



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2007-09

Evaluación
hidroacústica de jurel
en la I y II Regiones,
año 2007



JUNIO
2008



INFORME FINAL

PROYECTO

FIP N° 2007-09

**Evaluación hidroacústica de
jurel en la I y II 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

• Junio, 2008 •



JEFE DE PROYECTO

JOSÉ CÓRDOVA MASANES

AUTORES

- *EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA*

JOSÉ CÓRDOVA
FRANCISCO LEIVA
BERNARDO LEIVA

- *OCEANOGRAFIA FÍSICA Y QUÍMICA*

JAIME LETELIER
HERNÁN REYES
URSULA CIFUENTES

- *OCEANOGRAFÍA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA
JAIME LETELIER
HERNAN REYES
VICTOR CATASTI

- *PLANCTON*

VIVIAN VALENZUELA

- *BIOLOGÍA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA
VÍCTOR BOCIC
FRANCISCO LEIVA

• Junio, 2008 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificaci3n de la biomasa por hidroacústica, la distribuci3n e indicadores biol3gicos del jurel en la zona norte, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribuci3n del recurso. El crucero de investigaci3n se realiz3 entre el 28 de octubre y 27 de noviembre del ańo 2007. La prospecci3n abarc3 el área desde Arica (18°25'LS) a Antofagasta (23°50'LS), desde las 1 a 200 mn. Este estudio se llev3 a cabo con el B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

En la zona de estudio se realizaron un total de 14 transectas, las cuales tuvieron como límite occidental las 200 millas. El muestreo oceanográfico fue efectuado con una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 millas de la costa. En las estaciones se registraron los valores de temperatura y salinidad, se realizaron pesca de plancton con lances oblicuos, con redes Bongo. Asimismo, se estim3 la densidad del agua ($\sigma-t$); la anomalía en las variables oceanográficas; espesor de la capa de mezcla y profundidad base de la termoclina.

La cuantificaci3n del jurel se efectu3 con los sistemas SIMRAD EK-500 previamente calibrado, se emple3 la frecuencia de 38 Khz y se recolect3 informaci3n de la superficie hasta los 500 m de profundidad. La identificaci3n de los registros acústicos del jurel se realiz3 por medio de dos métodos: el primero es la estimaci3n del coeficiente volumétrico dispersi3n y el análisis de los ecorregistros, el segundo, por la interpretaci3n de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificaci3n. Además, cuando fue posible se consider3 la composici3n de la captura registrada por las embarcaciones de la flota.



La biomasa total estimada del jurel fue de 272.600 toneladas con un coeficiente de variaci3n de 23,31% y una densidad de 25,56 t/mn², lo que represent3 un fuerte incremento (>1000%) respecto de las 18.100 toneladas evaluadas en el 2002 y (>130%) en relaci3n a noviembre del 2006. Diferencia que tambi3n se observa en la abundancia en n3mero desde 352.209.113 individuos en abril del 2002, 1.056.173.177 noviembre del 2006 y 1.381.208.029 ejemplares para noviembre del 2007, ratificando que el periodo de evaluaci3n fue apropiado.

En la zona de estudio se identificaron dos focos de alta densidad de jurel, con un marcado incremento hacia el sur, alcanzando su m3ximo valor a 70 mn frente a caleta Chipana y 170 mn frente a península de Mejillones. En anchoveta, el n3mero de focos puntuales de mayor densidad fue mayor, lo cual explica las 249,600 toneladas evaluadas en la zona de estudio.

Batim3tricamente el jurel se ubic3 en los primeros metros de profundidad, con el 100% de las agregaciones (<40 m) manteniendo el patr3n hist3rico registrado entre 1985 y 1995 en las evaluaciones ac3sticas realizadas en la zona, que indica para el recurso una profundidad m3xima de 100 de profundidad, lo que difiere de los 160 y 200 m registrado en la zona centro-sur del pa3s.

La distribuci3n de tallas registrada en el crucero present3 tamaños entre 17 a 31 cm de longitud horquilla, con un 37,6% de ejemplares pequeños entre 17 y 22 cm y el 62,4% para ejemplares con tamaños de 23 a 31 cm. Los ejemplares de menor tamaño (<25 cm) se ubican en las cercanías de la costa, siendo representados adecuadamente en las capturas de la flota. Hacia el sector oceánico, se registran ejemplares de mayor talla, los que estuvieron virtualmente ausentes de la capturas de la flota de cerco.



La composici3n de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 7 grupos, siendo los principales el III, IV y V que participan con un 17,47; 54,71 y 21,15%, respectivamente. Estructura etaria que complementaria a la observada en la zona centro-sur del pa3s, donde las 3ltimas evaluaciones de jurel en invierno muestran la carencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edad de 0 a III. La zona norte, a trav3s de los a3os se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares peque3os (< 26 cm), los que en este estudio alcanzaron un 44%.

La comunidad planct3nica en la zona de estudio, estuvo compuesta por 20 grupos identificados, de los cuales 17 disminuyen su abundancia relativa respecto al 2006, siendo eufausidos el mayor cambio negativo (75%), lo cual puede estar sustentado por el predominio de aguas mas fr3as. Los cop3podos son los m3s dominantes con 72,26 y 76,61%, seguido por salpas, doli3lidos y quetognatos, con valores radicalmente bajos entre 1,3 a 6,40%, mientras el resto presentan en general valores <0,36%.

El an3lisis de los diagramas TS revel3, al igual que en estudios anteriores, que las condiciones oceanogr3ficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de tres masas de agua; Aguas Subant3rtica (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Aguas Subtropicales (AST).

En relaci3n al ambiente, la distribuci3n de las variables, estructuras oceanogr3ficas verticales y sus anomal3as para el 3rea y per3odo de estudio, evidenci3 la presencia de Aguas Subtropicales desde el norte que genera un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomal3as superficiales el efecto local y de corto per3odo que producen las surgencias costeras. En este sentido las condiciones encontradas en la zona permiten aseverar que la zona de estudio se encontr3 bajo un proceso de enfriamiento que afecta toda el 3rea (La Ni3a), lo que



es consistente con la climatologí a y los resultados de estudios anteriores realizadas en la zona de estudio.

Durante el crucero se registran cuatro procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de aguas. Estos conjuntamente con la circulaci3n geostrófica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que a 170 y 40 mn frente a la península de Mejillones donde se concentraron altas densidades de jurel, se desarrolla un giro cicl3nico y otro anticicl3nico. Estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, es decir, mediante cambios en la distribuci3n espacial del alimento, las presas y los predadores pueden afectar la historia de vida de algunos organismos presentes en la zona de estudio.

La densidad acústica se incrementó hacia el sur, y donde la zona adyacente a la banda costera de mayores valores de densidad acústica de jurel corresponde al límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que anchoveta se ubicó dentro de ella, ya que coincide con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades que caracterizaron las aguas de surgencia, evidenciando una estratificaci3n espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel.

El jurel se encontró en temperaturas de 15°C a 19,9°C y salinidades que van de 34,4 a 34,89 psu, con un rango preferencial de 15 a 17°C C y 34,5 a 34,89 psu, evidenciando al igual que los registrados en anteriores estudio en la zona norte y centro-sur del Chile, el carácter de jurel como especie ambiente georreferenciado. Es así que, jurel se agrupó de preferencia en sectores cercanos a gradientes térmicos y de descensos de temperatura.



INDICE GENERAL

	P3gina
RESUMEN EJECUTIVO -----	i
3NDICE GENERAL -----	v
3NDICE DE FIGURAS -----	viii
3NDICE DE TABLAS -----	xiii
3NDICE DE ANEXOS -----	xv
1. OBJETIVO GENERAL -----	1
2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS -----	1
3. ANTECEDENTES -----	2
4. METODOLOG3A DE TRABAJO -----	4
4.1 Aspectos generales del crucero -----	4
4.2 Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 3rea de estudio --	5
4.2.1 Dise3o de muestreo -----	5
4.2.2 Calibraci3n electroac3stica -----	8
4.2.3 Informaci3n ac3stica-----	9
4.2.4 An3lisis de la informaci3n ac3stica -----	10
4.3 Biomasa total del recurso jurel en el 3rea de estudio -----	13
4.3.1 C3lculo de la constante de ecointegraci3n (C_b)-----	13
4.3.2 C3lculo de la biomasa y su varianza -----	14
4.3.3 Clave Edad – talla -----	25
4.3.4 Medida de precisi3n del estimado-----	27
4.4 Distribuci3n del zooplancton en el 3rea de estudio -----	28
4.4.1 Colecta de informaci3n-----	28
4.4.2 Procesamiento y an3lisis de las muestras zooplanct3nicas-----	30
4.4.3 Biomasa zooplanct3nica total -----	36



4.5	Fauna acompañante-----	37
4.5.1	Pesca de identificaci3n -----	37
4.5.2	Reconocimiento y proporci3n fauna acompañante -----	39
4.6	Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio -----	39
4.6.1	Diseño general del muestreo. -----	40
4.6.2	Análisis de las muestras y de la informaci3n -----	41
4.6.3	Informaci3n meteorol3gica -----	43
4.6.4	Informaci3n satelital-----	43
4.6.5	Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio ----	44
5.	RESULTADOS-----	49
5.1	Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el área de estudio----	49
5.1.1	Calibraci3n electroacústica-----	49
5.1.2	Distribuci3n geográfica del recurso -----	50
5.1.3	Distribuci3n batim3trica del recurso-----	53
5.2	Biomasa total del recurso jurel y anchoveta -----	53
5.2.1	Constante de ecointegraci3n ($t \cdot mn^{-2} Sa^{-1}$)-----	53
5.2.2	Biomasa total del jurel-----	54
5.3	Distribuci3n y composici3n del plancton -----	63
5.3.1	Composici3n y abundancia del zooplancton -----	63
5.3.2	Distribuci3n del zooplancton -----	69
5.3.3	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----	73
5.3.4	Biomasa zooplanct3nica -----	77
5.4	Fauna acompañante y proporciones en pescas de identificaci3n -	77
5.4.1	Resultados de los lances de pesca -----	77
5.4.2	Proporci3n y composici3n fauna acompañante -----	81
5.5	Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio -----	82
5.5.1	Condiciones meteorol3gicas-----	82
5.5.2	Muestreo regular-----	83



5.5.3	Masas de agua -----	102
5.5.4	Circulaci3n geostr3fica -----	104
5.5.5	Distribuci3n espacial y mensual de la TSM satelital, noviembre 2006 -----	105
5.5.6	Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanogr3ficas-----	106
5.6	Manuscrito en ingl3s -----	113
6.	DISCUSI3N -----	114
7.	CONCLUSIONES -----	124
7.1	Ac3stica -----	124
7.2	Pesca -----	125
7.3	oceanograf3a-----	125
7.4	Plancton-----	126
7.5	Asociaciones-----	126
8.	REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS -----	127

FIGURAS

ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de los muestreos ac3sticos y biooceanogr3ficos.
- ANEXO II.** Personal participante por actividad (HH).
- ANEXO III.** Talleres de difusi3n y discusi3n (Talleres de Trabajo I y II).
- ANEXO IV.** CD contiene: Descriptores y Base de datos Proyecto FIP N3 2007-09.
- ANEXO V.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N3 2007-09.
- ANEXO VI.** Resumen en ingl3s a presentar en:
 - 1) Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, en la Habana, Cuba (26-30 / octubre / 2008).
 - 2) XV Congreso Nacional de Oceanograf3a y II Reuni3n Internacional de Ciencias Marinas-2008, R3o de la Boca, Veracruz, M3xico (13-18/octubre / 2008).



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuci3n de transectas en la zona de estudio. Noviembre 2007.
- Figura 2.** Embarcaci3n y equipos acústicos usados en la evaluaci3n. Noviembre 2007.
- Figura 3.** Distribuci3n espacial de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2007.
- Figura 4.** Distribuci3n espacial de anchoveta en la zona de estudio. Noviembre 2007.
- Figura 5.** Correlogramas para la transecta 11 y 13, Noviembre 2007.
- Figura 6.** Variograma omnidireccional, Noviembre 2007.
- Figura 7.** Distribuci3n batimétrica de jurel. Noviembre 2007.
- Figura 8** Distribuci3n de tallas de jurel del crucero y comercial. Noviembre 2007.
- Figura 9.** Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2007.
- Figura 10.** Relaci3n longitud-peso de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2007
- Figura 11.** Distribuci3n espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre 2007
- Figura 12.** Distribuci3n espacial de salpas en las estaciones planctónicas diurnas y nocturnas. Noviembre 2007
- Figura 13.** Distribuci3n espacial de doliólidos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre 2007.
- Figura 14.** Distribuci3n espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre 2007.



- Figura 15.** Distribuci3n espacial de euf3usidos en las estaciones diurnas y nocturnas. Noviembre 2007.
- Figura 16.** Distribuci3n de la abundancia promedio de los grupos zooplanct3nicos con respecto a la distancia de la costa y latitud. Per3odo diurno nocturno.
- Figura 17.** Dendograma de estaciones y especies para an3lisis sin diferenciaci3n de periodo del d3a, zona o distancia a la costa.
- Figura 18.** Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica. Noviembre 2007.
- Figura 19.** Direcci3n e intensidad del viento (m/s) (a), 3ndice de surgencia promedio (b) e 3ndice de turbulencia (c).
- Figura 20.** Distribuci3n de los vientos seg3n intensidad (a) y rosa de los vientos (b).
- Figura 21.** Distribuci3n superficial de (a) temperatura (°C), (b) anomal3a de temperatura (°C), (c) salinidad (psu), (d) anomal3a de salinidad (psu) (e) densidad (sigma-t) (kg/m³), f) ox3geno disuelto (mL/L).
- Figura 22.** Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) ox3geno disuelto (mL/L) en estrato de 25m.
- Figura 23.** Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) e ox3geno disuelto (mL/L) en estrato de 50m.
- Figura 24.** Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) ox3geno disuelto (mL/L) en estrato de 100m.
- Figura 25.** Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) ox3geno disuelto (mL/L) en estrato de 200m.
- Figura 26.** Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) ox3geno disuelto (mL/L) en estrato de 400m.



- Figura 27.** Profundidad de la isoterma de 15°C (m) (a), anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) (b), anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db) (c), profundidad del límite superior de la mínima de oxígeno (m) (d).
- Figura 28.** Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b), temperatura base de la termoclina (°C) (c), profundidad de la base de la termoclina (m) (d).
- Figura 29.** Gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) (a), máximo gradiente de temperatura en la termoclina (°C/m) (b), y profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m) (c).
- Figura 30.** Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 31.** Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 32.** Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 33.** Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 34.** Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 35.** Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 36.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m³) en las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 37.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m³) en las transectas 5 a 9, zona centro.



- Figura 38.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas 11 a 14, zona sur.
- Figura 39.** Distribuci3n vertical de ox3geno disuelto (mL/L) en las transectas 1 a 4, zona sur.
- Figura 40.** Distribuci3n vertical de ox3geno disuelto (mL/L) en las transectas 5 a 9, zona sur.
- Figura 41.** Distribuci3n vertical de ox3geno disuelto (mL/L) en las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 42.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 43.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 44.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 45.** Masas de agua subant3rtica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 1,2, 3 y 4, zona norte.
- Figura 46.** Masas de agua subant3rtica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 5, 6, 7, 8 y 9, zona centro.
- Figura 47.** Masas de agua subant3rtica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 1, 12, 13 y 14, zona sur.
- Figura 48.** Anomalia de nivel del mar (cm) y velocidad geostrofica (cm/s) de los d3as 5(a), 10(b), 15(c) y 21(d) de noviembre de 2007, tomados como representativos del crucero.



- Figura 49.** Temperatura superficial del mar ($^{\circ}\text{C}$) proveniente del sat3lite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales de entre el 1 y 8 de noviembre (a), entre el 9 y 16 de noviembre (b) y entre el 17 y 24 de noviembre de 2007(c).
- Figura 50.** Distribuci3n espacial de la biomasa de jurel (t/mn^2), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.
- Figura 51.** Distribuci3n espacial de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 52.** Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 53.** Distribuci3n espacial de ox3geno disuelto (mL/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 54.** Distribuci3n espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 55.** Distribuci3n espacial de: a) capa de dispersi3n profunda y b) euf3usidos.
- Figura 56.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Estrato superficial.
- Figura 57.** Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relaci3n a las variables ambientales. Estrato de 25 m. de profundidad.
- Figura 58.** Se1al latitudinal del jurel y su relaci3n con la temperatura y el gradiente t3rmico en la capa superficial: a) Costa-25 mn, b) 26-50 mn y c) > 50 mn.
- Figura 59.** Desembarques de jurel entre 1980- 2005. Fuente Ifop.
- Figura 60.** Modelo conceptual de la estructuraci3n de la poblaci3n de jurel.



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2.** Divisi3n operacional del área de estudio y número de estaciones oceanográficas por sector.
- Tabla 3.** Posici3n 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 dispersi3n 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.** Biomasa y densidad de anchoveta estimada por dos distintos métodos.
- Tabla 9.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 10.** Parámetros y estadística básica de la relaci3n $w=a*L^b$ para la zona de estudio.
- Tabla 11.** Composici3n en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.
- Tabla 12.** Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel.
- Tabla 13.** Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de anchoveta.



- Tabla 14.** Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 15.** Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurna y nocturna (10/400mn) (t): totales; (+): positivas; DE: desviación estándar.
- Tabla 16.** Número total de individuos capturados por sectores y horario de muestreo.
- Tabla 17.** 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 $p < 0,05$).
- Tabla 18.** Número estaciones, especies y ejemplares para las zonas definidas en función a la distancia de la costa.
- Tabla 19.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanctónico, según zona y total.
- Tabla 20.** Tamaño de muestra, hipótesis, estadístico de Wald y valor p para el análisis por zona y periodo del día.
- Tabla 21.** Información de captura en peso de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C "Abate Molina".
- Tabla 22.** Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C "Abate Molina".
- Tabla 23.** Índices de ocupación (en porcentaje) de las cartografías de distribución de jurel en las capas 5, 50 y 100 m.
- Tabla 24.** Coeficientes Cramer's de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficie y 26-50 m.



ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de los muestreos acústicos y bioceanográficos.
- ANEXO II.** Personal participante por actividad (HH).
- ANEXO III.** Talleres de difusi3n y discusi3n (Talleres de Trabajo I y II)
- ANEXO IV.** CD contiene: Descriptores y Base de datos Proyecto FIP N° 2007-09.
- ANEXO V.** CD contiene: Informe final (PDF) y Resumen ejecutivo (Word) Proyecto FIP N° 2007-09.
- ANEXO VI.** Resumen en ingl3s a presentar en:
- 1) Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, en la Habana, Cuba (26-30 / octubre / 2008).
 - 2) XV Congreso Nacional de Oceanografía y II Reuni3n Internacional de Ciencias Marinas-2008, Rí0 de la Boca, Veracruz, Méxic0 (13-18/octubre / 2008).



1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar la biomasa del recurso jurel, entre las regiones I a II, mediante el m3todo hidroac3stico.

2. OBJETIVOS ESPEC3FICOS

- 2.1** Determinar la distribuci3n espacial y batim3trica del recurso jurel en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.2** Determinar la abundancia (en n3mero) y biomasa total (en peso) del recurso jurel por edades, en el 3rea y per3odo de estudio.
- 2.3** Determinar la distribuci3n del zooplancton en el 3rea y per3odo de estudio, con especial 3nfasis en los euf3usidos.
- 2.4** Determinar la fauna acompa1ante y su importancia relativa en los lances de identificaci3n.
- 2.5** Determinar las condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea y per3odo de estudio.



3. ANTECEDENTES

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie de amplia distribución geográfica, que se encuentra 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.).

La amplia distribución del jurel y la densidad de sus concentraciones, hace que esta especie, considerada típicamente pelágica y que habita regiones oceánicas y costeras, haya sido objeto de una pesquería internacional de altura frente al litoral de Chile, entre los años 1978 y 1991, desarrollada por embarcaciones de la ex-Unión Soviética (Elizarov *et al.*, 1993). Esta pesquería es considerada una de las mas importantes del país, se constituye por el aporte al desembarque total de jurel de dos sectores, el primero lo realiza la zona centro-sur con la mayor contribución al desembarque de jurel y el segundo la zona norte, principalmente I y II región.

Durante los años 70's, la pesquería de jurel alcanzó notoriedad en la zona norte debido a una caída en la abundancia de anchoveta. A partir de 1998, las capturas de jurel se han incrementado, observándose para el año 2005 el mayor desembarque hasta la fecha, 159 mil toneladas. Para la zona centro-sur, se ha observado un descenso en las capturas hasta el año 2003, donde se registró el menor desembarque, 773 mil toneladas, posteriormente las capturas se han incrementado levemente. No obstante, en la zona norte no se han alcanzado niveles de desembarque similares a los de la zona centro-sur.



En general, el desarrollo de la pesquería ha sido afectado por cambios ambientales, como el evento El Niño, que han provocado una juvenilizaci3n del stock en toda la costa chilena, afectando directamente los niveles de desembarque y la actividad pesquera industrial. Esto hace considerar una evaluaci3n de la pesquería en la zona norte, como una visi3n alternativa a las principales pesquerías ya existentes, planteando la necesidad de cuantificar el stock presente en esta zona y su disponibilidad, con el objeto de evaluar al recurso como una futura pesquería sustentable.

Considerando la importancia del recurso para la economía del paí3 y el nivel de explotaci3n a que ha sido sometido, el Consejo de Investigaci3n Pesquera ante la necesidad de disponer de antecedentes sobre la abundancia y distribuci3n del recurso jurel, incluy3 el siguiente proyecto en el programa de investigaci3n del ańo 2007.

El presente informe se basa en los resultados obtenidos en el crucero de Evaluaci3n de hidroacústica de jurel en la zona norte, entregando estimaciones de la cuantificaci3n de la biomasa de jurel en el área de estudio y su varianza, además de informaci3n sobre las condiciones ambientales y la posible relaci3n de ésta con la distribuci3n del recurso.



4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Aspectos generales del crucero

La zona de estudio se extendió entre la primera y doscientas millas de la costa, desde el norte de Arica ($18^{\circ} 25'LS$) al sur de Antofagasta ($23^{\circ} 50'LS$). (**Figura 1**), desarrollándose la prospección hidroacústica entre el 28 de octubre al 27 de noviembre del año 2007.

Esta prospección hidroacústica se llevó a cabo a bordo del B/C “Abate Molina” de propiedad de Subsecretaría de Pesca y operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), cubriendo el área de estudio con un total de 14 transectas cuyo límite occidental fueron las 200 millas (**Figura 1**).

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 24 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos básicos. Para tal efecto, la embarcación utilizó una red de arrastre a mediagua con un forro interior de 3,8 a 4,2 cm con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores. En este sentido la cantidad de 24 lances de pesca propuesta inicialmente fue cumplida.

En este sentido, la utilización de arrastre de mediagua como unidad de muestreo fue adecuada y satisfactoria por cuanto este arte vulnera un número mayor de agregaciones que el cerco, lo que permite sustentar una mayor representatividad de la muestra en términos de estructura de tallas. Este arte de pesca es utilizado en las evaluaciones acústicas de jurel realizadas en la zona norte y centro sur del



país, razón por lo cual no existe impedimento en comparar con anteriores resultados.

El B/C “Abate Molina” de eslora 43,5 m y potencia de 1.400 HP, contó con los siguientes equipos; 2 radares (JRC), 1 sistema de navegación GPS (JRC), 1 sonar (FURUNO); 2 ecosondas doble frecuencia (FURUNO), sistema de comunicaciones (INMARSAT), 1 sistema de ecosonda científico SIMRAD EK-500, 1 muestreador tipo roseta (General Oceanics); CTD (Neil Brown); Modelo MARK III B, redes de plancton equipadas con mallas de 300 micras y flujómetros TSK calibrados y arte de pesca de arrastre a media agua que incluye una red Engel diseñada para la captura de jurel.

La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bio-oceanográficas, situadas a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn. La presencia de marejadas durante el transcurso del crucero de prospección, redujo levemente la ejecución de la totalidad de las estaciones de plancton y oceanografía, efectuando sobre un total de 140 estaciones programadas, 139 muestreos de plancton (99,3%) y 134 estaciones oceanográficas (95,7%).

4.2 Distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio

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 fue propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996.



El dise1o corresponde a un muestreo sistem1tico de conglomerado de tama1o variable, donde cada conglomerado es asimilado a un tramo de navegaci3n denominado transecta. En 3sta se registra la informaci3n ac1stica mediante el sistema compuesto por un ecosonda y ecointegrador.

Este tipo de muestreo, que supone aleatoriedad en la distribuci3n del recurso con respecto a la posici3n 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 informaci3n adecuada sobre la distribuci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan y, 2005).

La separaci3n de las transectas se estim3 tomando en consideraci3n, cubrir el 1rea de distribuci3n del recurso, precisi3n estimada en funci3n al 3ndice de cobertura modificado, coeficiente de variaci3n y presupuesto disponible.

El procedimiento de estimaci3n de la precisi3n en el dise1o de muestreo fue considerando la funci3n establecida a partir de los datos obtenidos en los cruceros hidroac1sticos realizados en oto1o e invierno en la zona centro-sur, entre los a1os 1991 y 1994. Su expresi3n relaciona la distancia total recorrida (transectas) y la ra3z del 1rea prospectada, ponderada por el porcentaje de presencia de agregaciones de jurel tipo cardumen, de acuerdo a:

$$d = \frac{D}{\sqrt{A}}$$

$$MDC = d \cdot SP$$



siendo,

- d = índice de cobertura.
- D = distancia recorrida (mn)
- A = área a prospectar (mn²)
- MDC = índice de cobertura modificado
- SP = porcentaje de agregaciones tipo cardumen en la zona de estudio

y,

$$CV = a \cdot MDC^b$$

- CV = coeficiente de variación
- a y b = coeficientes regresivos

La distancia entre transectas fue de 25 mn, en la zona a prospectar, esta densidad de muestreo consideró obtener un coeficiente de variación (CV) esperado entre un 15,4 y 30,9% en la evaluación acústica, en el primero si se observa una presencia de cardúmenes en la zona de un 45% y, en el segundo, si el porcentaje de cardúmenes es de 15%. Luego para alcanzar estos CV se requiere efectuar 14 transectas en la zona de estudio, donde para cada transecta, se recolectará información acústica desde la superficie y los 500 m de profundidad.

El período de prospección correspondió al mes de noviembre, dado que la información de captura de la flota (captura por unidad de esfuerzo - c.p.u.e) por ser jurel una especie alternativa a la captura de la especie objetivo anchoveta, sus variaciones no representan cambios de disponibilidad, sino mas bien, son reflejo de una reorientación de la intencionalidad de pesca dado factores tales como termino de la cuota de anchoveta o vedas. Información independiente a la pesquería proveniente



de los resultados alcanzados en evaluaciones acústicas realizadas en la zona entre 1981-1997, registra valores de biomasa más estables para la primavera respecto a otros períodos del año (Castillo *et al.*, 1984-1995). Asimismo, evaluaciones más recientes realizadas en la zona de estudio (otoño 2002 Cordova *et al.*, 2002 y primavera 2006 Cordova *et al.*, 2007), en periodos cuando la flota cerquera ha registrado mayores desembarques de jurel en los últimos cinco años (pico primario y secundario), muestran una mayor disponibilidad del recurso en noviembre del 2006 (114.600 t) respecto de abril del 2002 (18.100 t).

4.2.2 Calibración electroacústica

La calibración del sistema de ecointegración SIMRAD EK-500, se realizó mediante el procedimiento establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991), consistente en un proceso iterativo donde se mide las señales de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (S_A) 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. El proceso de medición de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegración 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:

$$G_1 = G_0 + \frac{10 * \log \frac{S_{Am}}{S_{At}}}{2}$$

siendo:

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

donde;

- Φ_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB),
- r = profundidad de la esfera (m),
- r_0 = profundidad de referencia de la esfera 1 m.
- ψ = ángulo equivalente del haz acústico,
- S_{At} = S_A teórico del blanco estándar,
- S_{Am} = 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 interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediagua. Esta información es complementada además con las capturas de la flota de la región norte, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.



La informaci3n acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energí3a 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 básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la informaci3n acústica. La distribuci3n espacial del jurel en el á3rea 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 á3reas de mayor concentraci3n de los recursos (Simmonds y MacLennan, 2005).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3 mediante el uso del programa SURFER (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 informaci3n acústica

A fin de determinar y describir las estructuras espaciales existentes en la informaci3n acústica, se calcul3 el índice de dispersi3n 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:

$$IC(\%) = \frac{IBM^{(+)}}{IBM^{(t)}} * 100$$

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 ($t/mn^2/Sa$) a la talla central (mediana).

b) **Descripción de estructuras espaciales**

Las características de las agregaciones de jurel, se determinaron mediante la construcción de correlogramas, lo cual permite visualizar y cuantificar la existencia de macroestructuras en datos acústicos (Barbieri, 1981; Barbieri y Córdova, 1986, Córdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresión:



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

donde,

- k = orden de autocorrelaci3n
- Y_{ij} = densidad j-ésima de la transecta i-ésima
- Y_i = densidad media de la transecta i-ésima
- n_i = n3mero de IBM en la transecta i-ésima
- 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 semivariogramas, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992), Rivoirard **et al.**, (2000) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado en las evaluaciones hidroac3sticas de recursos pelágicos zona norte (Castillo **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 S_A
- x = vector de posici3n de la medici3n de la IBM
- y(h) = vector de magnitud h o distancia entre la posici3n de z(h) a z(h+1)



4.3 Biomasa total del recurso jurel en el 1rea de estudio

4.3.1 C1lculo de la constante de ecointegraci3n (\hat{C}_b)

La constante de ecointegraci3n \hat{C}_b se estim3 mediante la ecuaci3n propuesta por Bodholt (1991):

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

donde:

- \hat{C}_b = constante de ecointegraci3n ($t * mn^{-2} * S_A^{-1}$)
- \bar{w} = peso promedio del jurel (kg)
- TS = fuerza de blanco promedio del jurel (db)
- Sa = Unidades de ecointegraci3n

La fuerza de blanco promedio (TS), fue calculada a partir del modelo de regi3n TS= 20,11*Log (L) - 68,67, determinado por C3rdova *et al.*, 1998. el cual se aproxima a un modelo de proporcionalidad entre el cuadrado de la longitud y la fuerza de blanco (Foote, 1986). Esta ecuaci3n est1 construida a partir de informaci3n de ejemplares peque1os, medianos y grandes capturados en la zona de la pesquer1a, la cual se robustece en la medida que se disponga de informaci3n adicional provenientes de lances de pesca, que bajo condiciones especiales constituyan datos fuerte ha considerar, esto es, buena resoluci3n de blanco ante condiciones de tiempo, mar y dispersi3n del recurso en la zona de estudio.



4.3.2 C3lculo de la biomasa y su varianza

a) Biomasa en peso total

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

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

donde:

\hat{A} = 3rea de distribuci3n 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) sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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 S_A 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,

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$\text{Cov}_{(b,m)}$, es la covarianza

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

σ^2 , es la varianza general de los residuos



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

donde,

- \bar{L} = longitud promedio o mediana
- L_i = longitud observada
- \hat{TS}_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 $\hat{V}_1(\hat{R})$ utilizados fueron:

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

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

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} est1 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:

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

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

El intervalo de confianza $(1-\alpha)$ para la biomasa, se estima por la expresi3n:

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

– **M3todo 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 raz3n obtenido de la i -3sima muestra de tama1o n seleccionada con reposici3n 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, est3 dado por el percentil corregido (BC):

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

donde \hat{F}^{-1} es la funci3n inversa de la distribuci3n 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, correspondi3 al m3todo intrínseco propuesto por Petitgas (1991), quien aplica principios de geoestadística a la estimaci3n de varianza de datos pesqueros geogr3ficamente correlacionados, mediante la expresi3n:

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

donde, los t3rminos de la ecuaci3n se pueden representar mediante sus respectivos variogramas $(\gamma(h))$, y

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

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



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

siendo V el 1rea de distribuci3n del recurso en el 1rea de estudio, α y β los 1ndices de los intervalos b1sicos de muestreo y n el n1mero de muestras en V .

La varianza σ_e^2 depende de la estructura espacial a trav1s de tres factores geom1tricos: la geometr1a del campo para $\gamma(V, V)$; de la disposici3n entre los intervalos b1sicos de muestreo para $\bar{\gamma}(S, S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\bar{\gamma}(S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

c) Biomasa a la talla

La informaci3n fue obtenida a partir de los lances de pesca, en donde, en cada lance se separ3 al azar una muestra que en general super3 los 50 ejemplares, registrando por ejemplar informaci3n de longitud horquilla (cm), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez de las g3nadas, de acuerdo al procedimiento de muestreo biol3gico establecido por IFOP (Aranis y Mendieta, 1986).

– Estimaci3n de estructura de talla

La estimaci3n de la estructura de tallas ponderada P_{hk} es a trav1s del siguiente estimador:

$$P_{hk} = \sum_{i=1}^{m_h} \frac{C_{hi} t_{hi} S a_{hi}}{C_h t_h S a_h} P_{hik}$$



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 (5 mn)
- C_{hi} = captura en peso 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_{hik} = 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" (\hat{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



– **Estimaci3n de la abundancia por clase de talla X_{hk}**

El parámetro \hat{X}_{hk} fue estimado mediante la siguiente fórmula:

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

– **Estimaci3n de la biomasa por clase de talla B_{hk}**

La biomasa por clase de talla B_{hk} fue estimada por la siguiente expresi3n:

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

Varianza biomasa a la talla

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

La varianza del estimador del P_{hk} fue calculado mediante la siguiente expresi3n:

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

donde,

M_h = número m3ximo de lances que pueden ser realizados

N_{hi} = número m3ximo de ejemplares que pueden ser medidos

y,

$$Ct_{hi} = C_{hi} t_{hi}$$

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

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



– **Estimaci3n de varianza del peso medio a la talla**

La estimaci3n de la varianza del estimador del peso medio a la talla se realiz3 mediante la aplicaci3n de la siguiente expresi3n:

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

– **Estimaci3n 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 f3rmula:

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

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”



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:

$$N_t = \left(\frac{\sum_j^n f_j}{\sum_j^n W_j} \right) B$$

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:

$$N_j = \left(\frac{f_j}{\sum_j^n f_j} \right) N_t$$



Descomposici3n del n3mero total de individuos por edad

Los individuos presentes en cada intervalo de longitud (N_j), se asignan a las diferentes edades seg3n 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 evaluaci3n hidroac3stica del jurel.

Luego, el n3mero de individuos perteneciente a cada GE seg3n intervalo de talla es:

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

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

donde,

N_j = n3mero estimado de individuos a la longitud "j"

N_{ij} = n3mero estimado de longitud "j" que pertenece a la edad "i"

N_i = n3mero estimado de individuos a la edad "i"

4.3.4 Medida de precisi3n del estimado

El nivel de precisi3n del estimado se entrega a trav3s del coeficiente de variaci3n y porcentaje de error.

a) Coeficiente de variaci3n (C_v)

$$C_v = \frac{\sqrt{V_x}}{\bar{X}}$$



donde:

V_x = varianza de la biomasa
X = biomassal

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 biomasa
B = biomasa
t = estadístico t de student
∞ = nivel de confianza a un 95 %

4.4 Distribuci3n del zooplancton en el 1rea de estudio

4.4.1 Colecta de informaci3n

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n acústico a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100 130, 170 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre 1 y 200 millas. Dado que la prospeccion acustica fue diurna, y que durante su desarrollo se realizan lances de pesca, las estaciones planct3nicas de finales de las transectas en general fueron nocturnas.



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 se realizó en Valparaíso previo al crucero, de acuerdo a la metodología propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodología estándar del Instituto Nacional de Hidráulica de Chile, determinado las siguientes ecuaciones de calibración:

B/C “Abate Molina”):

$$V = 0,1623 * N + 0,0196 \quad (\text{TSK 6098})$$

$$V = 0,1563 * N + 0,0204 \quad (\text{TSK 5271})$$

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 210 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la posición vertical de la capa de plancton (300-400 m) que proporciona el equipo Simrad EK-500.

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 entre 45° y 50°, con el viento a babor.

La profundidad real de muestreo fue corregida mediante la medici3n 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 estaci3n fueron fijadas inmediatamente despu3s de extraídas de los copos colectores y almacenadas en frascos previamente etiquetados con una soluci3n de formalina al 5% en agua de mar, neutralizada con tetraborato de sodio, para mantener así una óptima preservaci3n de los ejemplares.

En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon microscopios estereosc3picos, marca Nikon y Zeis con aumentos de 8 a 50 veces. Para cada grupo zooplanct3nico presente se cuantific3 su abundancia. El conteo de los organismos poco abundantes se realiz3 sobre la muestra total, principalmente cuando se trat3 de la presencia del grupo de los eufáusidos, por ser un ítem importante en la alimentaci3n de jurel en la zona de estudio. En la cuantificaci3n de aquellos zooplancteres cuyas densidades fueron muy grandes, se utiliz3 para su subdivisi3n el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracci3n de la muestra subdividida sobre la cual se realiz3 el recuento y clasificaci3n de los organismos, fue extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada, su representaci3n gráfica se realiz3 en base a la escala métrica log² que permite



determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980), as3 como el software *ad hoc* SURFER 8.0.

En el an3lisis se determinaron los organismos zooplanct3nicos m3s abundantes en t3rminos num3ricos, dando especial 3nfasis al grupo de los euf3usidos.

La separaci3n de las muestras consider3 el per3odo entre 8:00 – 20:00 como diurno y entre las 20:01 – 7:59 como nocturno. La existencia de diferencias estad3sticamente significativas entre la abundancia relativa media de los grupos de mayor dominancia, capturados en lances diurnos y nocturnos, se prob3 mediante el an3lisis no- param3trico de Kruskal-Wallis, a un nivel de confianza del 95 %.

Los grupos zooplanct3nicos se clasificaron en base al ordenamiento sistem3tico formulado por Bougis (1974) y Barnes (1986), utilizando como ayuda descriptiva para la determinaci3n de los grupos los trabajos de Newell *et al.* (1966), Vidal (1968), Arcos (1975), Boltovskoy (1981) y Palma y Kaiser (1993).

El an3lisis consider3 la constancia num3rica o frecuencia de ocurrencia medida como la relaci3n porcentual entre el n3mero de muestras con presencia del grupo y las muestras totales, as3 como la dominancia num3rica de los grupos que expresa la relaci3n del n3mero de ejemplares del grupo respecto al total de individuos,

En este estudio se entender3 como; Abundancia relativa al n3mero 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 n3mero total de estaciones y Densidad, al n3mero de individuos bajo una unidad de 3rea o volumen.



En el an3lisis de las comunidades zooplanctonica se utilizaron 3ndices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon), similitud (Winer). y adem3s de un an3lisis multinomial para describir las distribuciones del zooplancton.

a) 3ndice de riqueza de Margalef (Margalef, 1977)

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

donde,

S = n3mero total de especies presentes en la muestra.

n = n3mero total de individuos de todas las especies presentes en la muestra.

Este 3ndice toma el valor de 0, si y s3lo si, el n3mero de especies en la muestra es 1. Su valor ser3 m3ximo mientras mayor sea el n3mero de especies totales de la muestra.

b) 3ndice diversidad Shannon & Weaver (Luwing & Reynolds, 1988)

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

donde,

pi = abundancia proporcional

S^* = n3mero de especies presentes en la muestra.



El 3ndice es igual a 0, si y s3lo si, el n3mero de especies en la muestra es 1. Es m3ximo s3lo cuando todas las especies est3n representadas con el mismo n3mero de individuos en la muestra (distribuci3n uniforme).

c) 3ndice diversidad de Hill (Luwing & Reynolds, 1988)

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

donde,

H' = 3ndice de Shannon & Weaver.

El 3ndice de Hill fluct3a entre 1 y un valor m3ximo, que depende del valor m3ximo del 3ndice H' . En general, representa el n3mero de especies en la comunidad y se interpreta como el n3mero m3nimo de especies de igual abundancia que entregan un valor similar del 3ndice de diversidad H' .

d) 3ndice de uniformidad de Pielou (Ludwing & Reynolds, 1988)

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

donde,

H' = 3ndice de Shannon & Weaver

S = n3mero total de especies presentes en la muestra

e) 3ndice de uniformidad Sheldon (Ludwing & Reynolds, 1988)

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



donde,

H' = 3ndice de Shannon & Weaver

S = n3mero total de especies presentes en la muestra.

Estos 3ndices se mueven en un rango de valores de 0 a 1. Tienen a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una m3xima dominancia de una especie o grupo. Tienen a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una m3xima uniformidad.

f) 3ndice similitud Winer (Saiz, 1980)

Este 3ndice permite agrupar a los individuos de acuerdo a su coexistencia, trabaja con el grado de asociaci3n entre las especies o grupos en el par de muestras (A, B) que se est3 analizando. Tiene un dominio entre 0 y 1, el valor 0 indica que el par de especies o grupos zooplanct3nicos no est3n presentes simult3neamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre est3n presentes simult3neamente.

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

donde x e y son los valores de importancia de cada elemento en la condici3n A y B, respectivamente.

Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Winer, se elaboraron dendogramas de relaciones de similitud a trav3s de un m3todo de agrupamiento,



utilizando el m3todo del promedio aritm3tico de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973) y C3rdova *et al.*, 2003.

g) Comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas

A objeto de comparar las distribuciones zooplact3nicas diurnas y nocturnas, para determinar si existen diferencias estad3sticamente significativas entre estas, sobre la base de muestras no replicadas, se consider3 como instrumento de an3lisis la distribuci3n multinomial para describir las distribuciones zooplact3nicas en la poblaci3n de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecol3gicos y/o biol3gico-pesqueros (Rindorf *et al.*, 2001). Es as3 que, existen distintos procedimientos estad3sticos dise1ados para abordar la comparaci3n de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribuci3n bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teor3a asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalizaci3n de la regres3n log3stica para respuestas dicot3micas, denominada regres3n log3stica nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categor3as de la variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplact3nicas. Una categor3a se elige arbitrariamente como la categor3a de referencia y las funciones de enlace est3n definidas por,

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



donde,

π_j = representa la proporci3n de la j-3sima especie

β_j = vector de par3metros asociado a la j-3sima especie

X_j = vector de covariables.

Las ecuaciones logitos (j-1) se utilizan simult3neamente para estimar los par3metros β_j .

Esta generalizaci3n permite el uso de todas las herramientas de la inferencia existente para estos tipos de modelos, utilizando la distribuci3n muestral aproximada del estimador m3ximo veros3mil para el contraste de hip3tesis.

4.4.3 Biomasa zooplanct3nica total

La medici3n de los bio-v3lúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanct3nica total, se realiz3 con posterioridad a la determinaci3n cuantitativa y taxon3mica del zooplancton, emple3ndose el m3todo de desplazamiento de volúmenes húmedos (Postel *et al.*, 2000). El volumen zooplanct3nico fue determinado dos veces en cada muestra, promediando la medici3n de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medici3n los organismos cuyo volumen super3 los 5 ml.

La biomasa zooplanct3nica se calcul3 mediante la siguiente ecuaci3n:

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

donde:

Y = ml de zooplancton en 1000 m³

X = ml de zooplancton

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



4.5 Fauna acompañante

Para la determinaci3n de la fauna acompañante y sus proporciones en la pesca de identificaci3n, se aplic3 la siguiente metodología.

