5	86.2	100.2
17.0	9.0	43.4	423.0	475.4	8.2	45.9	431.5	485.6	14.4	44.6	365.0	424.1
18.0	4.7	22.9	223.1	250.7	4.3	24.2	227.5	256.1	7.6	23.5	192.5	223.7
19.0	7.5	36.1	351.9	395.5	6.8	38.2	359.0	404.0	12.0	37.1	303.7	352.8
20.0	18.3	88.3	861.3	968.0	16.8	93.4	878.6	988.8	29.4	90.9	743.3	863.6
21.0	16.4	79.2	772.6	868.3	15.0	83.8	788.1	886.9	26.4	81.5	666.7	774.6
22.0	42.9	206.9	2 017.1	2 267.0	39.2	218.8	2 057.6	2 315.6	68.9	212.8	1 740.7	2 022.4
23.0	140.2	675.7	6 587.6	7 403.6	128.1	714.5	6 719.7	7 562.3	225.0	695.1	5 684.8	6 604.9
24.0	419.1	2 019.4	19 687.5	22 126.0	382.9	2 135.3	20 082.3	22 600.5	672.5	2 077.4	16 989.3	19 739.1
25.0	377.3	1 818.0	17 724.1	19 919.4	344.7	1 922.4	18 079.5	20 346.6	605.4	1 870.2	15 295.0	17 770.6
26.0	43.5	209.5	2 042.7	2 295.7	39.7	221.5	2 083.6	2 344.9	69.8	215.5	1 762.7	2 048.0
27.0												
28.0												
29.0	3.7	17.8	174.0	195.5	3.4	18.9	177.4	199.7	5.9	18.4	150.1	174.4
30.0		401.8	3 917.7	4 319.6		424.9	3 996.3	4 421.2		413.4	3 380.8	3 794.2
31.0												
32.0		61.0	594.4	655.3		64.5	606.3	670.8		62.7	512.9	575.6
33.0												
34.0												
Total	1 130.9	5 912.1	57 638.3	64 681.3	1 033.2	6 251.5	58 794.1	66 078.8	1 814.6	6 081.8	49 739.0	57 635.4
Reclutas	1 127.2	5 431.4	52 952.2	59 510.9	1 029.8	5 743.2	54 014.1	60 787.2	1 808.7	5 587.4	45 695.1	53 091.2
% Reclutas	99.7	91.9	91.9	92.0	99.7	91.9	91.9	92.0	99.7	91.9	91.9	92.1
Area (mn²)	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7	394.1	1 351.9	3 751.7	5 497.7
ρ (t/mn²)	2.9	4.4	15.4	11.8	2.6	4.6	15.7	12.0	4.6	4.5	13.3	10.5
% Total	1.7	9.1	89.1	100.0	0.4	2.3	21.4	24.1	3.1	10.6	86.3	100.0



Tabla 40. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Bootstrap.

CRUCERO RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.

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	15.472.884	15.472.884	6,7879E+13								
5,0											
5,5	152.602.022	152.602.022	1,1621E+15								
6,0	296.877.324	296.877.324	3,5699E+15								
6,5	487.957.160	487.957.160	8,8032E+15								
7,0	202.831.828	202.831.828	1,6960E+15								
7,5	79.818.690	79.818.690	3,2152E+14								
8,0	74.398.927	74.398.927	2,7434E+14								
8,5	53.256.808	53.256.808	1,5095E+14								
9,0	159.961.336	159.961.336	1,0116E+15								
9,5	272.757.912	272.757.912	2,7287E+15								
10,0	172.108.792	172.108.792	1,1289E+15								
10,5	71.127.786	71.127.786	2,1820E+14								
11,0	43.026.162	43.026.162	8,8678E+13								
11,5	23.961.513	23.961.513	3,2331E+13								
12,0	15.943.734			15.943.734	1,6469E+13						
12,5	10.980.109			10.980.109	8,9563E+12						
13,0	40.464.585			40.464.585	7,2645E+13						
13,5	186.980.776			186.980.776	1,2681E+15						
14,0	467.905.604			467.905.604	7,7154E+15						
14,5	805.230.534			745.583.828	2,1098E+16	59.646.706	1,7751E+15				
15,0	1.402.804.873			1.194.981.929	5,8942E+16	207.822.944	1,0723E+16				
15,5	1.726.699.909			1.079.187.443	6,9763E+16	647.512.466	4,3884E+16				
16,0	1.024.803.502			455.468.223	3,8545E+16	569.335.279	4,2632E+16				
16,5	299.155.035			112.183.138	3,3539E+15	186.971.897	4,1881E+15				
17,0	77.966.470					77.966.470	2,8413E+14				
17,5	5.435.867					5.435.867	3,8358E+13				
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.170.530.142	2.106.159.144		4.309.679.369		1.754.691.629					
PORCENTAJE	100	25,78		52,75		21,48					
LONG. PROM.(cm)	13,3	7,7		15,0		15,7					
PESO PROM.(g)	21,2	3,6		25,6		29,9					
VARIANZA	3,3E+17	2,13E+16		2,01E+17		1,04E+17					
CV	0,0698	0,0692		0,1040		0,1834					

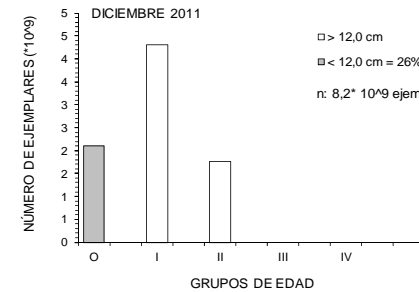




Tabla 41. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método Geoestadístico. CRUCERO RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.

