



# INFORME FINAL

FONDO INVESTIGACION PESQUERA  
FIP Nº 2002-03

## Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002



Octubre

2 0 0 3



---

## **INFORME FINAL**

---

**FIP N° 2002-03**

**Evaluación hidroacústica  
de merluza común,  
año 2002**

• Octubre, 2003 •



## **REQUIRENTE**

---

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP  
Presidente del Consejo:  
Felipe Sandoval Precht

## **EJECUTOR**

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP  
Jefe División Investigación Pesquera:  
Jorge Farías Ahumada  
Director Ejecutivo:  
Guillermo Moreno Paredes



## **JEFE DE PROYECTO**

---

SERGIO LILLO VEGA

## **AUTORES**

---

### **OBJETIVO 1**

SERGIO LILLO V.  
MANUEL ROJAS G.

### **OBJETIVO 2**

RENZO TASCHERI O.  
VILMA OJEDA C.  
JUAN OLIVARES C.

### **OBJETIVO 3**

FERNANDO BALBONTÍN C.  
RICARDO BRAVO M.

### **OBJETIVO 4**

RENZO TASCHERI O.  
SERGIO LILLO V.

### **OBJETIVO 5**

SERGIO NÚÑEZ E.  
MAURICIO BRAUN A.  
JOSÉ ORTIZ R.  
PATRICIO TORRES R.  
FLOR VÉJAR D.  
LUIS CUBILLOS S.

### **OBJETIVO 6**

ALVARO SAAVEDRA G.



## RESUMEN EJECUTIVO

---

El presente informe contiene los resultados finales del proyecto FIP N° 2002-03: “Evaluación acústica de merluza común en la zona centro-sur, año 2002”, el que tiene como objetivo central cuantificar el stock (determinar la distribución y abundancia) y determinar las características biológicas, pesqueras y oceanográficas relevantes del recurso.

Metodológicamente, en primer lugar se realizó un crucero de prospección en el B/C “Abate Molina”, con el fin de recabar los datos acústicos, pesqueros y oceanográficos; y, en segundo lugar, se procedió a analizar los datos para efectuar la evaluación del recurso. El crucero de prospección acústica se llevó a cabo desde el 29 de julio al 11 de septiembre del 2002 dentro del área de la pesquería, efectuándose 153 lances de pesca, 78 transectas acústicas y 93 estaciones oceanográficas.

Los principales resultados de la evaluación de merluza común fueron los siguientes:

- 1) El recurso presentó una distribución asociada a la plataforma continental delimitada por los paralelos 29° 10'LS (límite norte de la IV Región) y 42°00'LS, abarcando un área proyectada por los veriles < 100 y 500 metros, desde la primera milla y hasta las 35 mn de la costa.
- 2) Se estimó una biomasa total media de 1.555.422 toneladas por el método geoestadístico, con una variación de 1.273.113 y 1.837.731 t. También se calculó, de manera referencial, la biomasa media por el método de conglomerado en 1.592.354 t, con una variación de 1.387.418 -1.779.290 t.



La biomasa estimada representó un aumento del 69,5% en relación al año anterior y rompe la tendencia observada en el período 1999-2001 cuando se situaba en torno a las 900 mil toneladas.

- 3) La abundancia del recurso se estimó en 2.879 millones de ejemplares, compuesto por 1.273 millones (44,2%) de machos y 1.606 millones (55,8%) de hembras. Dicha cifra de abundancia importa un aumento del 46% en comparación con los 1.969 millones de ejemplares estimados en un estudio similar efectuado el año 2001.
- 4) El stock presentó una estructura etaria fuertemente representada por ejemplares de los grupos de edad 3 a 6, que representaron 60% de la abundancia del stock. La marcada presencia de ejemplares de edad 2 a 5, podría estar asociada a las condiciones oceanográficas que dominaron entre los años 1996-1998, pues se ha observado que fuertes reclutamientos de merluza común están asociados a ejemplares nacidos en los años con eventos ENSO.
- 5) El stock también registró un activo proceso reproductivo, debido a que el 38% de las hembras muestreadas estaban en reproducción, o en su defecto, en preparación para desovar. Por su parte, las estimaciones de fecundidad relativa fueron de 155 y 232 ovocitos para los sectores norte y sur. La talla 50% de primera madurez sexual, se estimó en 37 cm para el sector Coquimbo-Constitución, 36,9 cm, entre Constitución; Canal Chacao; y en 36,97 cm, para el área total.
- 6) La pesca de identificación de merluza común, consignó fauna acompañante equivalente al 31,5% de la captura total, la que estuvo compuesta por 52 especies. La de mayor importancia relativa fue la merluza de cola que



representó el 19% de la captura total y la jibia, que aportó el 3,5%. Secundariamente, se localizó un grupo heterogéneo de especies: pejegallo, raya volantín y chancharro que contribuyeron con niveles que fluctuaron entre 1,1 y 1,4% de la captura total.

- 7) La temperatura superficial evidenció una variación latitudinal de aproximadamente 2°C, centrada en la isoterma de 13°C al norte de los 32°S, aguas más frías (menores a 12°C) hacia el sur de punta Lavapié (37°S) y aguas con temperaturas menores a 11,0°C situadas al sur de los 40°S. No se evidenció gradientes longitudinales de importancia en toda el área de estudio. Por el contrario, la salinidad superficial reveló tanto gradientes latitudinales como longitudinales, estos últimos de mayor relevancia en el sector centro-sur y sur del área de estudio. Las aguas superficiales más salinas (>34,2 psu) fueron detectadas al norte de los 33° S; en tanto que, al sur de los 36°S se evidenció salinidades menores, por efecto de mezcla con aguas continentales. La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio reveló ausencia de variaciones espaciales, quedando bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 6 y 7 ml l<sup>-1</sup>. Los valores superficiales de oxígeno disuelto descritos para este crucero son similares a los detectados en 1997, pero significativamente mayores a los reportados para los años 1995, 1999, 2000 y 2001.

Los rangos ambientales asociados a la distribución de merluza común en el área y período de estudio, evidenció un hábitat caracterizado por aguas frías, salinas y concentraciones bajas de oxígeno disuelto, denotando una estadía recurrente en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. Lo anterior, se expresó de mejor manera en el sector norte del área de estudio, sector caracterizado por una plataforma continental muy estrecha y una consecuente distribución más profunda de gran parte de los cardúmenes observados. El sector sur, en



cambio, de mucho más extensa plataforma continental, verificó gran parte de los cardúmenes vinculados con estratos más someros, caracterizados por ambientes más oxigenados y menos salinos.

- 8) La distribución espacial del desove, de acuerdo a lo observado para la fase de huevos, señala que este proceso reproductivo se verificó desde el norte de punta Lobería ( $31^{\circ}40'S$ ) hasta punta Duhatao ( $42^{\circ}00'S$ ), y al igual que en el invierno de 2001, no se consignan registros positivos en el extremo norte de la zona de estudio, es decir, entre punta Zorros ( $29^{\circ}10'S$ ) y punta Vana ( $31^{\circ}10'S$ ). La mayor frecuencia de registros positivos se verificó en la franja de estaciones comprendidas entre la costa y las 13 mn, zona que albergó a más del 83,8% del total de huevos de la especie, constatándose además que los niveles de abundancia de esta fase de desarrollo presenta una tendencia decreciente en sentido norte-sur.

El patrón de distribución espacial de las larvas de merluza común, señala que éstas ocuparon un rango latitudinal menor respecto de la fase de huevos, el cual se extendió desde el norte de punta Lobería hasta punta Rocura ( $39^{\circ}40'S$ ), no consignándose registros positivos al norte de punta Vana ( $31^{\circ}10'S$ ).



## ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO -----	i
ÍNDICE GENERAL -----	v
ÍNDICE DE FIGURAS -----	ix
ÍNDICE DE TABLAS -----	xix
ÍNDICE DE ANEXOS -----	xxiii
1. OBJETIVO GENERAL -----	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	1
3. ANTECEDENTES -----	3
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO -----	9
4.1 Período y área de estudio -----	9
4.2 Embarcación y equipos -----	10
4.3 <b>Objetivo específico 1.</b> Estimación de la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio -----	12
4.3.1 Diseño del muestreo -----	12
4.3.2 Sistema de eointegración -----	14
4.3.3 Identificación de los ecotrazos de merluza común -----	15
4.3.4 Estimación de la biomasa y su varianza -----	16
4.3.5. Estimación de la fuerza de blanco -----	20
4.3.6 Estimación de la constante de eointegración -----	21
4.3.7 Distribución espacial de la merluza común -----	24
4.3.8 Estimación de la abundancia -----	26
4.4 <b>Objetivo específico 2.</b> Estimación de la composición de tallas, edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica -----	27
4.4.1 Muestreos -----	27
4.4.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad ---	29

v



4.4.3	Estimación de la abundancia por grupo de edad -----	31
4.4.4	Estimación de pesos promedios por grupos de edad -----	32
<b>4.5</b>	<b>Objetivo específico 3.</b> Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación -----	<b>33</b>
4.5.1	Muestreo a bordo -----	33
4.5.2	Análisis de laboratorio -----	33
<b>4.6</b>	<b>Objetivo específico 4.</b> Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia ( <i>Dosidicus gigas</i> ) -----	<b>38</b>
4.6.1	Muestreo de fauna acompañante -----	38
4.6.2	Procesamiento de los datos -----	40
4.6.3	Análisis de la fauna acompañante -----	41
4.6.4	Caracterización de la presencia de merluza común en los estómagos de jibia -----	45
<b>4.7</b>	<b>Objetivo específico 5.</b> Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	<b>45</b>
4.7.1	Toma de datos -----	46
4.7.2	Procesamiento de los datos -----	48
<b>4.8</b>	<b>Objetivo específico 6.</b> Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----	<b>58</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS -----</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>Objetivo específico 1.</b> Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio -----	<b>61</b>
5.1.1	Calibración del sistema de eointegración -----	61
5.1.2	Biomasa y abundancia de merluza común -----	61



5.1.3	Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común ---	63
<b>5.2</b>	<b>Objetivo específico 2.</b> Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica -----	66
5.2.1	Número de ejemplares medidos en los muestreos de longitud y biológicos -----	66
5.2.2	Frecuencias de longitud de merluza común -----	67
5.2.3	Composición por edad -----	73
<b>5.3</b>	<b>Objetivo específico 3.</b> Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación ----	76
5.3.1	Estructura de tallas -----	76
5.3.2	Índice gonadosomático (IGS) -----	76
5.3.3	Estadios de madurez sexual (EMS) -----	77
5.3.4	Talla 50% de primera madurez sexual (talla media de madurez sexual) -----	78
5.3.5	Fecundidad -----	79
<b>5.4</b>	<b>Objetivo específico 4.</b> Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia ( <i>Dosidicus gigas</i> ) -----	80
5.4.1	Especies presentes en la captura -----	80
5.4.2	Importancia relativa -----	80
5.4.3	Estructura de tallas por especie -----	83
5.4.4	Análisis de los resultados de la fauna acompañante -----	85
5.4.5	Captura por unidad de área (CPUA) -----	85
5.4.6	Comparación multivariada entre cruceros -----	86
5.4.7	Comparación multivariada entre entidades subzona – crucero ----	89
5.4.8	Especies más importantes en los cruceros de evaluación directa de merluza común -----	91
5.4.9	Presencia de jibia ( <i>Dosidicus gigas</i> ) en los lances de pesca ----	91
<b>5.5</b>	<b>Objetivo específico 5.</b> Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio -----	94



5.5.1	Oceanografía física -----	94
5.5.2	Ictioplancton -----	123
5.5.3.	Relación entre el recurso merluza común y las variables físicas -	131
<b>5.6</b>	<b>Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común -----</b>	<b>143</b>
5.6.1	Resultados análisis de componentes principales -----	143
5.6.2	Descriptores de las agregaciones de merluza común -----	145
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS -----</b>	<b>151</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES -----</b>	<b>157</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA -----</b>	<b>161</b>

## ANEXOS

- ANEXO 1.** Antecedentes de la biología de la jibia (*Dosidicus gigas*).
- ANEXO 2.** Condiciones meteorológicas invierno 2002 y anomalías ambientales período 1997-2002.
- ANEXO 3.** Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas.
- ANEXO 4.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.
- ANEXO 5.** CD con Informe Final en PDF.



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

- Figura 1. Desembarques de merluza común. Período 1940 – 2000 (Fuente: Avilés *et al.* 1977; Aguayo Hernández, 1995).
- Figura 2. Área de estudio **a)** transectas acústicas y **b)** lances de pesca de identificación.
- Figura 3. Red arrastre de muestreo
- Figura 4. Posición de las estaciones y transectas de muestreo oceanográfico.
- Figura 5. Descriptores de un cardumen.
- Figura 6. Distribución espacial de la biomasa de merluza común (2002).
- Figura 7. Distribución latitudinal y batimétrica de las capturas estandarizadas (kg/hora) de **a)** merluza común, **b)** merluza de cola y **c)** jibia. (Julio-Septiembre 2002).
- Figura 8. Variograma de la distribución de merluza común (2002).
- Figura 9. Distribución espacial de la biomasa de merluza común (1993 - 2002)
- Figura 10. Centroides de gravedad de la distribución de merluza común (1993 – 2002).
- Figura 11. **a)** Curvas de Lorenz, período 1995-2002; **b)** Índice de Gini en función de la biomasa estimada; **c)** Índice de Gini estimado para período 1995-2002.
- Figura 12. Variogramas de la distribución de merluza común (1993 – 2002).
- Figura 13. Distribución espacial de las tallas modales de merluza común.  
**a)** Batimétrica; **b)** Latitudinal.
- Figura 14. Composición de longitud de machos de merluza común por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.



- Figura 15. Composición de longitud de hembras de merluza común por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Figura 16. Composición de longitud de machos de merluza común por estrato de profundidad en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Figura 17. Composición de longitud de hembras de merluza común por estrato de profundidad en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Figura 18. Proporción sexual de merluza común, por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. a) Crucero de 2002; b) Crucero de 2001. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.
- Figura 19. Proporción sexual de merluza común por rango de profundidad en las capturas de los lances de identificación. a) Crucero de 2002; b) Crucero de 2001. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.
- Figura 20. Dispersión de las variables pesos total (g) y longitud total (cm), de merluza común, por zona en el área de evaluación.
- Figura 21. Abundancia por grupos de edad de merluza común, Crucero de evaluación, 2002.
- Figura 22. Abundancia por grupos de edad de merluza común, Cruceros de evaluación 1999-2002.
- Figura 23. Frecuencia de longitudes del total de hembras de merluza común *Merluccius gayi gayi*, utilizadas en el estudio de aspectos reproductivos.
- Figura 24. Valores promedio del índice gonadosomático, la desviación estándar y el error estándar en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, por zona de pesca.



- Figura 25. Frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.
- Figura 26. Porcentaje de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, según la zona de pesca.
- Figura 27. Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en las cuatro zonas de pesca.
- Figura 28. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total para las cuatro zonas de pesca.
- Figura 29. Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.
- Figura 30. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 1-2, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 31. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 3-4, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 32. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi* para el área total de pesca, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.
- Figura 33. Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área norte (Zonas de pesca 1 y 2).
- Figura 34. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área norte (Zonas de pesca 1 y 2).
- Figura 35. Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área sur (Zonas de pesca 3 y 4).



- Figura 36. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área sur (Zonas de pesca 3 y 4).
- Figura 37. Distribución espacial de las principales especies componentes de la fauna acompañante.
- Figura 38. Composición de longitud de las principales especies que conformaron la fauna acompañante en las capturas de las evaluaciones directas de la abundancia de merluza común, años 2001 y 2002.
- Figura 39. Análisis multivariado de la proporción de fauna acompañante en las capturas realizadas en los lances de identificación de 7 cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común correspondientes a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18 y 2002-03. a) Dendrograma que agrupa los 7 cruceros; b) Resultado del Escalamiento Multidimensional no Métrico de los 7 proyectos; c) Escalamiento Multidimensional no Métrico eliminando los proyectos 1993-03 y 2002-03; d) Diagrama de Shepard como medida de bondad del ajuste
- Figura 40. Análisis multivariado de la proporción de fauna acompañante en las capturas realizadas en 27 zonas latitud-año de los cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común correspondientes a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18 y 2002-03. a) Dendrograma que agrupa las 27 entidades cruceros; b) Resultado del Escalamiento Multidimensional no Métrico de las entidades; c) Escalamiento Multidimensional no Métrico eliminando las entidades 93-02, 93-03 y 2000-04; d) Diagrama de Shepard como medida de bondad del ajuste.
- Figura 41. a) Captura de *Dosidicus gigas* en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común años 1993 a 2002. b) Distribución de la captura de *Dosidicus gigas* por zona latitudinal, crucero 2002; c) Distribución de la captura de *Dosidicus gigas* por estrato de profundidad, crucero 2002.
- Figura 42. Composición de longitud por sexo de las capturas de jibia (*Dosidicus gigas*), realizadas en los lances de investigación del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. A) Distribución de frecuencias; B) Distribución de frecuencias acumulada.



- Figura 43. Composición de longitud por zona latitudinal de las capturas de jibia (*Dosidicus gigas*), realizadas en los lances de investigación del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. a) Distribución de frecuencias; b) Distribución de frecuencias acumulada.
- Figura 44. Número de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por zona latitudinal con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Figura 45. a). Distribución espacial de la proporción de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*), con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales; b) Densidad de jibia expresada como toneladas por unidad de área.
- Figura 46. Porcentaje de estómagos de (*Dosidicus gigas*) por clase de longitud, con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Figura 47. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°c), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St) y (d) oxígeno disuelto (ml l-1), en el estrato de 05 m.
- Figura 48. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°c), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St) y (d) oxígeno disuelto (ml l-1), en el estrato de 50 m.
- Figura 49. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°c), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St) y (d) oxígeno disuelto (ml l-1), en el estrato de 100 m.
- Figura 50. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°c), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St) y (d) oxígeno disuelto (ml l-1), en el estrato de 200 m.
- Figura 51. Distribución horizontal de: (a) clorofila-a estrato 05 m (mg m-3), (b) clorofila-a integrada 0-50 m (mg m-2) y (c) profundidad del máximo de clorofila-a (m).
- Figura 52. Relación entre: (a) clorofila-a (mg m-3) versus fluorescencia *in vivo* y (b) clorofila-a superficial (mg m-3) versus clorofila integrada entre 0 a 50 m (mg m-2).



- Figura 53. Distribución vertical de variables oceanográficas en dos transectas representativas de la zona norte: (a) transecta 1 (a, b, c, d) y transecta 3 (e, f, g y h).
- Figura 54. Distribución vertical de variables oceanográficas en dos transectas representativas de la zona centro-norte: transecta 7 (a, b, c, d) y transecta 10 (e, f, g y h).
- Figura 55. Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona centro-sur: transecta 14 (a,b,c,d) y transecta 16 (e, f, g y h).
- Figura 55. (Continuación) Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona centro-sur: transecta 18 (i, j, k y l).
- Figura 56. Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona sur: transecta 22 (a,b,c,d) y transecta 24 (e, f, g y h).
- Figura 56. (Continuación) Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona sur: transecta 27 (i, j, k y l).
- Figura 57. Distribución vertical de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para las transectas 1, 3, 7, 10, 16, 18, 22, 24 y 27.
- Figura 58. Distribución vertical de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\text{St}$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ). transecta longitudinal oceánica.
- Figura 59. Distribución vertical de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la transecta longitudinal costera (panel superior) y la transecta longitudinal oceánica (panel inferior).
- Figura 60. Distribución vertical de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\text{St}$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ). transecta longitudinal costera.



- Figura 61. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte ( $29^{\circ}00'$  -  $32^{\circ}00's$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}c$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St), (d) oxígeno disuelto (ml l-1) y (e) clorofila-a (mg m-3).
- Figura 62. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-norte ( $32^{\circ}00'$  -  $35^{\circ}00's$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}c$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St), (d) oxígeno disuelto (ml l-1) y (e) clorofila-a (mg m-3).
- Figura 63. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-sur ( $35^{\circ}00'$  -  $38^{\circ}30's$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}c$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St), (d) oxígeno disuelto (ml l-1) y (e) clorofila-a (mg m-3).
- Figura 64. Perfiles verticales individuales de las estaciones ubicadas en la zona sur ( $38^{\circ}30'$  -  $42^{\circ}00's$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}c$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad (St), (d) oxígeno disuelto (ml l-1) y (e) clorofila-a (mg m-3).
- Figura 65. Perfiles verticales promedio de temperatura ( $^{\circ}c$ ) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).
- Figura 66. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).
- Figura 67. Perfiles verticales promedio de densidad (St) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).
- Figura 68. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l-1) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).
- Figura 69. Perfiles verticales promedio de clorofila-a (mg m-3) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).
- Figura 70. Diagrama TS para: (a) región norte (zona 1), b) región centro-norte (zona 2), c) región centro-sur (zona 3) y d) región sur (zona 4).
- Figura 71. Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) temperatura base de la termoclina ( $^{\circ}c$ ) y (d) profundidad mínima de oxígeno (m).



- Figura 72. Distribución y abundancia de huevos de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.
- Figura 73. Distribución y abundancia de larvas de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.
- Figura 74. Distribución y abundancia de huevos de merluza común por estación (a) y abundancia promedio por estrato de profundidad (b). Crucero Merluza común 2002.
- Figura 75. Distribución y abundancia de larvas de merluza común por estación (a) y abundancia promedio por estrato de profundidad (b). Crucero Merluza común 2002.
- Figura 76. Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (a), Promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (b) y biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (c).
- Figura 77. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Cruceros Merluza común Invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000, (f) 2001 y (g) 2002.
- Figura 78. Distribución de la biomasa zooplanctónica por estación (a) y la biomasa zooplanctónica promedio (b), por estratos de profundidad. Crucero merluza común 2002.
- Figura 79. Estimación del índice de abundancia de huevos (a) y larvas (b) de merluza común en invierno de los años 1983-2002.
- Figura 80. Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen), para el año 2002 (panel superior) e histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen), para el período 1997-2002 (panel inferior).
- Figura 81. Histograma de rangos de: (a) temperatura (°c), (b) salinidad (psu), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen).
- Figura 82. Distribución de frecuencias de las variables ensayadas.



- Figura 83. Relación entre la densidad de merluza común y las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad).
- Figura 84. Relación entre la densidad de merluza común y las variables temperatura y de posición (latitud, longitud y profundidad media de la densidad).
- Figura 85. Funciones de Distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) considerando todos los datos del crucero de 2002.
- Figura 86. Funciones de Distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los sectores norte y sur del crucero de 2002.
- Figura 87. Funciones de Distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los estratos de 50-250 m y  $> 250$  m, considerando el sector norte del crucero 2002.
- Figura 88. Funciones de Distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los años 1997 (panel superior) y 1999 (panel inferior).
- Figura 89. Funciones de Distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los años 2000 (panel superior) y 2001 (panel inferior).
- Figura 90. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.
- Figura 91. Cargas de cada componente principal.
- Figura 92. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.
- Figura 93. Distribución de frecuencia del descriptor Longitud de agregaciones.
- Figura 94. Distribución de frecuencia del descriptor Altura de agregaciones.
- Figura 95. Distribución de frecuencia del descriptor Área de agregaciones.



Figura 96. Distribución de frecuencia del descriptor Perímetro de agregaciones.

Figura 97. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación.

Figura 98. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión fractal.

Figura 99. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones.

Figura 100. Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura.



## ÍNDICE DE TABLAS

---

- Tabla 1. Calibración del sistema de ecointegración.
- Tabla 2. Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común.
- Tabla 3. Varianza y coeficientes de variación de los estimadores de biomasa total.
- Tabla 4. Estimados de biomasa, coeficiente de variación y densidad promedio por subzona (método geoestadístico).
- Tabla 5. Abundancia de merluza común estimada por subzona. Crucero de evaluación julio-septiembre 2002.
- Tabla 6. Biomasa y abundancia estimada en los cruceros de evaluación de merluza común entre 1995-2002.
- Tabla 7. Parámetros estimados para los variogramas relativos. Período 1993-2002.
- Tabla 8. Número de ejemplares medidos por zona latitudinal y estrato de profundidad en los muestreos de frecuencia de longitud de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud – profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Tabla 9. Número de ejemplares medidos por zona latitudinal y estrato de profundidad en los muestreos biológicos de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Tabla 10. Clave edad talla de merluza común machos, crucero de evaluación 2002.
- Tabla 11. Clave edad talla de merluza común hembras crucero de evaluación 2002.



- Tabla 12. Parámetros de la relación peso -longitud de merluza común e intervalo de confianza al 95 %.
- Tabla 13. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero “Abate Molina”, zona 1, 2002.
- Tabla 14. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero “Abate Molina”, zona 2, 2002.
- Tabla 15. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero “Abate Molina”, zona 3, 2002.
- Tabla 16. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común machos, crucero “Abate Molina”, zona 4, 2002.
- Tabla 17. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, zona 1, crucero “Abate Molina” 2002.
- Tabla 18. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, zona 2, crucero “Abate Molina” 2002.
- Tabla 19. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, zona 3, crucero “Abate Molina” 2002.
- Tabla 20. Composición de la abundancia en número por grupo de edad en merluza común hembras, zona 4, crucero “Abate Molina” 2002.
- Tabla 21. Abundancia por grupos de edad y desviación estándar,
- Tabla 22. Promedio y desviación estándar de la longitud total de las hembras de merluza de común *Merluccius gayi gayi*, de acuerdo a la zona de pesca.
- Tabla 23. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en las Zonas de pesca 1-2.
- Tabla 24. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 1 y 2.



- Tabla 25. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en las Zonas de pesca 3-4.
- Tabla 26. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 3 y 4.
- Tabla 27. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estima la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, para el área total de pesca.
- Tabla 28. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* para el área total de pesca.
- Tabla 29. Nombre común y científico de las especies que conformaron la fauna acompañante en la captura y número de especies por grupo taxonómico. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Tabla 30. Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca, de las principales especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.
- Tabla 31. Importancia relativa (%) en la captura total de los principales componentes de la fauna acompañante presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común. Los cruceros se identifican según el código de proyecto. Período 1993 – 2002.
- Tabla 32. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Crucero Invierno 2002.
- Tabla 33. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*., Cruceros de Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.



- Tabla 34. Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Crucero Invierno 2002, pescas estratificadas nocturnas con red WP-2.
- Tabla 35. Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común. Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.
- Tabla 36. Estimación del índice de abundancia de huevos de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 – 2002.
- Tabla 37. Estimación del índice de abundancia larval de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 – 2002.
- Tabla 38. Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio de distribución del recurso.
- Tabla 39. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba el recurso (P. media), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (ZMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT).
- Tabla 40. Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre la densidad de merluza común ( $\text{ton mn}^{-2}$ ) y las variables ambientales seleccionadas.
- Tabla 41. Descripción de los modelos analizados.
- Tabla 42. Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados.
- Tabla 43. Resultados del análisis histórico de preferencia de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2002.
- Tabla 44. Resultados del análisis histórico de preferencia de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2002, considerando la segregación latitudinal para los sectores norte (al norte de los 35°S) y sur (al sur de los 35°S).



- Tabla 45. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.
- Tabla 46. Matriz de correlaciones de las variables originales.
- Tabla 47. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.
- Tabla 48. Vectores propios de la matriz de variables originales y componentes principales.

## ÍNDICE DE ANEXOS

---

- ANEXO 1. Antecedentes de la biología de la jibia (*Dosidicus gigas*).
- ANEXO 2. Condiciones meteorológicas invierno 2002 y anomalías ambientales período 1997-2002.
- ANEXO 3. Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas.
- ANEXO 4. Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombre por actividad.
- ANEXO 5. CD con Informe Final en PDF.



## 1. OBJETIVO GENERAL

---

Evaluar el stock de merluza común a través del método hidroacústico, entre el límite norte de la IV Región y la X Región.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

---

- 2.1 Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.
- 2.2 Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.
- 2.3 Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.
- 2.4 Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).
- 2.5 Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.
- 2.6 Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



### 3. ANTECEDENTES

---

Las regiones asociadas a los sistemas de corrientes de margen oriental, como Humboldt, Canarias, Benguela y California, son reconocidas por su alta productividad, como efecto de los procesos de surgencia que ocurren en el sector costero (Barber y Smith, 1981; Carr, 2002). Aunque estos ecosistemas representan una pequeña fracción del área mundial de los océanos, aportan cerca del 5 % de la producción primaria y cerca del 17% de la captura de peces pelágicos como demersales (Pauly y Christensen, 1995).

En el Pacífico sur oriental se encuentra el Sistema de Corriente de Humboldt (SCH) que corresponde a la bifurcación hacia el norte de la Deriva del Oeste, la cual enfrenta el continente alrededor de la latitud 40°S (Bernal y Ahumada, 1985). El marco oceanográfico de la región está determinado por la acción combinada de la corriente de Humboldt, que transporta aguas de origen subantártico, los procesos de surgencias costeras y la presencia de aguas ecuatoriales subsuperficiales de flujo sur asociada a la Contracorriente de Perú-Chile que impacta sobre la plataforma y el talud continental, caracterizada ésta por su bajo contenido de oxígeno y alta concentración de nutrientes (Bernal *et al.*, 1983; Silva y Sievers, 1981; Morales *et al.*, 1996). Este sistema se caracteriza por su extrema variabilidad relacionada a los eventos El Niño (Wyrтки, 1975) y la presencia de cambios ambientales de largo plazo asociados a períodos fríos y cálidos, con un fuerte impacto sobre la abundancia de los recursos vivos (Barber and Chavéz, 1986; Espino, 2001).

El ecosistema demersal del Pacífico Sudeste al igual que los demás sistemas de margen oriental asociados a las corrientes de California, Canarias y Benguela, está dominado por la presencia del género *Merluccius* que durante la última



década han presentado una producción mundial de 1,5 millones de toneladas, con un valor socio-económico relativamente alto (Alheit and Pitcher, 1995). En el caso del SCH, la especie predominante corresponde a la *Merluccius gayi*, de la cual se reconocen dos subespecie que distribuidas en dos áreas geográficamente separadas y con condiciones oceanográficas diferentes, dominan el ecosistema demersal del centro-norte del Perú (*M. g. peruanus*) y centro-sur de Chile (*M. g. gayi*) (Espino *et al.*, 1996; Aguayo-Hernández, 1996), representando en conjunto el 12% de la producción mundial del género (FAO, 2000).

La merluza común (*Merluccius gayi gayi*) presenta una amplia distribución en la costa de Chile (Martínez, 1976) que abarca desde Antofagasta (23°38'S) hasta el canal Cheap (47°08'S), constituyéndose en el principal recurso pesquero demersal de Chile y dando lugar a una unidad de pesquería que se extiende administrativamente desde el límite norte de la cuarta región hasta la latitud 41°28,6'S en la X Región.

La explotación comercial de la merluza común se inicia en 1938 (Yáñez *et al.*, 1985) y durante el transcurso de la pesquería se han distinguido diferentes etapas de desarrollo, a saber: (i) de crecimiento (1940-1961), caracterizada por aumentos progresivos de los desembarques hasta alcanzar 75 mil toneladas (t); (ii) de fluctuaciones (1962 - 1970) con desembarques que variaron entre 72 mil y un máximo histórico de 128 mil t en 1968; (iii) de declinación (1971 - 1986) donde los desembarques alcanzaron niveles de 30 mil t hacia 1976, que se mantuvieron con poca variación hasta el fin del período y, (iv) de recuperación (1987 - 2001), período donde los desembarques se han duplicado, aumentando de cifras de 50 mil t a 110 mil t (Sernapesca, 2002), alcanzando niveles similares a las observadas a fines de la década del 60 (**Fig. 1**).



La disminución de los desembarques con posterioridad a 1970, es atribuida por Aguayo y Young (1982) y Aguayo y Robotham (1984), a la conjunción de una serie de factores como la disminución progresiva de los reclutamientos de merluza común, una menor abundancia de sus principales presas como sardina común (*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el aumento de competidores como el jurel. En cambio Cubillos y Arancibia (1992), señalan como causal de la declinación de los desembarques, la importante disminución en la intensidad de pesca acaecida en el período 1971-1980.

La posterior recuperación de los desembarques, experimentada por la pesquería a partir de 1987, respondería a un aumento a partir de 1984 de la biomasa y abundancia del stock provocado por reclutamientos exitosos de la clase anual 1982 (Cubillos y Arancibia, 1992). Por otra parte, Payá y Zuleta (1999) también señalan un aumento de la biomasa y abundancia de edades del stock 3+ a partir de 1984, alcanzando un nivel de estabilización en 1986, el cual se ha mantenido con leves fluctuaciones hasta 1999.

Los modelos de evaluación de stock indican un incremento en la biomasa de 250 mil toneladas en el período 1968-1981 a cifras del orden de las 550 mil toneladas en el período 1985-1993; y que a partir de 1994, nuevamente se aprecia un crecimiento en el tamaño del stock, alcanzando en 1995 un máximo estimado en 1,2 millones de toneladas, para luego disminuir marginalmente a 950 mil toneladas en 1999 (Payá y Zuleta, 1999). Lo anterior demuestra que, en la actualidad, el stock se ha situado a un nivel de biomasa muy superior a los registros históricos disponibles, de manera bastante estable, no obstante las fluctuaciones propias del recurso.

La merluza común constituye un stock cuya dinámica está estrechamente ligada a la variabilidad que experimenten los reclutamientos, cuya magnitud e intensidad es altamente dependiente de las condiciones oceanográficas imperantes en el año del



desove. Históricamente, los reclutamientos de mayor intensidad como los observados en 1985 y 1993-94 (Payá y Zuleta, 1999), han estado asociados a ejemplares nacidos en años de condiciones oceanográficas bajo la influencia de ENSO en los años 1982 y 1990-91 (Cubillos y Arancibia 1992; Payá, 1997). Esta situación también fue observada por Espino y Wosnitza-Mendo (1989) en la merluza peruana (*Merluccius gayi peruanus*), quienes postulan que durante los eventos ENSO el recurso se dispersa aumentando su área de distribución, disminuyendo los efectos de competencia y canibalismo que terminan por favorecer a los reclutamientos posteriores.

En las condiciones antes descritas, la alta presencia de juveniles observada en los cruceros de evaluación de merluza común realizados en los años 2000-2001, sería la consecuencia de un reclutamiento exitoso gatillado por el ENSO presente durante los años 1997-98. Sin embargo, este reclutamiento exitoso, no necesariamente se refleja en toda su magnitud en las capturas de la flota industrial, pues como producto de las tácticas de pesca y estrategias de producción de las plantas que procesan este recurso, y que constituye un elemento a ser considerado al momento de efectuar las evaluaciones de stock.

Las evaluaciones directas (métodos acústicos) del stock de merluza común también han reflejado el aumento del stock señalado precedentemente, según el detalle que se observa en el siguiente cuadro.

<b>Año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Abundancia (N°*1000)</b>
1993	FIP 93-03	198.540	273.000
1995	FIP 95-14	505.765	876.838
1997	FIP 97-12	712.878	1.339.113
1999	FIP 99-04	899.307	1.166.238
2000	FIP 2000-04	891.598	1.383.683
2001	FIP 2001-18	917.133	1.986.000



El cambio en el nivel del stock también se ha reflejado en los rendimientos de pesca de las embarcaciones que operan en esta pesquería. En efecto, las naves de potencia superior a 1.200 HP, muestran un incremento progresivo en el rendimiento de pesca al pasar de 1,5 t/h en 1983 a valores cercanos a 9 t/h en 1999; mientras que en las embarcaciones de menor potencia (<800 HP), éste ha aumentado de 1 t/h en el período 1982-1990 a 2,1 t/h en 1999 (Tascheri *et al.*, 2002). Lo anterior, sin perjuicio del impacto que ha tenido sobre la efectividad de la operación de pesca de la flota, las mejoras tecnológicas en los sistemas de detección y de captura.

El último quinquenio, se ha caracterizado además por la creciente importancia del subsector artesanal en el desembarque de esta pesquería, que aumentó su aporte de 11 mil t en 1998 a 32,5 mil t en el 2001, incrementando su participación del 13% al 26,7% del desembarque total de merluza común.

La Ley General de Pesca y Acuicultura definió a esta unidad de pesquería en estado de plena explotación. Su manejo se ha orientado a mantener controlado el acceso y la aplicación a partir de 1992 de cuotas globales anuales de capturas, que en la actualidad se asignan bajo el sistema de límite máximo de captura por armador.

El establecimiento de las cuotas globales anuales se efectúan considerando las estimaciones de capturas totales permisibles (CTP), que en su proceso de estimación son calibradas con información auxiliar, considerándose gravitante la evaluación directa del stock, pues permite obtener de manera independiente de la pesca, antecedentes acerca del tamaño, distribución y características biológicas del stock.



El Consejo de Investigación Pesquera, consideró conveniente contar con información pertinente para evaluar las decisiones relevantes de administración pesquera relacionada con los niveles de explotación permisibles, e incluyó dentro del Programa de Investigación Pesquera del 2002 un proyecto de evaluación directa del stock de merluza común en el área de su pesquería, mediante el uso de métodos acústicos, de manera de contar con antecedentes pertinentes para evaluar las decisiones de administración de esta unidad de pesquería.



## 4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

---

### 4.1 Período y área de estudio

El crucero de prospección se desarrolló entre el 29 de julio y 11 de septiembre del 2002, extendiéndose por 45 días en lugar de los 42 días señalados en la oferta técnica, derivado de las malas condiciones meteorológicas que imperaron durante el período del estudio, especialmente al sur de Talcahuano y que son características del invierno de esa zona. El costo que importaron los 3 días adicionales, fueron absorbidos por el IFOP.

Las Bases Especiales del Proyecto, señalaban que “el proponente deberá realizar un crucero de evaluación directa de la biomasa en el área de la unidad de pesquería de merluza común desde el límite norte de la IV Región hasta el paralelo 42° L.S.” La Ley General de Pesca y Acuicultura, define a la unidad de pesquería de la merluza común, desde el límite norte de la IV Región (29°10’S) hasta el paralelo 41°28,6’S y desde la primera milla de la costa hasta una línea imaginaria paralela a la costa ubicada a una distancia de 60 mn, equivalente a un área de 46 mil mn<sup>2</sup>.

Sin embargo, antecedentes relativos a la pesquería, indican que la operación de la flota arrastrera se concentra en el área comprendida entre los veriles de 100 y 300 m de profundidad (Tascheri *et al.*, 2002), además, los resultados de estudios técnicos (Lillo *et al.*, 1999,2000, 2001, 2002) señalan que las mayores concentraciones de merluza común se registran a profundidades menores a los 400 metros y, que en exploraciones realizadas hasta una distancia de 20 millas náuticas al oeste del veril de los 500 m de profundidad no se ha detectado la presencia de merluza común.



Esto indicaría que el área de distribución efectivo de la merluza común fluctuaría entre 4.600 y 11.000 mn<sup>2</sup>, equivalente a valores del 11 al 24% del área solicitada en las Bases Especiales.

Por lo tanto, para el período de realización del crucero se propuso en la oferta técnica, que la zona de estudio esté acotada al área de la plataforma continental comprendida entre la primera milla de la costa (habida consideración de las condiciones de seguridad de la nave) hasta el veril de los 500 m de profundidad, en la cual se dispusieron las transectas de muestreo acústico (**Fig. 2 a**).

Para los efectos de análisis de los datos, el área de estudio se dividió en cuatro zonas, tal como ha sido hecho en las evaluaciones directas de merluza común realizadas a partir de 1993 y sus límites son los siguientes:

ZONA	LATITUD (Sur)
• Zona 1	29°10' - 31°24'
• Zona 2	31°25' - 35 30'
• Zona 3	35°31' - 38°39'
• Zona 4	38°40' - 42°00'

## 4.2 Embarcación y equipos

La embarcación utilizada fue el B/C “Abate Molina”, equipado con redes de arrastre de fondo, un sistema de eointegración y equipamiento oceanográfico pertinente a los objetivos del estudio.

### a) Equipos de pesca

La red de arrastre de fondo (**Fig. 3**), correspondiente a un diseño de seis paneles desarrolla verticalmente una altura en el centro de la boca entre 4,5 y 5,0 metros,



en tanto que su desarrollo horizontal entre punta de alas varía entre 19 y 22 metros.

Los cuerpos de la red están armados con paños de tamaño de malla que varían de 130 milímetros en las alas a 100 milímetros en el túnel y copo. Además, con el objeto de disminuir la capacidad selectiva del arte de pesca, los últimos 7 metros del túnel y copo poseen una cubierta interior (inner codend) con malla de 50 milímetros.

El funcionamiento del arte de pesca durante los lances, fue monitoreado mediante el empleo de una sonda de red marca Furuno modelo FNR 80, que permite efectuar un seguimiento del comportamiento de la red de arrastre (altura, contacto con el fondo, profundidad), complementada con sensores marca Simrad para medir el desarrollo vertical de los portalones del arte de pesca.

#### **b) Sistema de ecointegración**

El sistema acústico de evaluación, estuvo compuesto por un ecoinTEGRADOR SIMRAD® modelo EK500, un transductor ES38B y 2 impresoras. Los datos fueron almacenados en un computador personal conectado mediante un sistema ethernet, hasta su posterior proceso mediante el paquete de procesamiento de datos acústicos Echoview ®.

#### **c) Equipos oceanográficos**

El sistema de muestreo oceanográfico comprendió un CTD NEIL BROWN® Modelo MARK III y un fluorómetro SEA-TECH®, conectado a un muestreador automático tipo roseta GENERAL OCEANICS®, provista de 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad cada una y termómetros de inversión.



Para el muestreo zooplanctónico se utilizaron dos tipos de redes, una red Bongo y una WP2, ambas confeccionadas con malla sintética de monofilamento de 300 micras de abertura y complementadas con medidores de flujo TSK® previamente calibrados.

### **4.3 Objetivo específico 1. Estimación de la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.**

#### **4.3.1 Diseño del muestreo**

La evaluación acústica del stock de merluza común, se efectuó mediante el empleo de un diseño de muestreo de tipo sistemático, en el cual asumiendo aleatoriedad en la distribución del recurso con relación a la localización de la primera transecta, ha sido señalado como el más adecuado en estudios dirigidos a estimar la abundancia y distribución de un recurso pesquero (Rivoirard *et al.*, 2000, Petitgas, 1991; Francis, 1984).

##### **a) Transectas de muestreo acústico**

En la fase de evaluación, se realizaron de acuerdo a lo señalado en la oferta técnica, 78 transectas con orientación este-oeste y una distancia latitudinal entre cada una de 10 millas náuticas (**Fig. 2a**). La extensión de las transectas varió entre 4 y 33 millas náuticas, con un promedio de 15 millas náuticas.

Cada transecta fue discretizada en intervalos básicos de muestreo de 0,5 milla náutica, registrándose en cada una de ellas: la densidad expresada en unidades de ecointegración ( $S_A$ ), profundidad y tipo de agregación del recurso.



## **b) Lances de identificación de ecotrazos**

Durante la fase de evaluación, se efectuaron 153 lances de pesca en profundidades medias que fluctuaron entre los 72 y 500 metros (**Fig. 2b**).

Para los efectos de identificación de especies y muestreos biológicos, la unidad muestral fue el lance de pesca, obteniéndose en cada uno de ellos los datos de captura de las especies capturadas mediante el siguiente proceso:

- i) Depositada la captura en la cubierta, fueron separados los individuos de merluza común de la fauna acompañante;
- ii) Se llenaron con merluza común diez cajas plásticas de 42 litros, y pesadas en una balanza romana de 50 kg.
- iii) El resto de la captura de merluza común fue encajonada en cajas similares, contabilizada y devuelta al mar.
- iv) Se obtuvieron muestras para los muestreos de longitud, biológico y aspectos reproductivos, el procedimiento de muestreo de la captura se describe en el capítulo 4.4.1 Muestreo.
- v) Se obtuvieron las muestras de las capturas correspondientes a la fauna de acompañamiento.
- vi) En el caso de especies representadas por individuos grandes (congrios, jibia, raya volantín y tollos) o aquellas escasamente representadas, fueron separadas del resto de la fauna acompañante e identificados, contados y pesados, conjunta o individualmente.



- vii) Se registró la longitud total (u horquilla) en el caso de los peces y la longitud cefalotorácica en el caso de los crustáceos, con particular interés en aquellos que constituyen recursos pesqueros actuales.
- viii) La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance se obtuvo del cociente entre el peso (y número de individuos) en las submuestras y la captura.

#### 4.3.2 Sistema de ecointegración

La prospección acústica fue realizada con el sistema de ecointegración operando con un transductor modelo ES38B de haz dividido, frecuencia de 38 KHz, 2 KW de potencia y longitud de pulso de 1 ms. Este sistema fue calibrado de acuerdo al procedimiento señalado por su fabricante (Simrad, 1991), el cual sigue las recomendaciones efectuadas al respecto por el ICES (Foote *et al.*, 1987) para el uso cuantitativo de mediciones acústicas.

Durante el procedimiento de calibración un blanco de referencia (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) y de fuerza de blanco conocida (-33,6 dB), es bajado y localizado en el centro del haz acústico del transductor, para luego medir las diferencias en las señales de intensidad de blanco (TS) y ecointegración  $S_A$  (normalised acoustic scattering coefficient).

El proceso de medición de la fuerza de blanco (TS) y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegración ( $G_1$ ,  $G_2$ ), se realizó mediante las expresiones:

$$G_1 = G_0 + \frac{TS_m - TS_b}{2}$$



donde  $G_1$  y  $G_0$  representan las ganancias ajustada y por ajustar del transductor, y  $TS_m$  y  $TS_b$ , corresponden a las intensidades medidas y teóricas del blanco de referencia.

El ajuste de las ganancias de ecointegración ( $G_2$ ), se efectuó mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_2 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{A(m)}}{S_{A(t)}}}{2}$$

donde  $S_{A(m)}$  y  $S_{A(t)}$ , representan las unidades de ecointegración medidas y teóricas del blanco estándar referidos a una  $mn^2$ , siendo:

$$S_{A(t)} = \frac{4 * \pi * \Phi_{bs} * (1852)^2}{\psi * r^2}$$

donde:

- $\Phi_{bs}$  = sección dispersante del blanco de referencia =  $10^{(TS \text{ blanco ref.}/10)}$
- $r$  = profundidad de la esfera (m)
- $\psi$  = ángulo equivalente del haz acústico (EBA) o ángulo de reverberación, describe el volumen efectivamente insonificado por un transductor. Para el modelo ES38B su valor es 20,6 dB.
- $S_{A(t)}$  = integración teórica del blanco estándar
- $S_{A(m)}$  = integración medida del blanco estándar

#### 4.3.3 Identificación de los ecotrazos de merluza común

Durante esta actividad, primeramente se examinaron los ecogramas para identificar marcas o señales provenientes del plancton, de interferencia causado por otros



equipos acústicos, ya sea del buque propio u otro que esté operando en la cercanía y falsos ecos del fondo. Luego, se identificaron los ecotrazos correspondientes a la merluza común, mediante la inspección de los ecogramas, conjuntamente con los datos provenientes de los lances de pesca de identificación efectuados con la red de arrastre de fondo.

#### 4.3.4 Estimación de la biomasa y su varianza

La biomasa ( $\hat{B}$ ) y su varianza se estimaron mediante dos tipos de estimadores, uno de estadística tradicional (estimador de razón) y el otro utilizando técnicas geoestadísticas.

##### a) Estimador de razón

La biomasa ( $\hat{B}$ ) se estimó como:

$$\hat{B} = A * \hat{R} * C_b$$

donde  $A$  representa el área de estudio,  $C_b$  el coeficiente de eointegración y la razón ( $\hat{R}$ ) equivale a las lecturas acústicas promedios por intervalo básico de muestreo que se estimó como:

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



donde:

- n = número de transectas en la muestra
- $x_i$  = densidad de la transecta i-ésima
- $y_i$  = número de intervalos básicos de muestreo en la transecta i-ésima

El estimador de varianza de la biomasa, se expresa según:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 * [\hat{C}_b^2 \hat{V}(\hat{R}) + \hat{R}^2 \hat{V}(\hat{C}_b) - \hat{V}(\hat{C}_b) \hat{V}(\hat{R})]$$

Los estimadores de la varianza de la razón  $\hat{V}_i(\hat{R})$  a utilizar fueron:

- **Conglomerado de tamaños desiguales** (Hansen *et al.*, 1954)

$$\hat{V}_i(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n\bar{y}^2} (S_x^2 + \hat{R}^2 S_y^2 - 2 \hat{R} S_{xy})$$

donde N y n representan el número total de transectas en el área y en la muestra respectivamente y:

$$S_{xy} = \sum_1^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

$$S_x^2 = S_{xx} \quad ; \quad S_y^2 = S_{yy}$$

$$\bar{x} = \sum_1^n \frac{x_i}{n}, \bar{y} = \sum_1^n \frac{y_i}{n}$$



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

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left( 1 - \frac{n}{N} \right) \frac{\hat{R}^2}{n(n-1)} (S_x^2 + S_y^2 - 2S_{xy})$$

donde:

$$S_{xy} = \sum_1^{n-1} \frac{(x_i - x_{i+1})(y_i - y_{i+1})}{\bar{x} \bar{y}}$$

$$S_x^2 = S_{xx} \quad ; \quad S_y^2 = S_{yy}$$

**b) Estimador geoestadístico**

La biomasa se estimó mediante el método propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad ( $Z^*_v$ ) en dicha área (V) mediante la expresión:

$$\hat{Z}^*_v = \frac{1}{V} \int Z(x_i) dx$$

donde  $Z^*_v$  es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, que cuando provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de  $Z^*_v$  se puede estimar como la media aritmética de los datos de  $S_A$  ( $Z_x$ ) por intervalo básico de muestreo.

La biomasa ( $\hat{B}$ ) se estimó como:

$$\hat{B} = \hat{A} * \hat{Z}^*_v * \hat{C}_b$$

donde  $\hat{A}$  representa el área de estudio (millas náuticas cuadradas) y  $\hat{C}_b$  el coeficiente de ecointegración ( $t^*mn^{-2}S_A^{-1}$ ).



La estimación de la varianza, se efectuó mediante el método geoestadístico o de variables regionalizadas, que estimar la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

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

$$\bar{\gamma}(S,V) = \frac{1}{nV} * \sum_{\alpha} \int_v \gamma(x_{\alpha} - y) dy$$

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

siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio,  $\alpha$  y  $\beta$  los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V.

La varianza, depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: 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  $\bar{\gamma}(S,V)$  (Petitgas y Lafont, 1997).

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).



Para la obtención de los estimadores geoestadísticos, se utilizó el paquete estadístico EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997).

#### 4.3.5 Estimación de la fuerza de blanco

Durante los lances de pesca y las transectas de prospección acústica, se registraron datos de fuerza de blanco (TS) de la merluza común. Luego de una inspección de los datos, se seleccionaron aquellos lances en cuyos ecogramas se pudieran observar blancos resueltos, estimándose la moda de las distribuciones de tallas y fuerza de blanco. En esta actividad se utilizó el software Echoview, obteniéndose datos válidos para este efecto en cinco lances de pesca.

Los datos fueron analizados mediante un análisis de regresión y ajustados a una curva del tipo:

$$\overline{TS} = a + b * \log(\overline{L})$$

donde,  $TS$  es la fuerza de blanco promedio,  $a$  y  $b$  constantes de regresión y  $L$  la longitud modal de la merluza común, estimada de los muestreos de los lances de identificación.

Los datos obtenidos para efectuar estimaciones de fuerza de blanco se encuentran asociados a lances donde el rango de tallas modales de longitud era estrecho, 32-44 cm, con una alta variabilidad en los datos de fuerza de blanco, dado que se obtuvieron resultados de fuerza de blanco (TS) de -38,5; -37; -34,5; -35,5 y -34,0 decibeles para tallas modales de 32, 38, 38, 42 y 44 cm. Con esto, aunque es posible estimar una regresión, su alta dispersión no la hace confiable.

Debido a lo anterior y de conformidad con lo planteado en la propuesta técnica, se optó por estimar la fuerza de blanco utilizando la relación descrita para merluza



común por Lillo *et al.* (1996), y utilizadas en evaluaciones anteriores de este recurso de:  $TS=20\log(L) -68,5$  (dB).

Esta relación se puede considerar como similar a las estimadas y empleadas para la evaluación de *M. capensis* (Svellingén y Ona, 1999), *M. productus* (Kieser *et al.*, 1998) y *M. g. peruanus* (MacLennan, 2000).

#### 4.3.6 Estimación de la constante de ecointegración

La constante de ecointegración  $\hat{C}_b$  se estimó mediante la ecuación propuesta por Bodholt (1991):

$$\hat{C}_b = \frac{S_a * \bar{w} * 10^3}{4\pi * 10^{\frac{TS}{10}}}$$

donde:

- $C_b$  = constante de ecointegración ( $t^*mn^{-2}$  ref. 1  $S_A$ )
- $\bar{w}$  = peso promedio de la merluza común (kg)
- $\overline{TS}$  = fuerza de blanco promedio de la merluza común (db)
- $S_A$  = Unidades de ecointegración

La fuerza de blanco se estimó mediante la relación  $\langle TS \rangle = 20 * \log(\text{talla}) - 68,5$  (Lillo *et al.* 1996).

La varianza de  $\hat{C}_b$  se estimó como:

$$\hat{V}(\hat{C}_b) = \left[ \frac{2,302585 \bar{w}}{4\pi 10^{\left(\frac{\overline{TS}}{10}+3\right)}} \right]^2 \left[ \frac{\hat{V}(\bar{w})}{\bar{w}^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{\overline{TS}}{10}\right)}{10^2} \right]$$



Donde,  $\bar{w}$  ;  $\hat{V}(\bar{w})$  corresponden al peso medio por ejemplar y su varianza, según los siguientes estimadores:

$$\hat{W} = \sum_{k=1}^{k=K} \bar{w}_k \hat{P}_{pk}$$

Donde,  $\bar{w}_k$ ,  $\hat{P}_{pk}$ , corresponden respectivamente al peso medio por ejemplar para una clase de talla ( $k$ ) y, a la estructura de tallas ponderada por las capturas registradas en los lances a partir de la cual fue estimada.

La estructura de los respectivos estimadores están dadas por:

$$\hat{w}_k = \hat{\alpha} * I_k^{\hat{\beta}}$$

$$\hat{P}_{pk} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Y_i}{Y} \hat{P}_{ki}, \quad Y_i : \text{captura lance "i"}, \quad Y = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i$$

La varianza del estimador del peso medio por ejemplar está dada por:

$$\hat{V}(\hat{W}) = \sum_{k=1}^{k=K} \hat{V}[\bar{w}_k \hat{P}_{pk}]$$

$$\hat{V}[\bar{w}_k \hat{P}_{pk}] = \bar{w}_k^2 \hat{V}[\hat{P}_{pk}] + \hat{P}_{pk}^2 \hat{V}[\bar{w}_k] - \hat{V}[\hat{P}_{pk}] \hat{V}[\bar{w}_k]$$

Una opción para la estimación de la varianza del peso medio a la talla, está dada por el siguiente estimador:

$$\hat{V}(\bar{w}_k) = \frac{1}{n_k} \frac{1}{n_k - 1} \sum_{i=1}^{n_k} [w_{ik} - \bar{w}]^2$$



- $n_k$  = número de datos observados en la talla
- $w_{ik}$  = peso observado a la talla (promedio)
- $\bar{w}$  = peso estimado a la talla (promedio)

Un estimador del estimador de la varianza de la estructura de tallas está dado por: la relación siguiente:

$$\hat{V}[\hat{P}_{pk}] = \left[1 - \frac{n}{N}\right] \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i^2}{\bar{Y}^2} [\hat{P}_{ik} - \hat{P}_{pk}]^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{Y_i^2}{\bar{Y}^2} \left[1 - \frac{m_i}{M_i}\right] * \frac{\hat{P}_{ik} [1 - \hat{P}_{ik}]}{m_i - 1}$$

Por otra parte la fuerza de blanco y su varianza está dada por los estimadores siguientes.

$$\bar{TS} = \alpha + \beta * \ln(\bar{l})$$

$$\hat{V}\left(\frac{\bar{TS}}{10}\right) = \frac{(\ln(\bar{l}))^2 \hat{V}(\hat{\beta}) + \hat{V}(\hat{\alpha}) + 2 \ln(\bar{l}) \text{Cov}(\hat{\alpha}, \hat{\beta})}{10^2}$$

Donde,  $\hat{V}(\hat{\beta})$  es la varianza del intercepto de la regresión TS-longitud:

$$\hat{V}(\hat{\beta}) = \hat{\sigma}^2 \frac{\sum_{i=1}^n l_i^2}{n \sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$

$V(\hat{\alpha})$ , es la varianza de la pendiente de la regresión TS –longitud:

$$\hat{V}(\hat{\alpha}) = \hat{\sigma}^2 \frac{1}{\sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$



$Cov(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$ , es la covarianza entre los parámetros de la regresión y está dada por el siguiente estimador:

$$Cov(\hat{\alpha}, \hat{\beta}) = -\hat{\sigma}^2 \frac{\bar{l}}{\sum_{i=1}^n [l_i - \bar{l}]^2}$$

$\hat{\sigma}^2$ , es la varianza general de los residuos dada por el estimador:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \frac{1}{(n-2)} \sum_{i=1}^n [TS_i - \hat{TS}_i]^2$$

Donde,

$\bar{l}$  : longitud promedio o mediana

$l_i$  : longitud observada

$\hat{TS}$  : fuerza de blanco estimada por regresión TS - Longitud

$\overline{TS}_i$  : fuerza de blanco observada

n : número de datos observados.

#### 4.3.7 Distribución espacial de la merluza común

La distribución espacial de la merluza común en el área prospectada, se presenta como una carta de contornos, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad. Lo anterior, permite ver de manera clara las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribución espacial de la merluza común, se confeccionó mediante el uso de los módulos de grillado y mapeo del software Surfer6 (Kleckner, 1996). Como método de interpolación se utilizó el kriging, para lo cual se utilizaron los variogramas, herramienta analítica que permite determinar la existencia de



estructuras espaciales y sus características como: tamaño, dirección y tipo de estructura (Maravelias *et al.* 1996, Maynou *et al.* 1998)

Se estimó el centro de gravedad ( $CG_i$ ) y la inercia ( $I$ ) como indicadores de la posición media y la dispersión media de la distribución de la merluza en el área de estudio como (Bez, 2002):

$$CG_i = \frac{\int x_i * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx} \quad I = \frac{(x_i - CG_i)^2 * z(x_i) dx}{\int z(x_i) dx}$$

Donde  $x_i$  representa la posición latitudinal y longitudinal de la muestra y  $z(x_i)$  la densidad local en la posición geográfica "i".

El grado de desigualdad en la distribución de la biomasa de merluza común en el área de estudio, se estimó a partir de la curva de Lorenz y el Índice de Gini (Myers y Cadigan, 1995). La curva de Lorenz es un método gráfico para representar el grado de concentración de la distribución, en la cual el eje-x representa la proporción acumulada del área, mientras que el eje-Y la proporción acumulada de la biomasa. Si el recurso se distribuye homogéneamente, la curva de Lorenz sería una línea recta desde el origen (función identidad), sin embargo si éste se agrega, se curvaría hacia la derecha.

El Índice ( $\delta$ ) de Gini, indicador numérico relacionado a la curva de Lorenz y se estima como el doble del área comprendida entre la función identidad y la curva de Lorenz. Este índice fluctúa entre 0 (distribución homogénea) a valores cercano a 1 (alta concentración).



#### 4.3.8 Estimación de la abundancia

El procedimiento utilizado, corresponde al que habitualmente se emplea en las evaluaciones indirectas que se realizan mediante el método de análisis secuencial de poblaciones (ASP) (Payá, 1997) y al empleado en las evaluaciones directa de merluza común (Lillo *et al.*, 1994, 1998, 2001).

Se estima el peso total de la muestra mediante la adición de los pesos de los estratos de cada intervalo de longitud obtenidos mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

donde:

- $W_j$  : peso del intervalo de la clase "j" en la muestra
- $f_j$  : número de individuos de la muestra perteneciente al intervalo "j"
- $L_j$  : marca de clase del intervalo "j"
- a y b : coeficiente de la relación peso - longitud.

Con lo anterior se posibilita la segunda etapa que es el cálculo de la abundancia total en número del período considerado, la cual se obtiene empleando:

$$N_t = \left( \sum_j^n f_j / \sum_j^n W_j \right) B_h$$

donde:

- $N_t$  : Número total de individuos presente en la zona.
- $B_h$  : Biomasa (t) presente en la zona estimada por el método acústico.

El número total de individuos presentes en la zona por intervalo de longitud se estima como:

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



#### **4.4 Objetivo Específico 2. Estimación de la composición de tallas, edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.**

##### **4.4.1 Muestreos**

Durante el crucero de evaluación se realizaron 153 lances de pesca, de los cuales 146 registraron captura de merluza común. Estos lances de pesca tuvieron por objeto la identificación de los ecotrazos, la estimación de la composición de longitud por sexo de la captura y la realización de muestreos biológicos para la recolección de otolitos y datos que permitan estimar la relación entre la longitud y el peso de los ejemplares por sexo, información que permite estimar la composición en número por sexo de la captura realizada y su estructura de edades.

De la captura se realizaron los siguientes muestreos necesarios para el cumplimiento de este objetivo:

- **Muestreo de longitudes:** Muestreo aleatorio, orientado a obtener la composición de talla por sexo. Se midió la longitud total de cada ejemplar de la muestra con una precisión de 1 cm y se determinó su sexo.
- **Muestreo biológico-específico:** Muestreo estratificado por clase de longitud, orientado a obtener las relaciones entre la longitud y el peso de los ejemplares por sexo y la estructura de edades de la captura. Se extrajeron los otolitos, se midió la longitud total y se determinó el sexo de los ejemplares, su peso total, su peso eviscerado y el estado de madurez sexual macroscópico según los criterios de Balbontín y Fischer (1981).

El procedimiento de muestreo de la captura de cada lance, se realizó del modo detallado a continuación:



Una vez vaciada la captura sobre el patio de pesca, se llenaron con merluza común un total de 10 cajas plásticas de un volumen aproximado de 42 litros cada una y de un peso promedio a 2,1 kg vacías y de 36 kg llenas con merluza común. Las cajas llenas fueron pesadas en una romana de cubierta con precisión de 50 kg y el resto de la captura de merluza común fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de caja y contabilizándose el número de cajas vaciadas al mar.

De las 10 cajas llenas, se seleccionaron un total de 6 cajas (las dos primeras, dos intermedias y las dos últimas) y al total de ejemplares contenido en cuatro de ellas, se les realizó el muestreo de longitudes. Los ejemplares contenidos en las dos cajas restantes, fueron utilizados para el muestreo biológico-específico. Debido a que este último es un muestreo dirigido a construir la estructura de edad de la captura, se complementaron los estratos de talla no modales, con ejemplares observados *a priori* durante el llenado de las cajas u observados durante el muestreo de frecuencia de longitud. En aquellos casos en que la captura fue equivalente al contenido de entre 6 a 10 cajas, se realizó un muestreo del total de la captura siguiendo el procedimiento antes descrito. En las ocasiones excepcionales en que esta fue inferior a 6 cajas, se privilegió el muestreo biológico-específico, registrándose en cualquier caso, la longitud total por sexo de todos los ejemplares de la captura.

El procedimiento anterior consideró en lo posible reducir el tiempo de manipulación de la captura y los aspectos señalados por Gunderson (1993) y Westerheim (1967) en orden de prevenir problemas de representatividad de muestreo.



#### 4.4.2 Distribuciones de longitud por zona y estrato de profundidad

En conformidad con el objetivo específico 4.2 de las bases especiales, las distribuciones de frecuencia de longitud se representaron y describieron en términos de las cuatro macrozonas empleadas para caracterizar la distribución de la abundancia: zona 1 (29°10' - 31°24'), zona 2 (31°25' - 35°30'), zona 3 (35°31' - 38°39') y zona 4 (38°40' - 42°00') y en relación a 5 estratos de profundidad (<100 m, 100-200 m, 200-300 m, 300-400 m y 400-500 m).

##### 4.4.2.1 Estimación de la composición de longitudes por sexo de la captura

Notación:

- $t$  : clase de talla
- $s$  : sexo del ejemplar
- $l$  : lance de pesca
- $z$  : zona latitudinal o estrato de profundidad
- $n$  : número de ejemplares en la zona  $z$ , de sexo  $s$ , del lance  $l$  y de clase de talla  $t$ .
- $p_{tslz}$  : proporción de ejemplares del sexo  $s$  en la talla  $t$ , para un lance de pesca en el estrato  $z$
- $p_{slz}$  : proporción sexual para un lance de pesca en el estrato  $z$
- $a$  y  $b$  : parámetros de la relación potencial entre la longitud y el peso del ejemplar
- $c$  : captura
- $\hat{w}_l$  : peso medio por ejemplar del lance  $l$ .
- $\hat{w}_{ls}$  : peso medio del lance  $l$  por sexo  $s$

La captura en número a la talla por sexo y estrato (latitudinal o de profundidad), requiere de la estimación de la proporción sexual en la captura, lo que se logra



estimando primero la proporción sexual en peso, a partir del muestreo de longitud de cada lance de pesca realizado en el estrato y de una estimación del peso medio de cada lance por sexo, como un promedio ponderado a través de las clases de talla representadas en el lance:

$$\sum_{t=1}^{\max} \bar{w}_{sl} = a_z L_{ts}^{b_z} \cdot p_{tsl}$$

donde:

$$p_{tsl} = \frac{n_{tsl}}{\sum_{t=\min}^{\max} n_{tsl}}$$

La proporción sexual del lance para un sexo determinado es entonces:

$$p_{sl} = \frac{\sum_{t=\min}^{\max} \bar{w}_{sl} n_{tsl}}{2 \sum_{S=1}^{\max} \sum_{t=1}^{\max} \bar{w}_{sl} n_{tsl}}$$

Luego, la captura por sexo se obtuvo según:

$$C_{sl} = p_{sl} C_l$$

Y la captura en número a la talla, para un lance realizado en el estrato z, se estimó como:

$$N_{tsl} = \frac{C_{sl}}{\sum_{t=\min}^{\max} \bar{w}_{sl}} p_{tsl}$$



De este modo, la captura en número a la talla de merluza común por estrato, se obtuvo por medio de una combinación lineal de las capturas en número por talla de cada lance realizado en ese estrato.

En la representación de la composición de longitud de las capturas por estrato de latitud o profundidad, se utilizó distribuciones relativas (la proporción a la talla por estrato y sexo), evitando de este modo, distorsiones provenientes de los diferentes niveles de captura entre estratos.

#### 4.4.3 Estimación de la abundancia por grupo de edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud ( $N_i$ ), fueron asignados a las diferentes edades según una clave talla-edad, la que indica las probabilidades de que un individuo de una determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. Las claves edad-talla utilizadas, corresponden a las elaboradas con los datos obtenidos durante el crucero de evaluación directa de merluza común.

El número de individuos perteneciente a cada GE según intervalo de talla es:

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

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

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 abundancia estimada.

El planteamiento metodológico señalado anteriormente, permite obtener matrices completas las que presentan explícitamente toda la estructura interna de la abundancia por clase de longitud y para cada grupo de edad.

#### 4.4.4 Estimación de pesos promedios por grupos de edad

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).

Piennar & Ricker (1968) y posteriormente Nielsen & Schoch (1980), abordaron este tema presentando métodos que permiten corregir en forma significativa este sesgo, entregando ambos resultados muy similares, por lo que se opta en este estudio por desarrollar las correcciones bajo la metodología de Piennar & Ricker, (1968).

Suponiendo que la longitud es una variable aleatoria normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2$ ,  $L \sim N(\mu, \sigma^2)$ , se pueden presentar dos casos, uno es cuando se está frente a 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:

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

donde el número de términos dependerá del exponente  $b$ .



#### **4.5 Objetivo Específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.**

##### **4.5.1 Muestreo a bordo**

En los lances con captura de merluza común, se realizaron muestreos al azar de 15 hembras por lance, registrándose un total de 1.827 hembras muestreadas. A cada ejemplar se le midió la longitud total, el peso del cuerpo con una balanza de precisión de 10 g y se extrajeron las gónadas, las que se fijaron en formalina 10% tamponada (Hunter, 1985).

##### **4.5.2 Análisis de laboratorio**

###### **a) Estadios de madurez sexual**

En el laboratorio se determinó el estadio de madurez sexual de acuerdo a las características macroscópicas y mediante el examen microscópico de trozos de las gónadas fijadas a bordo en formalina. Los trozos de gónada se disgregaron para posteriormente medir el diámetro de los ovocitos más desarrollados, determinar la presencia de ovocitos hidratados con gota oleosa, la existencia de algún grado de reabsorción como también examinar el aspecto general del resto de los ovocitos. La escala apreciativa que se aplicó (Balbontín y Fischer, 1981) consta de los siguientes estadios (EMS): (1) Virginal; (2) Inmaduro; (3) En maduración; (4) Maduro; (3A) En maduración, desove parcial reciente; (5) En regresión. Cada uno de los estadios se pudo caracterizar de acuerdo al diámetro de los ovocitos, junto con las características macroscópicas del ovario.



Se efectuó el pesaje de las gónadas con una balanza de 0,1 g de precisión, estimándose el índice gonadosomático (IGS) sobre la base del peso de la gónada ( $P_g$ ) y del cuerpo del pez ( $P_c$ ) como:

$$IGS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left( \frac{P_{gi}}{P_{ci} - P_{gi}} \right) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} IGS_i$$

Calculado el IGS promedio, se estableció su varianza y su desviación estándar a través del siguiente estimador:

$$\hat{V}(IGS) = \frac{1}{n} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [IGS_i - IGS]^2 \Rightarrow DS = \sqrt{\hat{V}(IGS)}$$

Con esta información se calculó para las cuatro subzonas y según la talla de las hembras, el IGS promedio y su desviación estándar de acuerdo al EMS. Para determinar si las distribuciones de frecuencia de los EMS son significativamente diferentes en las cuatro zonas de pesca, se aplicó una dócima de heterogeneidad generalizada, basada en la bondad del ajuste de una distribución chi-cuadrado, con un nivel de significación de alfa igual 0,05 (Miranda, 1998; González y Miranda, 1999). Esta prueba posee la particularidad de tener una gran potencia estadística, permite la comparación simultánea de varias distribuciones multinomiales, e identifica aquellas que más aportan a la discrepancia estadística observada. Los IGS de las zonas de pesca se compararon mediante un análisis de varianza de un factor (Zar, 1999).

## **b) Ojiva de madurez y talla media de madurez (50%)**

Para la determinación de la ojiva de madurez, se consideraron sexualmente inmaduros los peces en EMS 1 y 2. Los peces maduros son aquellos en EMS 3,



3a, 4 y 5, además de los peces en EMS 2 en que en los ovarios ya se inició el proceso de vitelogénesis. La estimación de la talla media de madurez sexual y de la ojiva de madurez fue realizada mediante el método de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). El ajuste correspondió a una función logística generalizada, restringida a los parámetros identificados por " $b_0$ " y " $b_1$ ", en que  $P(LT)$  es la fracción de individuos maduros en función de la talla;  $LT$  es la longitud total, relacionados a través de la función dada por la siguiente expresión:

$$P(LT) = \frac{\exp(b_0 + b_1 * LT)}{[1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)]}$$

La estimación de los parámetros de esta función permitió dar una primera estimación de la talla media de madurez y un ajuste de la función logística. Posteriormente, se consideró el ajuste de la función logística dada por la relación descrita a continuación:

$$P(LT) = \frac{1}{[1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)]}$$

El ajuste de esta relación se realizó mediante un procedimiento no lineal siguiendo un cálculo iterativo de estimación, el que permitió lograr un mejor ajuste de la ojiva de madurez sexual por una parte y por otra, de la estimación de la talla media de madurez.

El modelo clásico correspondiente a la curva logística para estimar la talla media de madurez presenta varios defectos, entre los que se puede mencionar el hecho que los datos de madurez sexual tienen una distribución binomial, ya que un individuo puede estar maduro o inmaduro, y no presenta un rango continuo de valores. Por esta razón, el uso del análisis "probit" basado en estimaciones de mínimos cuadrados



ha sido cuestionado por Welch y Foucher (1988), sobre la base de tres características indeseables de los residuos: 1) Los residuos mayores son aquellos que tienen menor tamaño de muestra; 2) La asimetría no se toma fácilmente en consideración y 3) Los residuos no se distribuyen normalmente. Estos problemas no están presentes cuando se utiliza el método de máxima verosimilitud para ajustar un modelo logístico de madurez, ya que el tamaño de muestra de cada grupo de talla es considerado explícitamente en la función de máxima verosimilitud (Welch y Foucher, 1988). Por estas razones se utilizó esta metodología para ajustar el modelo logístico de madurez.

### c) Fecundidad modal

Para estimar la fecundidad, el área de estudio fue dividido en dos sectores, uno norte que incorporaba las subzonas 1 y 2 ( $29^{\circ}10'S-35^{\circ}30'S$ ) y otro sur, que incluía las subzonas 3 y 4 ( $35^{\circ}31'S-41^{\circ}28,6'S$ ).

En la determinación de fecundidad modal se utilizaron ovarios mantenidos en líquido de Gilson, seleccionándose los ovarios sexualmente maduros de las Zonas 1 y 2, y de las Zonas 3 y 4, en avanzado estado de vitelogénesis, con ovocitos sobre 0,7 mm de diámetro pero no hidratados. Se separó la moda de ovocitos vitelínicos mediante el método de Battacharya (Gayanilo *et al.*, 1989). Esta última opción involucra la medición bajo un microscopio estereoscópico del diámetro de los ovocitos presentes en una submuestra.

El número de gónadas consideradas para fecundidad fue de 85 y 105, respectivamente, habiéndose eliminado previamente 6 muestras ya procesadas las que correspondieron a hembras con ovocitos hidratados y parte de los ovocitos ya expulsados y 5 casos en que hubo problemas de procesamiento de las muestras o errores en el ingreso de datos. El número de ovarios utilizados en las



determinaciones de fecundidad ha sido de 100, el que se considera suficiente de acuerdo a resultados obtenidos en trabajos previos (Balbontín & Bravo, 1993 a, b). En el caso de la anchoveta de California, una muestra de 50 a 60 peces permite una estimación de fecundidad con un coeficiente de variación menor que 0,1 (Hunter *et al.*, 1985).

Para la cuantificación de los ovocitos, a los ovarios en líquido de Gilson se les removió la membrana que los envuelve y se separaron los ovocitos mediante un chorro de agua. El número de ovocitos presentes en el ovario conservado en líquido de Gilson, se determinó mediante un submuestreador consistente en una vasija rotatoria, que posee 16 cámaras iguales en el fondo, la que ha sido especialmente diseñada con este fin. Este aparato no presenta diferencias significativas al nivel del 5% en el número de ovocitos sedimentados en cada cámara (Fischer y Balbontín, 1970). En el proceso se utilizaron dos submuestras. La fecundidad ( $F$ ) fue igual al número de ovocitos presente en la submuestra ( $H$ ), multiplicado por la fracción correspondiente a la submuestra ( $f$ ) y tomando en cuenta el peso del ovario analizado ( $Po$ ) y el peso total de la gónada ( $Pg$ ):

$$F = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i \cdot f}{Po_i}\right) \cdot Pg$$

Las determinaciones de fecundidad modal se relacionaron con el peso corporal y la longitud total de las hembras. La fecundidad modal de las muestras obtenidas en ambos sectores fueron comparados mediante un análisis de covarianza.



#### **4.6 Objetivo Específico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período del estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*).**

Este objetivo se divide en los siguientes aspectos:

- Proporción en la captura del crucero 2002 de los diferentes componentes de la fauna acompañante.
- Comparación por zona geográfica entre las proporciones de los principales componentes de la fauna acompañante, observadas en las evaluaciones hidroacústicas de merluza común realizadas en los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.
- Caracterización biológica y presencia de merluza común en estómagos de *D. gigas*.

Se caracterizan además, las estructuras de longitud de las principales especies de la fauna acompañante capturadas en el crucero 2002.

##### **4.6.1 Muestreo de fauna acompañante**

La unidad muestral fue el lance de pesca y la información básica consistió en el peso por especie en kilogramos, además de la información que caracteriza el muestreo como el número de lance, la hora del día y la fecha.

El procedimiento de muestreo de fauna acompañante fue el siguiente: en cada lance de pesca de identificación de ecotrazos, toda la captura que no correspondió a merluza común, fue separada en su totalidad en cajas de 25 litros (2,1 kg vacías). La fauna separada de este modo, fue clasificada por especie y pesada en



una balanza romana utilizando el mismo tipo de caja. Aquellos componentes de la fauna acompañante que por sus proporciones (muy pequeños o demasiado grandes) la manipulación en cajas fuese poco práctico, fueron separados por especie y pesados individualmente.

En aquellos lances excepcionales, en que la captura de fauna acompañante excedió la de merluza común, se llenaron al azar un total de diez cajas de 25 litros, las que fueron pesadas con precisión de 50 gr y su contenido fue posteriormente separado y pesado por especie. La totalidad de la captura fue devuelta al mar utilizando el mismo tipo de caja y el número de cajas vertidas al mar fue contabilizado. La captura en peso de cada especie por lance, se obtuvo por el cociente entre el peso en la muestra y la captura total.

En el caso particular de la jibia, se determinó su sexo mediante la disección del manto y el examen directo de las gónadas. Se registró la presencia o ausencia de merluza común en el contenido estomacal.

Para el muestreo de longitudes, se midió la longitud total (horquilla en el caso de jurel, del manto en el caso de jibia y cefalotorácica en el caso de crustáceos) de las principales especies de la fauna acompañante. Se consideró con particular interés aquellas especies que constituyen recursos pesqueros, como por ejemplo, congrio dorado, merluza de cola, jurel y besugo. Para efectos de la comparación entre años se consideraron las distribuciones de frecuencia para ambos sexos combinados.

Para la identificación de las especies se consultaron referencias de Anderson (1988), Bahamonde (1968), Castle (1986), Cohen y Nielsen (1978), Cohen *et al.* (1990), Compagno (1984a, 1984b), Chirichigno (1974), De Buen (1959), Guzmán (1997), Iwamoto (1979), Kong y Meléndez (1991), Lamilla (1986), Meléndez y Meneses (1989), Moser *et al.* (1984), Nelson (1984), Ojeda (1983), Ojeda y Avilés (1987),



Parin y Borodulina (1997, 1998), Pequeño (1971), Pequeño y Revuelta (1980), Pequeño (1984), Pequeño y Lamilla (1985), Pequeño (1986), Pequeño y D'Ottone (1987), Pequeño (1989), Regan (1930), Sielfeld y Vargas (1992).

#### 4.6.2 Procesamiento de los datos

Dado que tanto el diseño de muestreo como el arte de pesca utilizado han sido dispuestos para la evaluación de merluza común, el análisis de la fauna acompañante busca caracterizar la composición e importancia relativa de las especies representadas en la captura de los lances de identificación, realizados en los cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común y los cambios que esta ha experimentado entre los años en que se han realizado estos cruceros. Desde este punto de vista, se ha evitado la estimación de la abundancia de fauna acompañante en el área de estudio, dado la incertidumbre involucrada en este tipo de extrapolación y a que los contrastes que este objetivo persigue, en rigor no la requiere.

La importancia relativa de las especies que componen la fauna acompañante en las capturas de los lances de identificación de merluza común, se representó en función de su proporción en la captura y a través de la captura por unidad de área (CPUA).

$$\rho_{ek} = \frac{\sum_{l=1}^{n_l} C_{ekl}}{\sum_{l=1}^{n_l} \sum_{e=1}^{n_e} C_{ekl}}$$

$\rho$  = proporción de la especie en la captura.

$C_{elk}$  = captura de la especie  $e$  en el lance  $l$  del estrato  $k$ .

$n_l$  = número de lances en el estrato  $k$ .

$n_e$  = número de especies capturadas en el estrato  $k$ .



$$\overline{CPUA}_e = \frac{\sum_{l=1}^{nle} C_{l,i}}{Ab \cdot \sum_{l=1}^{nle} D_{l,e}}$$

$CPUA_e$  = captura por unidad de área de la especie e de la fauna acompañante (kg/km<sup>2</sup>).

$Ab$  = promedio de la abertura de las alas.

$nle$  = número de lances con presencia de la especie e.

$D_{l,e}$  = distancia rastreada en millas náuticas.

#### 4.6.3 Análisis de la fauna acompañante

Se comparó la importancia relativa de los principales componentes de la fauna acompañante, registrados en las capturas de los lances de identificación del crucero de evaluación 2002 del stock de merluza común, con aquella observada en las evaluaciones de este recurso, realizadas en el marco de los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04 y 2001-18. El crucero de 1993 fue considerado a pesar que el área de prospección de ese año fue menor, pues no incluyó el área que en cruceros posteriores se denominó como área 1 (29°10' - 31°24' L.S.) y que comprende el sector norte de la zona de estudio.

Los principales componentes de la fauna acompañante correspondieron a aquellas especies que representaron una proporción mayor al 1% de la captura total en cada crucero de evaluación.

Los contrastes realizados consistieron en la comparación multivariada de las entidades de interés, cuyos atributos o variables consistieron en la proporción o  $CPUA$  de las especies seleccionadas. Inicialmente las entidades correspondieron



a los 7 cruceros de evaluación, sin distinguir estratos al interior de cada vector de datos y posteriormente se realizó la comparación considerando las 27 entidades (el proyecto FIP 93-03 comprendió sólo tres zonas) que resultan al distinguir al interior de cada crucero, las cuatro macrozonas latitudinales empleadas en la caracterización de la distribución de la abundancia de merluza común. En vista que en determinados proyectos se realizaron algunos lances de pesca con red de media agua, en la estructuración de los datos base se excluyeron todos los lances en donde el arte de pesca no correspondiera a red de arrastre de fondo, según se indica en la bitácora de cada crucero.

Se comparó los vectores de medias del logaritmo de la *CPUA* por especie de cada crucero de evaluación directa, mediante un test de razón de verosimilitud (Manly, 1994)

$$\phi = \left[ n - 1 - \frac{1}{2}(p - m) \right] \cdot \log_e \left[ \frac{|T|}{|W|} \right]$$

$n$  = número total de observaciones.

$p$  = número de variables.

$m$  = número de muestras.

$|T|$  = determinante de la suma de cuadrados totales y la matriz de productos cruzados.

$|W|$  = determinante de la suma de cuadrados intra muestra y la matriz de productos cruzados.

El elemento en la fila  $r$  y la columna  $c$  de  $T$  se obtiene mediante la expresión:

$$t_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_r)(x_{ijc} - \bar{x}_c)$$



El elemento en la fila  $r$  y la columna  $c$  de  $W$  se obtiene mediante la expresión:

$$w_{rc} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ijr} - \bar{x}_{jr})(x_{ijc} - \bar{x}_{jc})$$

$x_{ijk}$  = CPUA de la variable (especie)  $X_k$  en la  $i$ -ésima zona en la muestra (proyecto)  $j$ .

$\bar{x}_{jk}$  = la media de  $X_k$  en la muestra  $j$ .

$\bar{x}_k$  = media general de  $X_k$  para todos los datos tomados en conjunto.

La prueba de significancia de la estadística  $\Phi$  se realiza por comparación con una distribución chi- cuadrada con  $p(m-1)$  grados de libertad.

En una etapa siguiente se efectuó una clasificación de las entidades comparadas (cruceros y estratos zona-crucero), mediante un análisis de cluster que realizó una aglomeración de estos objetos en pasos sucesivos a partir de una matriz de distancias (Ludwig y Reynolds, 1988).

La matriz de distancias se construyó en base a la proporción de las principales especies representadas en la captura, utilizando como medida de distancia la expresión sugerida por Manly (1994), para el caso particular en que los datos corresponden a proporciones:

$$d_1 = \sum_{i=1}^K |p_i - q_i| / 2$$



En el algoritmo de cluster se utilizó la modalidad de agrupación *UPGMA* (Unweighted pair – group method with arithmetic averages).

Para la identificación de grupos específicos o asociaciones, se utilizó el criterio cuantitativo propuesto por Strauss (1982), que considera la estimación de un valor crítico, a partir de la generación de una distribución empírica de distancias y tomando como referencia un nivel de significancia. La distribución empírica de distancias fue generada mediante la aleatorización de la matriz original de proporciones, manteniendo como restricciones el número total de especies por entidad, en este caso por crucero (o estrato zona – crucero) y la frecuencia relativa de cada especie a través de todas las celdas.

Posteriormente, se construyó un “mapa” de dos dimensiones a partir de las distancias  $d_{ij}$ , calculadas sobre la base de la proporción de especies en las entidades mediante la técnica de Escalamiento Multidimensional no Métrico (Manly, 1994), método iterativo que comienza con una configuración inicial de las entidades, comparados en un sistema de coordenadas, las que luego son movidas al interior de esta configuración de modo que, el orden mediante rangos de los objetos, se aproxime lo más posible a las similitudes de la matriz de distancias. El propósito es detectar dimensiones significativas subyacentes, que permitan explicar las distancias observadas. El algoritmo converge mediante la minimización de una función de estrés

$$Phi = \sum [(d_{ij} - d(\delta_{ij}))^2]$$

$d_{ij}$  = distancias reproducidas.

$\delta_{ij}$  = transformación monótona no métrica de los datos de distancia de entrada (observados).



Además del mapa de las distancias (disimilitudes) transformadas, se estimó un Diagrama de Shepard, que representa las distancias reproducidas para un número particular de dimensiones v/s las distancias observadas (datos de entrada). Este diagrama muestra las distancias reproducidas en el eje vertical y las distancias originales en el eje horizontal y la “función escalada”, que es el resultado de la transformación no lineal de los datos de entrada. Si todas las distancias reproducidas están en la línea escalonada, entonces las distancias ordenadas por rangos, (que es lo que el método trata de reproducir para un número particular de dimensiones), estarán reproducidas perfectamente por la solución respectiva (modelo dimensional), entonces las desviaciones a partir de la línea escalonada indicarán un mal ajuste.

#### **4.6.4 Caracterización de la presencia de merluza común en los estómagos de jibia**

Los ejemplares examinados de jibia permitieron establecer la composición de longitudes en las capturas, su sexo y la presencia o ausencia de merluza común en los estómagos, respecto de la cantidad total de estómagos con contenido y con relación a la zona latitudinal, profundidad y rango de talla. Se incluyen antecedentes detallados de la biología de este recurso (Anexo 1) y se discuten los resultados en relación a estos antecedentes.

#### **4.7 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recurso merluza común en el área y período del estudio.**

El presente objetivo dice relación con la entrega de información relativa a: i) las condiciones bio-oceanográficas (oceanografía física e ictioplancton) asociadas a la distribución de la merluza común y, ii) al análisis de las relaciones entre las condiciones oceanográficas y la distribución espacial y batimétrica de la merluza común.



#### **4.7.1 Toma de datos**

Durante el desarrollo del crucero, en 27 de las transectas acústicas se efectuaron un total de 93 estaciones de muestreo bio-oceanográficas (**Fig. 4**). En cada una de las estaciones se obtuvieron datos de:

##### **a) Perfiles verticales**

En cada una de las estaciones se obtuvieron perfiles verticales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad (psu), oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y fluorescencia (volts) mediante un CTDO marca Neil Brown, modelo Mark III, y un fluorómetro Sea Tech, equipos adosados a un muestreador tipo roseta General Oceanics equipado con 12 botellas Niskin de 5 l de capacidad y termómetros de inversión. En condiciones de mal tiempo y cuando no se pudo utilizar el muestreador tipo roseta, se usó un perfilador de temperatura y salinidad marca Alec. Se colectó agua de mar a las profundidades de 0, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 y 500 m como profundidad máxima, para la cuantificación de los niveles de oxígeno disuelto, la determinación de clorofila-a mediante el método extractivo para la posterior transformación de las lecturas de fluorescencia.

##### **b) Muestreo de zooplancton**

Se efectuaron lances de pesca planctónicos, mediante la utilización de una red Bongo de 0,60 m de diámetro de boca y 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, complementada con flujómetro TSK calibrados previo al inicio del crucero.

El muestreo del zooplancton orientado a determinar la distribución y abundancia de huevos y larvas de merluza común en el plano latitudinal-longitudinal, se realizó a través de pescas oblicuas desde profundidades máximas de 300 m hasta la



superficie. La red fue calada a una velocidad de 0,4 m/s e izada a 0,6 m/s, con un período de estabilización de 45 segundos a máxima profundidad. Con el propósito de disminuir la probabilidad de deterioro de los especímenes en velocidades altas de muestreo o pérdida de material, específicamente post larvas por evasión en velocidades bajas de muestreo, la velocidad de arrastre del buque fue de 1,6 nudos, manteniendo el cable un ángulo de  $45^\circ \pm 5^\circ$  con respecto a la vertical, lo que se controló a través de las lecturas del inclinómetro cada 10 m de cable izado, lo que permite estimar la profundidad máxima de muestreo (Smith y Richardson, 1979).

Para la determinación de la distribución vertical de los huevos y larvas de merluza común, en cada transecta de muestreo bio-oceanográfico y en la estación más próxima al veril de los 200 m, se realizó un muestreo cuantitativo estratificado con una red modelo WP-2 de 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malla, provista de un sistema de cierre por estrangulación, el cual se activa mediante el envío de un mensajero. Este muestreo consideró 27 estaciones en la cual se efectuaron muestreos en los siguientes rangos batimétricos: 200 -150, 150 – 75 y 75 – 0 metros de profundidad.

Las muestras colectadas tanto con redes Bongo como WP-2, fueron extraídas de los copos colectores y fijados inmediatamente en una solución de formalina al 5% neutralizada con disodio tetraborato, para evitar la disolución de las caparzones calcáreos de algunos organismos (Palma y Kayser, 1993)

### **c) Información meteorológica**

Fue registrada en cada una de las estaciones de muestreo y consistió en las siguientes variables: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento y, altura y dirección de olas. Para su registro a bordo de la embarcación B/I Abate Molina, se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).



## 4.7.2 Procesamiento de los datos

### 4.7.2.1 Datos de oceanografía física

El procesamiento de las muestras se realizó a través de métodos oceanográficos estándares. La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar se determinó a través del método de Winkler (Parsons *et al.* 1984) y la concentración de clorofila-a en muestras de agua de mar se realizó a través del método fluorométrico extractivo, utilizando un fluorómetro de campo Marca Turner Designs, modelo 10005R y considerando las ecuaciones descritas en Parsons *et al.* (1984) para el método con y sin acidificación.

La densidad del agua de mar, expresada como sigma-t, fue calculada a partir de la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981; UNESCO 1981). Las masas de agua presentes en el área y período de estudio se determinaron a través del análisis de diagramas TS de cada una de las estaciones de muestreo oceanográfico.

La distribución espacial de las variables oceanográficas medidas en este estudio, son descritas a partir de: **a)** cartas de distribución horizontal para los valores estimados a 5 (superficial), 50, 100 y 200 metros de profundidad, **b)** perfiles verticales individuales y promedio para cada una de las transectas realizadas y, **c)** secciones oceanográficas (transectos) perpendiculares (n=10) y paralelos (n=2) a la costa, evaluando latitudinal y longitudinalmente toda el área de estudio. Además, se construyeron cartas horizontales de la profundidad de la capa de mezcla, profundidad base y espesor de la termoclina y la profundidad del mínimo de oxígeno.



#### 4.7.2.2 Datos de Ictioplancton

Una vez en el laboratorio, el procesamiento de las muestras contempló cuatro etapas, utilizándose en cada una de ellas microscopios estereoscópicos con aumento de 8 a 40 veces:

- Extracción de cada una de las muestras de la totalidad de estadíos tempranos de peces.
- Identificación taxonómica de huevos y larvas de merluza común.
- Cuantificación de huevos y larvas de la especie objetivo.
- Cuantificación y agrupación del resto del meroplancton, bajo la denominación de “otras especies”.

La determinación taxonómica de la especie objetivo de este estudio, se realizó mediante la ayuda de descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores, utilizando de preferencia las de: Bigelow y Schroeder (1953); Fischer (1958); Greenwood *et al.* (1966); Sauskan y Serebriakov, (1968); Moser y Ahlstrom, (1984); Moser *et al.* (1984), Boltovskoy (1981); Fahay (1983); Pequeño (1984), Zama y Cárdenas (1984), Matarese *et al.* (1989), Neira (1994), Pool *et al.* (1996), Bernal *et al.* (1997), Vargas y Castro. 2001 y Balbontín *et al.* (2002).

##### a) Estimación de la densidad local de huevos y larvas

Con el propósito de hacer comparable el número de huevos y larvas obtenidos en los diferentes lances de pesca “*l*”, se estandarizó en términos de número de huevos y larvas presentes en una unidad de área estándar de 10 m<sup>2</sup> mediante la expresión:



$$\hat{C}_i = 10 * \frac{W_i * \cos(\Theta)}{V_i * A * t_i} * c_i$$

donde:

- $\hat{C}_i$  = densidad local de huevos o larvas (N°/10 m<sup>2</sup>).
- $W_i$  = longitud de cable arriado (m).
- $V_i$  = velocidad promedio de virado de la red (m/s).
- $A$  = área de la boca de la red (m<sup>2</sup>).
- $t_i$  = duración del arrastre (s)
- $c_i$  = número de huevos o larvas en la muestra.
- $\Theta$  = ángulo promedio del cable de cala. En un lance oblicuo corresponde a  $\tan^{-1}$  del ángulo del cable medido a intervalos de 10 metros durante la fase de izado de la red, mientras que en los lances verticales se mide previo al inicio del virado de la red.

## b) Estimación de índices de abundancia Huevos y Larvas

Con los datos de densidad local o por estación, se estimó la densidad promedio respecto de las estaciones totales y positivas. Además, se estimaron los índices comunitarios constancia y dominancia numérica, la constancia utilizada como un indicador de la intensidad del desove, se estimó como la relación porcentual entre el número de muestras en que se encontraron huevos o larvas de merluza común y el total de muestras obtenidas. La dominancia numérica, expresión de la extensión del desove, se determinó como la relación porcentual entre el número de ejemplares (huevos o larvas) de la especie, respecto al total de los especímenes recolectados.

Se estimó además, el índice ( $L$ ) de abundancia de huevos y larvas de la merluza común, utilizando la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979), indicadores que permiten apreciar variaciones en la magnitud del desove.



$$L = A \cdot \bar{c} .$$

El promedio sobre todas las estaciones resulta de multiplicar la proporción ( $P$ ) de estaciones positivas por el promedio sobre las mismas estaciones , es decir:

$$\bar{c} = P \cdot \bar{c}^+ = \left( \frac{N^+}{N} \right) \left( \frac{\sum_{i=1}^{N^+} c_i}{N^+} \right)$$

siendo

- $L$  = Índice huevos o larvas
- $A$  = Factor de área
- $P$  = Proporción de estaciones positivas a huevos/larvas
- $\bar{c}^+$  = Densidad promedio de huevos/larvas de las estaciones positivas.
- $N$  = Número total de estaciones.
- $N^+$  = Número de estaciones positivas.

Para la confección de mapas de distribución, abundancia y asignación de categorías de densidad para huevos y larvas de merluza común, se utilizó una escala métrica  $\log^2$ , que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes Frontier (1980).

### c) Biomasa zooplanctónica total

La determinación del volumen del zooplancton se realizó con posterioridad a la extracción de los estadios tempranos de peces, a objeto de evitar posibles daños a los huevos y larvas, que pudieran dificultar su identificación y/o clasificación. Para la medición de los biovolúmenes se utilizó el método volumétrico de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen se determinó dos veces para



cada muestra y el resultado corresponde al promedio de ambas mediciones. Se excluyeron de la medición solamente los organismos cuyo volumen individual excediera los 5 ml.

La abundancia relativa de la biomasa zooplanctónica se calculó mediante la ecuación:

$$Y = 1.000 \left( \frac{X}{W} \right)$$

donde:

- Y = ml de zooplancton en 1.000 m<sup>3</sup>
- X = ml de zooplancton
- W = volumen de agua filtrada por la red (m<sup>3</sup>)

#### 4.7.2.3 Relaciones recurso - ambiente

La relación entre la distribución espacial de la densidad de merluza común (t mn<sup>-2</sup>) evaluada en el área de estudio y las variables ambientales seleccionadas, se indagó a través de:

- a) La identificación de rangos de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto en que se encontró merluza común en el espacio (variaciones latitudinales, longitudinales y batimétricas).
- b) El análisis bivariado entre la densidad de merluza común y variables ambientales seleccionadas, con el propósito de conocer la estructura matemática de estas relaciones.
- c) Un análisis de correlación parcial múltiple entre la densidad de merluza común en el área prospectada y variables ambientales.



- d) Un análisis de modelos aditivos generalizados (modelos GAM) entre la densidad de merluza común en el espacio (horizontal y vertical) y variables ambientales seleccionadas. (Generalized Additive Models, Hastie & Tibshirani, 1990) con el propósito de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.
- e) Un análisis de rangos de preferencia (o rechazo) de merluza común respecto de variables ambientales seleccionadas (Perry y Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994; D'Amours, 1993).

El análisis bivariado entre la densidad de merluza común y las variables que representan la variabilidad ambiental, así como la correlación parcial múltiple entre estas variables, al interior del área prospectada, se realizó sobre la base del Programa Statistica v 5.0. En el análisis estadístico se correlacionó la densidad de merluza común ( $\text{ton/mn}^2$ ) versus las variables oceanográficas (*i.e.*, temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) asociadas al estrato superficial y a la profundidad media en que se encontraba el recurso. Además, se incorporó en el análisis estructuras oceanográficas como la profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, espesor de la termoclina, profundidad del mínimo de oxígeno, máximo de clorofila-a, clorofila-a integrada y la profundidad de ecosonda.

Para describir la relación entre la distribución espacial del recurso merluza común y variables ambientales relacionadas con su hábitat (*i.e.*, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto), se utilizó dos metodologías distintas:

- Modelos aditivos generalizados (Generalized Additive Models, Hastie & Tibshirani, 1990).



Para analizar la relación entre las agregaciones de merluza común y las condiciones ambientales, se utiliza modelos GAM (Generalized Additive Models, Hastie y Tibshirani, 1990) con el objeto de identificar probables relaciones no-lineales entre las variables.

Los datos provienen de la valoración acústica de merluza común realizada en 1997 y entre 1999 y 2002 por Lillo *et al.* (1998, 2000, 2001, 2002). Se utilizó registros de densidad acústica de merluza común (ton/mn<sup>2</sup>), y se consideró como variables de posición espacial la profundidad media de la agregación en la columna de agua (zmed), la latitud (lat) y longitud (long) geográfica. Las variables ambientales fueron la densidad del agua de mar (denmar), temperatura (temp), salinidad (sal), y oxígeno (oxi) determinadas a la profundidad media de la agregación de merluza común.

Con el objeto de explorar probables relaciones no-lineales entre las variables, se utilizó modelos lineales aditivos generalizados (GAM), cuya forma general es dada por:

$$g(m) = Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \varepsilon$$

En esta ecuación  $m = E(Y|X_1, \dots, X_p)$ , y constituye la esperanza de la variable respuesta  $Y$  como función de las variables predictoras  $X_1, \dots, X_p$ , a través de un predictor aditivo. La distribución de la variable respuesta, así como también el enlace (link) entre esta distribución y los predictores dados por la función  $g(\cdot)$ , funcionan de forma análoga a los modelos lineales generalizados (GLM, McCullagh y Nelder, 1989). Lo original de un modelo GAM es que provee una forma flexible para definir la función predictor  $f_j(\cdot)$ , la cual es análoga a los coeficientes de regresión en los modelos lineales. Los términos  $f_j(\cdot)$  pueden ser modelados en forma no-paramétrica o paramétrica, o ambas formas se pueden combinar en un modelo semiparamétrico. Los términos no-paramétricos son



ajustados utilizando suavizadores de dispersión (“scatterplot smoothers”), entre ellos el suavizador de regresión con ponderación local llamado loess (Cleveland *et al.*, 1992). Los términos paramétricos pueden ser definidos como coeficientes lineales, polinomiales de grado  $n$  ó polinomiales “piecewise” como b-spline y spline natural. La gran ventaja de modelos GAM sobre métodos de regresión tradicionales es la capacidad para modelar no-linealidad utilizando suavizadores de dispersión, constituyéndose en una herramienta poderosa para análisis exploratorios tales que permitan identificar las relaciones funcionales sugeridas por los datos (Hastie y Tibshirani, 1990).

En este estudio, la relación funcional entre la variable respuesta y cada predictor se analizó utilizando GAM no paramétrico. De esta manera, la forma de la función puede ser encontrada empíricamente de acuerdo con la distribución de los datos sin una asunción *a priori*. Luego, una versión más parsimoniosa del modelo puede ser evaluada incluyendo términos paramétricos. En casos marcadamente no lineales, “piecewise polynomials” pueden ser utilizados debido a la mayor flexibilidad para ajustar curvas. El ajuste de los modelos y la parsimonia pueden ser evaluados utilizando test F aproximado y el criterio de Akaike (AIC, Chambers y Hastie, 1992). El estadístico AIC toma en cuenta simultáneamente los grados de libertad y utiliza la bondad de ajuste: modelos con más parsimonia tienen un AIC más bajo.

- Identificación del grado de preferencia o rechazo a rangos ambientales (Perry & Smith, 1994; Perry *et al.*, 1994; D’Amours, 1993).

Esta metodología, propuesta para identificar asociaciones significativas entre peces y datos ambientales, consta de tres pasos consecutivos: a) la caracterización de la distribución de frecuencia general de variables ambientales representativas del hábitat del recurso determinadas a la profundidad media de los cardúmenes (en nuestro caso, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y



profundidad media del cardumen), a través de la construcción de curvas de distribución acumulativas empíricas; b) la construcción de curvas de frecuencia acumulativa para cada variable ambiental multiplicada por la densidad de merluza común y, c) la determinación de la fuerza de la asociación entre la densidad y la variable ambiental y la significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para el grado de diferenciación entre las dos funciones.

Así, si la población se distribuye en forma aleatoria respecto de la variable ambiental, las dos curvas de frecuencia relativa acumulada evolucionarán de manera similar (D'Amours, 1993; Perry & Smith, 1994). Por el contrario, si el recurso se encuentra asociado a un rango particular de valores de la variable ambiental, estas curvas se comportarán en forma diferencial, evolucionando a diferentes tasas (diferentes pendientes).