4.5.1 Pesca de identificaci3n

La unidad de muestreo fue el lance de pesca con una red de arrastre a mediagua, efectuando un total de 24 lances de pesca en la zona de estudio. Cuando la captura por lance de pesca fue alta, se obtuvo muestras aleatorias de su captura a través de dos o tres cajas de 20-25 Kg, en tanto para capturas menores se realiz3 un censo, procediéndose en ambas situaciones a separar los ejemplares de jurel de la fauna acompañante.

En el caso de ejemplares de mayor tamaño, se procedi3 a separar del resto de la fauna acompañante e identificar, contar y pesar por especie, mientras que para especies muy escasamente representadas, los individuos fueron removidos de la captura, contados y pesados por especies. Para aquellas especies cuya identificaci3n resulto dudosa, se conservaron para confirmaci3n posterior. Estos datos se registraron en formularios específicos para este prop3sito

La captura en peso (y número de individuos) de cada especie por lance, se obtiene del cociente entre el peso (y número de individuos) en la submuestras y la captura, de acuerdo a la expansi3n:

La expansi3n de la muestra a la captura es el siguiente:



Proporci3n en peso:

$$\hat{P}_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} w_{si}}{\sum_{i=1}^{i=n} w_i}$$

$$\hat{V}(\hat{P}_{sw}) = \frac{1}{n} \frac{1}{\hat{w}^2} \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} (w_{si} - \hat{P}_{sw} * w_i)^2 \approx \frac{1}{n-1} \hat{P}_{sw} (1 - \hat{P}_{sw})$$

donde,

w_{si} = peso del ejemplar "i" de la especie "s" en la muestra

w_i = peso del total de especie en la muestra

n = tama1o de muestra de los ejemplares en peso

\hat{w} = peso promedio para el total de especies

y donde la proporci3n en peso de la fauna acompa1ante para el lance tiene la misma estructura

Proporci3n en n1mero:

$$\hat{P}_s = \frac{n_s}{n}$$

$$\hat{V}(\hat{P}_s) = \frac{1}{n-1} \hat{P}_s (1 - \hat{P}_s)$$

donde,

n_s = n1mero total de ejemplares de la especie "s" en la muestra

n = tama1o de muestra de los ejemplares en n1mero



La captura total fue estimada mediante el encajonado total de la captura multiplicado por el peso medio de una caja, el cual es estimado a partir de la muestra (cajas) tomada desde la captura. Luego con estos estimadores se expande la proporci3n de la muestra a la captura total.

4.5.2 Reconocimiento y proporci3n fauna acompa1ante

Para determinar la fauna acompa1ante y sus proporciones en la pesca de identificaci3n, se procedi3 a separar por especie todos los ejemplares presentes en la captura del lance. Se registr3 en cada uno de ellos su peso y longitud total o de horquilla seg1n fue el caso.

La identificaci3n se efectu3 a trav3s de uso de antecedentes bibliogr1ficos (Peque1o 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avil3s 1987, Peque1o y D'Ottone 1987, Mel3ndez y Meneses 1989, Kong y Mel3ndez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificaci3n no fue posible a bordo, se tomaron fotograf1as y el esp3cimen se conserv3 en formalina al 10 % con la informaci3n correspondiente para su posterior identificaci3n en tierra.

4.6 Condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio

A fin de determinar las condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio se aplic3 la siguiente metodolog1a



4.6.1 Dise1o general de muestreo

Durante el crucero de investigaci3n se realizaron 14 transectas con estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, con 10 estaciones de muestreo situadas a las 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100, 130, 170 y 200 mn.

En cada una de las estaciones oceanogr1ficas, se obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu) y ox3geno (mL/L), desde la superficie hasta un m1ximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utiliz3 un CTDO NEIL BROWN, modelo Mark IIIC, conectado a un sistema de muestreo autom1tico tipo roseta GENERAL OCEANICS, con 12 botellas Niskin de 5 litros de capacidad, operado a tiempo real. Adem1s se recolectaron muestras discretas de aguas de mar para determinar ox3geno mediante m3todo Winkler modificado por Carpenter (1965) y salinidad (salin3metro TSK DIGIAUTO), a fin de calibrar y corregir los valores determinado por los sensores.

La **Tabla 2** resume el n3mero de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero, de acuerdo a un agrupamiento bajo un criterio de proporcionalidad dentro del 1rea de estudio.

Tabla 2. Divisi3n del 1rea de estudio y n3meros de estaciones oceanogr1ficas por sector.

Sector	L3mite	Estaciones	Latitud
	Oeste (mn)	de muestreo	Sur
Norte	200	40	18 $^{\circ}$ 25'-19 $^{\circ}$ 40'
Centro	200	50	20 $^{\circ}$ 05'-21 $^{\circ}$ 45'
Sur	200	44	22 $^{\circ}$ 10'-23 $^{\circ}$ 50'
Area Total	200	134	18 $^{\circ}$ 25'-23 $^{\circ}$ 50'



El 95,7% de las estaciones oceanogr3ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, y solo en 6 no fue posible evaluar todas las variables hidrogr3ficas, dada la adversa condici3n meteorol3gica y el estado del mar no permiti3 su realizaci3n por razones operativas y de seguridad.

La **Tabla 3** resume la posici3n de cada una de las **14** 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	
			5-100 mn	101-200 mn
1	18°25'	10	21.11.07	22.11.07
2	35°00'	10	22.11.07	26.11.07
3	35°50'	10	19.11.07	24.11.07
4	36°40'	10	18.11.07	25.11.07
5	37°30'	10	15.11.07	18.11.07
6	38°20'	10	13.11.07	15.11.07
7	38°45'	10	11.11.07	13.11.07
8	39°10'	10	10.11.07	11.11.07
9	39°35'	10	07.11.07	09.11.07
10	40°00'	6	06.11.07	07.11.07
11	40°25'	8	04.11.07	05.11.07
12	40°50'	10	02.11.07	04.11.07
13	41°15'	10	29.10.07	31.10.07
14	41°40'	10	31.10.07	01.11.07

4.6.2 An3lisis de las muestras y de la informaci3n

La informaci3n del CTD (temperatura, salinidad y ox3geno) se proces3 de acuerdo a procedimientos est3ndares recomendados por el fabricante de cada equipo. Se realiz3 control visual de los datos obtenidos comparando con los registros de la zona publicados por diversos autores (Silva, 1983, Rojas y Silva 1996 y Silva *et al*, 2003),



los cuales muestran que las observaciones est3n dentro de rangos t3picos para la zona de estudio.

El c3lculo de la densidad fue realizado utilizando la ecuaci3n internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero & Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

Con los datos oceanogr3ficos validados se confeccionaron cartas de distribuci3n horizontal de temperatura, salinidad, densidad y ox3geno disuelto, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m, as3 como anomal3a mensual de temperatura y salinidad. En sentido vertical, el an3lisis de las variables oceanogr3ficas medidas en este trabajo se realiz3 a trav3s de secciones oceanogr3ficas verticales para cada una de las variables y en cada una de las 14 transectas realizadas.

A partir de la informaci3n oceanogr3fica vertical se obtuvo informaci3n de la capa de mezcla (espesor), termoclina (espesor, profundidad-temperatura base, profundidad de isoterma de 15° C, profundidad-promedio del m3ximo gradiente), limite superior de la capa de m3nimo ox3geno y anomal3a geopotencial de superficie referida a 500 m. Las masas de agua presentes en la zona de prospecci3n fueron determinadas a trav3s de la confecci3n de diagramas TS, para cada una de las transectas. El porcentaje de participaci3n de las masas de agua se obtuvieron mediante el m3todo de triangulo de mezcla (Mamayev, 1975) y se representaron en forma grafica como secciones verticales, utilizando los valores tipo para las respectivas masas de agua dado por Silva & Konow (1975).

La condici3n de normalidad se determin3 considerando los valores de anomal3a de la variable temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C, bajo la condici3n de variaciones cercanas a cero implica acercarse a condiciones promedios para la zona.



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, tipo y cantidad de nubes, altura y direcci3n de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Durante la navegaci3n tambi3n se recopil3 informaci3n de viento en forma horaria y corresponde al valor predominante observado.

A partir de la informaci3n de viento horaria se determin3 el 3ndice de surgencia (IS) instant3neo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y el 3ndice de de turbulencia (IT), que corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (Bakun y Parrish 1982).

4.6.4 Informaci3n Satelital

Para el an3lisis de la estructura t3rmica superficial, se procesaron datos promedios semanales de TSM obtenidos mediante el programa "Ocean Color Web" para la distribuci3n de datos del sat3lite MODIS-Aqua (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>), con una resoluci3n espacial de 4 x 4 km y una resoluci3n temporal diaria. Sat3lite que dispone de sensores AVHRR que permiten obtener la TSM de la primera capa del oc3ano tanto de d3a como de noche, permitiendo tener una buena visualizaci3n de los fen3menos t3rmicos y superficiales.

Se incorpor3 im3genes satelitales de circulaci3n geotr3picas superficial con la finalidad de conocer estructuras oceanogr3ficas de mesoescala, para lo cual fueron obtenidos datos de anomal3a del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geotr3ficas del Centro de Datos de Oceanografia Satelital, Interpretacion, Validaci3n y Almacenamiento VISO (<http://www.aviso.oceanobs.com/>), con una resoluci3n



espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$. Datos satelitales que son el resultado del procesamiento combinado de todos los satélites disponibles usando una interpolación óptima y tomando en cuenta los errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet *et al.*, 2000), lo que proporciona mapas con una reducción significativa del error (hasta un 30%) y proporciona mapas más realistas que los datos en forma individual, mejorando la descripción de la variabilidad de mesoescala del océano. Los datos obtenidos y graficados en este informe corresponden al día 5, 10, 15 y 21 de noviembre.

4.6.5 Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio

Se efectuó un análisis espacial de la distribución y abundancia de jurel y las variables oceanográficas registradas a partir de la información generada en el crucero de prospección. La información comprende la prospección acústica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanográficas temperatura ($^\circ\text{C}$), salinidad (psu), oxígeno (mL/L), densidad (σ_t), eufáusidos (individuos/1000m³), y densidad acústica de la capa de dispersión profunda (S_A).

4.6.5.1 Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables oceanográficas

Procesamiento de la información

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1999) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripción espacial de las variables acústicas y bio-oceanográficas se configuraron imágenes 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 tres planos: 1 ^a : superficie a 25 m 2 ^a : 26 a 50 m
Temperatura ($^{\circ}C$)	Puntual	en tres planos: 1 ^a : superficie a 25 m 2 ^a : 26 a 50 m
Salinidad (psu)	Puntual	en tres planos: 1 ^a : superficie a 25 m 2 ^a : 26 a 50 m
Ox3geno (mL/L)	Puntual	en tres planos: 1 ^a : superficie a 25 m 2 ^a : 26 a 50 m
Densidad (σ_t)	Puntual	en tres planos: 1 ^a : superficie a 25 m 2 ^a : 26 a 50 m
Euf3usidos (individuos/1000 m^3)	integrado en la columna de agua	
Capa de dispersi3n profunda (S_a)	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 360 columnas (en el sentido E-W) y 360 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.

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

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

Por otra parte, a la cartografía reclasificada de la distribución de la especie, se le determinó el índice de Ocupación (IOC) por categorías de clases; definido como el cociente entre el número de píxeles de la categoría de abundancia y el número total de píxeles con registro de la especie.



a) 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). Coeficiente que va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa, permitiendo de esta forma determinar el grado de asociación existente entre la distribución espacial del recurso y las variables ambientales físicas y biológicas.

b) Determinación de rangos de preferencial 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.

c) 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 o IBM. Para tal efecto se utilizó la metodología propuesta por (Castillo *et al.*, 2000; Córdova *et al.*, 2001) creándose una grilla con una



resoluci3n de 2 mn latitudinal y 50 mn longitudinal. Gener3ndose tres se1ales: la primera denominada costera y situada entre la costa y 50 mn, la segunda llamada intermedia posicionada entre los 51 y los 100 mn y una tercera situada al oeste de las 101 mn y se denomina oce3nica. Asimismo, se estimaron los gradientes t3rmicos y salinos longitudinales, calcul3ndose el diferencial entre p3xeles vecinos mediante los comandos del SIG.



5. RESULTADOS

5.1 Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el 1rea de estudio

5.1.1 Calibraci3n electroac3stica

Los resultados de las calibraciones electroac3sticas efectuadas a bordo del B/C "Abate Molina" en el periodo 2000- 2007, se resumen en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersi3n volum3trica) 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
VALPARAISO	16/05/00	A. Molina	26,5	27,6	28,2	26,8	27,4	27,9
TALCAHUANO	18/05/01	A. Molina	26,5	27,7	28,3	26,8	27,5	27,9
TALCAHUANO	01/11/01	A. Molina	26,4	27,7	28,6	26,9	27,5	28,2
TALCAHUANO	27/12/01	A. Molina	26,6	27,7	28,4	26,9	27,5	28,0
VALPARAISO	24/04/02	A. Molina	26,6	27,8	28,2	26,9	27,6	27,9
VALPARAISO	07/05/03	A. Molina	26,1	27,6	28,1	26,8	27,5	28,0
VALPARAISO	24/05/04	A. Molina	26,3	27,5		26,7	27,4	
VALPARAISO	17/05/05	A. Molina	26,	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
VALPARAISO	25/05/06	A. Molina	26,4	27,6	28,2	26,9	27,4	27,8
PISAGUA	01/12/06	A. Molina	26,5	27,6	28,3	26,8	27,4	27,8
MEJILLONES	28/10/07	A. Molina	26,6	27,8	28,5	27,1	27,7	28,2
VALOR PROMEDIO DESVIACI3N			26,41	27,67	28,32	26,87	27,48	27,87
			0,19	0,09	0,18	0,09	0,10	0,27

1 S3lo se calibr3 longitud de pulso de trabajo.

En este sentido, el an1lisis estad3stico realizado mediante la aplicaci3n 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 cr3ticos de aceptaci3n a un nivel de confianza de 95% (**Tabla 6**).



Tabla 6. Valores de t Students observados y cr3ticos 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)	0,27	0,34	0,65	0,27	0,,56	0,31
T (CR3TICO;95%)	2,16	2,16	2,20	2,16	2,16	2,20

Los resultados indican que no existe una deriva significativa en el equipo de evaluaci3n ac3stica SIMRAD EK-500, permaneciendo 3ste en los rangos de variaci3n se3alados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es m3nimo.

5.1.2 Distribuci3n geogr3fica del recurso

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel principalmente desde Pisagua (19°36'LS) a sur de Antofagasta, con una distribuci3n cuyo v3rtice superior se situ3 entre las 40 y 60 mn desde Pisagua a Tocopilla y su base alcanza las 180 mn de la costa frente a península de Mejillones, mientras que hacia el sector noroeste su presencia fue nula (**Figura 3**). Frente a Arica y Pisagua, este sector se caracteriz3 por ecogramas con agregaciones espor3dicas y bajos valores de integraci3n asociados a peces mictofidos (*Vincigerria* sp) y otros (jibias, calamares), en tanto hacia el sur, los ecogramas en este sector muestran el predominio de registros imperceptibles de la capa de plancton superficial.

En general, si bien es cierto las densidades predominantes de jurel estuvieron en el rango m3s bajo de densidad (1 a 75 t_{mn}²), el recurso present3 algunas zona de concentraci3n que pudieron constituir sectores importante de pesca, principalmente aquellas registrada cercas de las 200 mn de la costa. Al comparar



la distribución de jurel con la reportada en mayo del 2002 noviembre del 2006, se puede establecer que mantiene la presencia de bajas densidad acústicas de jurel, sin embargo este año, una presencia mayor de altas densidades se registra en la zona de estudio.

La distribución espacial del recurso se caracterizo por un mayor contagio en sus agregaciones, lo que se corresponde con lo registrado en la zona centro-sur del país, donde se concentra principalmente la pesquería de jurel, siendo este año semejante a lo registrado en anchoveta, donde su distribución mas costera presento un numero importante de focos de mayor densidad (**Figura 4**). En este sentido, es posible destacar como zona de concentración importante del jurel aquellas ubicadas a 60 millas frente a punta Arenas (21°45'LS) y 180 mn desde la Península de Mejillones a Antofagasta, registrando el resto del área predominio de densidades que no superaron las 75 t/mn².

En general, las agregaciones de jurel no presentaron grandes diferencias con lo observado en anteriores evaluaciones acústicas realizadas en la zona de estudio y en el sector donde se concentra su pesquería, donde de manera recurrente se registra una distribución con agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa.

5.1.2.1 Índice de presencia (IC) y densidad (ID)

Para el área total el índice de presencia (IC) y densidad (ID) fue de 1,05% y 437,19 t/mn², valores que son distintos a los alcanzados en la zona durante abril del 2002 (IC=2,5% y ID=17,99 t/mn²) y noviembre del 2006 (IC=3,52% y ID=49,61 t/mn²), donde la biomasa estimada alcanzó a 18.100 y 114.600 toneladas respectivamente. En este sentido, el menor índice de presencia y el fuerte incremento del índice de densidad se corresponde con lo observado este año en la zona de estudio, donde el recurso presento un grado



mayor de concentraci3n respecto a las anteriores evaluaciones. Luego este tipo de distribuci3n se asemeja a lo registrado en la zona centro sur, donde se localiza principalmente su pesquería, al detectar durante los meses de mayor concentraci3n del recurso una fuerte presencia de altas densidades bastante acotadas espacialmente.

5.1.2.2 Correlograma

El análisis de los correlogramas por transectas no muestra rangos muy distintos para los tamaños de las macroestructuras en la zona de estudio, siendo el tamaño más recurrente 3 mn, se corresponde con la distribuci3n espacial de jurel en el área prospectada, al registrar densidades de jurel bastante homogéneas tanto en sectores de alta y baja densidad (**Figura 5**). En este sentido, en la zona centro sur donde se localiza la pesquería de jurel, esta relaci3n es mas evidente registrando tamaños de macroestructuras que alcanzan entre 8 a 12 mn, en sectores de extensa distribuci3n del recurso con densidades poco variable.

5.1.2.3 Variograma

El análisis de la informaci3n mediante el uso de técnica de geoestadística, indica que la distribuci3n espacial del jurel no fue isotrópica, al presentar una tendencia en los registros acústicos en la direcci3n este–oeste.

Se ajustó al variograma (este-oeste) un modelo exponencial tanto para el sector que comprende las primeras 200 mn, con un sill de 1.6 E+06 y un rango de 3mn (**Figura 6**).



5.1.3 Distribución batimétrica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubicó entre los 10 a 40 m de profundidad, agrupándose el 100% de sus agregaciones en este intervalo (**Figura 7**), coincidiendo con lo registrado durante abril del 2002 y noviembre del 2006, donde su distribución batimétrica fue uninodal, con un 90,8 y 95,2% de sus agregaciones entre la superficie y los primeros 30 m. En este sentido, se mantiene invariable el patrón registrado en las evaluaciones acústicas realizadas en la zona entre 1985 a 1995 (Castillo *et al.*, 1985-1988; Cordova *et al.*, 1989-1991 y Castillo *et al.*, 1992-1995), donde el jurel fue detectado asociado a la superficie, compartiendo este estrato en el sector costero, con recurso pelágicos como sardina (0-60 m) y anchoveta (0-40 m).

Esta distribución superficial del recurso en el área norte del país, difiere de lo registrado en la zona centro-sur del país, donde el recurso es más abundante y presenta distribuciones unimodales o bimodales centradas a una mayor profundidad.

5.2 Biomasa total del recurso jurel y Anchoveta

De manera complementaria se entregará junto con la información de jurel, en términos generales la biomasa total cuantificada para la anchoveta, especie que sustenta la principal pesquería en la zona de estudio.

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

La constante de ecointegración para jurel fue determinada a partir de la aplicación de la relación $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ (Córdova *et al.*, 1998), y el valor central (mediana) desde la distribución de tallas ponderadas por captura por tiempo de arrastre y densidad acústica.



La evaluaci3n a la talla al 50% (mediana que correspondi3 a 25,17 cm), de la regresi3n TS-longitud y la relaci3n longitud peso establecida en el crucero, permiti3 determinar un TS de $-40,50$ dB y un peso a la talla de 190,55 gramos. A partir de estos resultados se calcul3 una constante de ecointegraci3n de $0,1702$ ($t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$),

Para anchoveta se utiliz3 la relaci3n TS-longitud establecida por Castillo *et al*, 2002, evaluada para un valor mediano de 12,33 cm, estableciendo una constante de ecointegraci3n de $0,1680$ ($t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$).

5.2.2 Biomasa total de jurel

La biomasa de jurel y anchoveta estimada para la zona de estudio, aplicando los m3todos de Estrato agrupado (Wolter 1985) y Geoestadístico (Petitgas, 1991) se entrega en las **Tablas 7 y 8**, respectivamente.

Tabla 7. Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos m3todos.

M3todo	Área (mn^2)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn^2)
Estrato Agrupado (1985)	11.100	264.100	23,79
Petitgas (1991)	10.260	272.600	26,56

Tabla 8. Biomasa y densidad de anchoveta estimada por dos distintos m3todos.

M3todo	Área (mn^2)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn^2)
Estrato Agrupado (1985)	5.868	244.800	41,71
Petitgas (1991)	5.868	249.600	42,53

Las biomاسas estimadas por ambos m3todos para ambas especies no presentan diferencia relevante entre ellas.



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 para la zona de estudio en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5 a 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Biomasa en toneladas
17	4	57,17	0,02	410193	23
18	9	68,14	0,06	922934	63
19	9	80,45	0,06	922934	74
20	45	94,18	2,74	37914684	3571
21	99	109,40	6,59	91099529	9967
22	42	126,20	2,92	40382040	5096
23	22	144,65	1,71	23724919	3432
24	41	164,85	5,28	72946994	12026
25	85	186,86	24,44	337629096	63093
26	123	210,78	36,13	499082075	105199
27	63	236,68	13,00	179695103	42531
28	36	264,64	4,06	56162970	14863
29	15	294,75	1,40	19426128	5726
30	13	327,09	1,29	17908332	5858
31	2	361,74	0,21	2980098	1078
TOTAL	608		100	1381208029	272600

En este estudio, el número total de individuos (1,38+09) representa un sustantivo incremento respecto a lo cuantificado en noviembre del 2002, donde la abundancia numérica total fue de sólo 1,05+09, marcando una importante diferencia entre ambos periodos de evaluación, lo que comparado con el bajo numero de individuos (3,52+08) registrado en abril del 2002, evidencia un crecimiento en biomasa y abundancia de jurel entre años en la zona de estudio.



Composici3n por tama1o

La distribuci3n de talla registrada en el crucero y en la pesca comercial se presenta en la **Figura 8**, en tanto la distribuci3n de lances de pesca realizados en la zona se entrega en **Figura 9**. Se muestrearon ejemplares de jurel entre 17 y 31 cm de longitud horquilla, registrando una distribuci3n bimodal con moda en 21 y 26 cm, concentr3ndose el 37,6% de los individuos entre los 17 a 22 cm y el 62,4 % a tama1os de 23 y 31 cm. Este a1o, se evidencia una estructura de talla distinta a la registrada en abril del 2002, donde la distribuci3n fue unimodal y m3s restringida, al capturar ejemplares entre 11 y 24 cm de longitud horquilla, sin registrar la fuerte presencia de ejemplares peque1os (60,1% entre 10 y 15 cm) registrada en noviembre del a1o pasado en la zona de estudio.

El an3lisis de la estructura de tallas del crucero y comercial para el per3odo de estudio, muestra similitud en los limites de distribuci3n, sin embargo, los ejemplares de jurel sobre los 25 cm de longitud presentan una menor proporci3n en la pesca comercial (**Figura 8**), que se explica por la operaci3n y capturas de la flota en zona cercanas a la costa, si se considera que el aporte de ejemplares de mayor tama1o de jurel en el crucero se obtuvieron desde agregaciones ubicadas en el sector oce3nico (110 a 170 mn), donde no opero la flota de cerco del norte.

El alto n3mero de ejemplares peque1os de jurel presente el 2006, no se registro durante el estudio, siendo este un aspecto importante de destacar, por cuanto estos tama1os no se observan habitualmente en su pesquer3a en la zona centro-sur de pa3s.



5.2.2.2 Relaci3n longitud-peso

A partir de la informaci3n colectada en el crucero, se estableci3 las regresiones para ambos sexos (**Tabla 10**), aplicando una d3cima de comparaci3n para varias relaciones lineales simult3neas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre s3, al obtener un F calculado (0,18) inferior al F cr3tico de tabla (3,69) con un 95% de confianza. Resultado que permite refundir la informaci3n en una sola base de datos para la zona prospectada (**Tabla 10**).

Tabla 10. Par3metros y estadística b3sica de la relaci3n $w=a*L^b$ para zona de estudio.

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
N ^a de observaciones	120	218	338
LOG (K)	-2,04878	-2,00896	-2,02987
A	0,00893	0,00979	0,00953
B	3,08904	3,06248	3,0706
ERROR EST. (LOGK)	0,06774	0,05070	0,04020
ERROR EST. B	0,04887	0,03714	0,02929
R ²	0,97	0,97	0,97

En este sentido, en la **Tabla 10** se presentan los par3metros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los par3metros resultantes para las funciones de crecimiento asim3trico, calculados para la zona de estudio. La **Figura 10** grafica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relaci3n longitud-peso



La no existencia de diferencias en las tasas de crecimiento en peso por sexo, permite determinar una constante de ecointegraci3n general para la cuantificaci3n de jurel.

5.2.2.3 Clave edad

La clave talla - edad para el crucero (**Tabla 11**), se determin3 a partir de la lectura de 129 otolitos seleccionados desde un total de 243 otolitos recolectados en 8 lances de pesca con captura de jurel.

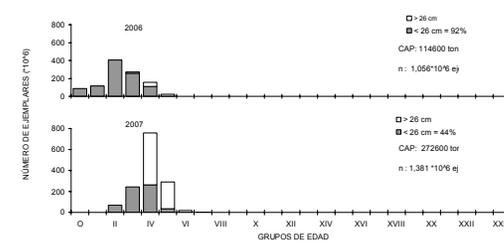
La composici3n de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por grupos de edad de I a VII (7 grupos) al interior de las 200 mn, siendo los principales grupos el III, IV y V que participan con un 17,47 (clase anual 2004); 54,71 (clase anual 2003) y 21,15% (clase anual 2002), respectivamente. Esta zona, a trav3s de los a3os se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares juveniles, sin embargo este a3o, disminuye de 92% (2006) a 44% (2007).

En la zona prospectada la estructura de edad registrada durante este estudio, coincide plenamente con lo observado en la pesquer3a de la zona norte, donde los tama3os capturados de jurel corresponden a los grupos II, III y IV, no registr3ndose edades menores dado la marcada intencionalidad de pesca. En este sentido, la estructura et3ria de jurel en este estudio, es complementaria a la observada en el sector sur del pa3s, donde las 3ltimas evaluaciones ac3sticas de invierno muestran la ausencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edades de 0 a III.



Tabla 11. Composici3n en n3mero (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mm

TALLAS (cm)	FREC. (Unidades)	GRUPOS DE EDAD																								
		0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV
5.0																										
6.0																										
7.0																										
8.0																										
9.0																										
10.0																										
11.0																										
12.0																										
13.0																										
14.0																										
15.0																										
16.0																										
17.0	410,193	273,462	136,731																							
18.0	922,934		820,386	102,548																						
19.0	922,934		820,386	102,548																						
20.0	37,914,684		22,748,810	15,165,874																						
21.0	91,099,529		36,439,912	54,859,718																						
22.0	40,382,040		8,076,408	24,229,224	8,076,408																					
23.0	23,724,919			16,607,443	7,117,476																					
24.0	72,946,994			29,178,798	43,768,196																					
25.0	337,629,096			101,268,729	302,577,458	33,762,910																				
26.0	499,082,076				349,357,452	149,724,622																				
27.0	179,895,103				125,786,572	53,908,531																				
28.0	56,163,970				16,848,991	39,314,079																				
29.0	19,426,128				2,158,459	6,475,376	10,792,293																			
30.0	17,908,332					8,954,166	8,954,166																			
31.0	2,980,098						2,980,098																			
32.0																										
33.0																										
34.0																										
35.0																										
36.0																										
37.0																										
38.0																										
39.0																										
40.0																										
41.0																										
42.0																										
43.0																										
44.0																										
45.0																										
46.0																										
47.0																										
48.0																										
49.0																										
50.0																										
51.0																										
52.0																										
53.0																										
54.0																										
55.0																										
56.0																										
57.0																										
58.0																										
59.0																										
60.0																										
61.0																										
62.0																										
63.0																										
64.0																										
65.0																										
66.0																										
TOTAL	1,381,208,029	273,462	69,042,532	241,334,882	755,690,912	292,139,684	19,746,460	2,980,098																		
COEFICIENTE DE VARIACI3N	100.00	0.02	5.00	17.47	54.71	21.15	1.43	0.22																		
L.P.R.(cm)	25.3	17.0	20.7	23.2	25.8	26.5	29.5	31.0																		
VARIANZA	3,992	0.554	0.554	3.343	0.981	1.250	0.25																			
PESO PR.(g)	198	57	105	152	205	225	309	362																		
COEFICIENTE DE VARIACI3N	100.00	0.01	2.67	13.44	57.09	24.16	2.24	0.40																		





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 las **Tablas 12 y 13**.

Tabla 12. 3rea, varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel.

M3todo	3rea (mn ²)	Varianza	Coeficiente de variaci3n (%)
Conglomerado	11.100	2,91691E+10	64,66
Estrato Agrupado (1985)	11.100	1,21146E+10	41,67
Bootstrap (1987)	11.100	1,37018E+10	43,09
Petitgas (1991)	10.260	4,04030E+09	23,31



Tabla 13. rea, varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de anchoveta.

Método	rea (mn²)	Varianza	Coeficiente de variaci3n (%)
Conglomerado	5.898	2,77139E+10	56,75
Estrato Agrupado (1985)	5.898	4.94674E+09	49,36
Bootstrap (1987)	5.898	5,16248E+09	44,83
Petitgas (1991)	5.898	3.78427E+09	22,80

En las **Tablas 12 y 13**, se observa que el estimado con menor coeficiente de variaci3n es el geoestadístico, en tanto el estimador por conglomerado presenta el mayor valor, siendo éste tipo de resultado característico en las evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona de estudio y centro-sur del país. El nivel de precisi3n alcanzado éste ao (CV) en el método geoestadístico, se encuentra en el marco de lo obtenido en la anterior evaluaci3n realizada en la zona en abril del 2002 y noviembre del 2006 (18,2 y 23,2%) (C3rdova **et al.**, 2002, Cordova **et al.**, 2007), así como las desarrolladas en invierno entre el período 1997-2006 en la zona centro-sur (C3rdova **et al.**, 1997 al 2007).

Los resultados alcanzados este año, indican para jurel (CV) valores similares que lo registrado en anchoveta, lo cual se explicaría por una distribuci3n espacial de la abundancia de jurel más gregaria, distinta a lo registrado el 2006, donde altas zona de concentraci3n no fueron detectadas y su abundancia represento un tercio del volumen estimado para anchoveta (340.000 t).



5.2.2.5 Varianza de la biomasa a la talla

En la **Tabla 14** se resume la varianza y coeficiente de variaci3n de la abundancia en n3mero y peso por talla de jurel, para el 3rea total de estudio.

Tabla 14. Varianza de la abundancia num3rica y en peso a la talla de jurel para el sector 5 - 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Num3rica	Varianza Abundancia num3rica	Coficiente de Variaci3n	Varianza Abundancia en peso	Coficiente de Variaci3n
17	4	1.10314E+11	0,81	361.69	0,81
18	9	5.04144E+11	0,76	2344.38	0,76
19	9	5.04144E+11	0,76	3266.59	0,76
20	45	8.06232E+14	0,74	7152814.28	0,74
21	99	4.57249E+15	0,74	54731942.97	0,74
22	42	9.13235E+14	0,74	14546487.31	0,74
23	22	3.21621E+14	0,75	6732435.56	0,75
24	41	3.01979E+15	0,75	82089805.79	0,75
25	85	6.30243E+16	0,74	2201012471.61	0,74
26	123	1.36800E+17	0,74	6078524646.87	0,74
27	63	1.80999E+16	0,74	1014025626.95	0,74
28	36	1.79091E+15	0,75	125444428.16	0,75
29	15	2.17514E+14	0,75	18903348.93	0,75
30	13	1.86115E+14	0,76	19922624.18	0,76
31	2	6.85482E+12	0,88	897006.45	0,88
Total	608				

Los resultados entregados en la tabla, muestra coeficientes de variaci3n entre 0,19 a 1,00, ubic3ndose la mayor precisi3n en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (20-22 y 25-27 cm). Este comportamiento del coeficiente de variaci3n por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de visto te3rico, raz3n por lo cual, se valida la estimaci3n de la variabilidad para la abundancia en n3mero y peso de los ejemplares por talla de jurel.



5.3 Distribución y composición del plancton

La distribución y composición del zooplancton se presenta separado para el período diurno y nocturno.

5.3.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton muestra la presencia de 19 grupos zooplanctónicos en el día y 20 durante la noche (**Tabla 15**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 30.188.974, de estos 12.068.526 individuos se registraron en el día (45%) y de 14.751.894 individuos en la noche (55%).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 72,26 y 76,61%, seguido por salpas, doliólidos y quetognatos, con valores radicalmente bajos que van desde 2,04 a 8,18%, y que en conjunto representaron el 87,71% (día) y 89,60% (noche) de la abundancia total. Los grupos larvas cifonuatadas, anfípodos, pterópodos, radiolarios, ctenóforos, foraminíferos, estomatópodos y cladóceros, presentan los valores más bajo de dominancia (<0,36) predominando dominancia cercano a cero, con densidades que fluctuaron entre 4 a 605 individuos/1000 m³ (día) y 2 a 829 individuo/1000 m³ (noche). (**Tabla 15**).



Tabla 15. Grupos zooplanct3nicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas (10/200 mn). (t): totales; (+): positivas; DE: desviaci3n estandar, dominancia y frecuencia (%).

Diurno	Nº Ind totales	NºEst. (+)	Media (t)	Media (+)	MIN	MAX	DE	Var(media)	CV (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	8720624	77	113255	113255	19001	802609	117555,5	179471272	1,04	72,26	100,00
Salpas	8/2899	65	11336	13429	129	94033	18888,6	46334/6	1,48	1,23	84,42
Doliólidos	556866	70	7232	7955	124	62689	11726,4	1785838	1,52	4,61	90,91
QUETOGNATOS	434620	76	5644	5719	615	23224	4466,4	259069	0,78	3,60	98,70
Sifonóforos	292830	72	3803	4067	119	144750	17303,9	3888633	4,39	2,43	93,51
Apendicularias	24516/	71	3184	3453	116	44060	5886,0	449930	1,75	2,03	92,21
Lar.Eufáusidos	202070	68	2624	2972	124	14495	3211,8	133973	1,10	1,67	88,31
Poliquetos	191101	76	2482	2514	212	18665	2582,9	86638	1,03	1,58	98,70
Ostrácodos	135395	76	1758	1782	124	5743	1147,9	17113	0,64	1,12	98,70
Eufáusidos	126953	66	1649	1924	4	43579	6346,6	523114	3,55	1,05	85,71
Lar.Decápodos	11/129	57	1521	2055	118	35781	5192,0	350088	2,90	0,97	74,03
Medusas	52252	59	679	886	117	15936	1988,1	51334	2,52	0,43	76,62
L.cifonautas	46589	59	605	790	68	13824	1658,9	35738	2,35	0,39	76,62
Antípodos	30835	60	400	514	115	1658	376,3	1839	0,68	0,26	77,92
Pteropodos	30826	52	400	593	64	3049	567,2	4178	1,02	0,26	67,53
Radiolarios	5603	6	73	934	316	1470	279,1	1012	0,50	0,05	7,79
Ctenóforos	5373	15	70	358	111	2007	254,6	842	1,37	0,04	19,48
Foraminíferos	1113	2	14	557	129	984	112,9	166	1,09	0,01	2,60
Estomatópodos	283	1	4	283	283	283	32,2	13		0,00	1,30
Cladoceros	0	0									

Nocturno	Nº Ind totales	NºEstaciones (+)	Media t	Media(+)	MIN	MAX	DE	Var(media)	CV (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	11300852	62	182272	182272	12911	3112185	411408,0	2729944635	2,26	76,61	100,00
Salpas	1206489	53	19460	22764	124	462457	67262,2	85362310	2,95	8,18	85,48
Doliólidos	403212	47	6503	8579	254	143383	22014,5	10311426	2,57	2,73	75,81
QUELOGNATOS	307457	54	4959	5694	456	19077	4625,5	396212	0,81	2,08	87,70
Lar.Eufáusidos	276996	55	4468	5036	122	65230	10127,4	1864797	2,01	1,88	88,71
Lar.Decápodos	238429	43	3846	5545	62	51305	10379,3	2505358	1,87	1,62	69,35
Poliquetos	235321	61	3795	3858	117	40498	7040,5	812593	1,83	1,60	98,39
Apendicularias	173420	56	2797	3097	119	16890	3468,9	214875	1,12	1,18	90,32
Sifonóforos	137847	59	2223	2336	118	19359	3855,7	251978	1,65	0,93	95,16
Ostrácodos	129191	61	2084	2118	124	16132	2620,4	112569	1,24	0,88	98,39
Medusas	107566	46	1735	2338	61	39089	6073,8	801982	2,60	0,73	74,19
Eufáusidos	107369	62	1732	1732	4	42448	5715,0	526787	3,30	0,73	100,00
L.cifonautas	51389	46	829	1117	62	15843	2663,5	154218	2,38	0,35	74,19
Antípodos	43716	51	705	857	128	4605	842,2	13909	0,98	0,30	82,26
Pteropodos	20153	38	325	530	119	2054	415,9	4553	0,78	0,14	61,29
Ctenóforos	9309	18	150	517	119	3226	773,8	33266	1,50	0,06	29,03
Estomatópodos	1156	2	19	578	130	1026	634,0	200975	1,10	0,01	3,23
Foraminíferos	1145	2	18	573	119	1026	641,9	205993	1,12	0,01	3,23
Radiolarios	756	1	12	756	756	756				0,01	1,61
Cladoceros	119	1	2	119	119	119				0,00	1,61



Tabla 16. N3mero total de los individuos capturados por sectores y horario de muestreo.

DIA	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	3,530.4771	29,3
Centro	2.,763.152	22,9
Sur	5,774.897	47,9
Total	21,068.526	100

NOCHE	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	6,706.288	45,5
Centro	3,271.808	22,2
Sur	4,773.799	32,4
Total	14,751.894	100

El mayor porcentaje de dominancia y abundancia se registr3 en el sector norte y sur, tanto para los lances realizados en el per3odo diurno como nocturno, con un 29,3 a 47,9 y 45,5 a 32,4 respectivamente (**Tabla 16**)

Tanto de d3a como de noche se mantiene los grupos num3ricamente m3s importantes, no apreciando diferencias entre ambos per3odos. El n3mero de individuos total, colectados en horas diurnas y nocturnas fue relativamente distinto (**Tabla 16**).

Cop3podos

Los cop3podos se valoran como grupo dominante en t3rminos de su frecuencia de ocurrencia (constancia) y dominancia num3rica.

Este grupo presento una predominancia durante la noche, con una densidad media de 182.272 individuos/1000 m³ y valores m3nimos de 12.911 individuos/1000 m³ y m3ximo de 3.112.185 individuos/1000 m³. Lo cual ratifica una mayor dominancia de este grupo en el periodo nocturno.



El an3lisis no param3trico Kruskal-Wallis no mostr3 diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el d3a y la noche para este grupo (valor $p = 0,4331$) (**Tabla 17**), verificando que no existe una tendencia a agruparse las densidad diurna y nocturna hacia altos o bajos valores.

Tabla 17. Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a las abundancias relativas media de los grupos zooplanct3nico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).

Grupos zooplanct3nicos	Valor p
Cop3podos	0,4331
Salpas	0,7892
Doli3lidos	0,0347
Quetognatos	0,1282
Euf3usidos	0,0009
Sifon3foros	0,2752
Apendicularias	0,8263
Larvas euf3usidos	0,4802
Poliquetos	0,452
Ostr3codos	0,5375
Larvas dec3podos	0,4796
Medusas	0,1959
Larvas cifonautas	0,9728
Anfipodos	0,0142
Pter3podos	0,5703
Radiolarios	0,0991
Cten3foros	0,159
Foraminiferos	0,0991
Estomat3podos	0,4387
Clad3ceros	0,2651



Salpas

Las salpas a pesar de ser menos abundantes que los copépodos, mostraron una amplia cobertura espacial, encontrándose en un 84,42 y 85,48% de las estaciones diurnas y nocturnas, respectivamente (**Tabla 15**). Este grupo constituye la segunda mayor abundancia, concentrando durante la noche cerca de un 38,21% mas que lo registrado en el día. En este sentido, la no existencia de diferencias significativas en la abundancias para el día y la noche, dado un valor de $p = 0,7892$ (**Tabla 17**), se sustenta al igual que copépodos, en distribuciones de abundancia para ambos periodos con valores que no se agrupan en niveles altos o bajos.

Doliólidos

Los doliólidos se constituyeron en el tercer grupo de relevancia cuantitativa, con una importante representaci3n numérica que alcanzó una dominancia de 4,61% (día) y 2,73% (noche). Si bien es cierto, en la noche se registro la máxima densidad (143.383 doliólidos /100m³), las mayores concentraciones se reconocen mayores en el periodo diurno.

El análisis no paramétrico realizado muestra la existencia de diferencias significativas entre las densidades de este grupo, al obtener un valor de prueba $p = 0,0347$ (**Tabla 17**), estableciendo una tendencia a agruparse las densidades diurna hacia valores de menor densidad respecto a los valores nocturnos.

Quetognatos

Este grupo sigue en importancia numérica a los copépodos, salpas, doliólidos, no difiriendo en lo observado en otros estudios realizados en la zona de estudio y sector centro-sur del país (Braun *et al.*, 2001, 2002 y 2004; Cordova *et al.*,



1997-2007), donde es normal encontrar este grupo en el segundo a cuarto lugar de importancia.

Respecto a los grupos más dominantes (copépodos, salpas, doliólidos), los quetognatos presentan una mayor cobertura espacial, con una frecuencia de 98,70% (día) y 87,10% (noche) en las estaciones de plancton (**Tabla 15**), las que en su mayoría congregan un número levemente mayor de individuos en el día (5.644 quetognatos /100m³), respecto de la noche (4.959 quetognatos /100m³). En general las densidades de quetognatos no presentaron grandes diferencias importantes en los máximos y mínimos entre ambos períodos, lo cual recoge el estadístico al obtener un valor de $p = .1282$, evidenciando para este grupo, la no existencia de diferencias significativa entre las densidades registradas de noche y día.

Eufáusidos

Los eufáusidos que son el ítem principal en la dieta de jurel, de acuerdo a estudios realizados en la zona centro sur (Quiñones *et al.*, 1996 y Córdova *et al.*, 1997- 2002), no alcanzaron porcentajes importantes de dominancia como es normal para la zona centro-sur, ocupando el décimo y doceavo lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue bastante baja de 1,05% y 0,73%, con una densidad media de 1.649 individuos/1000 m³ y 1.732 individuos/1000 m³ (**Tabla 15**). En general este grupo presentó una drástica reducción (75%) de su abundancia relativa respecto al año 2006.

En el presente estudio los eufáusidos se registraron en el 85,71% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 100%. Durante la noche, si bien es cierto las estaciones registran un menor número de individuos, con un 15,4% menos de lo registrado durante el día. Este leve decremento nocturno que se sustenta en el mayor número de estaciones con abundancias de eufáusidos relativamente mayores.