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	14.738.977	14.738.977	5,8834E+13								
5,0											
5,5	145.363.827	145.363.827	6,0963E+14								
6,0	282.795.886	282.795.886	1,5287E+15								
6,5	464.812.453	464.812.453	3,3395E+15								
7,0	193.211.140	193.211.140	7,4145E+14								
7,5	76.032.742	76.032.742	1,7015E+14								
8,0	70.870.049	70.870.049	1,4313E+14								
8,5	50.730.740	50.730.740	8,3089E+13								
9,0	152.374.075	152.374.075	4,2052E+14								
9,5	259.820.501	259.820.501	1,0228E+15								
10,0	163.945.355	163.945.355	4,4715E+14								
10,5	67.754.064	67.754.064	1,0024E+14								
11,0	40.985.352	40.985.352	4,4981E+13								
11,5	22.824.974	22.824.974	1,8488E+13								
12,0	15.187.493			15.187.493	1,0210E+13						
12,5	10.459.302			10.459.302	5,9191E+12						
13,0	38.545.276			38.545.276	3,4344E+13						
13,5	178.111.933			178.111.933	4,6733E+14						
14,0	445.711.979			445.711.979	2,7143E+15						
14,5	767.036.966			710.219.413	8,2887E+15	56.817.553	1,5745E+15				
15,0	1.336.267.253			1.138.301.734	2,5693E+16	197.965.519	9,0709E+15				
15,5	1.644.799.350			1.027.999.594	4,1075E+16	616.799.756	3,2199E+16				
16,0	976.195.183			433.864.526	3,1547E+16	542.330.657	3,2970E+16				
16,5	284.965.560			106.862.085	2,8562E+15	178.103.475	3,1766E+15				
17,0	74.268.377					74.268.377	1,4107E+14				
17,5	5.178.034					5.178.034	3,5438E+13				
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	7.782.986.841	2.006.260.135		4.105.263.335		1.671.463.372					
PORCENTAJE	100,00	25,78		52,75		21,48					
LONG. PROM.(cm)	13,3	7,7		15,0		15,7					
PESO PROM. (g)	21,2	3,6		25,6		29,9					
VARIANZA	2,01E+17	8,73E+15		1,13E+17		7,92E+16					
CV	0,0575	0,0466		0,0818		0,1683					

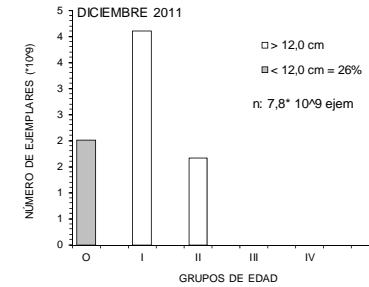




Tabla 42. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método de Hansen. CRUCERO RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.

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	15.280.754	15.280.754	6,8114E+13								
5,0											
5,5	150.707.133	150.707.133	1,8948E+15								
6,0	293.190.942	293.190.942	6,4508E+15								
6,5	481.898.103	481.898.103	1,6696E+16								
7,0	200.313.226	200.313.226	3,0369E+15								
7,5	78.827.566	78.827.566	5,2149E+14								
8,0	73.475.102	73.475.102	4,4872E+14								
8,5	52.595.508	52.595.508	2,3895E+14								
9,0	157.975.066	157.975.066	1,8512E+15								
9,5	269.371.025	269.371.025	5,1976E+15								
10,0	169.971.684	169.971.684	2,1064E+15								
10,5	70.244.579	70.244.579	3,8184E+14								
11,0	42.491.898	42.491.898	1,4740E+14								
11,5	23.663.978	23.663.978	4,9914E+13								
12,0	15.745.758			15.745.758	2,3973E+13						
12,5	10.843.767			10.843.767	1,2366E+13						
13,0	39.962.129			39.962.129	1,2534E+14						
13,5	184.659.000			184.659.000	2,4302E+15						
14,0	462.095.531			462.095.531	1,5022E+16						
14,5	795.231.833			736.325.771	3,9569E+16	58.906.062	1,7946E+15				
15,0	1.385.385.978			1.180.143.611	1,0612E+17	205.242.367	1,1612E+16				
15,5	1.705.259.147			1.065.786.967	1,0694E+17	639.472.180	5,6139E+16				
16,0	1.012.078.321			449.812.587	4,3591E+16	562.265.734	5,1576E+16				
16,5	295.440.370			110.790.139	3,5974E+15	184.650.231	5,1723E+15				
17,0	76.998.346					76.998.346	4,7788E+14				
17,5	5.368.369					5.368.369	3,4476E+13				
18,0											
18,5											
19,0											
TOTAL	8.069.075.113	2.080.006.565		4.256.165.259		1.732.903.289					
PORCENTAJE	100,00	25,78		52,75		21,48					
LONG. PROM.(cm)	13,3	7,7		15,0		15,7					
PESO PROM. (g)	21,2	3,6		25,6		29,9					
VARIANZA	4,83E+17	3,91E+16		3,17E+17		1,27E+17					
CV	0,0862	0,0951		0,1324		0,2055					

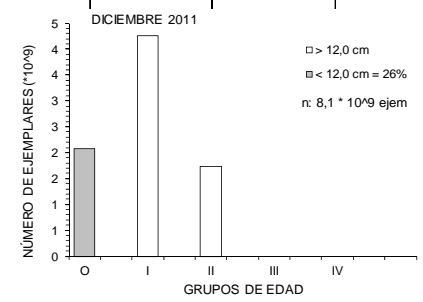




Tabla 43. Composición en número por grupo de edad en la captura de anchoveta en la zona norte (Arica-Antofagasta). Método de KISH. CRUCERO RECLAN XV, I y II, DICIEMBRE 2011.

