



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2007-07

Evaluación hidroacústica
del recurso jurel entre
la V y X Regiones,
año 2007



JUNIO
2008



INFORME FINAL

**Proyecto
FIP N° 2007-07**

**Evaluación
hidroacústica del
recurso jurel entre la
V y X Regiones,
año 2007**

• Junio, 2008 •



REQUIRENTE

FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, FIP

Presidente del Consejo:

Jorge Chocair Santibáñez

EJECUTOR

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP

Jefe División Investigación Pesquera:

Mauricio Braun Alegría

Director Ejecutivo:

Ramón Figueroa González.



JEFE DE PROYECTO

JOSÉ CORDOVA MASANES

AUTORES

- *EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA*

JOSÉ CORDOVA
FRANCISCO LEIVA
CAROLA HERNANDEZ

- *OCEANOGRAFIA FÍSICA Y QUÍMICA*

SERGIO NÚÑEZ
EDUARDO NAVARRO
MAXIMILIANO REYES

- *OCEANOGRAFÍA PESQUERA*

JOSÉ CORDOVA
JUAN CARLOS SAAVEDRA
SERGIO NÚÑEZ
VICTOR CATASTI

- *PLANCTON*

VIVIAN VALENZUELA

- *BIOLOGÍA PESQUERA*

JOSÉ CORDOVA
FRANCISCO LEIVA

• Junio, 2008 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa por hidroacústica, la distribución espacial e indicadores biológicos del jurel, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso en la zona centro-sur durante invierno del 2007. El crucero de investigación se realizó entre el 01 de junio y el 02 de julio del año 2007. La prospección abarcó el área desde el sur de Valparaíso ($33^{\circ}03'LS$) a punta Tumbes ($36^{\circ}37'LS$), entre las 5 a 200 mn; de puerto Coronel ($37^{\circ}03'LS$) a norte de isla Mocha ($38^{\circ}23'LS$) alcanzó las 300 mn, entre puerto Saavedra y Corral ($39^{\circ}52'LS$) aumento hasta 400 mn y desde Corral a Isla Chiloe ($42^{\circ} 30'LS$) entre 200 y 400mn de la costa. Este estudio se llevó a cabo con tres embarcaciones: el B/C “Abate Molina” operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), y los PAM “Leopardo” y “Líder”, operados por la Pesquera El Golfo S.A y Southpacific Korp S.A.

En la zona de estudio se realizaron un total de 19 transectas paralelas separadas por 25 mn, de las cuales 5 tuvieron como límite occidental las 200 millas; 4 transecta alcanzaron las 300 millas; 4 transectas llegaron a las 400 mn; 6 transecta se ubicaron entre 200 y 400 mn, en tanto dos transectas con extensión de 300 mn fueron continuadas hasta alcanzar las 330 mn de la costa. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas cortas (hasta 200 mn) y en las largas, se adicionaron estaciones a las 230, 260, 300, 330, 360 y 400 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se tomaron muestras de agua para la determinación de oxígeno, clorofila-a; y, se realizaron pescas de plancton con lances oblicuos, con redes Bongo. Asimismo, se estimó la densidad del agua ($\sigma-t$); la anomalía en las variables oceanográficas; la capa de mezcla y espesor; y profundidad base de la termoclina.



La cuantificación acústica de la biomasa de jurel se efectuó con los sistemas SIMRAD EK-500 (B/C “Abate Molina”) y EK-60 (PAM “Leopardo” y “Líder”), previamente calibrados, se empleó la frecuencia de 38 Khz, se recolectó información de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificación de los registros acústicos del jurel se realizó por medio de dos métodos: el primero es mediante la estimación del coeficiente volumétrico dispersión y el análisis de los ecorregistros, y posteriormente el segundo, por la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación. Además, cuando fue posible se consideró la composición de la captura registrada por las embarcaciones de la flota.

La biomasa total estimada de jurel fue de 3.140.000 toneladas con un coeficiente de variación de 13,68% y una densidad de 87,84 t/mn², valor menor en un 8,3% respecto al 2006. Volumen distribuido en 91.000 t (5–200 mn) y 3.049.000 t (200–400 mn), manteniéndose una mayor disponibilidad del recurso hacia el sector oceánico, al igual que lo observado desde el 2003. La biomasa estimada en las primeras 200 mn, presentó un fuerte decremento respecto al 2004 (83,14%), 2005 (82,15%) y 2006 (83,75%), alejándose de los valores históricos de 3.200.000 t (1998), 4.100.000 t (1999), 5.600.000 t (2000) y 5.970.000 (2001). Si bien es cierto la densidad entre las 5 a 200 mn fue alta (180,56 t/mn²), esta representa una pequeña área de distribución del recurso, lo que indica que acentúa la tendencia decreciente de la concentración de jurel en este sector.

En este sentido, la abundancia numérica total alcanzó a 5.205 millones de individuos, registrando el 1,10% (5,7E+07 individuos) en las primeras 200 mn, lo que es inferior al 2003 (3,07E+09), 2002 (8,24E+09) y 2001 (3,10E+10) en un 98,4%, 98,3% y 99,8%, indicando que se fortalece la reducción de la disponibilidad de jurel en la ZEE. El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) fue cero, culminando la merma observada de manera intensa entre 2001 y 2002, que va desde 35,9% a 14,1% (en peso) y 24,9% a 8,1% (en número).



En la zona de estudio, los sectores de alta densidad se ubicaron hacia el sur del área de estudio, intensificándose esta tendencia observada a partir del 2003. La mayor abundancia del recurso se ubicó entre Corral e isla Chiloé, concentrando sobre el 90% de la biomasa total. En el sentido longitudinal, el recurso se localizó de preferencia sobre las 200 mn, agrupando en este sector prácticamente el 100% de la biomasa estimada y registrando en el borde de las 400 mn, algunas altas densidades que sugieren la posibilidad que una fracción del recurso no fue cubierta durante la evaluación en la zona de estudio.

Batimétricamente el jurel se ubicó entre los 20 a 180 m de profundidad, el 82,3% y 64,6% de las agregaciones reportaron entre 10 a 100 m, en la zona dentro y fuera de la ZEE, indicando una mayor profundidad de recurso en el sector oceánico. Al igual que años anteriores, no se registra el aumento de profundidad de norte a sur en el recurso, como se observó entre 1997 y 2002.

La distribución de tallas registrada en el crucero varió entre 29 a 60 cm de longitud horquilla, con un mayor número de ejemplares entre 31 y 35 cm. Esta estructura de tamaño muestra un crecimiento somático del jurel respecto al 2001 (moda 26 cm), 2002 (moda 27 cm), 2003 (moda 27-28) 2004 (moda 29), 2005 (moda 29-30) y 2006 (30-31 cm), hecho que también se aprecia en el incremento de la fracción de ejemplares de mayor tamaño, con un 98,9% de los individuos agrupados entre los 31 a 57 cm (5 a 15 años), respecto al 99,3% (20 a 35 cm), 99,9% (20 a 42 cm) 98,4% (24 a 45 cm), 98,4 (22 a 50 cm), 98,4 (24 a 55 cm), 98,4% (29-48 cm), registrados el 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005, respectivamente.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 13 grupos, siendo los principales el V, VI y VII que participan con un 20,38; 20,82 y 18,75%, respectivamente. Este año no se mantienen los mismos grupos principales de edad



del 2004-2006, observando el desplazamiento hacia grupos de edad mayores, como se registró en los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004).

Respecto a la composición del plancton, de día como de noche se mantiene los grupos numéricamente más importantes, siendo copépodos los más dominantes con 76,72 y 79,28%, seguido por quetognatos, apendicularias, ostrácodos, larvas de eufáusidos, eufáusidos, radiolarios y foraminíferos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,9 a 5,4%. El resto de los grupos sólo representan el 2,9% para el día y 2,5% para la noche.

Diferencias estadísticas significativas en la abundancia relativa media se registraron en los lances diurnos y nocturnos para copépodos, quetognatos, radiolarios, larvas de eufáusidos, eufáusidos, poliquetos y cladóceros, prevaleciendo las mayores concentraciones en los períodos nocturnos, mientras que para los 15 grupos identificados restantes no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos. Sin embargo, estos resultados no son categóricos por cuanto es necesario efectuar un estudio específico para establecer diferencias a través de replicas de muestreo.

El análisis de los diagramas TS reveló, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subantártica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIA).

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2007) para el área de estudio, evidenció la presencia de aguas más frías que las informadas en período invernal del 2006, registrando al igual que en años anteriores una intrusión de aguas cálidas en el sector norte del área de estudio. El análisis histórico de las anomalías positivas de la temperatura superficial (máx: +2,5°C), revela la fase activa del evento El Niño 97-98,



mientras las anomalías negativas registradas en 1999-2001 (máx:-1,5°C), refleja el decaimiento y el predominio de una condición ambiental fría, principalmente en 1999, registrando este año importantes anomalías negativas en la zona de estudio.

El jurel se encontró en temperaturas de 10 a 15°C y salinidades que van de 33,5 a 34,1 psu, con un rango preferencial de 11 a 13°C y 33,9 a 34,0 psu, lo que se asemeja con lo observado en años anteriores. Isotermas superficiales (13-14,5°C) acotan bastante bien la distribución espacial del recurso. Respecto al oxígeno, el jurel se agrupó en intervalo de 5 a 6 ml/L, al igual que lo registrado en los años 2000 a 2006. En general, el jurel se agrupó de preferencia en sectores de gradientes térmicos moderados y de descenso de temperatura.

Para la zona de estudio, del total de variables analizadas sólo la latitud, el gradiente térmico y salino, temperatura, densidad del mar, oxígeno y clorofila presentan una relación significativa con la densidad del jurel, en tanto la latitud, distancia a la costa, gradiente térmico y salino, temperatura, salinidad, densidad del mar, oxígeno, clorofila, salinidad y eufáusidos lo fueron para la presencia/ausencia del recurso, determinando que existe una relación no lineal entre las variables ambientales y el jurel, destacando la similitud en las relaciones de gradiente térmico y salino para presencia/ausencia y densidad de jurel, al coincidir los rangos en el cual existe una alta probabilidad de encuentro de jurel y además registrar densidades altas.

En general, los resultados alcanzados este año 2007 indican que se mantiene un cambio en la tendencia positiva de las abundancias de jurel registradas desde 1997, al caer de manera importante la biomasa a niveles bajos en la ZEE, así como un cambio en la estructura etaria de la población registrándose la presencia de sólo tres grupos de edad mayores importantes, y una fuerte reducción de ejemplares reclutas.



La ejecución de la evaluación acústica de marzo del 2006 en la misma zona de estudio, determinó que el recurso estuvo plenamente contenido dentro del área de estudio, al no detectar la eco prospección simultánea agregaciones importantes hacia la alta mar, cuantificando un bajo volumen de biomasa en la ZEE ($1,16E+06$ ton.), que no alcanzó las magnitudes registradas en invierno en este sector desde 1999 al 2001 ($3,2 - 5,97E+06$ ton.). Este antecedente sugiere que no ha variado la estacionalidad histórica con la mayor disponibilidad registrada durante el invierno en ZEE, cuando se concentra mayoritariamente en el sector costero con fines de alimentación y después de participar del desove en el sector oceánico. Bajo este contexto, es posible sostener que a partir de 2002, el jurel ingresa con una intensidad menor al sector costero (ZEE), y que los cambios observados en la abundancia dentro y fuera de las 200 mn, evidencian una variación en la distribución espacial durante el período de invierno.

Luego, ante los cambios detectados en la distribución y la variación de la disponibilidad de esta especie durante invierno, hacen recomendable ampliar la cobertura temporal de las evaluaciones acústicas, manteniendo cruceros en otoño. Estas evaluaciones acústicas permitirán conocer estimados de biomasa en diferentes períodos, fortaleciendo este índice de calibración en las evaluaciones indirecta del stock.

Se agradece a la Empresa Pesquera El Golfo S.A y Southpacific Korp S.A por participar con el PAM “Leopardo” y “Líder”, así como por la actitud positiva de su personal de tierra y a bordo, que permitieron el desarrollo exitoso del presente estudio.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	2
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	7
4.1 Aspectos generales del crucero	7
4.2 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio (objetivo 1)	10
4.2.1 Diseño de muestreo	10
4.2.2 Calibración electroacústica	11
4.2.3 Información acústica	12
4.2.4 Análisis de la información acústica	14
4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio (objetivo 2) --	16
4.3.1 Cálculo de la constante de ecointegración (C_b)	16
4.3.2 Cálculo de la biomasa y su varianza	17
4.3.3 Clave Edad – talla	28
4.3.4 Medida de precisión del estimado	30



4.4	Distribución del zooplancton en el área de estudio (objetivo 3) -----	31
4.4.1	Colecta de información-----	31
4.4.2	Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas-----	33
4.4.3	Biomasa zooplanctónica total -----	39
4.5	Fauna acompañante (objetivo 4) -----	40
4.5.1	Pesca de identificación -----	40
4.5.2	Reconocimiento y proporción fauna acompañante -----	40
4.6	Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5) -----	41
4.6.1	Diseño general del muestreo. -----	41
4.6.2	Análisis de las muestras y de la información-----	44
4.6.3	Información meteorológica-----	45
4.6.4	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio -----	45
5.	RESULTADOS-----	52
5.1.	Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio (objetivo 1) -----	52
5.1.1	Calibración electroacústica-----	52
5.1.2	Descripción de estructuras espaciales en la información acústica -	54
5.1.3	Distribución geográfica del recurso -----	56
5.1.4	Distribución batimétrica del recurso-----	58
5.2	Biomasa total del recurso jurel (objetivo 2) -----	60
5.2.1	Constante de eointegración ($t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$)-----	60
5.2.2	Biomasa total del jurel -----	60



5.3	Distribuci3n y composici3n del plancton (objetivo 3)-----	78
5.3.1	Composici3n y abundancia del zooplancton-----	78
5.3.2	Distribuci3n del zooplancton -----	87
5.3.3	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----	90
5.3.4	Biomasa zooplanct3nica -----	94
5.4	Fauna acompa1ante y proporciones en pescas de identificaci3n (objetivo 4)-----	95
5.4.1	Pesca Comparativa -----	95
5.4.2	Resultados de los lances de pesca -----	95
5.4.3	Proporci3n y composici3n fauna acompa1ante -----	99
5.5	Condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio (objetivo 5) -----	100
5.5.1	Batimetr1a de la zona de estudio-----	100
5.5.2	Condiciones meteorol3gicas-----	100
5.5.3	Muestreo regular-----	103
5.5.4	Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanogr1ficas -----	125
5.5.5	An1lisis integrado -----	127
6.	DISCUSI3N -----	140
7.	CONCLUSIONES -----	153
7.1	Ac1stica -----	153
7.2	Pesca -----	155
7.3	Oceanograf1a -----	156
7.4	Plancton-----	158
7.5	Asociaciones-----	159
8.	REFERENCIAS BIBLIOGR1FICAS -----	160



FIGURAS ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceanográficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignaci3n de personal profesional y t3cnico en horas/hombre por actividad.
- ANEXO III.** Talleres difusi3n y discusi3n.
- ANEXO IV.** CD contiene: Descriptores y Base de datos Proyecto FIP N° 2007-07.
- ANEXO V.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-07.



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de transectas en la zona de estudio: a) Propuesta técnica y b) Crucero de evaluación.
- Figura 2.** Distribución espacial de ecotrazos detectados con ecosonda, mayo 2007.
- Figura 3.** Operación de la flota industrial en la zona centro sur: a) marzo-abril, b) mayo-junio y c) julio-septiembre 2007.
- Figura 4.** Zonas explorada para pesca comparativa, junio 2007.
- Figura 5.** Embarcaciones y equipos acústicos utilizados en la evaluación, 2007.
- Figura 6.** Distribución espacial de la densidad acústica de jurel en la zona de estudio, 2007.
- Figura 7.** Distribución lances de pesca con y sin pesca. B/C Abate Molina (Lances 1-13) y PAM Líder (Lances 14-20), junio 2007.
- Figura 8.** Correlogramas por sectores y distancia a la costa.
- Figura 9.** Variogramas para la zona de estudio. a) 5–200 mn y b) 200-400 mn.
- Figura 10.** Distribución batimétrica de jurel por categorías y zonas: a) 5-200, b) 200–400 y c) 5-400 mn.
- Figura 11.** Distribución de tallas de jurel entre las 5-400mn años: a) 2003, b) 2004 c) 2005 d) 2006 y e) 2007.
- Figura 12.** Relación longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) hembras, b) machos y c) total.
- Figura 13.** Abundancia en número por grupo de edad de jurel en los cruceros del 2002 al 2007.



- Figura 14.** Distribución temporal de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos identificados durante otoño de los años 1997 – 2007 (zona 10-200 mn). Barras blancas: períodos diurnos; barras negras: períodos nocturnos.
- Figura 15.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Copépodos, 2007.
- Figura 16.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Quetognatos, 2007.
- Figura 17.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Ostrácodos, 2007.
- Figura 18.** Distribución geográfica diurna y nocturna de Eufáusidos, 2007.
- Figura 19.** Distribución geográfica diurna y nocturna de larvas de Eufáusidos, 2007.
- Figura 20.** Distribución latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplanctónicos capturados durante los períodos diurnos (Línea roja) y nocturnos (línea negra).
- Figura 21.** Distribución espacial de eufáusidos en el área de ubicación del jurel, 2007.
- Figura 22.** Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño 2007.
- Figura 23.** Distribución espacial de la biomasa zooplanctónica crucero, 2007.
- Figura 24.** Batimetría general del área de estudio.
- Figura 25.** Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el área de estudio. Promedios diarios de presión atmosférica (mbar), temperatura atmosférica (°C) y rapidez del viento (nudos), donde: a) zona norte (PAM Leopardo), b) zona centro (B/C Abate Molina) y c) zona sur (PAM Líder).
- Figura 26.** Variabilidad de la dirección del viento durante el período de estudio: a) zona norte (PAM Leopardo), b) zona centro-sur (B/I Abate Molina), c) zona sur (PAM Líder) y d) área total.



- Figura 27.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 5 metros de profundidad.
- Figura 28.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 25 metros de profundidad.
- Figura 29.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 50 metros de profundidad.
- Figura 30.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 100 metros de profundidad.
- Figura 31.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 200 metros de profundidad.
- Figura 32.** Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 400 metros de profundidad.
- Figura 33.** Distribución horizontal de clorofila-a (mg m^{-3}) en el estrato de 5 m de profundidad.
- Figura 34.** Distribución espacial de la anomalía de la salinidad superficial del mar (psu) para período 2000 – 2007.
- Figura 35.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 2.
- Figura 36.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 3.
- Figura 37.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 4.
- Figura 38.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 7.
- Figura 39.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 8.



- Figura 40.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 9.
- Figura 41.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 10.
- Figura 42.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 11.
- Figura 43.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 12.
- Figura 44.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 13.
- Figura 45.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 14.
- Figura 46.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 15.
- Figura 47.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 16.
- Figura 48.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 17.
- Figura 49.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 18.
- Figura 50.** Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}). Transecta 19.
- Figura 51.** Secciones verticales de clorofila-a (mg m^{-3}). Transectas 2 a la 19.
- Figura 52.** Transecta longitudinal costera (10 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).



- Figura 53.** Transecta longitudinal intermedia (100 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l-1).
- Figura 54.** Transecta longitudinal oceánica (200 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l-1).
- Figura 55.** Transectas longitudinales de clorofila-a (mg m-3). Secciones dispuestas a 10, 100 y 200 mn desde la costa.
- Figura 56.** Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{S}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{S}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{S}$).
- Figura 57.** Perfiles individuales de salinidad (psu) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{LS}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{LS}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{LS}$).
- Figura 58.** Perfiles individuales de densidad (σ_t) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{LS}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{LS}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{LS}$).
- Figura 59.** Perfiles individuales de la concentración de oxígeno disuelto (ml l-1) y clorofila-a (mg m-3) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{LS}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{LS}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{LS}$).
- Figura 60.** Distribución espacial de (a) profundidad capa de mezcla (m), (b) profundidad base de la termoclina (m) y (c) espesor de la termoclina (m) en la región de estudio
- Figura 61.** Diagramas TS para los sectores: (A) norte, (B) centro y, (C) sur-oceánico
- Figura 62.** Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn^2), por estrato de profundidad: a) capa 0-50 m, b) capa 51-100 m, c) capa 101-150 m y d) capa 151-200m.
- Figura 63.** Distribución espacial de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.



- Figura 64.** Distribución espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.
- Figura 65.** Distribución espacial del oxígeno disuelto (ml/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.
- Figura 66.** Distribución espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.
- Figura 67.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.
- Figura 68.** Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2007, estrato superficial.
- Figura 69.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 50 m. de profundidad.
- Figura 70.** Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2007, estrato 50 m. de profundidad.
- Figura 71.** Distribución espacial de: a) clorofila a, b) capa de dispersión profunda y c) eufáusidos.
- Figura 72.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-100 mn, b) 101-200 mn y c) 201-400 mn.
- Figura 73.** Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa de 50 metros: a) Costa-100 mn, b) 101-200 mn y c) 201-400 mn.
- Figura 74.** Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1991 a 1994.
- Figura 75.** Distribución espacial de la anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para el estrato de 05 m durante el período 1997 a 2006.



- Figura 76.** Serie de tiempo (enero 1985- junio 2007) de las anomalías de TSM para el área de estudio (33° -43° LS; 71°30 - 83° W) (Fuente: IGOSS).
- Figura 77.** Distribución espacial de la abundancia de jurel y temperatura superficial. Años 1997 -2007.
- Figura 78.** Centros de gravedad distribuciones espaciales de jurel entre 1997 y 2007.
- Figura 79.** Densidad acústica media (t/mn^2) ponderada por año y distancia a la costa.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2.** División operacional del área de estudio.
- Tabla 3.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 4.** Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.
- Tabla 5.** Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 KHz.
- Tabla 6.** Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38KHz.
- Tabla 7.** Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos.
- Tabla 8.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 9.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 201-400 mn.
- Tabla 10.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 11.** Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para B/C “Abate Molina” y PAM “Líder”.
- Tabla 12.** Parámetros y estadística básica de la relación $w = a * L^b$ para zona de estudio.
- Tabla 13.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.
- Tabla 14.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 201-400 mn.



- Tabla 15.** Composición en número por grupo de edad en la biomasa estimada para el área total.
- Tabla 16.** Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 17.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 18.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 201-400 mn.
- Tabla 19.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.
- Tabla 20.** Grupos zooplanctónicos presentes en las pescas diurna y nocturna.
- Tabla 21.** Número total de individuos capturados por zona en horario diurno y nocturno.
- Tabla 22.** Abundancia relativa media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5 - 200 y 230 -400 mn (1997 – 2005).
- Tabla 23.** Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (10 -200 mn).
- Tabla 24.** Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por período del día.
- Tabla 25.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplactónico, según zona latitudinal - longitudinal y período del día.
- Tabla 26.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona (latitudinal – longitudinal) y período del día.
- Tabla 27.** Estadístico de Wald y valor p, para la hipótesis de igualdad de composición por taxa, según período del día y zona longitudinal.
- Tabla 28.** Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina” y el PAM “Líder”.



- Tabla 29.** Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina” y el PAM “Líder”.
- Tabla 30.** Índices de ocupación de las cartografías de distribución de jurel en las capas 5, 50, 100m.
- Tabla 31.** Coeficientes Cramer’s de las cartografías de distribución de jurel, respecto a variables ambientales en los estratos de 5, 50 y 100 m.
- Tabla 32.** Selección de predictores de acuerdo a criterio de pseudo R^2 y Test F para la presencia/ausencia.
- Tabla 33.** Selección de predictores de acuerdo a criterio de pseudo R^2 y Test F para la densidad de jurel.
- Tabla 34.** Modelo GAM ajustado a variables ambientales y la variable explicada presencia/ausencia.
- Tabla 35.** Modelo GAM ajustado a variables ambientales y la variable explicada densidad.



ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO I.** Posición y fecha de transectas acústicas y estaciones bioceanográficas.
- ANEXO II.** Plan detallado de asignación de personal profesional y técnico en horas/hombres por actividad.
- ANEXO III.** Talleres difusión y discusión.
- ANEXO IV.** CD contiene: Descriptores y Base de datos Proyecto FIP N° 2007-07.
- ANEXO V.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-07.



1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las regiones V a X, mediante el método hidroacústico.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.1** Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.2** Determinar la abundancia (en número) y biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.3** Determinar la distribución del zooplancton en el área y período de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.
- 2.4** Determinar la fauna acompañante y su importancia relativa en los lances de pesca de identificación.
- 2.5** Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.



3. ANTECEDENTES

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, encontrándose desde las islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°LS) (Chirichigno, 1974; Serra 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987, Kawahara *et al.*, 1988, Jones, 1990) y Australia (Keith Sainsbully, com. Pers.).

El jurel es un recurso típicamente pelágico, habitando regiones oceánicas y costeras. Actualmente sostiene la más importante actividad pesquera del país, habiendo sido además, especie objetivo de la pesca internacional de altura entre los años 1978 y 1991, por embarcaciones de la ex URSS que operaron frente a las costas de Chile y Perú. En 1998, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la VIII Región alcanzaron las 1.503.573 toneladas, lo que representó el 93,2% del total nacional para jurel (SERNAPESCA 1999), mientras que hasta junio del 2005 era de un 53 %, lo cual fue mayor al 51% registrado en el 2004 (IFOP). Producto de una menor disponibilidad del jurel en el sector costero para la zona centro-sur durante el 2005, se produjo un incremento de la duración del viaje y de la utilización de bodega, donde altos volúmenes de captura fueron obtenidos anticipadamente por la flota sobre las 200 mn de la costa a partir de junio (Aranis *et al.*, 2005).

A principios de la década de los años 70 la biomasa total estimada pasa de 2,5 millones de toneladas hasta alcanzar su máximo entre 1985-1987 con 21 millones de toneladas anual. La biomasa del stock adulto y del stock explotable creció más lentamente, alcanzando su nivel máximo en 1989-90. El crecimiento en este periodo se explica por la tendencia creciente del reclutamiento hasta 1985 y el aporte en peso de los ejemplares debido al crecimiento. Desde 1991, la biomasa decrece



hasta alcanzar en el año 2001 aproximadamente 8,4 millones de toneladas (Serra *et al.*, 2001).

Desde 1990 la pesquería pelágica de la Zona Centro–Sur pasó a ocupar el primer lugar nacional. Dicha situación se asocia principalmente con la mayor abundancia y disponibilidad de jurel, además con un importante crecimiento del esfuerzo de pesca de la flota de cerco industrial, la que ha presentado una notable transformación tecnológica en los últimos años.

Hasta 1994, la pesquería pelágica de la zona centro-sur experimentó un notable crecimiento, esta tendencia cambió en los últimos años, lo cual ha significado ajustes importantes en la actividad pesquera. A partir del año 1997, se inició un período con alta presencia de jurel bajo la talla mínima legal en el área de la pesquería y mínima presencia de adultos, período asociado a la presencia del fenómeno de El Niño 97-98. Este hecho se tradujo en fuertes regulaciones en la pesquería a partir de 1998, implementadas mediante vedas biológicas y un monitoreo a la pesquería de jurel. Durante algunas de las vedas se efectuaron Pescas de Investigación con el objetivo de determinar la estructura de talla del jurel.

Desde fines de enero del año 2000, la pesquería de jurel fue sometida a vedas de reclutamiento entre la III y X Región, efectuándose durante algunas de estas vedas, Pescas de Investigación mediante Resolución de SUBPESCA con el objetivo de determinar la distribución y estructura de tallas de jurel en la Zona Centro – Sur. Estas investigaciones fueron realizadas principalmente por embarcaciones industriales con base en los puertos de la VIII Región, utilizando dos procedimientos: el primero asignando una cuota por armador y el segundo es individualizando cada embarcación con su respectiva cuota máxima de jurel a extraer (Aranis, *et al.*, 2001a). Esta situación incide directamente en el análisis de los indicadores



operacionales (captura, esfuerzo y rendimiento de pesca) dado que se presentan dos situaciones: una flota que sigue operando debido a que su captura de jurel se destina a la elaboración de productos de consumo humano directo y la otra, que está afecta a una cuota en el período señalado o no operó en todo el período de veda (Aranis, *et al.*, 2001a).

Durante el año 2000 se produjo un control indirecto del esfuerzo de captura sobre el jurel, a través de pesca de investigación y vedas. En el año 2001, por segundo año, se fijó una cuota global de captura, asignando un monto por unidad de pesquería (industrial y artesanal), por flota, para investigación y como fauna acompañante.

En enero del año 2001 se publicó la Ley 19.713 que establece el Límite Máximo de Captura (LMC) por armador de las principales pesquerías nacionales y la regularización del registro artesanal. La aplicación de LMC implicó un nuevo enfoque de administración de pesquerías, los armadores deben orientar el esquema de operación utilizado, lo que conlleva un importante cambio en la dinámica operacional de la flota.

Importante destacar que a partir del año 2001a la fecha, se ha registrado una importante disminución en los estimados acústicos de abundancia del recurso jurel dentro de la ZEE, y que, por el contrario, los estimados obtenidos fuera de esta zona de exclusividad se han visto incrementados, sugiriendo el repliegue de la distribución espacial de jurel hacia el sector oceánico en la zona de estudio.

Los cambios señalados inciden en los indicadores empleados para caracterizar el desempeño pesquero de la flota, los biológicos del recurso y de su comportamiento (Aranis, *et al.*, 2001b). Asimismo, el empleo de éstos, en los modelos de evaluación indirecta del stock del recurso jurel, hace que tomen especial relevancia la evaluación directa de los recursos pesqueros.



Entre 1998 y 2001, la composición de tamaños de jurel extraído por la flota industrial en la zona centro – sur, se distribuyó en un rango de tallas entre 13 y 64 cm de longitud horquilla (LH). La estructura de tallas en 1998 y 1999 tiende a ser unimodal, centrada en los 24 cm y con altos porcentajes de ejemplares bajo la talla mínima legal, 44 y 60% respectivamente. En el año 2000 la estructura de tallas era unimodal centrada en ejemplares de 26 - 27 cm, con un porcentaje de ejemplares bajo la talla mínima legal de un 16%. Para el 2001 y 2002, así como el primer semestre del año 2003 se mantiene la moda en 27 cm, la estructura de edad de las capturas estuvo conformada por los grupos de edad IV, V y VI, sin embargo, se observa un mayor número de ejemplares de edades menores durante este año (< 26 cm LH), así como una mayor similitud en la participación de los grupos de edad más importantes (Aranis, *et al.*, 2003), para posteriormente, en los últimos años observar el desplazamiento de la estructura de tallas, con una moda centrada en 31 cm y la ausencia total de ejemplares de jurel bajo los 26 cm, desapareciendo en esta estructura el grupo de edad IV.

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, así como los cambios en la estructura y distribución del stock de jurel detectado durante 1997 y 2006 (Informes de Proyectos FIP N° 97-05B y BIP N° 30043859-0), es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, abundancia del recurso jurel y su asociación con el ambiente, con el objeto de mejorar la asesoría para el manejo pesquero. Estos aspectos son especialmente relevantes para la comprensión de los cambios, tanto en abundancia como en disponibilidad del recurso, existiendo preguntas importantes que requieren ser contestadas, tales como las relativas a identificar los factores que determinarían la distribución de las mayores concentraciones de jurel en ciertas zonas y no en otras.



En este sentido el Consejo de Investigaci3n Pesquera ha adjudicado al IFOP la ejecuci3n del presente estudio para determinar la biomasa de jurel, su distribuci3n y factores ambientales asociados. Luego, el presente informe entrega los resultados correspondientes a la cuantificaci3n de la biomasa de jurel en el 1rea de estudio y su varianza, adem1s de informaci3n sobre las condiciones ambientales y la posible relaci3n de 1sta con la distribuci3n del recurso.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Aspectos generales del crucero

El área de estudio planteada inicialmente en los términos Técnicos de Referencia fue ajustada (**Figura 1a y b**), al planificar el Crucero de acuerdo a antecedentes obtenidos en una Pesca de Investigación realizada entre el 5 y 14 de mayo del 2007, desde el sur de de Punta Nugurne ($36^{\circ} 00'LS$) al norte de bahía San Pedro ($40^{\circ} 55'LS$) y entre la costa y las 500 millas náuticas, que reveló la presencia de jurel en el entorno y sobre la ZEE (**Figura 2**), conjuntamente con antecedentes de áreas de operación de la flota de cerco de la VIII Región, previo al crucero (**Figura 3 ay b**).

La prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C “Abate Molina” operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y los PAM “Leopardo” y “Líder”, de propiedad de Pesquera El Golfo S.A. y Pesquera Southpacific Korp S.A, durante el período que va desde el 04 de junio al 06 de julio del año 2007, en la zona comprendida entre las cinco y cuatrocientas millas de la costa, desde el sur de Valparaíso ($33^{\circ}03'LS$) a punta Tumbes ($36^{\circ}37'LS$), entre 5 y 200 mn; hasta 300 mn entre puerto Coronel ($37^{\circ}03'LS$) y norte de isla Mocha ($38^{\circ}23'LS$), de puerto Saavedra a Corral ($39^{\circ}52'LS$) desde 5 a 400 mn y entre 200 a 400 mn desde Corral a Isla Chiloe ($42^{\circ}30'LS$) (**Figura 1b**). El sector norte fue cubierto por el PAM “Leopardo” (transecta 1 a 6 en las primeras 200 mn), el centro lo cubrió el B/C “Abate Molina” (transecta 6 entre 200 a 300 mn, transecta 7 hasta 300 mn, transectas 8 y 9 en las primeras 320 mn, y transectas 10 a 13 hasta 400 mn) y el sector sur oceánico el PAM “Líder” (transectas 14 a 19, que cubrieron las 200 a 400 mn, alcanzando la transecta 16 las 430 mn) (**Figura 1b**).



No se realizó pesca comparativa entre el B/C “Abate Molina” y el PAM “Líder”, en atención a que esta embarcación ya ha participado en este estudio, conociéndose su poder de pesca y selectividad en las tallas capturadas, respecto al barco patrón B/C “Abate Molina”, sin registrar esta nave modificaciones que sugieran un cambio en su capacidad de muestreo (potencia de motor, sistema de pesca y redes). Para el PAM “Leopardo”, que participó por primera vez en este estudio, se destinaron tres días para la ejecución de pesca comparativa (06-08/06/07), bajo un protocolo de operación estándar, esto es condiciones de arrastre similares, a fin de permitir agrupar la información obtenida por estas embarcaciones al no existir diferencia entre ellas como herramienta o unidad de muestreo (estructura de tallas). Las zonas de concentración de jurel informadas por los jefes de flota de pesquera SPK, San José y El Golfo, para este estudio, no fueron detectadas, a pesar de la extensa búsqueda realizada por ambas embarcaciones (**Figura 4**), lo que junto a la ausencia de recursos pesqueros en la zona prospectada por el PAM “Leopardo”, no constituyó una limitación o sesgo en el presente estudio.

Previo al crucero, en las embarcaciones se efectuó la calibración del sistema SIMRAD EK-500 y EK-60 (**Figura 5**), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991). Calibración que consiste en un proceso iterativo que mide la señal de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz acústico.

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 20 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos. Para tal efecto, en las embarcaciones se utilizaron redes de arrastre a mediagua con un forro interior de 3,9 a 4,5 cm, con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores. La cantidad de 35 lances de pesca propuesta inicialmente no



fue superada, dado que, al igual que años anteriores se detectó ausencia de jurel en un amplio sector, que va desde los 33° 20 a 40°LS. (**Figuras 6 y 7**), sin embargo, el incremento del número de lances en zonas con presencia de jurel permitió reducir esta diferencia.

En general durante la prospección las capturas de jurel fueron reducidas, registrándose valores altos solo en algunos lances de pesca. Dado esta situación se compararon las estructuras de tamaño de la flota y del estudio, con lo cual se concluyó que no hay diferencia estadística significativa en las estructuras de tallas. El otro factor que permite asegurar la representatividad de las estructuras de tallas corresponde al ponderador combinado entre la captura y las densidades acústicas (Sa).

El B/C “Abate Molina” de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, así como los PAM “Leopardo” y “Líder” con eslora 36,0 y 55,2 m y potencia de 1300 y 4300 KW, respectivamente se habilitaron con equipos científicos para dejar en igualdad ambas plataformas de trabajo. Es así que, en los PAM “Leopardo” y “Líder” se embarcaron redes de plancton de 300 micras con sus respectivos flujómetros, cable oceanográfico, botellas Niskin y CTD Seaberd con perfiladores de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia.

La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn en las transectas ubicadas en el sector de las primeras 200 mn, mientras que en las transectas realizadas por sobre las 200 mn se localizaron a 230, 260, 300, 330, 360, y 400 millas de la costa.



Las condiciones de mal tiempo imperante durante el transcurso del crucero de prospección principalmente en el sector sur, no permitieron la ejecución de algunas estaciones de plancton y oceanografía, efectuando sobre un total de 183 estaciones programadas el 74,31% (136) y 89,07% (163), respectivamente.

4.2 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio (objetivo 1).

4.2.1 Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado en la evaluación de jurel a través de método hidroacústico, correspondió a un diseño de muestreo sistemático, con transectas equidistantes y perpendiculares al sentido de la costa (**Figura 1**). Este diseño que fue propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996.

El diseño corresponde a un muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegación denominado transecta. En ésta se registra la información acústica mediante el sistema compuesto por un ecosonda y eointegrador.

Este tipo de muestreo, que supone aleatoriedad en la distribución del recurso con respecto a la posición de las transectas, permite por una parte, disminuir la varianza del estimador cuando los datos presentan una gradiente de densidad en el sentido de las transectas, y por otra obtener información adecuada sobre la distribución de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).



La separaci3n de las transectas se estim3 tomando en consideraci3n, cubrir el 3rea de distribuci3n del recurso, precisi3n estimada en funci3n al 3ndice de cobertura modificado, coeficiente de variaci3n y presupuesto disponible.

La distancia entre transectas fue de 25 mn, dentro y fuera de las 200 mn de la costa, esta densidad de muestreo consider3 obtener un coeficiente de variaci3n esperado del 29,7 en la evaluaci3n ac3stica, para lo cual se requer3a efectuar 16 transectas en la zona de estudio. En estas transectas, se recolect3 informaci3n ac3stica desde la superficie a los 500 m de profundidad.

La estrategia de prospecci3n fue de tipo adaptativa, en el espacio y tiempo (Barbieri *et al.*, 1996). Esto es, por una parte el 3rea de estudio se ajust3 latitudinalmente al sector donde operaba la flota previo al crucero, y en segundo lugar el per3odo de prospecci3n correspondi3 a los meses cuando se registran los m3ximos valores de captura por unidad de esfuerzo (cpue) en la flota cerquera de la zona centro-sur.

4.2.2 Calibraci3n electroac3stica

La calibraci3n del sistema de eointegraci3n SIMRAD EK-500 y EK-60, se realiz3 mediante el procedimiento establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991), consistente en un proceso iterativo donde se mide las se3ales de intensidad de blanco (TS) y eointegraci3n (Sa) provenientes de un blanco est3ndar (esfera de cobre de 60 mm de di3metro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz ac3stico. El proceso de medici3n de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de eointegraci3n se realiza mediante las siguientes expresiones:

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



donde, G_1 es la nueva ganancia del transductor (dB), G_0 es la ganancia antigua del transductor (dB), TS_m intensidad de blanco medida (dB), y TS_t intensidad de blanco teórico (dB).

El ajuste de ganancias de ecointegración (S_a), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \cdot \log \frac{S_{a_m}}{S_{a_t}}}{2}$$

siendo:

$$S_{a(t)} = \frac{4\pi \cdot r_0 \cdot \Phi_{bs} \cdot 1852^2}{\psi \cdot r^2}$$

donde;

- Φ_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB),
- r = profundidad de la esfera (m),
- r_0 = profundidad de la esfera (m),
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico,
- S_{a_t} = S_a teórico del blanco estándar,
- S_{a_m} = S_a medido del blanco estándar.

4.2.3 Información acústica

La identificación de especies en los ecorregistros acústicos de jurel se realizó mediante dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecorregistros, éste consideró el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión (S_v), aplicado de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología



desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983). El segundo corresponde a la interpretaci3n de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediagua. Esta informaci3n es complementada adem1s con las capturas de la flota de la VIII Regi3n, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.

La informaci3n acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (S_a), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integraci3n del intervalo b1sico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la informaci3n acústica. La distribuci3n espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentraci3n de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3 mediante el uso del programa SURFER (versi3n 8.0), aplicando la escala de categorías descritas en la **Tabla 1**.

Tabla 1
Agregaci3n de jurel por categorías de densidad.

Categorías	Intervalos (t/mn^2)	Calificaci3n de densidad
I	1-75	Muy baja
II	76-150	Baja
III	151-300	Regular
IV	301-mayor	Muy densa



4.2.4 Análisis de la información acústica

A fin de determinar y describir las estructuras espaciales existentes en la información acústica, se calculó el índice de dispersión y se aplicaron técnicas de análisis espacial.

a) Índice de presencia (IC) y de abundancia relativa (ID).

El índice de presencia (IC) muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, brindando el grado de concentración presente en el recurso, calculándose como:

$$IC(\%) = \frac{IBM^{(+)}}{IBM^{(t)}}$$

donde,

- IBM⁽⁺⁾ = observaciones acústica con presencia de jurel
- IBM^(t) = observaciones totales.

La abundancia relativa (ID) es determinada por el índice de densidad, e indica la concentración de jurel en las IBM's con presencia de jurel. Su estimación es:

$$ID(t / mn^2) = \frac{\sum_{n=1}^i Sa * C}{IBM^{(+)}}$$

donde,

- Sa = es la densidad promedio por IBM,
- C = constante de transformación (t/mn²/Sa)



b) Descripci3n de estructuras espaciales

Las caracteristicas de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcci3n de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos ac3sticos (Barbieri, 1981; Barbieri y C3rdova, 1986, C3rdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresi3n:

$$R_0 = \frac{n_i * \sum_{i=1}^{n-k} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)(Y_{j_{i+1}} - \bar{Y}_i)}{(n_i - k) \sum_{i=1}^{n_i} (Y_{ji} - \bar{Y}_i)^2}$$

donde,

- k = orden de autocorrelaci3n
- Y_{ij} = densidad j-3sima de la transecta i-3sima
- Y_i = densidad media de la transecta i-3sima
- n_i = n3mero de IBM en la transecta i-3sima
- n = n3mero total de observaciones

c) Estructura espacial de la distribuci3n

La estructura espacial de la distribuci3n del jurel se analiz3 a trav3s del estudio de los semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirar (1992) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pel3gicos zona norte (Castillo *et al.*, 1995), y merluzas por Lillo *et al.*, 1995.

El variograma est3 dado por:

$$y(h) = \frac{E(z(x+h) - z(x))^2}{2}$$



donde,

- z = densidad de peces en unidad de Sa,
- x = vector de posición de la medición de la IBM
- y (h) = vector de magnitud h o distancia entre la posición de z (h) a z (h+1)

4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio (objetivo 2).

4.3.1 Cálculo de la constante de ecointegración (C_b)

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

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

donde:

- \hat{C}_b = constante de ecointegración ($t * mn^{-2} * Sa^{-1}$)
- \bar{w} = peso promedio del jurel (kg)
- \overline{TS} = fuerza de blanco promedio del jurel (db)
- Sa = Unidades de ecointegración

La fuerza de blanco promedio (TS), fue calculada a partir del modelo de regresión $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$, determinado por Córdova *et al.*, 1998. Modelo que considera la proporcionalidad entre el cuadrado de la longitud y la fuerza de blanco (Foote, 1986).



4.3.2 C3lculo de la biomasa y su varianza

a) Biomasa en peso total

La biomasa (\hat{B}), se estim3 que segun:

$$\hat{B} = \hat{A} * \hat{R} * \hat{C}_b$$

donde:

\hat{A} = 3rea de distribuci3n del recurso en millas n3uticas cuadradas

\hat{R} = estimador de raz3n de la densidad media

\hat{C}_b = coeficiente de ecointegraci3n ($t^*mn^{-2}*Sa^{-1}$)

La raz3n (\hat{R}), equivale a las lecturas ac3sticas promedios del ecointegrador por intervalo b3sico de muestreo, estimado como:

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

donde:

n = n3mero de transectas en la muestra

x_i = densidad de la transecta i-3sima

y_i = n3mero de I.B.M en la transecta i-3sima

Otro estimador de biomasa utilizado correspondi3 al propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometr3a del 3rea de distribuci3n del recurso, estimando su densidad (\hat{Z}_v) s3lo en dicha 3rea (V) mediante la expresi3n:



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

donde Z_v es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual área de influencia, el estimador de \hat{Z}_v se estima como la media aritmética de los datos de Sa por intervalo básico de muestreo.

b) Estimadores de la Varianza total

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

$$\hat{V}(\hat{B}) = \hat{A}^2 * \hat{V}_i(C_b * \hat{R})$$

al expandir,

$$\hat{V}_{(\hat{B})} = \hat{A}^2 * (C_b^2 * \hat{V}_{(\hat{R})} + R^2 * \hat{V}_{(C_b)} - \hat{V}_{(C_b)} * \hat{V}_{(\hat{R})})$$

donde: \hat{V}_{C_b} , es la varianza de la constante de ecointegración (Miranda, 1999)

$$\hat{V}_{C_b} = \left[\frac{2,302585 * \bar{w}_k}{4 * \pi * 10^{\left(\frac{TS}{10} + 3\right)}} \right]^2 * \left[\frac{\hat{V}_{(\bar{w}_k)}}{\bar{w}_k^2} + \frac{\hat{V}\left(\frac{TS}{10}\right)}{10^2} \right]$$

y, $\hat{V}_{(\bar{w}_k)}$ es la varianza del peso

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



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

y, $\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)}$ es la varianza de la fuerza de blanco

$$\hat{V}_{\left(\frac{TS}{10}\right)} = \frac{(\log(L_k))^2 * \hat{V}_{(m)} + \hat{V}_{(b)} + 2(\log(L) * Cov_{(m,b)})}{10^2}$$

donde, $\hat{V}_{(b)}$ es la varianza del intercepto de la regresión TS-longitud

$$\hat{V}_{(b)} = \sigma^2 * \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n * \sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

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

$$\hat{V}_{(m)} = \sigma^2 * \frac{1}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

$Cov_{(b,m)}$, es la covarianza

$$Cov_{(b,m)} = -\sigma^2 * \frac{\bar{L}}{\sum_{i=1}^n [L_i - \bar{L}]^2}$$

σ^2 , es la varianza general de los residuos

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



donde,

\bar{L} = longitud promedio o mediana

L_i = longitud observada

\widehat{TS}_i = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud

TS_i = fuerza de blanco observada

n = n3mero de datos observados

Los estimadores de la varianza de la raz3n $\hat{V}_i(\hat{R})$ utilizados fueron:

– **Conglomerado de tama3os desiguales (Hansen *et al.*, 1954)**

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n\bar{y}^2} (S_x^2 + \hat{R}^2 S_y^2 - 2 \hat{R} S_{xy})$$

donde N y n representan el n3mero total de transectas en el 3rea y en la muestra respectivamente y:

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

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

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

donde el intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa \hat{B} est3 dado por la expresi3n:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} * \hat{A} * \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$



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

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

donde:

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

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

El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa, se estima por la expresión:

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} * \hat{A} * \sqrt{\hat{V}_i(\hat{R})}$$

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

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

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

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

El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para el estimador de la biomasa, está dado por el percentil corregido (BC):



$$\hat{F}^{-1}\{\phi(2Z_o - Z_\alpha)\}$$

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

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob}(\hat{R}_x \leq \hat{R}) \text{ y } Z_o = \phi^{-1}(\hat{F}(\hat{R}))$$

– **Geoestadístico (Petitgas 1991)**

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondió al método intrínseco propuesto por Petitgas (1991), quien aplica principios de geoestadística a 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 ($\gamma(h)$), y

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

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

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



siendo V el área de distribución del recurso en el área de estudio, α y β los índices de los intervalos básicos de muestreo y n el número de muestras en V .

La varianza σ_e^2 depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para $\gamma(V, V)$; de la disposición entre los intervalos básicos de muestreo para $\gamma(S, S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\gamma(S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

c) Biomasa a la talla

La información fue obtenida a partir de los lances de pesca, en donde, en cada lance se separó al azar una muestra que en general superó los 50 ejemplares, registrando por ejemplar información de longitud horquilla (cm), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez de las gónadas, de acuerdo al procedimiento de muestreo biológico establecido por IFOP (Aranis y Mendieta, 1986).

– Estimación de estructura de talla

La estimación de la estructura de tallas ponderada P_{hk} es a través del siguiente estimador:

$$\hat{P}_{hk} = \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C_{hi} t_{hi} Sa_{hi}}{C_h t_h Sa_h} \hat{P}_{hik}$$

donde:

- h = zona o estrato de pesca; h =1 primeras 100 millas; h =2 siguientes 100 -200 millas
- i = indica el lance de pesca
- K = indica la clase de talla
- Sa_{hi} = densidad acústica de la IBM en el entorno del lance



C_{hi} = captura en peso o número obtenidos en el lance de pesca "i"

t_{hi} = tiempo de arrastre del lance "i"

m_{hi} = número de lances efectuados en la zona de pesca "h"

y

$$C_h = \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi}$$

$$t_h = \sum_{i=1}^{m_h} t_{hi}$$

$$Sa_h = \sum_{i=1}^{m_h} Sa_{hi}$$

$$\hat{P}_{hik} = \frac{n_{hik}}{n_{hi}}$$

donde,

n_{hi} = ejemplares de talla "n" en la muestra de longitud

n_{hi} = muestra de longitud en el lance "i" realizado en zona o área de pesca "h"

– Estimación de la relación longitud-peso

La estimación de la relación longitud-peso se obtuvo a través de la relación somatométrica dada por:

$$\bar{W}_h = a l_k^b$$



– **Estimación del peso medio por ejemplar**

Este parámetro fue estimado haciendo uso del siguiente estimador:

$$\bar{w} = \sum_{k=1}^K \bar{w}_h \hat{P}_{hk}$$

donde,

k = indica la clase de talla, k=1,2,3.....,K

– **Estimación de la abundancia en la zona de pesca "h" (X_h)**

La abundancia en la zona de pesca "h" fue estimada mediante expresión:

$$\hat{X}_h = \frac{\hat{B}_h}{\bar{w}_h}$$

donde,

B_h = corresponde a la biomasa estimada para el área de pesca "h" o zona de estudio

– **Estimación de la abundancia por clase de talla X_{hk}**

El parámetro H_{hk} fue estimado mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{X}_{hk} = \hat{X}_h * \hat{P}_{hk}$$



– **Estimación de la biomasa por clase de talla B_{hk}**

La biomasa por clase de talla B_{hk} fue estimada por la siguiente expresión:

$$\hat{B}_{hk} = \hat{X}_{hk} * \bar{w}_{hk}$$

Varianza biomasa a la talla

– **Varianza del estimador de P_{hk}**

La varianza del estimador del P_{hk} fue calculada mediante el estimador dado por la siguiente expresión:

$$V_{\hat{P}_{hk}} = \left[\frac{1}{m_h} - \frac{1}{M_h} \right] \frac{1}{m_h - 1} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C t_{hi}^2}{\bar{C} \bar{t}_h^2} (\hat{P}_{hi} - \hat{P}_{hk}) + \frac{1}{m_h M_h} \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C t_{hi}^2}{\bar{C} \bar{t}_h^2} \left[\frac{1}{n_{hi}} - \frac{1}{N_{hi}} \right] S_{hi}^2$$

donde,

M_h = número máximo de lances que se pueden ser realizados

N_{hi} = número máximo de ejemplares que pueden ser medidos

y,

$$C t_{hi} = C_{hi} t_{hi}$$

$$\bar{C} \bar{t}_h = \frac{1}{m_h} \sum_{i=1}^{m_h} C_{hi} t_{hi}$$

$$S_{hi}^2 = \frac{1}{n_{hi} - 1} \hat{P}_{hi} [1 - \hat{P}_{hi}]$$



– **Estimación de varianza del peso medio a la talla**

La estimación de la varianza del estimador del peso medio a la talla se realizó mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$V[\bar{w}_k] = \frac{1}{n_{hk} - 1} \sum_{i=1}^{n_{hk}} [\bar{w}_{hik} - \bar{w}_{hk}]^2$$

– **Estimación de la varianza del estimador del peso medio por ejemplar**

La varianza del estimador del peso medio por ejemplar fue obtenido por medio de:

$$V[\bar{w}_h] = \sum_{k=1}^K V[\bar{w}_{hk} * \hat{P}_{hk}]$$

donde,

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

– **Varianza del estimador de la abundancia X_h**

La varianza del estimador de la abundancia X_h fue estimada mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{V}[\hat{X}_h] = \frac{1}{\bar{w}_h^2} \hat{V}[\hat{B}_h] + \hat{B}_h^2 * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] - \hat{V}[\hat{B}_h] * \hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right]$$

donde,

$$\hat{V}\left[\frac{1}{\bar{w}_h}\right] = \frac{1}{\bar{w}_h^4} * \hat{V}[\bar{w}_h]$$



– **Varianza del estimador de X_{hk}**

La varianza fue determinada mediante el estimador:

$$\hat{V}[\hat{X}_{hk}] = \hat{X}_h^2 \hat{V}[\hat{P}_{hk}] + \hat{P}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_h] - \hat{V}[\hat{X}_h] \hat{V}[\hat{P}_{hk}]$$

– **Varianza del estimador de B_{hk}**

La varianza del estimador del parámetro B_{hk} fue calculado por:

$$\hat{V}[\hat{B}_{hk}] = \hat{X}_{hk}^2 \hat{V}[\bar{w}_{hk}] + \bar{w}_{hk}^2 \hat{V}[\hat{X}_{hk}] - \hat{V}[\bar{w}_{hk}] \hat{V}[\hat{X}_{hk}]$$

4.3.3 Clave Edad – Talla

Se usó una fecha arbitraria de nacimiento que en el caso de las pesquerías chilenas es el primero de enero, facilitando la identificación de la clase anual a la que pertenece el pez estudiado, restando al año de la captura del grupo de edad (GE) asignado (Holden y Raitt, 1975)

La clave edad–talla, cuenta con la clasificación de las lecturas de cada otolito por grupo de edad y de ello se estima cada probabilidad según:

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

donde,

i = grupo de edad

J = longitud total del pez

q_{ij} = Probabilidad de los individuos de longitud “j” de pertenecer a un GE



n_{ij} = número de individuos de edad "i" con longitud "j"
 n_j = número total de individuos de longitud "j"

a) Estimación de la abundancia en número de jurel

Se utilizó el estimado de biomasa determinado por el método hidroacústico. Luego se usó la frecuencia observada en cada marca de clase junto a la relación peso-longitud.

El peso total de la muestra se estimó en base a la adición de los pesos de los estratos de cada intervalo de longitud obtenido mediante:

$$W_j = f_j a L_j^b$$

y,

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
a y b = coeficiente de la relación peso-longitud

El cálculo de la abundancia total en número se obtiene empleando:

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

donde,

N_t = número total de individuos presentes en la zona
B = biomasa (t) presente en la zona estimada por el método de hidroacústica



El número total de individuos presentes por intervalo de longitud, se estimó como:

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

b) Descomposición del número total de individuos por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignan a las diferentes edades según la clave edad-talla. Esta clave, indica las probabilidades que un individuo de determinada longitud pertenezca a cada una de las diferentes edades. La clave edad-talla es construida a partir de las lecturas de edad de los otolitos recolectados en el crucero de evaluación hidroacústica del jurel.

Luego, 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 pertenece a la edad "i"

N_i = número estimado de individuos a la edad "i"

4.3.4 Medida de precisión del estimado

El nivel de precisión del estimado se entrega a través del coeficiente de variación y porcentaje de error.



a) Coeficiente de variación (Cv)

$$Cv = \frac{\sqrt{Vx}}{\bar{X}}$$

donde:

Vx = varianza de la media

X = media muestral

b) Porcentaje de error (E%)

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

donde,

V(B) = varianza de la abundancia

B = biomasa

t = estadístico t de student

α = nivel de confianza a un 95 %

4.4 Distribución del zooplancton en el área de estudio (objetivo 3).

4.4.1 Colecta de información

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 10, 25, 50, 75, 100 130, 160 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre las 5 y 200 millas y a 230, 260, 300, 330, 360 y 400 mn para la zona de 200 a 400 millas náuticas.



En todas las embarcaciones, se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300 μ m de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.

La calibración de los flujómetros utilizados durante el crucero, se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, determinando las siguientes ecuaciones de calibración:

- **PAM “Leopardo” (TSK 6098):**

$$V = 0,1466 * N + 0,0878$$

- **B/C “Abate Molina” (TSK 6082):**

$$V = 0,1580 * N + 0,0060$$

- **PAM “Líder ” (TSK 7029):**

$$V = 0,1460 * N + 0,1545$$

Donde V corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg, N al número de revoluciones por segundo registrada en el flujómetro y las constantes a y b son los coeficientes obtenidos del ajuste de una regresión lineal simple.

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 200 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que,



para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la profundidad de la capa de dispersión profunda que proporciona los equipos Simrad EK-500 y EK-60.

Las pescas planctónicas se realizaron calando la red a una velocidad aproximada de 0,3 m/s e izándola a 0,8 m/s, después de mantener una estabilización de 40 segundos a máxima profundidad.

Durante cada lance la velocidad del buque se mantuvo entre 1 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas del momento y del estado del mar, de manera de mantener un ángulo aproximado del cable de $45^\circ \pm 5^\circ$, con el viento a babor.

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

4.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

Las muestras obtenidas en cada estación fueron fijadas inmediatamente después de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una solución de formalina al 5% en agua de mar, neutralizada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los ejemplares.

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereoscópicos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanctónico presente se cuantificó su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, principalmente cuando se trató de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentación de jurel en la zona de estudio. En la



cuantificación de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada, su representación gráfica se realizó en base a la escala métrica log² que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980), así como el software ad hoc SURFER 8.0.

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos (frecuencia de ocurrencia y dominancia numérica), dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos.

La separación de las muestras consideró el período entre 8:00 – 17:59 como diurno y entre las 18:00 – 7:59 como nocturno. La existencia de diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se probó mediante el análisis no-paramétrico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95 %.

Los grupos zooplanctónicos se clasificaron en base al ordenamiento sistemático formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinación de los grupos los trabajos de Newell *et al.*, (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993).



EL análisis consideró la constancia numérica o frecuencia de ocurrencia medida como la relación porcentual entre el número de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, así como la dominancia numérica de los grupos que expresa la relación del número de ejemplares de un grupo respecto al total de individuos en la zona de estudio,

En este estudio se entenderá como; Abundancia relativa, al número total de individuos de un mismo grupo presentes en el total de estaciones; Abundancia relativa media, a la suma de todos los individuos de cada grupo y el número total de estaciones y Densidad, al número de individuos bajo una unidad de área o volumen.

En el análisis de las comunidades zooplanctonica se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon) y similitud (Winer), descritos en Ludwing & Reynolds, 1988, los cuales han sido utilizados anteriormente en este estudio, permitiendo el análisis comparativo de sus resultados.

a) Índice de riqueza de Margalef (Ludwing & Reynold, 1988)

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

donde,

S = número total de especies presentes en la muestra.

n = número total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

Este índice toma el valor de 0, si y sólo si, el número de especies en la muestra es 1. Su valor será máximo mientras mayor sea el número de especies totales de la muestra.



b) Índice diversidad Shannon & Weaver (Luwing & Reynolds, 1988)

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

donde,

p_i = abundancia proporcional

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

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

c) Índice diversidad de Hill (Luwing & Reynolds, 1988)

$$N1 = e^{H'}$$

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver.

El índice de Hill fluctúa entre 1 y un valor máximo, que depende del valor máximo del índice H' . En general, representa el número de especies en la comunidad y se interpreta como el número mínimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del índice de diversidad H' .

d) Índice de uniformidad de Pielou (Ludwing & Reynolds, 1988)

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



donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra

e) Índice de uniformidad Sheldon (Ludwing & Reynolds, 1988)

$$E2 = \frac{e^{H'}}{S}$$

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver

S = número total de especies presentes en la muestra.

Estos índices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una máxima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una máxima uniformidad.

f) Índice similitud Winer (Saiz, 1980)

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

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



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

Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se elaboraron dendogramas de relaciones de similitud a través de un método de agrupamiento, utilizando el método del promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973) y Córdova *et al.*, 2003.

g) Comparación de estructuras zooplanctónicas

A objeto de comparar las distribuciones zooplactónicas asociadas a zonas, distancia a la costa y período del día, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas, se consideró la distribución multinomial para describir las distribuciones zooplactónicas en la población de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros. Es así que, existen distintos procedimientos estadísticos diseñados para abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teoría asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas, denominada regresión logística nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplactónicas. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por,



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

donde,

π_j = representa la proporción de la j-ésima especie

β_j = vector de parámetros asociado a la j-ésima especie

X_j = vector de covariables.

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simultáneamente para estimar los parámetros β_j .

Esta generalización permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribución muestral aproximada del estimador máximo verosímil para el contraste de hipótesis.

4.4.3 Biomasa zooplanctónica total

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

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

$$Y = 100 * \frac{X}{W}$$



donde:

Y = ml de zooplancton en 1000 m³

X = ml de zooplancton

W = volumen de agua filtrada por la red (m³)

4.5 Fauna acompañante (objetivo 4)

Para la determinación de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se aplicó la siguiente metodología.

4.5.1 Pesca de identificación

La unidad de muestreo fue el lance de pesca, el cual fue realizado por las embarcaciones participantes a través del arrastre a mediagua de redes de cuatro paneles, con un forro interior de mallas 3,9 a 4,5 cm, a fin de asegurar la retención de ejemplares de talla menores, lo cual fue corroborado previo al inicio de crucero. En cada lance de pesca se estimó la captura en peso y número obtenida para el total y por especie, para lo cual se utilizó una relación volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.

4.5.2 Reconocimiento y proporción fauna acompañante

Para determinar la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificación, se procedió a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance. Se registró en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla según fue el caso y la longitud cefalotorácica en el caso de crustáceos.



La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Pequeño 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avilés 1987, Pequeño y D'Ottone 1987, Meléndez y Meneses 1989, Kong y Meléndez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el espécimen se conservó en formalina al 10 % con la información correspondiente para su posterior identificación en tierra.

La estimación de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicación del cociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

4.6 Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5).

A fin de determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio se aplicó la siguiente metodología

4.6.1 Diseño general de muestreo

Durante el crucero de investigación se realizaron 19 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 8 estaciones de muestreo situadas a las 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn (sector 5-200 mn), y 6 estaciones de muestreo oceanográfico ubicada a las 230, 260, 300, 330, 360 y 400 mn (sector 200-500 mn).

En cada una de las estaciones oceanográficas correspondientes al sector prospectado por el B/C "Abate Molina" y los PAM "Leopardo" y "Líder" (sector norte y sur), se



obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad ($\sigma\text{-t}$), oxígeno (ml/L) y clorofila-a (mg m^{-3}), desde la superficie hasta un máximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utilizó un CTDO Sea Berd y un perfilador de fluorescencia. En el caso del B/C "Abate Molina" se obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y densidad ($\sigma\text{-t}$), así como registros discretos de oxígeno disuelto (ml/L) y clorofila-a (mg m^{-3}), hasta un máximo de 600 m de profundidad con la ayuda de un CTD NEIL BROWN, modelo Mark III y un fluorómetro SEA TECH, ambos conectados a un sistema de muestreo automático tipo roseta GENERAL OCEANICS, con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad.

En la zona de estudio, también se colectó muestras de agua a profundidades estándares de 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400 y 600 m para la evaluación química de la concentración de oxígeno disuelto, y parte de estas muestras de aguas fueron utilizadas para transformar las lecturas de fluorescencia en clorofila-a por medio del método fluorométrico extractivo con y sin acidificación. Información que junto a análisis de salinidad en laboratorio, permitió verificar el buen funcionamiento de las sondas oceanográficas utilizadas en el estudio.

La **Tabla 2** resume el número de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

Tabla 2
División operacional del área de estudio.
Los números de estaciones oceanográficas por sector.

Sector	Límite Oeste (mn)	Estaciones de muestreo	Latitud Sur
Norte	200	35	33°20'-36°40'
Centro-Sur	400	89	37°05'-41°00'
Sur-oceánico	450	39	41°25'-42°20'
Area Total		163	33°20'-42°30'



El 89,07% de las estaciones oceanogr3ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrogr3ficas. Las estaciones de muestreo donde no se obtuvo informaci3n corresponden a aquellas donde el tiempo imperante y el estado del mar no permiti3 su realizaci3n por razones operativas y de seguridad. Situaci3n que se registr3 s3lo en 20 estaciones bioceanogr3ficas.

Por 3ltimo, la **Tabla 3** resume la posici3n de cada una de las 19 transectas realizadas durante el estudio y el n3mero de estaciones de muestreo.

Tabla 3
Posici3n de transectas y n3mero de estaciones oceanogr3ficas en el muestreo regular.

Transectas	Latitud (°S)	N°Estaciones	Fecha
1	33°20'	8	11-26/06/07
2	34°10'	7	13-15/06/07
3	35°00'	6	15-16/06/07
4	35°50'	8	17-18/06/07
5	36°40'	2	18-19/06/07
6	37°05'	5	21/06/07-02/07/07
7	37°30'	11	01-04/06/07
8	37°55'	12	26-30/06/07
9	38°20'	11	25-28/06/07
10	38°45'	13	08-24/06/07
11	39°10'	14	11-23/06/07
12	39°35'	11	12-29/06/07
13	40°00'	14	14-17/06/07
14	40°25'	6	16-18/06/07
15	40°50'	7	14-16/06/07
16	41°15'	7	13-14/06/07
17	41°40'	7	11-13/06/07
18	42°05'	4	09-11/06/07
19	42°30'	7	07-09/06/07



4.6.2 Análisis de las muestras y de la información

La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción Autosal Guidelines, utilizando estándar IAPSO en el Laboratorio de Oceanografía Química del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984).

La cuantificación de la clorofila-a, se realizó midiendo la absorbancia del extracto obtenido con la técnica fluorométrica descrita en Parsons *et al.* (1984), para el método con y sin acidificación.

El cálculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a (superficial e integrada en una columna de agua de 100 m. de profundidad).

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada una de las 19 transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados entre todas las estaciones que comprendieron cada una de las transectas. Para cada una de las estaciones oceanográficas, se calculó la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad base de la termoclina de acuerdo a la metodología reseñada en Kara *et al.*, (2000).



Las masas de agua presentes en la zona de prospecci3n fueron determinadas a trav3s de la confecci3n de diagramas TS.

4.6.3 Informaci3n meteorol3gica

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registraron los siguientes datos meteorol3gicos: temperatura del aire, presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

4.6.4 Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanogr3ficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio

Se efectu3 un an3lisis espacial de la distribuci3n y abundancia de jurel y las variables oceanogr3ficas registradas a partir de la informaci3n generada en el crucero de prospecci3n. La informaci3n comprende la prospecci3n ac3stica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanogr3ficas temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), ox3geno (ml/L), densidad (σ_t), clorofila integrada (mg/m^2), euf3usidos ($\text{individuos}/1000\text{m}^3$) y capa de dispersi3n profunda (S_a).

4.6.4.1 An3lisis cartogr3fico entre la distribuci3n del jurel y las variables oceanogr3ficas

Procesamiento de la informaci3n

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Informaci3n Geogr3fico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripci3n espacial de las variables ac3sticas y bio-oceanogr3ficas se configuraron im3genes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 4**.



La generaci3n de im3genes implic3 realizar previamente la georreferenciaci3n de la costa y de la zona de estudio. Luego se crearon los archivos de vectores bases en formato SIG, los que contemplaron, para cada variable, la georreferencia con sus respectivos datos. Posteriormente, se realizaron las interpolaciones, a trav3s del m3todo de Kriging, de dichos vectores.

Tabla 4
Variables empleadas en el an3lisis cartogr3fico y tipo de datos

VARIABLES	TIPO DATOS	PLANOS HORIZONTALES POR RANGOS DE PROFUNDIDAD
Densidad del jurel (t/mn ²)	Integrado	en cuatro planos: 1 ^a : superficie a 50 m 2 ^a : 51 a 100 m 3 ^a : 101 a 150 m 4 ^a : 151 a 200 m
Temperatura (°C)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Salinidad (psu)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Ox3geno (ml/L)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Densidad (σ_t)	Puntual	en cuatro planos: 1 ^a : 5 m (superficial) 2 ^a : 50 m 3 ^a : 100 m 4 ^a : 150 m
Clorofila (mg/m ²)	Integrado en la columna de agua	1 a 100 m
Euf3usidos (individuos/1000 m ³)	integrado en la columna de agua	
Capa de dispersi3n profunda (Sa)	Integrado	



Con el propósito de relacionar y superponer diferentes imágenes es necesario que éstas tengan la misma escala espacial, resolución y cobertura geográfica. Con el módulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, imágenes que tenían la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartografías en rasters de 210 columnas (en el sentido E-W) y 270 filas (en el sentido N-S).