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 $p = 0,0009$, indicando una tendencia agruparse las densidades hacia alto y bajo valores entre períodos

Este grupo presento un drástica disminución respecto al 2006 que alcanzo al 75% sobre su abundancia numérica.

5.3.2 Distribución del zooplancton

Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, con una distribución de categorías de densidad que muestra un aumento de sus concentraciones durante el período nocturno (**Figura 11**).

En el día, las mayores concentraciones se ubicaron entre Arica y Pisagua, con un predominio de densidades entre 276.403–544.362 individuos/1.000 m³, así como de Mejillones a punta Coloso con densidades que van desde 276.403–1.037.169 individuos/1.000 m³, en tanto de noche, las densidades se incrementan alcanzando su máximo frente a Arica 1.902.217–3.446.714 individuos/1.000 m³ y Tocopilla 1.037.170–1.92.216 individuos/1.000 m³, no registrando para ambos periodos, una tendencia creciente en su abundancia de sur a norte, como lo registrado en noviembre del 2006 en la zona de estudio (**Figura 11 y 16b**).



En el sentido longitudinal, las densidades diurnas y nocturnas de este grupo presentan una tendencia descendente hacia el oc3ano, con valores m3ximos a 1 y 5 mn con valores que bajan y se mantiene relativamente constante entre las 10 a 200 mn de la costa. De d3a, el 42% de los cop3podos se ubico dentro de las primeras 10 mn, en tanto de noche, el 50% de ellos se concentr3 a s3lo 1 milla de la costa (**Figura 16a y b**).

Salpas

La distribuci3n espacial de las densidades tanto de d3a como de noche, muestra la presencia de este grupo en toda la zona de estudio, sin registrar entre ambos periodos, incrementos significativos de densidad por estaci3n de muestreo como los cop3podos. En este sentido, las mayores concentraciones se ubicaron en Pisagua y punta Grande en el d3a y entre caleta Chipana y Tocopilla para la noche (**Figura 12**).

En el d3a las salpas concentraron las mayores abundancias promedio a 20, 40 y 170 mn de la costa ($135.001-276.402$ salpas/ 1000 m^3), las cuales se mantienen durante la noche, registrando un incremento importante en la densidad (462.457 salpas/ 1000 m^3) a 100 mn de caleta Chipana que determino una abundancia relativa mayor para el periodo nocturno.

En general, para ambos periodos analizados este grupo no presento incremento de densidad, tanto el sentido latitudinal como longitudinal en la zona de estudio (**Figura 16a y b**)

Doli3lidos

La distribuci3n espacial de las densidades de doli3lidos para ambos periodos horarios, muestra una recurrencia mayor en las altas densidades desde punta



Patache al sur, lo cual es m1s evidente durante el periodo diurno, donde se registra una mayor dominancia y frecuencia num3rica en la zona de estudio.

La distribuci3n de las altas densidades de doli3lidos estuvo asociada principalmente sector costero, lo cual es m1s evidente durante el periodo diurno, donde sus altos valores se ubicaron frente a caleta Chipana y punta Coloso (**Figura 13**). Asimismo, m1s bajas densidades de este grupo se registraron durante la noche, distribuidas principalmente en las estaciones oce1nicas, destacando la densidad maxima registrada a 5 mn de caleta Chipana (143.383 doli3lidos/ 1000 m^3) cuyo aporte a la abundancia total nocturna fue relevante.

En t3rmino de longitud, este grupo no presenta un patr3n de distribuci3n con una fuerte presencia de alta densidad en la costa, sin no mas bien, algunos incrementos de densidad puntuales en este sector, mientras que en el sentido latitudinal, la densidad media por transecta muestra un leve incremento de norte a sur, de caleta Patache a punta Grande (**Figuras 16a y b**)

Quetognatos

En general, para ambos periodos se registra una menor presencia de quetognatos desde Arica a caleta Buena, lo cual se evidencia m1s durante las estaciones nocturnas, mostrando la abundancia diurna y nocturna un incremento hacia el sur desde punta Patache, donde prevalecen densidades diurnas entre $4.244-11.373$ quetognatos / 1000 m^3 , y las abundancias nocturna por estaci3n se reducen al rango de $1387-4.243$ quetognatos / 1000 m^3 en toda el 1rea prospectada (**Figura 14**).

En la zona de estudio, este grupo no presenta sectores con incrementos importantes de densidad, como lo registrado en cop3podos, salpas y doli3lidos, sino el predominio de abundancias relativamente constantes entre 1.387 a 37.730



quetognatos /1000 m³ En este sentido, a diferencia de los otros grupos zooplanctónicos importantes, las densidades media de quetognatos por transectas diurnas y nocturnas, muestran una marcada tendencia creciente hacia el sector sur de área prospectada, situación que no se observa en sentido longitudinal, donde las densidades permanecen relativamente constante a medida que se alejan de la costa (**Figura 16a y b**).

Eufáusidos

Los eufáusidos estuvieron ampliamente representados en las muestras de plancton, al registrar su presencia en un 85,71% para el día y 100% en la noche. Para ambos períodos de muestreo el aporte numérico que registro cada estación fue bastante bajo, reconociendo valores de dominancia de 1,05% (día) y 0,73% (noche) similares a lo observado en taxas que históricamente exhiben los valores mas bajos (**Tabla 15**).

Las mayores abundancias diurnas y nocturnas, estuvieron asociadas principalmente al sector costero, registrando durante el periodo nocturno una mayor frecuencia, como se observa desde caleta Camarones a Tocopilla, en las estaciones situadas en el sector centro del área de estudio (**Figura 15**). En la noche, estas altas densidades se reducen a solo dos estaciones ubicadas frente a punta Arenas y península de Mejillones.

En término de longitud, estas máximas densidades medias estuvieron asociada a la primera milla, encontrando valores de densidad relativamente mayores hasta las 10 mn, para luego caer de manera significativa y mantenerse hasta la 200 mn de la costa, evidenciando una tendencia decreciente hacia el sector oceánico. En sentido latitudinal, el patrón de distribución de los eufáusidos es distinto, con mayores valores de densidad media ubicados en el sector central y una fuerte disminución en los extremo del área de estudio (**Figuras 15 y 16a y b**).



5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos

El 3ndice de Margalef vari3 de 0,534 a 1,326, correspondiendo el valor menor a la estaci3n nocturna ubicada a 1 mn frente a Arica, donde se registro el n3mero menor (9) de grupos zooplanct3nicos (copepodos, euf3usidos, ostr3codos, larvas dec3podos, anf3podos, sifon3foros, poliquetos, apendicularias y larvas de cifonautas). El mayor 3ndice se localiz3 a 200 mn frente a caleta Constituci3n (23°25'LS) con el registro de 16 taxas zoplanct3nicas.

El 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,119 a 1,591, y de 1,127 a 4,906 registrando la menor diversidad de grupos zooplanct3nicos en la estaci3n nocturna localizada a 1 mn frente a Arica, en tanto la mayor diversidad se observ3 de d3a a 130 mn de pabell3n de Pica.

La uniformidad presente durante la prospecci3n mostr3 que el 78% (Pieliou) y 100% (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.

El 3ndice de similitud de Winer indic3 para este estudio, que no existen porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanct3nicos, es decir, que su presencia en forma simult3nea en las estaciones fue escasa. La excepci3n lo constituye los grupos quetognatos y pter3podos as3 como medusas y apendicularias con una asociaci3n de un 50%, lo que indica que su presencia simult3nea en las estaciones no fue escasa.



El 3ndice de similitud de Winer indic3 para este estudio, que no existen porcentajes altos de coexistencia entre los grupos zooplanct3nicos, es decir, que su presencia en forma simult3nea en las estaciones fue escasa. La excepci3n lo constituye los grupos quetognatos-pter3podos y medusas-ependicularias con una asociaci3n de un 50%, lo que indica que su presencia simult3nea en las estaciones no fue escasa. En porcentajes menores (30,5%) se asociaron larvas de estomat3podos-foraminiferos y larvas eufausidos-doli3lidos. En general para la zona de estudio, los mayores porcentajes de asociaci3n involucraron la coexistencia sobre dos grupos zooplanct3nico (**Figura 17**).

La comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas, considerando el horario de muestreo (d3a-noche), el factor latitud (norte, centro y sur) y longitud en base a distancia a la costa (1-25; 40-100; y 130 a 200 mn), muestra un incremento de n3mero de taxas hacia el sector costero en todas las zonas (norte = 70,8%; centro = 60,3% y sur = 58,1%), conjuntamente con un aumento de ellas de norte a sur en la zona de estudio (**Tabla 18**).

En la **Tabla 19**, donde se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por distancia a la costa, estratificaci3n latitudinal y per3odo del d3a, los cop3podos representan la mayor proporci3n en cada estrato de an3lisis espacial y temporal, con valores que fluct3an entre 65,4 a 86,1 %, seguido de salpas, doli3lidos, quetognatos y larvas de euf3usidos, que representan cada para el 3rea total entre un 2 y 8% del total de ejemplares. En este sentido, los cop3podos, salpas, doli3lidos, quetognatos y larvas de euf3usidos, que representan m3s del 90% del total de ejemplares observados en las 20 taxas.



Tabla 18. N3mero estaciones, especies y ejemplares para las zonas definidas en funci3n a la distancia a la costa .

Zona	Distancia a la Costa	N3mero de Estaciones			N3mero de Especies			Numero de Taxas x 10 ⁶		
		D3a	Noche	D - N	D3a	Noche	D - N	D3a	Noche	D - N
Norte	1-25	9	6	15	13	12	13	3,6	3,0	6,6
	40-100	6	6	12	14	12	14	1,2	1,8	3,0
	130-200	7	5	12	12	13	13	0,4	1,0	1,4
	1-200	22	17	39	14	13	14	5,3	5,8	11,0
Centro	1-25	11	9	20	13	11	13	8,1	4,4	12,5
	40-100	7	8	15	11	11	11	1,6	2,5	4,2
	130-200	7	8	15	12	12	12	1,0	1,6	2,6
	1-200	25	25	50	13	12	13	10,7	8,5	19,2
Sur	1-25	5	15	20	13	13	13	2,0	9,2	11,2
	40-100	8	7	15	13	14	14	2,2	4,7	6,9
	130-200	10	5	15	13	14	14	1,8	2,0	3,8
	1-200	23	27	50	13	14	14	6,0	15,9	21,9
Area	1-25	25	30	55	13	13	13	13,7	16,5	30,2
	40-100	21	21	42	14	14	14	5,1	9,1	14,1
	130-200	24	18	42	13	14	14	3,2	4,6	7,8
	1-200	70	69	139	14	14	14	22,0	30,2	52,2

Tabla 19. Porcentaje de ejemplares por grupo zooplact3nico, seg3n zona y total.

Taxa	Distancia a la Costa			Zona Latitudinal			Periodo del D3a		Total
	1-25	40-100	130-200	Norte	Centro	Sur	D3a	Noche	
Anfipodos	0,2	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	0,3	0,3	0,3
Apendicularias*	1,2	2,1	2,3	2,3	1,5	1,0	2,0	1,2	1,6
Cladoceros	-	0,0	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0
Copepodos*	78,0	69,4	68,8	86,1	65,4	71,4	72,3	76,6	74,7
Ctenoforos	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Doliolidos*	2,8	3,9	6,0	0,8	6,0	4,2	4,6	2,7	3,6
Estomatopodos	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
Eufausidos	1,2	0,4	0,3	0,3	1,3	1,1	1,1	0,7	0,9
Foraminiferos	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0
L.Decapodos*	2,0	0,2	0,3	0,9	2,4	0,9	1,0	1,6	1,3
L.Eufausidos*	1,7	2,0	2,0	1,1	2,5	1,9	1,7	1,9	1,8
L.cifonautas	0,4	0,2	0,3	0,3	0,6	0,2	0,4	0,3	0,4
Medusas	0,7	0,5	0,3	0,1	0,5	1,1	0,4	0,7	0,6
Ostracodos*	0,8	1,0	1,6	0,5	1,1	1,2	1,1	0,9	1,0
Poliquetos*	1,7	1,2	1,4	1,3	1,7	1,8	1,6	1,6	1,6
Pteropodos	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
Quetognatos*	1,4	4,1	6,0	1,2	3,3	3,8	3,6	2,1	2,8
Radiolarios	0,0	0,1	0,0	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0
Salpas*	6,1	11,8	9,0	3,9	9,3	9,9	7,2	8,2	7,8
Sifonoforos*	1,7	2,1	0,8	0,7	3,6	1,0	2,4	0,9	1,6

* Taxa seleccionado para modelamiento



Dado que el n3mero de grupos observados por estratos difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiera influenciar los resultados de la prueba, se opt3 por considerar diez grupos zooplant3nicos, los cuales representan el 98,00% del total de individuos observados en los distintos estratos espaciales y temporales.

Los resultados indican que existe evidencia muestral para rechazar la hip3tesis de igualdad de las estructuras zooplanct3nicas para los distintos niveles de los estratos por zonas, distancia a la costa y per3odo del d3a (*p-value* <0.01 a un 95% de confianza. **Tabla 20**).

Tabla 20 Tama3o de muestra, hip3tesis, estadístico de Wald y valor *p* para el an3lisis por zona y periodo del d3a.

Tama3o muestra	Hip3tesis	Wald	p.value
Zona	Ho: norte=centro=sur	1.196.693	< 0,001
	Ho: norte=centro	921.927	< 0,001
	Ho: norte=sur	650.954	< 0,001
	Ho: centro=sur	276.505	< 0,001
Distancia a la costa	Ho: D1=D2=D3	649.880	< 0,001
	Ho: D1=D2	387.863	< 0,001
	Ho: D1=D3	417.920	< 0,001
	Ho: D2=D3	78.144	< 0,001
Periodo d3a	Ho: D3a=Noche	219.404	< 0,001



5.3.4 Biomasa zooplanct3nica

Con el fin de obtener un valor estimativo de la productividad secundaria de la zona de estudio y de sus fluctuaciones, los vol3menes de desplazamiento h3medo del zooplancton se expresan en mililitros presentes en 1000m³ de agua filtrada, encontr3ndose que dichos valores en su dimensi3n individual muestran un amplio rango de variaci3n, que fluct3a entre 13-1.394 ml/1000m³ (d3a) y 29-859 ml/1000m³ (noche) con valores promedio de 176 y 208, predominando en el d3a y la noche biovol3menes categorizados dentro de los 101-300, lo que represento un 61 y 58% de la biomasa total por per3odo, respectivamente (**Figura 18**).

La distribuci3n espacial de la biomasa conformada principalmente por cop3podos, salpas, doli3lidos y quetognatos, se3al3 que las mayores abundancias (>301 ml/1000m³) diurnas se localizaron principalmente en las estaciones cercanas a la costa, desde caleta Camarones (19°10'LS) hasta Tocopilla, as3 como entre Mejillones y punta Coloso. Durante la noche la mayor categor3a se fortalecen, incrementado su 3rea de participaci3n en el sector costero, alcanzando las 30 mn de la costa (**Figura 18**).

5.4 Fauna acompa3ante y proporciones en las pesca de identificaci3n

5.4.1 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se realizaron 24 lances de pesca, cuya ubicaci3n geogr3fica se muestra en la **Figura 9**. Los lances de pesca cubrieron profundidades que van desde 7 a 23 m, con tiempos de arrastre que fluctuaron entre 23 a 60 minutos, a velocidades de arrastre desde 3,82 a 5,3 nudos.



En las **Tablas 21 y 22** se detalla para cada lance realizado en el 3rea prospectada, la captura total estandarizada en peso y n3mero de jurel y fauna acompa1ante.

La captura total fue de 3752,49 Kg en 24 lances de pesca, de las cuales 165,28 Kg corresponden a jurel y 3.587,21 Kg a fauna asociada compuesta por otras especies, del cuales anchoveta y otros representaron un 80% de la fauna total capturada. El esfuerzo aplicado por la embarcaci3n fue de 15 horas 26 minutos de arrastre, con un rendimiento promedio total de 243.14 Kg/hora para la pesca total y 10,71 Kg/hora de pesca para jurel. Si bien es cierto, el rendimiento de jurel fue bajo como en anteriores evaluaciones, el recurso estuvo presente en la captura de 7 lances con pesca situados en sectores donde se localiz3 y valido el recurso, en tanto 17 lances permitieron identificar y validar agregaciones presentes en los ecogramas que correspondieron a otras especies, minimizando el sesgo de asignar valores de Sa a agregaciones que no corresponden a jurel en la zona de estudio.



Tabla 21. Informaci3n de captura en peso (Kg) de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina.

Lance	Barco	Fecha	Hora calado	Posici3n inicio		Tiempo Arrastre	Velocidad Nudos	Prof. R. Sup.	Captura (kg)											
				Latitud	Longitud				Jurel	Caballa	Reineta	Jibia	Vinciguerria	Salpa	Calamar	Otras	Anchoveta	Total	Fauna total	% fauna
1	Abate Molina	29.10.07	11:52	23°25'	70°49'	30	4.6	13									0.1	0.1	0.1	100
2	Abate Molina	29.10.07	19:35	23°25'	71°27'	35	4.4	16	0.5						0.1			0.6	0.1	17
3	Abate Molina	30.10.07	21:11	23°24'	73°35'	30	4.7	18				32	20					52	52	100
4	Abate Molina	01.11.07	13:31	23°51'	71°03'	34	4	14.8	Lance sin pesca											
5	Abate Molina	01.11.07	9:12	22°58'	70°30'	38	4	7								50	29	79	79	100
6	Abate Molina	02.11.07	3:55	23°01'	72°13'	35	3.9	23				8	16					24	24	100
7	Abate Molina	03.11.07	17:21	23°01'	73°31'	60	3.9	15	49									49	0	0
8	Abate Molina	04.11.07	20:00	23°34'	72°19'	50	4.2	16 - 15	52			17						69	17	25
9	Abate Molina	05.11.07	10:07	22°35'	71°08'	60	4	19					11					11	11	100
10	Abate Molina	06.11.07	9:07	22°10'	70°30'	48	4.2	18	Lance sin pesca											
11	Abate Molina	09.11.07	8:50	21°46'	71°16'	47	4	18	54									54	0	0
12	Abate Molina	09.11.07	21:45	21°45'	70°12'	25	4.4	7							193	154	347	347	100	
13	Abate Molina	10.11.07	6:47	21°18'	70°09'	23	3.9								65	30	95	95	100	
14	Abate Molina	10.11.07	13:32	21°21'	70°48'	33	3.8		10	1							0.2	11	1	10
15	Abate Molina	13.11.07	13:26	20°56'	70°35'	53	5.3	20									6	6	6	100
16	Abate Molina	14.11.07	5:44	20°21'	70°18'	32	4	13.1									1036	1036	1036	100
17	Abate Molina	17.11.07	6:53	20°05'	71°24'	30	4.5	7.4	0.1						1		763	764	764	100
18	Abate Molina	17.11.07	15:46	20°05'	70°46'	55	3.9								0.3	2	2	2	2	100
19	Abate Molina	19.11.07	12:20	19°15'	71°23'	49	4.9	8.7							0.5		51	51	51	100
20	Abate Molina	21.11.07	20:51	18°25'	71°47'	38	4.1	8				18	43					61	61	100
21	Abate Molina	22.11.07	20:42	18°44'	73°51'	30	4	7.4					102		1			103	103	100
22	Abate Molina	23.11.07	23:40	19°15'	72°14'	30	4	22	0.002			35	290		2			327	327	100
23	Abate Molina	25.11.07	20:59	19°24'	71°59'	31	4	17				43	65		1	223		332	332	100
24	Abate Molina	26.11.07	23:00	18°31'	70°26'	30	4	7(-)								250	30	280	280	100
									165.28	0.92	0.00	152.64	547.38	0.00	4.64	781.07	2100.55	3752.49	3587.21	95.60

Anchoveta *Engraulis ringens* (55,98%), otros (20,81%), mict3fidos *Familia Myctophidae* (14,59%), jurel *Trachurus murphyi* (4,4%), jibia *Dosidicus gigas* (4,07%) calamar *Loligo Gahi* (0,12%) y caballa *Scomber Japonicus* (0,0005%).



Tabla 22. Información de captura en número de fauna acompañante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina.

Lance	Barco	Fecha	Hora calado	Posición inicio		Tiempo Arrastre	Velocidad Nudos	Prof. R. Sup.	Captura (Número)											
				Latitud	Longitud				Jurel	Caballa	Reineta	Jibia	Vinciguerra	Salpa	Calamar	Otras	Anchoveta	Total	Fauna total	% fauna
1	Abate Molina	29.10.07	11:52	23°25'	70°49'	30	4.6	13								3		3	3	100
2	Abate Molina	29.10.07	19:35	23°25'	71°27'	35	4.4	16	4						1.0			5	1	20
3	Abate Molina	30.10.07	21:11	23°24'	73°35'	30	4.7	18				2	20763					20765	20765	100
4	Abate Molina	01.11.07	13:31	23°51'	71°03'	34	4	14.8												
Lance sin pesca																				
5	Abate Molina	01.11.07	9:12	22°58'	70°30'	38	4	7								7956	24	7980	7980	100
6	Abate Molina	02.11.07	3:55	23°01'	72°13'	35	3.9	23				1	24853					24854	24854	100
7	Abate Molina	03.11.07	17:21	23°01'	73°31'	60	3.9	15	215									215	0	0
8	Abate Molina	04.11.07	20:00	23°34'	72°19'	50	4.2	16 - 15	250			2						252	2	1
9	Abate Molina	05.11.07	10:07	22°35'	71°08'	60	4	19					11130					11130	11130	100
10	Abate Molina	06.11.07	9:07	22°10'	70°30'	48	4.2	18												
Lance sin pesca																				
11	Abate Molina	09.11.07	8:50	21°46'	71°16'	47	4	18	298	1								299	1	0
12	Abate Molina	09.11.07	21:45	21°45'	70°12'	25	4.4	7								10512	48	10560	10560	100
13	Abate Molina	10.11.07	6:47	21°18'	70°09'	23	3.9									7860	21	7881	7881	100
14	Abate Molina	10.11.07	13:32	21°21'	70°48'	33	3.8		104	1						8		113	9	8
15	Abate Molina	13.11.07	13:26	20°56'	70°35'	53	5.3	20								187		187	187	100
16	Abate Molina	14.11.07	5:44	20°21'	70°18'	32	4	13.1								66720		66720	66720	100
17	Abate Molina	17.11.07	6:53	20°05'	71°24'	30	4.5	7.4	1							1	26586	26588	26587	100
18	Abate Molina	17.11.07	15:46	20°05'	70°46'	55	3.9									64.0	4	68	68	100
19	Abate Molina	19.11.07	12:20	19°15'	71°23'	49	4.9	8.7							42.0	1623		1665	1665	100
20	Abate Molina	21.11.07	20:51	18°25'	71°47'	38	4.1	8				3	35620					35623	35623	100
21	Abate Molina	22.11.07	20:42	18°44'	73°51'	30	4	7.4					52425		2			52427	52427	100
22	Abate Molina	23.11.07	23:40	19°15'	72°14'	30	4	22	1			1	78583		6			78591	78590	100
23	Abate Molina	25.11.07	20:59	19°24'	71°59'	31	4	17				1	55049		32		99	55181	55181	100
24	Abate Molina	26.11.07	23:00	18°31'	70°26'	30	4	7(-)								8100	83	8183	8183	100
									873	2		10	278423		84	129619	279	409290	408417	100

Mictófidos *Familia Myctophidae* (68%), Anchoveta *Engraulis ringens* (31,6%), jurel *Trachurus murphyi* (0,2%), otros (0,06%), calamar *Loligo Gahi* (0,02%), jibia *Dosidicus gigas* (0,002%) y caballa *Scomber Japonicus* (0,0005%).



5.4.2 Proporción y composición fauna acompañante

El 4.4% de lo capturado correspondió a jurel presente en 22 lances de pesca, mientras que solo dos no registraron fauna acompañante, alcanzando esta el 95,6% de la captura total. Las especies presentes fueron: Anchoveta *Engraulis ringens* (55,98%), otros (20,81%), mictófidos *Familia Myctophidae* (14,59%), jibia *Dosidicus gigas* (4,07%) calamar *Loligo Gahi* (0,12%) y caballa *Scomber Japonicus* (0,0005%).

El alto volumen de anchoveta registrado en el estudio, se explica principalmente por la alta captura de sólo dos lances de pesca, en tanto el fuerte aporte de mictofidos e item otros, también lo explica su alta ocurrencia en dos lances en la zona de estudio. Respecto a especies de interés comercial, la anchoveta se registró en 11 lances de pesca, siendo su representatividad en las capturas mayor al año pasado al no estar este año restringido realizar lances dentro de las 5 mn (**Figura 9**), sector donde se concentra principalmente el recurso. En este sentido para la especie anchoveta, la estructura de talla registra tamaños que van desde 7 a 17,5 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 15,5 cm, y secundarias en 15,5 y 7 cm, evidenciando una amplia cobertura de la estructura de tamaños en esta especie, donde el 38,5% de los ejemplares medidos correspondieron a pre reclutas, lo que evidencia para el periodo de noviembre del 2007, la presencia de una fracción importante de pre reclutas en la zona de estudio.

Respecto a caballa, su captura fue muy baja y se detectó en sólo un lance de pesca, mientras que la jibia presento tamaños entre los 42 a 103 cm, con moda en 61 cm de longitud de manto, evidenciando ejemplares dentro de lo registrado en noviembre del 2006 (82-92 cm) e invierno en la zona centro sur del país (30 a 69 cm).



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

5.5.1 Condiciones meteorológicas

Durante el crucero se realizaron 600 mediciones horarias de intensidad del viento sobre el track de navegación (**Figura 19a**), determinando un valor promedio de 4,0 m/s en la zona de estudio. Es así que, el 66,3% correspondió a intensidades entre 2 y 6 m/s, mientras que un 22,9% supero los 6 m/s, donde las máximas intensidades (>10m/s) alcanzan solo un 0,2%, mientras que un 10,6% fluctúo de 0 y 2 m/s y las calmas (0-1m/s) representan el 5,3% de las mediciones (**Figura 20a**).

En la zona se apreció el predominio de vientos provenientes del cuarto cuadrante, donde vientos del N y NW representan el 59 y 17,3% respectivamente (**Figura 20b**),

Las mayores intensidades se registraron en la zona costera y oceánica, en las transectas frente a caleta Pabellón de Pica (T7) y Mejillones (T12) con un promedio de 9,6 m/s y las menores frente a Arica (T1), punta Camarones (T3) y punta Blanca (T10) con intensidad promedio de 0,25 m/s (**Figura 19a**).

En este sentido, el Índice de Surgencia (IS) promedio para el área costera de las primeras 30 mn, registró un máximo de 1.444 m³/s frente a caleta Errázuriz (T13), mientras que frente a punta Junin (T3) ocurre el menor transporte en la zona de estudio, con un promedio de solo 196 m³/s (**Figura 19b**). Asimismo, en el sector costero el Índice de Turbulencia (IT) alcanzo su máximo de 426 m³/s³ frente a caleta Errázuriz y mínimo de 83 m³/s a la cuadra de de punta Junín (**Figura 19c**).



5.5.2 Muestreo regular

5.5.2.1 Distribuci3n horizontal de las variables oceanogr3ficas

Se entrega la distribuci3n horizontal de las variables oceanogr3ficas medidas, *i.e.*, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), ox3geno (mL/L), profundidad (m) de la isoterma de 15°C , circulaci3n geotr3fica superficial al nivel de 500 m, capa de mezcla y termoclina. Para las tres primeras los estratos considerados en este an3lisis fueron: superficial, 25, 50, 100, 200 y 400 m de profundidad.

a) Estrato de superficie

Temperatura: La temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de estudio (**Figura 21a**) present3 un rango total de variaci3n entre $12,9^{\circ}$ y $20,5^{\circ}\text{C}$, con el m3nimo ubicado a 1 mn frente a punta Coloso y el m3ximo frente a punta Pinto a 70 mn de la costa. El valor promedio de la TSM en la zona fue de $17,6^{\circ}\text{C}$.

La distribuci3n de TSM indica un gradiente norte-sur en el 3rea oce3nica, con aguas c3lidas de 20°C que disminuyen a 16°C , entre $18^{\circ} 25'S$ $71^{\circ} 30'W$ a $23^{\circ} 50'S$ $71^{\circ} 50'W$, as3 como tambi3n un gradiente costa oce3no ($0,08^{\circ}\text{C}/\text{km}$) que alcanza su m3ximo ($0,04^{\circ}\text{C}/\text{km}$) en el sector de Mejillones.

La anomal3a de TSM en la zona de estudio (**Figura 21b**) registr3 un predominio de valores entre 0 y $-1,5^{\circ}\text{C}$. Registr3ndose las anomal3as negativas en la zona oce3nica entre $-0,5$ a $-1,5^{\circ}\text{C}$ y de 0 a -1°C en la franja costera, donde se registra el m3ximo ($>-2^{\circ}\text{C}$) en Mejillones.



Salinidad: La salinidad superficial del mar (SSM) registró un rango total de variación de 34,4 a 35,0 psu (**Figura 21c**). Salinidad mayor a 34,9 psu se asoció al sector oceánico comprendido entre Arica y punta Colorada, con las mayores salinidades preferentemente en el sector noroeste de la zona en prospección, ubicándose el máximo en las 140 mn frente a Arica. Hacia la costa valores mayores a 34,8 psu alcanzan hasta caleta Chipana, sin registrar un gradiente salino costa-océano. La menor salinidad (<34,5 psu) del período de estudio se registró en el sector oceánico, a 170 mn frente a Antofagasta, abarcando prácticamente todo el borde sur del área de estudio. En la salinidad, al igual que en la temperatura, en el área oceánica se observa un descenso latitudinal de esta variable dando lugar a un gradiente cercano a 0 (0.002 psu/km).

La anomalía de SSM fluctuaron en el rango de +0,7 a -0,4 psu, siendo lo predominante anomalías menores a -0,2 psu y valores de -0,3 psu en el centro del área prospectada, asociado a un giro anticiclónico presente durante el periodo de estudio. En el sector costero, las anomalías de la salinidad superficial del mar fueron menores (0-0,1 psu) (**Figura 21d**).

Densidad: La densidad superficial registró un rango de valores entre 24,5 a 26,2 kg/m³ y un valor promedio de 25,1 kg/m³, observando para el área el predominio de un gradiente longitudinal (0,001 (kg/m³)/km), con disminución de densidad hacia el suroeste, donde el valor mínimo se ubicó a 70 mn frente a punta Pinto, y su máximo en el borde costero a 1 mn de punta Coloso. Un gradiente horizontal también se reconoce en el sector costero, con una disminución de la densidad hacia la lata mar, que alcanza su máximo valor 0,58 kg/m³ a 40 mn de Mejillones (**Figura 21e**).

Oxígeno: Las concentraciones de oxígeno disuelto en superficie variaron en un rango de 2,6 a 7,5 mL/L, con un promedio en el área de 5,9 mL/L (**Figura 21f**). El



mínimo absoluto se ubicó a 5 mn de Mejillones, mientras que el máximo absoluto, a 1 mn de punta Junin. Los valores predominantes en superficie fueron >5 mL/L y cubrieron prácticamente toda el área de estudio.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: Para este estrato, la variable presentó valores entre $12,3$ y $18,3^{\circ}\text{C}$, con un promedio para el área de $14,9^{\circ}\text{C}$ (**Figura 22a**). Las menores temperaturas ($< 15^{\circ}\text{C}$) se presentaron en la franja costera, más ancha que en superficie (> 20 mn) que se extiende hacia el sector oceánico (>50 mn) frente a Mejillones, Los registros menores a $13,^{\circ}\text{C}$ se presentan desde punta Urdus hacia el sur, a menos de 5 mn, generando un gradiente térmico de $0,02^{\circ}\text{C}/\text{Km}$.

En el estrato de 25 m de profundidad también muestra gradiente térmico este–oeste, de similares características que el superficial, sin embargo, en el sentido norte-este esto no tan evidente.

Salinidad: La salinidad en el estrato de 25 m evidenció valores entre $34,9$ y $34,4$ psu, con un valor medio de $34,70$ psu (**Figura 22b**). Los mayores valores de salinidad se registraron desde Arica a pabellón de Pica, principalmente sobre las 100 mn de la costa, generando un gradiente longitudinal ($0,003$ psu/Km) de norte a sur, al encontrar valores menores de $34,7$ psu hacia el sur y norte costero en el área de estudio. Salinidades mayores a $34,7$ psu se registran en toda la banda costera, alcanzando las 90 millas de la costa, frente a punta Guasilla. Destacando un foco salino ($>34,8$ psu) frente a caleta Chipana, asociado a un foco de alta densidad y temperatura superficial.



En general, la salinidad superficial en este estrato mantiene el patr3n de distribuci3n registrado en superficie.

Densidad: A 25 m de profundidad la densidad present3 valores entre 25,1 y 26,4 kg/m³ con un promedio de 25,70 kg/m³ (**Figura. 22c**) Los mayores valores de sigma-t se registraron en la franja costera con un gradiente zonal costa – oc3ano que llega hasta 40 mn, con valores asociados entre 26,4 y 25,8 kg/m³ que genera un gradiente horizontal (0,008 (kg/m³)/Km) frente a Mejillones. En tanto, La zona oce3nica presenta valores de densidad menores a 25.6 kg/m³ que desde las 200 mn en el sur, se extienden hasta el norte y noroeste del 3rea de estudio.

Ox3geno: Las concentraciones de ox3geno disuelto vario entre 0,9 y 7,4 mL/L, presentando una mayor frecuencia valores mayores a 6 mL/L, en el sector oce3nico, destacando dos n3cleos de <6,0 mL/L a 170 mn de punta Camarones y 150 mn de pabell3n de Pica, asociados a procesos de mesoescala (giro anticicl3nicos) presentes en la zona de estudio (**Figura 22d**). Asimismo, el borde costero se caracteriz3 por presentar una banda con concentraciones relativamente bajas, las que aumentan hacia el oeste, asociada a procesos de surgencia costera. En este estrato, el m3nimo se ubic3 a 1 mn de caleta pabell3n de Pica (0,9 mL/L), mientras que valores menores a 6 mL/L predominaron en toda la franja costera, la cual alcanza 40 mn, frente a punta Guasilla.

c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: La zona no presenta una banda costera marcada, mostrando poca diferencia entre la zona costera y oce3nica con valores que fluctuaron entre 12,2 y 15,1°C, registrando el sector costero un valor medio de 13,5°C (**Figura 23a**). Entre punta Colorada y punta Blanca, aguas calidas (>14°C) se aproximan la sector costero, coincidiendo con la presencia de bajas densidades (< 25,9 Kg/m³) en este



sector. Aguas más frías se registran puntualmente frente a caleta Chipana (40 mn) y punta Guasilla (70mn), vinculadas a focos reducidos de baja salinidad (34,7 psu) (**Figura 27a**).

Salinidad: En el estrato de 50 m, la salinidad presentó variaciones entre 34,3 y 34,9 psu con un promedio de 34,6 psu (**Figura 23b**). La salinidad mantiene el patrón de distribución observado de superficie a 25 m de profundidad, con altos valores entre Arica e Iquique que disminuyen hacia el sur, indicando la continuidad batimétrica de la estructura oceanográfica. El sector costero, presento un marcado gradiente salino cuyo máximo ubicado frente a punta Junin alcanza a 0,02 psu/Km.

Densidad: La densidad presentó variaciones de 25,6 a 26,4 y media en 26 kg/m³, registrándose los mayores valores (> 26,20 kg/m³) en la franja costera, observando un marcado gradiente horizontal en todo el sector, cuyo máximo (0,005 kg/m³/Km) estuvo frente a Mejillones (**Figura 23c**). Además de dos núcleos de alta densidad (>26 kg/m³) frente a caleta Chipana (40 mn) y punta Guasilla (70 mn), asociados a temperaturas menores de 12 y 13°C respectivamente.

En este estrato, aguas de densidad relativamente menores (<25,9 kg/m³) se presentan en sector central cercanas a la costa, coincidiendo plenamente con la distribución y acercamiento de aguas de mayor temperatura (>14°C).

Oxígeno: La concentración de oxígeno disuelto vario entre 0,3 y 6,9 mL/L, incrementando su frecuencia los valores <6 mL/L en este estrato, verificando un amplio gradiente costa océano, siendo recurrente de caleta Chucumata al norte concentraciones de oxigeno de 3 a 6 mL/L, en tanto hacia el sur, predominaron valores sobre 6 mL/L.



En la zona prospectada, dos focos con concentración relativamente baja (<3mL/L) se ubicaron frente a caleta Chipana (40 mn) y 70 mn de punta Guasilla, asociados a bajos valores de densidad y temperatura ya descritos para en este estrato.

d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: La temperatura de este estrato presentó variaciones entre 11,5° y 14,1°C, con un promedio de 12,5°C (**Figura 24a**). El campo térmico horizontal presento una distribución relativamente homogénea, caracterizado por valores mayores a 12°C, encontrando solo a 70 mn de punta Guasilla y 100 mn de Mejillones núcleos de menor temperatura.

Salinidad: El estrato de 100 m, la salinidad presentó variaciones entre 34,4 y 34,9 psu con un promedio de 34,7 psu (**Figura 24b**). En general, todo el borde costero hasta los 71°W y la mayor parte de la zona oceánica al norte de punta Chucumata, presentó salinidades mayores a 34,8 psu que incluye el valor máximo registrando frente a punta Pinto en la zona estudio. Las mínimas salinidades (<34,8 psu) se ubicaron en todo el sector oceánico y parte del central (al sur de Punta Colorada), con un mínimo de 34,4 psu a 200 mn de caleta Chipana, que aumenta hacia la costa hasta sobrepasar valores salinos mayores a 34,8 psu, reconociendo en este sector una mayor variabilidad en la salinidad en el entorno de valores menores a 34,7 psu, hacia el sector costero entre caleta Chucumata y punta Blanca.

Densidad: Los registros de densidad presentan variación entre 25,8 y 26,5 kg/m³, con un promedio de 26,3 kg/m³ (**Figura 24c**). La estructura de densidad presentó una penetración de aguas menos densa (26,4 kg/m³) que esta espacialmente relacionado con lo observado para esta variable en los 50 m, siguiendo además el patrón de distribución de salinidad registrado a 100 m de profundidad, evidenciando una continuidad de las estructuras oceanográficas en la columna de agua, como se



observa a trav3s de los distintos estratos para la mayor densidad registrada a 70 mn de punta Guasilla.

En la costa, las isopicnas estuvieron limitadas por los $26,4 \text{ kg/m}^3$ alcanzando las 30 mn frente a Mejillones, sin registran en toda la banda costera gradientes importantes.

Oxígeno: La concentraci3n de oxígeno disuelto vario entre 0,2 y 6,3 mL/L (**Figura 24d**), con un m3nimo ubicado al norte en el sector costero (punta Junin 5 mn) y su m3ximo al sur del 3rea de estudio (200 mn de Antofagasta), donde concentraciones $<1 \text{ mL/L}$ predominan hasta 170 mn de Arica a caleta Chucumata, extendiéndose estas hacia el sur hasta 40 mn de la costa y 80 mn frente a punta Guasilla, donde se registraron valores salinos mayores a 34,8 psu. Asimismo, en todo el sector oce3nico ($>170 \text{ mn}$) predominaron concentraciones mayores a 2 mL/L, destacando solo la mayor concentraci3n ($6,3 \text{ mL/L}$) a 200 mn en el sector central, la que hacia la costa disminuyen con el predominio de concentraciones mayores a 1 mL/L, y la presencia de un n3cleo $>3 \text{ mL/L}$, el cual coincide espacialmente con isol3neas de salinidad (34,6 psu) y densidad ($26,2 \text{ kg/m}^3$) (**Figura 24c y d**).

e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: En este estrato la temperatura present3 una distribuci3n bastante homog3nea, con variaciones entre $10,3^\circ$ y $12,2^\circ\text{C}$, y un promedio de $11,3^\circ\text{C}$ (**Figura 25a**). Los menores valores ($<11^\circ\text{C}$) se registraron frente a punta Colorada a 70 mn, y al sur de Pabell3n de Pica los n3cleos son mas amplios, destacando entre punta

Coloso (30 a 150 mn) a sur de punta del Urcu (170 mn), y entre norte caleta Chipana a sue de punta Guasilla.(50 a 100 mn).



Salinidad: La salinidad se presentó un promedio de 34,8 psu para la zona de estudio, con una distribución similar a la temperatura al registrar baja variabilidad entre el valor máximo (34,6 psu) y mínimo (34,8 psu), y donde salinidades por sobre la media se concentran en gran parte del sector noreste del área, incluyendo un núcleo de menor salinidad (<34,9 psu), mientras que en el sector oceánico y sur de caleta Chipana, aguas de menor salinidad dominan el área, sin registrar gradientes latitudinales y longitudinales en la zona de estudio (**Figura 25b**).

Densidad: La densidad para este estrato alcanzo un valores medio de 26,6 kg/m³ (**Figura 25c**). En general la distribución no muestra grandes cambios en sus valores, sin mas bien, un mayor número (7) de focos de mayor densidad (>26,6 kg/m³), donde seis están asociados a bajas temperatura y el más amplio desde punta Coloso hasta punta Guasilla.

Oxígeno: La concentración de oxígeno disuelto vario entre 0,1 y 0,7 mL/L, promediando un valor para la zona de 0,3 mL/L (**Figura 25c**), observando una baja variabilidad marcada en la zona, no obstante, las mayores concentración de oxigeno (>0,25 mL/L) dominaron todo el sector sur de caleta Chucumata, mientras que hacia el norte valores menores predominaron toda el área. En este sentido, concentraciones menores a 0,25 mL/L pueden estar relacionadas con máximas salinidades (>34,8 psu) en este estrato (**Figura 25b y d**).

f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: Para este estrato la temperatura fue poco variable alcanzando un valor promedio de 8,5°C (**Figura 26a**). En este sentido, la isoterma de 9°C recorre el sector costero a 20 mn de la costa, alcanzando las 100 mn al norte de punta Camarones, mientras que hacia el sur, dos núcleos se registran bajos los 8°C asociados menor temperatura en el estrato superior de 200 m.



Salinidad: En este estrato las salinidades fueron relativamente homogéneas centradas en 34,6 psu, manteniendo el patrón de distribución observado en los 200 m (**Figura 26b**). La zona de estudio se caracterizó por una isohalina de 34,6 psu que separa el área en dos sectores, con valores mayores a 34,6 psu en el sector costero y al norte de pabellón de Pica, mientras que salinidades bajo este valor, se ubicaron en todo el sector oceánico y al sur de pabellón de Pica. Destaca un núcleo de menor densidad frente a punta Junin (70 mn) que también se registra en el estrato de los 200 m, evidenciando la proyección de esta condición oceanográfica a mayor profundidad.

Densidad: La densidad presentó un comportamiento similar a la salinidad, con un valor medio de 26,9 kg/m³ y la presencia de aguas menos densas (< 26,9 kg/m³) en la costa y norte de caleta Chipana entre 70 y 160 mn de la costa, mientras que hacia el sur del área prospectada, predominan densidades sobre la media y aumentos de densidad puntuales frente a Mejillones (100 mn) y Caleta Errazuriz (200 mn) (**Figura 26c**).