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	15.280.754	15.280.754	6,5922E+13											
5,0														
5,5	150.707.133	150.707.133	1,0135E+15											
6,0	293.190.942	293.190.942	3,0138E+15											
6,5	481.898.103	481.898.103	7,3074E+15											
7,0	200.313.226	200.313.226	1,4362E+15											
7,5	78.827.566	78.827.566	2,8084E+14											
8,0	73.475.102	73.475.102	2,3903E+14											
8,5	52.595.508	52.595.508	1,3277E+14											
9,0	157.975.066	157.975.066	8,5037E+14											
9,5	269.371.025	269.371.025	2,2615E+15											
10,0	169.971.684	169.971.684	9,4254E+14											
10,5	70.244.579	70.244.579	1,8618E+14											
11,0	42.491.898	42.491.898	7,6893E+13											
11,5	23.663.978	23.663.978	2,8639E+13											
12,0	15.745.758			15.745.758	1,4818E+13									
12,5	10.843.767			10.843.767	8,1643E+12									
13,0	39.962.129			39.962.129	6,2265E+13									
13,5	184.659.000			184.659.000	1,0487E+15									
14,0	462.095.531			462.095.531	6,3429E+15									
14,5	795.231.833			736.325.771	1,7582E+16	58.906.062	1,7213E+15							
15,0	1.385.385.978			1.180.143.611	4,9819E+16	205.242.367	1,0277E+16							
15,5	1.705.259.147			1.065.786.967	6,1907E+16	639.472.180	4,0698E+16							
16,0	1.012.078.321			449.812.587	3,6648E+16	562.265.734	4,0003E+16							
16,5	295.440.370			110.790.139	3,2197E+15	184.650.231	3,9133E+15							
17,0	76.998.346					76.998.346	2,4548E+14							
17,5	5.368.369					5.368.369	3,7886E+13							
18,0														
18,5														
19,0														
TOTAL	8.069.075.113	2.080.006.566		4.256.165.259		1.732.903.289								
PORCENTAJE	100,00	25,78		52,75		21,48								
LONG. PROM.(cm)	13,3	7,7		15,0		15,7								
PESO PROM. (g)	21,2	3,6		25,6		29,9								
VARIANZA	4,83E+17	3,91E+16		3,17E+17		1,27E+17								
CV	0,0862	0,0951		0,1324		0,2055								

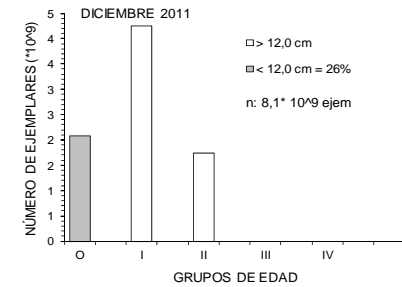




Tabla 44. Parámetros variogramas Anchoqueta. RECLAN 12

AREA	Parámetros Ajuste					RSS (GS+)	Varianza Estructural (%)
	Modelo	Dirección (°)	Nugget (Co)	Meseta (C)	Rango (mn)		
1	Esférico	135	2,70E+05	1,65E+05	2,3	9,62E+12	37,9
1.2	Esférico	0	0	1,95E+06	2,7	1,31E+14	100,0
1.3	Esférico	omni	2,00E+05	3,50E+05	3,0	2,88E+10	63,6

Tabla 45. Índices de ocupación totales (N° pixeles por categorías/N° pixeles totales) e Índices de ocupación positivos (N° pixeles por categorías/N° pixeles positivos).

DENSIDAD	Baja	Media	Alta	
IOC (celdas totales)				
Adultos	16,6	0,6	0,1	17,3
Reclutas	17,0	0,2	0,0	17,2
Total	17,0	0,6	0,1	17,7
IOC (celdas positivas)				
Adultos	72,9	23,5	3,6	100,0
Reclutas	99,7	0,3	0,0	100,0
Total	71,6	24,6	3,7	100,0

Tabla 46. Parámetros variogramas Jurel. RECLAN 12

AREA AREA	Parámetros Ajuste					RSS (GS+)	Varianza Estructural (%)
	Modelo	Dirección (°)	Nugget (Co)	Meseta (C)	Rango (mn)		
1	Distribucion aleatoria		2.00E+04				0.0
1.2	Esférico	90	7.50E+03	5.00E+03	3.18	4.55E+11	40.0
1.3	Exponencial	omni	0.00E+00	2.90E+05	1.5	8.76E+10	100.0



Tabla 47. Coeficientes V (Cramer) de Cramer de la distribución de anchoveta, respecto de las variables ambientales en la CMFC. Crucero RECLAN 1112.