Por último, para facilitar el análisis visual, las imágenes fueron reclasificadas en clases de valores, los cuales se asociaron a diferentes colores. Para ello se utilizaron dos módulos: **a)** módulo HISTOGRAM, que permitió conocer y analizar la distribución de frecuencia de los valores de las variables cartografiadas, y **b)** módulo RECLASS, que permitió reclasificar los valores de las celdas de una imagen.

4.6.4.2 Análisis de las relaciones entre la distribución de jurel y las variables oceanográficas

a) Análisis integrado

Con el SIG mencionado y para detectar la posible asociación entre la distribución del jurel y las variables bio-oceanográficas, se emplearon los siguientes enfoques: **a)** se efectuó un análisis espacial y visual de la información realizando la cartografía de las variables y explorando las asociaciones a través de tablas de crostabulación, entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales, **b)** se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros, **c)** se estimó la señal latitudinal del jurel respecto de las variables bio-oceanográficas y **d)** se realizó un modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas.



b) Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables ambientales

Para establecer las relaciones entre estas variables, se realizó un análisis entre la distribución de las especies y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se realizaron asociaciones entre los planos de densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (Ott *et al.*, 1983). Este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa.

c) Determinación de rangos preferenciales de la especie en relación a parámetros bio-oceanográficos

Para determinar los rangos de preferencia de la especie en relación a las variables oceanográficas, se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a dichas variables mediante tablas de crostabulación. Con lo anterior, también se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación dichos parámetros ambientales.

d) Análisis de la señal latitudinal

Para contrastar la hipótesis de que la distribución y abundancia del jurel se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes térmicos), se estimó la señal latitudinal de las variables hidrográficas conservativas y la densidad del jurel expresados en Sa/IBM. Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por (Castillo *et al.*, 2005; Córdova *et al.*, 2005) creándose una grilla con una resolución de 2 mn para la latitudinal y longitudinal. Generándose tres señales: la primera denominada costera y situada entre la costa y 100 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 101 y los 200 mn y una tercera situada al oeste de las 201 mn y se denomina oceánica. Asimismo, se estimaron los gradientes térmicos



y salinos longitudinales, calculándose el diferencial entre píxeles vecinos mediante los comandos del SIG.

e) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas.

En el caso del recurso jurel y el ambiente no se conoce *a priori* la forma de la relación entre la densidad de jurel (expresada en S_a) y las variables ambientales; se exploró el empleo de modelos aditivos generalizados (GAM). En este tipo de análisis el término no paramétrico considera la relación entre las variables respuesta y el término del error donde el carácter paramétrico de la hipótesis de la distribución de los errores de los GAM, permite el uso de los test de la estadística clásica. Por esta razón se escoge GAM para modelar las relaciones jurel-ambiente.

Los métodos GAM se apoyan en transformaciones empíricas de las variables explicativas por técnicas de suavización local. La formulación general de GAM es la siguiente:

$$S(Y_i) = \sum_j T_j(X_i(j)) + \varepsilon(j)$$

donde Y_j es la variable respuesta de la observación j , X_i es la variable predictora, S es una función de enlace, T representa la función no paramétrica estimada por técnicas de suavización y E es una variable aleatoria donde la ley de distribución debe ser escogida en la familia de distribución exponencial (que comprende la ley normal, la ley de Poisson, la ley binomial, la ley gama, etc. (Maury O., 1998)

Los métodos de suavizamiento pueden ser de tipo “spline” o “loess”, en el primero la estimación se realiza en la vecindad de X_i donde los pesos son calculados por una función cúbica, que es proporcional a la distancia cúbica del punto X_i , y el segundo se



obtiene mediante la regresión de los mínimos cuadrados a través de un peso local. En la aplicación se efectúa un análisis de las distribuciones, se hace una hipótesis sobre la distribución normal del error. En el caso de la función de enlace S es simplemente la función de identidad. La esperanza de la variable Y es expresada como la suma de las funciones de suavización de las variables explicativas:

$$E(Y / X_i) = \sum_i T_i(X_i)$$

A la densidad de jurel (S_a) se emplea una transformación logarítmica, para hacer simétrica una distribución no simétrica de la frecuencia de la densidad del jurel y por otra parte en razón de la naturaleza *a priori* multiplicativa de los procesos considerados, la forma general de los GAM que se ajustó es la siguiente:

$$\text{Ln}(S_a + 1) = \sum_i T_i(X_i)$$

Donde, X_i son las variables predictoras representadas por datos ambientales relacionadas con la presencia de jurel expresado en S_a .

Para estimar las funciones $T()$ se empleó el suavizador loess implementado en el software S-plus (©AT&T Bell Laboratorios).

En la aplicación se probaron modelos para poner en evidencia el rol de las variables ambientales en la presencia–ausencia y sus densidades locales de jurel.

Los criterios de selección utilizados en la evaluación de la bondad de ajuste de los modelos son: el test F, que permite probar la significancia de contribución de cada término en el modelo (Hastie y Tibshirani, 1990), el criterio C_p de Mallows, el cual permite minimizar la suma de los residuales al cuadrado, y por último se empleó el pseudo coeficiente R^2 , que se define como la diferencia de 1 y el cociente entre la



devianza explicada por el modelo y la devianza explicada por un parámetro. Estos últimos criterio, permiten comparar diferentes modelos.

Los datos son analizados previamente con el sistema de información geográfica. Se considera la posición espacial de los ecotrazos expresados en Sa, la latitud (lat), longitud (long) geográfica y la profundidad. Las variables ambientales consideradas son temperatura, salinidad, oxígeno, densidad del agua, clorofila integrada y eufáusidos. Considerando la tendencia latitudinal de la densidad de jurel en el área prospectada el análisis considero el sector norte ($33^{\circ} 03' - 37^{\circ} 00'LS$), sur ($37^{\circ} 01' - 42^{\circ} 30'LS$) y total ($33^{\circ}03' - 42^{\circ}30'LS$).



5. RESULTADOS

5.1 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio (objetivo 1).

5.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas a bordo del B/C “Abate Molina”, así como la correspondiente al PAM “Leopardo” y “Líder” se resumen en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.

LUGAR	FECHA	BARCO	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
			LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
			0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
VALPARAÍSO	16/05/00	A. Molina	26,5	27,6	28,2	26,8	27,4	27,9
TALCAHUANO	29/05/00	Ventisquero	26,4	27,2	27,6	26,3	27,1	28,0
TALCAHUANO	18/05/01	A. Molina	26,5	27,7	28,3	26,8	27,5	27,9
TALCAHUANO	04/06/01	Don Julio	26,3	27,5	28,4	26,7	27,3	28,0
TALCAHUANO ¹	04/06/01	Líder		26,7			26,7	
VALPARAÍSO	24/04/02	A. Molina	26,6	27,8	28,2	26,9	27,6	27,9
TALCAHUANO ¹	26/05/02	Líder		26,8			26,8	
TALCAHUANO ¹	31/05/03	Don Julio		27,3			27,3	
VALPARAISO	07/05/03	A. Molina	26,1	27,6	28,1	26,8	27,5	28,0
LIRQUEN ¹	30/05/03	Líder		21,6			21,6	
CORONEL	31/05/04	Don Julio		26,5			26,5	
VALPARAISO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
LIRQUEN ¹	30/05/04	Líder		25,2			25,2	
LIRQUEN ¹	02/06/05	Libas		26,2			26,2	
VALPARAISO	17/05/05	A. Molina	26,	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
LIRQUEN ¹	29/05/05	Lider		25,9			25,9	
VALPARAISO	25/05/06	A. Molina	26,4	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
CORONEL ¹	21/06/06	Don Julio		26,6			26,6	
LIRQUEN ¹	02/06/06	Líder		25,0			25,0	
VALPARAISO	17/05/07	A. Molina	26,3	27,6	28,4	26,9	27,6	28,1
SAN VICENTE ¹	05/06/07	Leopardo		23,2			23,2	
CORONEL ¹	06/06/07	Líder		24,9			24,9	
VALOR PROMEDIO			26.37	26.56	28.26	26.79	26.48	27.90
DESVIACIÓN			0.17	1.57	0.27	0.19	1.51	0.25

¹ Sólo se calibró longitud de pulso de trabajo.



La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 Khz), tanto para TS y Sv, indica estabilidad en los valores a lo largo del tiempo en los distintos equipos utilizados en la evaluación (B/C Abate Molina, PAM “Líder”), lo cual se explica por una buena performance del sistema y la estabilidad que presenta el blanco (esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibración, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento, mar y corrientes. Si bien es cierto, el PAM Leopardo muestra diferencia respecto a su valor nominal, esto no afecta la calidad de los datos ya que este valor de ganancia ajusta el equipo para obtener el valor de TS de la esfera de calibración (esfera de calibración de 60 mm de diámetro, TS = -33,6 dB).

En este sentido, el análisis estadístico realizado mediante la aplicación del test “t” students para datos pareados, a los valores de ganancias del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencia observadas no son significativas, al determinar valores de “t” students observado inferiores a los valores críticos de aceptación a un nivel de confianza de 95% (**Tabla 6**).

Tabla 6
Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38 Khz

VALOR STUDENTS	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	Longitud de pulso (mseg)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
T (OBSERVADO)	0,31	0,18	0,10	0,18	0,17	0,31
T (CRÍTICO;95%)	2,07	2,05	2,08	2,07	2,05	2,09

Los resultados indican que no existe una deriva significativa en el equipo de evaluación acústica SIMRAD EK-500 y EK-60, permaneciendo éste en los rangos de variación señalados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es mínimo.



5.1.2 Descripción de estructuras espaciales en la información acústica

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel principalmente desde Talcahuano al sur, mientras que hacia el norte su presencia fue muy escasa (**Figura 6**). Al comparar la distribución de jurel con la reportada en años anteriores, se puede establecer que se mantiene la fuerte ausencia del recurso en el sector noroeste del área de estudio, la cual este año, al igual que lo registrado desde el 2003 al 2006, se expandió considerablemente al no registrar concentraciones importantes de jurel en el sector costero como en el período 1997- 2002. Esta zona se caracterizó por ecogramas acústicos con agregaciones esporádicas y valores mínimos de integración, así como registros imperceptibles de la capa de plancton superficial.

La distribución espacial del recurso presentó zonas de alta concentración principalmente entre la 200 a 400 mn, mientras que para las primeras 200 mn de la costa, su presencia fue muy escasa y muy focalizada, siendo en general comparable este tipo de distribución con lo registrado desde el 2003 al 2006. Sin embargo, al comparar los valores de densidad registrados en las primeras 200 mn para los distintos años, se observa una fuerte disminución de las densidades medias del recurso desde 113,23 (2001) a 29,93 t/mn² (2003). Este año se registra un incremento de la densidad de 180,56 t/mn², pero el área de distribución del recurso se reduce de manera importante de 20.198 mn² el 2006 a 504 mn² el 2007, revelando la fuerte disminución del recurso jurel en la ZEE, la cual alcanza su máximo para la serie de evaluaciones realizadas entre 1997 y 2007.

En este sentido, la zona de abundancia fue amplia y se ubicó principalmente sobre las 200 mn, en el sector que va desde Pto Lebu (37° 40'LS) a isla Chiloé (42° 30'LS) (**Figura 6**) La distribución espacial es semejante a lo registrado durante el 2003 al 2006, donde se observó presencia del recurso en el sector oceánico. Sin embargo,



en este a1o el jurel muestra una distribuci3n espacial bastante alejada de la costa con una dr1stica merma dentro de las primeras 200 millas, observando tendencia a prolongarse hacia el oceano en algunos sectores, lo cual sugiere que una fracci3n del recurso no estuvo en la zona de evaluaci3n.

5.1.2.1 3ndice de presencia (IC) y densidad (ID)

Para el 1rea total el 3ndice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 8,69% y 248,678 t/mn², valores que est1n influenciado por la abundancia y fuertemente por la extensi3n mayor de las 1reas de concentraci3n del recurso sobre la ZEE, donde estos indices alcanzan a 16,35% y 304,45 t/mn².

Entre 1999 y 2001, en las primeras 200 mn la distribuci3n espacial de jurel mostr3 estabilidad en la cobertura espacial (29,73; 30,28 y 29,50%), mientras que el 3ndice de densidad se increment3 desde 159,24, 151,99 y 263,18 t/mn², indicando un aumento en la biomasa disponible entre estos a1os. En este sentido, los resultados alcanzados este a1o de alta densidad (331 t/mn²) para un 1rea muy reducida (IC=1,3%), muestran el fuerte cambio en el uso del espacio que hace el jurel en la zona de estudio, al encontrarse m1s alejado de la costa que lo registrado en a1os anteriores, como ha quedado registrado en la operaci3n de la flota cerquera de la VIII Regi3n durante el 2007.

5.1.2.2 Correlogramas

El an1lisis de los correlogramas por transectas muestra rangos muy distintos para los tama1os de las macroestructuras dentro y fuera de las 200 mn de la costa; con un tama1o de 2 mn y 3 mn en el sector de las primeras 200 mn, y mayores a 5 mn hacia el oce1no (**Figura 8**). Diferencias que son explicadas por el tipo de distribuci3n espacial presente en el 1rea de estudio, al registrar el sector oce1nico densidades de jurel



bastante homogéneas que generaron extensas zonas de distribución, con macroestructuras de mayor tamaño respecto al sector comprendido entre la costa y las 200 mn.

Situación que ha sido observada también en el 2003, 2004, 2005 y 2006, y en mayor escala en el sector centro del área de estudio durante 1997 (12) y 2000 (14), así como en el sur para 1998 (9), 1999 (9) y 2001 (8).

5.1.2.3 Variogramas

El análisis de la información mediante el uso de técnica de geoestadística, permitió ajustar al variograma un modelo exponencial tanto para el sector de 5- 200 y 200 a 400 mn, con varianza de 1,06E+06 y 5,3E+06 respectivamente (**Figura 9**), que explican los niveles de precisión alcanzado en los estimado de biomasa para ambos sectores.

En el sector oceánico, el variograma muestra macroestructuras de mayor tamaño y donde el semivariograma se estabiliza a una distancia de 5 mn, ratificando la existencia de áreas amplias con presencia del recurso, lo cual fue observado en los respectivos correlogramas. Situación que cambia hacia la costa, al registrar estructuras menores a 2 mn, lo cual indica una distribución más heterogénea al encontrarse el jurel separado en áreas más pequeñas (parches), estableciendo una marcada diferencia en el uso del espacio entre ambos sectores.

5.1.3 Distribución geográfica del recurso

El recurso mantiene su patrón de distribución característico observado en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona, con agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa. El recurso jurel se detectó principalmente entre puerto Saavedra y el extremo sur de la zona de estudio, hacia el norte su presencia fue nula, con la absoluta ausencia de agregaciones sobre las 20



mn, al oeste de Pta Nugurne (36°00'LS), Pta Lavapies (37°10'LS) y norte de Pto Saavedra (38°45'LS).

En la zona se identifican sectores definidos de alta densidad (**Figura 6**) bajo un patrón de distribución similar al observado desde el 2003 al 2006, donde lo característico para estos años fue la alta concentración del recurso en el sector sur por sobre las 200 mn de la costa. En este sentido el recurso se localizó principalmente desde puerto Saavedra a isla Chiloé, donde se concentra más del 90% de la biomasa total estimada para la zona de estudio, en un sector más restringido al extremo sur que lo registrado durante los cruceros del 2003 al 2006, evidenciándose a través de los años, la intensificación de una tendencia a ubicarse el recurso hacia el sector sur del área de estudio, destacando este año, la concentración mayoritaria sobre las 200 millas de la costa.

Las principales zonas de concentración de recurso se ubicaron en el sector de las 200 a 400 mn de la costa, las cuales tienen una mayor extensión; y ellas se ubican a 300 mn al sur de puerto Lebú, entre 250 y 300 mn al norte de Corral y desde 300 a 370 mn entre bahía San Pedro (40°55'LS) e isla Chiloé, coincidiendo estos sectores con zonas de pesca ante, durante y después de realizado la prospección de evaluación. Hacia la costa, el tamaño de las zonas de alta densidad se reduce considerablemente, siendo posible destacar solo aquella ubicada entre 5 y 10 mn al sur de puerto Lebu y donde se observó alta densidad de jurel, en tanto el resto de la zona presenta densidades que no superaran las 75 t/mn².

En este sentido, sólo las agregaciones de jurel presentes en el entorno y mas allá de la ZEE constituyeron zona de pesca, al operar la flota antes, durante y una vez finalizado la prospección. En este sentido el fuerte de las agregaciones en este sector, su gran extensión y niveles de densidad, permitió al igual que el 2003, 2004, 2005 y 2006, la operación con altos rendimientos en la captura de jurel, siendo este



año en particular más extensa, al concentrarse prácticamente durante todo el año las actividades extractivas en este sector.

El patrón de distribución espacial del jurel durante este año, se corresponde con lo observado desde 1997 al 2000, en cuanto a la ausencia total de agregaciones en el sector noroeste donde se detecta recurrentemente la intrusión de aguas cálidas procedente del área oceánica. En este sentido, la distribución espacial de este año es similar a la registrada durante 1998, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006, al concentrarse en ellas sobre el 90% de la abundancia entre Talcahuano y Corral, con presencia esporádica hacia el sector norte, a la cuadra de Valparaíso. Lo anterior, difiere de los otros años, donde el recurso ha presentado una distribución más amplia en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002).

En este sentido, a partir del 2002 se ha hecho evidente un patrón de distribución del jurel caracterizado por una fuerte concentración hacia el sur y un incremento sustantivo de la abundancia sobre las 200 mn en la zona de estudio.

5.1.4 Distribución batimétrica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubicó entre los 20 a 180 m de profundidad, tendiendo a profundizarse hacia el oeste al igual que lo observado desde el 2003 al 2006 (**Figuras 10**). Es así que, entre la costa y las 200 mn, los primeros 100 m de profundidad agrupan el 82,35% de las agregaciones de jurel, mientras que por sobre las 200 mn el porcentaje alcanza un 64,59%, indicando que hay un cambio en la distribución batimétrica del recurso entre los distintos sectores (**Figuras 10a y b**).

Este porcentaje de agregación en los primeros 100 m de profundidad dentro de las 200 mn (82,35%), indica una distribución similar respecto al 2000, 2001, 2003 y 2004, donde el 90,00%, 81,00%, 92,23% 89,44% del recurso se ubicó en los primeros 100 m de profundidad, acentuándose respecto al 2005, año en que solo el 60,5% de las



agregaciones de jurel se registro en ese estrato. La distribución del recurso fue unimodal, al igual que el 2003, a diferencia del 2004 y 2005 (Córdova *et al.* 2003, 2004 y 2005).

En el sector de las 200 mn, la distribución batimétrica alcanzo una menor profundidad al detectarse las agregaciones desde la superficie hasta los 140 m (**Figuras 10**). Las abundancias sobre 300 t/mn² se ubicaron de preferencia entre los 40 a 60 m de profundidad, mientras que las bajas densidades (< 75 t/mn²) alcanzaron la máxima profundidad. En el sector oceánico se presento una distribución batimétrica que alcanza los 180 m, con agregaciones situadas a una profundidad mayor y fuerte predominio de densidad altas entre 70 a 110 m, respecto a lo registrado hacia la costa (**Figura 10a y b**).

En general, de norte a sur no se observa la tendencia del recurso a profundizarse en el sector costero y oceánico, como ha sido recurrente en las prospecciones realizadas desde 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002, registrando este año, al igual que el 2003, 2004 y 2006, una participación mayor hacia valores menores de profundidad en la ZEE, y valores mayores por sobre esta zona, con una marcada bi-modalidad en la distribución batimétrica del recurso dentro de la ZEE y de una uni-modalidad por fuera de esta zona.

Este tipo de distribución, indica que durante el día el 72,94% y 24,42% de las agregaciones de jurel, estuvieron accesibles al arte de pesca de cerco dentro y fuera la ZEE, al ubicarse entre la superficie y los 80 m de profundidad. Dentro de las 200 mn, se incrementan las agregaciones en superficie respecto al 2005 (44,1%), en un orden cercano a lo observado el 2000 (73,33%), 2003 (82,77%), 2004 (74,37%) y 2006 (69,5%).



5.2 Biomasa total del recurso jurel (objetivo 2)

5.2.1 Constante de ecointegraci3n ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$)

La constante de ecointegraci3n fue determinada a partir de la aplicaci3n de la relaci3n $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ (C3rdova *et al.*, 1998), y el valor central (mediana) determinada desde la distribuci3n de tallas ponderadas por captura por tiempo de arrastre y densidad ac3stica.

Las distribuciones de tallas de los sectores 5-200 y 200-400 mn, presentaron diferencias estadísticas significativas, raz3n por lo cual se determin3 una constante de ecointegraci3n específica en cada sector. En este sentido, la evaluaci3n a la talla al 50% (mediana), de la regresi3n TS-longitud y la relaci3n longitud peso establecida en el crucero, permiti3 determinar dentro y fuera de las primeras 200 mn un TS de -33,99 y -37,20 dB y un peso a la talla de 1551,84 y 523,70 gramos. A partir de estos resultados se calcul3 una constante de ecointegraci3n de 0,218 y 0,322 ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$) respectivamente.

5.2.2 Biomasa total de jurel

a) Biomasa total

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los m3todos bootstrap (Robotham *et al.*, 1990) y de Geoestadístico (Petitgas, 1991) se entrega en la **Tabla 7**, al registrar una mayor precisi3n, respecto a los m3todos estrato agrupado y conglomerado.



Tabla 7
Biomasa y densidad de jurel estimada por sectores y dos distintos métodos.

Método	Área (mn ²)			Biomasa (t)			Densidad (t/mn ²)		
	5 – 200	200-400	Total	5 – 200	200-400	Total	5 – 200	200-400	Total
Agrupado (1985)	574	37.907	38481	100.000	3.070.000	3.170.000	174,21	80,99	82,37
Petitgas (1991)	504	35.244	35.748	91.000	3.049.000	3.140.000	180,56	86,51	87,84

La biomasa estimada por ambos métodos no presenta diferencia relevante entre ellas.

b) Biomasa de jurel a la talla

La biomasa numérica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia acústico, se entrega por sectores y para la zona de estudio en las **Tablas 8, 9 y 10**.

El cálculo de la biomasa a la talla para la zona de estudio, se sustenta en la aplicación de la prueba estadística de Chi cuadrado a las distribuciones de talla de los sectores dentro y fuera de las 200 mn, y cuyo resultado indica que es posible aceptar la existencia de diferencias entre las distribuciones de talla, al exceder el Chi cuadrado calculado (192,6) del Chi de tabla (43,8) a un 95% de confianza, razón por lo cual el calculo de la biomasa consideró una constante distinta para cada sector.



Tabla 8
Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5 a 200 mn.

Talla	Frecuencia	Peso	Frecuencia	Abundancia	Abundancia en
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46	2	1020,98	0,01	794.232	811
47					
48	7	1157,84	0,05	2.779.811	3.219
49	11	1230,60	0,08	4.368.275	5.376
50	9	1306,33	0,06	3.574.043	4.669
51	9	1385,07	0,06	3.574.043	4.950
52	16	1466,89	0,11	6.353.855	9.320
53	18	1551,85	0,13	7.148.086	11.093
54	17	1640,00	0,12	6.750.970	11.072
55	22	1731,40	0,15	8.736.550	15.126
56	13	1826,11	0,09	5.162.507	9.427
57	10	1924,19	0,07	3.971.159	7.641
58	5	2025,69	0,03	1.985.580	4.022
59	4	2130,67	0,03	1.588.464	3.384
60	1	2239,19	0,01	397.116	889
Total	144		100	57.184.691	91.000



Tabla 9
Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 200 a 400 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
29	1	261,10	0,00	1.813.393	473
30	2	288,62	0,00	9.067.653	2.617
31	24	317,99	0,01	62.688.306	19.934
32	121	349,28	0,06	332.154.060	116.013
33	113	382,53	0,08	416.507.966	159.329
34	98	417,82	0,08	423.901.936	177.115
35	97	455,20	0,09	467.189.201	212.664
36	83	494,72	0,09	469.853.575	232.448
37	98	536,46	0,10	535.311.094	287.170
38	89	580,45	0,09	451.384.867	262.007
39	68	626,77	0,07	386.014.178	241.943
40	59	675,48	0,07	335.970.744	226.940
41	35	726,62	0,03	151.382.171	109.997
42	34	780,26	0,04	183.942.817	143.524
43	30	836,46	0,03	155.704.247	130.241
44	66	895,27	0,11	544.783.776	487.731
45	24	956,76	0,02	82.021.186	78.475
46	8	1020,98	0,01	26.601.860	27.160
47	11	1087,99	0,01	60.091.572	65.379
48	4	1157,84	0,00	9.416.730	10.902
49	6	1230,60	0,00	20.339.741	25.030
50	2	1306,33	0,00	8.117.478	10.604
51		1385,07			
52	2	1466,89	0,00	5.139.587	7.538
53	2	1551,85	0,00	7.975.083	12.376
54		1640,00			
55		1731,40			
56		1826,11			
57	1	1924,19	0,00	720.823	1.387
58		2025,69			
59		2130,67			
60		2239,19			
Total	1.078		100	5.148.094.043	3.049.000



Tabla 10
Abundancia en n3mero y en peso a la talla de jurel para el 3rea total.

Talla (cm)	Frecuencia Num3rica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia num3rica	Abundancia en toneladas
29	1	261,10	0.00	1.813.393	473
30	2	288,62	0.00	9.067.653	2.617
31	24	317,99	0.01	62.688.306	19.934
32	121	349,28	0.05	332.154.060	116.013
33	113	382,53	0.06	416.507.966	159.329
34	98	417,82	0.06	423.901.936	177.115
35	97	455,20	0.07	467.189.201	212.664
36	83	494,72	0.07	469.853.575	232.448
37	98	536,46	0.08	535.311.094	287.170
38	89	580,45	0.07	451.384.867	262.007
39	68	626,77	0.06	386.014.178	241.943
40	59	675,48	0.05	335.970.744	226.940
41	35	726,62	0.02	151.382.171	109.997
42	34	780,26	0.03	183.942.817	143.524
43	30	836,46	0.02	155.704.247	130.241
44	66	895,27	0.08	544.783.776	487.731
45	24	956,76	0.01	82.021.186	78.475
46	10	1020,98	0.01	27.396.092	27.971
47	11	1087,99	0.01	60.091.572	65.379
48	11	1157,84	0.01	12.196.541	14.122
49	17	1230,60	0.02	24.708.016	30.406
50	11	1306,33	0.02	11.691.521	15.273
51	9	1385,07	0.01	3.574.043	4.950
52	18	1466,89	0.03	11.493.441	16.860
53	20	1551,85	0.03	15.123.170	23.469
54	17	1640,00	0.03	6.750.970	11.072
55	22	1731,40	0.04	8.736.550	15.126
56	13	1826,11	0.02	5.162.507	9.427
57	11	1924,19	0.02	4.691.982	9.028
58	5	2025,69	0.01	1.985.580	4.022
59	4	2130,67	0.01	1.588.464	3.384
60	1	2239,19	0.00	397.116	889
Total	1.222		100	5.205.278.734	3.140.000

Respecto a las 5.950.000 t (3,10E+10 individuos), 1.990.000 t (8,24E+09 individuos), 881.000 t (3.07E+09 individuos), 540.000 t (1.69E+09), 510.000 t (1.55E+11) y 596.000 t (1.76E+11), evaluadas en la ZEE desde el 2001 al 2006, los resultados alcanzados indican que se hace critica para este a3o la disminuci3n sostenida en la



biomasa y número total de ejemplares en la zona de las 200 mn. Asimismo, el porcentaje bajo la talla mínima legal (26 cm) en número y peso igual a cero, indica al igual que año pasado, el término de la fuerte reducción de ejemplares bajo la talla mínima registrada el 2001 (24,9% y 35,9), 2002 (8,1% y 14,1%), 2003 (7,6% y 4,1%), 2004 (6,7% y 2,8%) y 2005 (0,12% y 0,05%). Merma en los ejemplares bajo la talla mínima que también fue observada desde 1998 al 2000, donde el porcentaje para la abundancia numérica fue de 79,5, 63,1 y 16,4%, en tanto para el peso, esta reducción es mayor con valores de 68,1, 43,4 y 11,5% para el mismo período.

La ausencia de ejemplares bajo la talla mínima también se mantiene en el sector oceánico, lo que sugiere un crecimiento somático del stock de jurel en la zona y período de estudio.

Este año, la biomasa y la abundancia numérica es menor a lo registrado el año pasado, lo que indica que se acentúa el fuerte decremento respecto al 2001, donde la abundancia numérica total fue de $3,10E+10$, y marca una tendencia negativa en la ZEE respecto a la biomasa y abundancia del 2002 ($1,99E+06$ t y $8,24E+09$ ejemplares) y 2003 ($8,8E+05$ t y $3,07E+09$ ejemplares), lo que representa para este año un decremento en la biomasa de 98,47%, 95,42% y 89,67% y la abundancia de 99,81%, 99,30% y 98,14%, respectivamente.

5.2.2.1 Composición por tamaño

La distribución de talla registrada en el crucero se presenta en la **Figura 11**. Se muestreó ejemplares de jurel entre 29 a 60 cm de longitud horquilla, concentrando el 89,03% de los individuos entre los 30 a 48 cm (3 a 6 años). A diferencia de lo registrado en el período 2001 - 2004, donde el 99,33%, 99,87%, 98,37 y 98,37% de los individuos se ubicó entre los 20 a 35, 20 a 42, 24 a 45 y 22 a 50 cm. Este año, a diferencia de años anteriores se evidencia una estructura de talla más



amplia, con una participación mayor de ejemplares mas grandes, evidenciando un desplazamiento del grupo de tallas predominantes entre años.

La estructura de talla no presento una moda principal fuerte y definida, agrupando el mayor número de ejemplares entre 31 y 35 cm, que muestran un desplazamiento respecto a las modas registradas durante el 2001 (26 cm), 2002 (27 cm), 2003 (28 cm) y 2004 (29 cm), lo cual sugiere un crecimiento en la estructura del stock en la zona de estudio.

Esta distribución difiere de lo observado en el 2001, donde los ejemplares entre 25 a 30 cm sustentaron el alto volumen de biomasa estimada. Este año, una fuerte merma se observa de ejemplares pequeños (< 29 cm), pero con un incremento importante de las tallas 35-40 cm respecto a lo registrado años anteriores, lo que indica un desplazamiento de la distribución de tallas del stock de jurel disponible en la zona de estudio, hacia ejemplares de mayor tamaño (**Figura 11**).

El número de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm fue cero, en tanto los individuos bajo los 32 cm alcanzaron el 12,11%, lo que disminuyó respecto al período 2001 y 2006, donde se registraron valores de 41,23 a 0% para la talla mínima y de 96,88 a 49,04% para talla de primera madurez, indicando un crecimiento somático en el jurel (**Figura 9**).

5.2.2.2 Relación longitud-peso

En atención a que la información fue colectada en distintas embarcaciones, las regresiones establecidas en cada una de ellas fueron analizadas (**Tabla 11**), aplicando una dócima de comparación para varias relaciones lineales simultáneas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre sí, al obtener un F calculado (0,12) inferior al F crítico de tabla (3,69) con un 95% de confianza.



Resultado que permite refundir la información en una sola base de datos para la zona prospectada.

Tabla 11

Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para B/C "Abate Molina" y PAM "Líder"

	ABATE MOLINA	LÍDER
Nº de observaciones	459	51
LOG (K)	-1,75290	-1,62462
A	0,01766	0,02373
B	2,85783	2,80291
ERROR EST. (LOGK)	0,04107	0,26050
ERROR EST. B	0,02598	0,15071
R²	0,96	0,87

En este sentido, en la **Tabla 12** se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 12** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

Tabla 12

Parámetros y estadística básica de la relación $w=a*L^b$ para zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
Nª de observaciones	222	288	510
LOG (K)	-1,97103	-1,85382	-1,90567
A	0,01169	0,01400	0,01226
B	3,00008	2,92017	2,95575
ERROR EST. (LOGK)	0,04342	0,04326	0,03148
ERROR EST. B	0,02720	0,02710	0,01972
R²	0,98	0,98	0,98



La aplicación de la prueba de F, permite ratificar que no existe evidencia suficiente para suponer que las regresiones de machos y hembras difieren entre sí, al determinar un F calculado de 0,82 y de tabla de 3,69.

La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una constante de eointegración general para ambos sexos en la cuantificación de jurel.

5.2.2.3 Clave edad – talla

La aplicación del test de Chi cuadrado a la composición de tallas de los muestreos realizado en el crucero y los obtenidos en la flota cerquera de la VIII Región, indica que ambas distribuciones no son distintas al obtener un Chi calculado (17,71) inferior al Chi tabla (43,8) o crítico a un 95 % de confianza. Sin embargo, se determinó la clave talla - edad para el crucero (**Tablas 13, 14 y 15**), a partir de la lectura de 216 otolitos seleccionados desde un total de 467 otolitos recolectados en 11 lances de pesca con captura de jurel.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 13 grupos en la zona de estudio (5-400 mn), amplitud que es similar al 2003 (edades II a XIII), 2004 (edades II a XIV) y 2006 (edades IV –XVI), pero menor a los 15 grupos de edad registrado el 2005. En el área de estudio, los principales grupos fueron el VII, VIII y IX que participan con un 20,38; 20,82 y 18,75%, respectivamente, evidenciando la estructura de edad una carencia de un grupo de edad fuerte como se registra en años anteriores.



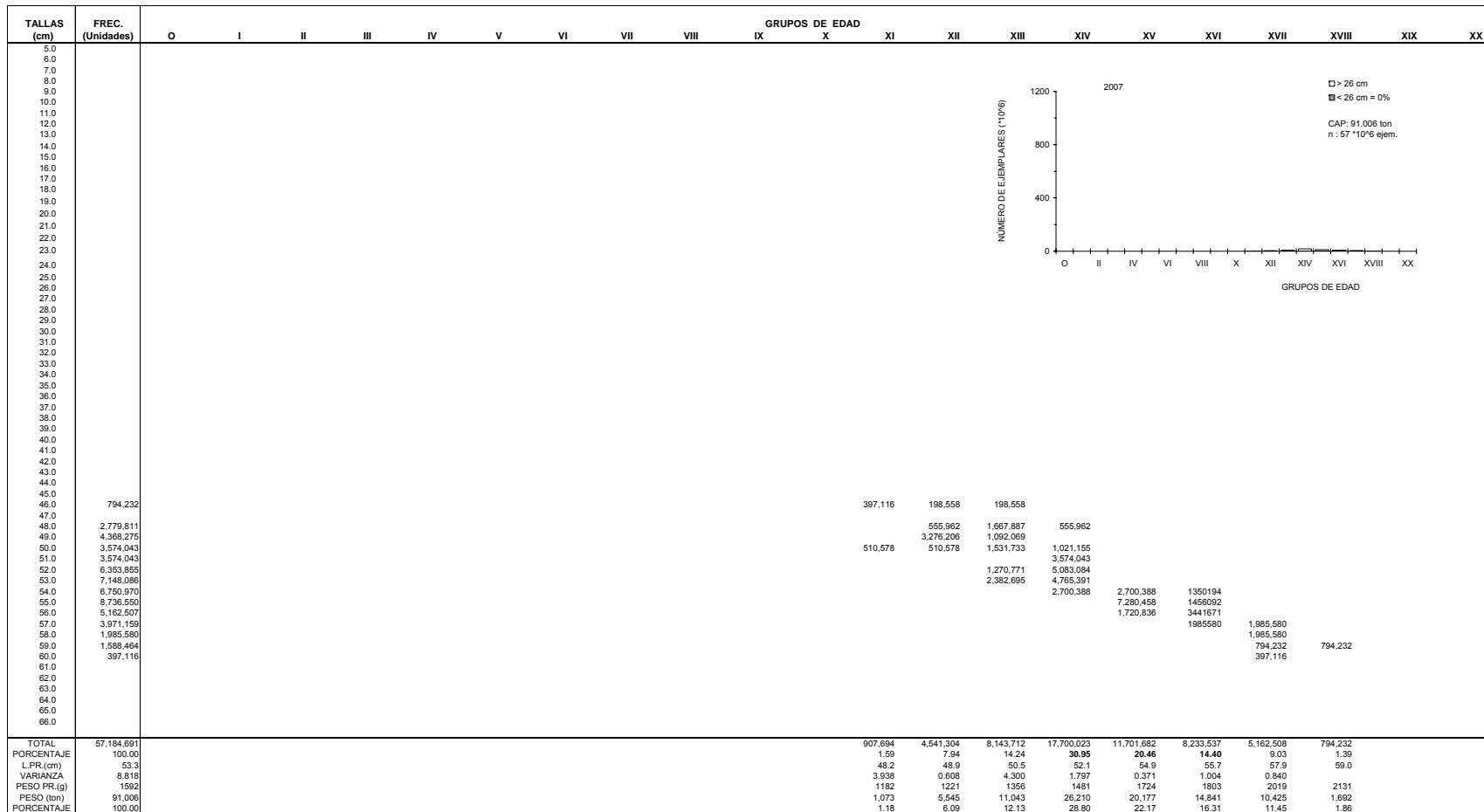
En las primeras 200 millas, este año no se registra el desplazamiento observado en los grupos predominantes IV (2002), V (2003) y VI (2004) (**Figura 13**), producto de la escasa presencia del recurso que se evidencio en una baja biomasa en este sector y que explica la realización de un lances de pesca, registrando en este sector grupos de edad mayores (XI-XVIII). En la zona oceánica, los grupos de edad VII, VIII y IX fueron predominantes, con un 21,61; 20,55 y 18,96%, observando en este sector edades mayores como el 2003 y 2004, así como también un desplazamiento general de los grupos principales hacia grupos de edad mayores, de manera similar a lo registrado dentro de las 200 mn entre el 2002 y 2004.

En la zona de estudio se acentúa la reducción de grupos de edades menores, observada en la participación del grupo III el 2003 (3.1%), 2004 (1,5%) y 2005 (0%), y la total ausencia del grupo de edad IV y menores durante este años. Estructura etaria que este año presenta una escasa participación de los grupos menores, situación que difiere al año pasado, donde su presencia es más activa.

En este sentido, dentro de la ZEE en los últimos seis años la estructura de edad registra una notoria baja en su participación y por ende en la biomasa del recurso. Para la zona total, a partir del año 2003, la estructura de edad se caracteriza por una ausencia total de grupos de edad menores (**I al III**), situación que se ha intensificado este año al desaparecer el grupo IV.



Tabla 13.
Composición en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn





5.2.2.4 Varianza de la biomasa total

A fin de comparar los m3todos utilizados en la cuantificaci3n, se determin3 el coeficiente de variaci3n (CV) por cuanto estandariza la varianza registrada en un grupo de datos, permitiendo evaluar los diferentes estimadores de varianza aplicados en el estudio.

La varianza por si sola, no es posible de aplicar, por cuanto s3lo representa la dispersi3n dentro de un grupo de datos, no siendo correcto su uso. Luego, se entrega la varianza de manera referencial.

Los estimados de varianza, coeficientes de variaci3n y error del estimado, obtenidos mediante la aplicaci3n de los diferentes m3todos propuestos se entregan en la **Tabla 16**.

Tabla 16
Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel

M3todo	Varianza			Coeficiente de variaci3n (%)		
	5 – 200	200-400	Total	5 – 200	200-400	Total
Conglomerado	$1,7335 \cdot 10^{10}$	$1,7342 \cdot 10^{12}$	$1,7519 \cdot 10^{12}$	119,00	42,54	41,32
Estrato	$1,3716 \cdot 10^{10}$	$9,9053 \cdot 10^{11}$	$1,0077 \cdot 10^{12}$	105,84	32,18	31,34
Bootstrap	$1,5559 \cdot 10^{10}$	$8,0166 \cdot 10^{11}$	$8,1749 \cdot 10^{11}$	90,08	28,73	27,84
Geoestadístico	$6.3726 \cdot 10^{08}$	$1,8484 \cdot 10^{11}$	$1,8558 \cdot 10^{11}$	27,81	13,93	13,68

El m3todo geoestadístico presenta el coeficiente de variaci3n m3s bajo (25,30 y 13,93%), indicando con ello una mayor precisi3n para el estimado de abundancia en la zona de estudio.



5.2.2.5 Varianza de la biomasa a la talla

En las **Tablas 17, 18 y 19** se resume las varianzas y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel, por sectores y para el área total de estudio.

Los resultados entregados en las tablas, muestran coeficientes de variación entre 0,18 a 1,00, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (31 a 45 cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de vista teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.



Tabla 17

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5 - 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variación
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46	2	3.35165E+11	0,73	349.735	0,73
47					
48	7	1.51893E+12	0,44	2.040.604	0,44
49	11	2.82167E+12	0,38	4.300.022	0,38
50	9	2.13077E+12	0,41	3.645.336	0,41
51	9	2.13077E+12	0,41	4.099.297	0,41
52	16	4.89477E+12	0,35	10.626.952	0,35
53	18	5.86235E+12	0,34	14.433.624	0,34
54	17	5.36868E+12	0,34	14.579.543	0,34
55	22	8.03466E+12	0,32	24.605.795	0,32
56	13	3.59162E+12	0,37	12.033.159	0,37
57	10	2.46634E+12	0,39	9.164.081	0,39
58	5	9.86134E+11	0,50	4.046.531	0,50
59	4	7.49382E+11	0,54	3.402.021	0,54
60	1	1.57701E+11	1,00	790.711	1,00
Total	144				



Tabla 18

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 200 a 400 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
29	1	3.28838E+12	1.00		1.00
30	2	5.64681E+13	0.83	4.703.788	0.83
31	24	3.40351E+14	0.29	34.635.728	0.29
32	121	3.65034E+15	0.18	448.735.943	0.18
33	113	6.09924E+15	0.19	897.344.726	0.19
34	98	6.39861E+15	0.19	1.119.046.248	0.19
35	97	7.61895E+15	0.19	1.585.060.157	0.19
36	83	8.08093E+15	0.19	1.985.372.326	0.19
37	98	9.98845E+15	0.19	2.879.987.422	0.19
38	89	7.59776E+15	0.19	2.564.355.154	0.19
39	68	6.15762E+15	0.20	2.435.637.061	0.20
40	59	5.02126E+15	0.21	2.299.387.003	0.21
41	35	1.65000E+15	0.27	874.678.244	0.27
42	34	2.21434E+15	0.26	1.350.516.549	0.26
43	30	1.74713E+15	0.27	1.225.770.112	0.27
44	66	1.05796E+16	0.19	8.497.487.209	0.19
45	24	6.86231E+14	0.32	629.561.612	0.32
46	8	1.73576E+14	0.50	181.583.581	0.50
47	11	5.42196E+14	0.39	645.087.422	0.39
48	4	5.48901E+13	0.79	73.609.284	0.79
49	6	1.61544E+14	0.62	245.056.932	0.62
50	2	5.36338E+13	0,90	91.536.069	0,90
51					
52	2	1.91883E+13	0,85	41.308.122	0,85
53	2	5.33646E+13	0,92	128.586.076	0,92
54					
55					
56					
57	1	5.19586E+11	1,00	1.923.774	
58					
59					
60					
Total	1.078				



Tabla 19

Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el área total.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variaci3n	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variaci3n
29	1	3.28838E+12	1.00		1.00
30	2	5.64681E+13	0.83	4.703.788	0.83
31	24	3.40351E+14	0.29	34.635.728	0.29
32	121	3.65034E+15	0.18	448.735.943	0.18
33	113	6.09924E+15	0.19	897.344.726	0.19
34	98	6.39861E+15	0.19	1.119.046.248	0.19
35	97	7.61895E+15	0.19	1.585.060.157	0.19
36	83	8.08093E+15	0.19	1.985.372.326	0.19
37	98	9.98845E+15	0.19	2.879.987.422	0.19
38	89	7.59776E+15	0.19	2.564.355.154	0.19
39	68	6.15762E+15	0.20	2.435.637.061	0.20
40	59	5.02126E+15	0.21	2.299.387.003	0.21
41	35	1.65000E+15	0.27	874.678.244	0.27
42	34	2.21434E+15	0.26	1.350.516.549	0.26
43	30	1.74713E+15	0.27	1.225.770.112	0.27
44	66	1.05796E+16	0.19	8.497.487.209	0.19
45	24	6.86231E+14	0.32	629.561.612	0.32
46	10	1.73911E+14	0,48	181.933.316	0,48
47	11	5.42196E+14	0,39	645.087.422	0,39
48	11	5.64091E+13	0,62	75.498.888	0,62
49	17	1.64365E+14	0,52	249.356.954	0,52
50	11	5.57646E+13	0,64	95.181.405	0,64
51	9	2.13077E+12	0,41	4.099.297	0,41
52	18	2.40831E+13	0,43	51.935.075	0,43
53	20	5.92271E+13	0,51	143.019.701	0,51
54	17	5.36868E+12	0,34	14.579.543	0,34
55	22	8.03466E+12	0,32	24.605.795	0,32
56	13	3.59162E+12	0,37	12.033.159	0,37
57	11	2.98593E+12	0,37	11.087.855	0,37
58	5	9.86134E+11	0,50	4.046.531	0,50
59	4	7.49382E+11	0,54	3.402.021	0,54
60	1	1.57701E+11	1,00	790.711	1,00
Total	1.222				



5.3 Distribución y composición del plancton (objetivo 3)

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno, de acuerdo a la información de 67 estaciones diurnas y 69 nocturnas.,

5.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 22 grupos zooplanctónicos en el día y también durante la noche (**Tabla 20**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 7.063.725, de estos 2.619.693 individuos se registraron en el día y 4.444.032 individuos en la noche (**Tabla 21**).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 76,72 y 79,28%, seguido por quetognatos, apendicularias, ostrácodos, larvas de eufáusidos, eufáusidos, radiolarios y foraminíferos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,9 a 5,4%. Los grupos, estomatópodos ctenóforos, isópodos, salpas, presentan en el día y noche valor más bajo de dominancia (< 0.1 %) (**Tabla 20**).

El resto del los grupos que representan solo el 3,3 para el día y 3,4 % para la noche, registran densidades que fluctuaron entre 3 a 8.340 individuos/1000 m³ (día) y 5 a 8.391 individuo/1000 m³ (noche).



Tabla 20
Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas entre 10 y 400 mn. (t): totales; (+): positivas

DIA	Total	Est (t)	Est. (+)	Min	Max	Med Est	Dominancia(%)	Frecuencia(%)
Copépodos	2009734	67	67	220	270011	29996	76.72	100.0
Quetognatos	140917	67	67	14	7150	2103	5.38	98.5
Ostrácodos	131732	67	67	5	22111	1966	5.03	98.5
Apendicularias	78000	67	58	9	5287	1164	2.98	85.3
Radiolarios	66485	67	50	12	26778	992	2.54	73.5
Foraminíferos	52901	67	42	5	41008	790	2.02	61.8
Larvas	51252	67	66	15	14416	765	1.96	97.1
Larvas	16350	67	58	5	6291	244	0.62	85.3
Eufáusidos	13388	67	64	5	1260	200	0.51	94.1
Medusas	13181	67	61	4	7305	197	0.50	89.7
Poliquetos	12718	67	27	9	8340	190	0.49	39.7
Larva	7080	67	36	6	3701	106	0.27	52.9
Sinóforos	5987	67	64	6	408	89	0.23	94.1
Anfípodos	4909	67	46	6	682	73	0.19	67.6
Pterópodos	4268	67	57	3	464	64	0.16	83.8
Salpas>8 cm	3474	67	27	6	560	52	0.13	39.7
Cladóceros	3431	67	32	12	313	51	0.13	47.1
Estomatópodo	1378	67	21	5	310	21	0.05	30.9
Ctenóforos	829	67	23	9	105	12	0.03	33.8
Isópodos	818	67	24	3	108	12	0.03	35.3
Salpas	550	67	15	6	102	8	0.02	22.1
Doliólidos	312	67	5	11	97	5	0.01	7.4
NOCHE	Total	Est (t)	Est. (+)	Min	Max	Media. (t)	Dominancia	Frecuencia(%)
Copépodos	3523195	69	69	8428	146204	51061	79.28	100.0
Quetognatos	235653	69	68	28	18327	3415	5.3	98.6
Larvas	176692	69	69	20	45881	2561	3.98	100.0
Apendicularias	146015	69	51	18	18296	2116	3.29	73.9
Eufáusidos>1	116310	69	61	5	34710	1686	2.62	88.4
Ostrácodos	82768	69	67	34	6688	1200	1.86	97.1
Foraminíferos	29732	69	44	20	3813	431	0.67	63.8
Radiolarios	22129	69	42	31	2059	321	0.5	60.9
Salpas>8 cm	21451	69	33	5	3833	311	0.48	47.8
Doliólidos	20334	69	28	9	8391	295	0.46	40.6
Medusas	13223	69	56	10	4836	192	0.30	81.2
Sifonóforos	13125	69	64	12	791	190	0.30	92.8
Poliquetos	12047	69	59	28	649	175	0.27	85.5
Anfípodos	7731	69	56	10	999	112	0.17	81.2
Pterópodos	7074	69	48	19	682	103	0.16	69.6
Larva	5132	69	27	9	1699	74	0.12	39.1
Larva	3469	69	20	10	1688	50	0.08	29.0
Salpas	2329	69	21	23	425	34	0.05	30.4
Estomatópodo	1894	69	6	18	965	27	0.04	8.7
Cladóceros	1670	69	17	9	224	24	0.04	24.6
Isópodos	1150	69	19	9	222	17	0.03	27.5
Ctenóforos	910	69	14	10	196	13	0.02	20.3



Tabla 21

Número total de los individuos capturados por zona y horario de muestreo

DIA	N° total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	549.191	22,68
Centro-sur	1.742.953	66,53
Sur oceánica	282.549	10,79
Total	2.619.693	100,00

NOCHE	N° total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	1.004.950	22,61
Centro-sur	3.004.315	67,60
Sur oceánica	434.767	9,78
Total	4.444.032	100,00

El mayor porcentaje dominancia y abundancia se registro en la zona centro sur y norte, tanto para los lances realizados en el período diurno como nocturno, con un 66,53 a 22,68 y 67,60 a 22,60 % respectivamente (**Tabla 21**).

Tanto de día como de noche se mantiene los grupos numéricamente más importantes, no apreciando diferencias entre ambos períodos. El número de individuos total y por sectores, colectados en horas diurnas y nocturnas fue distinto, al registrar un número mayor durante la noche (**Tabla 20 y 21**).

a) Copépodos

A fin de comparar la composición y densidad media relativa de los grupos zooplanctónicos más importantes en número desde 1997 al 2005, se considero la información comprendida entre las 10 a 200 mn de la costa (**Tabla 22**).



Los copépodos se valoran como grupo dominante en términos de su frecuencia de ocurrencia (constancia) y dominancia numérica (100% y >76%, respectivamente).

Este grupo presentó una predominancia durante la noche, con una densidad media de 51.061 individuos/1000 m³ y valores mínimos de 8.428 individuos/1000 m³ y máximo de 146.204 individuos/1000 m³. En el día, las densidades observadas son mas extremas (220 a 270.011 individuos/1000 m³), con predominio de valores bajo los 91.342 individuos/1000 m³, lo cual explica una menor dominancia (76,72%) densidad media de 29.996 individuos/1000 m³.

Al comparar los distintos años, los copépodos muestran una paulatina disminución en sus niveles de abundancia entre 1997 al 2002, registrando el último año la más baja densidad de la serie. A partir del 2003, un progresivo incremento se observa en la abundancia diurna y nocturna, sin alcanzar los niveles anteriores, representando este año un cambio negativo de 9,99% para el día y 22,65% en la noche. Se verifica para 1997 al 2007, un número mayor de individuos durante el período nocturno (**Figura 14, Tabla 22**).

El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el día y la noche para este grupo (valor p = 0,0006) (**Figura 15, Tabla 23**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentró densidades mayores cuando las capturas fueron nocturnas.



Tabla 22
Abundancia relativa media y coeficiente de variación en grupos importantes en número, diurnas y nocturnas entre 5 – 200, 230 -400 y 430 – 500 mn (1997 – 2007).

Eufáusidos	Diurno 10/200mn		Nocturno 10/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	3910	15	8004	15								
1998	1060	40	4239	23								
1999	7864	32	10623	25								
2000	664	29	4356	23								
2001	4501	33	4035	28								
2002	593	30	1788	20								
2003	5108	62	11059	53	1667	96	5871	44				
2004	2194	45	5296	24	28	21	411	16				
2005	556	24	4051	33	145	84	623	63				
2006	799	54	2028	21	293	33	829	21	197	24	1601	24
2007	232	36	2900	44	253	89	103	33				

Copépodos	Diurno 10/200mn		Nocturno 10/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	145690	11	202699	11								
1998	64954	11	122357	7								
1999	85307	14	94780	12								
2000	44222	10	102861	11								
2001	83848	12	95217	12								
2002	19541	10	42539	13								
2003	27928	16	49161	10	45791	19	77133	17				
2004	34236	43	41953	22	13865	14	36221	15				
2005	40912	16	51524	11	25957	72	39819	54				
2006	38693	11	63626	12	39224	10	82375	8	29594	11	53835	25
2007	34826	45	49210	31	22085	14	51742	10				

Ostrácosos	Diurno 10/200mn		Nocturno 10/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	4469	14	4352	9								
1998	3003	7	4091	9								
1999	2595	17	2098	14								
2000	1649	10	2692	13								
2001	3155	14	2784	15								
2002	1237	10	1325	10								
2003	934	17	955	14	454	20	308	19				
2004	1133	12	1121	20	372	24	375	24				
2005	2391	12	1762	14	545	66	1067	67				
2006	2170	10	1683	10	1420	10	3436	27	1558	27	3359	26
2007	2889	22	1496	15	581	19	787	16				

Quetognatos	Diurno 10/200mn		Nocturno 10/200mn		Diurno 230/400mn		Nocturno 230/400mn		Diurno 430/500mn		Nocturno 430/500mn	
	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)	Densidad media(t)	CV(%)
1997	18238	12	18254	8								
1998	6298	8	12489	7								
1999	8494	12	8084	13								
2000	6981	17	16313	7								
2001	7957	10	7448	12								
2002	3821	12	7239	12								
2003	3776	15	6440	13	2131	12	4640	16				
2004	2255	11	4306	13	3721	16	4527	10				
2005	2381	8	3783	12	3352	49	4208	38				
2006	2093	8	2472	12	3692	11	6391	14	3969	18	9091	30
2007	1793	12	1989	17	2495	11	5099	12				



Tabla 23
 Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanctónico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).

Grupos zooplanctónicos	Densidad media		Valor p
	Día	Noche	
Copépodos	34.826	49.210	0,0006
Quetognatos	1.793	1.989	0,02
Ostrácodos	1.886	1.490	0,13
Apendicularias	1.447	1.594	0,33
Radiolarios	1.791	535	0,0002
Foraminíferos	155	347	0,03
Larvas eufáusidos	1.016	3.520	0,004
Larvas decápodos	315	191	0,39
Eufáusidos	232	2.900	0,0047
Medusas	293	272	0,14
Poliquetos	187	130	0,03
Larvas cifonautas	425	74	0,70
Sifonóforos	67	143	0,09
Anfípodos	82	145	0,47
Pterópodos	110	159	0,32
Cladóceros	69	24	0,0018
Estomatópodos	28	50	0,55
Ctenóforos	14	22	0,84
Isópodos	20	24	0,65
Salpas	36	56	0,09
Doliólidos	15	29	0,75



b) Quetognatos

Los quetognatos se constituyeron en el segundo grupo de relevancia cuantitativa a pesar de exhibir una dominancia baja (5,38 % día y 5,30% noche). Igual que copépodos este grupo presenta una frecuencia constante que determino su incidencia cercana al 100% de las estaciones planctónicas (**Tabla 20**).

La densidad media nocturna fue de 3.415 individuos/1000 m³ y fluctuó entre 28 y 18.327 individuos/1000 m³, mientras que durante el día se registro una densidad promedio de 2.103 individuos/1000 m³ que varió entre 14 y 7.156 individuos/1000 m³ (**Tabla 20y 22**).

Este grupo mostró diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,02$ (**Tabla 23, Figura 16**), al igual que copépodos y de la mayoría de los períodos previos, donde se registran fuertes cambios de la abundancia media en ambos períodos para los años 1998, 2000, 2002, 2003, 2004 y 2005 (**Figura 14**).

Este grupo ampliamente dominante por su abundancia en el zooplancton ha experimentado un marcado descenso, registrando un decrecimiento constante a partir del 2001, registrando este año una merma de un 14,33 % (día) y 19,54% (noche), respecto al año pasado.

c) Ostrácodos

Los ostrácodos que son una taxa dominante en la zona de estudio, se distribuyeron con una densidad media diurna de 1.966 individuos/1000 m³ y 1.200 individuos/m³ nocturna. La constancia fue de 98,50% y 97,10%, con lo cual mantiene la característica de valores superiores al 95 % observado a través de los distintos años,



sin embargo, la baja dominancia de este grupo lo sitúa en el tercer lugar de importancia en el día (< 5,1%) y sexto lugar para la noche (< 2,0%) (**Tabla 20**).

En generales el mayor número de individuos estuvieron asociados a los períodos diurnos, congregándose durante el día el 61% de todos los ostrácodos identificados en la zona de estudio, sin embargo, las diferencias en la abundancia relativa entre ambos períodos de muestreo no son estadísticamente significativas (valor $p = 0.13$) (**Tabla 23, Figura 17**). Es así que, de los once períodos otoñales analizados en términos generales, durante los años 1997, 1999, 2001, 2004, 2005, 2006 y 2007 se registraron las mayores abundancias relativas medias para los ostrácodos durante los períodos diurnos (**Tabla 22, Figura 14**).

Este grupo muestra un paulatino descenso en su abundancia relativa llegando a un mínimo durante el período otoñal del 2003, revelando bajos valores durante el 2004 (**Figura 14**). Situación que el 2005 se revierte con un incremento de la densidad media respecto al año anterior, para luego este año, aumentar en el día en 33,13% y reducirse en 11,11% durante la noche, respecto al 2006.

d) Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, no alcanzaron los primeros lugares como años anteriores, ocupando el noveno y sexto lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue baja alcanzando un 0,5% y 2,6%, con una densidad media de 200 individuos/1000 m³ y 1.686 individuos/1000 m³ (**Figura 18**).

Durante el presente estudio los eufausidos se registraron en el 94,10% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 88,40%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, en tanto en el día, estas son menores y no superan las 453 individuos/1000 m³



La abundancia relativa diurna consignada durante este estudio se inserta dentro de las cuatro más bajas de la serie 1997-2006, representando este período anual una baja de 70,9% con el 2006 y de 95,45- 89,43% para el 2003-2004. Las capturas nocturnas, si bien es cierto se incrementan en 42,99% respecto al año pasado, su densidad media corresponde al tercer valor más bajo de toda la serie analizada. Verificándose las abundancias relativas medias más altas durante los años 1997, 1999 y 2003, para posteriormente disminuir progresivamente (**Figura 14, Tabla 22**).

Los resultados de la prueba estadística aplicada a la información de los lances planctónicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor $p = 0,0047$. Resultado que a excepción del 2001 corrobora las diferencias significativas registradas entre ambos períodos para los distintos años de estudio.

e) Larvas de eufáusidos

Este grupo que sigue en importancia numérica a quetognatos con una dominancia diurna de 3,98% en las estaciones nocturnas con densidades entre 20 y 45.881 individuos/1000 m³, con una alta frecuencia de ocurrencia, al detectarse en el 100% de estaciones nocturna que determinaron una densidad media de 2.561 individuos/1000 m³. Durante el día, la dominancia numérica fue de 1,96 y solo se registraron densidades bajas entre 44 y 8.589 individuos/1000 m³ (**Figura 19**)

Este grupo no presentó diferencias significativas entre el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,9519$ (**Tabla 23**), aun cuando las dos mayores concentraciones se detectaron durante los lances diurnos.



5.3.2 Distribución del zooplancton

a) Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, agrupando el mayor número de individuos en el sector centro-sur, con aumento de sus concentraciones durante el período nocturno.

En el día, las mayores concentraciones se ubicaron en la zona centro y sur, con un predominio de densidades entre 11.374–62.949 individuos/1.000 m³., en tanto, en la noche, las densidades aumentan a un rango de 27.734–135.000 individuos/1000 m³, con un incremento en la recurrencia en las estaciones, generando incremento de densidades de copépodos en estaciones mas oceánicas en la zona centro y sur de estudio (**Figura 15 y 20a**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas de este grupo presentan una tendencia descendente hacia el océano, con valores máximos a 10, 50, 130 y 230 mn con valores que bajan en 300 y 400 mn de la costa. De noche, se invierte con un ascenso de las densidades promedios de copépodos hacia el sector oceánico, especialmente entre las 260 y 330 mn de la costa (**Figura 20b**)

Se verifica las máximas densidades desde Puerto Saavedra hasta el sur del área de estudio, respecto a lo observado en el 2003, 2004, 2005 y 2006, y donde las máximas densidades diurnas y nocturnas se localizaron entre bahía Carnero (37° 31'LS) y punta Rocura (38°40'LS).

b) Quetognatos

La distribución espacial de las densidades fue bastante homogénea tanto de día como de noche, no registrando abundancias mayores durante el período nocturno como los copépodos. Para ambos períodos el número de quetognatos aumenta hacia el sector oceánico, como se observo durante el 2006, registrando además un



incremento en la ocurrencia de densidades en el sector centro-sur, situándose los más bajos valores de 368-1.386 individuos/1.000 m³ al norte del área de estudio (**Figura 16 y 20b**).

En el día, la abundancia de quetognatos fue mayor desde bahía Carnero a punta Galera (40°00'LS), siendo lo frecuente registros entre 1.387–4.243 individuos/1.000 m³, mientras que en la noche solo destaca la alta densidad (11.374-27.733 individuos/1.000 m³) ubicada a 300 y 330 mn frente a punta Nena (**Figura 16**).

c) Octrácodos

En general, este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, predominando densidades diurnas entre 66 – 1.386 individuos/1.000 m³ en toda la extensión latitudinal y longitudinal estudiada, con valores máximos en 10 y 50 mn frente a punta Galera (40°00'LS) y 130 mn de bahía Carnero (37°31'LS). En la noche y día, las densidades medias por transecta denotaron un incremento en sentido sur a norte, y desde la costa hacia la alta mar se observó un descenso progresivo de este parámetro (**Figura 20a y b**).

Luego, las mayores concentraciones de individuos se detectaron tanto de día como de noche en las inmediaciones de bahía Carnero y punta Galera. Los focos de menor relevancia cuantitativa se hacen más frecuentes y constantes en las estaciones más oceánicas nocturnas (**Figura 17y 20b**).

d) Larvas de eufáusidos

La distribución espacial de las densidades de larvas de eufausidos no fue homogénea en la zona de estudio, registrando los mayores niveles de abundancia durante el período nocturno y el predominio de densidades entre 66-367 individuos/1.000 m³ en toda la zona prospectada. Las altas concentraciones fueron



aisladas y se ubicaron desde Algarrobo ($33^{\circ}47'$ LS) a punta Galera entre 1-10 mn frente Algarrobo y Talcahuano (45.881 y 31.578 individuos/1.000 m³), y a 10 y 25 mn a la cuadra de punta Galera (14.416 y 5.029 individuos/1.000 m³) (**Figura 19**).

En término de longitud, estas máximas densidades medias estuvieron en el sector costero a 10 mn en el día y 10 a 50 mn de noche (**Figura 20b**).

e) Eufaúsidos

En el día, predominaron bajas densidades medias del orden de 1-65 individuos/1.000 m³ en el 58% de las estaciones realizadas, las que ubicaron principalmente en el sector sur, mientras que en la noche, el número de eufaúsidos por estación se incrementa a valores de 66-367 individuos/1.000 m³ concentrando sus máximo sobre 19.000 y 34.000 individuos/1.000 m³ en el sector costero, que representan el 73% de los eufaúsidos colectado de noche en la zona de estudio (**Figura 18**).

Las mayores abundancias diurnas estuvieron desde Topocalma ($34^{\circ}09'$ LS) a Talcahuano, entre 5 y 50 mn, a 10 y 25 mn de la costa, mientras que durante la noche, estas se agruparon entre Algarrobo ($33^{\circ}47'$ LS) y Talcahuano, coincidiendo con lo registrado en el 2004 y 2005 (**Figura 18**).

En sentido latitudinal, los valores de densidad media diurna y nocturna muestran un notorio decremento hacia el sector sur, reuniendo ambos períodos sus más altos valores en el sector norte del área de estudio. Longitudinalmente están asociado a la costa, con altas concentraciones en las primeras 10 mn, para luego decrecer y hacerse constante su densidad diurna y nocturna partir de las 100 mn, revelando de manera puntual un incremento a 320 mn frente a Chiloé (**Figura 20b**).



En el sector sur, donde se concentró principalmente las 3.140.000 t de jurel, la densidad de eufáusidos fue mínima, tanto para las estaciones diurnas (1–65 individuos/1.000 m³) como nocturnas (1-367 individuos/1.000 m³), con rangos que representan los niveles más bajos registrado en ambos períodos en la zona de estudio (**Figura 18 y 21**). Asimismo, en el sector norte donde la abundancia de jurel fue escasa las densidades de eufáusidos son mayores. Lo anterior es similar a lo observado el 2003, 2004 y 2006 donde se presentaron las densidades más bajas y la menor frecuencia de ocurrencia en el sector sur, donde predominaron altas densidades de jurel, sugiriendo una relación de alimentación al ser los eufáusidos la principal presa de jurel.

5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

El índice de Margalef varió de 0,495 a 2,996, correspondiendo el valor menor a la estación diurna ubicada a 10 mn en las inmediaciones de Talcahuano (36°44'LS), donde se registro el número menor (8) de grupos zooplanctónico. El mayor índice se localizó en el día a 10 mn frente a punte Galera con el registro de 20 taxas zoplanctónicas en el área de estudio.

El índice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,225 a 1,734, y de 1,252 a 5,662, indicando que la menor diversidad de grupos zooplanctónicos se registró en la estación nocturna localizada a 100 mn al norte de San Antonio. En tanto, la mayor diversidad se situó en el sector norte a 10 mn de Topocalma (34°09'LS), durante el día.

La uniformidad presente durante la prospección mostró que el 94,0% (Pieliou) y 99,3% (Sheldon) de las estaciones tuvo valores bajo 0,5, determinando una baja uniformidad entre los grupos analizados, indicando que determinados grupos destacan notoriamente en un alto porcentaje de las estaciones. Las mayores



dominancias se observaron exclusivamente en el sector norte, entre Topocalma (34°09'LS) y Bahía Carnero (37°31'LS), mientras que hacia el sector donde se concentró el recurso la uniformidad fue mayor.

El índice de similitud de Winer indicó para el período de invierno del 2007, que no existe porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanctónicos, es decir, que su presencia en forma simultánea en las estaciones fue escasa. El mayor índice solo se obtuvo a nivel del 55,0 % entre dos especies de salpas; un 40,0% entre anfípodos y estomatópodos; un 33,0% entre apendicularias y larvas de decápodos; y menos de 30,0% para los restantes pares de especies (**Figura 21**).

La comparación de estructuras zooplanctónicas, considerando el número de ejemplares por grupos zooplanctónicos clasificados para el período diurno y nocturno, de acuerdo a una estratificación latitudinal de zona norte, centro y sur, así como longitudinal (sector costero y oceánico), muestra un número mayor de ejemplares durante la noche (63%) respecto al día (37%), destacando un fuerte agrupamiento de los individuos en el sector centro y sur para ambos períodos analizados (**Tabla 24**).

En la **Tabla 25**, se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por zona, sector y período del día, los copépodos representan la mayor proporción de ejemplares en el área prospectada, con valores que fluctúan entre un 58 y 83%, seguidos de quetognatos, ostrácodos, larvas de eufáusidos y apendicularias de orden menores bajo 16%. En este sentido, al igual que años anteriores, los copépodos representan el mayor aporte del total de ejemplares observados en las 22 taxas registradas en la zona de estudio.