Como primer paso, a cada estación oceanográfica se le asignó únicamente las ubms más cercanas, considerando un radio de 2 mn alrededor de la estación, con el propósito de obtener los valores de densidad con las variables oceanográficas. La caracterización de la distribución de frecuencia de la variable del hábitat, se realizó a través de la construcción de una función de distribución acumulada empírica (FDA).

$$f(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I(x_i)$$

con la función indicador,

$$I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{si } x_i \leq t; \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$



donde,

- n = número de ubms próximas a cada estación oceanográfica.
- $x_i$  = medida de la variable hidrográfica en las estaciones oceanográficas  
( $i = 1, \dots, n$ )

Posteriormente, se asociaron los valores de densidad de merluza con las condiciones del hábitat, a través de una ponderación de la forma:

$$g(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{\bar{Y}} I(x_i)$$

donde,

- $Y_i$  = densidad de merluza común en cada ubm ( $i = 1, \dots, n$ ).
- $\bar{Y}$  = estimado de la abundancia media de merluza común.

Si los valores grandes de  $Y_i / \bar{Y}$  están asociados consistentemente con una condición particular del hábitat, entonces esto sugiere una fuerte asociación entre la especie con la condición del hábitat.

Asimismo, se determinó la fuerza de la asociación entre la densidad de merluza común y la variable ambiental representativa del hábitat, evaluando el grado de diferencia entre las dos curvas de frecuencia acumulada,  $g(t)$  y  $f(t)$ . El cálculo de la máxima distancia absoluta entre  $g(t)$  y  $f(t)$  se establece como:

$$\max_{\forall t} |g(t) - f(t)| = \max_{\forall t} \left| \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \right) I(x_i) \right|$$

donde  $|g(t) - f(t)|$  indica el valor absoluto de la diferencia entre  $g(t)$  y  $f(t)$  a cualquier punto  $t$ . Para evaluar la significancia estadística en la ecuación anterior, se modela la distribución de la prueba estadística bajo la hipótesis nula de una asociación al



azar entre la densidad de merluza común y la variable ambiental representativa del hábitat, a través de un remuestreo Monte Carlo. Lo anterior se llevó a cabo aleatorizando los pares de  $[(Y_i - \bar{Y})/\bar{Y}]$  y  $x_i$  a través de todos los  $i$  para todos los datos y luego se calculó la prueba estadística para los nuevos pares. El  $x_i$  para el apareamiento se obtuvo de un muestreo con reemplazo de la  $x_i$  observada con la probabilidad  $1/n$ . Este procedimiento se repitió 2000 veces hasta obtener una pseudopoblación de las pruebas estadísticas bajo la hipótesis nula.

#### **4.8 Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común**

En la caracterización de las agregaciones de ambos recursos, se utilizaron descriptores que fueron estimados a partir de observaciones acústicas verticales realizadas mediante el sistema de ecointegración (Scalabrin, 1997).

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

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

Dentro de los descriptores morfológicos se consignan los siguientes criterios: el área transversal, altura, extensión, elongación y perímetro, mientras que de tipo



batimétrico se consideran la distancia al fondo, profundidad e índice de profundidad, según se muestra en la **figura 5**.

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

$$Se = d_j * e$$

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

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

A partir de las estimaciones básicas, se pueden derivar otros descriptores que permiten definir otras características de la agregación, como la dimensión fractal ( $DFrt$ ) empleado para caracterizar la irregularidad del contorno de la agregación, éste corresponde a la relación entre la superficie de un cuadrado con un perímetro equivalente al de la agregación y la superficie de la agregación, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asociaría al grado de cohesión entre los peces que constituyen la agregación, especialmente en la frontera o borde de la agregación (Scalabrin, 1997):

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



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

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

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

$$Arel = 100 * \frac{(\text{Altura mínima} + \frac{\text{Altura}}{2})}{\text{Profundidad del fondo}}$$

El análisis de los datos se efectuó mediante el análisis de componentes principales (Pla, 1986), técnica multivariante que permite generar nuevas variables denominadas componentes principales, que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos, además, de reducir la dimensionalidad de los datos.



## 5. RESULTADOS

---

**5.1 Objetivo específico 1. Estimar la biomasa (en peso), abundancia (en número) y la distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común en el área de estudio.**

### 5.1.1 Calibración del sistema de ecointegración

La calibración electroacústica del sistema de ecointegración EK500, se realizó en la bahía de Valparaíso previo al inicio del crucero.

Los resultados obtenidos (**Tabla 1**), concuerdan con los datos de mediciones previas, indicando un comportamiento estable en el funcionamiento del sistema de ecointegración.

### 5.1.2 Biomasa y abundancia de merluza común

La biomasa de merluza común, se estimó en 1.555.422 toneladas (método geoestadístico) y 1.592.354 toneladas por el estimador de razón (**Tabla 2**) con una diferencia relativa entre ellos del 2,4 %. La precisión de la estimación de la biomasa (**Tabla 3**), expresado a través de su coeficiente de variación, alcanzó valores de 11% (método geoestadístico), 7,8% (estratos agrupados) y 5,7% (conglomerados). Teniendo en cuenta la precisión de los estimados de biomasa, los valores obtenidos se pueden considerar como estadísticamente similares.

Al desagregar la biomasa de merluza común de acuerdo a las subzonas en que se dividió el área de estudio (**Tabla 4**), la fracción mayoritaria del recurso se concentra en el sector central (31°24'S-38°39'S) con un aporte de 1.279.109 t equivalente al



82,2% de la biomasa total. Las subzonas extremas efectúan una contribución a la biomasa de 276.313 t (17,8%) de las cuales 73.381 t corresponden a la subzona 1 (29°10'S-31°24'S) y 202.932 t a la subzona 4 (38°40'S-42°00'S).

La biomasa estimada correspondió a una abundancia de 2.879 millones de individuos, de los cuales 1.273 millones (43,8%) correspondieron a machos y 1.606 millones (56,2%) a hembras, con una mayor proporción en todas las subzonas de las hembras por sobre los machos (**Tabla 5**). Latitudinalmente, el 76,5% de la abundancia estimada se concentró en el sector central subzonas 2 – 3) del área de estudio, mientras que las subzonas extremas efectuaron un aporte del 5,7% (subzona 1) y 17,7% (subzona 2). La contribución del sector central del área de estudio, se mantiene dentro del rango que ha sido observados en los estudios previos, que han fluctuado entre el 75% y 83% del total estimado (Lillo *et al.*, 2002, 2001).

En cuanto a la contribución porcentual de las distintas subzonas a la biomasa total en relación con el año 2001 (**Tabla 6**), hay una disminución en la participación del sector centro-norte (subzonas 1-2) y un aumento de la biomasa hacia el sector centro-sur, donde la subzona 3 aumentó su contribución en 9,6% en tanto que la subzona 4 lo hizo en un 3,6%. Estas variaciones se pueden considerar normales y formando parte de la dinámica espacial de la merluza común, que se encontrarían asociadas a desplazamientos de carácter reproductivo o bien factores de índole ambiental.

La biomasa estimada para el año 2002, presenta un incremento del 69,5% en relación con la biomasa estimada para el año 2001 y del 74% en comparación a los años 1999 y 2000. Este aumento, rompe la tendencia observada durante el último trienio la cual era de una estabilización de la biomasa en torno a las 900 mil toneladas (**Tabla 6**).



En el aumento de la biomasa del stock se pueden señalar dos factores que contribuyeron a este hecho, uno es el aumento del tamaño del stock, es decir, mayor abundancia, y otro el crecimiento somático reflejado en un aumento del peso promedio de los peces evaluados de 466 gr el 2001 a 540 gr durante el presente estudio (**Tabla 6**).

### 5.1.3 Distribución espacial y batimétrica del stock de merluza común

La distribución espacial de la merluza común (**Fig. 6**), muestra su presencia a lo largo de toda la zona de estudio, con su centro de gravedad estimado situado en la posición 35°36'S ( $\pm 1,9^\circ$ ) y 72°54'W ( $\pm 0,71^\circ$ ). Latitudinalmente el sector de mayor densidad abarca desde el norte de Valparaíso (33°S) hasta Puerto Saavedra (39°S), lo que prácticamente corresponde al sector centro sur de la subzona 2, la subzona 3 y el límite norte de la subzona 4, también se registró aunque de menor magnitud un sector de alta densidad hacia el norte del área de estudio (subzona 1). Hacia el sur de la latitud 40°S, hubo un predominio de las densidades bajas ( $< 62 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$ ), situación que se extiende hasta el límite sur de la zona de estudio.

Según la división por subzonas latitudinales, los mayores niveles se registraron en el sector central del área de estudio (subzonas 3 y 4) con valores de 173 y 196,7  $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$ , en tanto en la subzona 1 y 4 se estimaron en 75 y 41  $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$ , respectivamente (**Tabla 4**).

Batimétricamente, la mayor proporción de la biomasa de merluza común se registró en los rangos de 101-200 m con el 42%, 201-300 m con el 28% y 301-400 m con el 14% de la biomasa total estimada. En los rangos batimétricos extremos  $<100$  y 401-500 m, el aporte a la biomasa cada uno de ellos se ubica en un 8%. Estos niveles de distribución del recurso son concordantes con la distribución



batimétrica de operación de la flota arrastrera, la cual realiza el 86% de sus lances de pesca en el rango de 100 a 400 metros de profundidad.

En la **figura 7a** se presenta la distribución espacial de la merluza común estimada a partir de los lances de pesca de identificación, observándose una amplia distribución latitudinal y batimétrica. Las mayores densidades se registraron entre la latitud 32° S y 39° S y en profundidades que fluctuaron desde los 80 a 220 metros de profundidad. Es interesante destacar un cierto grado de segregación espacial que se puede observar en los niveles de agregación entre la merluza común, merluza de cola y jibia, dado que las mayores densidades de merluza común coinciden con áreas de baja densidad de los otros dos recursos (**Fig. 7b, 7c**).

El análisis de la estructura de la distribución efectuado mediante la estimación del variograma ajustado a un modelo exponencial, muestra la presencia de una distribución altamente estructurada donde el modelo da cuenta 80% de la variabilidad y el 20% restante es atribuible al efecto pepita o variabilidad de microescala. El tamaño o rango de la estructura es de 5,9 millas náuticas (**Fig. 8**).

Los resultados obtenidos durante el presente estudio, mantienen las características de la distribución espacial de la merluza común observada en los seis cruceros previos (**Fig. 9**), esto es, abarca toda el área de estudio y sus mayores densidades localizadas en el sector central. Esta distribución espacial ha experimentado leves cambios que se han traducido principalmente en variaciones en los niveles de densidad de las subzonas extremas, puesto que el subsector central ha mantenido estable su aporte tanto a la biomasa como a la abundancia del stock.



En términos espaciales, la posición del centro de gravedad o posición media de la distribución de la merluza común (**Fig. 10**), experimentó entre 1993 y 2001 un desplazamiento hacia el norte trasladándose de la latitud  $36^{\circ}24'S$  (1993) hasta alcanzar los  $34^{\circ}21'S$  (2001), tendencia que se rompe en el 2002 cuando se sitúa levemente mas al sur ( $35^{\circ}36'S$ ). Teniendo en consideración la gran amplitud latitudinal en la distribución de la merluza común, estos movimientos se pueden considerar como moderados, no obstante, que pueden provocar impacto en la actividad pesquera especialmente en los sectores extremos de su distribución..

Por otra parte, tampoco ha sufrido variaciones importantes el grado de concentración, pues como se aprecia en la **Figura 11a**, las curvas de Lorenz presentan un comportamiento similar a lo largo del período considerado, hecho que se refleja en una baja variabilidad en los Índices de Gini (**Figs, 11b y 11c**) estimados para el mismo período, a pesar, de las importantes variaciones en los niveles de biomasa y abundancia de la merluza común. Esto, indicaría que el mayor tamaño del tamaño del stock se traduciría principalmente en un aumento de las densidades, hecho que impactaría en los niveles de rendimiento de las flotas que operan sobre este recurso, antes que en una expansión de su área de distribución.

En lo referente a la estructura de las distribuciones, analizadas a través del variograma relativo (**Fig. 12**), estas han mantenido una estructura relativamente estable, con valores para tamaño (rango) que han variado entre 5,7 y 10 millas náuticas alcanzándose los valores máximos en los estudios realizados en los 1993, 1997 y 1999, en tanto las menores se registraron para el estudio del año 1995 y el período 2000-2002. La variabilidad de microescala o efecto pepita, ha registrado valores en un rango que abarca desde el 0,1 y 0,28 (10%-28%) de la varianza total, con los mayores niveles en los años 1997 y 1999 (**Tabla 7**).



## **5.2 Objetivo 2. Estimar la composición de tallas, de edad y sexo del stock de merluza común en el área de estudio, referido principalmente a su distribución espacial y batimétrica.**

### **5.2.1 Número de ejemplares medidos en los muestreos de longitud y biológicos**

Durante el estudio se efectuaron 146 muestreos de merluza común, resultando en 24.854 ejemplares de los cuales 10.753 (43,3%) correspondieron a machos y 14.101 (56,7%) a hembras, con un promedio de 162 mediciones de longitud por lance de pesca (**Tabla 8**). El muestreo biológico específico alcanzó en promedio a los 24 ejemplares por lance (**Tabla 9**). Las subzonas latitudinales 2 (31°25' - 35°30'S) y 3 (35°31' - 38°39'S) registraron el mayor número de muestreos, totalizando el 70% de los ejemplares medidos en los muestreos de longitud y el 59% de los muestreos biológicos efectuados, coincidiendo con las subzonas que concentraron el mayor número de lances con captura de merluza (60% de un total de 146) y el 82% de la biomasa total estimada durante el estudio. A diferencia del muestreo biológico específico, el muestreo de frecuencia de longitud acumuló un bajo porcentaje de muestreos en la subzona 4 (38°40' - 41°29') (**Tabla 8**), lo que refleja el criterio de privilegiar el muestreo biológico ante la ocurrencia de lances con poca captura.

El rango de profundidad comprendido entre los 0 y los 300 m concentró el 91% y 85% de los muestreos biológicos y de frecuencia de longitud, coincidiendo con el rango en que se registró el 91% de la captura de merluza común (**Tablas 8 y 9**).



## 5.2.2 Frecuencias de longitud de merluza común

Basado en los resultados de los estudios de selectividad realizados por Pavéz (1981) y del reclutamiento de merluza común efectuados por Payá *et al.* (1996) y Gálvez *et al.* (1999), se consideró pertinente emplear la proporción de longitudes por debajo de los 37 cm como un indicador de este proceso poblacional. Asimismo, acorde a la estimación de la talla media de madurez sexual de 37 cm (Lillo *et al.*, 2002) y al resultado obtenido durante el presente estudio que también la sitúa en 37 cm, se han considerado como individuos juveniles aquellos de talla inferior a 37 centímetros.

La distribución espacial y batimétrica de la merluza común, estimada a partir de las longitudes modales obtenida en los lances de identificación, muestra que batimétricamente (**Fig. 13a**) los ejemplares de tallas mayores fueron capturados en los niveles de mayor profundidad, situación que se observa prácticamente a lo largo de toda la zona correspondientes y asociados a la parte superior del talud continental. En los sectores norte y sur del área de estudio, son los ejemplares juveniles (< 37 cm) quienes aparecen dominando la distribución de las estructuras de tallas sobre la plataforma continental, mientras que en el sector central (32°-39°S), lo hacen los ejemplares adultos (38-50 cm). Esto parece indicar la presencia de un cierto nivel de segregación entre las tallas modales de las capturas, con una mayor presencia de juveniles en los sectores norte y sur del área de estudio, mientras que el sector central está dominado por ejemplares adultos, situación que se observa con mayor claridad en la **figura 13b**.

### 5.2.2.1 Frecuencias de longitud por subzona

La estructura de tallas estimadas durante el presente estudio, estuvo compuesta, en el sector centro-norte del área de estudio (subzonas 1-2), por una fracción de



reclutas que representó el 20% de la fracción de hembras y el 29% de los machos, fracción bastante inferior a la observada durante el 2001 cuando alcanzaron al 43% de las hembras y el 44% de los machos. Por su parte, el sector centro-sur tuvo una participación de reclutas que representó sólo el 6% de la abundancia del stock marcando una baja en relación con el 2001 cuando representó el 21%.

Con respecto a la fracción juvenil del stock, las mayores proporciones de esta se registraron en las subzona norte y sur del área de estudio (subzonas 1 y 4) que representaron, en términos relativos, el 57,8% y 53,6% en machos y el 26,5% y 41,6 en hembras, mientras que las subzonas centrales la fracción de juveniles no superó el 30%.

#### a) Machos

La estructura de tallas estimada para cada subzona se presenta en la **Figura 14**, observándose en cada subzona un leve desplazamiento de la curva hacia la derecha, en relación con lo registrado en igual área el 2001.

La subzona 1 (29°10' - 31°24'S), presentó un rango de talla que se extendió desde los 22 a 53 cm con una moda principal centrada entre los 36 – 37 cm, en tanto durante el 2001 la moda estuvo centrada en el intervalo 32 – 33 centímetros.

En la subzona 2 (31°25' - 35°30'S), el rango de tallas comprendió longitudes entre los 22 y 59 cm con un 28,1% de los ejemplares menores a 37 cm. La moda principal se ubicó en el intervalo 42 – 43 cm. Durante el estudio evaluación 2001, la moda se centró en los 40 – 41 cm.

En la subzona 3 (35°31' - 38°39'S) el rango observado fue de 27 a 63 cm con la mayor proporción de ejemplares distribuida en el intervalo 42 – 43 cm. El



porcentaje de machos por debajo de los 37 cm fue 6 % en esta subzona. En el 2001 se observó una moda principal en los 38 – 39 cm.

En la subzona 4 (38°40' - 42°00'), el rango de longitudes abarcó entre los 23 y 61 con dos modas principales en los intervalos 42 – 43 cm y 46 – 47 cm, se observó además modas secundarias de ejemplares juveniles entre los 24 cm y 35 cm. El porcentaje de machos bajo los 37 cm en esta subzona fue de 11 %. La distribución de frecuencias de longitud de machos para esta subzona presentó durante el 2001 una distribución bimodal, con una moda principal en el intervalo 38 - 39 cm y una secundaria en los 48 - 49 cm.

#### **b) Hembras**

La estructura de tallas estimadas para cada subzona se presenta en la **Figura 15**, observándose en cada subzona al igual que en el caso de los machos, un leve desplazamiento de la curva hacia la derecha, en relación con lo registrado en igual área el 2001.

La subzona 1 presentó un amplio rango de tallas de 13 cm a 91 cm, con una distribución polimodal centradas en los intervalos 38 - 39 cm, 44 - 45 cm y 52 - 53 cm. El porcentaje de hembras bajo los 37 cm alcanzó en esta subzona un 17 %. El año 2001 también se observó un rango de talla de gran amplitud (12 cm a 87 cm), con modas en los intervalos 26 – 27, 34 – 35, 48 - 49 cm y 64 - 65 cm.

En la subzona 2 se observó un rango extendido entre los 24 cm y 87 cm, con las mayores frecuencias localizadas en los intervalos 38 - 39 cm y 44 - 45 cm. El porcentaje de hembras reclutas en esta subzona alcanzó el 20%. En el crucero de evaluación 2001, esta subzona registró cuatro modas en los intervalos 22 - 23 cm, 30 - 31 cm, 42 - 43 cm y 48 - 49 cm.



En la subzona 3, el rango observado estuvo comprendido entre los 20 cm y los 85 cm, con una moda principal en los 44 - 45 cm y una secundaria en el intervalo 52 - 53 cm. En esta subzona el porcentaje de hembras bajo los 37 cm correspondió a 4%. En el año 2001, en cambio se observó una moda muy marcada en los 40 - 41 cm.

En la subzona 4 se observó un rango de 18 cm a 89 cm, con una moda principal en los 44 - 45 cm y dos modas secundarias en los intervalos 34 - 35 cm y 54 - 55 cm. Al igual que en la subzona 3, el porcentaje de ejemplares bajo la talla de reclutamiento fue 4 % en esta subzona. En el 2001 se observó en esta subzona una distribución bimodal con una moda principal en el intervalo 40 - 41 cm y una secundaria en los 48 - 49 cm.

### 5.2.2.2 Frecuencias de longitud por estrato de profundidad

#### a) Machos

En el estrato 1 (0-100 m) se observó un rango comprendido entre los 24 cm y 59 cm y una moda en el intervalo 42 - 43 cm. El porcentaje de ejemplares prerreclutas machos en este estrato alcanzó un 7%. En el 2001 la distribución observada presentó la frecuencia principal en el intervalo 40 - 41 cm (**Fig. 16**).

En el estrato 2 (100-200 m) los machos mostraron un rango de longitud extendido entre los 22 cm y 61 cm, la moda se observó en el intervalo 42 - 43 cm (**Fig. 16**). El porcentaje de ejemplares bajo los 37 cm en este estrato fue de 12%. En la evaluación realizada en el 2001, este estrato mostró un rango de longitud entre 14 cm y 63 cm y una moda principal distribuida en el intervalo 40 - 41 cm.

En el estrato 3 (200-300 m) el rango de longitudes estuvo comprendido entre los 22 cm y 63 cm, con una frecuencia máxima en los 42 - 43 cm. En este estrato se observó un 16% de ejemplares bajo los 37 cm. En el 2001, este estrato presentó



una moda principal en los 38 - 39 cm y una moda secundaria en el intervalo 48 - 49 cm (**Fig. 16**).

En el estrato 4 (300-400 m), los ejemplares medidos se distribuyeron entre los 28 y 59 cm, conformando modas en el intervalo 32 - 49 cm y 50-51 cm (**Fig. 16**). Este estrato presentó un 30% de ejemplares bajo los 37 cm. Durante la evaluación 2001 también se observaron dos modas de longitud, una principal en el intervalo 40 - 41 cm y una secundaria en el intervalo 46 - 47 cm.

El estrato 5 (400-500 m), normalmente presenta el menor número de muestreos y ejemplares medidos, lo que se debe al hecho que allí se efectúa un número de lances inferior en relación con los otros rangos batimétricos (**Tabla 7**). Durante el presente estudio, mostró un rango de longitudes extendido entre los 36 cm y 55 cm y frecuencias relativas de importancia en los intervalos 38 - 39 cm, 44 - 45 cm y 50 - 51 cm (**Fig. 16**). La fracción de reclutas (< 37 cm) representó el 11% de los ejemplares. La estructura observada en el 2001 para este sexo y estrato, presentó una moda en el intervalo 36 - 37 cm.

## Hembras

En el estrato 1 (< 100 m), las hembras se distribuyeron entre los 12 cm y 91 cm de longitud total con una frecuencia máxima entre los 46 - 47 cm y modas secundarias en los intervalos 52 - 53 cm, 56 - 57 cm y 60 - 61 cm. El porcentaje de prereclutas en este estrato fue 4%. En el 2001, se observó a esta profundidad un amplio rango de longitudes, una moda principal en el intervalo 22 - 23 cm y modas secundarias en el intervalo 30 - 31 cm y entre los 36 cm y 59 cm (**Fig. 17**).

En el estrato 2 (101-200 m), el rango de tallas se extendió entre los 24 y 85 cm, con la mayor frecuencia de ejemplares concentrada en los 44 - 45 cm (**Fig. 17**). El porcentaje de prereclutas hembras en este estrato alcanzó un 12%. La distribución de



hembras registrada en este estrato en el crucero 2001, presentó una moda principal en los 40 - 41 cm y modas secundarias en los intervalos 30 – 31 cm y 48 - 49 cm.

El estrato 3 (201-300 m), presentó un rango comprendido entre los 20 cm y 81 cm, una moda principal en los 44 - 45 cm y una secundaria en el intervalo 52 - 53 cm. La fracción de prereclutas hembras alcanzó 6% en este estrato. En el año 2001 las hembras mostraron en este estrato una moda principal en el intervalo 40 - 41 cm y una secundaria en el intervalo 48 - 49 cm (**Fig. 17**).

Los ejemplares hembras medidos en el estrato 4 (301-400 m), se distribuyeron entre los 26 cm y 91 cm y presentaron una moda principal en los 52 - 53 cm y una secundaria en el intervalo 46 - 47 cm (**Fig. 17**). En este veril se observó un 5 % de hembras bajo los 37 cm. En el 2001 este veril presentó una moda principal de ejemplares en los 40 - 41 cm y una secundaria en el intervalo 50 -51 cm.

En el estrato 5 (401-500 m), se observó un rango de 32 cm a 81 cm y una distribución con dos máximos de frecuencia, uno en los 44 - 45 cm y otro en los 54 - 55 cm. El porcentaje de ejemplares bajo los 37 cm fue un 2%. En la evaluación del 2001 se observó en este estrato tres modas en los intervalos 38 - 39 cm, 50 - 51 cm y 64 - 65 cm (**Fig. 17**).

### 5.2.2.3 Proporción sexual

La proporción sexual del stock de merluza común estimada durante el presente estudio (**Fig. 18a**), muestra que a excepción de la subzona 3 donde la proporción de hembras/macho es prácticamente 1:1, en las otras tres subzonas existe un marcado predominio de las hembras que constituyeron sobre el 70% de los ejemplares muestreados. La situación antes descrita, difiere con respecto a lo observado durante el crucero del 2001, cuando no se observó un dominio fuerte de un sexo sobre el otro (**Fig. 18b**).



En cuanto a la proporción sexual por estrato de profundidad (**Fig. 19a**), aparece un gradiente batimétrico, con mayor proporción de machos hacia aguas más someras (<100 m) y una disminución progresiva hacia fondos más profundos, hasta alcanzar solo el 6% en el rango de 400-500 m. Esto muestra una tendencia similar a la observada durante el 2001 (**Fig. 19b**).

### 5.2.3 Composición por edad

#### 5.2.3.1 Clave edad - talla

Los archivos base de la información de edad se generaron separados por sexo, las claves edad talla (CET) para el crucero se procesaron por intervalos de clase de 2 cm para 14 grupos de edad. Los grupos de edad (GE) mayores o iguales a catorce años, se englobaron en 14+ al presentarlos en la matriz, dado que históricamente se encuentran con baja representación por GE, manteniéndose estandarizado el formato en que se han analizado las series históricas de esta pesquería.

De las muestras analizadas, 1.138 fueron procesadas para la estimación de las claves edad – talla (**Tablas 10 y 11**).

#### 5.2.3.2 Estructura de edades del stock

Como el área de estudio está dividida en cuatro zonas, se empleó en forma particular para cada una de ellas la información de distribución de tallas, relaciones peso - longitud y la biomasa estimada mediante métodos acústicos.

Las relaciones peso – longitud empleadas para cada subzona se presentan en la **Tabla 12**. Ambos sexos, presentan para ambas variables (longitud-peso) una distribución común en un determinado rango de tallas (**Fig. 20**), sin embargo, son



las hembras las que alcanzan el tramo superior de la distribución con una talla máxima de 88 cm y 4.450 gramos de peso, frente a 59 cm y 1.420 gramos observados en los machos, diferencia producto de la mayor longevidad de las hembras con respecto a los machos.

La biomasa empleada en los procesos fue 1.555.422 t, representó una abundancia de 2.879.290.984 individuos de los cuales 1.273.607.750 (44,2%) corresponden a machos y 1.605.683.234 (55,8%) a hembras (**Tabla 5**).

En las **Tablas 13 a 20**, se muestra la estructura etaria por subzona y sexo. La moda principal la presenta el GE III para machos y hembras en la subzona 1; luego en las zonas de mayor abundancia, subzonas 2 y 3, la moda principal está compuesta por los GE III – IV – V y IV – V - VI respectivamente en ambos sexos y en la subzona más al sur, la subzona 4, se destaca la presencia de individuos juveniles, conformados por GE 0 y 1 caracterizados como moda principal en hembras y machos de esta subzona, presentando a su vez una moda secundaria en el GE V. No obstante que el grupo de juveniles presenta una alta abundancia, su aporte a la biomasa del stock es bajo.

Para facilitar la observación de las matrices en las **Tablas 13 a 20**, se señaló con un recuadro la clase de talla que corresponde a la moda en abundancia. Esta clase de talla modal varía entre las diferentes zonas, siendo en los estratos de mayor abundancia (2 y 3) 42,5 cm en machos y 44,5 cm en hembras. Además, considerando la importancia de la talla de primera madurez sexual, se señala en achurado la fracción que se encuentra bajo el intervalo de clase 38-39 cm.

En todas las subzonas de estudio son los machos los que presentan los mayores porcentajes bajo la talla de primera madurez, encontrando valores de 69%; 38%; 19% y 56%, en las subzonas 1 a 4 respectivamente. En hembras, estos porcentajes



son menores, siendo 33%, 29%, 14% y 43% de norte a sur respectivamente. Al compararlos con el Crucero de Evaluación del año anterior, se observa que esta fracción comprende en la actualidad un menor porcentaje, excepto en la subzona 4.

En la **Figura 21** se presenta la estructura de la abundancia del recurso por zonas, allí se aprecia la importancia de las zonas 2 y 3, las cuales concentran el 78% del stock. Se destacan como clases modales los grupos de edad IV y V constituyendo ambos grupos para el área total, más del 40 % de los machos y más del 35 % de las hembras.

Mediante bootstrapping, con iteración de la matriz de edades, tanto para machos como para hembras y empleando 1.000 recálculos se estimó la variación a que está sujeta la cifra de abundancia total en número a cada grupo de edad (**Tabla 21; Figura 21**).

La estructura etaria del stock, está constituida por una proporción importante de los GE III a VI cuyo aporte, representó el 59,6% de la estructura. Destaca además, el nivel de abundancia que representan la fracción juvenil perteneciente a los GE 0 y 1, cuya alta participación constituye una característica especial observada en el presente crucero de evaluación con un aporte que representó el 10,4% de la abundancia del stock. Los grupos etarios mas juveniles (GE 0-2) contribuyeron a la abundancia con el 11,7%, y aunque son importantes en términos de abundancia numérica, no lo son de igual manera en relación a la biomasa donde constituyeron solo el 1,1% de la biomasa total (16.532 t).

La estructura etaria del stock, mantuvo lo que ha venido siendo observado desde el año 2000, esto es el predominio de ejemplares provenientes de la clase anual 1997-1998 (**Fig. 22**). Esta situación, estaría asociado factores de índole oceanográfico (ENSO) que gatillarían reclutamientos exitosos con un desfase de 3 años (Payá, 1997).



### **5.3 Objetivo específico 3. Determinar el índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común a partir de los lances de investigación.**

#### **5.3.1 Estructura de tallas**

Durante el estudio se muestrearon 1.827 hembras de merluza común para el estudio de los aspectos reproductivos (**Tabla 22**). El rango de tallas de las hembras muestreadas fluctuó entre 23 y 87 cm de longitud total (LT), permitiendo obtener una buena representación de todos los estadios de madurez sexual (**Fig. 23**).

Al comparar las longitudes promedios por subzona mediante un análisis de varianza, señaló la existencia de diferencias significativas en las tallas medias con un  $F_{(3, 1823)} = 3,86$  ( $p < 0,009$ ). Posteriormente, el test “Tukey honest” para diferencias significativas, mostró que las longitudes totales de las hembras de las Zonas 2 y 3 eran diferentes entre sí a un nivel de alfa = 0,05.

#### **5.3.2 Índice gonadosomático (IGS)**

El IGS calculado para cada subzona de pesca mostró valores promedio relativamente altos, con niveles de 3,1; 3,6; 3,8 y 5,7 para las subzonas 1 a 4 (**Fig. 24**) y de 4,1 para el área total. Esto pone en evidencia un importante desarrollo gonadal durante período del muestreo, aunque los elevados valores de la desviación estándar reflejan también una gran dispersión en los valores del IGS causada por la presencia tanto de peces inmaduros de pequeña talla como también a un pequeño número de hembras con gónadas hidratadas, próximas a desovar. El análisis de varianza teniendo como factor las zonas, señaló que existían diferencias significativas entre las distribuciones de los índices gonádicos con un  $F_{(3,1822)} = 44,47$  ( $p < 0,0001$ ). Posteriormente, el test “Tukey honest” para diferencias significativas,



mostró que sólo la Subzona 4 era diferente del resto de las zonas a un nivel de alfa = 0,05.

### 5.3.3 Estadios de madurez sexual (EMS)

Los EMS 1 y 2 correspondientes a ejemplares inmaduros constituyeron un 16% de las hembras muestreadas, mientras que de los estadios más avanzados de desarrollo ovárico el EMS 3 representó un 46% y los estadios correspondientes a un proceso de desove activo (3A y 4), más lo que habían desovado recientemente (EMS 5) aportaron el 38 % de la hembras muestreadas (**Fig. 25**). De esto se desprende que en el período de muestreo, el stock se encontraba en un proceso reproductivo en desarrollo.

Al desagregar los EMS por subzona, en cada una de ellas el EMS 3 presentó el porcentaje más alto, en cambio los EMS 1 y 2 mostraron valores relativamente bajos y similares en las cuatro zonas. Los estados más avanzados de desarrollo son los que presentan las mayores diferencias, pero sin una tendencia clara (**Fig. 26**). Para verificar si las diferencias visuales eran estadísticamente significativas, a los datos correspondientes a los EMS se les aplicó una dócima de heterogeneidad generalizada y de los resultados de la prueba, se observó que la Subzona 2 es la que más contribuye a las diferencias observadas entre las estructuras o distribuciones de madurez estudiadas, expresada dentro del valor de la estadística  $X^2_{DHG} = 56,89$ ; seguida de la Subzona 4 con  $X^2_{DHG} = 35,28$ ; de la Subzona 1 con  $X^2_{DHG} = 25,73$ ; y la Subzona 3  $X^2_{DHG} = 17,93$ .

Según los resultados de la prueba, estadísticamente se puede concluir que las estructuras de los estadios de madurez de las cuatro zonas en estudio presentaron una sola moda y en cada caso ésta se encontró en el EMS 3. Las estructuras difirieron entre ellas y las subzonas 2 y 4 son las que contribuyeron mayormente a



estas diferencias (**Fig. 27**). Esta misma información se analizó nuevamente combinando los datos de las subzonas 1 y 2 (subzona norte) y subzonas 3 y 4 (subzona sur). Se obtuvo un  $X^2_{\text{crítico}} = X^2_{(32)} = 43,8$ , siendo  $X^2_{\text{observado}} = 15,9$ , por lo que de acuerdo a la información disponible es posible suponer la validez de la hipótesis nula que establece la similitud entre la composición de los EMS de las zonas norte y sur.

De acuerdo a la longitud total de las hembras, el EMS 1 correspondió a ejemplares menores a 49 cm, el EMS 2 se presentó principalmente hasta el grupo de 49-59 cm y los estadios más avanzados de desarrollo comenzaron a visualizarse en pequeño número a partir del grupo de longitud 30-39 cm LT. En el grupo de longitud siguiente (40-49 cm) estuvieron representados todos los EMS (**Fig. 28**).

Teniendo en consideración que el valor promedio del IGS está influenciado por la proporción de juveniles en la muestra y que por lo tanto es importante separar los ejemplares de acuerdo al EMS para determinar la manera en que peces inmaduros y maduros afectan a este promedio. Al respecto, en la **Figura 29** se observa que los peces con gónadas virginales e inmaduras (EMS 1 y 2) no superaron el valor de 0,7 del IGS, mientras que en los EMS más avanzados el IGS aumentó de 4,9 en el EMS 3, a 8,7 en el EMS 4, en tanto que en las hembras que ya habían desovado el IGS descendió a 1,2.

#### **5.3.4 Talla 50% de primera madurez sexual (talla media de madurez sexual)**

Los datos disponibles para la Zonas 1-2 comprendieron las clases de tallas entre los 27 y 87 cm LT, y para la Zonas 3-4 los datos abarcaron las tallas entre los 23 y 84 cm LT. Los datos fueron procesados y se ajustó la ojiva de madurez a un modelo lineal, para posteriormente realizar un ajuste no lineal de los parámetros del modelo. Los resultados señalan una talla media de madurez de 37,0 cm para las subzonas 1-2 (**Tabla 23 y Fig. 30**) y la proporción de ejemplares sexualmente maduros a la



talla y los límites inferior y superior del ajuste se indican en la **Tabla 24**. En las subzona 3-4, la estimación de la talla media de madurez fue de 36,9 cm (**Tabla 25 y Fig. 31**). La proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y los límites inferior y superior del ajuste se indican en la **Tabla 26**.

La estimación global de la talla media de madurez, considerando las cuatro subzonas en conjunto alcanzó a 36,97cm (**Tablas 27 y 28; Fig. 32**).

### 5.3.5 Fecundidad

La relación entre la fecundidad modal y el peso corporal de las hembras menos el peso de las gónadas se ajustó a un modelo de regresión lineal simple, obteniéndose un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0,79 para las subzonas 1-2 y de 0,64 para las subzonas 3-4, en tanto que los datos de la relación entre la fecundidad modal y la LT se ajustaron a un modelo de potencia (**Figs. 33-36**). El análisis de covarianza mostró que las diferencias en las determinaciones de fecundidad modal para las dos áreas (subzonas 1-2 y 3-4) fueron estadísticamente significativas ( $F_{(1,187)} = 35,85$ ;  $p < 0,0001$ ). La fecundidad modal media ( $\pm$  la desviación estándar) fue de 185.591 ( $\pm 143.177$ ) para el área norte y 217.687 ( $\pm 135.005$ ) para el área sur.

La fecundidad relativa promedio, expresada como el número de ovocitos por gramo de pez, fue de 156 ( $\pm 67$ ) ovocitos en el área norte y 232 ( $\pm 92$ ) en el área sur, detectándose diferencias significativas en la fecundidad relativa entre ambas áreas ( $F_{(1,188)} = 41,67$ ;  $p < 0,0001$ ). Para el área total la fecundidad relativa promedio se estimó en 197,9 ( $\pm 89,7$ ) ovocitos por gramo de pez.



#### **5.4 Objetivo específico 4. Determinar la importancia relativa de la fauna acompañante en la pesca dirigida a merluza común en el área y período de estudio, con especial énfasis en la jibia (*Dosidicus gigas*)**

##### **5.4.1 Especies presentes en la captura**

La fauna acompañante asociada a la captura de merluza común en los lances de identificación comprendió 52 especies (**Tabla 29**), distribuidas en seis grupos, en paréntesis se indica el número de especies por grupo: peces óseos (24), peces cartilaginosos (14), crustáceos (9), cefalópodos (3), gastrópodos (1) y otros (1).

##### **5.4.2 Importancia relativa**

La captura en peso para el total del área de evaluación (29°10' LS - 42°00' LS) correspondió en un 69% a merluza común (*Merluccius gayi*), que junto al aporte de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) 19%, la jibia (*Dosidicus gigas*) un 3,5%, raya volantín (*Raja chilensis*) con un 1,4 %, el pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) el 1,3%, chancharro (*Helicolenus lengerichi*) el 1% y el pejerrata azul (*Coelorhynchus chilensis*) también con un 1% de la captura total. El conjunto de las especies antes nombradas representaron en conjunto el 96% de la captura total. Las restantes especies, entre las que se incluyen la totalidad de los crustáceos no superaron el 1% de la captura total (**Tabla 30**).

Los resultados antes señalados presentan algunas diferencias con respecto a las dos evaluaciones previas, especialmente en lo referente a merluza de cola, de la cual su aporte no había superado el 7,3% de la captura total, a pesar de ser una componente constante de esta fauna (Lillo *et al.*, 2001, 2002). El otro recurso importante lo constituye la jibia, que durante el último año ha registrado una presencia importante frente al litoral chileno y que había efectuado un aporte del 0,1% y 1% en los años 2000 y 2001.



La distribución espacial de las principales especies de la fauna acompañante se entrega en la **figura 37**, y allí se aprecia que la merluza de cola que constituyó la especie más importante y que fue registrada en prácticamente toda la zona de estudio, un alto porcentaje de su captura (98,4%) se obtuvo al sur de la latitud ( $38^{\circ}40'S$ ), esto es en la subzona 4. Una situación similar fue observada en la jibia, de la cual el 55% de su captura provino también de la subzona 4, no obstante su amplia distribución latitudinal. Del resto de las principales especies, a pesar de su amplia distribución latitudinal de algunas de ellas, el bajo aporte a la captura total hace que su participación sea catalogada casi en términos de presencia.

Sin embargo, un aspecto interesante lo constituye la distribución espacial de las capturas de merluza común, jibia y merluza de cola en los lances de pesca de identificación (**Fig. 7**), donde se insinúa una posible segregación espacial, de tipo latitudinal y batimétrica, entre las áreas de mayor concentración de las tres especies en consideración.

De las otras especies, destacan la disminución durante el presente estudio de la importancia relativa experimentada entre otros por el jurel (*Trachurus murphyi*) desde el 2,9% en el 2001 a sólo un 0,03%, situación también registrada por el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) que durante todas las evaluaciones previas había fluctuado entre el 0,7% y 2%, este año registró su nivel más bajo alcanzando al 0,1% (Lillo *et al*, 2001, 2002). Una situación inversa se registró en el aumento de la importancia relativa de las capturas de jaiba araña (*Libinia emarginata*) que registró un aporte del 0,6%, cuando en los tres años anteriores no había superado el 0,1% (**Tabla 30**).

Un examen de la importancia relativa de la fauna acompañante, en las capturas de los cruceros de evaluación del stock de merluza común realizados en los últimos 8 años (**Tabla 31**), revela una alta constancia de determinados componentes de



esta fauna, especies que a pesar de las variaciones en su contribución a la captura total, han estado presentes en todas las evaluaciones y en magnitudes importantes en al menos en una de ellas. Estas especies corresponden a merluza de cola, congrio dorado, chancharro, pejegallo pejerrata alado (*Coelorhynchus patagoniae*), pejerrata azul, tiburón (*Deanea calceae*), jurel, jibia, camaron nylon (*Heterocarpus reedi*), jaiba araña, besugo (*Epigonus crassicaudus*), lenguado ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), raya volantín (*Raja chilensis*), cojinoba azul (*Seriolella caerulea*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y jaiba cancer (*Cancer sp.*).

La composición de la fauna acompañante registrada durante los lances efectuados durante los estudios de evaluación directa, es similar en sus principales componentes, a aquella encontrada en las capturas comerciales, donde el besugo, pejegallo, merluza de cola, raya volantín, congrio dorado, congrio negro, reineta y pejerratas, entre otros, son componentes comunes de estas capturas. Sin embargo, su importancia relativa estimada durante los cruceros de prospección, no guardan relación con aquella observada en la pesca comercial, en donde principalmente la intencionalidad de pesca se traduce en una baja proporción de fauna acompañante en la captura comercial, haciendo que la pesca sea prácticamente mono específica.

Aunque la proporción total de fauna acompañante presente en la captura de la evaluación directa del 2002, fue de un 32%, es decir 18% mayor a la observada en el mismo crucero el 2001, cabe señalar que el área se extendió latitudinalmente hasta los 42°S, es decir, 30 millas náuticas en relación a los estudios previos cuyo límite sur era la latitud 41°28,6'S. Si se consideran solamente los lances efectuados hasta una latitud similar a la prospectada en los cruceros previos, el aporte de la merluza de cola disminuye al 9,5%, la contribución de jibia aumenta al 3,8% y la de merluza común al 77%. Lo anterior, importa un aumento en la



proporción de fauna acompañante en la captura total, representando el mayor aporte observado desde 1995 a la fecha.

#### **5.4.3 Estructura de tallas por especie**

Las distribuciones de frecuencia de longitud de la fauna acompañante provienen del total de los lances en que se registró cada especie.

##### **a) Jurel (*Trachurus murphyi*)**

El jurel registró un rango extendido entre los 24 cm y 57 cm de longitud de horquilla, con una moda en el intervalo 32 - 33 cm. En las evaluaciones de 2000 y 2001 se observaron modas en los intervalos 38 - 39 cm y 34 - 35 cm respectivamente, lo que equivale a un desplazamiento hacia la izquierda de 6 cm de la marca de clase del intervalo modal en los últimos dos años (**Fig. 38**).

##### **b) Merluza de cola (*Macruronus magellanicus*)**

El rango de longitudes registrado para la merluza de cola se extendió entre los 23 cm y los 92 cm de longitud total (LT), con una distribución bimodal, con intervalos modales en los 48 - 52 cm y 63 - 67 cm. La distribución observada para esta especie en el año 2000 registró una gran moda de ejemplares juveniles centrada en el intervalo 33 - 37 cm, mientras que en el 2001 se observaron tres modas distribuidas en los intervalos 53 - 57 cm, 63 - 67 cm y 73 - 77 cm (**Fig. 38**).

##### **c) Pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*)**

El rango de tallas de pejegallo registrado en la evaluación 2002 se extendió entre los 34 cm y 105 cm LT, con la mayor proporción de ejemplares (83%),



concentrada entre los 68 cm y 101 cm, se observó un desplazamiento a la derecha con respecto a las distribuciones observadas en los cruceros 2000 y 2001, en los que el intervalo modal citado para el 2002, sólo concentró el 54% y 15% de los ejemplares, respectivamente (**Fig. 38**).

**d) Chancharro (*Helicolenus lengerichi*)**

El rango de longitudes de chancharro se extendió entre 8 cm y 47 cm LT, mostrando una distribución con tres modas, una moda principal en el intervalo 18 - 19 cm y dos modas secundarias en los intervalos 12 - 13 cm y 24 - 25 cm. El chancharro observado en la fauna acompañante de la versión 2000 del proyecto, registró una moda principal en el intervalo 22 - 23 cm (**Fig. 38**), mientras que sus capturas como fauna acompañante en la evaluación del 2001, también presentaron tres modas, una principal en el intervalo 24 -25 cm y dos secundarias en los intervalos 14 - 15 cm y 32 - 33 cm.

**e) Congrio dorado (*Genypterus blacodes*)**

La distribución de longitudes de congrio dorado en la fauna acompañante del crucero 2002 presentó un rango de 23 cm a 112 cm LT, con una moda principal en el intervalo 53 – 57 cm y dos secundarias en los intervalos 28 – 32 cm y 73 – 77 cm. A pesar que estas modas secundarias no se observaron en las versiones 2000 y 2001 del proyecto, se observa en todos estos años una concentración importante de ejemplares entre los 43 cm y 72 cm (**Fig. 38**).

**f) Sierra (*Thyrsites atun*)**

La sierra registró en el crucero 2002 una moda en el intervalo 78 - 82 cm LT. Respecto al 2001, también presentó una moda principal en el intervalo 78 - 82 cm,



pero además presentó una moda secundaria en el intervalo 63 - 67 cm, no observada en el año 2002 (**Fig. 38**).

#### **g) Besugo (*Epigonus crassicaudus*)**

En los dos últimos años la distribución de tallas observada para este recurso ha sido similar y caracterizada por un amplio rango de longitudes, extendido entre los 10 cm y 43 cm LT y una concentración de ejemplares en el rango 28 cm a 40 cm, que dio cuenta del 45% de los ejemplares en el 2001 y del 67% de los ejemplares en el 2002. En ambos años es también posible observar una pequeña moda de ejemplares juveniles en el intervalo 14 – 15 cm (**Fig. 38**).

#### **5.4.4 Análisis de los resultados de la fauna acompañante**

El análisis de los resultados asociados a la captura de la fauna acompañante, se efectuó mediante la comparación de la importancia relativa de 19 especies presentes en 7 proyectos FIP de evaluación directa de merluza común (1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18 y 2002-03). Las componentes faunísticas consideradas fueron: merluza común, merluza de cola, congrio dorado, chancharro, pejegallo, pejerrata alado, pejerrata azul, tiburón, jurel, jibia, camarón nailon, jaiba araña, besugo, lenguado ojos grandes, raya volantín, cojinoba azul, langostino colorado, langostino amarillo y jaiba, representan en conjunto entre el 95% (93-03) y el 98% (1995-14, 2000-04, 2002-03) de la captura total en los 7 cruceros de evaluación (**Tabla 31**).

#### **5.4.5 Captura por unidad de área (CPUA)**

La comparación de los vectores de media por especie de los diferentes cruceros, efectuada mediante el test de razón de verosimilitud (Manly, 1994), entregó un



valor del estadístico  $\Phi$  de 573, que es significativamente mayor al valor esperado de una distribución chi cuadrado con 114 grados de libertad ( $P > 0,05$ ), consecuentemente esto señala que el vector de medias del logaritmo de la CUA, para las 19 especies consideradas presenta diferencias entre los 7 cruceros, es decir ha variado a través del tiempo.

#### 5.4.6 Comparación multivariada entre cruceros

La proporción de las 19 especies en los 7 cruceros, conformaron una matriz de distancias entre los 7 proyectos, que fue aleatorizada 500 veces para generar una distribución empírica de 10.500 medidas de distancia y un valor crítico de 0,16 ( $\alpha = 0,05$ ), lo que permitió distinguir un total de 4 grupos que correspondieron a los cruceros de 1993, 2002 y dos agrupaciones, en donde la primera incluyó los cruceros de 1995 y 2000, mientras que la segunda incluyó los cruceros realizados en los años 1997, 1999 y 2001 (**Fig. 39a**).

A partir de la matriz de distancias calculadas sobre la base de la proporción de especies registrada en los 7 cruceros, el Escalamiento Multidimensional no Métrico permitió construir un “mapa” en dos dimensiones de estas distancias (**Fig. 39b**). El Diagrama de Shepard, muestra la calidad del ajuste como desviaciones a partir de una línea escalonada,<sup>1</sup> en una representación de las distancias reproducidas versus las distancias observadas (**Fig. 39d**).

El dendrograma asocia en último y penúltimo lugar los cruceros de 1993 y 2002, respectivamente (**Fig. 39a**). Las características particulares en la composición de especies observada en el crucero de 1993 y que fundamentan su clasificación individual son: la proporción de merluza común en la captura es particularmente

---

<sup>1</sup> “función escalada”, que resulta de la transformación no lineal de los datos de entrada



baja en este crucero (62% de la captura total) considerando que es la especie objetivo de los lances de pesca, la importancia relativa de crustáceos en la captura, tales como jaiba araña (*Libidoclaea granaria*) (6%), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) (10%) y jaiba del género *Cancer* (1%) es considerablemente mayor que en el resto de los cruceros (**Tabla 31**), como de algunos peces óseos que registran proporciones relativas considerablemente mayores al resto de los cruceros como es el caso del lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) (3%) y besugo (*Epigonus crassicaudus*) (11%). Las razones de fondo que apartan este crucero del resto, las constituyen 2 diferencias metodológicas, concretamente la configuración de diferencias en el amarinamiento de la red y la menor área de prospección, dado que en ese año no se cubrió la región norte de la distribución de merluza común (subzona 1: 29°10' - 31°24' L.S.).

Las características que fundamentan la clasificación del crucero de 2002 son: baja proporción de merluza común (70% de la captura total) y la mayor proporción en la captura en toda la serie de cruceros, de jibia (*Dosidicus gigas*) (4%) y merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) (19%) (**Tabla 31**).

El “mapa” de distancias representa los cruceros de 1993 y 2002 completamente separados del resto y entre sí y sus características excepcionales producen el efecto de aglomeración de los demás cruceros, los que presentan entre sí mayor similitud en su composición por especie de la captura (**Fig. 39b**). La exclusión del análisis de los cruceros de 1993 y 2002, permite apreciar la configuración de distancias entre los cruceros restantes, permitiendo apreciar el grado de relación entre los componentes de cada grupo reconocido en el dendrograma (**Figs. 39a y 39c**).

La clasificación en un mismo grupo de los cruceros de 1995 y 2000 (**Fig. 39a**), se debe a que presentan gran similitud en las proporciones de los diferentes componentes de la fauna, particularmente las correspondientes a jaiba araña,



jibia, pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), lenguado de ojos grandes y raya volantín (*Raja chilensis*) (**Tabla 31**), mientras las principales diferencias entre estos cruceros las constituyen las proporciones en la captura de merluza de cola, cojinova azul (*Seriolella caerulea*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y besugo, las dos primeras especies con mayor representación en el crucero de 2000 y las últimas con mayores capturas en 1995 (**Tabla 31**). Estas características distinguen estos cruceros, sin embargo las diferencias entre ellos hacen que sean representados con menor cohesión que el grupo siguiente y es motivo para que su clasificación como grupo se encuentre en el límite de la significancia estadística (**Figs. 39a y 39c**).

La agrupación en el dendrograma de los cruceros de 1999, 1997 y 2001 (**Fig. 39a**), se debe a que estos cruceros tienen en común una mayor importancia relativa de merluza común en la captura, (alrededor del 88%, a diferencia de los demás cruceros en que es más baja) y como consecuencia, tienen una baja incidencia de fauna acompañante en su captura total, además estos cruceros comparten proporciones similares de congrio dorado (alrededor de 1%) (**Tabla 31**).

El mapa de distancias representa a este grupo con una mayor distancia entre los cruceros de 1997 y 1999 que entre éstos y aquel de 2001 (**Fig. 39c**). Mientras que, los cruceros de 1997 y 2001 comparten entre sí proporciones similares de merluza de cola, pejerrata alado (*Coelorhynchus patagoniae*), camaron nailon (*Heterocarpus reedi*) y lenguado de ojos grandes, los cruceros de 2001 y 1999, comparten proporciones similares de langostino colorado, langostino amarillo y pejegallo (**Tabla 31**). Los crucero de 1997 y 1999 registraron proporciones similares de chancharro (*Helicolenus lengerichi*).



#### 5.4.7 Comparación multivariada entre entidades subzona - crucero

La proporción de las 19 especies en las 27 entidades subzona latitudinal - crucero, conformó una matriz original, a partir de la cual se simularon 50 matrices y se construyó una distribución empírica de 17.550 distancias, obteniendo de este modo un valor crítico de 0,07 ( $\alpha = 0,05$ ). El uso de este valor distinguió 13 grupos conformados por las entidades individuales<sup>2</sup>, 93-2, 93-3, 2002-4, 2000-4, 99-4, 95-4, 97-3, 95-2, 95-1, 99-2, 2001-2 y 2002\_3 y las siguientes agrupaciones de entidades: una agrupación de las entidades 2001-4 y 97-4, otra agrupación que comprende las entidades 2002-1 y 2001-1, otra que agrupa las entidades 97-2, 2000-3 y 95-3 y un último grupo que incluye los estratos 2001-3, 2000-2, 2002-2, 97-1, 99-3, 2000-1, 99-1 y 93-4 (**Fig. 40a**).

Las entidades representadas como “más distantes” del resto, en el mapa de distancias correspondieron a las entidades 2000-4, 93-3 y 93-2, las que consecuentemente fueron las últimas entidades en ser asociadas por el algoritmo de cluster (**Figs. 40a y 40b**). La entidad 2000-4 se aparta del resto dado que presenta una proporción intermedia de merluza dentro de rango observado (66%) y registró la mayor proporción de congrio dorado (2%) y la segunda mayor proporción de cojinoba azul (4%), especies escasamente representada en otras entidades. La entidad 93-3 se distingue por presentar una proporción media de merluza común en la captura (54%), pero en particular por registrar una proporción de langostino colorado varios ordenes de magnitud mayor a aquella observada en las otras entidades. La entidad 93-2 se caracteriza por una proporción de merluza común muy baja (28%) y una proporción de besugo muy superior al resto de los valores observados. Al eliminar estas entidades del análisis se obtiene el mapa de la **Figura 40c**, que muestra más aglomerados (núcleo de puntos en donde la

<sup>2</sup> los dos dígitos antes del guión corresponden al año del crucero y el dígito luego del guión a la subzona



etiqueta es difícil de distinguir), la agrupación de las entidades 2001-3, 2000-2, 2002-2, 97-1, 99-3, 2000-1, 99-1 y 93-4, distinguida en el análisis de cluster y cuyas entidades se caracterizan por presentar una alta proporción de merluza común (mayor a 96% de la captura total) y en consecuencia una proporción muy baja de fauna acompañante (entre 0% a 4% en el caso de las entidades más aglomeradas, y entre 5% y 6% en el caso de las entidades 2000-2 y 2001-3, representadas algo más distantes del resto (**Fig. 40c**).

Algo más dispersos en torno a este núcleo (**Figs. 40a y 40c**), se distinguen cercanos entre sí, los otros dos grupos uno conformado por las entidades 2002-1 y 2001-1 que se caracteriza por su alta proporción de merluza común (>86%) y por presentar proporciones similares de merluza de cola, besugo, pejerrata azul y lenguado de ojos grandes, con la característica más relevante aún de compartir la mayor proporción de jibia registrada en cualquier entidad subzona latitudinal – año (>6% de la captura total del estrato). El otro grupo conformado por las entidades 97-2, 2000-3 y 95-3, se caracteriza por presentar proporciones bajas y muy similares de besugo y jurel y por presentar un rango intermedio de fauna acompañante (alrededor de un 9% de la captura total).

Finalmente, distante del resto se aprecia el grupo conformado por las entidades 2001-4 y 97-4 (**Figs. 40a y 40c**), caracterizadas por una proporción de merluza común equivalente a un 85% y proporciones importantes de merluza de cola, chancharro y congrio dorado, que dan cuenta de alrededor del 8% del porcentaje total de fauna en estas entidades y que alcanzan el 15% de la captura total.



#### **5.4.8 Especies más importantes en los cruceros de evaluación directa de merluza común**

Las principales especies de la fauna acompañante en las capturas de la evaluación directa de merluza común y con la mayor constancia en todos los cruceros son en orden de importancia, la merluza de cola que se encuentra presente en todos los cruceros, con un rango de importancia relativa que se extiende del 0,6% al 19% de la captura total, encontrándose además presente en 18 de los 27 estratos subzona latitudinal –año, la segunda especie la constituye el besugo que también se encuentra presente en todos los cruceros, con un rango de importancia en la captura total de 0,2% a 11% con presencia en 22 de los 27 estratos subzona - año. Otros componentes importantes en las capturas son langostino colorado, chancharro, jibia, raya volantín, jurel, jaiba araña y pejegallo, todos con una representación en las capturas de alrededor del 1 a 1,5% de la captura total y presentes en 6 de los 7 cruceros (a excepción del jurel que se encuentra presente en los 7). En términos de la constancia espacio temporal de los componentes de la fauna acompañante (considerando sólo su presencia en las capturas), se incorporan otras especies, ya que el congrio dorado y el lenguado de ojos grandes, han sido registrados en más del 80% de los 27 estratos subzona - año, mientras que raya volantín, jibia, pejerrata azul, pejegallo y jaiba araña, son componentes que han sido registrados en más del 50% de los estratos.

#### **5.4.9 Presencia de jibia (*Dosidicus gigas*) en los lances de pesca**

##### **5.4.9.1 Distribución espacial de las capturas**

Entre 1995 y 2002 la captura de jibias en los cruceros de evaluación directa de merluza común se ha incrementado de 44 kg a 10 t (**Fig. 41a**). En el crucero de 2002, la distribución de la captura por subzona latitudinal se incremento de norte a



sur, con un 74% de la captura total de jibia concentrada en las zonas latitudinales 3 y 4 ( $35^{\circ}31' S - 42^{\circ} S$ ), mientras que batimétricamente la principal presencia de jibia se registró entre los 200 m y 400 m de profundidad (**Fig. 37, 41b y 41c**).

#### 5.4.9.2 Composición de longitudes en las capturas

El rango de longitudes de las jibias presentes en los lances de identificación de merluza común se extendió entre los 43 cm y 97 cm de longitud de manto (LM) en el caso de los machos y entre los 38 cm y 102 cm LM en hembras (**Figs. 42a y 42b**). El intervalo modal en el caso de los machos correspondió a los 52-62 cm y a los 63-67 cm en el caso de las hembras. Se observó una amplia superposición entre las distribuciones de frecuencia de longitud de ambos sexos, a pesar que las hembras tendieron a predominar en el rango de los 68 cm a 92 cm LM.

Entre zonas latitudinales, no se observaron grandes diferencias en la composición de longitudes de las capturas, con la mayor fracción de ejemplares distribuidos entre los 48 cm y 82 cm LM. La excepción fue la subzona latitudinal 3 ( $35^{\circ}31' - 38^{\circ}39'$ ), en donde se observó jibias de mayor tamaño, registrando una fracción mayor de ejemplares entre los 68 cm y 102 cm LM (**gs. 43a y 43b**).

Desde el punto de vista de la composición de longitudes se observó jibias entre 38 cm y 102 cm, lo que según la estructura intraespecífica descrita por Nigmatullin *et al.* (2001), corresponde a jibias del grupo “grandes”. Si se intenta aplicar el criterio arbitrario de tamaños de Argüelles *et al.*, (2001), se percibe a partir de la **Figura 42a** que las jibias presentes en julio – agosto en aguas de la plataforma chilena, correspondían a jibias grandes, según la clasificación de estos autores, ya que el 93% de los ejemplares medidos se encontraban sobre los 52 centímetros.



### 5.4.9.3 Presencia de merluza común en estómagos de jibia

De 570 estómagos examinados, en el 68% de ellos se encontró algún tipo de contenido y el 33% registró restos de merluza común (**Fig. 44**). Latitudinalmente, el porcentaje de estómagos con contenido varió entre un 58% en la subzona 2 (31°25' S - 35°30' S) y un 73% en la subzona 3 (35°31' S - 38°39' S) (**Fig. 44**). En cuanto a la proporción de merluza común en los estómagos de jibia por subzona, esta varió entre un 17% en la subzona 4 (38°40' S - 42° S) y un 62% en la subzona 1 (29°10' S - 31°24' S) (**Figs. 44 y 45a**).

La presencia de merluza en los estómagos de jibia por intervalo de longitud del manto (LM), indica un aumento de la presencia de merluza con el incremento en longitud, la que se incrementa desde un 6% de los estómagos en ejemplares entre 43 cm a 47 cm LM a un 100% en ejemplares sobre los 93 cm LM (**Fig. 46**). Este aumento de la presencia de merluza en los estómagos de jibia con la longitud del manto, fundamenta los antecedentes que señalan que el tamaño de la presa se mantiene entre un 5% y 15% de la longitud total del depredador y que la preferencia por los peces como ítem presa, aumenta en ejemplares adultos.

La jibia se alimenta de merluza común entre otros ítems presa que conforman parte de su espectro trófico. Su “preferencia” por la merluza común declinó hacia la subzona latitudinal 4 (extremo sur del área de evaluación) (**Fig. 44**), en donde el porcentaje de fauna acompañante en las capturas de los lances de identificación alcanzó un 70% de la captura total, en circunstancias que no sobrepasa el 14% en las otras zonas, la subzona 4 fue además la que registró mayores capturas y densidades de jibias del área de prospección (**Figs. 41b y 45 b**). Lo anterior, es evidencia en favor de las descripciones que señalan que la jibia es un depredador oportunista, que no privilegia como ítem presa la merluza común, ya que disminuyó su ingesta a medida que la oferta ambiental amplió su espectro de presas.



Esta caracterización simple, de la frecuencia de estómagos de jibia con contenido de merluza común, presentes en las capturas de la evaluación directa de merluza realizada entre julio y agosto de 2002, indicaría que la jibia preda activamente sobre la merluza. Dado que se desconocen las tasas de consumo (ración diaria) de la jibia, el porcentaje de merluza en los estómagos de jibia con relación a otras presas, y la abundancia de jibia en el área de distribución de merluza, se carece de datos para realizar una estimación que permita responder, si la jibia en las condiciones observadas, puede remover una fracción importante del stock de merluza común.

#### **5.5 Objetivo específico 5. Determinar las condiciones bio-oceanográficas asociadas a la distribución espacial y batimétrica del recuso merluza común en el área y período del estudio.**

En el anexo N° 2 se entregan resultados correspondientes a las condiciones meteorológicas imperantes durante el desarrollo del crucero y un análisis de anomalías ambientales correspondientes al período 1997-2002.

##### **5.5.1 Oceanografía física**

###### **5.5.1.1 Variables hidrográficas: Análisis horizontal**

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas durante el crucero, *i.e.*, temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t) y oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 50, 100 y 200 m de profundidad.



### a) Registros a 5 m de profundidad

Al considerar toda el área prospectada, el estrato superficial (5 m de profundidad) presentó un rango de temperatura que fluctuó entre los 10,7 y los 13,4°C, con un valor promedio de  $12,09 \pm 0,71^\circ\text{C}$  (n=93 datos). La distribución horizontal de la temperatura superficial del mar no presentó gradientes laterales (costa-océano) de importancia, sino sólo una variación latitudinal de aproximadamente 2°C, con temperaturas centradas en la isoterma de 13°C al norte de los 32°S, aguas más frías (menores a 12°C) hacia el sur de Punta Lavapié (37°S), y aguas con temperaturas menores a 11,0°C situadas al sur de los 40°S (**Fig. 47a**). Estos resultados fueron similares a los reportados para 1995 (Blanco, 1995, 1999), (Núñez & Ortiz, 2000) y 2000 (Núñez *et al.*, 2001), caracterizados por el dominio de aguas frías (< 13°C), pero levemente distintos a los reportados para los años 1997 y 2001 (Núñez & Ortiz, 1998; Núñez *et al.*, 2002) que se caracterizaron por aguas comparativamente más cálidas (aproximadamente en 1,5°C).

Por su parte, la salinidad superficial presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 32,288 y los 34,667 psu, con un valor promedio de  $33,713 \pm 0,552$  psu (n= 93 datos), considerando la totalidad del área prospectada. A diferencia de la temperatura superficial del mar, la distribución espacial superficial de la salinidad (**Fig. 47b**) reveló la presencia de gradientes latitudinales y longitudinales en el área de estudio, siendo estos últimos de mayor relevancia en las regiones centro-sur y sur (zonas 3 y 4). Al norte de Valparaíso (33°S), la salinidad evidenció escasa variación longitudinal, quedando bien caracterizada por las isohalinas de 34,2 a 34,5 psu. Por el contrario, a partir de los 36°S hacia el sur, se evidencian importantes gradientes costa-océano de la salinidad debido al aporte de aguas continentales de los ríos de la región, observándose tres núcleos de menor salinidad superficial asociados con la Terraza del Itata (entre los 35°40' y los 37°20'S) y los ríos Itata y Bío-bío, con la desembocadura de la bahía Corral, estuario que recoge las aguas provenientes de



los ríos Valdivia y Tornagaleones y, un sector más austral vinculado con la desembocadura del río Bueno.

La comparación histórica reveló un comportamiento superficial similar, con salinidades mayores a 34,5 psu al norte de Valparaíso y menores a 33,8 psu al sur de Talcahuano, y gradientes laterales notables debido al efecto de mezcla con aguas provenientes de los principales ríos de la región centro-sur y sur del área de estudio, lo que ha sido reportado en cruceros de similar naturaleza (Blanco, 1995, 2000, Núñez *et al.*, 2001, 2002) y otros que han considerado diferente escala espacial y temporal de observación (*e.g.*, Silva & Ramírez, 1982; Blanco & Cerda, 1993; Arcos *et al.*, 1996; Castro *et al.* 1997; Núñez *et al.*, 1997; Sobarzo, 1999).

Por su parte, la densidad del agua de mar fluctuó superficialmente entre los 24,46 y los 26,19  $\sigma_t$  ( $25,57 \pm 0,552 \sigma_t$ , n= 93 datos). La **Figura 47c** evidencia densidades mayores ( $> 25,8 \sigma_t$ ) al norte de los 33°S, alcanzando los 26,0  $\sigma_t$  en el extremo norte del área de estudio, sin mostrar variaciones longitudinales. Al sur de los 36 °S, la distribución de la densidad mostró un claro gradiente lateral, positivo al océano, debido al aporte de aguas continentales provenientes de los ríos locales. Al igual que lo reseñado para la salinidad, destacan por su mayor dilución superficial los sectores costeros vinculados con la localidad de Talcahuano ( $< 25,1 \sigma_t$ ), Corral ( $< 25,4 \sigma_t$ ) y la desembocadura del río Bueno ( $< 24,9 \sigma_t$ ).

La distribución superficial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio reveló ausencia de variaciones espaciales, quedando bien caracterizada por las isolíneas de concentración de 6 y 7 ml l<sup>-1</sup> (**Figura 47d**). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de mar, considerando todas las estaciones realizadas, tuvo un rango de variación entre los 4,1 y los 8,4 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de  $6,66 \pm 0,61$  ml l<sup>-1</sup> (n= 84 datos). Los altos valores superficiales de oxígeno disuelto descritos para este crucero (centrados en 6-7 ml l<sup>-1</sup>) son similares a



los detectados en 1997 (Núñez & Ortiz, 1998), pero significativamente mayores a los reportados para los años 1995, 1999, 2000 y 2001 (Blanco, 1995; Núñez & Ortiz, 2000; Núñez *et al.*, 2001, 2002), que verifican importantes focos locales de surgencia con concentraciones costeras menores a  $3,5 \text{ ml l}^{-1}$ , situación que se observó escasamente en este crucero.

### b) Registros a 50 m de profundidad

A los 50 m de profundidad, la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación similar al reportado para el estrato superficial, variando entre los  $10,9$  y los  $13,2$  °C, con un valor promedio de  $11,66 \pm 0,47$  °C ( $n=89$  datos). La distribución espacial de la temperatura en este estrato de profundidad reveló una variación latitudinal de aproximadamente  $1,5$ °C y escasa variación longitudinal, destacando la distribución espacial de las isotermas de  $12$  y  $11,5$  °C (**Fig. 48a**).

La salinidad varió entre los  $33,474$  y los  $34,814$  psu, con un valor promedio de  $34,119 \pm 0,332$  psu, considerando las 89 estaciones de muestreo a lo largo del área de estudio. Al norte de Valparaíso ( $33^{\circ}\text{S}$ ), se evidenció los mayores valores de salinidad (entre  $34,3$  y  $34,6$  psu) sin la presencia de gradientes laterales de importancia. Entre los  $34$  y  $37^{\circ}\text{S}$  se verificó un gradiente lateral, positivo a la costa, con aguas comparativamente más salinas (mayores a  $34,4$  psu) en la región más costera (**Fig. 48b**). Por el contrario, al sur de los  $37^{\circ}30'\text{S}$ , la salinidad presenta una distribución homogénea, sin gradientes longitudinales ni latitudinales, quedando bien caracterizada por salinidades de  $33,8$  psu. Destaca la ausencia del efecto de dilución por los ríos locales, constatando que ésta tiene una expresión sólo superficial.

La densidad del agua de mar a los 50 m de profundidad presentó un rango de variación entre  $25,55$  y los  $26,53$   $\sigma_t$  y un valor promedio de  $25,97 \pm 0,223$   $\sigma_t$  ( $n= 83$



datos), considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable presentó una distribución similar a la reseñada para la salinidad, con un sector situado al norte de los 36°S, caracterizado por la presencia de un gradiente lateral importante, positivo a la costa, con aguas comparativamente más densas hacia la región nerítica y; por el contrario, un sector sur (entre 37° y 42°S) caracterizado por la ausencia de gradientes laterales y una distribución homogénea centrada en la isopícnica de 25,7  $\sigma_t$  (**Fig. 48c**).

A diferencia de la homogénea distribución de la concentración de oxígeno disuelto en superficie, en el estrato de 50 m de profundidad esta variable presentó dos ambientes distintos; el primero, vinculado con el sector situado al norte de los 36°S, el que estuvo caracterizado por la presencia de un conspicuo gradiente lateral positivo al océano, con aguas de concentraciones menores a 3,5 ml l<sup>-1</sup> en el sector costero y significativamente superiores hacia el extremo occidental de este sector (superiores a 6,5 ml l<sup>-1</sup>). El segundo ambiente es descrito en el sector sur, al sur de los 37°S, donde se verificó un estrato bien oxigenado, con una distribución homogénea centrada en la isolínea de 6,5 ml l<sup>-1</sup> y la ausencia de gradientes laterales (**Fig. 48d**). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los 1,10 y los 6,9 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de 5,17 ± 1,58 ml l<sup>-1</sup> (n= 89 datos).

### c) Registros a 100 m de profundidad

A los 100 m de profundidad la temperatura del agua de mar presentó un rango de fluctuación entre los 9,66 y los 12,32°C, con un valor promedio de 11,01 ± 0,63°C (n= 68 datos). En este estrato de profundidad la temperatura del mar tuvo un comportamiento homotermo en toda el área de estudio, sin gradientes laterales y con una variación latitudinal de 1°C, quedando bien caracterizado por la isoterma de los 11,5 y 10,5°C (**Fig. 49a**).



Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 33,822 y los 34,875 psu ( $34,473 \pm 0,254$  psu,  $n=68$ ). La distribución espacial de la salinidad destaca un gradiente lateral positivo a la costa en la región situada al norte de los  $36^{\circ}\text{S}$ , con aguas comparativamente más salinas vinculadas con el sector situado sobre la plataforma continental, y un sector situado al sur de los  $37^{\circ}\text{S}$  caracterizado por su distribución homogénea centrada en la isohalina de 34,3 psu (**Fig. 49b**).

La densidad del agua de mar a los 100 m de profundidad presentó un rango de variación entre 25,86 y los 26,55  $\sigma_t$  y un valor promedio de  $26,36 \pm 0,139$   $\sigma_t$  ( $n= 68$  datos), considerando toda el área prospectada. La distribución espacial de esta variable una distribución homogénea en gran parte del área de estudio, entre los  $29^{\circ}$  y  $37^{\circ}\text{S}$ , quedando bien caracterizada por la isopicna de 26,4  $\sigma_t$ , en tanto que, al sur de los  $37^{\circ}\text{S}$  la densidad del agua de mar disminuyó levemente quedando caracterizada por la isopicna de 26,2  $\sigma_t$  (**Fig. 49c**).

A los 100 m de profundidad esta variable presentó gradientes laterales importantes en la mayor parte del área de estudio, con aguas menos oxigenadas en el sector más costero que alcanzaron concentraciones menores a  $1,5 \text{ ml l}^{-1}$  en el sector central ( $34^{\circ}$ - $37^{\circ}\text{S}$ ) y extremo norte ( $29^{\circ}$ - $32^{\circ}\text{S}$ ) del área de estudio. Por el contrario, hacia el sur de los  $37^{\circ}20'\text{S}$  el gradiente lateral fue menos intenso, detectándose sólo concentraciones superiores a los  $3,0 \text{ ml l}^{-1}$  y, al sur de los  $40^{\circ}\text{S}$ , se verificó un estrato bien oxigenado con una distribución espacial homogénea centrada en la isolínea de  $4,5 \text{ ml l}^{-1}$  (**Fig. 49d**). En este estrato, la concentración de oxígeno disuelto tuvo un rango de variación entre los 0,2 y los  $5,6 \text{ ml l}^{-1}$ , con un valor promedio de  $2,18 \pm 1,42 \text{ ml l}^{-1}$  ( $n= 60$  datos).



#### d) Registros a 200 m de profundidad

En este estrato, la temperatura del agua de mar presentó un estrecho rango de fluctuación entre los 9,43 y los 11,77°C, con un valor promedio de  $10,45 \pm 0,66^\circ\text{C}$  (n= 35 datos). La distribución espacial de la temperatura evidenció un comportamiento homotermo en toda el área de estudio, sin gradientes laterales ni latitudinales de importancia, quedando bien caracterizado por la isoterma de 10°C (**Fig. 50a**).

Por su parte, la salinidad fluctuó entre los 34,517 y los 34,857 psu ( $34,673 \pm 0,107$  psu), para 35 estaciones de muestreo. La distribución espacial de la salinidad destaca la ausencia de gradientes laterales, evidenciando una variación clinal de aproximadamente 0,3 psu, con una región norte (al norte de los 30°S) caracterizada por salinidades mayores a 34,8 psu y un sector sur (desde los 39°S) por salinidades menores a 34,6 psu (**Fig. 50b**). En tanto, el campo horizontal de la densidad en este estrato presentó una distribución homogénea en toda el área de estudio, quedando bien caracterizado por la isopicna de 26,6  $\sigma_t$  (**Fig. 50c**). La densidad fluctuó entre los 26,51 y los 26,71  $\sigma_t$  ( $26,62 \pm 0,043 \sigma_t$ ).

La concentración de oxígeno disuelto a los 200 m de profundidad presentó sólo concentraciones muy bajas de oxígeno, fluctuando entre los 0,14 y los 1,50 ml l<sup>-1</sup>, con un valor promedio de  $0,65 \pm 0,385$  ml l<sup>-1</sup> (n=32). En este estrato, un gran porcentaje del área de estudio evidenció concentraciones mínimas de oxígeno (< 1 ml l<sup>-1</sup>), características de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), a excepción del sector situado al sur de los 39°S el que presentó concentraciones levemente superiores (**Fig. 50d**).

La comparación interanual de la distribución salina en este estrato reveló salinidades comparativamente más altas (en 0,2-0,3 psu) a la reportada en los años 1999, 2000 y 2001 (Núñez & Ortiz, 2000, Núñez *et al.* 2001, 2002) y



similares a las reportadas para 1997 (Núñez & Ortiz, 1998). En tanto que la distribución de oxígeno disuelto, caracterizada por concentraciones bajas (menores a  $1 \text{ ml l}^{-1}$ ) en gran parte del área de estudio, fue similar a la reportada para los años 1999 y 2000 (Núñez & Ortiz, 2000; Núñez *et al.* 2001) y significativamente menor a la descrita para el año El Niño 1997 (Núñez & Ortiz, 1998).

#### e) Distribución horizontal de clorofila-a

La concentración de clorofila-a en el área de estudio mostró valores superficiales bajos que fluctuaron entre los  $0,28$  y  $3,72 \text{ mg m}^{-3}$ , con un valor promedio de  $1,03 \pm 0,57 \text{ mg m}^{-3}$ , al considerar todas las estaciones de muestreo ( $n= 84$  datos). La distribución horizontal superficial e integrada entre la superficie y los  $50 \text{ m}$  de profundidad se presenta en la **Figura 51a**. Se evidencia un gradiente longitudinal, en donde las menores concentraciones de clorofila-a ( $0,6$  a  $0,8 \text{ mg m}^{-3}$ ) estuvieron asociadas al sector costero. Destaca un foco de alto contenido de clorofila-a ( $>3,2 \text{ mg m}^{-3}$ ) en las estaciones de la transecta 18 ( $37^{\circ}40' \text{ S}$ ).

La clorofila-a integrada en la columna de agua, mostró valores que fluctuaron entre los  $9,2$  y los  $94,7 \text{ mg m}^{-2}$  ( $31,8 \pm 13,2 \text{ mg m}^{-2}$ ), revelando un patrón similar al descrito para la clorofila superficial, en donde destacan gradientes laterales, con concentraciones mayores asociadas al sector oceánico. De igual manera, la transecta 18 presentó los valores más altos ( $> 100 \text{ mg m}^{-2}$ ) de clorofila integrada de toda el área de estudio (**Fig. 51b**).

La **Figura 51c** evidencia una profundización de la máxima concentración de clorofila desde el sector costero ( $< 10 \text{ m}$ ) hacia el sector más oceánico ( $>25 \text{ m}$ ). En el área comprendida entre los  $33^{\circ}40' \text{ S}$  y  $35^{\circ}30' \text{ S}$  los valores máximos de clorofila se presentaron muy superficialmente ( $< 5 \text{ m}$ ), mientras que, por el contrario, entre los  $38^{\circ}$  y  $39^{\circ}$  Se evidenció la máxima profundidad ( $> 35 \text{ m}$ ) asociada al sector oceánico



La relación existente entre la clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada entre los 0-50 m de profundidad y, la clorofila-a y la fluorescencia *in vivo* se presentan en la **Figura 52a y b**. Los coeficientes de determinación obtenidos en este análisis ( $r^2 = 0,42$  y  $r^2 = 0,88$ , respectivamente) son comparables a los reportados por Osses & Blanco (1991) y Osses *et al.* (1994) y Núñez *et al.* (1997, 2000, 2001, 2002) y Núñez & Ortiz (1998).

Los bajos valores de clorofila-a registrados para este crucero son consistentes con lo reportado por diversos autores (Arcos, 1987; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997) considerando el término del período invernal en el sector costero del centro y centro-sur de Chile, contrastando con lo reportado para esta región durante el período estival, donde se han detectado altos valores de clorofila-a superiores a  $20 \text{ mg m}^{-3}$  (Arcos & Salamanca, 1984), entre  $10$  y  $18 \text{ mg m}^{-3}$  entre Cabo Carranza y Punta Lavapié y de  $10$ - $30 \text{ mg m}^{-3}$  entre la desembocadura del río Itata y Punta Lavapié (Núñez *et al.*, 1997). Los resultados reportados en este informe fueron similares a los descritos para el año 2000, pero superiores a los reportados para 1999 (centrados entre  $0,1$  y  $0,8 \text{ mg m}^{-3}$ ; Núñez & Ortiz, 2000) y para 1977 ( $0,2$ - $1 \text{ mg m}^{-3}$ ; Núñez & Ortiz, 1998), y en mayor grado a lo descrito para 2001 (Núñez *et al.*, 2002), donde se registraron valores muy bajos de biomasa fitoplanctónica ( $0,1$ - $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ ).

#### **5.5.1.2 Variables hidrográficas: Análisis vertical**

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este crucero, consideró las secciones oceanográficas correspondientes a las transectas 2, 6, 9, 12, 14, 18, 21 y 26, todas ellas representativas de las 4 zonas que, desde un punto de vista operacional, componen el área de estudio. Además, se realizó el análisis de dos transectos dispuestos en forma paralela a la línea de costa, uno caracterizando el sector nerítico sobre la plataforma continental y el otro característico del sector oceánico.



### a) Subzona Norte: Transectas 1 y 3

La transecta 1, situada en los 29°20'S, caracteriza al extremo norte del área de estudio. Presenta una muy estrecha plataforma, que en general se verificó en todas las transectas componentes de la región norte (subzona 1). El límite occidental de las transectas, considerado como la posición de la isóbata de los 500 m, impuso que la transecta 1 sólo tuviese una extensión de 6 mn. Esta transecta se caracterizó por: a) la presencia superficial de aguas frías (12,5°C), salinas (34,7 psu) y densas (26,2), b) ausencia de estratificación vertical de la temperatura, salinidad y densidad, c) un estrato superficial oxigenado, con una oxiclina bien desarrollada y la presencia de aguas pobremente oxigenadas bajo los 80 m de profundidad, caracterizando la presencia de las AESS (**Fig. 53**).

La transecta 3, ubicada en los 30°10'S a la cuadra de bahía Guanaqueros, caracterizada igualmente por una estrecha plataforma continental que no sobrepasó las 6 mn, evidenció también ausencia de estratificación térmica y de densidad, aunque mostró un leve incremento en la estratificación salina, principalmente en la estación oceánica (estación 9). La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó un estrato superficial bien oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina bien desarrollada a lo largo de todo el transecto, situada entre los 20 y los 80 m de profundidad y la presencia de aguas con bajo contenido de oxígeno (concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ) entre los 100 y 400 m de profundidad (**Fig. 53**).

### b) Subzona Centro-Norte: Transectas 7 y 10

Las transectas que conforman el sector centro-norte (32°-35°S) presentaron también una estrecha plataforma continental, a excepción de la transecta 10 que sobrepasó las 15 mn desde la costa. La transecta 7 (32°10'S), situada inmediatamente al sur de Pichidangui, se caracterizó por presentar aguas frías (11-12°C),



sin estratificación térmica y una débil haloclina y picnoclina, las que se profundizan hacia el océano, situándose entre los 20 y 140 m. El estrato situado entre los 150 y los 400 m de profundidad estuvo caracterizado por temperaturas frías (9-10°C) y salinidades superiores a 34,6 psu, denotando la presencia de las AESS. La distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto mostró un estrato superficial (0-50 m) bien mezclado y oxigenado ( $> 5 \text{ ml l}^{-1}$ ), con una oxiclina bien desarrollada situada entre los 50 y los 100 m de profundidad. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno fueron detectadas sobre el talud continental, a partir de los 200 m de profundidad, siendo espacialmente coincidentes con aguas más salinas ( $> 34,6 \text{ psu}$ ), corroborando la presencia de las AESS (**Fig. 54**).

La transecta 10 (**Fig. 54**) presentó una distribución térmica similar a la transecta 7, sin gradientes verticales ni laterales. La salinidad, por el contrario, se caracterizó por evidenciar un claro gradiente lateral, con aguas menos salinas ( $< 33,0 \text{ psu}$ ) vinculadas a la región costera debido a la mezcla con aguas continentales aportadas por los ríos Maipo y Rapel, dilución que no sobrepasó los 20 m de profundidad. Bajo los 120 m de profundidad (estación más oceánica), nuevamente se reconoce aguas frías (11°C), más salinas ( $> 34,7 \text{ psu}$ ), más densas (26,4-26,6  $\sigma_t$ ) y con bajo contenido de oxígeno disuelto ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), caracterizando la presencia de AESS en este estrato de profundidad. Las estaciones dispuestas sobre la plataforma continental evidenciaron concentraciones de oxígeno superiores a los 2  $\text{ml l}^{-1}$ . La distribución vertical de oxígeno mostró un estrato superficial bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) y la presencia de una oxiclina que se debilita y profundiza hacia el sector oceánico, situándose entre los 40 y 120 m de profundidad.

### c) Subzona Centro-Sur: Transectas 14, 16 y 18.

A diferencia de las transectas evaluadas en el sector norte (zonas 1 y 2), las transectas vinculadas con el sector centro-sur (35°10'-38°10'S) (**Fig. 55**),



evidenciaron una plataforma continental significativamente mayor. La transecta 14, situada inmediatamente al sur de cabo Carranza, evidenció: a) ausencia de estratificación térmica, con una columna de agua dominada por las isotermas de 11 y 12°C por sobre los 200 m, b) estratificación salina y de densidad, con un claro ascenso hacia la costa de las isohalinas de 34,5 y 34,6 psu y de las isopicnas de 26,2 y 26,4  $\sigma_t$ , y la profundización y debilitamiento de la estratificación vertical hacia la estación oceánica, situándose entre los 20 y 140 m de profundidad.

La transecta 16 (36°40'S) se encuentra situada en el sector sur de la Terraza del Itata, caracterizándose por una somera plataforma continental que alcanza casi las 20 mn desde la costa, donde se verifican 3 de las 4 estaciones de muestreo. En esta transecta, el campo vertical de la temperatura presentó una situación similar a lo ya reseñado, con ausencia de estratificación y el dominio de aguas de 11 y 12 °C entre los 200 m y la superficie. Por el contrario, la distribución vertical de la salinidad y de la densidad evidenció un importante grado de estratificación vertical, mostrando un estrato superficial (< 20 m) de aguas menos salinas (< 33,2 psu) y menos densas (< 25,5  $\sigma_t$ ), vinculado principalmente al aporte de aguas continentales por el río Bío-Bío. Bajo los 50 m de profundidad, ambas variables evidenciaron una haloclina y picnoclinas débiles, las que se profundizan hacia el sector oceánico, situándose entre los 60 y 140 m de profundidad (**Fig. 55**). Por su parte, la distribución vertical de la concentración de oxígeno disuelto mostró altos valores en los primeros 70 m de profundidad caracterizado por las isolíneas de 4 a 6 ml l<sup>-1</sup>. Concentraciones bajas (< 1 ml l<sup>-1</sup>) sólo fueron detectadas en la estación situada sobre el talud, entre los 160 y los 300 m de profundidad. Sobre la plataforma continental no se observó aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto.

Por su parte, la transecta 18 (37°40'S), situada al norte de punta Morguilla presentó una plataforma estrecha, menor a las 10 mn desde la costa. La distribución vertical de la temperatura no evidenció cambios respecto de las transectas anteriores, con



una columna de agua homoterma, bien caracterizada por las isotermas entre 10 y 12°C (**Fig. 55**). La distribución de la salinidad y densidad, en cambio, evidenció valores menores a 33,0 psu y 25,0  $\sigma_t$  en la región costera (2 mn) y sobre los 20 m de profundidad, asociado a la dilución debida al aporte de aguas continentales. En las estaciones del quiebre y talud continental, se verificó una extensa capa de mezcla, que alcanzó los 60 m de profundidad a las 10 mn desde la costa, además de una débil haloclina y pycnoclina situada entre los 60 y los 140 m de profundidad. Asimismo, la estación costera evidenció una columna de agua bien oxigenada ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ), sin presentar gradientes verticales, en tanto que la estación oceánica evidenció un estrato superficial (80 m) bien oxigenado y una oxiclina profunda, situada entre los 80 y 140 m. Las AESS (aguas con concentraciones de oxígeno disuelto menores a  $1 \text{ ml l}^{-1}$ ) se detectaron sólo en la estación más oceánica, situándose entre los 160 y los 320 m de profundidad. En esta estación se denota la presencia de Aguas Intermedia Antártica (AIA), de mayor concentración de oxígeno disuelto y menores salinidades, a partir de los 380 m de profundidad.

#### **d) Subzona Sur: Transectas 22, 24 y 27**

La transecta 22 presentó una somera (60 m) y muy extensa ( $> 25 \text{ mn}$ ) plataforma continental, caracterizada principalmente por: a) la presencia de aguas frías ( $< 12^\circ\text{C}$ ), sin estratificación térmica vertical), b) aguas menos salinas ( $< 34,0 \text{ psu}$ ) y menos densas ( $< 25,8 \sigma_t$ ), vinculadas con la bahía Corral, estuario de los ríos Tornagaleones y Valdivia, además de bien oxigenadas ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) en los primeros 80 m de de profundidad y c) la ausencia de aguas con salinidades mayores a 34,5 psu concentraciones de oxígeno disuelto menores a  $1 \text{ ml l}^{-1}$ , características de la presencia subsuperficial de AESS (**Fig. 56**).

Una situación similar es reportada para la transecta 24, situada a la cuadra de caleta Mansa, la cual presentó una menor extensión de la plataforma continental



(<20 mn), pero una mayor profundidad (140 m), donde la distribución superficial de la salinidad y densidad estuvieron marcadamente modificadas por la mezcla con aguas continentales, lo que se expresó en la presencia de un fuerte gradiente salino en los primeros 20 m de profundidad. Bajo los 20 m, la salinidad y densidad presentaron un incremento a una tasa relativamente constante sobre la plataforma continental. Por su parte, el extremo costero de la transecta mostró una columna de agua bien oxigenada ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ), en tanto que las estaciones más oceánicas evidenciaron una leve oxiclina situada entre los 60 y 120 m de profundidad, sin verificarse concentraciones de oxígeno menores a los  $1 \text{ ml l}^{-1}$  (**Fig. 56**).

La transecta 27 situada en el extremo austral del área de prospección acústica, presentó una muy extensa plataforma continental, que alcanzó las 30 mn desde la costa y se situó en las cercanías de la región de canales y fiordos asociada a la isla de Chiloé y a la desembocadura del río Maullín. La distribución vertical de las variables medidas sobre la plataforma continental evidenció: a) la presencia de una estructura térmica homogénea, caracterizada por la isoterma de  $10^{\circ}\text{C}$ , b) aguas de bajas salinidades (menores a 33,0 psu) a lo largo de todo el transecto, la que se incrementó a una tasa constante con la profundidad, c) aguas bien oxigenadas sobre la plataforma, sin evidenciar concentraciones mínimas de oxígeno, con una débil oxiclina situada entre los 80 y 160 m de profundidad.

#### **e) Distribución vertical de clorofila-a**

Las secciones transversales consideradas en la evaluación de la distribución de la clorofila-a en las zonas norte, centro-norte, centro-sur y sur del área de estudio fueron las transectas 1, 3, 7, 10, 16, 18, 22, 24 y 27 (**Fig. 57**).

Las transectas de la región norte y centro norte (transectas 1, 3, 7 y 10) presentaron un patrón de distribución vertical similar, donde se evidenció mayores contenidos de



clorofila-a que los observados durante 2001. Las transectas estuvieron bien representadas por las isolíneas de 0,4 y 0,6 mg m<sup>-3</sup> sobre los 50 m de profundidad a lo largo de la sección (**Fig. 57**), observándose en dos de estas transectas (T3 y T7), la presencia de núcleos de concentraciones superiores a 1,0 mg m<sup>-3</sup>, asociadas al estrato superficial de las estaciones costeras.

Las estaciones de los sectores centro-sur y sur mantuvieron esta distribución de la biomasa fitoplanctónica, donde la transecta 18 destacó por presentar concentraciones comparativamente mayores (>3,4 mg m<sup>-3</sup>) en el estrato superficial de la estación más costera. Las transectas 16, 24 y 27 evidenciaron concentraciones superiores a los 0,6 mg m<sup>-3</sup>, destacando núcleos tanto en la estación costera como en la más oceánica, que no superaron los 1,4 mg m<sup>-3</sup>. La transecta 22 presentó las menores concentraciones del sector, quedando bien caracterizada por la isolínea de concentración de 0,4 mg m<sup>-3</sup>.

### 5.5.1.3 Transectas longitudinales

Las variaciones latitudinales en las variables medidas fueron analizadas también a través de transectas paralelas a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector más oceánico y más costero (sobre la plataforma continental) del área de estudio. La transecta “oceánica” comprendió las estaciones 2, 4, 9, 12, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 34, 35, 40, 44, 49, 50, 54, 59, 60, 63, 69, 73, 74, 78, 82, 88 y 89, en tanto que la transecta “costera” incluyó, de norte a sur, a las estaciones 1, 6, 7, 10, 15, 18, 21, 24, 27, 31, 32, 37, 38, 41, 45, 53, 55, 57, 62, 65, 66, 70, 77, 80, 84, 85 y 93.

#### a) Transecta oceánica

En la transecta oceánica se observó la presencia de aguas frías a lo largo de todo el transecto, situación que se acentuó hacia el sector sur del área de estudio



debido al rompimiento en superficie de la isoterma de 12°C y el ascenso de las isotermas de 10 y 11°C (**Fig. 58a**), generando un gradiente superficial latitudinal de aproximadamente 2 °C. En el estrato superficial (< 20 m) del sector norte se evidenció aguas con temperaturas sobre los 13°C; en tanto que al sur de los 39°S la distribución térmica superficial estuvo caracterizada por aguas más frías, bien representada por la isoterma de 11°C y ausencia de estratificación vertical. Bajo los 300 m de profundidad no hubo diferencias latitudinales importantes, verificándose un descenso monotónico de la temperatura con la profundidad a lo largo de todo el transecto.

Por su parte, la distribución vertical de salinidad reveló para el estrato superficial (0-50 m) una clara variación latitudinal por efecto principalmente de la mezcla con aguas continentales. Es así como en la región norte (29-33°S) evidenció aguas más salinas (>34,4 psu), en tanto que a partir de los 35°S se hace evidente la presencia superficial de aguas menos salinas, reconociéndose tres núcleos importantes: a) entre los 34 y 35°S, vinculados con la cercanía de los ríos Rapel y Mataquito, b) 36°30' – 37°30'S, relacionado con la desembocadura de los ríos Itata y Bío-bío y, c) entre los 40 y 41°30'S, asociados principalmente a los ríos Valdivia y Bueno (**Fig. 58b**). En el estrato subsuperficial, se aprecia claramente la penetración hacia el sur de aguas comparativamente más salinas (>34,7 psu), caracterizando el máximo salino subsuperficial de las AESS en el área de estudio, que alcanza hasta los 39°S. La disminución de la salinidad bajo los 400 m de profundidad, especialmente en el sector sur del área de prospección, revela la presencia incipiente de las AIA en este estrato.

De igual forma, el patrón de distribución vertical de la densidad evidenció la mezcla entre aguas marinas y continentales, principalmente a partir de los 39° S, que se expresa en lentes de densidades menores a 25,8  $\sigma_t$  sobre los 40 m de profundidad y en una mayor estratificación vertical hacia el sector sur del área de



estudio. Bajo los 200 m de profundidad, todo el transecto presentó un incremento a una tasa relativamente constante de la densidad con la profundidad alcanzando los  $27,0 \sigma_t$  bajo el estrato de 400 m (**Fig. 58c**).

El oxígeno disuelto en la transecta situada sobre el talud continental evidenció un estrato superficial bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina a lo largo de todo el transecto, situada entre los 20 y 120 m de profundidad, que se profundiza significativamente hacia el sector sur. Bajo los 150 m de profundidad, se observa la clara incursión hacia el sur de aguas con muy bajo contenido de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), espacialmente coincidentes con el máximo salino subsuperficial, que denota la presencia de AESS en este estrato de profundidad. Bajo los 400 m, se verificó un incremento de la concentración de oxígeno disuelto, corroborando la presencia de AIA hacia las máximas profundidades de muestreo (**Fig. 58d**).

Por su parte, las transecta oceánica (**Fig. 59**) evidenció cuatro núcleos subsuperficiales de clorofila-a (entre 10 y 30 m) a lo largo de la sección, uno en el sector norte ( $31^{\circ}40' \text{ S}$ ) con valores de clorofila  $> 1,6 \text{ mg m}^{-3}$ , uno en el sector centro sur ( $36^{\circ}40' \text{ S}$ ) de concentración de clorofila  $> 1,0 \text{ mg m}^{-3}$  y dos en el sector norte sur del área de estudio ( $40^{\circ}40'$  y  $42^{\circ}00' \text{ S}$ ), los cuales evidenciaron concentraciones de clorofila-a de 1,8 y  $2,2 \text{ mg m}^{-3}$ , respectivamente. Dos de estos núcleos ( $31^{\circ}20'$  y  $40^{\circ}40' \text{ S}$ ) presentaron concentraciones  $> 1,4 \text{ mg m}^{-3}$ , en tanto que el tercer núcleo (entre  $37^{\circ}20'$  y  $37^{\circ}40'$ ) evidenció las mayores concentraciones de clorofila-a de toda el área de estudio ( $> 3,4 \text{ mg m}^{-3}$ ). Bajo los 30 m de profundidad se bajó de biomasa fitopláctónica, no superando los  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ . A partir de los 40 m de profundidad existió una marcada disminución de los valores de clorofila-a, quedando este estrato bien caracterizado por la isoconcentración de  $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ .



## b) Transecta costera

A diferencia de la transecta latitudinal oceánica, dispuesta sobre el talud continental, la transecta costera consideró estaciones sobre la plataforma continental, donde su profundidad máxima no sobrepasó los 100 m en la mayoría de los casos. En esta transecta se observó escasa variación clinal en la temperatura superficial, con aguas levemente más cálidas ( $>12^{\circ}\text{C}$ ) en el sector norte y, comparativamente más frías, menores a  $11^{\circ}\text{C}$  al sur de los  $37^{\circ}\text{S}$ . En general, todo el sector sur mostró una columna de agua isothermal, sin gradientes verticales, bien caracterizada por las isotermas de  $11$  y  $12^{\circ}\text{C}$  (**Fig. 60a**).

Por su parte, la salinidad mostró la dilución superficial asociada a la mezcla de aguas con la proveniente de los ríos dispuestos al sur de los  $34^{\circ}\text{S}$ , y particularmente al sistema Itata-Bíobío ( $37^{\circ}\text{S}$ ) y al río Bueno-río Maullín ( $41^{\circ}\text{S}$ ). En profundidad (aunque sólo hasta los 100 m), sólo en el extremo norte del transecto se notó la presencia de salinidades mayores a 34,6 psu, evidenciando la presencia de AESS (**Fig. 60b**). El patrón de variación vertical de la densidad fue similar al reseñado para la salinidad, con una clara dilución superficial por el aporte de aguas continentales, que se expresó en densidades menores a  $25,0 \sigma_t$  sobre los 20 m de profundidad, lo que contrasta con el sector norte donde se detectaron densidades mayores a  $26,0 \sigma_t$  en el estrato superficial (**Fig. 60c**).

La distribución vertical de oxígeno disuelto en la transecta latitudinal de estaciones, evidenció dos situaciones distintas. Al norte de los  $37^{\circ}\text{S}$  se verificó un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado con valores mayores a  $5 \text{ ml l}^{-1}$ , una débil oxiclina situada entre los 30 y 70 m de profundidad, y el registro de concentraciones mínimas de oxígeno ( $<1 \text{ ml l}^{-1}$ ) sólo en las estaciones del extremo norte del transecto, espacialmente coincidentes con el máximo de salinidad, corroborando la presencia de AESS a los 80 m de profundidad en dicho sector (**Fig. 60d**). Por el contrario, el



sector situado al sur de los 37°S, presentó una columna de agua homogénea con valores superiores a 6 ml l<sup>-1</sup>, sin gradientes verticales ni latitudinales.

Las transecta costera paralela a la línea de costa (**Fig. 59**), mostró un patrón de distribución vertical donde destacaron tres núcleos de mayor concentración de clorofila-a, todos asociados al estrato superficial. Dos de estos núcleos (31°20' y 40°40' S) presentaron concentraciones >1,4 mg m<sup>-3</sup>, en tanto que el tercer núcleo (entre 37°20' y 37°40') evidenció las mayores concentraciones de clorofila-a de toda el área de estudio (>3,4 mg m<sup>-3</sup>). Bajo los 30 m de profundidad se detectó bajos valores de biomasa fitoplactónica, no superando los 0,2 mg m<sup>-3</sup>.

#### 5.5.1.4 Perfiles verticales individuales

El análisis de la distribución vertical de las variables oceanográficas medidas en el área de estudio se presenta a la forma de: a) perfiles verticales individuales por estación de muestreo, agrupando las estaciones insertas en la subzona 1 (29° - 32°S), subzona 2 (32° - 35°S), subzona 3 (35° - 38°30'S) y subzona 4 (38°30' - 42°S) y, b) perfiles verticales promedio para cada una de las 27 transectas realizadas durante la prospección.

##### a) Subzona Norte (29°-32°S)

La **Fig. 61** presenta los perfiles verticales de cada una de las estaciones de muestreo realizadas en el extremo norte del área de estudio (subzona 1). En esta región, los perfiles verticales de temperatura evidenciaron la presencia de aguas superficiales centradas en los 13°C (**Fig. 61a**), con la presencia de termoclinas débiles situadas entre los 10 y los 70 metros de profundidad. Los máximos gradientes verticales de temperatura fluctuaron entre -0,159 y los -1,708 °C 10 m<sup>-1</sup>.



La distribución vertical de la salinidad y la densidad en este sector (**Figs. 61b y 61c**) revelaron la presencia de un estrato superficial caracterizado por la presencia de una débil haloclina y picnoclina, situadas bajo los 50 m de profundidad, la presencia de un máximo salino ( $> 34,5$  psu) situado entre los 70 y los 300 m, con máximos gradientes verticales que fluctuaron entre los  $0,062$  y  $0,251$  psu  $10\text{ m}^{-1}$  para la salinidad y entre los  $0,058$  y los  $0,269$   $\sigma_t$   $10\text{ m}^{-1}$ , para la densidad de agua de mar.