a) VARIABLE (todos los rangos)		Adulto	Recluta
Temperatura	(°C)	0,29	0,26
Salinidad	(psu)	0,29	0,25
Gradiente térmico	(°C/m)	0,24	0,23
Gradiente salino	(psu/m)	0,26	0,24
Oxígeno	(mL/L)	0,28	0,25
Densidad	(σ_t)	0,29	0,27
Clorofila	(mg/m ³)	0,27	0,27
Zooplancton	(ind/m ³)	0,28	0,28
Fitoplancton	(cél/mL)	0,31	0,30
ASAA	(%)	0,22	0,21
AESS	(%)	0,25	0,24
AST	(%)	0,18	0,18
AIAA	(%)	0,10	0,09
b) VARIABLE (rangos óptimos)		Adulto	Recluta
Temperatura (°C)	(13,0-15,5)	0,35	0,30
Salinidad (psu)	(34,6-34,75)	0,39	0,31
Gradiente térmico (°C/m)	(< 0.1)	0,32	0,27
Gradiente salino (psu/m)	(<0,01)	0,29	0,26
Oxígeno (mL/L)	(3,0-5,0)	0,28	0,25
Densidad (σ_t)	(25,4-26,0)	0,39	0,35
Clorofila (mg/m ³)	(5,0-8,0)	0,28	0,28
Zooplancton (ind/m ³)	(1000-3000)	0,33	0,29
Fitoplancton (cél/ml)	(50-250)	0,49	0,47
ASAA	(15-25)	0,38	0,35
AESS	(40-55)	0,39	0,37
AST	(5-15)	0,25	0,24
AIAA	(< 5)	0,16	0,14



Tabla 48. Análisis de Varianza de las covariables ajustadas al modelo GAM para la relación con la densidad de anchoveta seleccionadas a través del método de máxima verosimilitud. Valores F, y Pseudo coeficiente de determinación.

n	Predictor	DF	R.Deviance	Pr(F)	Pseudo-R2
	Null	1646	5286,30		
1	ASAA	1642,001	4920,98	1,7E-03	0,069
2	Fito	1637,65	4768,33	1,1E-10	0,097
3	Lat	1633,91	4646,23	1,3E-07	0,120
4	AESS	1629,92	4556,58	8,4E-08	0,138
5	Zmed	1626,35	4483,53	9,1E-06	0,151
6	Dcost	1621,91	4439,61	2,1E-03	0,160
7	AST	1617,98	4402,31	2,07E-02	0,167

Tabla 49. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos, batimétricos y de energía de las agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN1112.

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	19,3	169,4	1,3	18,1	0,94	1.140
Alto (m)	2,9	14,9	1,0	1,4	0,48	1.140
Elongación	7,1	60,8	0,4	6,6	0,93	1.140
Perímetro (m)	53,9	566,8	4,8	52,0	0,97	1.140
Area (m ²)	55,4	918,6	1,4	79,1	1,43	1.140
Dim. Fractal	1,33	1,98	1,00	0,17	0,13	1.140
Prof. Card (m)	9,4	29,1	3,7	3,3	0,36	1.140
Prof. Fondo (m)	283,2	1.800,0	14,8	494,1	1,74	1.140
Indice altura (%)	90,7	99,7	43,8	6,0	0,07	1.140
Dist. Costa (mn)	4,2	24,4	0,7	4,2	1,00	1.140
s _A (m ² /mn ²)	312,7	11.083,0	10,0	655,3	2,10	1.140
Densidad (s _A /área agreg.)	7,0	94,5	0,1	8,7	1,25	1.140



Tabla 50. Valores promedio, m3ximos y m3nimos de los descriptores morfol3gicos, batim3tricos y de energ3a de las agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN1112

Variable	Promedio	Max	Min	Desvest	CV	Nº obs
Largo (m)	173,0	4.612,1	2,1	458,0	2,65	405
Alto (m)	2,7	15,7	0,9	1,7	0,65	405
Elongaci3n	65,2	1.684,8	1,1	158,3	2,43	405
Per3metro (m)	725,3	14.738,8	7,6	2.002,4	2,76	405
Area (m ²)	617,8	29.022,3	2,9	2.641,9	4,28	405
Dim. Fractal	1,57	2,00	1,04	0,23	0,14	405
Prof. Card (m)	9,2	23,8	3,9	3,3	0,36	405
Prof. Fondo (m)	450,4	1.800,0	30,4	646,8	1,44	405
Indice altura (%)	92,7	99,6	67,4	6,8	0,07	405
Dist. Costa (mn)	4,7	19,9	0,7	4,5	0,95	405
s _A (m ² /mn ²)	444,4	22.365,1	10,0	1.735,5	3,91	405
Densidad (s _A /3rea agreg.)	2,5	41,1	0,1	4,2	1,67	405



Tabla 51. Resultados ANDEVA para descriptores crucero RECLAN 1112, factor día-noche.

Variable		Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F	Sigma
Largo	Inter-grupos	7057745,1	1	7057745,1	127,96	0,000
	Intra-grupos	85107217,3	1543	55157,0		
	Total	92164962,4	1544			
Alto	Inter-grupos	19,0	1	19,0	8,60	0,003
	Intra-grupos	3415,1	1543	2,2		
	Total	3434,1	1544			
Elongación	Inter-grupos	1008069,7	1	1008069,7	152,92	0,000
	Intra-grupos	10171400,1	1543	6592,0		
	Total	11179469,9	1544			
Perímetro	Inter-grupos	134709047,0	1	134709047,0	128,07	0,000
	Intra-grupos	1622948919,7	1543	1051813,9		
	Total	1757657966,7	1544			
Área	Inter-grupos	94511243,2	1	94511243,2	51,59	0,000
	Intra-grupos	2826955702,8	1543	1832116,5		
	Total	2921466945,9	1544			
Dim. Fractal	Inter-grupos	16,6	1	16,6	487,22	0,000
	Intra-grupos	52,6	1543	0,0		
	Total	69,2	1544			
Prof. Agregación	Inter-grupos	13,4	1	13,4	1,20	0,273
	Intra-grupos	17146,9	1543	11,1		
	Total	17160,2	1544			
Fondo	Inter-grupos	8350129,2	1	8350129,2	28,82	0,000
	Intra-grupos	447070638,1	1543	289741,2		
	Total	455420767,3	1544			
Ind. Altura	Inter-grupos	1193,1	1	1193,1	30,74	0,000
	Intra-grupos	59884,2	1543	38,8		
	Total	61077,3	1544			
Dist. a la costa	Inter-grupos	82,3	1	82,3	4,54	0,033
	Intra-grupos	27985,3	1543	18,1		
	Total	28067,7	1544			
S _A	Inter-grupos	5180258,4	1	5180258,4	4,69	0,031
	Intra-grupos	1705854227,4	1543	1105543,9		
	Total	1711034485,9	1544			
Densidad	Inter-grupos	5950,0	1	5950,0	98,52	0,000
	Intra-grupos	93191,8	1543	60,4		
	Total	99141,7	1544			