Dado que el número de grupos observados por zona difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiese influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar solo 8 grupos zooplanctónicos, los cuales representan más del 97% del total de individuos observados en las tres zonas (**Tabla 25**).

Tabla 24

Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas norte, centro, sur (latitudinal), costera y oceánica (longitudinal) y por periodo del día.

ZONA		Número					
		Estaciones		Especies		Ejemplares	
Latitudinal	Longitudinal	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Norte	Costera	9	9	21	19	210.119	618.145
	Oceánica	7	3	20	20	249.978	65.966
Centro	Costera	12	16	22	22	303.832	1.075.968
	Oceánica	15	15	21	20	718.114	1.421.526
Sur	Costera	3	2	21	20	677.727	193.280
	Oceánica	22	24	18	20	462.560	1.069.147

Tabla 25

Porcentaje de ejemplares por grupo zoopláctónico, según zona latitudinal - longitudinal y periodo del día.

Taxa	Norte				Centro				Sur			
	Costera		Oceánica		Costera		Oceánica		Costera		Oceánica	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
Anfípodos	0,2	0,2	0,4	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Apendicularias	16,0	0,0	0,4	0,1	0,1	2,3	2,0	5,3	0,2	0,4	3,4	4,3
Cladóceros	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Copépodos	58,0	73,5	81,0	83,0	71,2	80,5	80,0	80,6	78,8	77,3	78,4	79,9
Ctenóforos	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Doliólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	0,1	0,2
Estomatópodos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Eufáusidos>1cm	2,3	11,0	0,1	0,5	1,2	4,1	0,1	0,2	0,0	0,2	1,5	0,1
Foraminíferos	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,4	1,0	1,2	6,2	0,5	0,7	0,7
Isópodos	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LarDecápodos	5,6	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
LarEufáusidos	2,2	10,1	1,2	0,5	1,8	4,3	1,3	2,4	3,4	7,0	1,3	1,9
Lcifonautas	0,4	0,1	0,0	0,1	0,5	0,2	0,1	0,0	0,6	0,9	0,0	0,0
Medusas	0,2	0,1	0,2	0,3	0,6	0,4	0,2	0,1	1,2	2,6	0,2	0,1
Ostrácodos	5,0	2,6	6,1	4,0	8,4	2,4	4,9	1,1	5,4	2,2	2,0	1,7
Poliquetos	0,3	0,1	0,4	0,4	0,6	0,1	0,9	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5
Pterópodos	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1
Quetognatos	3,3	0,5	4,1	5,9	7,5	3,0	5,9	6,6	1,7	4,6	10,2	8,7
Radiolarios	5,7	0,8	5,2	2,4	6,3	1,0	2,8	0,1	1,7	0,7	0,5	0,2
Salpas	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1
Salpas>8cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	2,0	0,5	1,1
Sifonóforos	0,3	0,3	0,3	0,9	0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	0,4	0,4



Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hip3tesis de igualdad de estructuras zooplanct3nicas entre per3odos del d3a y los sectores longitudinales ($p\text{-value} < 0,001$ a un 95% de confianza. **Tabla 26**), para lo cual los ostr3cidos y radiolarios contribuyen al rechazo de la hip3tesis de igualdad d3a y noche, en tanto estos conjuntamente con los euf3usidos y larvas de euf3usidos lo hac3an para los sectores costero y oce3nico (**Tabla 27**). Respecto a las distintas zonas norte, centro y sur, el an3lisis no indica evidencia en contra de la igualdad de las estructuras zooplanct3nicas en la zona de estudio (**Tabla 26**).

Tabla 26

Tama3o de muestra, hip3tesis, estad3stico de Wald y valor p para el an3lisis por zona (latitudinal – longitudinal) y periodo del d3a.

Tama3o muestra	Hip3tesis	Wald	p.value
7.066.362	Ho: D3a=Noche	31,1	< 0,001
	Ho: Costero=Oce3nico	30,6	< 0,001
	Ho: Norte=Centro=Sur	24,4	0,081
	Ho: Norte=Centro	12,4	0,134
	Ho: Norte=Sur	15,9	0,044
	Ho: Centro=Sur	7,5	0,485

Tabla 27

Estad3stico de Wald y valor p , para la hip3tesis de igualdad de composici3n por taxa, seg3n periodo del d3a y zona longitudinal.

Taxa	Ho: D3a=Noche		Ho: Costero=Oce3nico	
	Wald	p.value	Wald	p.value
Cop3podos	0,3	0,558	3,0	0,086
Euf3usidos>1cm	1,3	0,262	10,3	< 0,001
Foraminiferos	2,4	0,121	3,6	0,056
LarDec3podos	2,9	0,091	1,3	0,249
Larvas_Euf3usidos	0,9	0,352	9,2	< 0,001
Ostr3cidos	6,4	0,012	5,1	0,024
Quetognatos	0,5	0,480	0,1	0,772
Radiolarios	10,1	< 0,001	5,1	0,024



5.3.4 Biomasa zooplanctónica

En invierno del 2007 y con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los volúmenes de desplazamiento húmedo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1000m^3 de agua filtrada, encontrándose que dichos valores en su dimensión individual muestran un amplio rango de variación, que fluctúa entre 2-116 ml/ 1000m^3 (día) y 10-687 ml/ 1000m^3 (noche) con valores promedio de 20 y 68, predominando en ambos períodos biovolúmenes categorizados dentro de los intervalos 0-33, los que representan un 87% y 48% de la biomasa total por período (Figura 23).

La distribución espacial de la biomasa señaló que las mayores abundancias diurnas se localizaron principalmente en las estaciones más cercanas a la costa, de punta Topocalma ($34^{\circ}09'LS$) al sur de la zona de estudio, con valores de biomasa entre 34-100 ml/ 1000m^3 . Durante la noche las distintas categorías se fortalecen, con altas densidades en el sector costero frente a Algarrobo y entre punta Nugurne ($36^{\circ}00'LS$) y Coronel ($37^{\circ}03'LS$), así como a medida que se incrementa la distancia de la costa, concentrando una mayor biomasa entre Talcahuano y puerto Saavedra sobre la 200 mn (Figura 20)

Al comparar los niveles de biomasa promedio obtenidos durante 1997 al 2005, se determina que bajas biomasas zooplanctónicas promedio se registra a partir del otoño del 2000, con valores que van de 76 a 109 ml/ 1000m^3 , a diferencia de las altas biomasas registradas entre 1997 y 1999 (152 y 161 ml/ 1000m^3). En este sentido, la biomasa media para otoño del 2007, muestra una tasa de cambio negativa igual a un 60% respecto a lo observado para similar período del 2006 (110 ml/ 1000m^3).



5.4 Fauna acompañante y proporciones en las pesca de identificación (objetivo 4)

5.4.1 Pesca Comparativa

La evaluación hidroacústica se realizó con tres embarcaciones B/C “Abate Molina” y los PAM “Leopardo” y “Líder”, de propiedad de Pesquera el Golfo S.A y Southpacific Korp S.A.

Para procesar la información recolectada en el B/C “Abate Molina” y el PAM “Líder”, se consideraron los resultados de la pesca comparativa realizada entre ambas naves el 2001 con el “Líder”, en atención a que no existen cambios relevantes en potencia y redes de pesca, utilizando estas embarcaciones redes de arrastre a mediagua de cuatro panales (Abate Molina ENGEL y Líder SWAN NET), no observando previo al crucero, cambios en los tamaños medidos en las mallas del túnel y copo (4,5 y 3,9 cm) que puedan alterar su poder de pesca como unidad de muestreo de la estructura de tallas de jurel.

5.4.2 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se efectuaron 19 lances de pesca con arrastre y uno con arte de cerco, cuyas posiciones geográficas se muestran en la Figura 7. En el B/C “Abate Molina” la red de arrastre registró alturas en el centro de la relinga superior de 26 a 30 m, en tanto para el PAM “Líder” ésta fluctuó entre 50 a 60 m. Los lances de pesca cubrieron profundidades que van desde los 30 a 100 m, con tiempos de arrastres que oscilaron entre 20 a 93 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,0a 4,6 nudos.



En las **Tablas 28 y 29** se detalla para cada lance realizado en el área prospectada, la captura total estandarizada en peso y número de jurel y fauna acompañante.

La captura total fue de 5.837,57 kg en 19 lances de pesca, de las cuales 5.294,19 kg corresponde a jurel y 543,38 kg a fauna asociada compuestas por otras especies. El esfuerzo aplicado con las dos embarcaciones fue de 15 horas y 14 minutos de arrastre, con un rendimiento estandarizado promedio de 3834,21 kg/hora para la pesca total y de 347,67 kg/hora de pesca para jurel.



Tabla 28

Informaci3n de captura en peso de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM L3der.

Lance	Barco	Fecha	Captura (Kg)										Capt.	Capt	%
			Jurel	Caballa	Reineta	Jibia	Mict3fidos	Salpas	Calamar	Otras					
1	A	03-07-	66,0										66,0		
2	A	30-06-	126,0			58,7							58,7	184,7	31,8
3	A	01-07-	73,0			34,0							34,0	107,0	31,8
4	A	26-06-	638,4							145,6			145,6	784	18,6
5	A	26-06-	0,7					2,3	3,0				5,3	6	88,3
6	A	29-06-	4.009,5											4.009,5	
7	A	11-06-	53,5	2,2	0,6			2,1	9,7				14,6	68,1	21,4
8	A	11-06-													
9	A	12-06-	11,4					1,0	4,0				5,1	16,5	30,5
10	A	14-06-			0,3				150,0				150,3	150,3	100,0
11	A	13-06-	15,7		32,0	0,4		0,9	0,5		2,8		36,7	52,4	70,0
12	A	15-06-							90,0				90,0	90,0	100,0
13	A	17-06-						2,5		0,2			2,7	2,7	100,0
14	L3der	17-06-													
15*	L3der*	18-06-	3.560,0	440,0									440,0	4.000,0	11,0
16	L3der	14-06-													
17	L3der	13-06-	300,0	0,3									0,3	300,3	0,1
18	L3der	12-06-													
19	L3der	10-06-													
20	L3der	08-06-													
		Total	8.854,2	442,5	32,9	93,1	8,8	257,2	145,8	2,8	983,1	9.837,3			

* = lance de cerco

caballa *Scomber japonicus* (4,50%), salpas *Salpas sp* (2,61%), Calamar *Loligo gahi* (1,48%), Jibia *Dosidicus gigas* (0,95%), reineta *Brama australis* (0,33%), y Mict3fidos *Lanternfishes* (0.09%).



Tabla 29

Informaci3n de captura en n3mero de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina y PAM L3der.

Lance	Barco	Fecha	Captura (Kg)										Capt	% Fauna
			Jurel	Caballa	Reineta	Jibia	Mict3fidos	Salpas	Calamar	Otras	Capt. Fauna			
1	A Molina	03-07-	91									91		
2	A Molina	30-06-	138			4					4	142	2,8	
3	A Molina	01-07-	101			3					3	104	2,9	
4	A Molina	26-06-	457						700		700	1.157	60,5	
5	A Molina	26-06-	1				230	375			605	606	99,8	
6	A Molina	29-06-	3080									3.080		
7	A Molina	11-06-	59	4	2		175	1215			1.396	1.450	95,9	
8	A Molina	11-06-												
9	A Molina	12-06-	20				85	500			585	605	96,7	
10	A Molina	14-06-			1			18750			18.750	18.750	100,0	
11	A Molina	13-06-	29		90	1	104	330		8	533	562	94,8	
12	A Molina	15-06-						1200			1.200	1.200	100,0	
13	A Molina	17-06-					242		1		243	243	100,0	
14	L3der	17-06-												
15*	L3der*	18-06-	8087	816							816	8.903	9,2	
16	L3der	14-06-												
17	L3der	13-06-	812	1							1	813	0,1	
18	L3der	12-06-												
19	L3der	10-06-												
20	L3der	08-06-												
		Total	12,875	821	93	8	836	22.370	701	8				

* = lance de cerco

salpas *Salpas sp* (59,32%), Mict3fidos *Lanternfishes* (2,22%).caballa *Scomber japonicus* (2,18%), Calamar *Loligo gahi* (1,86%), reineta *Brama australis* (0,25%) y Jibia *Dosidicus gigas* (0,02%).



5.4.3 Proporción y composición fauna acompañante

El 90,01% de lo capturado correspondió a jurel en 20 lances de pesca, mientras que en 11 lances hubo fauna acompañante que representó el 10% de la captura total. Las especies presentes fueron: caballa *Scomber japonicus* (4,50%), salpas *Salpas sp* (2,61%), Calamar *Loligo gahi* (1,48%), Jibia *Dosidicus gigas* (0,95%), reineta *Brama australis* (0,33%), y Mictófidós *Lanternfishes* (0.09%).

El mayor volumen de caballa registrado en el estudio, se explica principalmente por la captura de sólo un lance de pesca (15) de dos con captura, el cual da cuenta aproximadamente del 100% alcanzado por esta especie y del 44.76% del total alcanzado por la fauna acompañante. Respecto a las otras especies presente en los lances de pesca realizados en la zona evaluada, sus bajos volúmenes en las capturas se encuentran en el orden de lo registrado en anteriores estudios (2,61 a 0.33%), verificándose el carácter monoespecífico del jurel en el área principal de su pesquería en el sector centro-sur del país. Asimismo, este año no se apreció la alta recurrencia de jibia en las capturas de jurel, como fue observado en años anteriores, cuando este recurso registró una fuerte disponibilidad en el área de estudio.

Para la especie caballa, la estructura de talla registra tamaños que van desde 34 a 37 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 35 cm. Esta distribución unimodal de caballa difiere con lo observado en el 2004 donde se presentó una moda principal en 28 y una secundaria en 31 centímetro, registrando ejemplares de mayor tamaño respecto al 2002 y 2003, donde las modas fueron de 22 y 20 cm con ejemplares de tallas que fluctuaron entre 17 a 34 centímetros.

Para la especie reineta, la estructura de talla registra tamaños que van desde 26 a 33 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 29 cm, lo cual difiere con lo registrado el 2004 y 2005 (modas 35 y 39 cm), al registrar una talla modal menor al



igual que lo registrado el 2006 (30 cm). En relación a jibia, la longitud del manto osciló entre 68 a 92 cm, lo que indica la presencia de ejemplares de mayor tamaño respecto a lo registrado el 2006, donde la jibia alcanzó tamaños desde 30 a 120 cm de longitud de manto.

5.5 Condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5).

5.5.1 Batimetría de la zona de estudio

A partir de los datos de profundidad del ecosonda registrados en las tres naves participantes del crucero, se graficó la batimetría de la zona de estudio (**Figura 24**). La figura evidencia una batimetría global regular, con más de un 95% de las estaciones de muestreo situadas sobre una columna de agua mayor a 1000 m de profundidad, destacando el carácter oceánico del crucero de prospección.

5.5.2 Condiciones meteorológicas

La presión atmosférica en la zona norte presentó moderada variabilidad diaria fluctuando entre los 1013,0 y los 1025,6 mbar, con un valor promedio de $1018,2 \pm 4,31$ mbar. La serie de tiempo para esta variable (**Figura 25a**) evidenció un claro ciclo de incremento y disminución, centrado en dos bajas asociadas a los días 11-13 de Junio y al día 19 de junio de 2007, y un incremento de la presión atmosférica en el período 14-17 de junio de 2007 con valores centrados en los 1022,0 mbar. Por su parte, la temperatura del aire mostró una menor variabilidad diaria, con la mayoría de los valores centrados entre los 11 y 13°C, a excepción del día 16 de junio donde se registró la temperatura promedio más alta, que alcanzó sobre los 14°C (**Figura 25a**).



En esta región, la temperatura del aire mostró un rango estrecho de variación entre los 10,0 y los 14,7 °C, con un valor promedio de $12,2 \pm 1,08$ °C.

La rapidez del viento (**Figura 25a**) mostró, en general, valores diarios moderados pero altamente variables, con la presencia de ciclos de incremento y disminución a lo largo de la serie. Vientos más intensos (centrados en los 15 nudos) se reportaron para los días 12, 14, 15, 19 y 20 de junio, en tanto que vientos de baja intensidad (< 8 nudos) se detectaron los días 10, 13 y 16 de junio de 2007. En la zona norte se observó el claro predominio de vientos provenientes de los cuadrantes sur, principalmente del SW (40,0%) y del S (25,7%), como se refleja en los resultados provenientes del análisis de la rosa de vientos de 16 puntas para la región norte del área prospectada (**Figura 26a**).

La presión atmosférica en la zona centro-sur (**Figura 25b**) presentó un valor promedio de $1019,9 \pm 4,9$ mbar, evidenciando un rango de variación más amplio que el reseñado para la zona norte, fluctuando entre los 1010,0 y los 1028,5 mbar. La evolución temporal de esta variable mostró mayor variabilidad diaria comparada con la región norte, con marcados ciclos de incremento y disminución a lo largo de la serie (entre el 8 de junio y el 4 de julio de 2007), donde destacan mayores valores promedio de presión atmosférica en los días 14, 15, 17 y 24 de junio de 2007, en tanto que valores bajos de presión atmosférica se verificaron los días 8, 19 y 21 del mismo mes (**Figura 25b**).

Por su parte, la temperatura del aire (**Figura 25b**) mostró valores comparativamente más bajos que los descritos para la región norte, esto es, un promedio de $9,3 \pm 2,0$ °C con un rango de variación (promedios diarios) entre 5,5 y 13,2°C. La distribución temporal de la temperatura del aire en este sector mostró escasa variación temporal, con una disminución paulatina en la primera parte del crucero (8 - 18 de junio) donde se alcanzó la temperatura más baja (en torno a los 5°C), para posteriormente



evidenciar un incremento sostenido hasta alcanzar su máximo (aproximadamente 13°C) el día 2 de julio de 2007 (**Figura 25b**).

La rapidez del viento (**Figura 25b**) presentó un rango de variación entre 5,5 y 40 nudos (promedio= $16,8 \pm 7,9$ nudos), lo que fue muy superior a lo reportado para a zona norte. En esta región, la rapidez del viento evidenció una alta variabilidad temporal en la escala diaria, con incrementos (>25 nudos) centrados en los días 8, 10, 16 y 19 de junio, alternando con eventos de disminución (<10 nudos) asociados a los días 17, 18, 24 de junio y el 03 de julio de 2007. El análisis de la dirección del viento (**Figura 26b**) indicó el predominio de los vientos del SSW (53,8) y del SW (46,2%).

La presión atmosférica en la zona sur-oceánica presentó un valor promedio de $1020,7 \pm 8,7$ mbar, con un rango de variación que fluctuó entre los 1000,1 y 1030,3 mbar. La serie temporal de esta variable mostró escasa variabilidad temporal en la escala diaria, evidenciando un incremento sostenido desde el día 8 al 17 de junio (**Figura 25c**). En tanto, la temperatura del aire reveló un estrecho rango de fluctuación entre los 8,3 y 11,3 °C, con un promedio de $9,4 \pm 1,1$ °C, valor que es similar al reportado para el sector centro-sur del área prospectada. La distribución temporal diaria de la temperatura del aire tuvo poca variación diaria, con un leve y progresivo incremento hacia al final de la serie, con valores más bajos asociados a los días 9 y 12 de junio, y valores mayores (>10 °C) vinculados con los días 14, 15 y 18 de junio de 2007 (**Figura 25c**).

La rapidez del viento (**Figura 25c**) presentó un promedio de $19,5 \pm 7,9$ nudos que fue superior al informado para los sectores norte y centro), con un amplio rango de fluctuación entre los 19,5 y los 30,7 nudos de intensidad. La distribución temporal diaria de esta variable reveló un decremento sostenido en la primera mitad de la serie, con un mínimo el día 12 de junio, para luego estabilizar sus valores en torno a



los 12 nudos hasta casi el final del período de observaciones, donde se registró un nuevo incremento que alcanzó los 28 nudos de intensidad. En el sector sur-oceánico, la dirección predominante del viento (**Figura 26c**) involucró a los cuadrantes SW (28,2%) y W (20,5%).

Luego, considerando el área total (**Figura 26d**) se observó el amplio predominio de los vientos provenientes del SW (50,9%) y del SSW (22,7%), lo que es diferente de lo registrado en similar período del 2006, donde los vientos predominantes correspondieron a NE NNE en la zona de estudio.

5.5.3 Muestreo Regular

5.5.3.1 Distribución horizontal de las variables oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml l^{-1}) y clorofila-a (mg m^{-3}). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 25, 50, 100, 200 y 400 m de profundidad, a excepción de la clorofila-a, sobre la cual se entrega la carta de distribución horizontal superficial e integrada en una columna de agua que abarcó desde los 100 m a la superficie.

a) Estrato de 5 m de profundidad

Temperatura: En el estrato superficial, la temperatura del mar presentó un rango de variación entre los 10,3 y los 14,4°C, con un valor promedio de $13,4 \pm 0,883^\circ\text{C}$ (n=145 datos). En general, se observa un estrato superficial con aguas muy frías, las que se verificaron especialmente hacia la costa ($\text{TSM} < 12^\circ\text{C}$) y hacia el SW del área prospectada ($\text{TSM} < 13^\circ\text{C}$). La presencia de aguas levemente más cálidas ($>14^\circ\text{C}$) en el sector NW generó un gradiente zonal localizado aproximadamente entre los 34° y



38°LS que evidenció un sentido NW-SW. Las aguas frías asociadas a la costa del sector centro-sur extendieron su efecto hacia aproximadamente las 160 mn desde la costa (**Figura 27a**). El sector oceánico, prospectado más allá de las 200 mn y hacia el extremo austral del área de estudio (más allá de los 80°W) mostró el dominio de aguas frías caracterizadas por las isotermas de 11,5 y 12°C.

Salinidad: La salinidad superficial presentó un rango de variación entre 33,272 y 34,150 psu considerando toda el área prospectada, con un valor promedio de 33,843 \pm 0,177 psu (n= 145 datos). La distribución espacial superficial evidenció los menores valores de salinidad (< 33,6 psu) hacia la región costera del sector centro-sur, aproximadamente entre Lebu y Corral (**Figura 27b**), en tanto que el resto del sector costero (< 100 mn) presentó salinidades levemente superiores, quedando bien caracterizada por las isohalinas de 33,7 y 33,8 psu, situación similar a lo reportado para el sector oceánico situado al norte de los 37°LS. Por el contrario, el sector SW mostró los mayores valores de salinidad con una distribución homogénea de la salinidad y el dominio de las isohalinas de 33,9 y 34,0 psu.

Densidad: La densidad superficial presentó una fluctuación entre los 24,94 y los 25,92 σ_t , con un valor promedio de 25,54 \pm 0,128 σ_t (n= 145 datos). El campo horizontal de la densidad (**Figura 27c**) presentó una distribución similar a la reseñada para la temperatura, esto es, la presencia de aguas comparativamente más densas (>25,7 σ_t) hacia el sector costero, lo que genera un importante gradiente zonal especialmente entre Constitución (35°20'LS) y Punta Lavapié, que no sobrepasó más allá de las 75 mn desde la costa. Por el contrario, el sector oceánico situado al norte de los 36°LS, evidenció los menores valores de densidad (<25,3 σ_t), en tanto que el extremo SW quedó bien caracterizado por la disposición de la isopicna de 25,5 σ_t .

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto superficial presentó aguas bien oxigenadas, con un rango de variación entre los 3,60 y los 5,99 ml l⁻¹ (5,19 \pm



0,805 ml l⁻¹; n= 87 datos). La distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio (**Figura 27d**) evidenció una distribución homogénea, bien caracterizada por la isolínea de concentración de 5 ml l⁻¹, sin la presencia de gradientes zonales ni meridionales.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: La temperatura del mar a 25 m de profundidad (representativo del estrato situado por sobre la termoclina) evidenció un rango de variación entre los 10,4 y los 14,4 °C, con un valor promedio para el área de estudio de $12,5 \pm 0,879$ °C (n= 145 datos). La distribución horizontal de la temperatura en este estrato (**Figura 28a**) mostró una situación muy similar a lo reseñado para la superficie, revelando aguas muy frías, especialmente hacia la costa y levemente más cálidas (>14°C) en el sector NW del área de estudio, lo que generó un gradiente zonal leve entre Topocalma y Puerto Saavedra. El sector sur oceánico (>200 mn) evidenció el dominio de aguas frías caracterizadas por la isoterma de 12 °C.

Salinidad y Densidad: Para este estrato, la salinidad presentó valores entre 33,375 y 34,150 psu y un promedio de $33,887 \pm 0,157$ psu (n= 145 datos). Se observa la presencia de aguas más salinas en el sector nororiental del área prospectada (>34,1 psu) y el dominio de las isohalinas de 33,8 y 33,9 en gran parte del sector central y sur del área de estudio (**Figura 28b**), a excepción de la zona costera situada al sur de los 39°LS, donde se registraron las menores salinidades, alcanzando valores menores a 33,5 psu. Por su parte, la densidad del agua de mar mostró un rango de variación entre los 25,24 y los 26,03 σ_t , con un valor promedio de $25,57 \pm 0,130$ σ_t (n= 145 datos). La distribución horizontal de la densidad en este estrato (**Figura 28c**) reveló aguas más densas (>25,7 σ_t) en el sector costero situado al norte de los 40°LS, generando un leve gradiente zonal en esta región, situado entre las 50 y 130



mn desde la costa. El sector oceánico situado al sur de los 40°LS (más allá de las 200 mn), evidenció una distribución homogénea bien caracterizada por la isopicna de los $25,5 \sigma_t$.

Oxígeno disuelto: La concentración de oxígeno disuelto presentó un rango de variación que fluctuó entre los 2,7 y los 6,9 ml l^{-1} , con un valor promedio de $5,06 \pm 0,915 \text{ ml l}^{-1}$ (n= 88 datos). La distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto en el área de estudio (**Figura 28d**) fue similar a la reportada para el estrato superficial, evidenciando una distribución homogénea de aguas bien oxigenadas, caracterizadas por las isolíneas de 5 y 4 ml l^{-1} al sur de los 36°LS y la isolínea de 6 ml l^{-1} al norte de dicha latitud.

c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: En este estrato, la distribución horizontal de la temperatura (**Figura 29a**) mostró un gradiente zonal importante entre los 35°LS y los 40°LS, situado principalmente entre las 50 y las 100 mn desde la costa, debido a la presencia de aguas frías ($<12^\circ\text{C}$) que dominaron el sector costero y aguas comparativamente más cálidas ($>14,0^\circ\text{C}$) presentes en el sector oceánico. El sector sur-oceánico (más allá de los 78°W), evidenció aguas frías, bien caracterizadas por las isotermas entre 12 y $12,5^\circ\text{C}$. La temperatura presentó un rango de variación que fluctuó entre los 10,3 y los $14,4^\circ\text{C}$, con un valor promedio de $12,40 \pm 0,881^\circ\text{C}$ (n=143 datos).

Salinidad y Densidad: A los 50 m de profundidad la salinidad presentó variaciones entre los 33,375 y los 34,288 psu, con un valor promedio de $33,918 \pm 0,135 \text{ psu}$ (n= 143 datos) considerando toda el área de estudio. Aguas más salinas ($>34,0 \text{ psu}$) fueron detectadas en la región situada al norte de los 37°LS (Punta Lavapié), entre la costa y las 160 mn. (**Figura 29b**). Entre los 37°LS y los 40°LS se verificó aguas con salinidades menores a 33,8 psu, en tanto que el sector sur-oceánico evidenció una distribución homogénea, quedando bien caracterizado por las isohalinas de 33,9 y



34,0 psu. Por su parte, la densidad del agua de mar (**Figura 29c**) mostr3 la presencia de una franja costera de aguas comparativamente m3s densas ($> 25,8 \sigma_t$), las que generaron un gradiente zonal importante especialmente al norte de los 39°LS, debido a la presencia de aguas comparativamente menos densas ($< 25,4 \sigma_t$) presentes en el sector occidental del 3rea de estudio. El sector sur oce3nico mostr3 una distribuci3n homog3nea centrada en la isopicna de $25,5 \sigma_t$. En este estrato, la densidad del agua de mar fluctu3 entre los 25,28 y los 26,18 σ_t , con un valor promedio de $25,60 \pm 0,170 \sigma_t$ (n= 143 datos).

Ox3geno disuelto: La concentraci3n de ox3geno disuelto en el agua de mar fluctu3 entre los 2,01 y los 5,33 ml l⁻¹ (promedio= $4,98 \pm 1,009$ ml l⁻¹; n= 88 datos). Al igual que en los casos anteriores, este estrato se present3 bien oxigenado, con valores centrados entre los 4 y 6 ml l⁻¹ en gran parte del 3rea prospectada (**Figura 29d**).

d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: En este estrato, la temperatura present3 un rango de fluctuaci3n entre los 9,6 y los 14,1°C y un promedio de $11,5 \pm 1,051$ °C (n= 140 datos). Al interior de las 130 mn desde la costa, el campo t3rmico horizontal present3 una distribuci3n homog3nea, sin gradientes zonales ni meridionales, y temperaturas menores a 11°C (**Figura 30a**), en tanto el sector noroccidental evidenci3 aguas comparativamente m3s c3lidas (> 13 °C), generando un gradiente zonal muy leve entre las 130 y 200 mn desde la costa. El sector sur oce3nico, por su parte, mostr3 una distribuci3n homog3nea bien caracterizada por la isoterma de los 12°C.

Salinidad y Densidad: La distribuci3n horizontal de salinidad en este estrato de profundidad, mostr3 una banda costera de aguas m3s salinas ($> 34,2$ psu) que abarc3 desde el l3mite norte del 3rea de distribuci3n hasta 40°LS y que se extendi3 hasta aproximadamente las 50 mn desde la costa, generando un conspicuo gradiente zonal



situado entre las 25 y las 100 mn debido a la presencia oceánica de aguas menos salinas (<33,9 psu) (**Figura 30b**). El sector sur-oceánico mostr3 ausencia de gradientes zonales y meridionales, caracterizándose por la presencia de salinidades entre 33,7 y 33,8 psu. En este estrato, la salinidad fluctu3 entre los 33,201 y los 34,598 psu, con un valor promedio de $33,912 \pm 0,249$ psu (n= 140 datos). La distribuci3n espacial de la densidad (**Figura 30c**) se caracteriz3 por la presencia de aguas m3s densas ($> 26,2 \sigma_t$) en el sector costero (< 50 mn desde la costa) y aguas de densidades menores (< $25,6 \sigma_t$) hacia el oc3ano. El sector sur oceánico no present3 gradientes zonales ni meridionales, quedando bien caracterizado por la disposici3n espacial de la isopicna de $25,6 \sigma_t$. La densidad del agua de mar en este estrato present3 un rango de fluctuaci3n entre los 25,10 y los 26,51 σ_t , con un valor promedio de $25,79 \sigma_t \pm 0,352$ (n= 140 datos).

Oxígeno disuelto: En este estrato, la concentraci3n de oxígeno disuelto fluctu3 ampliamente, evidenciando valores entre los 1,5 y los 6,1 ml l⁻¹ y un valor promedio para toda el área de estudio de $4,7 \pm 1,210$ ml l⁻¹ (n= 86 datos). A diferencia de lo reseñado para los estratos anteriores, acá destaca un claro gradiente zonal positivo al oc3ano, con aguas pobres en oxígeno disuelto (< 2 ml l⁻¹) asociadas al interior de las 50 mn desde la costa (presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales), lo cual genera un leve y extenso gradiente zonal situado entre las 50 y 160 mn, debido a la presencia de aguas m3s oxigenadas (> 5 ml l⁻¹) en el sector occidental. El sector sur oceánico (> 200 mn) present3 aguas bien oxigenadas con concentraciones de oxígeno disuelto superiores a los 6 ml l⁻¹ (**Figura 30d**).

e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: En la regi3n situada al norte de los 40°LS, la distribuci3n horizontal de la temperatura en este estrato mostr3 un comportamiento relativamente homogéneo, con escasa variaci3n zonal debido a la presencia de aguas levemente m3s frías (<9,5



°C) hacia el sector oceánico en comparación con el sector costero ($>10,5$ °C). Las menores temperaturas fueron registradas en el sector sur-oceánico (fuera de las 200 mn desde la costa), donde dominaron las isotermas de 7 a 8,5 °C (**Figura 31a**). La temperatura en este estrato fluctuó entre los 6,4 y los 11,3°C, con un valor promedio de $8,95 \pm 1,198$ °C ($n= 146$ datos).

Salinidad y Densidad: En la distribución horizontal de salinidad (**Figura 31b**) destaca la presencia costera (< 75 mn) de aguas más salinas ($>34,5$ psu) principalmente entre los 33°40'LS y los 39°LS vinculada con la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en su flujo hacia el polo. El sector oceánico presentó aguas comparativamente menos salinas ($<34,2$ psu). Los valores más bajos de salinidad fueron detectados en el sector sur-oceánico (evaluado entre los 79 y 83°W), donde se evidenció una distribución homogénea con valores que no superaron los 34,1 psu. En este estrato, la salinidad fluctuó entre los 33,988 y los 34,621 psu, con un valor promedio para toda el área de estudio de $34,236 \pm 0,194$ psu ($n= 130$ datos). En el caso de la densidad del agua de mar, el campo horizontal verificó leves diferencias zonales positivas a la costa, con aguas de menor densidad en el extremo oceánico de las transectas ($< 26,4$ σ_t) y aguas comparativamente más densas al interior de las 130 mn desde la costa (**Figura 31c**). El sector evaluado entre las 200 y 400 mn presentó una distribución homogénea de densidades más bajas, quedando bien caracterizado por la disposición de las isopicnas de 26,3 y 26,4 σ_t . El rango de fluctuación de la densidad fue entre los 26,09 y los 26,73 σ_t , con un valor promedio de $26,43 \pm 0,141$ σ_t ($n= 130$ datos).

Oxígeno disuelto: El rango de fluctuación de la concentración de oxígeno disuelto en los 200 m de profundidad fue muy amplio, variando entre aguas muy pobres en oxígeno ($0,52$ ml l^{-1}) y aguas muy oxigenadas ($5,83$ ml l^{-1}) con un valor promedio de $3,77 \pm 1,550$ ml l^{-1} ; $n= 83$). La distribución espacial (**Figura 31d**) reveló aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (< 1 ml l^{-1}) en prácticamente todo el



sector prospectado al interior de las 100 mn desde la costa, coincidiendo espacialmente con la disposición del máximo salino denotando la importante presencia de las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales en dicho sector. El sector sur oceánico evidenció aguas bien oxigenadas, caracterizadas por la ubicación espacial de las isolíneas de 4 y 5 ml l⁻¹.

f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: El rango de fluctuación de la temperatura a los 400 m de profundidad varió entre los 5,7 y los 8,5°C (promedio= 6,46 ± 0,553°C, n= 131 datos). La temperatura del mar en este estrato (**Figura 32a**) mostró una distribución homogénea, sin gradiente meridionales ni zonales de importancia, con temperaturas levemente mayores (> 7°C) hacia el sector costero (<75 mn) y menores hacia el sector sur oceánico (centradas en torno a los 6 °C).

Salinidad y Densidad: Los máximos valores de salinidad fueron menores a los reportados en el estrato de 200 m, debido a la menor presencia de AESS en este estrato. Estos valores fluctuaron entre los 34,237 y los 34,511 psu considerando toda el área de estudio (promedio= 34,301 ± 0,057 psu, n= 131 datos). La distribución horizontal reveló una distribución homogénea, bien caracterizada por las isohalinas de 34,3 y 34,4 psu (**Figura 32b**). Por su parte, la densidad del agua de mar también presentó una distribución espacial homogénea (**Figura 32c**), quedando bien caracterizada por la disposición horizontal de las isopicnas de 26,9 σ_t en gran parte del área de estudio, y de 26,8 σ_t particularmente en el sector sur oceánico. El rango de fluctuación de la densidad varió entre 26,58 y los 26,97 σ_t , con un promedio de 26,87 ± 0,087 σ_t (n= 131 datos).



Oxígeno disuelto: Al considerar toda el área de prospección, la concentración de oxígeno disuelto varió ampliamente entre los 0,50 y los 6,19 ml l⁻¹, evidenciando un promedio mayor ($4,02 \pm 1,642$ ml l⁻¹, n= 140 datos) que el descrito para el estrato de 200 m de profundidad, denotando una menor participación de las AESS. La distribución horizontal de esta variable (**Figura 32d**) mostró un gradiente de concentraciones en sentido NE-SW, verificando aguas con menor concentración de oxígeno (< 2 ml l⁻¹) especialmente al norte de los 39°LS y entre la costa y las 130 mn, y aguas comparativamente más oxigenadas hacia el sector oceánico (más allá de las 160 mn), y particularmente hacia el sector SW del área de estudio, donde dominaron las isolíneas de 5 y 6 ml l⁻¹.

g) Distribución horizontal de la clorofila-a superficial

La biomasa fitoplanctónica (estimada aquí como clorofila-a) evidenció valores superficiales que fluctuaron entre los 0,01 y los 6,91 mg m⁻³, con un promedio de $0,51 \pm 1,0$ mg m⁻³ para toda el área de prospección. La distribución espacial de esta variable (**Figura 33**) mostró valores comparativamente más altos ($> 0,8$ mg m⁻³) en gran parte del sector central del área de estudio, especialmente en la región costera situada entre puerto Saavedra y Corral, donde se registraron los mayores valores de clorofila (> 2 mg m⁻³). Por el contrario, en el sector NW y especialmente en la evaluación del sector sur oceánico (al norte de los 40°LS) se detectaron valores muy bajos, menores a 0,2 mg m⁻³.

h) Distribución horizontal de anomalías de salinidad

La anomalía de salinidad para este año 2007, muestra el dominio de valores negativos prácticamente en toda el área de estudio, lo que difiere a lo observado el 2006, donde las anomalías positivas estuvieron acotadas cerca de la costa. Este año



la distribuci3n es semejante a lo reportado para invierno del 2000, 2004 y 2005, revelando la presencia de aguas menos salinas asociadas al sector costero en la regi3n prospectada, (**Figura 34**).

5.5.3.2 An3lisis distribuci3n vertical de las variables oceanogr3ficas

A continuaci3n, se entrega el an3lisis de la distribuci3n vertical de cada una de las variables oceanogr3ficas registradas durante el estudio, para las transectas evaluadas en el 3rea de prospecci3n. Las transectas evaluadas han sido numeradas desde la transecta 1 (extremo norte) a la transecta 19 (sur-oce3nico) segun se muestra en la **Figura 1**. Las transectas 1, 5 y 6 no han sido consideradas en este an3lisis debido al bajo n3mero y distanciamiento entre las estaciones de muestreo.

Sector norte (Transectas 2, 3 y 4)

Las transectas 2 a la 4 se encuentran situadas en el extremo norte del 3rea de prospecci3n, entre los 34°10'LS y los 35°50'LS. Estas transectas presentaron un patr3n de distribuci3n t3rmico similar, caracterizado por la presencia de aguas superficiales (< 100 m) en torno a los 12-13°C con n3cleos comparativamente m3s calidos hacia el sector oce3nico (> 100 mn desde la costa), especialmente en las transectas 3 y 4 (**Figuras 35 a 37**). Adem3s, estas transectas presentaron aguas costeras comparativamente m3s fr3as debido al ascenso de las isoterma de 12 y 11°C hacia este sector. La termoclina se identific3 en todos los transectos, especialmente en las estaciones m3s oce3nicas, situ3ndose verticalmente entre los 40 y 120 m de profundidad. Bajo los 200 metros, se observ3 un descenso t3rmico con la profundidad hasta alcanzar temperaturas menores a 6 °C hacia las m3ximas profundidades de muestreo (**Figuras 35 a 37**).



Por su parte, el patrón de distribución vertical de la salinidad estuvo caracterizado por la presencia superficial de aguas menos salinas hacia el sector oceánico, una haloclina situada entre 60 y 120 metros de profundidad la que se profundiza y debilita hacia el océano, y la presencia de un núcleo salino subsuperficial ($>34,5$ psu) situado hacia la costa, entre los 100 y 300 metros de profundidad, caracterizando la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) en su flujo hacia el polo (**Figuras 35 a 37**). En tanto, el campo vertical de la densidad mostró variaciones zonales en el estrato superficial debido al ascenso de las isopícnas de 26 a $26,4 \sigma_t$ hacia la costa, evidenciando aguas comparativamente más densas en este sector ($>25,8 \sigma_t$). La capa de mezcla alcanzó los 60-80 m en la costa profundizándose hacia el océano interior (> 100 m). La pínoclina se encontró bien desarrollada en todos los transectos, situada entre los 20 y 120 m de profundidad. Bajo los 200 metros, la densidad se incrementa a una tasa relativamente constante con la profundidad alcanzando valores mayores a $27,0 \sigma_t$ en los estratos más profundos (**Figuras 35 a 37**).

Para el caso de la concentración de oxígeno disuelto, los resultados revelaron un estrato superficial (0-50 m) bien oxigenado ($> 5 \text{ ml l}^{-1}$), y la presencia subsuperficial de concentraciones bajas de oxígeno ($>2 \text{ ml l}^{-1}$) en la región costera, situadas verticalmente entre los 150 y 350 metros de profundidad, siendo espacialmente consistentes con la posición espacial del máximo salino, que en conjunto caracterizan la presencia de las AEES en este estrato (**Figuras 35 a 37**).

Sector central (Transectas 7 a la 13)

En las transectas 7 a 13 ubicadas entre los $37^{\circ}30'LS$ y los $40^{\circ}00'LS$, las secciones de temperatura evidenciaron un claro gradiente zonal en el estrato superficial, debido al dominio de aguas más frías ($<13^{\circ}C$) en el sector costero, y aguas comparativamente



más cálidas hacia las estaciones más oceánicas. En forma similar a las transectas descritas anteriormente, se observó la presencia de termoclinas identificables (situadas entre los 40 y 120 metros de profundidad) particularmente fuera de las 100 mn desde la costa, y un descenso térmico constante hacia las máximas profundidades de muestreo, alcanzando los 6°C (**Figuras 38 a 44**). Por su parte, el campo de distribución vertical de la salinidad evidenció la presencia de una haloclina extensa situada entre los 30 y 120 metros de profundidad, la que se debilita y profundiza hacia las estaciones más oceánicas de los transectos (más allá de las 200 mn), lo que explica la presencia de gradientes zonales en el estrato superficial. Las AESS se verificaron en el estrato comprendido entre los 150 y 390 metros de profundidad (**Figuras 38 a 44**).

La distribución vertical de la densidad reveló un patrón de distribución similar al de la temperatura, esto es, la presencia de diferencias zonales en el estrato superficial debido al claro ascenso hacia la costa de las isopícnas entre 25,8 y 26,4 σ_t , una pínoclina bien desarrollada a lo largo de todos los transectos, situada entre los 60 y 140 m de profundidad, y un incremento de la densidad del agua de mar con la profundidad, alcanzando valores centrados en los 27,0 σ_t bajo los 500 m (**Figuras 38 a 44**). Para el caso del oxígeno disuelto los resultados muestran un estrato superficial bien oxigenado ($>4 \text{ ml l}^{-1}$) el que se acentúa hacia el sector oceánico, una oxiclina situada entre la superficie y aproximadamente los 200 metros de profundidad, que se verifica especialmente en el sector costero ($<100 \text{ mn}$), y que se profundiza y debilita hacia el océano interior, así como también la presencia de concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1 \text{ ml l}^{-1}$) situadas verticalmente entre los 130 y 420 metros, y especialmente en las transectas situadas al norte de los 39°LS, siendo coincidentes con la distribución del máximo salino. Un incremento de concentraciones de oxígeno disuelto ($>3 \text{ ml l}^{-1}$) bajo los 400 m evidencia la presencia incipiente de las Aguas Intermedias Antárticas (AIA) hacia los estratos más profundos (**Figuras 38 a 44**).



Sector sur-oceánico (Transectas 14 a la 19)

Las transectas del sector sur oceánico se situaron entre los 40°50'LS y los 42°30'LS y entre las 200 y 400 mn desde la costa. La distribución superficial de la temperatura reveló aguas frías en gran parte de los transectos, dominando la isoterma de los 12°C, y una escasa variabilidad zonal, a diferencia de lo acontecido en los transectos anteriores. La termoclina, situada entre los 60 y 120 metros de profundidad, fue menor comparada con los transectos situados más a los norte, pero igualmente identificables en la mayoría de los transectos (**Figuras 45 a 50**). Por su parte, la salinidad también mostró escasa variabilidad zonal en el estrato de superficie, quedando caracterizado por la presencia de aguas con salinidades en torno los 33,9 psu. Se registró una baja estratificación salina en este sector, con haloclinas débiles o virtualmente ausentes. Cuando se identificaron haloclinas importantes, estas se situaron entre los 80 y 140 metros de profundidad.

En estas transectas la densidad no mostró gradientes zonales en el estrato superficial. Se verificó una capa de mezcla que se extendió hasta los 120 m de profundidad, siendo más extensa en comparación con los otros sectores analizados. Las picnoclinas se mostraron débiles a lo largo de todas las transectas de este sector, situándose aproximadamente entre los 70 y los 120 metros de profundidad (**Figuras 45 a 50**). Por su parte, la distribución vertical de oxígeno disuelto reveló aguas bien oxigenadas prácticamente en toda la columna de agua, con concentraciones centradas en los 5 y 6 ml l⁻¹, y ausencia de oxiclina, denotando la ausencia de las AESS en este sector oceánico. Destaca la distribución vertical de oxígeno disuelto en la Transecta 16 (**ver Figura 47**), donde se aprecia un núcleo subsuperficial de bajas concentraciones situado en las 300 mn desde la costa, y que corresponde claramente a la presencia de un remolino de mesoescala que se desplaza hacia el océano interior, llevando consigo las características conservativas y semi-conservativas asociadas a las aguas costeras (**Figuras 45 a 50**).



Distribución vertical de clorofila-a

La **Figura 51** presenta la distribución vertical de la clorofila-a para cada una de las secciones realizadas en el área de estudio. Esta distribución vertical estuvo caracterizada principalmente por: a) la presencia de núcleos superficiales y subsuperficiales con valores bajos de 0,2 a 0,4 mg m⁻³ en la zona comprendida entre el extremo norte del área de estudio y los 36°LS, sin registrarse gradientes zonales; b) gradientes zonales acentuados con valores comparativamente mayores en el sector costero (>1 mg m⁻³) entre los 37°30'LS y los 39°10'LS, y c) la detección de las más altas concentraciones en el extremo sur (entre 39°35'LS y 40°00'LS), con núcleos costeros que alcanzaron los 5 mg m⁻³ frente a Corral.

Transectas longitudinales

Las fluctuaciones verticales en las variables medidas también fueron analizadas a través de transectas paralelas a la línea de costa, utilizando estaciones representativas del sector más costero (sobre la plataforma continental, 10 mn), estaciones situadas a 100 mn y a las 200 mn desde la costa.

Transecta longitudinal costera (10 mn)

La transecta costera consideró estaciones sobre la plataforma continental, por lo que su profundidad máxima no sobrepasó los 100 m en la mayoría de los casos, a excepción de la estación 31 realizada en el cañón del río Bío-Bío. Esta transecta evidenció aguas frías a lo largo de todo el sector costero, con un gradiente meridional de 2°C aproximadamente (**Figura 52a**). En el extremo norte se aprecia una mayor estratificación térmica vertical, producto de la influencia de aguas comparativamente más cálidas en superficie, mientras que en la estación más profunda (estación 31) se observa un bajo nivel de estratificación. Por su parte, la salinidad mostró claras diferencias meridionales vinculadas a la presencia de aguas más salinas al norte de



los 35°LS y la presencia de salinidades menores ($< 33,6$ psu) debido a la mezcla con aguas de origen continental. Una haloclina importante situada entre los 40 y 100 metros de profundidad se observa al norte de los 37°LS revelando la influencia subsuperficial de las AESS en este sector costero (**Figura 52b**). De igual manera a lo reseñado para la salinidad, la densidad del agua de mar mostró aguas levemente más densas en el sector norte del área de estudio, así como también una picnoclina definida en gran parte del transecto, situándose entre los 40 y 150 m de profundidad (**Figura 52c**).

Por su parte, la distribución latitudinal superficial de la concentración de oxígeno disuelto mostró valores mayores a 5 ml l^{-1} en los 38°LS y en los 40°LS con una oxiclina bien definida entre los 20 y 120 m, la presencia aguas pobres en oxígeno (AESS, $<1 \text{ ml l}^{-1}$) al norte de los 38°00'LS y bajo los 150 m de profundidad. La distribución longitudinal de la clorofila-a mostró bajos valores entre los 37°30'LS y los 39°00'LS, mientras que en la zona ubicada en los 40°LS se registraron núcleos importantes de clorofila-a con concentraciones mayores a 6 mg m^{-3} constituyendo la zona con mayor biomasa fitoplanctónica de toda el área de estudio (**Figura 55a**).

Transecta longitudinal a 100 mn

El estrato superficial de la transecta de 100 mn estuvo caracterizado por una escasa variación meridional, el dominio de la isoterma de 12°C , una termoclina situada entre los 50 y 200 metros de profundidad, y un descenso constante de la temperatura bajo los 200 m, desde aproximadamente los 10°C hasta valores menores a 6°C bajo los 400 m (**Figura 53a**). Por su parte, la salinidad presentó un gradiente meridional superficial (0-100 m) con aguas más salinas ($> 34,5$ psu) en el extremo norte y salinidades menores a 33,9 psu al sur del área de prospección (**Figura 53b**). La haloclina, situada entre los 60 y 150 metros de profundidad, se debilita y profundiza hacia el sur. El máximo salino subsuperficial (característico de la presencia de AESS)



se detectó para el estrato situado entre los 180 y 350 metros, principalmente al norte de los 39°LS. Para el caso de la densidad, los resultados revelaron una distribución similar a la descrita para la temperatura, exhibiendo escasa variación meridional, una capa de mezcla que se incrementa hacia el sur y una pycnoclina bien desarrollada situada entre los 60 y 140 metros de profundidad (**Figura 53c**).

La distribución latitudinal de la concentración de oxígeno disuelto sobre los 100 m de profundidad mostró, en general, valores mayores a 5 ml l^{-1} . Aguas con bajo contenido de oxígeno disuelto (alrededor de 1 ml l^{-1}) estuvieron presentes hasta aproximadamente los 39°LS, a una profundidad entre 160 y 330 m (Figura 39d). En consistencia con la información satelital e hidrográfica horizontal, fuera de la Zona de Transición Costera (transectas longitudinales de 100 y 200 mn) los valores de clorofila en toda la columna de agua fueron bajos, no superando los $0,1 \text{ mg m}^{-3}$, con excepción de la presencia de un núcleo a 100 mn de la costa que presentó valores superficiales de $0,5 \text{ mg m}^{-3}$ en los 38°20'LS (**Figura 55b**).

Transecta longitudinal a 200 mn

A una distancia de 200 mn desde la costa, la distribución vertical de la temperatura presentó también escaso gradiente meridional superficial ($< 1^\circ\text{C}$), con aguas levemente más cálidas ($>14^\circ\text{C}$) al norte de los 37°LS (**Figura 54a**). Destaca la presencia de una capa superficial homoterma mucho mayor que la reseñada para las dos transectas anteriores (costera y de 100 mn), que alcanzó los 100 metros de profundidad. La termoclina estuvo presente en prácticamente todo el transecto ubicándose entre los 80 y 140 metros de profundidad. Por su parte, la distribución vertical de la salinidad evidenció aguas levemente más salinas ($> 34 \text{ psu}$) entre los 37°10'LS y los 39°30'LS, y una haloclina situada entre los 40 y los 150 metros de profundidad (**Figura 54b**).



La densidad del agua de mar mostró un comportamiento similar a lo descrito para la temperatura, con aguas levemente más densas 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 $27,0 \sigma_t$ entre los 400 y 600 m (**Figura 54c**). La distribución latitudinal de la concentración de oxígeno disuelto presentó en general valores altos en toda la columna de agua sin la presencia de estratificación importante. Destaca la presencia de dos núcleos subsuperficiales de aguas pobres en oxígeno ($< 2 \text{ ml l}^{-1}$) centrados en los 38°LS y 41°LS , muy probablemente por efecto de la presencia de anillos de mesoescala que se propagan desde la costa hacia el océano interior. La concentración de clorofila-a en este transecto, estuvieron caracterizado por niveles que no sobrepasaron los $0,4 \text{ mg m}^{-3}$ (**Figura 55c**).

5.5.3.3 Perfiles verticales individuales

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 en las regiones: norte ($34^\circ 10' - 37^\circ 55' \text{LS}$), centro-sur ($38^\circ 20' - 42^\circ 05' \text{LS}$) y sur ($39^\circ 35' - 42^\circ 30' \text{LS}$)

Temperatura

El análisis de los perfiles verticales de temperatura revelaron la presencia de aguas superficiales frías, situación particularmente evidente hacia el sector sur-oceánico del área prospectada, con una termoclina identificable en la gran mayoría de los casos, ubicada entre los 20 y los 50 m de profundidad para la zona norte, entre los 30 y los 120 m de profundidad para el sector centro-sur, y una clara profundización hacia el sector oceánico, localizándose entre los 100 y los 110 m de profundidad (**Figura 56**) Los gradientes verticales máximos de



temperatura fueron mayores en la región norte (promedio= $0,9266 \pm 0,5166^{\circ}\text{C}$ 10 m^{-1}) denotando termoclinas comparativamente mayores, en tanto que los gradientes para los sectores centro-sur y sur-oceánico exhibieron promedios de $0,9414 \pm 0,4030^{\circ}\text{C}$ 10 m^{-1} y $1,3020 \pm 0,3350^{\circ}\text{C}$ 10 m^{-1} , respectivamente. En general, todos los perfiles mostraron un decremento térmico a una tasa relativamente constante con la profundidad bajo los 200 metros y hasta la máxima profundidad de muestreo (i e., 600 m), donde se alcanzó valores mínimos centrados en los 5°C (sector norte y sur) y $5,5^{\circ}\text{C}$ (sector oceánico) (**Figuras 56**).

Salinidad

La salinidad no mostró diferencias importantes en su campo vertical, para las tres zonas estudiadas, a excepción del estrato más superficial (<30 m) producto de la descarga de ríos en la zona costera. Para la zona norte se registró salinidades superficiales fluctuando entre los 33,4 y los 34,2 psu, la presencia de haloclinas extensas que generalmente alcanzan los 180 m de profundidad y máximos gradientes salinos que en promedio alcanzaron los $0,6914 \pm 0,5109 \text{ psu } 10 \text{ m}^{-1}$. El máximo salino estuvo situado entre los 100 y los 200 m de profundidad, vinculado con la presencia de AESS (**Figura 57**). La región centro-sur, por su parte, evidenció aguas superficiales con salinidades levemente menores comparadas con la zona norte (33,4 psu, presumiblemente por el aporte de los ríos locales) y haloclinas más extensas en la mayoría de los casos. Por último, la región sur-oceánica presentó un campo vertical de salinidad distinto al reseñado para las regiones norte y sur, caracterizada por un rango de fluctuación superficial más estrecho (33,8 - 34,2 psu), máximos gradientes de salinidad más bajos (promedio= $0,3373 \pm 0,2895 \text{ psu } 10\text{m}^{-1}$), y haloclinas virtualmente ausentes en todos los perfiles de este sector (**Figura 57**).



Densidad

Las principales características del campo vertical de la densidad del agua de mar en el área de estudio fueron: a) la baja variabilidad espacial en la profundidad de la capa de mezcla (PCM) especialmente en el sector norte del área de estudio, y donde el sector centro y sur oceánico evidenciaron valores de PCM centrados entre los 80 y los 120 metros de profundidad, b) una pycnoclina identificable en la gran mayoría de los casos, situada entre los 20 y los 100 metros de profundidad para las tres zonas, la que se debilita y profundiza hacia las estaciones situadas en el sector sur-oceánico del área de estudio, localizándose entre los 80 y los 100 m de profundidad, c) mayores gradientes verticales máximos de densidad asociados a la región norte del área de estudio (promedio= $0,5456 \pm 0,3796 \sigma_t 10m^{-1}$) denotando pycnoclinas mayores comparadas con el sector centro-sur (promedio= $0,3348 \pm 0,1729 \sigma_t 10m^{-1}$) (**Figura 58**).

Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno disuelto (**Figura 59**) presentó un patrón de distribución vertical caracterizado por un estrato superficial (<40 m) bien oxigenado, con concentraciones de oxígeno disuelto entre 5 y 6,5 ml l⁻¹, y una oxiclina identificable en los sectores norte y centro-sur del área de estudio, situada verticalmente entre los 40 y los 180 m de profundidad (sector norte) y entre los 60 y los 220 m de profundidad (sector centro-sur). Por el contrario, en el sector sur-oceánico la gran mayoría de los perfiles verticales de oxígeno disuelto evidenció ausencia de estratificación (oxiclinas). Concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (< 1 ml l⁻¹) se detectaron entre los 80 y 300 metros de profundidad, revelando la presencia de AESS en este estrato. Un progresivo incremento de la concentración de oxígeno disuelto a partir de los 400 m y



hasta la máxima profundidad de muestreo, verifica la presencia incipiente de las AIA. Lo anterior no fue válido para las estaciones situadas en la región sur-oceánica, donde se reporta una columna de agua muy oxigenada en la gran mayoría de las estaciones de muestreo.

Clorofila

La distribución vertical de la biomasa fitoplanctónica, estimada como clorofila-a, establecida en los primeros 100 m de la columna de agua mostró valores bajos, con variaciones significativas entre los tres sectores estudiados (**Figura 59**). Concentraciones comparativamente más altas fueron detectadas en el sector centro-sur del área de estudio donde superaron los 4 mg m^{-3} e incluyeron un gran número de máximos subsuperficiales, en contraste con valores menores (centrados en $0,2 \text{ mg m}^{-3}$) y ausencia de máximos subsuperficiales asociados al sector norte. En el sector sur-oceánico se evidencia valores relativamente altos de clorofila-a, que en general fueron menores a $0,5 \text{ mg m}^{-3}$, con inexistentes máximos superficiales

5.5.3.4 Profundidad capa mezcla, base de la termoclina, espesor de la termoclina y temperatura base de la termoclina

Las estructuras oceanográficas verticales, esto es, la profundidad de la capa de mezcla (PCM), la profundidad base de la termoclina (PBT) y el espesor de la termoclina (ET) se presentan en la **Figura 60**.

La distribución horizontal de la PCM mostró un gradiente zonal positivo hacia el sector oceánico, con valores no superiores a los 50 m de profundidad al interior de las 200 mn desde la costa, alcanzando valores mínimos (30 m) entre Topocalma y punta Nugurne (**Figura 60a**). Al sur de Lebu y fuera de las 200 mn los valores de PCM fluctuaron entre 70 y 100 m, profundizándose hacia el sector oceánico (al sur de



los 40°LS y más allá de las 250 mn) donde se alcanzó valores superiores a 110 m de profundidad. La PCM reveló un valor promedio de $85,3 \pm 37,41$ m, con una fluctuación entre los 7 y los 137 m de profundidad (n= 146 datos).

La PBT fluctuó entre los 9 y los 170 m de profundidad (promedio= $109 \pm 37,80$ m, n= 146 datos). Al igual que lo reportado para la PCM, esta estructura oceanográfica muestra un gradiente zonal a lo largo de toda la región de estudio, con valores de PBT comparativamente menores (<80 m) asociados a las primeras 50 mn desde la costa, lo que se intensifica al norte de los 35°LS con valores de PBT costeros en torno a los 30-40 metros. En el sector sur (al sur de los 37°LS) destaca la marcada profundización de la PBT hacia el sector más oceánico, donde superó los 120 m de profundidad, en especial en el sector suroccidental (> 78°W) donde quedó bien caracterizada por las isolíneas de 130 y 140 m (**Figura 60b**).

Por su parte, el ET (**Figura 60c**) presentó un rango de fluctuación muy amplio, variando entre los 2 y los 65m (promedio= de $23,7 \pm 12,3$ m, n= 146 datos). No obstante esta alta variabilidad, la distribución horizontal del ET muestra valores relativamente constantes en gran parte del área de estudio, especialmente en el sector central y sur del área de estudio donde fluctuó escasamente entre los 20 y 30 metros de espesor.

5.5.3.5 Diagrama TS

La identificación de las masas de aguas se realizó a través del análisis e interpretación de diagramas TS (**Figura 61**). Durante este estudio y de manera similar a lo presentado en informes anteriores, se detectó la presencia de tres masas de agua en el área prospectada, a saber: Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Intermedias Antárticas (AIAA). El análisis detallado de cada una de las regiones geográficas reveló los siguientes índices termosalininos:



a) En el sector norte el estrato superficial se encontró dominado por las ASAA, las que presentaron un rango salino entre 33 y 34,3 psu, y entre los 9 y 14,5°C de temperatura. Hacia estratos más profundos las ASAA se mezclan gradualmente con las AESS, las que aparecen bien representadas aunque con salinidades y temperatura un poco más bajas del rango conocido para estas aguas, esto es, índices termosalinos entre 34,4 y 34,6 psu y entre 8 y 9,5 °C. Hacia las máximas profundidades de muestreo se evidencia incipientemente la presencia de las AIA, con salinidades que fluctuaron entre los 34,2 y 34,4 psu, y un rango térmico entre 5 y 6,5 °C.

b) En el sector centro-sur, el estrato superficial estuvo dominado por las ASAA que son modificadas en cierta medida por procesos de mezcla con aguas de origen continental producto de la descarga de los principales ríos de la región. Los índices termosalinos para las ASAA (ASAA modificada) se encontraron entre los 33,1 y 34,3 psu y entre los 9 y 14,5°C. Subsuperficialmente, las AESS se encuentran bien representadas en este sector, alcanzando índices salinos de 34,4 y 34,6 psu y térmicos entre 9 y 11°C. Las AIAA mostraron salinidades entre 34,2 y 34,35 psu y temperaturas entre 5 y 6,5 °C

c) Por último, el sector sur-oceánico evidenció un estrato superficial ampliamente dominado por las ASAA con un rango térmico entre los 9 y 12,5°C y salinidades entre los 33,1 y 34,1 psu. Las AESS no estuvieron representadas, salvo tangencialmente en dos estaciones de muestreo. Las AIAA, asociadas a las máximas profundidades de muestreo estuvieron caracterizadas por salinidades que oscilaron entre 34,2 y 34,3 psu y temperaturas entre los 4,5 y 6,5 °C.

Los índices termohalinos reportados en este informe son consistentes con los descritos anteriormente para cruceros de igual naturaleza y efectuados en la misma zona (Figuroa *et al.*, 1995; Núñez & Ortiz, 1999; Núñez *et al.*, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006). Además, los resultados se enmarcan con lo reseñado



en numerosos estudios hidrográficos y dinámicos realizados en la región Centro-Sur de Chile (Brandhorst, 1971; Silva & Konow, 1975; Robles, 1976; Silva & Sievers, 1981; Silva, 1982; Rojas & Silva, 1996; Strub *et al.*, 1998).

5.5.4 Relaciones espaciales de la distribución y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanográficas.

5.5.4.1 Distribución geográfica del recurso

De manera general, se puede señalar que la especie se reportó totalmente distribuida en el extremo sur y hacia el sector oceánico en la zona de estudio. Por otra parte, la distribución batimétrica indica que el recurso se presentó en la columna de agua desde la superficie hasta los 180 m de profundidad, con una marcada preferencia por los primeros 120 m de la columna de agua donde se presenta la gran mayoría de las celdas. Situación que es similar a lo descrito en años precedentes.

En el caso de la distribución geográfica total de jurel, se aprecia que las mayores agregaciones se localizan sobre las 200 mn al SW de Corral, destacándose que el mayor porcentaje es ocupado por las categorías de densidad baja y media (1-300 t/mn²) con un 83%; por su parte, el estrato con las mayores densidades (>300 t/mn²), presentó un IOC del 20% siendo bastante mayor a los reportados para cruceros anteriores (Córdova *et.al.*, 2005 y 2007).

Con respecto a los diferentes planos, en la capa que abarca desde la superficie hasta los 50 m, la especie presentó una cobertura geográfica muy escasa con un IOC de 2,2% y en zonas relativamente costeras, principalmente en la primeras 100 mn de la costa y con agregaciones muy definidas (**Figura 62a**). En este sentido, la distribución espacial de las agregaciones indica que el jurel se concentró mayoritariamente en un núcleo ubicado cerca de la costa frente a puerto Lebu y



que se destaca por sus altas concentraciones de densidad y estar en una zona de gradientes térmicos relevantes. En cuanto al índice de ocupación (N° de píxeles positivas/ N° de píxeles totales), si se considera solamente las cuadrículas positivas, el 82% correspondió a píxeles de baja densidad, el 7% a celdas de mediana densidad y el 11% a concentraciones altas (**Tabla 30**).

En la capa de 51 a 100 m de profundidad, el jurel exhibió sus mayores concentraciones con una distribución espacial mucho más amplia y con un índice de ocupación mucho más alto que el estrato superficial y un comportamiento más oceánico. En esta capa, la distribución se centra preferentemente al SW de Corral (**Figura 62b**), con una repartición geográfica del recurso que indica que éste se concentró principalmente en dos zonas: la primera se localiza a unas 300 mn al oeste de Corral y se caracteriza por abarcar un área de app 2.500 mn², además registra densidades regulares que se asocian a una zona de niveles medios de densidad de eufáusidos. El segundo sector se emplaza a 400 mn al SW de Corral y es la zona con los mayores registros de densidad acústica reportados en el presente crucero, este sector cubre un área geográfica bastante amplia de 7.800 mn² y se caracteriza por la presencia mayoritaria de aguas bien oxigenadas, niveles bajos de densidad en eufáusidos y presencia de notorios gradientes térmicos (**Figuras 62b, 65b, 71c y 63c**).

En el plano 101-150 metros, la especie se distribuyó de preferencia en el sector sur, con una gran mayoría de píxeles que registraron una baja densidad y solamente el 4% de las cuadrículas exhiben densidades altas (**Figura 62c y Tabla 30**). En esta capa se aprecia un importante núcleo de altas densidades de la especie, que se ubica a unas 300 mn al oeste de isla Chiloe y que coincide con las altas agregaciones observadas en el estrato 51-100 metros, esta zona se caracteriza por exhibir aguas oxigenadas y aguas de 11-12°C.



Tabla 30

Índices de ocupaci3n (en porcentaje) de las cartografías de distribuci3n de jurel en las capas de 5, 50 y 100 m.

DENSIDAD	Superficie-50 m.		Capa 51-100 m.		Capa 101-150 m		Capa 1- 150 m.	
	+	t.	+	t.	+	t.	+	t.
Densidad Baja	82	1,8	50	8,9	77	8,5	53	13,3
Densidad Media	07	0,1	30	5,4	19	2,1	30	7,6
Densidad Alta	11	0,3	20	3,5	04	0,5	17	4,3

+ : cuadrículas positivas.

t.: cuadrículas totales.

5.5.5 Análisis integrado

a) Análisis cartográfico entre la distribuci3n del jurel y las variables bio-oceanográficas

Se realizó un análisis visual de los distintos planos y cartografías. Asimismo, se establecieron tabulaciones cruzadas (crostabulaci3n) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relaci3n los parámetros ambientales y además calcular los coeficientes Cramer de las cartografías de distribuci3n de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.

En relaci3n con la temperatura

En general, se destaca que en la regi3n de estudio dominan las isotermas de 12° y 13,9°C (**Figura 63a**). Con respecto al jurel, el recurso mostr3 una distribuci3n espacial muy escasa con un IOC de 2,2% y en zonas relativamente costeras, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales térmicos moderados. La relaci3n entre los píxeles con presencia de jurel y la TSM, muestra que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 10°C hasta los 14,9°C, con una clara



preferencia por los 11 y 12,9°C (**Figura 67a**), lo que es similar a lo mencionado para el año 2005, en donde la repartición de la especie se ubicó en un rango más bajo de temperaturas pero con una moda en las aguas de 11-12,9°C (**Figura 68a**). El índice de Cramer entre las variables es de 0,10, indicado una baja asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 31**).

En el estrato de 50 m de profundidad, el jurel muestra una repartición más oceánica con una distribución más abundante y centrada preferentemente al SW de Corral (**Figura 63b**) en dos zonas principales que se asocian a zonas de regulares niveles de densidad de eufáusidos y importantes gradientes térmicos. La **Figura 69a** muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas de 11-14,9°C, con una acentuada preferencia por la temperatura de 11-12,9°C, lo que difiere con lo observado entre 2001 y 2004 en aproximadamente -1°C (**Figura 70a**). La asociación entre el recurso jurel y la temperatura es significativa con un índice Cramer de 0,20 (**Tabla 31**).