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial bien oxigenado ( $> 4$  ml  $l^{-1}$ ) en todas las estaciones, una oxiclina bien desarrollada situada entre los 20 y 100 m hacia las estaciones más oceánicas del sector, la clara presencia de aguas con baja concentración de oxígeno disuelto ( $< 1$  ml  $l^{-1}$ ) entre los 75 y 350 m de profundidad, caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en este estrato y un incremento progresivo de la concentración de oxígeno disuelto bajo los 350 m revelando la presencia incipiente de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA) en este estrato de profundidad (**Fig. 61d**).

La clorofila-a, en tanto, evidenció las mayores concentraciones entre los 0 y 20 m de profundidad, siendo en general, menores a  $2$  mg  $m^{-3}$ . Por el contrario, bajo los 40 m de profundidad la concentración de clorofila-a exhibió valores extremadamente bajos, menores a los  $0,5$  mg  $m^{-3}$  (**Fig. 61e**).

#### **b) Subzona Centro-Norte (32°-35°S)**

Los perfiles verticales de temperatura en este sector, evidenciaron la presencia superficial de aguas comparativamente más frías que las descritas para la subzona norte ( $< 13^\circ\text{C}$ ), con débiles termoclinas situadas entre los 30 y 75 m de profundidad (**Fig. 62a**). Los gradientes verticales máximos de temperatura fueron similares a los de la subzona 1, fluctuando entre los  $-0,257$  y los  $-1,059$   $^\circ\text{C}$   $10\text{ m}^{-1}$ .



La distribución vertical de salinidad y densidad estuvo caracterizada por una débil dilución superficial, una débil y extensa haloclina y pycnoclina situadas entre los 20 y 80 m de profundidad, profundizándose hacia las estaciones oceánicas, coincidiendo con la fluctuación del máximo gradiente vertical de salinidad y densidad calculado para las estaciones de este sector, cuyo rango fue de  $0,118 - 2,246 \text{ psu } 10^{-1}$  y de  $0,133 - 1,784 \text{ } \sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$ , para la salinidad y densidad, respectivamente. En este sector, el máximo salino ( $> 34,6 \text{ psu}$ ) se situó verticalmente entre los 110 y los 270 m de profundidad. Bajo los 350 m se apreció un decremento constante de la salinidad con la profundidad, revelando la presencia de las AIA (Figs. **62b y 62c**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial muy bien oxigenado ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) en todas las estaciones y una marcada oxiclina situada entre los 25 y los 110 m de profundidad. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml l}^{-1}$ ), se situaron entre los 100 y 350 m de profundidad (**Fig. 62d**), denotando el dominio de las AESS. Sólo hacia los estratos de mayor profundidad fue posible detectar la presencia de AIA caracterizadas por mayores concentraciones de oxígeno disuelto ( $> 3 \text{ ml l}^{-1}$ ).

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció concentraciones similares a las ya reportadas en la subzona norte, con concentraciones que no superaron los  $2,0 \text{ mg m}^{-3}$ . Bajo los 40 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo reveló concentraciones de clorofila-a menores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$  (**Fig. 62e**).

### c) Subzona Centro-Sur ( $35^\circ\text{-}38^\circ30'\text{S}$ )

En esta subzona, los perfiles verticales de temperatura evidenciaron la presencia de aguas superficiales más frías ( $< 12,5^\circ\text{C}$ ) que las ya reportadas (**Fig. 63a**), con gradientes verticales máximos que fluctuaron entre los  $-0,060$  y los  $-1,121^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ .



Por su parte, la distribución vertical de salinidad y densidad estuvo caracterizada por un estrato superficial modificado por la acción de mezcla con aguas de origen continental, extensas haloclinas y picnoclinas, un máximo salino situado entre los 80 y los 300 m de profundidad, y máximos gradientes verticales que fluctuaron entre los  $0,108 - 2,615 \text{ psu } 10^{-1}$  para la salinidad y entre los  $0,118 - 2,061 \text{ } \sigma_t 10 \text{ m}^{-1}$  para la densidad (**Figs. 63b y 63c**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenciaron un estrato superficial con concentraciones similares a las descritas anteriormente ( $> 6 \text{ ml l}^{-1}$ ) y una oxiclina con mayor variabilidad en su disposición vertical comparada con la subzona 2. Se aprecia también aguas con concentraciones  $< 1 \text{ ml l}^{-1}$  situadas entre los 90 y 320 m de profundidad (**Fig. 63d**). Bajo los 350 m de profundidad las aguas muestran concentraciones de oxígeno superiores a los  $3 \text{ ml l}^{-1}$  caracterizando en este estrato la presencia de las AIA.

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció concentraciones significativamente mayores a las ya reportadas, las que en este caso superaron los  $2,0 \text{ mg m}^{-3}$ , apreciándose numerosos máximos subsuperficiales bajo los 20 m de profundidad. Bajo los 60 m de profundidad, la mayor parte de las estaciones de muestreo reveló concentraciones de clorofila-a menores a  $0,5 \text{ mg m}^{-3}$  (**Fig. 63e**).

#### **d) Subzona Sur (38°30'-42°S)**

La **Figura 64** presenta los perfiles verticales de cada una de las estaciones de muestreo realizadas. Los perfiles verticales de temperatura en esta subzona (**Fig. 64a**) evidenciaron la presencia de aguas frías ( $< 12^\circ\text{C}$ ), coincidiendo con lo ya reportado para esta variable a través de las cartas de distribución horizontal. Los máximos gradientes verticales de temperatura en esta subzona fluctuaron entre  $-0,041$  y los  $-1,130^\circ\text{C } 10 \text{ m}^{-1}$ .



La distribución vertical de la salinidad y la densidad en este sector reveló: a) una importante dilución superficial observada en numerosas estaciones debido al aporte de aguas continentales, más frías y menos salinas, b) la presencia de una extensa haloclina y pycnoclina, situada entre la superficie y los 100 m de profundidad con máximos gradientes verticales que fluctuaron entre los 0,063 y 2,710 psu  $10\text{ m}^{-1}$  y entre los 0,067 y los 2,118  $\sigma_t\ 10\text{ m}^{-1}$ , para la salinidad y densidad, respectivamente, c) la presencia de un máximo salino ( $> 34,5$  psu) situado entre los 150 y 280 m, y d) el leve decremento de la salinidad a partir de los 300 m evidenciando la presencia de AIA en este estrato (**Figs. 64b y 64c**).

Los perfiles verticales de oxígeno disuelto en el sector sur evidenciaron: a) un estrato superficial bien oxigenado ( $>6\text{ ml l}^{-1}$ ), b) una oxiclina bien desarrollada situada entre los 50 y 170 m, profundizándose hacia la región oceánica, c) una menor presencia de aguas con baja concentración de oxígeno disuelto ( $<1\text{ ml l}^{-1}$ ), entre los 180 y 250 m de profundidad, caracterizando la presencia de AESS en este estrato y, d) el incremento progresivo de la concentración de oxígeno disuelto bajo los 300 m revelando la presencia de AIA en este sector (**Fig. 64d**).

La clorofila-a, evidenció máximas concentraciones entre los 0 y 30 m de profundidad, pero que no superaron los  $2,0\text{ mg m}^{-3}$ ; al igual que lo ya reportado, bajo los 50 m de profundidad la concentración de clorofila-a exhibió valores extremadamente bajos, menores a los  $0,5\text{ mg m}^{-3}$  (**Fig. 64e**).

#### 5.5.1.5 Perfiles verticales promedio

Los perfiles promedio de todas las variables oceanográficas evaluadas en este estudio se presentan en las **Figuras 65-69**. Se graficó los perfiles verticales promedio (más su desviación estándar) para cada una de las transectas realizadas, con el propósito de evaluar las diferencias laterales (entre estaciones) al interior de cada uno de los transectos.



La distribución vertical promedio de la temperatura (**Fig. 65**) mostró gran parte de las estaciones con ausencia o escasa estratificación vertical, situación que se manifestó también hacia la subzona centro-sur y sur del área de estudio. Los gradientes laterales, a su vez, fueron débiles o estuvieron ausentes, evidenciando una escasa variabilidad térmica entre las estaciones componentes de cada transecta. Desde este punto de vista, destacan las transectas 10 y 11 (situadas en la subzona centro-norte) y las transectas 21, 22 y 24 (subzona sur), que revelaron un leve incremento en la estratificación vertical, con una termoclina débil situada entre los 20 y 80 m de profundidad para las transectas de la región norte y entre los 90 y 100 m para el sector más hacia el sur.

La distribución vertical promedio de la salinidad, en contraste a lo observado para temperatura, mostró fuertes gradientes laterales (entre estaciones), los que se hicieron más intensos hacia el sector centro-sur y sur, debido al mayor grado de dilución asociado al aporte fluvial por parte de los ríos locales sobre el estrato superficial. En la región norte se observaron haloclinas comparativamente más débiles, situadas verticalmente entre la superficie y los 120 m de profundidad, a excepción de las transectas 1 y 3 que presentaron una capa superficial homogénea (**Fig. 66**). En la región centro-sur y sur, la haloclina fue más amplia que en el sector norte, estableciéndose desde la superficie hasta 160 m de profundidad. La mezcla superficial con aguas continentales tuvo por efecto la presencia de un claro gradiente superficial de salinidad, situado en los primeros 20 m de profundidad, que se acentuó y extendió en profundidad en las estaciones del extremo sur del área de estudio. La capa de mezcla sólo fue identificada la transecta 5 (subzona norte) y en las transectas 18, 19, 20, 21 y 22 (sector centro sur). La escasa extensión longitudinal de las transectas (limitadas por el veril de los 500 m), determinó que la distribución vertical de las variables medidas bajo los 150 m de profundidad estuviera representada, en la mayoría de los casos, por una sola estación.



La distribución vertical promedio de la densidad (**Fig. 67**) evidenció un patrón vertical similar al de la salinidad, con piconclinas situadas entre la superficie y los 120 m de profundidad en el sector norte, en tanto que el sector sur evidenció una leve profundización (160 m de profundidad). La escasa variabilidad entre las estaciones de muestreo (bajos valores de desviación estándar) reveló la ausencia de gradientes costa-océano en la mayoría de las transectas evaluadas.

La distribución vertical promedio de la concentración de oxígeno disuelto para cada una de las transectas se presenta en la **Figura 68**. La distribución vertical reveló un estrato superficial (<50 m) bien oxigenado (>6 ml l<sup>-1</sup>), con una oxiclina bien definida en todas las transectas situadas entre los 10 y los 120 m en la región norte, que experimentó una profundización progresiva hacia el sector sur, donde se situó finalmente entre los 80 y 200 m. Destaca las concentraciones mínimas de oxígeno entre los 200 y los 400 m de profundidad en gran parte de las estaciones evaluadas y un leve incremento de concentración hacia la máxima profundidad de muestreo, destacando la presencia de AESS y de las AIA, respectivamente.

La **Figura 69** muestra los perfiles verticales promedio de clorofila-a para cada una de las transectas realizadas, dando cuenta de la variabilidad intra-estaciones por transecta. En consistencia con lo ya descrito, los perfiles promedio una mayor variabilidad en los primeros 40 m de profundidad, destacando las transectas 5 y 18 con los más altos valores de clorofila-a de este estudio. De igual manera, se evidenció diferencias latitudinales en los valores de clorofila-a, detectándose mayores biomásas fitoplactónicas en el sector sur del área de estudio.

#### 5.5.1.6 Diagramas TS

El análisis de la relación entre temperatura y salinidad (diagramas T-S) se realizó agrupando las estaciones de muestreo para cada una de las zonas (1 a la 4) establecidas en este reporte y se presentan en la **Figura 70**.



Considerando las máximas profundidades de muestreo (500 metros), fue posible identificar en el estrato superficial (sobre los 100 m) la presencia de Aguas Subantárticas (ASAA) y aguas de mezcla entre las ASAA y aguas de origen continental principalmente en las zonas 3 y 4. Bajo los 150 m de profundidad se detectó la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y, hacia la máxima profundidad de muestreo (bajo los 400 m) se detectó Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

En la subzona norte, las ASAA presentaron niveles de 11,39 a 13,36°C para la temperatura y de 34,16 a 34,33 psu para la salinidad, en tanto las AEES presentaron un rango de salinidad entre los 34,60 y los 34,91 psu y una variación de temperatura entre los 10,96 y 12,68°C. En los estratos más profundos (bajo los 400 m), la presencia de las AIA se presentó de forma incipiente, revelando índices termosalinicos entre los 6,66 y los 6,91°C para la temperatura y entre los 34,42 y 34,53 psu para la salinidad.

Por su parte, la región centro-norte presentó un estrato superficial (entre 0 y 100 m) con leve dilución originada por el aporte de aguas continentales principalmente en el estrato superficial de las estaciones costeras, lo cual estableció un rango térmico entre los 11,59 y 13,00°C y una variación de salinidad entre los 32,77 y los 34,24 psu. Las AEES, por su parte, presentó índices de 10,65 – 11,80 °C para la temperatura y 34,56 – 34,78 psu para la salinidad. De manera similar al sector anterior, sólo se evidenció una incipiente presencia de las AIA hacia las máximas profundidades de muestreo, las que tuvieron un rango de temperatura de 6,46-7,1°C y de 34,42 – 34,49 psu de salinidad.

La subzona centro-sur, situada entre Constitución y la isla Mocha, se caracterizó por una fuerte modificación de las ASAA debido al aporte de aguas continentales, lo cual incrementó en rango de salinidad (31,11 y 34,31 psu), en tanto que las temperaturas variaron entre 10,57 y 12,34 °C. Las AEES mostraron índices termosalinicos de



34,28 – 34,56 psu y 9,82 – 11,25 °C para la salinidad y temperatura, respectivamente. Los índices termohalinos de las AIA en esta subzona fueron 5,59 – 6,34 °C para la temperatura y de 34,35 – 34,69 psu para la salinidad.

Por último, en la subzona sur del área de estudio, las ASAA presentaron una variación en temperatura entre los 9,64 y los 13,48 °C y salinidades entre los 31,00 y los 34,24 psu. El estrato superficial presenta a las ASAA modificadas por la mezcla con aguas continentales asociados a los principales ríos de la región. La exigua presencia de las AESS presentó una variación de salinidad entre 34,39 y 34,61 psu y un rango de temperatura entre los 9,11 y 9,64 °C. Por su parte, las AIA presentaron variaciones entre 6,0 y los 6,48 °C para la temperatura y entre los 34,33 y 34,41 psu para la salinidad.

Los valores característicos para las tres masas de agua descritas en este estudio son similares a los descritos anteriormente para la región (Branhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Silva & Sievers, 1981; Osses & Blanco, 1991, Núñez & Ortiz, 1998, 2000; Rojas & Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998; Núñez *et al.*, 2001; 2002). Las Aguas Subantárticas (ASAA) se encontraron presentes como tal en el estrato superficial (primeros 100 m) de casi toda el área de estudio, la que fue sensiblemente modificada en el sector centro-sur y sur debido al aporte de aguas continentales provenientes de los principales ríos de la región. Las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS), caracterizadas por la presencia de un máximo salino ( $< 34,6$  psu) y de baja concentración de oxígeno disuelto ( $< 1$  ml l<sup>-1</sup>), se distribuyeron verticalmente abarcando entre los 100 y 350 m en la subzona norte para ir disminuyendo su espesor hacia el sur. En las estaciones más “oceánicas” de los transectos, esto es, situadas sobre el talud continental, y bajo los 400 m de profundidad se detectó la presencia incipiente de Aguas Intermedias Antárticas (AIA), caracterizadas por temperaturas bajas pero un decremento de la salinidad y un incremento en la concentración de oxígeno disuelto.



### **5.5.1.7 Profundidad de la capa de mezcla (PCM) , base de la termoclina (PBT), temperatura base de la termoclina (TBT) y profundidad mínima de oxígeno (PMO)**

La profundidad de la capa de mezcla (PCM) presentó un amplio rango de variación, fluctuando entre los 5 y los 92 m, con un valor promedio de  $35,7 \pm 23,3$  m (n= 72 datos). La PCM (**Fig. 71a**) reveló, en general, un marcado gradiente lateral con PCM superiores a 40 m asociadas a las estaciones más oceánicas de los transectos. Al sur de los 35°S este gradiente lateral se incrementó notoriamente encontrándose los mayores valores de PCM (> 70 m) asociados al sector occidental de las transectas 18 y 19. Por el contrario, los sectores ubicados entre los 33°10' y los 34°10'S y en el extremo sur del área de prospección (al sur de los 40°S) no evidenciaron diferencias longitudinales significativas, quedando dominadas por las isolíneas de 20 y 30 m, respectivamente.

Por otra parte, la profundidad base de la termoclina (PBT) fluctuó entre los 11 y los 188 m, con un valor promedio de  $78,4 \pm 34,3$  m (n= 76 datos). La distribución espacial de la PBT presentó valores costeros centrados en los 60 m y, al igual que lo reseñado para la PCM, se observó un aumento progresivo de esta variable hacia las estaciones más oceánicas de los transectos. Magnitudes comparativamente mayores de PBT se encontraron vinculadas con el sector oceánico al sur de San Antonio los que superaron los 100 m de profundidad. Se detectó marcados gradientes laterales a partir de los 34°S, los que fueron particularmente intensos entre los 36° y los 38°S y, PBT costeras comparativamente más profundas (> 80 m) al sur de los 40°S (**Fig. 71b**).

La temperatura registrada en la profundidad base de la termoclina (TBT) presentó un valor promedio de  $11,165 \pm 0,661^{\circ}\text{C}$  (n= 76 datos), con una fluctuación entre los 9,615 y los 12,824°C. Su distribución horizontal mostró un gradiente latitudinal con



mayores temperaturas asociadas al extremo norte del área de estudio y la presencia de un gradiente longitudinal a partir de los 36°S. Al norte de los 30° S el área se encontró caracterizada por TBT de 12°C; en tanto que, TBT menores a 12°C dominaron la subzona entre los 30°-34°S; hacia el sur, en cambio se apreció un sector costero caracterizado por temperaturas de 11°C con un descenso de la TBT hacia las estaciones más oceánicas de los transectos. TBT inferiores a 10°C sólo estuvieron presentes en el sector sur-oriental del área prospectada (**Fig. 71c**).

La profundidad del mínimo de oxígeno (PMO) fluctuó entre los 58 y 273 m ( $117,3 \pm 41,3$  m; n= 41 datos). El patrón de distribución horizontal se caracterizó por un marcado gradiente longitudinal positivo al océano, donde la PMO se profundizó en toda el área prospectada. En el extremo norte, el sector costero presentó PMO menores a 80 m, mientras que al sur de los 30°S, la PMO se profundiza alcanzando valores superiores a 100 m de profundidad (**Fig. 71d**). Al sur de los 36°40'S la PMO se detectó en las estaciones más oceánicas de las transectas, con valores superiores a los 120 m. Desde los 40°40'S y hacia el extremo sur del área de estudio, no se detectaron aguas con concentraciones mínimas de oxígeno.

Los resultados descritos para las estructuras PCM y la PBT en este crucero exhiben un patrón de distribución espacial similar a lo reportado en cruceros de similar naturaleza para los años 1997, 1999, 2000 y 2001 (Núñez & Ortiz, 1998, Núñez & Ortiz, 2000, Núñez *et al.*, 2001 y Núñez *et al.*, 2002). El extremo norte, la PCM presentó valores similares a los descritos para los años 1997 y 2001, donde se encontraban centrados en los 40 m, con una amplia subzona centro-norte (1997 y 1999), dominada por la isolínea de 20 m. Al igual que los cruceros anteriores, se detectó un gradiente lateral más marcado, con valores de PCM mayores asociadas al sector oceánico y sur del área de estudio (entre los 37°-40°S); lo que parece ser un patrón recurrente en esta región.



Si bien la PBT siguió un patrón similar a lo reportado para estudios previos, esto es, la existencia de gradientes laterales y latitudinales; en este crucero, los máximos valores fueron similares a los descritos para los años 1997 y 1999, donde se superaron los 100 m de profundidad, especialmente en el extremo austral del área de estudio. El resto del área prospectada, evidenció un sector costero con valores similares a los descritos en estudio anteriores, pero inferiores a los reportados en 1997.

En síntesis, con la excepción de diferencias leves en el patrón de distribución espacial, tanto la PCM como la PBT exhibieron un incremento hacia la región oceánica (gradiente lateral) y hacia el sur (gradiente latitudinal), situación que parece ser coincidente con los resultados provenientes de otros cruceros de investigación realizados principalmente durante el otoño-invierno en el área de estudio (Osses & Blanco, 1991; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1997; Castro *et al.*, 1997; Núñez & Ortiz, 1999), y algunos de mesoescala desarrollados entre los 35 y 37° de latitud Sur (Núñez *et al.*, 1997).

## 5.5.2 Ictioplancton

### 5.5.2.1 Distribución espacial y abundancia de huevos y larvas de merluza común

El procesamiento y análisis de las 92 muestras colectadas permitió estimar la presencia de 68.890 huevos y 62.787 larvas, de los cuales 12.620 huevos (18,3%) y 1.812 larvas (2,9%) correspondieron a merluza común, lo que representó una frecuencia de 45,7% y 26,1% para cada una de las respectivas fases de desarrollo. El detalle del número de huevos y larvas correspondiente a la totalidad de las muestras procesadas se entrega en la **Tabla 32**. Con respecto al número de huevos, el invierno de 2002 presentó un incremento del 14,1%, en relación con



el invierno del 2001, constituyéndose en el segundo registro más importante de la serie 1993-2002 (**Tabla 33**).

Como ya se señaló, se reconoció la presencia de 12.620 huevos/10 m<sup>2</sup> de merluza común, con abundancias que fluctuaron entre 4 y 3.843 huevos/10m<sup>2</sup>, con un promedio de huevos por estación positiva de 300 (DS= 666), cifra 10,4% inferior respecto a la obtenida en invierno de 2001.

La distribución espacial del desove, de acuerdo a lo observado para la fase de huevos, señala que este se verificó desde el norte de punta Lobería (31°40'S) hasta punta Duhatao (42°00'S), y al igual que en el invierno de 2001, no se consignan registros positivos en el extremo norte de la subzona de estudio, es decir, entre punta Zorros (29°10'S) y punta Vana (31°10'S); situación que también se da en la transecta realizada al norte de punta Morquilla (37°40'S) y frente a punta Capitanes (41°10'S) (**Fig. 72**). No obstante lo anterior, la mayor frecuencia de registros positivos (n= 25) se verificó en la franja de estaciones comprendida entre la costa y las 13 mn, subzona que albergó a más del 83,8% del total de huevos de la especie, constatándose además que los niveles de abundancia de esta fase de desarrollo presenta una tendencia decreciente en sentido norte-sur.

En relación a los focos de desove cuantitativamente importantes (> 2000 huevos) destacan claramente los ubicados frente a punta Maintencillo (32°40'S) donde se localizó la estación mas importante (3843 huevos), cuyas abundancias representaron mas del 46% del total de huevos de merluza común. De menor cuantía pero también importantes resultaron ser los focos observados frente a rada Quintay, punta Boyeruca, Cabo Carranza y punta Achira, con abundancias promedio comprendidas entre 208 y 635 huevos. El resto de las estaciones positivas, excluyendo los focos ya señalados, presentan densidades menores las que fluctuaron entre 4 y 443 huevos/10m<sup>2</sup>.



Las fases larvarias se presentaron en un total de 24 estaciones con una abundancia total de 1.812 especímenes/10m<sup>2</sup>. Respecto a las densidades larvarias, éstas fluctuaron entre 5 y 505, con una densidad promedio igual a 20 larvas por estaciones totales. La media de larvas por estación positiva alcanzó a 76 (DS= 117,67), cifra 42,4% menor respecto a la obtenida en invierno de 2001.

El patrón de distribución espacial de las larvas de merluza común, señala que éstas ocuparon un rango latitudinal menor respecto de la fase de huevos, el cual se extendió desde el norte de punta Lobería hasta punta Rocura (39°40'S), no consignándose registros positivos entre punta Zorros (29°10'S) y punta Vana (31°10'S); situación que también se da en las transectas efectuadas frente a punta Boyeruca (34°40'S), norte de punta Morguilla (37°40'S) y puerto Saavedra (38°40'S), respectivamente y en el extremo sur de la zona explorada, es decir, entre caleta Lameguapi (40°10'S) y punta Duataho ( **Fig. 73**).

La mayor frecuencia de registros positivos se verifica al igual que para el estadio de huevos, en la franja de estaciones comprendida entre la costa y las 13 mn, subzona que alberga a más del 83% del total de larvas censadas durante el crucero, observándose la misma tendencia decreciente en sentido norte-sur en sus niveles de abundancia.

Las áreas de desove más significativas se corresponden en general con las descritas para el estadio de huevos, registrándose dos focos cuantitativamente importantes (>340 larvas/10m<sup>2</sup>) los que se localizaron a 7 mn frente a punta Maintencillo y a 2 mn al oeste de rada Quintay, respectivamente. Focos de menor relevancia cuantitativa y cuyas abundancias promedio fueron superiores a 50 larvas/10m<sup>2</sup>, se observaron al norte de Constitución, frente a punta Achira y entre el río Toltén y punta Rocura. La estación con la mayor densidad larvaria (505 especímenes) se localizó a 7 mn de punta Maintencillo.



En relación al número de larvas, el invierno de 2002 presentó respecto al crucero de invierno precedente una importante disminución la que se traduce en una tasa de cambio negativa igual a 40,3%, constituyéndose el presente invierno en el cuarto registro más importante de la serie analizada.

Los niveles de abundancia del ictioplancton de merluza común analizados a través de los diferentes índices utilizados, señalan respecto a cruceros precedentes una situación distinta para ambas fases de desarrollo. Es así como el estadio de huevos incrementa levemente su cobertura geográfica en un 8,7% respecto al año 2001, mientras que las fases larvarias disminuyen en un 42,8%. De la misma manera, la constancia, utilizada como un índice de la intensidad del desove, señala para la fase de huevos un importante incremento igual a 21,7%, exhibiendo las larvas una mínima disminución igual a -0,19% (**Tabla 33**). Por otra parte, la presencia de huevos y larvas evidenció dos grandes centros de desove los que concuerdan con lo reportado por Bernal *et al.*, (1997), los que se localizaron entre Papudo (32°30'S) y San Antonio con abundancias muy significativas y el segundo entre Constitución y San Vicente con abundancias de menor relevancia cuantitativa, exhibiendo los huevos una distribución latitudinal más extensa llegando por el sur hasta la isla de Chiloé (42°00'S).

#### **5.5.2.2 Distribución batimétrica de huevos y larvas de merluza común**

Durante el crucero se obtuvieron muestras estratificadas nocturnas de zooplancton en los niveles de 75-0, 150-75 y 200-150 m de profundidad, entregándose en la **Tabla 34** el detalle del número de observaciones, la abundancia numérica y porcentual de huevos y larvas de merluza común referido a cada uno de los diferentes estratos de profundidad.



En términos generales y como se aprecia en la **Figura 74**, los huevos de merluza común fueron encontrados en los dos estratos superiores (150-75, 75-0 m), no registrándose su presencia en el nivel 200-150 m. Con respecto a los niveles de abundancia, estos fueron significativamente mayores en el estrato 75-0 m (188 huevos/10 m<sup>2</sup>) con respecto al estrato 150-75 (188 huevos/10 m<sup>2</sup>). Por su parte las larvas se distribuyeron mayoritariamente en el estrato 75-0 m, donde se registró el 76,4% de las larvas y una densidad promedio de 149 larvas/10 m<sup>2</sup>, valor que disminuye a 69 larvas/10 m<sup>2</sup> en el estrato de 150-75 m (**Fig. 75**).

Respecto al total de estaciones estratificadas (n=27), los huevos y larvas de merluza se reconocieron en 10 y 4 estaciones, respectivamente con abundancias iguales a 1950 huevos y 584 larvas. La distribución espacial de ambos estadíos fue similar para la subzona comprendida entre caleta Oscuro y San Antonio, observándose en ella las mayores densidades. La fase de huevos es nuevamente reconocida en el extremo austral de la zona explorada y específicamente entre Puerto Saavedra y las inmediaciones de bahía San Pedro.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Cass-Calay (1997) para larvas de *Merluccius productus*, donde las mayores abundancias fueron observadas en el estrato 25-100m, siendo el centro de esta distribución vertical el nivel de 50m. De la misma manera, Vargas y Castro (2001) estiman que el desove de *M. gayi*, se verifica sobre la plataforma continental y preferentemente en el estrato de 40m.

### 5.5.2.3 Biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica total como medida estimativa de la productividad secundaria de la subzona de estudio, presentó valores extremos comprendidos entre 40 y 771 ml de zooplancton/1000m<sup>3</sup> de agua filtrada, con un promedio general para la zona igual a 189 (DS= 142,1) predominando los valores comprendidos en



los rangos de densidad categorizados entre 101-300 y 34-100 ml/1000m<sup>3</sup> los cuales representaron el 53,3% y 30,4%, respectivamente. El 16,3% restante se categorizó dentro del rango 301-900 ml de zooplancton (**Tabla 35; Fig. 76a**).

El patrón de distribución espacial de la biomasa señala que el rango 101-300 se presentó prácticamente en todo el rango latitudinal de la zona explorada, distribución que fue interrumpida por bajas biomásas frente a Coquimbo y por focos de abundancias mayores (301-900) entre Papudo y San Antonio, frente a punta Nugurne y bahía San Pedro, respectivamente, exhibiendo sus valores promedio una leve tendencia creciente en sentido norte-sur (**Figs. 76b y 77g**), disminuyendo además desde la costa hacia el sector más oceánico de la zona de estudio, especialmente en el sector comprendido entre Punta Nugurne y el extremo austral de la zona de estudio (**Fig. 76c y 77g**).

Las áreas donde se registraron las mayores biomásas promedio (>250 ml de zooplancton) correspondieron a las observadas al norte de punta Lobería (31°40'S), rada Quintay (33°10'S), desde el norte de Constitución hasta punta Achira (36°10'S), frente a punta Llesquehue y punta Capitanes, respectivamente.

Con respecto a la constitución de las muestras, cabe señalar que el elemento predominante correspondió al mesozooplancton y particularmente al grupo de los copépodos, eufáusidos y quetognatos, observando también la presencia de apendicularias. En términos generales, la biomasa promedio presenta con respecto al invierno de 2001, una disminución en sus niveles de abundancia del orden del 18,5% (**Tabla 35**).

Estos resultados discrepan en lo referente a la distribución espacial de la biomasa respecto a lo reportado por Rojas *et al.* (1983) y Rojas y Mujica (1981), quienes señalan para similar zona de estudio, las máximas abundancias estimadas para el



invierno de 1980 y 1981 fueron observadas entre Talcahuano ( $36^{\circ}40'S$ ) y Valdivia ( $39^{\circ}50'S$ ) con máximos en las inmediaciones de isla Mocha ( $38^{\circ}30'S$ ), subzona que en esta oportunidad exhibió los más bajos valores de biomasa promedio.

#### 5.5.2.4 Biomasa zooplanctónica con respecto a la profundidad

El análisis de la biomasa zooplanctónica total a diferentes estratos de profundidad exhibió valores extremos de 6 y 750 ml de zooplancton/1.000 m<sup>3</sup>, con un promedio general de 189. Los estratos analizados correspondieron a los mencionados anteriormente, obteniéndose registros entre 75/0m en todas las estaciones estratificadas, 24 en el nivel 150/75 y 11 en el estrato más profundo, es decir, 200/150m.

No obstante el amplio rango de variación en los valores de biomasa, cabe señalar que el estrato 75/0 m presento rangos que fluctuaron entre 50 y 750 ml, con un promedio igual a 218 (DS= 130), localizándose ambos valores extremos frente a punta Capitanes y al norte de Constitución, respectivamente (**Fig. 78a**). En este estrato de profundidad predominaron los valores categorizados dentro del rango de densidades comprendido entre 101 y 300 ml los cuales representaron el 70,4%. De menor relevancia resultaron los rangos de densidad 34-100 y 301-900 con porcentajes iguales a 18,5% y 11,1%, respectivamente.

El estrato 150/75 estuvo presente en 24 de las 27 estaciones muestreadas, con biomazas comprendidas entre 13 y 129 ml de zooplancton/1000m<sup>3</sup>, con un promedio general para este nivel igual a 60 (DS=25), localizándose éstos frente a rada Quintay y al norte de puerto Saavedra, observándose una clara predominancia de la categoría de densidad comprendida entre 34-100 la cual representa el 87,5% del total para el estrato. El resto de los valores correspondieron a la categoría 101-300 y 0-33 las que representaron el 8,3% y 4,1%, respectivamente.



Finalmente el estrato de mayor profundidad, 200/150 m, fue el de menor representación con un total de 11 registros, fluctuando éstos entre 6 y 111 ml, con un promedio de 52 ml (DS=36) predominando la categoría 34-100 ml la cual se presentó en el 45,4% de las muestras. Los valores extremos para este estrato se localizaron frente a bahía Guanaquero y al sur de punta Topocalma, respectivamente.

La **Figura 78b**, muestra la distribución por estrato de la biomasa zooplanctónica total, apreciándose que al igual que lo reportado para las fases de desarrollo de merluza común el estrato más importante en términos de productividad secundaria para la zona de estudio correspondió al nivel 75/0 ml con un volumen promedio igual a 218 ml de zooplancton /1.000 m<sup>3</sup>.

#### **5.5.2.5 Índices de abundancia de huevos y larvas de merluza común**

Se estimó sobre la base de toda la información histórica del proyecto y para ambas fases de desarrollo el índice de abundancia propuesto por Smith y Richardson (1979), con el fin de obtener indicadores independientes para la calibración del modelo de evaluación indirecta del stock de merluza común.

Con respecto al índice de abundancia de huevos y larvas de merluza común (**Fig. 79, Tablas 36 y 37**), las más altas estimaciones se obtuvieron en invierno de 1993 y 1997 y los más bajos se han registrado durante los años 2001 y 2002 para el estadio de huevos y 1995 y 1999 para las fases larvarias. Para los inviernos de 1999, 2000, 2001 y 2002 el índice de huevos se ha mantenido prácticamente constante fluctuando entre 2,55 y 1,81, situación que también se observa en la fase larvaria.



### 5.5.3 Relación entre el recurso merluza común y las variables físicas

#### 5.5.3.1 Rangos ambientales y distribución espacial de merluza común

Considerando el total del área de estudio, la disposición vertical del recurso (**Fig. 80**) reveló un mayor porcentaje de estaciones con merluza común asociada a los estratos de 51-100 m (22%), al estrato entre 101-150 m (33%) y al estrato entre 151-200 m (16%). El resto de los estratos de profundidad presentó ocurrencias menores al 10%, destacando la ausencia de recurso en los primeros 50 m de la columna de agua y bajo los 400 m de profundidad (menos de 1%). Este rango batimétrico en que se encontró el recurso es muy similar al reportado para el período 1997-2001, como se muestra en la **Figura 80**, destacando los mayores porcentajes de ocurrencia en el estrato entre los 100 y 200 m de profundidad.

La disposición vertical de merluza común presentó también diferencias notables entre las diferentes zonas operacionales evaluadas durante el estudio, coincidiendo con las diferencias batimétricas (extensión de la plataforma continental) detectadas en el área prospectada, donde se reporta una plataforma muy estrecha, que no sobrepasa las 10 mn, al norte de los 35°S (subzonas 1 y 2) y plataformas más extensas al sur de esa latitud. De esta manera, el sector norte del área de estudio (subzona 1) evidenció casi un 65% de la densidad de merluza común vinculada con un estrato más profundo, entre los 250 y 400 m de profundidad, en tanto que el sector sur (subzona 4) presentó densidades situadas sobre la plataforma continental, entre los 100 y 200 m de profundidad, alcanzando casi un 80% de ocurrencia (**Fig. 80**).

Lo anterior, revela que durante el crucero, el recurso merluza común se encontró mayormente asociado a aguas frías, de alta salinidad y baja concentración de oxígeno disuelto, caracterizando un hábitat dominado por la presencia de Aguas



Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), lo que queda de manifiesto al analizar las **Figuras 81 y 82**, donde el mayor porcentaje de las estaciones con presencia de merluza común estuvieron vinculadas a temperaturas ambientales entre 10 y 12 °C (73%), a salinidades entre 34,6 y 34,8 psu (68%) y concentraciones de oxígeno disuelto menores a 2 ml l<sup>-1</sup> (84%). Este vínculo con AESS fue particularmente válido para la región norte del área de estudio (subzona 1), concordando con la distribución más profunda del recurso en este sector y con la estrecha plataforma continental; en tanto que, por el contrario, el sector sur del área prospectada (subzona 4), evidenció condiciones ambientales relacionadas con aguas de mezcla entre las AESS y las Aguas Subantárticas (ASAA), de mayor temperatura, menor salinidad (63% entre 33,8 y 34,0 psu) y mayor contenido de oxígeno disuelto (65% de ocurrencia asociado a valores superiores a 5 ml l<sup>-1</sup>), coincidiendo con la disposición del recurso sobre la plataforma continental en este sector.

El análisis de las variables medidas en superficie (5 m) y medidas a la profundidad media de distribución del recurso en la columna de agua, para todas las estaciones de muestreo (**Tabla 38**), permite sostener que el recurso se encontraba en aguas con: a) temperaturas que fluctuaron en promedio entre los  $10,2 \pm 0,80$  (subzona 1) y los  $11,1 \pm 0,69$  °C (subzona 2), b) salinidades promedio entre los  $34,31 \pm 0,24$  (subzona 4) y los  $34,72 \pm 0,04$  psu (subzona 1) y, c) en aguas con concentraciones de oxígeno disuelto promedio que variaron entre los  $0,38 \pm 0,12$  (subzona 1) y los  $2,96 \pm 7,74$  ml l<sup>-1</sup> (subzona 4), siendo similares a los rangos descritos para el año 2001. Estos rangos ambientales, proporcionados por las variables medidas a la profundidad media de disposición de los cardúmenes de merluza común, permiten corroborar que el recurso se encontró vinculado a la dominancia de aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en gran parte del área de estudio, principalmente al norte de los 35°S, hecho que sugiere la incursión de manera habitual del recurso en aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto, alternando



con aguas más oxigenadas detectadas entre los 50 y 150 m de profundidad (Aguas Superficiales Subantárticas).

La relación entre la densidad de merluza común y la profundidad de ecosonda, la profundidad media del cardumen, la profundidad de la capa de mezcla, la profundidad base de la termoclina, y la profundidad de la mínima de oxígeno se presenta en la **Tabla 39**. De los resultados de este análisis exploratorio considerando todas las estaciones de muestreo en el área de estudio, no emerge ninguna relación entre la disposición vertical del recurso merluza común y las estructuras verticales ensayadas (coeficientes de correlación inferiores a 0,25 y no significativos,  $p > 0,2$ ). No obstante, se evidenció un coeficiente de correlación alto ( $r=0,877$ ) y significativo ( $p=0,000$ ) con la profundidad de ecosonda, confirmando la asociación del recurso con un hábitat de fondo, siendo su disposición vertical influenciada por la profundidad del fondo en el área de estudio.

Paralelamente, con el propósito de indagar sobre las relaciones existentes entre la densidad de merluza común ( $\text{ton mn}^{-2}$ ) y las variables ambientales medidas, se realizó un análisis de correlación múltiple (Zar, 1984), incorporando las variables temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ) y temperatura a la profundidad promedio del cardumen, salinidad superficial (psu) y salinidad a la profundidad promedio del cardumen, densidad ( $\sigma\text{-t}$ ) y densidad a la profundidad promedio del cardumen, oxígeno disuelto superficial ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y oxígeno disuelto a la profundidad promedio del cardumen, concentración de clorofila-a superficial e integrada en una columna de agua de 50 m, profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, temperatura en la base de la termoclina, profundidad del mínimo de oxígeno y profundidad de ecosonda en cada estación de muestreo.

El análisis de estas relaciones reveló ausencia de correlación y de significancia estadística entre la densidad de merluza común y: a) las variables oceanográficas



reportadas a nivel superficial, b) las estructuras oceanográficas verticales calculadas para el área de estudio (i.e., profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, profundidad del mínimo de oxígeno) y las variables asociadas a la estimación de la biomasa fitoplanctónica (clorofila-a y clorofila-a integrada) (**Tabla 40**). Por el contrario, los mayores coeficientes de correlación fueron detectados para las variables medidas a la profundidad media de ubicación del recurso, que resultaron ser significativos ( $p < 0,1$ ) para la temperatura y salinidad. En el caso de la concentración de oxígeno, el coeficiente de correlación fue moderado ( $r = 0,33$ ), quedando en el límite de significancia ( $p = 0,118$ ).

Por otra parte, es de destacar las relaciones entre la profundidad media de localización del recurso y algunas variables ambientales, que mostraron coeficientes de correlación altos y significativos, principalmente las variables oceanográficas medidas a la profundidad media de distribución del recurso, a saber, temperatura ( $r = -0,74$ ,  $p < 0,05$ ); densidad ( $r = 0,86$ ,  $p < 0,05$ ), la profundidad de ecosonda ( $r = 0,88$ ,  $p < 0,05$ ) y la profundidad base de la termoclina ( $r = 0,46$ ,  $p < 0,05$ ).

La relativa falta de correlación entre la densidad de merluza común (y su disposición batimétrica) con las variables ambientales medidas, parece ser explicable al considerar la gran extensión, tanto latitudinal como batimétrica de merluza común durante el presente crucero, lo que implica el reconocer que el recurso se distribuyó verticalmente en ambientes distintos, con condiciones oceanográficas variables; lo que explicaría la ausencia de correlaciones significativas entre el recurso y su entorno ambiental. Lo anterior es confirmado por los gráficos bivariados entre la distribución de la densidad de merluza común y de la profundidad media del cardumen, respecto a las variables ambientales medidas, a la variación latitudinal y a las diferentes estructuras oceanográficas verticales calculadas para el área de estudio, evidenciando que, si bien una gran parte de la densidad de merluza común se encontró asociada al rango batimétrico dominado por las AESS, una fracción se



reportó vinculado con las ASAA, dominantes sobre la plataforma continental, especialmente en el sector sur. Estos resultados, son similares a los reseñados en algunos estudios anteriores, donde se resalta la absoluta falta de correlación entre la abundancia de recursos pelágicos y/o demersales y variables oceanográficas (Serra *et al.*, 1994; Quiñones *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 2001).

### 5.5.3.2 Modelos aditivos generalizados

La densidad acústica de merluza común fue transformada usando logaritmo neperiano, distribuyéndose aproximadamente normal, como la mayoría de las variables utilizadas excepto el oxígeno que sigue una distribución asimétrica (**Fig. 82**).

Se analizaron relaciones entre la densidad de merluza común y una o más variables ambientales (e.g. temperatura, salinidad, oxígeno y densidad) en presencia de una o más variables relacionadas con el espacio físico (e.g. latitud, longitud, profundidad de la agregación) en cada año en particular. El análisis, de carácter exploratorio, consideró la asociación no paramétrica entre las variables utilizando suavizadores “loess” con una ventana “span” = 0,8 y “grado” = 1.

Debido a que la densidad acústica de merluza común fue valorada en el espacio, primero se analizó las variables de posición latitud y profundidad (Modelo 0), incorporando luego la longitud geográfica (Modelo 1), y luego una ó dos variables ambientales (**Tabla 41**).

La significancia estadística de cada variable incorporada en los modelos se evaluó con test “F” (**Tabla 42**), observándose que el Modelo 1 que incluye las variables de posición latitud, longitud y profundidad media resultó ser mejor que el Modelo 0 en reducir la Deviance. Por lo tanto, el Modelo 1 se considera aquí como modelo



básico contra el cual se compara el resto de los modelos que incluyen una variable ambiental.

En el Modelo 1 se identifica un patrón a través de los años, que indica una cierta relación no-lineal con la latitud en que la densidad de merluza común disminuye al sur de los 36° S aproximadamente (**Fig. 83**). En el 2000 y 2002 el Modelo 1 no es mejor que el Modelo 0, básicamente porque en esos años la longitud geográfica no está relacionada con la densidad de merluza común.

El Modelo 2, que incluye la temperatura, fue mejor que el Modelo 1 en todos los años, excepto en el 2002. La relación con la temperatura ha cambiado a través de los años (**Fig. 84**). En 1997, la densidad de merluza común se relacionó lineal y positivamente con la temperatura. En 1999, ocurre una relación tipo rampa que indica una relación lineal y positiva hasta los 10°C y sin relación después de esa temperatura. En el 2000, ocurre una relación tipo rampa inversa al caso de 1999; esto es, con una relación lineal negativa después de los 10 °C. En el 2001, hay una relación no lineal del tipo parabólica con la mayor densidad de merluza común entre 10 y 11 °C. En el 2002, aunque se identifica una relación lineal negativa con la temperatura, ésta relación no es significativa.

Para el periodo total, la relación entre la densidad de merluza común y la temperatura no es muy clara a pesar de ser significativa, lo que se interpreta es producto de los cambios interanuales en las relaciones encontradas.

Los modelos con otras variables ambientales no fueron mejor que el Modelo 1. Por ejemplo el Modelo 3 que incluye la salinidad fue significativa solamente en el año 2000. El Modelo 4 que incorpora el oxígeno disuelto solamente tiene un efecto significativo en el 2001 y 2002. Mientras que el Modelo 5 que considera la densidad del agua de mar fue mejor que el Modelo 1 en el 2000 y 2001.



En el 2002, a pesar de que el Modelo 4 es mejor que el Modelo 1 en términos de reducir la Deviance, se debe recordar que el Modelo 1 no fue mejor que el Modelo 0 (**Tabla 42**).

A pesar que los estudios empíricos que buscan correlaciones entre la densidad de peces y las variables físicas del ambiente no pueden revelar los mecanismos que determinan que en determinado lugar ocurra una cierta densidad de peces, son de utilidad para analizar patrones recurrentes. En este sentido, la técnica estadística utilizada para hacer emerger dicho patrones debe ser lo suficientemente robusta para detectar respuestas no lineales de la densidad ante variaciones en las condiciones ambientales. Esta es precisamente la ventaja de los modelos aditivos generalizados.

Considerando los modelos GAM identificados en este estudio, uno de los principales resultados fue la relación entre la densidad de merluza común y la temperatura del mar a la profundidad de las agregaciones. Esta relación, sin embargo, presenta deriva interanual en el sentido que en cada año en particular fue posible identificar una relación diferente. En consecuencia, no es posible establecer si la temperatura a la profundidad de las agregaciones es una variable causal de la distribución o de la densidad.

### **5.5.3.3 Análisis de rangos ambientales para merluza común**

La identificación de asociaciones entre peces y rangos particulares de condiciones ambientales es el primer paso para incorporar los efectos de la variabilidad ambiental en el análisis de cruceros de abundancia (Perry & Smith, 1994; Harrison & Parsons, 2000). En el ambiente marino, el enfoque más común ha sido determinar asociaciones ambientales en forma empírica, usando información de campo.



Los resultados del análisis de correlación entre la abundancia de merluza común y las variables oceanográficas medidas revelaron, en general, coeficientes bajos y no significativos. Por tal motivo, se intentó indagar sobre la existencia de rangos de distribución preferenciales del recurso sobre una variable ambiental determinada. Lo anterior se realizó, en este caso, por medio de la metodología propuesta inicialmente por D'Amours (1993), y re-analizada por Perry & Smith (1994) y Perry *et al.* (1994), quienes propusieron un método estadístico para la identificación de asociaciones entre la distribución de recursos marinos y las condiciones del hábitat (condiciones ambientales).

Las variables ambientales a contrastar en esta oportunidad fueron la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, variables físicas y químicas que pueden afectar la distribución espacial y temporal de los peces (Kramer, 1987; Laevastu & Hayes, 1991), además de la profundidad media de disposición vertical de los cardúmenes en el área de estudio.

Debido a que el área de prospección presentó gradientes ambientales importantes, tanto latitudinalmente como en profundidad, el análisis de asociación entre el recurso y su entorno ambiental se realizó para toda el área prospectada y, asimismo, considerando por una parte, dos zonas con batimetrías distintas, a saber, subzona norte (al norte de los 35°S) y subzona sur (al sur de los 35°S) y, por otra, considerando la distribución del recurso en dos estratos principales, entre los 50 y 250 m y, entre los 250 y los 400 m de profundidad.

- **Análisis espacial latitudinal (por subzonas de estudio)**

La **Figura 85** muestra las funciones de distribución acumulativas empíricas para la variable temperatura ( $f(t)$ ) y las funciones de distribución acumulativas empíricas para el producto entre la variable temperatura y la densidad de merluza común ( $g(t)$ ).



Al considerar toda el área de prospección, la comparación entre ambas curvas reveló una evolución similar entre las curvas  $f(t)$  y  $g(t)$ , esto es, una distribución aleatoria del recurso respecto de las variables ambientales ensayadas, verificándose escasas diferencias máximas ( $s$ ) entre las dos curvas de frecuencia acumulada y ausencia de diferencias significativas para las variables ensayadas determinadas a la profundidad media de los cardúmenes, esto es, temperatura ( $s= 0,091$ ;  $p=0,722$ ), salinidad ( $s=0,095$ ;  $p=0,673$ ), oxígeno disuelto ( $s=0,474$ ;  $p=0,121$ ) y profundidad media del cardumen ( $s=0,288$ ;  $p=0,323$ ). Lo anterior encuentra una base de explicación en las importantes diferencias latitudinales en el rango batimétrico y en la disposición vertical de los cardúmenes a lo largo de toda el área de estudio (extensión de casi 13 grados de latitud), detectándose cardúmenes más profundos en la región norte del área de estudio (al norte de los  $35^{\circ}\text{S}$ ) y más someros, sobre la plataforma continental, en la región sur, por lo que al analizar el área de estudio en su totalidad no emergen relaciones claras en el análisis de rangos ambientales.

De estas variables, la concentración de oxígeno disuelto, aunque sus curvas  $f(t)$  y  $g(t)$  las curvas no presentaron diferencias estadísticamente significativas, se verificó una distancia máxima significativamente mayor que el resto de las variables ensayadas ( $s=0,474$ ), para un rango entre los 2,7 y 5,3  $\text{ml l}^{-1}$ .

Las diferencias en la batimetría y en la disposición vertical de los cardúmenes, que conlleva variabilidad en los valores de las variables ambientales que caracterizan el hábitat del recurso en el área de estudio, permitió dividir la región en dos zonas, una situada en el sector norte (al norte de los  $35^{\circ}\text{S}$ ) y otra en el sector sur (al sur de los  $35^{\circ}\text{S}$ ). El análisis de curvas de frecuencia acumuladas empíricas realizadas para las variables determinadas en estas dos zonas en forma independiente, se presentan en la **Figura 86**.

Para el sector norte, ninguna de las variables ensayadas evidenció curvas significativamente distintas ( $p>0,05$ ), presentando para la temperatura una distancia máxima



$s=0,162$  ( $p=0,452$ ), para la salinidad  $s=0,195$  ( $p=0,233$ ), para la concentración de oxígeno disuelto  $s=0,3504$  ( $p=0,39$ ) y para la profundidad media del cardúmen  $s=0,323$  ( $p=0,339$ ). El sector sur, vinculado con una plataforma continental significativamente más amplia y una distribución más somera de los cardúmenes de merluza común, evidenció curvas  $f(t)$  y  $g(t)$  significativamente diferentes para la concentración de oxígeno disuelto, con una distancia máxima  $s=0,566$  ( $p>0,05$ ), verificando una preferencia por concentraciones de oxígeno disuelto entre 2,7 y 5,3  $\text{ml l}^{-1}$ .

- **Análisis batimétrico**

Al analizar la información en relación a los estratos de profundidad, se observó una distribución diferencial, con observaciones enmarcadas entre los 50 y 250 m de profundidad y, otras de más de 250 m. Lo anterior permitió segregar la información total en dos estratos de profundidad coherentes con la distribución batimétrica de los cardúmenes de merluza común, esto es, un estrato entre los 50 y 250 m y otro estrato entre los 250 y los 400 m de profundidad. Este análisis se realizó independientemente para los sectores norte y sur, considerando la segregación de datos realizada para las variaciones latitudinales.

En el sector norte del área de estudio (al norte de los 35 °S), el análisis del estrato superficial (50 – 250 m) reveló funciones de distribución acumulativas empíricas similares (ausencia de diferencias estadísticamente significativas) entre las variables ambientales ensayadas ( $f(t)$ ) y las ponderadas por la densidad de merluza común ( $g(t)$ ), lo que denota una distribución aleatoria del recurso respecto de su hábitat en el sector norte del área de estudio, a excepción de la variable temperatura ( $s=0,41$ ;  $p=0,036$ ), en donde cerca del 40% de la población estuvo asociado a temperaturas de 11,4 °C. Para la salinidad se obtuvo un  $s=0,2547$ ;  $p=0,429$ ), oxígeno disuelto ( $s=0,32$ ;  $p=0,47$ ) y profundidad media del cardúmen ( $s=0,3035$ ;  $p=0,4095$ ) (**Fig. 87**).



En tanto, el análisis realizado para la distribución más profunda del cardumen (entre los 250 y 400 m), reveló una asociación con temperaturas frías (11,08-11,3) aunque esta relación fue levemente no significativa ( $s=0,2439$ ;  $p=0,122$ ). Para el caso de las variables salinidad y profundidad media del cardumen se verificó similares funciones de distribución acumulativas, esto es, ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las curvas  $f(t)$  y  $g(t)$ , con una distancia máxima  $s=1815$  ( $p=0,345$ ) para la salinidad y  $s=0,0864$  ( $p=0,977$ ) para la profundidad media del cardumen. Por el contrario, la distribución de merluza común se relacionó significativamente con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, prefiriendo ambientes con concentraciones centradas en los  $0,39 \text{ ml l}^{-1}$ , luego de verificarse la existencia de diferencias significativas entre las curvas  $f(t)$  y  $g(t)$  para esta variable ambiental ( $s=0,4487$ ;  $p=0,022$ ) (**Fig. 87**).

El sector sur del área de estudio (al sur de los  $35^{\circ}\text{S}$ ) presentó sólo dos cardúmenes dispuestos bajo los 250 m de profundidad, lo que impidió segregar el análisis por profundidad en el sector sur. En este contexto, el análisis realizado para el estrato superficial (50 – 250 m) del sector sur, es similar al reseñado para todos los datos (ver **Fig. 86** panel inferior).

En síntesis, el análisis sobre preferencia de rangos ambientales asociados a la distribución de merluza común en el área y período de estudio, evidenció un hábitat caracterizado por aguas frías, salinas y concentraciones bajas de oxígeno disuelto, evidenciando una estadía casi permanente en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. Lo anterior se expresó de mejor manera en el sector norte del área de estudio, sector caracterizado por una plataforma continental muy estrecha y una consecuente distribución más profunda de gran parte de los cardúmenes observados (sobre el talud continental). Por el contrario, el sector sur del área de estudio, de mucho más extensa plataforma continental, verificó gran parte de los cardúmenes vinculados con estratos más someros, evidenciados por ambientes más oxigenados y menos salinos.



- **Análisis período 1997-2002**

Con el propósito de conocer de variaciones interanuales, para el período 1997-2002, en el análisis de preferencia de rangos ambientales de merluza común en el área de estudio, se realizó un análisis similar para los años 1997, 1999, 2000 y 2001 los que se contrastaron con los resultados provenientes del presente crucero (**Figs. 88 y 89**).

Considerando todos los datos registrados durante 1997, las funciones de distribución acumulativas para la variable ambiental  $f(t)$  y la variable ambiental ponderada por la densidad de merluza común  $g(t)$  mostraron una evolución diferencial de las curvas, denotando una distribución preferencial (no aleatoria) del recurso por rangos térmicos, salinos y batimétricos, esto es, preferencia por aguas con temperatura centrada en los 11,6 °C ( $s=0,1551$ ;  $p=0,095$ ), salinidad de 34,474 psu ( $s=0,200$ ;  $p=0,007$ ) y un rango de profundidad media del cardumen entre los 201 y 210 m ( $s=0,346$ ;  $p=0,005$ ). Sólo la concentración de oxígeno disuelto presentó ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambas funciones ( $s=0,2833$ ;  $p=0,909$ ), denotando una distribución aleatoria del recurso respecto en relación a esta variable ambiental.

Una situación muy similar ocurrió para el resto de los años ensayados, los que evidenciaron un grado de preferencia ambiental por temperaturas entre 10,2 y 10,8°C, salinidades entre 34,48 y 34,60 psu (aunque en 1999 el valor  $p$  sólo fue de 0,107) y profundidades medias de los cardúmenes fluctuando entre los 203 y los 237 m (ver tablas asociadas a las **Figuras 88 y 89, Tabla 43**). De igual manera a lo reportado para el año 2002, entre 1997 y 2001 la variable ambiental oxígeno disuelto tampoco evidenció diferencias significativas entre ambas funciones ( $f(t)$  y  $g(t)$ ), evidenciando un comportamiento aleatorio respecto de esta variable ambiental, lo que probablemente sea debido a las diferencias en la concentración



de oxígeno disuelto al analizar todos los datos (ver tablas asociadas a las **Figuras 88 y 89; Tabla 44**), reportándose diferencias para los cardúmenes distribuidos en el sector norte y sur del área de estudio.

Un análisis similar realizado para el período 1997-2002, considerando en forma independiente los sectores situados al norte y sur de la latitud 35°S, que evidenciaron fuertes diferencias batimétricas, confirma lo expuesto en el párrafo anterior, esto es, hábitat caracterizados por ambientes más fríos, salinos y pobres en oxígeno disuelto vinculados con la región norte del área de estudio y, por el contrario, ambientes menos salinos y más oxigenados vinculados con lo reportado para el sector sur, donde gran parte de los cardúmenes se sitúan sobre la amplia plataforma continental presente en este sector (ver tablas asociadas a las **Figuras 88 y 89; Tabla 44**)

## **5.6 Objetivo específico 6. Caracterizar y analizar las agregaciones de merluza común**

Se procesó y analizó un total de 777 agregaciones mediante el programa Echoview, correspondientes a merluza común, información extraída de las transectas de prospección acústica y de los lances de pesca.

Se aplicó un análisis de componentes principales para establecer y jerarquizar las variables individuales o agrupadas que permitan diferenciar o caracterizar las agregaciones de estas especies.

### **5.6.1 Resultados análisis de componentes principales**

El resumen de la información de cada descriptor o variable original se entrega en la **Tabla 45**, donde se incluyen estadísticos estimados para las características morfométricas y batimétricas de las agregaciones de merluza común.



A fin de determinar si efectivamente las variables se encuentran correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones (**Tabla 46**), en donde se encontró una alta correlación entre la longitud de agregaciones con el perímetro, área y elongación. Presentando a su vez, el perímetro, área y elongación una buena correlación entre ellos, y el índice de altura una correlación positiva con la profundidad del fondo y negativa con respecto a la profundidad de las agregaciones.

Los valores propios y la proporción de la variabilidad total y acumulada explicada por cada uno de los componentes se entregan en la **Tabla 47**. En ella se aprecia que los componentes 1, 2 y 3 califican según el criterio de selección de Kaiser (Vivanco, 1999), explicando el 78,8% de la variabilidad total, siendo el principal el componente 1 el cual explica el 44,6% del total, mientras que el componente 2 explica el 20,8% (**Fig. 90**).

La **Tabla 48** entrega los valores de los vectores propios de la matriz de variables originales y los componentes principales, allí se observa que la longitud, el perímetro, área, elongación y la altura de las agregaciones presentan los mayores coeficientes dentro de la primera componente, resultando que éste involucra los descriptores morfométricos de las agregaciones (**Fig. 91**), los valores negativos implican que disminuirá el valor del componente si aumentara el valor de alguna de estas variables.

El componente 2 se asocia principalmente con las variables batimétricas como son profundidad de agregaciones y profundidad del fondo, el componente 3 se asocia fuertemente con el índice de altura e inversamente con la Dimensión fractal.

Al observar gráficamente la correlación de las variables originales con los dos primeros componentes (**Fig. 92**), se corrobora que el componente 1 se asocia con las variables morfométricas, en las que se aprecia la fuerte correlación negativa



con la longitud, el perímetro, área, elongación y la altura de las agregaciones. Mientras que el componente 2 asocia las variables batimétricas apreciándose claramente que la profundidad de agregaciones y profundidad del fondo presentan una correlación negativa con este componente, mientras que el índice de altura tiene una baja correlación positiva con él. También se observa que la variable Dimensión fractal no se relaciona con ninguno de estos componentes principales.

Como se mencionó anteriormente, el uso de los tres primeros componentes principales explica el 79% de la variabilidad total, permitiendo desechar ninguna variable original, ya que todas tienen asociaciones fuertes con uno u otro componente.

De acuerdo a los resultados obtenidos el 2001, se observa que el uso de los tres primeros componentes, explica en un porcentaje levemente menor la varianza en el 2002, repitiéndose el uso de las variables originales referidas a características morfométricas en el primer componente y batimétricas en el segundo componente. También se observa un fuerte aumento en la explicación de la varianza otorgada por el primer componente durante este año (45% v/s 38% el 2001).

## 5.6.2 Descriptores de las agregaciones de merluza común

### a) Descriptores morfológicos

Los resultados se entregan en la **Tabla 45**, para el total de detecciones correspondientes a agregaciones de merluza común. En ésta se puede apreciar que las agregaciones presentaron una longitud máxima de 8.968 m con un promedio de 353,6 m.

Observando la distribución de frecuencia del descriptor longitud de agregaciones, se observa que el 27,3% de las agregaciones presenta longitudes en el rango



entre 25 y 50 m, mientras que el 20,7% se concentra entre los 50 y 100 m. Un 22,95 de las observaciones detectadas presentaron longitudes sobre los 300 m (**Fig. 93**).

La altura promedio de las agregaciones de estas especies alcanzó los 14 m, detectándose agregaciones de hasta 73,3 m de alto, con un mínimo de 4,3 m. La distribución de frecuencia del descriptor altura orienta los valores altos hacia el sector izquierdo de la curva, centrando la moda en los 10 m de altura con un 38,2% de las agregaciones, mientras que el 44,5% presentó una altura sobre los 15 m. También es posible observar una pequeña moda secundaria en las agregaciones de mayor altura centrada en los 30 m con un 4% (**Fig. 94**).

El área de las agregaciones presentó grandes variaciones que oscilaron desde los 13 m<sup>2</sup> hasta 513.930 m<sup>2</sup>. El área promedio fue de 7.282 m<sup>2</sup>. La distribución de frecuencia de este descriptor nos muestra que la moda se centró entre los 100 y 250 m<sup>2</sup> de área con el 21,2% de las observaciones. En general las agregaciones presentaron áreas de tamaño mediano, considerando que el 70,5% de ellas presentó valores bajo los 500 m<sup>2</sup>. El 15,2% de éstas generaron valores sobre los 5.000 m<sup>2</sup> (**Fig. 95**). Como se definió anteriormente, el área total se entiende como la sumatoria del área de todos los rectángulos elementales (Se) que conforman el cardumen.

El perímetro detectado en las agregaciones de merluza común generó un valor promedio de 1.914,5 m con un máximo de 44.140 m y un mínimo de 35,8 m. La distribución de frecuencia del perímetro presenta una distribución centrada hacia el sector izquierdo de la curva, con una moda en el rango entre 0 y 100 m a la que concurre el 24,3% de las observaciones. En las agregaciones de mayor tamaño se observa una moda secundaria coincidente con el valor promedio y centrada entre los valores 1.000 y 2.000 m de perímetro. El 22,5% de las observaciones presentaron valores sobre los 1.000 m (**Fig. 96**).



Con respecto a la elongación (relación largo/alto de las agregaciones), ésta fluctuó entre los valores 1 y 256 con un valor promedio de 15,4. Es decir en promedio las agregaciones de merluza común tienen una relación de aspecto de 1:15.

Esta especie presenta una distribución de frecuencias con los valores altos desplazadas hacia la izquierda de la curva. La moda se centró en el rango entre 5 y 10, con un 35,9% de las observaciones en dicho rango, seguida del rango entre 0 y 5 con un 28,8%. El 84,6% de las agregaciones presentaron una elongación menor o igual a 20 (**Fig. 97**).

La dimensión fractal, descriptor que representa el grado de cohesión de los peces que conforman el cardumen, alcanzó un valor promedio de 1,55 reflejando una tendencia general a formar agregaciones medianamente cohesionadas. El valor mínimo fue de 1,09 mientras que el máximo alcanzó el valor 2. La distribución de frecuencia de la dimensión fractal fue de tipo normal, presentando una moda levemente superior al valor promedio, centrándose en el valor 1,60 de dimensión fractal con el 17,2% de las observaciones. Esta especie presentó una distribución orientada levemente hacia el sector derecho de la curva con el 78,4% de las agregaciones con valores sobre 1,50 de dimensión fractal (**Fig. 98**).

En comparación a los resultados obtenidos el año 2001, en esta oportunidad se detectó en promedio agregaciones de mayor longitud (353,6 m) y área (7282,8 m<sup>2</sup>) que el año pasado (311 m; 3748 m<sup>2</sup>), mientras que el perímetro promedio de las agregaciones fue menor (2298 m v/s 1914 m). Lo anterior, se explica debido a que la altura de las agregaciones detectadas este año (14 m) presentó un menor valor que el 2001 (21 m). Las alzas en los valores promedios de longitud y área se explica debido a la detección de agregaciones especialmente extensas, las cuales presentaron longitudes hasta un 93% superior a la observada en el crucero efectuado el 2001. Producto de lo anterior, el valor de elongación promedio



también se presentó más elevado este año, superando en 3,1 puntos el valor alcanzado previamente.

Con respecto a la dimensión fractal, en este período fue de menor valor (1,55) en comparación al 1,7 estimado el 2001, aunque siempre reflejando una tendencia de esta especie a formar agregaciones medianamente cohesionadas con tendencia hacia el sector derecho de la curva.

Se debe consignar que el proceso de detección de agregaciones en este período fue especialmente detallado y en muchas ocasiones en forma manual, lo que depura el filtro utilizado para la selección de agregaciones.

#### **b) Descriptores batimétricos**

Las agregaciones de merluza común se distribuyeron en fondos que fluctuaron entre los 83 y 528 m de profundidad presentando el suelo marino una profundidad promedio de 237 m (**Tabla 45**).

La profundidad promedio de las agregaciones fue de 217 m variando entre los 76 m y 487 m de profundidad. La distribución de frecuencia del descriptor profundidad de agregaciones presenta una moda principal centrada en los 175 m con el 16,7% de las observaciones y una secundaria centrada en los 375 m con el 6,8% (**Fig. 99**).

El descriptor Índice de altura que permite ubicar las agregaciones con respecto al fondo del mar, presentó un valor promedio de 8,5%, fluctuando entre el 0,5 y el 67,7% del fondo.

Observando la distribución de frecuencia del descriptor índice de altura, éste presenta una distribución desplazada hacia el sector izquierdo de la curva, con la



moda centrada en el valor 5 concentrando el 39,3% de las agregaciones, mientras que el 65,9% de las observaciones se ubicaron a menos del 10% del fondo (**Fig. 100**). Lo anterior, refleja un grado de asociación entre la distribución batimétrica de la merluza común y el fondo, hecho que se produce de preferencia sobre la plataforma continental, pues en las concentraciones asociadas al sector del talud el índice de altura se incrementa por el hecho que el recurso adopta una distribución que se puede considerar mas de tipo semipelágico que demersal.

En relación al estudio efectuado el 2001 (índice de altura 17,7%) el valor estimado para el presente estudio (índice de altura 8,5%) representa una disminución de 9,2 puntos porcentuales, a lo anterior se une una disminución en la profundidad media de las concentraciones de 252 a 217 metros. Lo anterior, estaría indicando para el año 2002 una distribución más demersal del recurso pero también asociada a una menor profundidad en la columna de agua, y dado la profundidad media del fondo 236,8 metros se podría señalar que se localizó de preferencia sobre la plataforma continental, situándose de preferencia sobre la plataforma continental y no tanto sobre el margen superior del talud continental como se observó durante el año 2001, cuando la profundidad media de las agregaciones se registraron en fondos de 306 metros (Lillo *et al.*, 2002).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

---

La dinámica del stock de la merluza común ha estado estrechamente ligada a la variabilidad de sus niveles de reclutamientos, cuya magnitud e intensidad es altamente dependiente de las condiciones oceanográficas predominantes durante el año de desove. Los reclutamientos de mayor intensidad han estado asociados a ejemplares nacidos en años de condiciones oceanográficas bajo la influencia de eventos ENSO (Payá y Zuleta, 1999; Cubillos y Arancibia, 1992). Espino y Wosnitza-Mendo (1989) postulan para el caso de la merluza peruana que durante los eventos ENSO el recurso se dispersa aumentando su área de distribución, lo que disminuye los efectos de la competencia y canibalismo que terminan favoreciendo reclutamientos posteriores. Sepúlveda (1997), plantea la existencia de relaciones entre el aumento del índice de surgencia y la temperatura superficial del mar favorecen la abundancia de individuos de 3 y 4 años con un desfase de 5 y 2 años, respectivamente.

Los resultados de siete evaluaciones directas del stock de merluza común efectuadas mediante métodos hidroacústicos entre los años 1993 y 2002, han mostrado que este recurso ha experimentado un fuerte incremento en el tamaño de su stock, variando su abundancia de 416 millones a 2.879 millones de ejemplares y su biomasa de 212 mil t a 1.555 mil t en el período.

El apreciable aumento del stock antes señalado, se ha sustentado en la presencia de clases anuales fuertes generadas a partir de los eventos ENSO 1992-93 y 1997-98 y cuyo paso a través de la pesquería ha permitido la situación actual del stock, donde el 60% está conformado por ejemplares pertenecientes a los GE III-VI.

El aumento del stock de 1,38 millones a 2,88 millones de ejemplares y de 891 mil a 1,555 millones de toneladas observado durante los últimos tres años (2000-2002),



serían el resultado de un proceso reproductivo exitoso acaecido el año 1997, cuando los índices de abundancia de huevos y larvas alcanzaron el mayor registro de la serie de siete cruceros de evaluación directa de merluza común realizados a partir de 1993. Los resultados del proceso antes descrito, se comenzaron a verificar en una alta presencia de ejemplares juveniles en los cruceros efectuados desde el 2000 a la fecha, que en este estudio se vio además potenciado por una alta presencia en el sector sur del área de estudio, de individuos pertenecientes a los grupos de edad 0 y 1, que efectuaron un aporte que se elevó al 11,5% de la abundancia, cuando históricamente no había sobrepasado el 5% del total.

El stock presente en los años 2000 y 2001 está caracterizado por un crecimiento de la abundancia en niveles del 18% y 42% en relación al año anterior, en cambio la biomasa se mantuvo estable. Esta situación varía durante el estudio efectuado el 2002, cuando se observa un mayor crecimiento somático dado que la biomasa registra un incremento del 69% en comparación al año anterior, mientras que la abundancia crece sólo el 46%, situación asociada a características biológicas del recurso.

A pesar del notable aumento del nivel del stock, no se ha evidenciado un impacto global importante en su distribución espacial que se ha mantenido relativamente estable. Latitudinalmente, el centroide de la distribución se ha localizado en las cercanías de los 35°S, desplazada hacia el sur en el período 1993-1997, hacia el norte entre 1999-2001 y nuevamente el 2002 al sur de los 35°S. Sin embargo, a pesar de los desplazamientos antes señalados, no se ha detectado una expansión del área de distribución, sino que el mayor nivel de stock se ha traducido principalmente en un aumento de las densidades locales.

Sin embargo, este factor podría ser una de las causas del aumento de los rendimientos de pesca que durante la última década se han registrado en la



operación de la flota comercial, que opera de preferencia entre las latitudes 32°30'S y 39°S (Tascheri *et al.*, 2002), como del aumento experimentado por los desembarques en el sector norte del área de estudio correspondientes a la IV región (Sernapesca, 2002).

La merluza común sigue siendo la especie predominante en el complejo demersal de la zona central de Chile, aunque como resultado del presente estudio su importancia relativa (68,5%) aparece disminuida por el aumento de las capturas de jibia y particularmente de la merluza de cola. Sin embargo, parte de esta situación es el efecto de la expansión latitudinal en 30 millas náuticas del área de estudio hacia el sur (41°30'S-42°00'S), sector donde se obtuvieron capturas importantes de merluza de cola que representaron el 56% del total de esta especie y que hicieron que su importancia alcanzará al 19,5%, lo que indudablemente impactó sobre la importancia relativa de la merluza común. Sin embargo, al considerar un área similar a la cubierta en los cruceros anteriores, la importancia relativa de la merluza común asciende al 78% mientras que la merluza de cola alcanza el 9%, lo que si bien provoca una leve variación en comparación con estudios los previos, no altera el hecho del predominio de la merluza común en el sistema demersal de la zona centro sur.

Por otra parte y en relación con la alta presencia de jibias en la zona de estudio, es posible que este hecho afecte los resultados de las operaciones de pesca, especialmente de la flota artesanal que opera con espineles, como de hecho ha sido señalado por los pescadores artesanales en diferentes medios de comunicación. Entre las causas de lo anterior, que deberían ser investigadas, se podría plantear por una parte, un probable ataque de la jibia a los espineles durante su caída impidiendo que el aparejo llegue a la profundidad de pesca en condiciones adecuadas en términos de calidad y cantidad de la carnada, y por otra, una alteración en el comportamiento de la merluza común, factores que incidirían en una disminución en la eficiencia y efectividad del aparejo de pesca,



Un elemento importante en la estimación mediante métodos hidroacústicos de un stock lo constituye su relación de longitud-fuerza de blanco. En este estudio aunque se logró efectuar algunas mediciones en condiciones adecuadas, las características de los datos, un estrecho rango de tallas y la alta variabilidad de la fuerza de blanco, no permitieron un ajuste confiable de la relación longitud-fuerza de blanco por lo que se debió utilizar la relación de  $TS = 20 \cdot \log(L) - 68,5$  descrita por Lillo *et al.* (1996). A este respecto, se debe señalar que las estimaciones de fuerza de blanco realizadas durante los últimos años para diferentes especies del género *Merluccius*, presentan como característica una convergencia a una relación de dependencia cuadrática de la fuerza de blanco con la longitud ( $20 \cdot \log(L)$ ) con un término independiente en torno a -68, como es el caso de *Merluccius capensis* (Svelingen and Ona, 2001), *Merluccius gayi peruanus* (MacLennan, 2000) y en *Merluccius productus* (Kieser *et al.*, 1998), quienes luego de efectuar una revisión histórica de mediciones estimaron también un valor de -68, el cual es similar al obtenido por Traynor (1996) para la misma especie. Así, se estima que la relación utilizada durante los estudios de evaluación de merluza común, se enmarca dentro de los resultados esperables para esta especie y que además, el hecho de haber utilizado la misma relación en todos los estudios valida la tendencia de las estimaciones.

En lo referente a los aspectos reproductivos del stock, la distribución de los EMS mostró que en agosto de 2002 la merluza común estaba en activo proceso de desove con una estructura similar a la observada el 2001 (Lillo *et al.*, 2002), lo que confirma lo señalado por Bernal *et al.* (1997) acerca de un desove en agosto-septiembre.

Con respecto a la talla de primera madurez o talla media de madurez sexual, existen numerosos antecedentes en merluza común y para varias localidades. Datos de Balbontín y Bravo (1993b), incluyendo el recálculo de datos de Balbontín y Fischer (1981) entregan un valor de 36,5 cm para San Antonio; 33,5 cm para



Valparaíso; 39,1 cm para San Vicente en 1965 y 36,6 en 1992; 35 cm para Valparaíso y 40 cm para San Vicente (Poulsen, 1952); 37 cm para San Vicente (Alarcón y Arancibia, 1993); 38,9 cm para Talcahuano (Cerna y Oyarzún, 1998); 37,5 cm para las zonas 1 y 2 y 35,1 cm para las zonas 3 y 4 (Balbontín y Bravo, 2001). El presente estudio mostró que los valores de 37,0 cm para el área norte y 36,9 cm para el área sur están dentro del rango de las estimaciones de años anteriores. En el 2001, la estimación para el área total de estudio fue de 36,7 cm y para el 2002 fue de 37,0 cm. Si bien la talla media de madurez en peces presenta plasticidad en respuesta a cambios en las condiciones ambientales o en el nivel de explotación (Stearns y Crandall, 1984), las variaciones que se observan en la merluza común en esta talla no se ajustan a un patrón temporal.

En lo referente a las estimaciones de fecundidad (Balbontín y Fischer, 1981; Alarcón y Arancibia, 1993; Cerna y Oyarzún, 1998). La fecundidad promedio calculada por Alarcón y Arancibia (1993) fue de 143.397 ovocitos; la estimación de Cerna y Oyarzún (1998) fue de 142.031, valores que son intermedios entre el estimado de 148.040 para el área norte y 138.994 para el área sur en el 2001 (Balbontín y Bravo, 2001). En el 2002 se estimaron promedios más elevados que los valores señalados, siendo de 185.591 en la zona norte y 217.681 en la zona sur.

La fecundidad relativa promedio fue de 156 ovocitos en la zona norte y 232 en la zona sur. En este caso, el valor calculado para la zona norte es comparable con las estimaciones del 2001, con 149 ovocitos para el área norte y de 160 ovocitos para el área sur (Balbontín y Bravo, 2001). Otros estudios entregan valores de 206 ovocitos (Balbontín y Bravo 1993b); 115 ovocitos según Alarcón y Arancibia (1993), valor que estaría subestimado pues en su cálculo se utilizó el peso corporal incluyendo el peso de la gónada, y 135 ovocitos según Cerna y Oyarzún (1998). La estimación de 232 ovocitos para la zona sur es la más alta y coincide con los altos valores del IGS y de la fecundidad modal promedio de esa misma zona.



Desde el punto de vista oceanográfico, el hábitat de la merluza común asociado a la distribución de la merluza común para el área y período de estudio, estuvo caracterizado por aguas frías, salinas y concentraciones bajas de oxígeno disuelto, con una estadía recurrente en Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales. En términos generales no se encontraron relaciones claras entre el recurso y el ambiente, hecho que se puede atribuir a la amplia distribución espacial de la merluza común.

Con respecto a las características de las agregaciones de la merluza común, se puede destacar la variación registrada el año 2002 en comparación al 2001 en los descriptores: altura de la agregación (morfológico) que disminuyó de 21 a 14 metros y del descriptor batimétrico índice de altura que varió del 17,7% al 8,5%. Si a lo anterior se le agrega la variación en la profundidad promedio de las agregaciones (indicador batimétrico) de 252 a 217 metros y de la profundidad promedio del fondo de 306 a 237 metros, se puede señalar que las agregaciones registradas durante el presente estudio presentaron no sólo una distribución en la columna de agua más cercana al fondo en comparación al año anterior, sino que también en menores profundidades.

En este escenario, es posible que la variación de 2,6 a 3,3 toneladas por hora de arrastre (27%) experimentada por los rendimientos de pesca de la fracción de la flota arrastrera de buques de potencia inferior a 1200 HP (Tascheri *et al.*, 2003), esté influenciada por el cambio en la distribución batimétrica del stock de merluza común.

Finalmente, se puede señalar que el stock de merluza común presenta una situación saludable, con un nivel de biomasa media, asociada en gran medida al éxito de los reclutamientos y niveles altos de biomasa desovante (Lillo *et al.*, 2002, Payá *et al.*, 2002)



## 7. CONCLUSIONES

---

- La biomasa media total de merluza común se estimó en 1.555.422 toneladas (1.273.113 – 1.837.731 t) por el método geoestadístico y de 1.592.354 t (1.387.418 – 1.779.290) por el método de conglomerado.
- La abundancia de merluza común se estimó en 2.879.290.984 ejemplares, de los cuales 1.273.607.750 (44%) fueron machos y 1.605.683.234 (56%). La estructura de edades del stock estuvo dominada por los GE III a VI, que contribuyeron con el 60% de la abundancia del stock.
- La distribución espacial de la merluza común abarcó latitudinalmente toda el área de estudio y longitudinalmente está asociada a la plataforma y parte superior del talud continental. Concentrándose el 82% de la biomasa y el 78% de la abundancia en la zona comprendida entre Los Vilos e isla Mocha.
- El índice gonadosomático (IGS) calculado para cada subzona de pesca mostró valores promedio relativamente altos, los que variaron entre 3,1 (subzona 1) a 5,7 (subzona 4) y de 4,1 para el área total, evidencia de un importante desarrollo gonadal durante período de muestreo.
- Las hembras inmaduras correspondieron a un 16% del total. De los estadios más avanzados de desarrollo ovárico, los ejemplares en maduración representaron el 46% y los estadios correspondientes a un proceso de desove activo más lo que habían desovado recientemente fueron equivalentes a un 38% del total de hembras.



- La talla media de madurez sexual se estimó en 37,0 cm para el sector centro-norte (29°10'S-35°30'S) y de 36,9 cm en el sector centro-sur (35°31'S-42°00'S). La talla media para el área total de la evaluación fue de 37,0 cm de longitud total.
- La fecundidad modal media fue 185.591 para el sector centro-norte y 217.681 para el centro-sur. La fecundidad relativa promedio fue de 156 y 232 ovocitos para los sectores centro-norte y centro-sur, respectivamente.
- Las principales especies de fauna acompañante en las capturas de la evaluación directa de merluza común fueron: merluza de cola, jibia, raya volantín, pejegallo, chancharro, pejerrata azul, jaiba araña y blanquillo.
- Las especies de mayor importancia relativa correspondió a la merluza de cola que contribuyó con el 19% de la captura total y el 60,4% de la fauna acompañante, le sigue la jibia con el 3,5% y 11,3%.
- Las diferencias observadas en el vector de valores medios de la densidad local (CPUA) considerando 19 especies presentes en los 7 cruceros, son significativamente diferentes, es decir, la CPUA media de estas especies ha cambiado a través del tiempo.
- La temperatura superficial evidenció una variación latitudinal de aproximadamente 2 °C, entre los 11 y los 13°C, sin presentar gradientes laterales importantes. La salinidad superficial reveló tanto gradientes latitudinales como longitudinales, estos últimos de mayor relevancia en el sector centro-sur y sur del área de estudio. Las aguas superficiales más salinas (>34,2 psu) fueron detectadas al norte de los 33° S; en tanto que al sur de los 36 °S se detectó salinidades menores, por efecto de mezcla con aguas continentales. La distribución superficial de oxígeno disuelto evidenció ausencia de



variaciones espaciales en la región prospectada, quedando bien caracterizada por las isolíneas de 6 y 7 ml l<sup>-1</sup>.

- La distribución vertical de las variables medidas reveló un estrato superficial con ausencia de estratificación térmica o con termoclinas muy débiles, la presencia de haloclinas y pycnoclinas débiles y extensas, situadas entre los 20 y 100 m con una leve profundización hacia el océano y un estrato superficial bien oxigenado. Entre los 150 y los 350 m de profundidad y, particularmente, para la región situada al norte de los 39°S, se aprecia el flujo hacia el sur de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), caracterizadas por valores máximos de salinidad (> 34,7 psu) y concentraciones bajas de oxígeno disuelto (< 1 ml l<sup>-1</sup>).
- Gran parte de las concentraciones de merluza común, estuvieron asociadas a aguas frías, de alta salinidad y baja concentración de oxígeno disuelto, caracterizando un hábitat dominado por la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales, especialmente en la región norte del área de estudio, concordando con una estrecha plataforma continental en este sector y con la distribución más profunda del recurso. En tanto, en el sector sur, el recurso se situó sobre la ancha plataforma continental, hábitat dominado por aguas frías, menos salinas y más oxigenadas, caracterizando aguas de mezcla entre las ASAA y AESS.
- La distribución espacial del desove se verificó desde el norte de punta Lobería (31°40'S) hasta punta Dhatao (42°00'S). No se consignan registros positivos al norte de punta Vana (31°10'S).
- La mayor frecuencia de registros positivos de huevos y larvas se verificó en la franja comprendida entre la costa y las 13 mn, que albergó a más del 83,8%



del total de huevos de la especie. Los niveles de abundancia de las fases de huevos y larvas presentan una tendencia decreciente en sentido norte-sur.

- Batimétricamente, los huevos de merluza común fueron encontrados en los estratos 150-75 y 75-0, no registrándose su presencia en el nivel 200-150 m. Con respecto a los niveles de abundancia, estos fueron significativamente mayores en el estrato 75-0 metros. Las larvas se distribuyeron mayoritariamente en el estrato 75-0 metros (76,4%).
- El índice de abundancia de huevos registró su nivel más bajo de la serie de datos comprendida entre 1993-2002. El índice de abundancia larval se mantiene en los niveles que se han registrado durante el período analizado, exceptuando los años 1993 y 1997.
- El análisis de rangos ambientales, reveló para la zona norte una distribución aleatoria del recurso respecto de la variabilidad ambiental. Para el sector sur, en cambio, zona de distribución más somera de los cardúmenes, el análisis de rangos ambientales para el recurso reveló una asociación significativa entre merluza común y la concentración de oxígeno disuelto.
- Las agregaciones de merluza común se registraron en la columna de agua dentro del 10% más cercano al fondo, presentando un comportamiento de carácter más demersal que el observado en estudios previos.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- Aguayo, M. y Robotham, H. 1984. Dinámica poblacional de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) Gadiformes-Merluccidae. *Invest. Pesq. (Chile)* 3 1, 17-45. (In Spanish, with English abstract.).
- Aguayo, M. y Young, Z. 1982. Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) en el periodo 1968-1981. *Inf. Cient-Téc.. Inst. Fom. Pesq. Chile*, 79 pp.
- Aguayo Hernández, M. 1996. Biology and fisheries of Chilean hakes (*M. gayi* and *M. australis*). En: Jürgen Alheit and Tony J. Pitcher (ed.) *Hake: Biology, fisheries and markets*. Chapman & Hall, London.
- Alarcón, R. y H. Arancibia. 1993. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848), *Ciencia y Tecnología del Mar (CONA)* 16: 31-45.
- Alheit, J. y Pitcher, T. 1995. (Eds). *Hake: Biology, fisheries and markets*. Chapman & Hall, London.
- Anderson, M. 1988. Studies on the *Zoarcidae* (*Teleostei*, *Perciformes*) of the Southern Hemisphere: two new general and new species from temperate South America. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 45(11):267-276.
- Arcos, D & M. Salamanca. 1984. Productividad primaria y condiciones oceanográficas superficiales en el Pacífico Sud-oriental. Latitudes 32 – 38°S. *Biología Pesquera*, 13:5-14.



- Arcos, D. F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph. D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Arcos, D. F., S. Núñez y A. Acuña. 1996. Variabilidad de pequeña escala en la zona nerítica del sistema de surgencia de Talcahuano, Chile central: Identificación y dinámica de áreas de retención larval. *Gayana (Oceanología)*, Vol4 (1): 21-58.
- Argüelles, J., P. Rodhouse, P. Villegas y G. Castillo. 2001. Age Growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fisheries research*. 54:51-61.
- Bahamonde, N. 1968. Bosquejo taxonómico sobre los estomatopodos de Chile, (*Crustacea, Stomatopoda*). En *Rev. Univ.*, Universidad Católica de Chile. año 53, N°31. pp.107 – 119.
- Balbontín F. y W. Fischer. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza, *Merluccius gayi gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanol. Univ. Valparaíso*. 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993a. Fecundidad, talla de la primera madurez sexual y datos biométricos en la merluza del sur *Merluccius australis*. *Rev. Biol. Mar.*, Valparaíso 28:111- 132.
- Balbontín, F. y R. Bravo. 1993b. Variaciones temporales en la fecundidad y en la talla de la primera madurez sexual en la merluza común. Informe para el Instituto de Investigación Pesquera VIII Región, 30 págs.



- Balbontín, F. y R. Bravo. 2001. Índice gonadosomático, estadios de madurez macroscópicos, ojiva de madurez y fecundidad de merluza común. En: Lillo, S. *et al.* Evaluación hidroacústica de merluza común, 2001. Preinforme Final proyecto FIP 2001-18.
- Balbontín, F., F. Uribe, R. Bernal y M. Braun. 2002. Descriptions of larvae of *Merluccius australis*, *Macruronus magellanicus*, and *Micromesistius australis* from southern Chile. (en prensa).
- Barber, R. T. y Smith, W. O. Jr. 1981. The role of circulation, sinking, and vertical migration in physical sorting of phytoplankton in the upwelling center at 15°S. In F. A. Richards (Ed.), *Coastal Upwelling* (pp. 366–371). Washington, DC: American Geophysical Union.
- Barber, R. y Chavez, F. 1986. Ocean variability in relation to living resources during the 1982-83 El Niño. *Nature, Lond.* 319 (6051): 279-285.
- Bernal, P. y Ahumada, R. 1985. Ambiente Oceánico. En: Fernando Soler (Ed), *Medio Ambiente en Chile*. Universidad Católica de Chile: 55-106.
- Bernal, P., Robles, F., Rojas., O. 1983. Variabilidad física y biológica en la región meridional del sistema de corrientes Chile-Perú. *FAO Fish. Rep.*, (291) 3: 683-711.
- Bernal, R., Balbontín y F., Rojas, O. 1997. Patrones de distribución de huevos y larvas de *Merluccius gayi gayi* de la costa de Chile y factores ambientales asociados. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 32(1): 45-66.
- Bez, N. 2002. Curso de geoestadística. Apuntes. 115 pp.



- Bigelow, H.B., y W.C.Shroeder. 1953. Fishes of the gulf of Maine. U.S. Fish Bull. Vol. 53.
- Blanco, J. & C. Cerda. 1993. Informe Final Proyecto Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo Oceanografía. 121 pp + Anexo de Figuras.
- Blanco, J. 1995. Informe Final Proyecto Evaluación hidroacústica del stock de merluza común en la zona centro-sur. Capítulo: Oceanografía. Proyecto FIP 95-14. Fondo de Investigación Pesquera. 74 pp + Anexo de Figuras.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and *in situ* target strength measurements. ICES. C:M. 1990/B:21.
- 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.
- Brandhorst, W. 1959. Relationship between the hake fishery and a southerly subsurface return flow off Chilean coast. Nature, Lond. 183: 1832-1833.
- Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar. (Valparaíso), 14(3):45-84.
- Braun, M., V. Valenzuela y H. Miles. 1998. Distribución espacial de huevos y larvas. En: Pre- Informe Final FIP 97 – 21. Dinámica espacial y batimétrica de merluza común en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur.



- Carr, M-E. 2002. Estimation of potential productivity in Eastern Boundary Currents using remote sensing. *Deep-Sea Research II* 49 (2002) 59–80.
- Cass-Calay, S.L. 1997. Relation of mean growth rate to concentration of prey-sized particles for larvae of pacific hake (*Merluccius productus*). *Calcofi. Report. Vol. 38: 69 – 76.*
- Castle, P.H. 1986. Family N 40: *Congridae* (pp. 161 – 165) In: Smith M. and P. Heemstra. *Smiths' sea fishes J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown. South Africa.*
- Castro, L., R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, R. Roa, M. Sobarzo y M. Retamal. 1997. Informe Final Proyecto FIP 96-11. Areas de desove de anchoveta y sardina común en la zona central. Fondo de Investigación Pesquera. 115 pp. + Anexo de Figuras.
- Cerna, F. y C. Oyarzún. 1998. Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) del área de la pesquería industrial de Talcahuano, Chile. *Investigaciones Marinas* 26: 31-40.
- Chambers, J.M. y T.J. Hastie. (eds.), 1992. *Statistical Models in S.* Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.
- Chirichigno, N.1974. Clave para identificar peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar Peru, Callao* 44, 387 pp.
- Cleveland, W.S., E. Grosse y W.M.Shyu 1992. Local regression models. In: Chambers, J.M., Hastie, T.J. (Eds.), *Statistical Models in S.* Wadworth & Brooks/Cole Advanced Book and Software. Pacific Grove, CA, 608 pp.



- Cohen, D. y J. Nielsen. 1978. Guide to the identification of genera of fish Order *Ophidiiformes* with a tentative classification of the Order. NOAA Tech. Rep. NMFS, Circ., 417:1-68.
- Cohen, D., I. Inada, T. Iwamoto y N. Scialabba. 1990. FAO species catalogue. Vol. 10. Gadiform of the world. Fao Fisheries Synopsis N°125, Vol. 10 Fir/s 125 vol.10.
- Compagno, L. 1984. a. Sharks of the world. Part 1. *Hexanchiformes* to *Lamniformes*. FAO Species Catalogue, 4, FIR/s125.
- Compagno, L. 1984 b. Sharks of the world. Part 2. *Carcharhiniformes*. FAO Species Catalogue, 4, FIR125: 1-630.
- Cressie, N. A. C.(1993. *Statistics for spatial data*. John Wiley and Son, Inc.
- Cubillos, L. y Arancibia, H. 1992. Evaluación del recurso merluza común (*Merluccius gayi gayi*) de la zona centro sur de Chile por análisis de reducción de stock. En: *Biología Pesquera* 21: 13-19.
- D'Amours, D. 1993. The distribution of cod (*Gadus morhua*) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. *Fisheries Oceanography*, 2(1) :24-29.
- De Buen, F. 1959. Notas preliminares sobre la fauna marina preabismal de Chile, con descripción de una familia de rayas, dos géneros y siete especies nuevas. *Bol.Mus. Hist. Nat.*, Santiago, 27(3): 173-201.
- Espino, M. 2001. El ambiente y los recursos pesqueros en el Perú: Una visión de largo plazo. En: Segundo taller regional sobre metodologías de evaluación hidroacústica de recursos pesqueros. Com. Perm. Pacífico Sur. 11-14.



- Espino, M., Castillo, R. y Fernández, F. 1996. Biology and fisheries of Peruvian hake (*M. gayi peruanus*). En: Jürgen Alheit and Tony J. Pitcher (ed.) Hake: Biology, fisheries and markets. Chapman & Hall, London.
- Espino, M. y Wosnitza-Mendo, C. 1989. Relación entre las poblaciones de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) y anchoveta (*Engraulis ringens*). En R. Jordán R. Kelly, O. Mora, A. Ch. de Vildoso and N. Henriquez (eds). Simposio Internacional Sobre Recursos Vivos y Pesquerías en el Pacífico Sudeste. (CPPS), *Rev. Pacífico Sur* (Número especial), 235-239.
- Fahay, M.P. 1983. Guide to the Early Stages of Marine Fishes Occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 4: 1 - 423.
- FAO, 2000. FAO Stats. <http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/FISHPLUS.asp>.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Dávila. 1995. Capítulo Oceanografía física en: Informe Final. Evaluación Hidroacústica de Jurelen la zona centro-sur, V a IX. Regiones. 220 pp. + Anexos.
- Fischer, W. 1958. Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens*) Jenyns. *Rev. Biol.* 8(1, 2 y 3): 111-124.
- Fischer, W. y F. Balbontín. 1970. On the investigation of ovarian cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. *Berichte der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforschung* 21: 56-77.
- Foot, K. H. Knutsen, G. Vestnes, D. MacLennan y J. Simmonds. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. (Cooperative Research Report. ICES No.144.



- Francis, R. 1984. Variability in Hydroacoustic Biomass Estimates. *Can. J. Fish and Aquat. Sci.* (41) 825-826.
- Freòn , P., F. Gerlotto, O. A. Missund. 1996. Consequences of fish behaviour for stock assesment. *ICES. Journal of Marine Science*, 53(2): 178-183.
- Frontier, S. 1980. Métodos de análisis rápido en muestras planctónicas. *Acta Ocean. Pacífico*. 1(1):137-145.
- Gálvez, M., H. Rebolledo, C. Cuevas. 1999. Determinación de áreas y períodos de reclutamiento. En: Tascheri, R., S. Lillo, M. Rojas, R. Gamboa, P. Gálvez, C. Montenegro, M. Braun, V. Valenzuela, H. Miles, M. Gálvez, H. Rebolledo, C. Cuevas e I. Payá. *Dinámica espacial y batimétrica del stock de merluza comun en relación a su ciclo de vida en la zona centro-sur. FIP-IFOP*. 132 p.
- Gayanilo, F. C., M. Soriano and D. Pauly. 1989. A draft guide to the compleat ELEFAN. International Center for Living Aquatic Resources Management. ICLARM Contribution 435, 65 págs.
- González, H, M. y H. Miranda. 1999. Software Dócima de Heterogeneidad Generalizada (DHG), Versión 5, IFOP.
- Greenwood, P., D. Rosem, S. Weitzman y G. Myens. 1966. Phyletic estudios of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *As. Mus. Nat. Hist., Bull.* 131(4):341-455.
- Gunderson, D. R. 1993. *Surveys of Fisheries Resources*. John Wiley and Sons. N.Y. 248 p.
- Guzmán, G.G. 1997. *Clave para los crustáceos decápodos anomuros marinos de Chile*. Publ. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique, 53 pp.



- Hansen, R., W. Madow, and W. Huwitz. 1954. Sample survey methods and theory. Vol. I and II. Methods and applications. J. Wiley and Sons. 564 p.
- Harrison, P.J & T.R. Parsons (eds). 2000. Fisheries oceanography. An integrative approach to fisheries ecology and management. Fish & Aquatic Resources. Series 4. Blackwell Science Inc. First Edition, 347 p.
- Hastie, T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized additive Models. Chapman & Hall, New York, 559pp.
- Herrera, G., E. Bustos-Obregón and F. Balbontín. 1988. Morphological aspects of the gonadal maturation in the hake, *Merluccius gayi gayi*. Revista de Biología Marina 24 (1): 55-71.
- Hunter, J.R. 1985. Preservation of northern anchovy in formaldehyde solution. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 63-65.
- Hunter, J.R., N.H. Lo and R. Leong. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. En: R. Lasker (ed) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report, NMFS 36: 67-77.
- Iwamoto, T. 1979. Eastern pacific macrourids of the genus *Coelorhynchus* Giorna (Pisces: *Macrouridae*). Proc. Calif. Acad. Sci., 42(5): 135-179.
- Kieser, R., W. Saunders y K. Cooke. 1998. Review of hydroacoustic methodology and Pacific hake biomass estimates for the Strait of Georgia, 1981 to 1998. Can. Stock Asses. Res. Secret. Res. Doc. 99/15. 53 pp.



- Kleckner, D. 1996. Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.
- Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturada entre Arica e Isla Mocha (18°30` - 38°30`S). *Estud. Oceanol., Antofagasta*. 10: 1-81.
- Kramer, D.L. 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environm. Biol. Fish.*, 18:81-92.
- Laevastu, T & M. Hayes. 1991. *Fisheries Oceanography and Ecology*. Fishing News Books Ltd. 199 pp.
- Lamilla, J. 1986. *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (*Chondrichthyes, Rajidae*). *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*. Tomo 57:177-182.
- Lillo, S., I. Giakoni, A. Paillamán, I. Payá, S. Mora, C. Cerda, J. L. Blanco y H. Arancibia. 1994. Evaluación directa del stock de merluza común de la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP 93 -03, IFOP/INPESCA, 131 p. + figs. y anexos.
- Lillo, S., J. Córdova y A. Paillamán. 1996. Target strength measurements of hake and jack mackerel. *ICES. J. of Mar. Sci.* 53: 267-271.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1998. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP, IFOP. 125 p. + figs. y anexos.
- Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez, J. Ortiz. 1999. Evaluación Hidroacústica del stock de merluza



común explotado en la zona centro-sur. Pre -Informe Final Proyecto FIP, IFOP.

Lillo, S., J. Córdova, M. Rojas, V. Ojeda, J. Olivares, R. Tascheri, M. Braun, S. Núñez y J. Ortiz. 2001. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000. Informe final proyecto FIP 2000-04.

Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda, R. Vega, L. Adasme y H. Hidalgo. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur. Informe Final (FIP 99-15), IFOP, 52 pp. (+ figuras, tablas y anexos).

Lillo, S., S. Nuñez, V. Ojeda, F. Balbontín, M. Braun, R. Tascheri, A. Saavedra, R. Bravo, L. Cubillos y J. Olivares. 2002. Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000. Informe final proyecto FIP 2001-18.

Ludwig, J y J. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. John Wiley and Sons.

MacLennan, D. 2000. Fuerza de blanco de *Merluccius gayi peruanus*: Una revisión del experimento de Johannesson y Vilchez. Inf. Inst. Mar.Peru n° 151.

MacLennan, D. y J. Simmonds. 1992. Fish and Fisheries Series, 5. Fisheries acoustic. Chapman & Hall, London. 325 pp.

Macpherson, E., M. Masó, M. Barangé & A. Gordo. 1991. Relationship between measurements of hake biomass and sea surface temperature off southern Namibia. S. Afr. J. Mar. Sci., 10 :213-217.

Manly, B. J., 1994. Multivariate Statistical Methods: A Primer. London: Chapman & Hall.



- Maravelias, D., D. Reid, J. Simmonds and J. Haralabous. 1996. Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in presence of high local variability: a geostatistical application to north sea herring (*Clupea harengus*). Can. J. Aquat. Sci. 53: 1497-1505.
- Martínez, E. 1976. Variabilidad de los caracteres merísticos en *Merluccius gayi* (Guichenot, 1848) en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso 16: 71-93.
- Matarese, C., A.W. Kendall, D. Blood y B. Vinter. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast pacific fishes. NOAA Technical Report NMFS 80. 655 pp.
- Maynou, F., F. Sardá y G. Conan. 1998. Assesment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* populations in the northwestern mediterranean by geostatistics. J. Mar. Sci. 55: 102-120.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & London, 394 pp.
- Meléndez, R. y D. Meneses. 1989. Tiburones del talúd continental recolectados entre Arica (18°19'S) e Isla Mocha (38°30'S), Chile Invest. Mar., Valparaíso, 17:3-73.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.
- Miranda, H. 1998. Dócima de Heterogeneidad Generalizada. Documento Interno, IFOP.
- Morales, C, Blanco, J., Braun, M. Reyes, H., Silva, N. 1996. Chlorophyll-a distribution and associated oceanographic variables in the upwelling



region off northern Chile during the winter and spring 1993. Deep-Sea Res. 43: 267-289.

Moser, H.G., W.J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, Jr.A.W. Kendall y S.L. Richardson (Eds). 1984. Ontogeny and Systematics of Fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication. (1): 760 pp.

Myers, R.A. y N.G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 52, 1274-1285.

Neira, F.J. 1994. Curso: The Early Life History of Teleost Fishes: Use of Ichthyoplankton Data in Fish and Fisheries Research. Depto de Zoología. Universidad de Concepción. 395 pp.

Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world, 2° ed. Ed.: John Wiley & Sons. 523 pp.