Oxígeno: La concentración de oxígeno disuelto varió entre 0,1 y 1 mL/L, promediando un valor de 0,4 mL/L para la zona. Los valores predominantes fueron <0,5 mL/L, y se extendieron en todo el sector oceánico al norte de caleta Chipana y en todo el borde costero hasta 60 mn de la costa, alcanzando las 120 mn frente a Mejillones (**Figura 26d**). Incremento de concentraciones (>0,5 mL/L) se registraron en sitios oceánicos aislados (170 mn de Arica, 200 mn de punta Junin) y en el sector medio al sur de caleta Chipana (**Figura 26d**). Asimismo, destaca la consistencia espacial entre la isohalina de 34,6, la isopicna de 26,9 y la isolínea de OD de 0,25 mL/L.



g) Profundidad y anomalía de la Isotherma de 15°C

La profundidad de la isoterma de 15°C present3 una variaci3n que va de 4 a 74 m, donde la m3nima profundidad de esta variable fue registrada hacia la banda costera, con valores menores a 20 m en las primeras 10 mn desde la costa (**Figura 27a**). Las mayores profundidades (> 40 m) se observaron desde Arica a punta Blanca en el 3rea oce3nica al oeste de los 73°30'W.

h) Circulaci3n geostr3fica superficial referida al nivel de 500 m y profundidad del limite superior de la capa de m3nimo ox3geno disuelto.

La circulaci3n geostr3fica (anomalía geopotencial de superficie) de la zona permite visualizar claramente para el crucero la presencia de dos giros cicl3nicos; el primero frente a caleta Chipana y cuyo centro esta a 40 mn de la costa, as3 como un segundo de mayor di3metro a 70 mn frente a punta Guasilla, los que coinciden con las 3reas donde se captur3 y detect3 mediante la ac3stica altas concentraciones de jurel. El primero relacionado a focos de mayor densidad y salinidad (a 25 m) y menor temperatura (50 m), en tanto el segundo asociado con n3cleos de alta temperatura y densidad (25 m) y mayor temperatura (**Figura 27c**).

En la parte central oce3nica del 3rea en estudio, amplios flujos anticicl3nicos penetran en forma perpendicular y se aproxima a la costa, alcanzando una extensi3n de 150 mn entre punta Junin y punta Blanca. En tanto, a 130 mn desde punta Coloso a punta Blanca, otro giro cicl3nico de menor tamaño se registra de manera paralela a la costa, el cual coincidiendo con el 3rea donde se detecto una alta abundancia de jurel en la zona de estudio.



En la costa, la circulaci3n geostr3fica superficial evidenci3 un claro predominio de flujos hacia el norte, en tanto fuera de ella, entre punta Camarones y Arica, un giro anticicl3nico (110 -150 Km) predomina en el 3rea.

Por otra parte, la profundidad del l3mite superior de la m3nima de ox3geno disuelto fue menor en el borde costero, profundiz3ndose en el sector medio oce3nico del 3rea, producto de dos n3cleos con profundidades mayores a 120 m ubicados a 100 y 200 mn de caleta Chipana. Al norte de caleta Chucumata y sur de punta Blanca, las profundidades aumentan de costa (<40 m) al oc3ano (>120 m), presentando toda la franja costera profundidades menores a 30 m, aumentando su profundidad cerca de la costa (20° 10'S y 22° 50'S) dado la intrusi3n de aguas calidas en este sector.

Adem3s, n3cleos de profundidades relativamente bajas (<80 m) se registraron a 40 mn de caleta Chipana, y a 70 mn de punta Guasilla, sectores donde el jurel presento altas densidades (**Figura 27c**).

i) Profundidad capa mezcla, termoclina, espesor de la termoclina, temperatura y profundidad base de la termoclina.

La capa de mezcla registr3 valores en el rango de 0 y 25 m, con un promedio de 6,1 m y un predominio de los valores entre 0 y 10 m (**Figura 28a**). Profundidades sobre 15 m se registran en sectores tales como, punta Camarones (100 mn), punta Junin (170 mn), caleta Chucumata (130 mn), punta Urcu (200 mn), punta Guasilla (entre 170 y 200 mn) y punta Coloso (200 mn), delimitando con la costa, una cu3a donde profundidad de mezcla registr3 valores menores, encontrado altas concentraciones de jurel en el entorno de sectores de bajo espesor de la capa de mezcla, ubicados a 40 mn frente a caleta Chipana, y desde punta Guasilla a punta Blanca, asi como a 170 mn a la cuadra de Mejillones.



El espesor de la termoclina registr3 un rango total de 2 a 31 m, con valor promedio para el area de 11,4 m (**Figura 28b**). Al norte de caleta pabell3n de Pica se registran las m3ximas profundidades (>20m), superando en algunos casos los 25 m de profundidad a 10 y 130 mn de caleta Chucumata, 10 y 130 mn de Punta Colorada y a 170 mn de punta Pinto. En tanto al sur de caleta pabell3n de Pica, s3lo se registr3 un foco donde la profundidad de la termoclina super3 los 15 m, en una franja que se extendi3 hacia el noroeste de punta Urcu. En este sentido, las mayores concentraciones de jurel se localizaron al sur de pabell3n de Pica.

La distribuci3n de la temperatura base de la termoclina en el 3rea de estudio (**Figura 28c**), promedi3 los 14,6°C, registrando al norte de caleta Pabell3n de Pica, dos n3cleos de temperaturas menores a 15°C asociados a profundidades m3nimas de 30 m (**Figuras 28c y d**), ubicado el primero entre Pabell3n de Pica y punta Pinto cubriendo todo el sector central, mientras que el segundo mas reducido se situ3 al noroeste del 3rea. Temperaturas mayores a 16°C se localizaron principalmente entre 170 y 200 mn de caleta Chucumata, y las 100 y 70 mn entre caleta Chipana y punta Urcu, registrando en este 3ltimo profundidades de la termoclina menores a 20 m (**Figura 28d**).

De caleta Chucumata a Mejillones, menores temperaturas de la base de la termoclina se registraron cerca de la costa, aumentando hacia el sector oce3nico. Asimismo, la isol3nea de 15°C desde la banda costera, se desplaza hacia el noroeste frente a punta Guasilla, la cual se proyecta hasta el sector m3s oce3nico, presentando un contorno que limita bastante bien la distribuci3n del jurel en la zona de estudio (**Figura 28c**).

La profundidad base de la termoclina registro valores en el rango de 8 a 64 m, promediando un valor de 25,9 m (**Figura 28d**). 3reas oce3nicas al norte de caleta pabell3n de Pica y mas reducidas, al sur de punta Urdu, muestran una termoclina



cuya base supera los 30 m de profundidad. En general, el borde costero mantiene valores menores a 30 m (hasta 20 mn), exceptuando entre Punta Colorada y caleta Chucumata, donde destaca el hundimiento de la termoclina por sobre los 30 m de profundidad.

En este sentido, cuatro núcleos de mayores profundidades (>40m) se centraron frente a punta Pinto (160 mn), caleta Chucumata (130 mn), a 200 mn entre punta Urcu y punta Blanca, y por último, frente a caleta Errazuriz (130 mn) donde la profundidad superó incluso los 50 m (**Figura 28d**).

j) Gradiente promedio, máximo y profundidad del gradiente promedio

El gradiente promedio de la termoclina (**Figura 29a**) tuvo una variación entre 0,09 y 0,73 °C/m, donde el máximo se ubicó a 1 mn de punta Urcu, y el mínimo a 200 mn de Pabellón de Pica. Destaca en la distribución núcleos con gradientes promedios mayores a 0,4°C/m, a 100 mn entre punta Pinto y Arica, a 20 y 200 mn de punta Junín, en el sector más costero de punta Urcu a caleta Chipana y a 70 mn de punta Guasilla. Los gradientes promedios menores a 0,2°C/m abarcaron casi todo el sector oceánico desde Punta Colorada a punta Guasilla, alcanzando también el sector costero del noroeste de Mejillones.

El gradiente máximo (**Figura 29b**), presentó valores que van de 0,12 a 2,42°C/m, con un predominio espacial de gradientes entre 0,4 y 0,8 °C/m. El máximo absoluto se obtuvo a 10 mn de Arica, mientras que el máximo relativo (1,62°C/m) se registró en un núcleo de valores mayores a 1°C/m, a 100 mn de punta Pinto, los cuales fueron disminuyendo paulatinamente hacia el sector suroeste del núcleo.



Las profundidades de este gradiente (**Figura 29c**) variaron de 5 a 64 m siendo homogénea (<20m) en el sector central costero desde Arica a caleta Chucumata. Más al sur, la isolínea de 20 m recorre todo el sector costero ampliándose frente a punta Guasilla (30 mn) y Mejillones (70 mn). El sector oceánico, al sur de Pabell3n de Pica, las profundidades fueron más variables fluctuando desde profundidades mayores a 20m hasta el máximo valor calculado.

5.5.2.2 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas

A continuación, se entrega el análisis de la distribución vertical de cada una de las variables oceanográficas registradas durante el estudio, en cada una de las transectas evaluadas en el área de prospección. Las transectas fueron agrupadas para su análisis en tres zonas bajo un criterio de proporcionalidad respecto del área total según se muestra en la **Figura 1**.

Temperatura

La temperatura vertical en el sector norte (transecta 1 a 4) mostró la presencia de una capa de fuerte variación térmica que se hace más intensa hacia la costa y en dirección norte, la que fue más evidente en la transecta 1 entre 0 y 20 mn, y que en general llegó hasta los 30 m de profundidad (**Figura 30**). En todas las transecta se registró un levantamiento de las isolíneas, que es variable en posición y pendiente. En este sentido, el comportamiento de los 12°C muestra el levantamiento a partir de los 200 m de profundidad, a 40 mn de Arica (transecta 1), 10 mn de punta Pinto (transecta2), 20 mn punta Camarones y Junín (transecta 3 y 4). En general el levantamiento fue intenso en los primeros 20 m de profundidad, afectando hasta los 200 m de profundidades, mientras que a mayor profundidad las isolíneas presentan pendientes negativas hacia la costa.



La estructura de temperatura para el sector centro (transectas 5 a 9) muestra una capa superficial de fuerte variaci3n t3rmica, la que se hace m3s evidente hacia la costa, observando en general, un levantamiento de la isoterma de 15°C y el hundimiento de isolinia de 14°C a 100 mn de la costa (**Figura 31**). Es asi que, en la transecta 6 temperatura sobre los 15°C se acercan a superficie acompa~ada del hundimiento de la isoterma de 14°C entre los 50 y 100 m y la ascenso de la isolinia de 12°C a 150 m de profundidad, lo que se mantiene en las transectas 7 y 8, observando en la ultima, una intensificaci3n en el desplazamiento a superficie de los 12°C, con una pendiente mayor que llega a perturbar toda la columna de agua). Un segundo levantamiento se menor intensidad se registrar a 40 mn de caleta Chipana.

La distribuci3n de temperatura se caracterizo por el levantamiento de isotermas de menor temperatura bajos los 200 m, registrando hacia el sur (transecta 9) el hundimiento a 250 m de profundidad de temperaturas menores a 10°C. En general para este sector, las isotermas sobre 13°C se profundizan hasta los 100 m en el sector oce3nico.

En el sector sur (transectas 10-14), la distribuci3n muestra el afloramiento de la isoterma de 15°C a 25 mn de la costa de Mejillones (transecta 12), a 1 mn de caleta Errazuriz (transecta 13) y a 7 mn de punta Coloso (transecta 14). Alteraciones en la distribuci3n de temperatura en la columna de agua se registra a 70 mn frente a punta Blanca, con un leve ascenso de las isotermas bajo los 13° C que se intensifican hacia el sur, desde 50 a 600 m de profundidad (**Figura 32**). Asimismo, una depresi3n de las isotermas bajo 12° C sobre 100 m, se registra en toda la columna de agua a 100 mn de Mejillones, reconociendo hacia el sur, un proceso inverso con un levantamiento de las isotermas menores de 12°C entre 130 a 200 mn de caleta Mejillones, que se extiende entre 25 a 170 mn frente a punta Coloso.



En general para la zona de estudio, se present3 una capa superficial (0 a 100 m), de gradientes t3rmicos y perturbaciones asociadas al levantamiento de las isol3neas hacia la costa (**Figuras 30-32**). La capa profunda, bajo la termoclina muestra una pendiente negativa de las isol3neas a las cual se agregan perturbaciones en forma de oscilaciones de las isol3neas a diferentes distancias desde la costa y en diferentes transectas.

Salinidad

En la distribuci3n de salinidad del sector norte destaca un n3cleo con salinidades sobre 34,80 psu, ubicado sobre 80 m de profundidad entre 90 y 170 mn de la costa, que se hace mas somero al sur, al no superar los 20 m y reducir su tama3o a 160 a 200 mn frente a punta Jun3n (**Figura 33**). Asimismo, altas salinidades (>34,80 psu) se presentaron a mayor profundidad a trav3s de las transectas desde Arica a punta Pinto, alcanzando 180 mn entre punta Camarones (transecta 3) a punta Jun3n (transecta 4). En este sentido, la mayores salinidades (>34,9 psu) se ubicaron sobre los 50 m, mientras que los m3nimos relativos (<34,5 psu) lo hicieron bajos los 500 m en el sector oce3nico.

En el sector central del 3rea en estudio, los valores de salinidad en el estrato superior se distribuyeron en n3cleos desde los 200 m en punta Colorada (transecta 1) y hasta los 350 m en caleta Chipana y punta Urcu (transecta 8 y 9) (**Figuras 34**). A mayor profundidad, las isohalinas tendieron a distribuirse en forma estratificada a lo largo de las transectas, inclin3ndose negativamente (hacia abajo) hacia la costa. La mayor inclinaci3n se produjo en caleta Chipana entre las 40 mn y la plataforma continental.

En general, los m3nimos relativos de salinidad (<34,5 psu) se ubican bajo 500 m de profundidad, con m3ximos relativos (>34,8 psu) en superficie (<50m). Sobre los 100 m, permanecen n3cleos de valores salinos <34.7 psu, que dominan profundidades



desde 30 a 160 m en las cinco transectas (**Figuras 34**). En punta Colorada (T5), valores mayores a 34,8 psu entre 60 y 250 m, predominaron en toda la transecta, y en el sur se desplazaron hacia el sector costero disminuyendo lentamente su participación en este estrato.

La distribución vertical de salinidad al sur del área de estudio (**Figuras 35**), se caracterizó por poseer un estrato superior de 250 m, donde se distribuyen núcleos de distintos espesores y valores salinos. Bajo esta profundidad, la tendencia fue la formación de estratos en un rango salino de 34,7 a <34,5 psu en el fondo, que dominaron toda la transecta. Las isohalinas a estas profundidades, se fueron curvando hacia el sector sur de la zona (transecta 14), destacando el ascenso de isohalinas a 70 mn de la costa de punta Blanca (transecta 10), y que permaneció en las dos transectas siguientes. Es así que, este sector presentó salinidades menores a 34,7 psu entre 0 y 150 m, con mínimos salinos (<34,5 psu) que dominaron hacia el borde costero y sur de las transectas, así como valores salinos >34,8 psu en punta Blanca (transecta 10) en 80 y 175 m, que se extienden y alcanzan la superficie entre 60 y 75 mn frente a punta Guasilla (transecta 11) y desde 3 a 10 mn a la cuadra de Mejillones.

Densidad

La densidad vertical en el sector norte presentó una distribución similar a la temperatura, con una fuerte pycnoclina en todas las transectas, intensificándose en el sector costero de transecta 1 (**Figura 36**). Todas las transectas presentan un ascenso de las isolíneas, desde las 40 mn en la transecta 1, desde las 20 mn en las transectas 2 a 4. Las isopícnas subsuperficiales, bajo los 150 m de profundidad, muestran una marcada pendiente negativa hacia la costa, siendo en general, la densidad superficial de esta zona inferior a 25 kg/m³, registrando solo valores superiores en el sector costero (< 10 mn, transecta 1 y 3).



En el sector centro la densidad superficial mantiene valores bajos de 25 kg/m^3 , sin embargo, en transectas 7 a 8 se evidenci3 un levantamiento de la isopicna de 25 kg/m^3 a m3s de 80, 70 y 60 mn respectivamente, registr3ndose densidades superiores a 25 kg/m^3 en estos sectores (**Figura 37**). Una fuerte picnoclina fue m3s evidente en el sector costero, donde se registr3 un ascenso de las isopicnas sobre los 150 m de profundidad, mientras que bajo esta profundidad las isopicnas registran pendiente negativa. En la transecta 8, hundimientos de aguas $>26,6 \text{ kg/m}^3$ se presentaron a 130 mn de la costa, bajo los 200 m y abarcan toda la columna de agua. Asimismo, levantamiento de las isopicnas bajo los 25 m ($>25,8 \text{ kg/m}^3$), asociada al hundimiento de la isopicna de $25,0 \text{ kg/m}^3$ en superficie a 40 mn, seguido por el hundimiento de isopicnas mayores a $25,8 \text{ kg/m}^3$ hasta los 140 m, acompa3ado de la disminuci3n de densidad ($<25,2 \text{ kg/m}^3$) en superficie a 20 mn de la costa hundieron las isopicnas mayores a $25,8 \text{ kg/m}^3$ hasta los 140 m, acompa3ado de la disminuci3n de densidad ($<25,2 \text{ kg/m}^3$) en superficie (**Figura 37**).

En la zona sur, las densidades ordenaron en estratos horizontales hasta los 600 m de profundidad, observando en el sector costero el surgimiento de aguas mas densas a 30 mn de Mejillones ($< 26,2 \text{ kg/m}^3$), una milla de caleta Err3zuriz ($<26,0 \text{ kg/m}^3$) y 10 mn de punta Coloso ($<26,2 \text{ kg/m}^3$). En general, las isopicnas menores a $26,4 \text{ kg/m}^3$ se levantaron hacia la costa, y densidades mayores se hunden hacia el talud. En esta zona la picnoclina se present3 mas d3bil que en las zonas anteriores y en T11 14 solo se pudo apreciar en el sector costero (**Figura 38**).

Las oscilaciones observadas en profundidad en las isotermas e isohalinas se ven reflejadas en las en oscilaciones presentes en las isopicnas



Oxígeno

La distribuci3n vertical de Oxigeno disuelto (OD) en el sector norte se caracterizo por la presencia de n3cleos superficiales (<100 m) de concentraciones >6 mL/L, que en general, se extendieron a lo largo de todas las transectas, con una r3pida disminuci3n en profundidad (0.25mL/L), como se observa a 150 m frente Arica y punta Pinto (**Figura 39**). Una capa m3nima de oxigeno (<0.25mL/L) se mantiene relativamente constante desde 100 a 450 m, extendi3ndose hasta las 100 mn de la costa.

En general, la zona centro present3 sus m3ximas concentraciones (>6 mL/L), en una franja superficial (<100 m) que se distribuy3 a lo largo de todas las transectas (**Figura 40**). Al igual que en la zona norte, se visualiza un brusco descenso de las concentraciones de OD en profundidad (50 a 200 m), con concentraciones mayores a 6 mL/L y m3nimo bajo 0,5 mL/L. La capa de m3nimo ox3geno (<0,25 mL/L) disminuy3 hacia el sur, con una fuerte presencia entre 150 y 450 m en toda la transecta frente a punta Colorada (transecta 6), y el posterior predominio de concentraciones <0,5 mL/L entre los 100 y 400 m en punta Urcu (transecta 9).

La distribuci3n vertical de oxigeno disuelto en zona sur (**Figura 41**), presento alto contenido de ox3geno disuelto (>6 mL/L) en el estrato superior de la zona oce3nica, cuyo espesor se hizo m3nimo hacia el sector costero a 40 mn de punta Guasilla, a 20 mn de Mejillones y a 5 mn de caleta Errazuriz y de punta Coloso. Surgimiento de aguas con menos ox3geno disuelto (<0,5 mL/L) se registran a 40 mn de Mejillones (160 m), 30 mn de caleta Errazuriz (160 m) y a 20 mn de punta Coloso (160 m).

Sobre las 40 mn, valores menores a 0,5 mL/L se mantienen entre los 150 y 400 m en punta Blanca (transita 10) y punta Coloso (transceta 11), disminuyendo hacia el sur a 200 y 400 m (transectas 12, 13 y 14), acompa3ado de un n3cleo con concentraciones



de OD >2 mL/L bajo 500 m (**Figura 41**). Valores menores a 0,25 mL/L, estuvieron siempre presentes como n3cleos en el sector costero (<20 mn) bajo los 150 m, el cual fue m3nimo hacia la ultima transecta del sur.

5.5.3 Masas de agua

La identificaci3n de las masas de agua se realiz3 a trav3s del an3lisis e interpretaci3n de diagramas TS, es as3 que durante el estudio, se detect3 la presencia de tres masas de aguas en el 3rea prospectada, a saber; Aguas Subtropicales (AST), Aguas Subant3rticas (ASAA) y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS).

Los diagramas TS en el sector norte muestran el predominio en superficie de Agua Subtropical (AST), cuya contribuci3n disminuye hacia el sur, en tanto las aguas Subant3rtica (ASAA) que se ubica directamente bajo el AST, su contribuci3n se hace m3s importante hacia el sur (**Figura 42**). La participaci3n del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), entre 100 y 300 m de profundidad, se mantiene relativamente constante en las transecta 1 a la 4.

En el sector centro, la participaci3n del AST disminuye hacia el sur y el ASAA aumenta su importancia, en especial en las estaciones m3s oce3nicas. La participaci3n del AESS disminuye para las estaciones costeras en esta zona (**Figura 43**).

Hacia el sur, aumenta la importancia de la participaci3n del ASAA, disminuyendo significativamente la participaci3n del AST. La participaci3n de la AESS disminuye hacia el sur preferentemente sobre el talud (**Figura 44**).



Al norte las AST estuvieron en superficie en los primeros 25 m con una participaci3n sobre el 70%, bajo los 100 m su contribuci3n no fue importante. Por abajo las ASAA participan con valores mayores a 40% entre superficie y 100 m, mostrando un ascenso hacia la costa, mientras que las AESS participan con >80% entre 150 y 200 m de profundidad, con un espesor mayor en el sector costero (**Figura 45**)

En el sector centro, los porcentajes de participaci3n indican que el AST hasta los 30 m alcanza >50% de participaci3n, para disminuir hacia el sur en el sector oce3nico (**Figura 46**), en tanto m3s del 40% de las ASAA se concentraron hasta los 120 m de profundidad, extendi3ndose hacia el oriente y sur del 3rea, mientras que las AESS su n3cleo a 120 m de profundidad supera el 80% de participaci3n, disminuyendo su presencia en un 10% hacia el sur.

En el sur, el AST est3 en superficie con participaci3n sobre el 10% en los primeros 60 m, disminuyendo hacia el sur hasta alcanzar porcentajes menores a 40% a 30 m de punta Coloso (transecta 14) (**Figura 47**). En sentido contrario, las ASAA se incrementan hacia el sector sur oce3nico, con una mayor presencia de porcentajes de participaci3n sobre el 50% en los primeros 100 m de profundidad, mientras la AESS al igual que en el norte y centro del 3rea, se present3 en toda la columna de agua con porcentajes mayores de 39% y m3ximo >70% entre 50 y 350 m.

En general para todas las zonas la AST y la ASAA disminuyeron su participaci3n en funci3n de la profundidad, incrementando su participaci3n las ASAA de norte a sur y de manera inversa las AST, mientras que la AESS present3 sus mayores valores entre 150 y 350 m de profundidad. Aguas AST, ASAA y AESS surgen en la costa sobre la plataforma en toda el 3rea de estudio.



5.5.4 Circulaci3n geostr3fica

Luego de iniciado el crucero (05/11/07), en la zona de prospecci3n se registraron dos giros importantes, uno anticicl3nicos y otro cicl3nico, ubicado el primero a 20°LS – 73°W con intensos flujos hacia el norte (~10 cm/s) que se debilitaron en el borde oce3nico hacia los 19°LS, mientras que el segundo en 21°LS y 72°W, se caracteriz3 por la presencia de corrientes que se movieron hacia el sector costero y noroeste del giro (**Figura 48a**). Frente a la bahía de Mejillones se observa una estructura anticicl3nica.

Avanzada la prospecci3n (10/11/07), se intensifican flujos hacia el noroeste y noreste, as3 como el segundo giro anticicl3nico centrado a los 21°S -72°W, el cual se acerca latitudinalmente hacia la costa (hasta 71°W) (**Figura 48b**). En tanto, el primer giro cicl3nico a los 20°S 73°W present3 un debilitamiento acompañado de flujos hacia el norte, en el sector oce3nico. Frente a Mejillones (71°W) movimientos anticicl3nicos continuaron, haciéndose m3s fuertes.

D3as antes del t3rmino del crucero (15/11/08), en el sector medio, frente a caleta pabell3n de Pica (21°S), flujos hacia la costa en el sector oce3nico y al noroeste continuaron predominando en el 3rea, centrando el giro anticicl3nico a 20° 30'S y 72°W (**Figura 48c**). Hacia el oeste, se volvieron a fortalecer movimientos cicl3nicos, ubicando el giro a 20°S 73° 30'W. Se observa un segundo giro anticicl3nico frente a Mejillones, el cual present3 una extensi3n en direcci3n al oeste entre 71° y 73°W.

Hacia fines del crucero (21/11/06), aparece una zona de fuertes corrientes entre 18° y 20°S que muestra caracter3sticas de giro intenso de naturaleza cicl3nica y mesoescala, acompañado en el borde, de fuertes corrientes hacia el sureste (**Figura 48c**). Respecto a los giros ubicados en 21°S 72° 30'W y 23°S 71° 30'W (frente a Mejillones), estos presentan marcado debilitamiento (**Figura 48c**).



5.5.5 Distribuci3n espacial y mensual de la TSM satelital, noviembre de 2006.

Durante noviembre, la temperatura superficial media TSM medida con sat3lite en el 3rea de estudio present3 un rango de variaci3n entre los 15° y 21°C (**Figura 49**). Las im3genes muestran la intrusi3n de aguas fr3as desde el suroeste y borde costero, mientras aguas m3s calidas se instruyen desde el sector noroeste a la costa, lo que implica la formaci3n de frentes t3rmicos que se mueven hacia el sur oriente de la zona de estudio.

Para la primera semana, la temperatura superficial present3 un rango entre los 15 y 20°C, aumentando desde el suroeste al noroeste, con un aumento de aguas con temperatura superiores a 17°C (**Figura 49a**). Destaca dos focos con temperatura mayor a 20°C, a 70 mn de punta Colorada y frente de caleta Chipana, en tanto, una franja de aguas fr3as (<16°C) se aprecia en los alrededores de Mejillones, la que est3 asociada a eventos de surgencias.

En la segunda semana, la estructura t3rmica es similar pero se instruyeron aguas m3s c3lidas principalmente en el sector oce3nico norte y hacia el sur (entre los 71°-73°W) del 3rea, obteniendo valores t3rmicos que fluctuaron entre 15° y 19°C (**Figura 49b**). La banda costera de aguas fr3as, muestra la presencia de lenguas de surgencia al noroeste de Mejillones y frente a Antofagasta.

Para la tercera semana, mayores temperaturas siguieron desplaz3ndose hacia el sur invadiendo tambi3n todo el sector costero, hacia el sur de caleta Chipana (21°25'S) rodeado por la isoterma de 18°C (**Figura 49c**), con temperaturas mayores a 20°C que dominaron fuera de la costa, desde los 18° a 21°S.



Luego, estos resultados muestran que los vientos presentes son favorables para la surgencia durante todo el crucero, lo que junto a una clara banda costera de bajas temperaturas y salinidades respecto a las superficiales, evidencian un gradiente perpendicular a la costa, el que junto a un gradiente latitudinal especialmente marcado en la temperatura, caracterizan la zona de estudio. Este gradiente es coherente con el incremento o decremento de algunas masas de agua presentes en la zona. Además, la dinámica de mesoescala, observada en la anomalía geopotencial y altimetría, muestra procesos más bien locales asociados a la surgencia, como frente a Mejillones o estructuras de mesoescala que modifican la distribución vertical de los parámetros presentados en este informe (profundidad de la isoterma de 15°C , CM, temperatura, salinidad y densidad).

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

5.5.6.1 Distribución geográfica del recurso

De manera general, se puede señalar que la especie se reportó distribuida en la parte sur del área prospectada, de preferencia dentro de las 100 mn 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 más de 30 m de profundidad, con una marcada preferencia por los primeros 25 m de la columna de agua donde se presenta la gran mayoría de las celdas (88%). Situación que es similar a lo descrito en años precedentes (Braun *et al.*, 1995, Cordova *et al.*, 2007).

Con respecto a los diferentes planos, en la capa que abarca desde la superficie hasta los 25 m, la especie presentó una cobertura geográfica escasa con un IOC 2,9 % y en zonas relativamente costeras, principalmente en la primeras 100 mn de la costa y



con agregaciones muy definidas (**Tabla 23 y Figura 50a**). En este sentido, la distribuci3n espacial de las agregaciones indica que el jurel se concentr3 mayoritariamente desde rio Loa a Antofagasta, con un foco ubicado a unas 60 mn al oeste de punta Arena y 180 mn desde la Península de Mejillones a Antofagasta, la península de Mejillones, en un área muy restringida y de gradientes térmicos leves. En cuanto al índice de ocupaci3n (Nº de pixeles positivas/Nº de pixeles positivos total), el 67,0% correspondió a pixeles de baja densidad, 24,6% a celdas de mediana densidad y el 8,4% a concentraciones altas (**Tabla 23**), lo que respecto al ańo pasado, muestra para este periodo una mayor presencia de altas densidades al registrar esta solo un 0,005% el 2006 (Cordova *et al.*, 2007).

En la capa de 26 a 50 m de profundidad, el jurel exhibió sus menores concentraciones con una distribuci3n espacial mucho más restringida, y un índice de ocupaci3n (IOC) más bajo que lo observado en el plano superficial, que alcanzó a 0,4% de cuadrículas totales (**Tabla 23 y Figura 50b**), con un claro dominio de la categoría de más baja densidad (**Tabla 23**). En esta capa, la distribuci3n del recurso se centró exclusivamente en el sector sur del área de estudio.

Tabla 23. Índices de ocupaci3n (en porcentaje) de las cartografías de distribuci3n de jurel en las capas de 5, 50 y 100 m.

DENSIDAD	Superficie-25 m.		Capa 26-50 m.		Superficie -50 m.	
	+	t.	+	t.	+	t.
Densidad Baja	67,0	2,9	64,2	0,4	65,0	3,1
Densidad Media	24,6	1,0	33,7	0,2	27,0	0,0
Densidad Alta	8,4	0,4	2,1	0,01	8,0	0,0

+ : cuadrículas positivas.

t. : cuadrículas totales.



5.5.6.2 Análisis integrado

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

Se realizó un análisis visual de los distintos planos y cartografías. Asimismo, se establecieron tabulaciones cruzadas (crosstabulación) con el propósito de estimar los rangos óptimos de preferencia de la especie en relación los parámetros ambientales y además calcular los coeficientes Cramer de las cartografías de distribución de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas superficial y 25 m, en atención a que no se registro cobertura geográfica de jurel en el estrato más profundos (51-100 m).

En relación con la temperatura

En general, se destaca que en la región de estudio dominan las isothermas menores a 19°C (**Figura 51a**). Con respecto al jurel, el recurso mostró una distribución espacial reducida con un IOC muy bajo de 2,9% y en zona relativamente costera y también oceánica, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales térmicos fuertes y moderados. La relación entre los pixeles con presencia de jurel y la TSM, muestra que el recurso se presentó en un rango de TSM desde los 15,0°C hasta los 19,9°C, con una clara preferencia por los 15-17°C (**Figura 56a**), lo que difiere para lo reportado por (Silva *et al.*, 2003 y Braun *et al.*, 2005), en los cuales la repartición de la especie se ubicó en un rango más alto de temperaturas con una moda en las aguas de 19 a 20,9°C, siendo importante destacar para el periodo de estudio el dominio de condiciones oceanográficas mas fría (La Niña). El índice de Cramer entre las variables es de 0,14 indicado una reducida asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 24**).



En el estrato de 26- 50 m de profundidad, el jurel muestra una repartici3n m1s costera y ubicada hacia el sur, con una distribuci3n muy escasa (0,4%) y centrada preferentemente al oeste de Mejillones, donde se observan diferenciales moderados de temperatura y salinidad (**Figura 51b**) La **Figura 57a** muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas que van desde 14 a 17°C, con una acentuada preferencia por la temperatura de 14 a 14,9 °C. La asociaci3n entre el recurso jurel y la temperatura es baja con un 1ndice Cramer de 0,10 ($\alpha = 0,05$), lo cual podr1a estar sustentado en la baja presencia d jurel en esta capa (**Tabla 24**).

Tabla 24. Coeficientes de Cramer de las cartograf1as de distribuci3n de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficie y 26-50 m.

VARIABLE	Superficie-25 m.	Capa 26-50m.
Temperatura (°C)	0,14	0,10
Salinidad (psu)	0,13	0,15
Oxigeno(mL/L)	0,11	0,05
Densidad (σ)	0,18	0,07
Capa dispersi3n profunda	0,16	0,10
Euf1usidos (ind/1000m ³) *	0,06	0,02

Nota : * Los valores de euf1usidos y capa de dispersi3n profunda son integrados en la columna de agua.

En relaci3n con la salinidad

En general, la distribuci3n geogr1fica de la salinidad mostr3 aguas m1s salinas en el sector norte, respecto al sector sur, que genera un fuerte diferencial en el sentido norte-sur. En este sentido, la especie exhibi3 una distribuci3n espacial reducida, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales salinos relevantes (**Figura 52a**). La proporci3n entre los pixeles con presencia de jurel y la salinidad muestra que el recurso se present3 en un amplio rango de salinidades desde los 34,4 hasta los 34,89 psu, con una preferencia por los 34,5-34,89 psu (**Figura 56b**), lo que difiere con Braun *et al.*, (2005) y C3rdova *et al.*, (2007) quienes mencionan preferencias mas altas con respecto a la variable. El 1ndice de Cramer entre las



variables es de 0,13, indicado una reducida asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 24**).

En el plano de 26 – 50 m de profundidad, la salinidad mantiene el patrón de distribución del estrato superficial con altos valores en el sector norte, mientras que en el sur se mantienen bajos valores de densidad (**Figura 52b**). En este sentido, la escueta presencia de jurel en este plano asociado a costa, muestra para el recurso un rango de distribución entre 34,4 a 34,69 psu, con una marcada preferencia 34,5 a 34,59psu (**Figura 57b**). El índice de Cramer fue de 0,11, razón por lo cual no es significativa ($\alpha = 0,05$), indicando un bajo grado de asociación de las variables que puede estar sustentado por la escasa presencia del recurso en esta capa.

En relación con el oxígeno

En el plano superficial, el oxígeno presentó aguas oxigenadas con una distribución en toda la zona de estudio mas bien homogénea en un rango de 2,6 y 7,55 ml/L, con una repartición geográfica bien caracterizada por la isolínea de concentración de 6 ml/L (**Figura 53a**). En este estrato la especie se reportó únicamente en el rango 5,0-6,9 ml/L, que es coincidente con lo reportado para los años anteriores (**Figura 56c**). En este estrato, la asociación entre las variables fue menos significativa registrando un índice de Cramer de 0,11 (**Tabla 24**).

En la capa de 26 a 50 m, la distribución horizontal del oxígeno mantiene un rango amplio, entre los 0,9 y 7,35 ml/L con un promedio de 5,74 ml/L, no obstante se mantiene la marcada moda por aguas oxigenadas. En relación al jurel, éste vuelve a presentar una clara preferencia por aguas de 6,0-6,9 (ml/L), lo que similar a lo descrito en los últimos años (**Figuras 57c**) (Córdova *et al.*, 2007). Por otra parte, el



índice de Cramer vuelve a exhibir una baja correlación (0,05). Presumiblemente por la baja presencia del recurso en el estrato.

En relación con la densidad

En superficie (**Figura 54a**), la distribución horizontal de la densidad del agua mostró aguas más densas en el sector costero y extremo sur, generando un gradiente salino horizontal localizado en las primeras millas de la costa, que determinó para el recurso su presencia entre los 24,6 y 25,59 σ_t con una clara preferencia por el intervalo de 25,2-25,59 (σ_t) (**Figura 56d**). En general predominaron aguas de mayor densidad $>25,0$ (σ_t) en la zona de estudio, determinado para el recurso y la densidad, al igual que el año pasado, una asociación significativa con un índice de Cramer que alcanzo a 0,18 (**Tabla 24**).

A los 26-50 m de profundidad, las densidades del agua no siguen el mismo patrón de la salinidad del estrato superficial, apreciando en este estrato el predominio de densidades mayores entre 25,4 y 25,9 (σ_t), con densidades altas en la costa y bajos valores en el océano (**Figura 54b**). Es así que, la proporción entre los pixeles con presencia de jurel y la densidad muestra que el jurel se reportó entre los 25,4 y 25,99 σ_t con una clara preferencia por las aguas de 25,6-25,69 σ_t , lo cual coincide con lo registrado durante el 2006 (**Figura 57d**). En cuanto a la asociación de las variables, ésta es no significativa ($\alpha= 0,05$) registrando un índice de Cramer de 0,07 (**Tabla 24**).

En relación con la capa de dispersión profunda (CDP)

La distribución horizontal de la CDP mostró valores regulares en la zona, donde las mayores concentraciones se situaron a 100 mn a la cuadra de Arica, y a 140 mn al



suroeste de Mejillones (**Figura 55a**). Respecto a la relaci3n entre la CDP y el jurel, se presenta una moderada asociaci3n, sin embargo se debe destacar que el segundo foco de CDP concuerda con la mayor concentraci3n de las lecturas acústicas de jurel en la capa superficial. Lo anterior se refleja en el índice de Cramer de la capa superficial que registr3 una moderada asociaci3n (0,16) entre las variables (**Tabla 24**).

En relaci3n con los eufáusidos

Como se mencion3 anteriormente, los eufáusidos se constituyeron en un grupo de relevancia cuantitativa por su abundancia y por ser el ítem de mayor importancia en la alimentaci3n de jurel.

El comportamiento espacial de los eufáusidos indic3 que las mayores concentraciones se ubicaron en las primeras 20 mn de la costa, con un foco relevante frente a Antofagasta (**Figura 55b**), coincidiendo con la presencia de jurel en sectores ubicados en el borde de las zonas de altas densidades de eufáusidos. En este sentido, este ańo la abundancia de eufausidos sufren una fuerte reducci3n del 75% respecto ańo pasado, lo cual puede explicar la nula asociaci3n (0,05) entre estas variables registrada este ańo, respecto a una relaci3n de 0,18 observada durante el 2006 en la zona de estudio.

b) Seńal latitudinal del jurel y su relaci3n con variables oceanográficas

Las seńales latitudinales de la densidad acústicas de jurel expresado en S_A y las variables hidrol3gicas temperatura y gradiente térmico superficial se muestran en las **Figura 58**. Estas, en general, presentan una marcada disminuci3n en el sentido norte-sur lo que es consecuente con la climatología local.



En la franja costera (que se extiende desde la costa hasta 50 mn), se puede observar que la concentraci3n de jurel fue moderada, con un foco mayor ubicado al suroeste de caleta Chipana y otro frente a Mejillones, los cuales se caracterizan por estar relacionados con zonas de gradiente térmicos importantes, restringiéndose el foco del sur al borde externo de aguas de 15°C (**Figura 58a**).

En la seña intermedia (entre 26 y 50 mn de la costa), se aprecia que las moderadas concentraciones de jurel se presentaron al sur de caleta Chipana, destacando 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 direcci3n norte-sur (**Figura 58c**), y adem3s corresponden a sectores donde se presentan diferenciales térmicos.

En la banda oceánica (desde 101 mn hacia el oeste) se observa que la seña de densidad del jurel indica una mayor abundancia, a 170 mn frente a Mejillones que reporta las altas concentraciones, y donde se aprecian aguas muy oxigenadas y moderados gradientes térmicos y salinos.

5.6 Manuscrito en Inglés

En relaci3n a manuscrito en inglés se ha preparado el trabajo "Influence of the upwelling and the front of upwelling in the spatial distribution of the anchovy and the jack mackerel in the north of Chile (18 °24° S)", preparado por el ocean3grafo Sr. Jaime Letelier, Ing. Pesquero Sr. Jos3 C3rdova y la Bi3loga marina, Sra. Vivian Valenzuela. Este resumen ser3 presentado al 1) Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, en la Habana, Cuba (26-30 / octubre / 2008) y, 2) XV Congreso Nacional de Oceanograf3a y II Reuni3n Internacional de Ciencias Marinas-2008, R3o de la Boca, Veracruz, M3xico (13-18/octubre / 2008).



6. DISCUSI3N

La biomasa de jurel estimada en primavera del 2007 en la ZEE (272.600 t), est1 sustentada principalmente por la fuerte concentraci3n del recurso en el sector sur. En tanto las 249.600 t evaluadas para anchoveta se restringen hacia el sector costero, no sobrepasando las 50 millas de la costa.

La precisi3n del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospecci3n (CV =30,09%) al alcanzar un valor de 23,31%, valor que supera lo registrado en noviembre del 2006 (14,29%) y abril del 2002 (18,2%), donde la distribuci3n de jurel present3 una mayor homogeneidad de las densidades ac1sticas de jurel que determinaron una amplia zona de concentraci3n dentro de las primeras 100 mn durante estos a1os. En este sentido, este a1o las agregaciones de jurel fueron m1s contagiosas y de alta densidad, lo que sustenta el nivel de precisi3n alcanzado, el cual es semejante al registrado para anchoveta (CV= 22,8%), cuya caracter1stica principal son distribuciones espaciales de abundancia con un alto grado de contagio en sus agregaciones.

La evaluaci3n de los m1todos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (Conglomerado, Estrato Agrupado, Bootstrap y Geoestad1stico), determin3 para ambas especies una mayor precisi3n en el m1todo geoestad1stico, lo cual se explica por un mayor aporte a la variabilidad total proveniente del muestreo ac1stico, que es reflejo del patr3n de distribuci3n de los recursos, raz3n por lo cual en general el m1todo de las variables regionalizadas, entrega indicadores de la variabilidad menor que los otros m1todos, al incorporar el factor espacial de la distribuci3n del recurso. Es as1 que el m1todo de Estratos Agrupados y Bootstrap entregan mejores indicadores en distribuciones de mayor variabilidad, mientras que los indicadores de la precisi3n (CV) alcanzados con el m1todo de Conglomerado son menores solo



cuando presentan una menor variabilidad entre y dentro de la transecta. Esto se debe a que el m3todo de Conglomerado (Hansen *et al.*, 1954) es el 3nico de los utilizados que considera la variabilidad dentro de las transectas y mide la variabilidad que se registra entre ellas y que es atribuible a la distancia entre transectas.

La distribuci3n espacial de jurel en el estudio, se caracteriz3 por la presencia de agregaciones del recurso paralelas a la costa y de mayor extensi3n que las correspondientes a anchoveta, coincidiendo este patr3n de repartici3n con lo registrado en estudios realizados entre 1985 a 1995, 2002 y 2006, en la zona de estudio, as3 como desde 1997 a 2007 en la zona centro-sur del pa3s. Estas agregaciones que alejadas de la costa formaron amplios sectores de baja densidad, con un reducido incremento de altas concentraciones, difieren radicalmente de anchoveta, donde su distribuci3n fue m3s costera y cont3 con un mayor n3mero de focos peque1os de alta densidad, que explica el volumen de biomasa estimada para primavera en la zona de estudio.