Tabla 52. Resultados ANDEVA para descriptores diurnos crucero RECLAN 1112, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	4730,1	1	4730,1	14,64	0,000
	Intra-grupos	367725,1	1138	323,1		
	Total	372455,1	1139			
Alto	Inter-grupos	42,2	1	42,2	22,23	0,000
	Intra-grupos	2158,6	1138	1,9		
	Total	2200,8	1139			
Elongación	Inter-grupos	114,5	1	114,5	2,59	0,108
	Intra-grupos	50227,4	1138	44,1		
	Total	50341,9	1139			
Perímetro	Inter-grupos	51281,5	1	51281,5	19,26	0,000
	Intra-grupos	3030497,8	1138	2663,0		
	Total	3081779,3	1139			
Área	Inter-grupos	97828,2	1	97828,2	15,84	0,000
	Intra-grupos	7027130,4	1138	6175,0		
	Total	7124958,6	1139			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,0	1	0,0	0,03	0,856
	Intra-grupos	31,8	1138	0,0		
	Total	31,8	1139			
Prof. Agregación	Inter-grupos	0,7	1	0,7	0,07	0,795
	Intra-grupos	12676,2	1138	11,1		
	Total	12676,9	1139			
Fondo	Inter-grupos	101150688,8	1	101150688,8	650,64	0,000
	Intra-grupos	176918228,8	1138	155464,2		
	Total	278068917,6	1139			
Ind. Altura	Inter-grupos	12670,5	1	12670,5	500,83	0,000
	Intra-grupos	28790,1	1138	25,3		
	Total	41460,5	1139			
S _A	Inter-grupos	1031098,3	1	1031098,3	2,40	0,121
	Intra-grupos	488024306,3	1138	428843,9		
	Total	489055404,7	1139			
Densidad	Inter-grupos	5,6	1	5,6	0,07	0,786
	Intra-grupos	86197,9	1138	75,7		
	Total	86203,5	1139			



Tabla 53. Resultados ANDEVA para descriptores nocturnos crucero RECLAN 1112, factor: agregaciones costeras-agregaciones no costeras.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo	Inter-grupos	90494,4	1	90494,4	0,43	0,512
	Intra-grupos	84644267,9	403	210035,4		
	Total	84734762,2	404			
Alto	Inter-grupos	5,8	1	5,8	1,95	0,163
	Intra-grupos	1208,5	403	3,0		
	Total	1214,3	404			
Elongaci3n	Inter-grupos	116,5	1	116,5	0,00	0,946
	Intra-grupos	10120941,7	403	25114,0		
	Total	10121058,2	404			
Perimetro	Inter-grupos	8301132,7	1	8301132,7	2,08	0,150
	Intra-grupos	1611566007,7	403	3998923,1		
	Total	1619867140,4	404			
Área	Inter-grupos	12859745,9	1	12859745,9	1,85	0,175
	Intra-grupos	2806970998,3	403	6965188,6		
	Total	2819830744,2	404			
Dim. Fractal	Inter-grupos	0,6	1	0,6	11,19	0,001
	Intra-grupos	20,2	403	0,1		
	Total	20,8	404			
Prof. Agregaci3n	Inter-grupos	100,8	1	100,8	9,29	0,002
	Intra-grupos	4369,2	403	10,8		
	Total	4469,9	404			
Fondo	Inter-grupos	83362003,0	1	83362003,0	392,28	0,000
	Intra-grupos	85639717,5	403	212505,5		
	Total	169001720,6	404			
Ind. Altura	Inter-grupos	4110,1	1	4110,1	115,72	0,000
	Intra-grupos	14313,6	403	35,5		
	Total	18423,6	404			
S _A	Inter-grupos	3219849,9	1	3219849,9	1,07	0,302
	Intra-grupos	1213578972,9	403	3011362,2		
	Total	1216798822,8	404			
Densidad	Inter-grupos	129,4	1	129,4	7,60	0,006
	Intra-grupos	6858,8	403	17,0		
	Total	6988,2	404			