En el plano de 100 m, el comportamiento horizontal de la TSM presentó gradientes térmicos moderados, destacándose que el extremo sur evidenció las aguas más frías, con temperaturas menores a los 11 °C. En cuanto a la especie, ésta se distribuyó preferentemente al SW de Corral que es coincidente con las agregaciones observadas en el estrato 51-100 metros. La asociación entre el recurso jurel y la temperatura es significativa con un índice Cramer de 0,16 (**Tabla 31**).

**Tabla 31**

Coeficientes de Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto a variables ambientales en las capas de 5, 50 y 100 m.

VARIABLE	Superficie-50 m.	Capa 51-100 m.	Capa 101-150 m.
Temperatura (°C)	0,10	0,20	0,16
Salinidad (psu)	0,07	0,25	0,20
Oxígeno (ml/L)	0,06	0,20	0,23
Densidad (σ_t)	0,07	0,22	0,21
Clo-a integrada (mg/m ³) *	0,08	s/i	0,05
Eufáusidos (ind/1000m ³) *	0,06	0,10	0,10
Capa dispersión profunda	0,08	0,24	0,18

Nota : * Los valores de clorofila, eufáusidos y capa de dispersión profunda son integrados en la columna de agua.

En relación con la salinidad

En general, la repartición geográfica de la salinidad mostró un fuerte diferencial en el sentido costa-océano, con aguas comparativamente más salinas en el sector oceánico, destacando un núcleo de baja salinidad frente punta Nugurne (170 mn) y una cuña de aguas más salinas al SW de Corral (**Figura 64a**). En este sentido, la especie exhibió una distribución espacial muy escasa y en lugares relativamente costeros, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales salinos relevantes. La proporción entre los píxeles con presencia de jurel y la salinidad muestra que el recurso se presentó en un amplio rango de salinidades desde los 33,5°C hasta los 34,1 psu, con una leve preferencia por salinidades menores (**Figura 67b**), lo que difiere a lo mencionado para el año 2006, donde la repartición de la especie si bien se ubicó en un rango similar presento una moda mayor (**Figura 68b**). El índice de Cramer entre las variables es de 0,07, indicado una baja asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 31**).

En el plano de los 50 metros de profundidad, mayores diferenciales salinos se detectan al norte de Corral, en tanto hacia el sur oceánicos estos disminuyen (**Figura**



64b). Luego, los mas importantes focos de la especie se situaron al oeste y SW de Corral en zona donde se existen diferencias de salinidad bajas, encontrando el recurso de preferencia en el rango 33,9-34,0 psu, lo que es similar a lo descrito para el año 2005 (**Figuras 69b y 70b**). El índice de Cramer es de 0,25 por lo que la relación es significativa.

En el estrato de 100 m, la distribución horizontal de la salinidad muestra altos valores al norte de Corral, disminuyendo a partir de las 120 mn hacia el océano y hacia el sur, localizándose el recurso a 400 mn al SW de Corral y que coincide con un sector de gradientes salinos relevantes restringido por las isohalinas de 33,7 a 33,9 psu. El índice de Cramer entre las variables da cuenta de un 0,20 indicado una buena asociación ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 31**).

En relación con el oxígeno disuelto

En el plano superficial, el oxígeno presentó aguas oxigenadas con una distribución estratificada en latitud, en un rango de 2,6 y 6,7 ml/L, donde el jurel se reporta mayormente en el rango de 4,0-6,0 ml/L, lo cual no es coincidente con lo reportado para los años 2000 al 2006 donde el rango de preferencia fue mayor en +1 ml/L (**Figuras 65a y 67c y 68c**). Finalmente, se señala que la asociación entre las variables es poco significativa registrando un índice de Cramer de 0,06 (**Tabla 31**).

En la capa de 50 m, donde se concentro mayoritariamente el recurso la distribución horizontal del oxígeno mantiene las características del estrato superficial, registrándole recurso una clara preferencia por aguas bien oxigenadas entre 5,0-6,0 ml/L, lo que es similar a lo descrito en los últimos años (**Figuras 69c y 70c**). Por otra parte, el índice de Cramer exhibe una asociación significativa con un valor de 0,20 (**Tabla 31**).



El campo horizontal en los 100 metros de profundidad sigue el tradicional comportamiento del oxígeno disuelto con niveles que decrecen significativamente, lo que conjuntamente con la distribución del recurso, destaca la ubicación de una amplia zona de concentración de jurel situada a unas 400 mn al SW de Corral, en un sector donde se registran niveles altos de oxígeno 4,0 ml/L). En este sentido, el índice Cr vuelve a reportar una alta asociación alcanzando los 0,23.

En relación con la densidad

La distribución horizontal de la densidad del agua mostró aguas menos densas en el sector costero entre Constitución y Corral lo que determino para el recurso su presencia entre los 25,0 y 25,8 σ_t con una clara preferencia por el rango 25,6-25,8 (σ_t) (**Figura 67d**), lo que es similar a lo reportado el año pasado (**Figura 68d**). En cuanto a la asociación de las variables, ésta no es significativa ($\alpha= 0,05$) registrando un índice de Cramer de 0,07 (**Tabla 31**).

A los 50 metros de profundidad, las densidades del agua de mar aumentan pero siguen el mismo patrón de salinidad del estrato superficial, indicando la proporción entre los píxeles con presencia de jurel y la densidad muestra que el jurel se reportó entre los 25,4 y 25,8 σ_t con una clara preferencia por las aguas de 25,4-25,6 σ_t (**Figura 69d**) lo que vuelve a ser levemente menor a lo descrito en años anteriores (**Figura 70d**). En cuanto a la asociación de las variables, ésta es muy significativa ($\alpha= 0,05$) registrando un índice de Cramer de 0,22 (**Tabla 31**).

En la profundidad de los 100 m, los registros de la densidad del agua aumentan notablemente respecto a los planos anteriores, concentrándose el recurso



mayoritariamente al SW de Corral, en un sector más denso que está restringido a las aguas de 25,6 (σ_t). Por último, el índice de Cramer muestra una buena relación con un registro de 0,21 (**Tabla 31**).

En relación con la clorofila-a integrada

La distribución horizontal de la clorofila-a integrada en los primeros 100 m de la columna de agua evidenció un fuerte gradiente longitudinal ubicado entre Constitución y Corral con valores comparativamente más altos en el sector norte ($>0,8$ mg/m²), verificándose dos núcleo de altas concentraciones uno frente golfo Arauco y otro a la cuadra de isla Mocha (**Figura 71a**). Por el contrario, en el sector sur y oceánico se presentaron registros bajos, del orden de 0,1 mg/m² al oeste de Corral. Respecto al jurel, en superficie éste se reporta en concentraciones de clorofila a integrada entre 0,1 y 2,0 mg/m³, mientras que de 50 a 100m donde se concentra el recurso, la predilección fue por el rango de 0,1-0,19 mg/m³, (**Figura 67e y 69e**), lo que es bastante diferente a lo mencionado en para años anteriores, donde los valores estuvieron sobre 1 mg/m³. Por último, el índice de Cramer indica relaciones poco significativas para las distintas capas de jurel analizadas (**Tabla 31**).

En relación con la capa de dispersión profunda (CDP)

La distribución horizontal de la CDP mostró que las mayores concentraciones se sitúan al norte de la latitud 39°LS con dos focos principales que se ubican entre las 120 a 200 mn de la costa y otro localizado en las primeras 80 mn desde Talcahuano y puerto Lebu. Al SW de Corral, altos valores se localizan en sectores donde el jurel registro altas densidades. Es así que, en la relación entre la CDP y el jurel, se presenta una asociación positiva ya que la mayoría



de las lecturas acústicas se registraron en lugares donde la CDP presentaba altas densidades. Lo anterior se refleja en los índices de Cramer que registran una buena asociación entre las variables.

En relación con los eufáusidos

Como se mencionó anteriormente, los eufáusidos se constituyeron en grupos de relevancia cuantitativa registrando una gran abundancia y siendo además un grupo de la mayor de importancia en la alimentación de la especie.

El comportamiento espacial de los eufáusidos indica que las mayores concentraciones se ubicaron en las primeras millas de la costa con dos focos principales en las proximidades de Constitución y de Topocalma a golfo de Arauco (**Figura 71c**), estas zonas de altas densidades de eufáusidos no se corresponden con los mayores focos de mayor concentración del jurel. Esto se ve reflejado en los índices de Cramer, lo que da cuenta de una baja relación entre las concentraciones de eufáusidos (integrada en la columna de agua) y las distribuciones de jurel en las diferentes capas (**Tabla 31**).

b) Señal latitudinal del jurel y su relación con variables oceanográficas

Las señales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en S_a y las variables hidrológicas temperatura y gradiente térmico se muestran en las **Figuras 72 y 73**. Estas, en general, presentan una marcada disminución en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatología local.



En relación con la temperatura

Capa superficie - 50 metros

En la franja costera (que se extiende desde la costa hasta 100 mn), se puede observar que la mayor concentración de jurel se presentó frente a puerto Lebu, en las primeras millas náuticas de la costa, y que se destaca por sus buenas concentraciones (**Figura 72a**). Por su parte, las temperaturas fluctuaron entre los 12,4 y 14,1°C, con una distribución espacial que presentó aguas comparativamente más frías al sur de la latitud 38°LS y fuertes gradientes latitudinal al sur de golfo de Arauco. En este sector, la mayor densidad de jurel (frente a Lebu) esta asociada a una zona de aguas frías y de gradientes relevantes.

En la señal intermedia (entre 101 y 200 mn de la costa), se aprecia que las concentraciones de jurel continúan observándose al oeste de puerto Lebu, destacando que donde se detecto las agregaciones de la especie se corresponden con cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un continuo descenso en la dirección norte-sur (**Figura 72b**), además de corresponder a sectores donde se presentan diferenciales térmicos relevantes.

En la banda oceánica (desde 200 mn hacia el oeste) se observa que la señal de densidad del jurel indica que se mantiene la presencia de agregaciones a la cuadra de Lebu, observando al igual que las capas anteriores mas costeras, una variación latitudinal negativa de la temperatura y gradientes térmicos moderados en la zona (**Figura 72c**).

Capa 51 – 100 metros

En este plano, la especie exhibió una distribución geográfica mucho más abundante respecto de la capa anterior con una repartición más oceánica en la



cual las mayores agregaciones se encuentran ubicadas en el sector oceánico. En cuanto a la banda costera (costa-100 mn), se advierte la total ausencia del recurso en este sector dado su distribución oceánica. En esta franja se aprecia temperaturas variaron entre 12,23 y 13,7°C, con una marcada presencia de aguas comparativamente mas frías al sur del 38°LS (**Figura 73a**).

La franja intermedia muestra concentraciones de la especie ubicadas en el entorno de las 200 mn, a la cuadra de Lebu, en una región muy pequeña que se relaciona con moderados diferenciales térmicos y se encuentra delimitada los bordes de las aguas de 13 y 13,9°C (**Figura 73b**).

En la región oceánica, el jurel tiene sus mayores densidades acústica con dos sectores importantes: el primero ubicado a 300 mn al oeste de Corral en un área geográfica de 2.500 mn², en tanto el segundo se sitúa a unas 400 mn al SW de Corral, en un área bastante mayor 7.800 mn², siendo lo característico la presencia de altas agregaciones del recurso y estar en un sector de aguas muy oxigenadas. Cabe destacar que las mayores agregaciones de la especie se corresponden con grandes cambios latitudinales negativos de la temperatura, es decir, la temperatura presenta un continuo descenso en la dirección norte-sur, además se relacionan con sectores donde se presentan fuertes diferenciales térmicos.

c) Modelamiento estadístico entre las variables acústicas y bio-oceanográficas

La densidad acústica del jurel fue trasformada aplicando logaritmo y de esta forma la distribución que presenta la variable corresponde a una normal. Se analizaron las relaciones entre densidad de jurel y las variables ambientales para el área total y de



concentraci3n del recurso. El an3lisis considera la asociaci3n no param3trica usando suavizadores “loess”.

El an3lisis de inferencia realizado mediante la aplicaci3n de modelos aditivos generales (GAM), que considero dos relaciones modeladas independientes; la primera corresponde a presencia/ausencia de jurel para el 3rea total y la segunda a densidad ac3stica de jurel (S_a) en sector de mayor concentraci3n, incluyendo ambas las variables ambientales y f3sicas como predictores para el ajuste de modelos no parametricos.

Los resultados de selecci3n de los predictores a utilizar en los diferentes ajustes, considerando procesos de selecci3n estad3stico de m3xima verosimilitud, muestran que para la presencia/ausencia y densidad de jurel, el mejor ajuste bajo criterios de maximizaci3n del 3ndice pseudo R^2 y minimizaci3n del C_p de Mallows (C_p), se obtuvo a trav3s de procesos de selecci3n de m3xima verosimilitud mediante la prueba F, el cual permite identificar las covariables que aportan significativamente a la explicaci3n de la respuesta evaluada (**Tablas 32 y 33**).



Tabla 32
Selecci3n de predictores de acuerdo a criterio de pseudo R² y Test F para la presencia/ausencia.

	MODELO			Devianza	Df	Devianza residual	F	Pr (CHI)	P-seudo R2
	V explicada	Suavizador	V explicativa						
Presencia/ausencia	Biomasa	loess	Latitud	3381.8	2.62	2958.5	161.50	0.000	0.13
	Biomasa	loess	Dist. Costa	3381.8	2.27	2890.4	29.96	0.004	0.15
	Biomasa	loess	Grad. Temperatura	3381.8	3.15	2789.5	32.02	0.000	0.18
	Biomasa	loess	Grad. Salinidad	3381.8	3.38	2677.3	33.17	0.000	0.21
	Biomasa	loess	Clorofila	3381.8	3.60	2649.4	7.76	0.000	0.22
	Biomasa	loess	Oxigeno	3381.8	3.16	2562.6	27.51	0.000	0.24
	Biomasa	loess	Densidad	3381.8	3.21	2444.2	36.91	0.000	0.28
	Biomasa	loess	Temperatura	3381.8	2.77	2364.3	28.88	0.000	0.30
	Biomasa	loess	Salinidad	3381.8	2.70	2246.4	43.59	0.000	0.34
	Biomasa	loess	Eufausidos	3381.8	4.53	2223.3	5.09	0.000	0.34

Tabla 33
Selecci3n de predictores de acuerdo a criterio de pseudo R² y Test F para la densidad de jurel

	MODELO			Devianza	Df	Devianza Residual	F	Pr (F)	P-seudop R2
	V explicada	Suavizador	V explicativa						
Densidad de jurel	Biomasa	loess	Latitud	1425	2.49	1271.69	46.31	< 0,01	0.11
	Biomasa	loess	Grad. Temperat.	1425	3.86	957.73	61.16	< 0,01	0.33
	Biomasa	loess	Grad. Salinidad	1425	3.81	792.26	32.64	< 0,01	0.44
	Biomasa	loess	Clorofila	1425	4.12	742.42	9.09	< 0,01	0.48
	Biomasa	loess	Oxigeno	1425	3.43	703.73	8.48	< 0,01	0.51
	Biomasa	loess	Densidad	1425	2.70	681.31	6.25	< 0,01	0.52
	Biomasa	loess	Temperatura	1425	2.84	652.78	7.53	< 0,01	0.54



La significancia de la covarianzas para la relación presencia/ausencia de jurel fue probada a través de la prueba Chi cuadrado (95% de confianza), mientras que para la densidad acústica se utilizó la prueba “F”. Estos resultados indican relaciones similares en el gradiente térmico y salino, tanto para la presencia/ausencia y la densidad de jurel, al presentarse la mayor probabilidad de encuentro de jurel entre 1,7-2,5°C/mn y 0,1 -0,3 psu/mn, coincidiendo con el rango donde se detectó las mayores densidades de jurel (1,7-2,0°C/mn y 0,08-0,3 psu/mn) en el sector de mayor abundancia. Asimismo, alta probabilidad de encontrar jurel en salinidades de 33,6 y 33,8 psu, que coincide con una ventana ambiental entre 33,7-33,9 psu, donde se registran las mayores densidades de jurel, aspecto que también es observado para la temperatura en la zona de estudio.

Luego, de acuerdo a los criterios de F y Cp de Mallows, el modelo que mejor se ajustó a los datos para la relación presencia/ausencia fue (Sa jurel) ~ lo(Latitud) + lo(distancia a la costa) + lo (Gradiente de temperatura) + lo (gradiente de salinidad) + lo(clorofila) + lo (oxígeno) + lo(densidad) + lo(temperatura) + lo(salinidad)+ lo(eufáusidos) con suavizador tipo “loess” (**Tabla 34**), en tanto para la densidad fue LOG (Sa jurel) ~ lo (Latitud) + lo (Gradiente de temperatura) + lo (gradiente de salinidad) + lo (clorofila) + lo (oxígeno) + lo(densidad) + lo (temperatura) con suavizador tipo “loess” (**Tabla 35**) En ellos el aporte de cada variable contribuye significativamente al modelo y la suma cuadrática de los residuales es la más baja entre los modelos comparados, de acuerdo a **Tablas 31 y 32**. En este análisis de modelos complejos se observó que el coeficiente pseudo R² fue más discriminante para la densidad que lo registrado para la presencia-ausencia.



Tabla 34

Modelo GAM ajustado a variables ambientales y la variable explicada presencia/ausencia.

MODELO	P(Chi)	Test Cp mollows	N. Deviance	R. Deviance	Pseudo R ²
lo(Latitud)	0.000				
lo(dis.costa)	0.004				
lo(Grad.temperatura)	0.000				
lo(Grad.salinidad)	0.000				
lo(Clorigila)	0.000				
lo(Oxigeno)	0.000	2276.5	3381.8	2209.8	0,35
lo(Densidad)	0.000				
lo(Temperatura)	0.000				
lo(Salinidad)	0.000				
lo(Eufausidos)	0.000				

Tabla 35

Modelo GAM ajustado a variables ambientales y la variable explicada densidad.

MODELO	P(F)	Test Cp mollows	N. Deviance	R. Deviance	Pseudo R ²
lo(Latitud)	0.001				
lo(Grad.temperatura)	0.000				
lo(Grad.salinidad)	0.000				
lo(Clorigila)	0.000				
lo(Oxigeno)	0.008	669,99	1425	602.79	0,58
lo(Densidad)	0.000				
lo(Temperatura)	0.000				



6. DISCUSIÓN

La biomasa de jurel estimada en invierno del año 2007 (3.140.000 toneladas) está sustentada principalmente por un crecimiento de carácter somático en el stock respecto a 2006, dado el desplazamiento de la moda principal de 31 a 31-35 cm y la mayor presencia de ejemplares mayores respecto al año 2006.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección (CV =29,73) al alcanzar un 13,6, lo que se explica por una mayor homogeneidad de las densidades acústicas de jurel que determinaron, al igual que desde el 2003 al 2006, una amplia zona de concentración por sobre las 200 mn durante este año. La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (conglomerado, estrato agrupado, bootstrap y geoestadística), determinó una mayor precisión en el método geoestadístico.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó una distribución entre los 20 a 180 m en la zona de estudio, con una reducción de las agregaciones presentes en los primeros 100 m, dentro (82,4%) y fuera (64,6%) de las 200 mn, indicando un cambio en la distribución en profundidad del jurel entre ambas zonas, al ubicarse sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste. Este año, al igual que el 2003, 2004, 2005 y 2006, se pierde la tendencia recurrente a profundizarse el recurso hacia el sur en el sector costero y oceánico, como fue registrado desde 1999 al 2002.

El alto número de ejemplares menores a 26 cm registrado el 2001, que aportaron un 35,97% en número y 24,88% en peso, no se mantuvo durante el estudio, disminuyendo progresivamente en el sector de las primeras 200 mn a; 8,13 % y 14,11% el 2002; 7,60 y 4,06 % el 2003; 6,76%, 2,82% el 2004 y 0,12% y 0,05% el 2005, observando al igual que el 2006, la total ausencia de estos ejemplares en la zona de estudio. A diferencia de lo registrado en el 2001, 2002, 2003 y 2004, donde



la mayor cantidad de los individuos se ubicó entre los 20 a 35, 20 a 42, 24 a 45 y 22 a 55 cm, este año es evidente una estructura de talla amplia con ejemplares de mayor tamaños y semejante a lo registrado ante de El Niño 97 98, en las capturas comerciales de la pesquerías de jurel en a VIII Región.

En la zona de estudio, este año se identificaron sectores definidos de alta densidad más al sur, lo cual difiere de lo observado el 2003, donde sus mayores valores de densidad estuvieron entre a Puerto Lebu y Corral. En este sentido, este año la mayor abundancia del recurso se ubicó entre Puerto Saavedra a isla Chiloe y en ella se concentro más del 90% de la biomasa estimada, coincidiendo el área donde se ubica la distribución del jurel con la registrada en 1998 y desde el 2002 al 2006 (> 90% de la biomasa).

En relación al ambiente, el análisis de las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) de los cruceros entre 1991 y 2007 (**Figuras 74 y 75**), evidencia anomalías positivas especialmente en los años 1992 (+0,6°C) y 1997 (+2,5°C) reflejando el efecto de eventos cálidos en el área de estudio, por el contrario, anomalías negativas fueron detectadas principalmente en los años 1994, 1999, 2001 y 2002, las cuales se revierten en los años siguientes a positivas, para registrar este último año aguas comparativamente más frías que el 2006. Períodos cálidos a fríos que también se observan en la información satelital mensual de TSM y anomalías, detectando alternancia interanual entre períodos de aproximadamente 4 a 5 años, así como la presencia de anomalías positivas en el 2003, su permanencia e incremento durante el 2004, y disminución durante el 2005, con características distintas a lo registrado entre 1997 y 1998, donde altas anomalías en la costa evidencian la fuerte penetración de aguas cálidas desde el sector norte y oeste en la zona de estudio (**Figura 76**).



Antecedentes históricos de estructura de tallas anual en la zona centro sur del país, indican en forma marcada la presencia de ejemplares de jurel de menor tamaño en los años donde se ha desarrollado un evento El Niño, sugiriendo como hipótesis, el desplazamiento de masas de aguas oceánicas que incluyen el transporte de ejemplares pequeños que habitualmente permanecen en el sector oceánico (pre-reclutas) (Aranis com. Pers, Arcos *et al.*, 2001.) Es así que, durante el desarrollo de un evento EL Niño ocurren cambios importantes en la distribución espacial de los diferentes grupos de tamaño de jurel, como se observó en las capturas de la flota soviética fuera de las 200 mn frente a Perú entre 1987 y 1988, donde prácticamente no se capturaron ejemplares mayores a 29 cm de longitud a la horquilla (T. Dioses IMARPE com. pers.).

En este sentido, tras el evento intenso El Niño 97-98 cambios importantes se han registrado en la zona centro-sur del país, con una fuerte modificación en la estructura de tallas de jurel que expertos han definido como una juvenilización del stock. Es así que, la densidad global de los principales grupos zooplanctónicos ha disminuido gradualmente con una caída drástica en el 2002 y que se mantiene en el 2004, además de una reducción de las tasas presentes u oferta de alimento en el medio de 34 (1991 al 1994) a 18 (1997 al 2004). Al respecto, es importante indicar que cambios en la disponibilidad de zooplancton (presas) también se han registrado de manera habitual en la zona norte del país, durante la ocurrencia del fenómeno del El Niño. Luego, para este año la densidad diurna y nocturna alcanzada por los principales grupos zooplanctónicos, indica que se mantiene la tendencia decreciente registrada desde 2000 en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 1997 al 2002), al disminuir este año las densidades medias de los grupos zooplanctónicos en 60 % respecto del 2006.

El análisis de la distribución espacial de jurel y la TSM, para los distintos cruceros realizados desde 1997 en la zona de estudio, evidencia una asociación entre las



áreas donde se localiza el jurel y las isotermas de 14,5 a 13,0°C, al acotar la posición de estas isotermas superficiales las distribuciones espaciales de jurel (**Figura 77**). Esta relación se rompe durante 1997 y 1998, años donde se desarrollo el evento El Niño de carácter intenso en la zona de estudio, siendo estable a partir de 1999 (La Niña), cuando se inicia el predominio de condición ambiental fría en la zona de estudio.

Antecedentes de *Trachurus picturatus murphyi* en Perú, señalan que el hábitat preferido es el frente oceánico forma por las Aguas Costeras Frías (ACF) y las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), y su distribución y abundancia guarda cierta relación con la variación e interacción de estas masas de aguas frente al litoral peruano, las que varían desde años normales a anormal, con un acercamiento del recurso hacia la costa en años cálidos (El Niño) y su retiro en años fríos (La Niña) (Ganoza 1998). Desplazamiento que también se observa en las Pescas de Investigación de jurel efectuada antes y después del crucero de evaluación, con el predominio en mayo de altos valores de temperatura (>14°C) en el sector norte y altas concentración de jurel en el sector sur, para posteriormente en agosto, localizarse las mayores densidades de jurel en el sector noroeste cuando predominan bajas temperaturas superficiales (>13°C) en la zona de estudio. Este año se observa la intrusión de aguas más cálidas frente a la costa desde Valparaíso a puerto Lebu que alcanza las 70 mn de la costa, y donde no se detecto presencia del recurso, ubicándose de preferencia el jurel hacia el sector sur y oceánico, constituyendo esta zona, las principales áreas de operación de la flota cerquera durante el crucero de evaluación, observando con posterioridad el desplazamiento de la flota hacia el sector noroeste, coincidiendo con el patrón observado durante el 2003 al 2006.

El análisis histórico de la distribución espacial de la biomasa de jurel para el período 1997-2002 revela la ausencia recurrente de recurso en el sector noroccidental del área de prospección (**Figura 77**), lo cual coincide espacialmente con la intrusión



superficial por el NW de aguas comparativamente más cálidas ($> 14^{\circ}\text{C}$) y más salinas ($>34,2$ psu), situación que es corroborada también por información satelital para los distintos períodos en el área de estudio. Al igual que el 2003 y 2006, en el crucero de prospección realizado (junio 2007) se observa una penetración oceánica en el sentido NW-SE, de aguas comparativamente más cálidas ($>14^{\circ}\text{C}$), en tanto en la costa y hacia al sur se manifiesta la fuerte presencia de aguas más frías ($<12^{\circ}\text{C}$), generando un marcado gradiente térmico en sentido latitudinal (38°LS) y donde se concentró mayoritariamente el jurel ($> 90\%$ de la biomasa). La zona estuvo bajo el dominio de temperaturas superficiales que variaron de $10,30$ a $14,40^{\circ}\text{C}$ ($13,40 \pm 0,883^{\circ}\text{C}$) y salinidades en superficie entre los $33,22$ y $34,150$ ($33,843 \pm 0,177$ psu).

En general, la distribución de las variables y estructuras oceanográficas verticales (y sus anomalías para el período 1997-2006) para el área de estudio, evidenció la presencia de aguas más frías que las informadas en período invernal de 2003 y 2004, con una distribución espacial similar a lo reportado en estos años.

En las evaluaciones hidroacústicas efectuadas hacia fines del otoño entre 1997 a 2003, en la zona central de Chile, cambios en la distribución espacial del recurso jurel se han presentado, así como también una fluctuación intranual en las variables bioceanográficas, causadas preferentemente por la influencia de eventos cálidos y fríos que han afectado el área. Sin embargo, frente a estas variaciones ambientales el jurel presentó este año rangos preferenciales en las variables hidrológicas, que van desde los 11 a 13°C y $33,9$ a $34,0$ psu, los cuales se asemejan con los de años anteriores, asimismo, al igual que desde el 2000 al 2006, el jurel se ubicó de preferencia en el estrato con valores de oxígeno entre 5 a 6 ml/L, destacando este año al igual que el 2005 y 2006, la presencia altos valores oxígeno en la columna de agua.



En este contexto, el an3lisis de asociaci3n entre las variables bio-oceanogr3ficas y el recurso, muestra que el jurel en su medio ambiente no se ubica en cualquier lugar, si no m3s bien en sectores donde es posible encontrar rangos preferenciales, clasificando el recurso en el grupo de especies definidas como ambiente georreferenciado.

Por otra parte, las altas densidades de eufaúsidos estuvieron asociadas a la costa, disminuyendo a valores m3nimo en las 100 mn, registrando las m3ximas densidades diurnas desde Topocalma ($34^{\circ}09'LS$) a Talcahuano, mientras que de noche estas se incrementan y agrupan alrededor de Algarrobo ($33^{\circ}47'LS$) y Talcahuano ($36^{\circ}44'LS$), de manera distinta a lo observado el 2006, donde las altas abundancias se ubicaron de preferencia en el sector centro del 3rea de estudio. En este sentido, la baja presencia del recurso en el sector costero donde se concentra mayoritariamente los eufaúsidos, entre los $33^{\circ}20'LS$ a $36^{\circ}40'LS$, as3 como la escasa presencia diurna-nocturna de eufaúsidos donde se registran las mayores concentraciones de jurel, podr3a explicar una relaci3n de predaci3n del recurso sobre este grupo, al ser los eufaúsidos un ítem relevante en la dieta de jurel en la zona de estudio.

Es as3 que para la zona de estudio, Bertrand *et al.* 2003 describe y analiza este tipo de relaciones estableciendo que las densidades de predador-presa est3n positivamente correlacionadas a una escala mayor, cuando disminuyen a la escala de la agregaci3n la correlaci3n decrece y llega a ser no significativa, mientras que a una escala menor la correlaci3n es negativa, concluyendo que los resultados deben ser interpretados a trav3s de un conocimiento del comportamiento de la comunidad de predador

Para la zona de estudio, solo las variables de latitud, el gradiente t3rmico y salino, temperatura, densidad del mar, ox3geno y clorofila fueron significativa en el ajuste de los modelos para la variable explicativa tanto para la densidad y presencia/ausencia



de jurel, destacando la similitud en las relaciones de gradiente térmico y salino para presencia/ausencia y densidad de jurel, al coincidir los rangos en el cual existe una alta probabilidad de encuentro de jurel y además registrar densidades altas.

Por otra parte, la biomasa observada en la zona de estudio, se explica en su mayoría por un fuerte aporte en el número de ejemplares presentes sobre las 200 mn ($5.14 \text{ E}+09$) y el desplazamiento de la moda de 27-28 (2003) a 31-35 cm (2007). Este importante aporte en peso y número también se expresa a través de una baja cobertura espacial del recurso en las 200 mn, al disminuir drásticamente el área de distribución de jurel desde 20.000 mn^2 el 2006 a 504 mn^2 el 2007. Valor de área que muestra una reducción en la disponibilidad del recurso en la zona donde se desarrollo principalmente la pesquería, manteniendo la tendencia a la baja observada a partir del 2001.

De los 13 grupos que conforman la estructura de edad en esta campaña, los grupos VII, VIII y IX son los más importantes y sostienen la pesquería de jurel, tendiendo a desaparecer el grupo IV que disminuyó desde 35,62 18,90 7,64 y 4,32% entre el 2001 y 2004. Estructura de edad que difiere de la alta presencia de ejemplares menores registrada desde 1997, observando este año a una estructura semejante a la registrada ante de El Niño 97 98, donde la pesquería estuvo sustentada principalmente por las edades V, VI, VII y VIII.

Luego, al considerar el valor absoluto de biomasa estimado, la fuerte reducción espacial del jurel dentro de las primeras 200 mn en la zona de estudio, la presencia de sólo tres grupos de edad mayores importantes y su desfase, la baja disponibilidad del recurso en la pesquería y el reducido número de ejemplares pre-reclutas en la estructura de talla, no es posible señalar para este año, la continuidad de la tendencia creciente y mejorada de la estructura del stock observada hasta el 2001.



Al considerar que entre 1998 y 2002, la disponibilidad de jurel en ZEE creció considerablemente desde 3,2 a 5,97 millones de toneladas, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas, observando a partir del 2003 cuando se incorpora el sector por fuera de las 200 mn, un aumento importante de la biomasa por sobre la ZEE (1,76 a 3,6 millones de toneladas) y una disminución en la ZEE (881.000 a 510.000 toneladas). Los resultados del estudio, ratifican que en la zona se mantiene el patrón de distribución espacial de jurel observado entre el 2002 al 2006, caracterizado por una fuerte concentración de la biomasa sobre la ZEE, y el desplazamiento gradual de la distribución espacial del recurso hacia el sector sur del área de estudio, como se evidencia en las cartas de distribución de la biomasa para las distintas evaluaciones realizadas en estos años, destacando este año la drástica reducción de la biomasa en la ZEE, lo que evidencia un fuerte cambio en el uso del espacio del jurel en la zona prospectada, con un desplazamiento hacia el sector de alta mar anticipado, respecto al período histórico de agosto y la concentración mayoritaria del recurso en el sector oceánico del área de estudio.

Esta mayor concentración de la biomasa fuera de la ZEE y que permanecido durante los últimos años, también se refleja a través de la operación de la flota cerquera de la VIII Región, que alcanza altos rendimientos de pesca en este sector ante durante y después del desarrollo de las evaluaciones acústicas de jurel, observando la operación anticipada de la flota fuera de ZEE, en los últimos años, lo que indica una baja disponibilidad del recurso en el sector donde se desarrolla principalmente la pesquería de jurel del país. En este sentido, a diferencia del 2003 y 2004 donde se operó en junio sobre la ZEE, este año en particular, las incursiones han sido anticipadas, con altos rendimientos por viajes y utilización de bodega a partir de marzo, representando la captura de este sector en el orden de 500.0000 toneladas, el 49% del total reportado hasta agosto, registrando un notable incremento respecto a lo observado de enero-agosto en los últimos años, evidenciando una mayor disponibilidad y la permanencia de jurel en este sector durante el 2007.



En este sentido, la densidad acústica media ponderada por las unidades de muestreo con presencia de jurel, muestra a distintas de distancias de la costa para 1997 al 2007, un incremento de la densidad en ZEE entre 1997 a 2001 consistente con el aumento sostenido en la biomasa en este sector durante ese período (3,2 a 5.97 millones de toneladas). Fuera de la ZEE, la zona que va desde 200 a 300 mn de la costa revela una tendencia decreciente leve en la densidad acústica entre el 2003 y 2007, mientras que para el sector de 300 a 400 mn sus valores son más estables, lo que sugiere el inicio incipiente del proceso de disminución de la disponibilidad observada en ZEE entre 2002 y 2007 (**Figura 78**). Estas variaciones de la abundancia respecto a su ubicación frente a la costa, confirman el fuerte cambio en el uso del espacio de jurel en los últimos años, siendo importante establecer si estos cambios espaciales del recurso responde a una baja en la abundancia o corresponden a un cambio espacial en la distribución del jurel en la zona de estudio, lo cual es relevante responder por su impacto en el ámbito comercial y de la administración del recurso.

En este sentido, la evaluación acústica realiza en marzo determino una baja biomasa ($1.16E+06$) plenamente contenida en el área prospectada el 2006, al no detectar la ecoprospección simultánea agregaciones importantes hacia la alta mar, la cual no alcanzo la magnitud de lo registrado en invierno en este sector entre 1999 al 2001 (3.2 a $5.97E+06$), siendo este antecedente fundamental para rechazar una variación temporal en la estacionalidad histórica de la mayor disponibilidad de jurel registrada en invierno, cuando se concentra mayormente en el sector costero con fines de alimentación una vez finalizado el desove en el sector oceánico. Luego, es posible sostener que a partir del 2002, el jurel ingresa con una intensidad menor al sector costero (ZEE) y que los cambios observados en la abundancia dentro y fuera de las 200 mn, evidencian una variación en la distribución espacial del jurel durante el invierno en la zona de estudio.



Por otra parte, siendo el jurel una especie nerfítico-oceánica es probable que su centro de masa del stock tenga una distribuci3n más oceánica que lo presumido, observando ahora el repliegue de la abundancia de jurel. Es así que, Serra 1991 propuso un proceso de migraci3n oceánica y costera con fines tróficos y reproductivos, infiriendo desplazamientos masivos entre ambos sectores, mientras que Parrish (1998), también muestra movimientos en direcci3n norte-sur y viceversa fuera de ZEE frente a la zona centro-sur, con similitud en su estacionalidad, lo cuales se mantienen en la actualidad según informaci3n de operaci3n de la flota China. Estos antecedentes indican que migraciones de carácter trófico y reproductivo se efectúan de océano-costa como también hacia el sur y viceversa, lo que además se ha informado a lo largo de la convergencia subtropical o corriente de deriva del oeste por autores rusos (Elizarov *et al.*, 1993).

Estos desplazamiento espaciales del jurel, pudieran explicar los resultados de las prospecciones acústica de invierno efectuadas entre el 2003 y 2006, que muestran una distribuci3n de jurel no localizada frente a la zona centro-sur, sino al sur y fuera de la zona históricamente prospectada, en un cuadrante fuera de los 78 W y al sur de los 40 LS. Es así que, exploraciones sobre la ZEE a través de ecoprospecciones en el marco de las Pesca de Investigaci3n realizadas por el IFOP entre 1997 y 2001, las cuales cubrieron una extensa zona latitudinal-longitudinal no detectaron mayores concentraciones en este cuadrante, aún cuando antecedentes de la flota soviética muestra una importante actividad durante los meses de abril a junio en este sector, lo que sugiere que esta zona fue habitada por el jurel, y por lo tanto su detecci3n actual, no corresponde a una colonizaci3n de una nueva área de distribuci3n, sino mas bien, a una reubicaci3n en el área de distribuci3n del recurso.

En este sentido, dinámica espacial existe en las agregaciones de cardúmenes de jurel, los cuales estarían migrando continuamente entre diferentes zonas, entrando y saliendo del sector costero, lo que se explicaría por la constante búsqueda de zonas



de concentración de alimento, principalmente eufáusidos. Luego, se considera que la permanencia en zona para consumir agregaciones de zooplancton es de 2 a 3 días, y que en la zona costera necesita entre 2 a 5 días para encontrar una nueva agregación de eufáusidos (Quiñones *et al.*, 1997), entonces se explicaría la fuerte dinámica espacial, por cuanto la zona costera y al sur de la convergencia subtropical son zonas de gran producción secundaria principalmente eufáusidos, siendo factible que importantes zonas de producción secundaria se localicen en la alta mar tan al norte como los 40 LS y agregaciones de cardúmenes de jurel entre y salgan de ellas al igual que en la zona costera.

Al considerar la hipótesis de la cuenca de Mac Call (1990) la cual se basa en la teoría de selección denso-dependiente del hábitat, donde la amplitud o extensión de la distribución de una población se contrae o expande en función de los cambios de abundancia, implicaría que la distribución de jurel se pudo contraer producto de una disminución de la abundancia y por ende explicaría la actual distribución del jurel, al considerar que su centro de masas se encontraría mas alejado de la zona costera y hacia el sur. En este sentido, es importante conocer si el sector donde actualmente se ubica el recurso desde el 2003 al 2005, es una zona mas apropiada para el jurel que el sector costero de la zona centro sur, bajo un concepto de calida y cantidad de alimento.

Bajo este contexto, los resultados alcanzados en el marco del estudio muestran una disminución gradual en la densidad global de los principales grupos zooplanctónicos, con una fuerte caída el 2002, que se mantiene en el 2004, y que para los dos últimos años representó mermas de 64% y 60% respectivamente. Además de registrarse una merma en las tasas presentes u oferta de alimento en el medio de 34 (1991 a 1994) y 18 (1998 al 2004). Estos antecedentes son relevantes al ubicarse mayoritariamente estos grupos en el sector costero y constituir estos el mayor aporte a la biomasa zooplanctónica, sugiriendo para los últimos años, una disminución en la



cantidad de alimento especialmente eufáusidos dentro de la zona de estudio. Luego, reincorporar estudios de contenido estomacal realizados en ámbito del estudio hasta 1999 es importante, por cuanto permitirá conocer el ítem principal en la dieta de jurel dentro de la actual zona de distribución, y de esta manera contar con nueva información que permita entender el desplazamiento de la distribución del recurso jurel hacia el sur y en el sector oceánico desde el 2003 a 2007, así como su permanente disminución de la disponibilidad próxima a la costa (5-100, 101-200 y 2001 -300mn).

Esta menor biomasa zooplanctónica en el sector costero, pudiera ser un elemento que incidiera en mejores condiciones para jurel en el sector oceánico, donde normalmente la densidad del zooplancton es menor que en la costa. En este sentido, Hormazabal *et al.*, 2004 describe la génesis de proceso oceanográficos a mesoescala llamados remolinos para la zona centro sur de país, con diámetros de 200 Km. y localizados a 600 y 880 Km de la costa, constituyendo estos remolinos focos de concentración de alimento (nutrientes) que atraerían a los peces, pudiendo ser este un mecanismo importante que explique la presencia el jurel en ciertos sectores dentro del área de estudio.

Es así que, Casanova. 2006 analiza las corriente geotróficas y la captura por unidad de esfuerzo (cpue) de jurel para la flota cerquera de la VIII Región para 1995 2000 y 2003, estableciendo asociación entre el índice de abundancia de jurel y fenómenos de mesoescala como giros y meandros, los cuales son un mecanismo de transporte de nutrientes costa océano, encontrando las capturas de jurel asociadas a sectores de mayor velocidad geotróficas del orden de 7,5 a 12,5 cm/seg. En este sentido, Yañez *et al*, 1996 también encuentra relaciones importante entre la distribución de la cpue de jurel y la presencia de gradiente térmico superficiales importantes, los cuales pueden corresponder a sectores de borde de fenómenos de mesoescala, lo cual coincide con los resultados alcanzados en el marco de este estudio.



Luego, dado la fuerte dinámica espacio-temporal que presenta la distribuci3n y abundancia de jurel, hace recomendable mantener estudios fuera del período de invierno para consolidar los resultados alcanzados en marzo de este ańo, y que indican que la máxima disponibilidad de jurel se mantiene en invierno, incorporando estudios del contenido de estomacal de jurel. Por otra parte, la ejecuci3n de evaluaciones acústicas adicionales permitirá conocer estimados de biomasa en diferentes períodos, fortaleciendo este índice de calibraci3n en las evaluaciones indirectas del stock, consolidara los resultados alcanzados este ańo y aumentara el conocimiento de patrones de comportamiento del recurso en el transcurso del ańo, que permitan ajustar el período y zonas cuando el recurso este presente en la menor área posible, a fin de aumentar la eficiencia de los recursos financieros disponibles para la ejecuci3n de los cruceros.



7. CONCLUSIONES

7.1 Acústica

7.1.1 La biomasa de jurel para la zona comprendida desde el sur de Valparaíso (33° 03'LS) a isla Chiloé (42° 30'LS) y desde 5 y 400 millas de la costa fue de 3.140.000 t, con un coeficiente de variación (CV) de 13,7. Dentro y fuera de la ZEE, la biomasa se distribuyó en 91.000 y 3.049.000 t con una precisión de CV=27,8 y CV= 14,0, respectivamente. Asimismo, el método geoestadístico (Petitgas, 1991) presentó la mayor precisión y su biomasa no presentó diferencia con lo estimado en el método Bootstrap (Robotham *et al.*, 1990).

7.1.2 La abundancia numérica total alcanzó a 5.205.278.734 individuos y 57.184.691 individuos se ubicaron en las primeras 200 mn, lo que es inferior al 2004 (1.69E+09), 2003 (3,07E+09), 2002 (8,24E+09) y 2001 (3,10E+10) en un 94,3%, 98,1%, 99,3% y 99,8%, indicando que se acentúa la reducción importante de la disponibilidad de jurel en la ZEE. El número de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) fue cero, culminando la reducción de ejemplares menores, observada de manera intensa entre 2001 y 2002, con porcentajes que van desde 35,9% a 14,1% en número y 24,9% a 8,1% en peso.

7.1.3 El patrón de distribución espacial del jurel durante este año corresponde con lo observado desde 1997 al 2002, en cuanto a la ausencia total de



agregaciones en el sector noroeste donde se detecta de manera recurrente la intrusión de aguas cálidas procedentes del área oceánica. Este año, la ausencia de recurso se expandió considerablemente al registrar recurso más restringido al sector sur de lo observado durante el 2003 al 2006, con una tendencia a situarse más al sur a través de los años.

- 7.1.4** El recurso se ubico principalmente desde Talcahuano al sur, concentrándose en esta área sobre el 90% de la biomasa total estimada y su amplia distribución por sobre el límite de las ZEE sugiere la extensión hacia el sector oceánico. Esta distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con la de 1998, 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006 donde más del 90% de la biomasa se localizó entre Talcahuano y Corral.
- 7.1.5** La densidad acústica media para este crucero fue de 87,84 t/mn² y se sustenta por la fuerte presencia del recurso sobre las 200 mn, donde se concentra sobre el 94% de la biomasa estimada en la zona de estudio. En la costa alta densidad (180,56 t/mn²) se registra en un área muy reducida, lo que indica la continuidad de la importante disminución observada entre el 2001 (113,42 t/mn²), 2002 (37,20 t/mn²) y 2003 (29,93 t/mn²) en la ZEE. Esta pequeña área de distribución de jurel sugiere que la disminución de la abundancia es producto de un cambio en el uso del espacio del recurso, más que por una merma importante en la disponibilidad o presencia de jurel.
- 7.1.6** El índice de presencia y densidad fueron de 8,69% y 248,67 t/mn² para la zona de estudio. Dentro y fuera de la ZEE estos fluctuaron entre 1,12 a 16,35% y 204,34 a 304,45 t/mn², indicando una distribución espacial de jurel más alejada de la costa respecto al 2002, donde la mayor concentración de jurel estuvo dentro de la 200 mn. Lo anterior, sugiere un cambio en la



distribución espacial de jurel más que un decremento en la abundancia en la zona de estudio.

7.1.7 Al igual que desde el 2003 al 2006, el jurel mantiene su tendencia a localizar sus agregaciones a mayor profundidad hacia el oeste, al concentrar en los primeros 100 m, el 82,3% en ZEE y 64,6% por fuera de ella.

7.2 Pesca

7.2.1 El 90,01% de la captura correspondió a jurel, en tanto el 9,99% lo constituyó la fauna asociada, compuesta por las especies; caballa ***Scomber japonicus*** (4,50%), salpas ***Salpa sp*** (2,61%), Calamar ***Loligo gahi*** (1,48%), Jibia ***Dosidicus gigas*** (0,95%), reineta ***Brama australis*** (0,33%), y Mictófidios ***Lanternfishes*** (0.09%).

7.2.2 Se vuelve a ratificar un crecimiento somático en el recurso durante este año, dado el aumento paulatino de la moda desde el 2001 (26 cm) al 2007 (31-35 cm) y la no captura de ejemplares bajo la talla mínima legal (26 cm), culminado la fuerte disminución observada desde 1997.

7.2.3 Las especies comerciales más recurrentes en las capturas fueron caballa, jibia y reineta, registrando caballa un aumento del rango (34-37 cm) con moda (35 cm), desapareciendo la bimodalidad del 2004 (28 y 31 cm) y registrando a igual que el 2006, ejemplares de mayor tamaño respecto al 2002 y 2003, donde las modas fueron 22 y 20 cm. Para jibia los tamaños fueron mayores que el 2006 (30 a 69 cm) con longitud de manto de 68 a 92 cm, mientras que reineta disminuyó los límites y mantuvo la moda (29 cm) respecto al año pasado (30 cm),



- 7.2.4** A diferencia del 2005 y 2006, los principales grupos de edad fueron VII, VIII y IX registrando un desplazamiento similar al observado en los grupos predominantes IV (2002) V (2003) y VI (2004). Se mantiene la ausencia del grupo de edad III y menores, al igual que lo observado el 2005 y 2006, desapareciendo este año el grupo IV en la zona de estudio.
- 7.2.5** A diferencia de 1997 a 2006, este año existe diferencia significativa entre la distribución de talla dentro y fuera de la ZEE, pero se mantiene la no existencia para las relaciones longitud peso entre machos y hembras, lo que permite el uso de una relación general (machos y hembras) para determinar las constantes de eointegración en la zona de estudio.

7.3 Oceanografía

- 7.3.1** La zona de estudio presentó condiciones más frías que el 2006, con aguas levemente cálidas en sector noroeste y el predominio de temperatura de 12° C en la costa y 13° C en el sector centro-sur, mientras que hacia el sur, se verifico aguas mas frías (<12° C) que alcanzan hasta el oeste (42° 30'LS). Gran parte del área estuvo caracterizada por anomalías de salinidad negativa, revelando aguas menos salinas respecto al 2006, con el predominio de un ambiente bien oxigenado, dominado por las isoclinas de 5 a 6 ml⁻¹, y una alta presencia de biomasa fitoplanctónica (>0.5 mg m⁻³) dentro la ZEE y valores mínimos (>0.05 mg m⁻³) por fuera donde se concentro principalmente el recurso jurel.



- 7.3.2** La distribución vertical de las variables medidas reveló: a) la presencia de termoclinas y picnoclinas bien desarrolladas situadas entre los 30 y 140 m, que se profundizan hacia el extremo occidental y sur del área de prospección; b) haloclinas extensas (40 – 180 m) que se debilitan y desaparecen hacia sur. El máximo salino (>34,5 psu; AESS) se verificó principalmente al norte de los 39°LS situado entre los 100 y 300 m; c) oxiclinas identificables en los sectores norte y centro-sur del área de estudio, con aguas pobres en oxígeno disuelto entre los 80 y los 380 m de profundidad, lo que es coincidente con las altas salinidades que caracterizan a las AESS, disminuyendo su influencia hacia el sector sur occidental. En el sector sur-oceánico reveló escasa variabilidad vertical en temperatura y densidad, así como una columna de agua bien oxigenadaa.
- 7.3.3** Al igual que desde el 2004 al 2006, la profundidad de la capa de mezcla fluctuó ampliamente, entre 10 y 140 m de profundidad, manteniendo un gradiente zonal, pero con valores de 50 m mas alejados de la costa (200 mn), respecto a los años anteriores (50 mn), y profundidades mayores hacia el oeste, especialmente en el sector oceánico. La profundidad base de la termoclina también muestra un gradiente costa-océano, con valores menores (<80 m) al interior de las 50 mn y una marcada profundización hacia el sector más oceánico (> 140 m).
- 7.3.4** Las anomalías de la TSM evidenció la alternancia de períodos fríos de períodos fríos y cálidos, con aguas frías en gran parte del área entre 1990 y 1994, en contraste con anomalías positivas durante los inviernos de 1997-1998. El año 2007 muestra predominio de anomalías negativas con un máximo en el sector coter (-1 C), evidenciando un enfriamiento en el área



de estudio, lo que viene a revertir el calentamiento observado el 2006, para enmarcarse a lo reportado entre 1999-2003 y 2005.

7.3.5 En este estudio y de manera similar a lo reportado para el período invernal de 1997-2006, el análisis de los diagramas T-S reveló la presencia de tres masas de agua en el área de prospección: las Aguas Subantárticas (ASAA), las Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y las Aguas Intermedias Antárticas (AIA), caracterización coincidente con lo descrito en numerosos estudios hidrográficos de características descriptivas y dinámicas realizados en la región central y centro-sur de Chile.

7.4 Plancton

7.4.1 La composición zooplanctónica este año permanece estable respecto a años anteriores, al mantenerse dominancia en abundancia relativa y en frecuencia de ocurrencia de los grupos copépodos, quetognatos, ostrácodos, larvas de eufáusidos, apendicularias, eufáusidos, radiolarios y foraminíferos a través del tiempo. En general para los grupos principales la abundancia relativa muestra una tendencia decreciente a través del tiempo, lo que explica el decremento de 60% en la biomasa zooplanctónica respecto al 2006. Biomasa fitoplanctónica que registro mayor variabilidad en la noche y gran homogeneidad de día.

7.4.2 La tendencia decreciente de los eufáusidos dentro de la ZEE, así como el aumento de la biomasa fitoplanctónica total fuera de las 200 mn desde el 2003, puede constituir un factor explicativo de la baja presencia de jurel en el sector costero si se considera que los eufáusidos son el ítem más importante en la dieta de jurel.



7.4.3 Diferencias estadísticamente significativas en los niveles de abundancia relativa media fueron registradas entre los lances diurnos y nocturnos en los copépodos, eufáusidos, larvas de eufáusidos, quetognatos, eufáusidos, radiolarios y cladóceros, prevaleciendo las mayores concentraciones durante los períodos nocturnos, mientras que el mayor porcentaje de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos. Sin embargo, estas diferencias no pueden considerarse categóricas, ya que los diferentes grupos, presentan ciclos anuales donde prevalecen las máximas abundancias medias en el día o en la noche, siendo necesario diseñar un estudio específico orientado a establecer diferencia diurna-nocturna en las muestras de plancton.

7.5 Asociaciones

7.5.1 Al comparar las inter-relaciones entre variables ambientales y densidad de jurel, se ven dos periodos, uno desde 1997-2001, donde hubo un incremento sistemático de la densidad de jurel dentro de las primeras 200 mn, entonces la distribución de jurel está asociada con aguas ASAA y subsuperficialmente AESS, donde existe una alta salinidad y baja concentración de oxígeno. En el segundo periodo, el jurel se encuentra distribuido en sectores más oceánicos, asociado con aguas oxigenadas (5-6 ml/L), de menor temperatura (11 y 13°C), alta salinidad (34 psu) y bajo nivel de clorofila y concentración de eufáusidos.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986. Manual de muestreo biológico. Documento técnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.

Aranis A., G. Böhm, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, G. Rosson, S. Mora, A. Gómez y A. López. 2001a. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2000. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 71 p.+ Anexos.

Aranis A., G. Böhm, P. Barría, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, H. Miranda, G. Rosson, S. Mora, A. Gómez y A. López. 2001b. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2001. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales .Informe de avance. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 68 p.+

Aranis A., G. Böhm, R. Gili, V. Bocic, H. Hidalgo, P. Barría, L. Caballero, M. Nilo, E. Palta, H. Miranda, R. Serra, S. Mora, y G. Muñoz. 2003. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2002. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales .Informe de final. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 68 p.+

Aranis A., L. Caballero, G. Böhm, V. Bocic, H. Hidalgo, L. Muñoz, E. Palta y S. Mora, 2003. Investigación Situación Pesquería Pelágica Zona Centro Sur. 2003. Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías



Nacionales .Informe de avance. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 130 p.+ Anexos.

Aranis A., L. Caballero, G. Böhm, C. Martínez, F. Cerna, V. Bocic, C. Vera, A. Gómez, G. Rosson y S. Machuca, 2005. Seguimiento del Estado de Situación de las Pesquerías Nacionales. Pesquerías Pelágica centro-sur, 2005. Informe de avance. Subsecretaría de Pesca, Inst. Fom. Pesq., Valparaíso, Chile. 114 p.+ Anexos.

Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.

Arcos, D., L. A. Cubillos & P. Nuñez 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile. *Progress in Oceanography*, Vol 49:597-617.

Bertrand, A. M. A. Barbieri, J. Córdova, C. Hernández, F. Gómez y F. Leiva 2003. Diel vertical behaviour, predator-prey relationships and occupation of fish in space: the case of jack mackerel (*Trachurus symmetricus*) off Chile. ICES Symposium of fish behavior in exploited Ecosystems. Bergen 2003.

Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des bomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.

Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona



centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de final al FIP 95-07. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.

Barnes, R. 1986. Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.

Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata, Argentina.

Bougis 1974, P. 1974. Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.

Brandhorst, W. 1971. Condiciones oceanográficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3):45-84.

Casanova, C. 2007. Distribución espacio temporal de la pesquería de jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona centro sur de Chile durante los años 1995, 2000 y 2003, y su relación con cambios del ambiente. Tesis de titulación. P.U.C.V., Facultad de Recursos Naturales. Escuelal de Ciencias del Mar. 76 pp.

Castillo, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán y U. Parker. 1995. Evaluación hidroacústica de los recursos anchoveta, jurel y sardina española de las regiones I a IV. Informe Proyecto al FIP. IFOP, Chile, 152 p. tablas, fig + anexos.

Castillo, J., A. Saavedra, P. Galvez, S. Nuñez, J.Ortiz, P.Torres, F. Vejar, E. Molina, F. Cerna y A. López 2005. Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004. En: Informe Final Proyecto FIP 2004-05. 190 pp + Figuras y Anexos



- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1997.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M Espejo y M Rojas, 1999.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (200 p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2000.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE, marzo 2001. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (204 p)+ anexo figs.
- Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2001.** Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (207 p)+ anexo figs.



Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2002. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE, año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (198 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2003. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, año 2003. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (190 p)+ anexo figs.

Córdova, J., C Hernández y V Catasti, 2005. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, invierno, 2005. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (129 p)+ anexo figs.

Córdova, J., y C. Lang 2007. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación hidroacústica jurel V – X, 2006. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (125 p)+ anexo figs.

Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao), 44: 387 pp.

Dobson, A. 2002. “An Introduction to Generalized Linear Models 2nd Edition” Chapman and Hall, London

Eastman, J.R. 1995. IDRISI for Windows. User'LS Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.

Elizarov. A.A., A.S. Grechina, B.N. Kotenev y A. N. Kuzetsov, 1993. Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the open water of the South Pacific, J. Ichth. 333(8): 86-104.



- Evseenko, S. A. 1987.** Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. *Voprosy Ichthyologii*, 27(2):264-273.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1995.** Oceanografía física. En: Informe final proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sir, V a IX regiones. FIP, 221p
- Foote, K. 1986.** Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres. *Journal of the Acoustical Society of America*.
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992.** Geostastical analysis of acoustic survey dat on = group herring in Fjord. *IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.*
- Frontier, S. 1980.** Zooplankton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. *Cah Orstom (océanogr.)*, 4(3):3-37.
- Ganoza, A. 1998.** Abundancia y comportamiento de jurel (*Trachurus picturatus murphi*) a través de prospecciones acústicas de 1983 a 1994. *Inf. Inst. Mar Perú*, 136:23-47.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984.** Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. *J.Plank. Res.*, 6(5) 721-731.
- Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodríguez e I. Giakoni. 1983.** Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS). Corpora-



ción de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.

Hastie T. y R. Tibshirani. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London.335p

Holden, M. y D. Raitt. 1975. Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. Doc. Tec. FAO sobre pesca . 115: 221 p.

Hormazabal, S., G. Sheffer & O. Leth. 2004. The Costal Transition Zone off Chile. J. Geophy. Res 109 C01021, doi:120.1029/2003.

Hulley, P. A. 1984. Mictophidae. In Fishes of the North-Eastern. Atlantic and the Mediterranean. Vol 1

Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (*Trachurus* spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23: 28 pp.

Kara, A.B., P.A. Rochford & H.E. Hulburt. 2000. An optimal definition for ocean mixed layer depth. J. Geophys. Res., 105(C7):16803-16821.

Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988. First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214.



Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°23' LS). Estudios Oceanológicos 10:1-81.

Krefst, G. 1984. Nodosudidae. Pag 421-425

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 y A. Paillaman. 1995. Evaluación directa de merluza común. En .Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En: Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.

Ludwig, J. & J. Reynolds. 1988. Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley & Sons. NY. 329 p.

MacCall, A. 1990. Dynamic Geography of Marine Fish Populations. Washington Sea Grant Program. University of Washington, Seattle. 153 p.fi.

MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.

Maury O. 1998. Modelisation spatiale en halietique. Approche par simulateur sous SIG. Application à la modélisations hiérarchique de la population de thons albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique tropical. Tesis n°de origen:98 - 17, n° de serie: H41. 353p



Meléndez, R. y D. Meneses. 1989. Tiburones del talud continental recolectados entre Arica (18°19'LS) e Isla Mocha (38°30'LS), Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 17:3-73.

Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Microimages. 1997. TNTmips- The map & Image Processing system. Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. Deep Sea Res. 28A: 625 - 629.

Miranda, H. 1999. Derivación del estimador de la varianza para el factor de eointegración. Informe Técnico – Unidad de estadística. IFOP.

Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966. Marine plankton a practical guide. Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.

NODC. 1991. National oceanographic data center, user guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.

Núñez, S. & J. Ortiz. 1999. Informe Final. Capítulo: Oceanografía física y química. *En:* Proyecto FIP 98-11 Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la ZEE de Chile. 200 pp + Anexos.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2001. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2000-03 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2000.



Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2002. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2001-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2001.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres. 2003. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2002-02 Evaluación hidroacústica del jurel en la ZEE de Chile, Año 2002.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2004. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto FIP 2004-06 Evaluación hidroacústica del jurel del recurso entre la V y X Regiones, Año 2004.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2005. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30033968-0. Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005.

Núñez, S., J. Ortiz & P. Torres y F Vejar. 2006. Informe Final. Capítulo: Oceanografía. *En:* Proyecto BIP N° 30043859-0. Investigación Evaluación hidroacústica jurel V y X, 2006.

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.

Ott, L. R. Larson, and W. Mendenhall. 1983. Statistics: a tool for the social sciences. Duxbury Press, Boston Mass, 494 pp.



- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parrish, R. 1989.** The South pacific Oceanic Hordse Mackerel (*trachurus picturatus murphyi*). Fishery. In: D. Pauly, P. Muck, J. Mendo and I. Tsukayama. 1989.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis 172 pp. Pergamon Press.
- Pequeño, G. 1971.** Sinopsis de Macrouriformes de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 32: 269-298.
- 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.
- Petitgas, P. 1991.** Contributions geostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Geostatistique, Fontainebleau, 211 p
- Petitgas, P. 1993.** Geostatistics for fish stock assessment: a review and on acoustic applications. ICES J. mar. Sci., 50: 285 - 298.
- Petitgas, P. and A. Prampart. 1993.** EVA (Estimation variance) Logiciel de geostatistique puor IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.



- 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.
- Quiñonez, R. R. sera, S. Nuñez, H. Arancibia, J. Córdova y F. Bustos. 1997.** Relación espacial entre el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y sus presas en el centro sur de Chile. En: Tarifeño (ed) 1997. Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO, IOC/INF_1046. 432 pp; páhs 18-202.
- Retamal, M.A. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), N° 44, 110 págs.
- Robles, F. 1976.** Descripción general de las condiciones oceanográficas en aguas chilenas. Instituto de Fomento Pesquero, 103 p.
- Robotham, H y J.Castillo. 1990.** The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Rojas, R. & N. Silva. 1996.** Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.
- Saavedra, J.C., H. Miranda & Z. Young. 2003.** “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Comisión Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.



- Saiz, F. 1980.** Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.
- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001.** Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.
- Serra, R. 1991.** Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- SIMRAD, 1991.** SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual.
- Silva, N. & 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. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar 3:63-75.
- Silva, N. & H. Sievers. 1981.** Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°LS y 33°LS (operación oceanográfica Mar Chile X – ERFEN I). Cienc. Y Tec. Del Mar. CONA, 5:5-50.
- Silva, N. 1982.** Masas de agua y circulación en la región norte de Chile, Latitudes 18-32°LS (operación oceanográfica Mar Chile XI – ERFEN II). Cienc. y Tec. del Mar, CONA 7:47-84.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979.** Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO.Doc.Téc.Pesca (175):107 p.



- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973.** Numerical taxonomy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp
- 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.
- UNESCO. 1981a.** The practical salinity scale 1978 and the international Equation of State of Seawater 1980. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°36.
- UNESCO. 1981b.** Background paper and supporting data on the practical salinity scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar Sci. N°37.
- Vidal, J. 1968.** Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Wolter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Yáñez E., V. Catasti, M. A. Barbieri, G. Böhm. 1996.** Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con sáteiles NOAA en la zona central de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 107-122.

FIGURAS

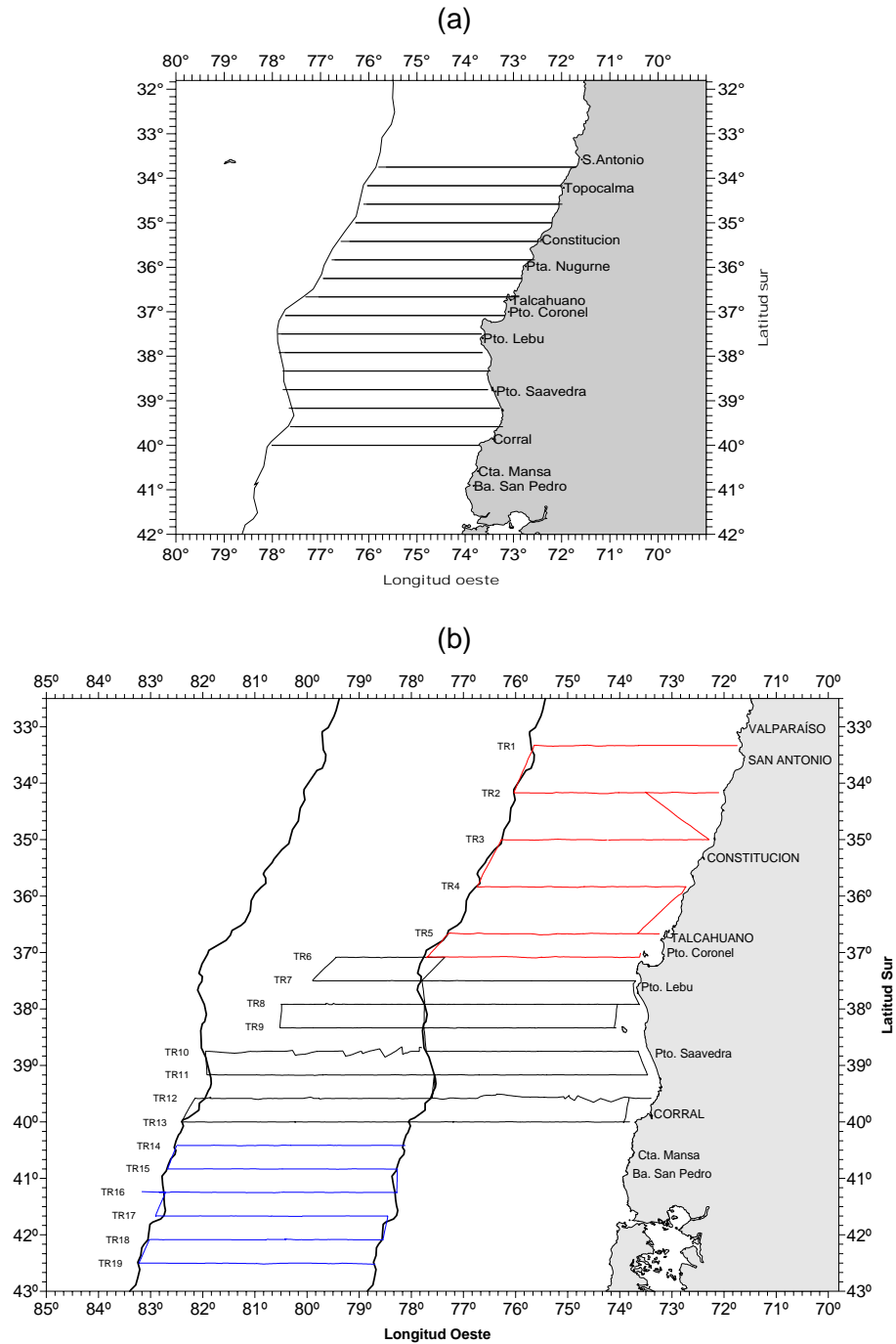


Figura 1. Distribuci3n de transectas en la zona de estudio: a) Propuesta t3cnica y b) Crucero de evaluaci3n 2007.