En sentido batim3trico, el jurel present3 una distribuci3n bastante superficial al concentrarse totalmente (100%) en superficie (0-40 m), manteniendo el patr3n hist3rico registrado en la zona prospectada durante las evaluaciones ac3sticas realizadas 1985 a 1995, 2002 y 2007, donde los ecotrazos de jurel no superaron los 100 m de profundidad, lo cual difiere bastante a lo registrado hacia el sur, donde el recurso alcanza mayor profundidad (160 a 180 m) en el sector donde se localiza principalmente su pesquer3a (VIII Regi3n). Esta diferencia en profundidad coincide con una marcada estratificaci3n latitudinal de las tallas observada hist3ricamente en los desembarques de jurel en el pa3s, al encontrar en el norte ejemplares peque1os que no superan los 30 cm, mientras que en el sector sur estos alcanzan tama1os de 45 y 50 cm. En este sentido, el comportamiento tan superficial registrado en el norte pudiera ser caracter3stico de ejemplares peque1os.



En la zona de estudio, las 272.600 t de estimada para jurel representan un fuerte incremento (>1000% y >130%), respecto a lo evaluado en abril del 2002 (18.100 t) y noviembre del 2007 (114.660 t), respaldando estos resultados la ejecuci3n de la evaluaci3n del recurso durante este per3odo del a1o, por cuanto, si bien es cierto las capturas de jurel entre 1980 y 1990 se centraron en el primer semestre de cada a1o (**Figura 59a**), a partir de 1991, el volumen de captura comienza a descender y aparece un nuevo m1ximo durante el segundo semestre del a1o (noviembre), no visualiz1ndose una tendencia clara como en el per3odo 1980-1990 (**Figura 59b, c y d**).

Al respecto, es importante se1alar que no obstante la importancia relativa de este recurso, su pesquer3a es de tipo complementaria a la anchoveta, registr1ndose durante los per3odos de baja disponibilidad o en las vedas de esta en la I y II Regi3n. Adem1s, los antecedentes de evaluaciones ac1sticas realizadas en la I y II Regi3n entre 1985 y 1995, indican altos estimados de biomasa de jurel durante el per3odo de invierno (mayo-junio), seguido de primavera (noviembre) y oto1o (marzo-abril), observando para el per3odo de primavera valores mas estable (123.000 a 323.000 t), respecto a los otros per3odos, donde sus valores fluct1an entre 34.000 y 803.000 t para invierno, as3 como desde 32.000 a 303.000 t en oto1o (Castillo *et al.*, 1985-1988; Cordova *et al.*, 1989-1991 y Castillo *et al.*, 1992-1995).

Los mapas de distribuci3n de urea sugieren que la distribuci3n espacial super3 el l3mite sur del 1rea de estudio, siendo posible suponer que el recurso se ubico mas al sur de Antofagasta.

Luego, los resultados alcanzados analizados bajo un concepto de a1o virtual, sugieren mantener este estudio durante el mes de noviembre, al registrar comparativamente este a1o un mayor volumen de biomasa en la zona de estudio, sin embargo, es importante contar con informaci3n actualizada que indique el periodo de mayor disponibilidad del recurso jurel en el a1o. En este sentido, dado el



car3cter alternativo del recurso en la pesquer3a de anchoveta, los aumento de desembarques de jurel no reflejan mayor disponibilidad del recurso en la zona, siendo necesario contar con peque1as operaciones rastrillo sistem3ticas mensuales de la flota durante el a1o, donde el esfuerzo de pesca este dirigido a la detecci3n y captura de jurel, y as3 establecer a trav3s de sus capturas por unidad de esfuerzo el periodo de m3xima disponibilidad en la ZEE de la zona norte del pa3s.

En relaci3n al ambiente, la distribuci3n de las variables, estructuras oceanogr3ficas verticales y sus anomal3as para el 3rea y per3odo de estudio, evidenci3 la entrada de Aguas Subtropicales desde el norte que genera un gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomal3as superficiales el efecto local y de corto per3odo que producen las surgencias costeras, que si bien se pierden en el promedio hist3rico, estas aparecen como una banda de anomal3a negativas a lo largo de la costa, con valores bajos de temperatura y mayores de salinidades relativamente distintos respecto a la registrada en superficie. En la zona se reconoce la presencia de Aguas Subtropicales (AST), Aguas Ecuatoriales subsuperficiales (AESS) y Aguas Subant3rticas (ASAA), con un afloramiento intermedio de aguas entre AST y AESS y ASAA, debido probablemente a la intensidad del viento en la direcci3n N NW durante el crucero y que favorece el proceso de surgencia, sin embargo, las anomal3as indican una menor proporci3n de AST en la capa superficial respecto a otros a1os, atribuible probablemente a una entrada moderada de AST asociada a la presencia de La Ni1a.

Por otra parte, las anomal3as que representan la comparaci3n de la informaci3n observada (crucero) y un promedio hist3rico o climatolog3a de la zona, permite conocer efectos de tipo local oce3nicos que afectan a todo el campo de manera distinta, en una escala de a1os, meses, semana y d3as, sus resultados en conjunto con el comportamiento de las variable oceanogr3ficas descritas para el 3rea de



estudio, permite aseverar que durante el crucero la zona de estudio se encuentra bajo la presencia de un proceso de enfriamiento (La Niña) que afecta toda el área, lo que es consistente con la climatología y los resultados del crucero de Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas de la Zona Norte (MOBIO), realizados en el mes de septiembre-octubre de 2007 (Braun *et al.*, 2007b), encontrando bajo el evento La Niña, en el sector oceánico como costero todos los procesos oceanográficos característicos como descenso de la temperatura y salinidad norte-sur, formación de una banda costera de aguas menor temperatura, mayor salinidad-densidad y menor contenido de oxígeno, y procesos de mesoescala como surgencia costera, filamentos y giros.

En este sentido, durante el crucero se registran cuatro procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de aguas. Es así que, el giro ciclónico produce un descenso del nivel del mar y ascenso de aguas bajo la termoclina, generando bajo esta, una perturbación en forma de la cima de una onda en las isolíneas de temperatura, salinidad y densidad, lo cual se ve confirmado por el ascenso de la isoterma de 15° C en el centro del giro, la disminución del espesor de la termoclina por el ascenso de la base de esta y el aumento del gradiente promedio y máximo de la termoclina en esta área casi circular (Bakun 2006). Por otra parte, en el giro anticiclónico se produce un efecto contrario, ya que genera un levantamiento o monte en el nivel del mar y un descenso de las isolíneas bajo la termoclina, por lo cual esta asociado a perturbaciones en forma de onda, generando la profundidad de la isoterma de 15°C, el aumento del espesor de la capa de mezcla y la disminución del gradiente máximo y de la distribución de la anomalía geopotencial.

Además de estos giros claramente definidos, la circulación geostrófica, altimetría y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que a 170 mn frente a Mejillones un giro ciclónico estuvo presente en un sector de alta concentración de



jurel y donde se registrarían proceso de concentraci3n de alimento, en tanto frente a la península de Mejillones donde también se concentró el recurso, se desarrolla un giro anticiclónico. Este giro perturba la estructura vertical de densidad, y puede estar asociado a un filamento anticiclónico alimentado por la surgencia costera en esta área la que es intensificada por la topográfica de la península (Marín *et al.*, 2001). La influencia de este giro o filamento, no definido por los datos de crucero, abarca desde punta Blanca hasta el sur de punta Coloso y profundiza le isoterma de 15° C. Este tipo de estructura esta presente durante invierno de 2005 - 2006 y verano de 2006, lo cual parece indicar la sinopticidad del proceso donde se combinan la advecci3n de agua superficial menos salina desde el sur por el jet costero y la surgencia en la península de Mejillones (Braun *et al.*, 2007; C3rdova *et al.*, 2007).

En este sentido, la informaci3n complementadas con imágenes satelitales muestran que además de los patrones estacionales típicos, normales, relacionados con la distribuci3n de las características oceanográficas de la zona, están presentes procesos de mesoescala como la surgencia costera inducida por el viento y giros ciclónicos y anticiclónicos, como también filamentos que tiene una duraci3n entre días y semanas, los cuales están modificando a escala de decenas de kil3metros y cientos de metros en profundidad las características de la zona en estudio. Estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, es decir, mediante cambios en la distribuci3n espacial del alimento, las presas y los predadores pueden afectar la historia de vida de algunos organismos presentes en la zona de estudio (Bakun, 2006).

Luego, la distribuci3n espacial de jurel durante el crucero muestra una clara diferenciaci3n zonal, con una densidad acústica que se incrementa hacia el sur, y donde la zona adyacente a la banda costera de mayores valores de densidad acústica de jurel corresponde al límite exterior del área de influencia de la surgencia, mientras que la anchoveta se ubico dentro de ella, ya que coincide con la banda de



menores temperaturas y mayores salinidades con las que fueron caracterizada las aguas de surgencia, evidenciando una estratificaci3n espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel. Situaci3n que este a1o, dado la presencia de condiciones oceanogr3ficas m3s fr3as y menos salinas (La Ni1a), se presenta de manera moderada con respecto al a1o pasado donde los gradiente termo-salino fueron m3s intensos y fuertemente ligados a la costa. Luego, bajo esta condici3n particular dominante en la zona norte se verifica la relaci3n que ha sido descrita para sardina y anchoveta en la zona de estudios, donde anchoveta esta fuertemente relacionada con valores bajos de temperaturas que se encuentran entre el frente t3rmico-halino y la costa, mientras que sardina se ubica de preferencia por fuera del frente presentando una distribuci3n m3s alejada de la costa (Castillo *et al.*, 1996)

Por otra parte, la abundancia de los grupos zooplanct3nicos fue menor que la observada en noviembre del 2006 en la zona de estudio, concentrando sus m3ximos valores de densidad en el sector costero. En este sentido, los cop3podos doliolidos y euf3usidos presentan mayores densidades frente a la pen3nsula de Mejillones donde se registr3 concentraciones de jurel. Esto conjuntamente con antecedentes de estudios que se1alan a euf3usidos como ítem importante en la dieta de jurel para la zona norte y sur de Chile, sugieren una posible asociaci3n alimentaria dado la alta densidad de euf3usidos en la costa y las concentraciones de jurel en el entorno del sector costero. Si bien es cierto, este tipo de relaciones han sido descritos y analizados para el jurel por Bertrand *et al.*, 2003 en la zona sur, la significativa reducci3n de un 75% en la abundancia de eufausidos este a1o no permitieron verificar esta relaci3n en la zona de estudio, al no encontrar asociaci3n entre estas variables como se observo durante noviembre del 2006.



Al respecto, es importante señalar que durante el 2008 se incorpora en el estudio, análisis de contenido estomacal a estómagos de jurel capturados durante el crucero de prospección acústica, para conocer la dieta alimentaria de recurso y ratificar a los eufausidos como un ítem relevante, permitiendo esta información validar una relación directa entre la abundancia de jurel, de sus presas y la oferta alimentaria (grupos zooplanctónicos) presente en la zona de estudio.

En las evaluaciones hidroacústicas efectuadas en invierno en la zona central de Chile (1997 -2007), se han presentado cambios en la distribución espacial del recurso jurel, 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 ha presentado rangos preferenciales frente las variables hidrológicas, lo que muestra que el jurel en su medio ambiente no se ubica en cualquier lugar, clasificando el recurso en el grupo de especies definidas como ambiente georreferenciado. En este contexto, el análisis de asociación entre las variables bio-oceanográficas y el recurso, realizado durante este estudio, muestra que el jurel se ubico en rangos de preferencia en los distintos estratos (temperatura 15-17°C; salinidad, 34,5-34,89 psu,) ratificando esta característica en el recurso.

Por otra parte, entre 1998 y 2001 en la zona centro-sur de Chile, la disponibilidad de jurel en ZEE creció desde 3,2 a 5,97 millones de toneladas, para posteriormente caer a valores cercanos a las 500.000 toneladas, observándose 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). Asimismo, la marcada presencia de ejemplares de jurel de menor tamaño, tras el intenso evento El Niño 1997-98, que evidenció una fuerte modificación de la estructura de talla de jurel que expertos definieron como una juvenilización del stock, así como el desplazamiento gradual de la distribución



espacial del recurso hacia el sector sur del 1rea de estudio, y el incremento sustantivo de abundancia fuera de la ZEE, evidenci3 un fuerte cambio en el uso del espacio del jurel en la zona de estudio, constituyendo aspectos relevantes por su impacto en el 1mbito comercial y de la administraci3n del recurso.

Asumiendo la existencia de un stock 1nico de jurel en la costa del pacifico frente a Chile. La consistente presencia de ejemplares de tallas menores en el norte y la mayor presencia de peces adultos hacia el centro Sur, pueden sugerir que el reclutamiento se presenta entre las regiones I y IV. En este sentido, los resultados del estudio son importantes, por cuanto de ser ratificado la presencia de ejemplares peque1os en la zona norte, podr3a confirmar la hip3tesis que el reclutamiento se presenta preferentemente en el norte del pa3s, siendo en este contexto necesario la continuidad de este estudio.

Es as3 que, el incremento de tama1o de los ejemplares de jurel de norte a sur, la alta concentraci3n del recurso en la zona centro-sur con fines de alimentaci3n (Serra, 1991) y la presencia de jurel peque1os en los desembarques de la V a X Regiones, cuando se registran intrusiones de aguas c1ldas desde el noroeste, con el desarrollo de eventos El Ni1o, sugiriendo el desplazamiento de masas de aguas oce1nicas que incluyen el transporte de ejemplares peque1os que habitualmente habitan en el sector oce1nico (pre-reclutas), dan fuerza a la existencia de tres zonas de distribuci3n de jurel, zona de crianza (sector norte), alimentaci3n o engorda (sector centro-sur) y de desove (alta mar) (Elizarov *et al.*, 1993, Grenchina 1998 y Arcos *et al.*, 2001) (**Figura 60**).

En este contexto, es relevante destacar el registro de altas densidades de jurel en la tercera y cuarto regi3n, detectadas durante las prospecciones ac1sticas realizadas en el marco del proyecto FIP "Evaluaci3n hidroac1stica del reclutamiento de anchoveta entre la III y IV Regiones" entre el 2006 y 2007, que sugieren una



importante presencia del recurso dentro y sobre las 20 mn de la costa. En este sentido, disponer de información de abundancia independiente de la pesquería a través de método acústico, permitirá contar con antecedentes desde la primera a décima región, al complementarse esta evaluación con las ya realizadas en la zona norte y centro-sur del país.

Luego, bajo este escenario y considerando la trascendencia de los resultados alcanzados en la zona de la pesquería (centro-sur) para la administración y manejo del recurso como para el sector privado extractivo, al detectar un alto porcentaje de ejemplares pequeños (1997) y la disminución importante y sostenida de la disponibilidad de jurel dentro de la ZEE, que durante el 2007 alcanzo su mínimo, operando la flota principalmente en y sobre las 200 mn de la costa, sin completar la cuota anual de captura asignada para el 2007. Luego, contar con esta evaluación permitirá conocer cambios de abundancia y su localización espacial, a través de prácticamente toda el área de distribución del jurel en las costa de Chile, lo que junto a otros estudio de desove del jurel (“Condiciones biológicas de jurel en alta mar”), permitirá visualizar la inter relación entre zona de crianza, engorda y desove, validando un modelo conceptual y estructurado de la población de jurel

Por otra parte, es importante fortalecer el muestreo realizado a bordo durante el crucero, dado que el tiempo disponible para recorrer la transecta (100mn) durante el periodo de luz solar, limita realizar un mayor número de lances en zonas de abundancia. Luego, es importante contar con el apoyo de la flota de cerco del norte, a través de muestreos en sectores donde no sea posible aumentar el numero de lances de pesca, lo cual permitiría robustecer manera importante los tamaños de muestras para estudios de biológico-pesquero y de alimentación, para lo cual se podría operar bajo régimen de pesca de investigación.



7. CONCLUSIONES

7.1 Acústica

- 7.1.1** La biomasa de jurel para la zona comprendida desde Arica (18° 25'LS) a sur de Antofagasta (23° 50'LS) y desde 5 y 200 millas de la costa fue de 272.600 t, con un coeficiente de variaci3n (CV) de 23,31.
- 7.1.2** La abundancia numérica total alcanz3 a 1.381 millones de ejemplares, los cuales se ubicaron principalmente en la zona centro sur del área prospectada y representan un fuerte incremento en relaci3n a lo cuantificado en abril del 2002 (352 millones de individuos) e importante respecto a noviembre del 2006 (1,050 millones de individuos).
- 7.1.3** El recurso se localiz3 principalmente entre Pisagua y el extremo sur del área prospectada, en las cercanías del sector costero hasta caleta Chipana y alcanzando las 200 mn en el sur, concentrándose las mayores abundancias al suroeste de caleta Chipana y a 170 mn frente la Península de Mejillones.
- 7.1.4** El 100% de las agregaciones de jurel se ubicaron entre la superficie y los 40 m de profundidad.



7.2 Pesca

7.2.1 El 4.4% de la captura correspondió a jurel, en tanto el 95,6% lo constituyó la fauna acompañante. El mayor aporte en la fauna acompañante correspondió a las especies; Anchoqueta *Engraulis ringens* (55,98%), otros (20,81%), mictófidos *Familia Myctophidae* (14,59%), jibia *Dossidicus gigas* (4,07%) calamar *Loligo gahi* (0,12%) y caballa *Scomber japonicus* (0,0005%).

7.2.2 Se capturaron ejemplares de jurel entre 17 a 31 cm, donde un 37,6% se agrupó entre los 17 a 22 cm, en tanto el 62,4% lo hizo desde 23 a 31 cm..

7.2.3 La composición demográfica estuvo compuesta por los grupos edad de I a VII, siendo los principales el III y IV que participan en el área total con un 92 y 44%, respectivamente.

7.3 Oceanografía

7.3.1 La zona de estudio, evidencia la influencia del evento La Niña, en los campos horizontales y verticales de temperatura y salinidad, lo que presentan valores menores que otros años para el mismo periodo, aunque los procesos oceanográficos como surgencia, lenguas de surgencia, la banda costera y giros de meso escala se mantienen.

7.3.2 La extensión de la surgencia costera en el bordo externo esta asociado a la distribución espacial de jurel y anchoqueta durante este estudio, evidenciando una estratificación espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoqueta y por fuera el jurel.



7.3.3 A diferencia de otros a1os, el 2007 jurel presento alta abundancia alejada a la costa, asociada al limite de una estructura de meso escala cicl3nica.

7.4 Plancton

7.4.1 Los grupos cop3podos, salpas doli3lidos y quetognatos aportar el 88% a la abundancia relativa total.

7.4.2 17 taxas identificadas disminuyen su abundancia relativa respecto al 2006, donde el mayor cambio negativo (75%) corresponde a euf3usidos, mientras que un importante incremento registr3 salpas y doli3lidos.

7.4.3 Los mayores valores de la biomasa zooplanct3nica se registraron a lo largo de todo el borde costero de la zona explorada..

7.5 Asociaciones

7.5.1 Los rangos de distribuci3n del jurel respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localiz3, en el estrato superficial, en aguas cuya temperatura var3a desde 15°C hasta 19,9°C con una clara preferencia por aguas de 15-17°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuy3 en un rango de 34,4 a 34,89 psu (capa superficial), con una inclinaci3n por aguas de 34,5-34,89 psu, evidenciando el car3cter de ambiente georreferenciado en la zona de estudio.



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.
- Arcos, D. F. 1975.** Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. *Gayana Zool.* 32:1 - 31.
- Arcos, D.F., L.A. Cubillos y S.P. Núñez 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. En prensa.
- Barbieri, M. A. 1981.** Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.
- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986.** Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.



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.

Bakun, A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946 – 1971. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 671, 103 pp.

Bakun, A. 1975. Daily and weekly upwellind indices, West Coast of North America, 1967 – 1973. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS-SSRF 693, 113 pp.

Bakun, A. 1987. Monthly variability in the ocean habitat off Perú as deduced from maritime observations, 1953 to 1984. In: The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of changes. D. Pauly y I. Tsukayama (Eds.) ICLARM Studies and Reviews 15: 46-74.

Bakun A. And R. Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current System. CalCOFI. Rep., Vol XXIII, 99-112.

Bakun, A. 2006. Front and eddies as key structures in the habiata of marine fish larvae: opportunity, adaptive responde and competitive advantege. Scientia Marina. 70(S2): 105 -122



- 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. Masson y Cie (Ed), Paris. Coll. Ecologie. 2:196 p.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2001.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2000. Informe Final Proyecto FIP N° 2000-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2002.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2001. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, V. Valenzuela, J. Castillo, J. Osses y V. Catasti 2004.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y II Regiones, año 2002. Informe Final Proyecto FIP N° 2002-01. Instituto de Fomento Pesquero.
- Braun, M., H. Reyes, E. Pizarro, J. Castillo, J. Saavedra, V. Catasti y V. Valenzuela. 2005.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la I y IV Regiones, año 2004. Informe Final FIP N°2004-01. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 300 pp + Anexos.
- Braun, M., V. Valenzuela, H. Reyes, J. Castillo, M. Pizarro, V. Catasti, J. Saavedra y Jaime Letelier. 2007.** Monitoreo de las condiciones bio-



oceanográficas en la I y IV Regiones, año 2005. Informe Final FIP N°2005-10. Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso, Chile). 336 pp + Anexos.

Castillo, J. P Pineda, J. L. Blanco .1985. Cuantificación acústica de recursos pelágicos en la zona Aricas- Antofagasta y Huasco- Los Vilos. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile

Castillo, J. y P Pineda. 1986. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en otoño de 1986. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile

Castillo, J. y P Pineda. 1986. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en invierno de 1986. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile.

Castillo, J., J. Córdova y P. Briones. 1988. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Noviembre - Diciembre 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-107).

Castillo, J., J. Córdova y M. Espejo. 1988. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Agosto 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 63-90).

Castillo, J., J. Córdova y P. Briones. 1988. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos



y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Mayo 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 69-94).

Castillo, J. y J. C3rdova. 1992. Distribuci3n y abundancia de los recursos pel3gicos durante febrero y marzo de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribuci3n y abundancia de recursos pel3gicos y de las condiciones bio-oceanogr3ficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretar3a de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 44-66.

Castillo, J. y A. Paillam3n. 1992. Distribuci3n y abundancia de los recursos pel3gicos en abril de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribuci3n y abundancia de recursos pel3gicos y de las condiciones bio-oceanogr3ficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretar3a de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 72-90.

Castillo, J., S. Lillo y M. Espejo. 1992. Distribuci3n y abundancia de los recursos pel3gicos en junio de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribuci3n y abundancia de recursos pel3gicos y de las condiciones bio-oceanogr3ficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretar3a de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 65 - 83.

Castillo, J. 1992. Distribuci3n y abundancia de los recursos pel3gicos durante octubre y noviembre de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribuci3n y abundancia de recursos pel3gicos y de las condiciones bio-oceanogr3ficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretar3a de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 80 p.



Castillo, J., M. Braun y J. Blanco. 1993. Cuantificación estacional de la biomasa de los recursos pelágicos y vigilancia bio-oceanográfica, zona norte. Informe de Proyecto Empresas Pesqueras, Inst. Fom. Pesq. Valparaíso, Chile. 58 págs más anexos.

Castillo, J., J. Blanco, M. Braun, H. Reyes, y h. Robotham, 1994. Evaluación directa del stock de sardina española, anchoveta y jurel, Regiones I a IV. Informe de proyecto al FIP-94-13. IFOP Valparaíso, Chile, 228 pag.

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. M. A, Barbieri y A. Gonzalez 1996. Relationships between sea surface temperature, salinity and pelagic fish distribution off northern Chile.. _ ICES Journal of Marine Science, 53: 139-146.

Castillo, J. J. Córdova, A. Saavedra, M. Espejos, P. Gálvez y M. A. Barbieri 2002. Evaluación del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones. Temporada 2001-2002. Informe Final Proyecto FIP N° 2001-11. Instituto de Fomento Pesquero. IFOP, Chile, (207 p) + figs.

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Agosto Septiembre 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 54-93).



C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989. Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Mayo 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 59-96).

C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1989. Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Marzo Abril 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-97).

C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Agosto 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 40-82).

C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Mayo 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 48-85).

C3rdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribuci3n y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificaci3n de la biomasa de Recursos Pel3gicos y Vigilancia Bio-oceanogr3fica Zona Norte. Febrero a Marzo 1990.



Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte.
Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 91-132).

Córdova, J. y M. Espejo. 1991. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Febrero 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 23-56).

Córdova, J y A. Paillamán. 1992. En Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.

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., M. A. Barbieri, M. Espejo, 2004. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación hidroacústica de jurel entre la V y X Regiones, invierno, año 2004. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, Chile. (196 p)+ anexo figs.

Córdova, J., M. A. Barbieri, C. Lang, 2006. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Evaluación Directa de jurel V y X Regiones, 2005. BIP_ N° 30033968-0. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso,, Chile (129 p) + anexo figs.



C3rdova, J., C. Hern3ndez y V. Correa. 2007. Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Investigaci3n Evaluaci3n Hidroac3stica jurel V y X, 2006. BIP_N3 30043859-0. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (125 p) + anexo figs.

C3rdova, J., V. Correa y C Hern3ndez 2007. Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Evaluaci3n hidroac3stica de jurel el las regiones oce3nicas de la I y II Regiones. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so, Chile (148 p) + anexo figs

C3rdova, J., F. Leiva, C. Hern3ndez. 2007. Evaluaci3n Hidroac3stica de jurel. En: Evaluaci3n hidroac3stica del recurso jurel entre la V y X Regiones, a3o 2007. Instituto de Fomento Pesquero. Valpara3so,, Chile (129 p) + anexo figs

Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Per3. Inf. Inst. Mar Per3 (Callao), 44: 387 pp.

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

Ducet, N., P.Y. Le Traen and G. Reverdin. 2000. Global high-resolution mapping of ocean circulation from TOPEX/Poseidon and ERS-1 and ERS-2. J. Geophys. Res., 105, 19477 – 19498.

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



- Evseenko, S. A. 1987.** Reproducci3n de jurel del Per3 *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pac3fico Sur. *Voprosy Ichthyologii*, 27(2):264-273.
- Elizarov, A. A., A. S: Grechina, B. N. Kotenev y A. N. Kuzetsov. 1993.** Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the open waters of the South Pacific. *Journal of Ichthyology*, 33 (3): 86-104.
- Foote, K. 1986.** Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres. *Journal of the Acoustical Society of America*.
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992.** Geostastical analysis of acoustic survey data on group herring in Fjord. *CIVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.*
- Frontier, S. 1980.** Zooplankton de la regi3n de Nosy-B3 I) Programa des recoltes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. *Cah Orstom (oc3anogr.)*, 4(3):3-37.
- Griffiths, F. B., G. H. Brown, D. D. Ried y R. R. Parker. 1984.** Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. *J.Plank. Res.*, 6(5) 721-731.
- Guzm3n, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodr3guez e I. Giakoni. 1983.** Estudio de recursos pel3gicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pel3gicos I. Prospecci3n zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS). Corporaci3n de Fomento de la Producci3n (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.



- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1954.** Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, INC.
- 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.
- 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.
- Kawahara, S., J. Uozum Y h: Jamada. 1988.** First record of a carangid fish. *Trachurus murphyi*, from New Zealand 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°30' Lat., S). 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.
- Ludwig, J. y J. Reynolds. 1988.** Stastical Ecology. A primer on methods and computing. Wiley y Sons. NY. 329 p.



Margalef, R. 1977. Ecología. Ed. Omega SA. España. 951 p.

Marin, V., R. Escribano, L. Delgado, G. Olivares & P. Hidalgo. 2001. Nearshore circulation in a coastal upwelling site off the Northern Humboldt current system. *Continental Shelf Research*. 21: 1317-1329.

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.

Mamayev, O. I. 1975. Water masses of the south East Pacific Ocean. En: R. Fraser, (ed.). *Oceanography of the South Pacific 1972. Papers presented at the International Symposium on the Oceanography of the South Pacific, Wellington, New Zealand, 9–12 February 1972. Wellington, New Zealand National Commission for UNESCO*, pp. 71–99.

Microimages. 1997. Microimages. 1997. TNTmips. The map and image processing system: User's Guide, NE, USA

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.
- 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.
- 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 pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees geographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.

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.

Quiñónez, R. A., Serra, R., Núñez; S., Arancibia, H., J. Córdova y F. Bustos. 1996. Relación espacial entre el jurel y sus presas en la zona centro-sur de Chile. Taller internacional de Gestión de Sistemas Oceanográficos del Pacífico Oriental (C.O.I.F.E.R.,U. De Concepción). 9-16 Abril, Concepción, Chile.

Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. Gayana (Zoología), N° 44, 110 págs.

Reynolds, R. 1982. A monthly averaged climatology of Sea Surface Temperature. Techival Report NNS-31, National Metereological Center, NOAA, Silver Springs, Md.

Rindorf, A. and Lewy, P. 2001. Analyses of length and age distributions using continuation-ratio logits. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 58, 1141-1152 pp

Rivoirard,J., J. Simmonds, K. G.Footer. P. Fernandes and N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating Fish Abundance. Blackwell Science Ltd.

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 hidroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.
- Rojas, R. y N. Silva. 1996.** Atlas Oceanogr3fico de Chile. Vol. 1. Primera Edici3n. Servicio Hidrogr3fico de la Armada de Chile. 130 p.
- Saavedra, J.C., H. Miranda y Z. Young. 2003.** "M3todos de Comparaci3n de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades". Documento T3cnico. Unidad Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.
- Serra R., C. Canales, P. Barría, J. C3rdova y A. Aranis. 2001.** Investigaci3n y captura Total Permisible 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.
- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973.** Numerical taxonimy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp
- Simmonds J y D. MacLennan. 2005.** Fisheries acoustics. Chapman & Hall, London: 475 pp.
- SIMRAD, 1991.** SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual.



Silva, N. y H. Konow. 1975. Contribuci3n al conocimiento de las masas de agua en el Pacífico Suroriental. Expedici3n Krill. Crucero 3-4. Julio-Agosto, 1974. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur. Ciencia y Derecho del Mar 3:63-75.

Silva, C., E. Yáñez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003. Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila *a* y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. *In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile.* Valparaíso, 157-162.

Silva, N. 1983. Masas de agua y circulaci3n de la regi3n norte de Chile. Latitudes 18°S-32°S. (Operaci3n Oceanográfica MARCHILE XI - ERFEN II). Ciencia y Tecnología 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.

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 expedici3n Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.

Wolter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation.- Sprnger- Verlag N.Y.

FIGURAS

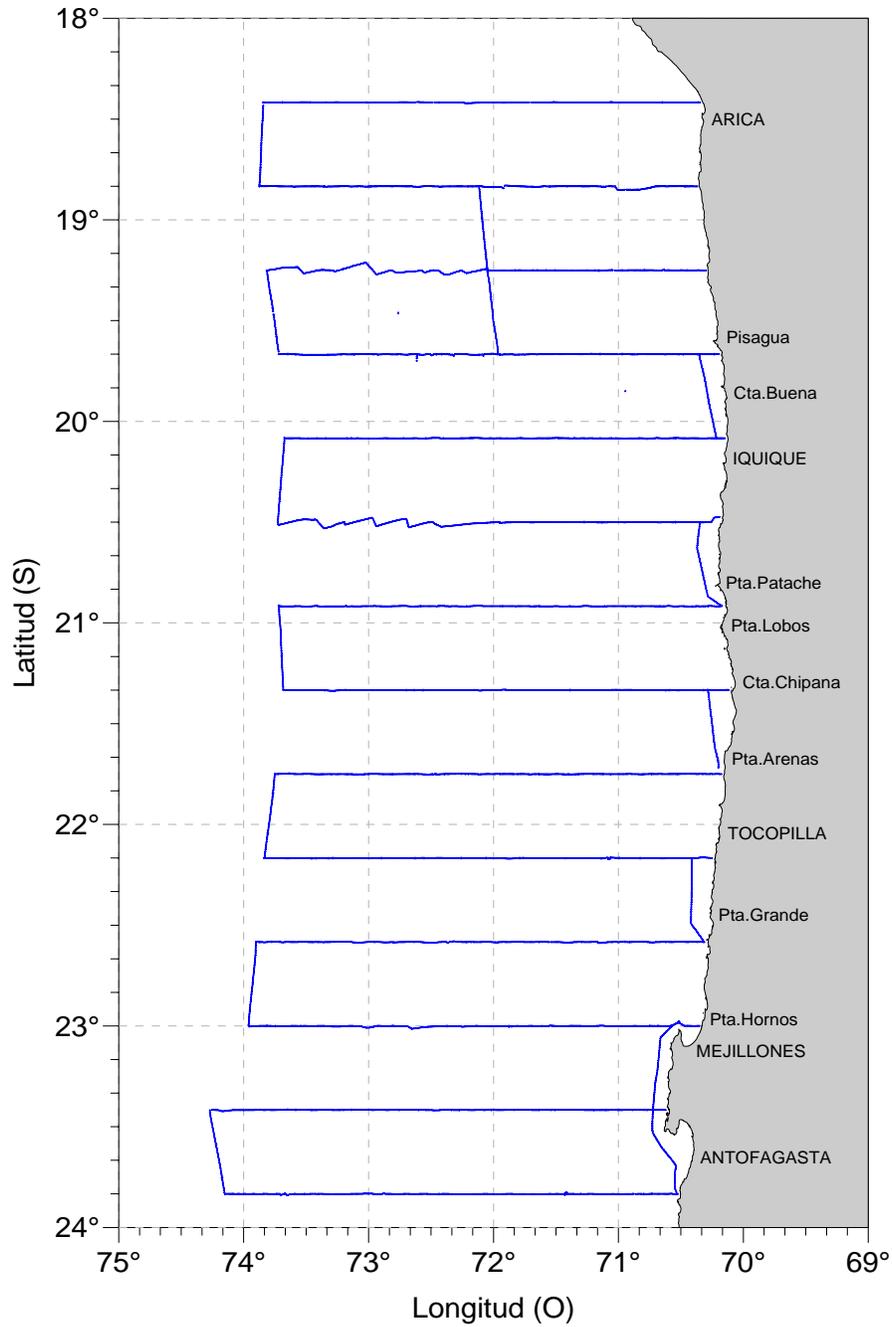


Figura 1. Distribuci3n de transectas en la zona de estudio. Noviembre 2007.



B/C "Abate Molina"



Figura 2. Embarcaci3n y equipos ac3sticos usados en la evaluaci3n. Noviembre 2007.

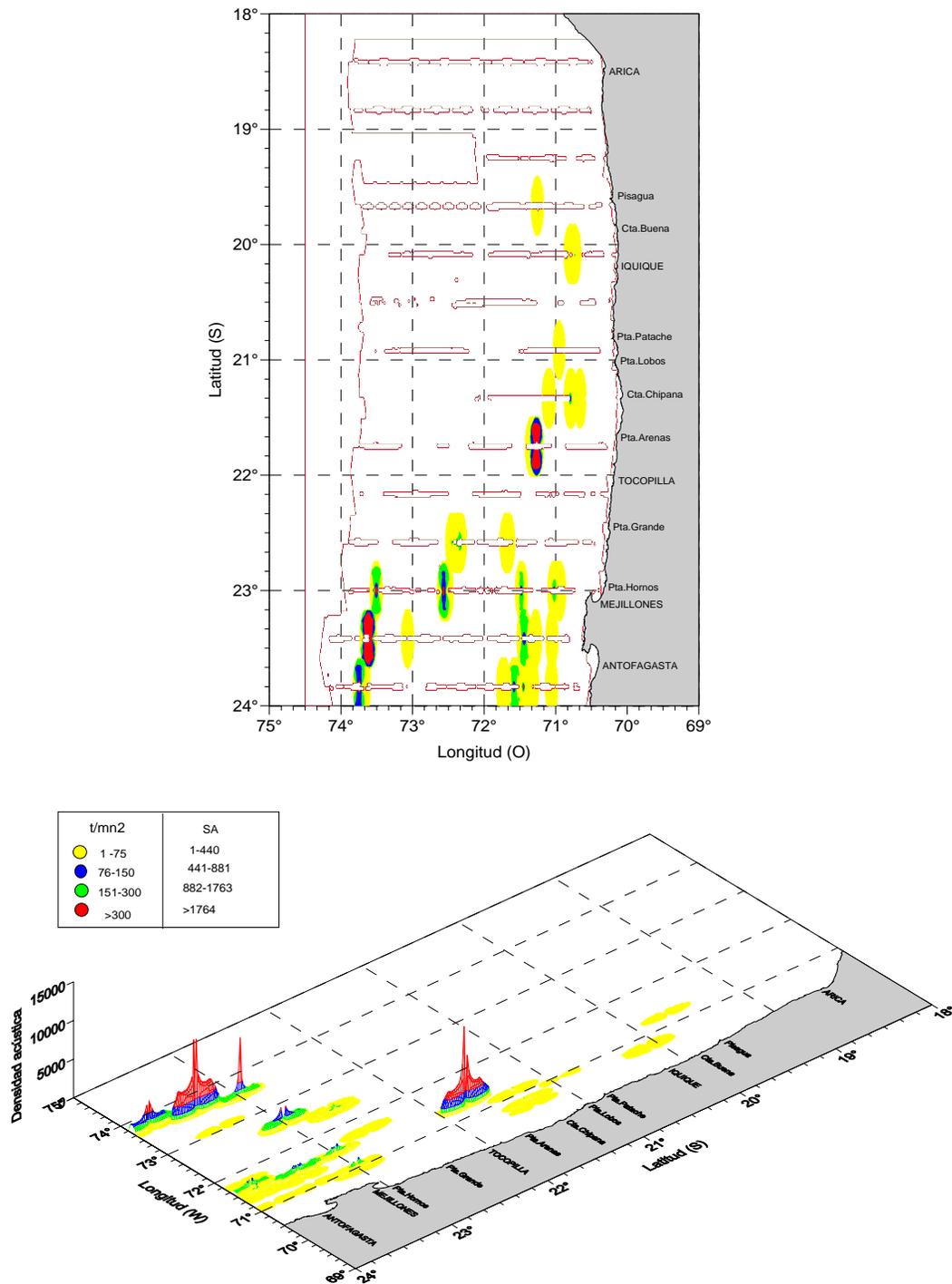


Figura 3. Distribuci3n espacial de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2007.

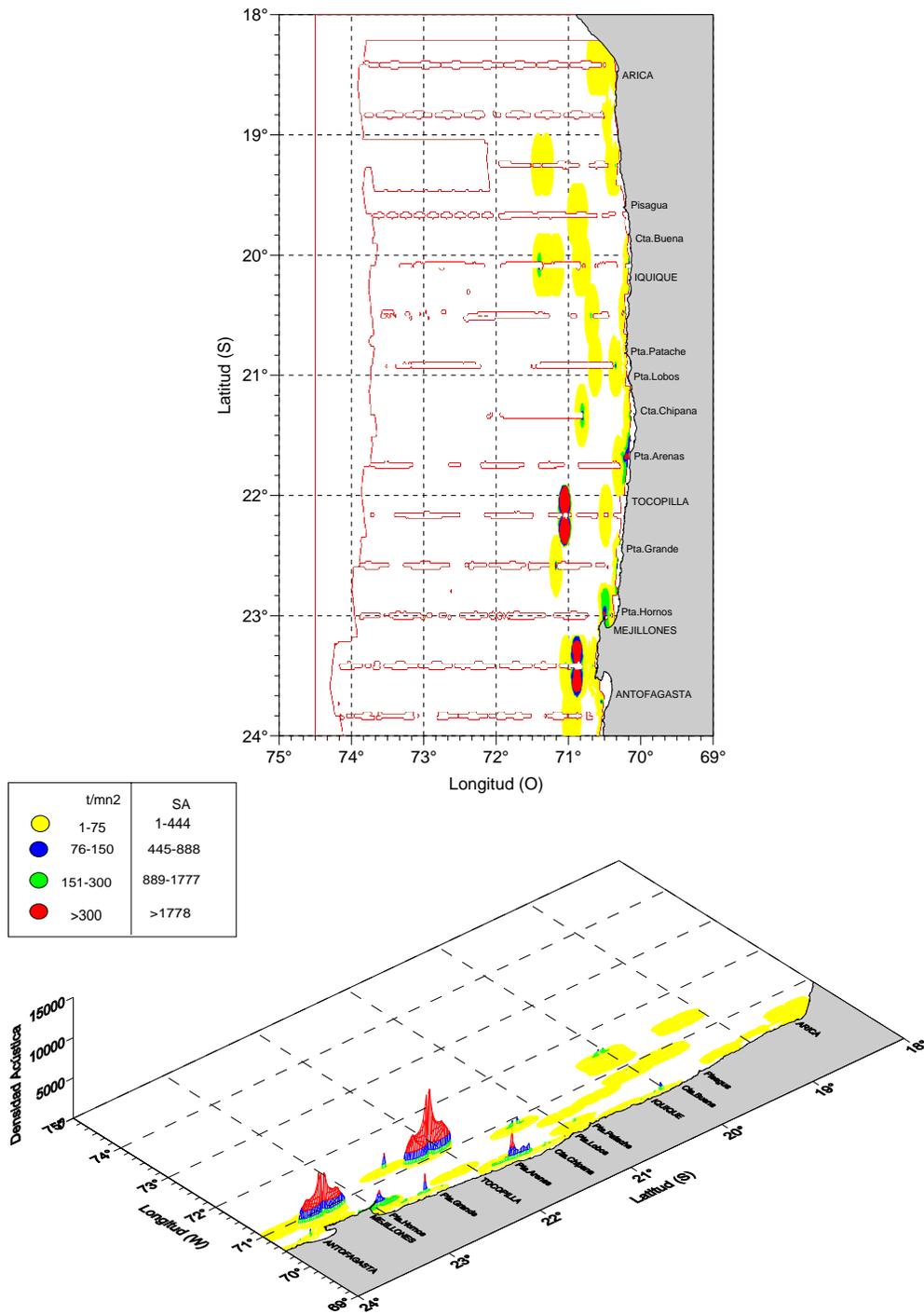


Figura 4. Distribuci3n espacial de anchoveta en la zona de estudio. Noviembre 2007.

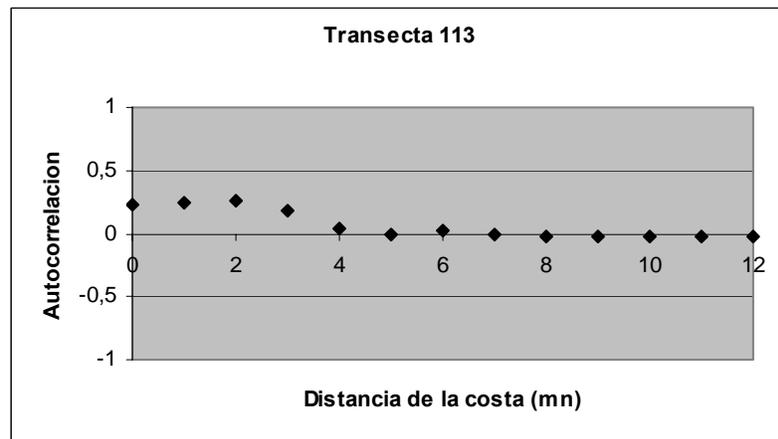
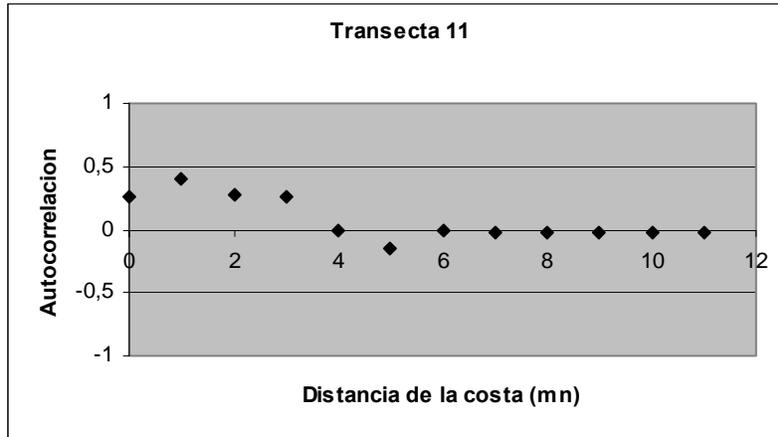


Figura 5. Correlogramas para la transecta 11 y 13. Noviembre 2007.