Tabla 54. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112

	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	Dfrac	Profcard	Fondo	IndAlt	s _A	Dens	Dcost
Largo	1	0,28	0,83	0,97	0,83	0,33	0,04	-0,10	-0,15	0,43	-0,18	-0,07
Alto	0,28	1	-0,17	0,35	0,65	-0,50	0,35	-0,14	-0,26	0,58	0,00	-0,08
Elon	0,83	-0,17	1	0,76	0,42	0,62	-0,10	-0,03	-0,04	0,14	-0,19	-0,02
Perim	0,97	0,35	0,76	1	0,84	0,32	0,09	-0,11	-0,18	0,45	-0,18	-0,07
Area	0,83	0,65	0,42	0,84	1	0,01	0,18	-0,11	-0,20	0,66	-0,11	-0,07
Dfrac	0,33	-0,50	0,62	0,32	0,01	1	-0,16	0,05	0,08	-0,10	-0,18	0,01
Profcard	0,04	0,35	-0,10	0,09	0,18	-0,16	1	0,06	-0,35	0,17	0,00	0,09
Fondo	-0,10	-0,14	-0,03	-0,11	-0,11	0,05	0,06	1	0,57	-0,04	0,01	0,74
IndAlt	-0,15	-0,26	-0,04	-0,18	-0,20	0,08	-0,35	0,57	1	-0,16	-0,06	0,59
s _A	0,43	0,58	0,14	0,45	0,66	-0,10	0,17	-0,04	-0,16	1	0,31	0,03
Dens	-0,18	0,00	-0,19	-0,18	-0,11	-0,18	0,00	0,01	-0,06	0,31	1	0,04
Dcost	-0,07	-0,08	-0,02	-0,07	-0,07	0,01	0,09	0,74	0,59	0,03	0,04	1

Tabla 55. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,02	33,49	33,49
2	2,50	20,81	54,31
3	2,05	17,07	71,37
4	1,12	9,30	80,67
5	0,96	7,97	88,64
6	0,42	3,51	92,15
7	0,30	2,48	94,63
8	0,25	2,07	96,71
9	0,20	1,65	98,35
10	0,14	1,18	99,53
11	0,05	0,38	99,92
12	0,01	0,08	100,00

Tabla 56. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones diurnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	0,94	0,27	0,00	0,01
Alto	0,50	-0,63	0,41	-0,15
Elongación	0,68	0,61	-0,22	0,06
Perímetro	0,95	0,22	0,02	-0,02
Area	0,91	-0,12	0,25	-0,02
Dim. Fractal	0,23	0,72	-0,35	0,07
Prof. Agreg.	0,18	-0,38	0,26	-0,52
Fondo	-0,25	0,47	0,72	-0,11
Ind. Altura	-0,34	0,58	0,49	0,10
s _A	0,61	-0,31	0,42	0,39
Densidad	-0,14	-0,29	0,21	0,80
Dist. Costa	-0,20	0,43	0,78	-0,08



Tabla 57. Matriz de correlaciones entre las variables originales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

	Largo	Alto	Elon	Perim	Area	Dfrac	Profcard	Fondo	IndAlt	s _A	Dens	Dcost
Largo	1	0,26	0,84	0,97	0,80	0,27	0,02	-0,03	0,08	0,81	-0,15	-0,04
Alto	0,26	1	0,00	0,31	0,54	-0,43	0,51	0,07	-0,01	0,36	-0,01	0,12
Elon	0,84	0,00	1	0,82	0,43	0,38	-0,12	-0,04	0,09	0,50	-0,16	-0,06
Perim	0,97	0,31	0,82	1	0,83	0,27	0,05	-0,03	0,08	0,72	-0,15	-0,01
Area	0,80	0,54	0,43	0,83	1	0,10	0,18	-0,02	0,05	0,76	-0,10	-0,02
Dfrac	0,27	-0,43	0,38	0,27	0,10	1	-0,38	-0,01	0,07	0,05	-0,38	-0,02
Profcard	0,02	0,51	-0,12	0,05	0,18	-0,38	1	0,21	-0,19	0,13	0,03	0,19
Fondo	-0,03	0,07	-0,04	-0,03	-0,02	-0,01	0,21	1	0,54	-0,04	-0,02	0,79
IndAlt	0,08	-0,01	0,09	0,08	0,05	0,07	-0,19	0,54	1	0,01	-0,06	0,51
s _A	0,81	0,36	0,50	0,72	0,76	0,05	0,13	-0,04	0,01	1	-0,01	-0,07
Dens	-0,15	-0,01	-0,16	-0,15	-0,10	-0,38	0,03	-0,02	-0,06	-0,01	1	-0,06
Dcost	-0,04	0,12	-0,06	-0,01	-0,02	-0,02	0,19	0,79	0,51	-0,07	-0,06	1

Tabla 58. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,25	35,38	35,38
2	2,32	19,35	54,74
3	2,10	17,47	72,21
4	1,04	8,70	80,91
5	0,70	5,80	86,71
6	0,48	4,01	90,73
7	0,36	2,96	93,69
8	0,33	2,78	96,47
9	0,19	1,62	98,09
10	0,19	1,54	99,63
11	0,03	0,29	99,92
12	0,01	0,08	100,00

Tabla 59. Matriz de correlaciones entre las variables originales y los componentes principales, agregaciones nocturnas de anchoveta, crucero RECLAN 1112.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4
Largo	0,98	-0,06	0,07	0,08
Alto	0,39	0,46	-0,62	-0,18
Elongación	0,78	-0,19	0,30	0,10
Perímetro	0,97	-0,03	0,06	0,04
Area	0,88	0,11	-0,21	-0,02
Dim. Fractal	0,25	-0,36	0,70	-0,25
Prof. Agreg.	0,10	0,49	-0,58	-0,35
Fondo	-0,02	0,83	0,39	0,02
Ind. Altura	0,08	0,55	0,56	0,26
s _A	0,84	0,03	-0,18	0,14
Densidad	-0,19	0,07	-0,35	0,85
Dist. Costa	-0,02	0,83	0,37	-0,04



Tabla 60. Valores promedios de los descriptores por a1o para anchoveta, caso diurno y nocturno, serie 2007-2011.