Nielsen y Schoch, 1980. Errors in estimating mean weight and other statistic from mean length. Trans. of the Am. Fish. Soc. 109: 319 - 322.

Nigmatullin, Ch.M., Nesis, K.N., Arkhipkin, A.I., 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research. 54:9-19.

NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.

Núñez, S., L. Cubillos, D. Arcos, A. Urrutia, R. Quiñones & M. Braun 1997. Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los



recursos anchoveta y sardina común en la Octava Región. Proyecto FIP 95-11, 405 p + Anexos

Núñez, S y J. Ortiz. 1998. Capítulo: Condiciones oceanográficas. *En: Proyecto FIP 97-12 Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro-sur.* 125 pp + Anexos.

Núñez, S y J. Ortiz. 1999. Capítulo: Oceanografía física y química.. *En: Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona económica exclusiva de Chile.* 200 pp + Anexos.

Núñez, S, J. Ortiz y P. Torres. 2001. Capítulo: Oceanografía física.. *En: Proyecto FIP 2000-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 2000.* 39 p + Figuras.

Núñez, S, J. Ortiz, P. Torres y L. Cubillos. 2002. Capítulo: Oceanografía física. *En: Proyecto FIP 2001-18 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, Año 2001.* 100 p.

Núñez, S. y J. Ortiz. 2000. Capítulo: Oceanografía física.. *En: Proyecto FIP 99-04 Evaluación hidroacústica del recurso merluza común en la zona centro-sur, 1999.* 79 pp.

Ojeda, P. 1983. Distribución latitudinal y batimetría de la ictiofauna demersal del extremo austral de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 56:61-70

Ojeda, P. y S. Avilés. 1987. Peces oceánicos chilenos. *Islas Oceánicas Chilenas. Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones.* J.C. Castilla (Ed.) 1987. Ediciones Universidad Católica de Chile:247-270.



- Osses, J. y J. L. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro sur.
- Osses, J., V. Ortiz y C. Barrera. 1994. Capítulo: Oceanografía química. *En*: Proyecto Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX. 219 pp + Anexos.
- Palma, S. y K. Kayser. 1993. Plancton marino en aguas chilenas. Ed. Universitarias de Valparaíso. Univ. Católica de Valparaíso.
- Parin, N.V. y O.D. Borodulina. 1997. Revision of the *Astronesthes indicus* Specie group (ASTRONESTHIDAE), with descriptions of five new species. Journal of Ichthyology Vol. 36 N°8 pp. 551-565. Translated from Vaprosy ikhtiologii, Vol. 36 N°5 1996 pp. 581-596.
- Parin, N.V. y O.D. Borodulina. 1998. A review of the (ASTRONESTHIDAE, STOMIIFORME), With a description of two new species. Journal of Ichthyology Vol. 38, N°2 pp. 153-162 Translated from Vaprosy Ikhtiologii. Vol. 38 N°2 1998. Pp. 163-172.
- Parsons, T. R., y Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pauly, D. y V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. Nature 374:255-257.
- Pavéz, P. 1981. Determinación del esquema de selectividad de la merluza común (*Merluccius gayi gayi*) por mallas de redes de arrastre de seis paneles.



- In: Perspectivas de Desarrollo de las Pesquerías Nacionales. Evaluación de los Principales Recursos Demersales entre Papudo (32°20'S) y Chiloé (42°00'S). Corporación de Fomento de la Producción- Inst. Fom. Pesq. AP 8/29: 80 pp.
- Payá, I., R. Tascheri, C. Montenegro, H. Pool. 2001. Investigación CTP merluza común, 2002. SUBPESCA-IFOP. 58 pp.
- Payá, I., S. Mora, H. Pool, H. Miranda, J. Ortega, R. y Saldías. 1996. Cuantificación del reclutamiento de merluza común en la zona centro sur. 1996. F.I.P. 94-21. Instituto de Fomento Pesquero. 28 p.
- Payá, I. 1997. Evaluación de stock y modelos de reclutamiento y éxito reproductivo. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Informe final de investigación para el Consejo de Investigación Pesquera. Proyecto FIP 1995-21.
- Payá, I., y Zuleta, A. 1999. Investigación de CTP de merluza común, año 2000. IFOP. 57 p.
- Pequeño, G. 1971. Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile, 32: 269-298.
- Pequeño, G. y G. Revuelta. 1980. Notacanthiform fish on continental slope of Chile. Copeia, 1980(4): 892-895.
- Pequeño, G. 1986. Nuevos zoarcidos para Chile y clave para géneros de la región (Pisces, Osteichthyes). Bol. Soc. Biol. Concepción, 57: 183-188



- Pequeño, G. y E. D'Ottone. 1987. Diferenciación taxonómica de los lenguados comunes de Valdivia, Chile (*Osteichthyes, Bothidae*). Revista de Biología Marina, Valparaíso, 23(1):107-137.
- Pequeño, G. y J. Lamilla. 1985. Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile (CHONDRICHTHYES, RAJIDAE) Rev. Biol Mar. Valparaíso, 21 (2): 225- 271.
- Pequeño, G.R. 1984. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Pequeño, G.R. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. Revista de Biología Marina, Valparaíso, 24(2): 1 - 132.
- Perry, R. y S. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: An application to the Northwest Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:589-602.
- Perry, R., M. Stocker y J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 51:1401-1409.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peches maritimes. Thèse de doctorat, Centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 pp.
- Petitgas, P. y T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. A geostatistical software on windows 95 for the precision of fish stock assesment surveys. ICES CM 1997/Y:22.
- Piennar L. y W. Ricker, 1968. Estimating mean weight from length statistic. J. Fish. Res. Board of Can. 25: 2743 - 2747.



- Pla, L. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes principales. Ed. Secretaría General de la O.E.A. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico.. Washington D.C. 23 pp.
- Pool, H., F. Balbontín, N. Cortez, M. Arriaga y C. Montenegro. 1996. Interacciones tróficas recursos demersales zona sur-austral. Informe FIP 94-32, IFOP, 68 pp + Tablas y Figuras.
- 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.
- Poulsen, E. 1952. Informe al Gobierno de Chile sobre investigaciones biológicas acerca de los peces alimenticios de Chile, con referencia especial a la merluza. Informe FAO/ETAP N° 45: 1-78 + 17 Figs y 9 fotografías.
- Quiñones, R., H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova y D. Figueroa. (eds.). 1995. Informe Final. Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero Instituto de Investigación Pesquera. Sección trofodinámica. 221p + 285 figuras.
- Regan, C.T. 1930. The fishes of the families *Stomiidae* and *Malacosteidae*. Dana Expedition 1920 – 1922, Ocean Reports, 5:1-39.
- 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; Bezy, N. 2000. Geostatistics for estimating fish Abundance. Blackwell Science



- Rojas, O. y A. Mujica. 1981. Delimitación de las áreas de desove, pre-reclutamiento y estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces pelágicos de importancia económica. Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Lederman y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. IFOP AP 83 - 31, 97 p.
- Rojas, R y N. Silva. 1996. Atlas oceanográfico de Chile. Vol. 1. 1º edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile, 130 p.
- Sauskan, V. I. y V.P. Serebriakov. 1968. Reproduction and Development of the Silver Hake *Merluccius bilinearis* Mitchill. Voprosy Iktiologii 8 (3).
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des especes pelagiques a partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospecificues. These. Ecole doctorale des sciences de la mer.
- Scalabrin, C., and J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and tempopral distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour., 6:269-283.
- Sepúlveda, A. 1997. Series ambientales y modelos de distribución del stock. En: Dinámica del stock de merluza común y su relación con el medio ambiente. Proyecto FIP96-28. Fondo de Investigación Pesquera.
- SERNAPESCA, 2002. Anuario estadístico de pesca, 2001. Servicio Nacional de Pesca, 140 pp.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones & H. Robotham. 1994. Informe Final. Proyecto Evaluación directa del stock de jurel en la zona



centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. Fondo de Investigación Pesquera. 148 p. + 128 figuras.

Sielfeld, W. y M. Vargas. 1992. Tiburones y rayas del Pacífico Sur Oriental. Publ. TUB. Depto. Ciencias del Mar, Univ. Arturo Prat, Iquique, 135 pp.

Silva, N. y H. Konow. 1975. Contribución al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedición Krill. Crucero 3-4. Julio-agosto 1974. Rev. Com. Perm. Pacifico Sur. Ciencia y Derecho del Mar, 3:63-75.

Silva, N y H. Sievers. 1981. Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt (18-33 °S). Operación Oceanográfica MarChile 10-ERFEN I. Cienc. y Tec. Del Mar, CONA, 5:5-50.

Silva, N. y B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: zonas Arica-Coquimbo y Los Vilos - Chiloé. Est. Doc. Ser. Oceanogr. Univ. Católica Valparaíso. 28-1/82: 212 pp.

Simmonds, E. and R. Fryer. 1996. Which is better random or systematic acoustic surveys?. A simulation using North Sea herring as an example. ICES Journal of Marine Science, 53: 285-298.

Simrad, 1991. Simrad EK500. Scientific echosounder. Operator manual. P217E.0. 15 pp.

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.

Sobarzo, M. 1999. Surgencia costera sobre una plataforma continental limitada por cañones submarinos, Concepción, Chile central. Tesis para optar al grado de doctor en Oceanografía. Escuela de Graduados, 236 p.



- Strauss, R. 1982. Statistical significance of species clusters in association analysis. *Ecology*. 63(3)634-639.
- Stearns, S. C. and R. E. Crandall. 1984. Plasticity for age and size at sexual maturity: a life-history response to unavoidable stress. En: G. W. Potts and R.J. Wootton (Eds). *Fish reproduction. Strategies and tactics*. Academic Press, págs. 13-33.
- Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutland & S.Salinas. 1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: *The Sea* A.R. Robinson & K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.
- Svellingén, I. y E. Ona. 1999. A summary of target strength observations on fishes from the shelf off West Africa. In *Proceedings from The 137 Meeting of the Acoustic Society of America and The Second Convention of the European Acoustics Association*. Berlin 14 - 19 March 1999. 4 pp.
- Tascheri, R., J. Sateler, J. Merino, O. Carrasco, J. González, E. Díaz, E., V. Ojeda, J. Olivares, R. Gili, R. Bravo Y L. Cid M. 2003. Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Proyecto: Investigación Situación Pesquería Demersal Zona Centro Sur, 2002. SUBPESCA/IFOP.
- Tascheri, R., Young, Z., Sateler, J., Merino, J., González, J., Ojeda, V., Díaz, E., Muñoz, Y., Olivares, J., M. Nilo y Palta, E. 2002. Programa de seguimiento de las principales pesquerías nacionales 2001, pesquería demersal zona centro sur. Informe Final SUBPESCA – IFOP.
- Traynor, J.J. 1996. Target-strength measurements of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) and Pacific whiting (*Merluccius productus*). *ICES J. Mar. Sci.*, 53: 253-258.



- UNESCO. 1981. The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- Vargas, C. y L. Castro. 2001. Spawning of the Chilean hake (*Merluccius gayi*) in the upwelling system off Talcahuano in relation to oceanographic features. *Sci. Mar.*, 65(2): 101 – 110.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Ed. Universitaria. Stgo, Chile. 237 pp.
- Volter, K. 1985. Introduction to variance estimation. Springer – Verlag. 427 p.
- Welch, D. y Foucher. 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to pacific cod (*Gadus macrocephalus*) populations dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:333-343.
- Westerheim, S.J. 1967. Sampling research trawl catches at sea. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 1187 – 1202.
- Wyrski K., 1975. El Niño: The dynamic response of the equatorial Pacific to atmospheric forcing. *Journal of Physical Oceanography*, 5: 572-584.
- Yáñez, E., Pizarro, L. y Alberti, M. 1985. Dinámica del stock de merluza común (*Merluccius gayi*, Guichenot 1848) explotado en la zona central de Chile entre 1960 y 1982. En: “Estudios en pesquerías chilenas”, T. Melo (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valpo:67-74.
- Zama, A. y E. Cárdenas. 1984. Seasonal change of macroplankton structure in the surface of Aysen fiord and Moraleda chanel, southern Chile. *Introduction into Aysén Chile of Pacific Salmon*, N°13:27 pp.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey, 663 pp. + anexos.

# **FIGURAS**

---

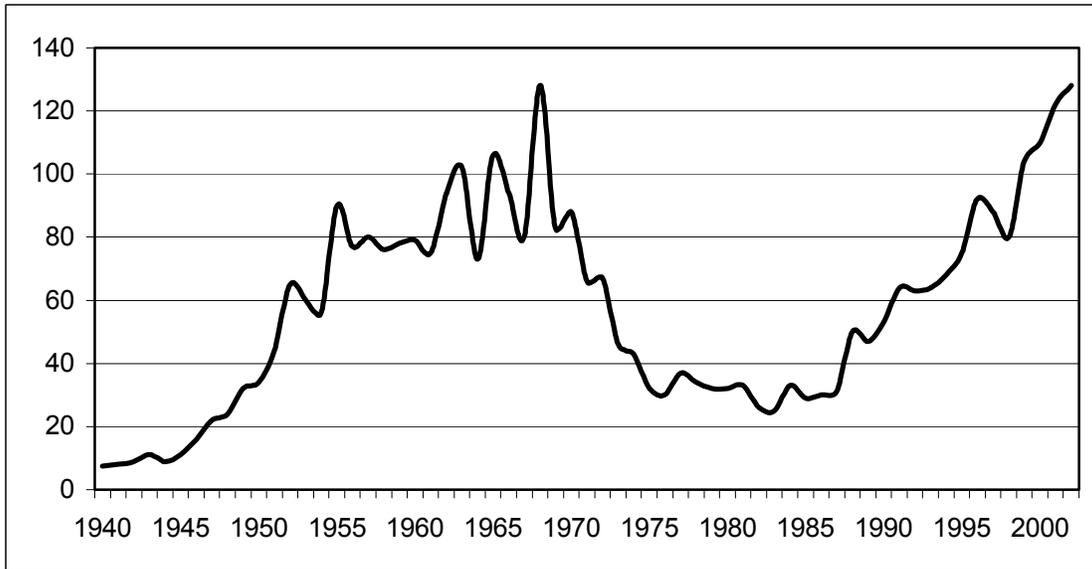


Figura 1. Desembarques históricos de merluza común (*Merluccius gayi gayi*).  
Fuente Sernapesca (2002), Aguayo-Hernández (1995).

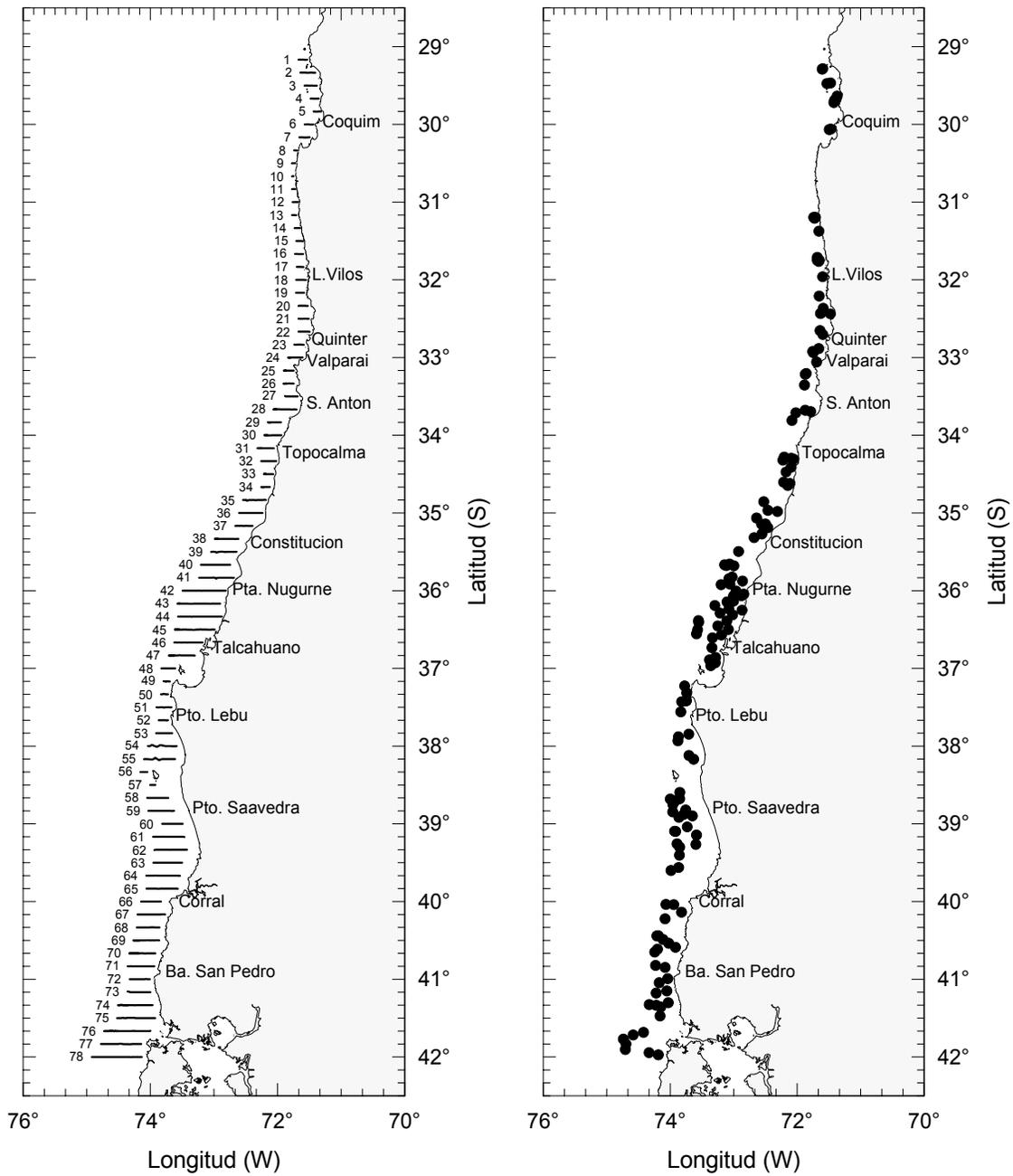


Figura 2. Localización de **a)** transectas de muestreo acústico y **b)** lances de pesca de identificación.

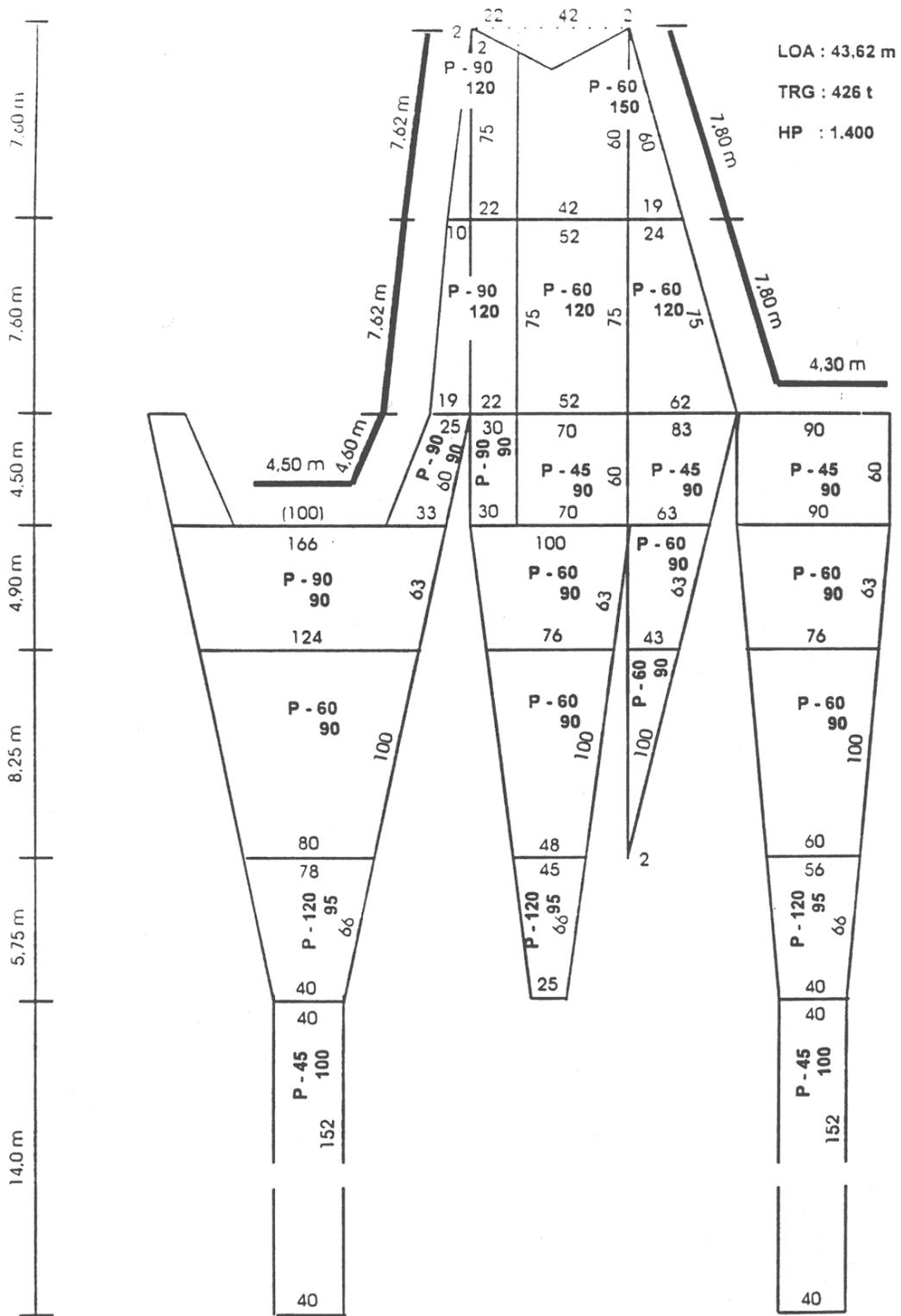


Figura 3.- Red de arrastre de fondo merlucera.

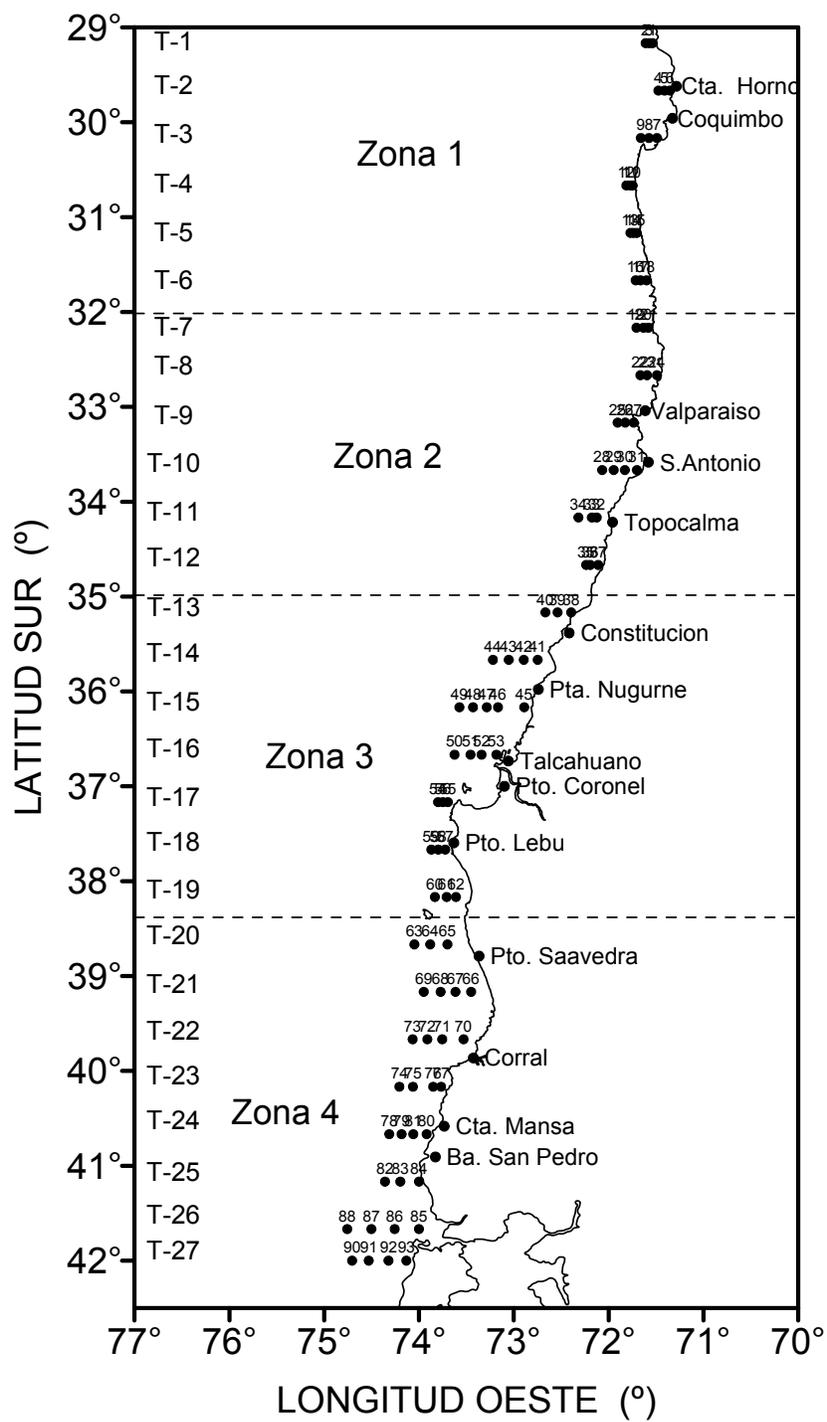


Figura 4. Posición de las estaciones y transectas de muestreo oceanográfico dispuestas en el área de estudio.

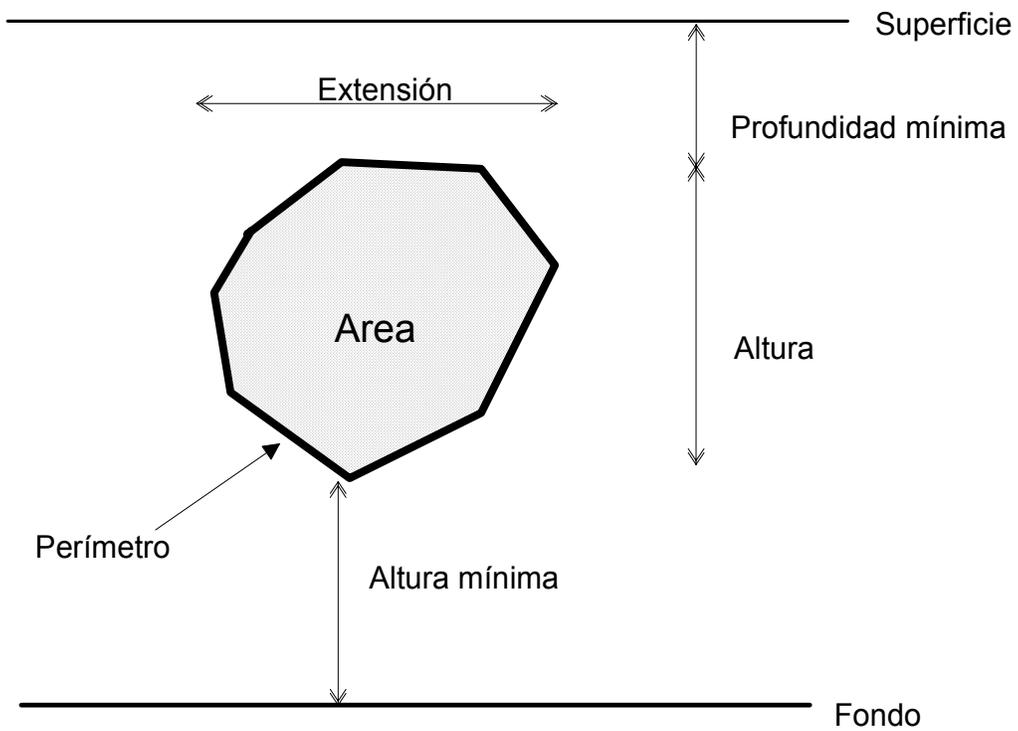


Figura 5. Descriptores de un cardumen.

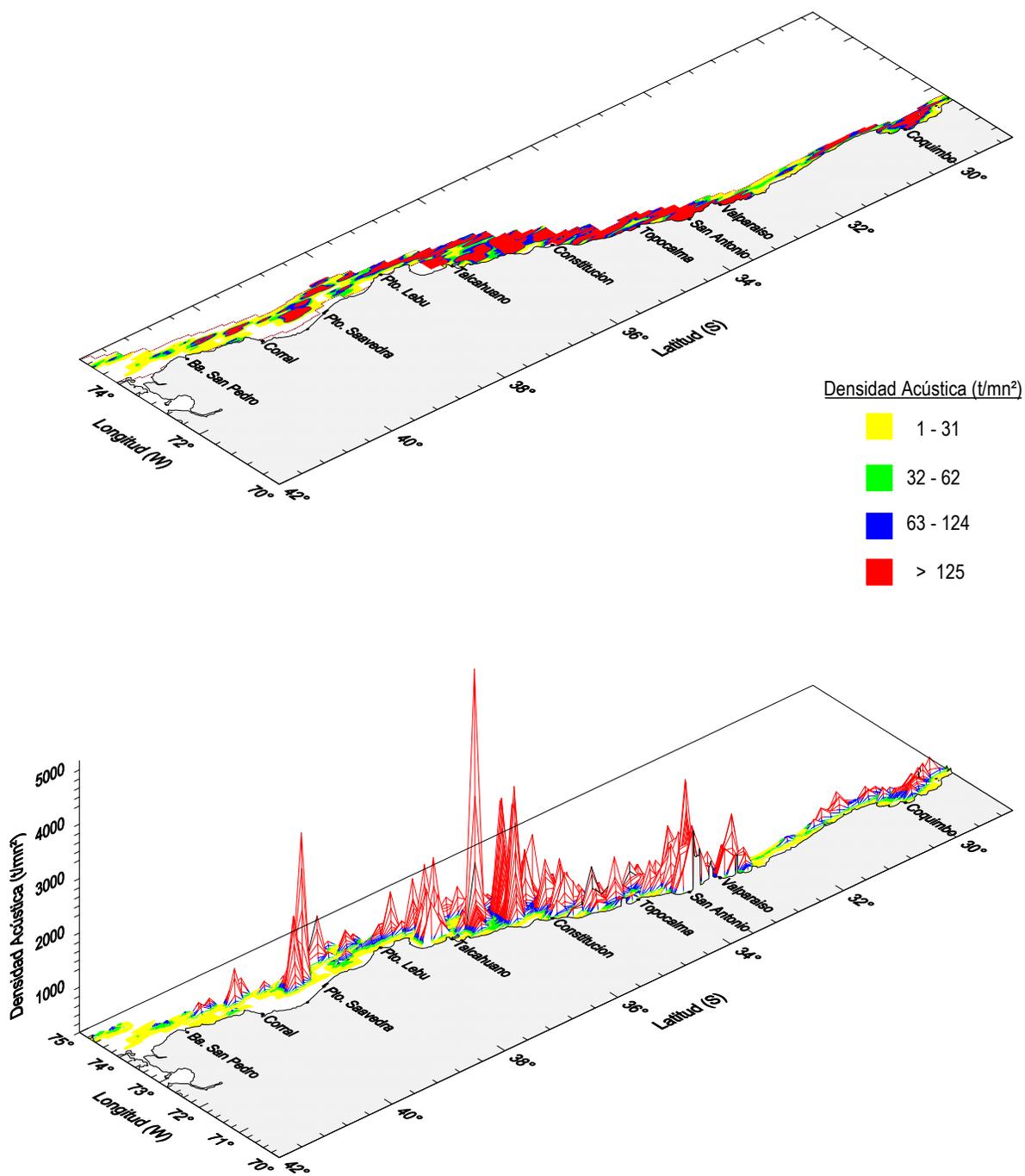


Figura 6. Distribución espacial de merluza común. Agosto del 2002.

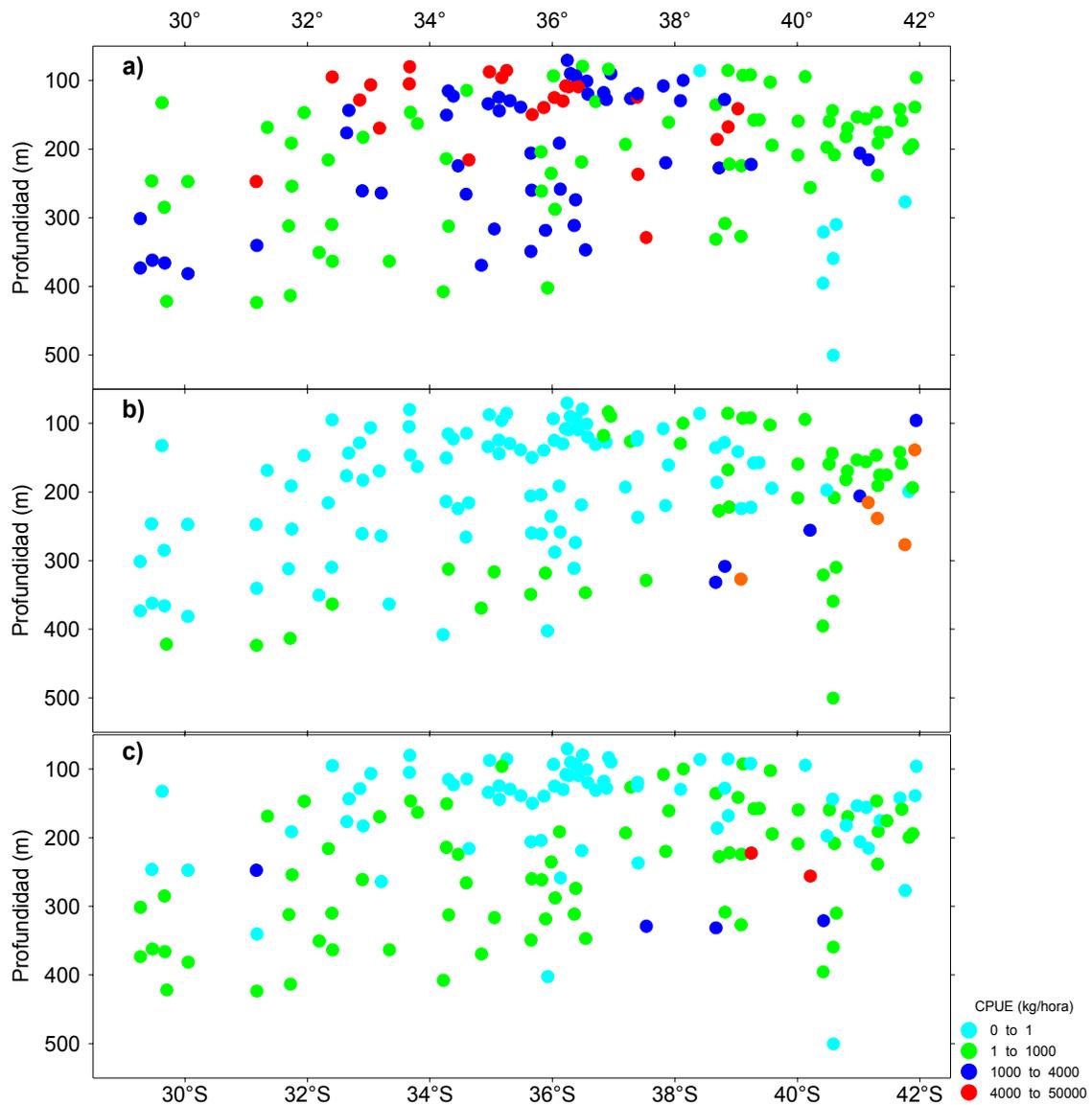


Figura 7. Distribución latitudinal y batimétrica de las capturas estandarizadas (kg/hora) de a) merluza común, b) merluza de cola y c) jibia. (Julio-Septiembre 2002).

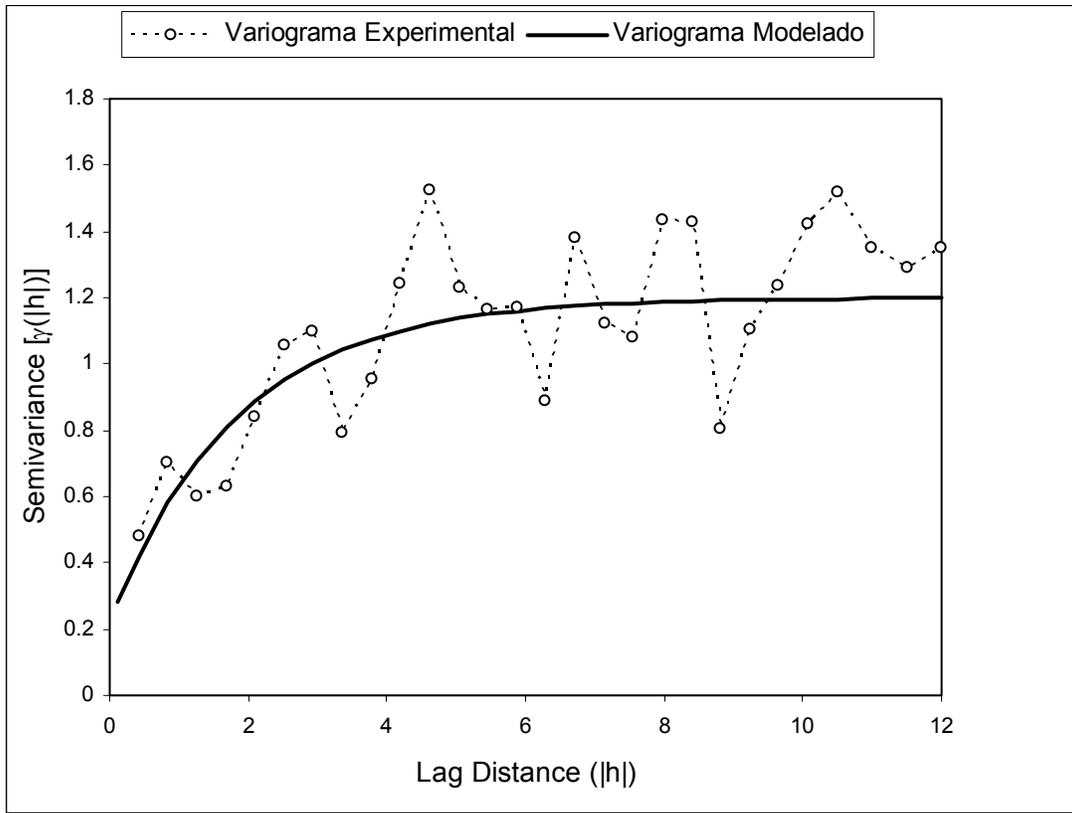


Figura 8. Variograma de la distribución de merluza común (2002)

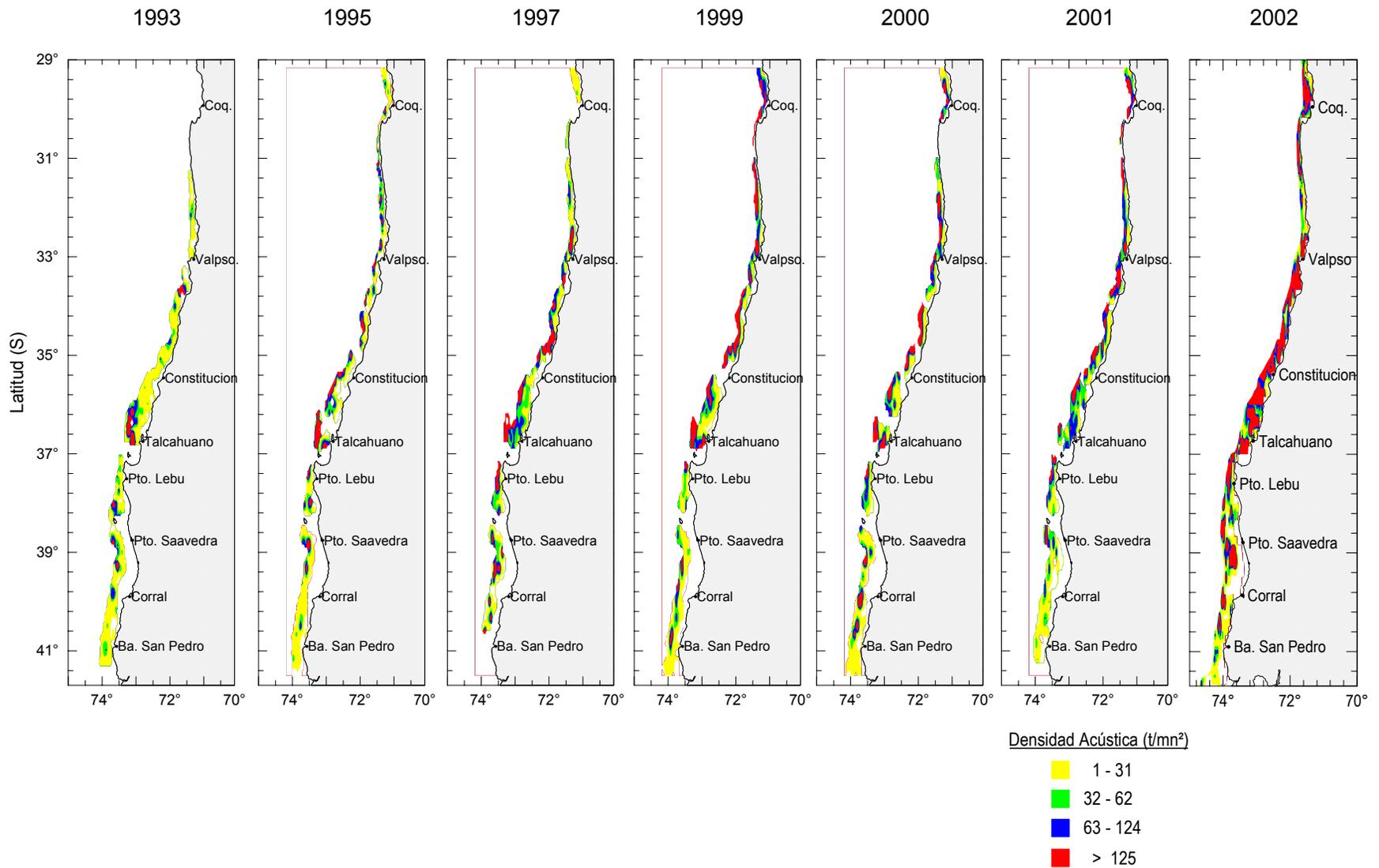


Figura 9. Mapas de distribución de *Merluccius gayi gayi* durante el invierno en el periodo 1993-2002 (t/mn<sup>2</sup>)

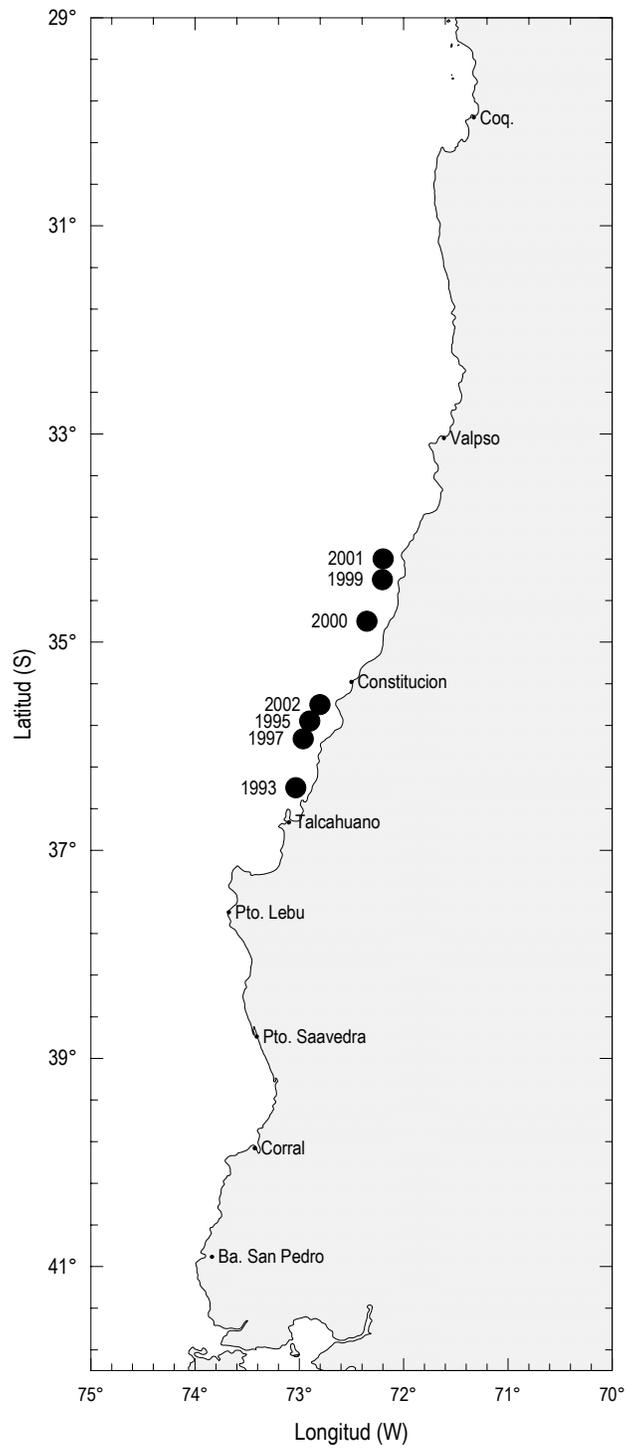


Figura 10. Centroides de gravedad de la distribución de *Merlucius gayi gayi* en invierno en el periodo 1993 – 2002.

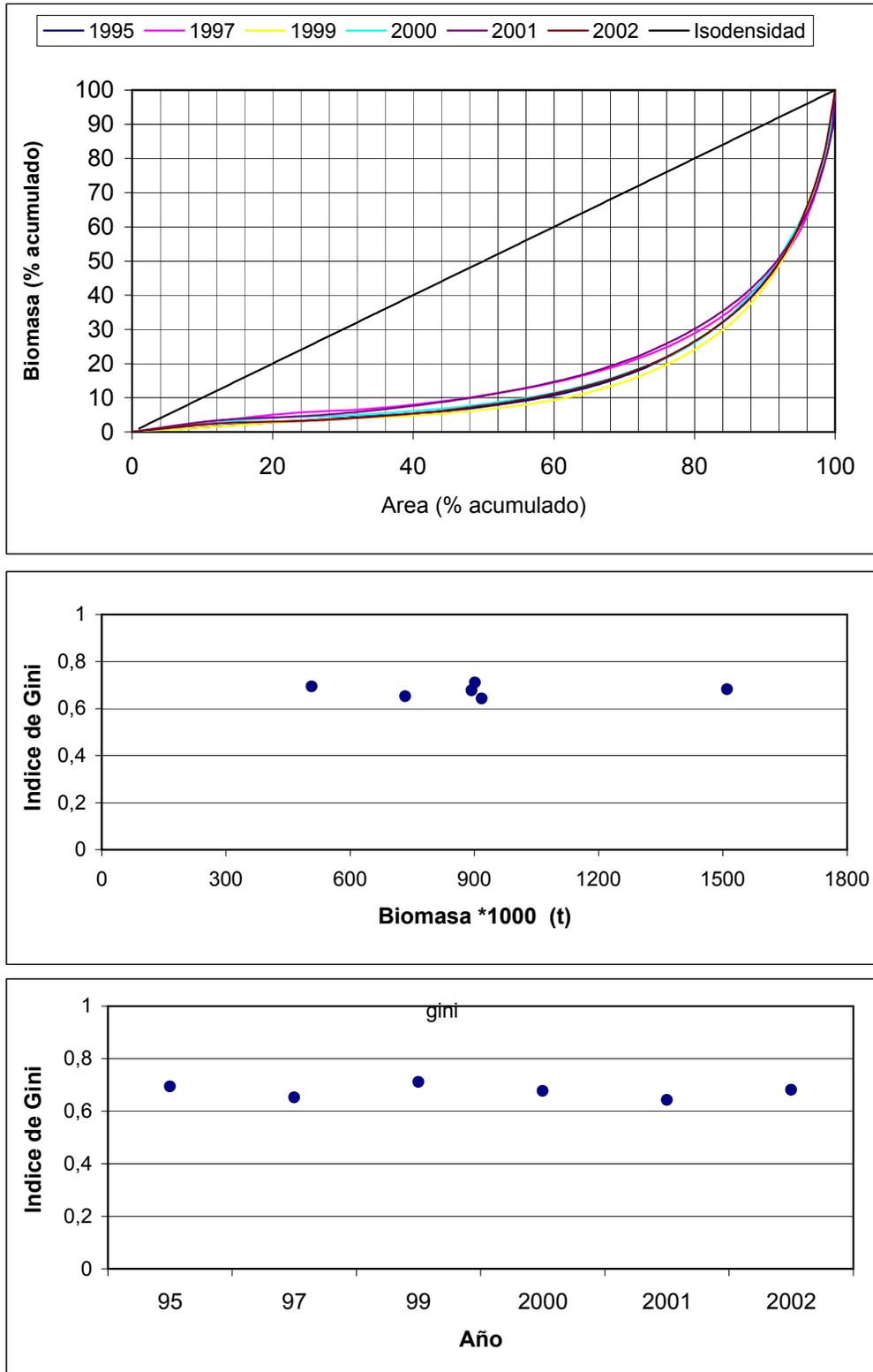


Figura 11. **A)** Curvas de Lorenz, período 1995-2002, **B)** Índice de Gini en función de la biomasa estimada; **C)** Índice de Gini período 1995-2002.

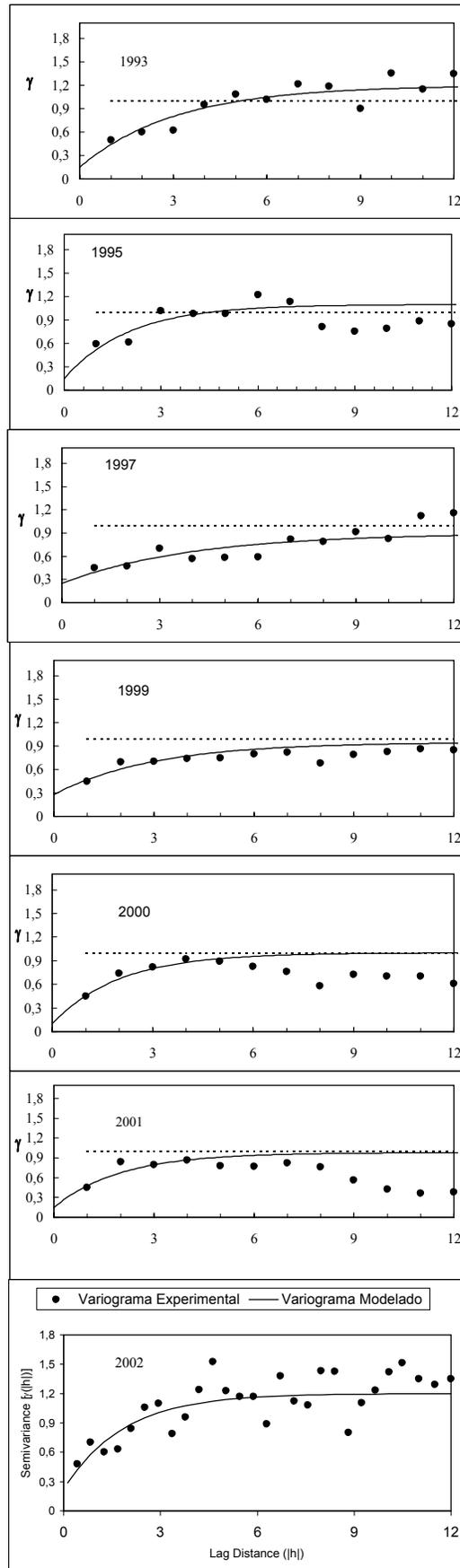


Figura 12. Variogramas relativos de la distribución de la merluza común (1993-2002)

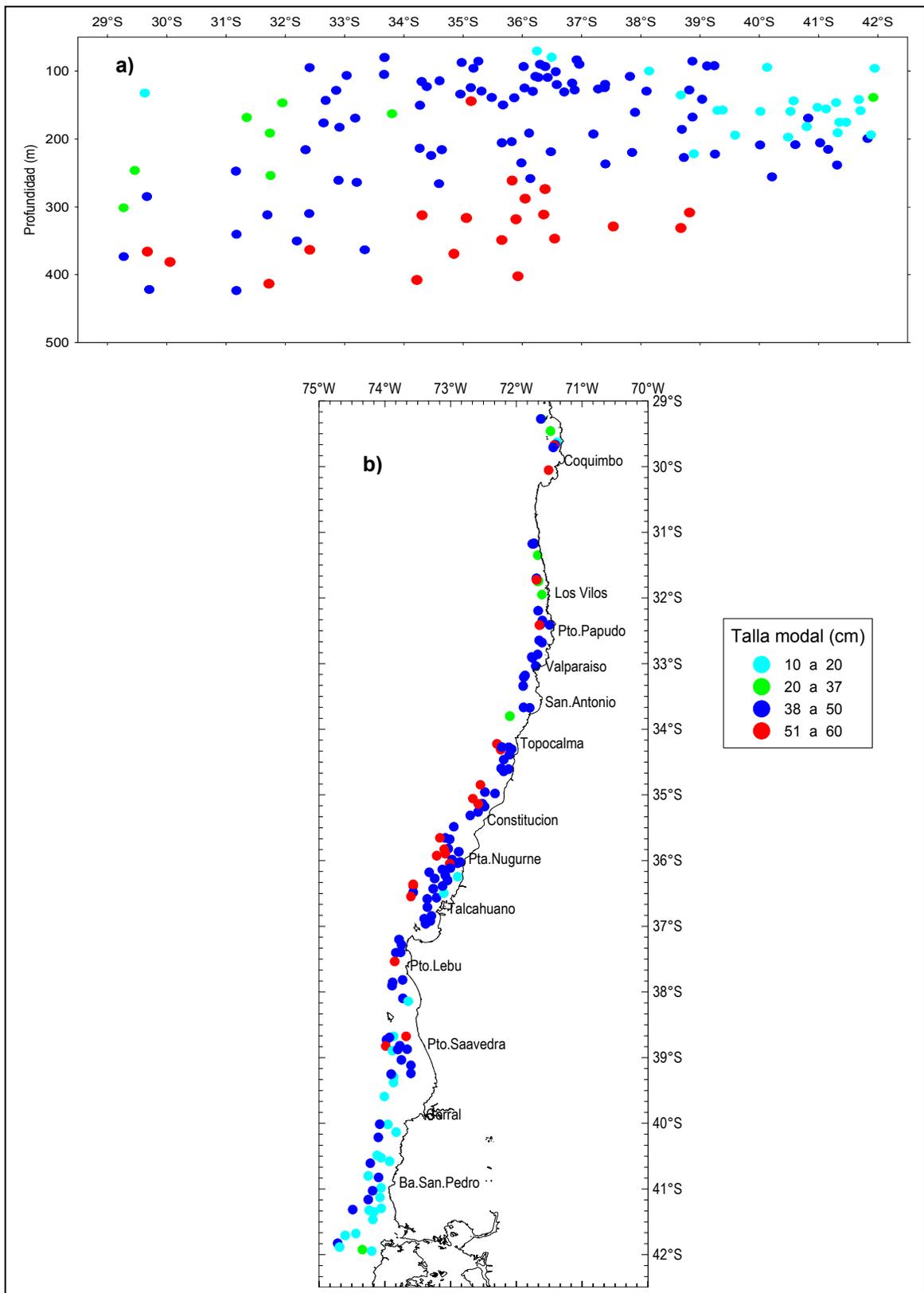
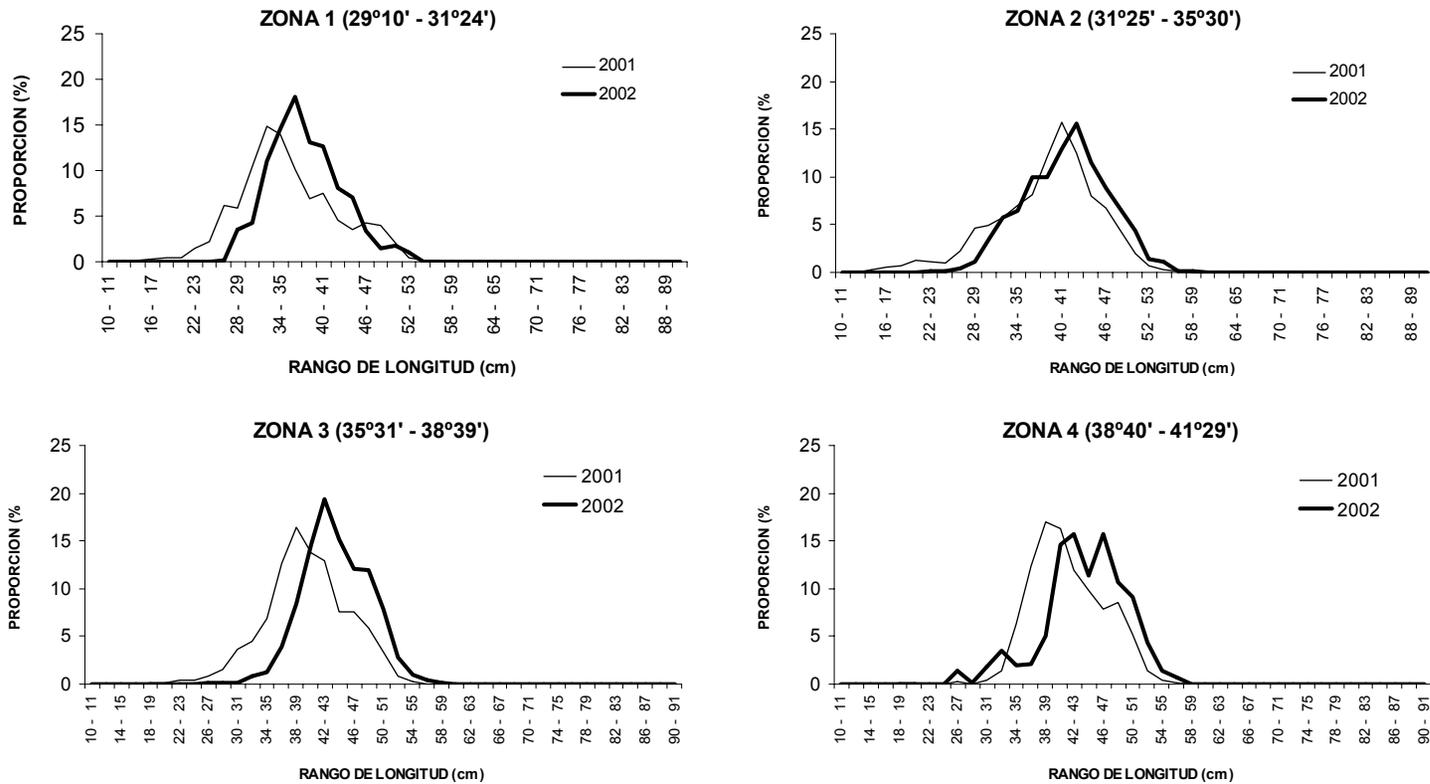


Figura 13. Distribución espacial de las tallas modales de merluza común.  
a) Batimétrica, b) Latitudinal



+++++

Figura 14. Composición de longitud de machos de merluza común por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

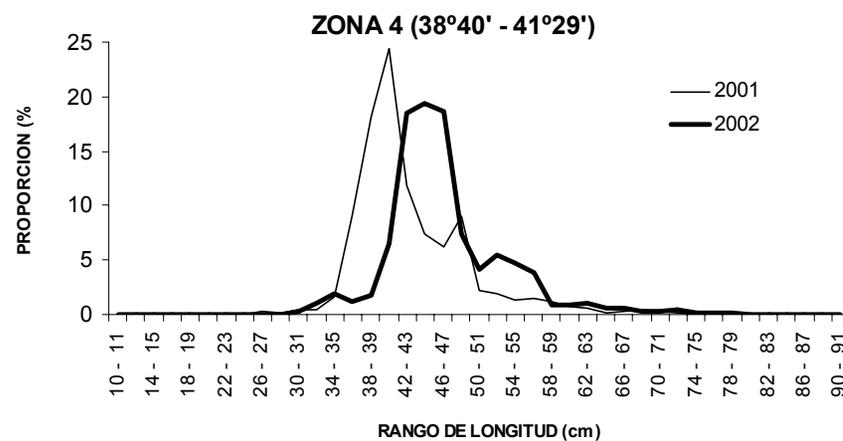
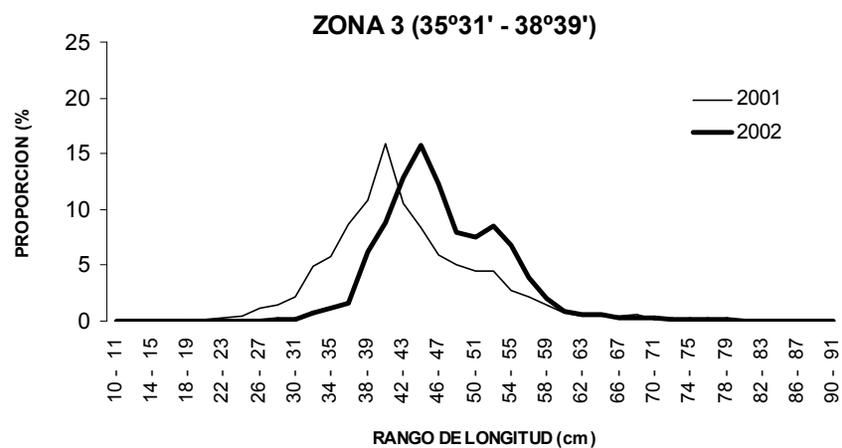
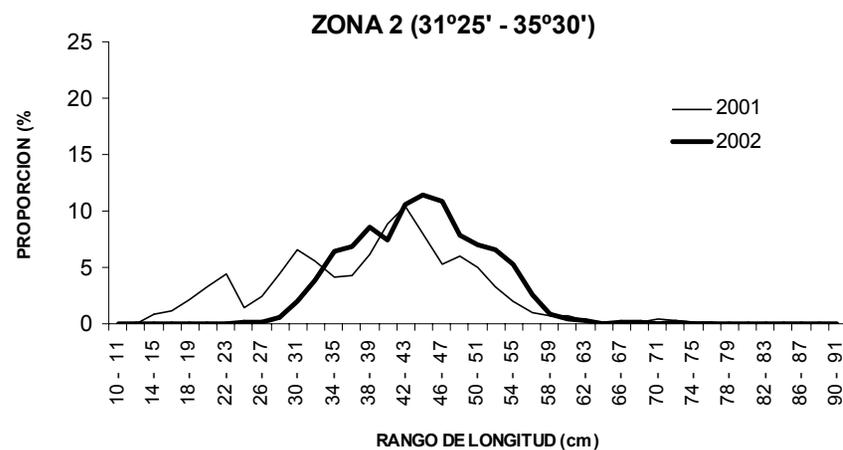
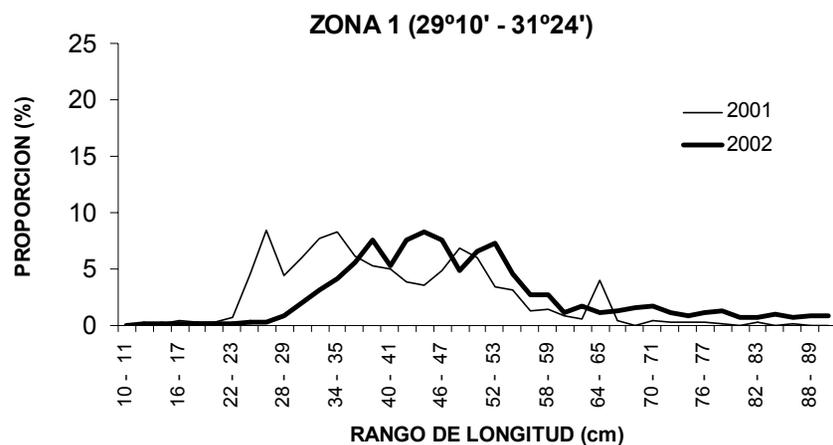


Figura 15. Composición de longitud de hembras de merluza común por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

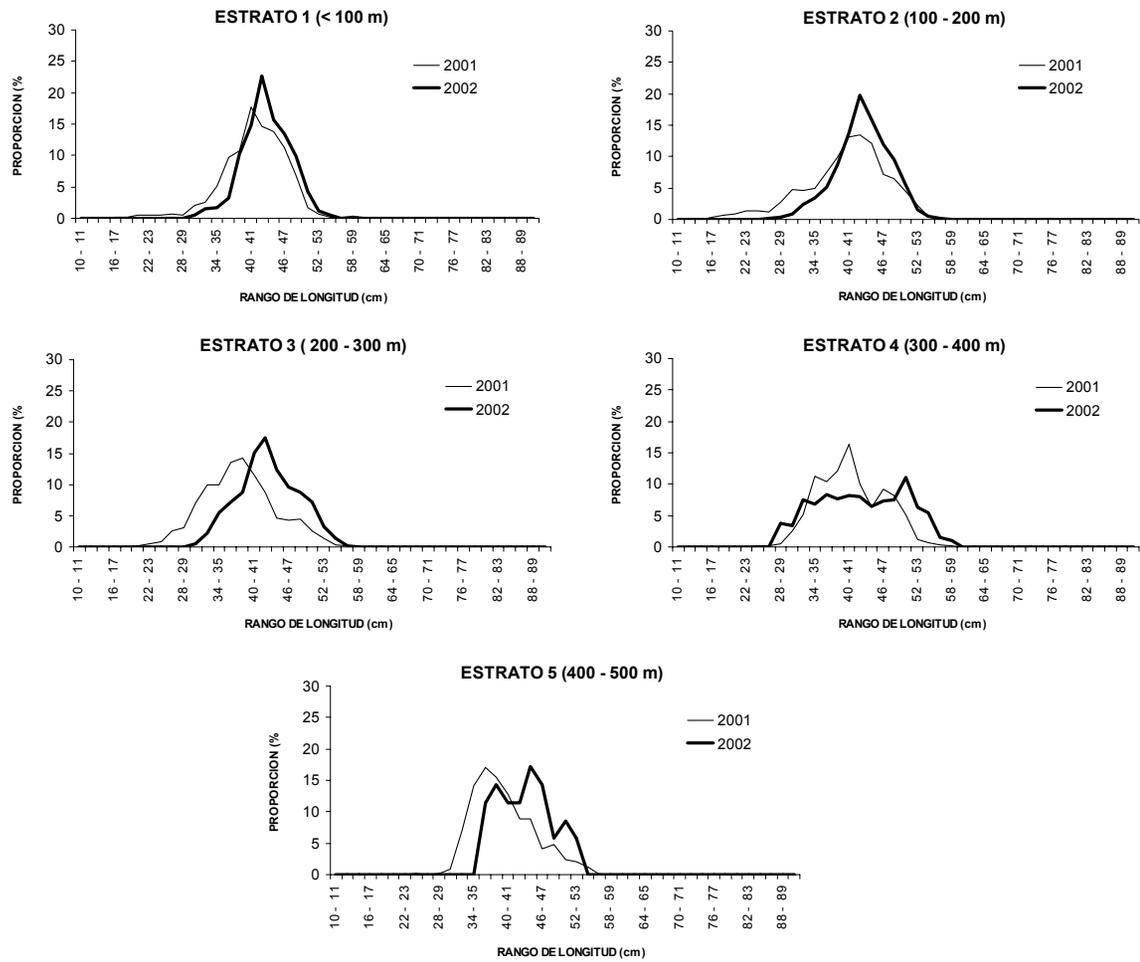


Figura 16. Composición de longitud de machos de merluza común por estrato de profundidad en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

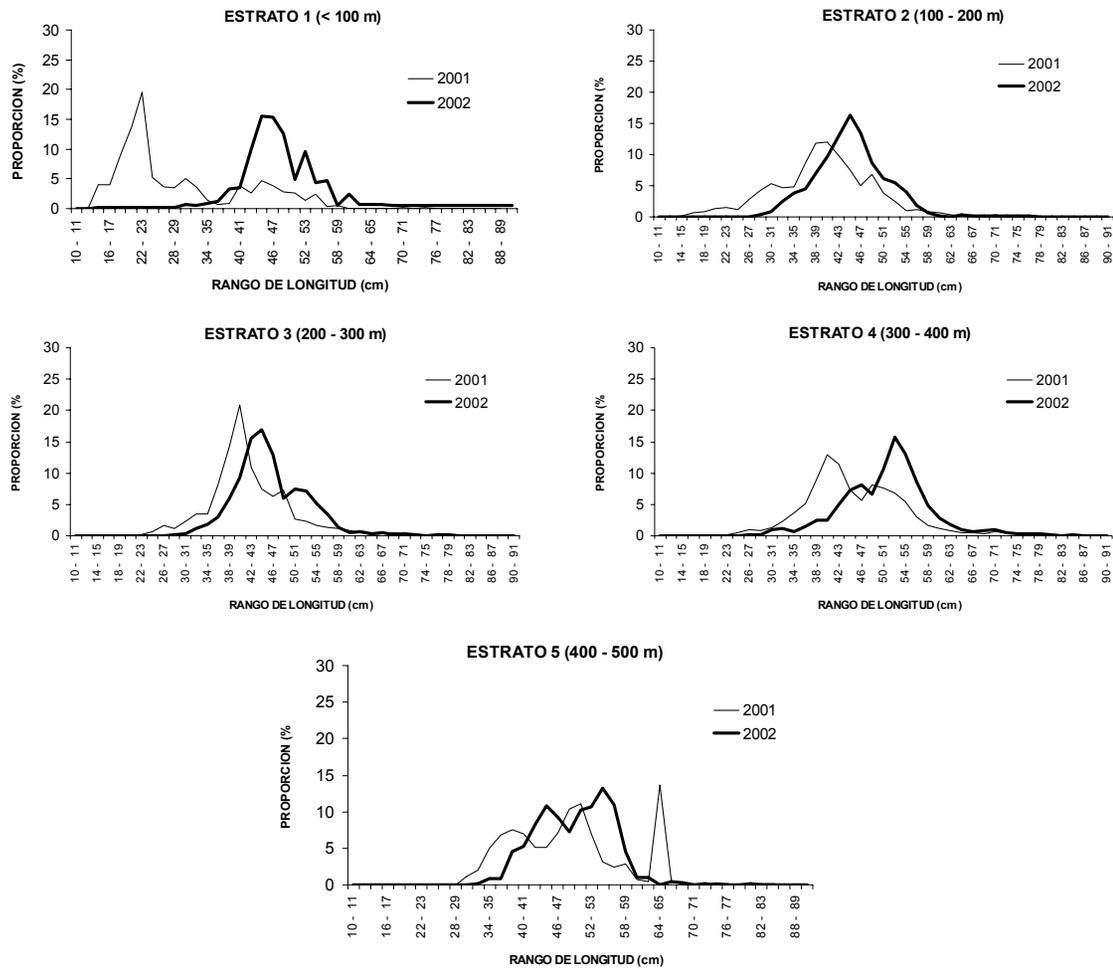


Figura 17. Composición de longitud de hembras de merluza común por estrato de profundidad en las capturas de los lances de identificación. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

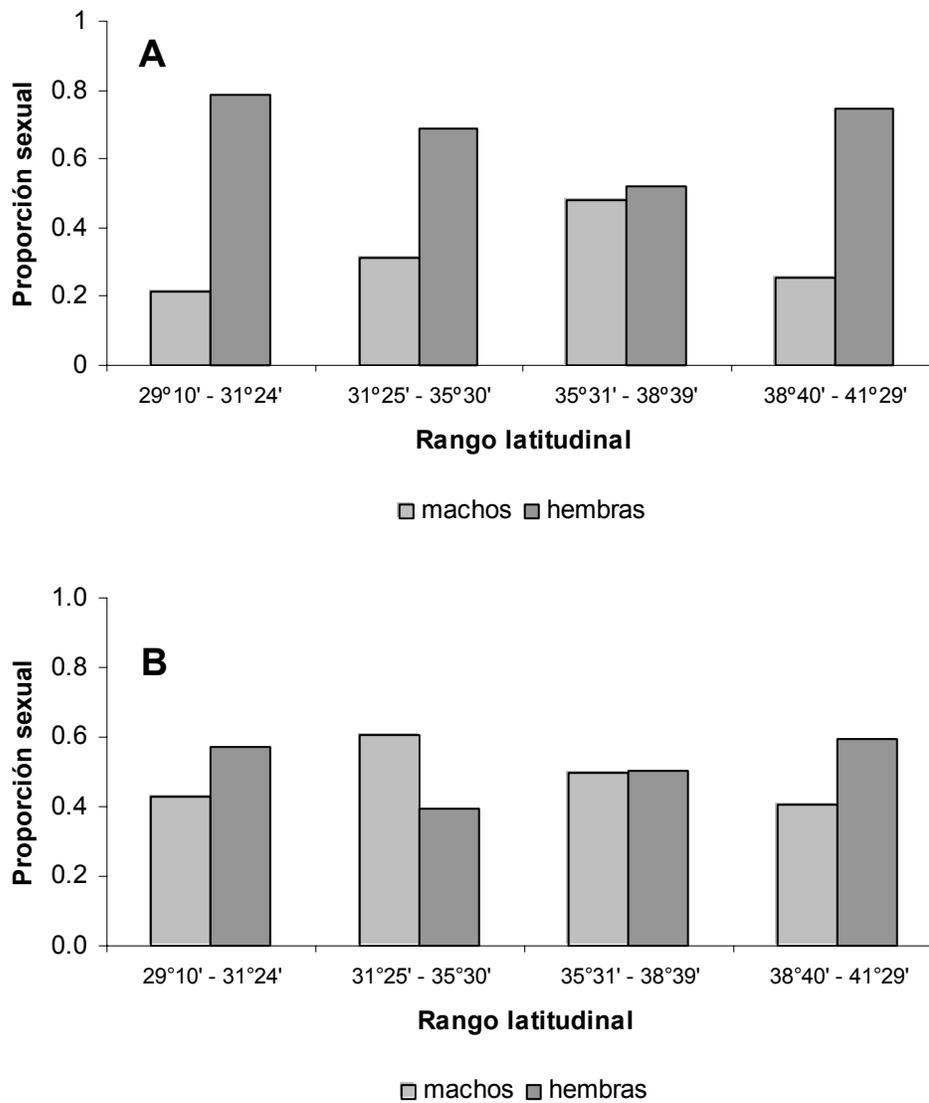


Figura 18. Proporción sexual de merluza común, por zona latitudinal en las capturas de los lances de identificación. **A)** Crucero de 2002; **B)** Crucero de 2001. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.

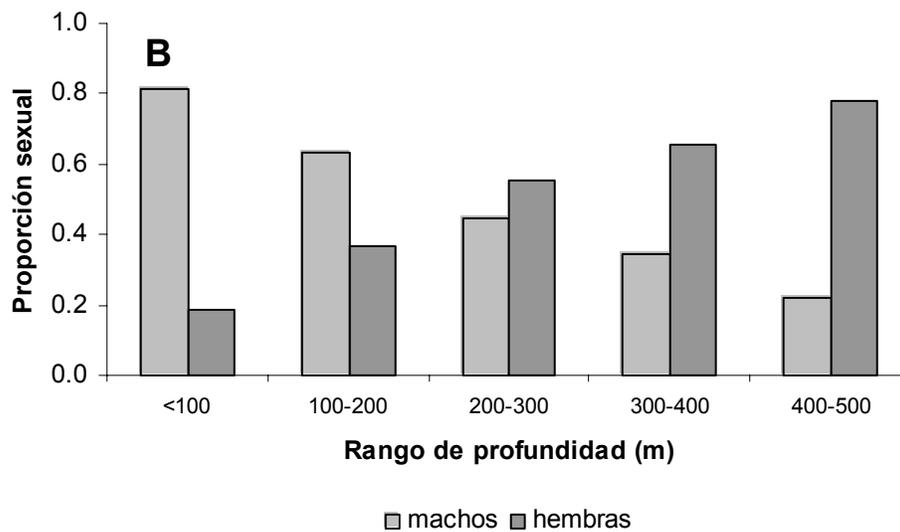
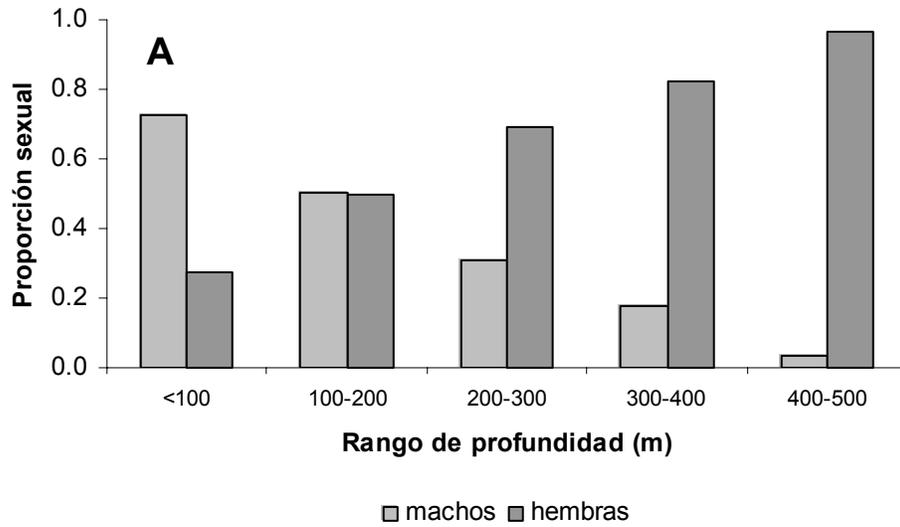


Figura 19. Proporción sexual de merluza común por rango de profundidad en las capturas de los lances de identificación. **A)** Crucero de 2002; **B)** Crucero de 2001. Cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común.

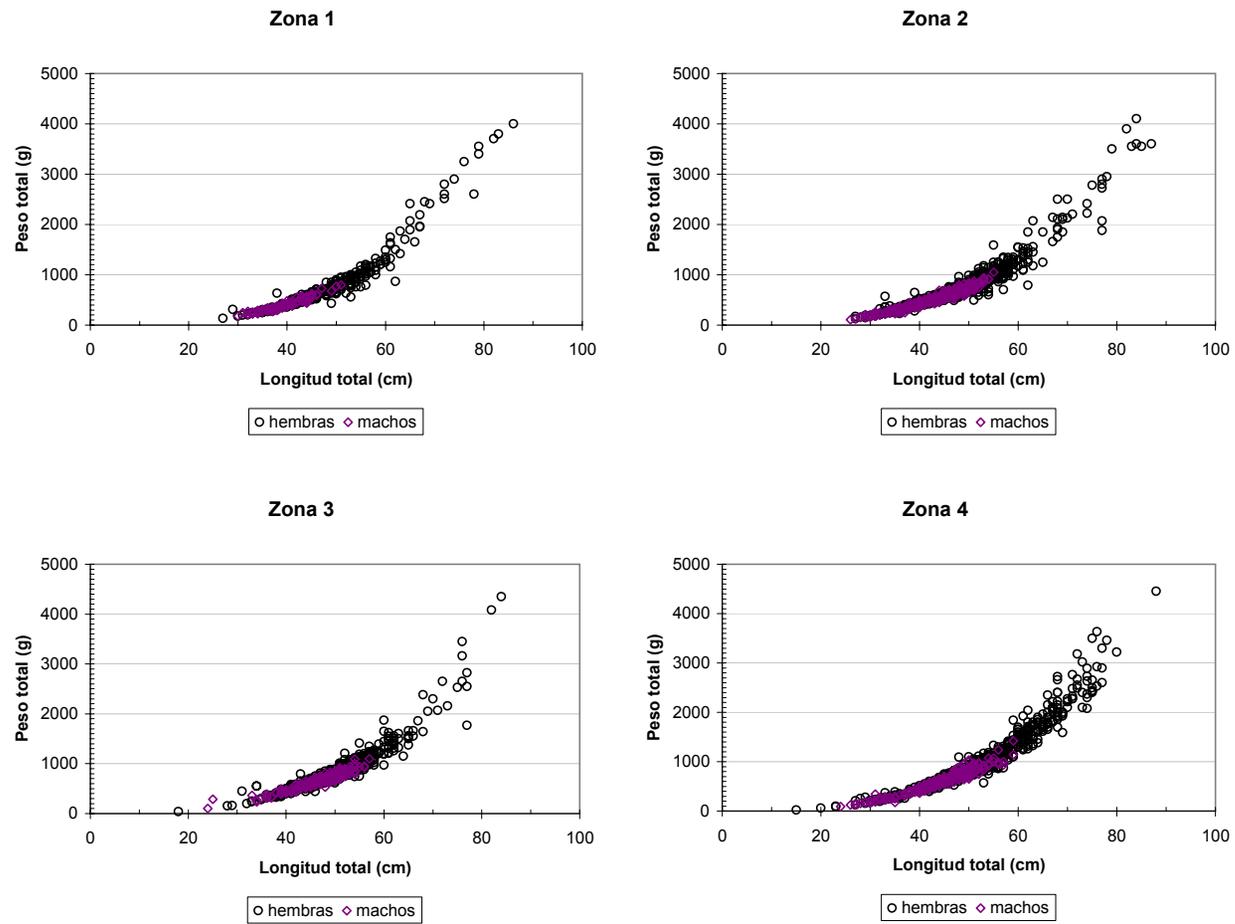
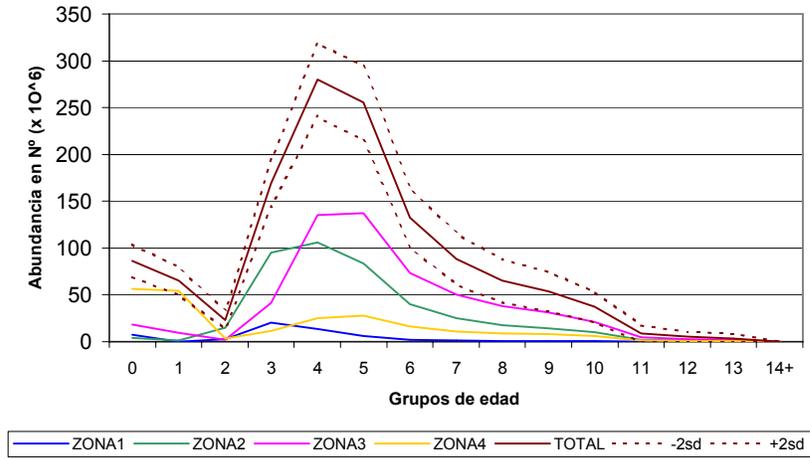


Figura 20. Dispersión de las variables pesos total (g) y longitud total (cm), de merluza común, por zona en el área de evaluación.

### Merluza común machos



### Merluza común hembras

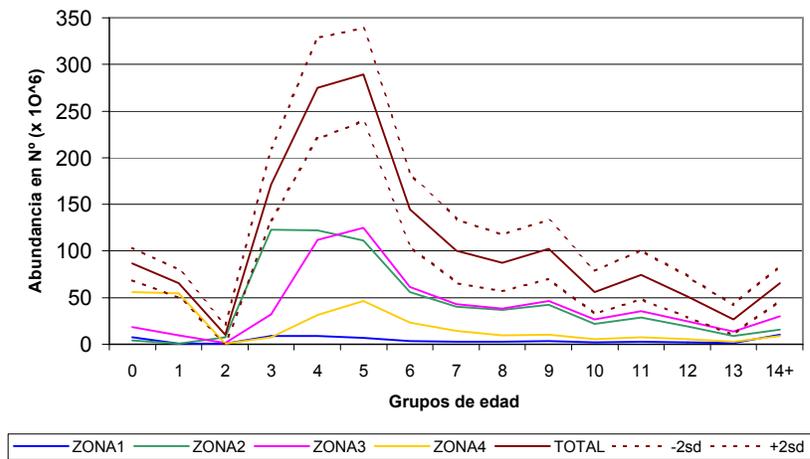


Figura 21. Abundancia por grupos de edad de merluza común, Crucero de Evaluación, 2002.

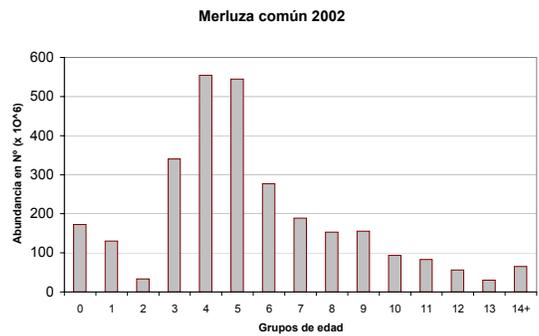
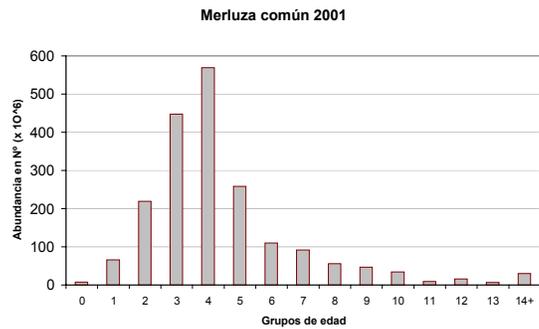
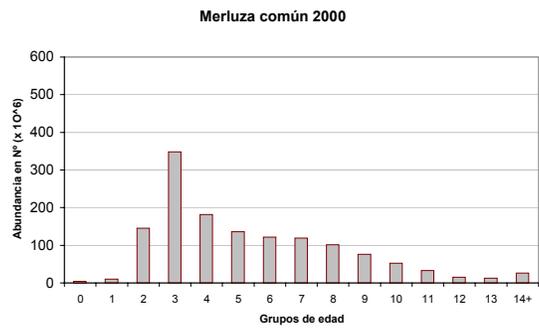
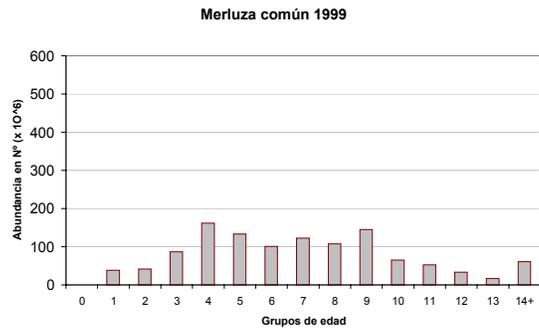


Figura 22. Abundancia por grupos de edad de merluza común, cruceros de Evaluación, período 1999 - 2002.

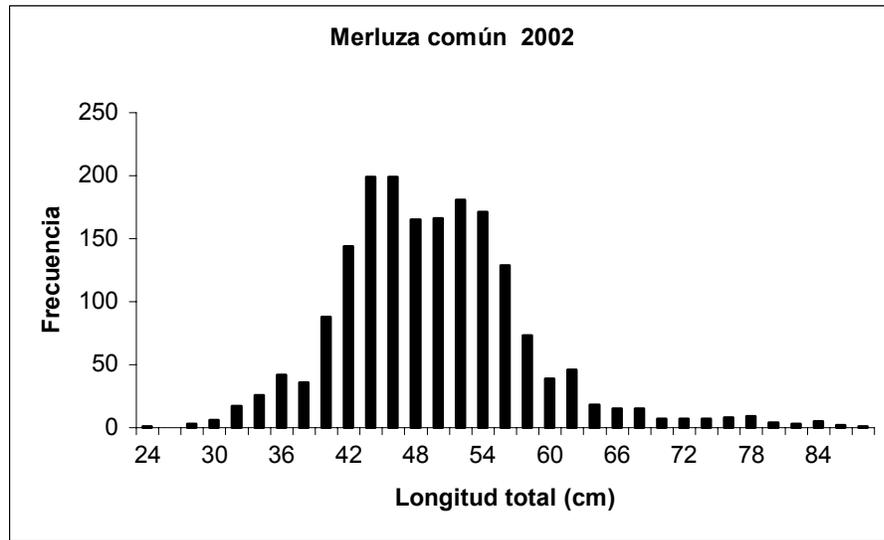


Figura 23. Frecuencia de longitudes del total de hembras de merluza común *Merluccius gayi gayi*, utilizadas en el estudio de aspectos reproductivos.

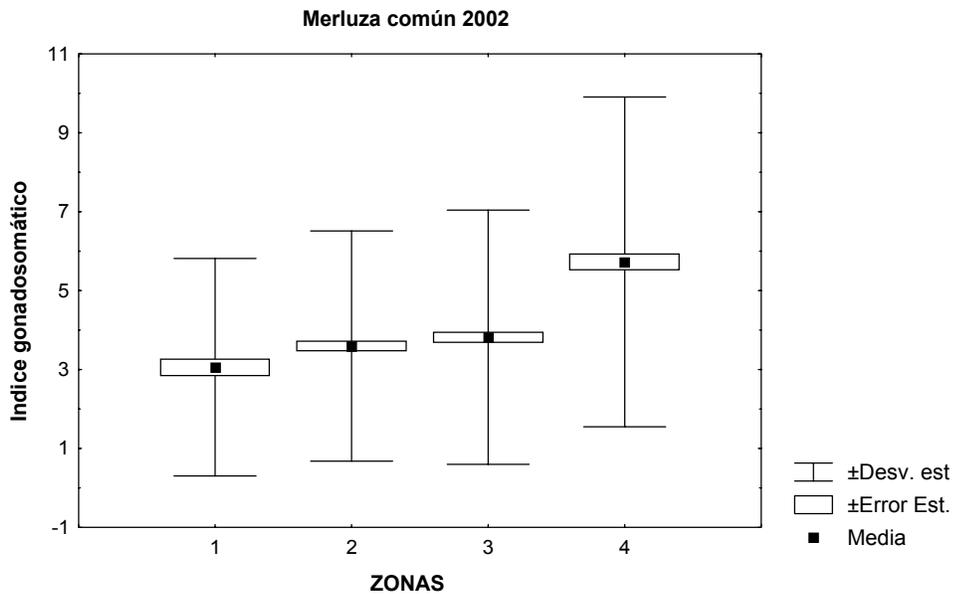


Figura 24. Valores promedio del índice gonadosomático, la desviación estándar y el error estándar en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, por zona de pesca.

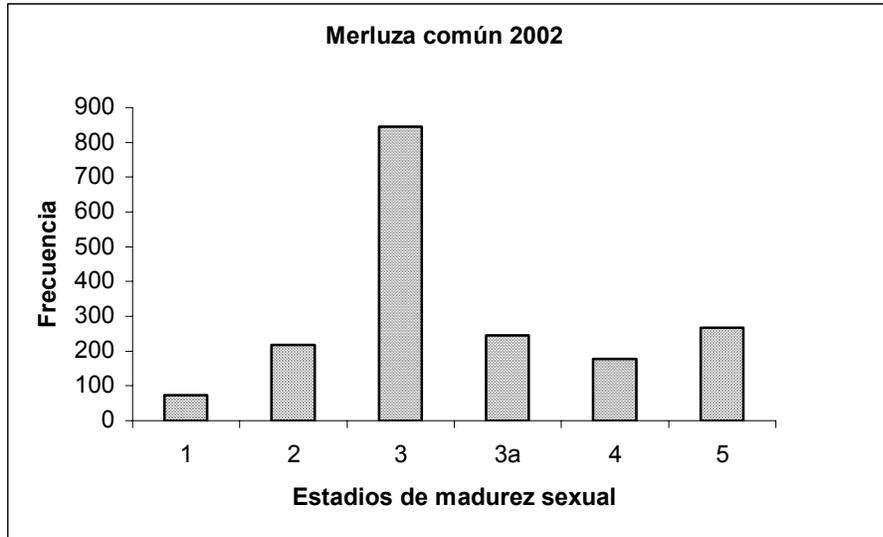


Figura 25. Frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.

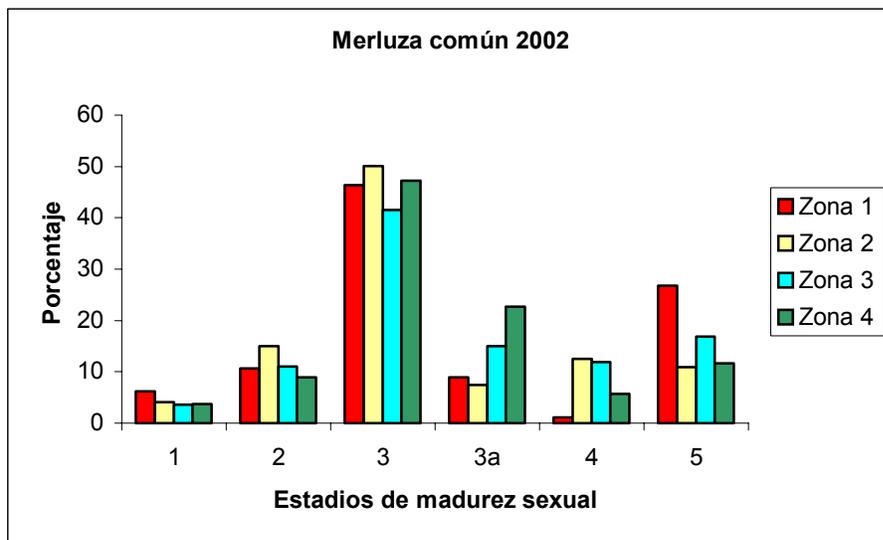


Figura 26. Porcentaje de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, según la zona de pesca.

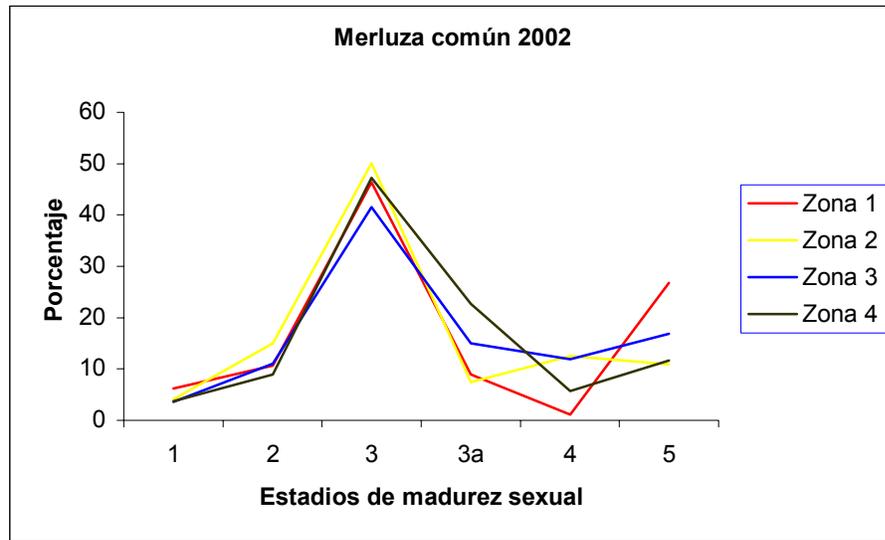


Figura 27. Distribución porcentual de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en las cuatro zonas de pesca.

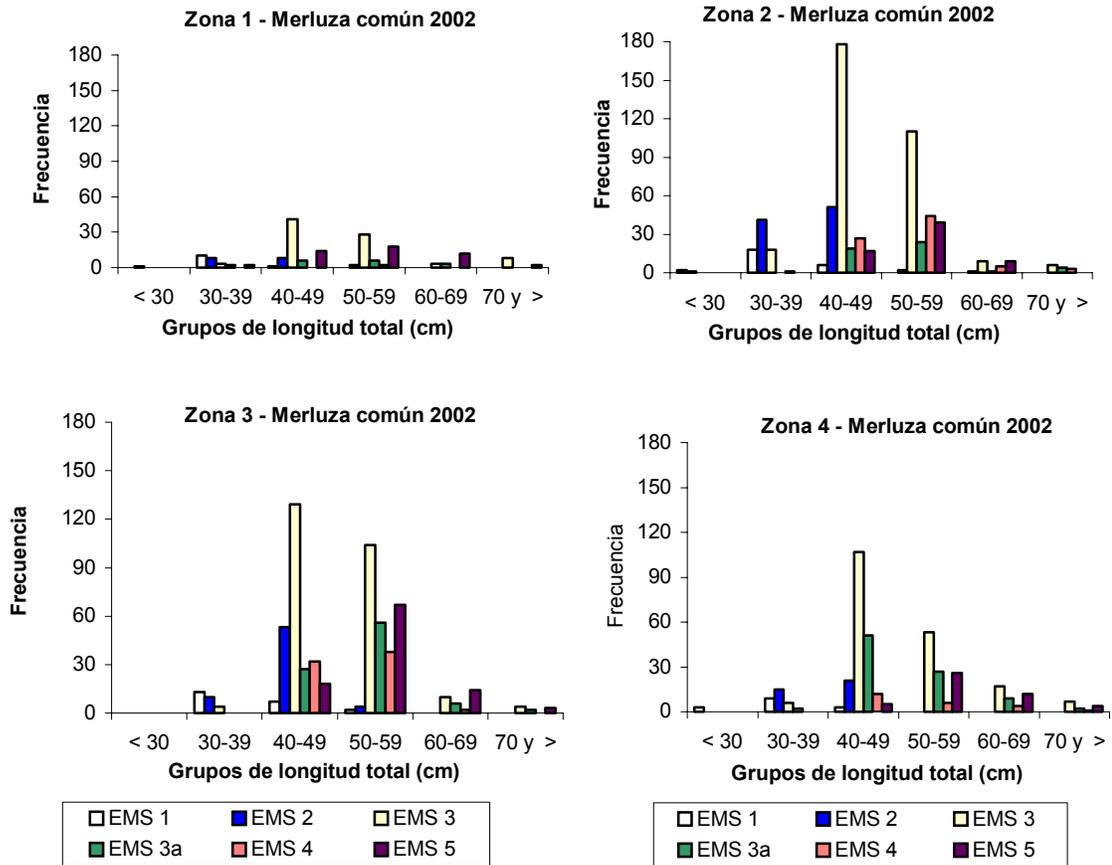


Figura 28. Distribución de frecuencia de los estadios de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de acuerdo a grupos arbitrarios de longitud total para las cuatro zonas de pesca.

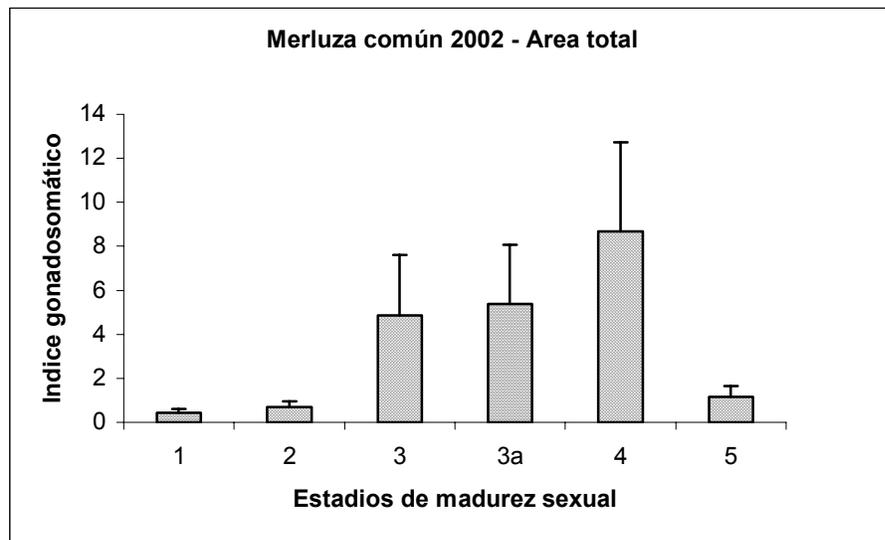


Figura 29. Valor del índice gonadosomático (IGS) más la desviación estándar para cada uno de los estadios de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en el área total de pesca.

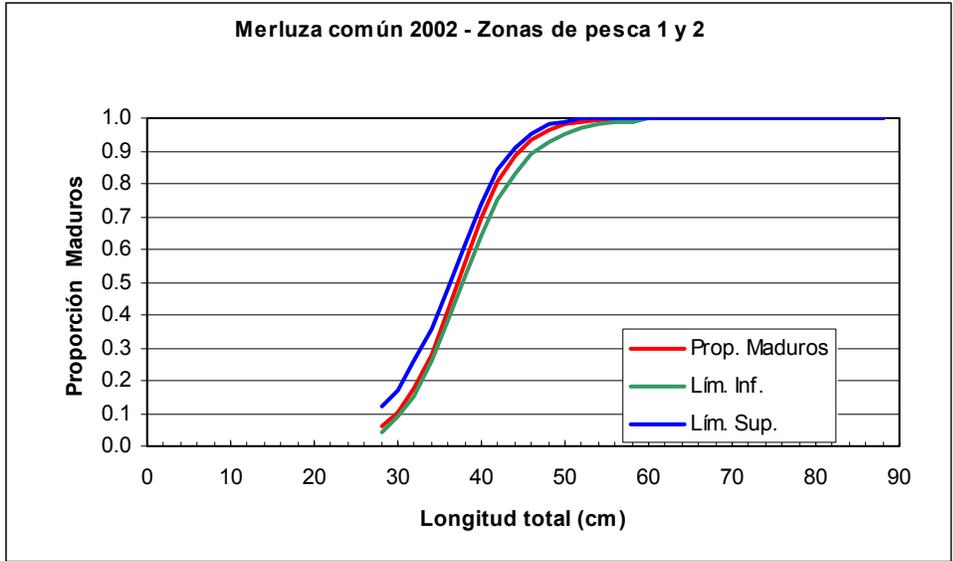


Figura 30. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 1-2, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.