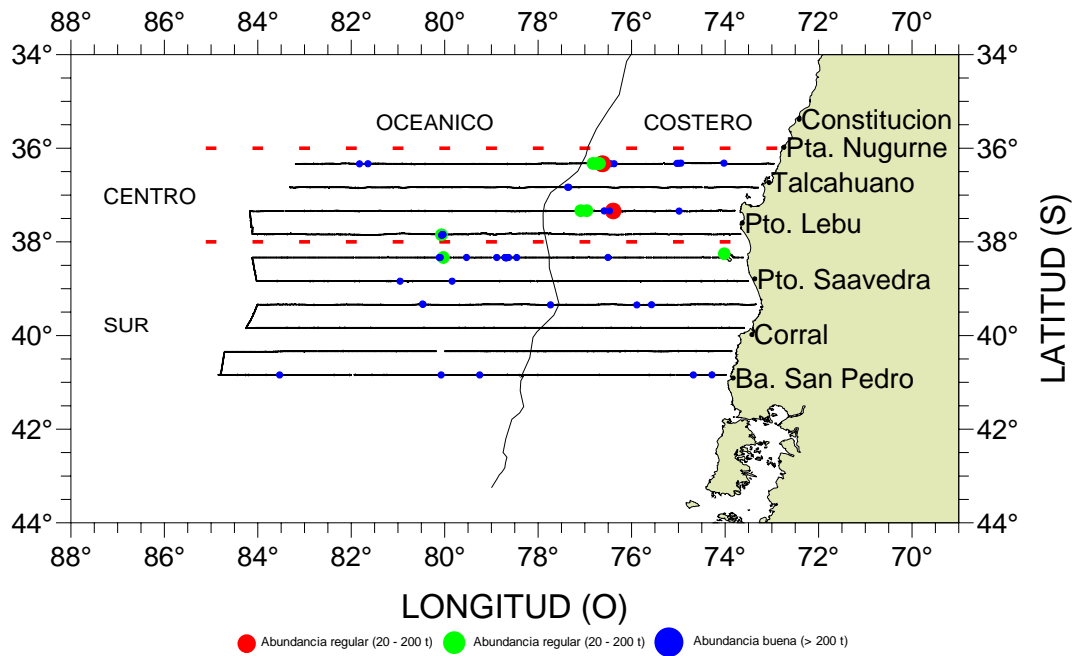


Figura 2. Distribuci3n espacial de ecotrazos de jurel detectada con ecosonda, mayo 2007

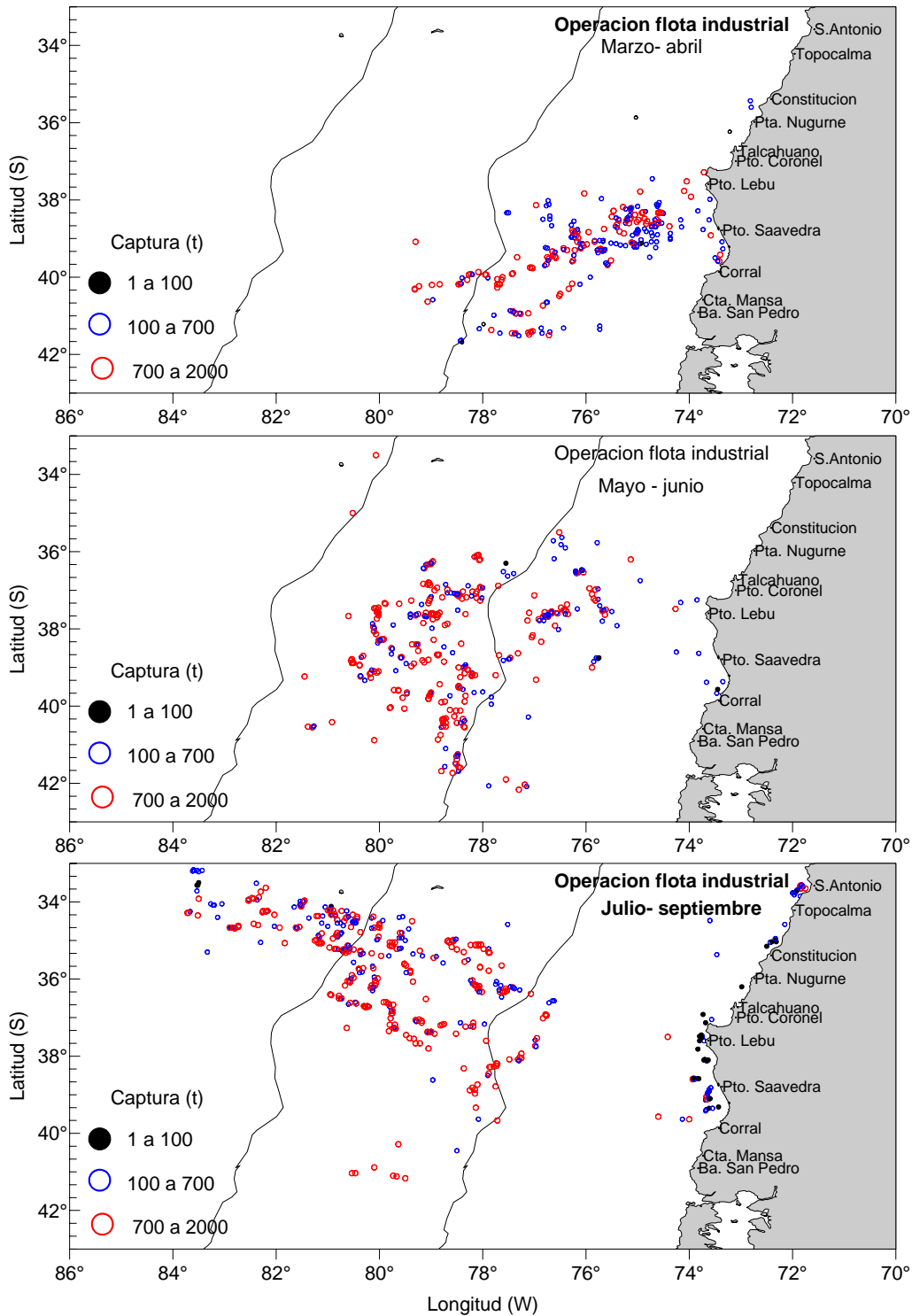


Figura 3. Operaci3n de la flota industrial en la zona centro sur, 2007.

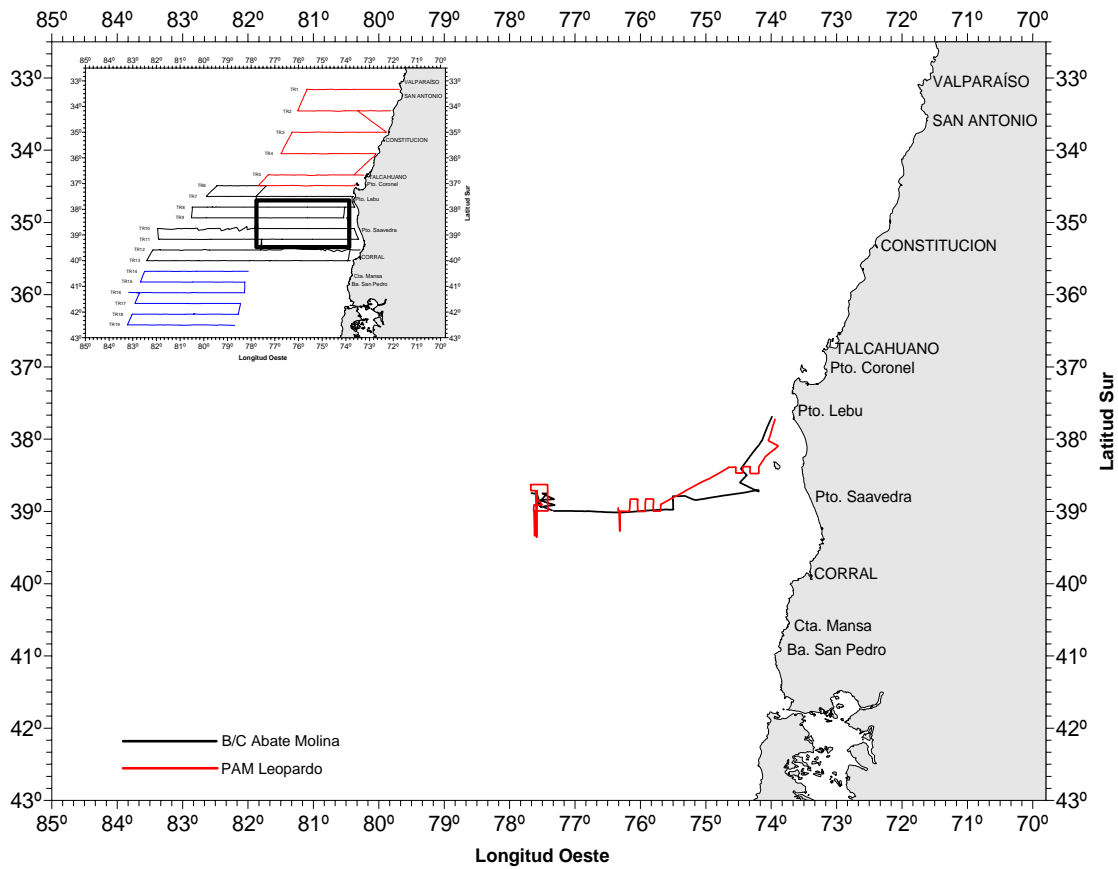


Figura 4. Zona explorada para pesca comparativa, junio 2007



B/C "Abate Molina



Pesqueros



Figura 5. Embarcaciones y equipos acústicos usados en la evaluaci3n. 2007

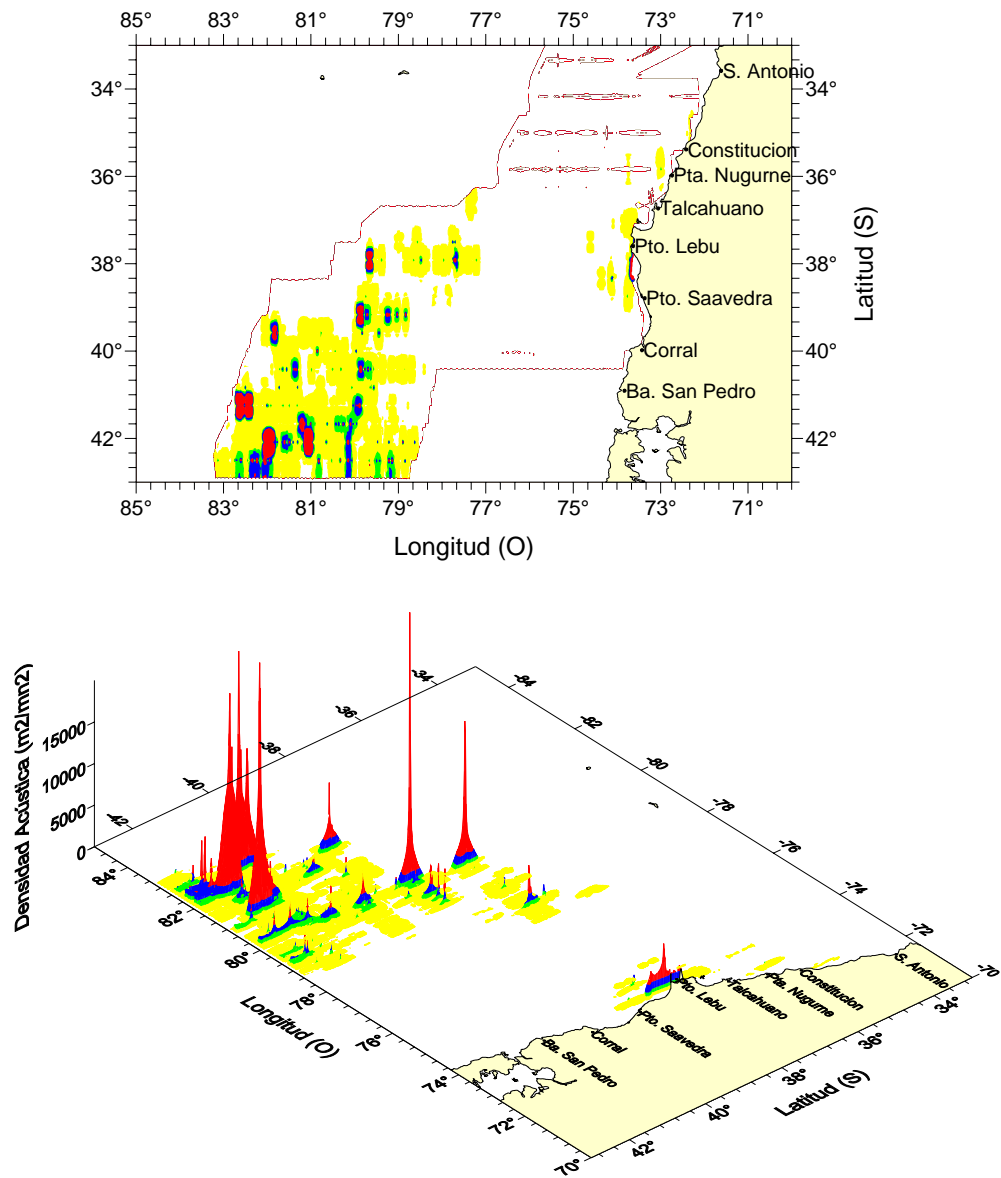


Figura 6. Distribuci3n espacial de la densidad acustica de jurel en la zona de estudio, 2007.

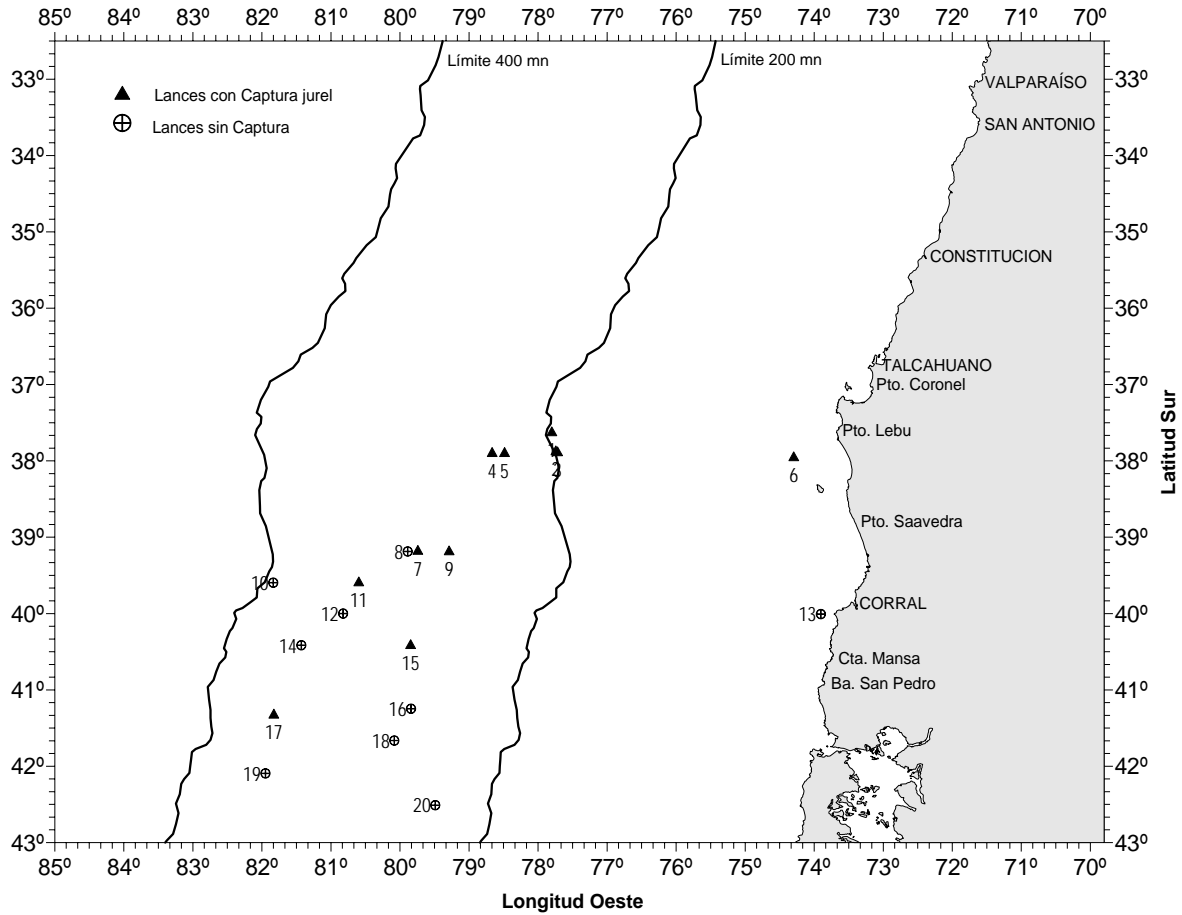
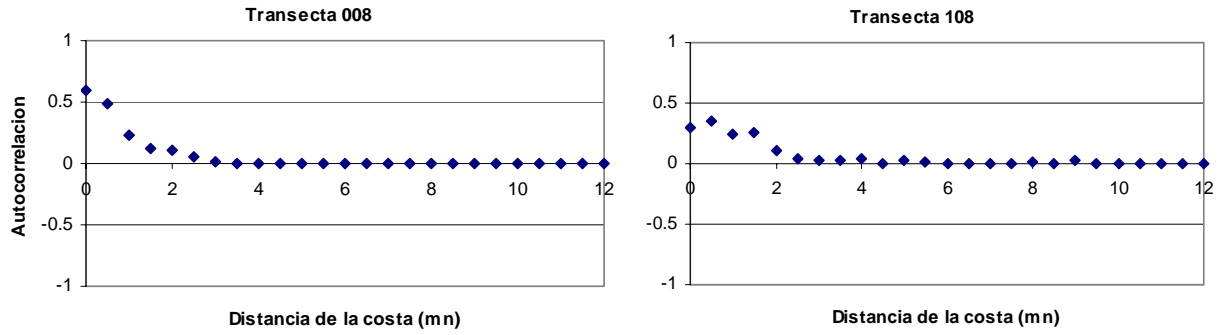


Figura 7. Distribuci3n lances de pesca con y sin pesca. B/C Abate Molina (Lances 1-13) y PAM L3der (Lances 14-20), junio 2007.



a) Sector 5 a 200 mn



b) Sector 201 a 400 mn

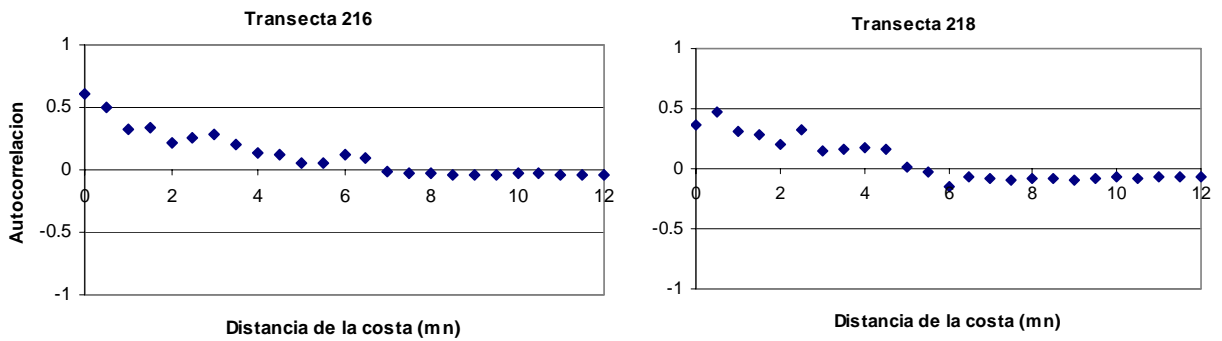
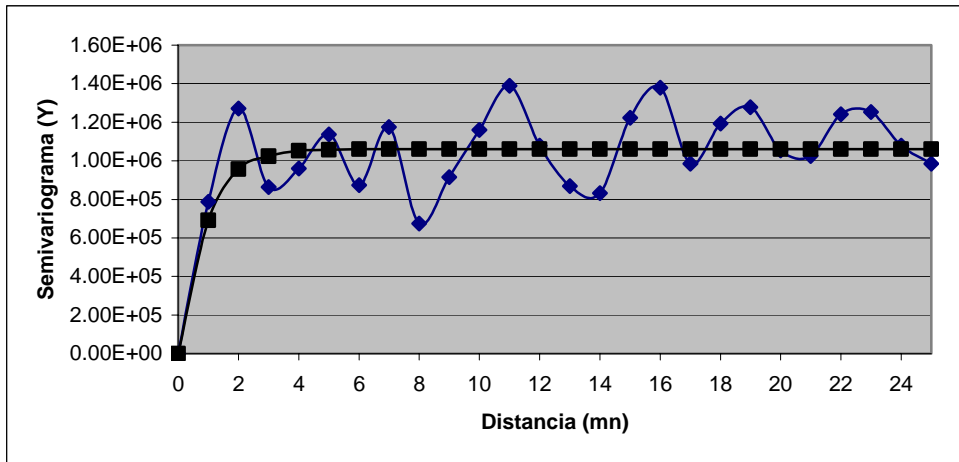


Figura 8. Correlogramas por sectores y distancia a la costa



a) Sector 5 a 200 mn



b) Sector 201 a 400 mn

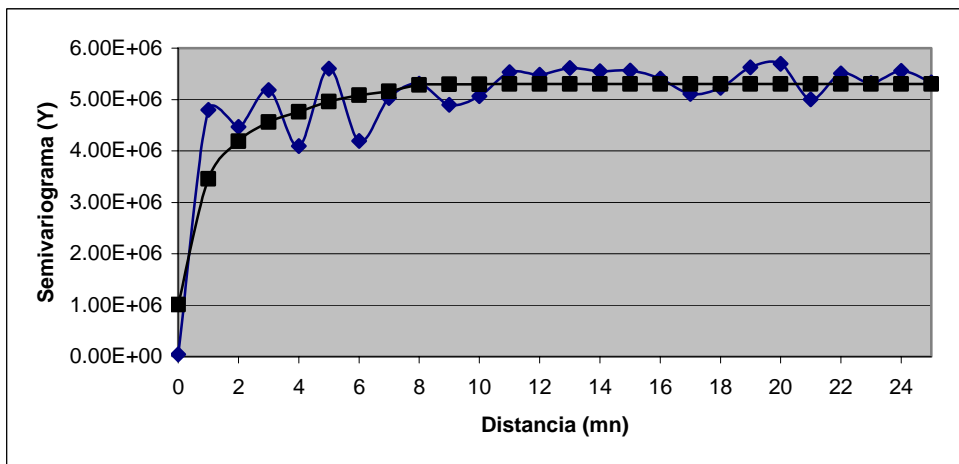
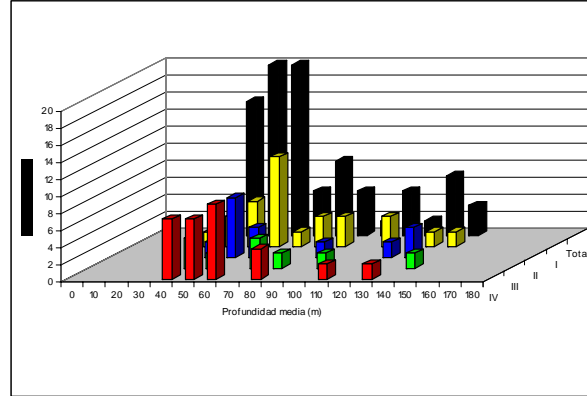


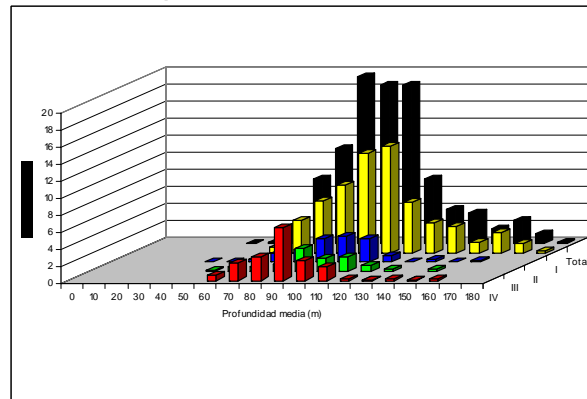
Figura 9. Variograma para la zona de estudio: a) 5-200 mn y b) 200-400mn.



a) Sector 5 a 200 mn



b) Sector 201 a 400 mn



c) Sector 5 a 400 mn

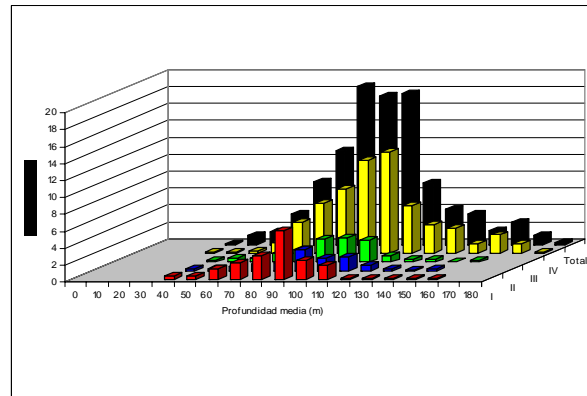


Figura 10. Distribuci3n batimetrica de jurel por categorias y zonas :a) 5-200mn b) 200-400 mn y c) 5 – 400 mn.

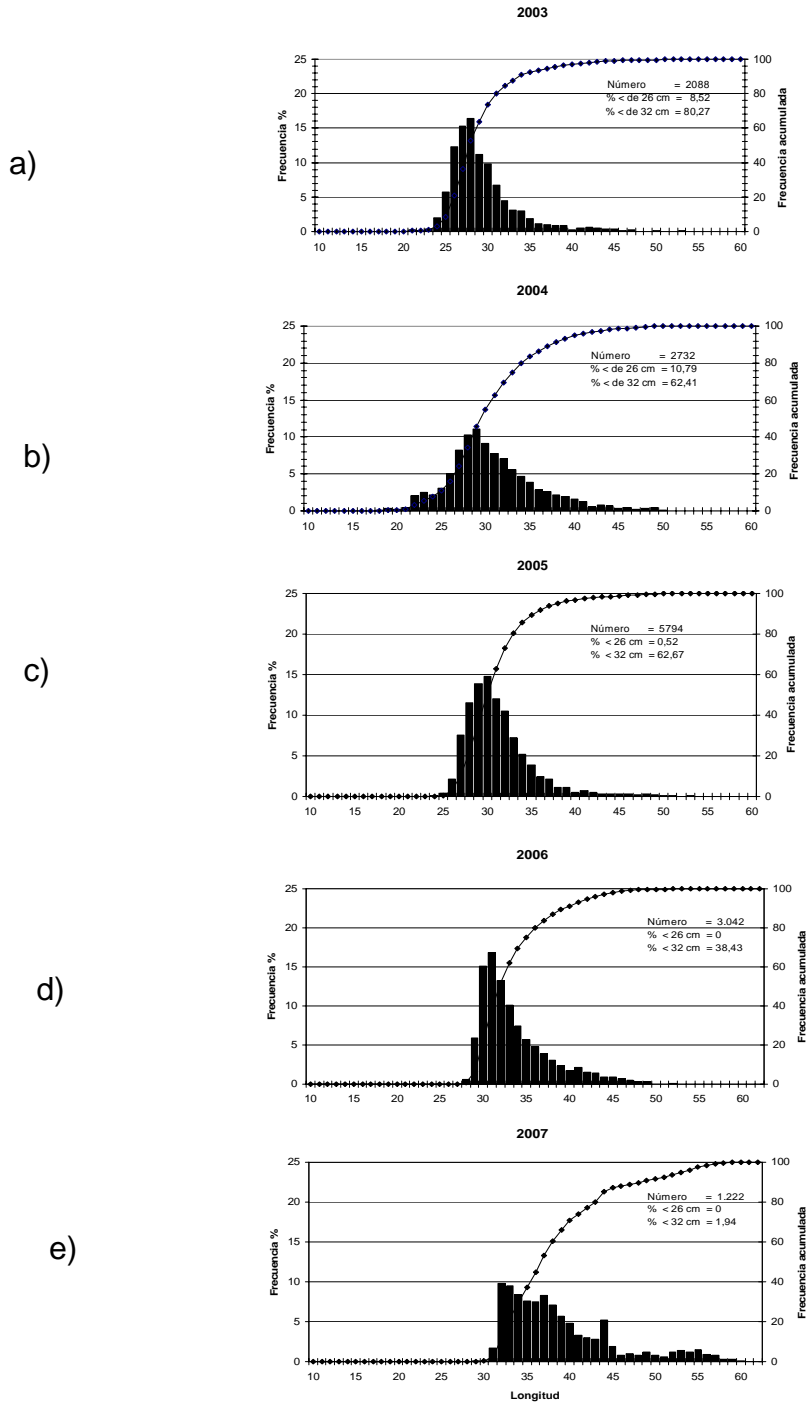


Figura 11. Distribuci3n de tallas de jurel entre las 5-400 mn a~nos: a) 2003, b) 2004, c) 2005, d) 2006 y e) 2007.

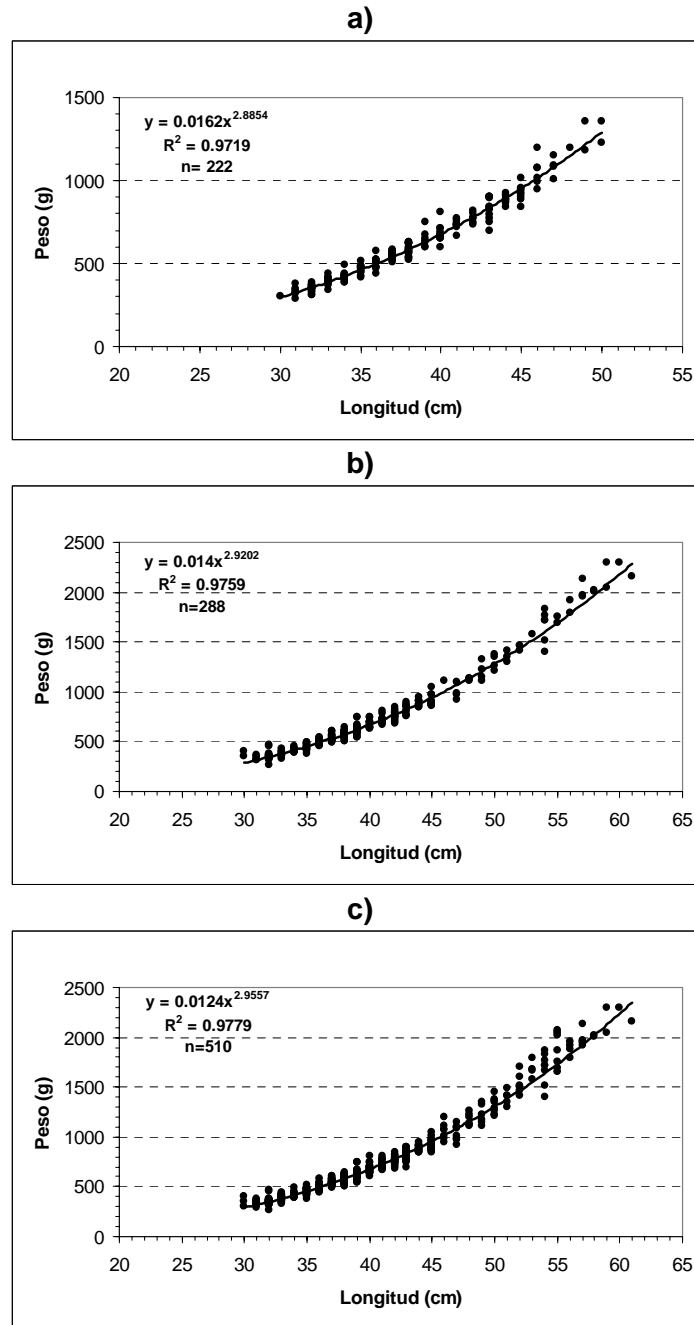


Figura 12. Relaci3n longitud-peso de jurel en la zona de estudio: a) hembras b) machos y c) total

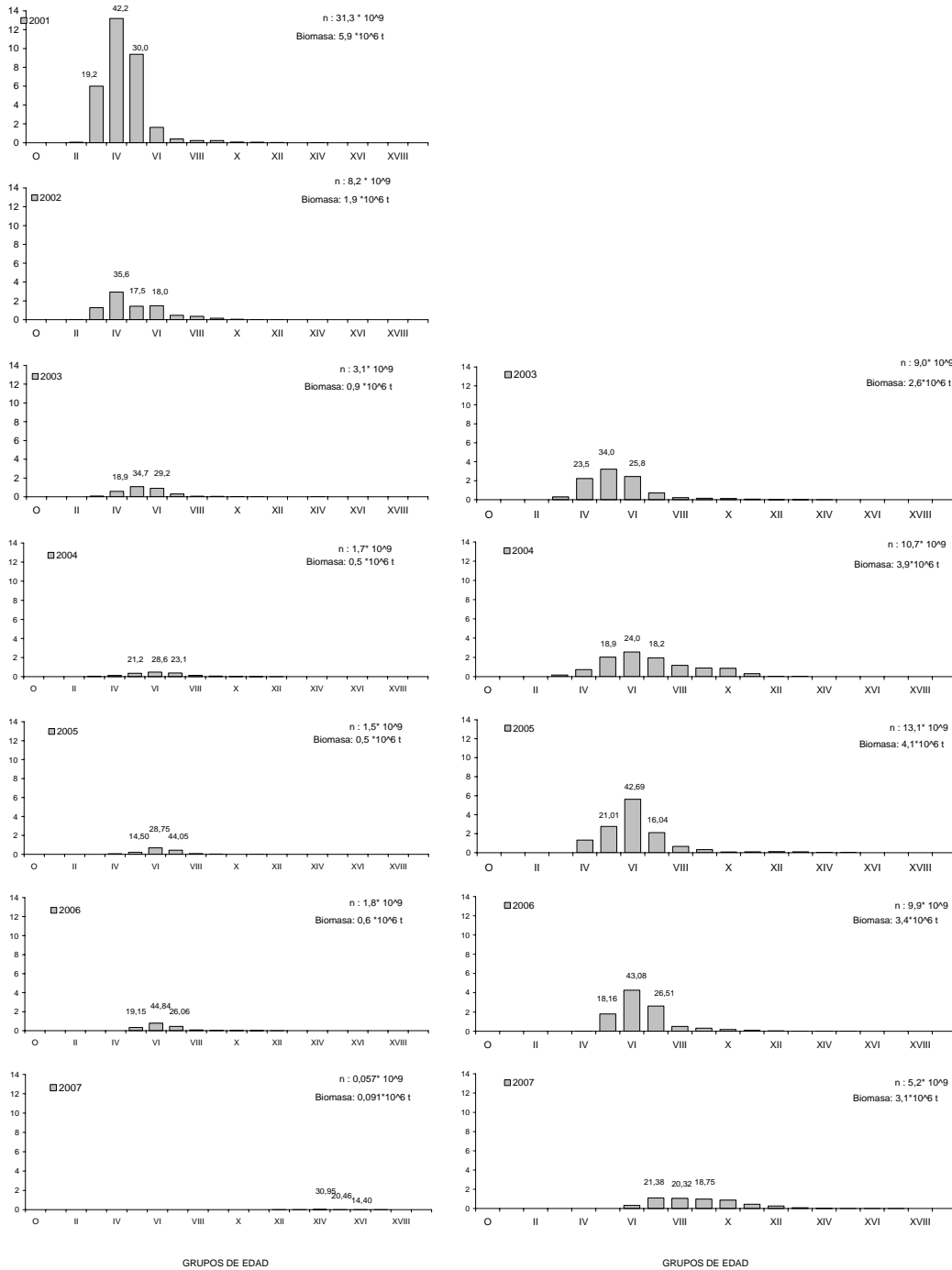


Figura 13. Abundancia en numero por grupo de edad de jurel en los crucero del 2002 al 2007.

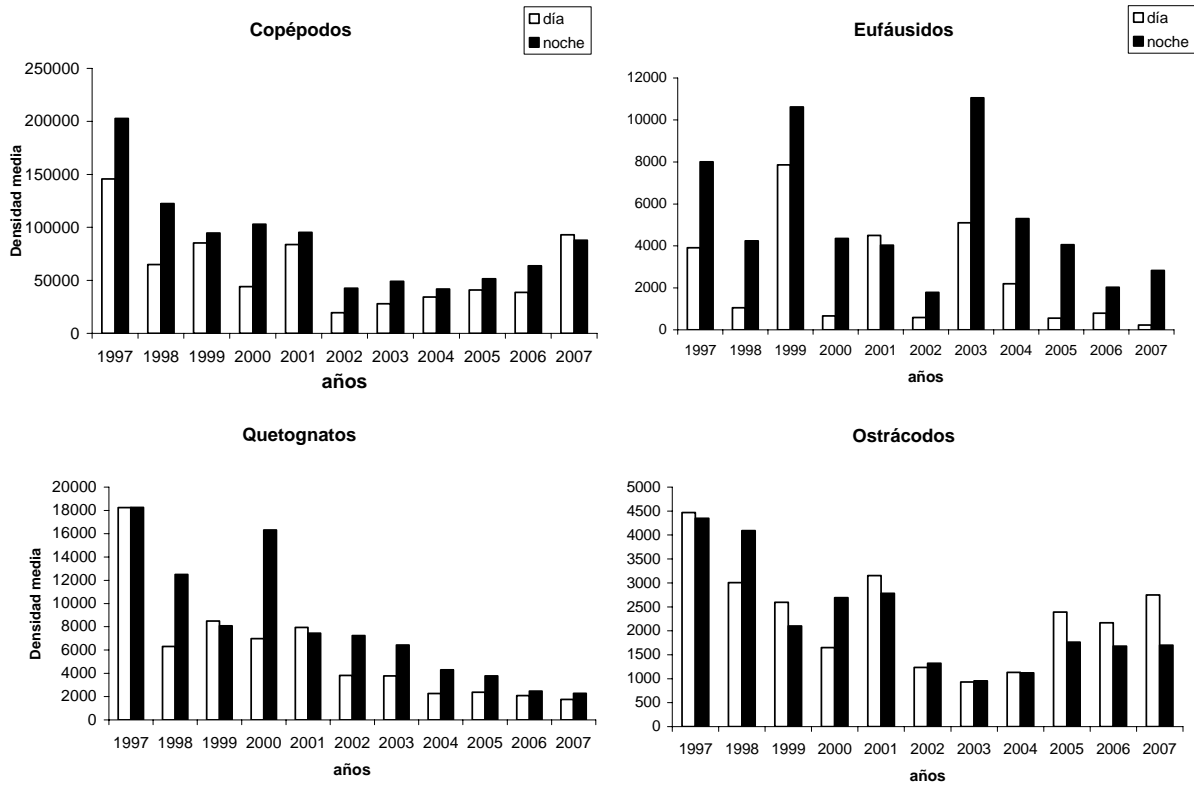


Figura 14. Distribuci3n temporal de la densidad media de los principales grupos zooplanct3nicos identificados durante otoño de los años 1997 – 2007 (zona 10-200 m). Barras blancas: períodos diurnos; barras negras: períodos nocturnos.

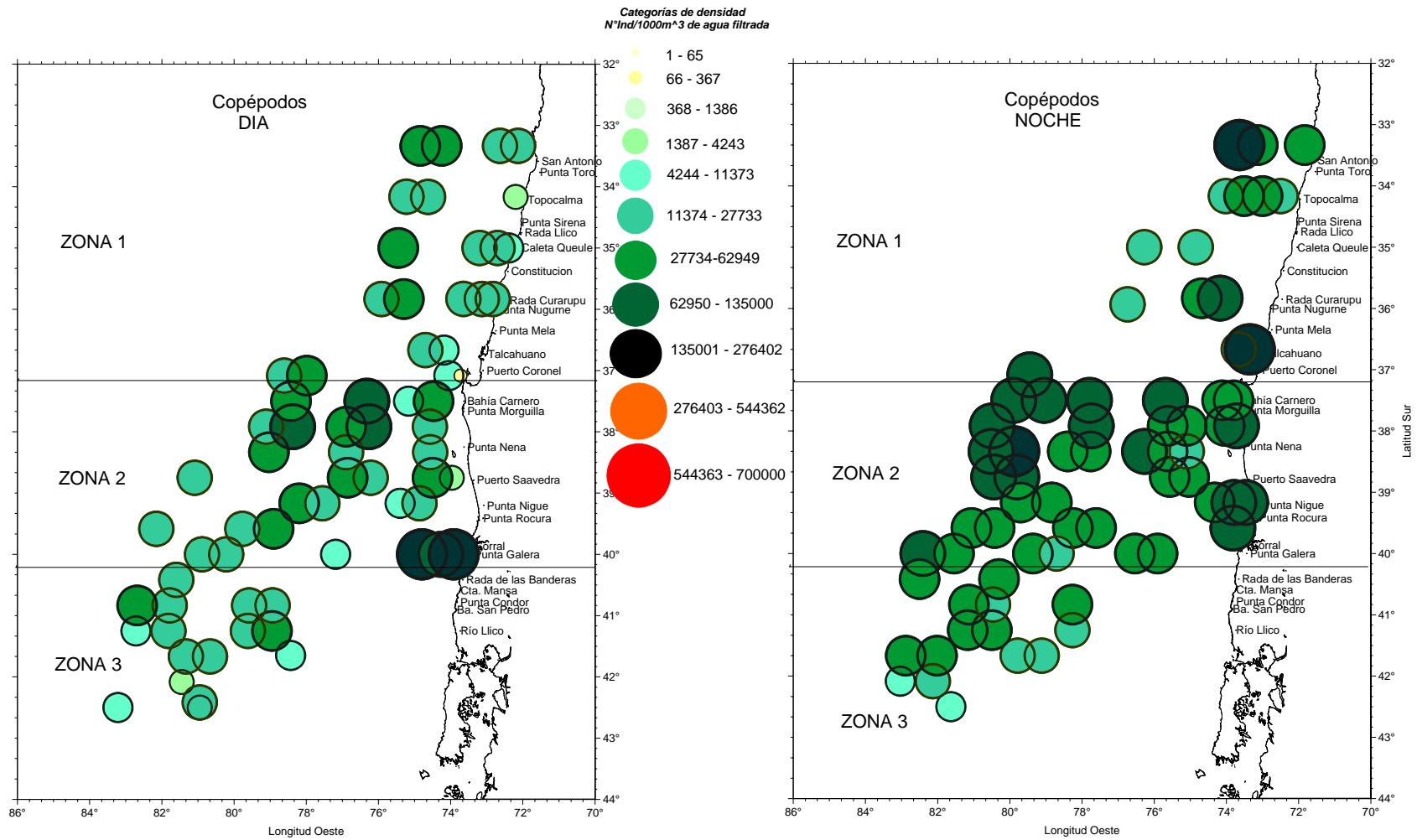


Figura 15. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de Copépodos, 2007.

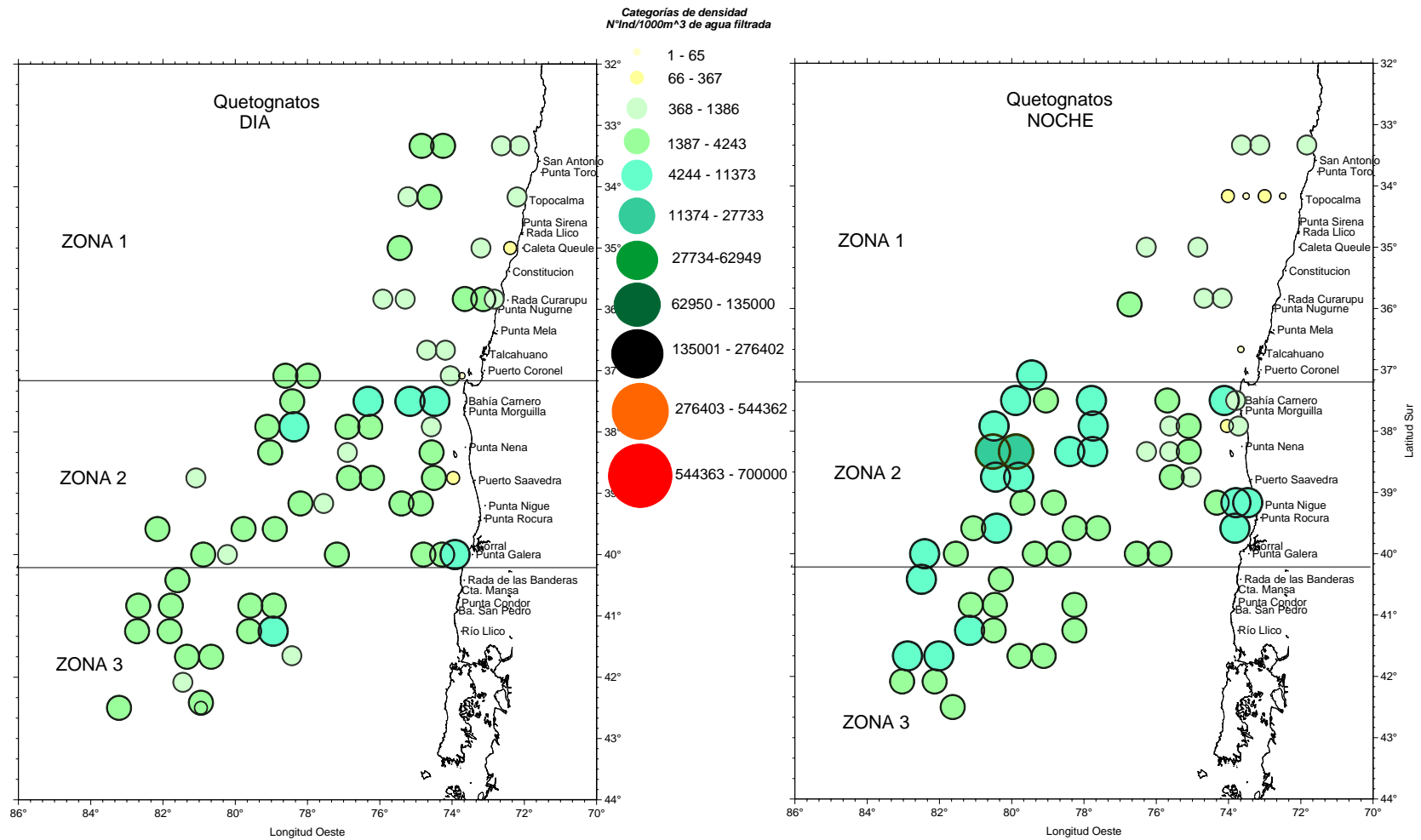


Figura 16. Distribuci3n geogr1fica diurna y nocturna de Quetognatos, 2007.

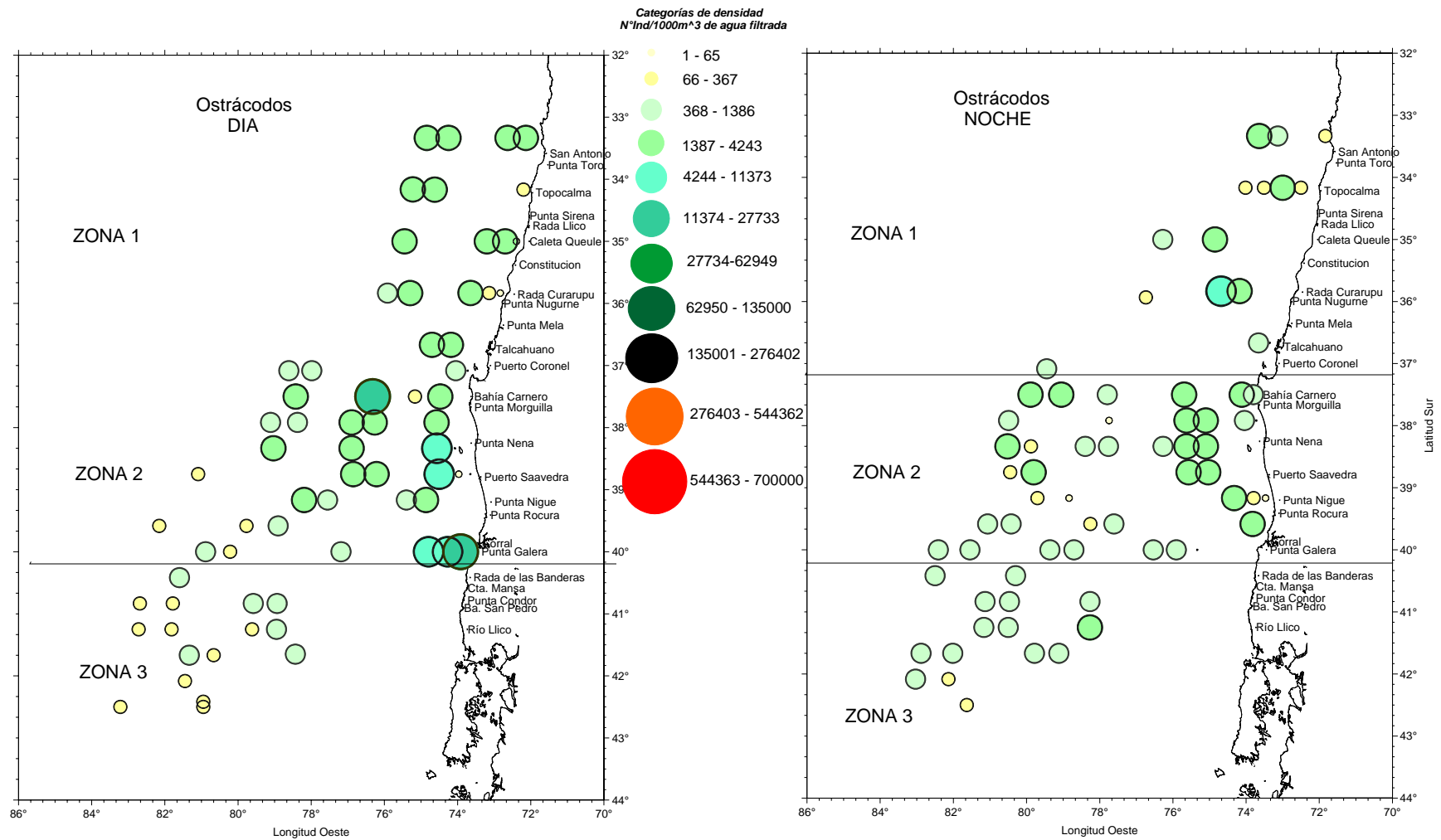


Figura 17. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de Ostrácodos, 2007.

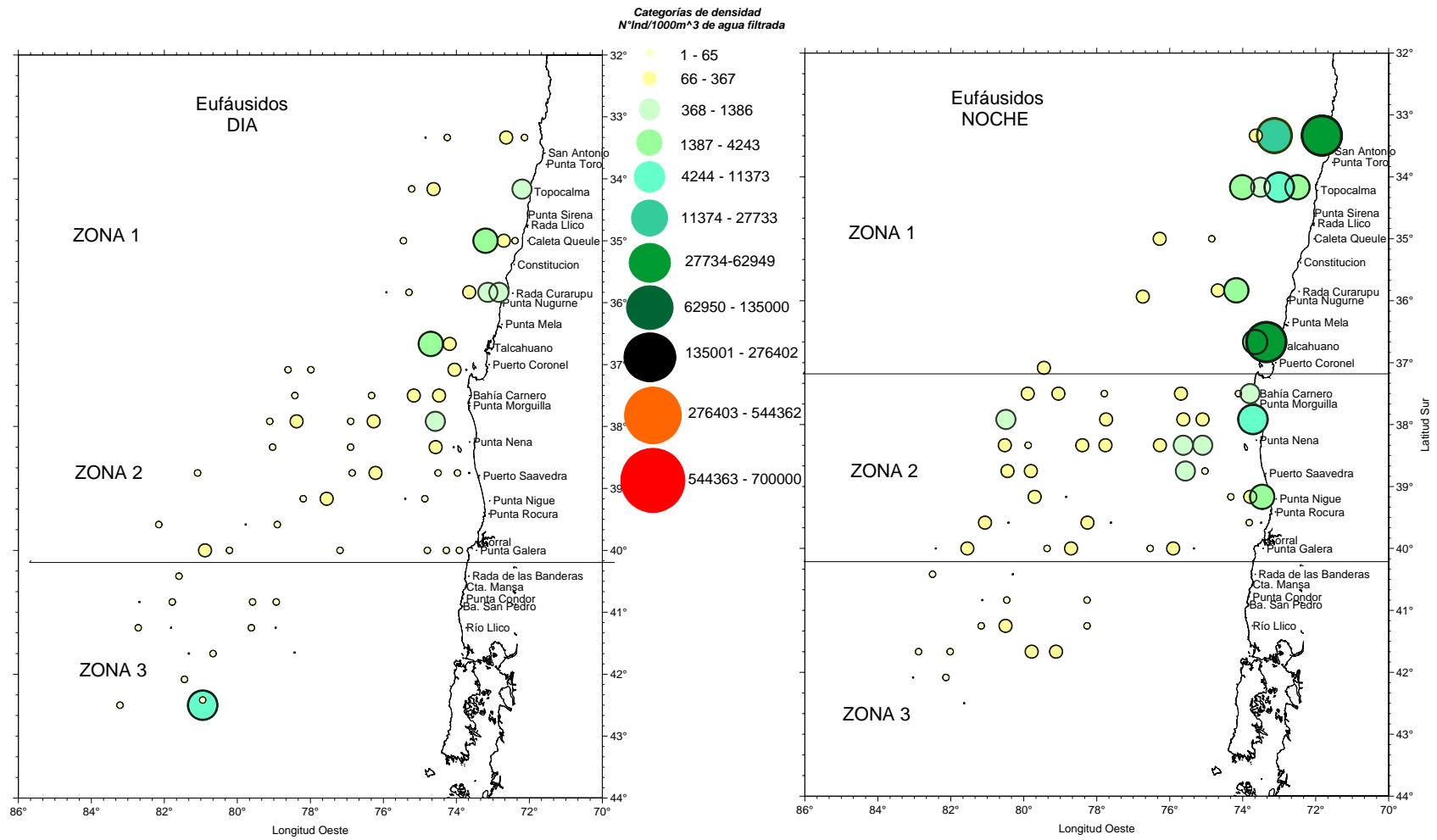


Figura 18. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de Eufáusidos, 2007.

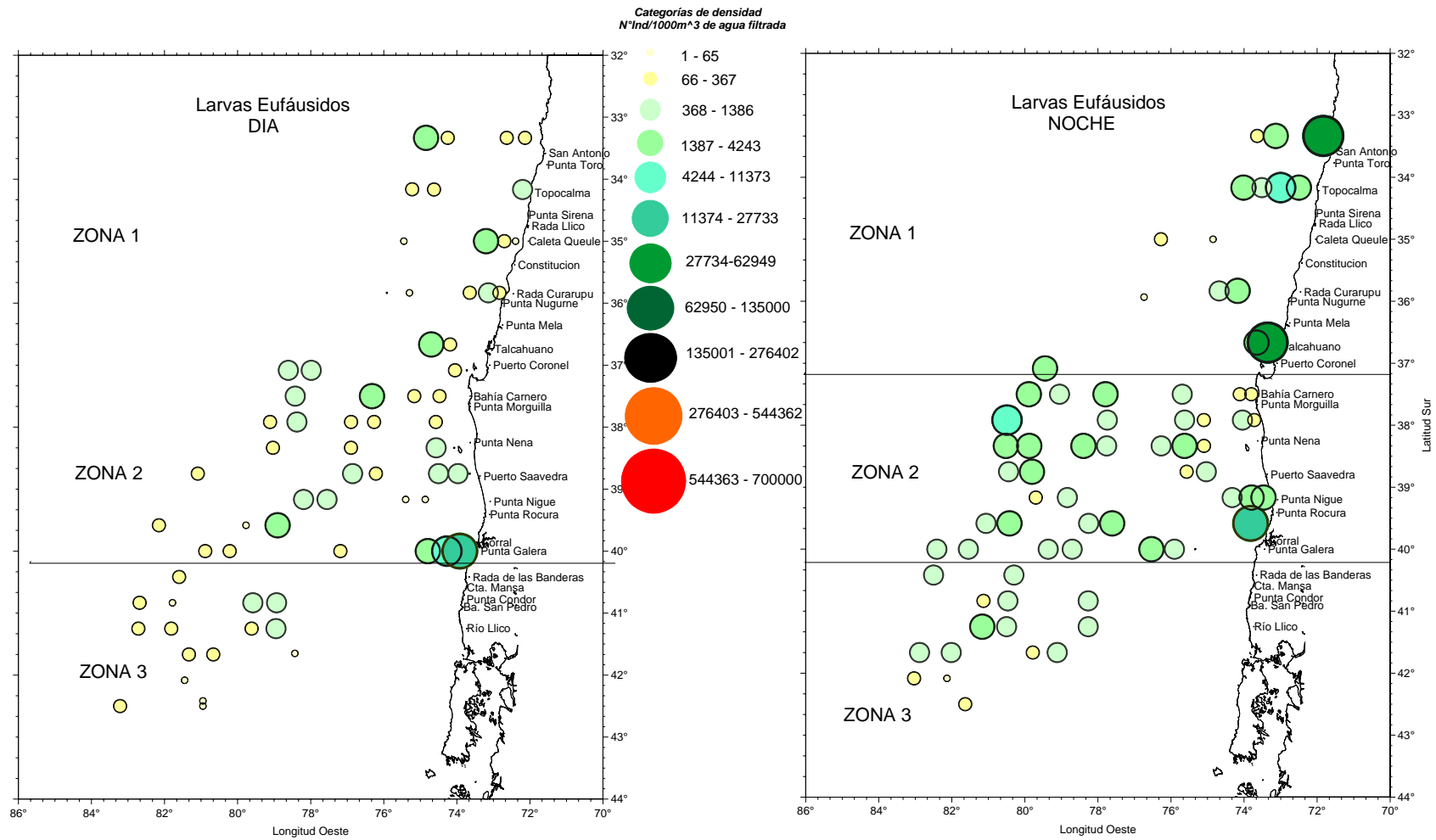


Figura 19. Distribuci3n geogr3fica diurna y nocturna de larvas de Eufáusidos, 2007.

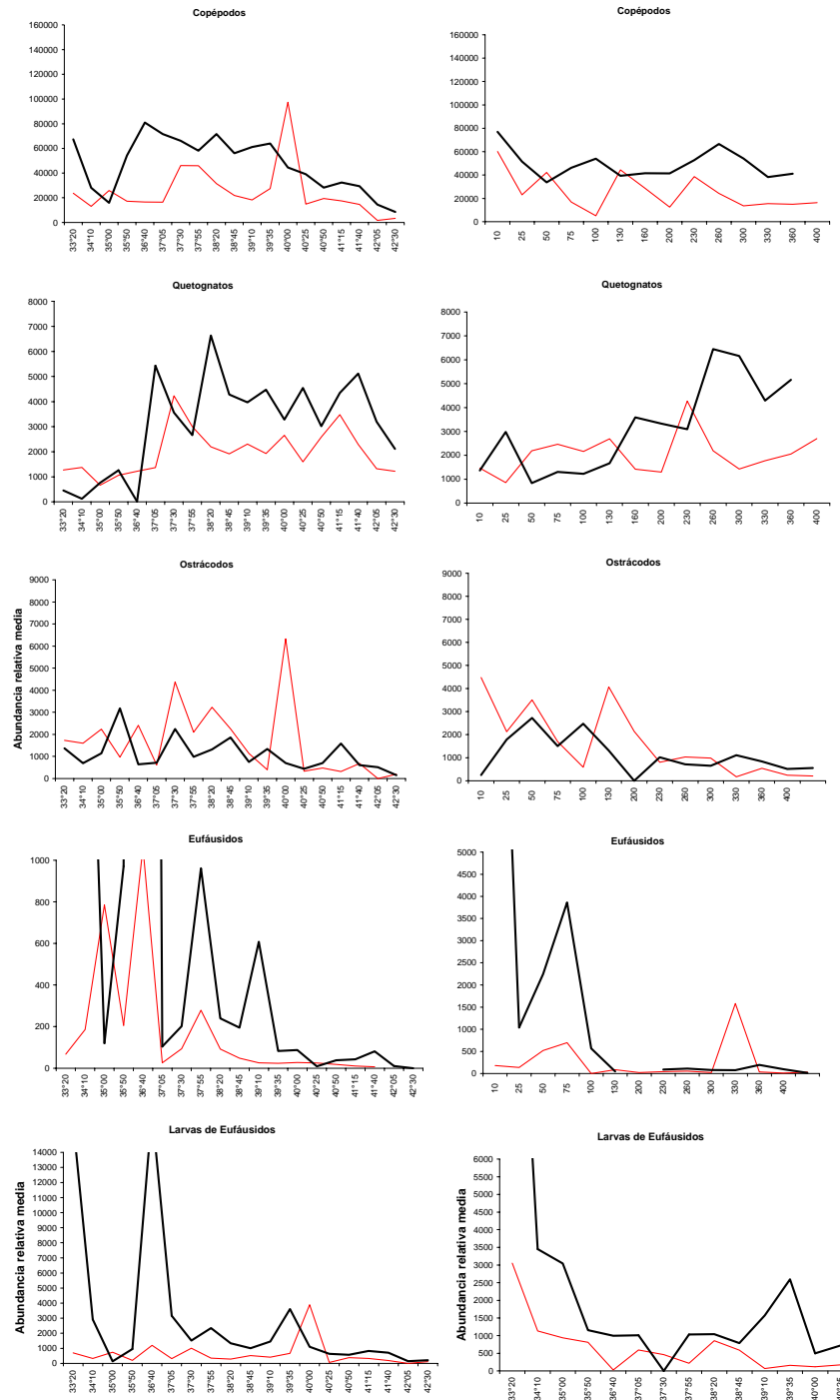
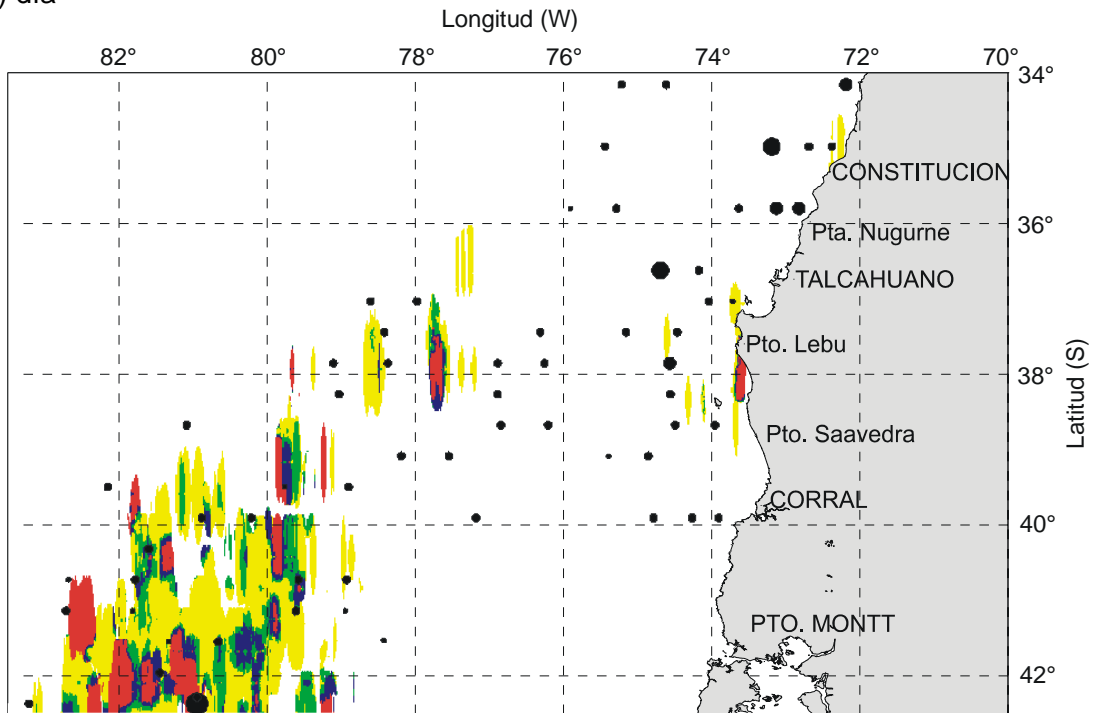


Figura 20. Distribuci3n latitudinal (a) y longitudinal (b) de la densidad media de los principales grupos zooplant3nicos capturados durante los per3odos diurnos (L3nea roja) y nocturnos (l3nea negra).



a) d3a



b) noche

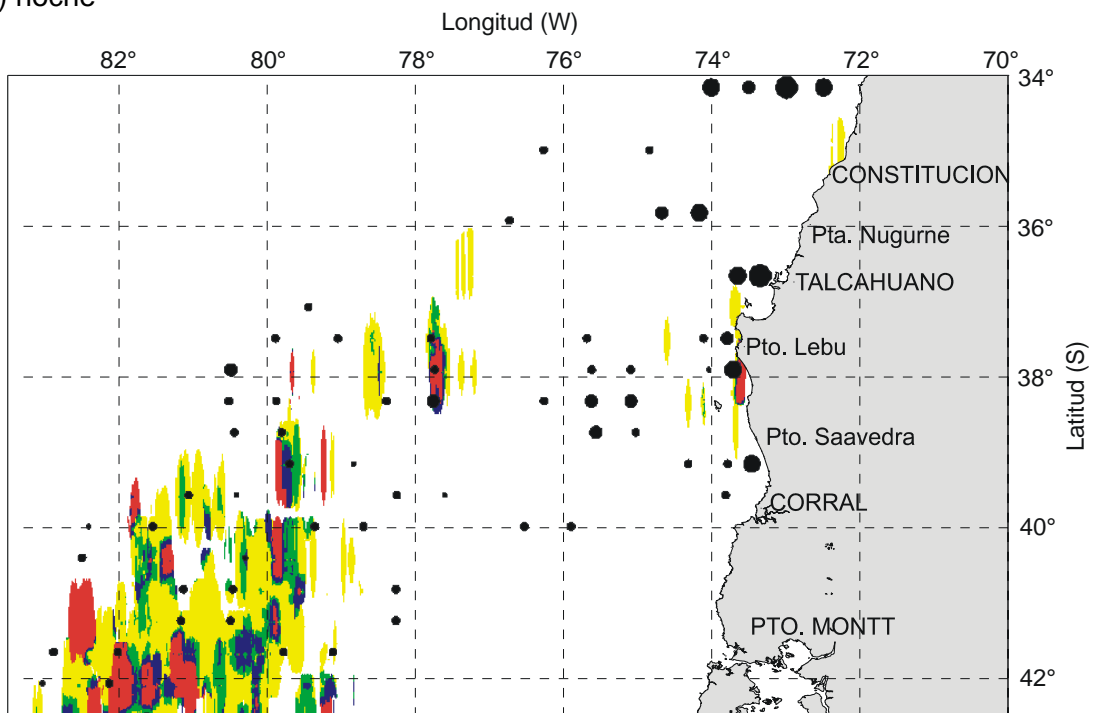


Figura 21. Distribuci3n espacial de euf3sidos en el 3rea de ubicaci3n del jurel, 2007

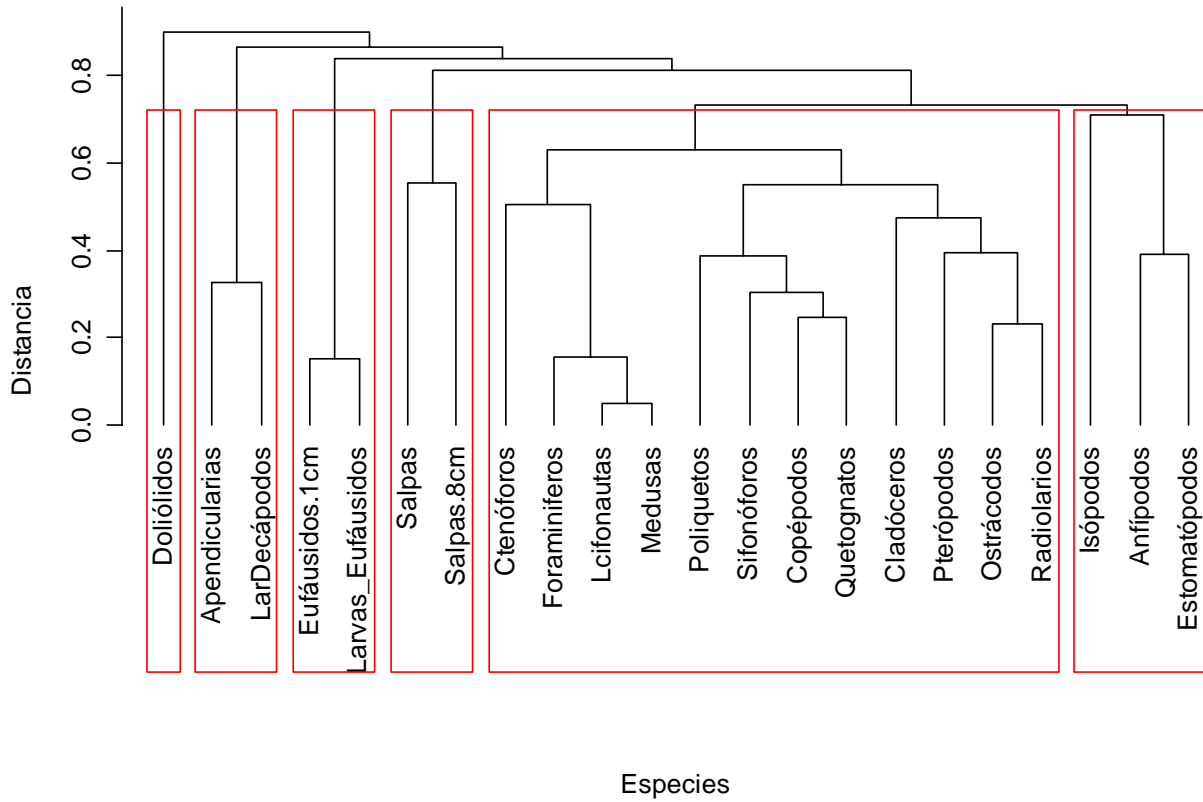


Figura 22. Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctonicos analizados en otoño 2007

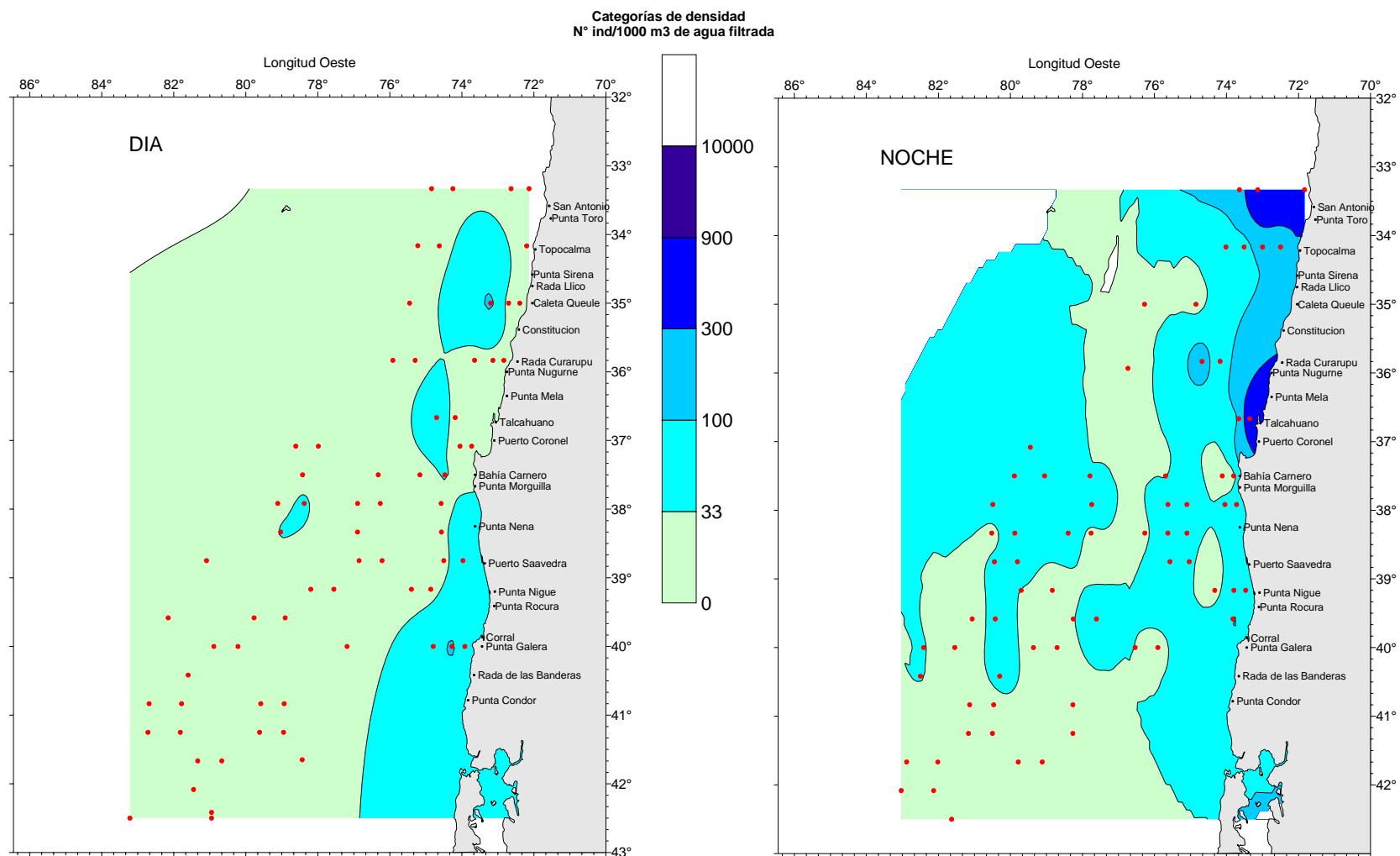


Figura 23. Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica durante el crucero de otoño 2007

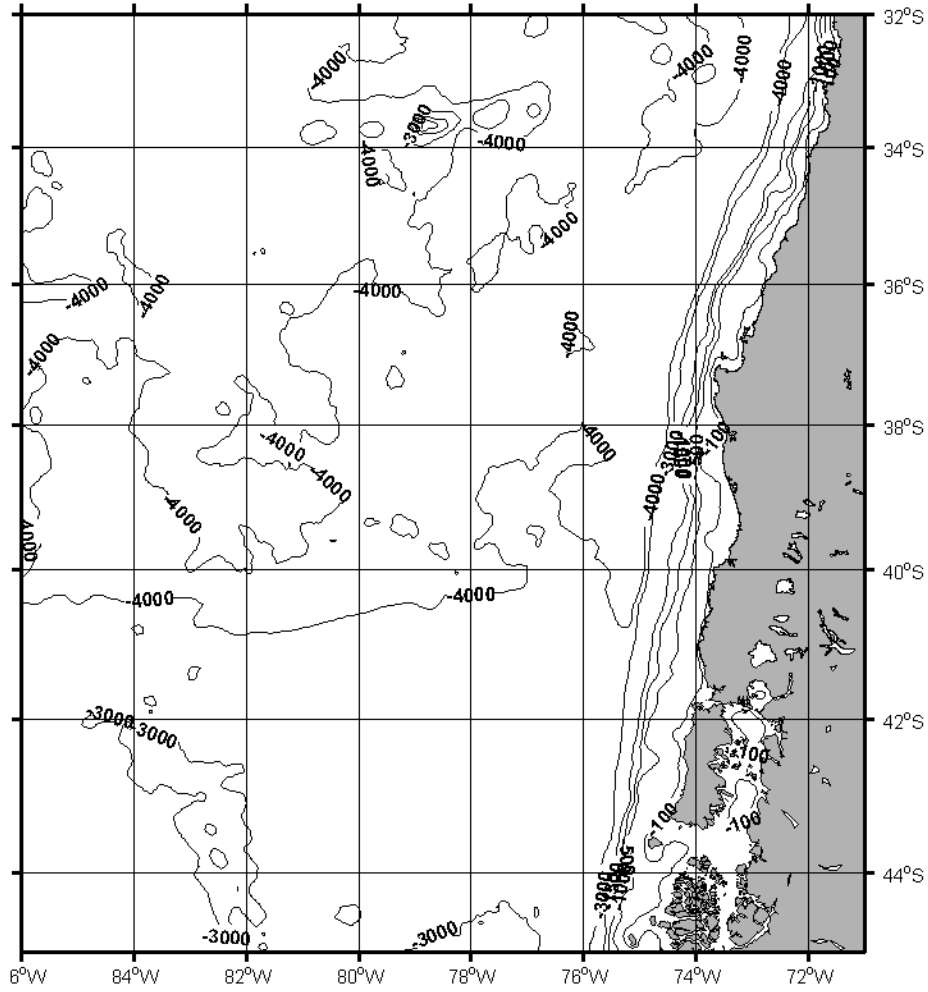


Figura 24. Batimetría general del área de estudio.