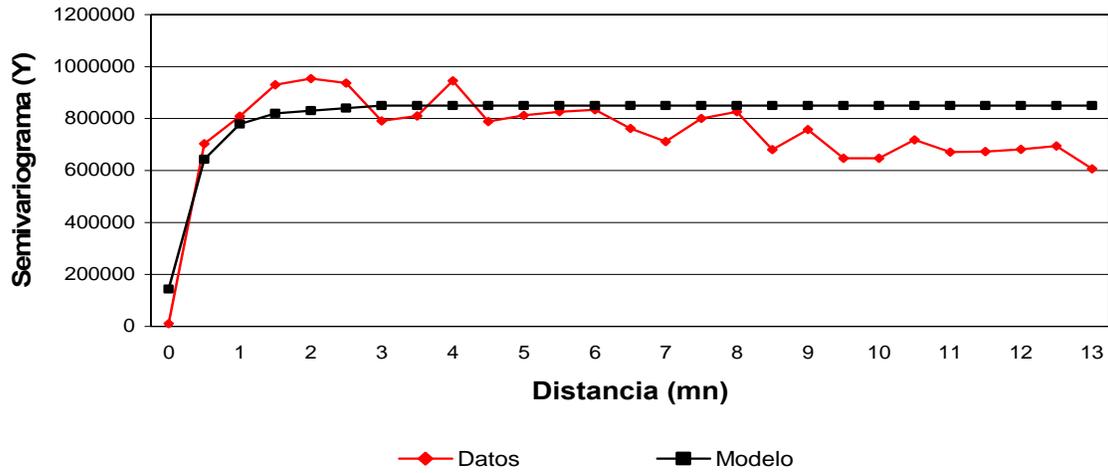


Figura 6. Variograma omnidireccional. Noviembre 2007

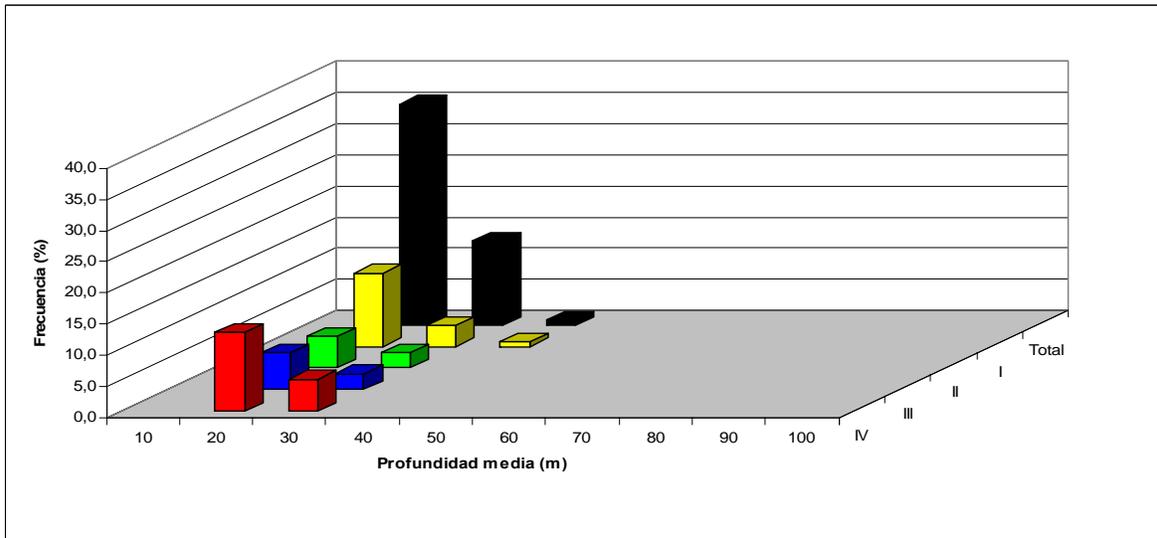


Figura 7. Distribuci3n batim3trica de jurel. Noviembre 2007.

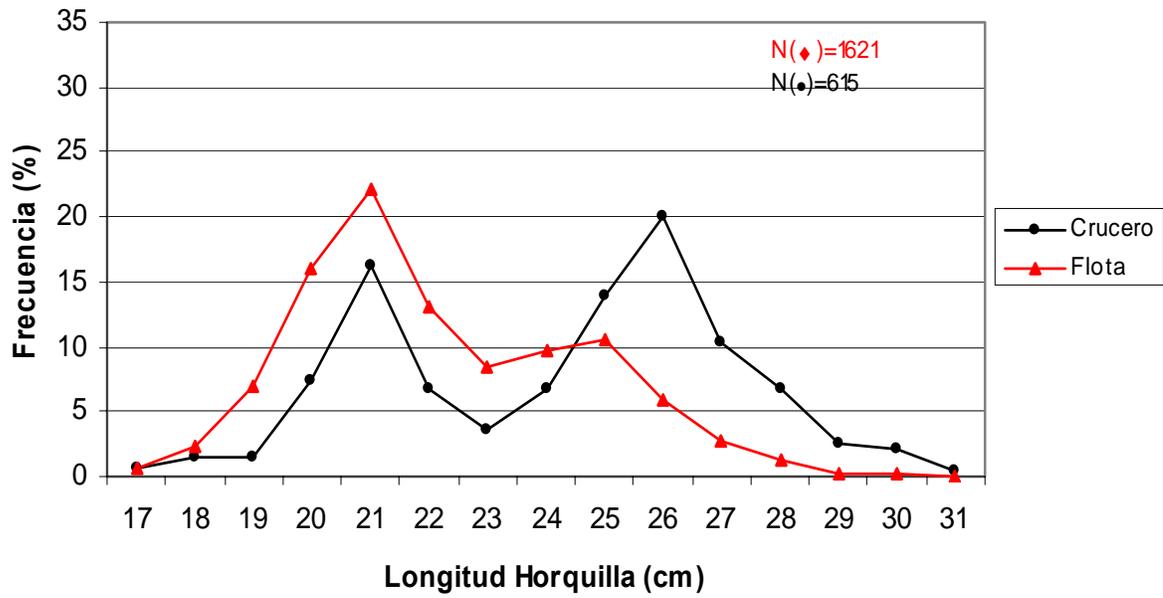


Figura 8. Distribuci3n de tallas de jurel del crucero y comercial. Noviembre 2007.

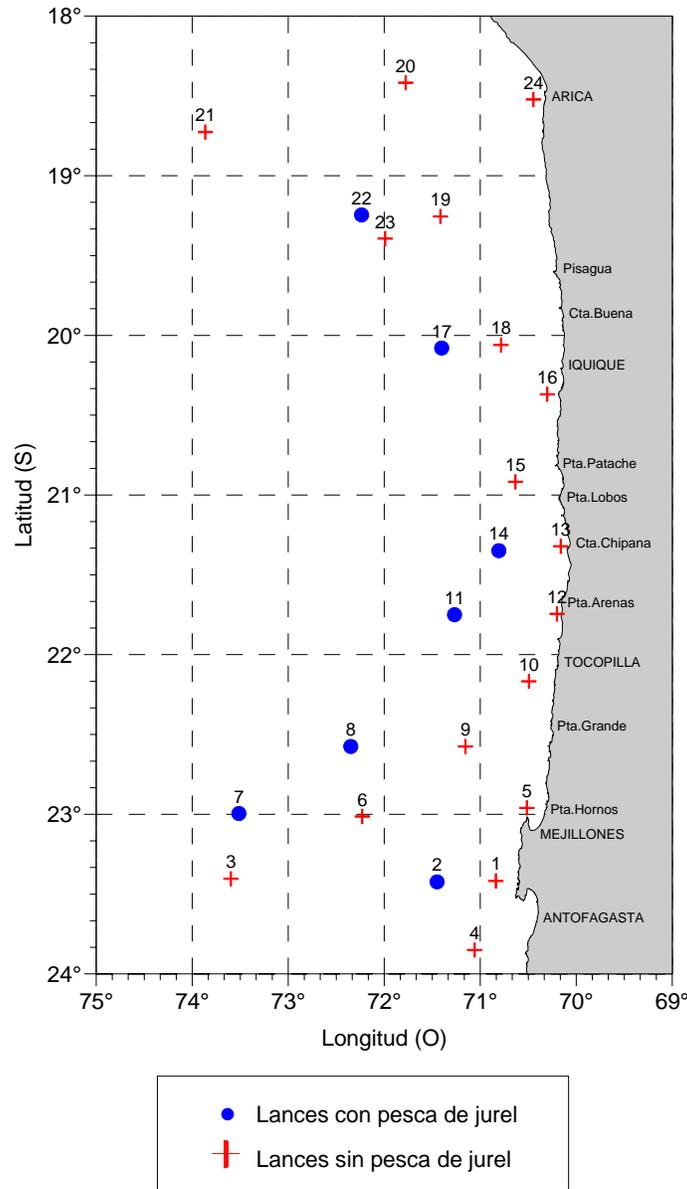
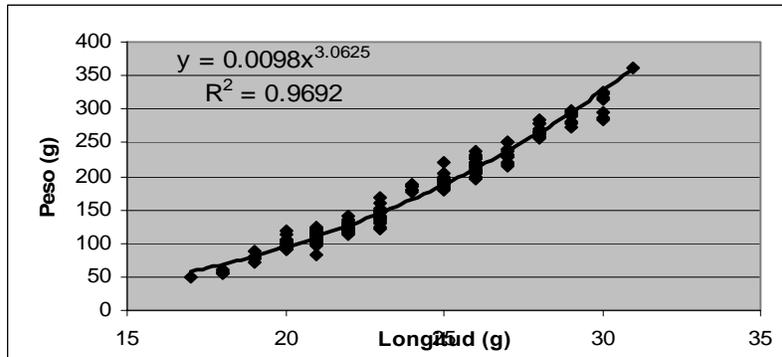


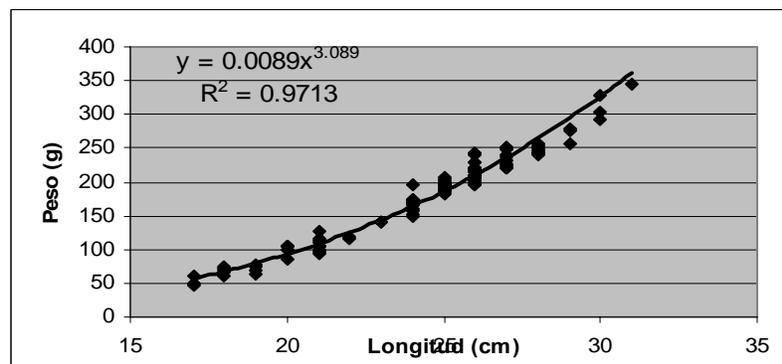
Figura 9. Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2007.



a) machos



b) hembras



c) total

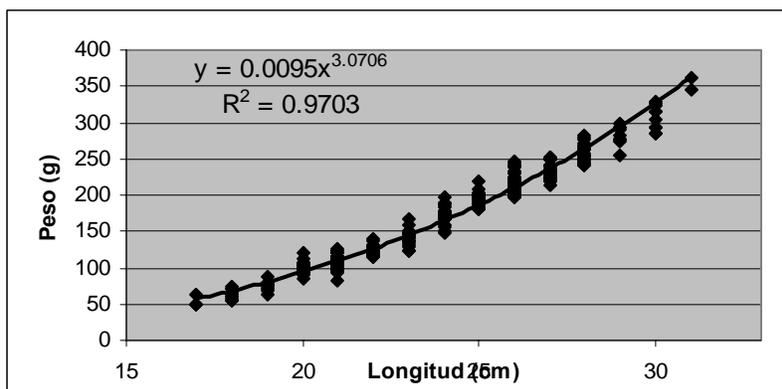


Figura 10. Relaci3n longitud-peso de jurel zona de estudio. Noviembre 2007.

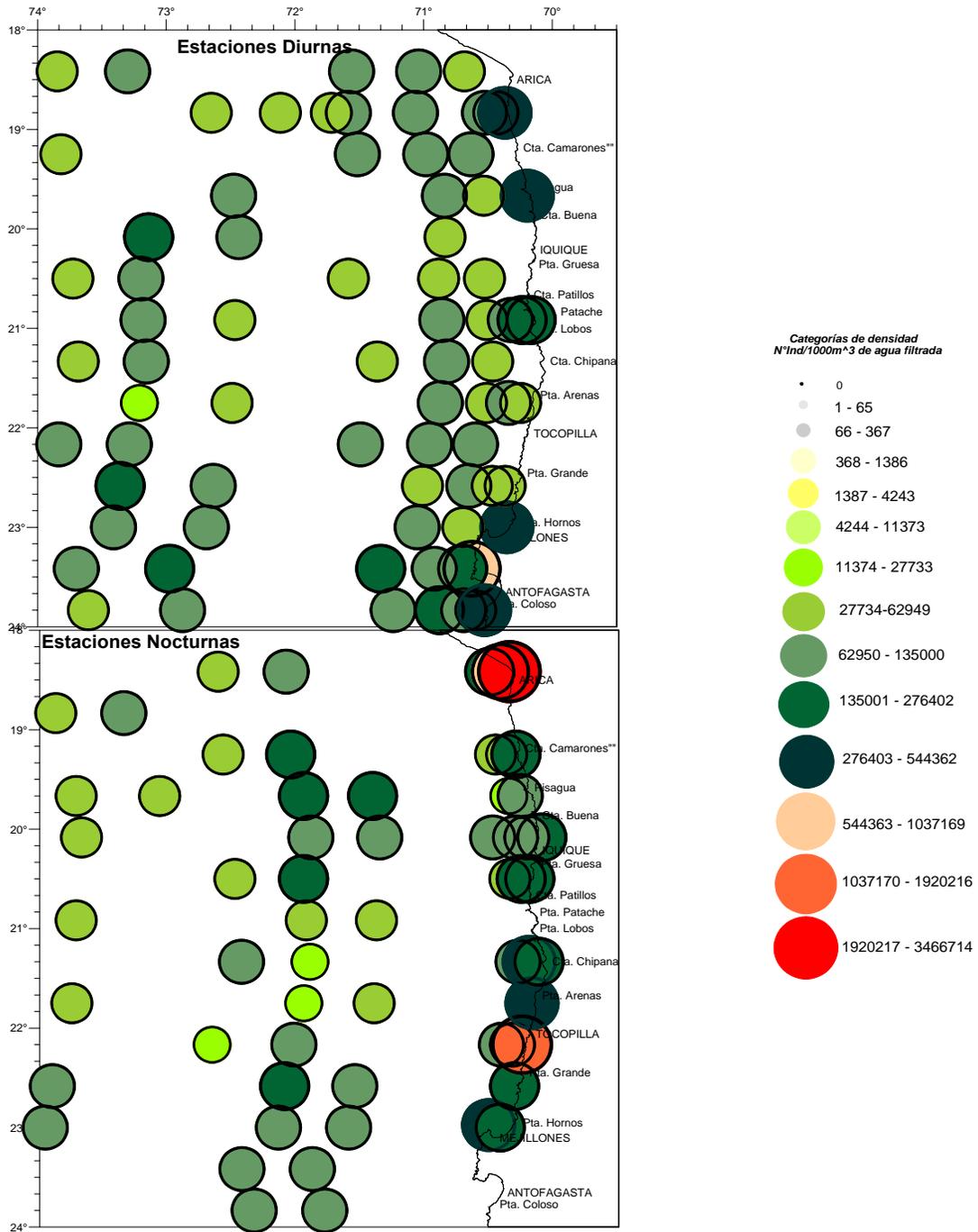


Figura 11. Distribuci3n espacial de copépodos en las estaciones diurna y nocturna. Noviembre 2007.

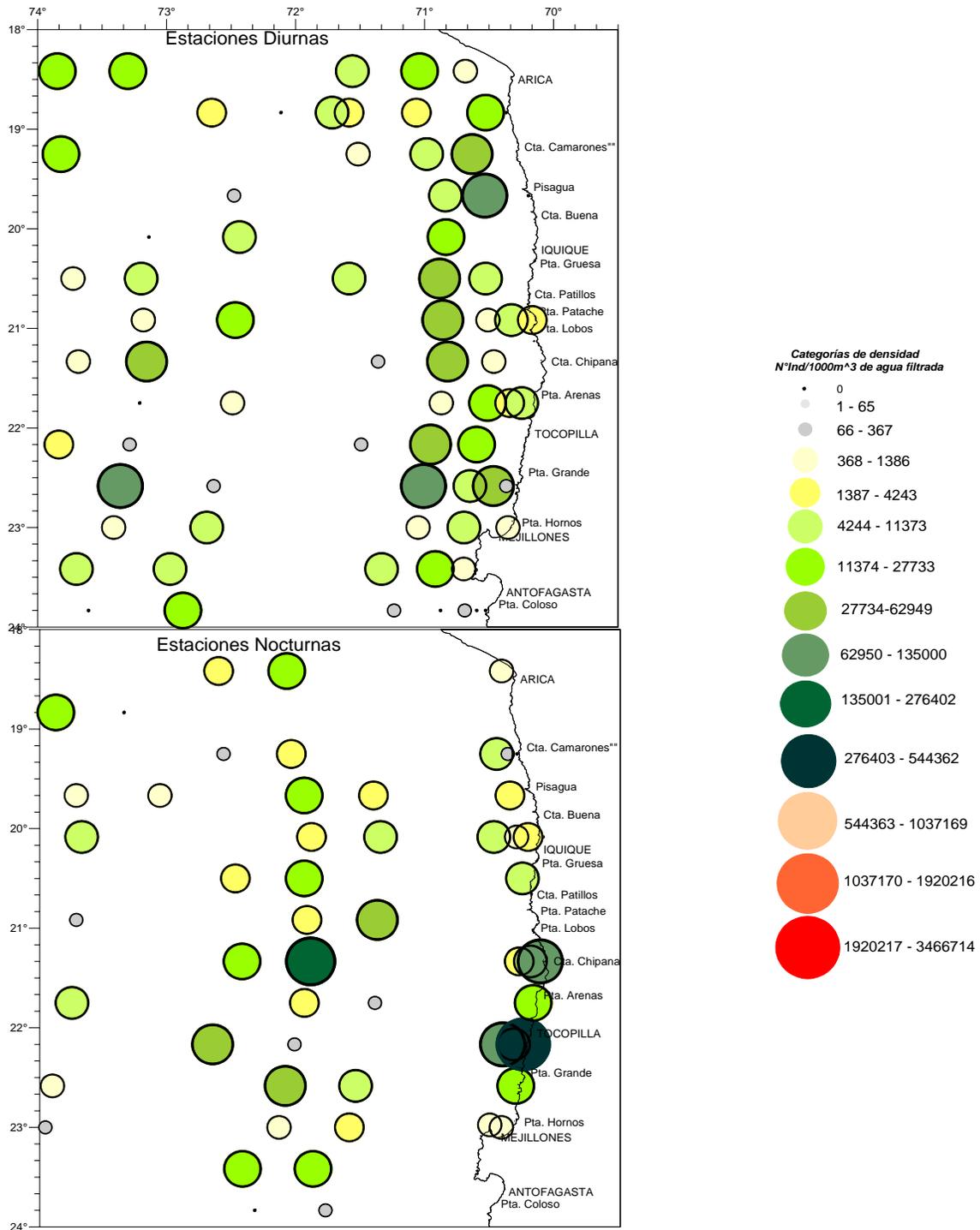


Figura 12. Distribuci3n espacial de salpas en las estaciones diurna y nocturnas. Noviembre 2007.

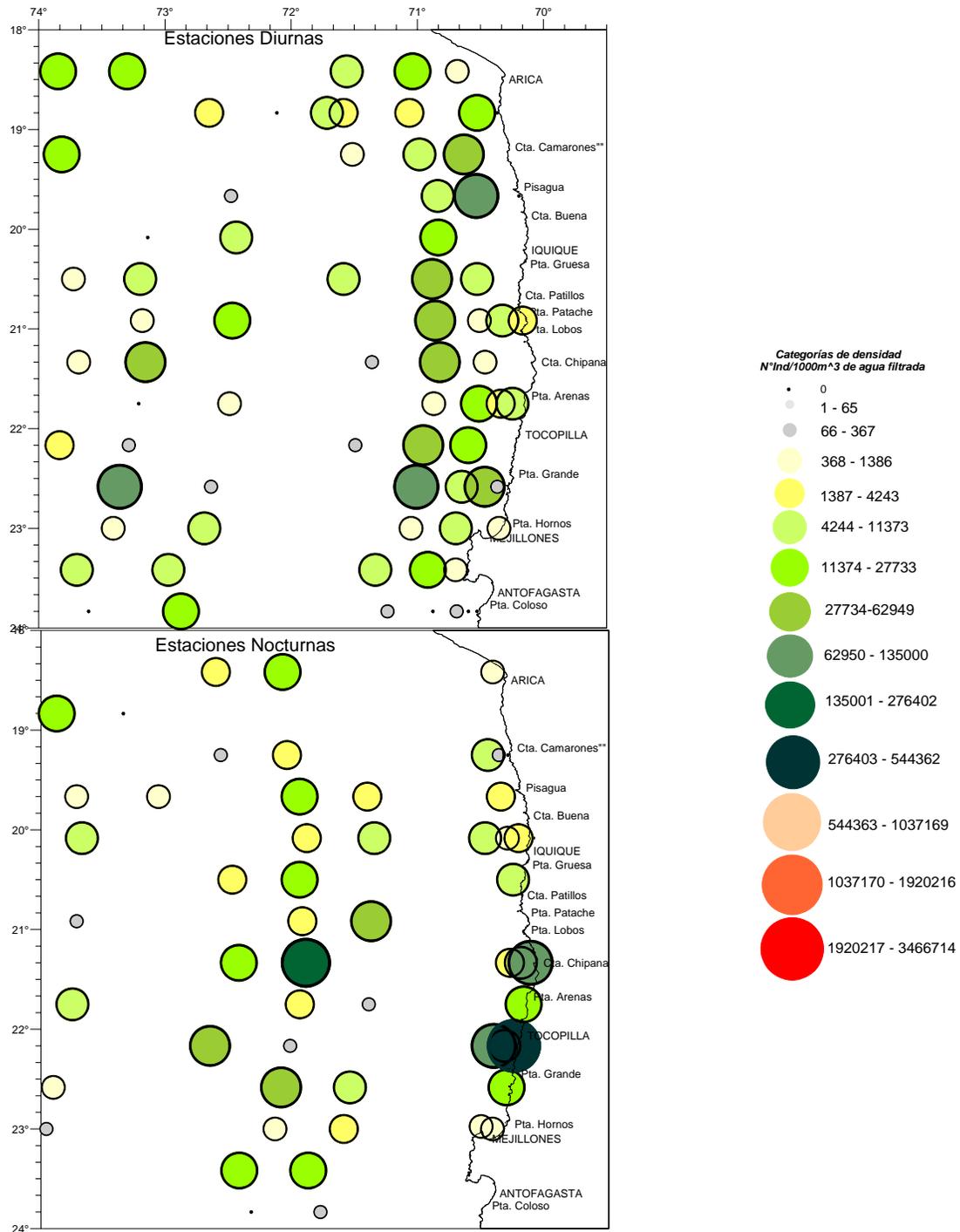


Figura 13. Distribuci3n espacial de doliolidos en las estaciones diurna y nocturna. Noviembre 2007.

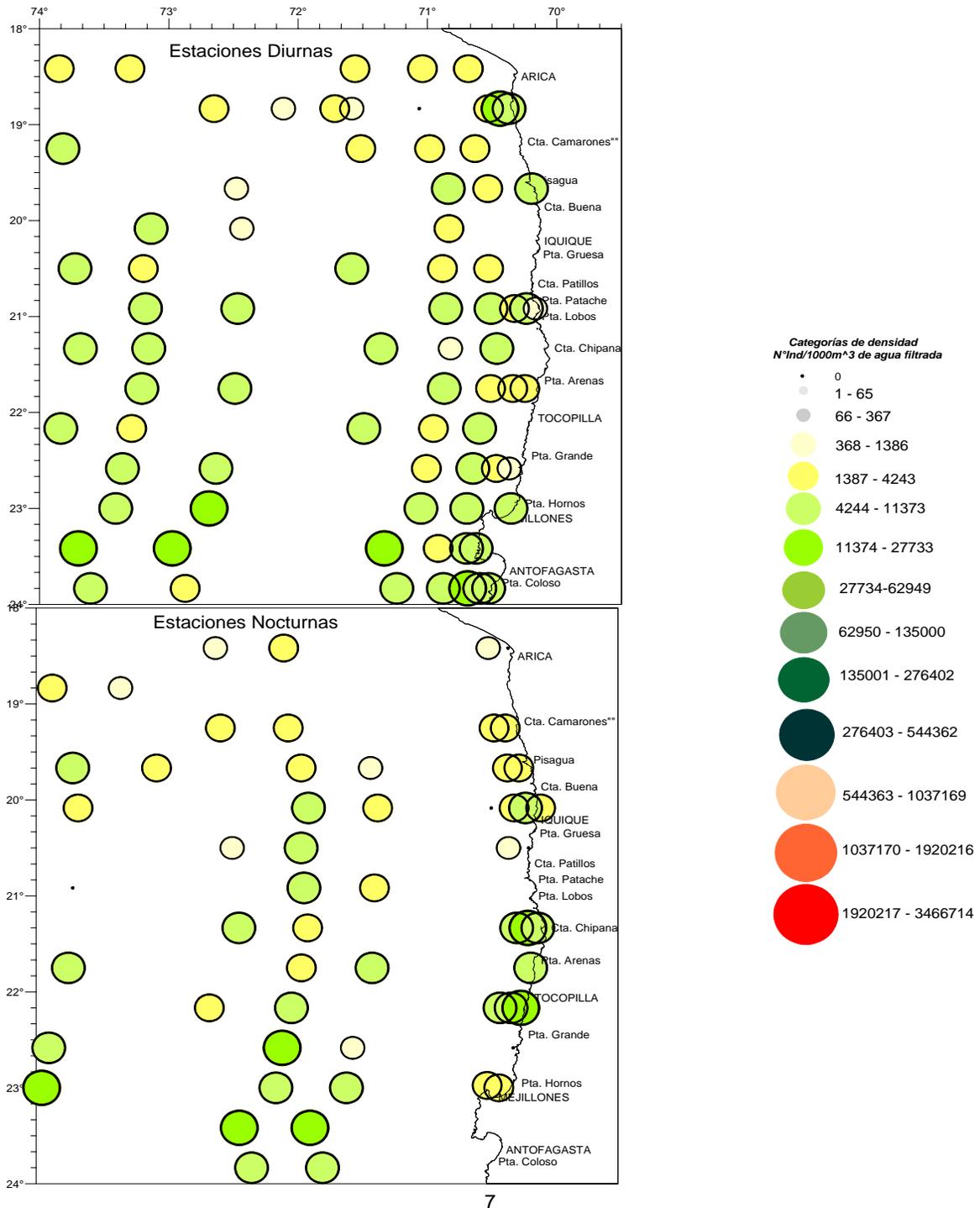


Figura 14. Distribuci3n espacial de quetognatos en las estaciones diurna y nocturna. Noviembre 2007.

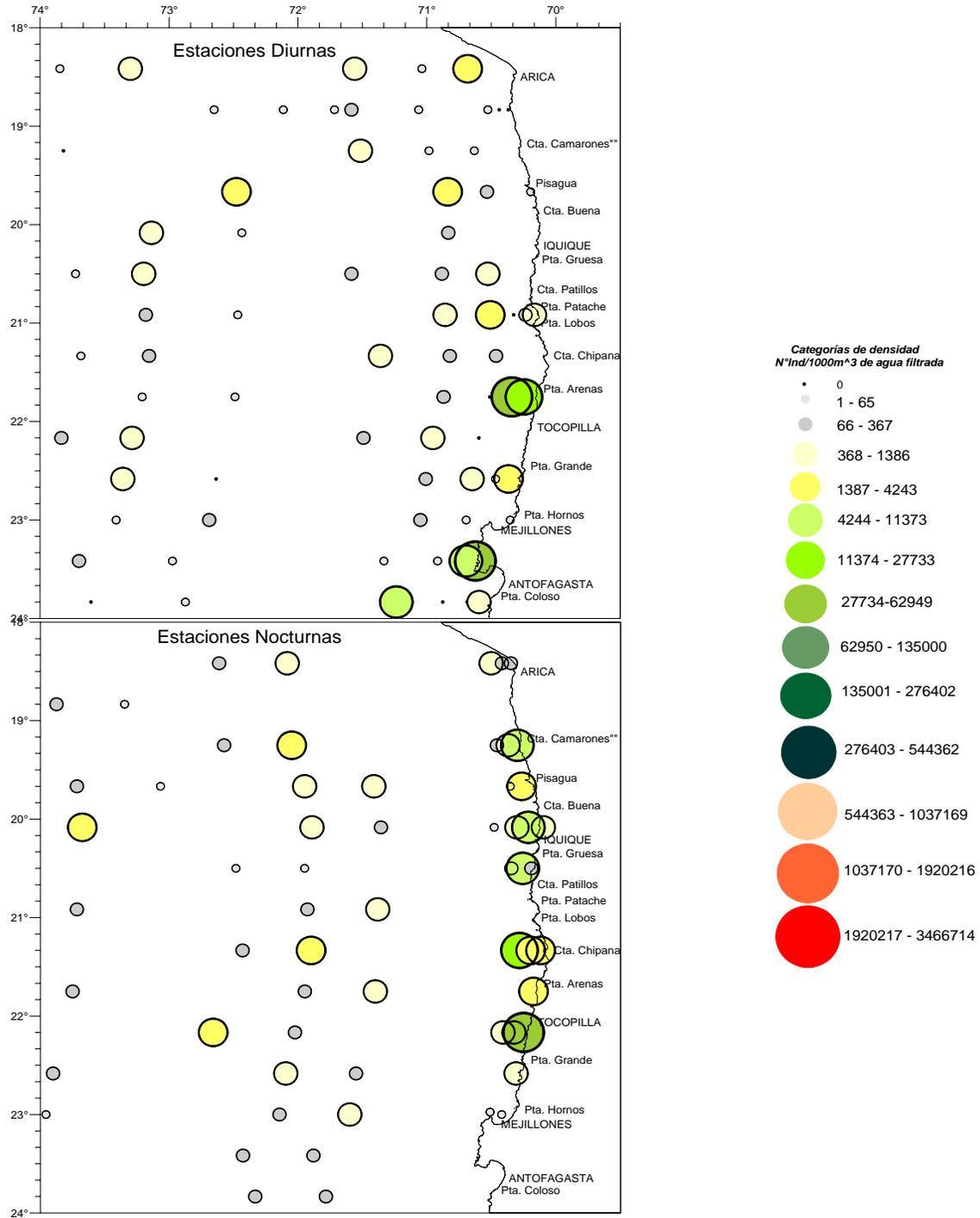


Figura 15. Distribuci3n espacial de eufáusidos en las estaciones diurna y nocturnas. Noviembre 2007.

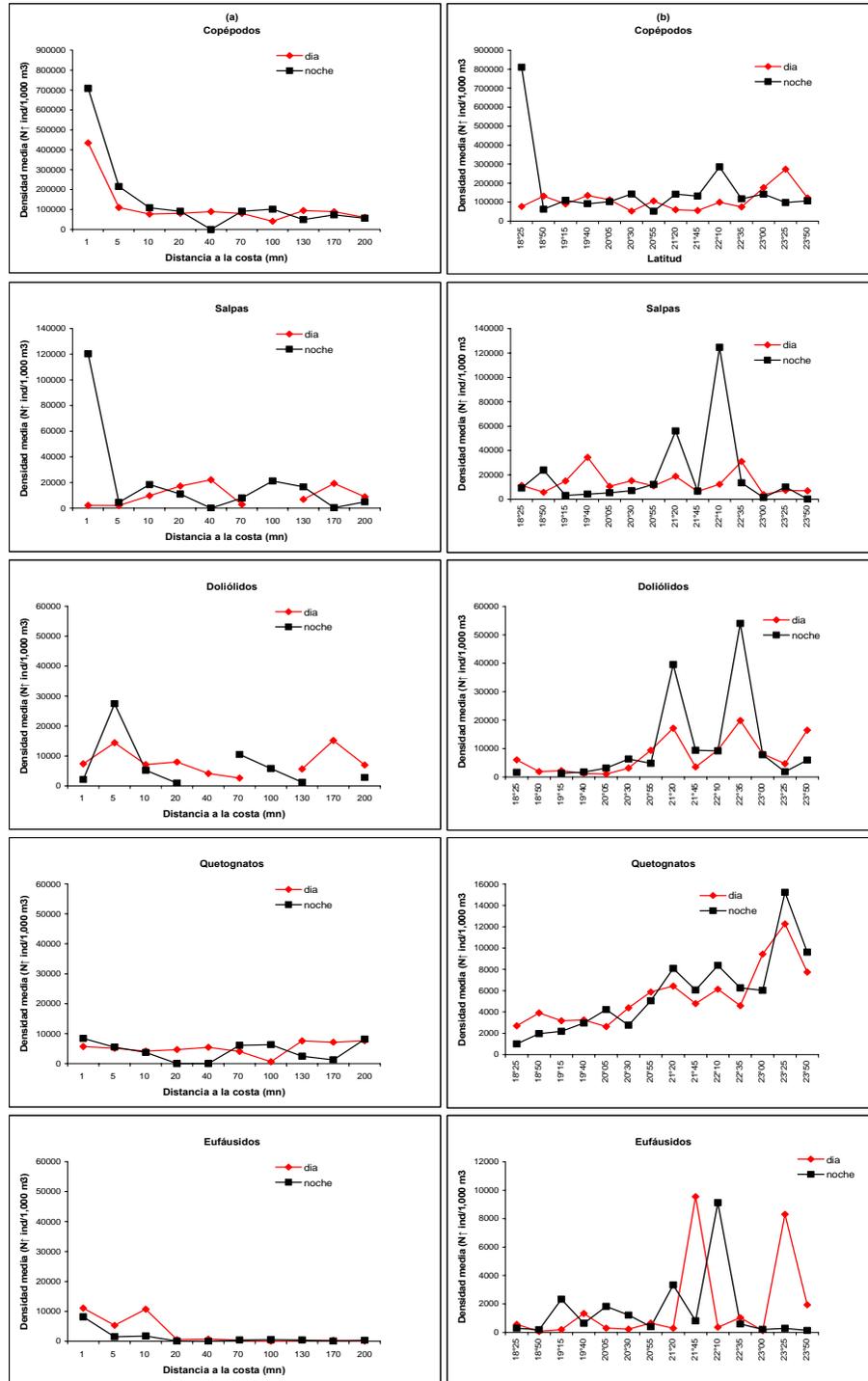


Figura 16. Distribuci3n de la densidad promedio con respecto a la distancia de la costa (a) y latitud (b), durante los per3odos diurnos y nocturnos.

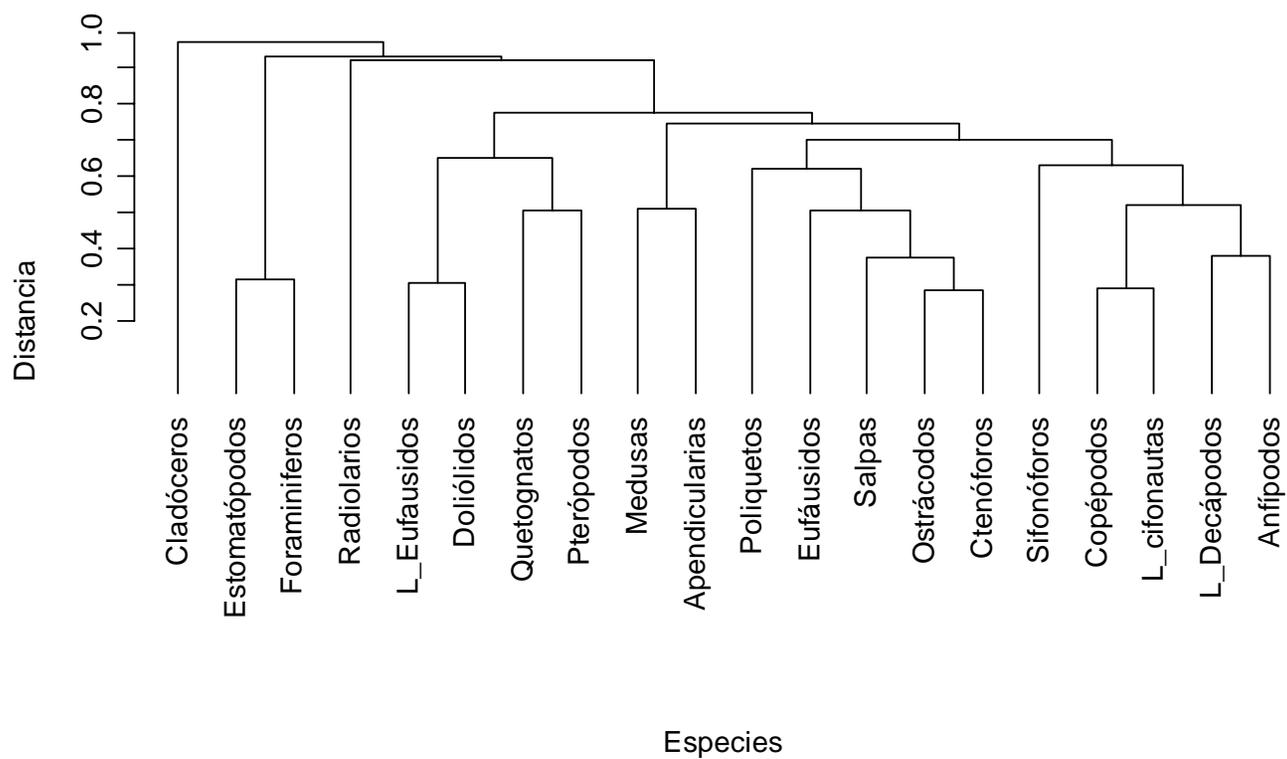


Figura 17. Dendrograma de estaciones y especies para análisis sin diferenciación de periodo del día, zona o distancia a la costa. Noviembre 2007.

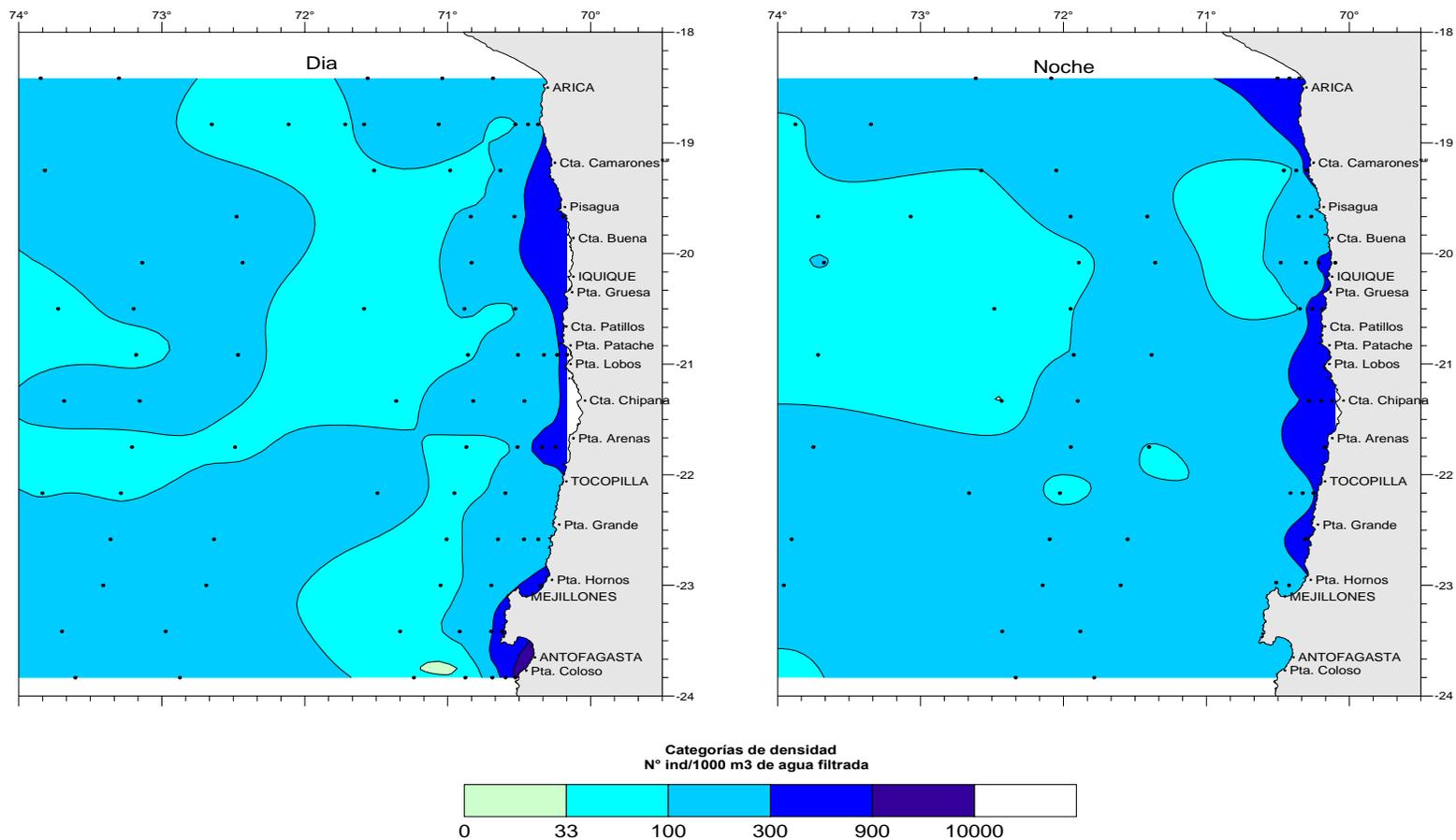


Figura 18. Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica en la zona de estudio. Noviembre 2007.