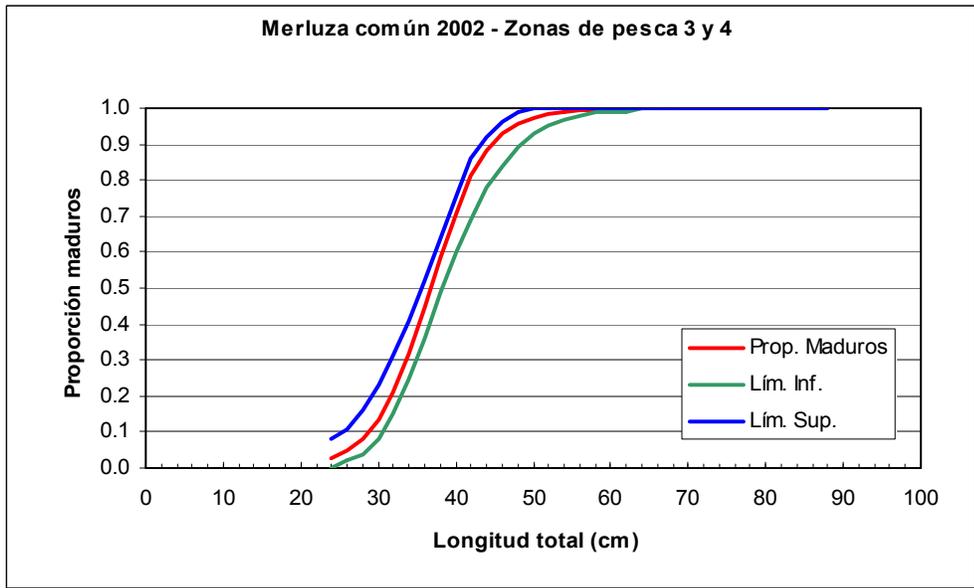


Figura 31. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 3-4, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.

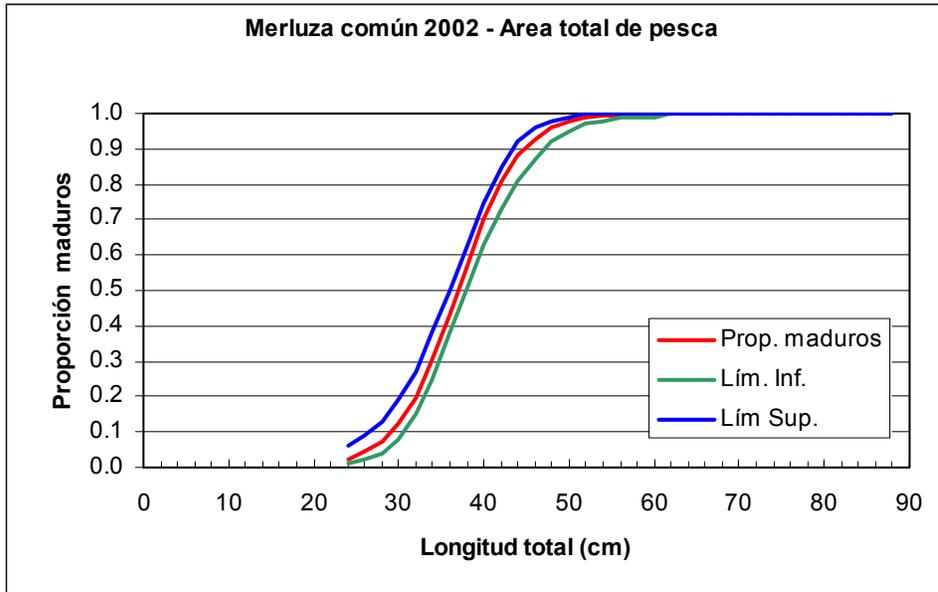


Figura 32. Ojiva de madurez sexual de la merluza común *Merluccius gayi* para el área total de pesca, con los límites de confianza de 95%. Ajuste de los datos a un modelo no lineal.

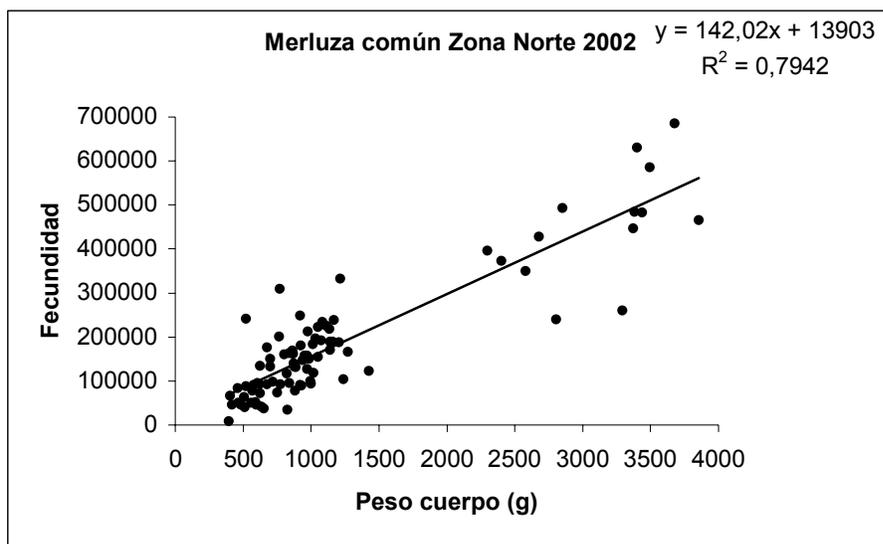


Figura 33. Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área norte (Zonas de pesca 1 y 2).

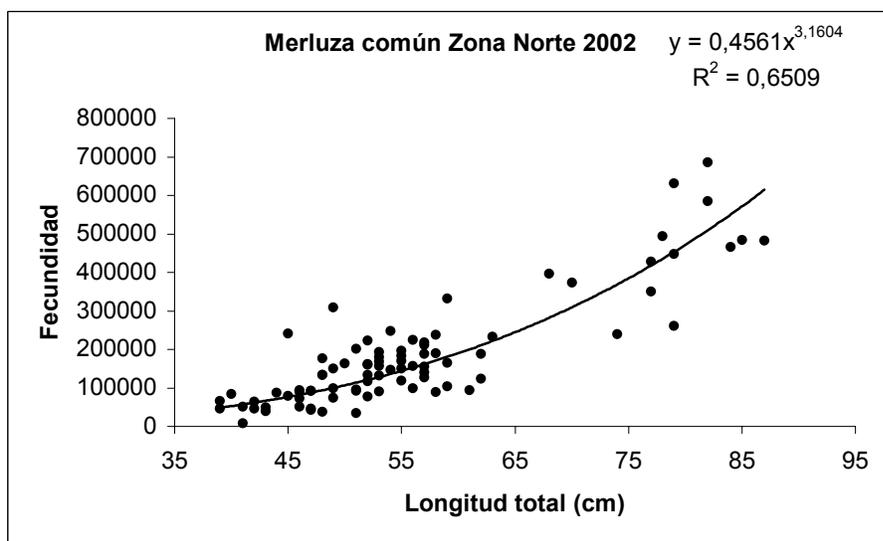


Figura 34. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área norte (Zonas de pesca 1 y 2).

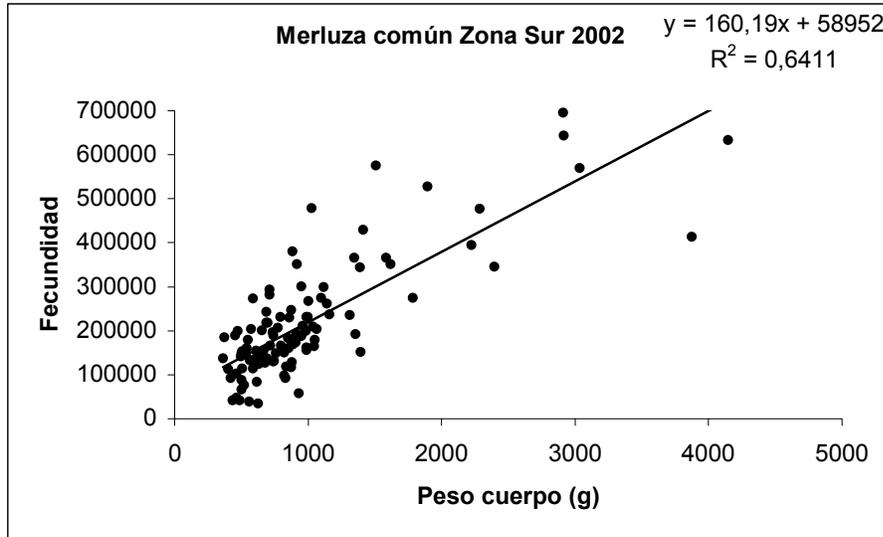


Figura 35. Relación entre la fecundidad modal y el peso del cuerpo en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área sur (Zonas de pesca 3 y 4).

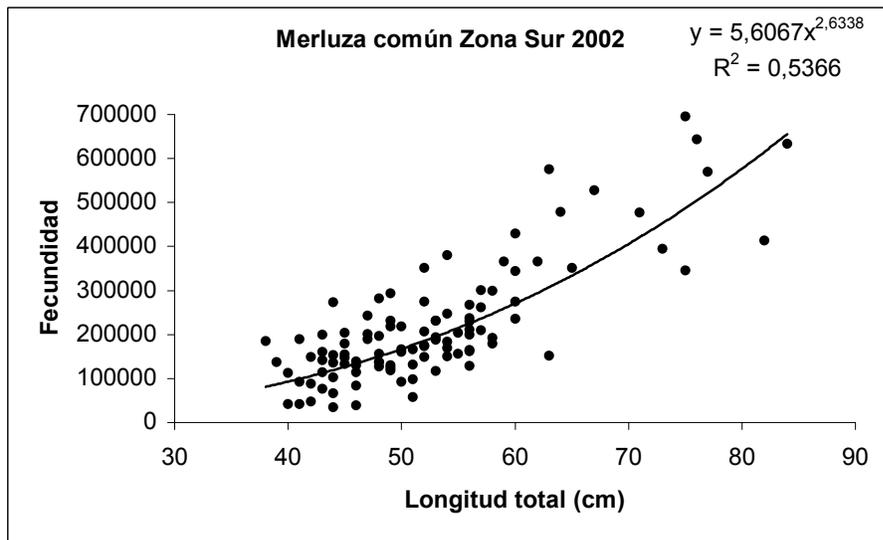


Figura 36. Relación entre la fecundidad modal y la longitud total en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, del área sur (Zonas de pesca 3 y 4).

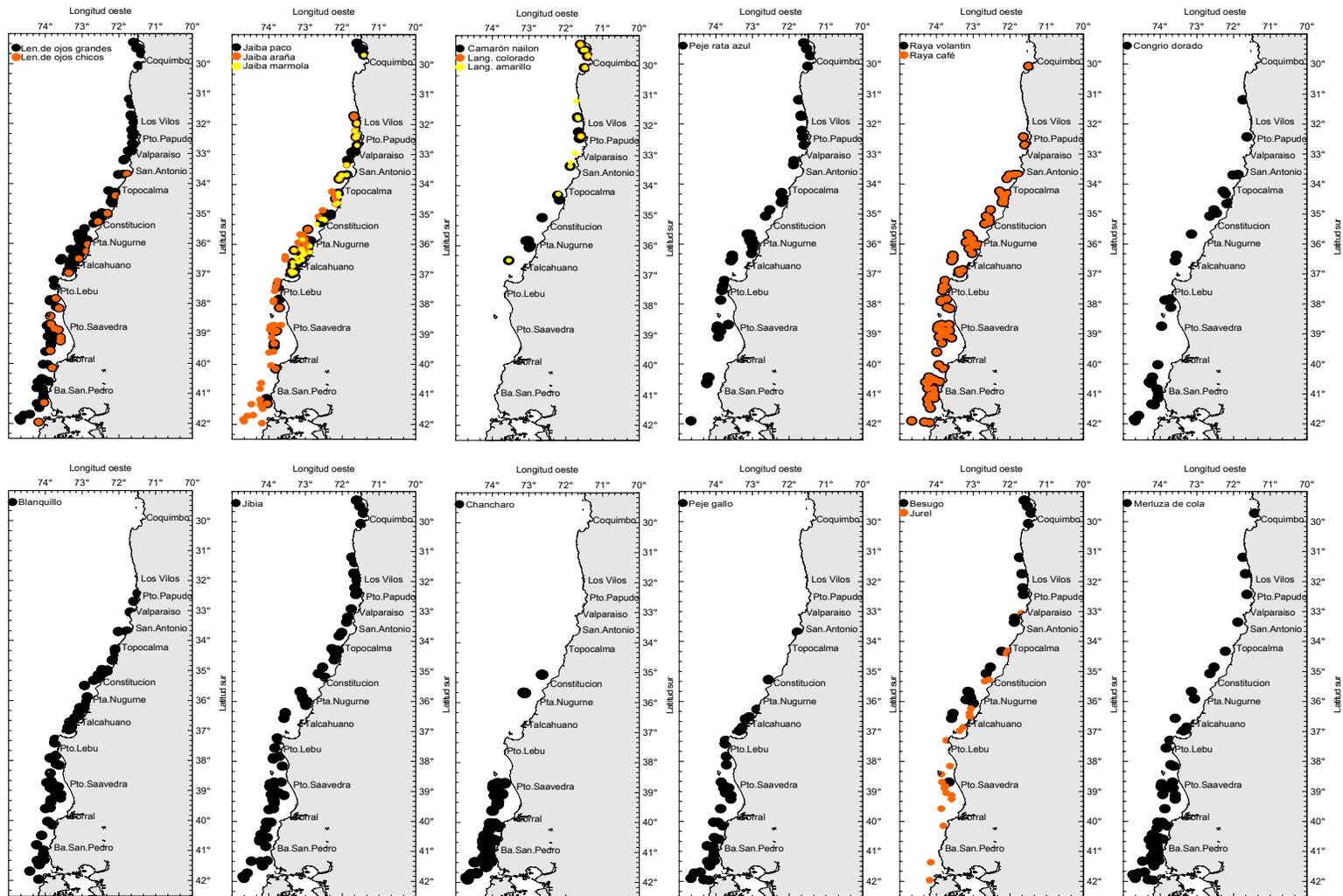


Figura 37. Distribución espacial de las principales especies componentes de la fauna acompañante

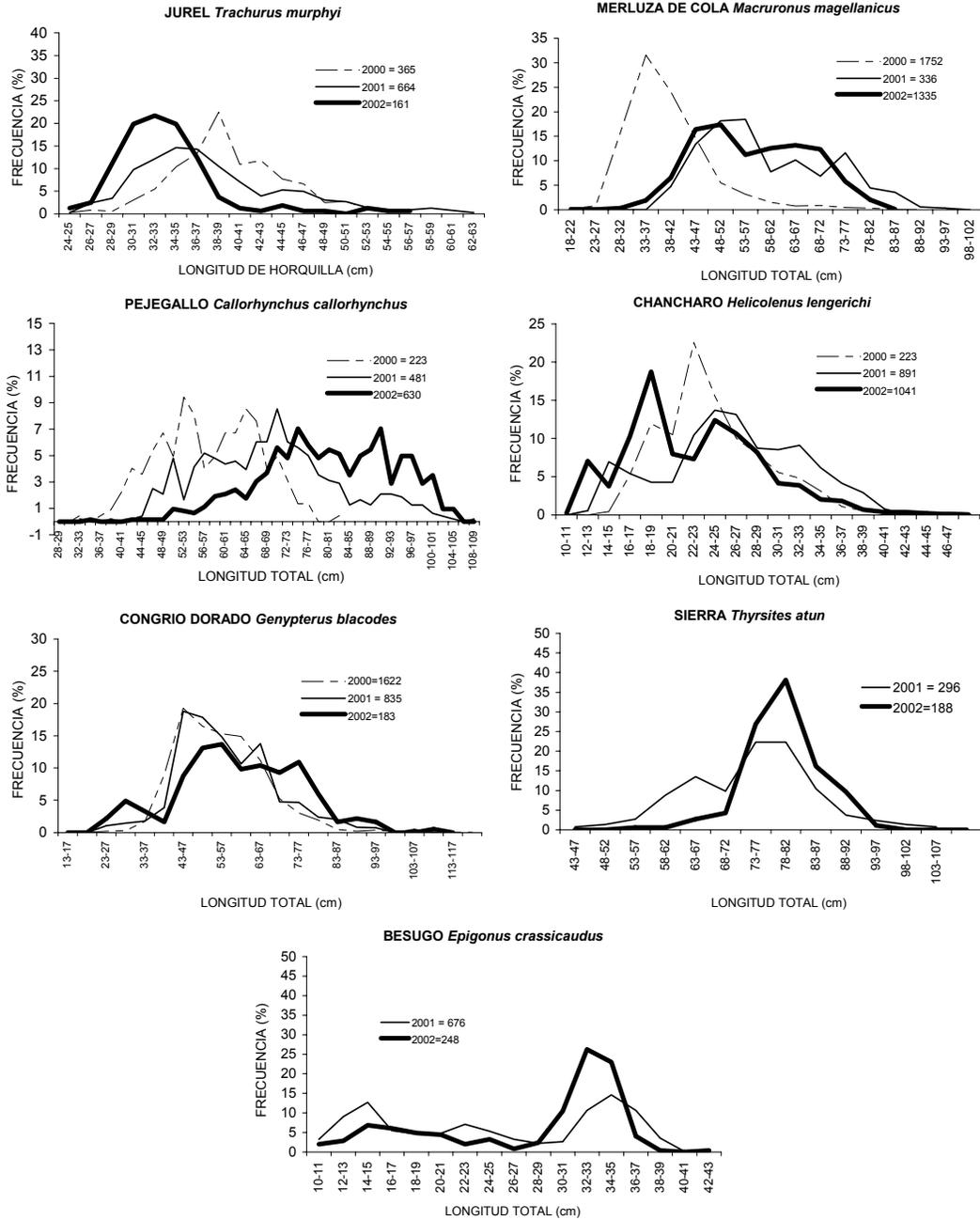


Figura 38. Composición de longitud de las principales especies que conformaron la fauna acompañante en las capturas de las evaluaciones directas de la abundancia de merluza común, años 2001 y 2002.

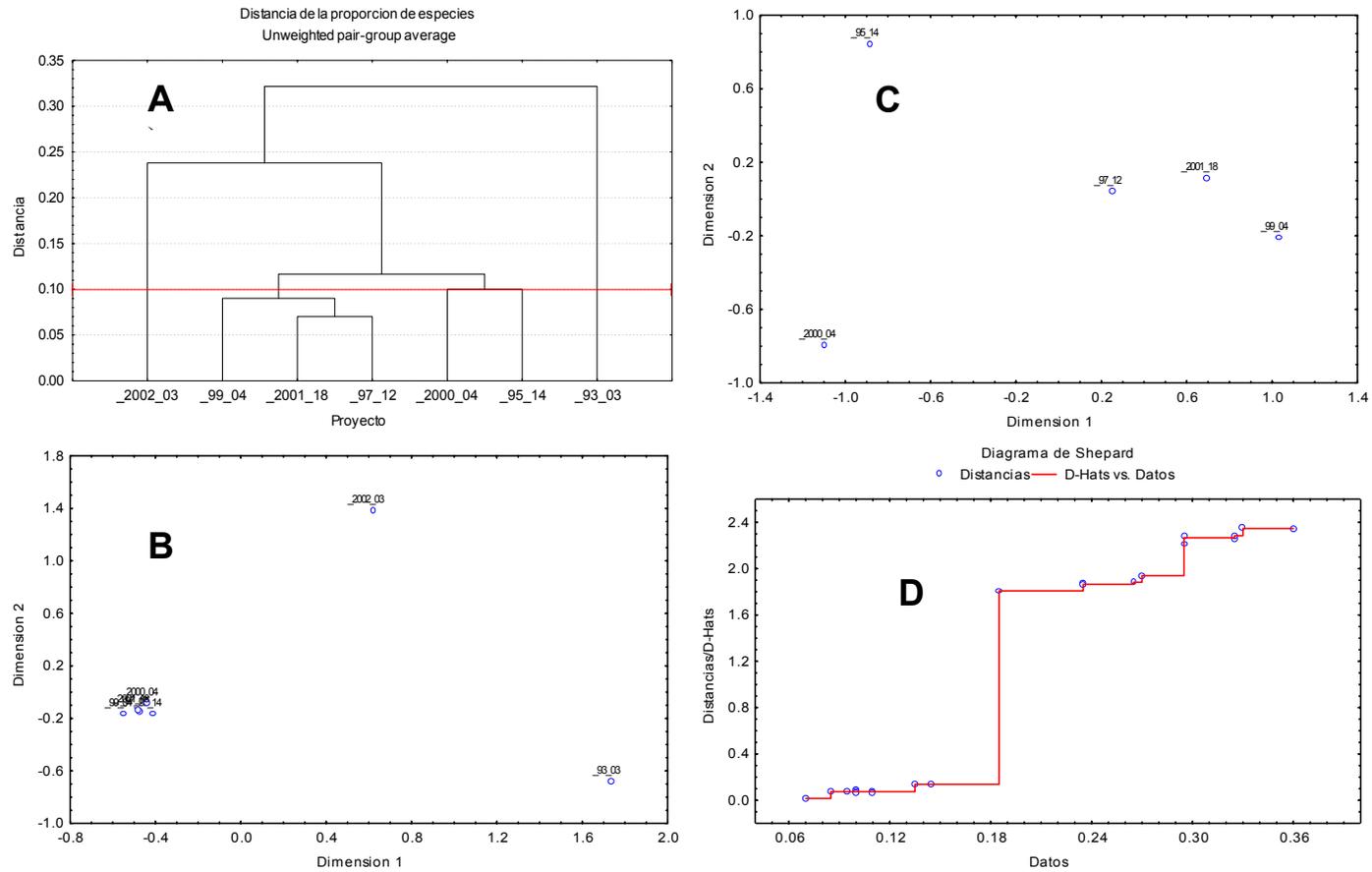


Figura 39.

Análisis multivariado de la proporción de fauna acompañante en las capturas realizadas en los lances de identificación de 7 cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común correspondientes a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18 y 2002-03. A) Dendrograma que agrupa los 7 cruceros; B) Resultado del Escalamiento Multidimensional no Métrico de los 7 proyectos; C) Escalamiento Multidimensional no Métrico eliminando los proyectos 1993-03 y 2002-03; D) Diagrama de Shepard como medida de bondad del ajuste.

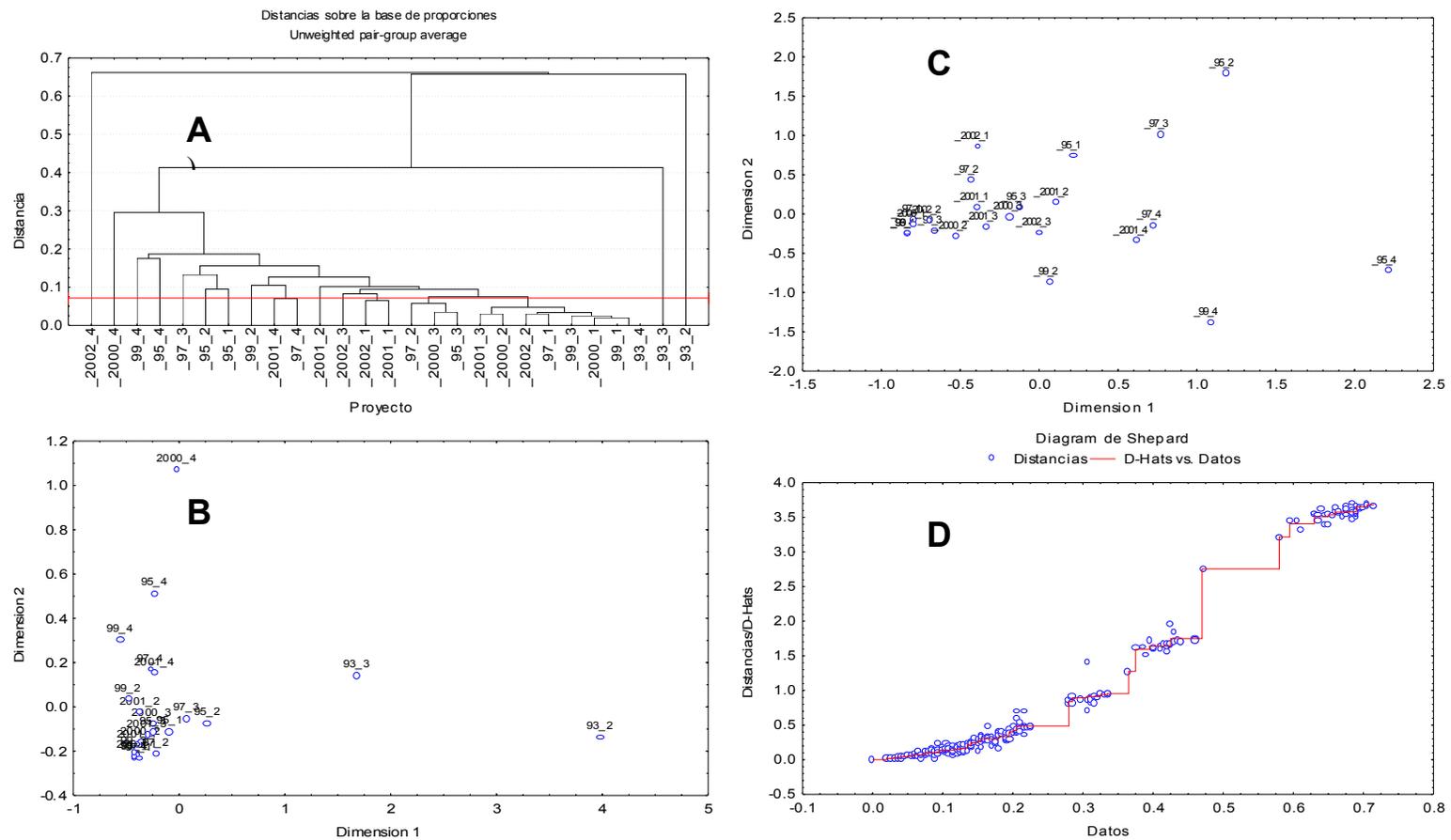


Figura 40. Análisis multivariado de la proporción de fauna acompañante en las capturas realizadas en 27 zonas latitud-año de los cruceros de evaluación directa de la abundancia de merluza común correspondientes a los proyectos FIP 1993-03, 1995-14, 1997-12, 1999-04, 2000-04, 2001-18 y 2002-03. A) Dendrograma que agrupa las 27 entidades cruceros; B) Resultado del Escalamiento Multidimensional no Métrico de las entidades; C) Escalamiento Multidimensional no Métrico eliminando las entidades 93-02, 93-03 y 2000-04; D) Diagrama de Shepard como medida de bondad del ajuste.

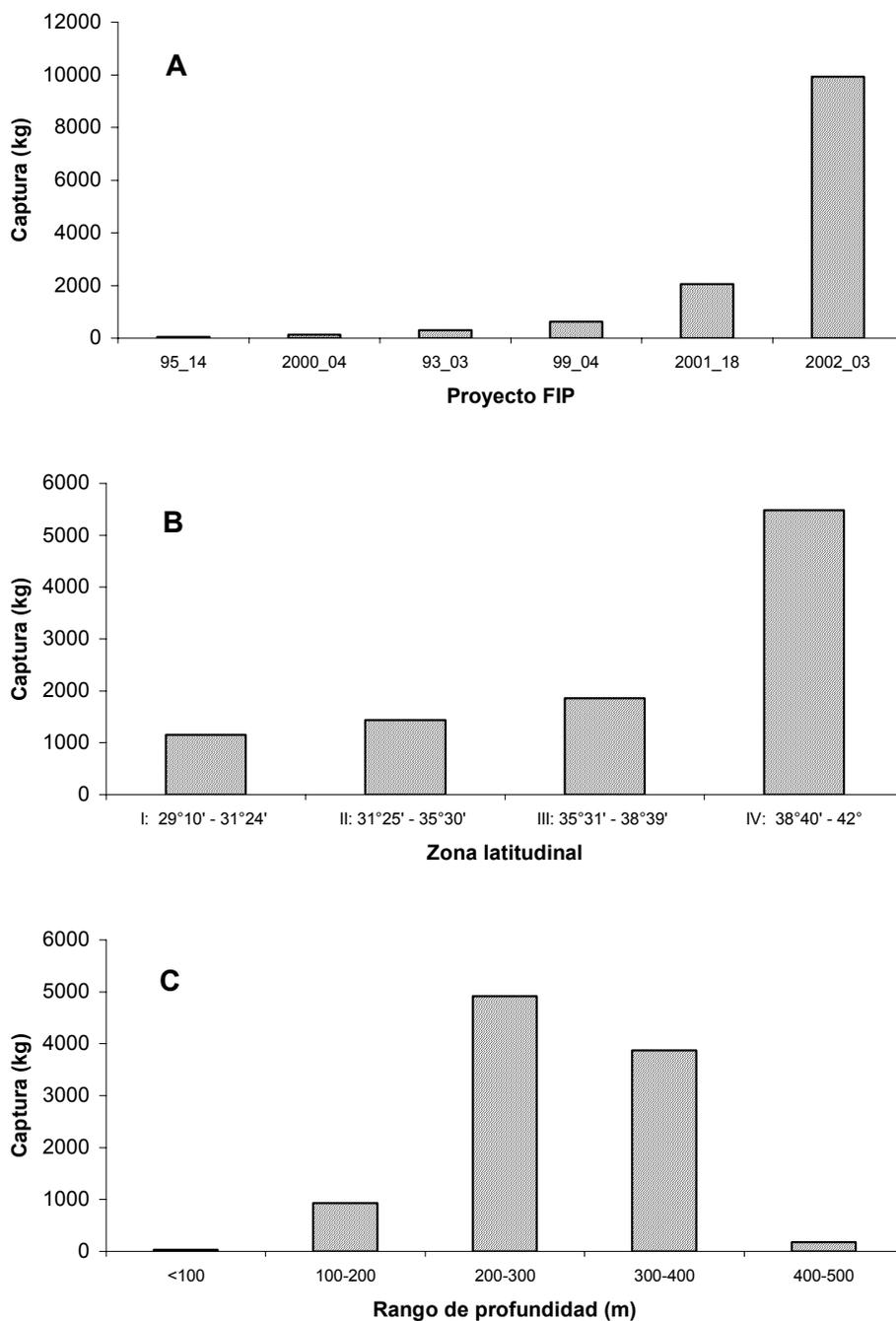


Figura 41. A) Captura de *Dosidicus gigas* en los lances de identificación realizados en los cruceros evaluación directa de merluza común años 1993 a 2002. B) Distribución de la captura de *Dosidicus gigas* por zona latitudinal, crucero 2002; C) Distribución de la captura de *Dosidicus gigas* por estrato de profundidad, crucero 2002.

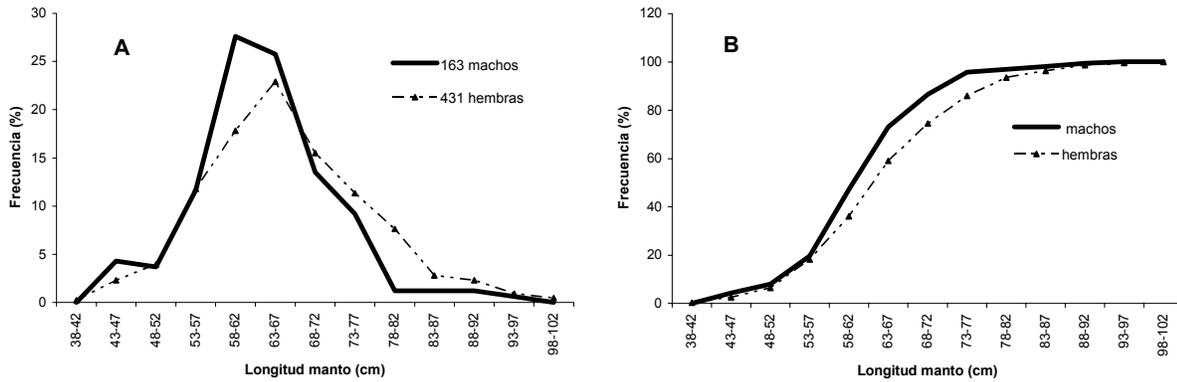


Figura 42. Composición de longitud por sexo de las capturas de jibia (*Dosidicus gigas*), realizadas en los lances de investigación del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. A) Distribución de frecuencias; B) Distribución de frecuencias acumulada.

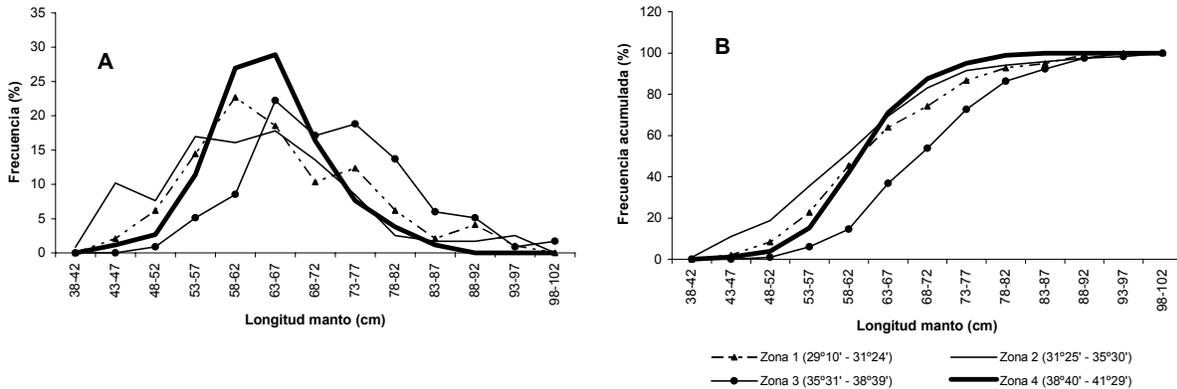


Figura 43. Composición de longitud por zona latitudinal de las capturas de jibia (*Dosidicus gigas*), realizadas en los lances de investigación del crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002. A) Distribución de frecuencias; B) Distribución de frecuencias acumulada.

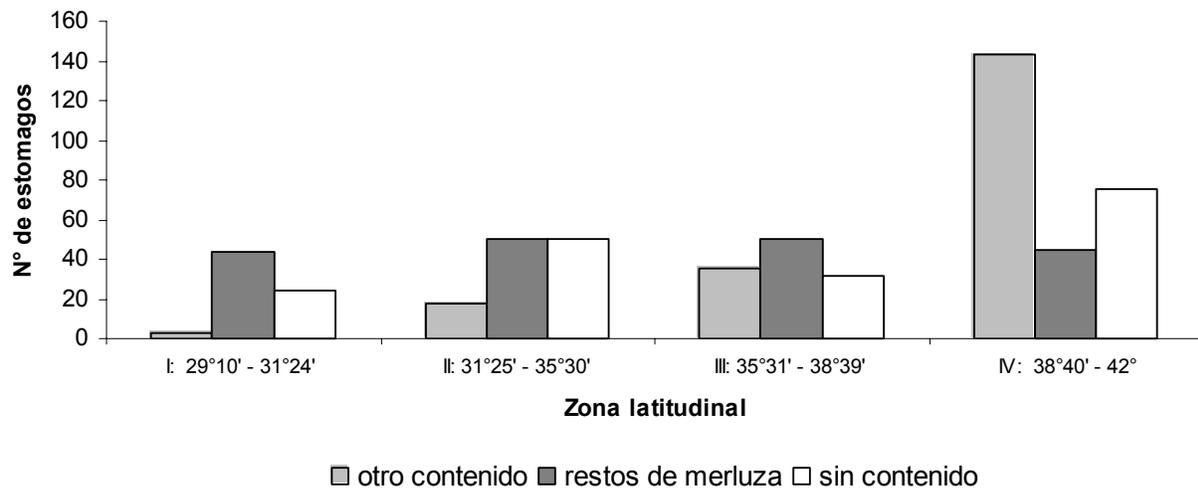


Figura 44. Número de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*) por zona latitudinal con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

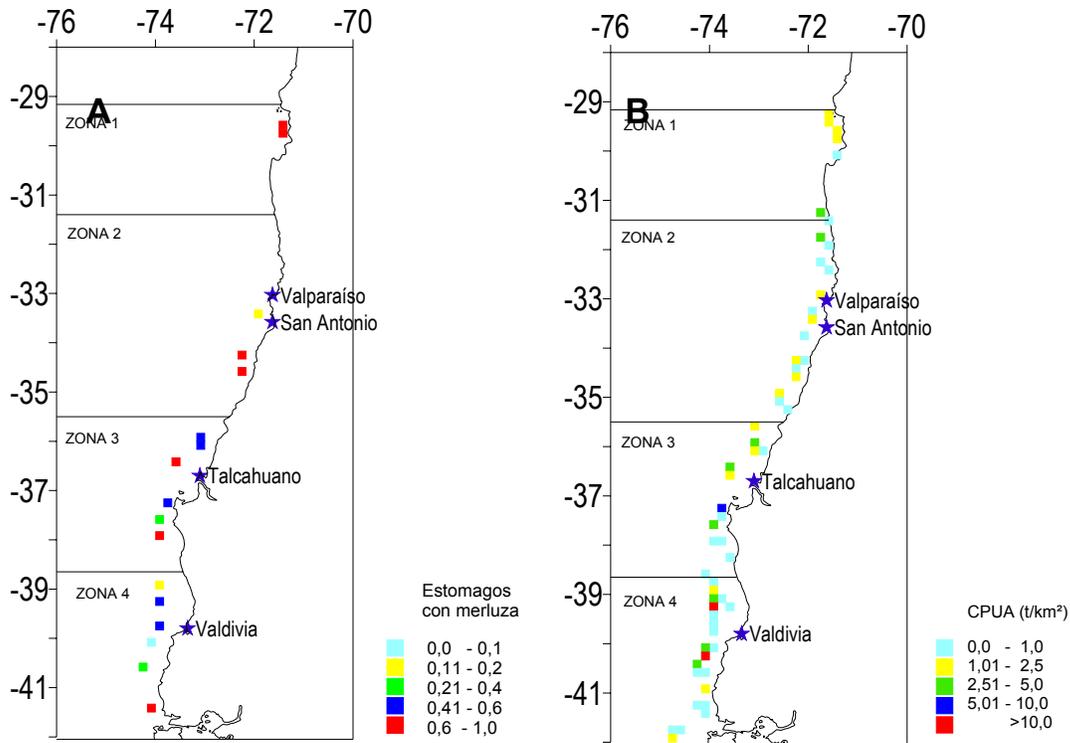


Figura 45. A). Distribución espacial de la proporción de estómagos de jibia (*Dosidicus gigas*), con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales; B) Densidad de jibia expresada como toneladas por unidad de área. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

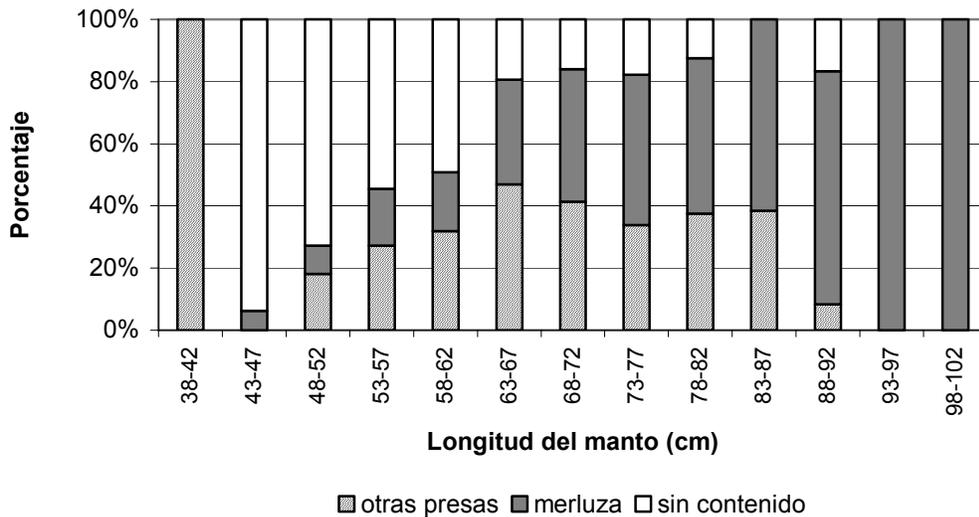


Figura 46. Porcentaje de estómagos de (*Dosidicus gigas*) por clase de longitud, con presencia de merluza común en sus contenidos estomacales. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

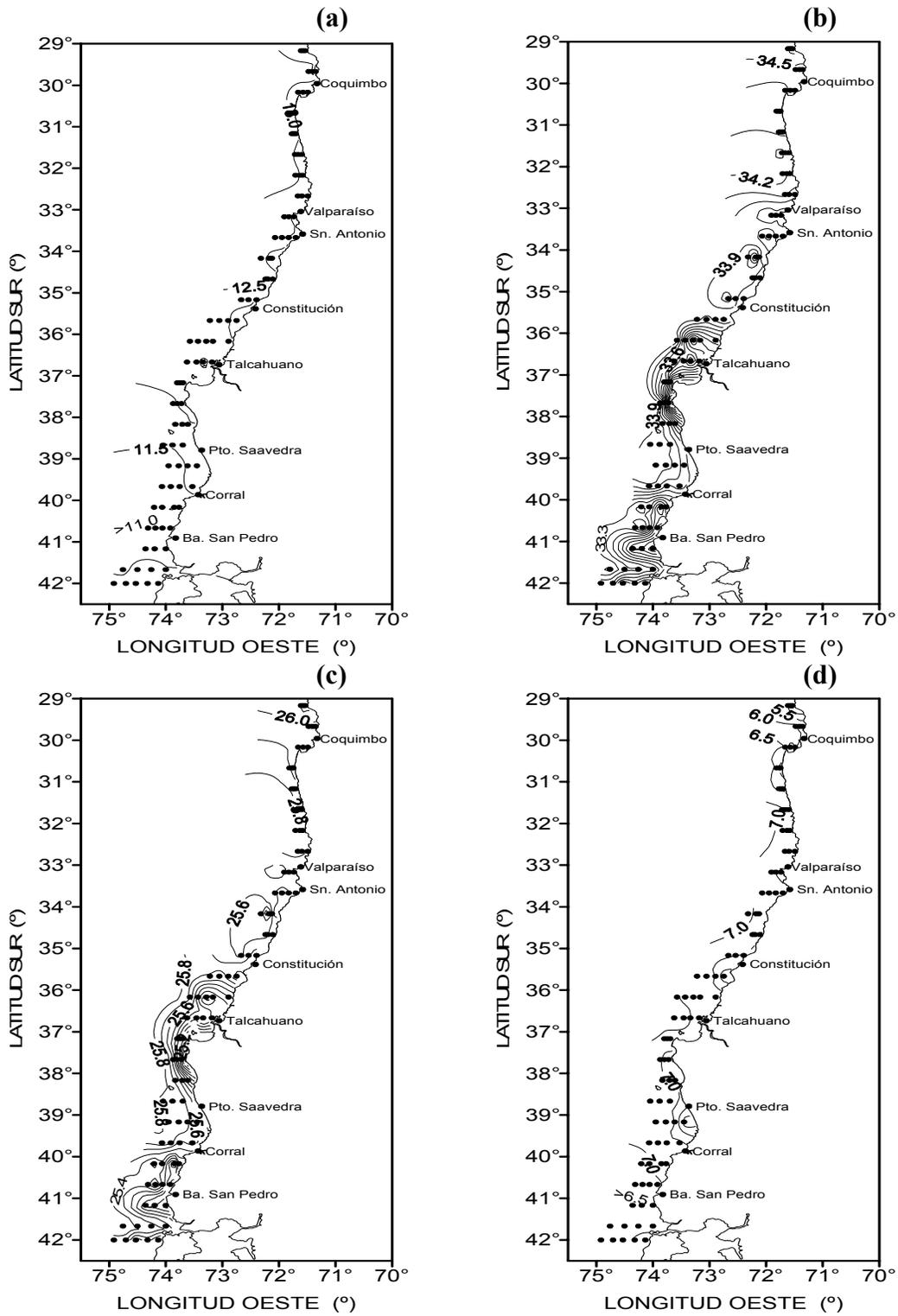
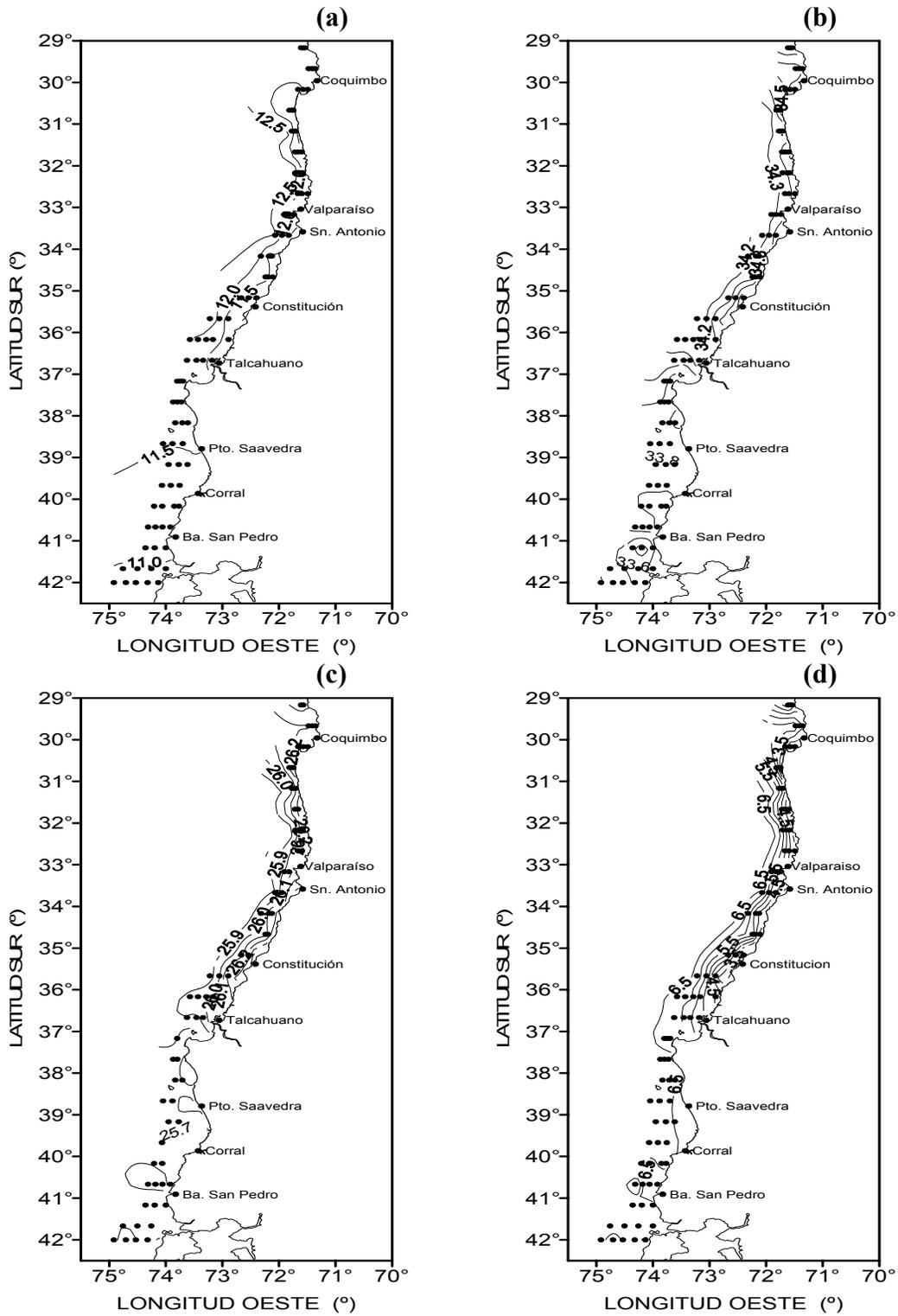


Figura 47. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ), en el estrato de 05 m.



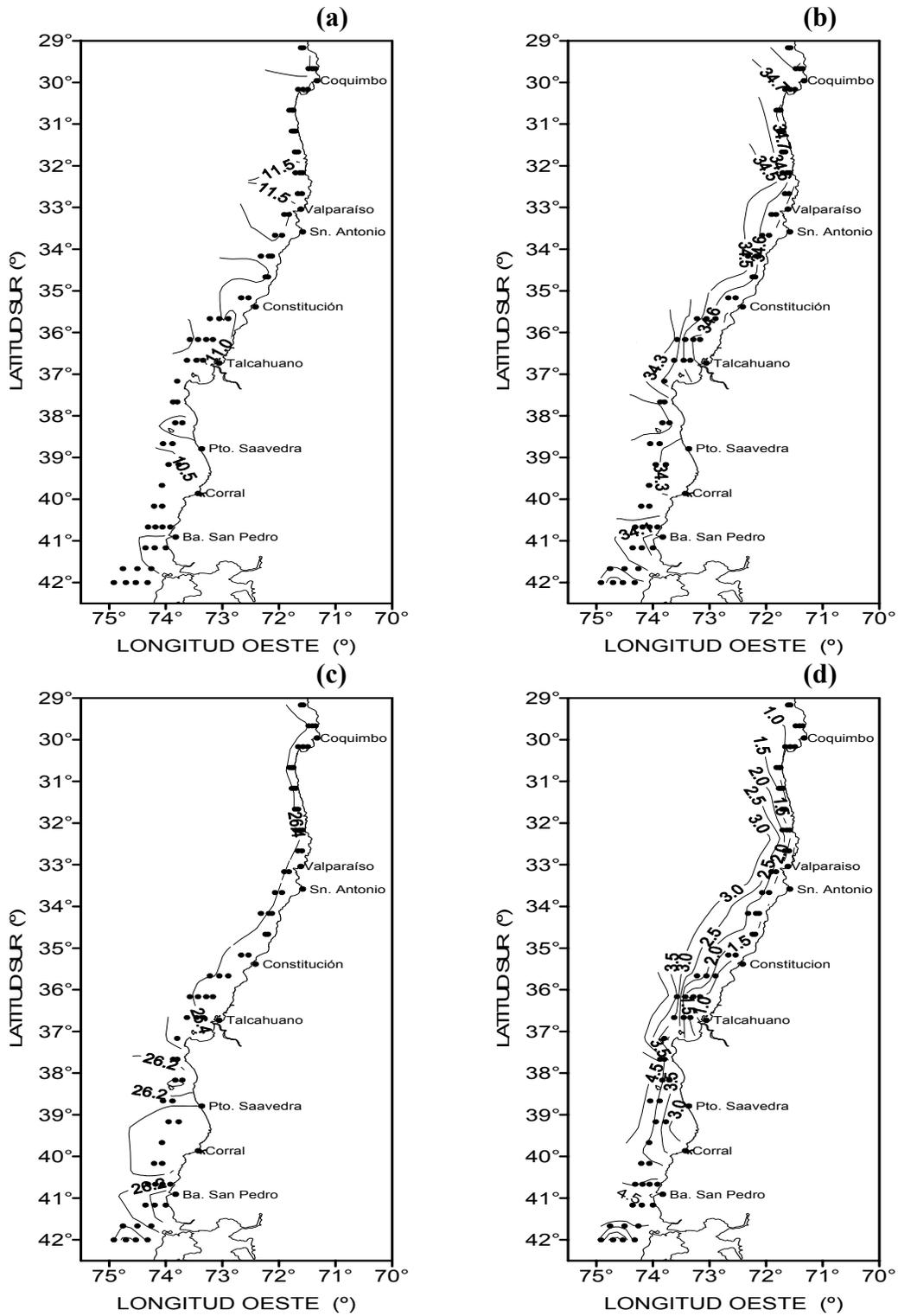


Figura 49. Distribución horizontal de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>), en el estrato de 100 m.

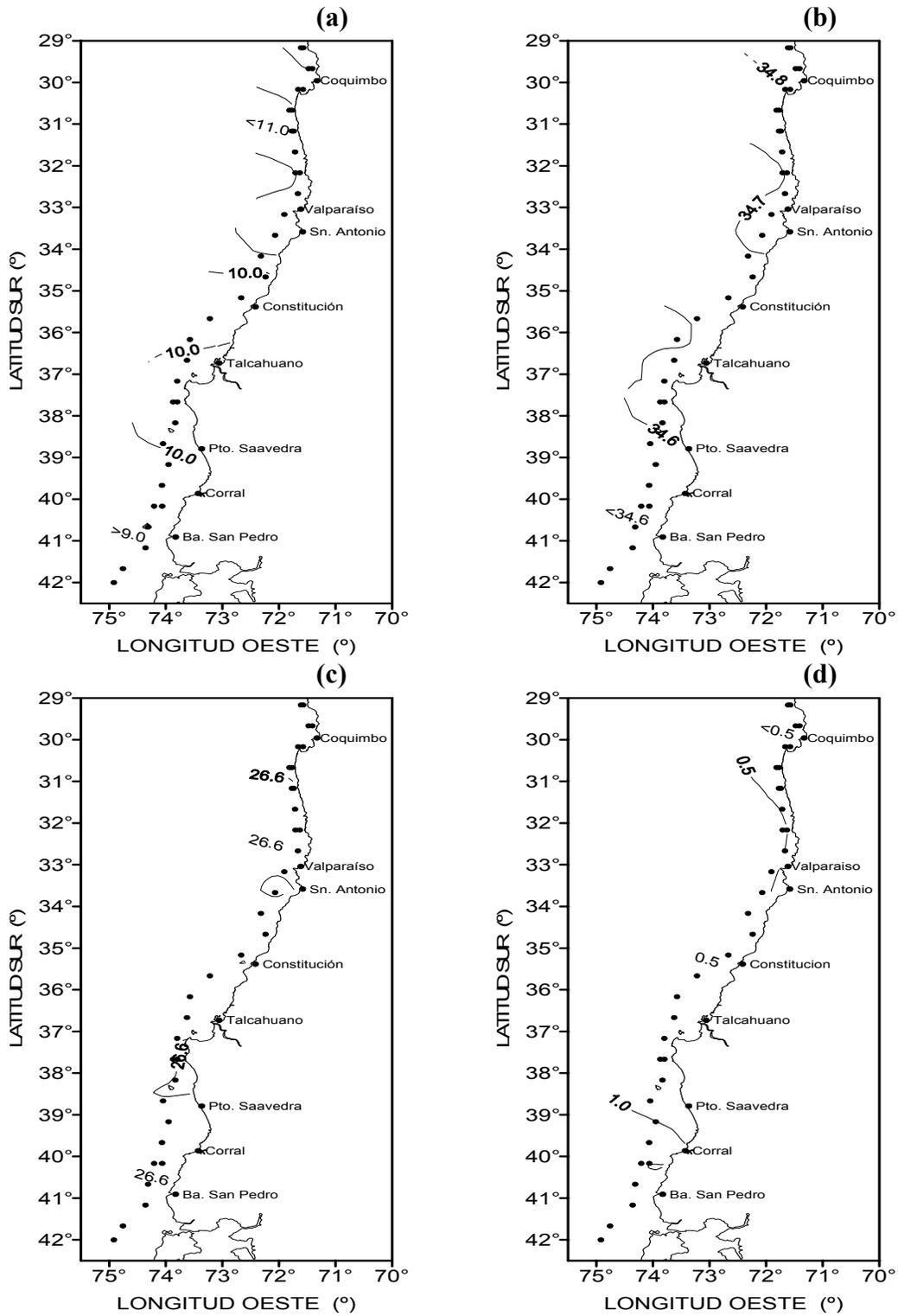


Figura 50. Distribución horizontal de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ), en el estrato de 200 m.

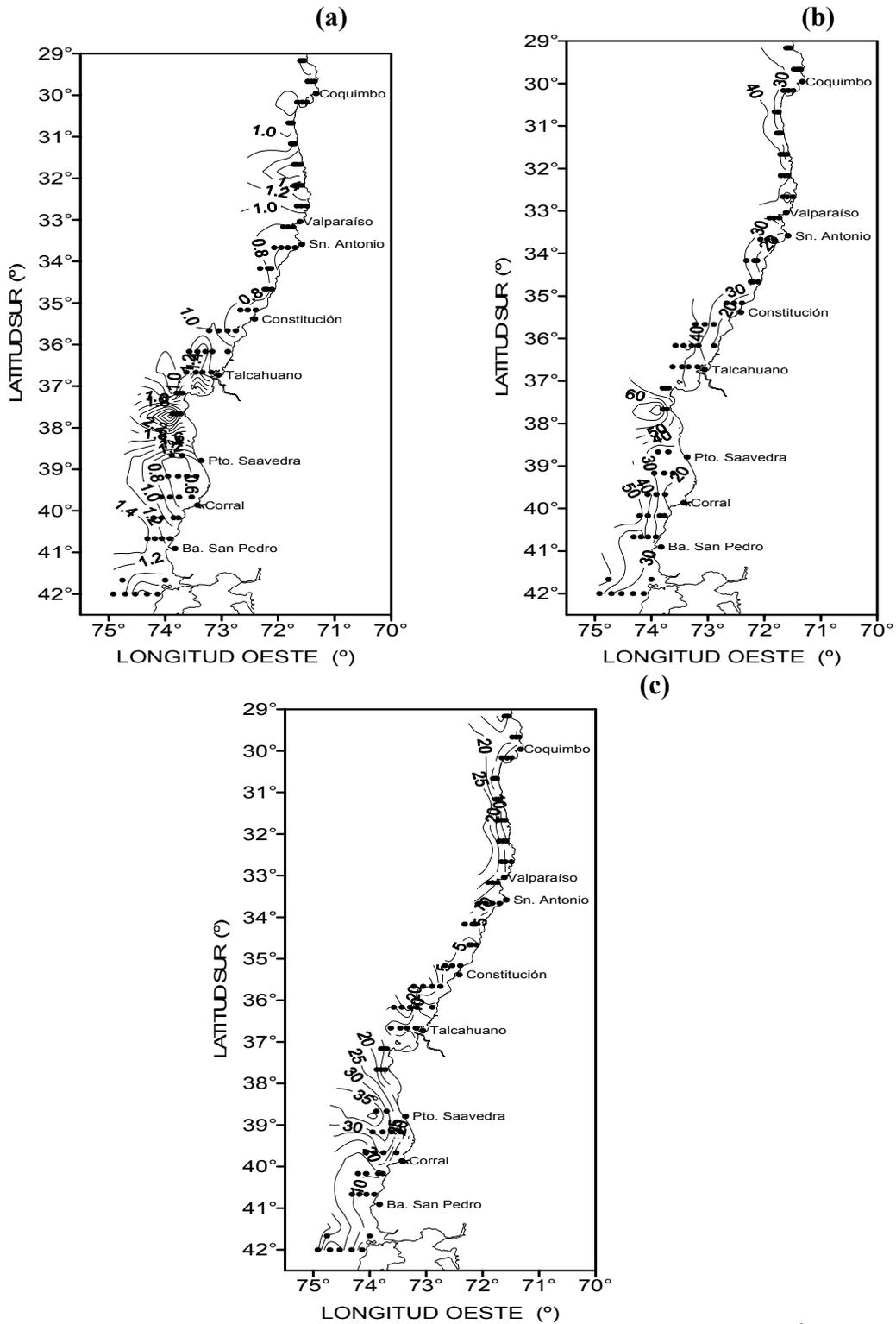


Figura 51. Distribución horizontal de: (a) clorofila-a estrato 05 m ( $\text{mg m}^{-3}$ ), (b) clorofila-a integrada 0-50 m ( $\text{mg m}^{-2}$ ) y (c) profundidad del máximo de clorofila-a (m).

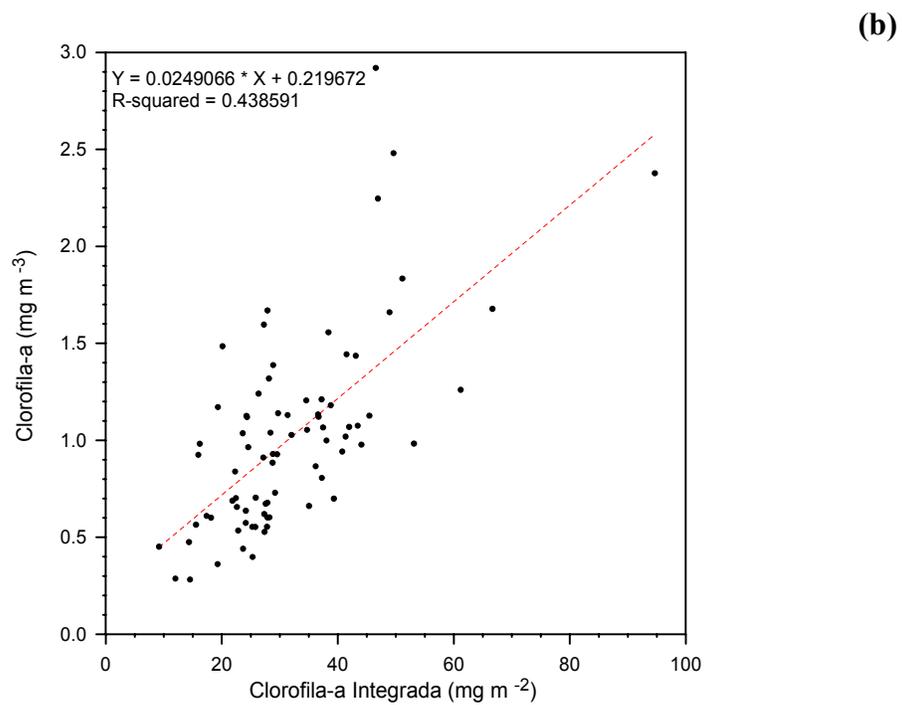
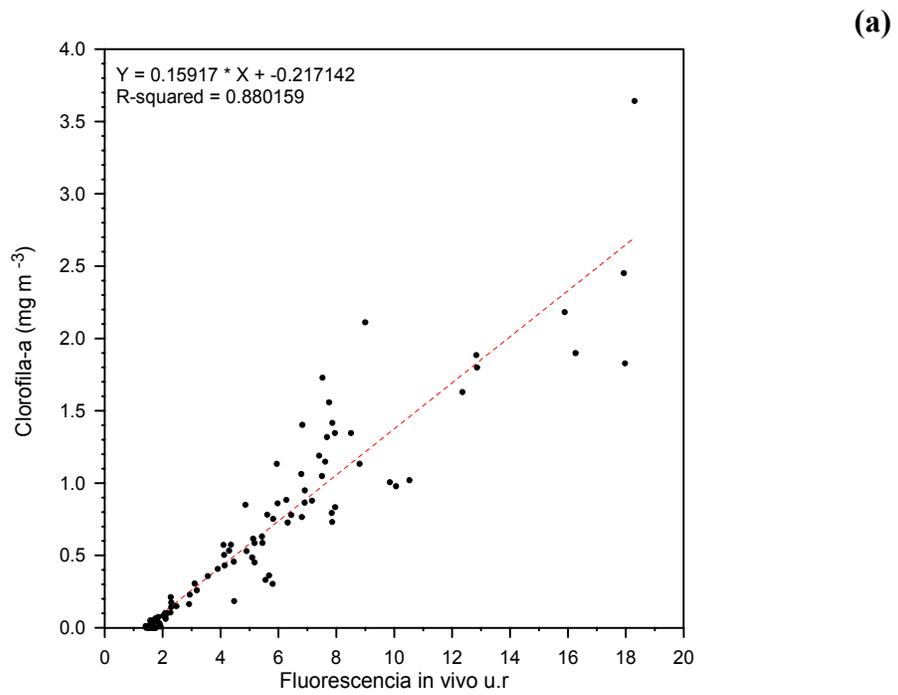


Figura 52. Relación entre: (a) clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) versus fluorescencia *in vivo* y (b) clorofila-a superficial (mg m<sup>-3</sup>) versus clorofila integrada entre 0 a 50 m (mg m<sup>-2</sup>).

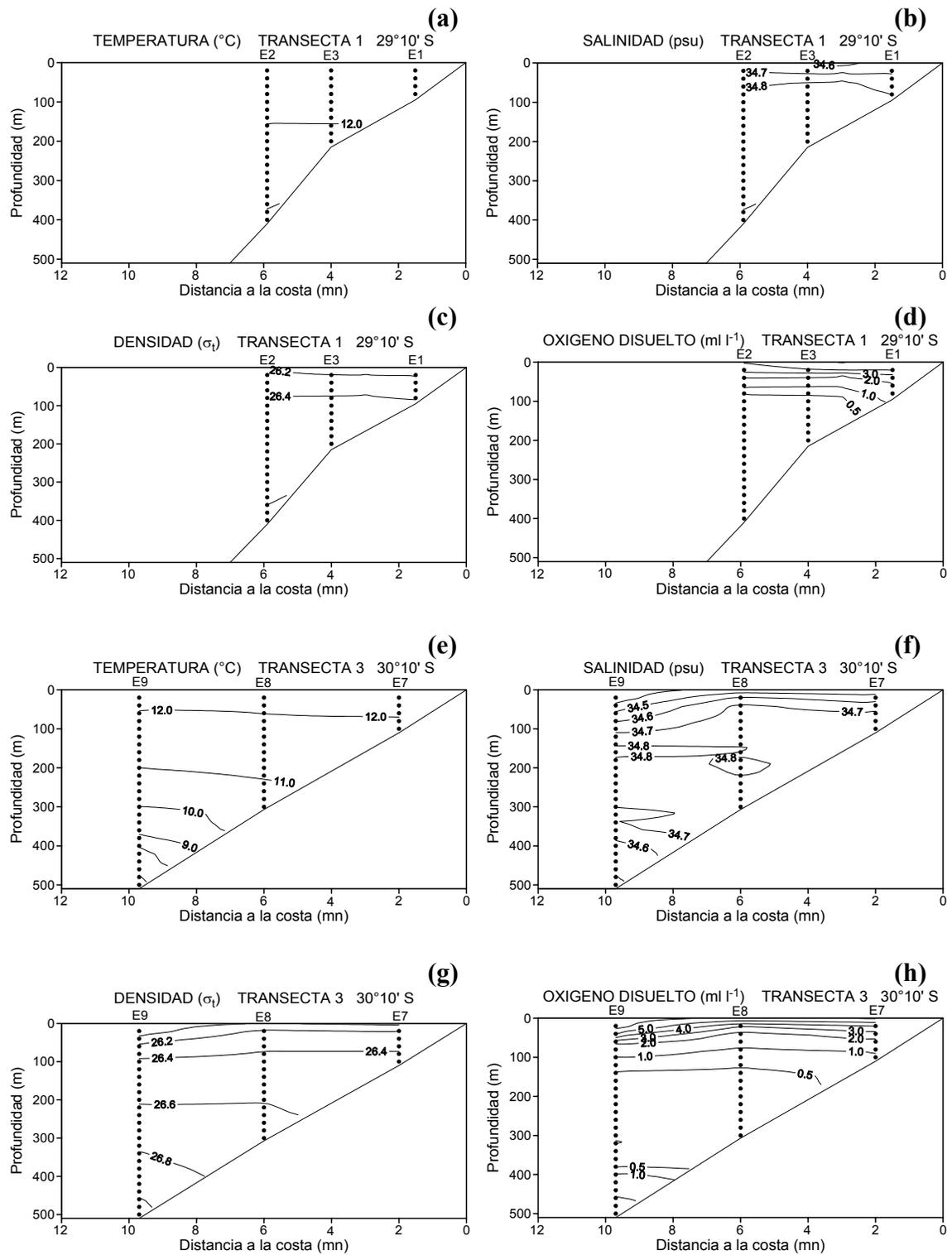


Figura 53. Distribución vertical de variables oceanográficas en dos transectas representativas de la zona norte: (a) transecta 1 (a, b, c, d) y transecta 3 (e, f, g y h).

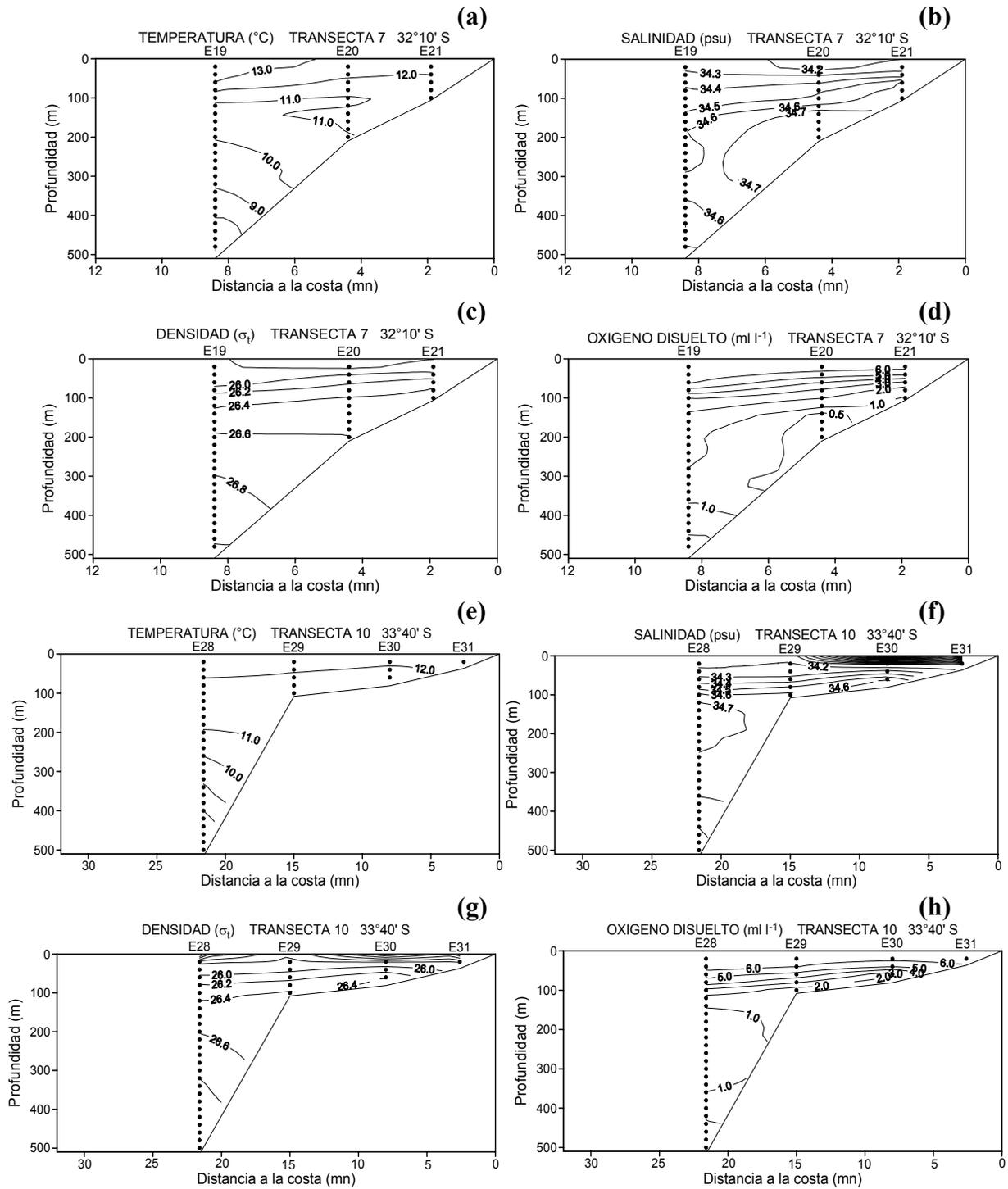


Figura 54. Distribución vertical de variables oceanográficas en dos transectas representativas de la zona centro-norte: transecta 7 (a, b, c, d) y transecta 10 (e, f, g y h).



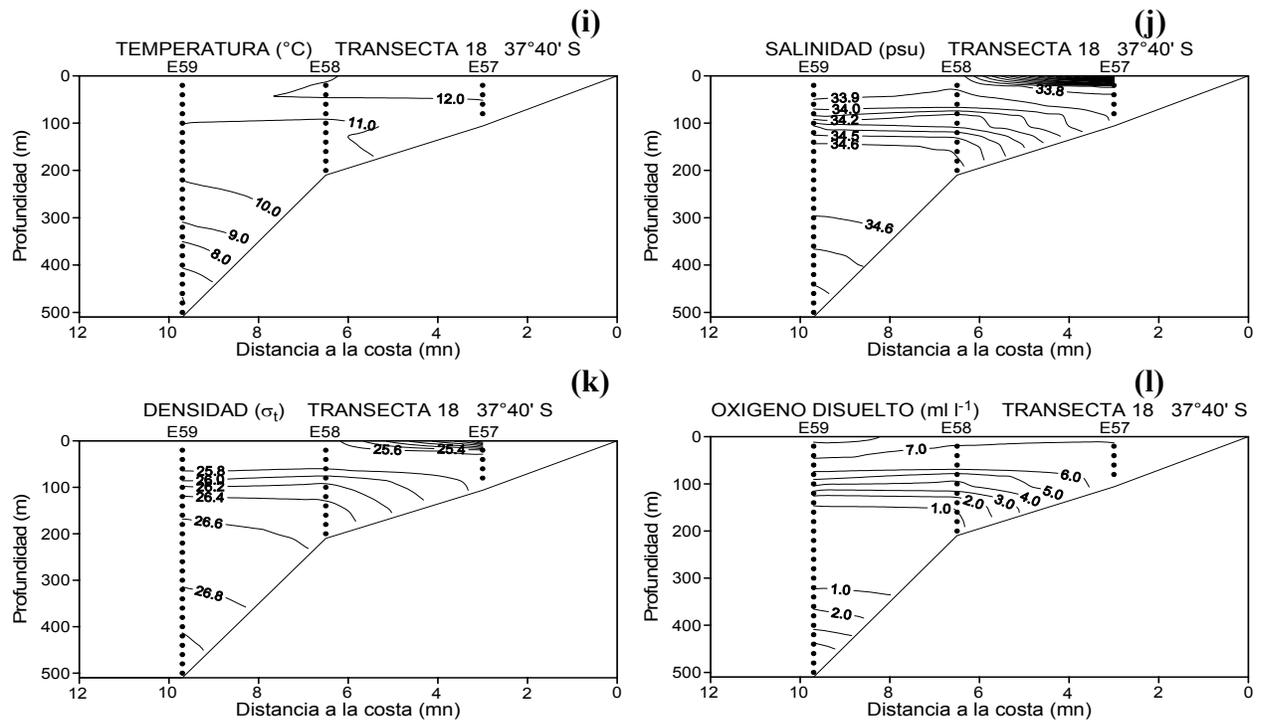


Figura 55. (Continuación) Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona centro-sur: transecta 18 (i, j, k y l).

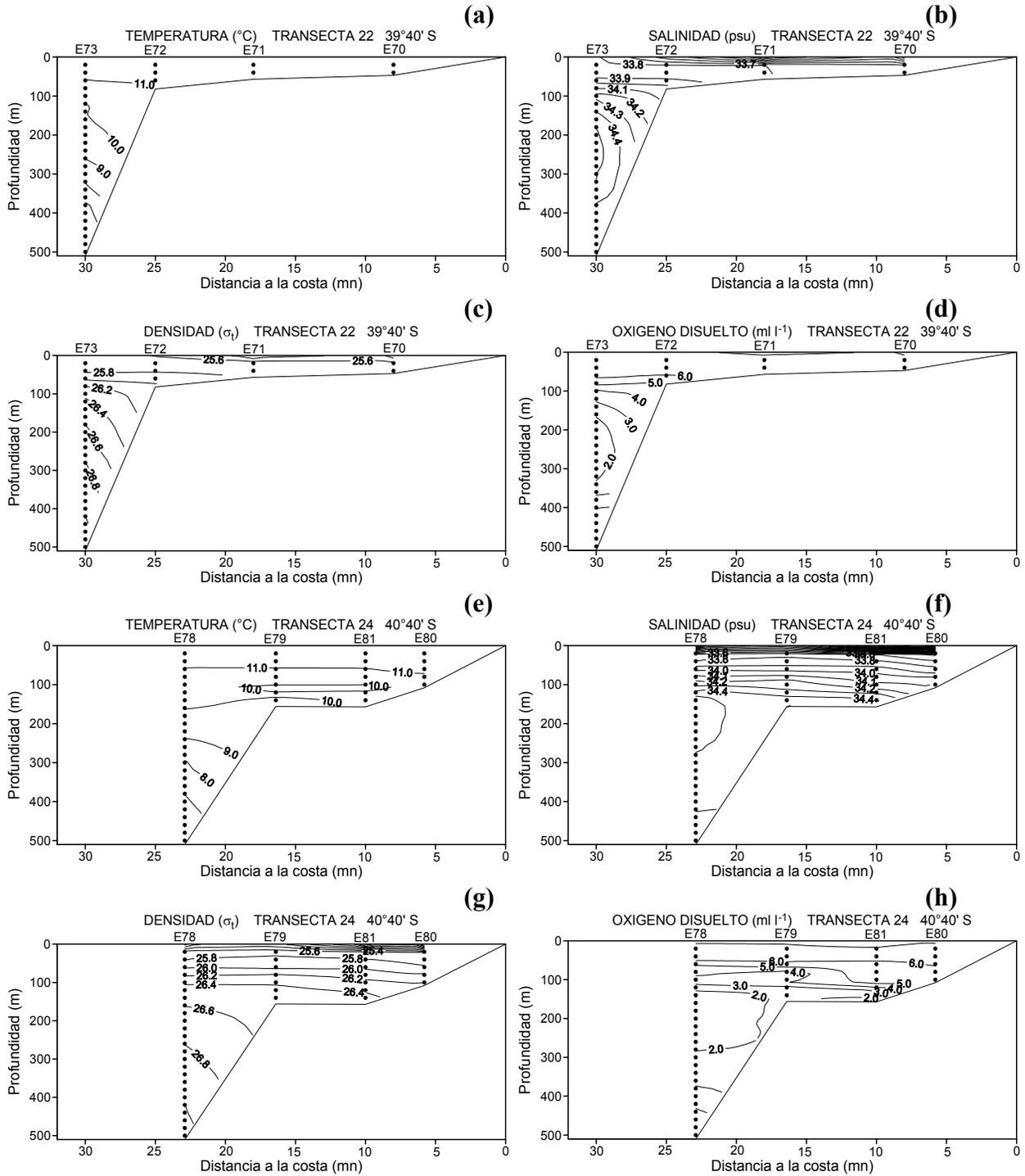


Figura 56. Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona sur: transecta 22 (a,b,c,d) y transecta 24 (e, f, g y h).

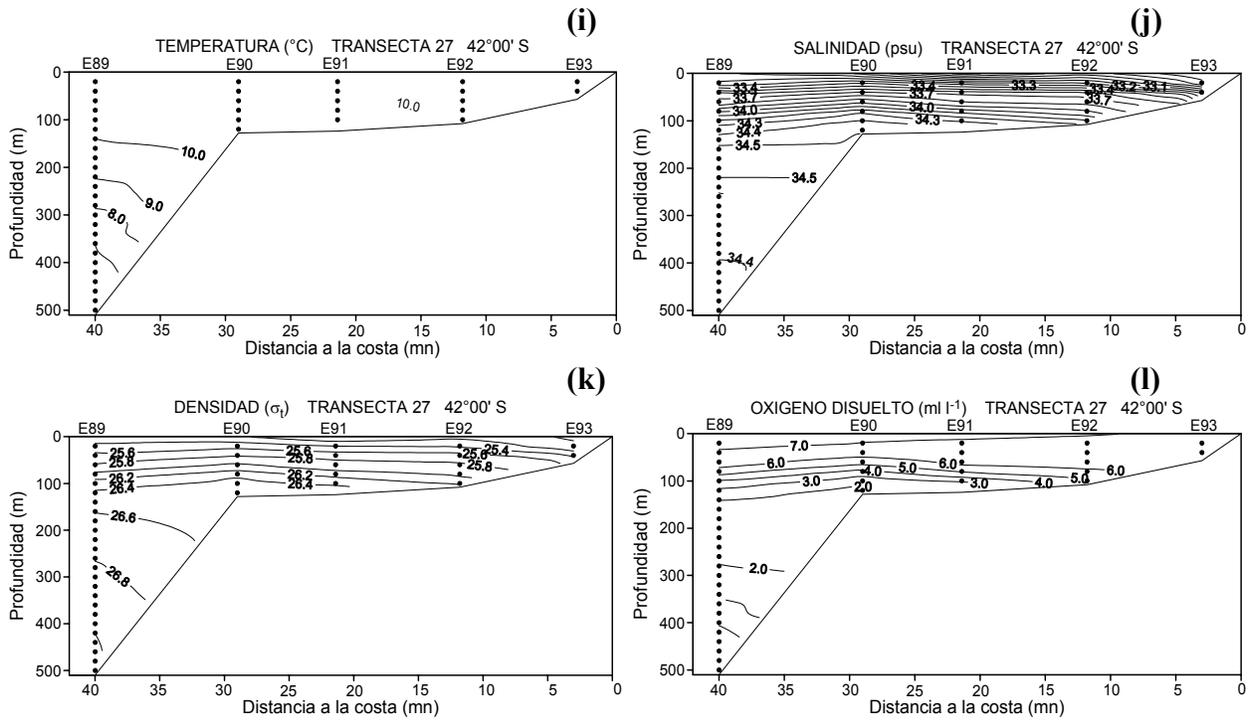


Figura 56. (Continuación) Distribución vertical de variables oceanográficas en tres transectas representativas de la zona sur: transecta 27 (i, j, k y l).

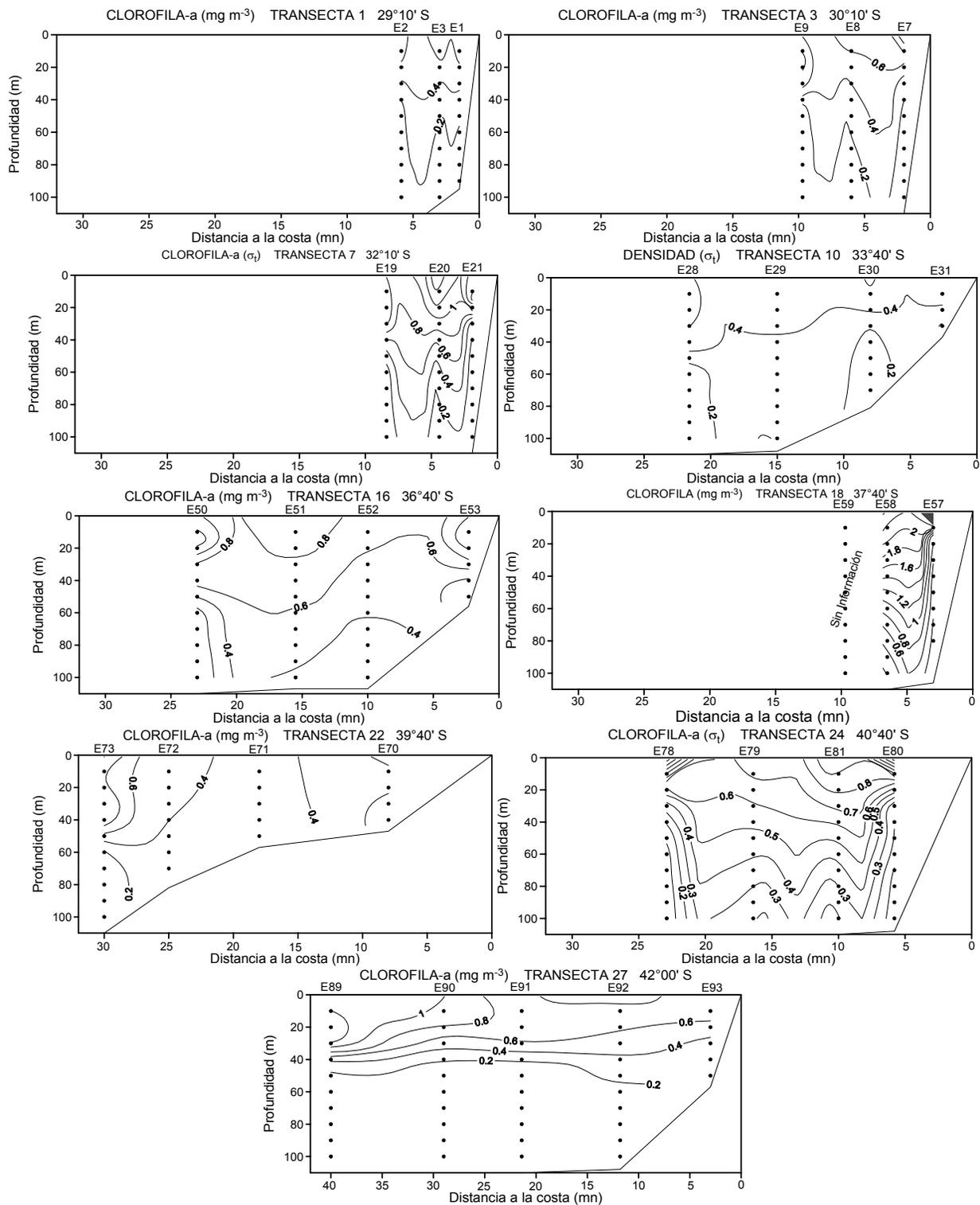


Figura 57. Distribución vertical de clorofila-a (mg m<sup>-3</sup>) para las transectas 1, 3, 7, 10, 16, 18, 22, 24 y 27.

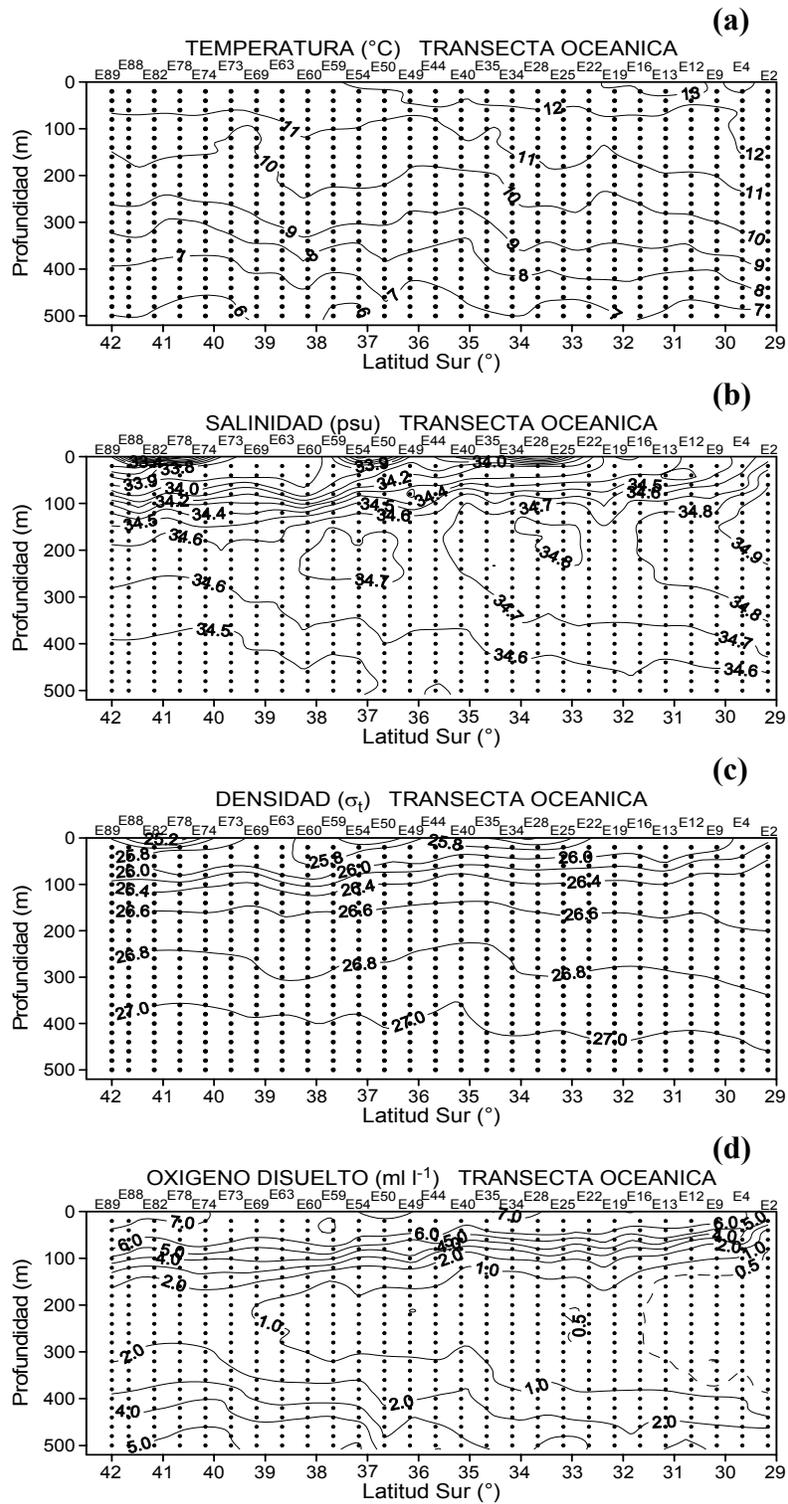


Figura 58. Distribución vertical de: (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ). Transecta longitudinal oceánica.

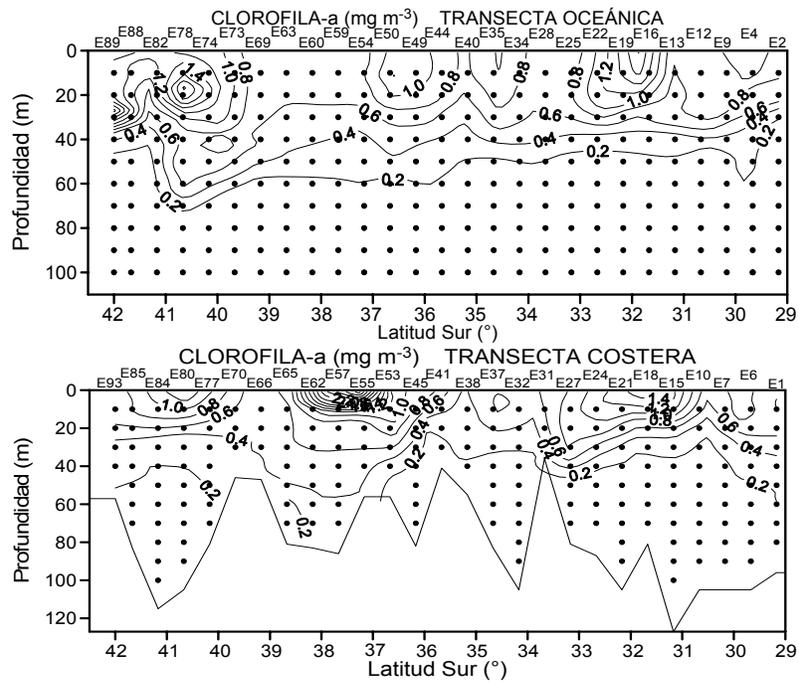


Figura 59. Distribución vertical de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) en la transecta longitudinal costera (panel superior) y la transecta longitudinal oceánica (panel inferior).

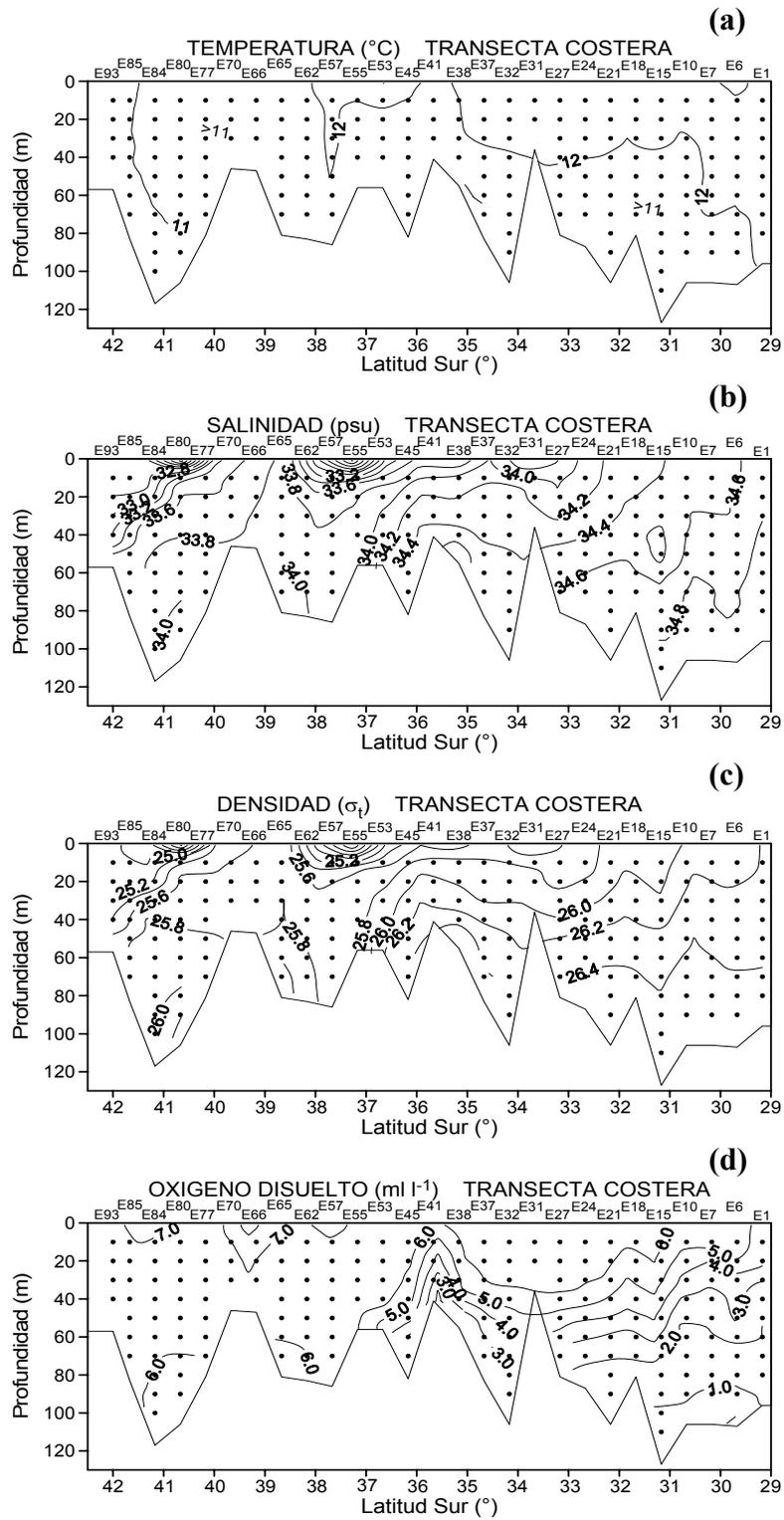


Figura 60. Distribución vertical de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ) y (d) oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>). Transecta longitudinal costera.

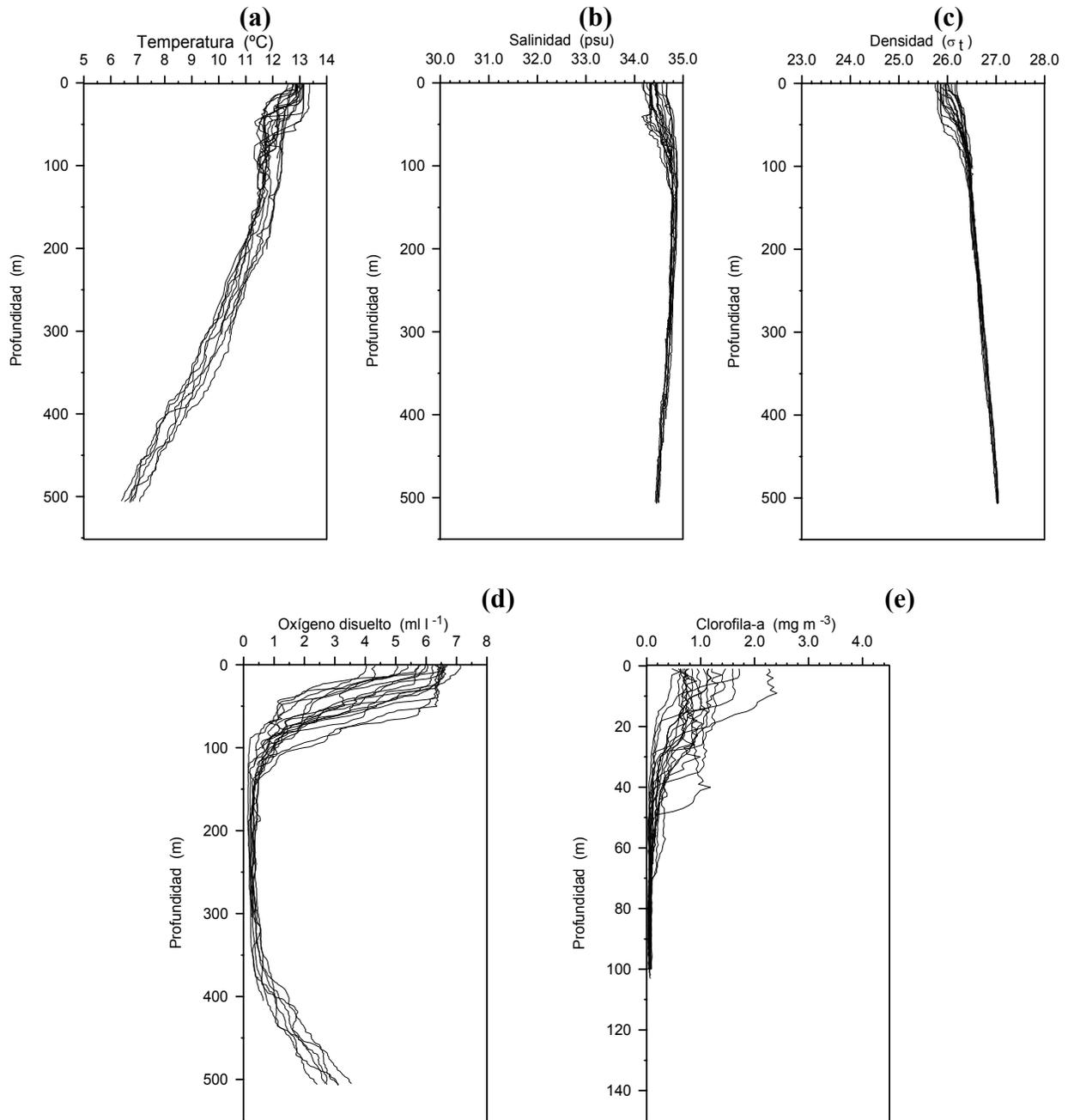


Figura 61. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona norte ( $29^{\circ}00'$  -  $32^{\circ}00'S$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y (e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ).

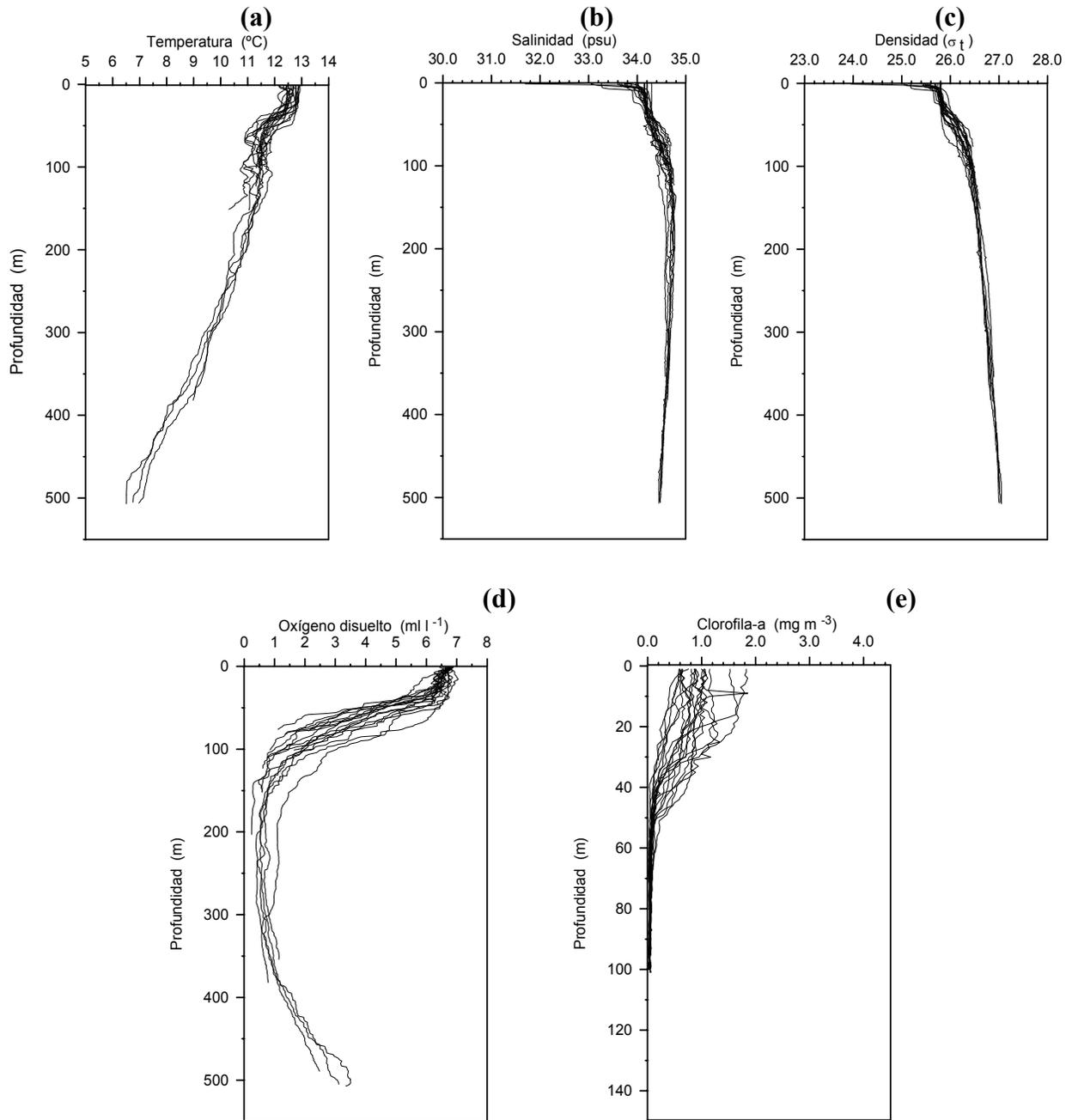


Figura 62. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-norte ( $32^{\circ}00' - 35^{\circ}00'S$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y (e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ).