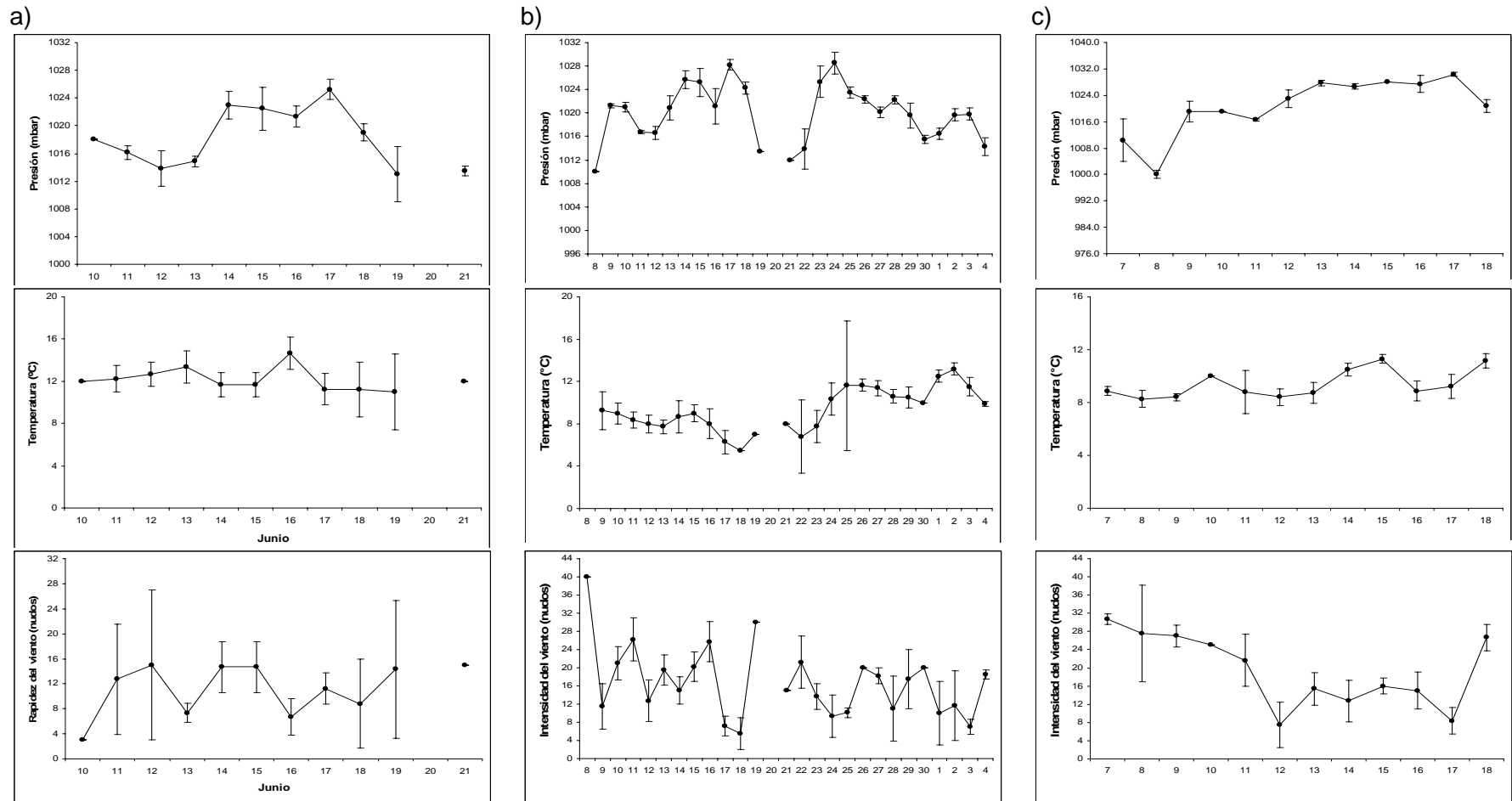


Figura 25. Variabilidad de las condiciones meteorol3gicas en el 3rea de estudio. Promedios diarios de presi3n atmosf3rica (mbar), temperatura atmosf3rica (°C) y rapidez del viento (nudos), donde: a) zona norte (PAM Leopard), b) zona centro (B/C Abate Molina) y c) zona sur (PAM L3der)

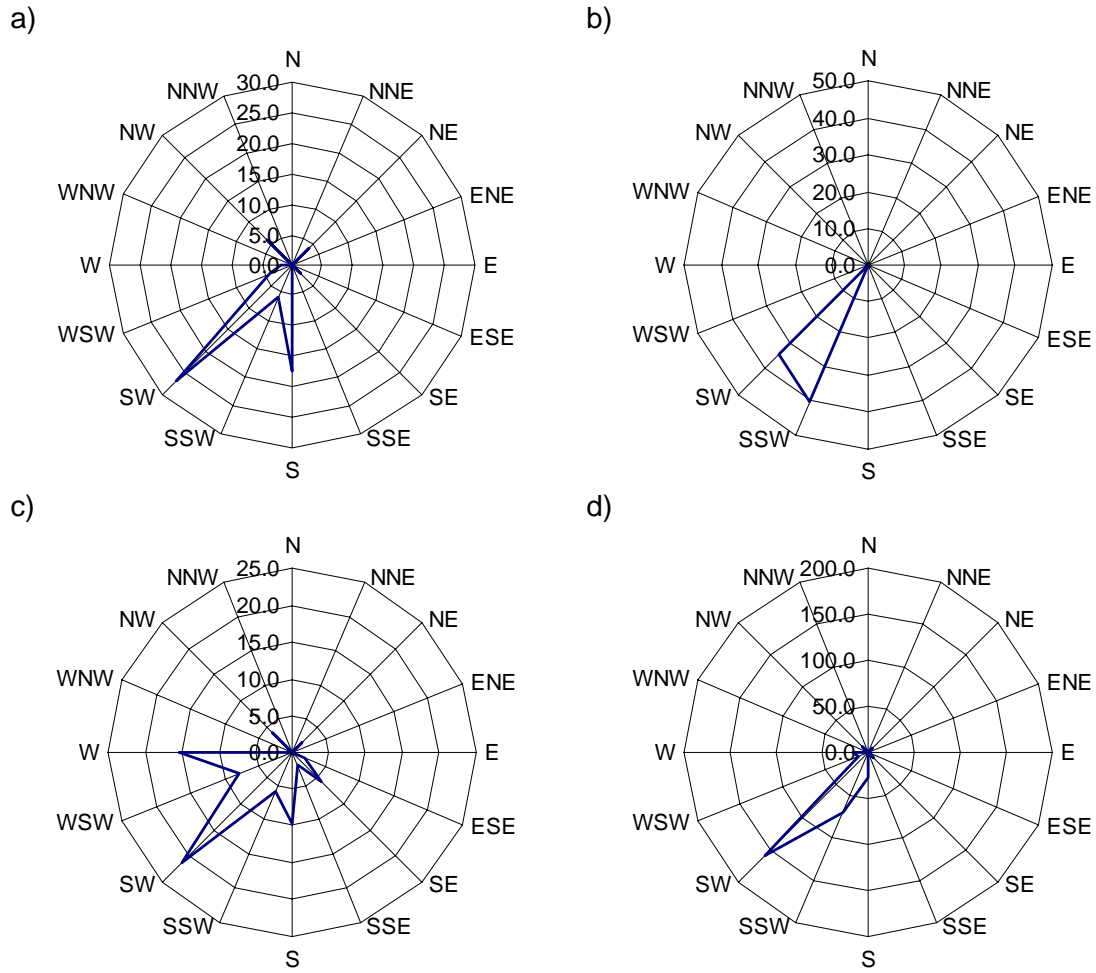


Figura 26. Variabilidad de la direcci3n del viento durante el per3odo de estudio: a) zona norte (PAM Leopardo), b) zona centro-sur (B/C Abate Molina), c) zona sur (PAM L3der) y d) 3rea total.

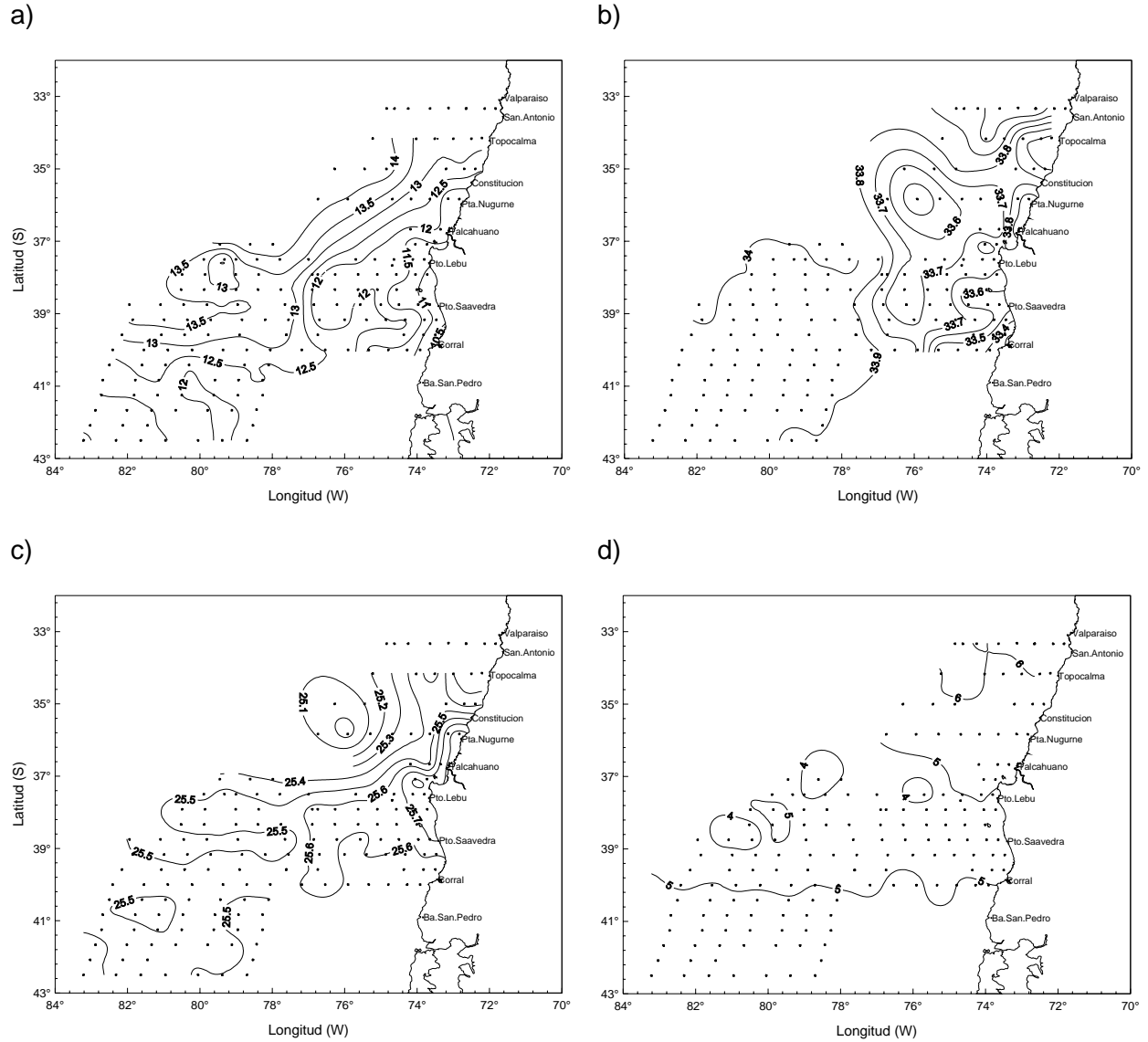


Figura 27. Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 5 metros de profundidad.

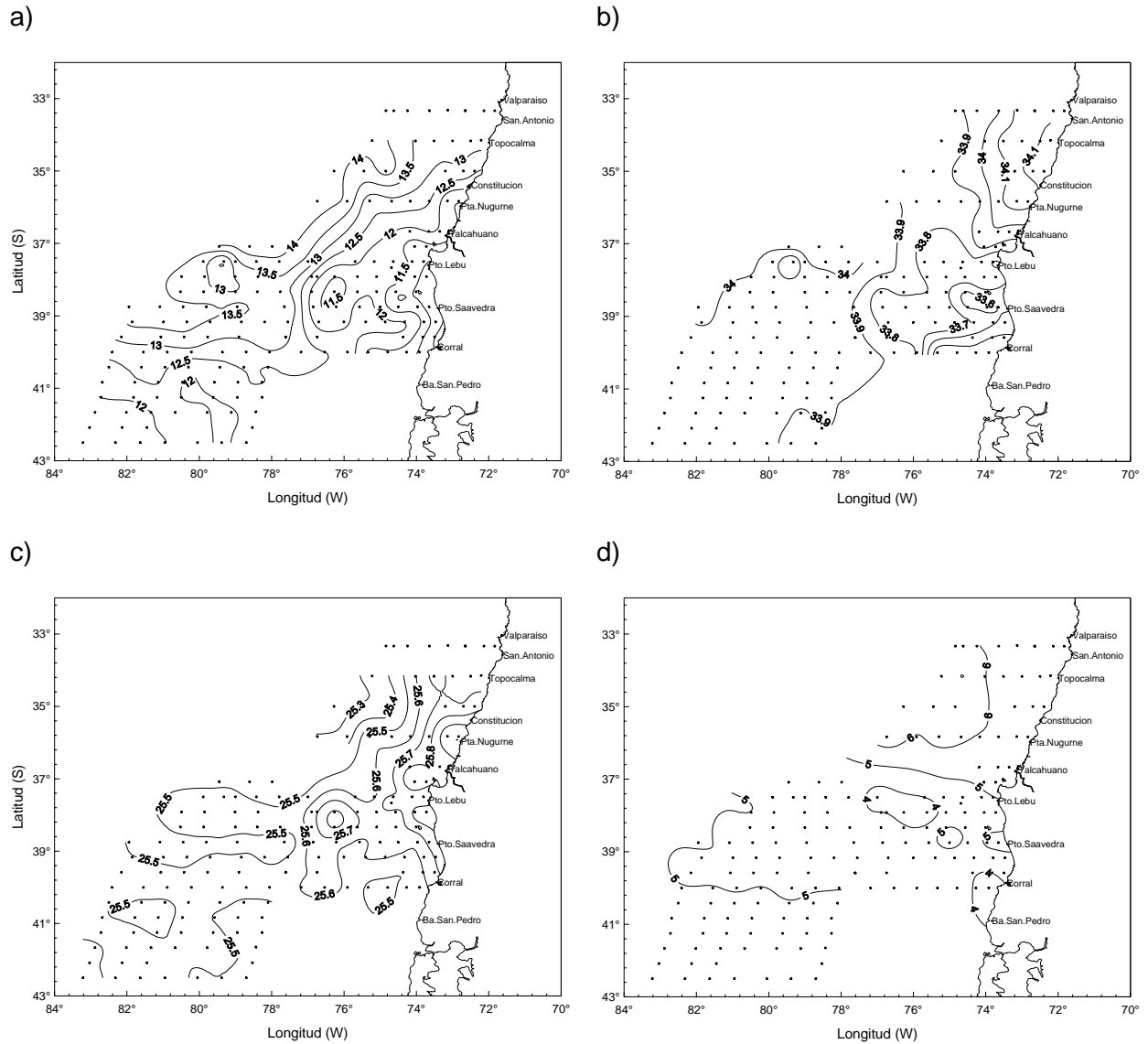


Figura 28. Distribución horizontal de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 25 metros de profundidad.

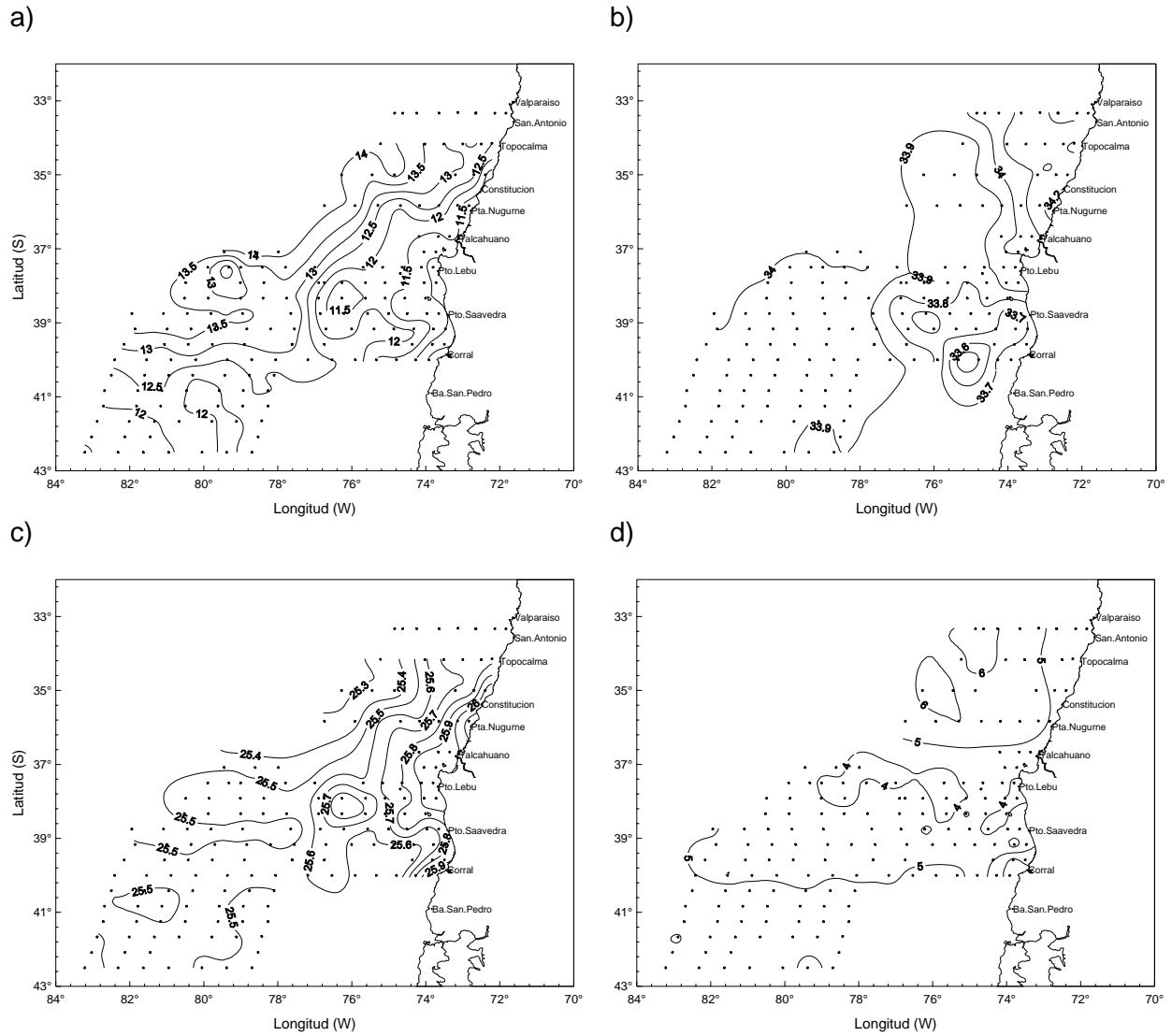


Figura 29. Distribución horizontal de: a) temperatura (°C), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l⁻¹) en el estrato de 50 metros de profundidad.

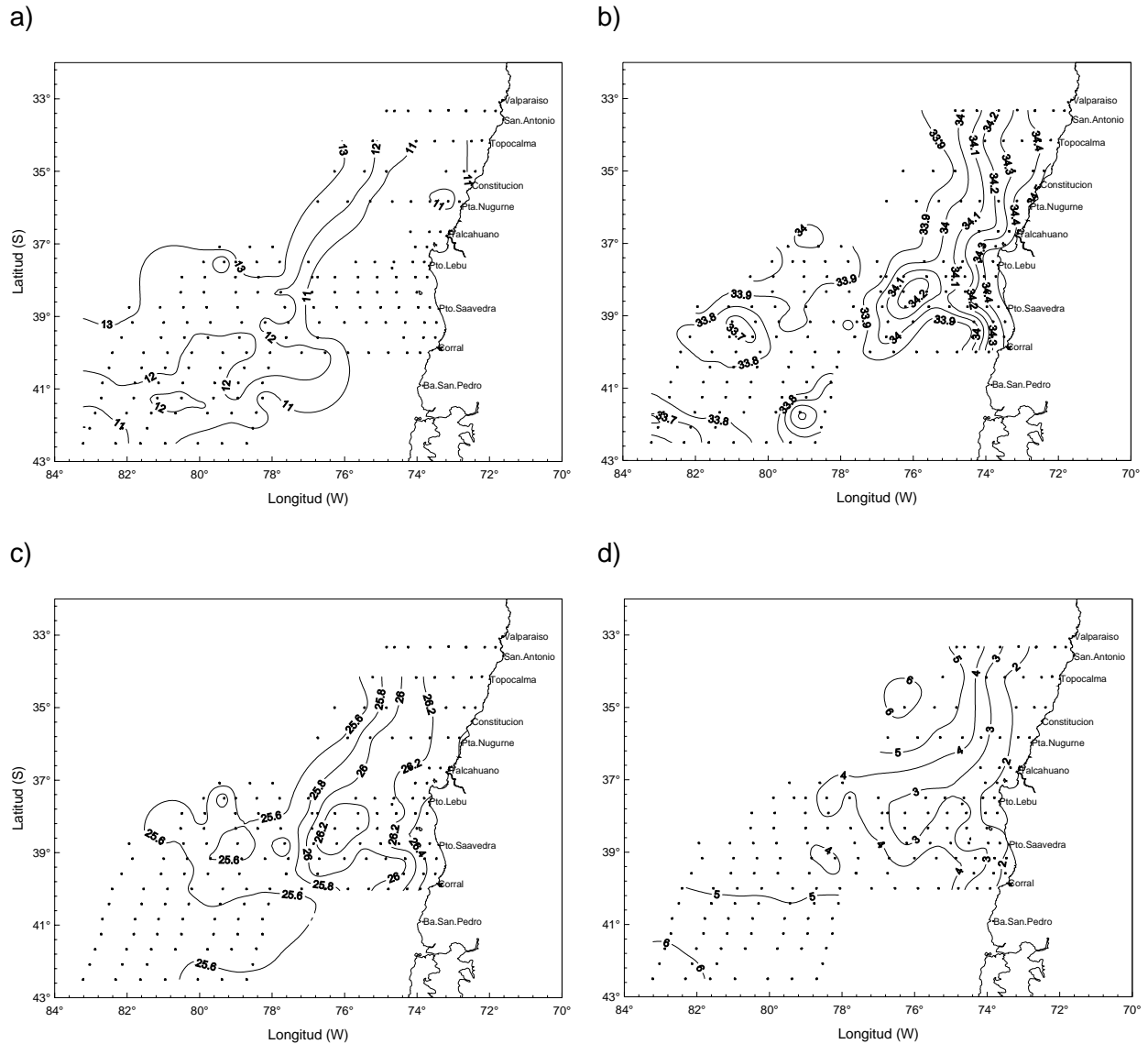


Figura 30. Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 100 metros de profundidad.

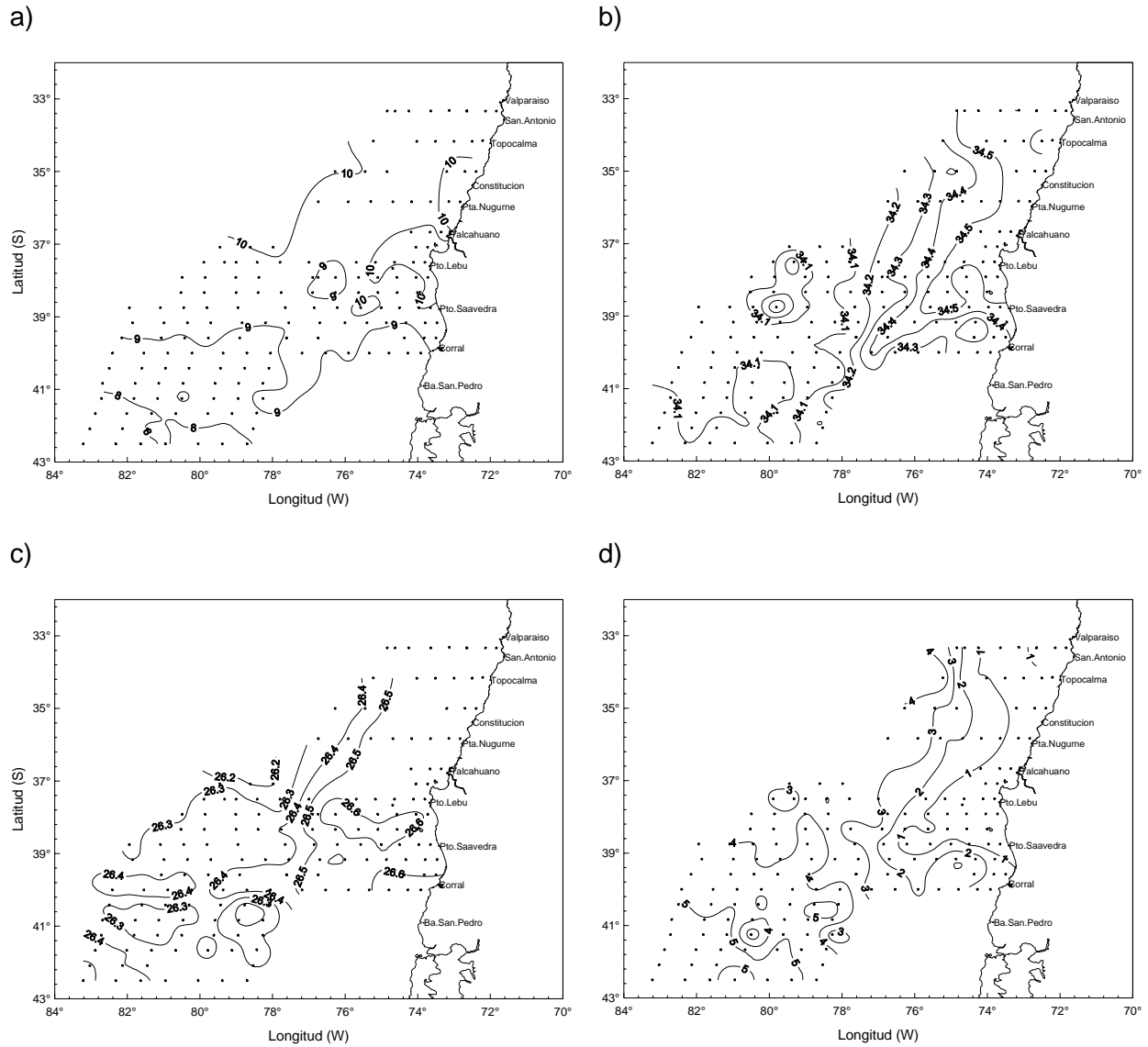


Figura 31. Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 200 metros de profundidad.

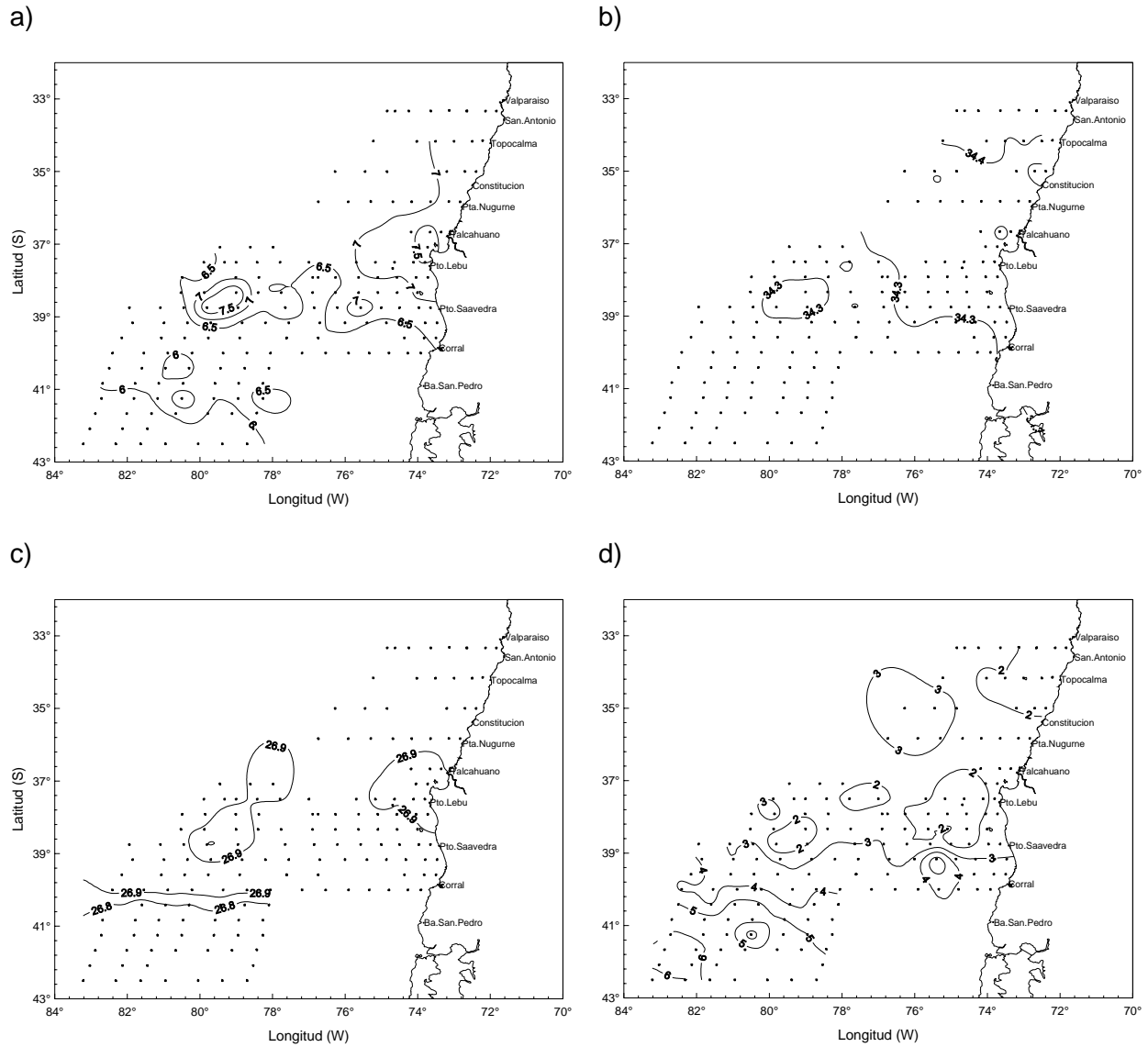


Figura 32. Distribución horizontal de: a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) salinidad (psu), c) densidad (σ_t) y d) oxígeno disuelto (ml l^{-1}) en el estrato de 400 metros de profundidad

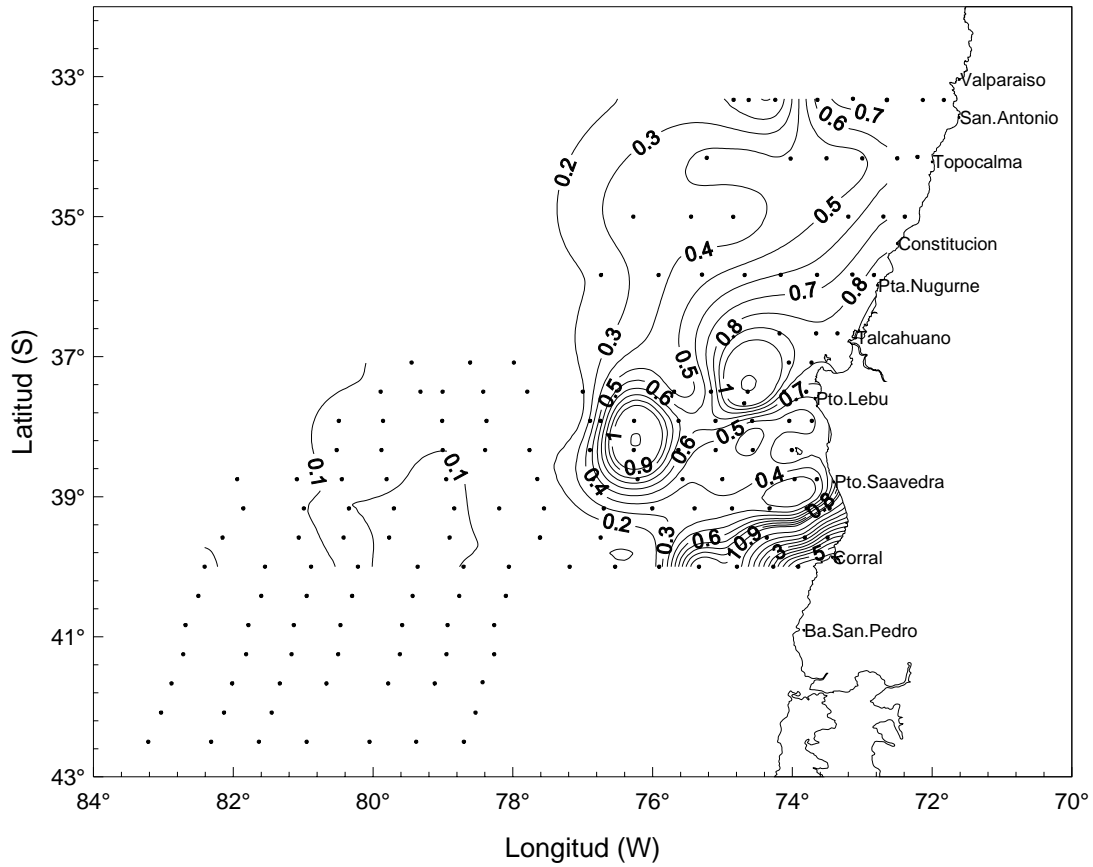


Figura 33. Distribuci3n horizontal de clorofila-a (mg m^{-3}) en el estrato de 5 m de profundidad

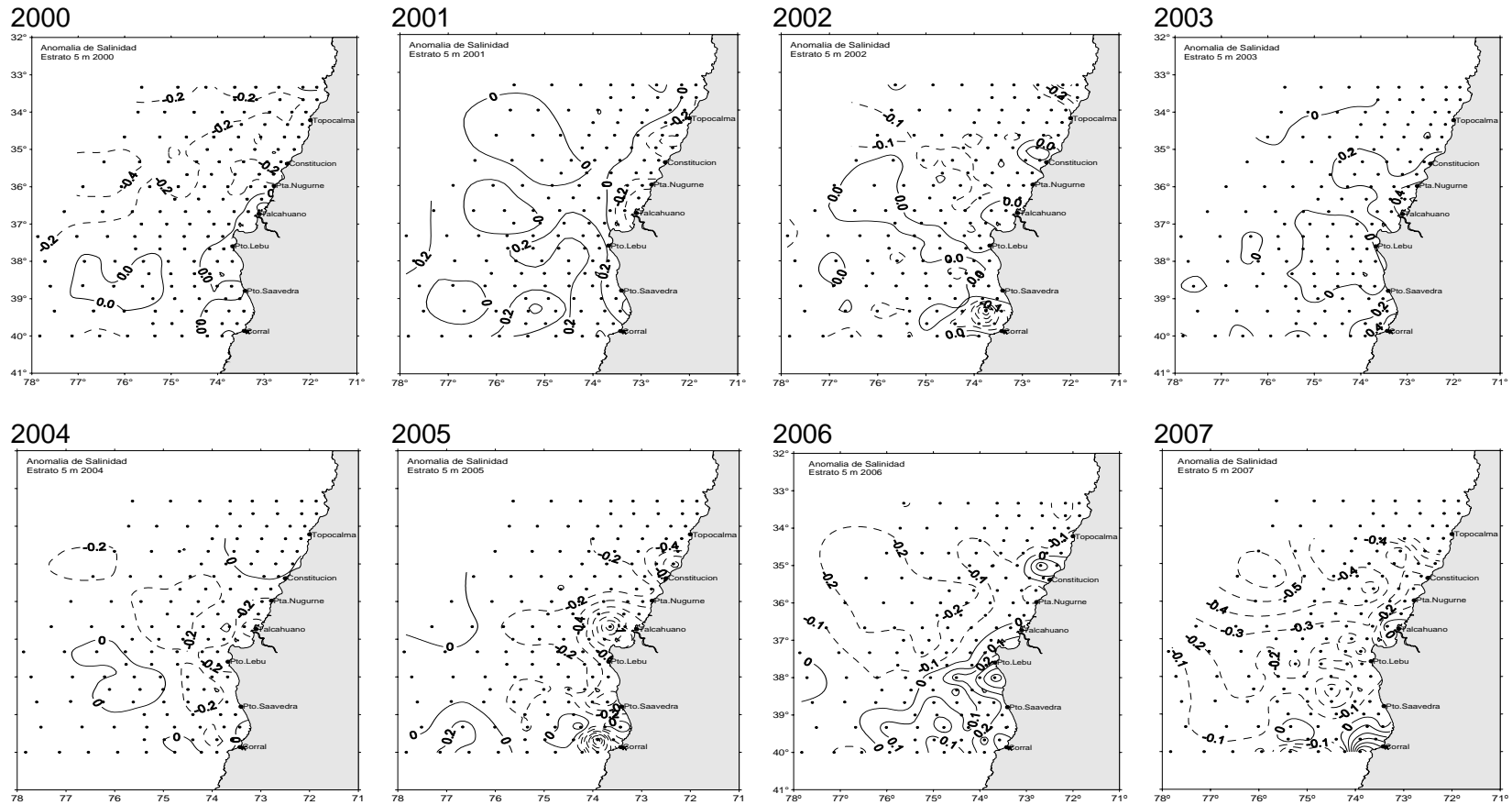


Figura 34. Distribuci3n espacial de la anomalía de la salinidad superficial del mar (psu) para periodo 2000 - 2007

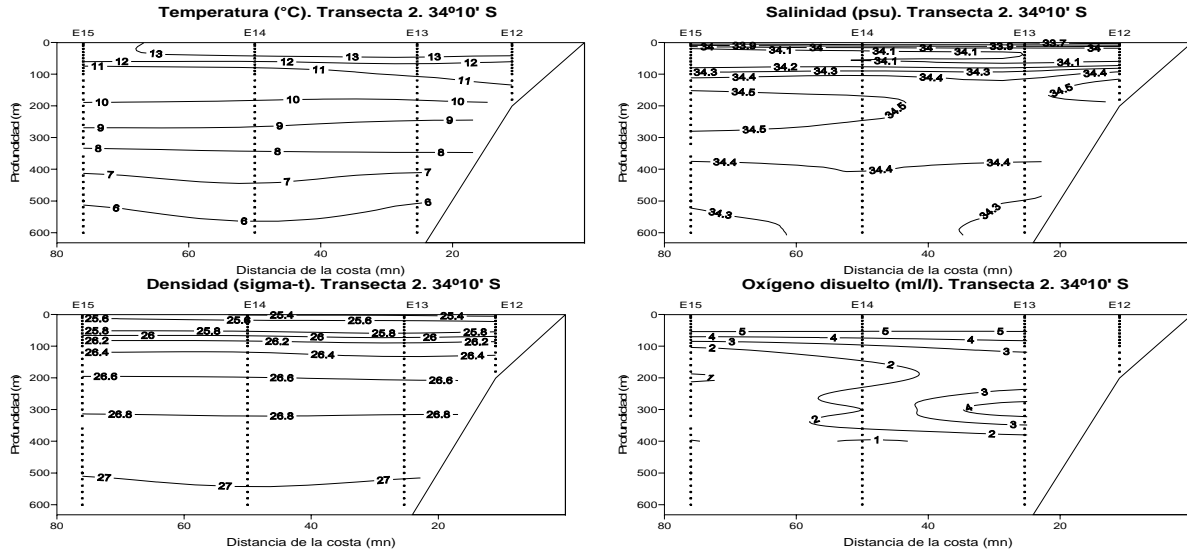


Figura 35. Transecta 2. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$).

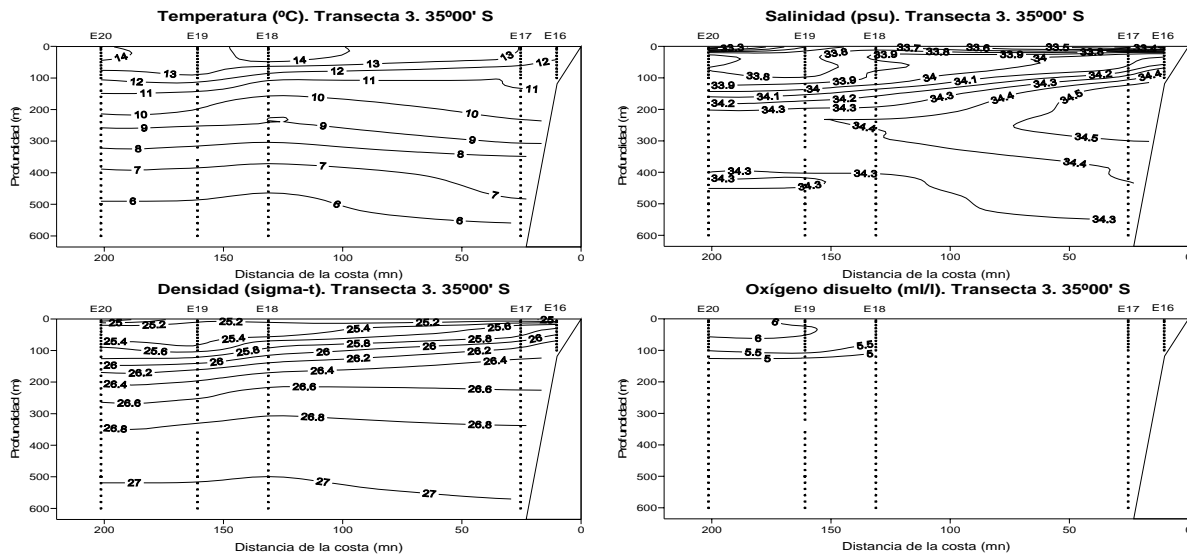


Figura 36. Transecta 3. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$).

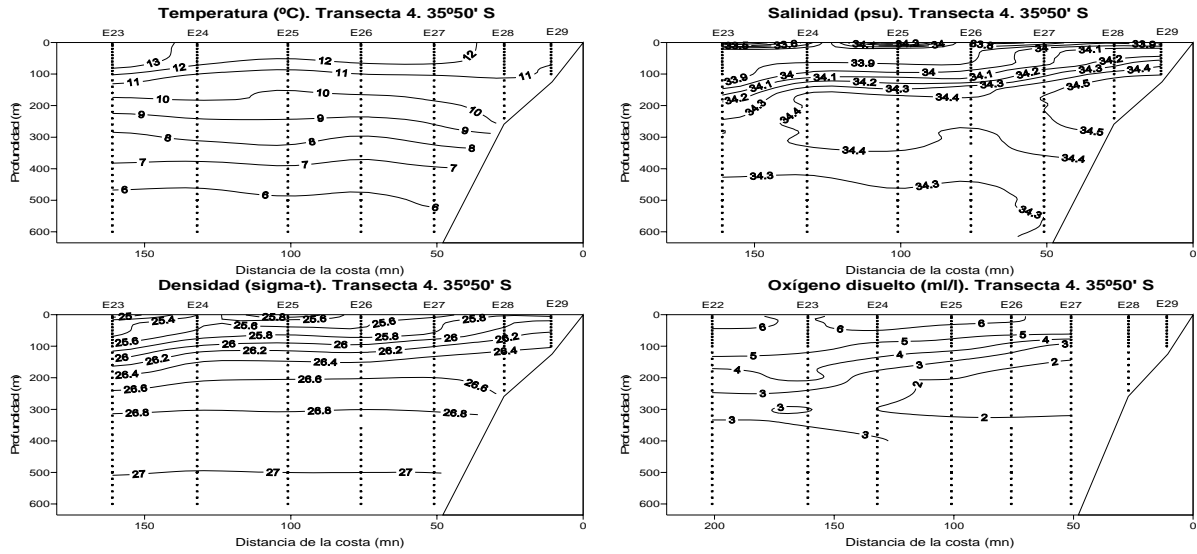


Figura 37. Transecta 4. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

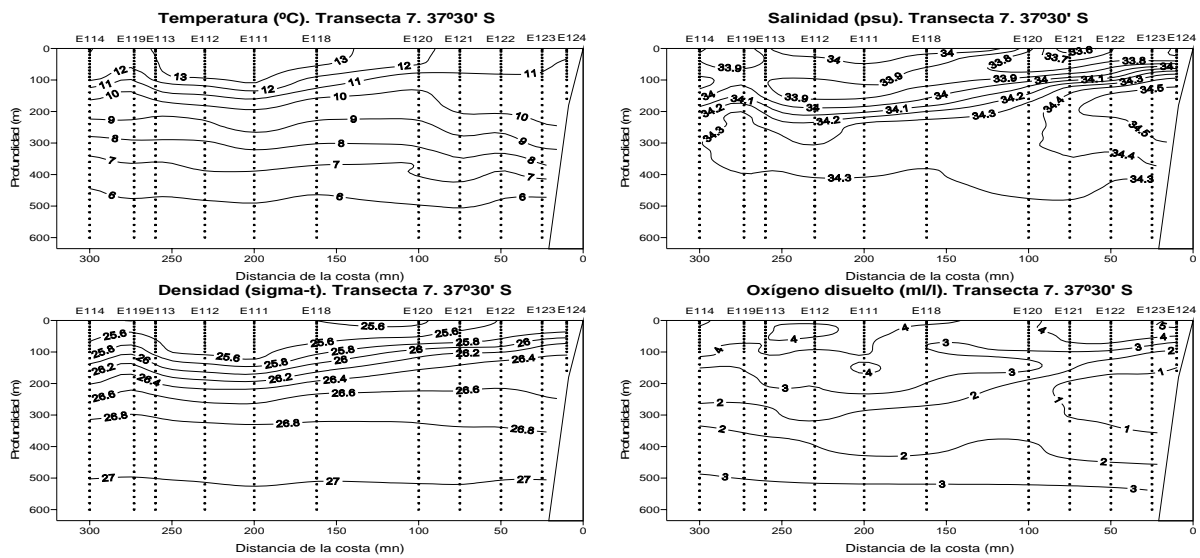


Figura 38. Transecta 7. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

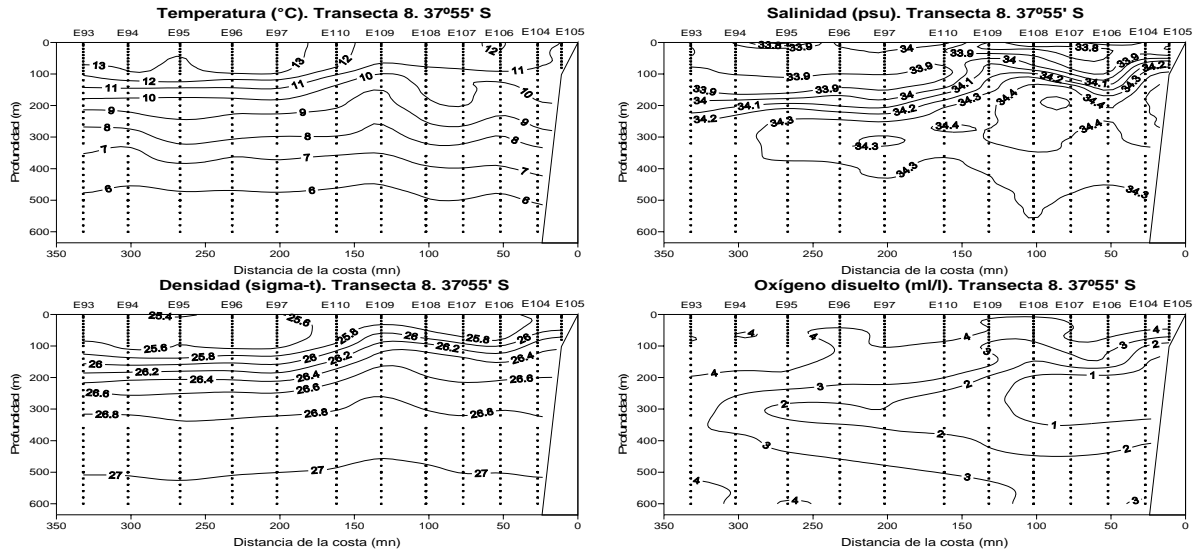


Figura 39. Transecta 8. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

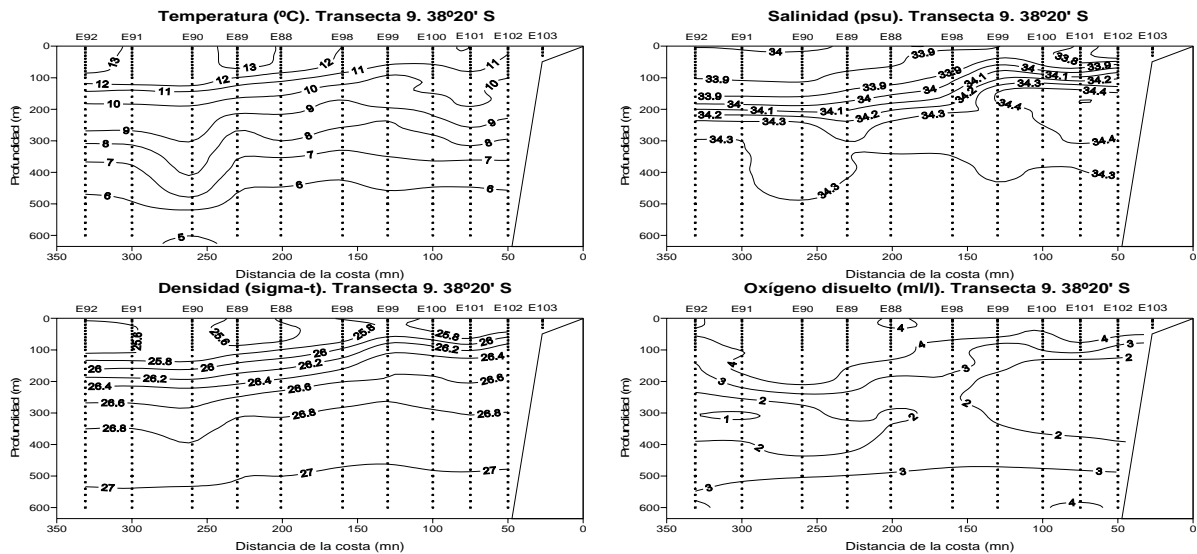


Figura 40. Transecta 9. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

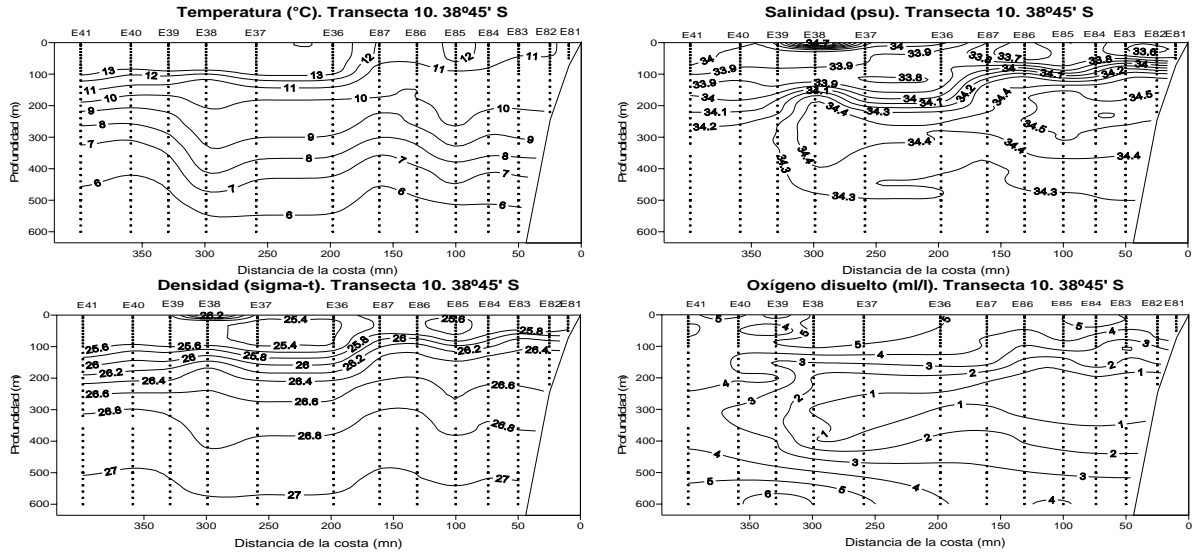


Figura 41. Transecta 10. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

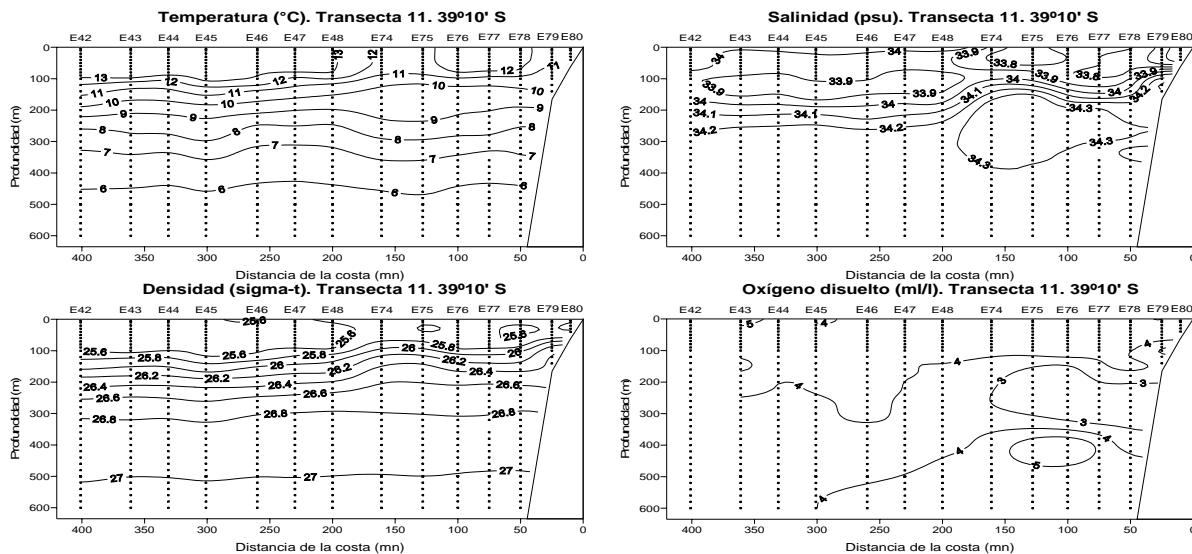


Figura 42. Transecta 11. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

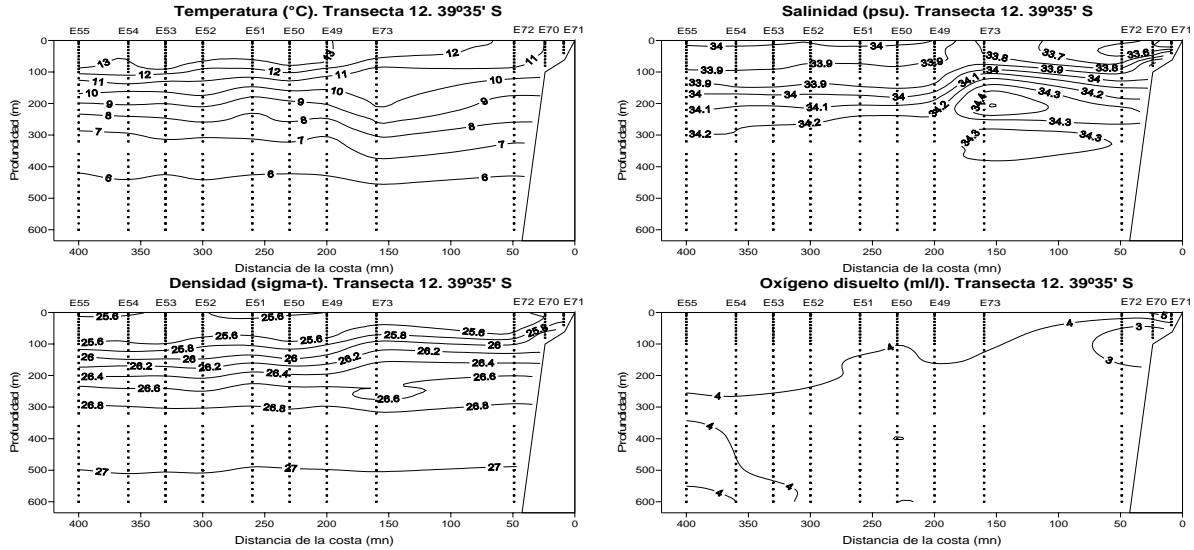


Figura 43. Transecta 12. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

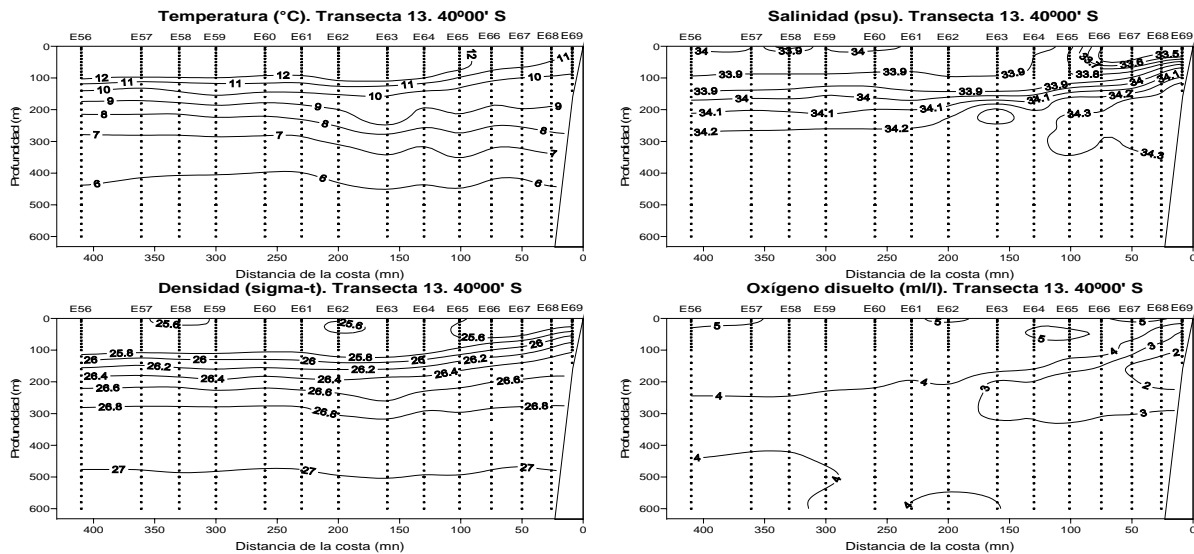


Figura 44. Transecta 13. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

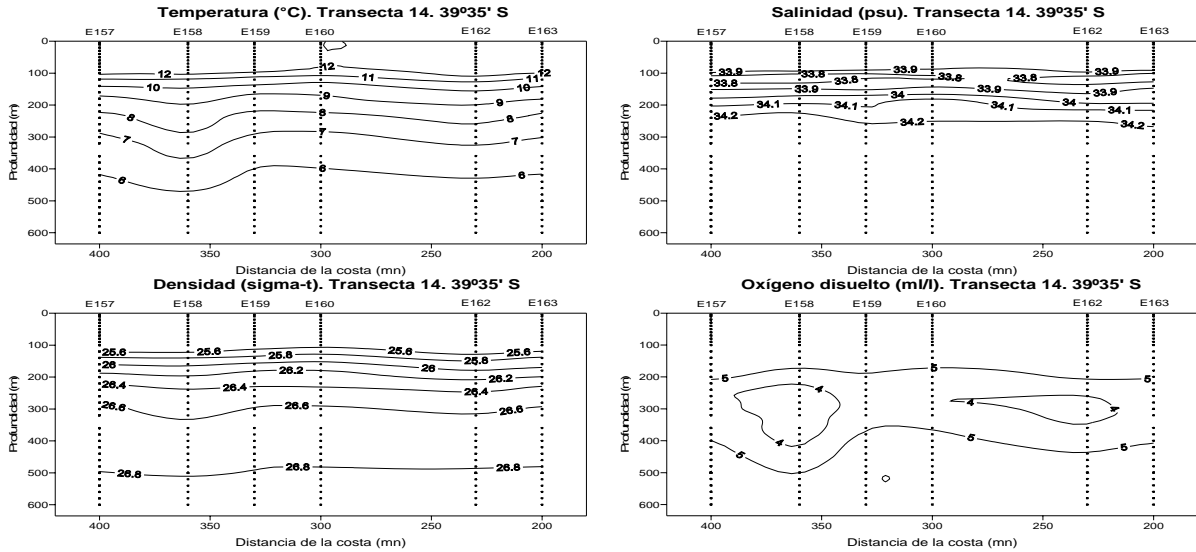


Figura 45. Transecta 14. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

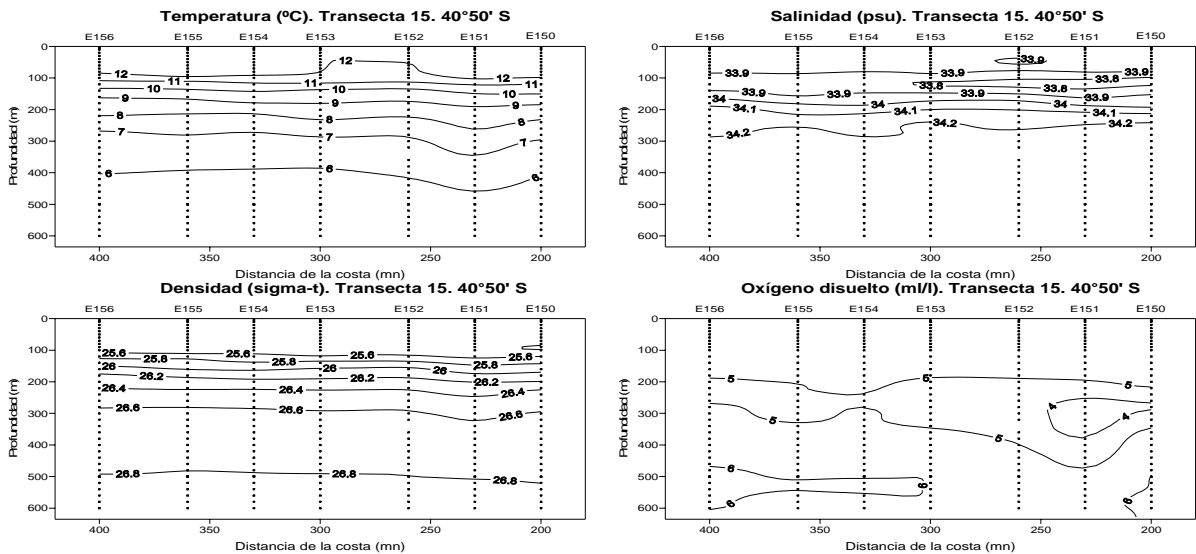


Figura 46. Transecta 15. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

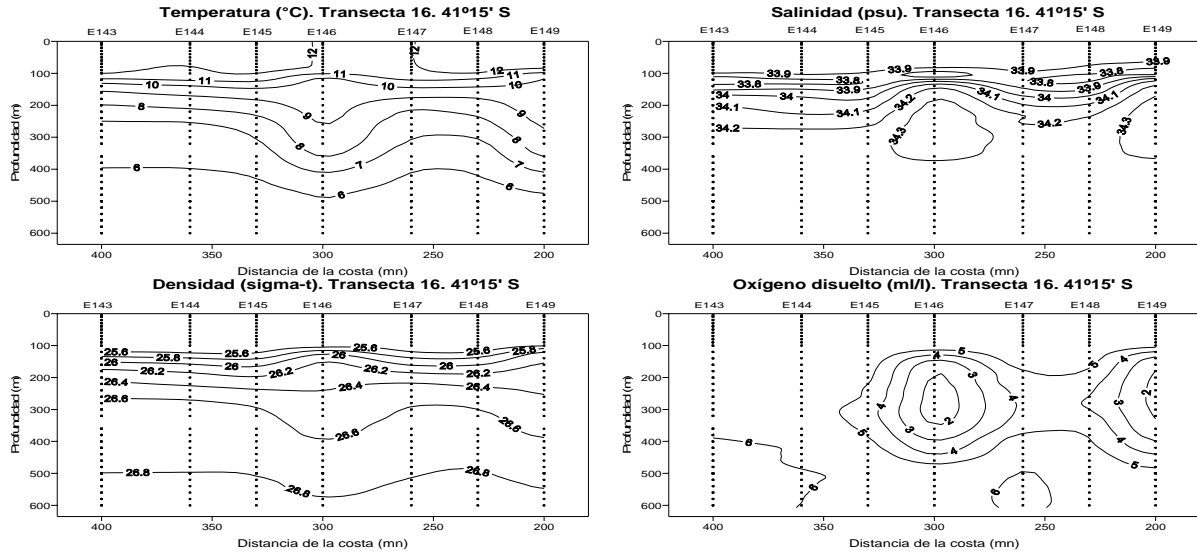


Figura 47. Transecta 16. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

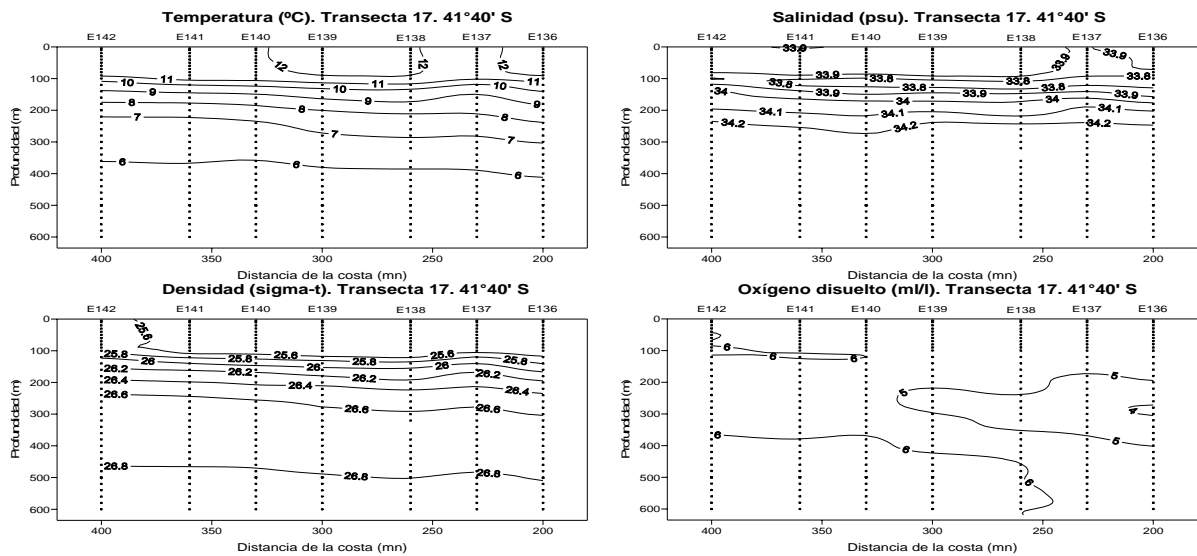


Figura 48. Transecta 17. Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

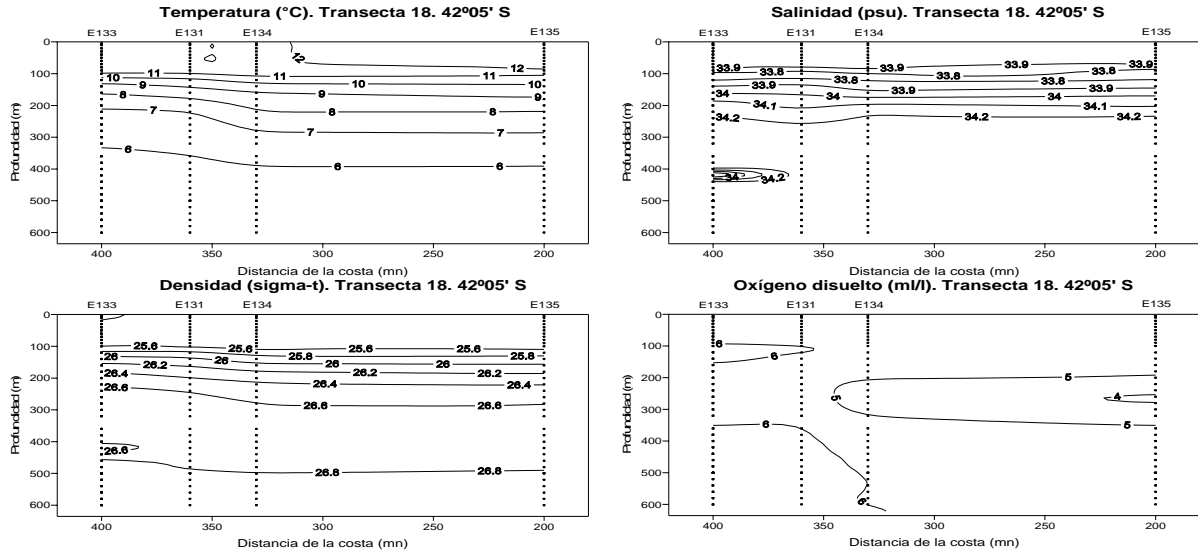


Figura 49. Transecta 18. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$).