Variable / A1o	Ambiente diurno									
	2007		2008		2009		2010		2011	
	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.
Largo (m)	17,3	19,5	20,8	19,2	21,5	28,4	25,6	29,8	19,3	18,1
Alto (m)	2,6	1,5	3,4	1,9	3,0	1,8	3,1	1,6	2,9	1,4
Elongaci3n	7,3	8,2	6,6	5,9	8,0	9,4	9,2	10,2	7,1	6,6
Per3metro (m)	46,5	53,7	57,7	56,7	62,2	101,1	71,7	86,8	53,9	52,0
Area (m ²)	43,3	76,9	73,1	139,6	67,8	142,9	78,5	136,5	55,4	79,1
Dim. Fractal	1,4	0,2	1,3	0,1	1,3	0,2	1,3	0,2	1,3	0,2
Prof. Card (m)	8,2	3,8	9,3	4,4	10,8	4,6	8,0	3,4	9,4	3,3
Prof. Fondo (m)	443,3	669,1	240,7	384,3	937,1	902,0	473,0	726,8	283,2	494,1
Indice altura (%)	93,5	6,4	91,6	6,9	95,2	5,3	91,9	9,5	90,7	6,0
s _A (m ² /mn ²)	347,9	1.021,0	348,3	1.045,2	394,8	1.698,0	526,3	1.350,9	312,7	655,3
Densidad (s _A /1rea agreg.)	8,2	10,9	5,8	9,9	6,2	9,8	7,7	11,3	7,0	8,7
Dist. Costa (m.n.)	6,1	6,1	4,4	3,8	8,3	7,6	8,6	11,7	4,2	4,2
N° obs.	2.036		883		1.639		1.372		1.140	

Variable / A1o	Ambiente nocturno									
	2007		2008		2009		2010		2011	
	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.	Prom	± D.S.
Largo (m)	832,9	1.302,3	323,8	1.460,3	225,1	635,3	204,1	417,4	173,0	458,0
Alto (m)	3,2	1,8	3,2	2,5	2,9	1,5	2,9	1,6	2,7	1,7
Elongaci3n	245,0	325,7	75,9	249,2	64,0	168,1	72,2	138,2	65,2	158,3
Per3metro (m)	3.044,5	4.841,1	1.582,5	7.737,8	863,6	2.614,9	723,5	1.712,7	725,3	2.002,4
Area (m ²)	3.084,3	5.706,6	1.854,8	10.727,4	931,9	3.178,6	674,1	1.671,2	617,8	2.641,9
Dim. Fractal	1,6	0,2	1,5	0,2	1,5	0,2	1,6	0,2	1,6	0,2
Prof. Card (m)	8,3	3,3	8,8	3,5	13,2	6,3	7,1	2,7	9,2	3,3
Prof. Fondo (m)	706,0	874,1	289,3	434,7	1.291,3	873,9	350,7	623,0	450,4	646,8
Indice altura (%)	93,9	6,4	90,3	10,9	96,8	3,8	92,1	8,2	92,7	6,8
s _A (m ² /mn ²)	2.391,2	4.119,6	964,3	4.611,6	522,9	1.648,1	894,2	2.229,0	444,4	1.735,5
Densidad (s _A /1rea agreg.)	3,1	6,2	2,9	5,6	2,9	4,0	2,0	2,5	2,5	4,2
Dist. Costa (m.n.)	6,6	5,6	5,6	4,9	14,8	12,3	7,1	9,4	4,7	4,5
N° obs.	187		326		299		407		405	

ANEXOS

ANEXO 1

Taller Discusión de Resultados



TALLER
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



“Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2012”



Martes 30 de octubre 2012, Iquique

Sala H-19 Campus Huayquique • Universidad Arturo Prat
Avenida Arturo Prat s/n, Iquique.

Programa

09.00-09.05 horas. Bienvenida ▪ Cristián Toledo Carrasco, Jefe Base IFOP Iquique.

09.05-09.15 horas. Presentación de la Agenda y Objetivos del proyecto ▪ Jorge Castillo Pizarro, Instituto de Fomento Pesquero.

09.15-09.45 horas. Condiciones oceanográficas en la zona norte de Chile en primavera de 2011 ▪ Hernán Reyes Rivas, Instituto de Fomento Pesquero.

09.45 – 10.30 horas. Oferta ambiental de alimento en primavera del 2012:

- Distribución y abundancia del zooplancton en la primavera de 2011 ▪ Vivian Valenzuela Cuevas, Instituto de Fomento Pesquero.
- Distribución y abundancia del fitoplancton en

la primavera de 2011 ▪ Liliana Herrera Campos, Universidad Arturo Prat-Iquique.

10.30-11.00 horas. Consultas

11.00-11.30 horas. Pausa-Café ☕

11.30-12.00 horas. Estimados de abundancia y biomasa de anchoveta entre XV y II Regiones en la primavera de 2011 ▪ Jorge Castillo Pizarro, Instituto de Fomento Pesquero.

12.00-12.15 horas. Distribución de la anchoveta en relación a las condiciones ambientales en la primavera de 2011 ▪ Jorge Castillo Pizarro, Instituto de Fomento Pesquero.

12.15-12.30 horas. Discusión y conclusiones.



LISTADO ASISTENCIA TALLER.