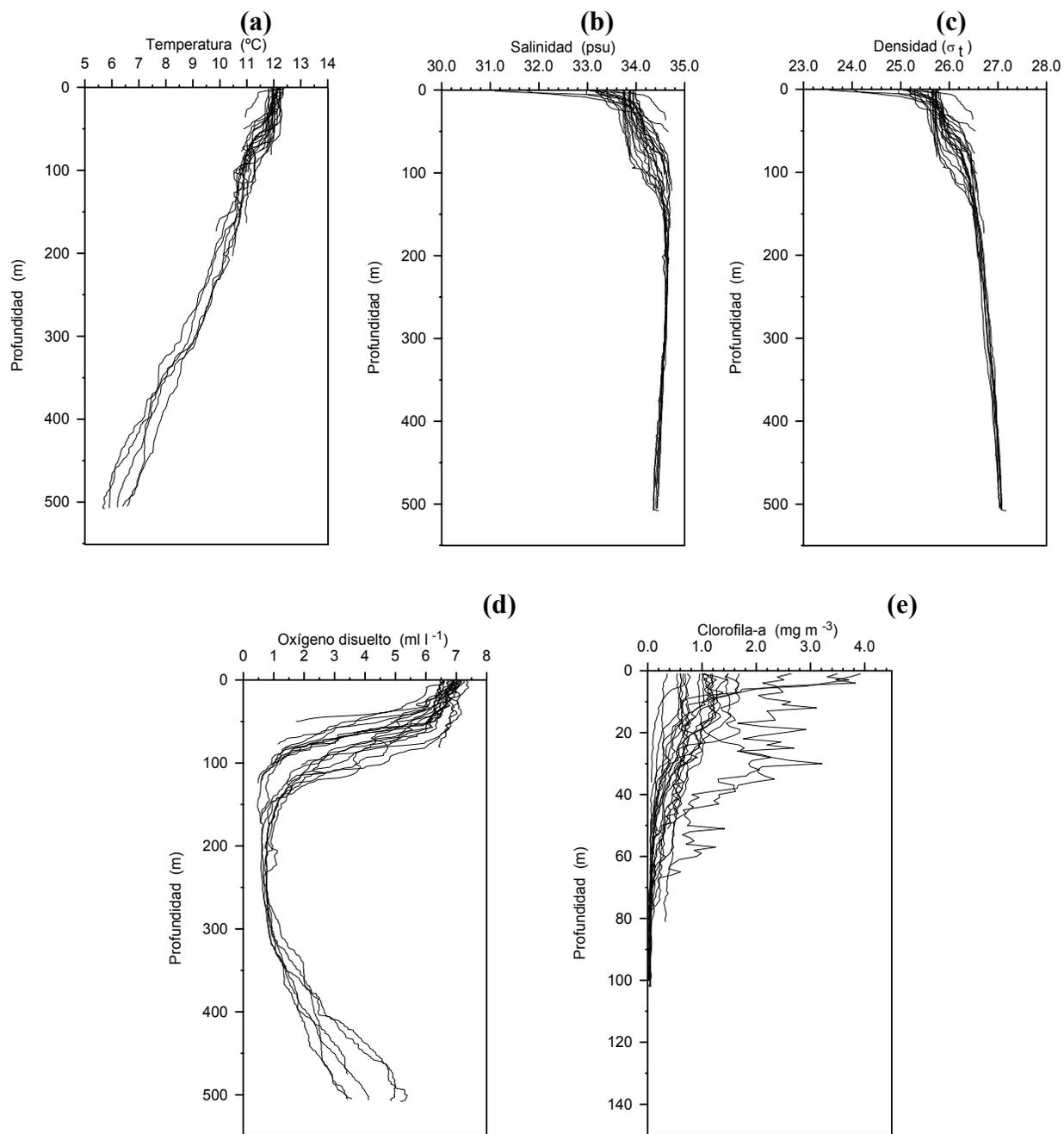


Figura 63. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona centro-sur ( $35^{\circ}00'$  -  $38^{\circ}30'S$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y (e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ).

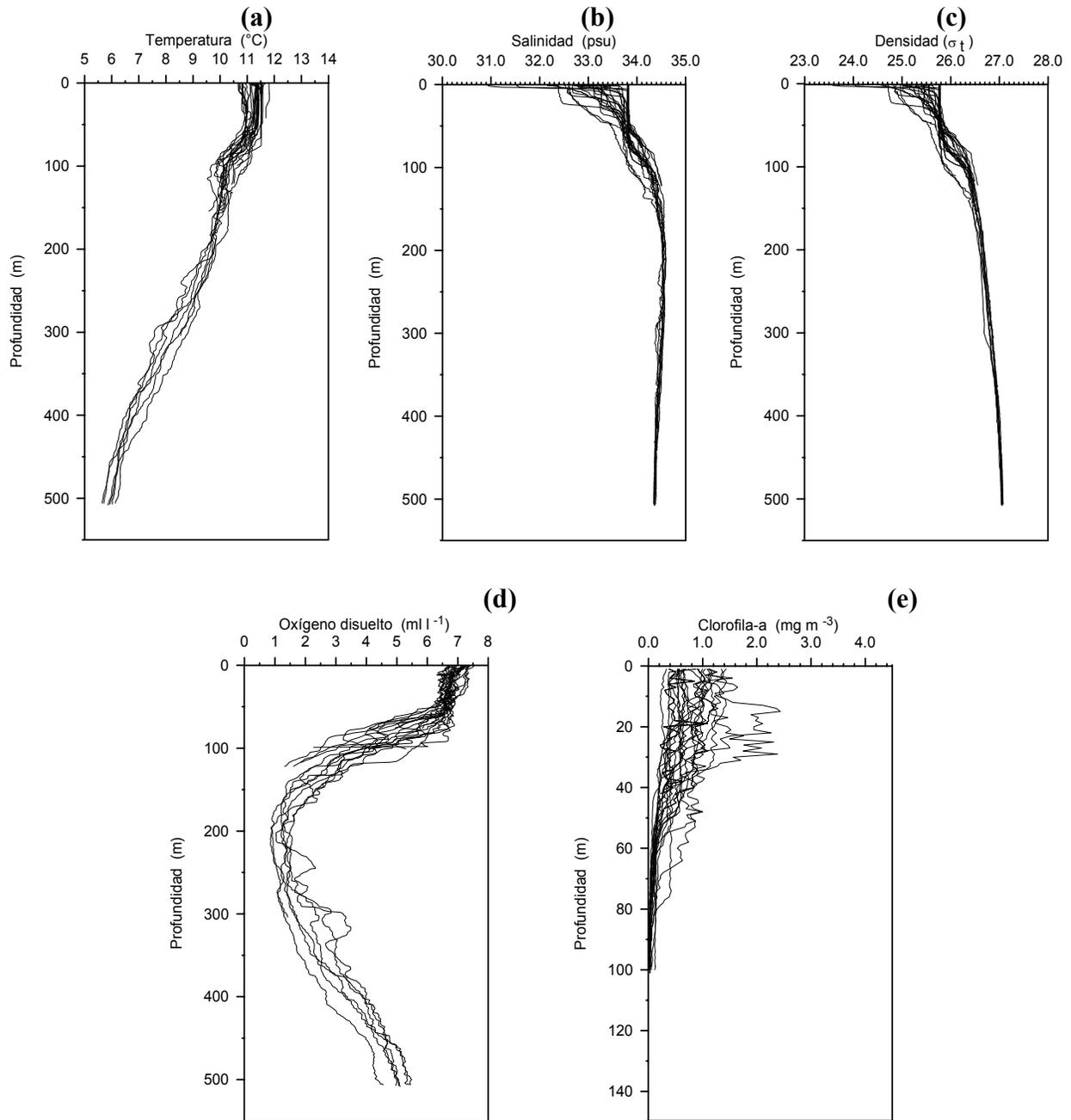


Figura 64. Perfiles verticales individuales de las estaciones hidrográficas ubicadas en la zona sur ( $38^{\circ}30' - 42^{\circ}00'S$ ): (a) temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), (b) salinidad (psu), (c) densidad ( $\sigma_t$ ), (d) oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) y (e) clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ).

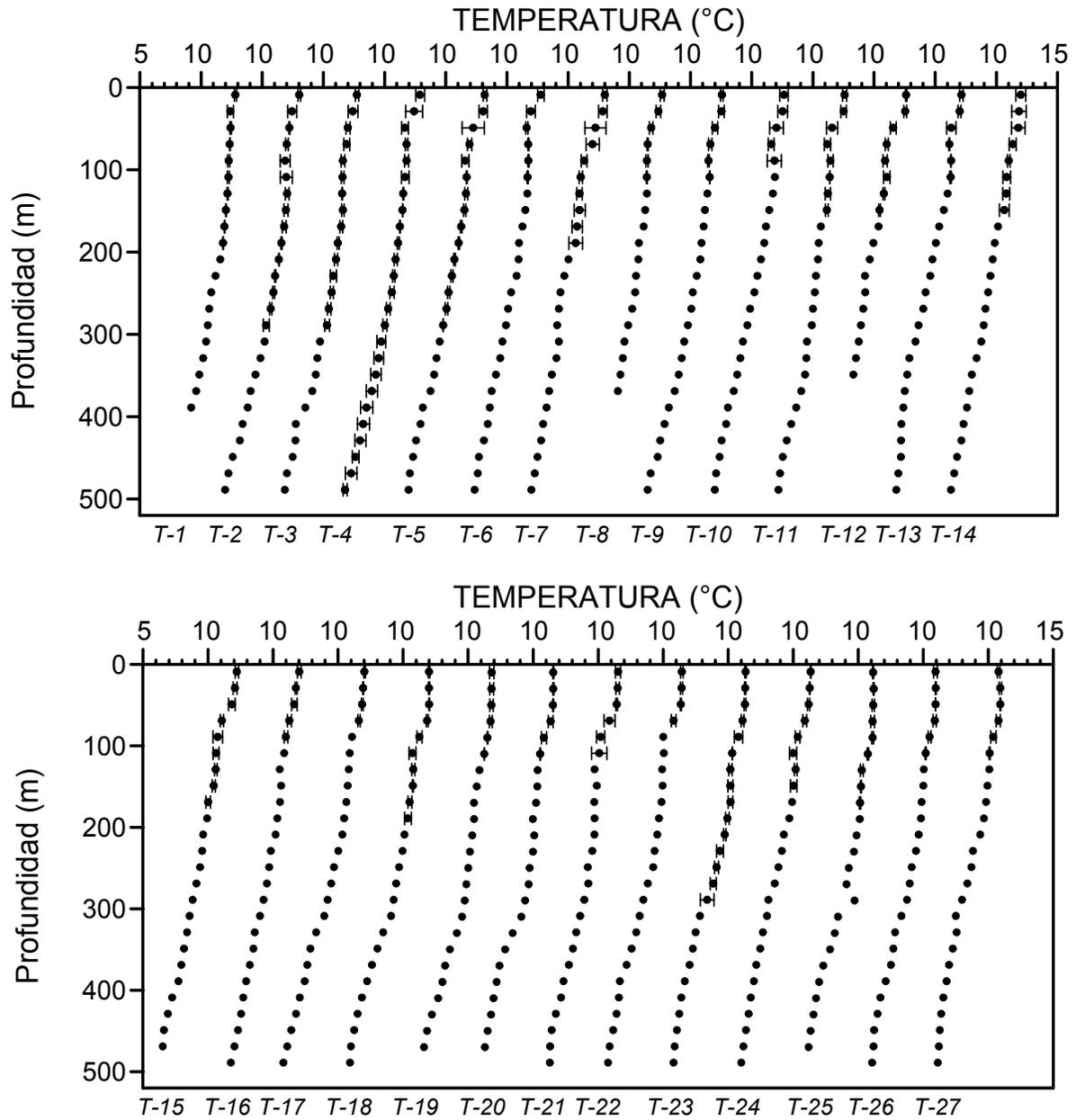


Figura 65. Perfiles verticales promedio de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).

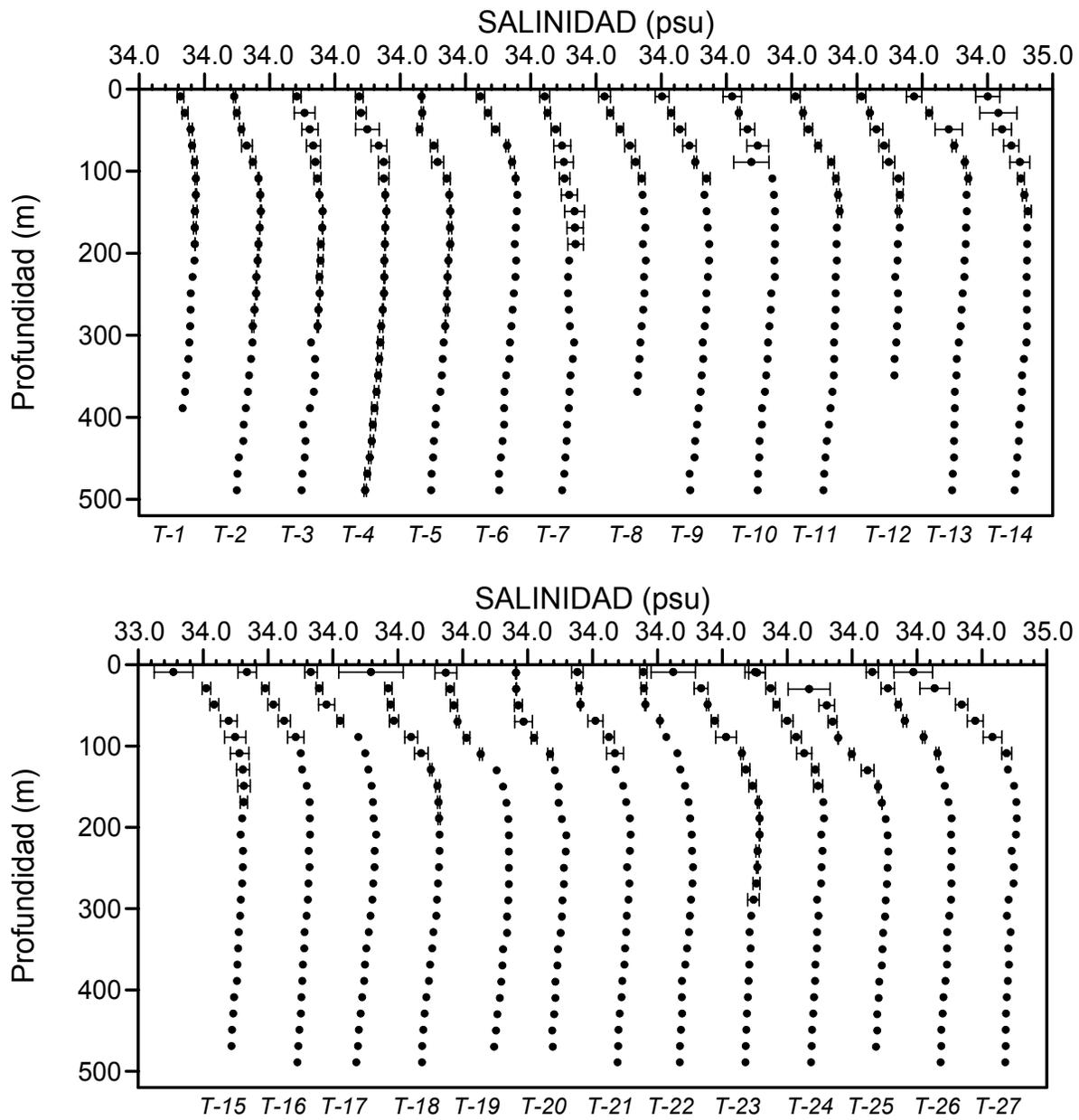


Figura 66. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).

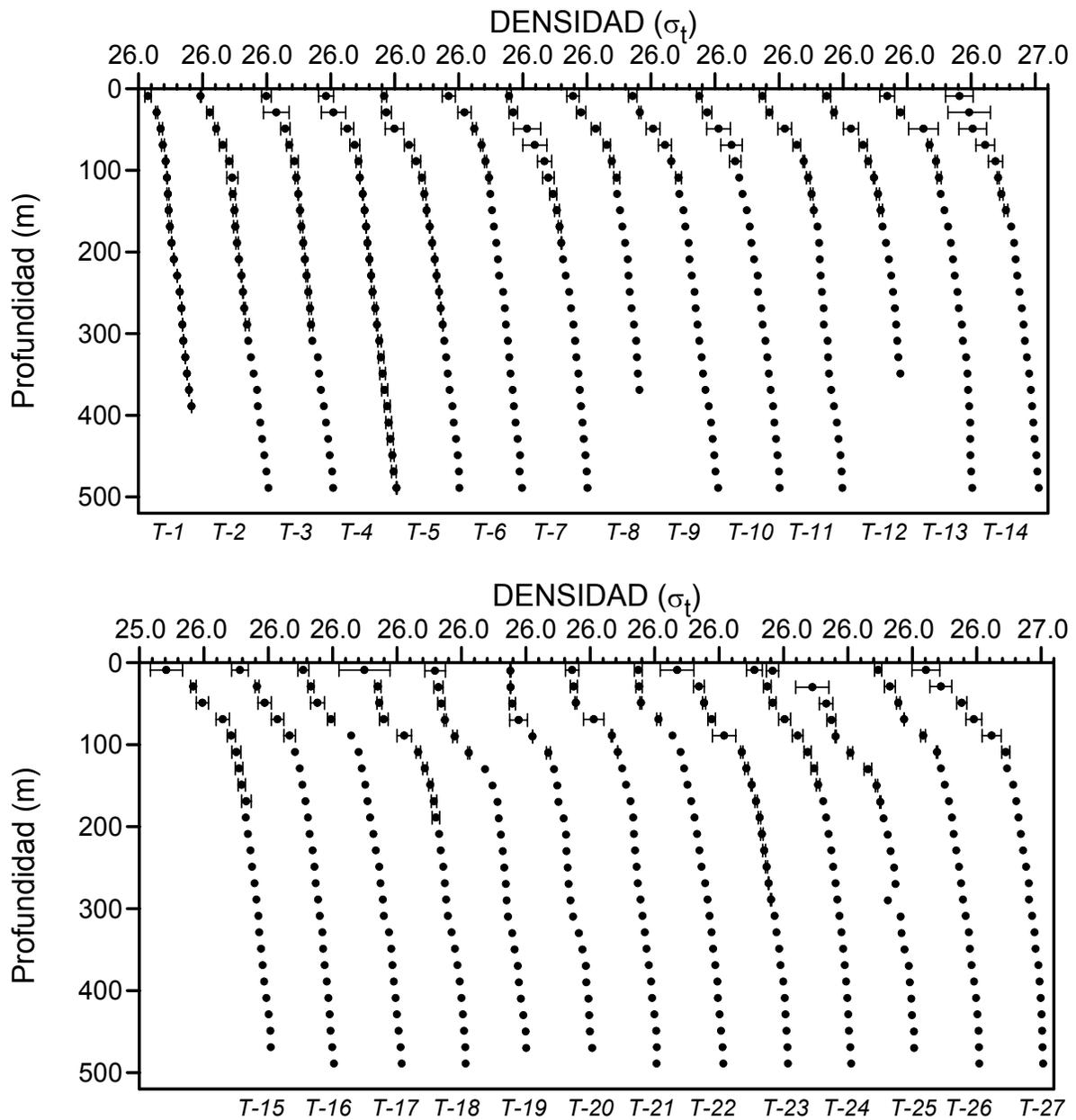


Figura 67. Perfiles verticales promedio de densidad ( $\sigma_t$ ) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).

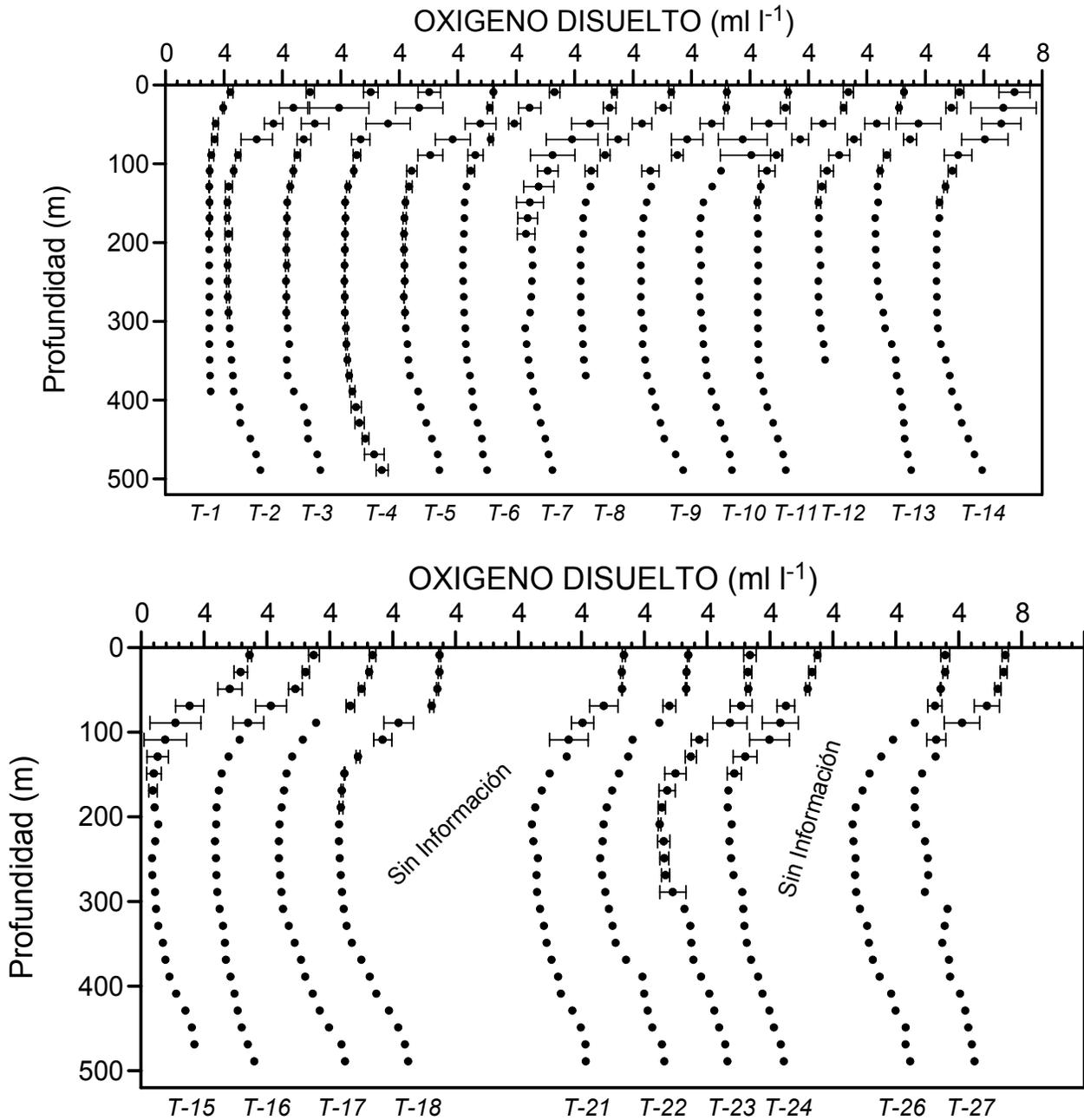


Figura 68. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).

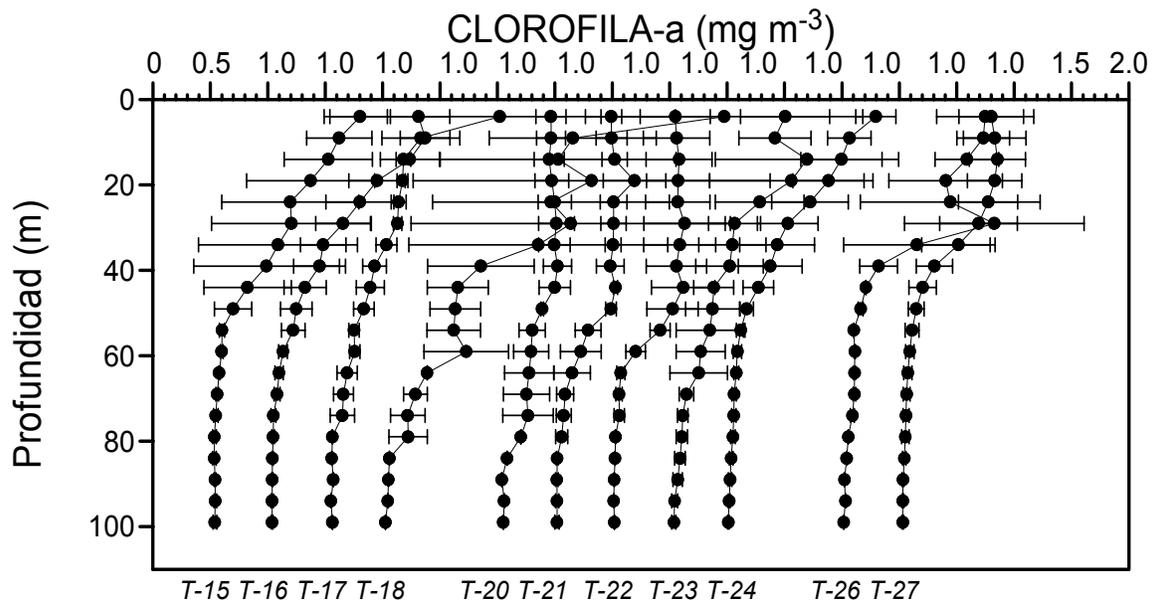
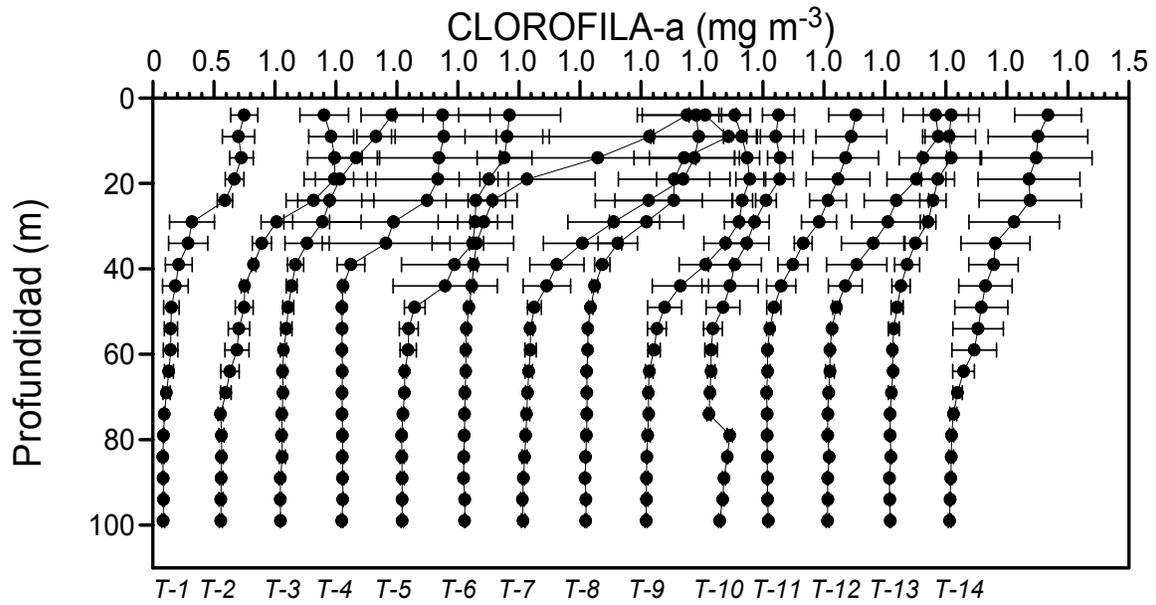


Figura 69. Perfiles verticales promedio de clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) para las transectas 1 a 15 (panel superior) y transectas 16 a 27 (panel inferior).

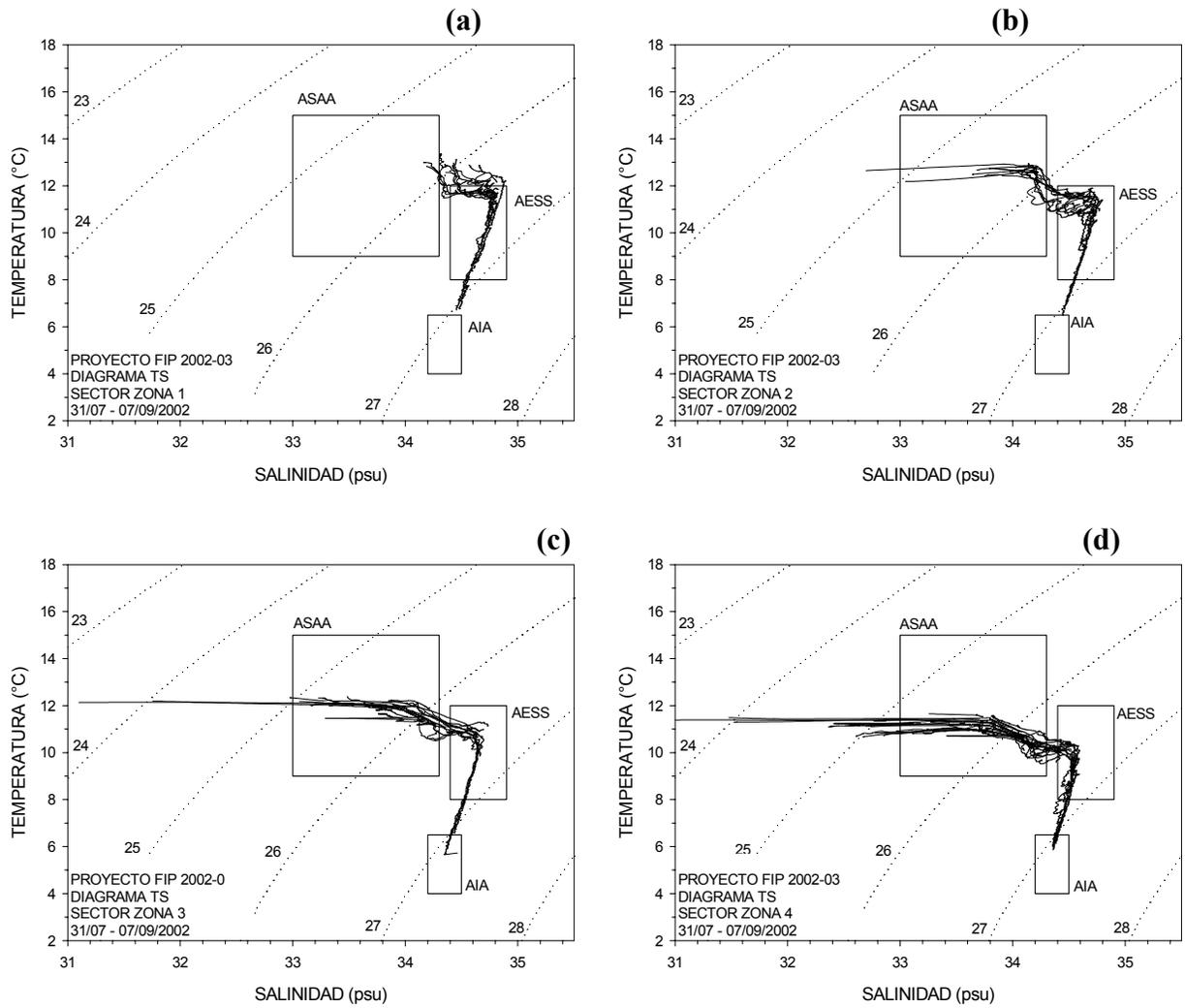


Figura 70. Diagrama TS para: (a) región norte (zona 1), b) región centro-norte (zona 2), c) región centro-sur (zona 3) y d) región sur (zona 4).

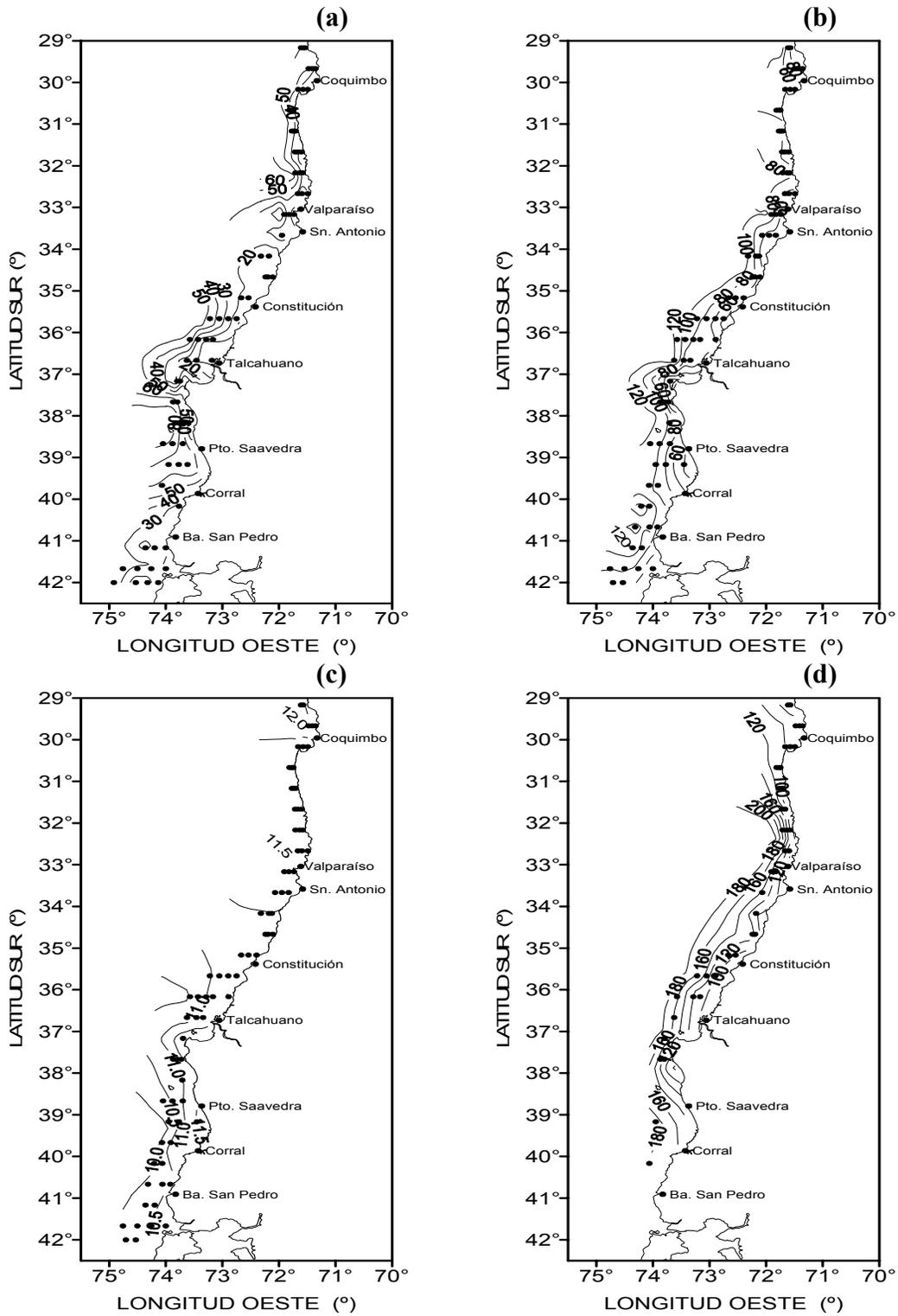


Figura 71. Distribución horizontal de: (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m), (c) temperatura base de la termoclina (°C) y (d) profundidad mínima de oxígeno (m).

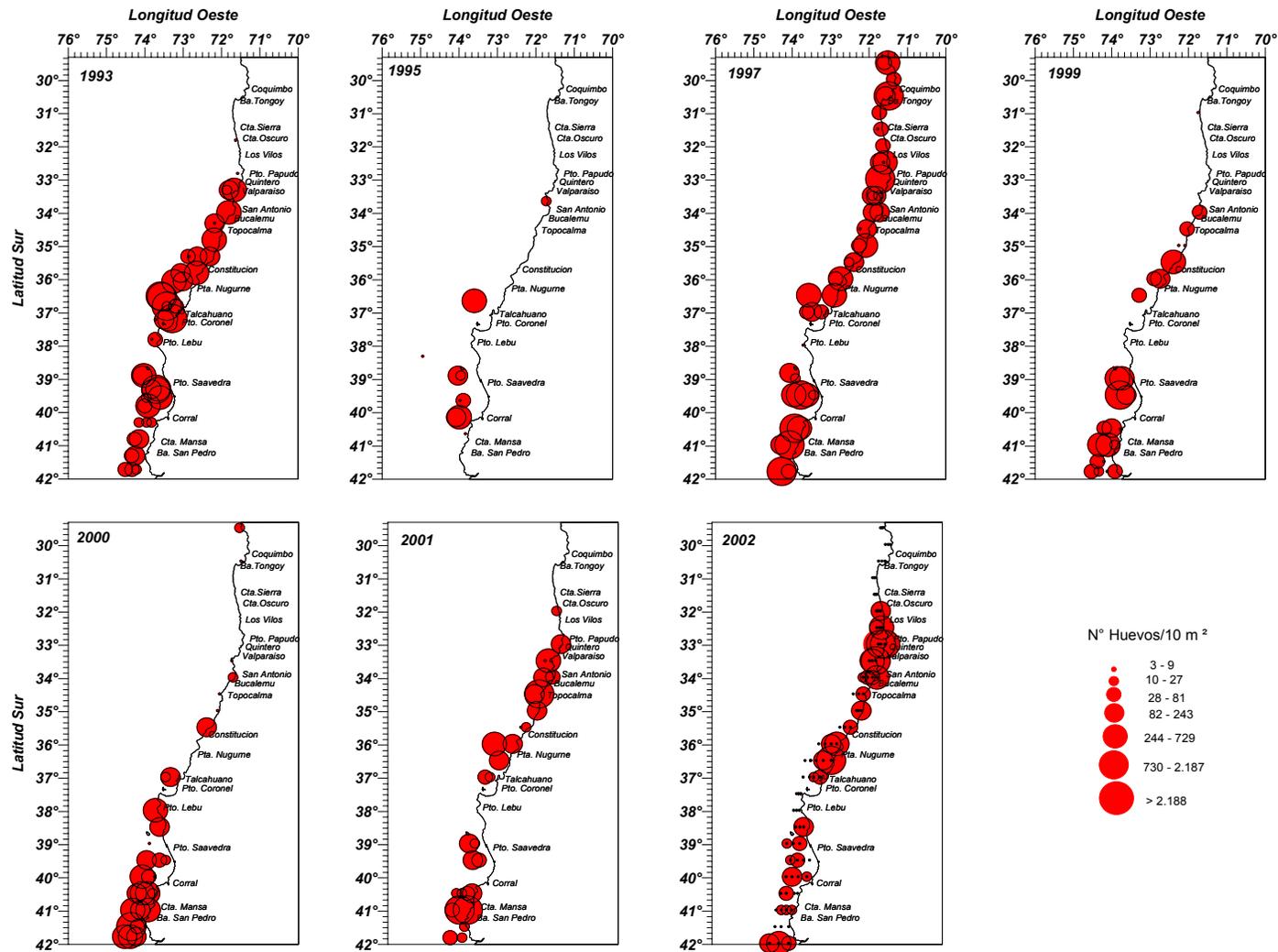


Figura 72. Distribución y abundancia de huevos de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002

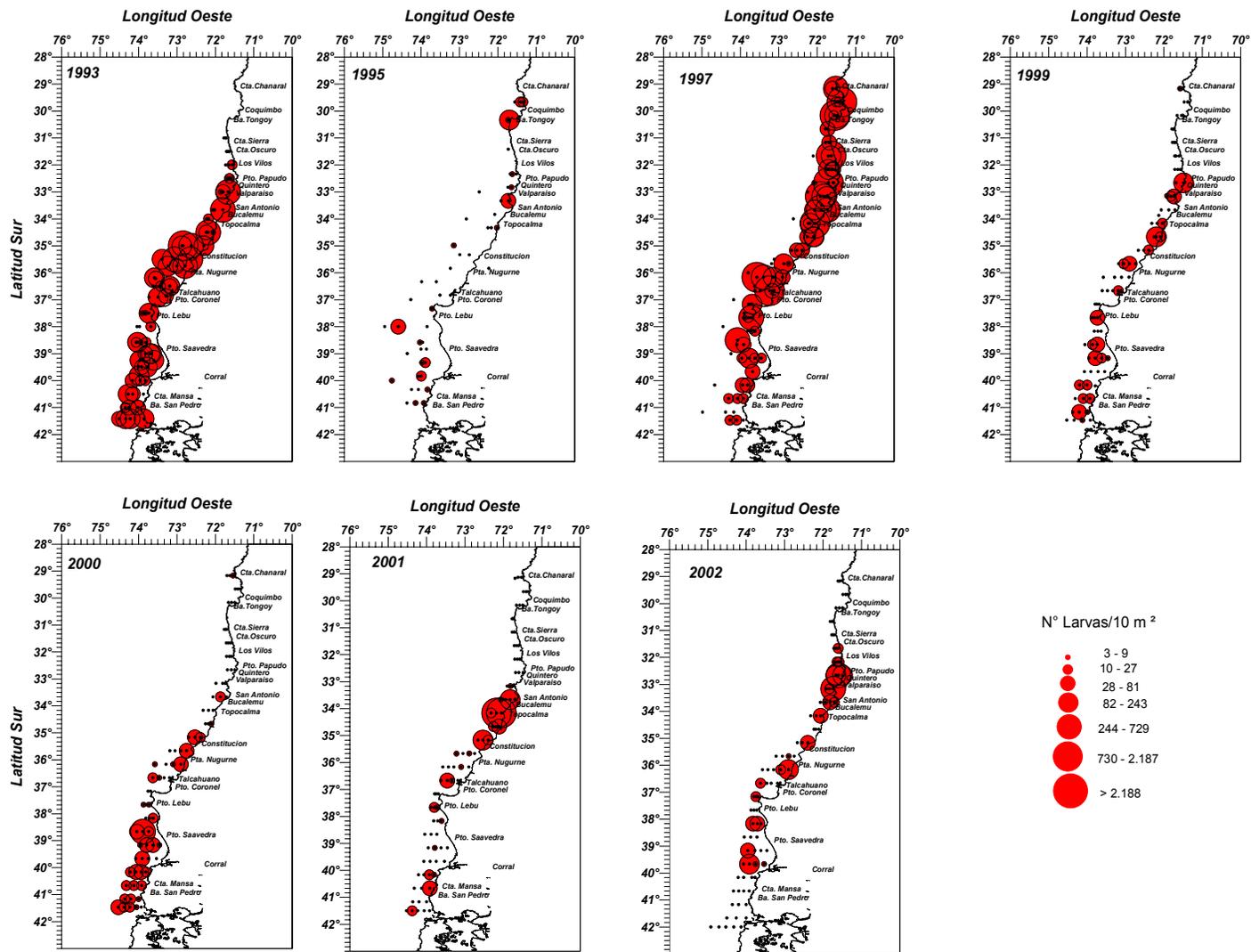


Figura 73. Distribución y abundancia de larvas de merluza común en invierno de los años 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.

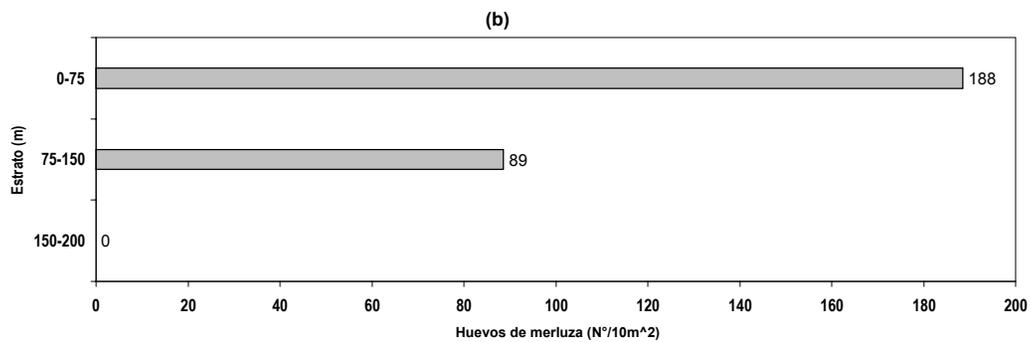
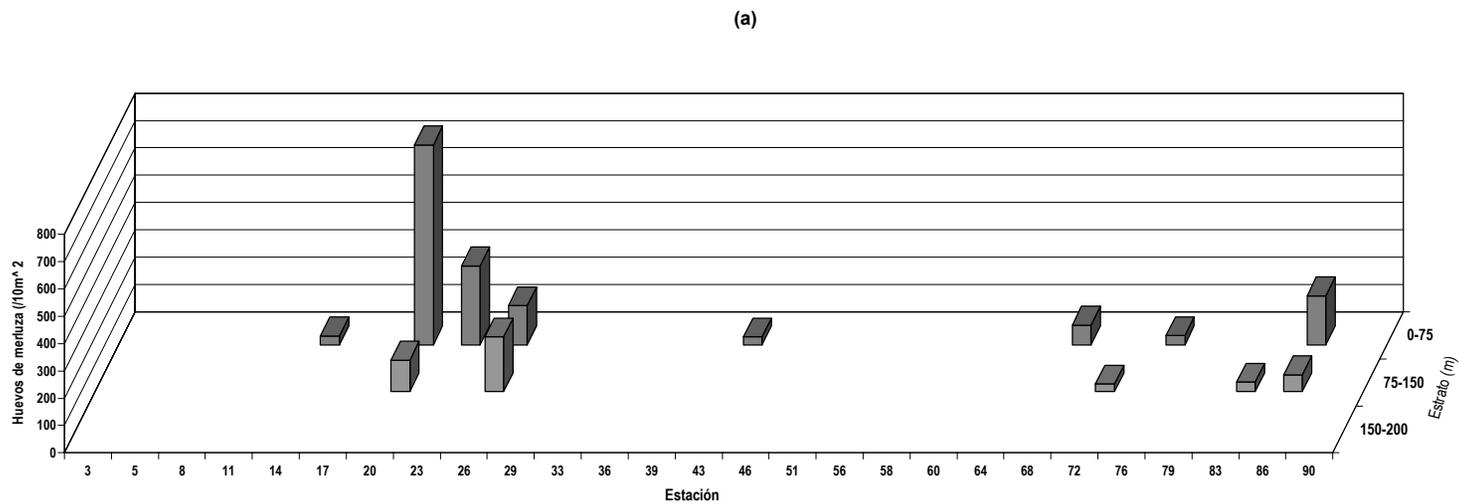


Figura 74. Distribución y abundancia de huevos de merluza común por estación (a) y abundancia promedio por estrato de profundidad (b). Crucero merluza común 2002.

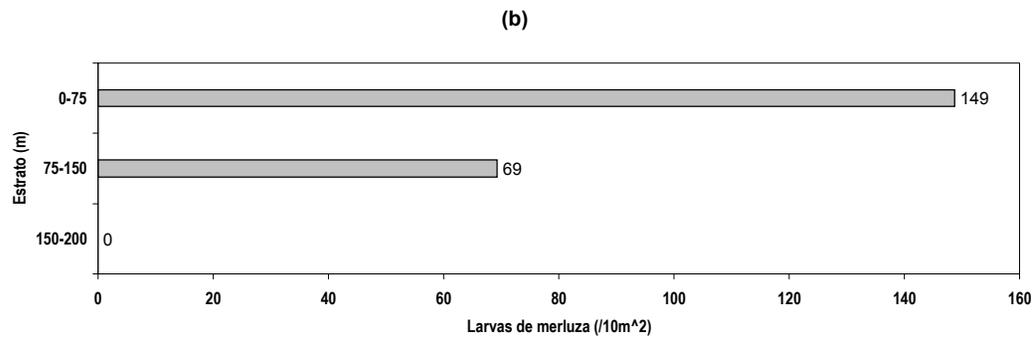
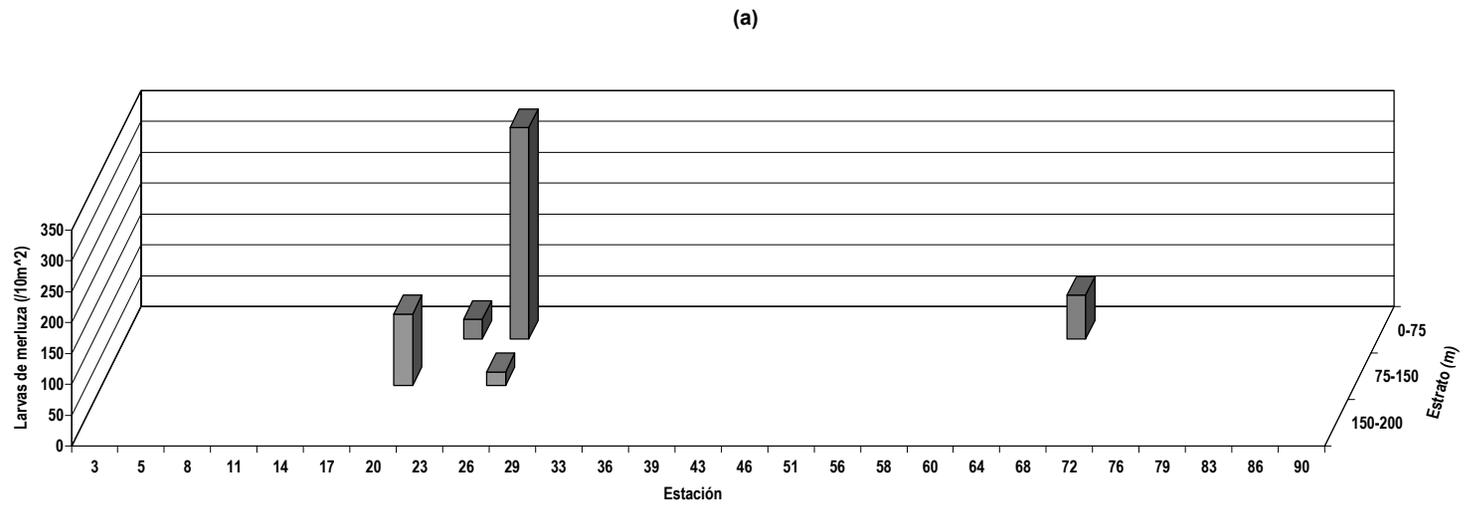


Figura 75. Distribución y abundancia de larvas de merluza común por estación (a) y abundancia promedio (b).  
Crucero merluza común 2002.

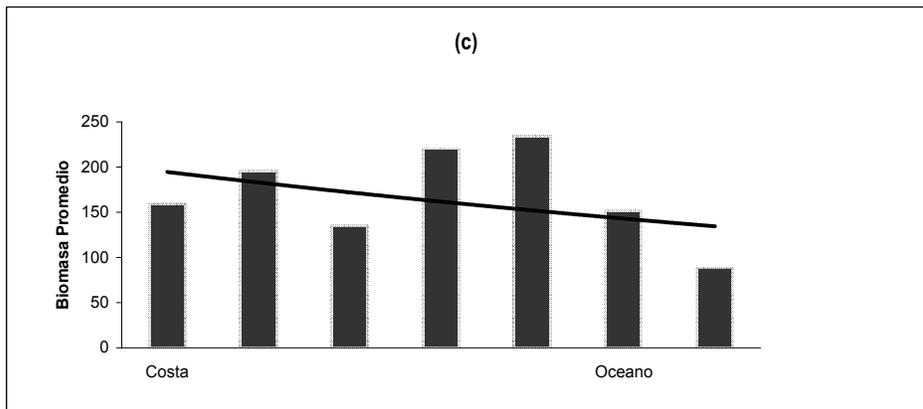
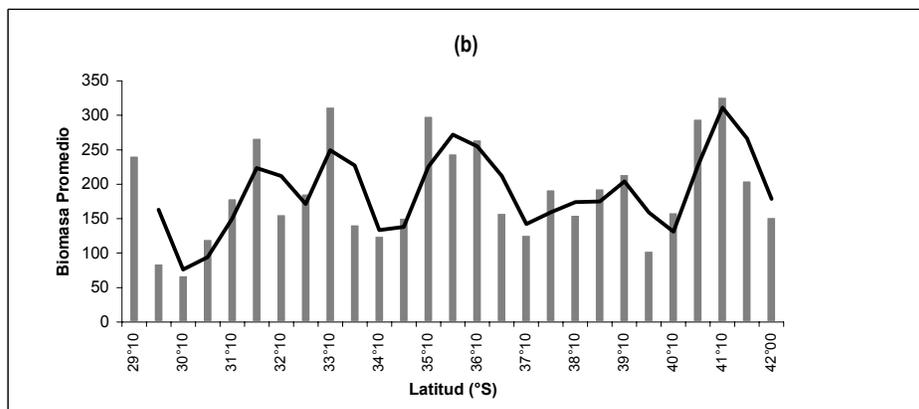
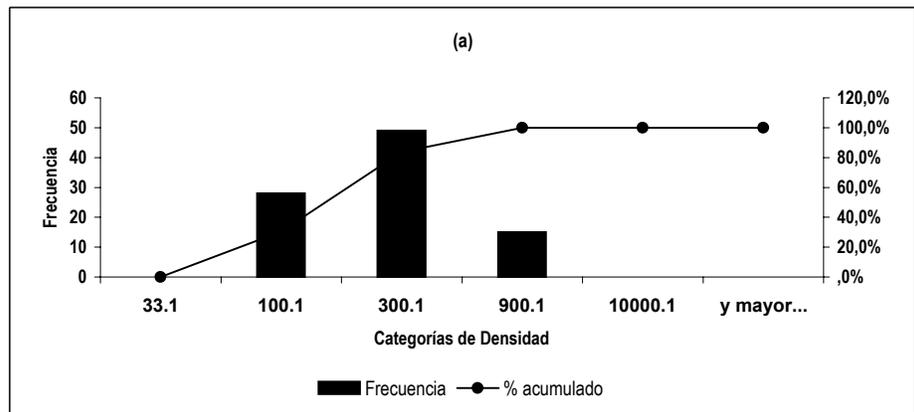


Figura 76. Distribución de frecuencias y porcentaje acumulado de la biomasa zooplanctónica (a), promedio móvil de la biomasa con respecto a la latitud (b) y biomasa promedio con respecto a la distancia de la costa (c).

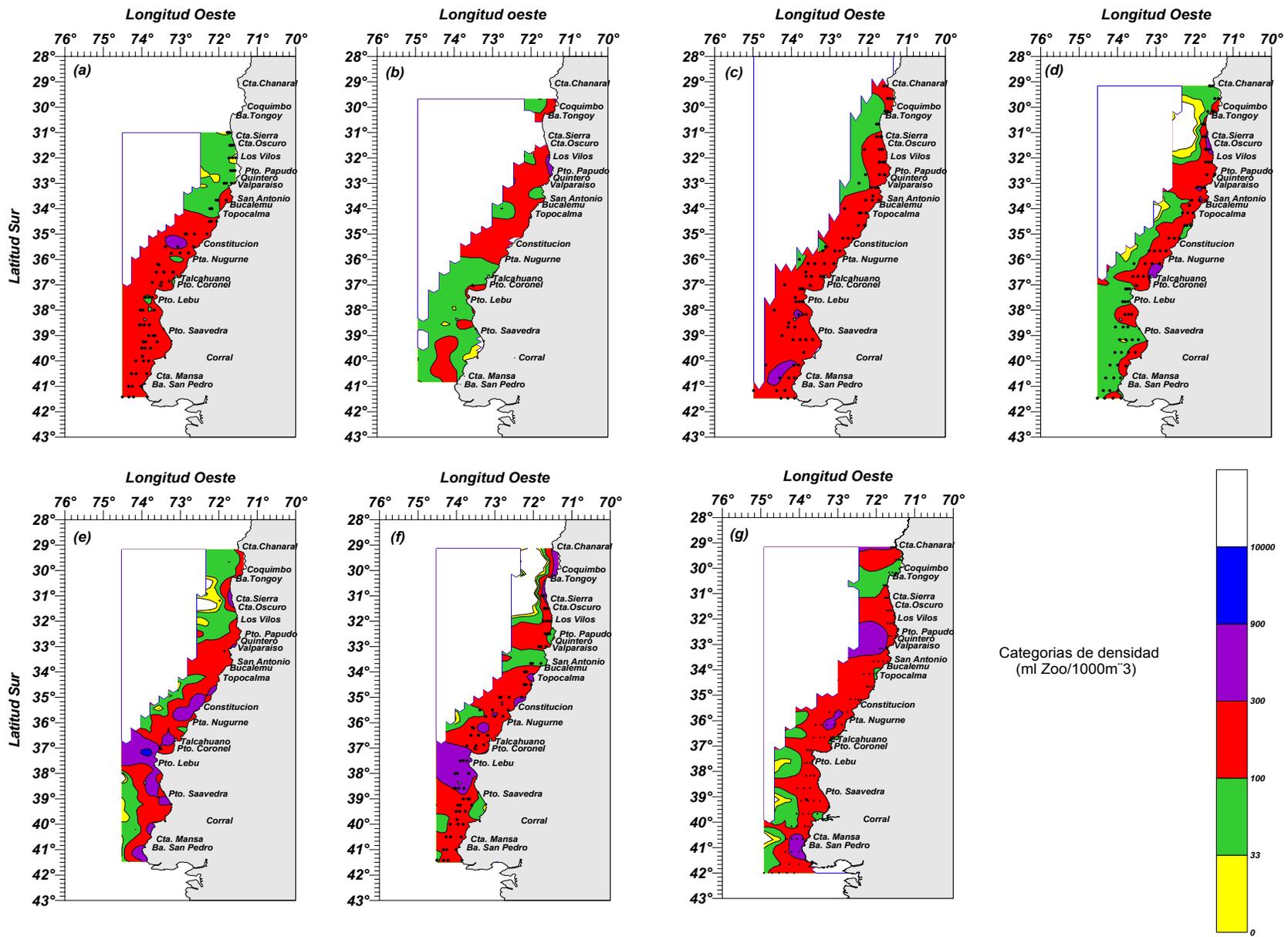


Figura 77. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Cruceros merluza común invierno de los años (a) 1993, (b) 1995, (c) 1997, (d) 1999, (e) 2000, (f) 2001 y (g) 2002

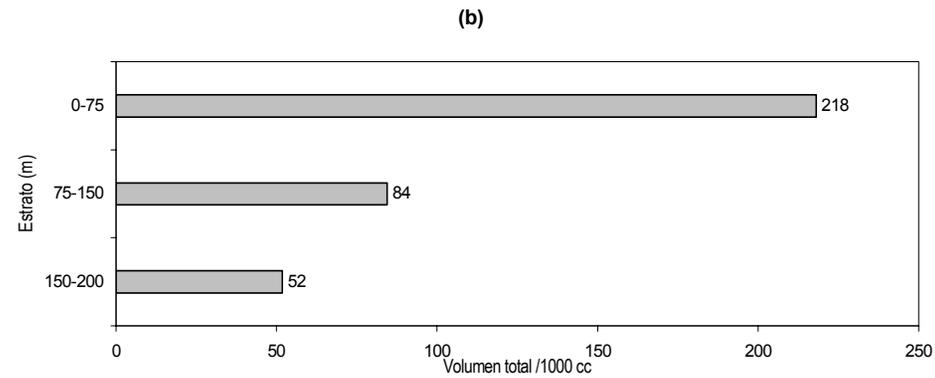
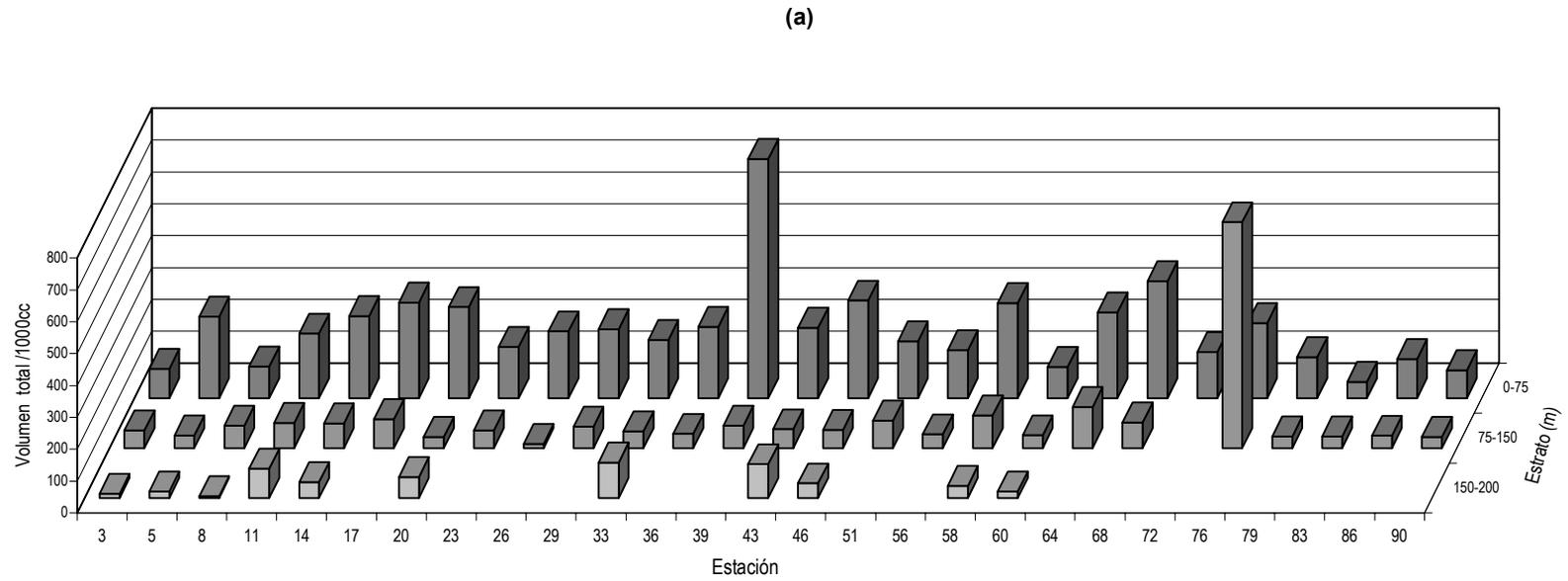


Figura 78. Distribución de la biomasa zooplanctónica por estación (a) y la biomasa zooplanctónica promedio (b), por estratos de profundidad. Crucero Merluza común 2002.

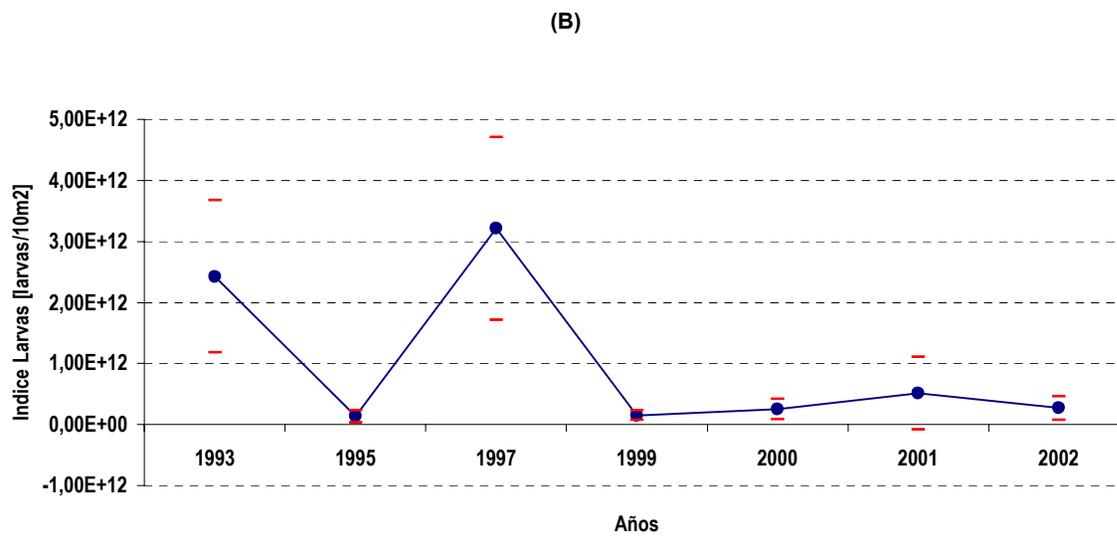
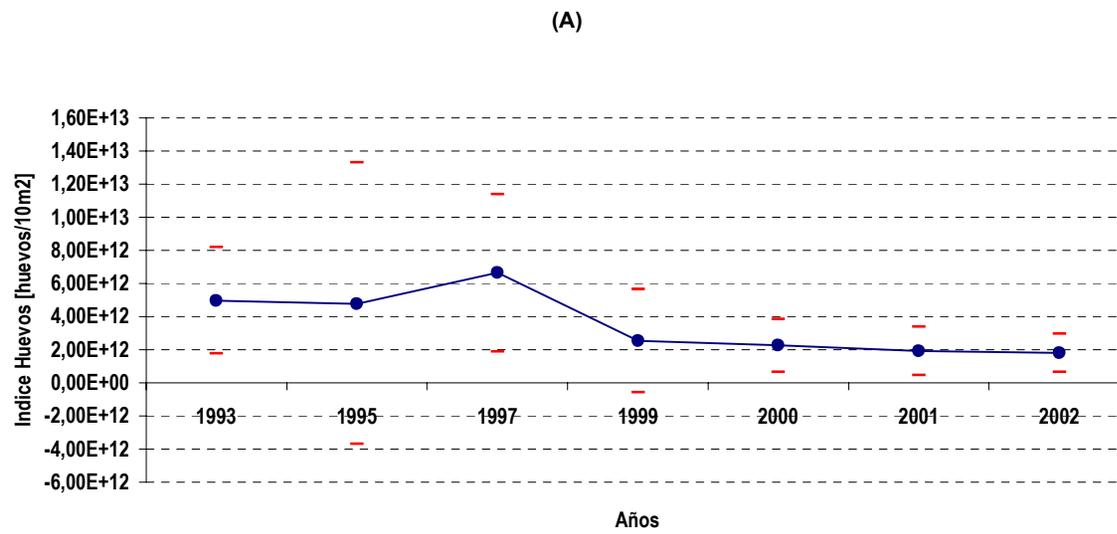


Figura 79. Estimación del índice de abundancia de huevos (A) y larvas (B) de merluza común en invierno de los años 1993-2002.

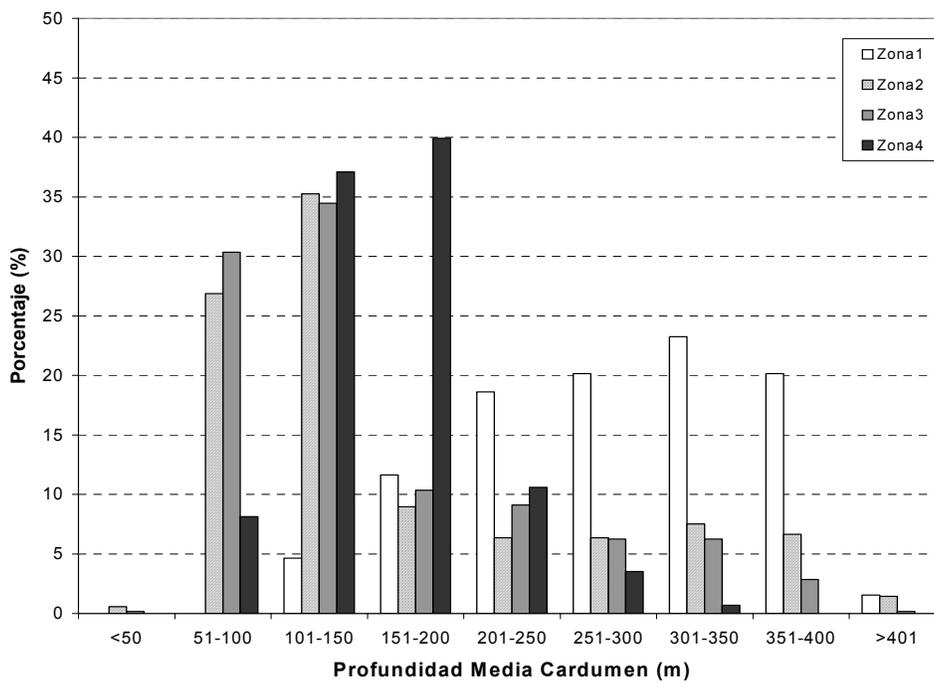
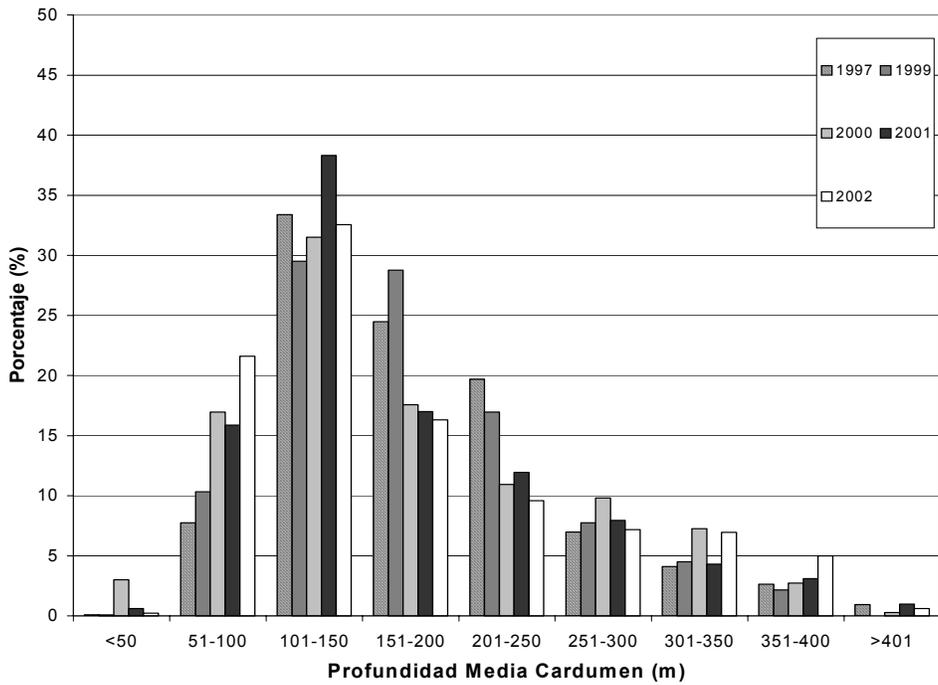


Figura 80. Histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen), para el año 2002 (panel inferior) e histograma de rangos de profundidad a los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen), para el período 1997-2002 (panel superior).

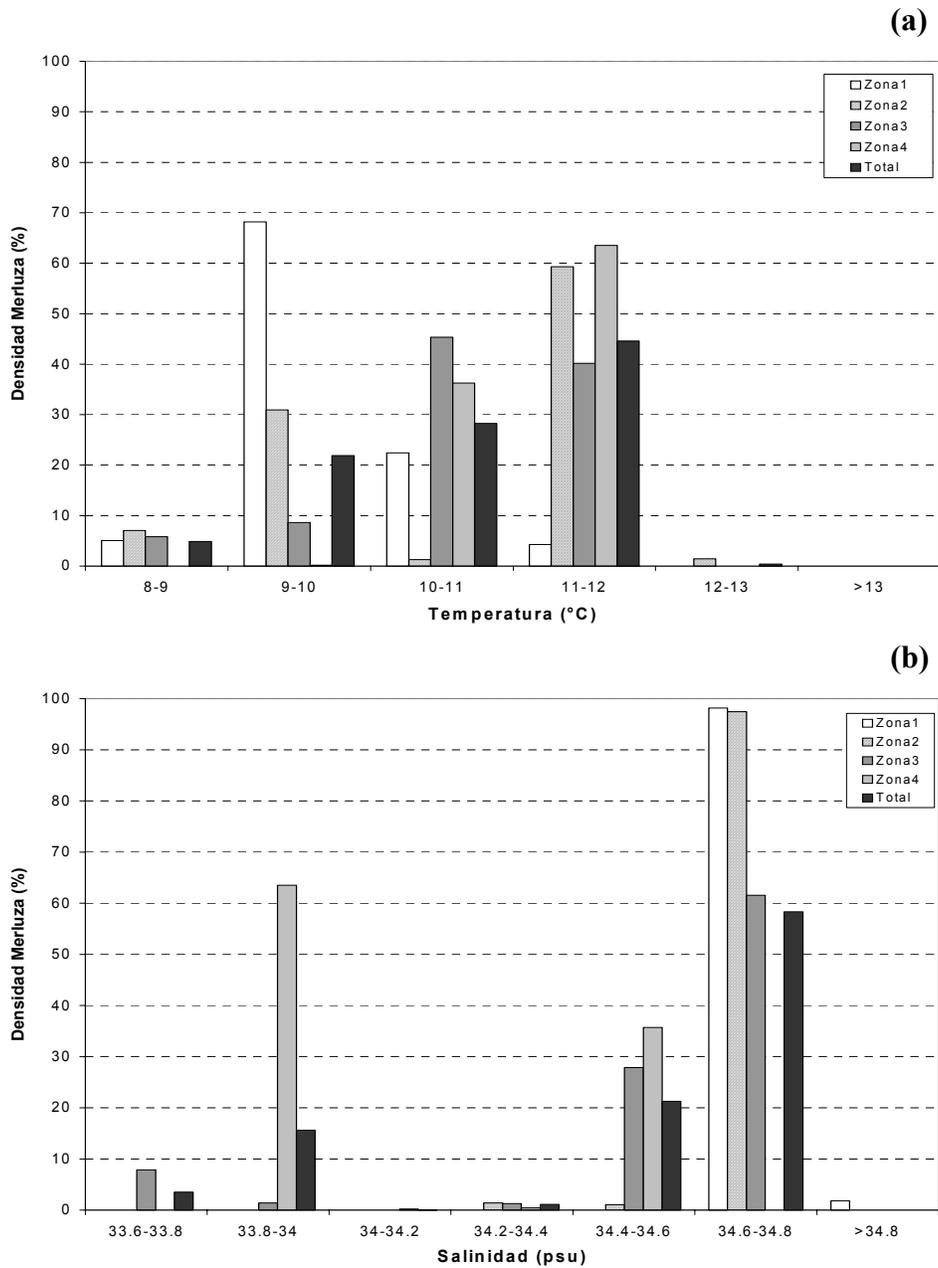


Figura 81. Histograma de rangos de: (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), en los cuales se encontró asociado el recurso (prof. media del cardumen). Se integra tanto el área total como las subzonas al interior de la región prospectada.

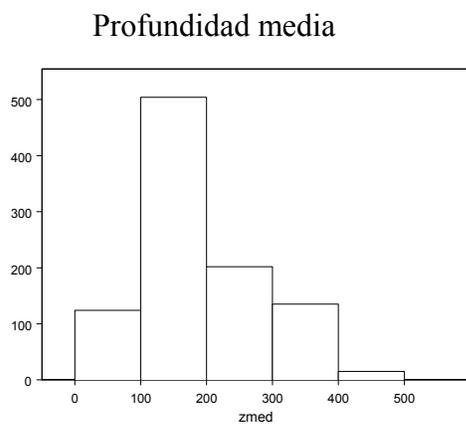
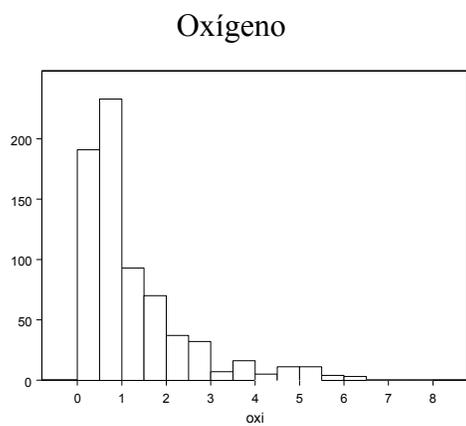
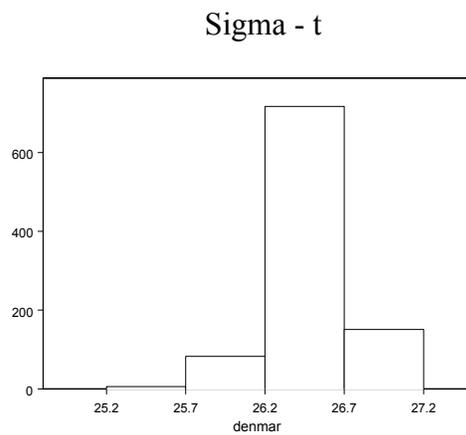
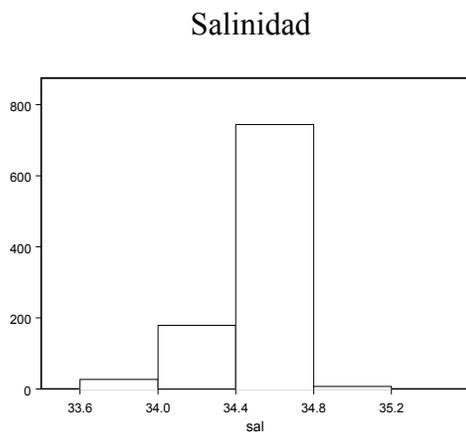
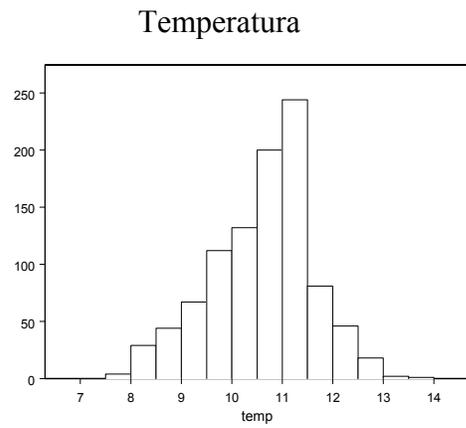
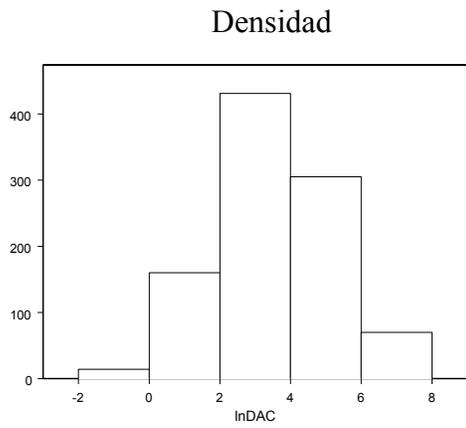


Figura 82. Distribución de frecuencias de las variables ensayadas.

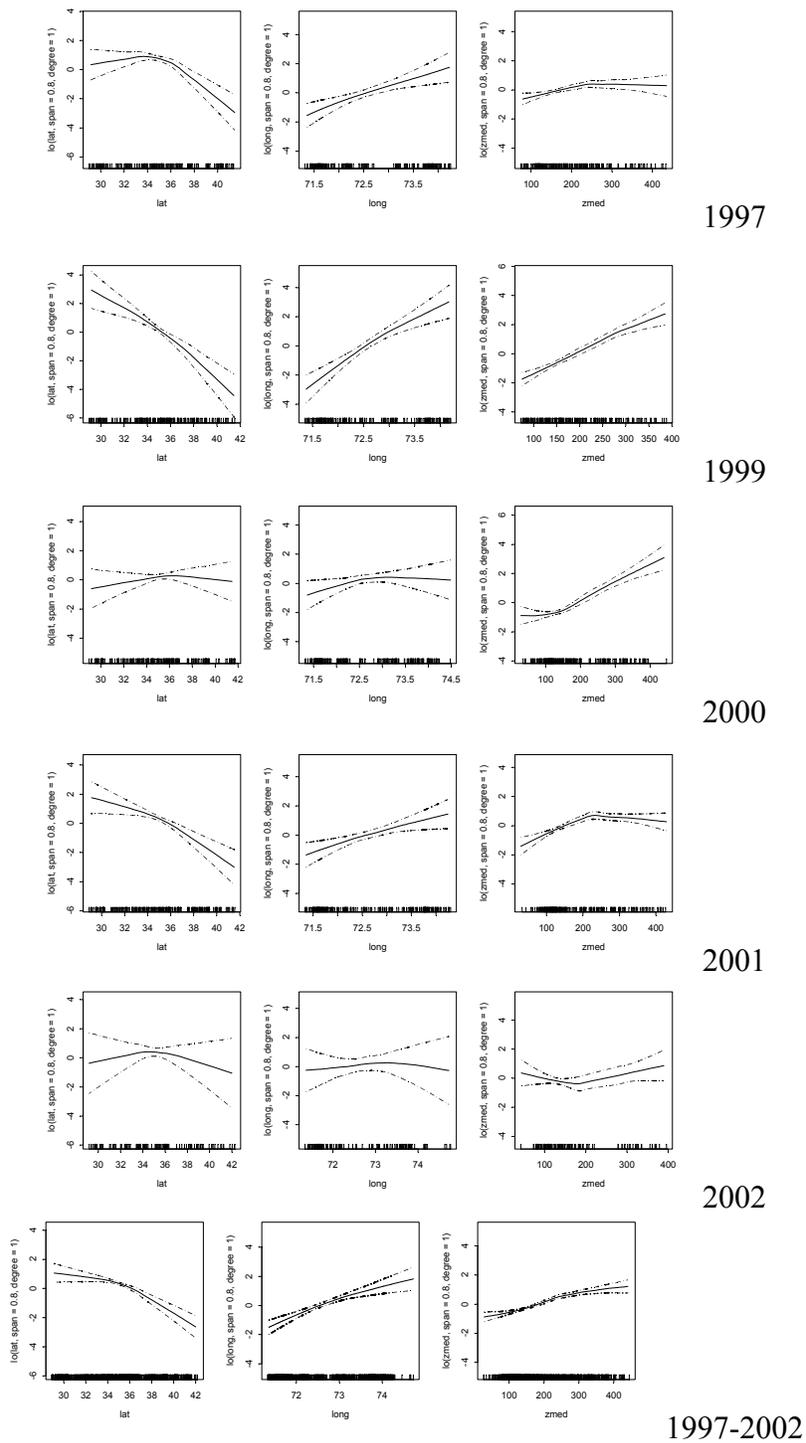


Figura 83. Relación entre la densidad de merluza común y las variables de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad).

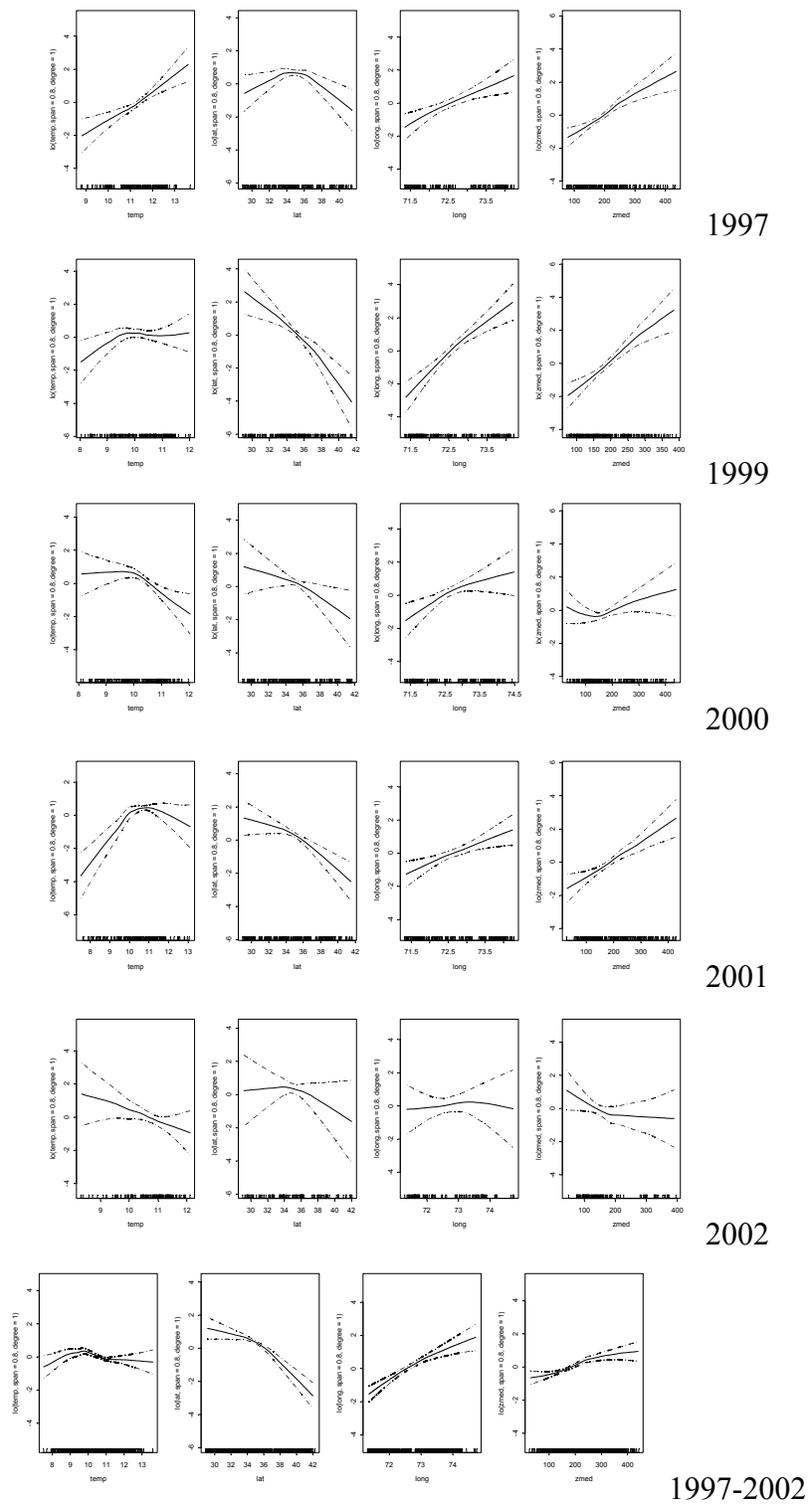


Figura 84. Relación entre la densidad de merluza común y las variables temperatura y de posición (latitud, longitud, y profundidad media de la densidad).

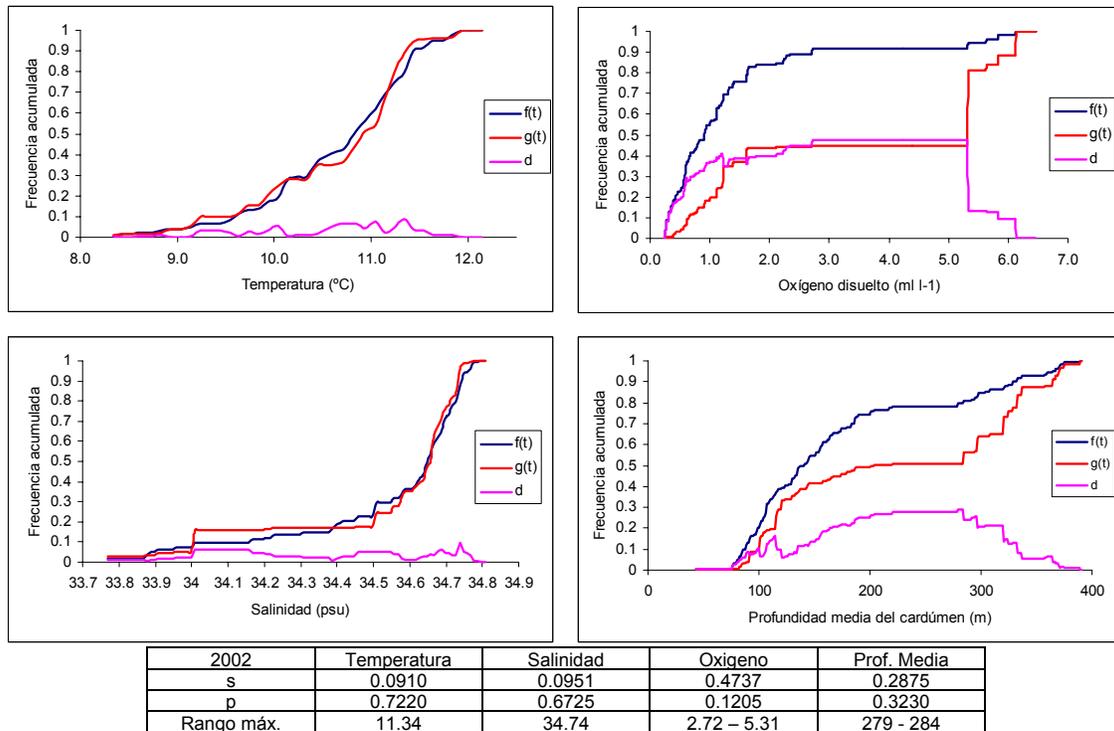


Figura 85. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales (f(t)) y su ponderación con la variable pesquera (g(t)) considerando todos los datos del crucero de 2002. Se grafica también la curva de distancia (d) entre ambas funciones acumulativas.

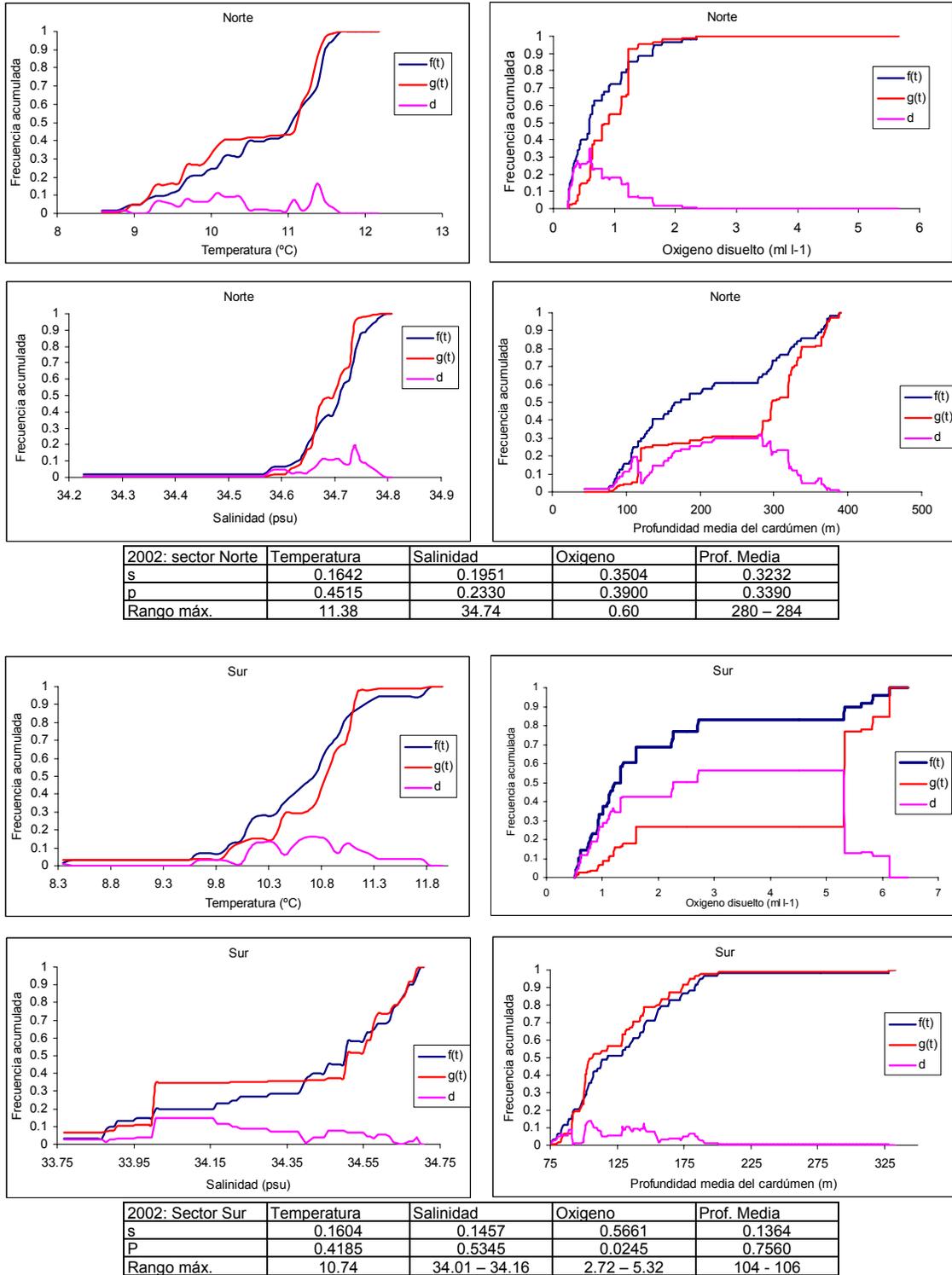


Figura 86. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales (f(t)) y su ponderación con la variable pesquera (g(t)) para los sectores norte y sur del crucero 2002. Se grafica también la curva de distancia (d) entre ambas funciones acumulativas.

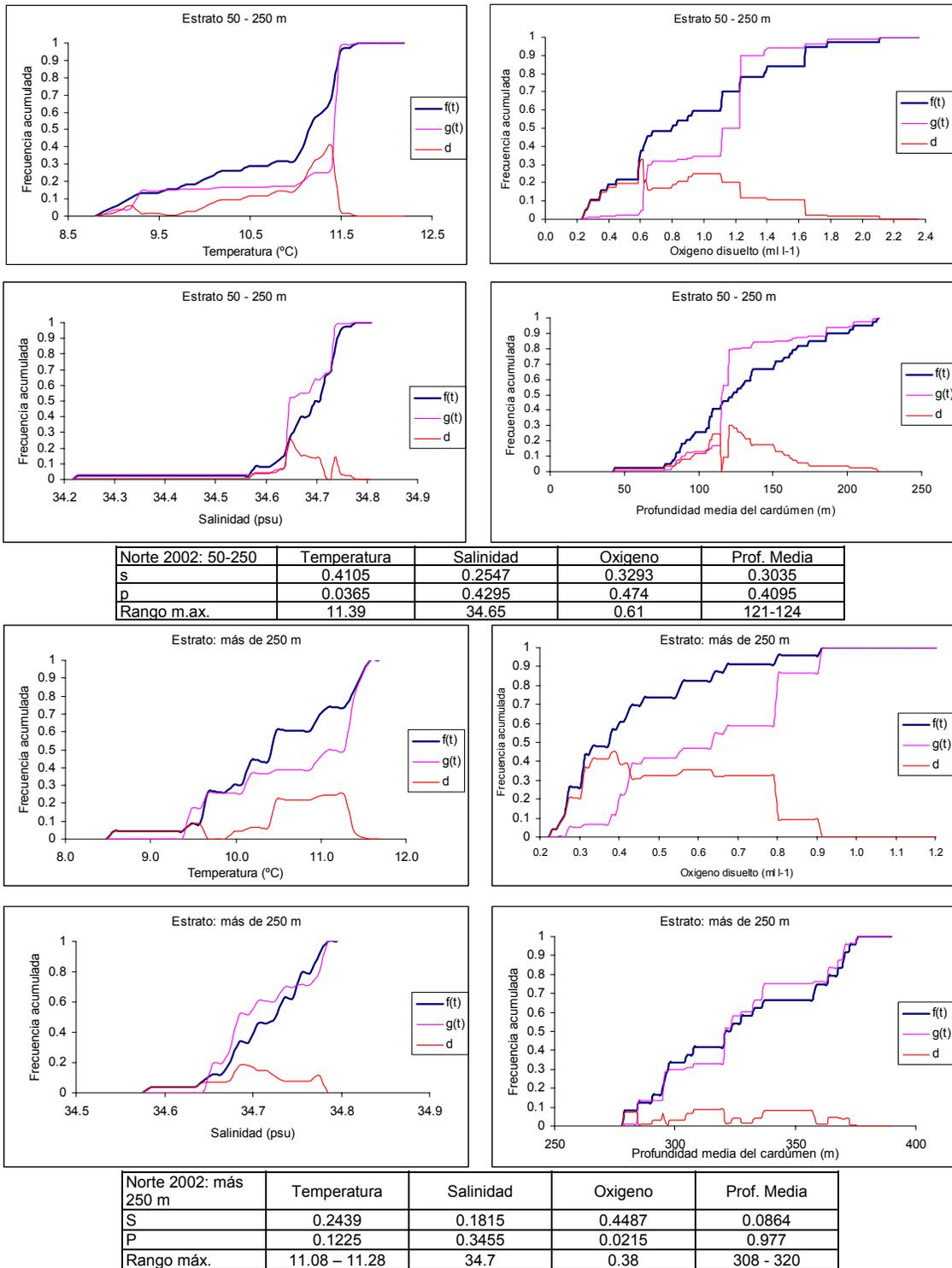
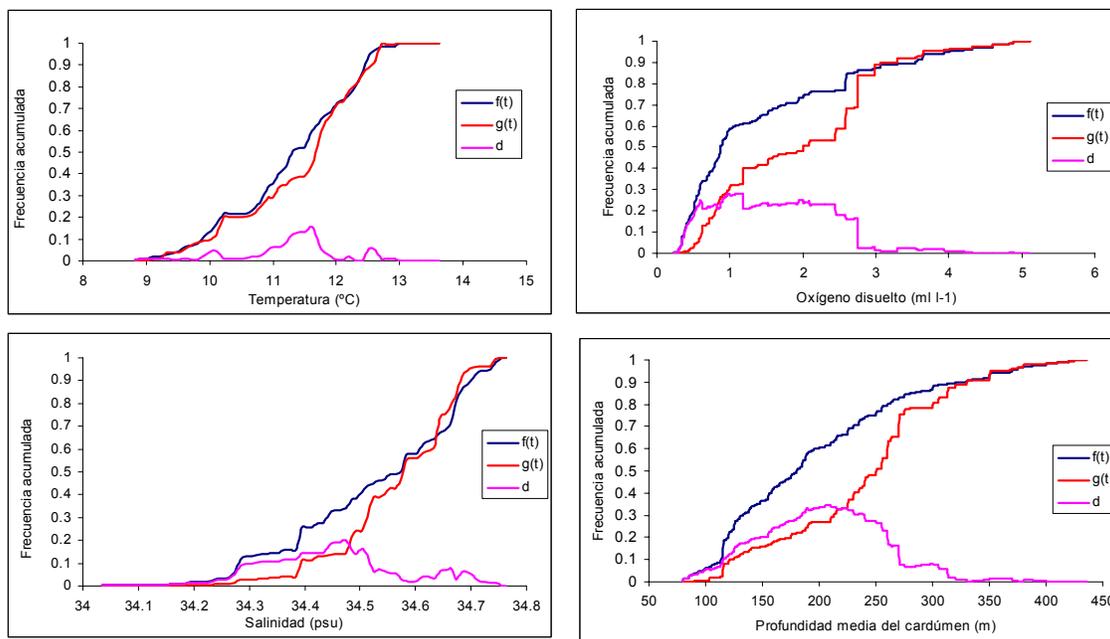
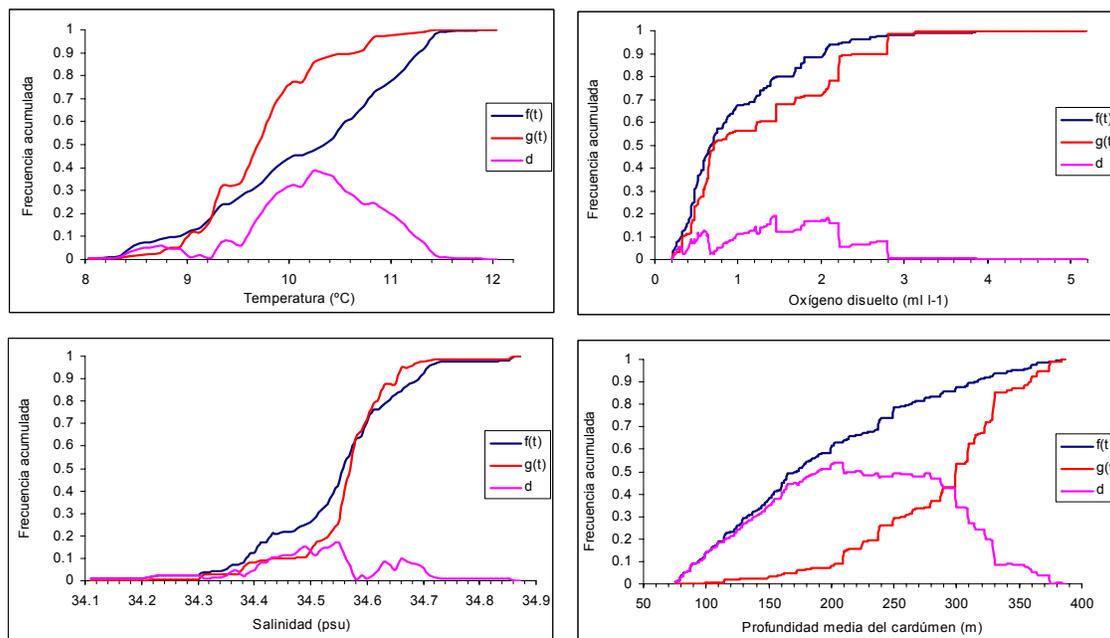


Figura 87. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los estratos de 50-250 m y > 250 m, considerando el sector norte del crucero 2002. Se grafica también la curva de distancia ( $d$ ) entre ambas funciones acumulativas.