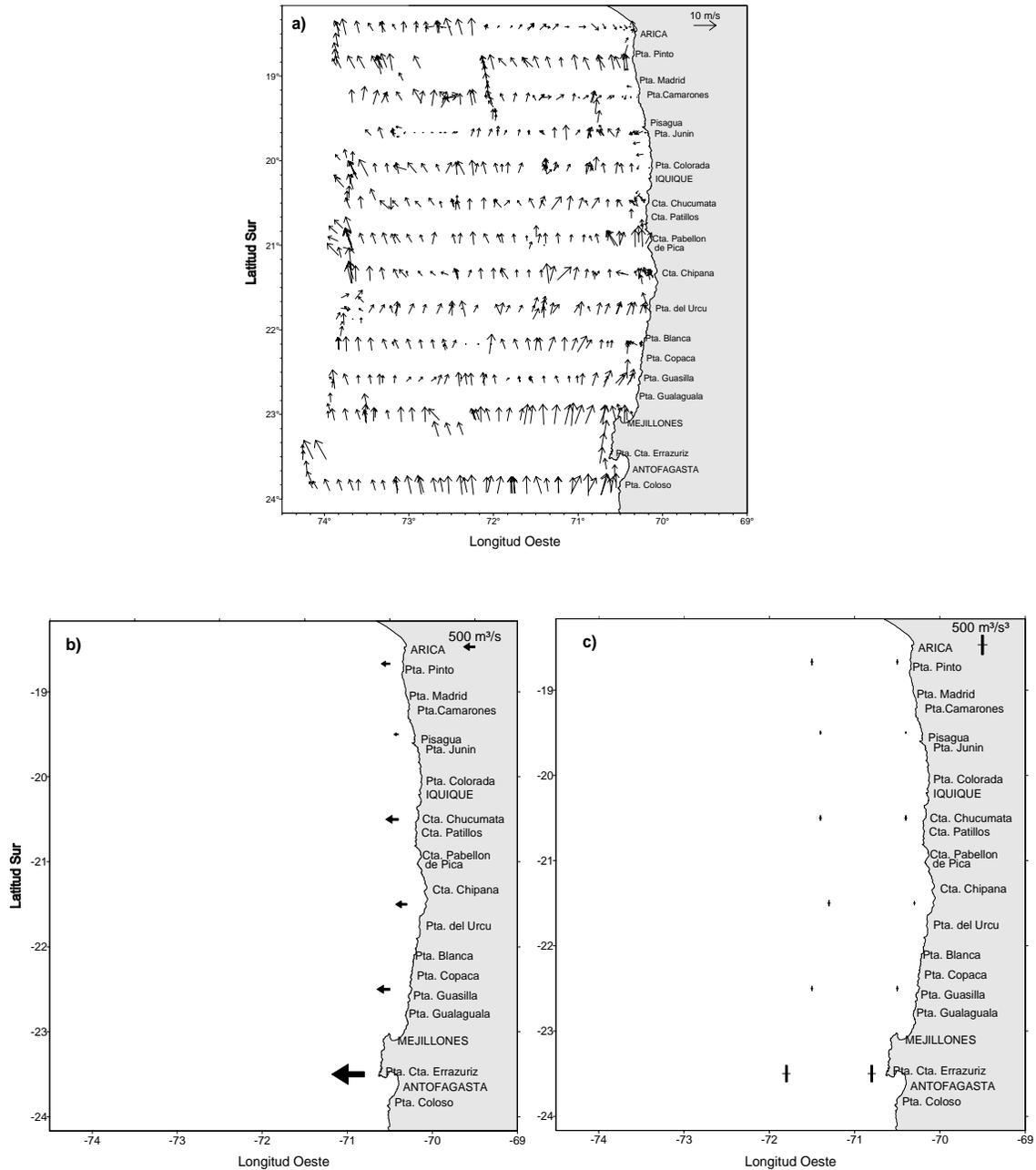


Figura 19. Direcci3n e intensidad del viento (m/s) (a), índice de surgencia promedio (b) e índice de turbulencia (c).

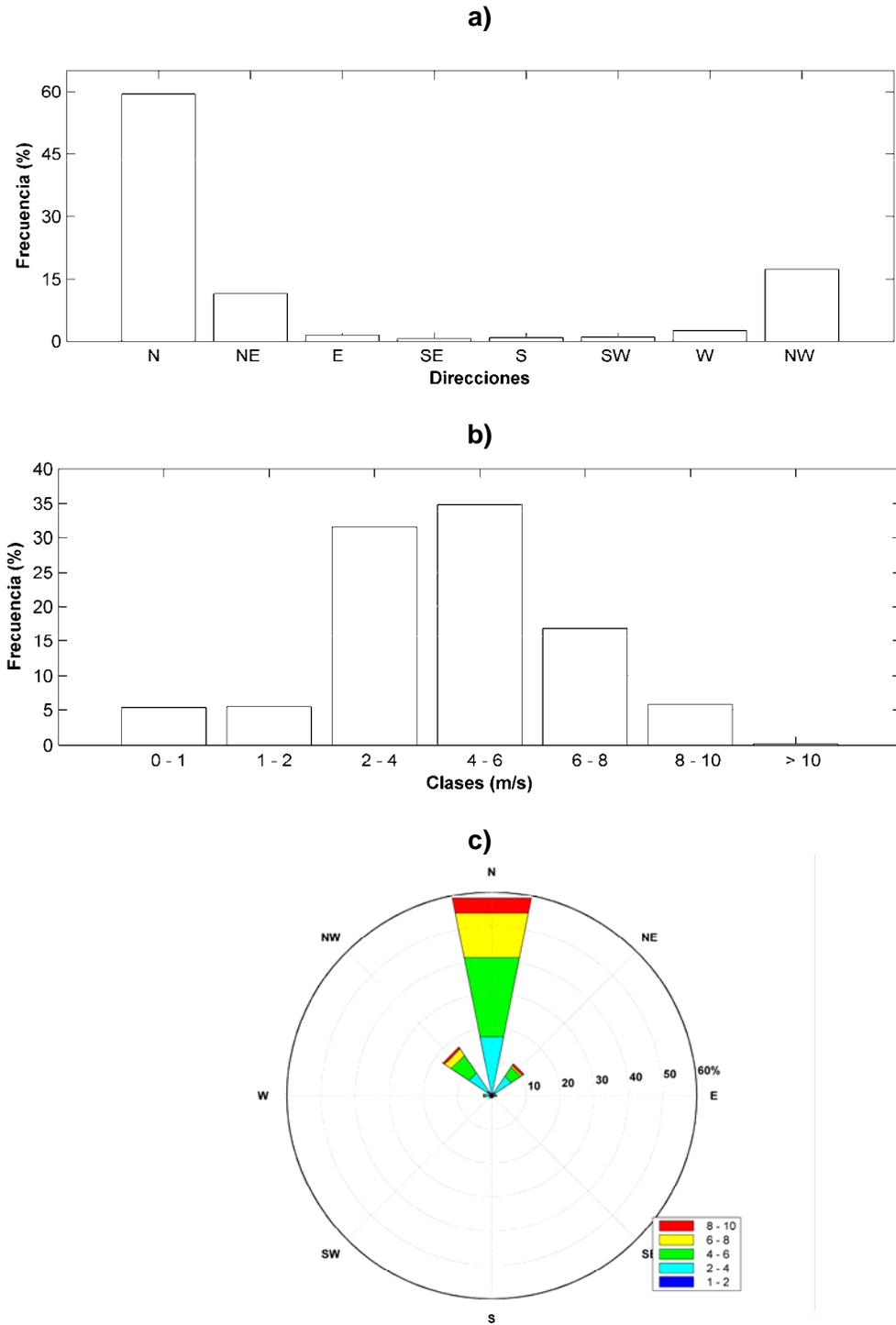


Figura 20. Distribuci3n de los vientos seg3n direcci3n (a), intensidad (m/s) (b) y rosa de los vientos (c).

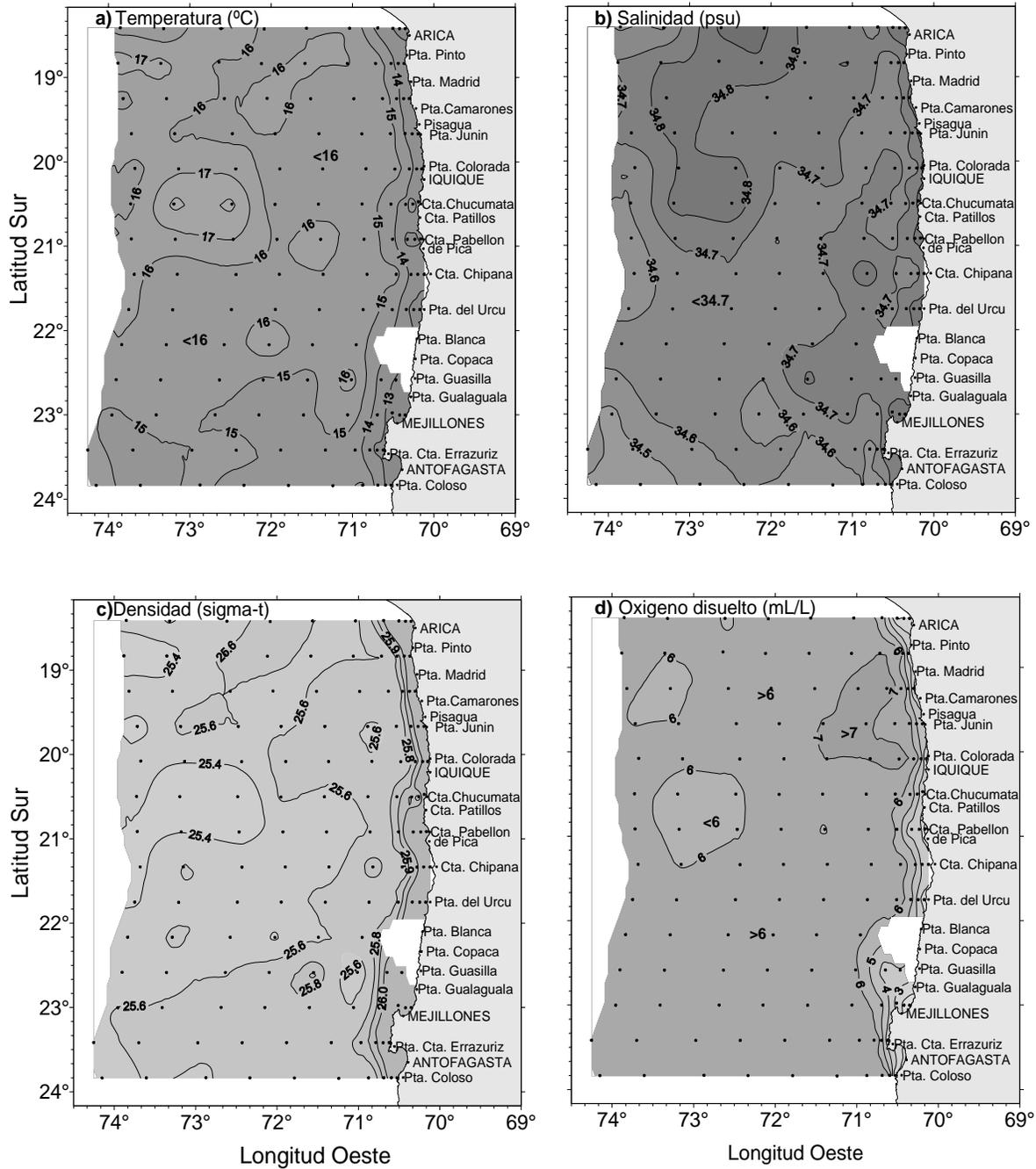


Figura 22. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (sigma-t) y (d) oxigeno disuelto (mL/L) en estrato de 25 m.

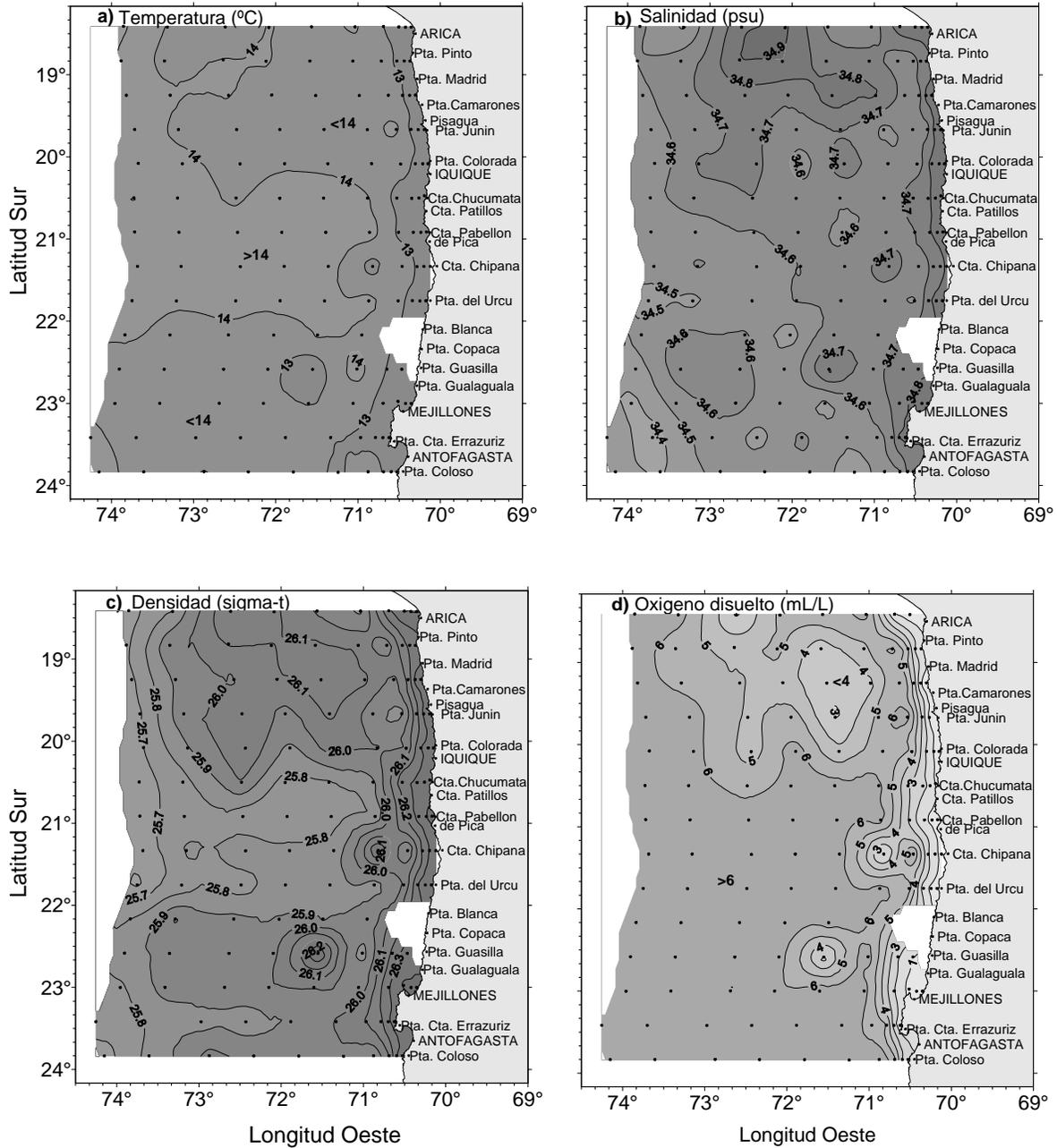


Figura 23. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (sigma-t) y (d) oxigeno disuelto (mL/L) en estrato de 50 m.

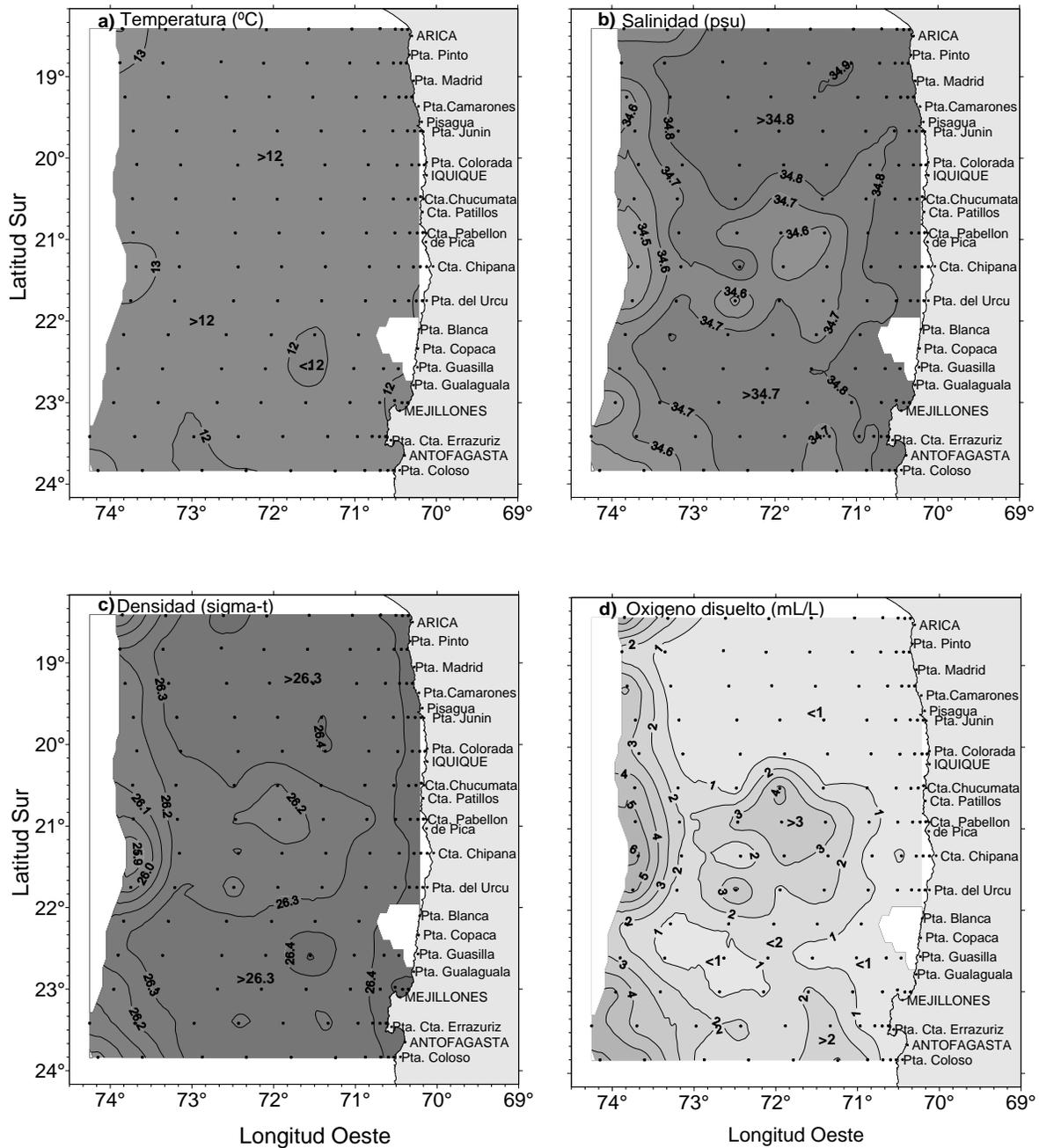


Figura 24. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (sigma-t) y (d) oxígeno disuelto (mL/L) en estrato de 100 m.

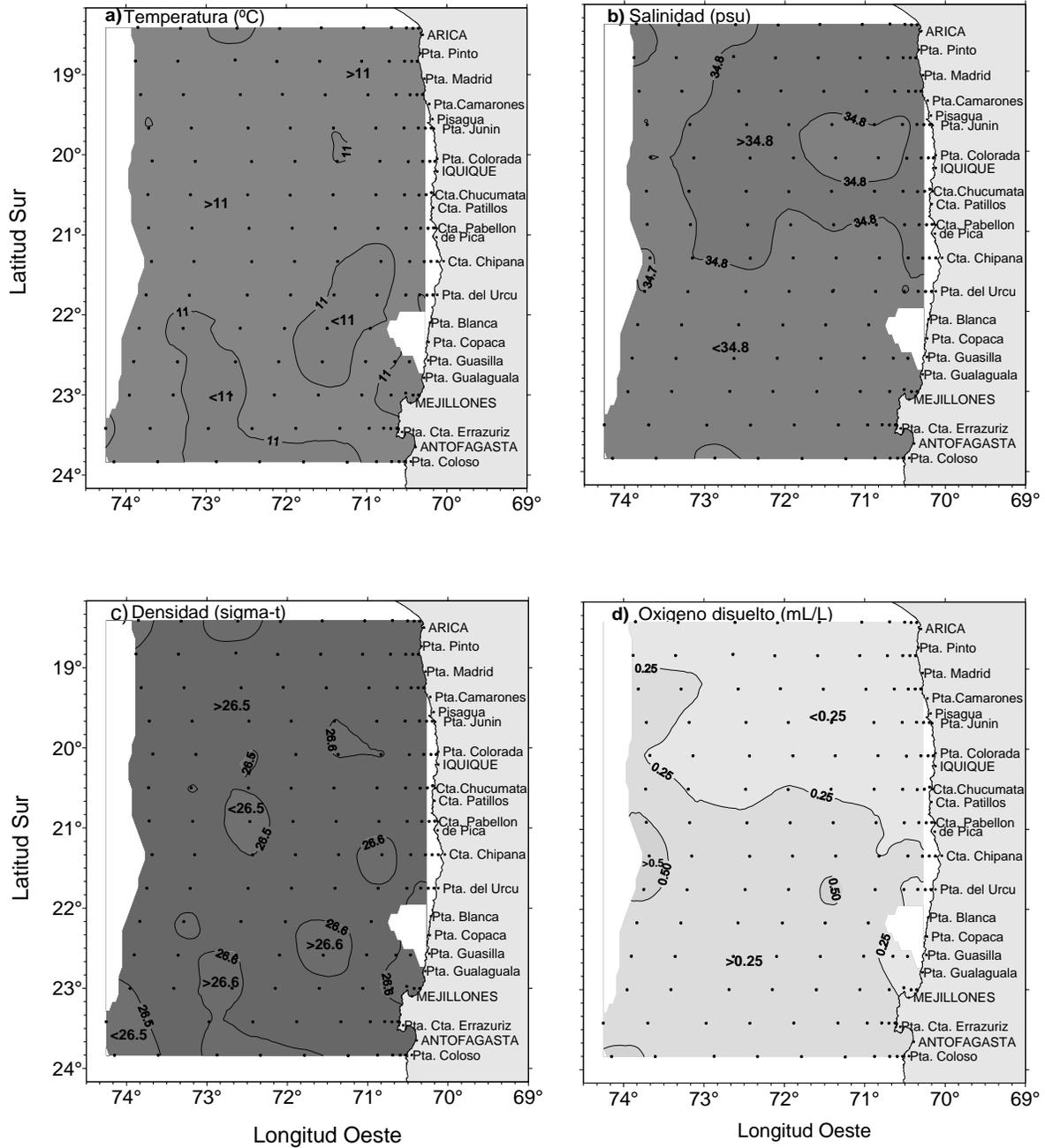


Figura 25. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (sigma-t) y (d) oxigeno disuelto (mL/L) en estrato de 200 m.

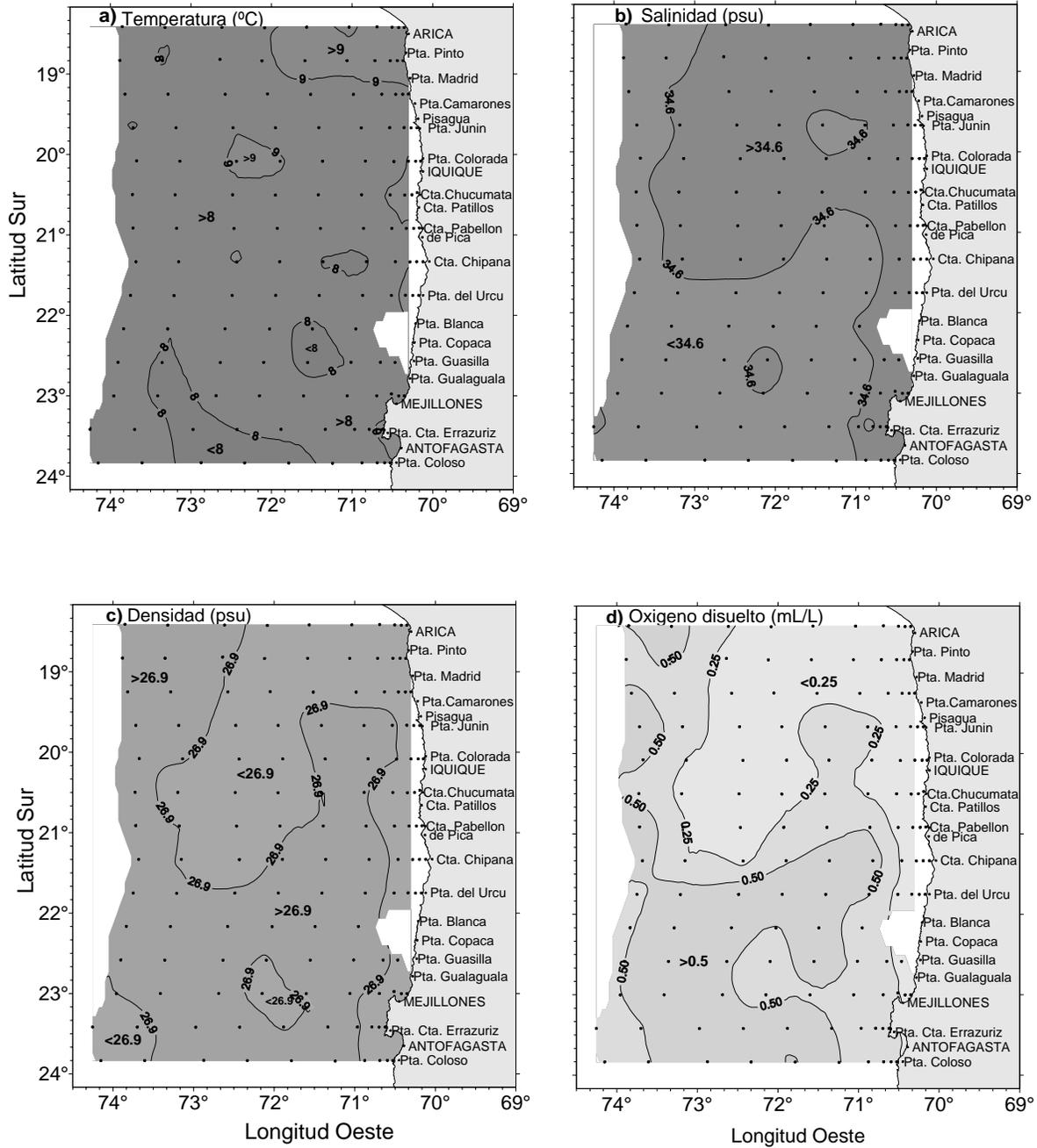


Figura 26. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu), (c) densidad (σ_t) y (d) oxigeno disuelto (mL/L) en estrato de 400 m.

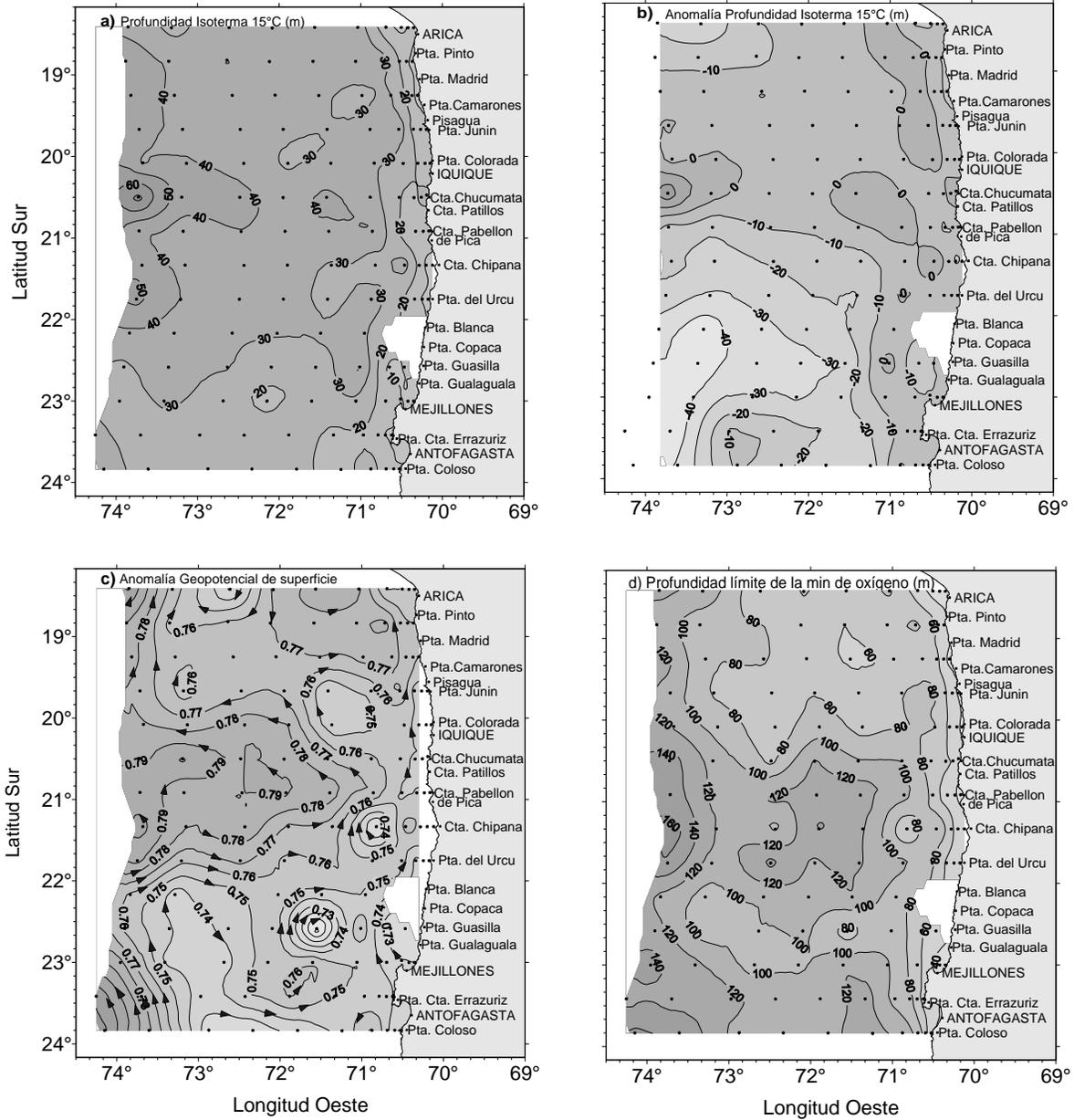


Figura 27. Profundidad de la isoterma de 15°C (m) (a), anomalía de profundidad de la isoterma de 15°C (m) (b), anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db) (c), profundidad del límite superior de la mínima de oxígeno (m) (d).

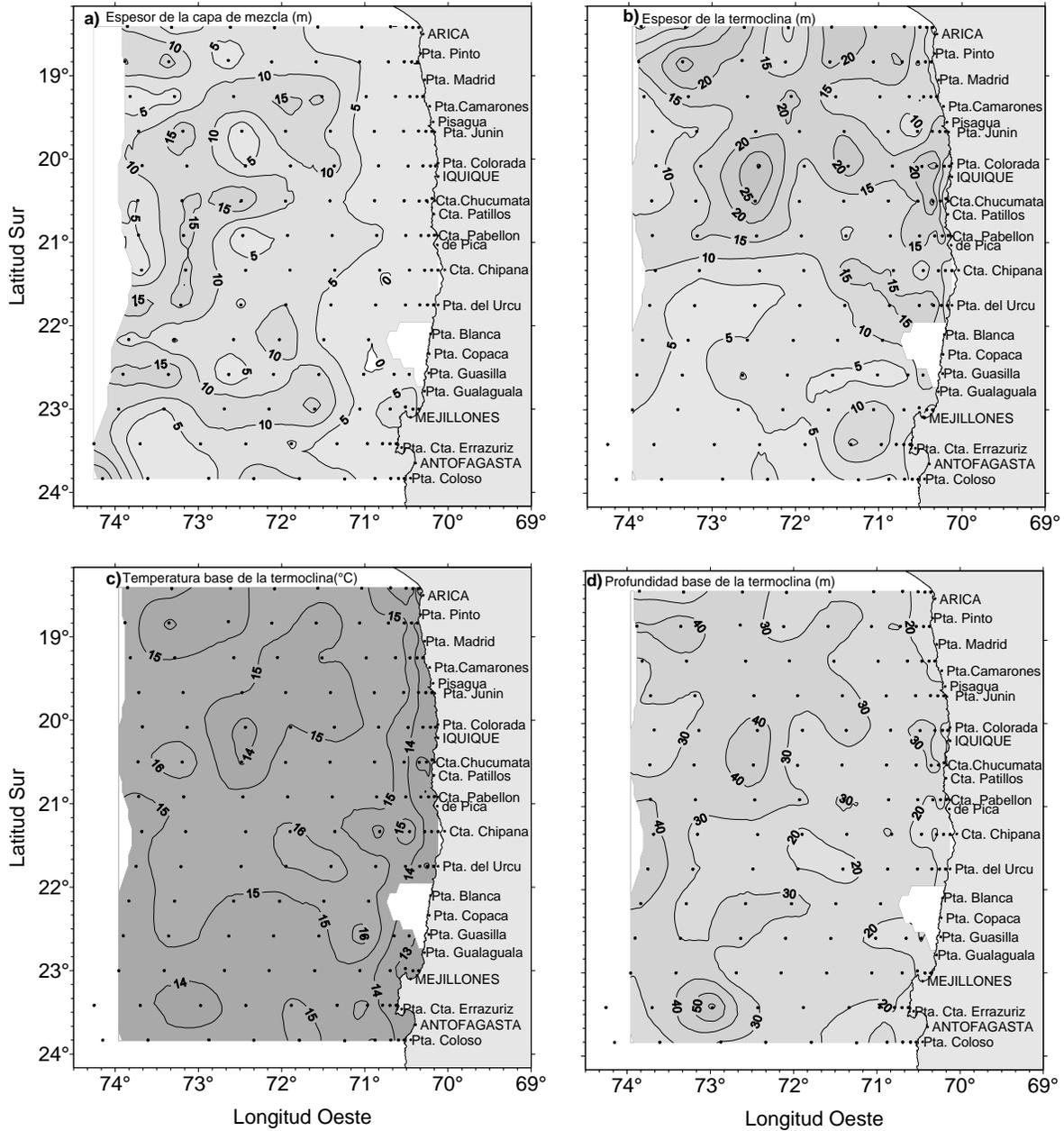


Figura 28. Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b), temperatura base de la termoclina (°C) (c), profundidad de la base de la termoclina (m) (d).

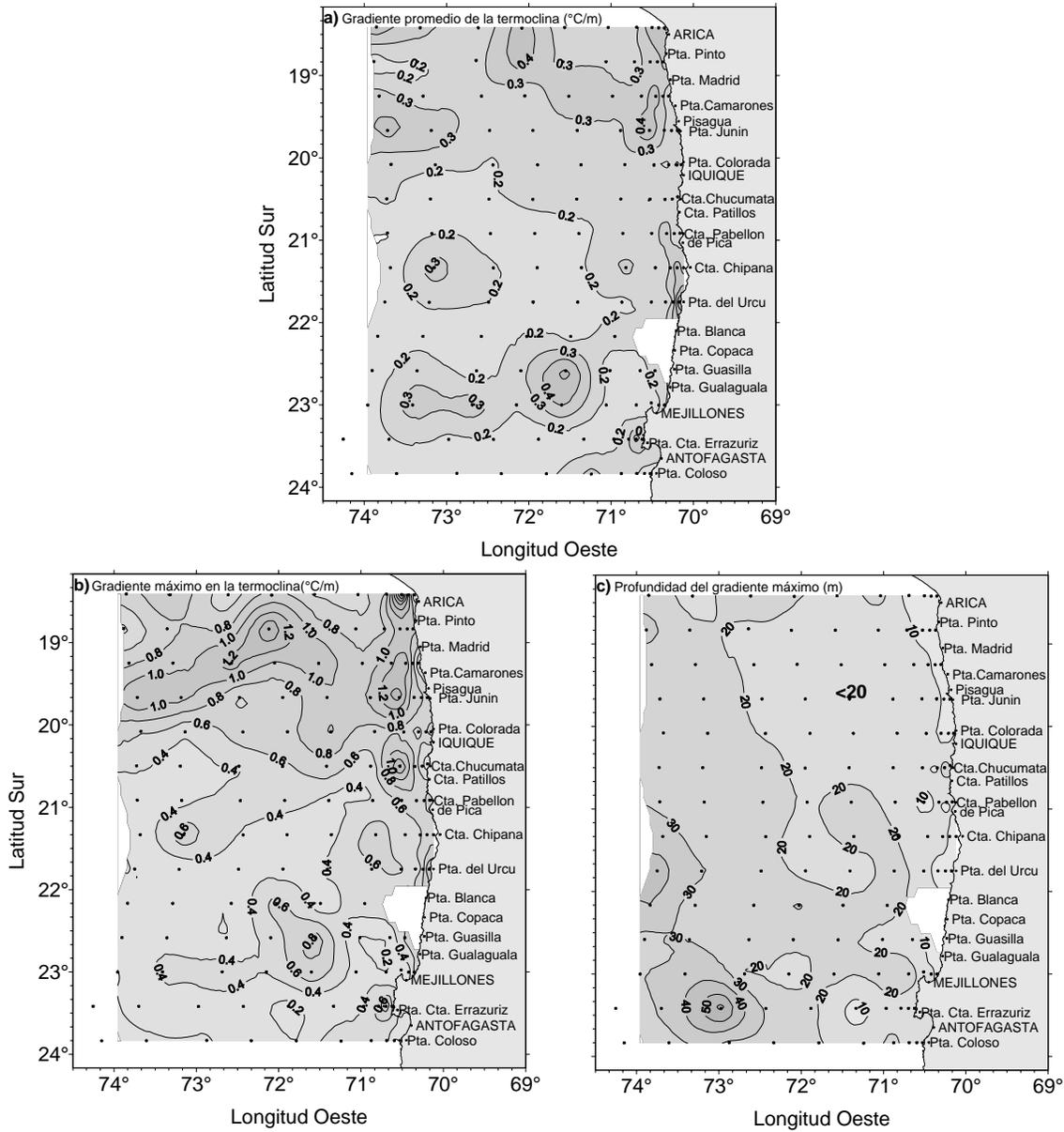


Figura 29. Gradiente de temperatura en la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) (a), máximo gradiente de temperatura en la termoclina ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) (b), profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m) (c).

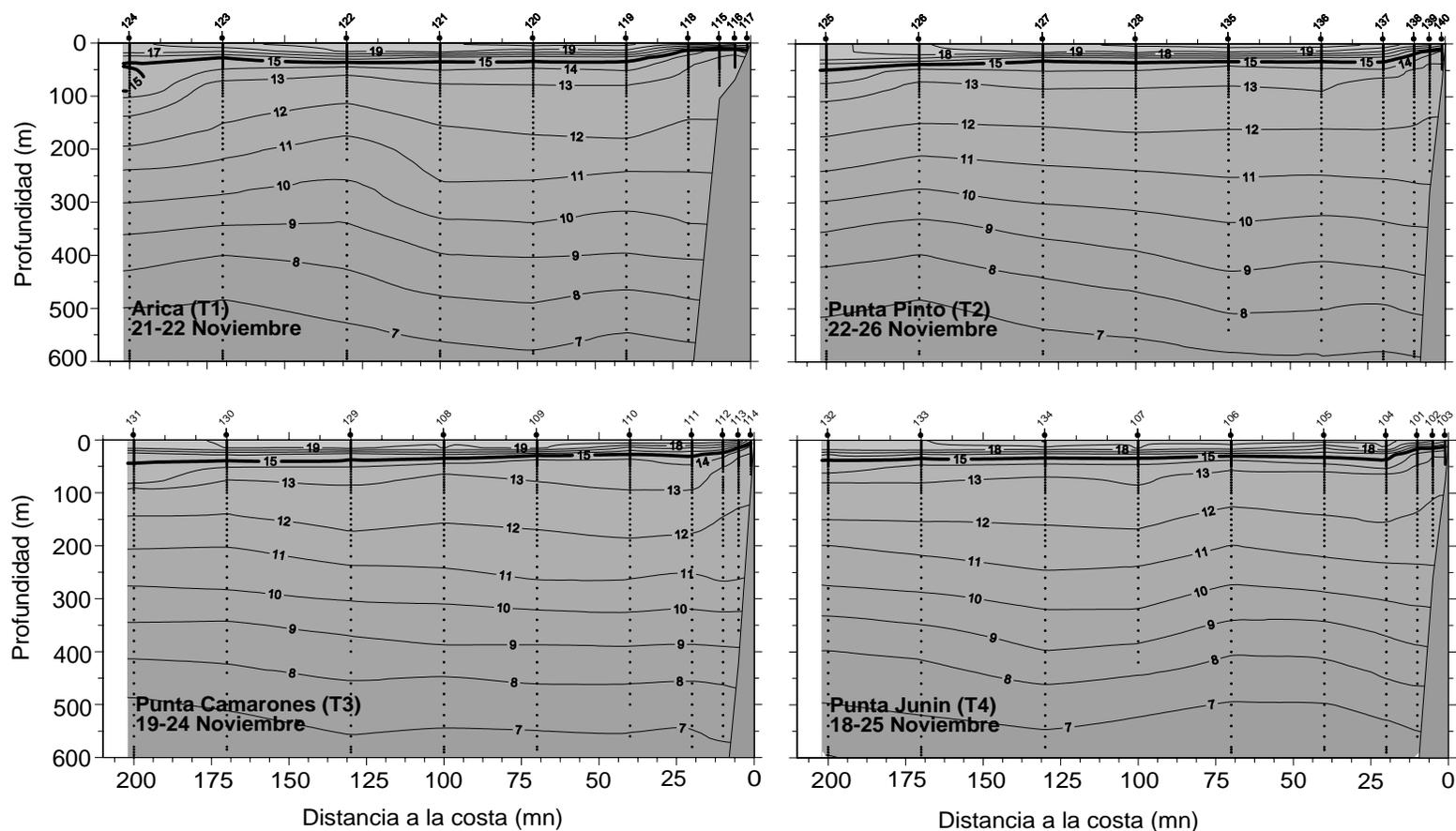


Figura 30. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 1 a 4, zona norte.