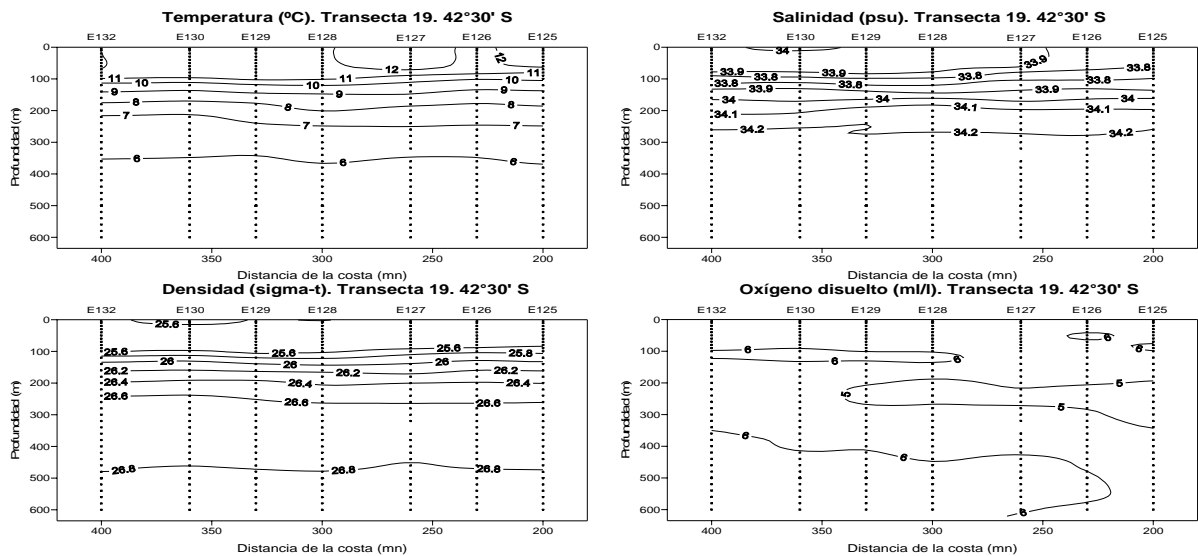


Figura 50. Transecta 19. Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto ($ml\ l^{-1}$).

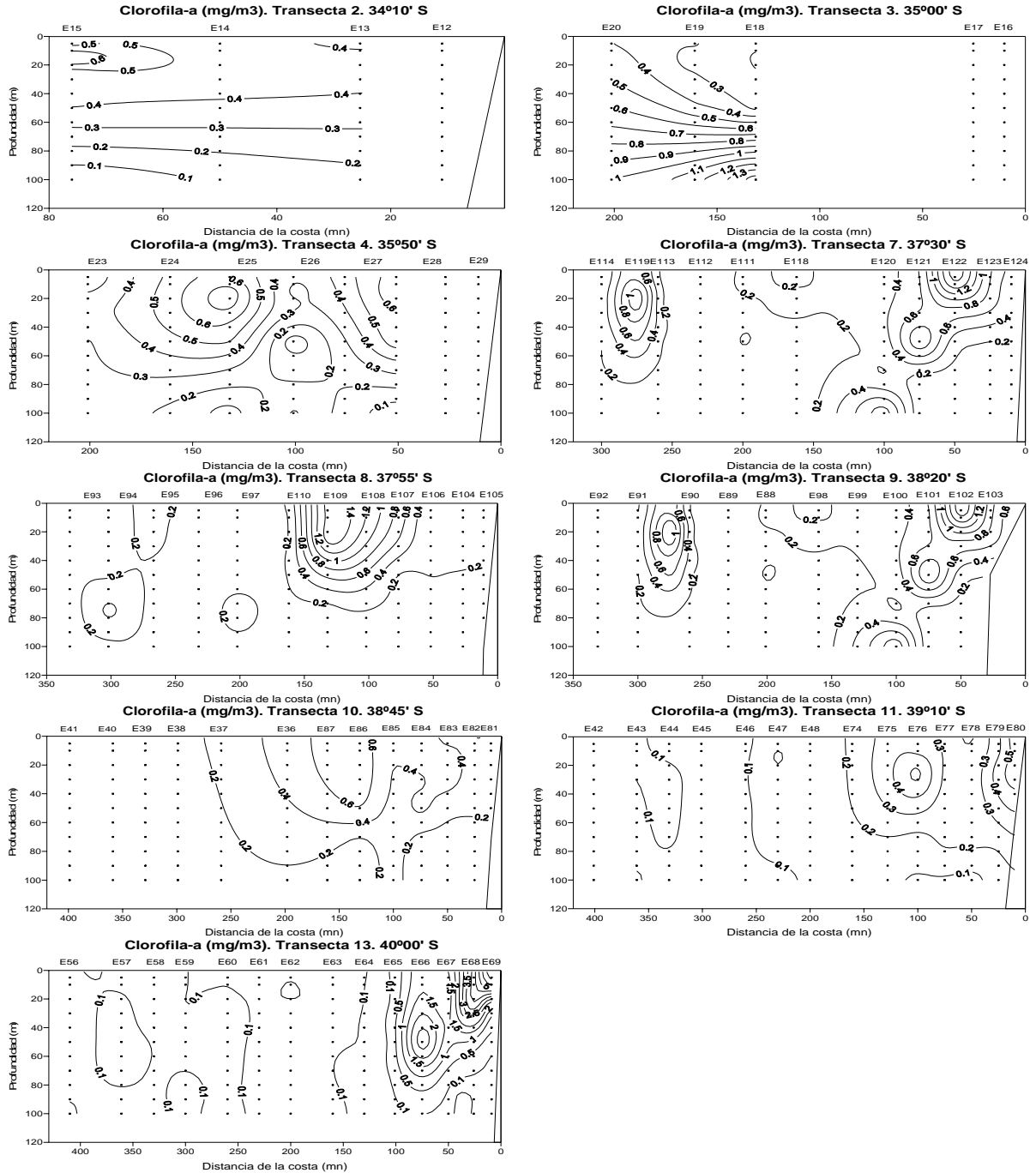


Figura 51. Secciones verticales de clorofila-a (mg m⁻³). Transectas 2 a la 19.

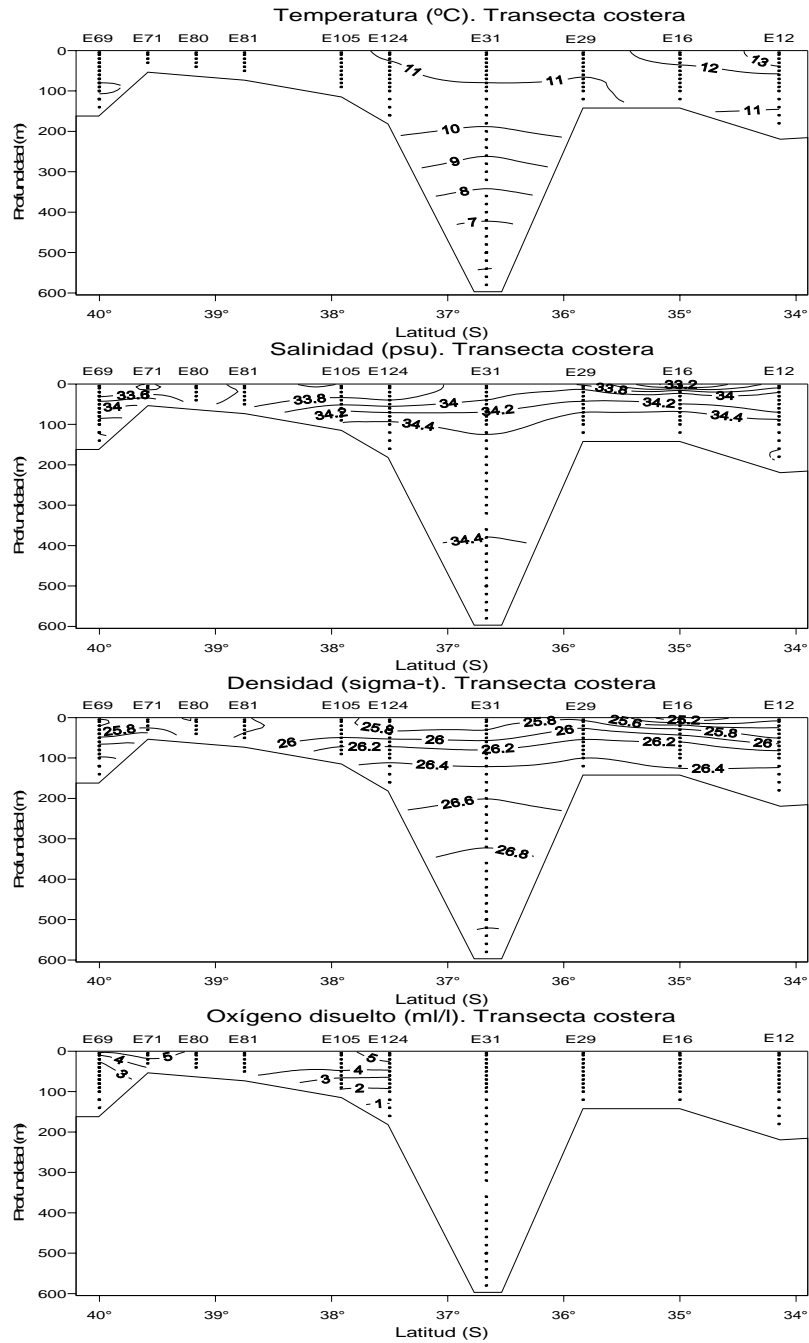


Figura 52. Transecta longitudinal costera (10 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l^{-1}).

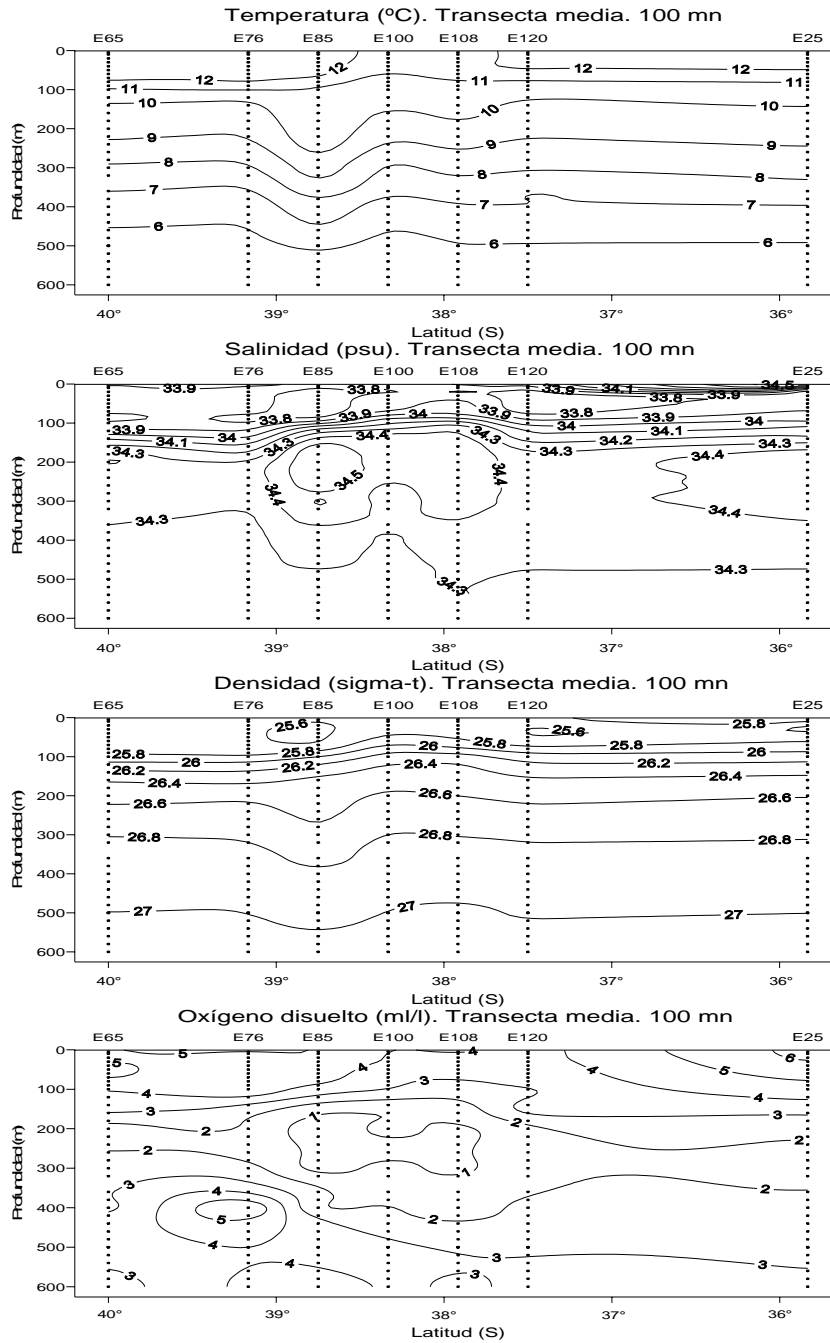


Figura 53. Transecta longitudinal intermedia (100 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l-1).

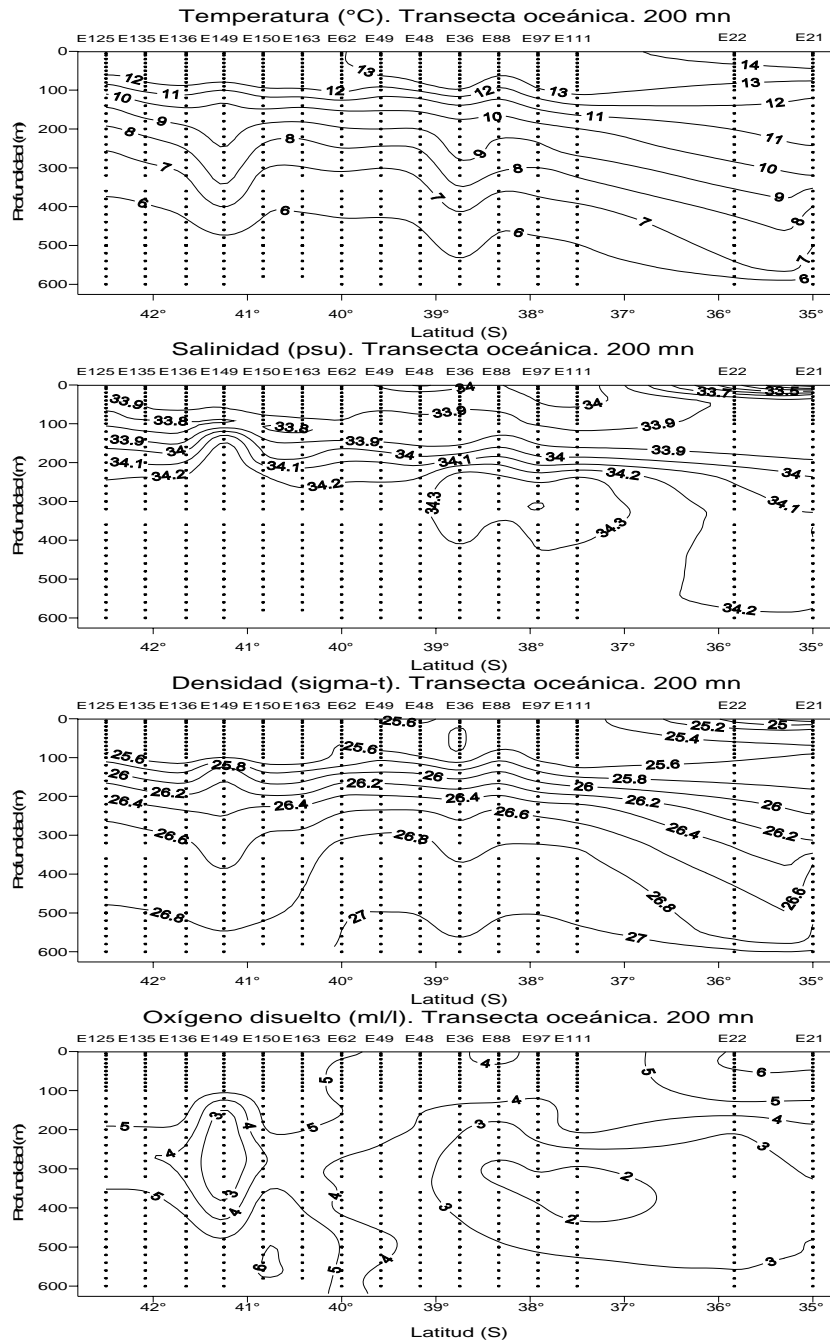


Figura 54. Transecta longitudinal oceánica (200 mn desde la costa). Secciones verticales de temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (σ_t) y oxígeno disuelto (ml l-1).

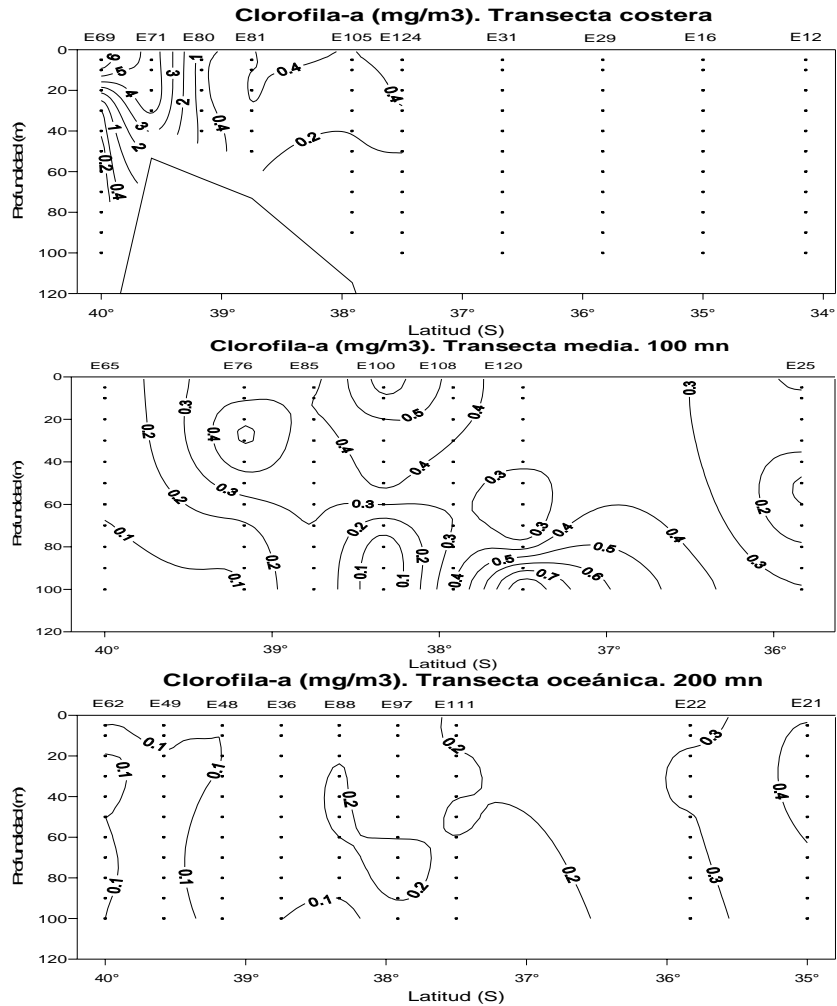


Figura 55. Transectas longitudinales de clorofila-a (mg m⁻³). Secciones dispuestas a 10, 100 y 200 mn desde la costa.

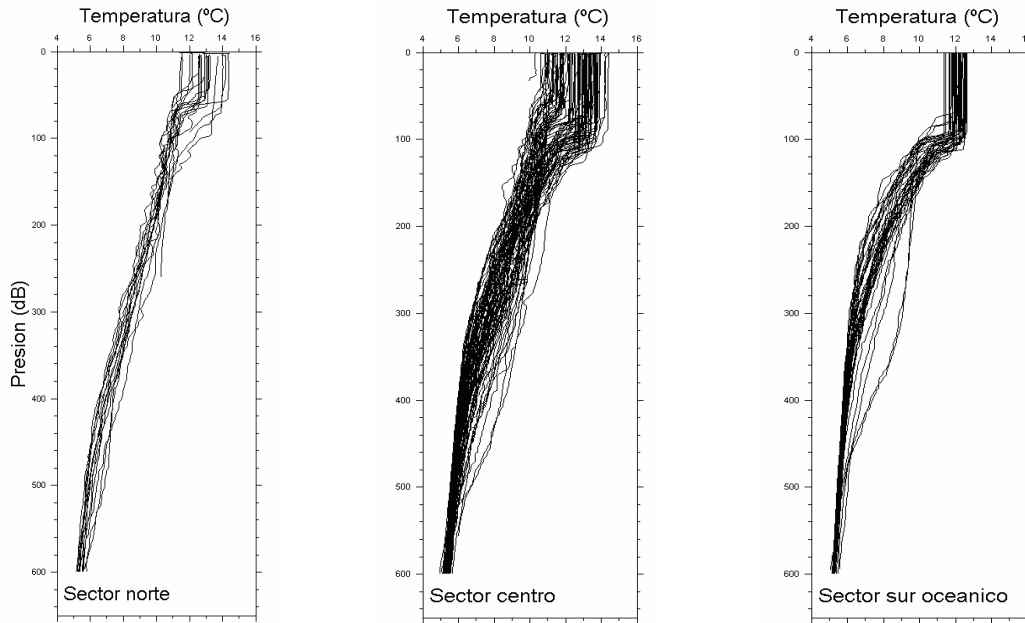


Figura 56. Perfiles individuales de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{LS}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{LS}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{LS}$).

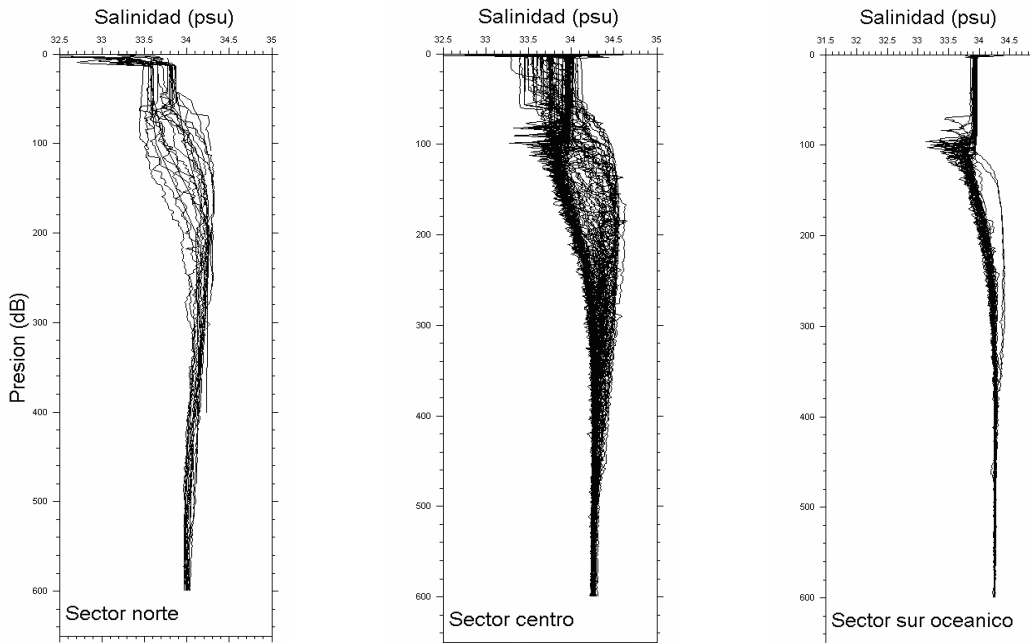


Figura 57. Perfiles individuales de salinidad (psu) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'\text{LS}$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'\text{LS}$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'\text{LS}$).

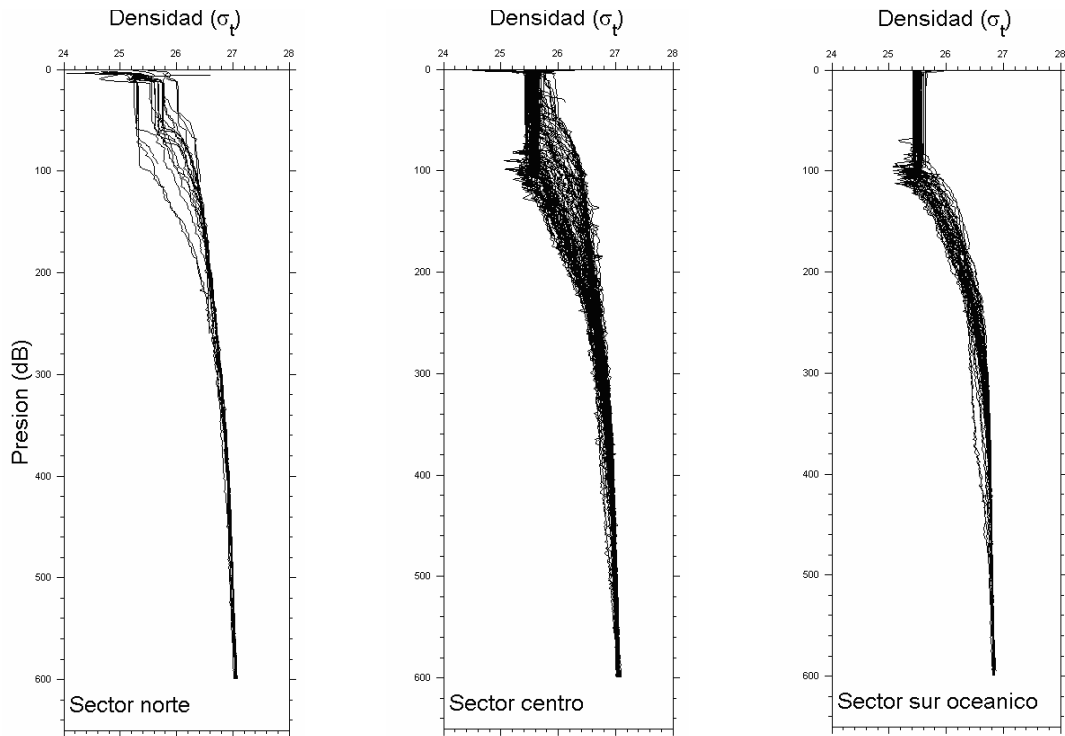


Figura 58. Perfiles individuales de densidad (σ_t) para los sectores norte ($34^{\circ}10' - 37^{\circ}55'LS$), centro ($38^{\circ}20' - 42^{\circ}05'LS$) y sur-oceánico ($39^{\circ}35' - 42^{\circ}30'LS$).

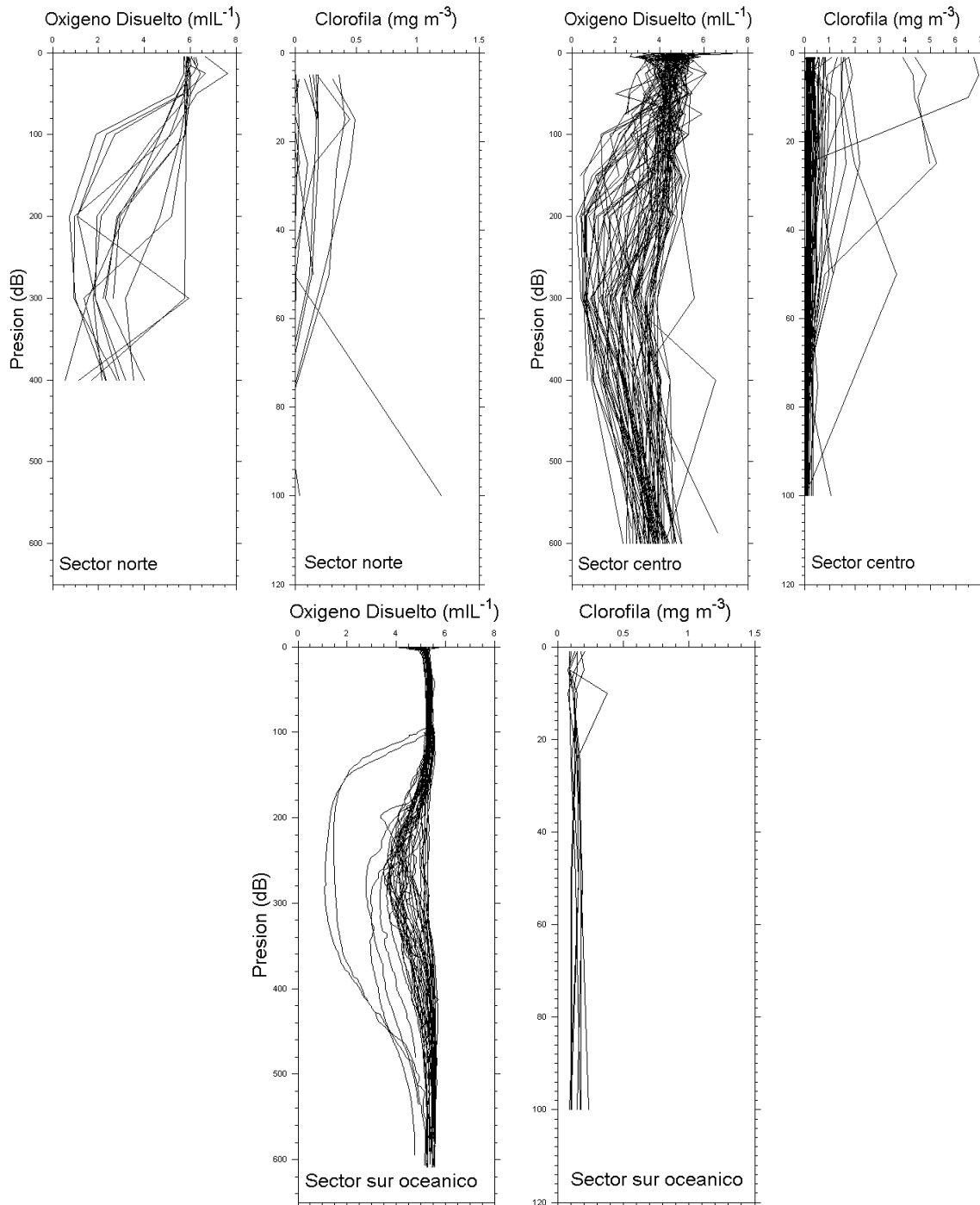


Figura 59. Perfiles individuales de la concentraci3n de oxigeno disuelto (ml l⁻¹) y clorofila-a (mg m⁻³) para los sectores norte (34°10' - 37°55'LS), centro (38°20' - 42°05'LS) y sur-oceánico (39°35' - 42°30'LS).

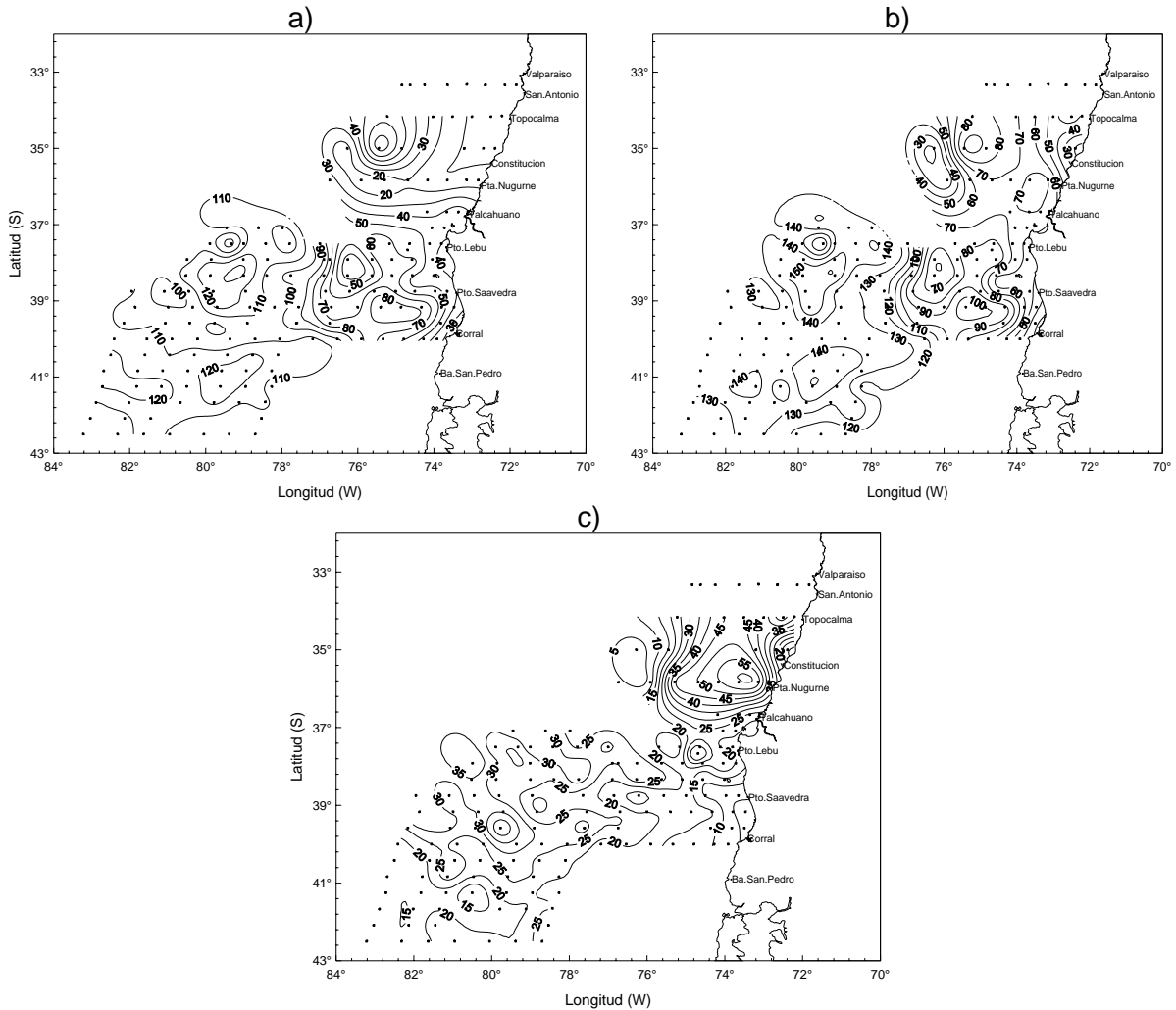


Figura 60. Distribución espacial de: a) profundidad capa de mezcla (m), b) profundidad base de la termoclina (m) y c) espesor de la termoclina (m) en la región de estudio.

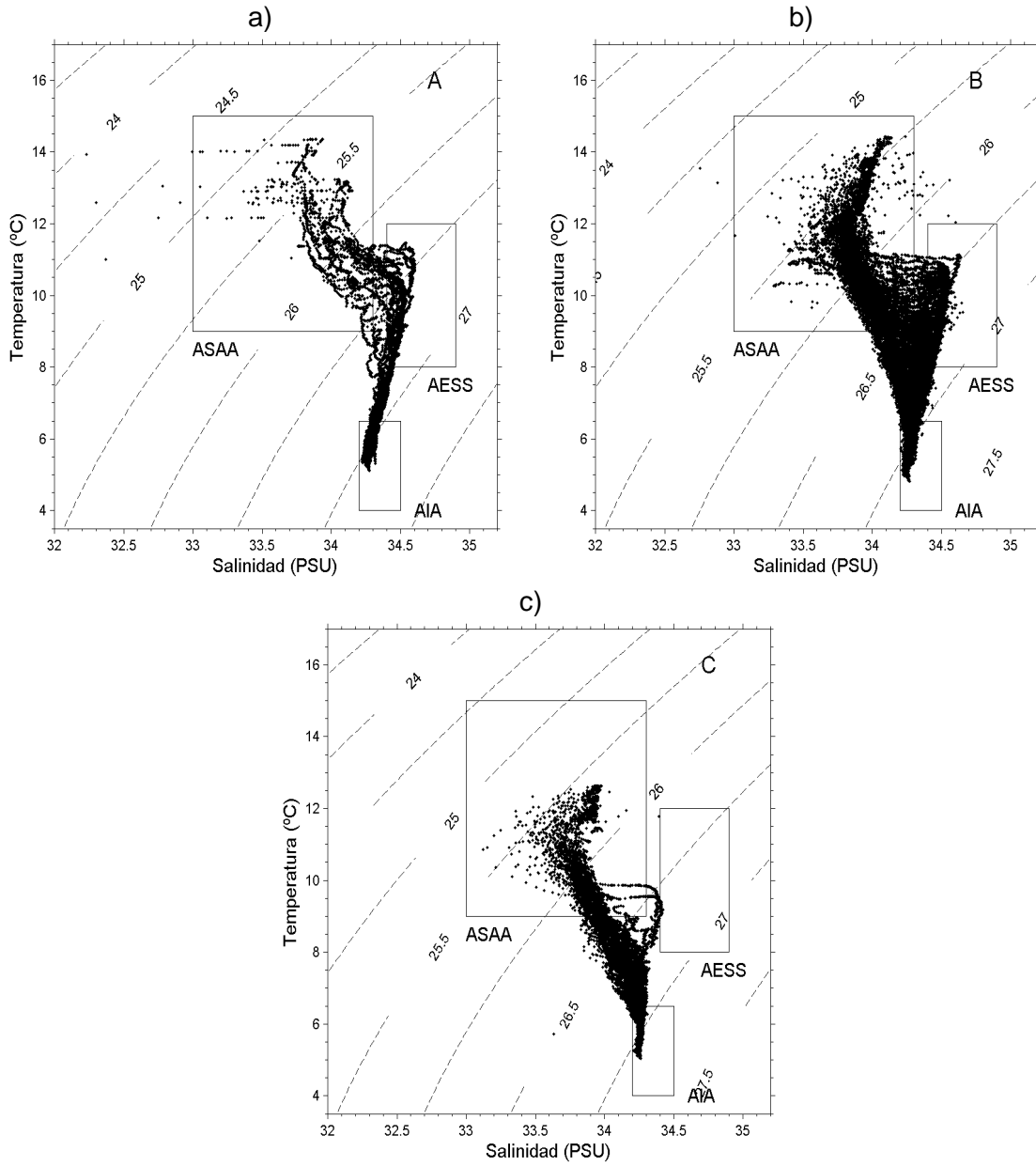
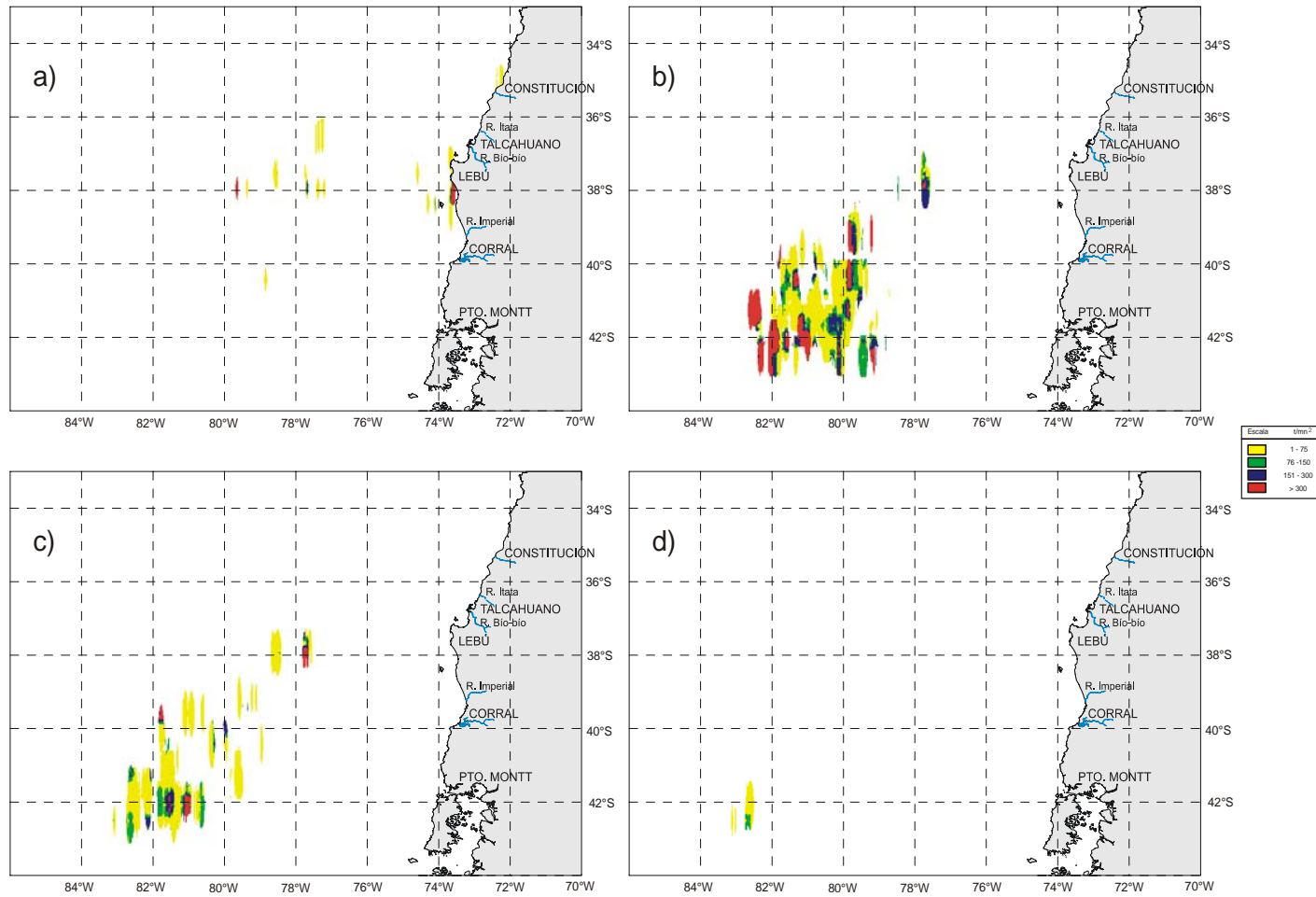


Figura 61.-Diagramas TS para los sectores: a) norte, b) centro y, c) sur-oceánico.



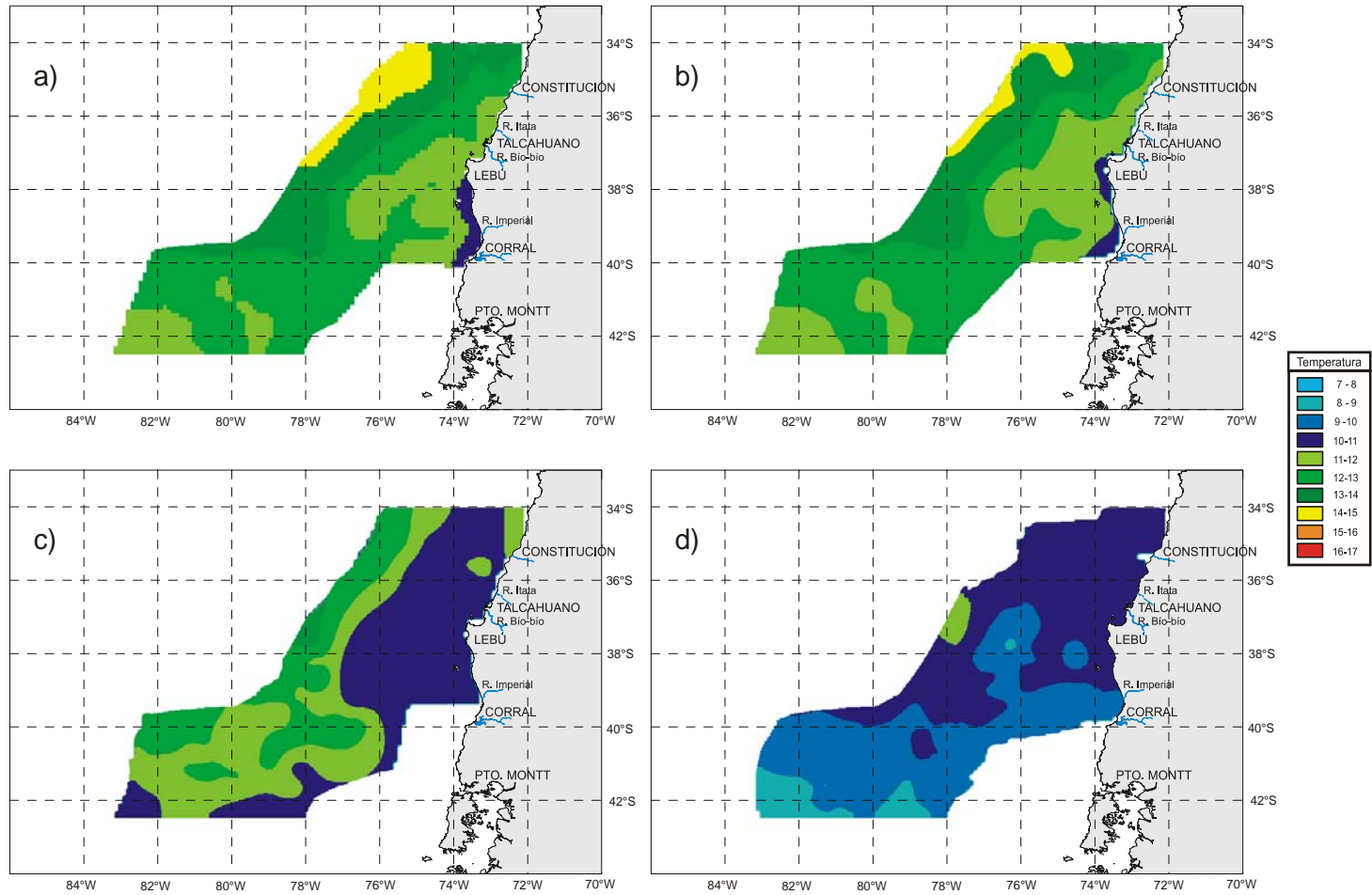


Figura 63. Distribuci3n espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.

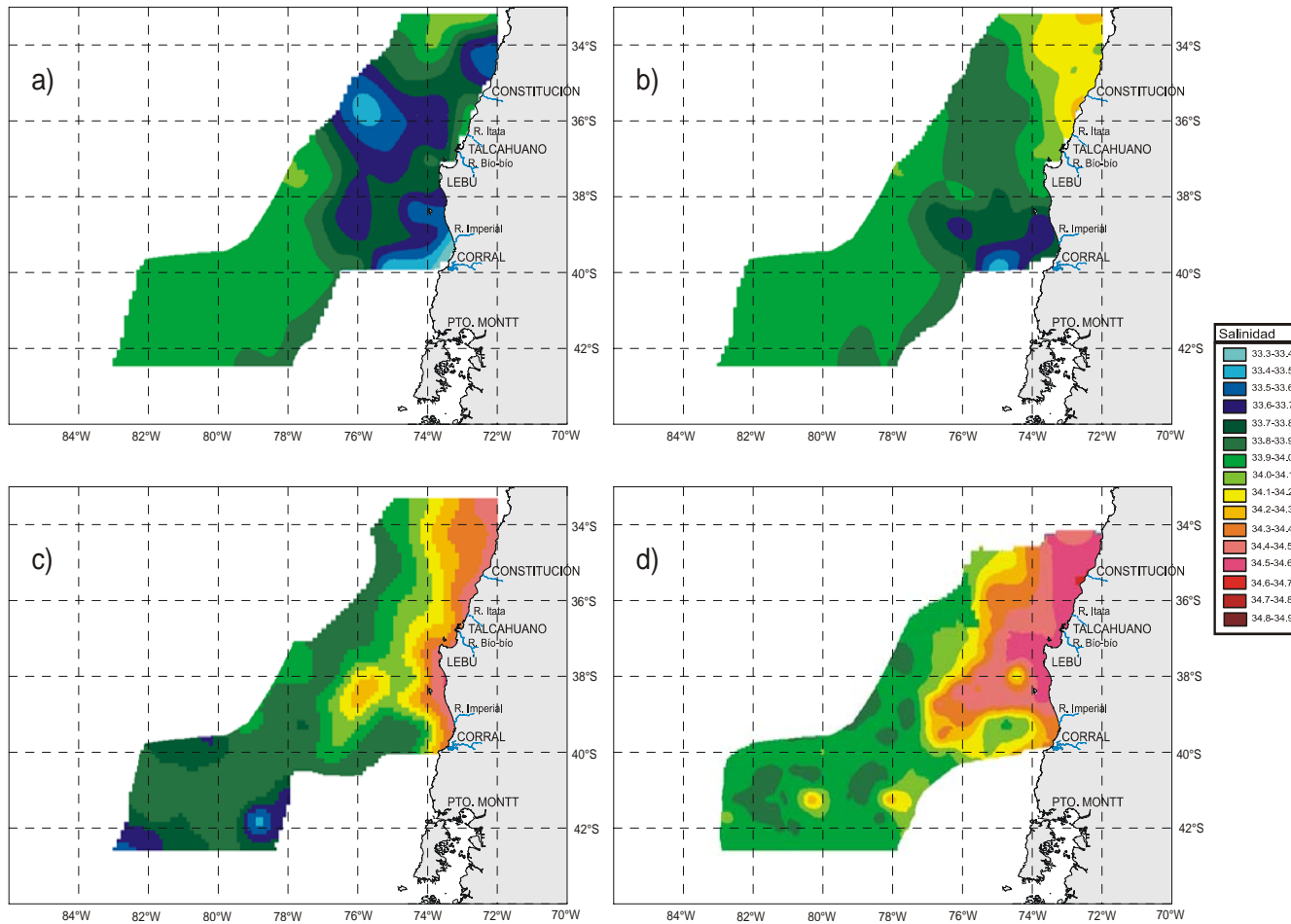


Figura 64. Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.

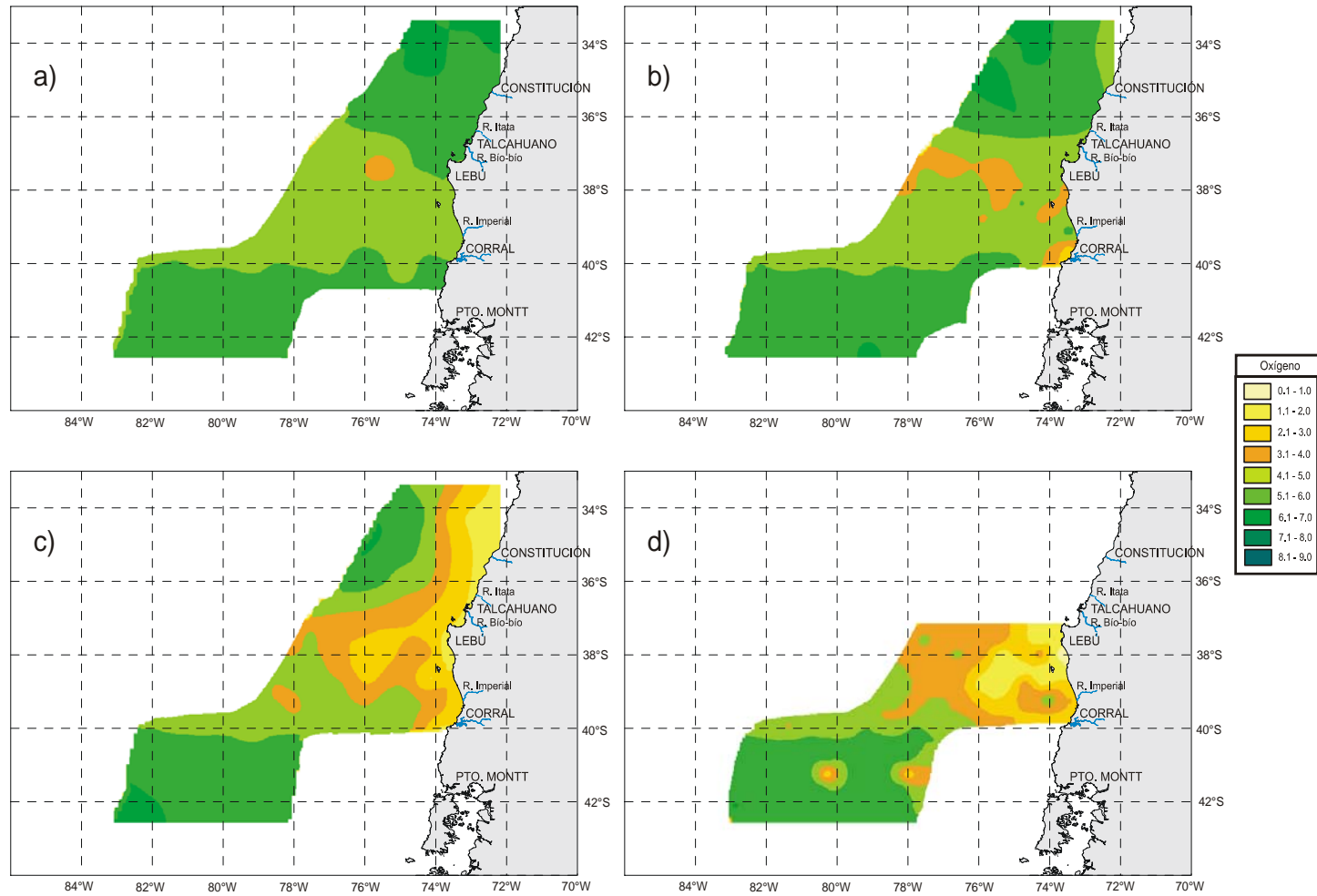


Figura 65. Distribuci3n espacial del oxígeno disuelto (ml/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.

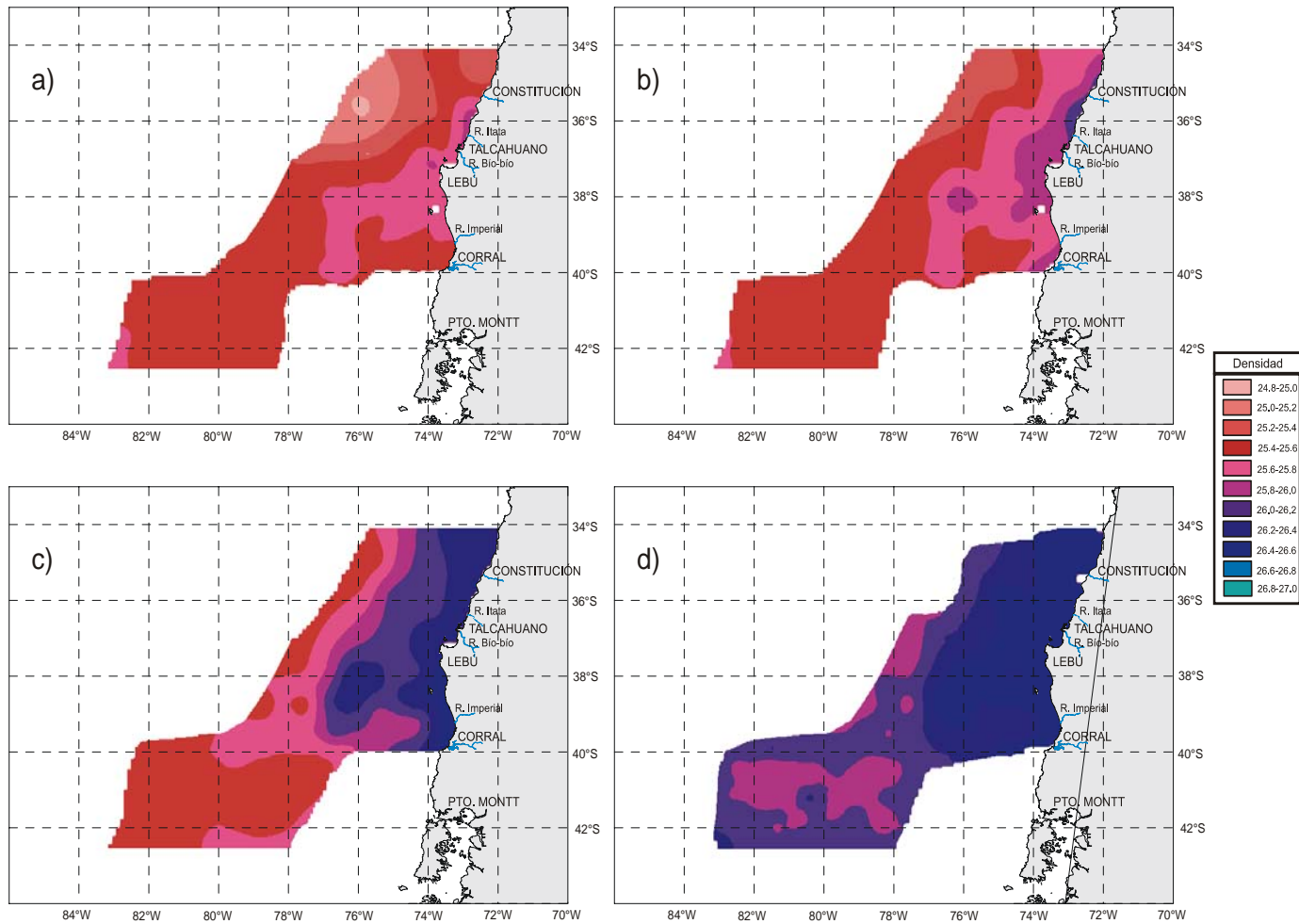


Figura 66. Distribuci3n espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 50 m, c) capa 100 m y d) capa 150m.

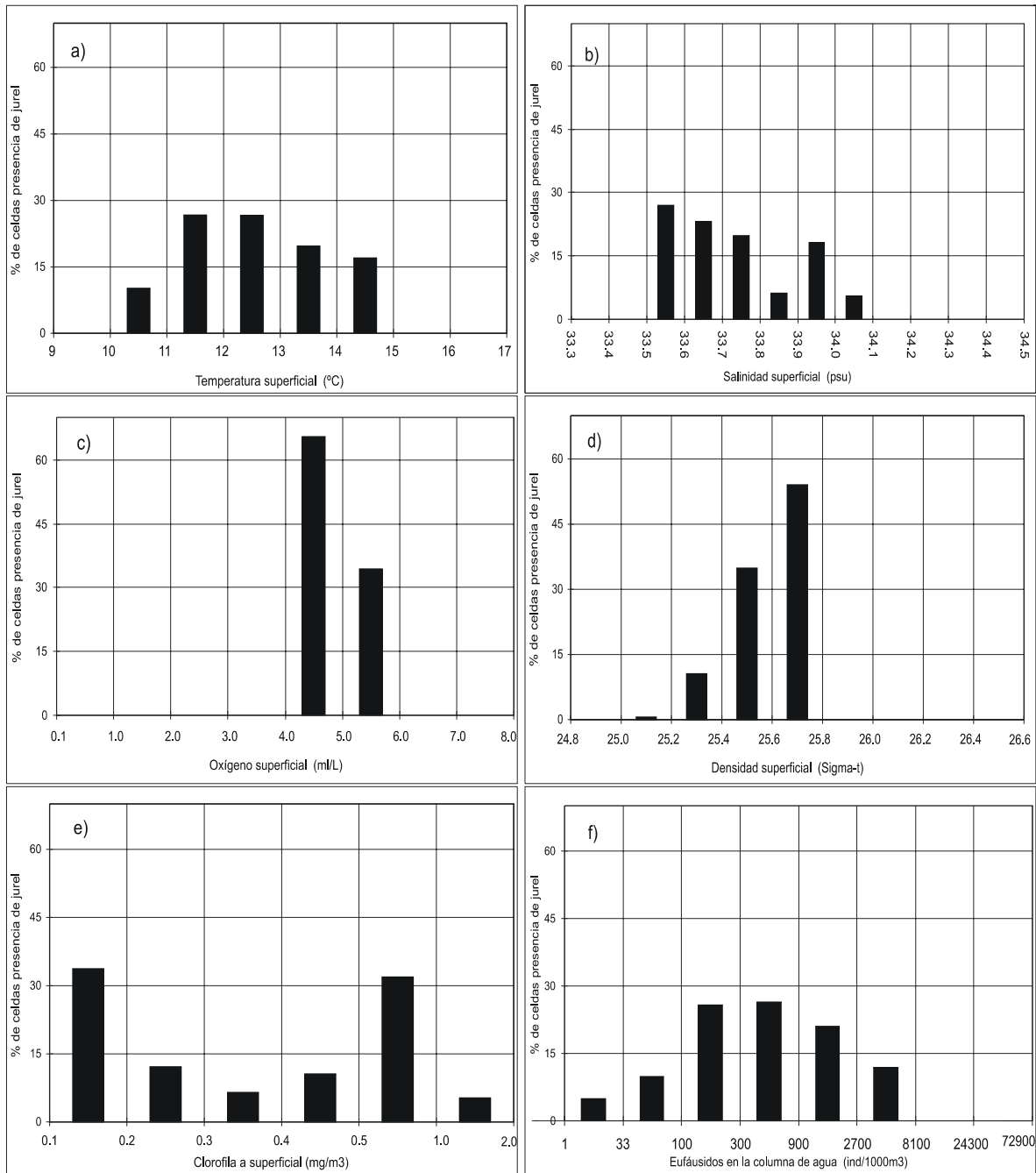


Figura 67. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.