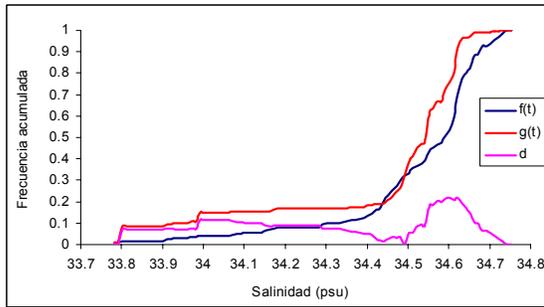
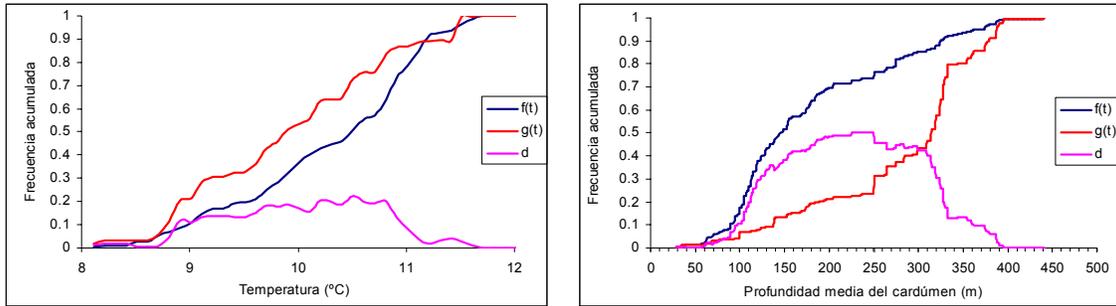


1997	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Prof. Media
S	0.1551	0.2	0.2833	0.346
P	0.095	0.007	0.909	0.005
Rango máx.	11.616	34.474	0.97	201 - 210

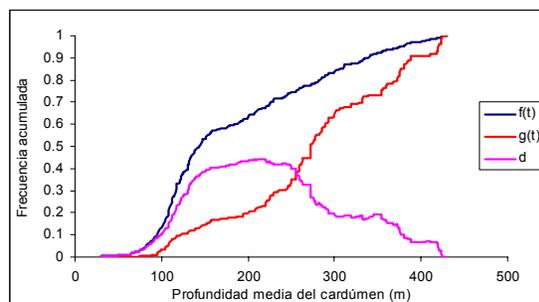
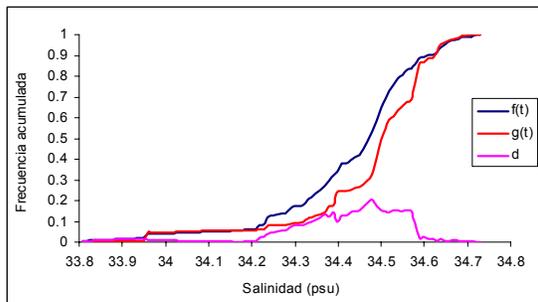
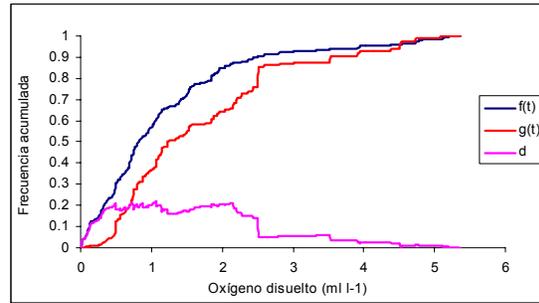
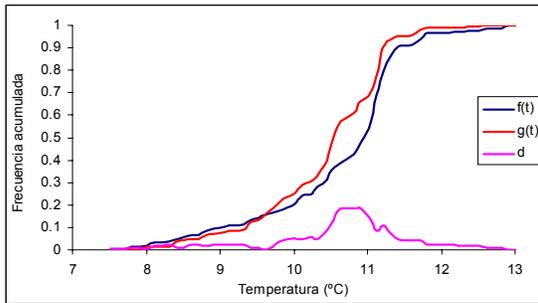


1999	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Prof. Media
S	0.3824	0.1707	0.1901	0.5396
P	0.0000	0.1075	0.9630	0.0000
Rango máx.	10.23	34.55	1.45	203 - 209

Figura 88. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales ( $f(t)$ ) y su ponderación con la variable pesquera ( $g(t)$ ) para los años 1997 (panel superior) y 1999 (panel inferior). Se grafica también la curva de distancia ( $d$ ) entre ambas funciones acumulativas.



2000	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Prof. Media
S	0.2223	0.2195	Sin datos	0.5025
P	0.0080	0.0040	Sin datos	0.0000
Rango máx.	10.51	34.60	Sin datos	235 - 237



2001	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	Prof. Media
S	0.2264	0.2388	0.2149	0.4721
P	0.0005	0.0000	0.9985	0.0000
Rango máx.	10.82	34.48	0.49	215 - 220

Figura 89. Funciones de distribución acumulativas empíricas para las variables ambientales  $f(t)$  y su ponderación con la variable pesquera  $g(t)$  para los años 2000 (panel superior) y 2001 (panel inferior). Se grafica también la curva de distancia  $d$  entre ambas funciones acumulativas.

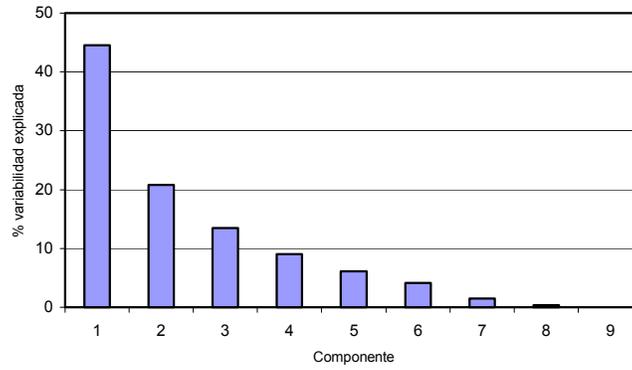


Figura 90. Porcentaje de variabilidad explicada de los componentes principales.

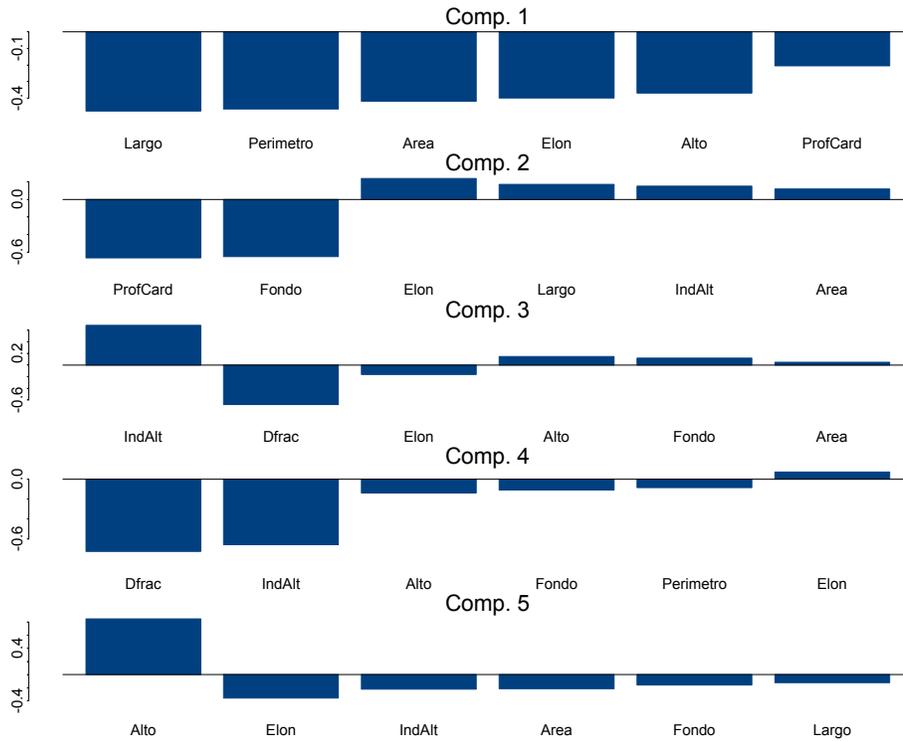


Figura 91. Cargas de cada componente principal.

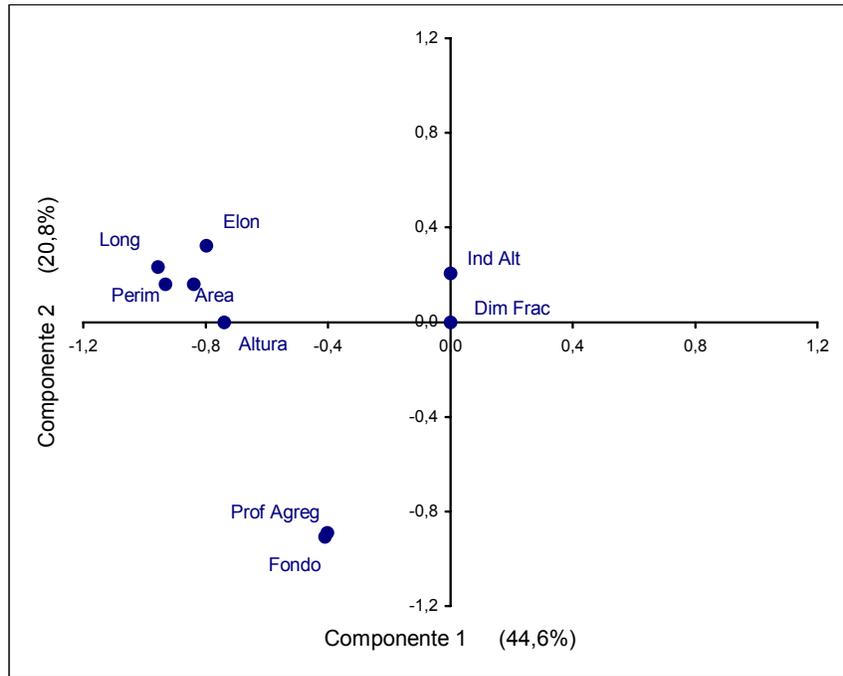


Figura 92. Correlación de las variables originales con los dos primeros componentes.

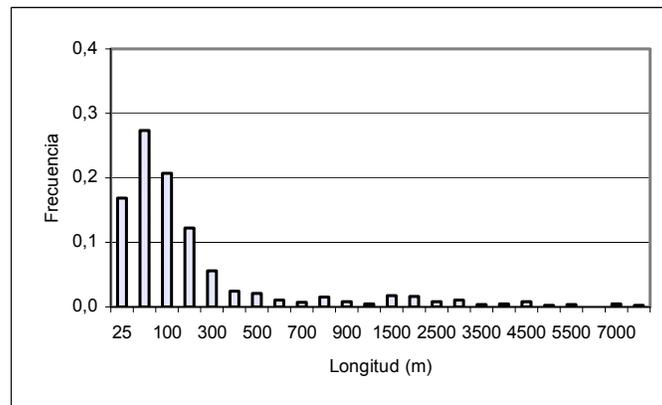


Figura 93. Distribución de frecuencia del descriptor Longitud de agregaciones

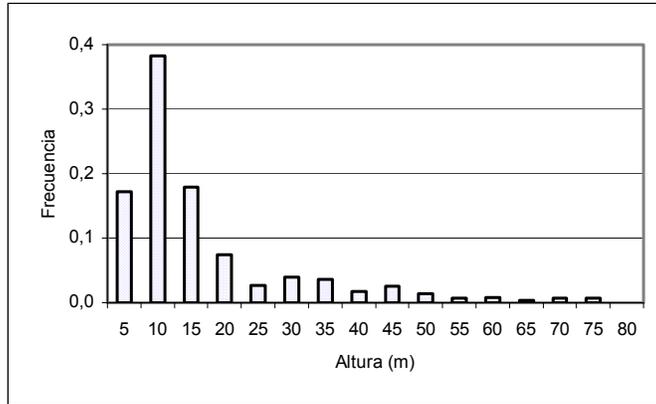


Figura 94. Distribución de frecuencia del descriptor Altura de agregaciones

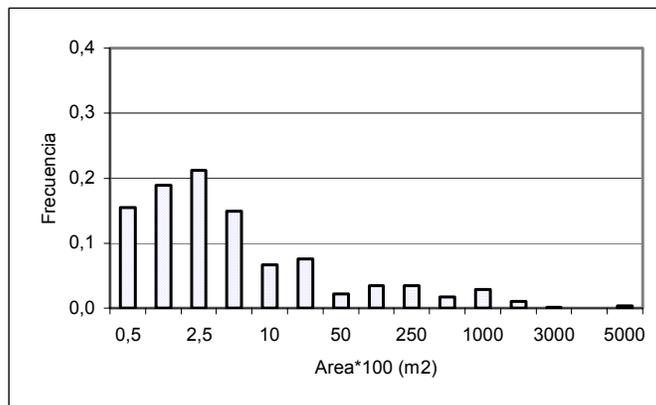


Figura 95. Distribución de frecuencia del descriptor Área de agregaciones

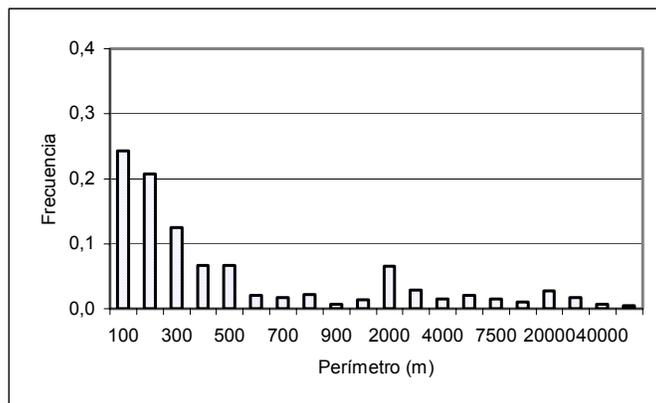


Figura 96. Distribución de frecuencia del descriptor Perímetro de agregaciones

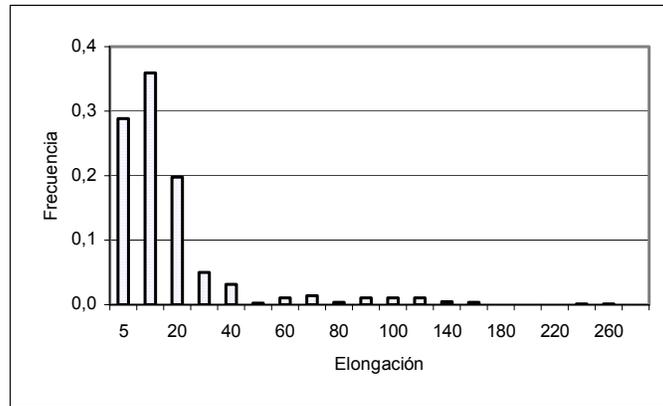


Figura 97. Distribución de frecuencia del descriptor Elongación

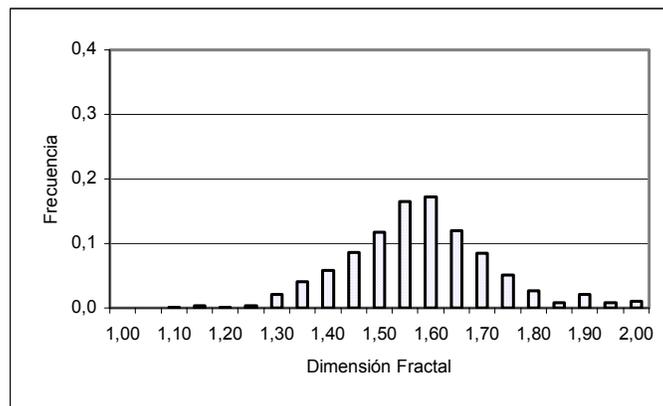


Figura 98. Distribución de frecuencia del descriptor Dimensión fractal

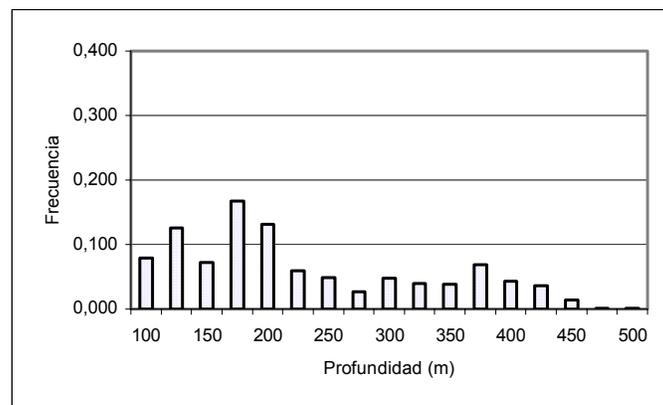


Figura 99. Distribución de frecuencia de profundidad de agregaciones

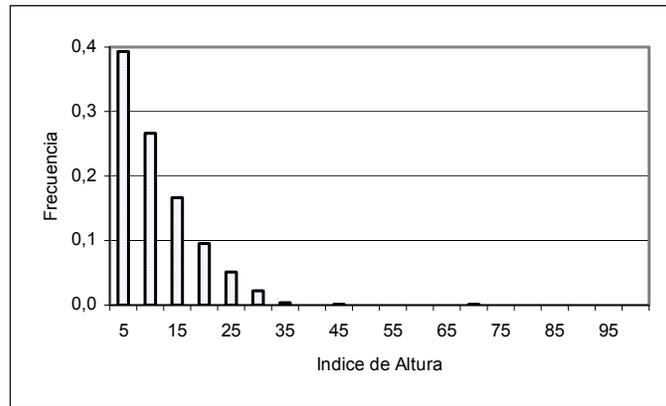


Figura 100 Distribución de frecuencia del descriptor Índice de altura

# **T A B L A S**

---

**Tabla 1.** Calibración del sistema de ecointegración

Localización: Valparaíso			Estado de mar : Calma		
Profundidad del fondo: 42 m			Profundidad de la esfera : 18 m		
2 way beam angle: -20,7 dB			Angle sensitivity: 21,9 dB		
3 dB angle: 7 °					
Ganancia TS (dB)			Ganancia SV (dB)		
Longitud de pulso (ms)			Longitud de pulso (ms)		
0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
26,15	27,47	28,08	26,25	27,49	27,96

**Tabla 2.** Estimados totales de biomasa, límites de confianza y densidad de merluza común ( $C_b=0,15 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2}$ ).

Método	Area ( $\text{mn}^2$ )	Biomasa (t)	Densidad ( $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$ )
Razón	11.344	1.592.354 [1.387.418- 1.779.290]	140,4
Geoestadístico	8.805	1.555.422 [1.273.113- 1.837.731]	176,7

**Tabla 3.** Varianza y coeficientes de variación de los estimadores de biomasa total.

Método	Varianza ( $10^9$ )	Coefficiente variación (%)
Conglomerado	15,4	7,8
Estrato agrupado	8,2	5,7
Geoestadístico	29,2	11,0

**Tabla 4.** Estimados de biomasa, coeficiente de variación (CV) y densidad promedio por subzona (método geoestadístico).

Subzona	Biomasa (t)	Coef. Variación (%)	Densidad ( $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$ )
29°10'-31°24'S	73.381	17,7	110
31°25'-35°30'S	506.586	7,8	230
35°31'-38°39'S	718.523	17,5	288
38°40'-42°00'S	202.932	28,1	61

Tabla 5 Abundancia de merluza común estimada por subzona  
Crucero de Evaluación 2002.

Zona	Machos	Hembras	Totales
Subzona 1	55.730.640	64.642.694	120.373.334
Subzona 2	417.221.395	637.927.331	1.055.148.726
Subzona 3	568.154.500	618.345.591	1.186.500.091
Subzona 4	232.501.215	284.767.618	517.268.833
Total	1.273.607.750	1.605.683.234	2.879.290.984

Tabla 6 Biomasa y abundancia estimada en los Cruceros de Evaluación de merluza común en los años 1995; 1997; 1999; 2000; 2001 y 2002.

Años	1995	1997	1999	2000	2001	2002
B (t)	505.765	712.878	899.307	891.598	917.133	1.555.422
Abund. (N°)	876.838.092	1.339.113.567	1.166.238.607	1.383.682.797	1.969.153.928	2.879.290.984
Composición (%) de la Biomasa por zona						
Subzona 1	3,0	2,1	12,5	8,7	16,5	4,7
Subzona 2	35,9	32,9	34,2	48,6	37,6	36,0
Subzona 3	47,5	52,8	43,1	28,2	36,6	46,2
Subzona 4	13,6	12,3	10,4	14,5	9,4	13,0
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%
w prom./ind (g)	577	532	771	644	466	540

Tabla 7. Parámetros de los variogramas estandarizado. Período 1993-2002

Año	Pepita	Rango	Sill
1993	0,15	9,3	1,2
1995	0,15	5,7	1
1997	0,25	10	0,9
1999	0,28	9	0,95
2000	0,1	6	1
2001	0,15	6,3	0,98
2002	0,2	5,9	1

**Tabla 8**

Número de ejemplares medidos por zona latitudinal y estrato de profundidad en los muestreos de frecuencia de longitud de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud – profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

Profundidad (m)	1			2			3			4			Total		
	29°10' - 31°24'			31°25' - 35°30'			35°31' - 38°39'			38°40' - 41°29'			29°10' - 41°29'		
	machos	hembras	lances												
<100				674	200	4	998	243	7	580	89	5	2252	532	16
100-200	263	141	2	2312	2998	21	2134	2254	22	674	1426	23	5383	6819	68
200-300	625	507	4	452	1109	7	593	1196	11	584	956	13	2254	3768	35
300-400	416	662	6	158	1013	8	154	518	5	33	205	3	761	2398	22
400-500	80	326	2	20	228	2	3	30	1				103	584	5
Total	1384	1636	14	3616	5548	42	3882	4241	46	1871	2676	44	10753	14101	146

**Tabla 9**

Número de ejemplares medidos por zona latitudinal y estrato de profundidad en los muestreos biológicos de merluza común y número de lances muestreados por estrato de latitud - profundidad. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

Profundidad (m)	ZONA														
	1			2			3			4			Total		
	29°10' - 31°24'			31°25' - 35°30'			35°31' - 38°39'			38°40' - 41°29'			29°10' - 41°29'		
	machos	hembras	lances												
<100				48	62	4	36	104	7	68	27	5	152	193	16
100-200	10	20	2	194	415	21	96	344	22	130	442	23	430	1221	68
200-300	42	78	4	47	163	7	40	180	11	82	256	13	211	677	35
300-400	44	135	6	29	211	8	16	84	5	10	62	3	99	492	22
400-500	3	57	2	1	59	2	1	19	1				5	135	5
Total	99	290	14	319	910	42	189	731	46	290	787	44	897	2718	146

TABLA 10 CLAVE EDAD TALLA DE MERLUZA COMÚN MACHOS, CRUCERO DE EVALUACIÓN 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
6 - 7																
8 - 9	1	1														
10 - 11	8	8														
12 - 13	7	7														
14 - 15	18	15	3													
16 - 17	28	9	19													
18 - 19	9		9													
20 - 21	1		1													
22 - 23	1		1													
24 - 25	3		2	1												
26 - 27	2			2												
28 - 29	6			4	2											
30 - 31	15			7	8											
32 - 33	20			2	18											
34 - 35	24			1	22	1										
36 - 37	41				24	17										
38 - 39	46				17	26	3									
40 - 41	73				2	48	22	1								
42 - 43	75					25	40	8	2							
44 - 45	59					8	21	15	11	4						
46 - 47	52						18	20	7	2	5					
48 - 49	46					2	2	10	12	11	7	1	1			
50 - 51	28							1	3	9	7	7	1			
52 - 53	13								2	1	3	5	1	1		
54 - 55	7										1	4	1			1
56 - 57	2													1		1
58 - 59	1													1		
60 - 61	1													1		
62 - 63	1															1
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
90 - 91																
TOTAL	588	40	35	17	93	127	106	55	37	27	23	17	4	4	3	

TABLA 11 CLAVE EDAD TALLA DE MERLUZA COMÚN HEMBRAS CRUCERO DE EVALUACIÓN 2002.

TALLAS (cm)	FREC.															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
6 - 7																
8 - 9	1	1														
10 - 11	9	9														
12 - 13	8	8														
14 - 15	20	16	4													
16 - 17	29	10	19													
18 - 19	9		9													
20 - 21	1		1													
22 - 23	1		1													
24 - 25	1			1												
26 - 27	2			2												
28 - 29	2			1												
30 - 31	4				3	1										
32 - 33	13			1	12											
34 - 35	15			1	12	1										
36 - 37	14				12	2										
38 - 39	11				4	7										
40 - 41	37				23	12										
42 - 43	57				26	25	5	1								
44 - 45	60				10	29	12	7	1		1					
46 - 47	54				3	17	18	10	4		2					
48 - 49	34					4	6	7	10		5			1	1	
50 - 51	33						2	3	8		10		3	6	1	
52 - 53	38						1		2		5		11	9	6	
54 - 55	30								2		5		3	4	9	
56 - 57	22										3		4	5	8	
58 - 59	10												3	5	5	
60 - 61	5												1	2	3	
62 - 63	4												1	2	4	
64 - 65	3													1	3	
66 - 67	2												1	1	4	
68 - 69	3													1	3	
70 - 71	2														2	
72 - 73	1														1	
74 - 75	3														3	
76 - 77	2														2	
78 - 79	4														4	
80 - 81	1														1	
82 - 83	1														1	
84 - 85	1														1	
86 - 87	1														1	
88 - 89	1														1	
90 - 91	1														1	
TOTAL	550	44	34	6	44	73	89	44	31	28	35	21	28	20	11	42

TABLA 12 : PARÁMETROS DE LA RELACIÓN PESO -LONGITUD DE MERLUZA COMÚN E INTERVALO DE CONFIANZA AL 95 %, CRUCERO DE EVALUACIÓN, 2002.

Sexo	Parámetros	Zonas				Área Total
		1	2	3	4	
<b>Machos</b>	<b>a</b>	0,0099622 (0,0041906 - 0,0157338)	0,0241331 (0,0173369- 0,0309294)	0,0711171 (0,0356362 - 0,1065979)	0,0254324 (0,0162243 - 0,0346405)	0,0244380 (0,0195743 - 0,0293017)
	<b>b</b>	2,8775688 (2,7222915 - 3,0328462)	2,6464992 (2,5727255 - 2,7202730)	2,3704873 (2,2417443 - 2,4992303)	2,6471460 (2,5532191 - 2,7410728)	2,6485422 (2,5967358 - 2,7003486)
	<b>N</b>	99	317	187	289	891
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,93	0,95	0,90	0,93	0,93
<b>Hembras</b>	<b>a</b>	0,0031349 (0,0022972 - 0,0039727)	0,0084942 (0,0072189 - 0,0097695)	0,0073114 (0,0058211 - 0,0088016)	0,0081583 (0,0066627 - 0,0096538)	0,0064153 (0,0057969 - 0,0070337)
	<b>b</b>	3,1735399 (3,1091230 - 3,2379567)	2,9197989 (2,8829047 - 2,9566931)	2,9597789 (2,9093994- 3,0101585)	2,9467703 (2,9023100 - 2,9912306)	2,9968438 (2,9732975 - 3,0203901)
	<b>N</b>	290	907	731	781	2709
	<b>r<sup>2</sup></b>	0,96	0,95	0,93	0,96	0,95

TABLA 13 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 1, 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+			
8 - 9	175361	175361																	
10 - 11	5541396	5541396																	
12 - 13	1437957	1437957																	
14 - 15	35072	29227	5845																
16 - 17																			
18 - 19																			
20 - 21																			
22 - 23	11650		11650																
24 - 25	34949		23299																
26 - 27	81685			11650															
28 - 29	1700048			1133366															
30 - 31	2054372			958707															
32 - 33	5329541			532954															
34 - 35	7037440			293227															
36 - 37	8754521																		
38 - 39	6344570																		
40 - 41	6106446																		
42 - 43	3925886																		
44 - 45	3447752																		
46 - 47	1619668																		
48 - 49	716599																		
50 - 51	862506																		
52 - 53	513223																		
54 - 55																			
56 - 57																			
58 - 59																			
60 - 61																			
62 - 63																			
64 - 65																			
66 - 67																			
68 - 69																			
70 - 71																			
72 - 73																			
74 - 75																			
76 - 77																			
78 - 79																			
80 - 81																			
82 - 83																			
84 - 85																			
86 - 87																			
88 - 89																			
TOTAL	55730640	7183940	40794	3011588	20546552	13331685	6166857	2188493	1323831	784114	598848	428598	85861	39479					
PORCENTAJE		12,89	0,07	5,40	36,87	23,92	11,07	3,93	2,38	1,41	1,07	0,77	0,15	0,07					
TALLA PROM. (cm)		10,9	22,5	30,4	34,7	39,1	42,4	44,9	46,1	48,1	49,5	51,3	51,1	52,5					
VARIANZA		0,8	11,5	4,3	5,9	5,4	4,7	4,0	6,9	7,1	4,7	1,3	2,3	0,0					
PESO PROM (g)		10	82	186	272	384	484	569	617	694	753	834	821	888					
BIOMASA POR GE (t)		70	3	560	5594	5115	2986	1246	817	544	451	357	71	35					

TABLA 14 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 2, 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9																	
10 - 11	798832	798832															
12 - 13	2282377	2282377															
14 - 15	1141188	950990	190198														
16 - 17	228238	73362	154876														
18 - 19																	
20 - 21	114119		114119														
22 - 23	387468		387468														
24 - 25	798620		532413														
26 - 27	1551607			266207													
28 - 29	4723147			1551607													
30 - 31	13627961			3148765	1574382												
32 - 33	23702473			6359715	7268246												
34 - 35	26432594			2370247	21332225												
36 - 37	41379383			1101358	24229878	1101358											
38 - 39	41382617			24222078	17157305	17157305											
40 - 41	53368181			15293576	23390175	23390175	2698866										
42 - 43	64278719			1462142	35091407	16083561	731071										
44 - 45	47294021				21426240	34281983	6856397	1714099									
46 - 47	36582326				6412749	16833465	12023904	8817529	3206374								
48 - 49	27266890					12663113	14070125	4924544	1407013	3517531							
50 - 51	18117566				1185517	5927585	7113102	6520343	4149309	4149309	592758	592758					
52 - 53	6016456					647056	1941168	5823503	4529392	4529392	647056	647056					
54 - 55	4450768						925609	462804	1388413	1388413	462804	462804	462804				
56 - 57	694423								635824	2543296	635824	635824					
58 - 59	601420																
60 - 61																	
62 - 63																	
64 - 65																	
66 - 67																	
68 - 69																	
70 - 71																	
72 - 73																	
74 - 75																	
76 - 77																	
78 - 79																	
80 - 81																	
82 - 83																	
84 - 85																	
86 - 87																	
88 - 89																	
TOTAL	417221395	4105561	1379074	14797900	95382527	105764750	83746506	40256138	25436051	17420038	14220469	9979468	2338443	1411435	983036		
PORCENTAJE		0,98	0,33	3,55	22,86	25,35	20,07	9,65	6,10	4,18	3,41	2,39	0,56	0,34	0,24		
TALLA PROM. (cm)		12,6	21,3	30,2	34,9	40,1	43,1	45,5	46,6	48,4	49,3	51,9	51,5	56,0	55,2		
VARIANZA		2,0	13,4	4,9	6,7	6,2	4,7	4,4	6,1	5,0	4,8	3,4	5,2	6,7	0,9		
PESO PROM (g)		20	84	201	295	425	513	591	633	697	732	836	821	1028	984		
BIOMASA POR GE (t)		84	116	2974	28183	44959	42957	23803	16091	12136	10412	8343	1919	1451	967		

TABLA 15 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 3, 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11	139184	139184														
12 - 13	3479602	3479602														
14 - 15	14614328	12178607	2435721													
16 - 17	8351045	2684264	5666780													
18 - 19		974289	974289													
20 - 21	278368		278368													
22 - 23																
24 - 25																
26 - 27	548048		548048													
28 - 29	579701		386467	193234												
30 - 31	464131		216594	247536												
32 - 33	4242290		424229	3818061												
34 - 35	6694879		278953	6136973	278953											
36 - 37	21017785			12303093	8714691											
38 - 39	45362138			16764268	25639469	2958400										
40 - 41	79088181			2166799	52003188	23834794	1083400									
42 - 43	104971576				34990525	55984840	11196968	2799242								
44 - 45	81680751				11075356	29072810	20766293	15228615	5537678							
46 - 47	65217633					22575335	25083705	8779297	2508371	6270926						
48 - 49	64286655				2795072	2795072	13975360	16770432	15372896	9782752	1397536	1397536				
50 - 51	42637651						1522773	4568320	13704959	10659413	10659413	1522773				
52 - 53	15440655							2375485	1187743	3563228	5938713	1187743	1187743			
54 - 55	5126124									732303	2929214	732303				
56 - 57	2138441													1069221	1069221	
58 - 59	714419													714419		
60 - 61	47903													47903		
62 - 63	58725															58725
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	568154500	18481657	9355158	1854292	41629965	135497254	137221251	73628498	50521390	38311646	31008622	20924876	4840355	3019285	1860249	
PORCENTAJE		3,25	1,65	0,33	7,33	23,85	24,15	12,96	8,89	6,74	5,46	3,68	0,85	0,53	0,33	
TALLA PROM. (cm)		14,4	16,3	30,0	36,8	40,9	43,3	45,7	47,0	48,6	49,4	51,5	51,0	55,5	55,9	
VARIANZA		1,4	1,9	8,6	4,9	5,4	4,7	4,5	6,3	4,5	4,1	2,7	4,3	6,4	2,4	
PESO PROM (g)		40	54	228	368	472	540	614	657	711	738	814	797	972	988	
BIOMASA POR GE (t)		738	503	424	15316	63933	74080	45226	33171	27253	22870	17023	3856	2934	1838	

TABLA 16 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN MACHOS, CRUCERO ABATE MOLINA, ZONA 4, 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+
8 - 9																
10 - 11	1103857	1103857														
12 - 13	8636060	8636060														
14 - 15	40258324	33548603	6709721													
16 - 17	41751778	13420214	28331564													
18 - 19	16947456		16947456													
20 - 21	2207715		2207715													
22 - 23	129866		129866													
24 - 25	72791		48527	24264												
26 - 27	1783635			1783635												
28 - 29	177184			118123	59061											
30 - 31	2258094			1053777	1204317											
32 - 33	4242515			424252	3818264											
34 - 35	2452215			102176	2247864	102176										
36 - 37	2556656				1496579	1060077										
38 - 39	6089860				2250601	3442095	397165									
40 - 41	17774486				486972	11687333	5356694	243486								
42 - 43	19164911					6388304	10221286	2044257	511064							
44 - 45	13899982					1884743	4947451	3533894	2591522	942372						
46 - 47	19101855						6612181	7346867	2571404	734687	1836717					
48 - 49	12928320					562101	562101	2810504	3372605	3091555	1967353	281050	281050			
50 - 51	11106560							396663	1189989	3569966	2776640	2776640	396663			
52 - 53	5205262								800810	400405	1201214	2002024	400405	400405		
54 - 55	1690933										241562	966247	241562			
56 - 57	876621														438310	241562
58 - 59	53529														53529	438310
60 - 61	30750														30750	
62 - 63																
64 - 65																
66 - 67																
68 - 69																
70 - 71																
72 - 73																
74 - 75																
76 - 77																
78 - 79																
80 - 81																
82 - 83																
84 - 85																
86 - 87																
88 - 89																
TOTAL	232501215	56708735	54374847	3506226	11563658	25126829	28096878	16375672	11037393	8738984	8023486	6025962	1319680	922994	679872	
PORCENTAJE		24,39	23,39	1,51	4,97	10,81	12,08	7,04	4,75	3,76	3,45	2,59	0,57	0,40	0,29	
TALLA PROM. (cm)		14,6	17,1	28,7	34,7	41,0	43,5	45,9	47,3	48,9	49,5	51,7	51,4	55,0	55,8	
VARIANZA		1,9	2,2	6,3	8,3	4,7	5,2	4,1	6,6	4,3	4,8	2,6	4,2	5,5	0,9	
PESO PROM (g)		31	47	187	308	476	555	641	696	757	782	876	864	1034	1069	
BIOMASA POR GE (t)		1773	2566	656	3563	11968	15607	10495	7677	6613	6277	5278	1140	954	727	

TABLA 17 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 1, CRUCERO ABATE MOLINA 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9	210433	210433															
10 - 11	5576468	5576468															
12 - 13	1500515	1500515															
14 - 15	107639	86111	21528														
16 - 17	82576	28475	54102														
18 - 19	92586		92586														
20 - 21	102595		102595														
22 - 23	112604		112604														
24 - 25	143931			143931													
26 - 27	204802			204802													
28 - 29	481765			240883	240883												
30 - 31	1161226				870920	290307											
32 - 33	1763598			135661	1627937												
34 - 35	2402562			160171	1922050	160171	160171										
36 - 37	3166764				2714369	452395											
38 - 39	4369899				1589054	2780845											
40 - 41	3065292				1905452	994149	82846	82846									
42 - 43	4309575				1965771	1890164	378033	75607									
44 - 45	4749136				791523	2295416	949827	554066	79152	79152							
46 - 47	4379487				243305	1378727	1459829	811016	324406	162203							
48 - 49	2827637					332663	498995	582161	831658	415829				83166			83166
50 - 51	3753096						227460	341191	909841	1137302	341191	682381	113730				
52 - 53	4164646						109596	219192	547980	1205555	986364	657576	219192	109596	109596	109596	109596
54 - 55	2646326									264633	352844	793898	705687	352844	176422	176422	176422
56 - 57	1561262									212899	283866	354832	354832	141933	212899	212899	212899
58 - 59	1568834											156883	313767	470650	627534	627534	627534
60 - 61	665854											133171			532683	532683	532683
62 - 63	962922												240730		722191	722191	722191
64 - 65	633289												211096		211096	211096	211096
66 - 67	748266														748266	748266	748266
68 - 69	893366														893366	893366	893366
70 - 71	959140														959140	959140	959140
72 - 73	633249														633249	633249	633249
74 - 75	452269														452269	452269	452269
76 - 77	630483														630483	630483	630483
78 - 79	705227														705227	705227	705227
80 - 81	428396														428396	428396	428396
82 - 83	425643														425643	425643	425643
84 - 85	569600														569600	569600	569600
86 - 87	442518														442518	442518	442518
88 - 89	488606														488606	488606	488606
90 - 91	498615														498615	498615	498615
TOTAL	64642694	7402001	383414	885447	8965212	8589768	7160886	3596990	2666077	2693038	3477574	2097434	2856667	2031104	1286119	10550963	
PORCENTAJE		11,45	0,59	1,37	13,87	13,29	11,08	5,56	4,12	4,17	5,38	3,24	4,42	3,14	1,99	16,32	
TALLA PROM. (cm)		10,9	19,7	29,1	34,9	40,2	43,9	45,9	47,2	49,6	51,3	53,6	54,3	55,7	57,7	72,5	
VARIANZA		1,1	5,8	12,1	7,1	9,5	7,6	4,8	7,8	4,3	6,2	6,4	13,5	12,0	13,1	103,9	
PESO PROM (g)		6	42	145	252	394	518	595	652	759	845	969	1019	1105	1231	2687	
BIOMASA POR GE (t)		47	16	129	2258	3385	3707	2141	1739	2045	2939	2031	2911	2244	1583	28352	

TABLA 18 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 2, CRUCERO ABATE MOLINA 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD																
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+		
8 - 9																		
10 - 11	798832	798832																
12 - 13	2396495	2396495																
14 - 15	1255307	1004246	251061															
16 - 17	114119	39351	74768															
18 - 19																		
20 - 21	114119		114119															
22 - 23																		
24 - 25	654808			654808														
26 - 27	481680			481680														
28 - 29	3767867			1883934	1883934													
30 - 31	12376354				9282266													
32 - 33	24842605			1910970	22931635													
34 - 35	40364413			2690961	32291530	2690961	2690961											
36 - 37	43076507				36922720	6153787												
38 - 39	54547636				19835504	34712132												
40 - 41	47195703				29337870	15306715	1275560	1275560										
42 - 43	67033714				30576782	29400752	5880150	1176030										
44 - 45	72428957				12071493	35007329	14485791	8450045	1207149	1207149								
46 - 47	68489700				3804983	21561572	22829900	12683278	5073311	2536656								
48 - 49	49925867					5873631	8810447	10278855	14684078	7342039					1468408		1468408	
50 - 51	44142508						2675304	4012955	10701214	13376518	4012955	8025911	1337652					
52 - 53	41711639					1097675		2195349	5488373	12074422	9879072	6586048	2195349					
54 - 55	33119478									3311948	4415930	9935843	8831861	4415930	2207965			
56 - 57	15878356									2165230	2886974	3608717	3608717	1443487	2165230			
58 - 59	5226582											522658	1045316	1567975	2090633			
60 - 61	2720356										544071				2176285			
62 - 63	1490784												372696		1118088			
64 - 65	437721											145907		145907	145907			
66 - 67	1055345														1055345			
68 - 69	799317														799317			
70 - 71	200440														200440			
72 - 73	482186														482186			
74 - 75	132664														132664			
76 - 77	406086														406086			
78 - 79	97256														97256			
80 - 81	86544														86544			
82 - 83	68121														68121			
84 - 85																		
86 - 87	7265																	7265
88 - 89																		
90 - 91																		
TOTAL	637927331	4238924	439948	7622352	123147589	122442096	110938635	55957152	40072072	37154126	42013962	21739003	28825085	18860000	8670974	15805415		
PORCENTAJE		0,66	0,07	1,19	19,30	19,19	17,39	8,77	6,28	5,82	6,59	3,41	4,52	2,96	1,36	2,48		
TALLA PROM. (cm)		12,6	16,4	31,2	35,0	40,4	43,9	45,9	47,0	49,3	50,9	53,3	53,3	54,3	55,5	59,5		
VARIANZA		1,8	6,4	11,3	6,0	8,9	7,5	4,6	6,8	4,0	6,8	4,7	5,2	7,3	4,8	51,1		
PESO PROM (g)		14	32	201	277	424	535	609	654	746	825	938	940	993	1055	1342		
BIOMASA POR GE (t)		61	14	1534	34127	51860	59335	34092	26194	27731	34661	20385	27095	18725	9150	21213		

TABLA 19 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 3, CRUCERO ABATE MOLINA 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9																	
10 - 11	139184	139184															
12 - 13	3618786	3618786															
14 - 15	14753512	11802810	2950702														
16 - 17	8351045	2879671	5471374														
18 - 19	974289		974289														
20 - 21	278368		278368														
22 - 23																	
24 - 25																	
26 - 27	343384		343384														
28 - 29	857402		428701	428701													
30 - 31	1095225			821419	273806												
32 - 33	4210678		323898	3886780													
34 - 35	6732391		448826	5385913	448826	448826											
36 - 37	9580713			8212040	1368673												
38 - 39	36848820			13399571	23449249												
40 - 41	52439538				32597551	17007418	1417285	1417285									
42 - 43	75542811				34458124	33132812	6626562	1325312									
44 - 45	92936837				15489473	44919471	18587367	10842631	1548947	1548947							
46 - 47	72175118				4009729	22721796	24058373	13365763	5346305	2673153							
48 - 49	46592869					5481514	8222271	9592649	13703785	6851892							
50 - 51	43950961						2663695	3995542	10654778	13318473	3995542	7991084	1331847	1370378			1370378
52 - 53	50625986					1332263		2664526	6661314	14654891	11990365	7993577	2664526	1332263	1332263	1332263	1332263
54 - 55	40256757									4025676	5367568	12077027	10735135	5367568	2683784	2683784	2683784
56 - 57	23177277									4214050	5267563	4214050	5267563	2107025	3160538	3160538	3160538
58 - 59	12173028										3160538		1217303	2434606	3651908	4869211	4869211
60 - 61	5352133											1070427			4281707	4281707	4281707
62 - 63	3057224														2292918	2292918	2292918
64 - 65	3053480													1017827	764306	1017827	1017827
66 - 67	1886002															1886002	1886002
68 - 69	1653680															1653680	1653680
70 - 71	1672731															1672731	1672731
72 - 73	1193352															1193352	1193352
74 - 75	479989															479989	479989
76 - 77	1090448															1090448	1090448
78 - 79	879618															879618	879618
80 - 81	209829															209829	209829
82 - 83	122131															122131	122131
84 - 85	39995															39995	39995
86 - 87																	
88 - 89																	
90 - 91																	
TOTAL	618345591	18440451	9674733	1544809	32134424	112095432	125044100	61575553	43203708	37915130	46233569	26637952	35564380	24568361	13476591	30236399	
PORCENTAJE		2,98	1,56	0,25	5,20	18,13	20,22	9,96	6,99	6,13	7,48	4,31	5,75	3,97	2,18	4,89	
TALLA PROM. (cm)		14,4	16,2	30,6	36,3	41,4	44,0	45,8	46,9	49,3	51,2	53,6	53,9	54,8	56,5	62,0	
VARIANZA		1,5	2,0	10,1	6,0	5,4	5,5	4,4	7,1	4,5	7,4	5,4	8,1	7,6	9,1	57,6	
PESO PROM (g)		20	28	189	306	450	540	605	651	754	843	962	982	1032	1128	1543	
BIOMASA POR GE (t)		369	275	292	9819	50404	67495	37236	28110	28581	38963	25632	34910	25358	15198	46649	

TABLA 20 COMPOSICIÓN DE LA ABUNDANCIA EN NÚMERO POR GRUPO DE EDAD EN MERLUZA COMUN HEMBRAS, ZONA 4, CRUCERO ABATE MOLINA 2002.

TALLAS (cm)	FREC.	GRUPOS DE EDAD															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14+	
8 - 9																	
10 - 11	1103857	1103857															
12 - 13	8571127	8571127															
14 - 15	40258324	32206659	8051665														
16 - 17	41751778	14397165	27354613														
18 - 19	16947456		16947456														
20 - 21	2207715		2207715														
22 - 23	194798		194798														
24 - 25	12515		12515														
26 - 27	39250		39250														
28 - 29	123645		61822	61822													
30 - 31	399167			299375	99792												
32 - 33	1705660		131205	1574456													
34 - 35	3237979		215865	2590383	215865	215865											
36 - 37	1942092			1664651	277442												
38 - 39	3049145			1108780	1940365												
40 - 41	11342213				7050565	3678556	306546	306546									
42 - 43	32199895				14687672	14122761	2824552	564910									
44 - 45	33627203				5604534	16253148	6725441	3923174	560453	560453							
46 - 47	32314420				1795246	10173058	10771473	5984152	2393661	1196830							
48 - 49	12823946					1508700	2263049	2640224	1885874	1885874							
50 - 51	7125973						431877	647816	1727509	2159386	647816	1295631	215939				
52 - 53	9561616						251621	503243	1258107	2767836	2264593	1509729	503243				
54 - 55	8317468									831747	1108996	2495241	2217992				
56 - 57	6664804									908837	1211782	1514728	1514728				
58 - 59	1641817											164182	328363				
60 - 61	1490306											298061					
62 - 63	1793864																
64 - 65	1156005																
66 - 67	966614																
68 - 69	388199																
70 - 71	502313																
72 - 73	712241																
74 - 75	150883																
76 - 77	194828																
78 - 79	134312																
80 - 81	93960																
82 - 83	13368																
84 - 85																	
86 - 87																	
88 - 89	6860																
90 - 91																	
TOTAL	284767618	56278808	54756247	460657	7299466	31671479	46203709	23322939	14570065	9711479	10310964	5531249	7364846	5605906	2844389	8835415	
PORCENTAJE		19,76	19,23	0,16	2,56	11,12	16,23	8,19	5,12	3,41	3,62	1,94	2,59	1,97	1,00	3,10	
TALLA PROM. (cm)		14,6	17,0	32,2	34,9	42,2	44,1	45,6	46,4	48,7	50,7	54,0	54,4	55,2	56,8	63,0	
VARIANZA		1,9	2,3	8,7	5,0	4,6	4,6	3,5	5,1	4,7	10,0	6,1	10,0	10,1	12,2	50,9	
PESO PROM (g)		23	35	231	291	508	577	635	670	768	874	1044	1073	1118	1219	1695	
BIOMASA POR GE (t)		1278	1934	107	2123	16080	26674	14820	9764	7461	9012	5772	7900	6265	3466	14974	

TABLA 21 ABUNDANCIA POR GRUPOS DE EDAD Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR, MERLUZA COMÚN, CRUCERO DE EVALUACIÓN, 2002.

GE	Machos		Hembras	
	Número	s.d.	Número	s.d.
0	86.479.893	6.745.239	86.360.184	6.975.670
I	65.149.874	6.844.479	65.254.341	7.080.722
II	23.170.006	4.484.570	10.513.266	4.909.623
III	169.122.701	10.606.658	171.546.690	18.029.883
IV	279.720.519	17.813.013	274.798.775	25.815.073
V	255.231.492	19.284.352	289.347.331	24.890.573
VI	132.448.801	15.740.037	144.452.634	19.380.414
VII	88.318.665	13.520.233	100.511.922	17.024.350
VIII	65.254.782	10.844.618	87.473.773	15.058.488
IX	53.851.425	10.325.256	102.036.069	15.556.688
X	37.358.903	7.786.162	56.005.637	11.421.997
XI	8.584.339	4.371.358	74.610.977	12.791.862
XII	5.393.193	2.679.360	51.065.371	10.695.712
XIII	3.523.157	2.195.611	26.278.072	7.820.280
XIV+	0	0	65.428.192	8.864.898

Tabla 22. Promedio y desviación estándar de la longitud total de las hembras de merluza de común *merluccius gayi gayi*, de acuerdo a la zona de pesca.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Promedio	50,0	48,2	49,7	49,1
Desv. Estándar	10,5	8,7	7,0	9,2
Número	179	641	605	402

Tabla 23. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, en las Zonas de pesca 1-2.

<b>Merluza común 2002 - Zonas de pesca 1 y 2</b>				
<b>Modelo de regresión no lineal</b>				
Fórmula: $p_{mad} \sim (1/(1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)))$				
Parámetros:				
	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50%
B0	10,03060	0,87744	11,43160	<b>36,99895 cm LT</b>
b1	-0,27111	0,02349	-11,53900	
Error estándar residual: 0,064529 con 31 grados de libertad				
Correlación de la estimación de los parámetros: -0,994				
	b0	b1		
Ajuste iterativo:				
	24,6792	-11,1157	0,298958	
	0,46218	32,444	-0,878821	
	0,20967	18,2121	-0,49341	
	0,07878	10,1042	-0,274089	
	0,07834	10,0234	-0,270946	
	0,07834	10,0334	-0,271179	
	0,07834	10,0306	-0,271105	

Tabla 24. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 1 y 2.

LT (cm)	Proporción Modelo no		Error	Límite inferior	Límite superior
	maduros	lineal			
28	0	0,06	0,02	0,04	0,12
30	0	0,10	0,02	0,09	0,17
32	0,18	0,18	0,02	0,15	0,26
34	0,50	0,28	0,03	0,26	0,36
36	0,50	0,41	0,02	0,38	0,48
38	0,48	0,56	0,02	0,52	0,62
40	0,64	0,70	0,02	0,64	0,74
42	0,78	0,81	0,02	0,75	0,84
44	0,87	0,88	0,02	0,83	0,91
46	0,94	0,93	0,02	0,89	0,95
48	0,97	0,96	0,01	0,93	0,98
50	0,97	0,98	0,01	0,95	0,99
52	1	0,99	0,01	0,97	1
54	1	0,99	0	0,98	1
56	1	1,00	0	0,99	1
58	1	1,00	0	0,99	1
60	1	1,00	0	1	1
62	1	1,00	0	1	1
64	1	1,00	0	1	1
66	1	1,00	0	1	1
68	1	1,00	0	1	1
70	1	1,00	0	1	1
72	1	1,00	0	1	1
74	1	1,00	0	1	1

Tabla 25. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi*, en las Zonas de pesca 3-4.

<b>Merluza común 2002 – Zonas de pesca 3 y 4</b>				
<b>Modelo de regresión no lineal</b>				
Fórmula: $p_{mad} \sim (1/(1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)))$				
Parámetros:				
	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50%
b0	9,0343	1,2482	7,2377	<b>36,9257 cm LT</b>
b1	-0,2447	0,0335	-7,3020	
Error estándar residual: 0,0891217 con 29 grados de libertad				
Correlación de la estimación de los parámetros:				-0,9200
	b0	b1		
Ajuste iterativo:				
	24,1431	-0,1021	0,2778	
	0,7810	3,1471	-0,8575	
	0,3155	1,3631	-0,3694	
	0,2304	0,9115	-0,2468	
	0,2303	0,9005	-0,2439	
	0,2303	0,9042	-0,2449	
	0,2303	0,9030	-0,2446	
	0,2303	0,9034	-0,2447	

Tabla 26. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* de las Zonas de pesca 3 y 4.

<b>LT (cm)</b>	<b>Proporción maduros</b>	<b>Modelo no lineal</b>	<b>Error</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
28	0	0,08	0,03	0,04	0,16
30	0	0,13	0,04	0,08	0,23
32	0,33	0,21	0,04	0,15	0,31
34	0,67	0,32	0,04	0,25	0,41
36	0,44	0,45	0,04	0,36	0,52
38	0,33	0,58	0,04	0,49	0,64
40	0,61	0,71	0,04	0,6	0,76
42	0,79	0,81	0,04	0,69	0,86
44	0,90	0,88	0,04	0,78	0,92
46	0,96	0,93	0,03	0,84	0,96
48	0,95	0,96	0,02	0,89	0,99
50	0,99	0,98	0,02	0,93	1
52	0,98	0,99	0,01	0,95	1
54	0,99	0,99	0,01	0,97	1
56	0,99	1,00	0,01	0,98	1
58	1	1,00	0	0,99	1
60	1	1,00	0	0,99	1
62	1	1,00	0	0,99	1
64	1	1,00	0	1	1
66	1	1,00	0	1	1
68	1	1,00	0	1	1
70	1	1,00	0	1	1
72	1	1,00	0	1	1
74	1	1,00	0	1	1

Tabla 27. Parámetros del ajuste a un modelo no lineal mediante un proceso iterativo para estimar la talla media de madurez sexual en la merluza común *Merluccius gayi gayi*, para el área total de pesca.

<b>Merluza común 2002 - Area total de pesca</b>				
<b>Modelo de regresión no lineal</b>				
Fórmula: $p_{mad} \sim (1/(1 + \exp(b_0 + b_1 * LT)))$				
Parámetros:				
	Valor	Error est.	Valor t	Talla 50%
b0	9,7246	1,0012	9,7127	<b>36,96638 cm LT</b>
b1	-0,2631	0,0269	-9,7845	
Error estándar residual: 0,0645 con 31 grados de libertad				
Correlación de la estimación de los parámetros: -0,9930				
	b0	b1		
Ajuste iterativo:				
26,3134	-1,0507	0,2843		
0,5933	3,3485	-0,9085		
0,2588	1,6896	-0,4575		
0,1297	9,4167	-0,2551		
0,1291	9,8031	-0,2652		
0,1291	9,7002	-0,2624		
0,1291	9,7308	-0,2632		
0,1291	9,7220	-0,2630		
0,1291	9,7245	-0,2631		

Tabla 28. Proporción de ejemplares sexualmente maduros a la talla y límites inferior y superior del ajuste a un modelo no lineal en la merluza común *Merluccius gayi gayi* para el área total de pesca.

<b>LT (cm)</b>	<b>Proporción maduros</b>	<b>Modelo no lineal</b>	<b>Error</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>
28	0	0,07	0,02	0,04	0,13
30	0	0,12	0,03	0,08	0,19
32	0,24	0,20	0,03	0,15	0,27
34	0,58	0,30	0,03	0,25	0,38
36	0,48	0,43	0,03	0,38	0,5
38	0,42	0,57	0,03	0,51	0,63
40	0,64	0,70	0,03	0,63	0,75
42	0,78	0,81	0,03	0,73	0,85
44	0,88	0,88	0,03	0,81	0,92
46	0,95	0,93	0,02	0,87	0,96
48	0,96	0,96	0,02	0,92	0,98
50	0,98	0,98	0,01	0,95	0,99
52	0,98	0,99	0,01	0,97	1
54	0,99	0,99	0,01	0,98	1
56	0,99	1	0	0,99	1
58	1	1	0	0,99	1
60	1	1	0	0,99	1
62	1	1	0	1	1
64	1	1	0	1	1
66	1	1	0	1	1
68	1	1	0	1	1
70	1	1	0	1	1
72	1	1	0	1	1
74	1	1	0	1	1

Tabla 29. Nombre común y científico de las especies que conformaron la fauna acompañante en la captura y número de especies por grupo taxonómico. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

Nombre común	Nombre científico
alfonsino	<i>Beryx splendens</i>
besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>
blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>
brotula	<i>Saliota australis</i>
chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>
chanchito	<i>Congiopodus peruvianus</i>
cojinoba azul	<i>Serioteleca caerulea</i>
congrío colorado	<i>Genypterus chilensis</i>
congrío dorado	<i>Genypterus blacodes</i>
congrío negro	<i>Genypterus maculatus</i>
corvinilla	<i>Sciaena deliciosa</i>
jurel	<i>Trachurus murphyi</i>
lenguado ojos chicos	<i>Paralichthys microps</i>
lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>
merluza austral	<i>Merluccius australis</i>
merluza común	<i>Merluccius gayi</i>
merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>
pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>
pejerrata alado	<i>Coelorhynchus patagoniae</i>
pejerrata azul ñato	<i>Coelorhynchus chilensis</i>
pejerrata narigón	<i>Coelorhynchus aconcagua</i>
pejerrata plomo ñato	<i>Nezumia convergens</i>
reineta	<i>Lepidotus australis</i>
sierra	<i>Thyrsites atun</i>
pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>
pintarroja común	<i>Schroederichthys chilensis</i>
quimera	<i>Hydrolagus sp.</i>
raya 1	<i>Psammobatis sp.</i>
raya 2	<i>Raja sp.</i>
raya volantin	<i>Raja chilensis</i>
raya espinuda	<i>Raja trachyderma</i>
tiburón seis agallas	<i>Hexanchus griseus</i>
tollo de cachos	<i>Aculeola nigra</i>
tollo moteado	<i>Scualus acanthias</i>
tollo negro narigón	<i>Etmopterus granulosus</i>
tollo pejegato hocicon	<i>Apristurus nasutus</i>
torpedo	<i>Torpedo tremens</i>
camarón acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>
camarón nylon	<i>Heterocarpus reedi</i>
gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>
jaiba araña	<i>Libidothoe granaria</i>
jaiba marmola	<i>Cancer edwardsii</i>
jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>
jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudi</i>
langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>
langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>
calamar	<i>Loligo gahi</i>
jibia	<i>Dosidicus gigas</i>
pulpo	<i>Octopodidae</i>
esponja	<i>Suberitidae</i>
estrella	<i>Paraniopsis echinaster</i>

grupo	frecuencia
peces óseos	24
peces cartilaginosos	14
crustáceos	9
cefalópodos	3
gastropodos	1
otros	1

Tabla 30. Importancia en la captura total y representatividad en los lances de pesca, de las principales especies componentes de la fauna acompañante de merluza común. Crucero de evaluación hidroacústica de merluza común, año 2002.

Nombre científico	Nombre común	Captura (kg)	% de la captura total	Número de lances	% del número de lances
<i>Merluccius gayi</i>	merluza común	191882	68.5	146	95.4
<i>Macruronus magellanicus</i>	merluza de cola	53383	19.0	58	37.9
<i>Dosidicus gigas</i>	jibia	9934	3.5	81	52.9
<i>Raja chilensis</i>	raya volantin	3979	1.4	81	52.9
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	pejegallo	3543	1.3	40	26.1
<i>Helicolenus lengerichi</i>	chancharro	3125	1.1	41	26.8
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	pejerrata azul	2798	1.0	49	32.0
<i>Prolatilus jugularis</i>	blanquillo	2286	0.8	64	41.8
<i>Libidoclaea granaria</i>	jaiba araña	1764	0.6	65	42.5
<i>Hippoglossina macrops</i>	lenguado ojos grandes	1671	0.6	117	76.5
<i>Thyrsites atun</i>	sierra	1264	0.5	14	9.2
<i>Raja sp.</i>	raya 2	597	0.2	10	6.5
<i>Epigonus crassicaudus</i>	besugo	595	0.2	30	19.6
<i>Merluccius australis</i>	merluza austral	437	0.2	12	7.8
<i>Sciaena deliciosa</i>	corvinita	378	0.1	5	3.3
<i>Cervimunida johni</i>	langostino amarillo	348	0.1	17	11.1
<i>Coelorhynchus aconcagua</i>	pejerrata narigón	338	0.1	11	7.2
<i>Genypterus blacodes</i>	congrío dorado	295	0.1	32	20.9
<i>Scualus acanthias</i>	tollo moteado	290	0.1	15	9.8
<i>Genypterus maculatus</i>	congrío negro	253	0.1	25	16.3
<i>Stromateus stellatus</i>	pampanito	169	0.1	23	15.0

Tabla 31. Importancia relativa (%) en la captura total de los principales componentes de la fauna acompañante presentes en los lances de identificación realizados en los cruceros de evaluación hidroacústica de merluza común. Los cruceros se identifican según el código de proyecto. Período 1993 – 2002.

nombre científico	nombre comun	Proyecto FIP							
		2002_04	2001_18	2002_03	93_03	95_14	97_12	99_04	2000-95
<i>Epigonus crassicaudus</i>	besugo	0.6	0.6	0.2	11.2	2.4	1.2	0.2	1.8
<i>Heterocarpus reedi</i>	camaron nylon	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0
<i>Helicolenus lengerichi</i>	chancharro	1.7	1.0	1.1	0.0	1.8	2.1	2.6	0.1
<i>Seriola caerulea</i>	cojinoba azul	1.8	0.2	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.8
<i>Genypterus blacodes</i>	congrío dorado	1.7	1.0	0.1	0.7	0.7	0.6	0.7	1.0
<i>Libidoclaea granaria</i>	jaiba araña	0.1	0.1	0.6	6.0	0.1	0.0	0.8	0.0
<i>Cancer sp.</i>	jaiba cancer	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Dosidicus gigas</i>	jibia	0.1	1.0	3.6	0.3	0.0	0.0	0.4	0.1
<i>Trachurus murphyi</i>	jurel	0.5	3.0	0.0	0.0	1.5	0.2	0.0	1.0
<i>Cervimunida johni</i>	langostino amarillo	0.0	0.0	0.1	1.1	5.2	1.0	0.0	5.2
<i>Pleuroncodes monodon</i>	langostino colorado	0.1	0.0	0.0	10.1	1.0	3.0	0.0	1.0
<i>Hippoglossina macrops</i>	lenguado ojos grandes	0.9	0.5	0.6	2.6	0.9	0.3	0.0	0.0
<i>Merluccius gayi</i>	merluza común	81.8	88.4	68.5	62.3	80.7	87.2	88.7	1.0
<i>Macruronus magellanicus</i>	merluza de cola	7.5	1.3	19.5	0.6	2.1	1.1	0.0	5.3
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	pejegallo	0.6	1.1	1.3	0.0	0.7	0.5	1.3	0.1
<i>Coelorhynchus patagoniae</i>	pejerrata alado	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.7	1.3
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	pejerrata azul	1.5	0.8	1.0	1.5	0.1	0.0	0.0	1.4
<i>Raja chilensis</i>	raya volantin	1.2	1.1	1.5	1.9	1.1	0.5	0.0	0.0
<i>Deanea calceae</i>	Tiburón	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	3.2	0.1

Tabla 32. Densidad promedio, constancia, dominancia numérica y rangos de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Crucero Invierno 2002.

Huevos	M. común	Otros Huevos	Total Huevos
N°Total Estaciones	92	92	92
N° Estaciones positivas	42	71	80
Abundancia (H/10m <sup>2</sup> )	12620	56270	68890
Mínimo Est (+)	4	5	5
Máximo Est (+)	3843	27618	27636
Std.Dev Est (+)	666,99	3422,6	3284,47
Media Est. Positivas	300	793	861
Media Est. Totales	137	612	749
Constancia	45,65	77,17	86,96
Dominancia numérica	18,32	81,68	100,00
CV(%)	2,22	4,32	3,81

Larvas	M. común	Otros Larvas	Total Larvas
N°Total Estaciones	92	92	92
N° Estaciones positivas	24	90	90
Abundancia (L/10m <sup>2</sup> )	1812	60975	62787
Mínimo Est (+)	5	14	14
Máximo Est (+)	505	7909	7914
Std.Dev Est (+)	117,67	1119,49	1121,33
Media Est. Positivas	75	678	698
Media Est. Totales	198	663	682
Constancia	26,09	97,83	97,83
Dominancia numérica	2,89	97,11	100,00
CV(%)	1,57	1,65	0,02

Tabla 33. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Cruceros de Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.

HUEVOS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de huevos	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	49	18061	235	369	63,64	33,82
	1995	381(3)95AM	12	9069	181	756	24,00	47,66
	1997	403(3)97AM	49	38927	419	794	52,69	56,66
	1999	423(3)99AM	28	8209	98	293	33,33	10,25
	2000	433(3)00AM	34	10905	133	321	41,46	15,04
	2001	444(3)01AM	33	11057	126	335	37,50	7,98
	2002	454(3)02AM	42	12620	137	300	45,65	18,32
<b>TOTAL</b>			<b>247</b>	<b>108848</b>	<b>192</b>	<b>441</b>	<b>43,64</b>	<b>21,72</b>

LARVAS								
E S P E C I E	Año	Crucero	Número de estaciones positivas	Número de larvas	Densidad promedio por estaciones		Constancia o Frecuencia %	Dominancia numérica %
					Totales	Positivas		
<i>Merluccius gayi</i>	1993	361(3)93AM	58	7133	93	123	75,32	17,52
	1995	381(3)95AM	19	292	6	15	38,00	1,93
	1997	403(3)97AM	61	20222	217	332	65,59	25,80
	1999	423(3)99AM	26	692	8	27	30,95	2,33
	2000	433(3)00AM	36	1181	14	33	43,90	1,62
	2001	444(3)01AM	23	3036	35	132	26,14	15,98
	2002	454(3)02AM	24	1812	20	76	26,09	2,89
<b>TOTAL</b>			<b>247</b>	<b>34368</b>	<b>61</b>	<b>139</b>	<b>43,64</b>	<b>10,78</b>

**Tabla 34. Número de observaciones y distribución en profundidad de huevos y larvas de *Merluccius gayi*.  
Crucero Invierno 2002, pescas estratificadas nocturnas con red WP-2.**

<b>Profundidad (m)</b>	<b>200-150</b>	<b>150-75</b>	<b>75-0</b>	<b>Total</b>
<b>N° de observaciones</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>64</b>
<b>N° Huevos</b>	<b>0</b>	<b>442</b>	<b>1508</b>	<b>1950</b>
<b>%</b>	<b>0,00</b>	<b>22,67</b>	<b>77,33</b>	<b>100,00</b>
<b>N° Larvas</b>	<b>0</b>	<b>138</b>	<b>446</b>	<b>584</b>
<b>%</b>	<b>0,00</b>	<b>23,63</b>	<b>76,37</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 35** Biomasa promedio y rangos del zooplancton cruceros merluza común.  
Invierno 1993, 1995, 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002.

Crucero	Fecha	N	Minimo	Máximo	Promedio	Sd	CV(%)
361(3)93AM	26/07- 30/08	77	16	472	147	85,6	0,58
381(3)95AM	18/07- 28/08	50	22	658	133	117,8	0,89
403(3)97AM	02/08- 08/09	93	27	489	168	95,9	0,57
423(3)99AM	24/07- 25/08	84	13	657	141	122	0,87
433(3)00AM	17/07- 21/08	82	38	1275	242	228	0,94
444(3)01AM	12/07- 17/08	88	25	777	232	186	0,80
454(3)02AM	31/07- 07/09	92	40	771	189	142	0,75

**Tabla 36. Estimación del índice de abundancia de huevos de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2002.**

Año	Indice Huevos (H)	Varianza de (H) (VarH)	Varianza logaritmo (H) (VarlogH)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	4,98E+12	2,66E+24	0,1019	1,78E+12	8,18E+12
1995	4,78E+12	1,87E+25	0,5987	-3,70E+12	1,33E+13
1997	6,67E+12	5,93E+24	0,1253	1,89E+12	1,14E+13
1999	2,55E+12	2,52E+24	0,3267	-5,60E+11	5,67E+12
2000	2,25E+12	6,63E+23	0,1227	6,58E+11	3,85E+12
2001	1,93E+12	5,60E+23	0,1398	4,65E+11	3,40E+12
2002	1,81E+12	3,48E+23	0,1014	6,50E+11	2,96E+12

**Tabla 37. Estimación del índice de abundancia larval de merluza común, Zona centro sur en invierno de 1993 - 2002.**

Año	Indice Larval (L)	Varianza de (L) (VarL)	Varianza logaritmo (L) (VarlogL)	Límite inferior (LI)	Límite superior (LS)
1993	2,42E+12	4,02E+23	0,0663	1,18E+12	3,67E+12
1995	1,33E+11	2,37E+21	0,1257	3,73E+10	2,28E+11
1997	3,21E+12	5,85E+23	0,0552	1,71E+12	4,71E+12
1999	1,50E+11	1,57E+21	0,0675	7,27E+10	2,28E+11
2000	2,49E+11	7,38E+21	0,1125	8,08E+10	4,18E+11
2001	5,14E+11	9,17E+22	0,2979	-7,92E+10	1,11E+12
2002	2,69E+11	9,51E+21	0,1235	7,76E+10	4,60E+11

Tabla 38. Rango de las variables ambientales en áreas con presencia de recurso, medidas en superficie (5 m) y a la profundidad promedio de distribución del recurso. Entre paréntesis se destaca el promedio  $\pm$  la desviación estándar y el número de observaciones (n) para cada uno de las zonas consideradas en el estudio.

VARIABLES	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
Temperatura Superficial	12,53-13,36 (12,95 $\pm$ 0,20; 18)	12,25-13,20 (12,68 $\pm$ 0,23; 19)	11,61-12,34 (12,07 $\pm$ 0,20; 25)	10,67-11,80 (11,24 $\pm$ 0,30; 31)
Salinidad Superficial	34,16-34,67 (34,40 $\pm$ 0,14; 18)	33,27-34,29 (33,97 $\pm$ 0,22; 19)	32,29-34,01 (33,57 $\pm$ 0,42; 25)	32,39-33,83 (33,27 $\pm$ 0,46; 31)
Densidad Superficial	25,75-26,19 (25,94 $\pm$ 0,12; 18)	25,18-25,81 (25,66 $\pm$ 0,15; 19)	24,46-25,90 (25,47 $\pm$ 0,34; 25)	24,73-25,79 (25,39 $\pm$ 0,33; 319)
Oxígeno dis. Superficial	4,01-7,11 (5,96 $\pm$ 0,84; 18)	6,43-7,44 (6,69 $\pm$ 0,22; 19)	5,63-7,36 (6,80 $\pm$ 0,35; 22)	6,57-8,43 (7,03 $\pm$ 0,37; 25)
Temp. Prof. Media recurso	8,79-11,63 (10,19 $\pm$ 0,80; 24)	8,92-12,12 (11,06 $\pm$ 0,69; 35)	8,34-11,91 (10,78 $\pm$ 0,84; 40)	9,59-11,21 (10,44 $\pm$ 0,46; 25)
Salin. Prof. Media recurso	34,63-34,80 (34,72 $\pm$ 0,04; 24)	34,23-34,77 (34,67 $\pm$ 0,09; 35)	33,77-34,74 (34,49 $\pm$ 0,30; 40)	33,90-34,51 (34,31 $\pm$ 0,22; 25)
Dens. Prof. Media Recurso	26,49-26,87 (26,70 $\pm$ 0,11; 24)	25,97-26,83 (26,51 $\pm$ 0,15; 35)	25,65-26,87 (26,41 $\pm$ 0,34; 40)	25,92-26,56 (26,34 $\pm$ 0,24; 25)
Oxig. Prof. Media recurso	0,23-0,67 (0,38 $\pm$ 0,12; 24)	0,24-5,64 (1,13 $\pm$ 0,96; 35)	0,51-6,46 (1,34 $\pm$ 1,59; 33)	1,32-5,83 (2,96 $\pm$ 7,74; 21)

Tabla 39. Coeficientes de correlación entre la profundidad media a la que se encontraba el recurso (P. media), la profundidad de ecosonda (Ecos), la profundidad mínima de oxígeno (ZMO), la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y la profundidad base de la termoclina (PBT).

	P. media	Ecos	ZMO	PCM	PBT
P. MEDIA	1 p= ---	0,8779 p=,000	-0,0496 p=,818	0,2574 p=,225	-0,0911 p=,672
ECOS	0,8779 p=,000	1 p= ---	0,1791 p=,402	0,2217 p=,298	-0,0265 p=,902
ZMO	-0,0496 p=,818	0,1791 p=,402	1 p= ---	0,0019 p=,993	0,3537 p=,090
PCM	0,2574 p=,225	0,2217 p=,298	0,0019 p=,993	1 p= ---	0,4273 p=,037
PBT	-0,0911 p=,672	-0,0265 p=,902	0,3537 p=,090	0,4273 p=,037	1 p= ---

Tabla 40. Coeficientes de correlación y nivel de significancia entre la densidad de merluza común (ton mn<sup>-2</sup>) y las variables ambientales seleccionadas. DMC(log)= densidad de merluza común (transformada por log), P. media= profundidad media del cardumen, TPM= temperatura a la profundidad media del cardumen, SPM= salinidad a la profundidad media del cardumen, DPM= densidad a la profundidad media del cardumen, OPM= oxígeno a la profundidad media del cardumen, TS= temperatura estrato superficial del mar, SS= salinidad estrato superficial del mar, DS = densidad estrato superficial del mar, OS= oxígeno estrato superficial del mar, Ecos= profundidad de ecosonda, ZMO= profundidad mínima de oxígeno, PCM= profundidad de la capa de mezcla, PBT= profundidad base termoclina, TBT= temperatura en la base de la termoclina, Mclo-a= máximo de clorifila-a y Clo-int= clorofila-a integrada 0 – 50 m.

	DMC (log)	P. media	TPM	SPM	DPM	OPM	TS	SS	DS	OS	Ecos	ZMO	PCM	PBT	TBT	MClo-a	Clo-int
<b>DMC (log)</b>	1 p= ---	0,1101 p=.609	-0,3507 p=.093	-0,4422 p=.031	0,2729 p=.197	0,3281 p=.118	-0,187 p=.382	-0,2483 p=.242	-0,2402 p=.258	0,2867 p=.174	0,1144 p=.595	0,239 p=.261	0,0457 p=.832	0,0451 p=.834	-0,1777 p=.406	0,0843 p=.695	0,0947 p=.660
<b>P. media</b>	0,1101 p=.609	1 p= ---	-0,7431 p=.000	-0,2089 p=.327	0,8614 p=.000	-0,215 p=.313	0,4609 p=.023	0,5721 p=.003	0,5448 p=.006	-0,3607 p=.083	0,8779 p=.000	-0,0496 p=.818	0,2574 p=.225	-0,0911 p=.672	0,4559 p=.025	-0,0761 p=.724	-0,1063 p=.621
<b>TPM</b>	-0,3507 p=.093	-0,7431 p=.000	1 p= ---	0,7598 p=.000	-0,9647 p=.000	-0,3562 p=.088	0,0275 p=.898	-0,0643 p=.765	-0,0825 p=.701	-0,0151 p=.944	-0,8469 p=.000	-0,2553 p=.229	-0,1662 p=.438	-0,2044 p=.338	0,0382 p=.859	0,0834 p=.699	0,0126 p=.953
<b>SPM</b>	-0,4422 p=.031	-0,2089 p=.327	0,7598 p=.000	1 p= ---	-0,5637 p=.004	-0,7517 p=.000	0,5343 p=.007	0,438 p=.032	0,3682 p=.077	-0,4101 p=.047	-0,4239 p=.039	-0,3366 p=.108	-0,1261 p=.557	-0,4303 p=.036	0,499 p=.013	-0,1722 p=.421	-0,3032 p=.150
<b>DPM</b>	0,2729 p=.197	0,8614 p=.000	-0,9647 p=.000	-0,5637 p=.004	1 p= ---	0,1355 p=.528	0,1818 p=.395	0,2549 p=.229	0,2489 p=.241	-0,1519 p=.479	0,9077 p=.000	0,1782 p=.405	0,1606 p=.453	0,082 p=.703	0,1584 p=.460	-0,1696 p=.428	-0,1269 p=.554
<b>OPM</b>	0,3281 p=.118	-0,215 p=.313	-0,3562 p=.088	-0,7517 p=.000	0,1355 p=.528	1 p= ---	-0,7211 p=.000	-0,5157 p=.010	-0,4081 p=.048	0,5078 p=.011	0,0168 p=.938	0,3498 p=.094	-0,0336 p=.876	0,2837 p=.179	-0,5434 p=.006	0,0553 p=.798	0,0828 p=.701
<b>TS</b>	-0,187 p=.382	0,4609 p=.023	0,0275 p=.898	0,5343 p=.000	0,1818 p=.395	-0,7211 p=.000	1 p= ---	0,701 p=.000	0,5489 p=.005	-0,4172 p=.043	0,3205 p=.127	-0,1646 p=.442	0,0142 p=.948	-0,2394 p=.260	0,5752 p=.003	-0,1066 p=.620	-0,1789 p=.403
<b>SS</b>	-0,2483 p=.242	0,5721 p=.003	-0,0643 p=.765	0,438 p=.032	0,2549 p=.229	-0,5157 p=.010	0,701 p=.000	1 p= ---	0,9809 p=.000	-0,5876 p=.003	0,3865 p=.062	-0,2388 p=.261	0,4173 p=.042	-0,2314 p=.277	0,6021 p=.002	-0,1833 p=.391	-0,2455 p=.248
<b>DS</b>	-0,2402 p=.258	0,5448 p=.006	-0,0825 p=.701	0,3682 p=.077	0,2489 p=.241	-0,4081 p=.048	0,5489 p=.005	0,9809 p=.000	1 p= ---	-0,5752 p=.003	0,3656 p=.079	-0,2345 p=.270	0,4841 p=.017	-0,2068 p=.332	0,5493 p=.005	-0,1865 p=.383	-0,2398 p=.259
<b>OS</b>	0,2867 p=.174	-0,3607 p=.083	-0,0151 p=.944	-0,4101 p=.047	-0,1519 p=.479	0,5078 p=.011	-0,4172 p=.043	-0,5876 p=.003	-0,5752 p=.003	1 p= ---	-0,0898 p=.677	0,504 p=.012	0,1198 p=.577	0,354 p=.090	-0,7402 p=.000	0,508 p=.011	0,4686 p=.021
<b>Ecos</b>	0,1144 p=.595	0,8779 p=.000	-0,8469 p=.000	-0,4239 p=.039	0,9077 p=.000	0,0168 p=.938	0,3205 p=.127	0,3865 p=.062	0,3656 p=.079	-0,0898 p=.677	1 p= ---	0,1791 p=.402	0,2217 p=.298	-0,0265 p=.902	0,2474 p=.244	-0,0784 p=.716	-0,0489 p=.820
<b>ZMO</b>	0,239 p=.261	-0,0496 p=.818	-0,2553 p=.229	-0,3366 p=.108	0,1782 p=.405	0,3498 p=.094	-0,1646 p=.442	-0,2388 p=.261	-0,2345 p=.270	0,504 p=.012	0,1791 p=.402	1 p= ---	0,0019 p=.993	0,3537 p=.090	-0,5421 p=.006	-0,1701 p=.427	-0,1005 p=.640
<b>PCM</b>	0,0457 p=.832	0,2574 p=.225	-0,1662 p=.438	-0,1261 p=.557	0,1606 p=.453	-0,0336 p=.876	0,0142 p=.948	0,4173 p=.042	0,4841 p=.017	0,1198 p=.577	0,2217 p=.298	0,0019 p=.993	1 p= ---	0,4273 p=.037	-0,0982 p=.648	0,3356 p=.109	0,4511 p=.027
<b>PBT</b>	0,0451 p=.834	-0,0911 p=.672	-0,2044 p=.338	-0,4303 p=.036	0,082 p=.703	0,2837 p=.179	-0,2394 p=.260	-0,2314 p=.277	-0,2068 p=.332	0,354 p=.090	-0,0265 p=.902	0,3537 p=.090	0,4273 p=.037	1 p= ---	-0,4607 p=.023	0,325 p=.121	0,5359 p=.007
<b>TBT</b>	-0,1777 p=.406	0,4559 p=.025	0,0382 p=.859	0,499 p=.013	0,1584 p=.460	-0,5434 p=.006	0,5752 p=.003	0,6021 p=.002	0,5493 p=.005	-0,7402 p=.000	0,2474 p=.244	-0,5421 p=.006	-0,0982 p=.648	-0,4607 p=.023	1 p= ---	-0,2953 p=.161	-0,3763 p=.070
<b>MClo-a</b>	0,0843 p=.695	-0,0761 p=.724	0,0834 p=.699	-0,1722 p=.421	-0,1696 p=.428	0,0553 p=.798	-0,1066 p=.620	-0,1833 p=.391	-0,1865 p=.383	0,508 p=.011	-0,0784 p=.716	-0,1701 p=.427	0,3356 p=.109	0,325 p=.121	-0,2953 p=.161	1 p= ---	0,9059 p=.000
<b>Clo-int</b>	0,0947 p=.660	-0,1063 p=.621	0,0126 p=.953	-0,3032 p=.150	-0,1269 p=.554	0,0828 p=.701	-0,1789 p=.403	-0,2455 p=.248	-0,2398 p=.259	0,4686 p=.021	-0,0489 p=.820	-0,1005 p=.640	0,4511 p=.027	0,5359 p=.007	-0,3763 p=.070	0,9059 p=.000	1 p= ---

Tabla 41. Descripción de los modelos analizados.

Modelo	Variabes
Modelo 0	Latitud, profundidad media.
Modelo 1	Latitud, longitud, profundidad media.
Modelo 2	Latitud, longitud, profundidad media, temperatura.
Modelo 3	Latitud, longitud, profundidad media, salinidad.
Modelo 4	Latitud, longitud, profundidad media, oxígeno
Modelo 5	Latitud, longitud, profundidad media, sigma-t

Tabla 42. Test F para analizar la significancia estadística de las variables participantes en cada uno de los modelos ensayados.

AÑO	MODELO	Resid. Df	Resid. Dev	Df	Deviance	F-value	Pr(F)
1997	Modelo 0	196,78	287,81				
	Modelo 1	195,06	272,06	1,72	15,8	6,55	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 2	192,15	251,32	2,10	20,7	7,57	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 3	167,57	212,38	25,38	38,9	1,21	0,236
	Modelo 4	166,59	227,15	26,36	24,2	0,67	0,884
	Modelo 5	169,76	229,72	25,30	42,3	1,24	0,213
1999	Modelo 0	189,76	422,96				
	Modelo 1	187,97	388,25	1,78	34,7	9,43	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 2	185,75	357,09	2,23	31,2	7,27	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 3	182,23	347,92	3,52	9,2	1,37	0,251
	Modelo 4	171,60	350,19	14,14	6,9	0,24	0,998
	Modelo 5	185,28	378,36	2,70	9,9	1,80	0,155
2000	Modelo 0	199,83	345,16				
	Modelo 1	198,07	337,38	1,77	7,78	2,59	0,085
	Modelo 2	195,71	308,33	2,35	29,05	7,84	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 3	192,80	257,68	2,92	50,65	12,97	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 4	-	-	-	-	-	-
	Modelo 5	195,18	292,31	2,89	45,07	10,41	<b>&lt;0,01</b>
2001	Modelo 0	248,82	411,83				
	Modelo 1	247,04	400,61	1,78	11,22	3,88	<b>0,026</b>
	Modelo 2	243,96	333,14	3,08	67,47	16,04	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 3	240,97	332,20	2,99	0,91	0,22	0,881
	Modelo 4	224,08	289,30	19,87	43,83	1,71	<b>0,034</b>
	Modelo 5	244,20	372,87	2,83	27,74	6,41	<b>&lt;0,01</b>
2002	Modelo 0	118,81	284,86				
	Modelo 1	116,84	282,32	1,96	2,54	0,54	0,584
	Modelo 2	114,38	276,27	2,46	6,04	1,02	0,376
	Modelo 3	111,30	268,25	3,08	8,02	1,08	0,362
	Modelo 4	99,96	207,09	14,40	69,18	2,32	<b>&lt;0,01</b>
	Modelo 5	113,95	267,63	2,89	14,68	2,17	0,098

Tabla 43. Resultados del análisis histórico de preferencia de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2002. S= distancia máxima entre las funciones acumulativas empíricas de la variable ambiental (f(t)) y de la variable ambiental ponderada por la densidad de merluza común (g(t)). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para ambas distribuciones.

Año	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l <sup>-1</sup> )	Prof. Media (m)
1997	S	0.1551	0.200	0.2833	0.346
	P	0.095	<b>0.007</b>	0.909	<b>0.005</b>
	Rango máx.	11.616	34.474	0.96-0.97	148-152
1999	S	0.3824	0.1707	0.1901	0.5396
	P	<b>0.000</b>	0.1075	0.9630	<b>0.0000</b>
	Rango máx.	10.23	34.55	1.44-1.45	203-209
2000	S	0.2223	0.2195	---	0.5025
	P	<b>0.0080</b>	<b>0.0040</b>	---	<b>0.0000</b>
	Rango máx.	10.51	34.60	---	235-237
2001	S	0.2264	0.2388	0.2149	0.4721
	P	<b>0.0005</b>	<b>0.0000</b>	0.9985	<b>0.0000</b>
	Rango máx.	10.82	34.48	0.49	215-220
2002	S	0.091	0.095	0.4737	0.2875
	P	0.722	0.6725	0.1205	0.3230
	Rango máx.				

Tabla 44. Resultados del análisis histórico de preferencia de rangos ambientales (Perry & Smith, 1994) para el período 1997 – 2002, considerando la segregación latitudinal para los sectores norte (al norte de los 35°S) y sur (al sur de los 35°S). S= distancia máxima entre las funciones acumulativas empíricas de la variable ambiental (f(t)) y de la variable ambiental ponderada por la densidad de merluza común (g(t)). P=significancia estadística ( $p < 0,05$ ) para ambas distribuciones.

Año	Sector	Parámetro	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)	Oxígeno (ml l <sup>-1</sup> )	Prof. Media (m)
1997	Norte	S	0.1597	0.2085	0.5743	0.1454
		P	0.1635	<b>0.0240</b>	<b>0.0000</b>	0.911
		Rango máx.	11.72	34.57	1.58-1.65	188-189
	Sur	S	0.2178	0.4872	0.1856	0.5021
		P	0.0865	<b>0.0000</b>	0.9230	<b>0.000</b>
		Rango máx.	11.64	34.50	1.54-1.58	235-237
1999	Norte	S	0.5473	0.1952	0.0983	0.5878
		P	<b>0.000</b>	0.1950	0.9815	<b>0.0005</b>
		Rango máx.	10.17-10.27	34.63	0.65	235
	Sur	S	0.2024	0.2412	0.2666	0.4930
		P	0.3525	0.1440	0.6100	<b>0.0005</b>
Rango máx.	10.03	34.54	2.08	200-210		
2000	Norte	S	0.5058	0.3978		0.4930
		P	<b>0.000</b>	<b>0.0000</b>		<b>0.0005</b>
		Rango máx.	10.21	34.62		238-249
	Sur	S	0.1396	0.2447		0.3656
		P	0.5690	<b>0.0570</b>		0.1200
Rango máx.	10.84	33.99-34.06		155-167		
2001	Norte	S	0.3136	0.2035	0.1598	0.4849
		P	<b>0.0000</b>	<b>0.0530</b>	0.9955	<b>0.0000</b>
		Rango máx.	10.81	34.54	1.94-2.16	247-248
	Sur	S	0.0981	0.1875	0.3248	0.2925
		P	0.3095	<b>0.0005</b>	0.9040	0.0965
Rango máx.	8.80-9.00	34.48	0.87	155		
2002	Norte	S	0.1642	0.1951	0.3504	0.3232
		P	0.4515	0.2330	0.3900	0.3390
		Rango máx.	11.38	34.74	0.60	280-284
	Sur	S	0.1604	0.1457	0.5661	0.1364
		P	0.4185	0.5345	<b>0.0245</b>	0.7560
Rango máx.	10.74	34.01-34.16	2.72-5.32	104-106		

Tabla 45. Valores promedio, máximos y mínimos de los descriptores morfológicos y batimétricos de agregaciones de merluza común.

	Promedio	Máximo	Mínimo	Desvest	N° obs.
Prof. Card. (m)	217,0	486,7	75,9	99,0	777
Prof. Fondo. (m)	236,8	528,5	82,8	104,5	777
Largo (m)	353,6	8967,7	11,0	950,3	777
Alto (m)	14,0	73,3	4,3	13,3	777
Perimetro (m)	1914,5	44139,7	35,8	5601,8	777
Area (m <sup>2</sup> )	7282,8	513930,3	13,0	35533,8	777
Indice Altura (%)	8,5	67,7	0,5	7,1	777
Elongación	15,4	255,7	0,8	25,2	777
Dimensión Fractal	1,55	2,00	1,09	0,14	777

Tabla 46. Matriz de correlaciones de las variables originales.

	Pr.card	Fondo	Long.	Altura	Perim	Area	IndAlt	Elon	Dfractal
Prof. Card	1	0,0184	0,1023	0,2341	0,1194	0,1598	-0,3593	0,0961	-0,0182
Prof. Fondo		1	0,0242	0,0510	0,0403	-0,0123	0,8243	0,0399	0,1464
Longitud			1	0,4782	0,9298	0,9203	-0,0864	0,9338	0,2397
Altura				1	0,4959	0,4993	-0,0966	0,3217	0,0935
Perímetro					1	0,8660	-0,0676	0,8652	0,3018
Area						1	-0,1161	0,7720	0,1303
Indice altura							1	-0,0814	0,0950
Elongación								1	0,2751
Dim. Fractal									1

Tabla 47. Valores propios y proporción de la variabilidad explicada por los componentes principales.

	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4	Comp 5	Comp 6	Comp 7	Comp 8	Comp 9
valor propio	4,01	1,87	1,21	0,81	0,55	0,37	0,14	0,03	0,00
% variabilidad	44,57	20,82	13,43	9,04	6,10	4,15	1,53	0,34	0,02
% acumulado	44,57	65,39	78,82	87,86	93,96	98,10	99,64	99,98	100

Tabla 48. Vectores propios de la matriz de variables originales y componentes principales.

Variable	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4	Comp 5	Comp 6	Comp 7	Comp 8	Comp 9
Prof. Card	-0,204	-0,663			-0,109				-0,710
Prof. Fondo	-0,201	-0,651	0,120	-0,109	-0,158				0,692
Longitud	-0,477	0,170			-0,122			-0,851	
Altura	-0,369		0,148	-0,140	0,850		-0,287		
Perímetro	-0,465	0,117					0,836	0,241	
Area	-0,419	0,117			-0,216	-0,784	-0,276	0,267	
Indice altura		0,150	0,685	-0,657	-0,221				-0,127
Elongación	-0,398	0,236	-0,162		-0,357	0,595	-0,367	0,372	
Dim. Fractal			-0,680	-0,723					

# **ANEXOS**

---

# **A N E X O 1**

---

**Antecedentes de la biología  
de la jibia (*Dosidicus gigas*)**

---



## ANTECEDENTES DE LA BIOLOGÍA DE LA JIBIA (*Dosidicus gigas*)

---

### 1. Distribución

La jibia (*Dosidicus gigas*), es el más grande y más abundante de los calamares nectónicos. Pertenece a la familia *Ommastrephidae* y a la subfamilia *Ommastrephinae*. Los calamares de esta familia han perdido todo contacto con el fondo marino y regiones de la plataforma continental, incluso durante su período reproductivo, *D. gigas* se encuentra presente sólo en el Pacífico oriental, es de hábitos semi oceánicos y su área de distribución esta expandida meridionalmente. Latitudinalmente se encuentra presente desde los 40°N hasta los 47°S, siendo común entre los 30°N y los 25°S (Nigmatullin *et al.*, 2001). En la región del Ecuador, su distribución se extiende y estrecha simultáneamente hacia el Oeste. Su distribución pseudo oceánica se debe a un modo de vida especializado en comunidades altamente productivas de aguas oceánicas. La fracción desovante de la especie se localiza entre los 25°N y los 25°S, la mayor parte del tiempo no más allá de 50 mn a 150 mn de la costa. Sin embargo entre 10°N y 20°S alcanza hasta las 200 mn a 450 mn de la costa. Las principales áreas reproductivas se sitúan sobre el talud continental y en aguas oceánicas adyacentes, mientras que las áreas de alimentación de los calamares sexualmente inmaduros se localizan predominantemente, en aguas aún más distantes de la costa (Nigmatullin *et al.*, 2001).

### 2. Estructura intra-específica

La estructura intraespecífica de *D. gigas* es compleja, existiendo grupos locales, a veces alopátricos, pero mayormente simpátricos y parapátricos, que difieren entre ellos en muchos aspectos ecológicos importantes. Se pueden distinguir tres grupos sobre la base de la talla de hembras y machos adultos: un grupo pequeño (13 cm a 26 cm y de 14 cm a 34 cm, en longitud de manto, LM de machos y hembras respectivamente), un grupo medio (24 cm a 42 cm y de 28 cm a 60 cm, respectivamente) y un grupo grande (>40 cm a 50 cm y 55 cm a 120 cm LM, respectivamente), existiendo una sobreposición de los rangos de talla de jibia pequeñas y medianas y de medianas y grandes (Nigmatullin *et al.*, 2001). Debido a lo anterior Argüelles *et al.*, (2001), adoptaron un criterio arbitrario, considerando los ejemplares menores a 49 cm LM como pequeños y mayores a 52 cm LM como grandes.



Las jibias de tallas pequeñas se encuentran predominantemente cerca del Ecuador, aquellas de tallas medias viven en toda el área de distribución (a excepción de las latitudes más altas) y las jibias de gran tamaño se encuentran presentes en la periferia norte y sur del área de distribución (al norte del paralelo 15°N y al sur de la latitud 15°S.). A menudo jibias de gran tamaño alcanzan el Ecuador, en asociación con intrusiones de corrientes costeras frías, principalmente la rama costera de la corriente superficial de Perú (Nigmatullin *et al.*, 2001).

### 3. Distribución vertical

*D. gigas* es una especie pelágica que habita áreas en aguas alejadas de la plataforma continental, desde la superficie hasta profundidades que alcanzan los 1.200 m. Esta especie es ocasionalmente encontrada sobre la plataforma continental durante migraciones de alimentación. Las jibias adultas (>15 cm de longitud de manto, LM) realizan migraciones nictemerales, subiendo en la columna de agua durante la noche, hasta los 0 a 200 m y descendiendo durante el día a 800 m – >1.000 m (Yatsu *et al.*, 1999 *vide* Nigmatullin *et al.*, 2001).

### 4. Migraciones horizontales

Se producen migraciones masivas de jibias en crecimiento durante el verano y otoño australes. Las jibias que migran desde las áreas de alimentación a las áreas de desove forman cardúmenes densos y grandes que agrupan miles de ejemplares y se mueven a velocidades que van de 5 a 25 km/h (Nesis, 1970).

Estos calamares migran en invierno y primavera, desde el Océano Pacífico al Golfo de California, moviéndose en dirección norte y norweste, alcanzando los 29°N y migran en la dirección opuesta durante verano y otoño (Ehrhardt *et al.*, 1983).

Invasiones estacionales irregulares de jibias, migrando hacia aguas costeras tanto en el área norte (Weste de Estados Unidos) como en el sur (Chile central) de su área de distribución, son el resultado de migraciones activas de alimentación, en años de alta abundancia (Nigmatullin *et al.*, 2001). Una de estas migraciones como resultado de una alta abundancia observada en aguas de Chile en 1992 fue documentada por Schmiede y Acuña (1992), coincidiendo con el mayor desembarque de jibias registrado en los últimos 10 años (SERNAPESCA).

### 5. Crecimiento

Las tasas de crecimiento absolutas son altas durante los primeros 6 meses de vida (7 cm a 8 cm al mes), luego decrecen (4 cm o 6 cm al mes) en jibias de 8 a 10 meses de edad. Se ha sugerido que la jibia puede alcanzar en una año los 75 cm LM



(Ehrhardt *et al.*, 1983). La longevidad de los tres subgrupos (pequeño, medio y grande) es alrededor de un año, pero los ejemplares de mayor talla (>75 cm), del grupo “grande”, pueden vivir hasta 2 años (Nigmatullin *et al.*, 2001).

## 6. Reproducción

La jibia es un reproductor monocíclico y por tanto tienen un sólo período reproductivo en su vida. La fecundidad potencial de las hembras de mayor talla es de 32 millones de ovocitos, la mayor registrada en un cefalópodo (Nigmatullin *et al.*, 1999 fide Nigmatullin *et al.*, 2001). La reproducción ocurre durante todo el año, con una época de desove en primavera y verano en el hemisferio sur (octubre a enero). El desove tiene lugar sobre el talud continental y en aguas oceánicas adyacentes. Los períodos reproductivos individuales son largos e intermitentes (desovador parcial).

## 7. Alimentación

*D. gigas* es un predador activo, que persigue a su presa, las presas comunes son copépodos, anfípodos, eufáusidos, camarones pelágicos, jaibas (*Pleuroncodes planipes*), moluscos heterópodos, cefalópodos incluidos otros calamares y varias especies de peces. El espectro trófico cambia continuamente con el crecimiento, de invertebrados macroplancónicos y juveniles de peces en jibias juveniles a calamares y peces en jibias adultas. Los peces linterna superficiales (*Mictophidae*) dominan completamente la dieta de peces. Durante la ontogénesis, el tamaño relativo de la presa permanece similar, con un 5% a 15% de la longitud total del predador. La ración diaria de un adulto (20 cm a 35 cm LM), va desde 5% a 9% del peso corporal (Bazanov, 1987 fide Nigmatullin *et al.*, 2001). El canibalismo es común, pero sólo un bajo porcentaje de los juveniles de jibia son predados por su propia especie (3% a 4%). La alimentación es más activa al amanecer y atardecer, pero un número importante de jibias puede alimentarse durante la noche. Una descripción preliminar de contenidos estomacales de jibias capturadas en Chile en la IV Región, indicó que más del 50% de los ejemplares (80 cm a 90 cm LM) registraban jibia como contenido estomacal, especialmente estados larvales, reafirmando los antecedentes de canibalismo descritos para la especie. Se constató la presencia de restos de peces, en particular jurel (*Trachurus murphy*) y sardina española (*Sardinops sagax*) (Fernández y Vásquez, 1995).

## 8. Abundancia

Los cambios interanuales en la abundancia, rango de tallas, composición y relaciones cuantitativas entre los tres grupos de jibias son considerables. En años cálidos, el grupo de gran tamaño decrece en abundancia y es conducido hacia



áreas costeras, mientras que las jibias pequeñas y medianas se vuelven más comunes.

El stock total de *D. gigas* en el área de distribución de la especie se estima en 7 a 10 millones de toneladas, incluidas 2 a 4 millones de toneladas en océano abierto, fuera de la Zona Económica Exclusiva. Suponiendo una ingesta diaria de 7% del peso corporal, una estimación gruesa indica que el stock total de jibias (>15 cm LM) podrían consumir hasta 250 millones de toneladas en alimento al año (Nigmatullin *et al.*, 2001).

## 9. Bibliografía

- Argüelles, J., P. Rodhouse, P. Villegas, G. Castillo. 2001. Age Growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fisheries research*. 54:51-61.
- Ehrhardt, N.M., P. Jacquemin, F. García, G. González, J. López, J. Ortiz, A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *FAO Fisheries technical Paper No. 231*, pp. 306-340.
- Fernández, F. y J. Vasquez. 1995. La jibia gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) en Chile: análisis de una pesquería efímera. *Estad. Oceanol.* 14:17-21
- Nigmatullin, Ch.M., Nesis, K.N., Arkhipkin, A.I., 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (*Cephalopoda: Ommastrephidae*). *Fisheries Research*. 54:9-19.
- Nelson, J.S. 1984. *Fishes of the world*, 2° ed. Ed.: John Wiley & Sons. 523 pp.
- Nesis, 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*. 10:108-118.
- Schmiede, P. y E. Acuña. 1992. Regreso de las jibias (*Dosidicus gigas*) a Coquimbo. *Revista chilena de historia natural*. 65:389-390.

# **A N E X O 2**

---

**Condiciones meteorológicas  
invierno 2002 y anomalías  
ambientales período  
1997-2002.**

---

## CONDICIONES METEOROLÓGICAS INVIERNO 2002 Y ANOMALÍAS AMBIENTALES PERÍODO 1997-2002

---

En este anexo se presentan resultados derivados del desarrollo del objetivo orientado a estimar las condiciones oceanográficas asociadas a la distribución de merluza común, como son: **a)** las condiciones meteorológicas que imperaron durante el crucero y **b)** Un análisis de las anomalías de las variables ambientales presentes en el período 1997-2002.

---

### 1. Condiciones meteorológicas

La fluctuación de las variables atmosféricas medidas en el crucero, esto es, intensidad y dirección del viento, temperatura del aire, presión atmosférica y altura y dirección de olas, son presentadas en la Figuras 1 y 2.

La presión atmosférica a nivel del mar (Figura 1a) mostró un rango de variación entre los 1006 y los 1031 mb, con un valor promedio de  $1019,8 \pm 5,01$  mb ( $n=770$ ). Asimismo, la altura de olas durante fluctuó entre 0,3 y 8 m (Figura 1b), con un valor promedio de  $2,9 \pm 1,77$  m ( $n= 93$ ), con un incremento significativo en el sector sur del área de estudio (4 y 5 de septiembre). Por su parte, la dirección de olas (Figura 1c) mostró una mayor asociación con los cuadrantes norte, específicamente con el NNE (38,9%) y el NE (42,2%).

Considerando el período total de estudio, la temperatura superficial del aire fluctuó entre los 7,5 y los 17,1 °C, con un valor promedio de  $11,6 \pm 1,55$  °C ( $n= 811$ ), evidenciando la fluctuación diurno-nocturna, además de una leve variación latitudinal (Figura 2a), con temperaturas menores vinculadas con la evaluación del sector sur (entre el 27 de agosto y el 8 de septiembre).

El análisis de la serie de vientos evidenció un rango entre 0,51 y 19,03  $m s^{-1}$ , con un valor promedio de  $7,17 \pm 3,71$   $m s^{-1}$  ( $n= 798$ ). El análisis para la región de estudio evidenció fluctuaciones en la escala diaria, además de valores levemente mayores asociados a la región sur (3-8 de septiembre) (Figura 2b). Un análisis para cada una de las cuatro zonas de estudio, reveló un leve incremento de la rapidez promedio en las zonas 3 y 4 (sector sur), esto es,  $6,61 \pm 3,56$   $m s^{-1}$  y  $6,40 \pm 4,01$   $m s^{-1}$ , respectivamente. La región norte (zona 1) presentó el valor promedio menor en la rapidez de viento para toda el área de estudio ( $5,75 \pm 3,16$   $m s^{-1}$ ).