TALLER PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

“Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, año 2012”

HOJA DE ASISTENCIA
30 de Octubre, 2012

Nº	Nombre	Mail	Institución	Firma
1	Cristian Sols P.	csols@mandillaco.cl	Sereni Desnudo Sociedad Anónima y Financiera	[Firma]
2	Carolina Píroz M.	caritomaveric@gmail.com	UNAP	[Firma]
3	Gerardo Valle JES	gerardo.valle@unap.cl	S. TRUJILLO	[Firma]
4	Gabriel Caramant	gcaraman@unap.cl	UNAP	[Firma]
5	M.A. Exorm S	MEXORSM@CORPORA.CI	CORPORA	[Firma]
6	Karen Gussen	Karen.Gussen@Gmail.com	UNAP	[Firma]
7	Edgardo Sautander	esautan@unap.cl	UNAP	[Firma]
8	Liliana Llerena C.	lherena@unap.cl	UNAP	[Firma]
9	Mercedes Medina F.	mmedina@unap.cl	UNAP	[Firma]
10	EDUARDO DIAZ E.	EDUARDO.DIAZ@IFOP.CL	IFOP	[Firma]
11	IVÁN MONTECINO Z.	FMONTCINOZ@CAMANCHACA.CL	CAMANCHACA	[Firma]
12	Cristian Marinos	C.MARINOS@CAMANCHACA.CL	CAMANCHACA	[Firma]
13	MAICO SOTO A	msoto@subpesca.cl	subpesca	[Firma]
14	Graciela Pérez	graciela.perez@ifop.cl	IFOP	[Firma]
15	JUAN CARLOS VILLARREAL	svillarreal@subpesca.cl	subpesca	[Firma]



TALLER PRESENTACI3N DE RESULTADOS

“Evaluaci3n hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta en la XV, I y II Regiones, a3o 2012”

HOJA DE ASISTENCIA
30 de Octubre, 2012

N°	Nombre	Mail	Instituci3n	Firma
16	Rosana Coronado	giammoniconsultor@gmail.com	Consultera Taper	[Firma]
17	Luis Bustos R	LBUSTOS@CORPESCA.CL		[Firma]
18	Alexis Gacitua	Alexis.GACITUA@GMAIL.COM	UNAP	[Firma]
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

ANEXO 2

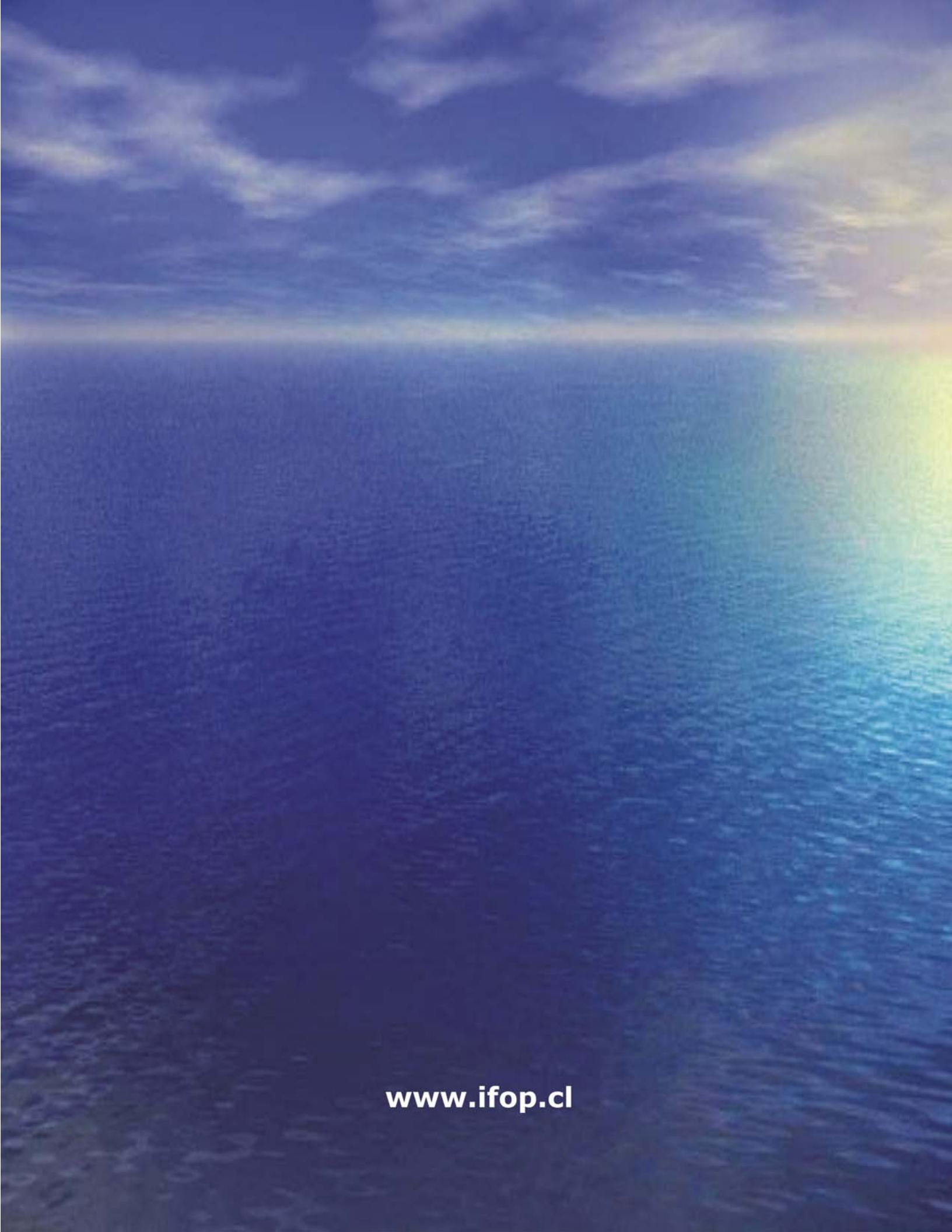
CD con Base de datos





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Sección Ediciones y Producción
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,
Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl



www.ifop.cl