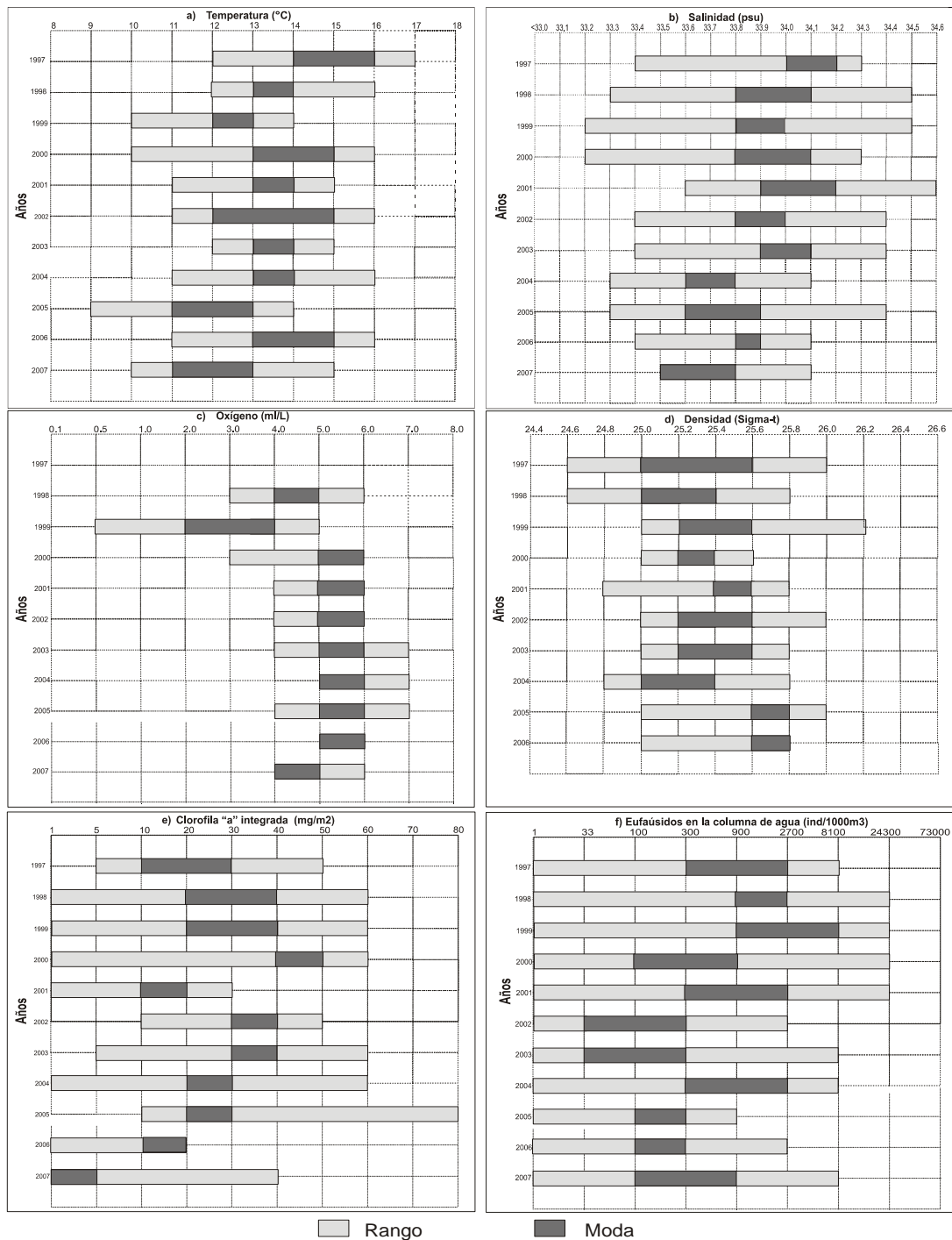


Figura 68. Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2007, estrato superficial.

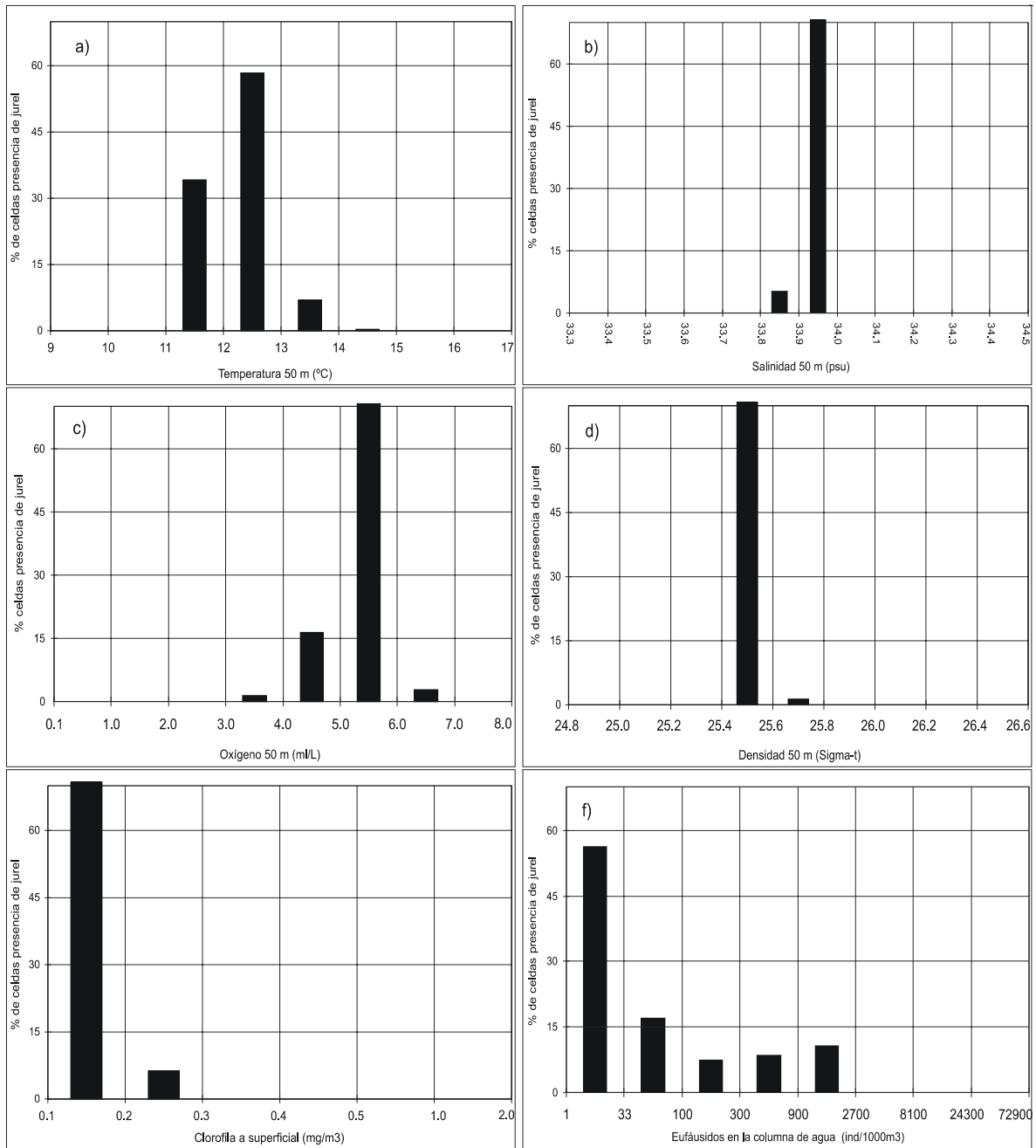


Figura 69. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 50 m. de profundidad.

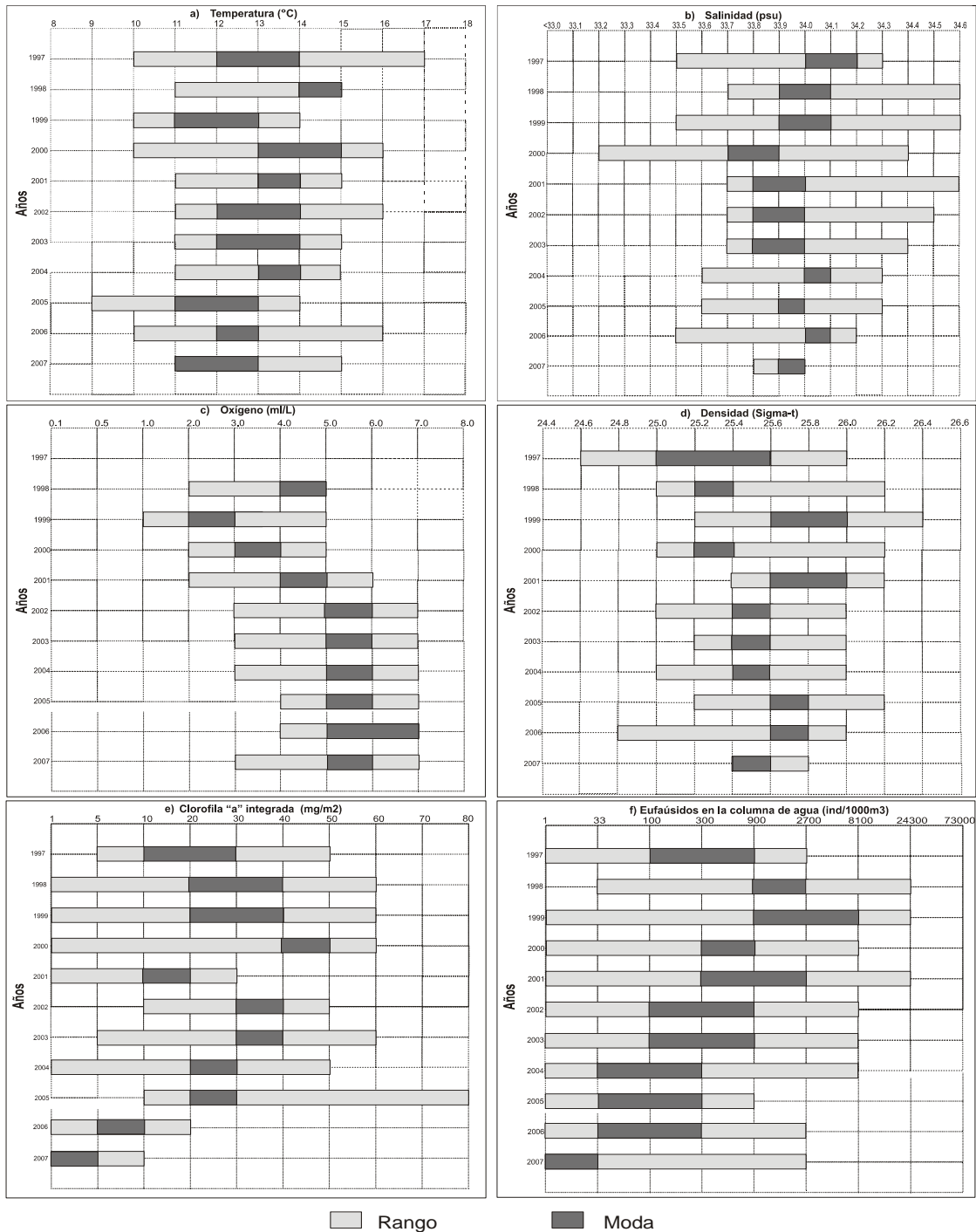


Figura 70. Rangos de distribución preferencial del jurel en relación a las variables ambientales. Años 1997-2007, estrato 50 m. de profundidad.

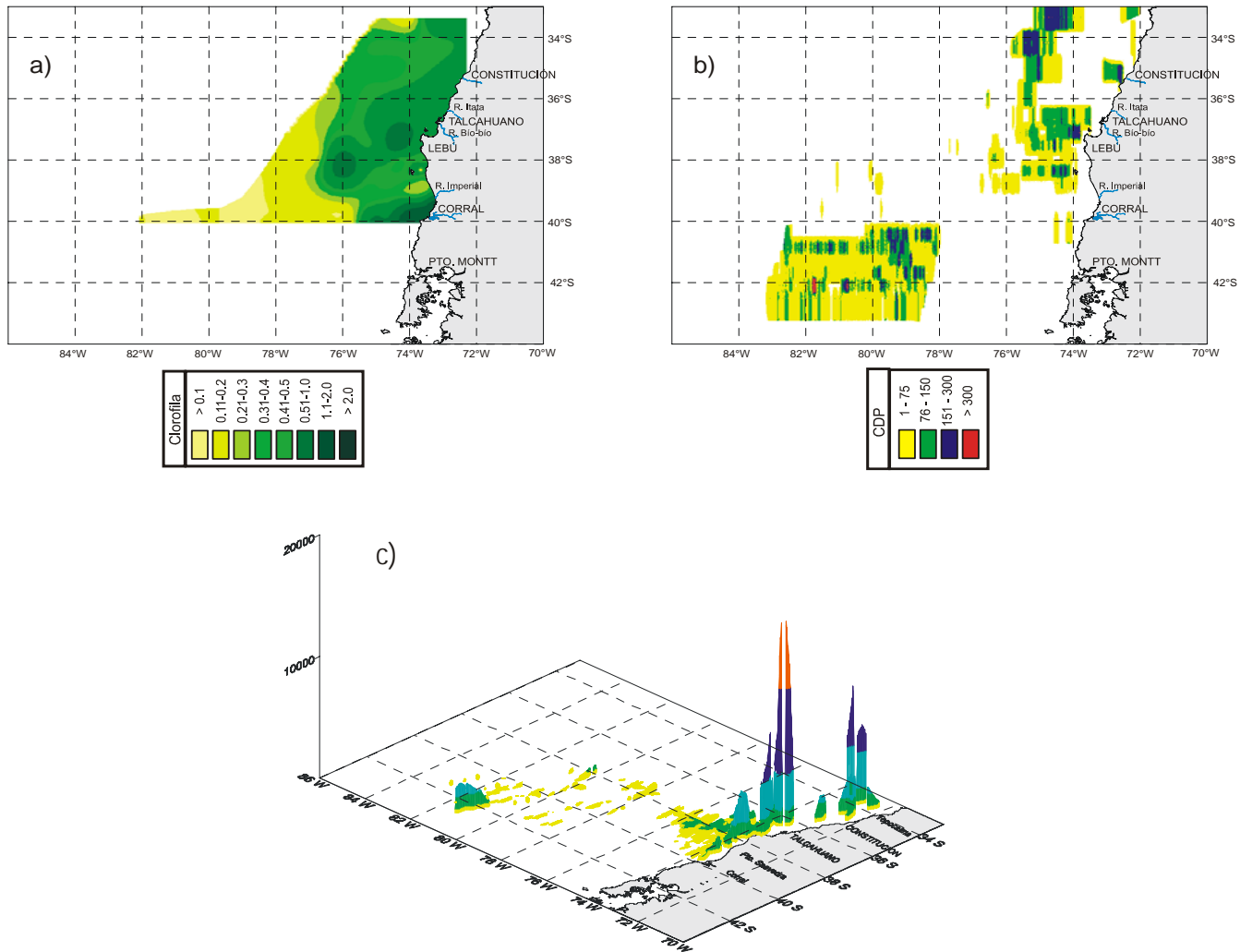


Figura 71. Distribuci3n espacial de: a) clorofila a, b) capa de dispersi3n profunda y c) euf3usidos.

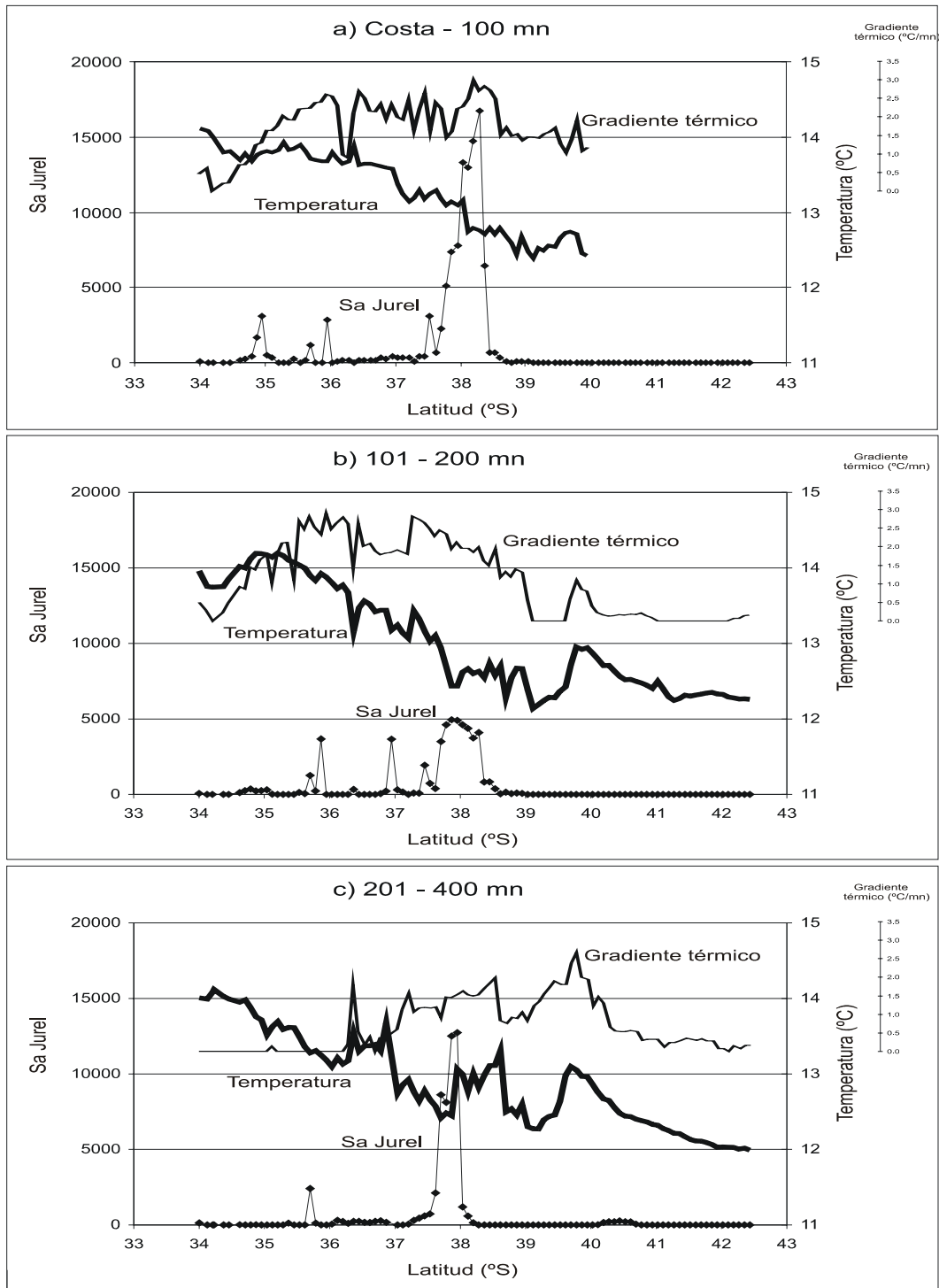


Figura 72. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-100 mn, b) 101-200 mn y c) 201-400 mn.

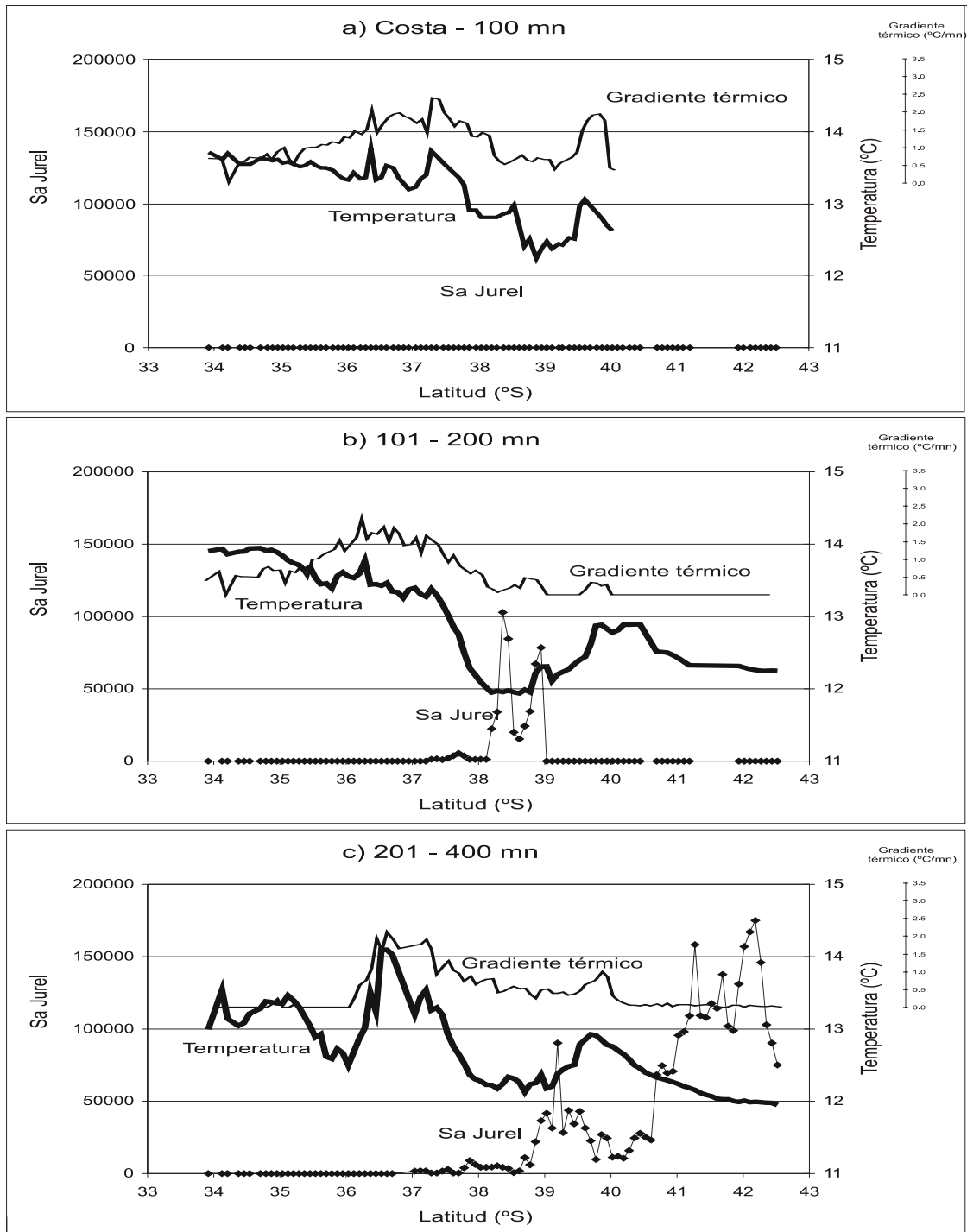


Figura 73. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa de 50 metros: a) Costa-100 mn, b) 101-200 mn y c) 201-400 mn.

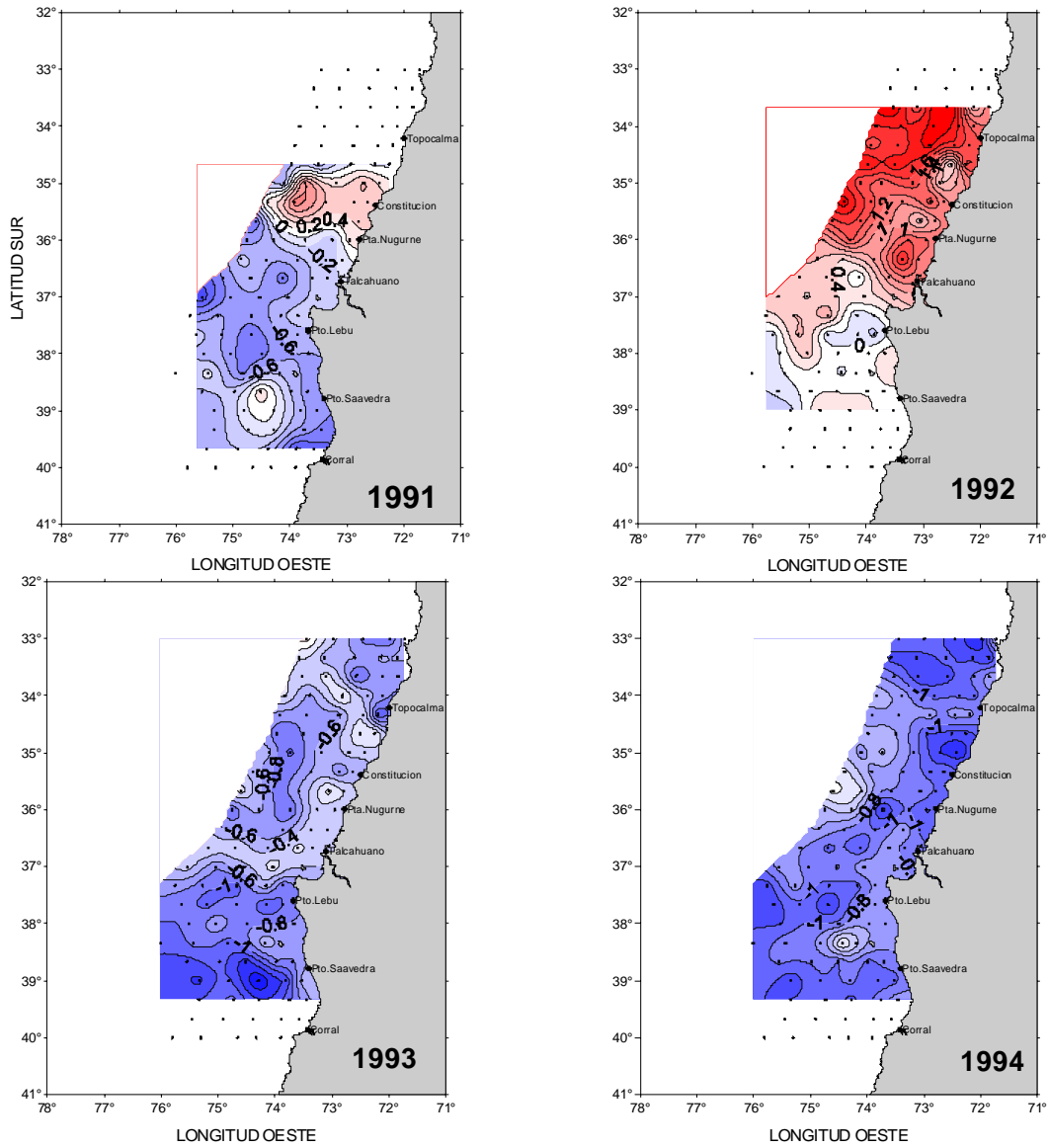


Figura 74. Anomalías térmicas superficiales en la zona de estudio. Período 1991 a 1994

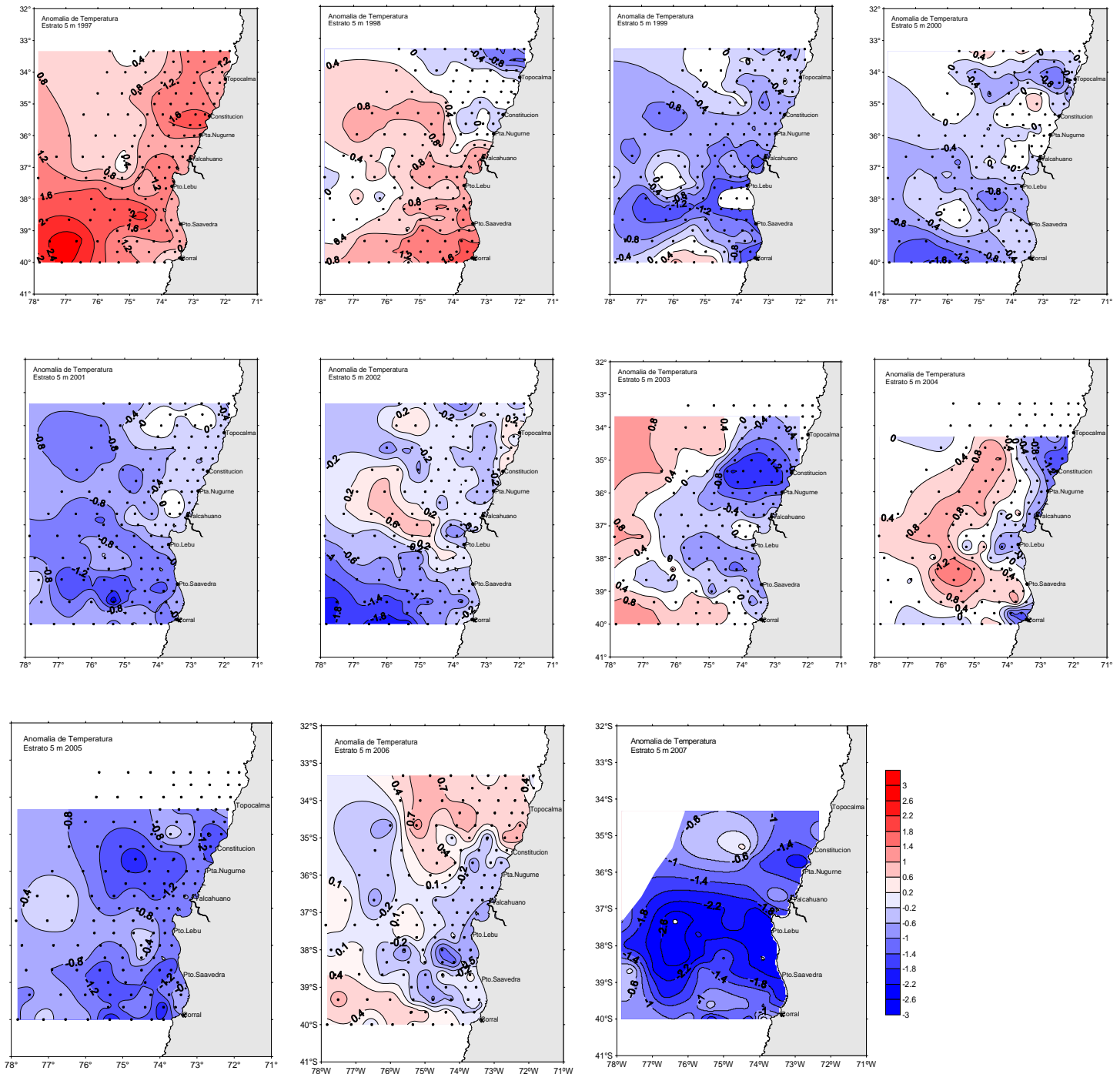


Figura 75. Distribuci3n espacial de la anomalía de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para el estrato de 05 m durante el periodo 1997 a 2006

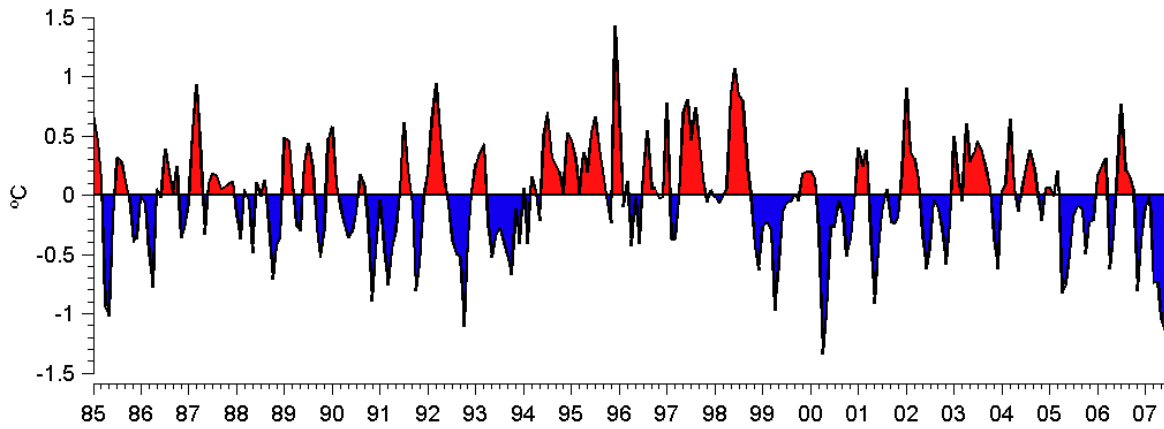


Figura 76. Serie de tiempo (enero 1985- junio 2007) de las anomalías de TSM para el área de estudio (33° -43° LS; 71°30 - 83° W) (Fuente: IGOSS).

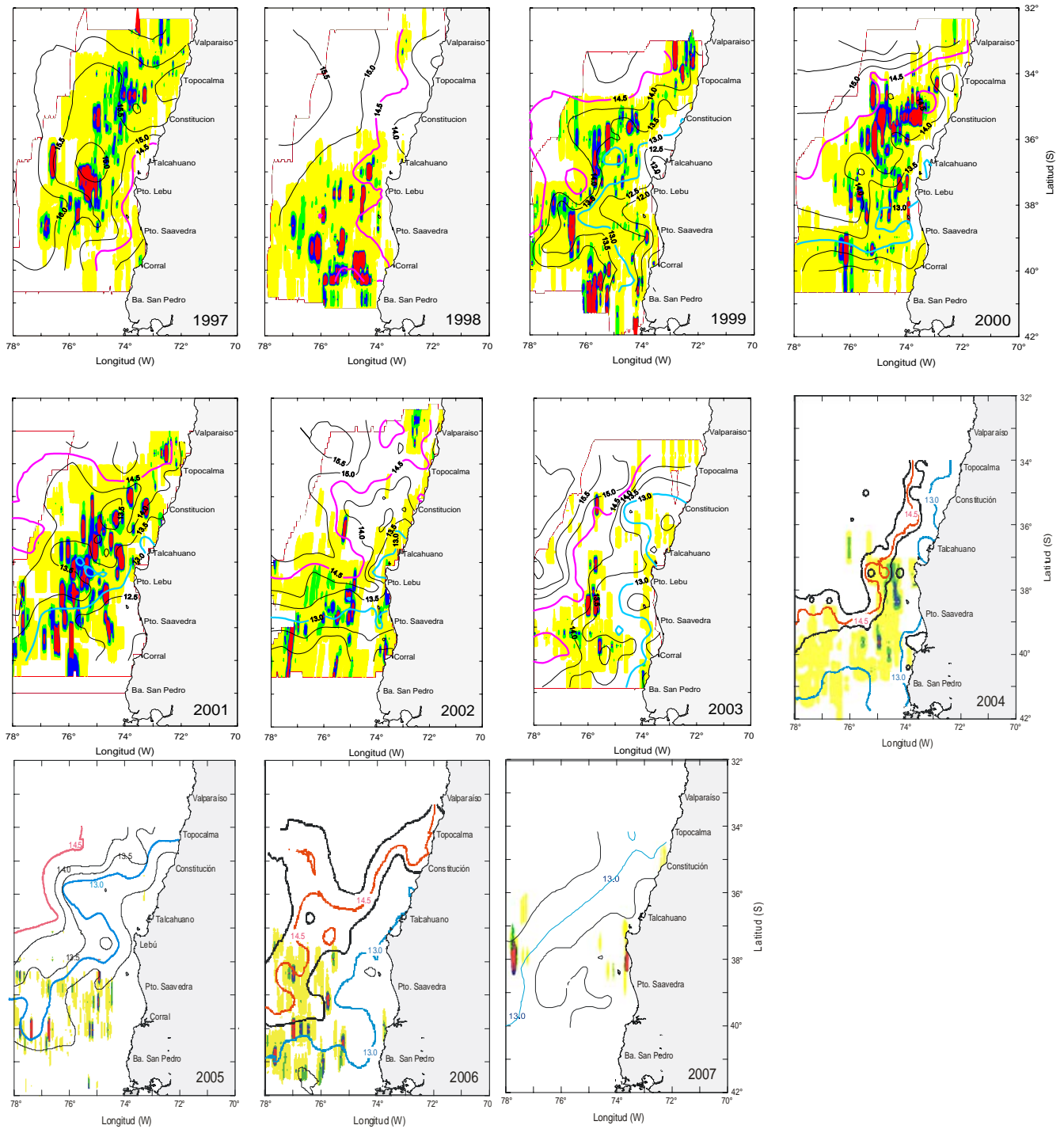


Figura 77. Distribuci3n espacial de la abundancia de jurel y temperatura superficial. Años 1997 -2007.

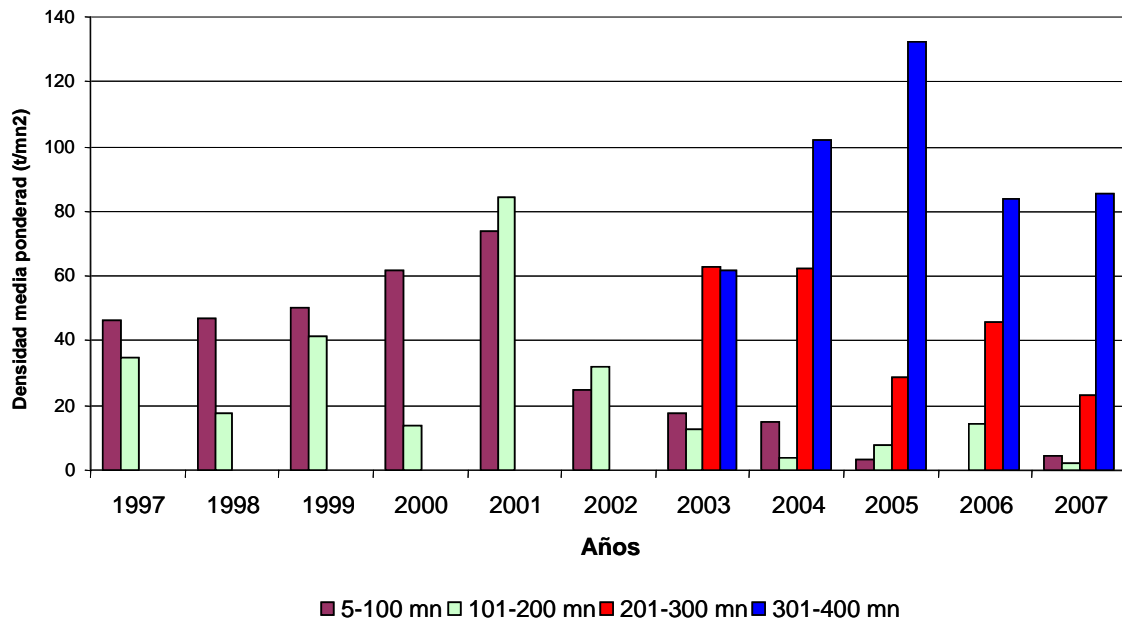


Figura 78. Densidad acústica media ponderada por año y distancia a la costa

ANEXOS

A N E X O I

Posición y fecha de transectas acústicas y
estaciones bioceanográficas



POSICI3N Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.

Estaci3n	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Leopardo	10.06.07	33°20'	72°39'
2	Leopardo	11.06.07	33°20'	71°50'
3	Leopardo	11.06.07	33°20'	72°08'
4	Leopardo	11.06.07	33°20'	72°38'
5	Leopardo	11.06.07	33°19'	73°08'
6	Leopardo	12.06.07	33°20'	73°38,5'
7	Leopardo	12.06.07	33°20'	74°15'
8	Leopardo	12.06.07	33°20'	74°50,5'
9	Leopardo	13.06.07	34°10'	75°13,4'
10	Leopardo	13.06.07	34°10'	74°37,5'
11	Leopardo	13.06.07	34°10'	74°01'
12	Leopardo	14.06.07	34°10'	72°12'
13	Leopardo	14.06.07	34°10'	72°30'
14	Leopardo	14.06.07	34°10'	73°00'
15	Leopardo	15.06.07	34°10'	73°30,7'
16	Leopardo	15.06.07	35°00'	72°23,5'
17	Leopardo	15.06.07	35°00'	72°42'
18	Leopardo	15.06.07	35°00'	73°12'
19	Leopardo	16.06.07	35°00'	74°51'
20	Leopardo	16.06.07	35°00'	75°27'
21	Leopardo	16.06.07	35°00'	76°17'
22	Leopardo	17.06.07	35°50'	76°44,3'
23	Leopardo	17.06.07	35°50'	75°54,9'
24	Leopardo	17.06.07	35°50'	75°17,8'
25	Leopardo	17.06.07	35°50'	74°41'
26	Leopardo	18.06.07	35°50'	74°10'
27	Leopardo	18.06.07	35°50'	73°38,8'
28	Leopardo	18.06.07	35°50'	73°08,2'
29	Leopardo	18.06.07	35°50'	72°50'



Estaci3n cont.	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
30	Leopardo	18.06.07	36°40'	73°39,6'
31	Leopardo	19.06.07	36°40'	73°21,3'
32	Leopardo	19.06.07	36°40'	74°11'
33	Leopardo	19.06.07	36°40'	74°42'
34	Leopardo	21.06.07	37°05'	74°03'
35	Leopardo	22.06.07	37°05'	73°43,6'
36	A. Molina	08.06.07	38°45'	77°40'
37	A. Molina	09.06.07	38°45'	78°57'
38	A. Molina	09.06.07	38°45'	79°48'
39	A. Molina	10.06.07	38°45'	80°27'
40	A. Molina	10.06.07	38°45'	81°05'
41	A. Molina	10.06.07	38°45'	81°57'
42	A. Molina	11.06.07	39°10'	81°52'
43	A. Molina	11.06.07	39°10'	80°59'
44	A. Molina	11.06.07	39°10'	80°21'
45	A. Molina	11.06.07	39°10'	79°42'
46	A. Molina	12.06.07	39°10'	78°50'
47	A. Molina	12.06.07	39°10'	78°12'
48	A. Molina	12.06.07	39°10'	77°33'
49	A. Molina	12.06.07	39°10'	77°37'
50	A. Molina	13.06.07	39°10'	78°15'
51	A. Molina	13.06.07	39°35'	78°54'
52	A. Molina	13.06.07	39°35'	79°46'
53	A. Molina	13.06.07	39°35'	80°25'
54	A. Molina	14.06.07	39°35'	81°04'
55	A. Molina	14.06.07	39°35'	82°09'
56	A. Molina	14.06.07	40°00'	82°25'
57	A. Molina	15.06.07	40°00'	81°33'
58	A. Molina	15.06.07	40°00'	80°53'
59	A. Molina	15.06.07	40°00'	80°13'
60	A. Molina	15.06.07	40°00'	79°22'



Estación cont.	Embarcación	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
61	A. Molina	16.06.07	40°00'	78°42'
62	A. Molina	16.06.07	40°00'	78°04'
63	A. Molina	16.06.07	40°00'	77°11'
64	A. Molina	16.06.07	40°00'	76°32'
65	A. Molina	17.06.07	40°00'	75°54'
66	A. Molina	17.06.07	40°00'	75°20'
67	A. Molina	17.06.07	40°00'	74°48'
68	A. Molina	17.06.07	40°00'	74°16'
69	A. Molina	17.06.07	40°00'	73°56'
70	A. Molina	18.06.07	39°35'	73°49'
71	A. Molina	18.06.07	39°35'	73°30'
72	A. Molina	19.06.07	39°35'	74°22'
73	A. Molina	21.06.07	39°35'	76°45'
74	A. Molina	22.06.07	39°10'	76°42'
75	A. Molina	22.06.07	39°10'	76°03'
76	A. Molina	22.06.07	39°10'	75°24'
77	A. Molina	22.06.07	39°10'	74°52'
78	A. Molina	22.06.07	39°10'	74°20'
79	A. Molina	23.06.07	39°10'	73°48'
80	A. Molina	23.06.07	39°10'	73°28'
81	A. Molina	23.06.07	38°45'	73°39'
82	A. Molina	23.06.07	38°45'	73°58'
83	A. Molina	23.06.07	38°45'	74°30'
84	A. Molina	23.06.07	38°45'	75°02'
85	A. Molina	24.06.07	38°45'	75°34'
86	A. Molina	24.06.07	38°45'	76°13'
87	A. Molina	24.06.07	38°19'	76°51'
88	A. Molina	25.06.07	38°20'	77°46'
89	A. Molina	25.06.07	38°20'	78°24'
90	A. Molina	25.06.07	38°20'	79°02'
91	A. Molina	25.06.07	38°20'	79°53'



Estaci3n cont.	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
92	A. Molina	25.06.07	38°20'	80°31'
93	A. Molina	26.06.07	37°55'	80°29'
94	A. Molina	26.06.07	37°55'	79°51'
95	A. Molina	26.06.07	37°55'	79°01'
96	A. Molina	27.06.07	37°55'	78°23'
97	A. Molina	27.06.07	37°55'	77°45'
98	A. Molina	27.06.07	38°20'	76°54'
99	A. Molina	27.06.07	38°20'	76°16'
100	A. Molina	28.06.07	38°20'	75°38'
101	A. Molina	28.06.07	38°20'	75°06'
102	A. Molina	28.06.07	38°20'	74°34'
103	A. Molina	28.06.07	38°20'	74°04'
104	A. Molina	28.06.07	37°55'	74°03'
105	A. Molina	29.06.07	37°55'	73°43'
106	A. Molina	29.06.07	37°55'	74°35'
107	A. Molina	29.06.07	37°55'	75°06'
108	A. Molina	29.06.07	37°55'	75°38'
109	A. Molina	30.06.07	37°55'	76°17'
110	A. Molina	30.06.07	37°55'	76°54'
111	A. Molina	01.07.07	37°30'	77°48'
112	A. Molina	01.07.07	37°30'	78°25'
113	A. Molina	01.07.07	37°30'	79°03'
114	A. Molina	01.07.07	37°30'	79°54'
115	A. Molina	02.07.07	37°05'	79°27'
116	A. Molina	02.07.07	37°05'	78°37'
117	A. Molina	02.07.07	37°05'	77°59'
118	A. Molina	03.07.07	37°30'	76°59'
119	A. Molina	03.07.07	37°30'	76°19'
120	A. Molina	03.07.07	37°30'	75°42'
121	A. Molina	04.07.07	37°30'	75°10'
122	A. Molina	04.07.07	37°30'	74°38'



Estación cont.	Embarcación	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
123	A. Molina	04.07.07	37°30'	74°07'
124	A. Molina	04.07.07	37°30'	73°48'
125	Líder	07.06.07	42°30'	78°42'
126	Líder	07.06.07	42°30'	79°23'
127	Líder	07.06.07	42°30'	80°03'
128	Líder	08.06.07	42°30'	80°57'
129	Líder	08.06.07	42°30'	81°38'
130	Líder	09.06.07	42°30'	82°19'
131	Líder	09.06.07	42°05'	82°08'
132	Líder	09.06.07	42°30'	83°13'
133	Líder	09.06.07	42°05'	83°02'
134	Líder	10.06.07	42°05'	81°27'
135	Líder	11.06.07	42°05'	78°32'
136	Líder	11.06.07	41°39'	78°26'
137	Líder	11.06.07	41°40'	79°07'
138	Líder	12.06.07	41°40'	79°47'
139	Líder	12.06.07	41°40'	80°40'
140	Líder	12.06.07	41°40'	81°20'
141	Líder	12.06.07	41°40'	82°01'
142	Líder	13.06.07	41°40'	82°53'
143	Líder	13.06.07	41°15'	82°43'
144	Líder	13.06.07	41°15'	81°49'
145	Líder	13.06.07	41°15'	81°10'
146	Líder	13.06.07	41°15'	80°30'
147	Líder	14.06.07	41°15'	79°37'
148	Líder	14.06.07	41°15'	78°57'
149	Líder	14.06.07	41°15'	78°16'
150	Líder	14.06.07	40°50'	78°16'
151	Líder	15.06.07	40°50'	78°56'
152	Líder	15.06.07	40°50'	79°35'
153	Líder	15.06.07	40°50'	80°28'



Estaci3n cont.	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
154	L3der	16.06.07	40°50'	81°08'
155	L3der	16.06.07	40°50'	81°47'
156	L3der	16.06.07	40°50'	82°41'
157	L3der	16.06.07	40°25'	82°30'
158	L3der	17.06.07	40°25'	81°36'
159	L3der	17.06.07	40°25'	80°57'
160	L3der	17.06.07	40°25'	80°18'
161	L3der	18.06.07	40°25'	79°26'
162	L3der	18.06.07	40°25'	78°46'
163	L3der	18.06.07	40°25'	78°06'

A N E X O I I

**Plan detallado de asignación de
personal profesional y técnico
en horas/hombres por actividad**

**PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD**

Participantes	Preparaci3n	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José C3rdova	61	216	203	224	116	820
Roberto Bahamondes		99	88	16	16	219
Hernán Miranda	32		24	40		96
Mauricio Braun				16	8	24
Víctor Bocic	8		116			132
Hernán Reyes			160	15	5	180
Alvaro Saavedra		110	192			302
Bernardo Leiva		99				99
Víctor Catasti	16		96	96	40	248
Vivian Valenzuela	32	216	339	160	32	795
Guillermo Galindo	16	99	481			596
Esteban Molina		216	103	8	16	415
Manuel Rojas	56	110	127	78	28	399
Cristian Canales	8			10		26
Rodolfo Serra	8			10		26
Juan Saavedra	8		192			200
Victor Correa		216	314	56	32	618
Carola Hern3ndez	45	216				261
Carolina Lang	8		100	52		160
Traductor					90	90
Francisco Leiva		216	237			453
Carlos Concha		99				99
Jose Araya		99				99
Carlos Mendoza		99				99
Rene Riffo		99				99
Andr3s Ruiz		99				99
Guillermo Rodr3guez		216				216
Sergio N3ñez	30		85	138	50	295
Eduardo Navarro	15	126	85	85	50	361
Pablo Campo		126	50	80	30	286
Sebasti3n V3squez		126	50	65	20	261
Ricardo Rodr3guez		126				126
Arnaldo Z3ñiga		126				126
Odette Vergara		126				126
TOTAL HORAS	383	3.280	3.042	1.213	533	8.451



Objetivo espec3fico N°1

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova	29	216	149	94	44	532
Roberto Bahamondes		99	88	16	16	219
Alvaro Saavedra		110	192			302
Bernardo Leiva		99				99
Vivian Valenzuela		216				216
Guillermo Galindo		99				99
Esteban Molina		216				216
Hernán Reyes			160			160
Manuel Rojas	40	110	95	62	28	335
Víctor Correa		216	197	32	16	461
Carola Hernández	45	216				261
Carolina Lang					90	90
Francisco Leiva		216	47			263
Carlos Concha		99				99
Jose Araya		99				99
Carlos Mendoza		99				99
Rene Riffo		99				99
Andrés Ruiz		99				99
Guillermo Rodríguez		216				216
Sub Total	114	2.524	928	204	194	3.964



Objetivo específico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			32	52	8	92
Hernán Miranda			24	40		64
Víctor Bocic			116			116
Manuel Rojas			32	16		48
Cristian Canales				10		10
Rodolfo Serra				10		10
Víctor Correa			37			37
Sub Total			241	128	8	377

Objetivo específico N°3

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				28	32	60
Mauricio Braun				16	8	24
Vivian Valenzuela	16		339	160	32	547
Guillermo Galindo	16		481			497
Juan Saavedra			40			40
Sub Total	32		860	204	72	1.168

Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				18	16	34
Víctor Correa			80	24	16	120
Sub Total			80	42	32	154



Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			22	32	16	70
Juan Saavedra			152			152
Hernán Reyes				15	5	20
Víctor Catastl			96	96	40	232
Esteban Molina			103	80	16	199
Sergio Núñez	22		85	130	50	287
Eduardo Navarro	15	126	85	85	50	361
Pablo Campo		126	50	80	30	286
Sebastián Vásquez		126	50	65	20	261
Ricardo Rodríguez		126				126
Arnaldo Zúñiga		126				126
Odette Vergara		126				126
Francisco Leiva			190			190
Sub Total	37	756	933	635	227	2.588

Talleres

Participante	Taller II	Sub Total
José Córdova	32	32
Vivian Valenzuela	16	16
Hernán Miranda	32	32
Sergio Núñez	8	8
Cristian Canales	8	8
Rodolfo Serra	8	8
Víctor Catastl	16	16
Víctor Bocic	8	8
Juan Saavedra	8	8
Manuel Rojas	16	16
Carolina Lang		8
Sub Total	152	152

A N E X O III

Talleres de difusión y discusión
(Talleres de trabajo I y II)



TALLERES

Proyecto FIP N°2007-07

“Evaluación Hidroacústica del recurso jurel entre la V y X Regiones, año 2007”

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Investigación Evaluación Hidroacústica jurel V y X, 2006”: BIP 30043859-0, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consideró la presentación de la metodología y las principales actividades a desarrollar durante la prospección acústica, mientras que el segundo, tuvo como objetivo la discusión metodológica y difusión de los resultados alcanzados en el estudio, con la participación ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

En atención a la dificultad en disponer hasta última hora de la segunda embarcación requerida para realizar el estudio, no fue posible llevar a cabo previo al crucero el Taller I de presentación metodológica. En este sentido, en el crucero se consideraron todos los alcances planteados en las distintas evaluaciones efectuadas en la zona centro-sur. No obstante, la exposición de resultados preliminares del crucero en dependencias de la Subsecretaría de Pesca, considero la metodología utilizada durante la prospección siendo acogida plenamente.



El segundo taller se desarrollo en la sala Auditorium del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el día 29 de noviembre del 2007, y en el se sugirió como necesario por parte del Sr. Jose Raúl Cañón (CORPESCA) y Sr. Eduardo Alzamora (FIP) la incorporación de análisis de contenido estomacal del jurel capturado durante el crucero de evaluación, para conocer la constitución de la dieta del recurso en la nueva zona de concentración ubicada fuera de la ZEE y al sur de Talcahuano, que permita establecer relaciones respecto a la oferta alimentaría en ese sector que pudieran explicar su presencia. Además de incluir en el análisis de zooplancton el ictiplancton, dado que el alto costo de toma de muestra para este análisis ya se financia en el marco del proyecto, esta información complementaria permita conocer zonas de desove de otras especies de interés comercial, que pudieran constituir un aspecto importante dentro de la línea de estudio.

Por otra parte, se considero innecesario continuar presentando la información de zooplancton separado por período de día y noche, por cuanto la distribución total satisface de mejor manera el entendimiento para relacionar este factor con las distribución y densidad del recurso jurel en la zona de estudio., En este sentido, el Sr. Eduardo Alzamora señalo expresamente que este procedimiento de separación no se incluya en los respectivos TTR.

A continuación se detallan el Programa **Taller II**.



TALLER II

Proyecto FIP N° 2007-07: “Evaluación Hidroacústica del recurso jurel entre la V-X regiones, año 2007”

Valparaíso, jueves 29 de noviembre del 2007

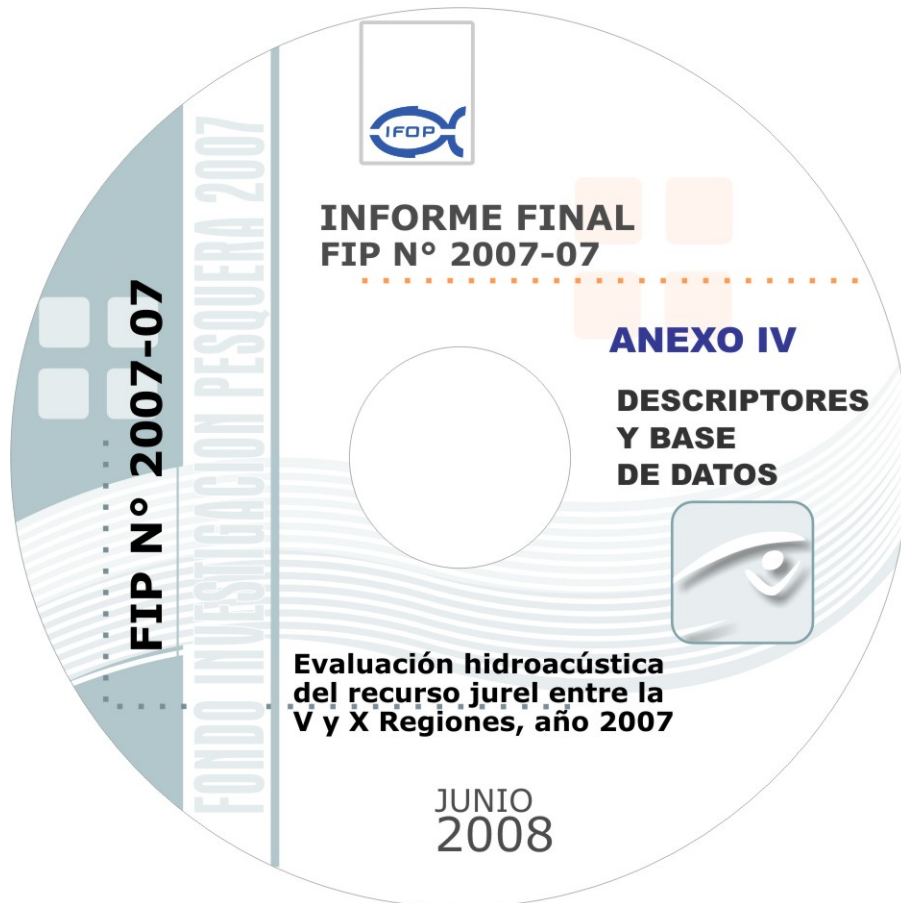
10:30 a 10:40	Presentación del Proyecto	Sr. José Córdova (IFOP)
10:40 a 10:50	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. José Córdova (IFOP)
10:50 a 11:00	Distribución espacial del zooplancton	Sra. Vivían Valenzuela (IFOP)
<i>11:15 a 11:30 Café</i>		
11:30 a 11:45	Condiciones oceanográficas	Sr. Sergio Nuñez (IIP)
11:45 a 12:00	Interrelaciones entre las variables oceanográficas y el jurel .	Sr Víctor Catasti (IFOP) Sra Carola Hernández
12:00 a 12:30	Discusión y conclusiones.	

A N E X O I V

**CD contiene:
Descriptores y Base de datos
Proyecto FIP N° 2007-09**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA





DESCRIPTORES BASE DE DATOS

1. Datos oceanogr3ficos

La estructura de las bases de datos, con toda la informaci3n b3sica que se obtuvo durante la ejecuci3n del crucero correspondiente al proyecto FIP 2007 - 07 "Evaluaci3n hidroac3stica de Jurel en la V y X Regiones" se encuentra almacenada en registros magn3ticos. Los archivos y el formato de grabaci3n de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuaci3n.

La informaci3n oceanogr3fica de cada una de las estaciones realizadas durante el crucero se encuentran en el siguiente archivo: OCEAN1, OCEAN2, OCEAN3 con extensi3n dbf , adem3s CAPA_MEZCLA.DBF, ESPESOR_TERMOCLINA.DBF y PROFUNDIDAD_BASE_TERMOCLINA.DBF.

a) Registro oceanogr3ficas OCEAN 1, 2 y 3.

Campo	Columna
Latitud en grados	1
Latitud en minutos	2
Longitud en grados	3
Longitud en minutos	4
A3o	5
Mes	6
D3a	7
Estaci3n	8
Profundidad	9
Temperatura	10
Salinidad	11
Densidad	12
Ox3geno	13
Clorofila	14



b) Capa de mezcla

Campo	Columna
Latitud en grados	1
Longitud en grados	2
Estación	3
Capa mezcla (m)	4

c) Espesor de la termoclina

Campo	Columna
Latitud en grados	1
Longitud en grados	2
Espesor de la termoclina (m)	3

d) Profundidad base de la termoclina

Campo	Columna
Latitud en grados	1
Longitud en grados	2
Profundidad base de la termoclina (m)	3

2. Registros acústicos

La información concerniente a la evaluación hidroacústica esta contenida en dos tipos de archivos: BIOMA-XX.dbf y Acust-XX.dbf. En el nombre de estos archivos se indica el número de la transecta por las letras XX.

Los archivos BIOMA-XX.dbf contienen la información de las lecturas acústicas por especie en cada UBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregación y lectura acústica.



Los archivos BIOMA-XX.dbf est1n estructurados seg1n:

Campo	columna
N1mero de la UBM	1
Especie (Nota 1)	2
Agregaci3n (Nota 2)	3
Ecosonda (Nota 3)	4
profundidad superior (m)	6
profundidad inferior (m)	7
lectura ac1stica- Sa (m ² /mn ²)	8

Nota 1: Especie:

- 0 = Otros
- 1 = Sardina
- 2 = Jurel
- 3 = Anchoveta
- 4 = Caballa

Nota 2: Agregaci3n:

- 1 = Cardumen
- 2 = Estratos
- 3 = Disperso
- 4 = individual

Nota 3: Ecosonda:

- 1 = 38 KHz
- 2 = 120 KHz
- 3 = 200 KHz



Los archivos Acust-XX.dbf contienen la informaci3n del n3mero de la UBM, hora, latitud y longitud.

Los archivos Acust-XX.dbf est3n estructurados seg3n:

Tipo de informaci3n	Columna
N3mero de UBM	1
hora (HHMMSS)	3
Latitud (GGMM.mm)	4
N= norte S=sur	5
Longitud (GGMM.mm)	6
E= Este W =weste	7

G : Grados de Latitud / Longitud

S : Segundo

M: D3cimas de minuto

s : D3cimas de segundo

3. Biolog3a

La informaci3n biologica obtenida de los muestreos biologicos realizados durante el crucero, se encontrar3 en los archivos base-zoo norte 2006, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:



Registro de identificación de base biológica

Tipo de información	Columna
Talla	1
Peso	2
sexo	3

Nota 1: Sexo: 1 = Macho
 2 = Hembra
 3 = Indeterminado

Ademas se anexa información referente a las tallas de jurel por lance. En aquellos lances donde no existe informacion de tallas se indica con NS.

Tipo de información	Columna
Longitud (cm)	1
Frecuencia en número por lance realizados en B/C Abate Molina	2 a 15
Frecuencia en número por lance realizados en PAM Lider	16 a 22

4. Información Pesquera

La información pesquera obtenida en los lances de pesca durante el crucero, se encontrará en los archivos Bitacora pesca jurel norte, 2006, cuyo formato de grabación se describe a continuación:



a) Registro de identificaci3n de bitocora de pesca de evaluaci3n de jurel

Nº lance	1
Barco	2
Fecha	3
Hora de calado	4
Hora de Virado	5
Latitud de inicio lance	6
Longitud de inicio lance	7
Latitud de t3rmino de lance	8
Longitud de t3rmino de lance	9
Tiempo de arrastre	10
Velocidad de arrastre	11
Profundidad de la relinga superior	12
Captura de jurel (Kg)	13
Captura de caballa (Kg)	14
Captura de Reineta (Kg)	15
Captura de Jibia (Kg)	16
Captura de mictofidos (Kg)	17
Captura de salpas (Kg)	18
Captura de calamar(Kg)	19
Captura de Otros (Kg)	20

5. Informaci3n de plancton y zooplanton

La informaci3n contenida en la grilla de estaciones bioceanogr3ficas realizadas durante el crucero Hidroac3stico Jurel Norte, est3 almacenada en el archivo base-zoo norte 2006.dbf.



b) Registro de identificación de base zooplancton

Campo	Columna de inicio
Latitud (decimales)	1
Longitud (decimales)	2
Número estación	3
Distancia costa	4
Horario (noche/ día)	5
Copépodos	6
Eufáusidos >1 cm	7
Larvas eufausidos	8
Ostrácodos	9
Cladóceros	10
Lar. Decápodos	11
Anfípodos	12
Estomatópodos	13
Medusas	14
Sifonóforos	15
Ctenóforos	16
isopódos	17
Quetognatos	18
Poliquetos	19
Pterópodos	20
Salpas	21
Salpas >8 cm	22
Doliólidos	23
Apendicularias	24
Foraminíferos	25
Radiolarios	26
L. cifonautas	27

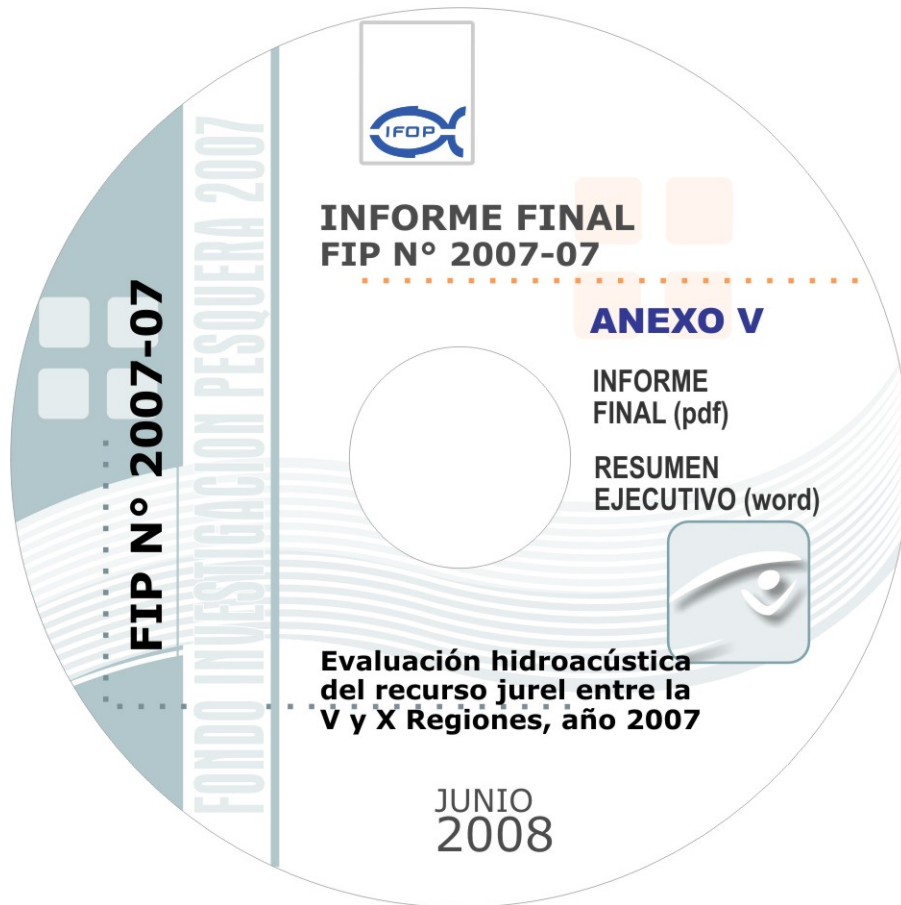
A N E X O V

CD contiene:

- Informe Final (pdf)**
 - Resumen Ejecutivo (Word)**
- Proyecto FIP N° 2007-09**
-



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA





POSICI3N Y FECHA DE LAS TRANSECTAS POR BARCO

Transecta	Embarcaci3n	Latitud (°S)	Fecha			
			5-100 mn	100-200 mn	200-300 mn	300-400 mn
1	Leopardo	33°20'	11.06.07	12.06.07		
2	Leopardo	34°10'	14.06.07	13.06.07		
3	Leopardo	35°00'	15.06.07	16.06.07		
4	Leopardo	35°50'	18.06.07	17.06.07		
5	Leopardo	36°40'	19.06.07	20.06.07		
6	Leopardo/ Abate Molina	37°05'	22.06.07	21.06.07	02.07.07	
7	Abate Molina	37°30'	04.07.07	03.07.07	01.07.07	
8	Abate Molina	37°55'	29.06.07	30.06.07	26.06.07	
9	Abate Molina	38°20'	28.06.07	27.06.07	25.06.07	
10	Abate Molina	38°45'	23.06.07	24.06.07	09.06.07	10.06.07
11	Abate Molina	39°10'	22.06.07	21.06.07	12.06.07	11.06.07
12	Abate Molina	39°35'	19.06.07	20.06.07	13.06.07	14.06.07
13	Abate Molina	40°00'	17.06.07	16.06.07	16.06.07	15.06.07
14	L3der	40°25'			18.06.07	17.06.07
15	L3der	40°50'			15.06.07	16.06.07
16	L3der	41°15'			14.06.07	13.06.07
17	L3der	41°40'			11.06.07	12.06.07
18	L3der	42°05'			10.06.07	09.06.07
19	L3der	42°30'			07.06.07	08.06.07



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