Los vientos predominantes durante el desarrollo del crucero de evaluación fueron desde el sur y suroeste, con una frecuencia de ocurrencia superior al 50%, esto es: S (17,3%), SSW (24,9%), SW (7,9%), como se aprecia en la rosa de vientos de 16 puntas presentada en la Figura 2c. Durante el crucero, los vientos procedentes del norte tuvieron escasa representación, destacando sólo los vientos

desde el norte con un 10,0%. Un análisis por zona de estudio reveló un patrón similar, sin presentar diferencias significativas en la dirección del viento para las zonas analizadas separadamente, con promedios de  $170 \pm 24,6^\circ$ ,  $121,3 \pm 83,2^\circ$ ,  $162,9 \pm 105,2^\circ$  y  $151,1 \pm 88,5^\circ$ , para las zonas 1 (norte), 2 (centro-norte), 3 (centro-sur) y 4 (sur), respectivamente. La Figura 3 presenta una representación espacial de los vectores de velocidad del viento en el área de estudio.

## **2. Anomalías de variables ambientales para el período 1997-2002**

La inclusión de esta sección tiene el propósito de conocer la variabilidad interanual de algunas variables oceanográficas características del hábitat de merluza común frente a Chile central y centro-sur, considerando el período entre 1997 y 2002, a través de las observaciones oceanográficas realizadas en los diferentes cruceros acústicos realizados para determinar la biomasa del recurso en estos años.

El análisis está basado en el cálculo de anomalías para las variables temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto. Debido a que, en general, la distribución batimétrica de merluza común abarca entre los 50 y 250 m de profundidad considerando el total del área prospectada, este análisis histórico considera los estratos de 50, 100 y 200 m para el análisis distribucional de las variables precitadas. Además, se ha incluido el análisis de anomalías de algunas estructuras oceanográficas verticales como profundidad de la capa de mezcla, profundidad base de la termoclina, espesor de la termoclina y profundidad del mínimo de oxígeno, para el período 1997-2002.

### Estrato de 50 m de profundidad

En el estrato de 50 m de profundidad, la distribución de las anomalías de temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) caracterizó al año 1997 por la presencia de anomalías positivas en gran parte del área de estudio indicando la presencia de aguas más cálidas, consistentes con el paso del evento El Niño 1997-1998. Por el contrario, en 1999 y 2000 se detectó la presencia de anomalías negativas en toda el área prospectada, denotando aguas comparativamente más frías vinculadas con el evento frío La Niña 1999. El año 2001 se caracterizó por anomalías negativas en el sector más oceánico al norte de los  $36^\circ\text{S}$ , mientras que el sector más costero estuvo caracterizado por anomalías positivas al igual que toda el área al sur de los  $36^\circ\text{S}$ . Para el año 2002 se observó anomalías positivas da al norte de los  $34^\circ\text{S}$ , mientras que, el resto del área de estudio se caracterizó por la presencia de anomalías negativas de temperatura, denotando un ambiente más frío en este estrato (Figura 4).

A los 50 m de profundidad, la distribución espacial de las anomalías de salinidad reveló, en general, anomalías positivas (cercanas a cero), denotando la presencia de aguas levemente más salinas en los años 1997, 1999 y 2000, destacando la presencia de fuertes gradientes costa-oceano que se intensifican hacia el sector centro-sur del área de estudio en los años 1999 y 2000 (Figura 5). El año 2001 se

caracterizó por la presencia de un gradiente costa-océano, que abarcó toda la región de estudio, pero esta vez con anomalías negativas de salinidad evidenciando la presencia de aguas menos salinas en toda la región. Por su parte, el 2002 reportó anomalías positivas de salinidad con valores cercanos a cero en toda el área de estudio, sin la presencia de gradiente costa-océano, mostrando un comportamiento muy similar al descrito para 1997. Por su parte, el año 1997 mostró anomalías negativas de densidad (Figura 6), denotando la presencia de aguas menos densas en el área de estudio. Por el contrario, los años 1999, 2000 y 2001, evidenciaron anomalías positivas de densidad (aguas más densas) a lo largo de toda el área de estudio, destacando la presencia de un gradiente longitudinal (entre los 35°S y los 39°S) en 1999. El año 2002 evidenció un predominio de anomalías positivas en gran parte del área de estudio, con un importante gradiente longitudinal entre los 37°S y los 39°S.

Para el caso del oxígeno disuelto, en 1997 se observó un predominio de anomalías positivas (aguas más oxigenadas) en toda el área de estudio; en tanto que, los años 1999, 2000 y 2001 evidenciaron anomalías negativas de oxígeno disuelto hacia el sector norte (1999) y a la forma de núcleos a lo largo del área de estudio, observándose gradientes costa-océano a lo largo de la costa. Al igual que lo reportado para 1997, el año 2002 estuvo caracterizado por la presencia de anomalías positivas en gran parte del área de estudio (Figura 7).

#### Estrato de 100 m de profundidad

En este estrato, se reportó anomalías positivas dominando el área de estudio en 1997, indicadoras de la presencia de aguas comparativamente más cálidas. Por el contrario, los años en los años 1999, 2000 y 2001 se observó anomalías negativas (aguas comparativamente más frías) a lo largo del área de estudio, destacando anomalías positivas al sur de los 36°S en 2001, formando un importante gradiente costa-océano. Durante el año 2002 se observa un sector de anomalías negativas de temperatura (entre los 34°S a los 37°S), mientras que al sur y al norte de esta franja se observó anomalías positivas, es posible observar, además la presencia al sur de los 39°S de un sector de anomalías negativas de temperatura (Figura 8).

La salinidad reveló anomalías negativas con valores cercanos a cero en 1997, 1999 y 2001, en gran parte del área de estudio, destacando núcleos de anomalías positivas entre los 33°S y los 35°S (1997) y un gradiente costa-océano especialmente al sur de los 35°S (2001). Por el contrario, en 2000 se reportó anomalías positivas con valores cercanos a cero en gran parte del área de estudio (Figura 9). Para el año 2002 se observaron anomalías positivas de salinidad al norte de los 37°S y anomalías negativas entre los 37°S y los 39°S. Por su parte, las anomalías de densidad para 1997 destacó aguas menos densas (anomalías negativas) en toda el área de estudio y, por el contrario, anomalías positivas en 1999, 2000 y 2001, destacando gradientes longitudinales al sur de los 38°S y 36°S para los años 2000 y 2001, respectivamente. Para el año 2002 fue posible observar anomalías positivas de densidad en gran parte del área de estudio (Figura 10).

En el caso del oxígeno disuelto, los años 1997 y 1999 mostraron un predominio de anomalías positivas en gran parte del área de estudio (aguas más oxigenadas). Por el contrario, en 2000 se observan anomalías negativas en gran parte del área de estudio, con importantes gradientes presentes en la zona al sur de los 36°S. El año 2001 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de oxígeno disuelto al norte de los 36°S, mientras que al sur de los 36°S se observaron anomalías negativas de oxígeno disuelto y un importante gradiente costa-océano. En el año 2002 se observaron anomalías positivas de oxígeno disuelto hasta los 39°S, mientras que para el resto del área de estudio se registraron anomalías negativas de oxígeno disuelto (Figura 11).

#### Estrato de 200 m de profundidad

Durante 1997 se observó anomalías térmicas positivas en gran parte del área de estudio, situación contraria a lo reportado para 1999 y 2000, donde dominaron las anomalías negativas, evidenciando aguas más frías durante este periodo. En 2001 se observó la presencia de anomalías negativas de temperatura al norte de los 36°S, mientras que al sur de Punta Lavapié predominaron las anomalías positivas, observándose un fuerte gradiente latitudinal, entre los 36° y 37°S. El 2002 se observó anomalías negativas en gran parte del área de estudio (Figura 12). En relación a la salinidad, el año 1997 reveló valores positivos y cercanos a cero en toda el área de estudio, situación distinta a la reportada para los años 1999 y 2001, que evidenciaron anomalías negativas de salinidad, indicando la presencia de aguas menos salinas, mientras que en 2002 se observaron anomalías positivas en gran parte del área de estudio, al igual que en 1997 (Figura 13).

La densidad del agua de mar, por su parte, mostró un predominio de anomalías negativas en 1997, mientras que en 1999 y 2000 se observó anomalías positivas que abarcaron toda el área de estudio. El año 2001 y 2002, se caracterizaron por la presencia de anomalías de densidad positivas indicando la presencia de aguas relativamente más densas (Figura 14).

Por su parte, las anomalías positivas de oxígeno disuelto para 1997 revelaron aguas más oxigenadas en gran parte del área de estudio. En 1999 y 2000 se observó anomalías negativas al norte de los 37°S, mientras que al sur de los 37°S se observaron anomalías positivas. El año 2001 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de oxígeno disuelto al norte de los 34°S, mientras que el resto del área de estudio se caracterizó por la presencia de anomalías negativas de oxígeno disuelto, a su vez, el año 2002 estuvo caracterizado por el predominio de las anomalías positivas de oxígeno disuelto (Figura 15).

## Estructuras verticales

La distribución espacial de la anomalía de la profundidad de la capa de mezcla (PCM) para el año 1997 indicó la presencia de anomalías positivas al norte de los 33°S, mientras que la zona sur se caracterizó por la presencia de anomalías negativas con un incremento de su valor en el sentido costa-océano (PCMs más someras). Durante el año 1999 y 2000 evidenciaron la presencia mayoritaria de anomalías negativas de PCM, con la presencia de anomalías positivas en la zona central del área de estudio (entre los 33°S y los 36°S). Los años 2001 y 2002 se caracterizaron por anomalías positivas de PCM en gran parte del área de estudio, denotando PCM más profundas en este año (Figura 16).

Por su parte, la distribución espacial de la anomalía de la profundidad base de la termoclina (PBT) para los años 1997 y 1999 indicó anomalías positivas en toda el área de estudio, registrándose los valores más altos de anomalía durante el año 1999. El año 2000 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de PBT al norte de los 32°S y de anomalías negativas en el área comprendida al sur de los 32°S. Los años 2001 y 2002 se caracterizaron por la presencia de anomalías negativas de PBT en gran parte del área de estudio, observándose un importante gradiente costa-océano durante el año 2001 (Figura 17).

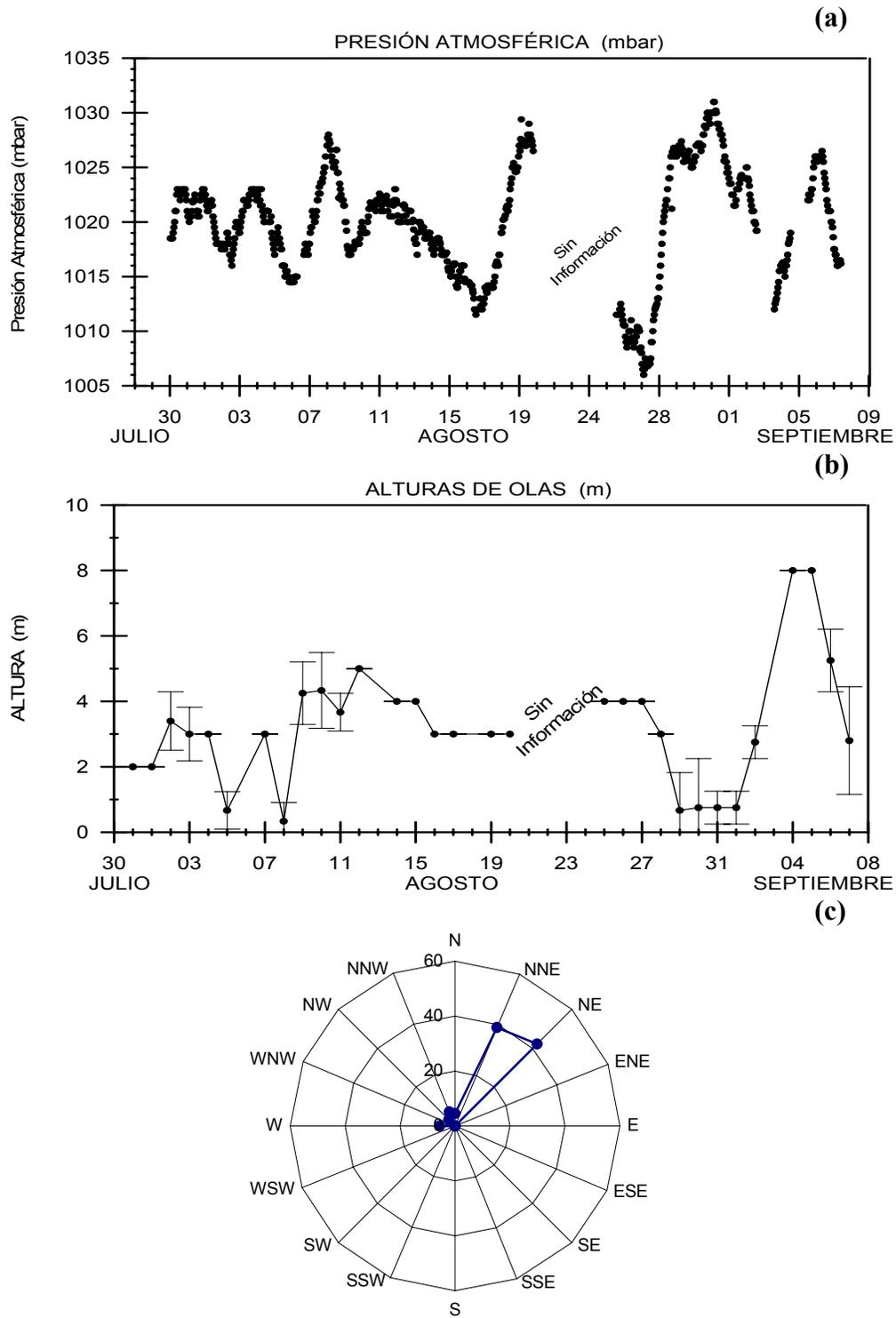
La anomalía del espesor de la termoclina (ET) registrada para los años 1997 y 1999 indicó la presencia de anomalías positivas, con valores de anomalía más altos durante este último año, indicando un aumento en el espesor de la termoclina. Por el contrario, los años 2000, 2001 y 2002 se caracterizaron por presentar valores negativos de ET en gran parte del área de estudio indicando un menor espesor de la termoclina (Figura 18).

La distribución espacial de la anomalía de la profundidad de la mínima de oxígeno (PMO) para el año 1997 indicó la presencia de anomalías positivas de este parámetro, mientras que durante el año 1999 se caracterizó por la presencia de anomalías negativas de PMO. Para ambos años la PMO sólo se observó hasta los 38°S. Para el año 2000 no se registraron datos continuos de oxígeno disuelto. El año 2001 la distribución espacial de las anomalías de PMO estuvo caracterizada por valores negativos de anomalía a lo largo de toda el área de estudio, mientras que al año 2002 se caracterizó por la presencia de anomalías positivas de PMO en casi toda el área de estudio, registrándose valores negativos de anomalía de PMO principalmente en los sectores ubicados al norte y al sur del área de muestreo (Figura 19).

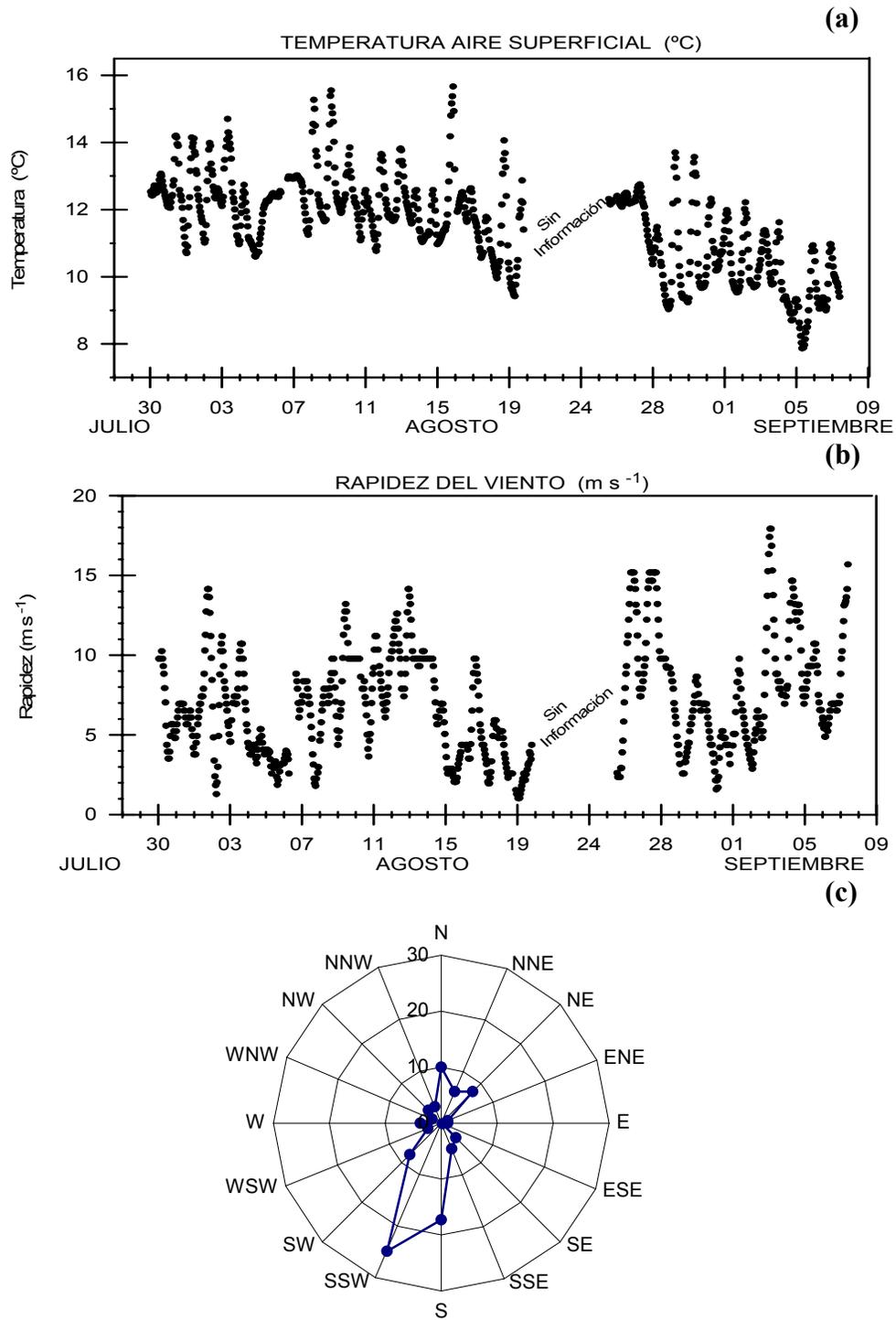
---

## **FIGURAS**

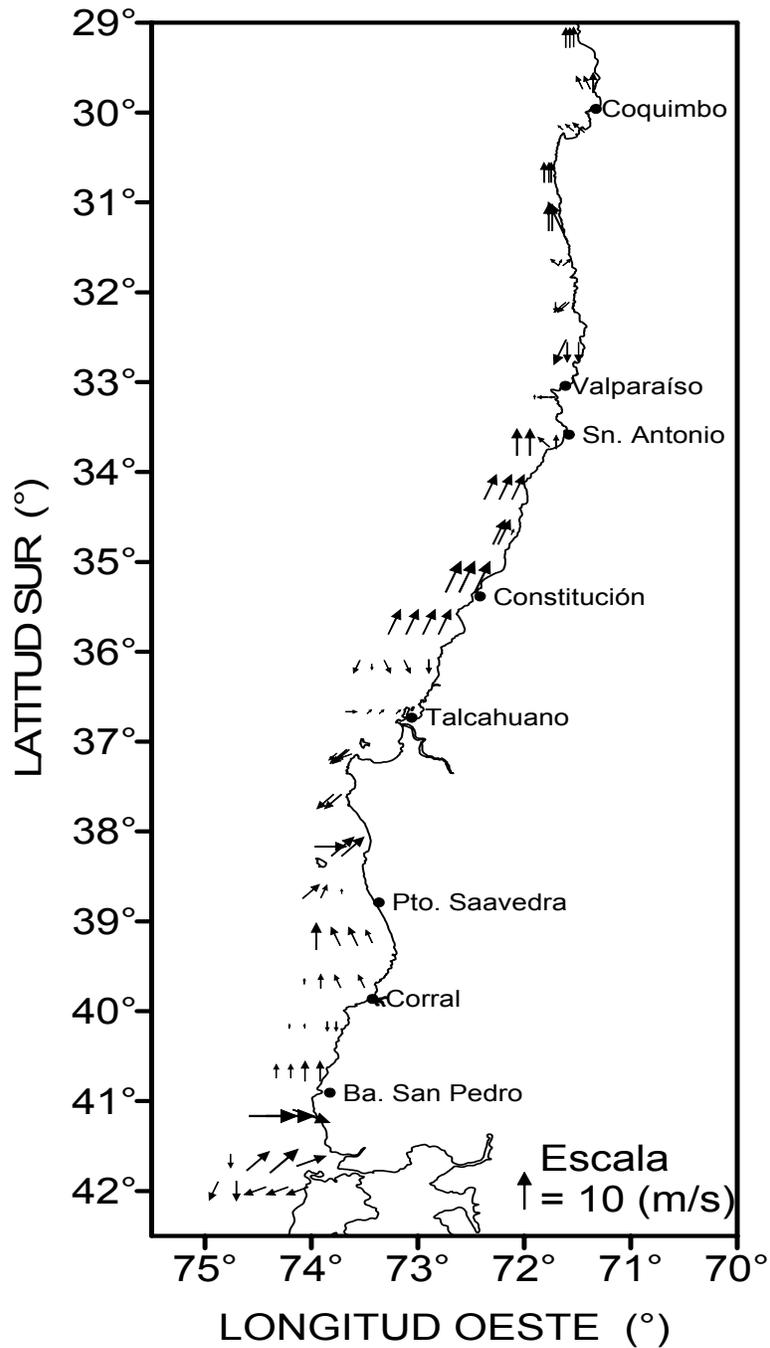
---



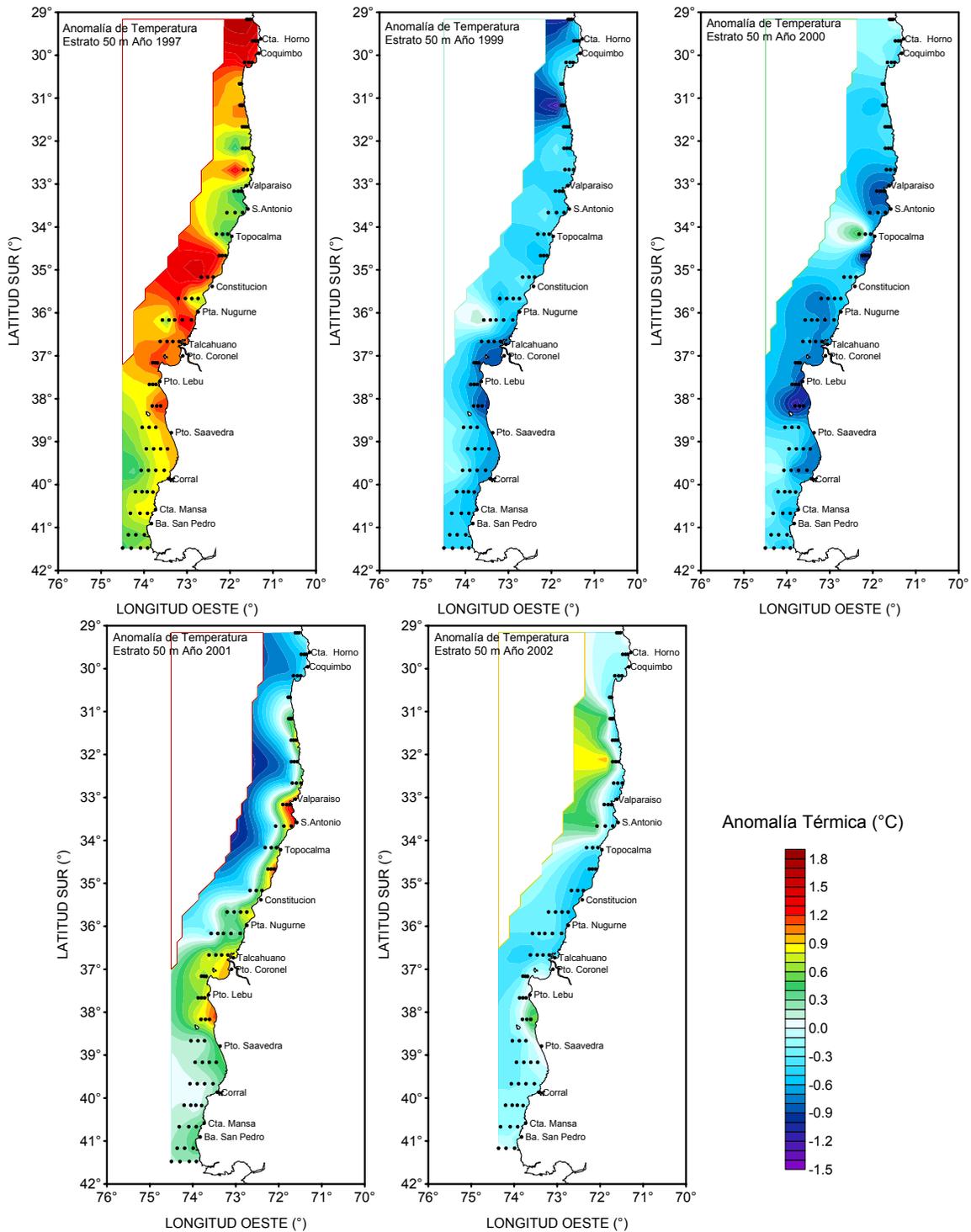
**Figura 1.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio (a) presión atmosférica (mbar), (b) altura de olas (m) y (c) rosa de dirección de olas.



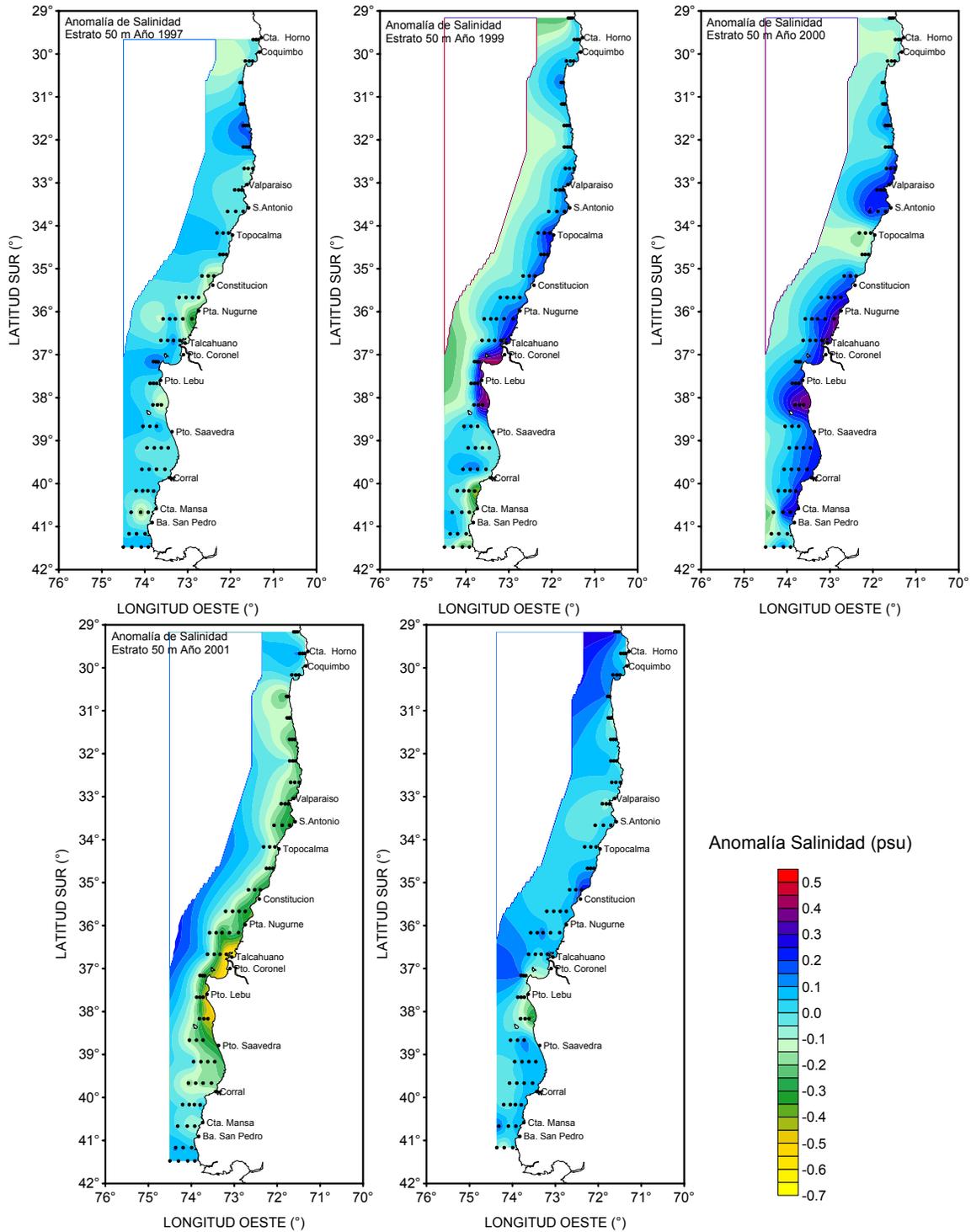
**Figura 2.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas durante el período de estudio (a) temperatura del aire (°C), (b) rapidez del viento (m s<sup>-1</sup>) y (c) rosa de vientos.



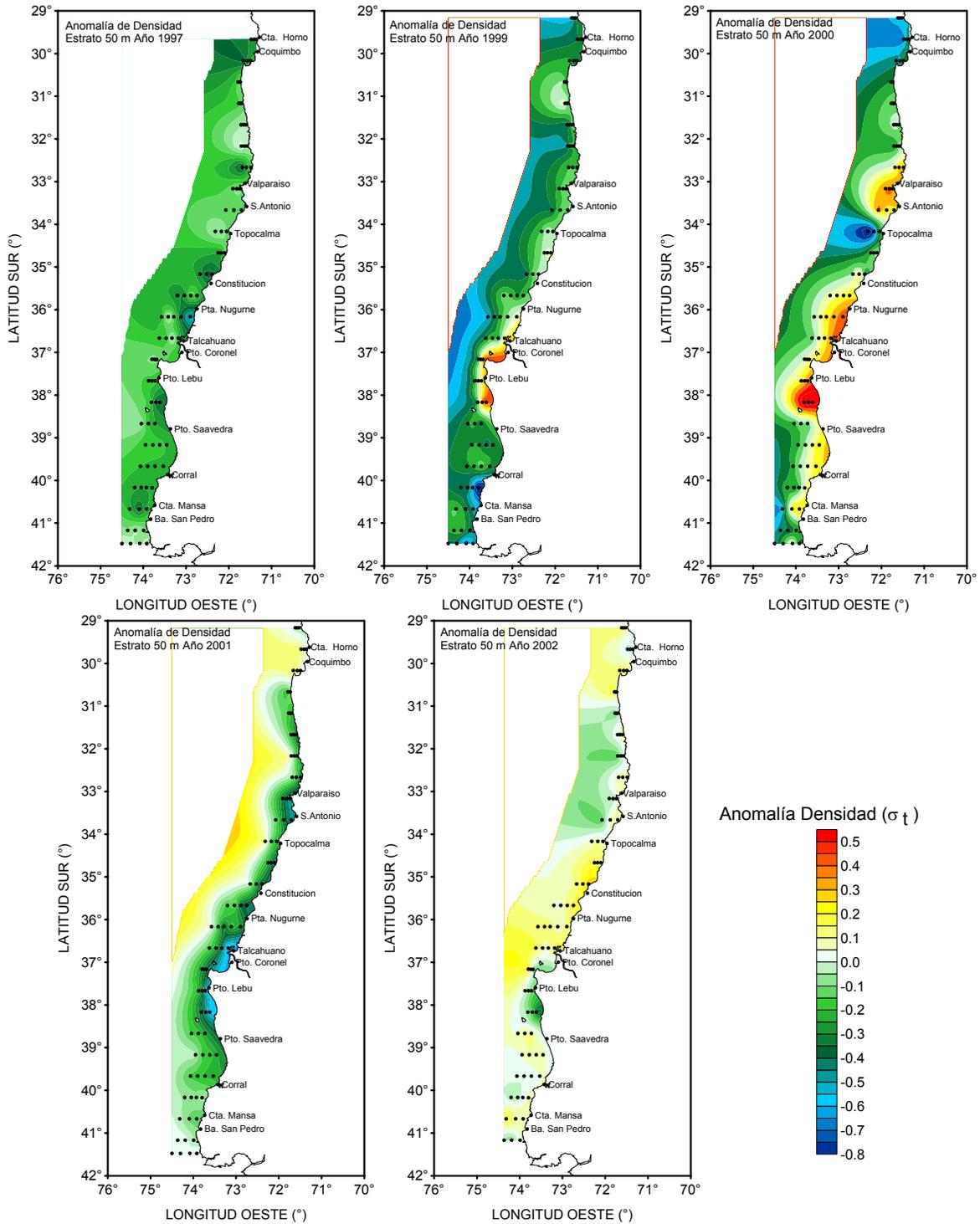
**Figura 3.** Variabilidad espacial del viento registrados (datos barco) durante el período y área de estudio.



**Figura 4.** Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 50 m de profundidad. Período 1997-2002.



**Figura 5.** Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 50 m de profundidad. Periodo 1997-2002.



**Figura 6.** Distribución espacial de la anomalía de densidad del agua de mar ( $\sigma_t$ ) en el estrato de 50 m de profundidad. Período 1997-2002.

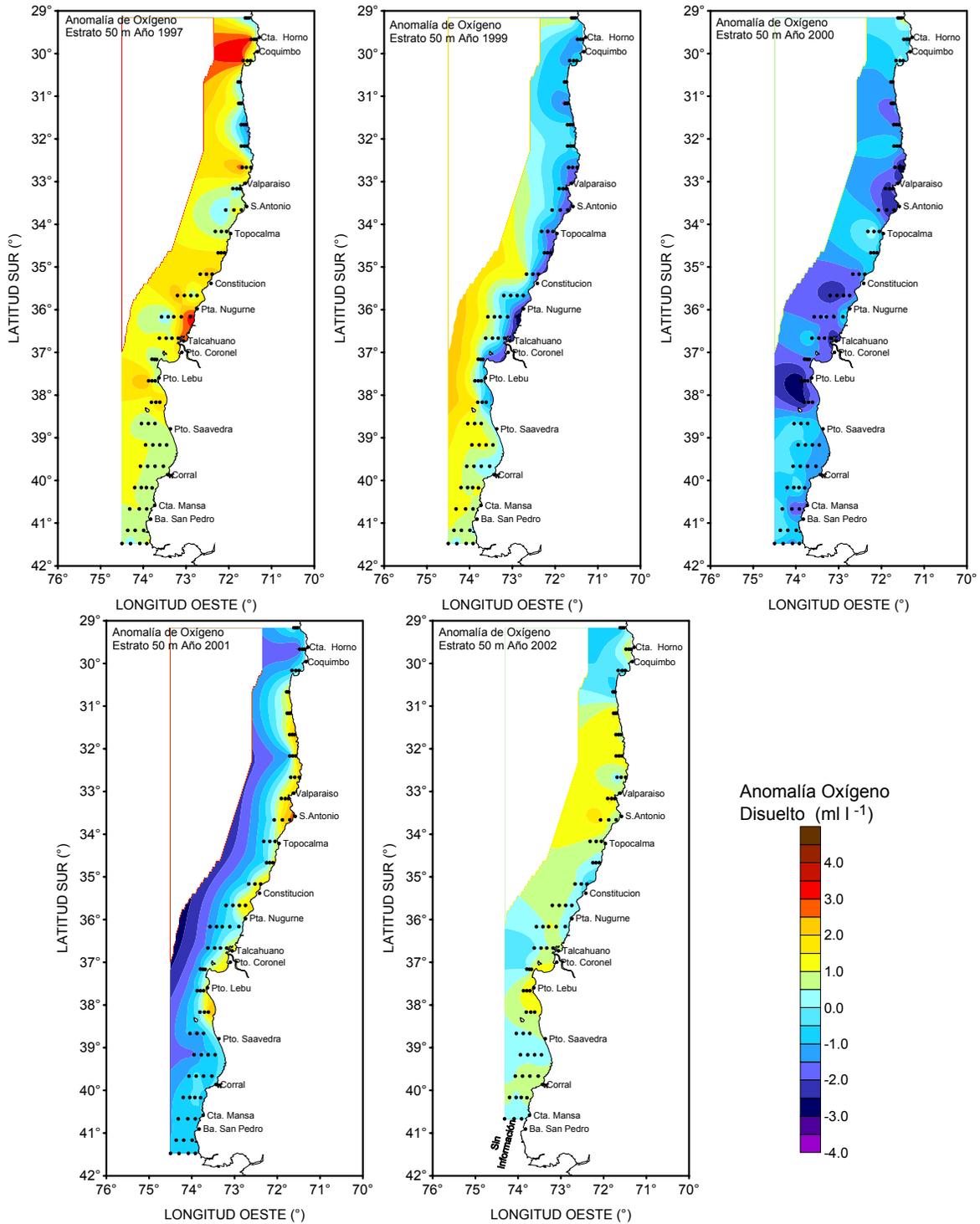
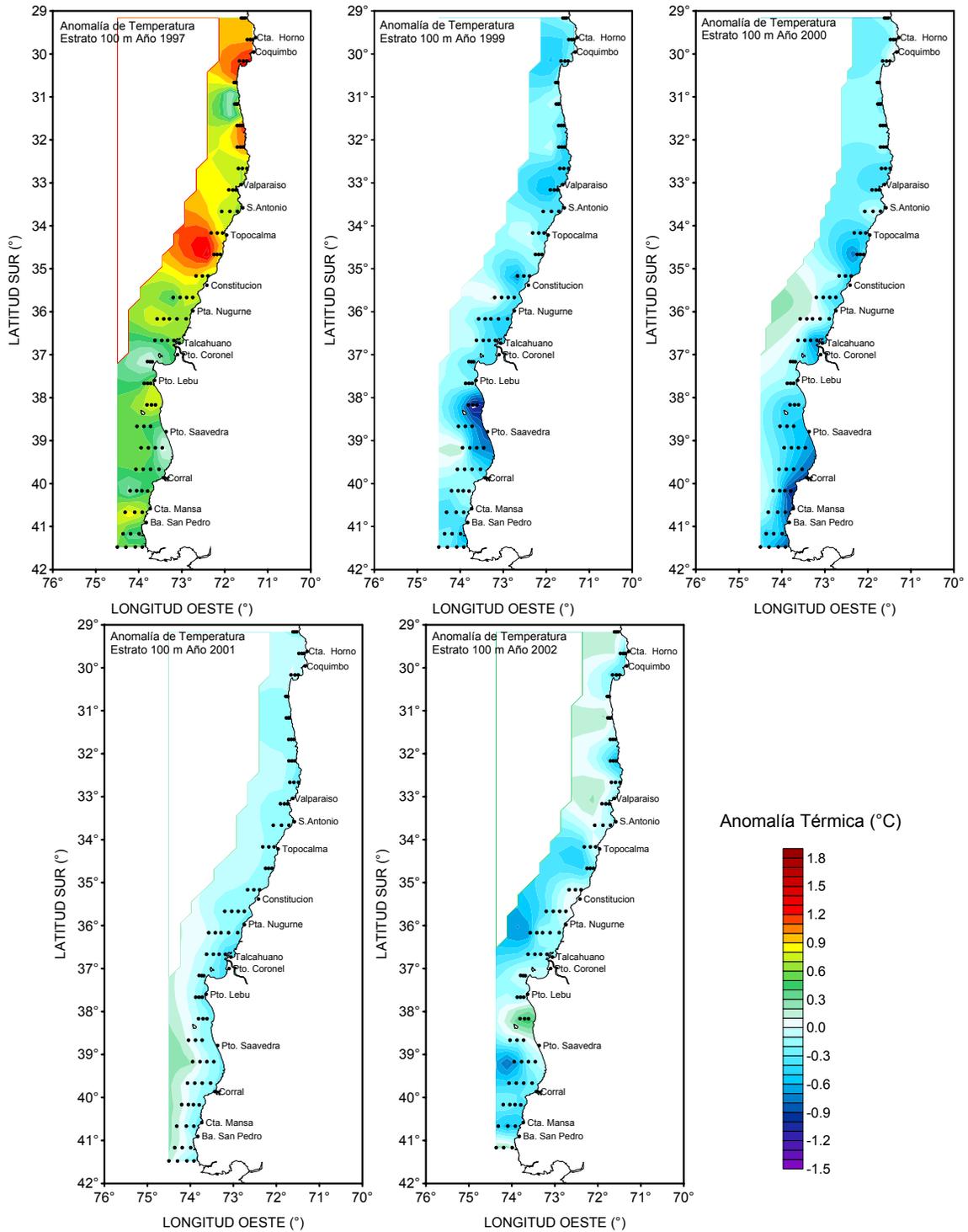
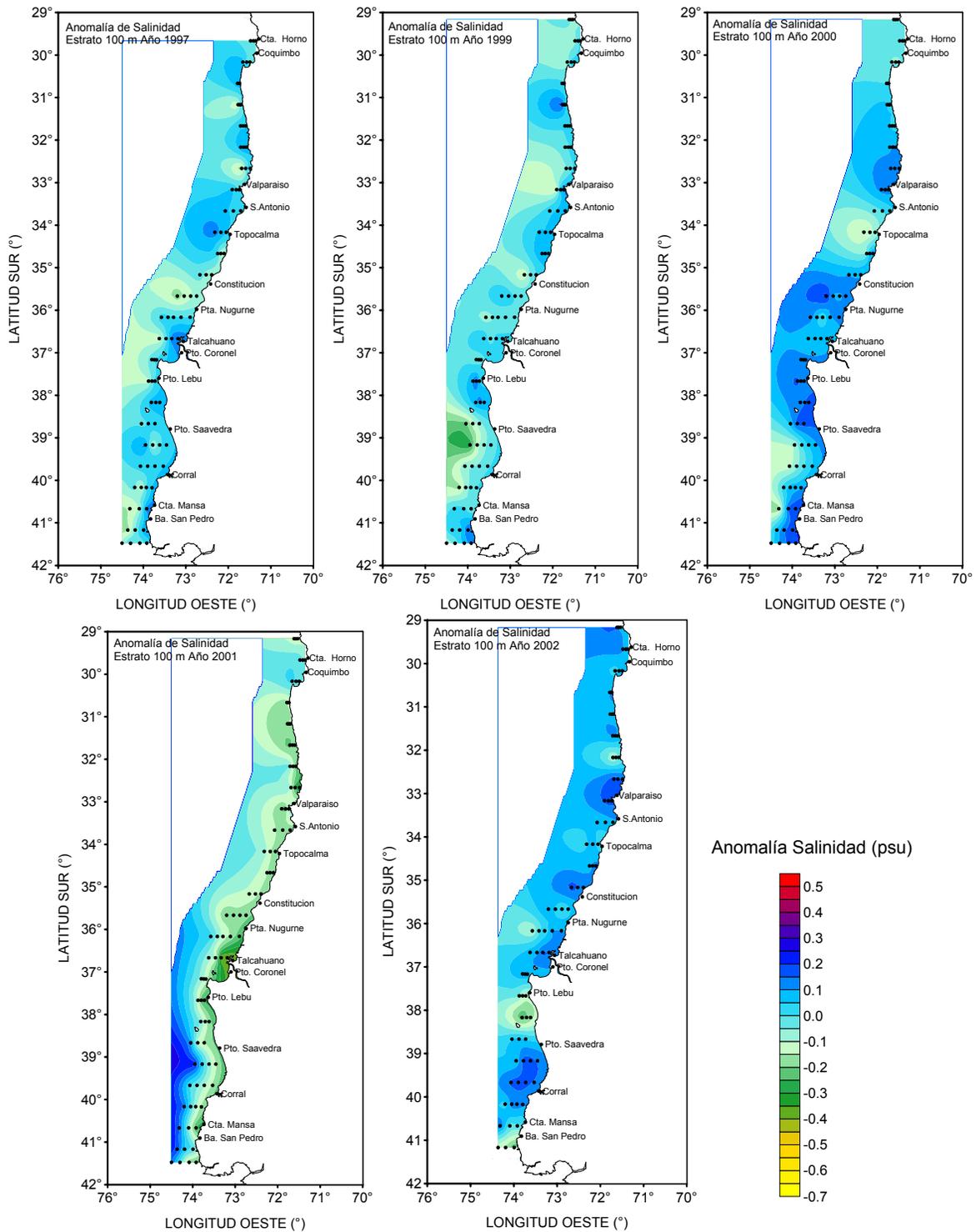


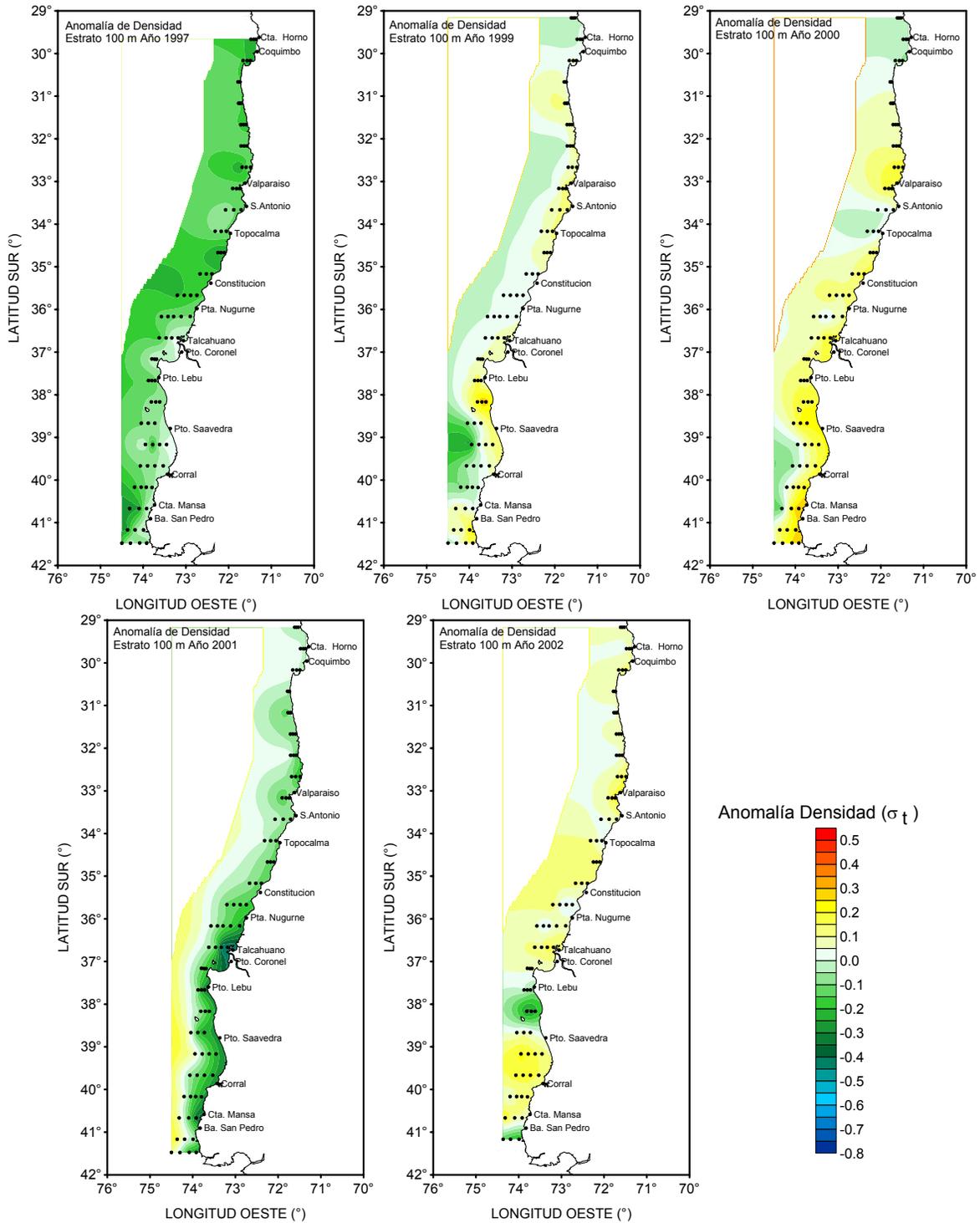
Figura 7. Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto ( $\text{ml l}^{-1}$ ) en el estrato de 50 m de profundidad. Período 1997-2002.



**Figura 8.** Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 100 m de profundidad. Período 1997-2002.



**Figura 9.** Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 100 m de profundidad. Periodo 1997-2002.



**Figura 10.** Distribución espacial de la anomalía de densidad del agua de mar ( $\sigma_t$ ) en el estrato de 100 m de profundidad. Período 1997-2002.

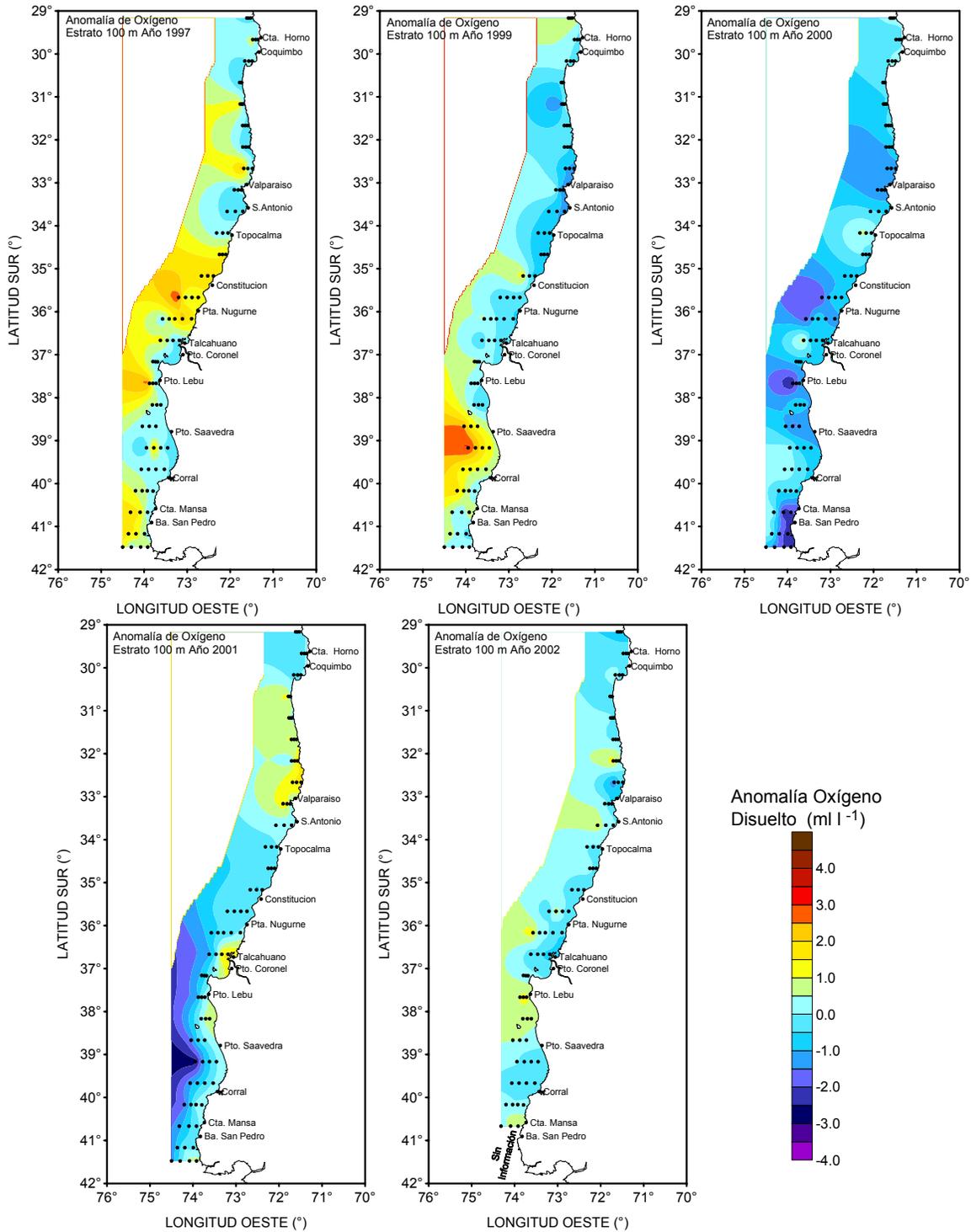


Figura 11. Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) en el estrato de 100 m de profundidad. Período 1997-2002.

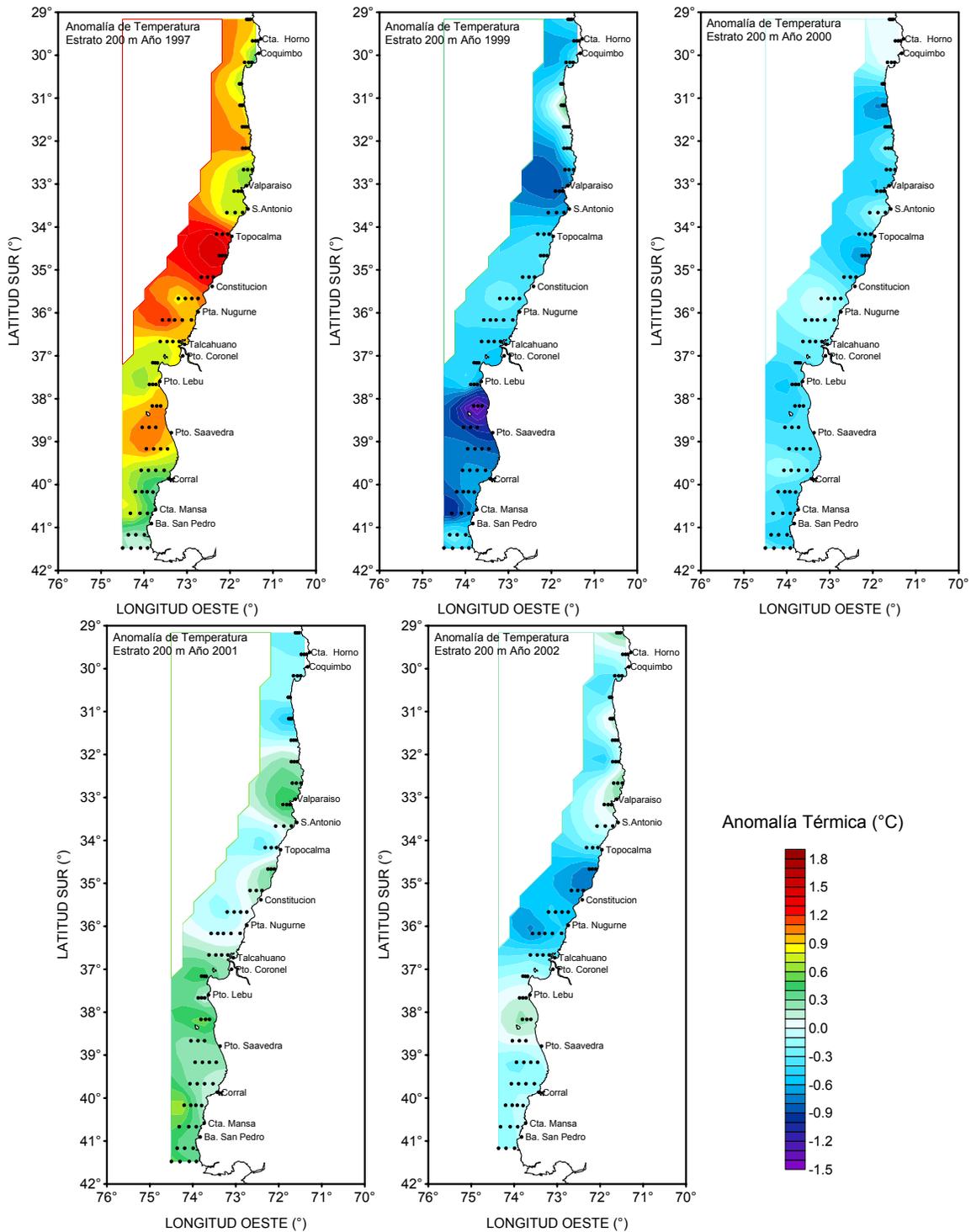
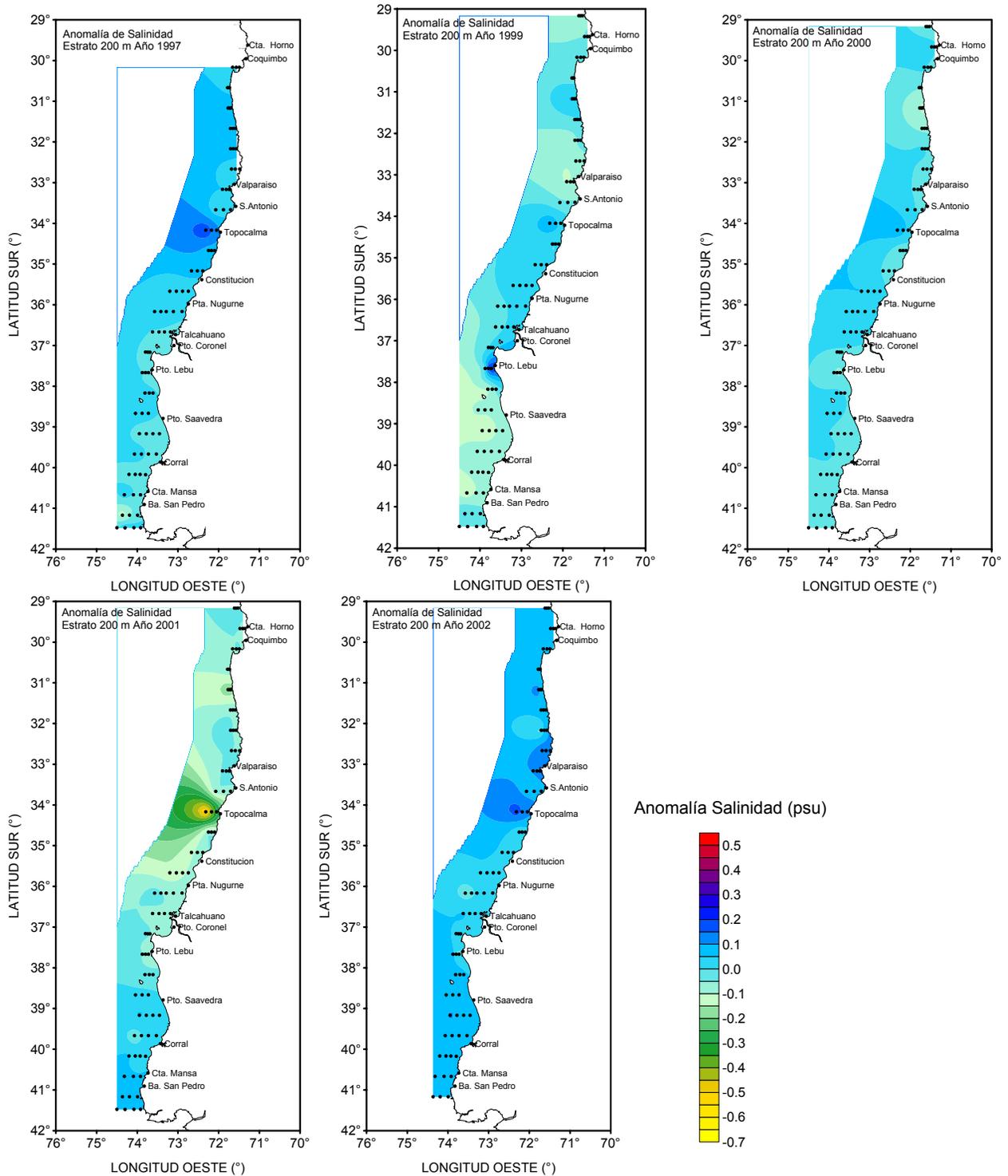
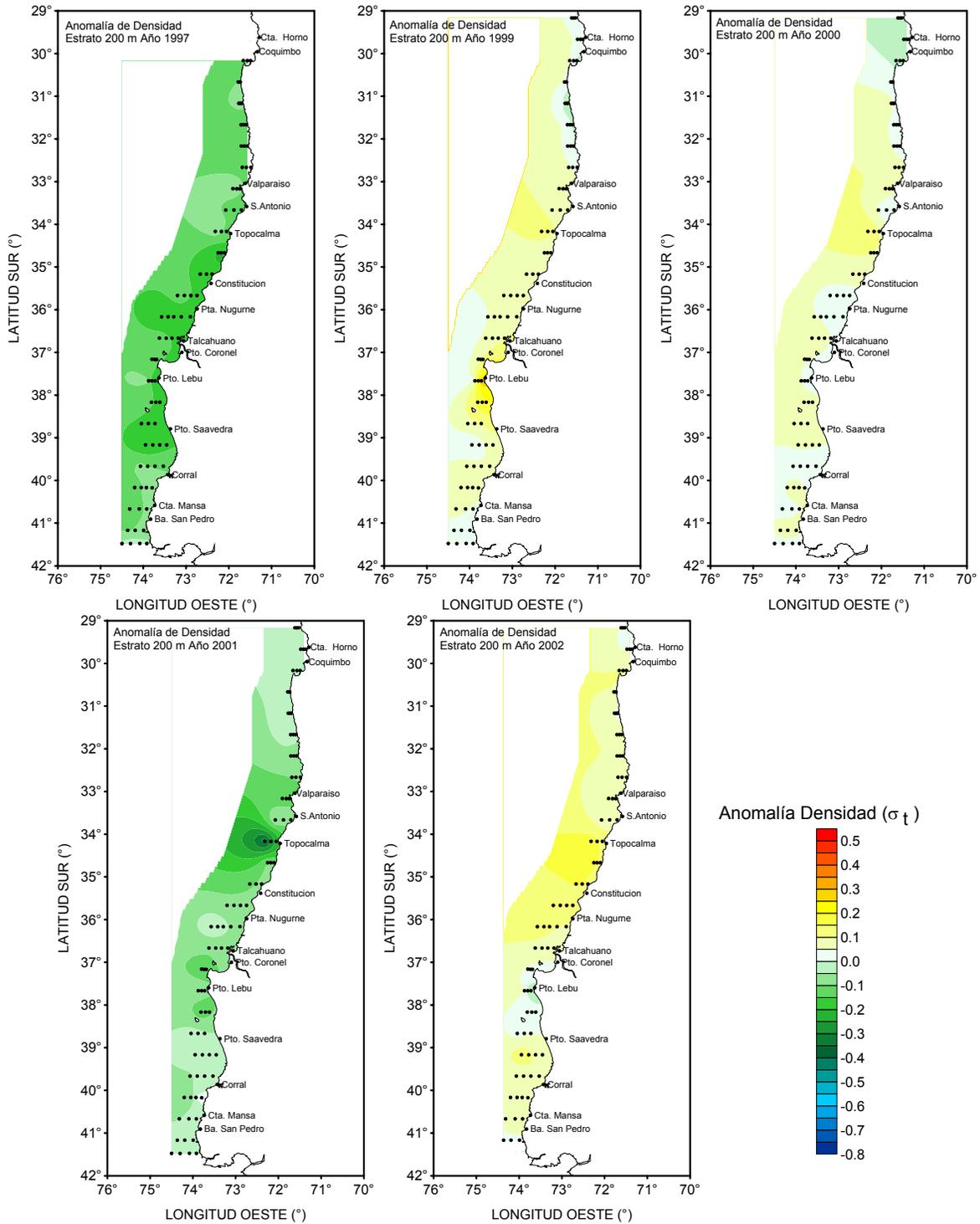


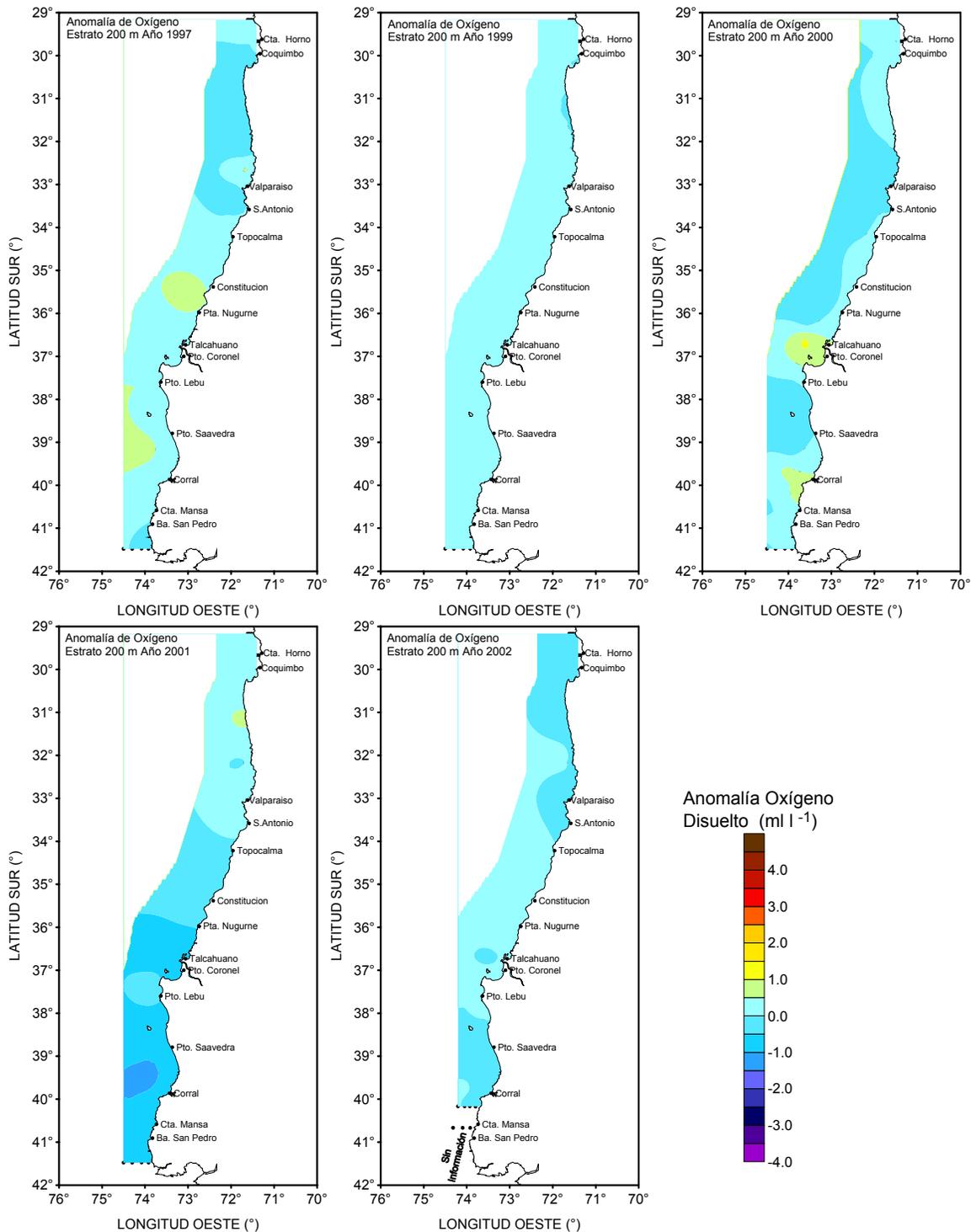
Figura 12. Distribución espacial de la anomalía de la temperatura (°C) para el estrato de 200 m de profundidad. Período 1997-2002.



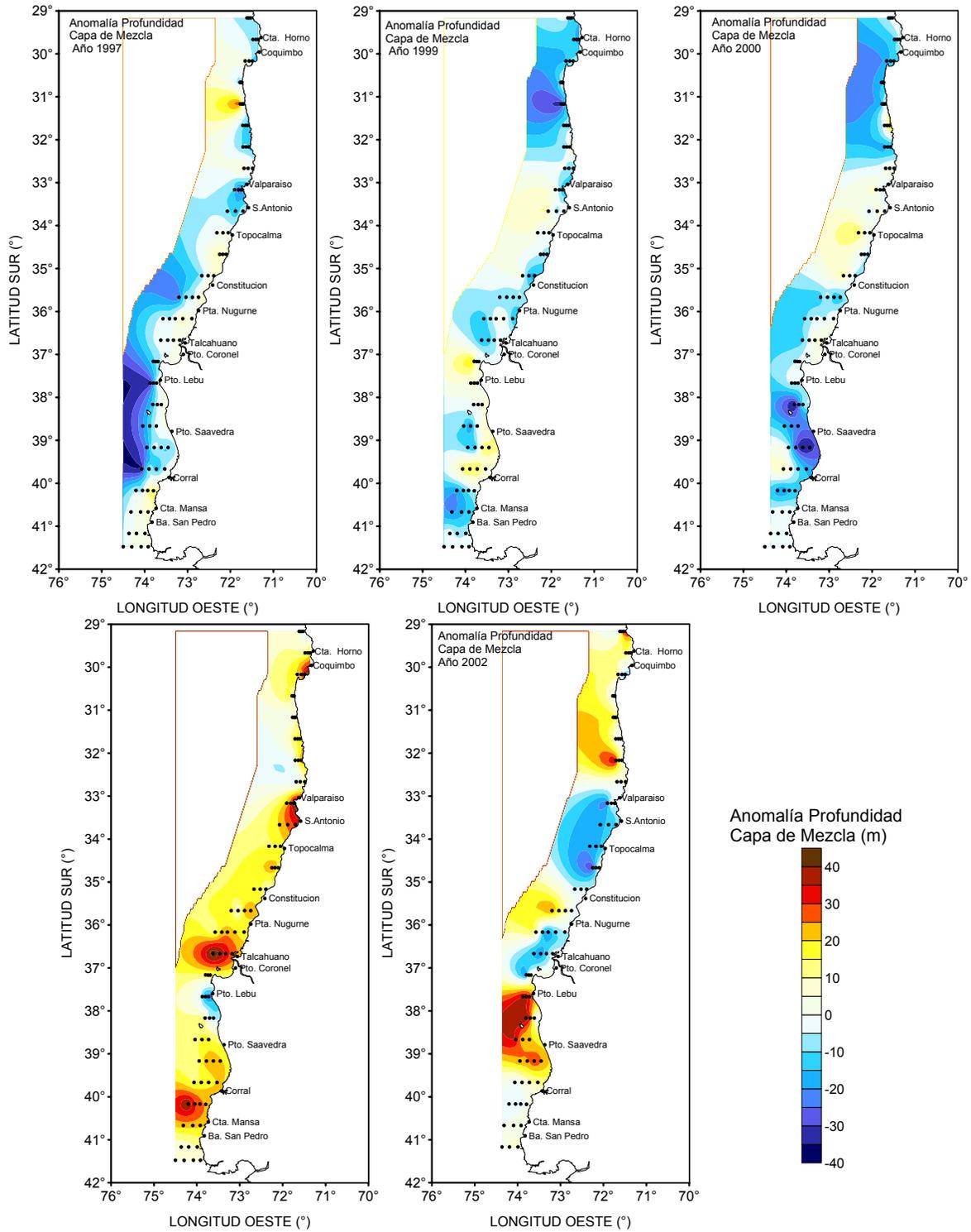
**Figura 13.** Distribución espacial de la anomalía de la salinidad (psu) en el estrato de 200 m de profundidad. Periodo 1997-2002.



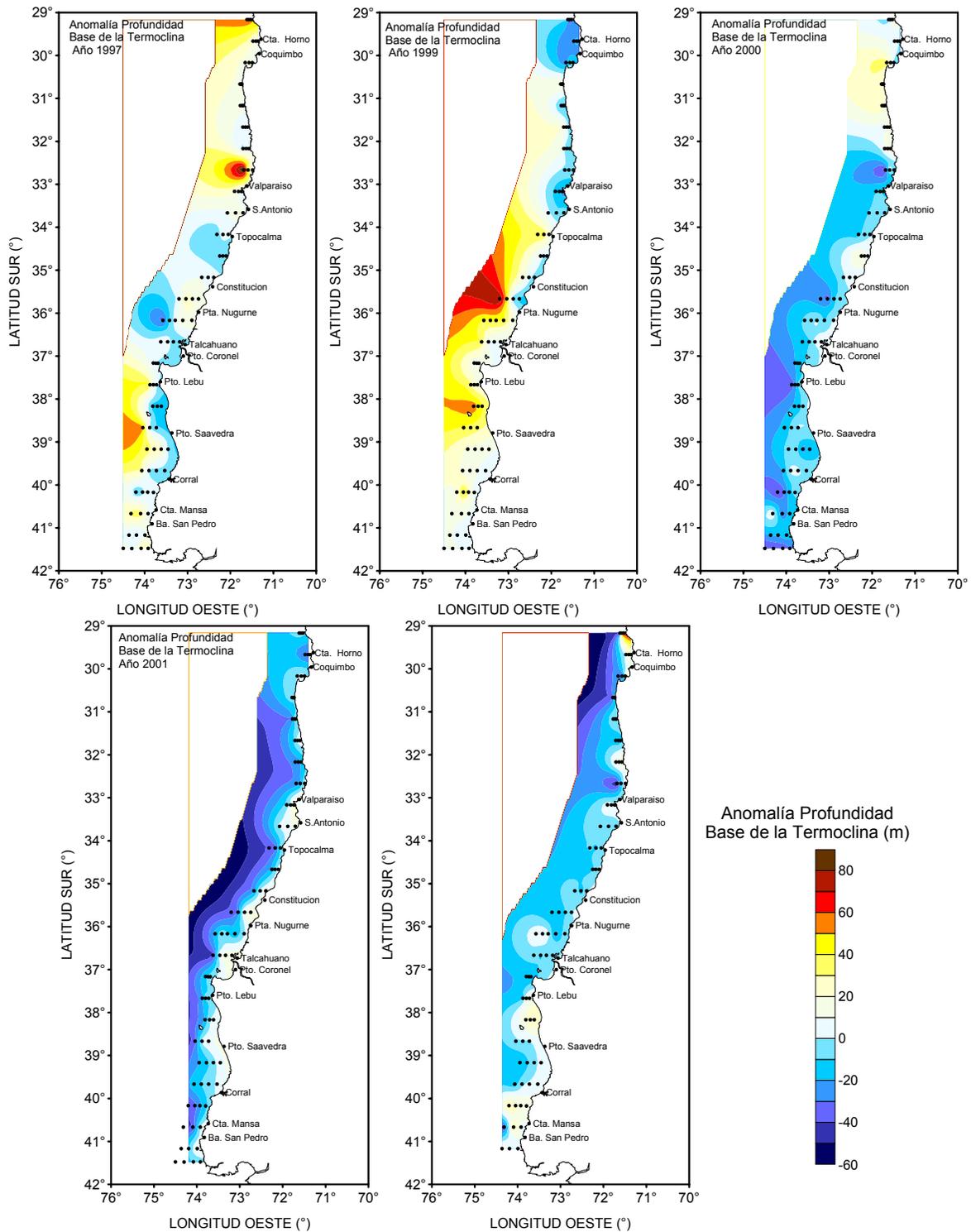
**Figura 14.** Distribución espacial de la anomalía de densidad del agua de mar ( $\sigma_t$ ) en el estrato de 200 m de profundidad. Período 1997-2002.



**Figura 15.** Distribución espacial de la anomalía de oxígeno disuelto (ml l<sup>-1</sup>) en el estrato de 200 m de profundidad. Período 1997-2002.



**Figura 16.** Distribución espacial de la anomalía de la profundidad de la capa de mezcla (m):  
 Período 1997-2002



**Figura 17.** Distribución espacial de la anomalía de la profundidad base de la termoclina (m):  
 Período 1997-2002

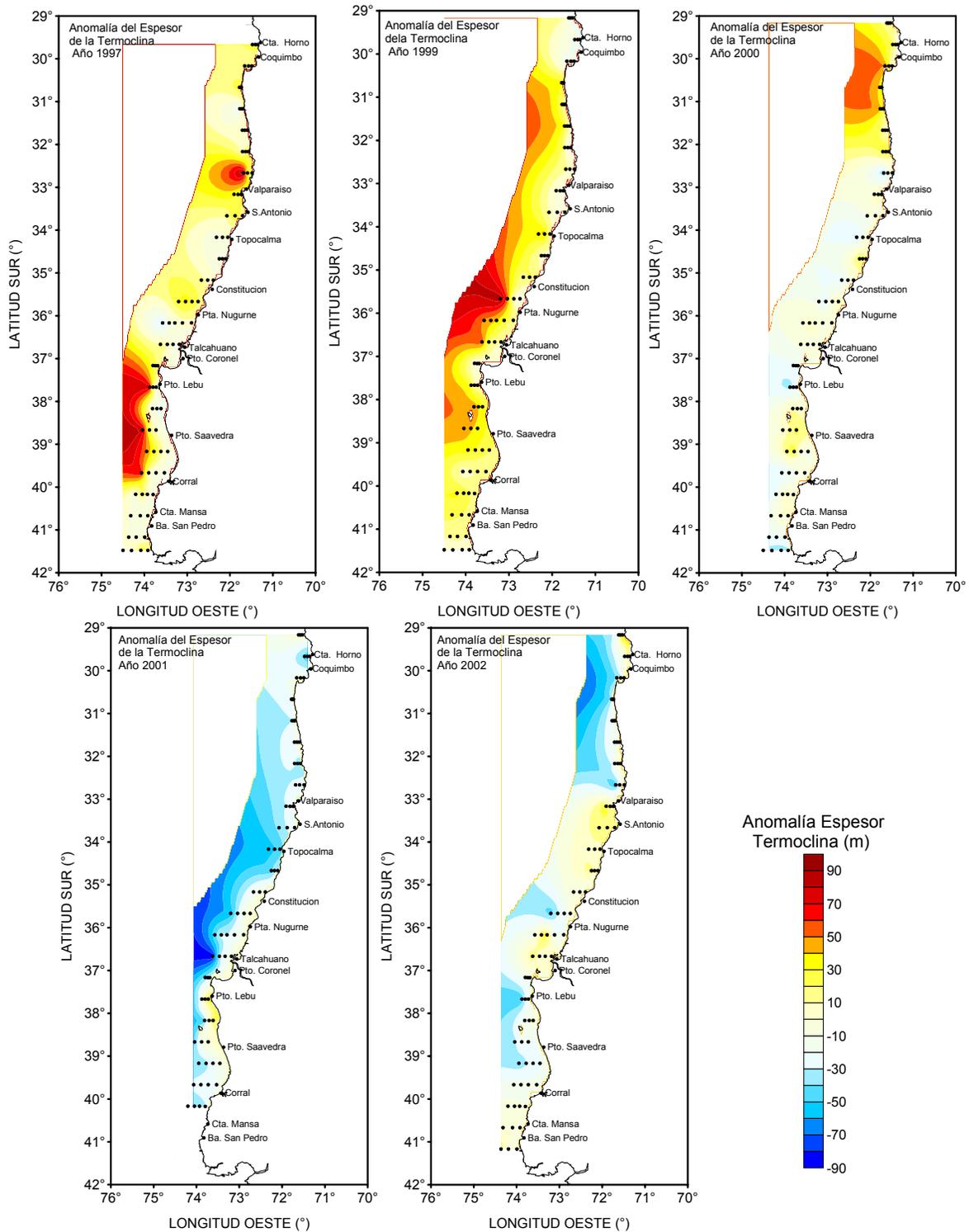
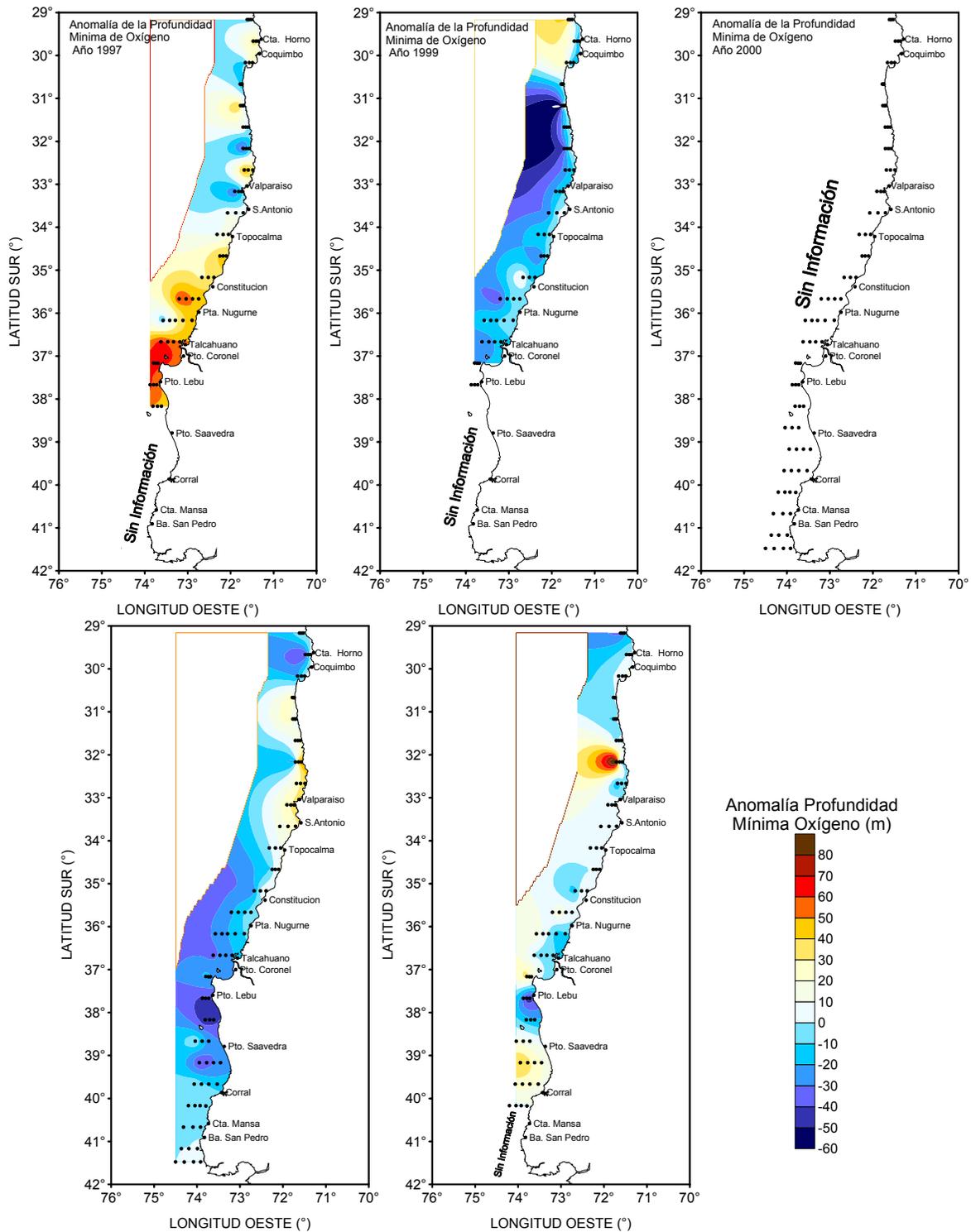


Figura 18. Distribución espacial de la anomalía del espesor de la termoclina (m): Período 1997-2002



**Figura 19.** Distribución espacial de la anomalía de la profundidad mínima de oxígeno (m):  
 Período 1997-2002

# **A N E X O 3**

---

**Lugares de Muestreo Acústico.  
Posiciones de Transectas**

---



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

## Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas

Transecta	Inicio						Término					
	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W
1	20020731	04185075	2909,93	S	7140,21	W	20020731	05221036	2909,91	S	7131,96	W
2	20020731	01343343	2920,10	S	7124,23	W	20020731	03024240	2920,01	S	7138,45	W
3	20020731	20254604	2930,03	S	7122,79	W	20020731	21421849	2930,08	S	7134,58	W
4	20020731	23210004	2940,03	S	7128,83	W	20020801	00154717	2940,04	S	7120,97	W
5	20020801	01362987	2950,00	S	7125,84	W	20020801	02233046	2950,12	S	7118,98	W
6	20020801	03441908	2959,97	S	7126,40	W	20020801	04400000	2959,98	S	7134,80	W
7	20020802	06083171	3009,93	S	7139,47	W	20020802	07090909	3009,90	S	7129,68	W
8	20020802	04332019	3019,98	S	7144,27	W	20020802	04533338	3020,03	S	7141,41	W
9	20020802	02541654	3030,03	S	7146,48	W	20020802	03211207	3030,00	S	7143,02	W
10	20020802	22321588	3040,04	S	7146,30	W	20020802	22481479	3040,03	S	7144,78	W
11	20020803	04375284	3049,99	S	7146,36	W	20020803	05011810	3049,90	S	7143,46	W
12	20020803	06301526	3100,02	S	7145,73	W	20020803	07044515	3059,99	S	7140,50	W
13	20020803	22462498	3110,05	S	7142,22	W	20020803	23170273	3110,03	S	7146,29	W
14	20020804	00533624	3119,92	S	7138,58	W	20020804	01321650	3120,04	S	7143,92	W
15	20020804	03195059	3130,05	S	7135,92	W	20020804	04053521	3130,01	S	7142,29	W
16	20020804	05373852	3140,13	S	7135,92	W	20020804	06284138	3139,98	S	7143,50	W
17	20020805	00001350	3150,04	S	7135,57	W	20020805	00373964	3149,94	S	7141,97	W
18	20020805	02155725	3200,07	S	7133,10	W	20020805	03113643	3159,98	S	7142,46	W
19	20020805	04445376	3210,01	S	7134,81	W	20020805	05303436	3209,99	S	7142,47	W
20	20020805	06453090	3220,05	S	7140,26	W	20020805	07340553	3220,05	S	7131,41	W
21	20020806	00544704	3230,06	S	7130,45	W	20020806	01543632	3230,00	S	7140,25	W
22	20020806	03262355	3240,06	S	7129,63	W	20020806	04315729	3240,00	S	7140,24	W
23	20020806	05571817	3250,19	S	7135,26	W	20020806	07005780	3250,03	S	7144,16	W
24	20020807	19203035	3259,96	S	7136,32	W	20020807	21204722	3300,04	S	7147,66	W
25	20020807	22422794	3310,07	S	7144,62	W	20020808	00043257	3310,04	S	7152,24	W
26	20020808	01285338	3320,10	S	7144,70	W	20020808	02500202	3320,03	S	7151,51	W
27	20020808	20001892	3329,77	S	7153,01	W	20020808	21224362	3330,02	S	7139,90	W
28	20020808	22392400	3340,07	S	7142,10	W	20020809	01133082	3339,93	S	7200,92	W
29	20020809	02435808	3350,02	S	7156,71	W	20020809	04251575	3349,98	S	7206,49	W
30	20020809	19380996	3359,99	S	7156,32	W	20020809	21552580	3359,96	S	7209,41	W
31	20020809	23313729	3410,06	S	7203,42	W	20020810	01562556	3409,96	S	7214,40	W
32	20020810	03292112	3419,97	S	7215,53	W	20020810	05050645	3420,00	S	7201,00	W
33	20020810	21143187	3430,00	S	7204,14	W	20020810	22333228	3429,91	S	7211,12	W
34	20020811	00053754	3440,04	S	7207,13	W	20020811	01202582	3439,95	S	7212,20	W
35	20020811	22521173	3449,94	S	7232,62	W	20020812	01232029	3449,93	S	7210,94	W
36	20020812	04235461	3500,03	S	7236,33	W	20020812	06540518	3459,99	S	7214,14	W
37	20020812	23465508	3510,03	S	7239,99	W	20020813	01304101	3509,98	S	7223,64	W
38	20020813	03343617	3519,98	S	7236,80	W	20020813	06421095	3520,00	S	7256,23	W
39	20020813	20261193	3530,10	S	7302,79	W	20020813	22531633	3529,98	S	7238,56	W
40	20020814	02515796	3540,01	S	7312,38	W	20020814	06050299	3540,03	S	7244,75	W



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas. (continuación)

Transecta	Inicio						Término					
	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W
41	20020815	02073573	3549,98	S	7314,04	W	20020815	05484837	3550,03	S	7241,14	W
42	20020816	02121028	3600,02	S	7329,71	W	20020816	06380346	3559,99	S	7248,60	W
43	20020815	20355526	3609,95	S	7254,08	W	20020816	00484151	3610,09	S	7332,13	W
44	20020817	21580836	3620,01	S	7333,88	W	20020818	03514054	3620,02	S	7252,48	W
45	20020818	21500034	3629,95	S	7259,28	W	20020819	02222222	3630,00	S	7333,10	W
46	20020819	03452047	3640,00	S	7337,49	W	20020819	06333808	3640,05	S	7310,79	W
47	20020820	02411312	3650,17	S	7318,15	W	20020820	06032066	3650,04	S	7337,80	W
48	20020825	19114819	3700,05	S	7349,57	W	20020825	20484172	3700,03	S	7336,50	W
49	20020825	23383159	3709,89	S	7347,57	W	20020826	01575151	3710,10	S	7341,60	W
50	20020826	04431483	3720,05	S	7350,05	W	20020826	05351179	3720,07	S	7343,41	W
51	20020826	20212246	3730,05	S	7340,18	W	20020826	22023034	3730,03	S	7354,32	W
52	20020827	00204813	3740,00	S	7343,45	W	20020827	02403018	3740,01	S	7352,24	W
53	20020827	04491146	3750,00	S	7354,63	W	20020827	06231083	3750,02	S	7339,51	W
54	20020827	19565547	3800,03	S	7335,17	W	20020827	23252726	3759,88	S	7402,52	W
55	20020828	01044893	3810,10	S	7406,07	W	20020828	06560699	3810,02	S	7336,74	W
56	20020828	21393350	3819,96	S	7409,49	W	20020828	22304242	3820,01	S	7402,94	W
57	20020829	00034213	3830,05	S	7400,20	W	20020829	00381170	3830,03	S	7355,21	W
58	20020829	03001382	3839,95	S	7403,10	W	20020829	06213338	3840,03	S	7343,03	W
59	20020829	19310846	3850,00	S	7337,68	W	20020829	21571080	3850,01	S	7401,93	W
60	20020829	23392865	3900,01	S	7348,95	W	20020830	01214849	3900,06	S	7329,59	W
61	20020830	02514963	3910,33	S	7327,85	W	20020830	07045609	3910,02	S	7357,49	W
62	20020830	20010649	3920,01	S	7325,36	W	20020830	22504018	3920,33	S	7356,22	W
63	20020831	00165510	3930,09	S	7357,18	W	20020831	02383519	3929,98	S	7330,08	W
64	20020831	04053416	3940,15	S	7332,13	W	20020831	07254159	3940,01	S	7403,90	W
65	20020831	21353440	3950,01	S	7403,68	W	20020901	00245608	3950,13	S	7334,01	W
66	20020901	02165047	4000,08	S	7350,05	W	20020901	03501981	4000,00	S	7408,79	W
67	20020901	05511071	4009,99	S	7412,29	W	20020901	09482026	4009,98	S	7346,14	W
68	20020901	19501468	4020,04	S	7412,96	W	20020901	22085660	4020,03	S	7351,43	W
69	20020901	23405802	4030,04	S	7351,65	W	20020902	02253725	4030,03	S	7410,19	W
70	20020902	20422001	4040,03	S	7355,27	W	20020902	05565933	4040,01	S	7411,42	W
71	20020903	00213849	4050,10	S	7421,33	W	20020903	02300182	4050,02	S	7356,31	W
72	20020903	03444025	4100,07	S	7400,51	W	20020903	05554957	4100,00	S	7419,54	W
73	20020904	20082458	4109,54	S	7421,52	W	20020905	00042015	4110,01	S	7400,06	W
74	20020905	02525168	4120,06	S	7357,88	W	20020905	08404754	4120,13	S	7421,31	W
75	20020905	21165479	4126,02	S	7431,40	W	20020906	00285783	4125,98	S	7355,44	W
76	20020906	02473167	4139,92	S	7400,07	W	20020906	21174519	4140,05	S	7430,27	W
77	20020907	19233892	4150,09	S	7446,58	W	20020907	23302401	4150,10	S	7408,59	W
78	20020907	01300755	4200,01	S	7455,31	W	20020907	07164543	4159,99	S	7408,23	W
102	20020731	03135504	2919,96	S	7137,57	W	20020731	04182072	2909,93	S	7140,29	W
103	20020731	21434249	2930,12	S	7134,41	W	20020731	23165981	2939,79	S	7129,09	W
104	20020801	00162721	2940,03	S	7120,90	W	20020801	01360175	2950,00	S	7125,89	W
105	20020801	02241050	2950,16	S	7118,90	W	20020801	03425900	2959,90	S	7126,55	W
106	20020801	04473684	2959,37	S	7134,72	W	20020801	07021438	2939,98	S	7128,99	W



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas. (continuación)

Transecta	Inicio						Término					
	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W
108	20020802	04571964	3019,66	S	7141,49	W	20020802	06050543	3010,07	S	7139,81	W
109	20020802	03220212	3029,95	S	7142,93	W	20020802	04271391	3020,09	S	7144,94	W
110	20020803	03141607	3039,95	S	7146,08	W	20020803	04324263	3049,93	S	7146,87	W
111	20020803	05065041	3049,99	S	7143,29	W	20020803	06260694	3059,80	S	7145,97	W
113	20020803	23191686	3110,18	S	7146,36	W	20020804	00531022	3119,92	S	7138,65	W
114	20020804	01325448	3120,04	S	7144,01	W	20020804	03191856	3130,03	S	7135,98	W
115	20020804	04093744	3130,11	S	7142,60	W	20020804	05342428	3140,14	S	7136,12	W
116	20020804	22465433	3140,10	S	7136,40	W	20020804	23594748	3150,03	S	7135,50	W
117	20020805	00391387	3149,97	S	7142,18	W	20020805	02140318	3159,85	S	7133,19	W
118	20020805	03120846	3159,98	S	7142,53	W	20020805	04391944	3209,98	S	7135,06	W
119	20020805	05344260	3209,99	S	7143,17	W	20020805	06420245	3219,55	S	7140,38	W
121	20020806	01554037	3230,02	S	7140,36	W	20020806	03254353	3239,98	S	7129,67	W
122	20020806	04344946	3240,01	S	7140,71	W	20020806	05552406	3250,26	S	7135,21	W
124	20020807	21215929	3300,06	S	7147,53	W	20020807	22410795	3310,06	S	7144,42	W
125	20020808	00061867	3310,19	S	7152,06	W	20020808	01254521	3319,96	S	7144,31	W
126	20020808	02540024	3319,68	S	7151,49	W	20020808	04050430	3310,14	S	7154,20	W
127	20020808	21232566	3330,02	S	7140,84	W	20020808	22373795	3339,93	S	7141,97	W
128	20020809	01415862	3343,20	S	7159,26	W*	20020809	02403597	3349,98	S	7156,15	W
129	20020809	01191122	3340,40	S	7200,50	W	20020809	05315756	3340,40	S	7204,26	W
130	20020809	21570397	3400,02	S	7209,19	W	20020809	23290515	3409,89	S	7203,45	W
131	20020810	02005782	3410,31	S	7214,46	W	20020810	03261670	3419,94	S	7215,79	W
132	20020810	05072847	3419,93	S	7200,96	W	20020810	06102019	3410,15	S	7203,51	W
133	20020810	22353640	3429,96	S	7210,93	W	20020811	00021135	3439,96	S	7206,74	W
134	20020811	05104297	3439,84	S	7206,94	W	20020811	06514289	3424,83	S	7207,73	W
135	20020812	01265850	3450,09	S	7211,04	W	20020812	04220055	3459,90	S	7236,26	W
137	20020813	01332917	3510,09	S	7223,67	W	20020813	03305587	3520,07	S	7236,16	W
139	20020813	22543044	3530,04	S	7238,54	W	20020814	02482976	3539,96	S	7312,79	W
140	20020815	00562967	3540,46	S	7314,40	W	20020815	02042965	3549,71	S	7314,18	W
143	20020816	00555993	3609,95	S	7331,34	W	20020816	02033178	3600,97	S	7330,65	W
145	20020819	02164141	3630,12	S	7332,94	W	20020819	03405429	3639,90	S	7337,51	W
146	20020820	01185442	3640,26	S	7311,39	W	20020820	02391300	3650,05	S	7318,09	W
148	20020825	20511587	3700,12	S	7336,29	W	20020825	22303554	3709,98	S	7347,74	W
149	20020826	03345500	3710,91	S	7344,68	W	20020826	04373249	3719,56	S	7350,15	W
151	20020826	22082257	3730,49	S	7354,04	W	20020826	23415391	3740,02	S	7343,55	W
152	20020827	03444578	3740,79	S	7351,50	W	20020827	04475538	3749,88	S	7354,65	W
154	20020827	23341576	3800,67	S	7402,98	W	20020828	00590460	3810,12	S	7407,01	W
156	20020828	22381285	3820,96	S	7402,79	W	20020829	00003755	3830,04	S	7400,60	W
157	20020829	00413990	3830,33	S	7355,31	W	20020829	02013646	3839,66	S	7402,55	W
159	20020829	21575485	3850,06	S	7401,97	W	20020829	23361847	3900,03	S	7349,39	W
160	20020830	01245066	3900,42	S	7329,37	W	20020830	02285833	3909,91	S	7327,57	W
162	20020830	22545859	3920,83	S	7356,31	W	20020831	00011020	3930,17	S	7354,56	W
163	20020831	02422771	3930,48	S	7330,06	W	20020831	03432690	3939,84	S	7331,83	W
165	20020901	00304241	3950,83	S	7333,97	W	20020901	02143634	4000,07	S	7349,60	W



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Lugares de Muestreo Acústico. Posiciones de Transectas. (continuación)

Transecta	Inicio						Término					
	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W	Fecha	Hora	Latitud	S	Longitud	W
166	20020901	03534600	4000,34	S	7409,16	W	20020901	04555155	4010,01	S	7412,34	W
168	20020901	22113475	4020,16	S	7351,13	W	20020901	23290920	4030,02	S	7351,27	W
169	20020902	02281540	4030,14	S	7409,96	W	20020902	03524839	4039,67	S	7419,45	W
170	20020902	22561561	4040,86	S	7412,85	W	20020903	00180843	4049,77	S	7421,17	W
171	20020903	02332017	4050,17	S	7355,89	W	20020903	03402984	4059,54	S	7400,30	W
173	20020905	00284144	4109,51	S	7359,93	W	20020905	02494950	4120,01	S	7357,56	W
175	20020906	00314792	4126,26	S	7355,34	W	20020906	02084760	4139,73	S	7359,92	W
176	20020906	21184920	4140,13	S	7430,22	W	20020907	00304816	4159,71	S	7455,13	W
219	20020805	22322677	3209,68	S	7134,81	W	20020806	00525079	3229,98	S	7130,24	W
234	20020811	19370652	3437,62	S	7209,13	W	20020811	22482945	3449,89	S	7232,17	W

# **A N E X O 4**

---

**Plan detallado de asignación  
de personal profesional y  
técnico en horas/hombre  
por actividad**

---



## PLAN DETALLADO DE ASIGNACION DE PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO (HH)

### PLAN DE ASIGNACION DE PERSONAL (HH) POR OBJETIVO

#### OBJETIVO 3.1

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de Datos	Elaboración de informes	
Sergio Lillo V.	127	120	90	90	427
José Córdova M	178	64	48	12	302
Marcos Espejo	36	72	48	20	176
Manuel Rojas G	130	40	24	24	218
Henán Miranda P.	24	12	32	20	88
Victor Correa	260	90			350
María Angela Barbieri	12	30	12	22	76
<b>TOTAL</b>	<b>767</b>	<b>428</b>	<b>254</b>	<b>188</b>	<b>1637</b>

#### OBJETIVO 3.2

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de Datos	Elaboración de informes	
Vilma Ojeda C.	15	50	54	60	179
Renzo Tascheri O.	36	48	60	60	204
Ignacio Payá C.			42	24	66
Sergio Lillo V.			24	12	36
Juan Olivares C		330			330
Carlos Mendoza V.	260				260
Nelson Salas	388				388
Juan Valderrama	388				388
<b>TOTAL</b>	<b>1087</b>	<b>428</b>	<b>180</b>	<b>156</b>	<b>1851</b>



### OBJETIVO 3.3

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de Datos	Elaboración de informes	
Fernando Balbontín C.		40	170	100	310
Ricardo Bravo		70	160	80	310
Felipe Paredes	320	470	100	50	940
Luis Rodríguez		310	70	20	400
<b>TOTAL</b>	<b>320</b>	<b>890</b>	<b>500</b>	<b>250</b>	<b>1960</b>

### OBJETIVO 3.4

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración de Informes	
Renzo Tascheri O.	8	60	72	60	200
Sergio Lillo V.		8	18	20	46
Rodrigo Vega		36	20	12	68
Manuel Rojas G.		72			72
Alvaro Garrido	260				260
Carlos Concha	260				260
<b>TOTAL</b>	<b>528</b>	<b>176</b>	<b>110</b>	<b>92</b>	<b>906</b>

**OBJETIVO 3.5**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración de informes	
Mauricio Braun A.	188	32	32	32	284
Guillermo Galindo C.	186			16	202
Rodrigo Vega		12	12	12	36
Hernán Miles U.		238			238
Sergio Nuñez E.	30	80	140	70	320
J. Ortiz R.	240	80	70	40	430
Patricio Torres R.	220	85			305
Flor Vejar D.		120	80		200
Luis Cubillos S.			100	50	150
Luis Bustos E.	220	40			260
Claudio Toro B.	220	40			260
Sergio Lillo V.			12	24	36
<b>TOTAL</b>	<b>1304</b>	<b>727</b>	<b>446</b>	<b>244</b>	<b>2721</b>

**OBJETIVO 3.6**

PERSONAL	ACTIVIDAD				TOTAL
	Crucero	Procesamiento de datos	Análisis de datos	Elaboración de informes	
Alvaro Saavedra G.	6	136	72	32	246
María Angela Barbieri		16	16	16	48
José Córdova M.	8				8
Sergio Lillo V.		8	9	9	26
Rodrigo Vega		12	10	10	32
Manuel Rojas G.	24	72	24	24	144
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>244</b>	<b>131</b>	<b>91</b>	<b>504</b>

# **A N E X O 5**

---

**CD con Informe Final en PDF**

---

FONDO INVESTIGACION PESQUERA

**Evaluación hidroacústica  
de merluza común  
año 2002**

FIP N° 2002-03



**INFORME FINAL**

Octubre, 2003

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO



---

**Sección Documentación,  
Difusión y Biblioteca**

---

**IFOP  
Valparaíso  
Chile**