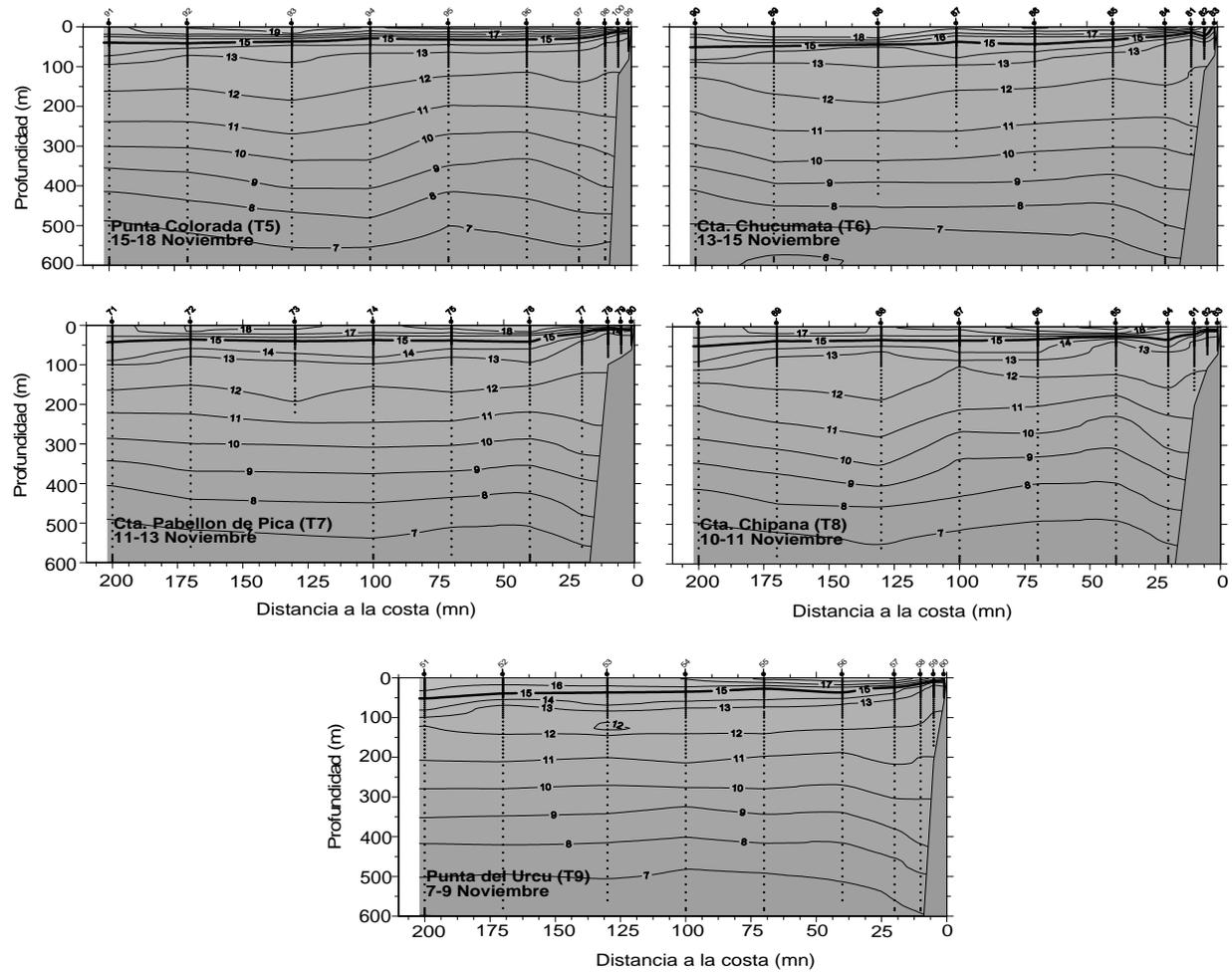


Figura 31. Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas 5 a 9, zona centro.

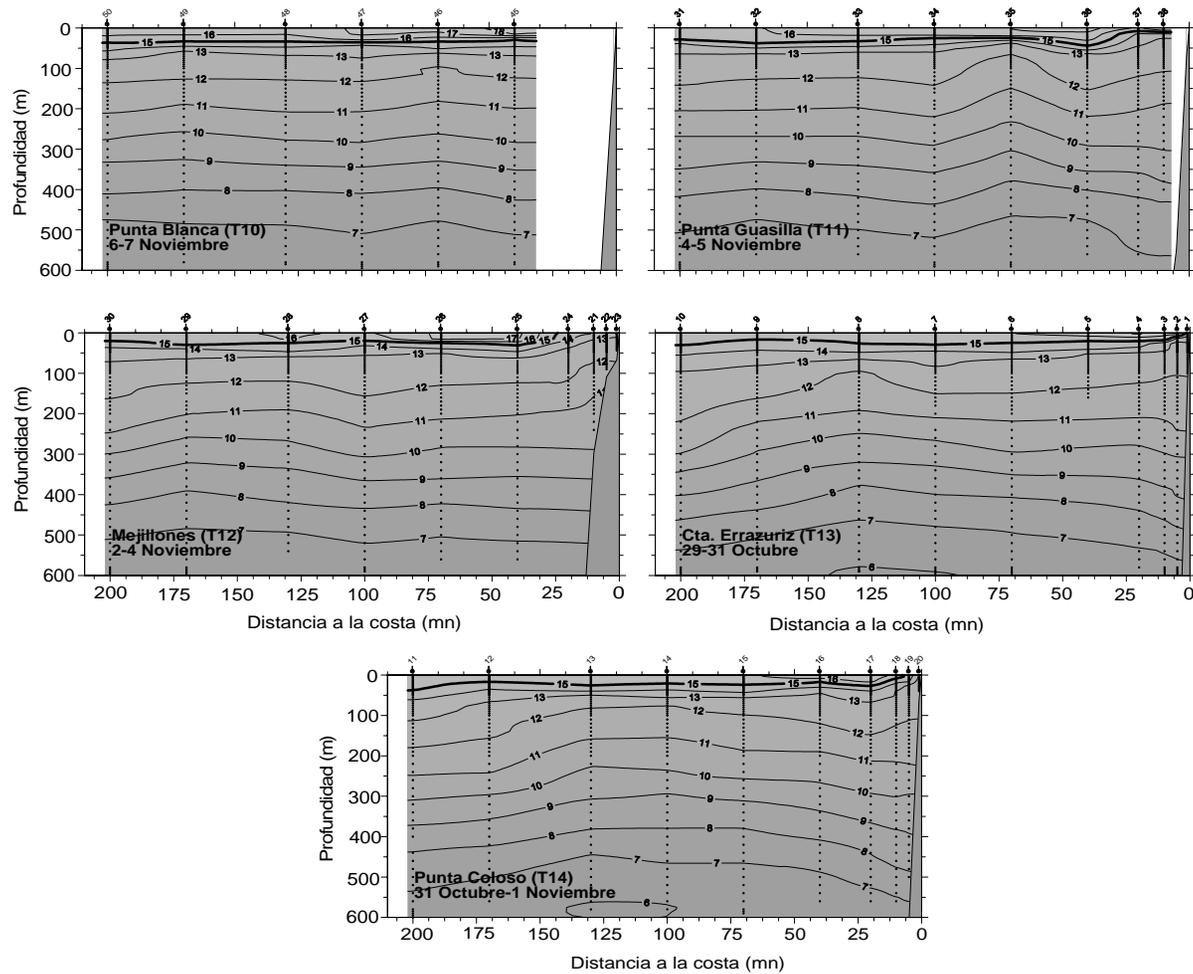


Figura 32. Distribuci3n vertical de temperatura (°C) en las transectas 10 a 14, zona sur.

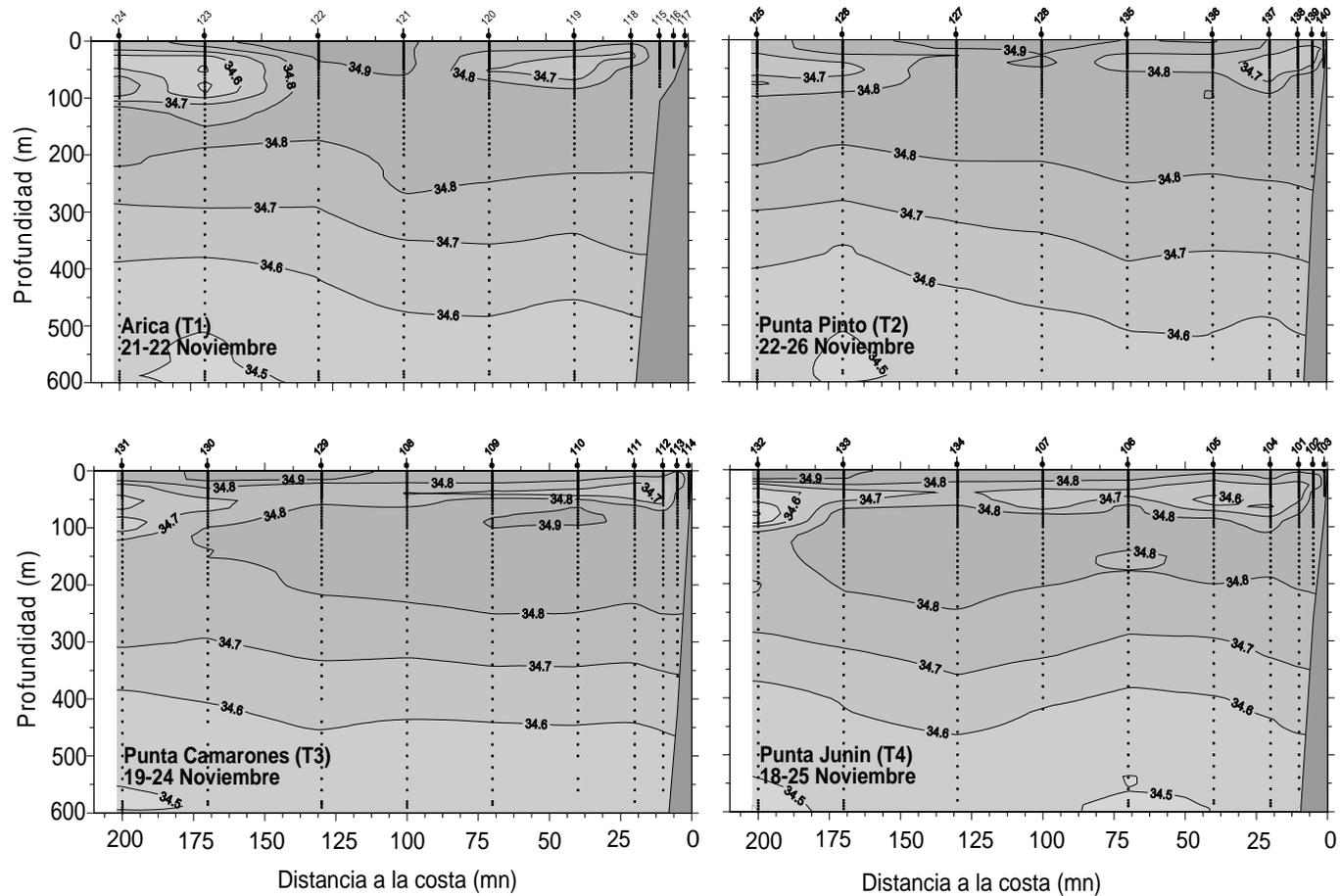


Figura 33. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 4, zona norte.

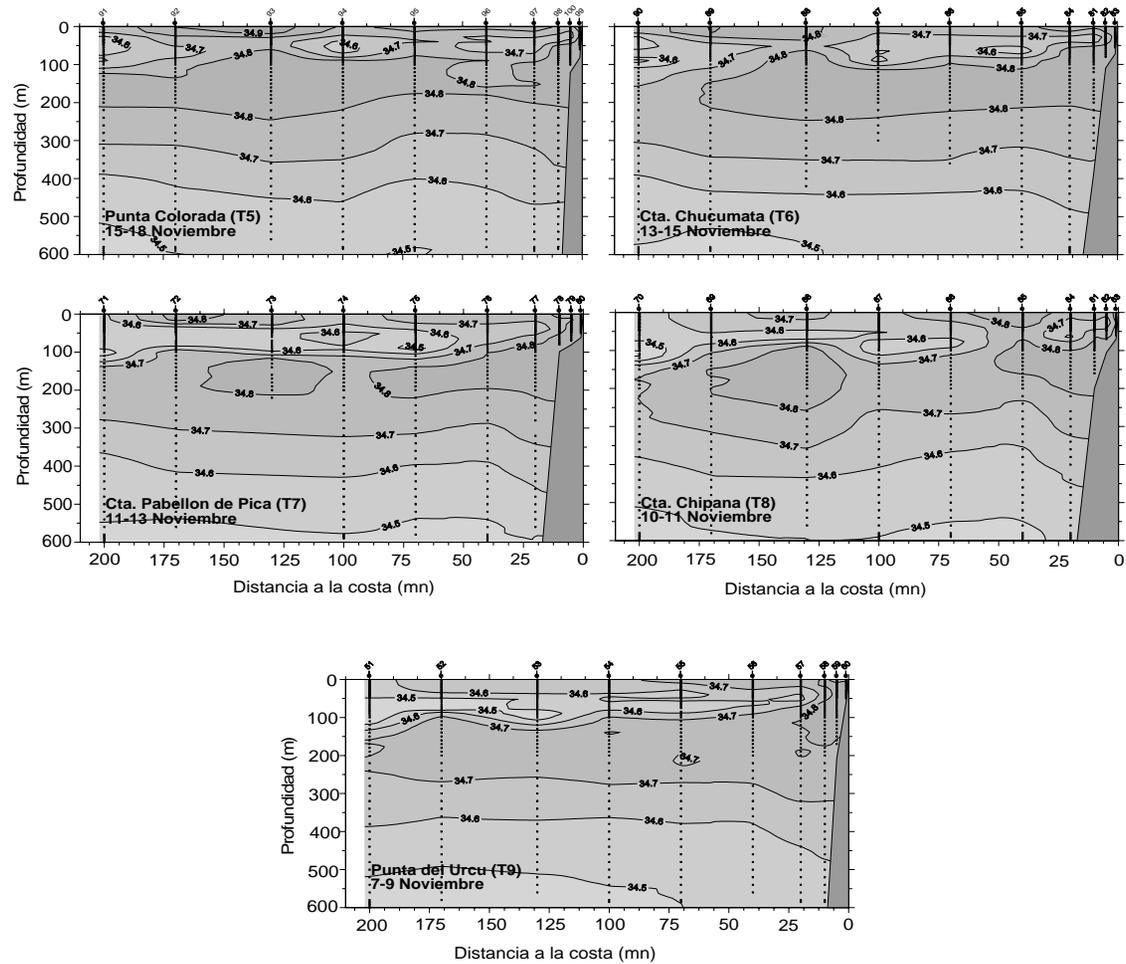


Figura 34. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 5 a 9, zona centro.

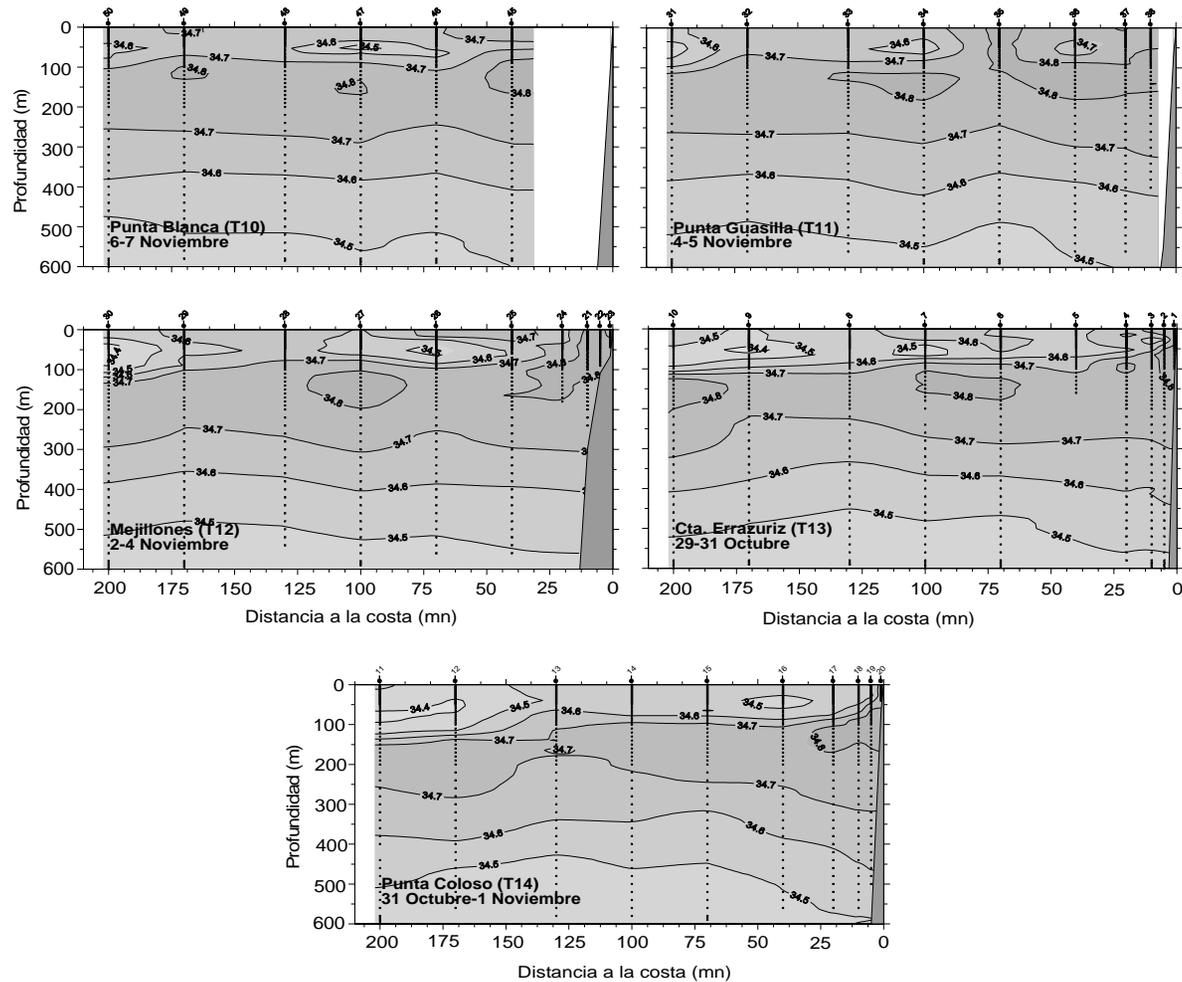


Figura 35. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 10 a 14, zona sur.

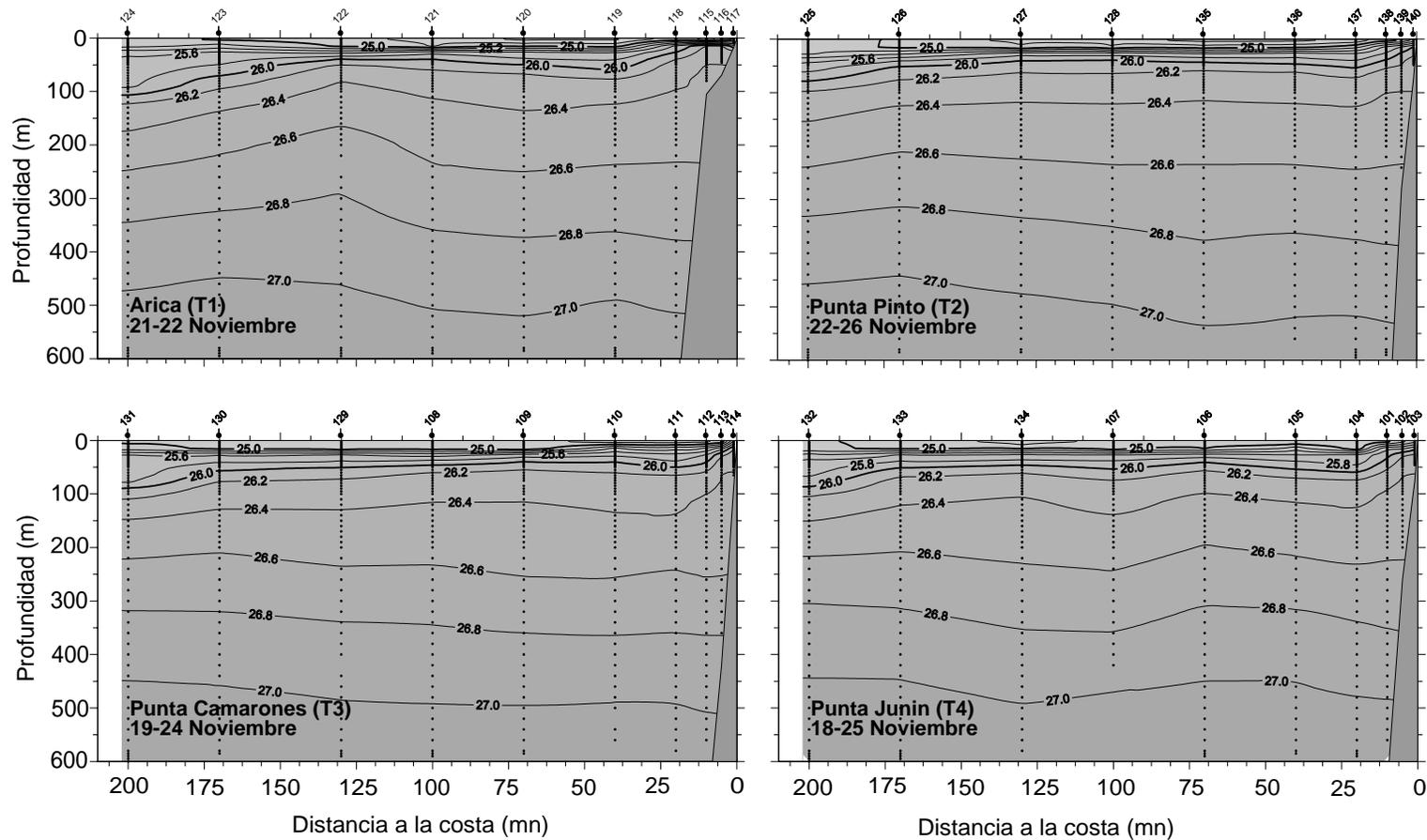


Figura 36. Distribuci3n vertical de densidad (σ -t) en las transectas 1 a 4, zona norte.

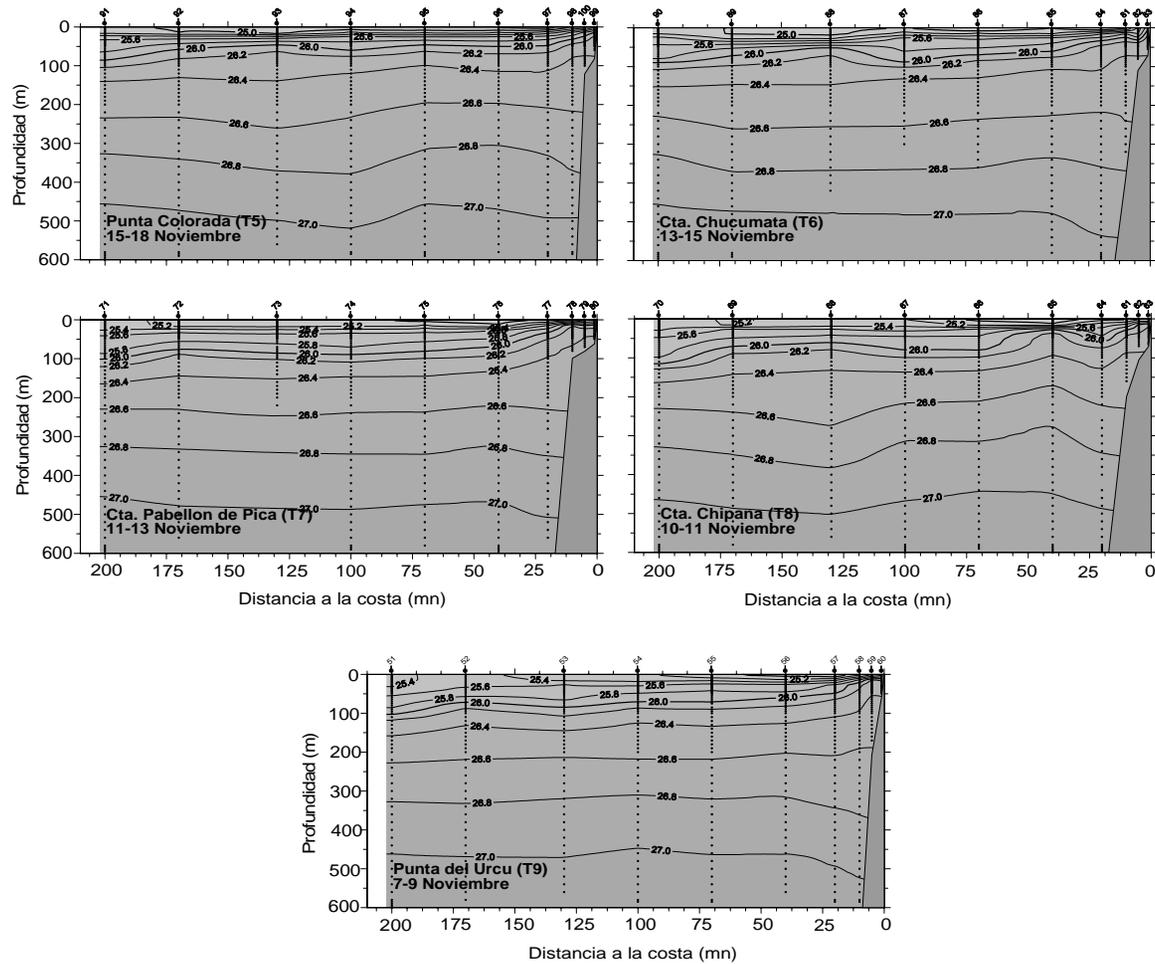


Figura 37. Distribuci3n vertical de densidad (sigma-t) en las transectas 5 a 9, zona centro.

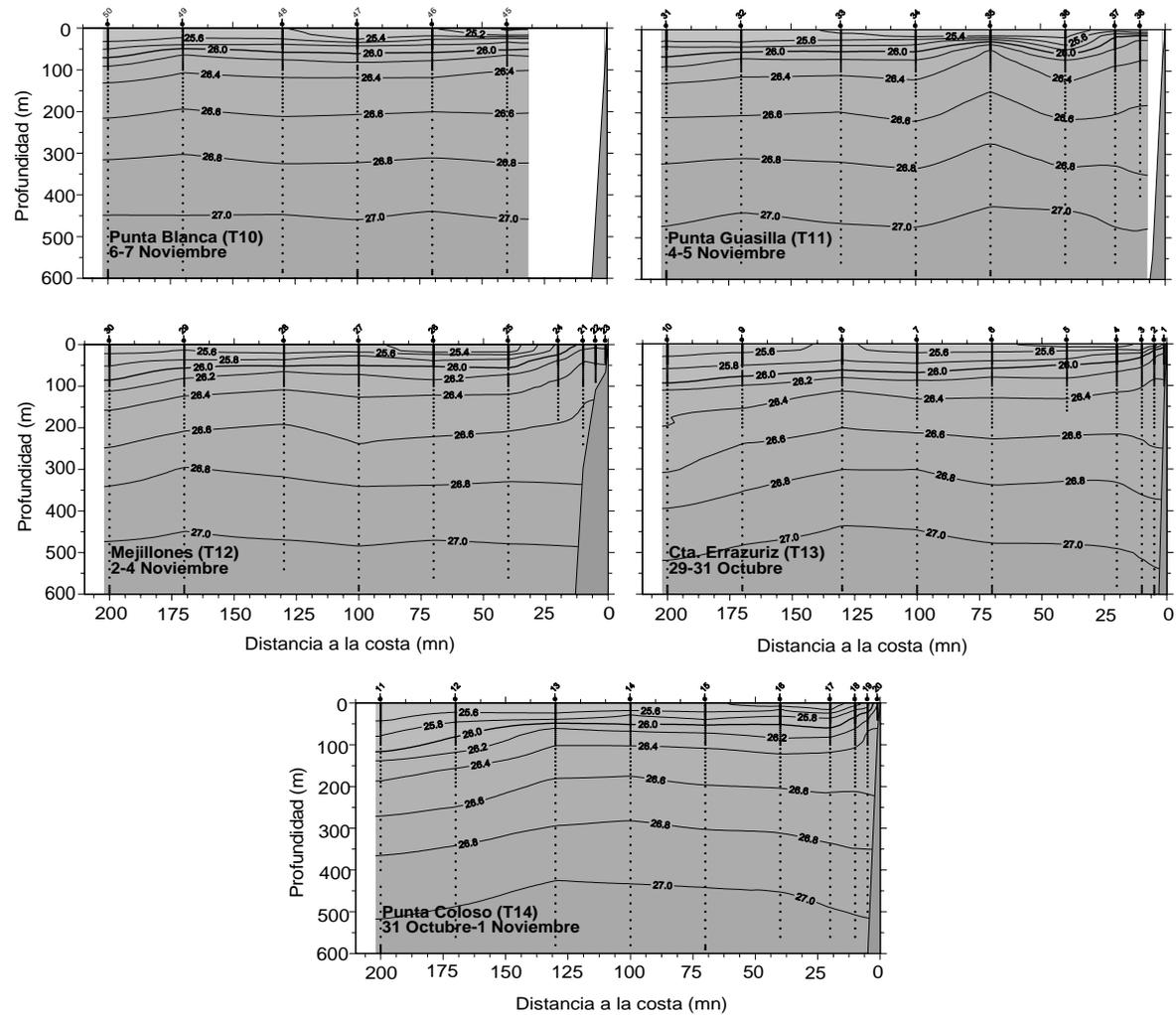


Figura 38. Distribuci3n vertical de densidad (σ_t) en las transectas 10 a 14, zona sur.

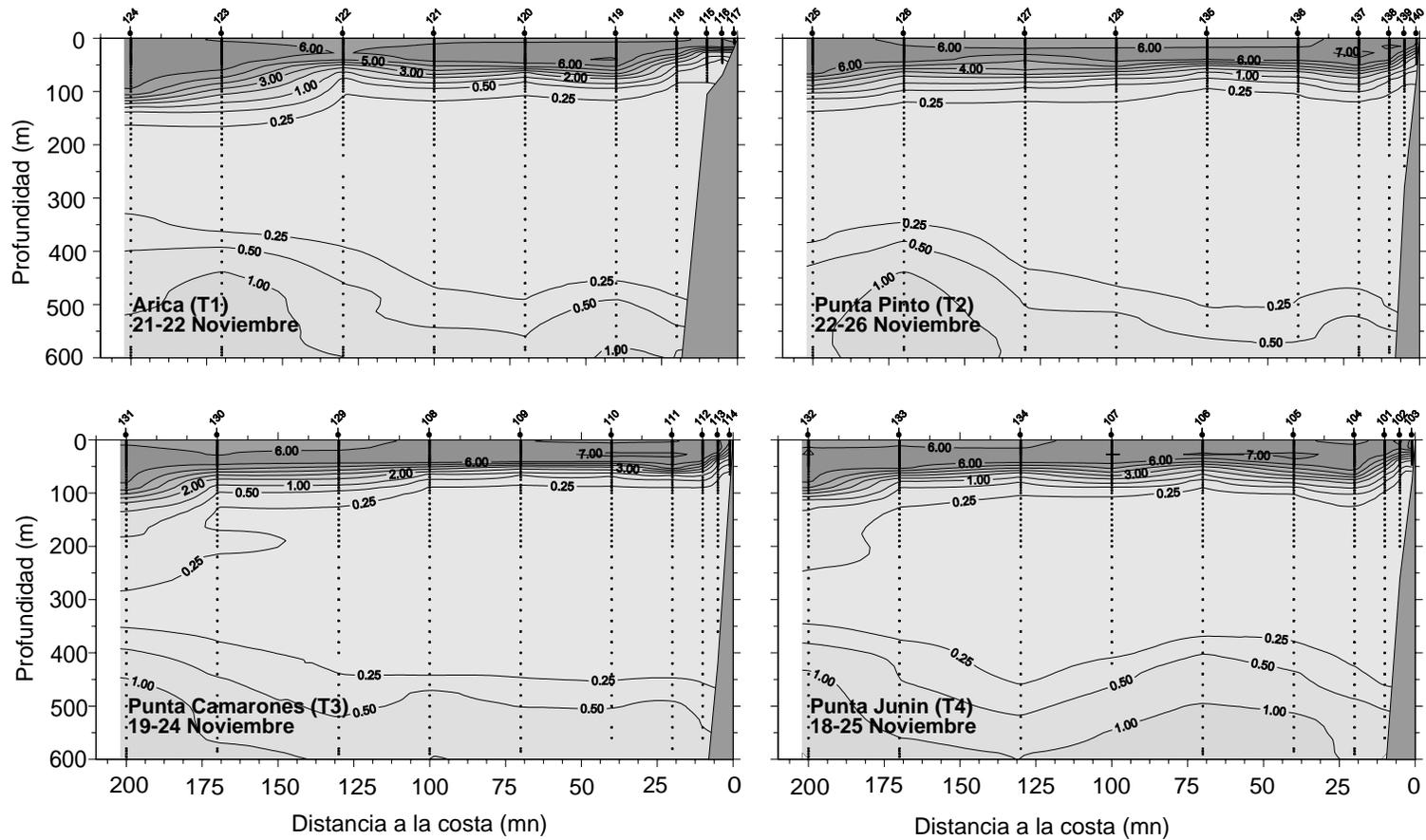


Figura 39. Distribuci3n vertical de Ox3geno disuelto (mL/L) en las transectas 1 a 4, zona norte.

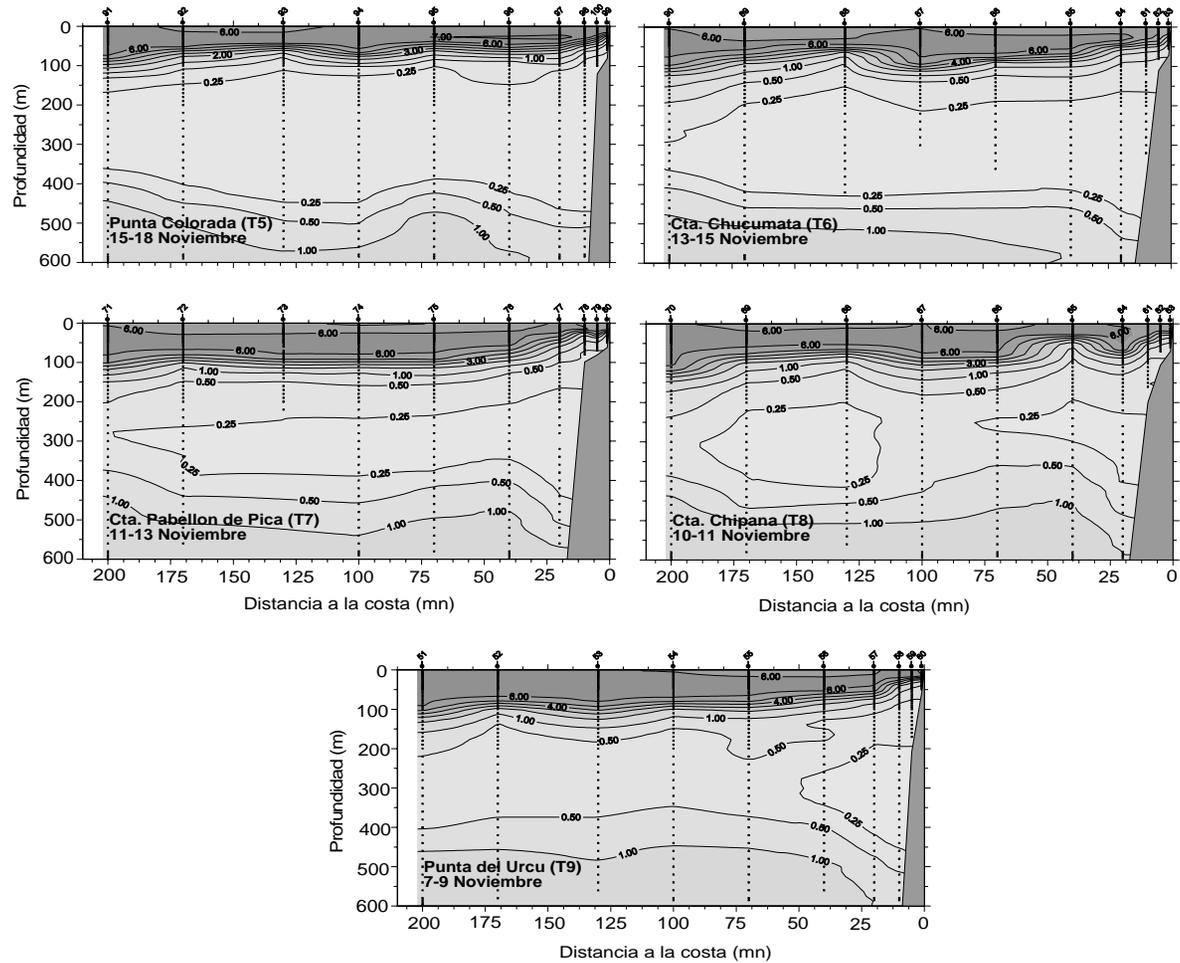


Figura 40. Distribuci3n vertical de Oxígeno disuelto (mL/L) en las transectas 5 a 9, zona centro.

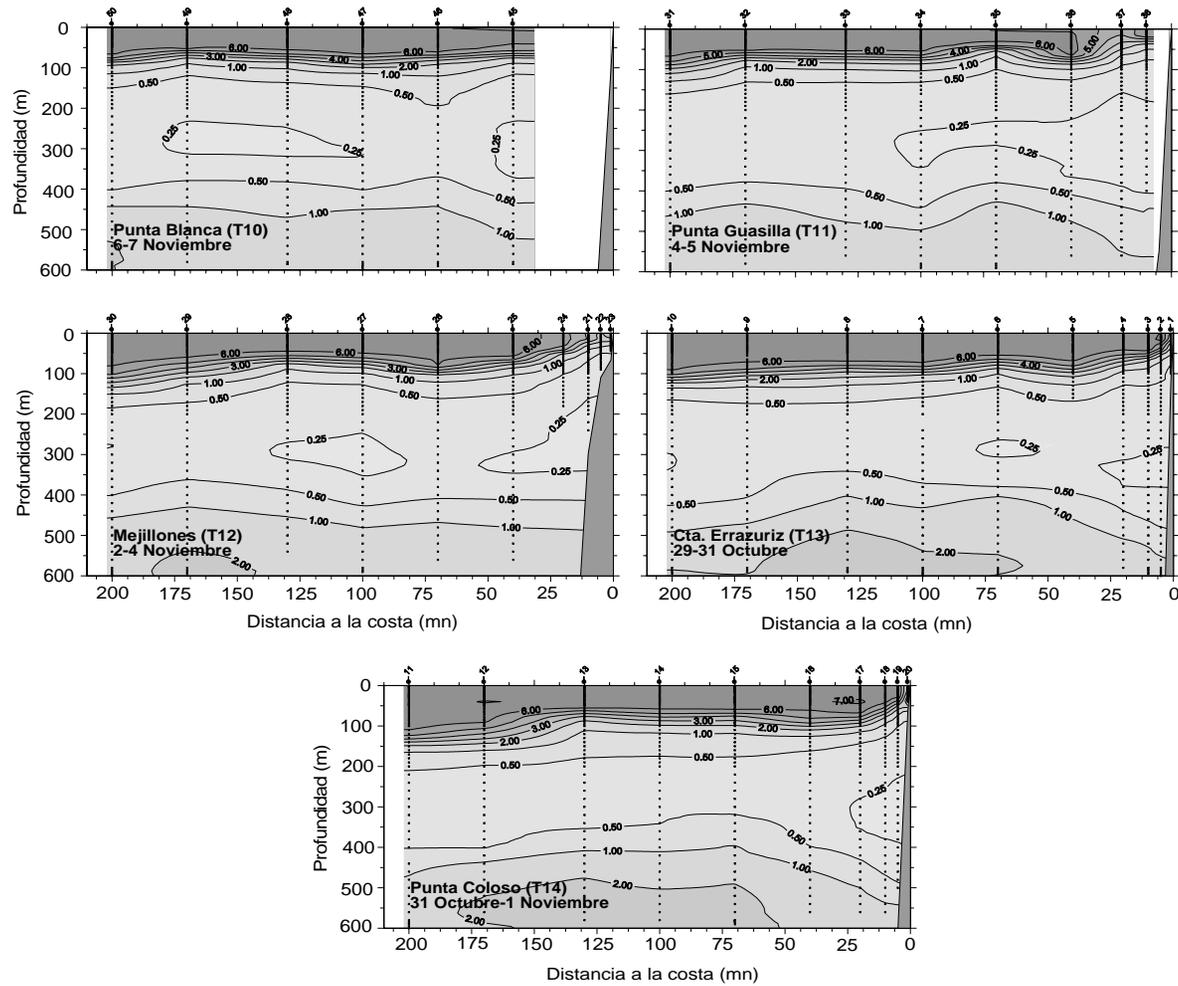


Figura 41. Distribuci3n vertical de Oxigeno disuelto (mL/L) en las transectas 10 a 14, zona sur.

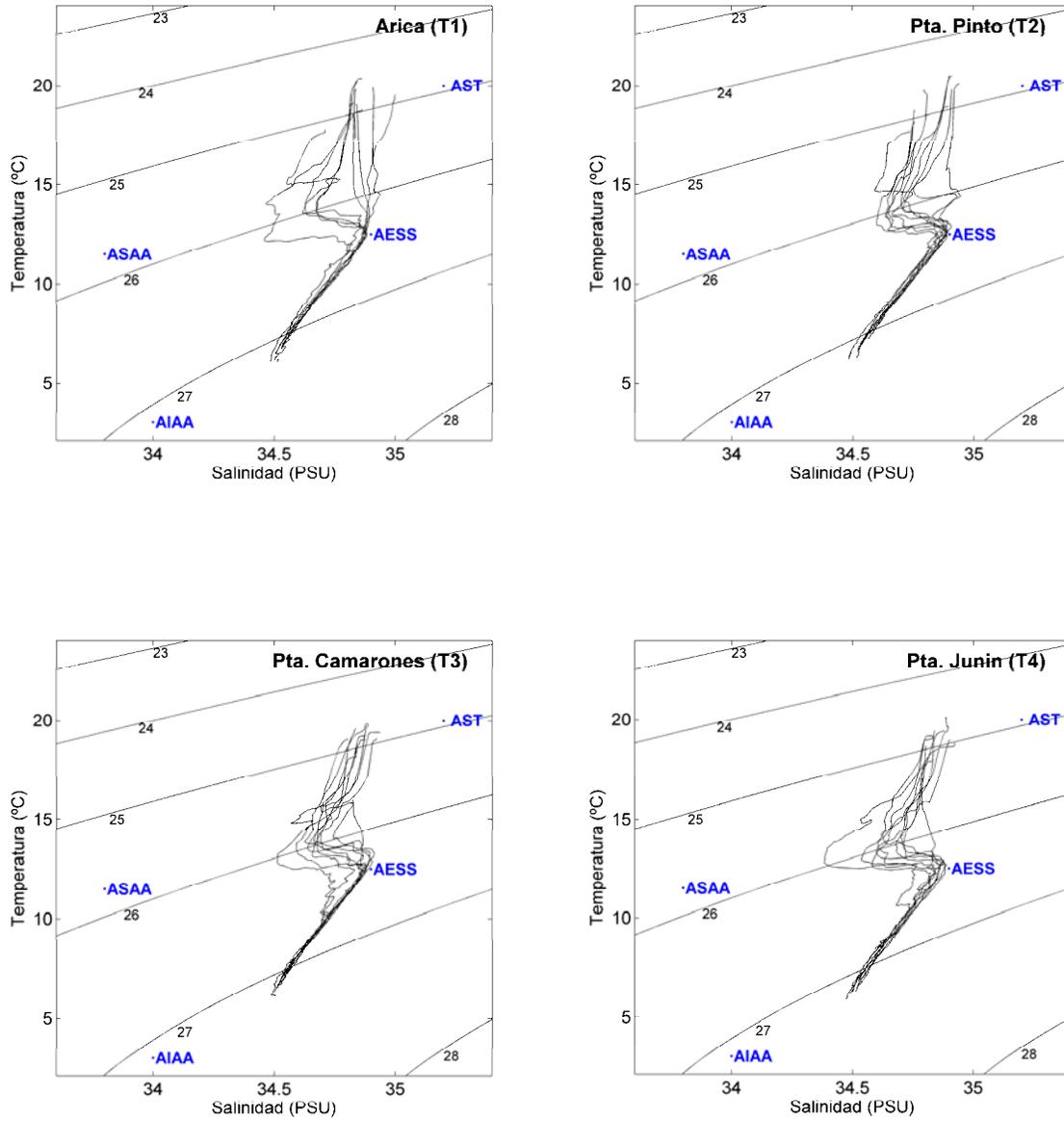


Figura 42. Diagrama T-S de las estaciones de las transectas 1 a 4, zona norte.

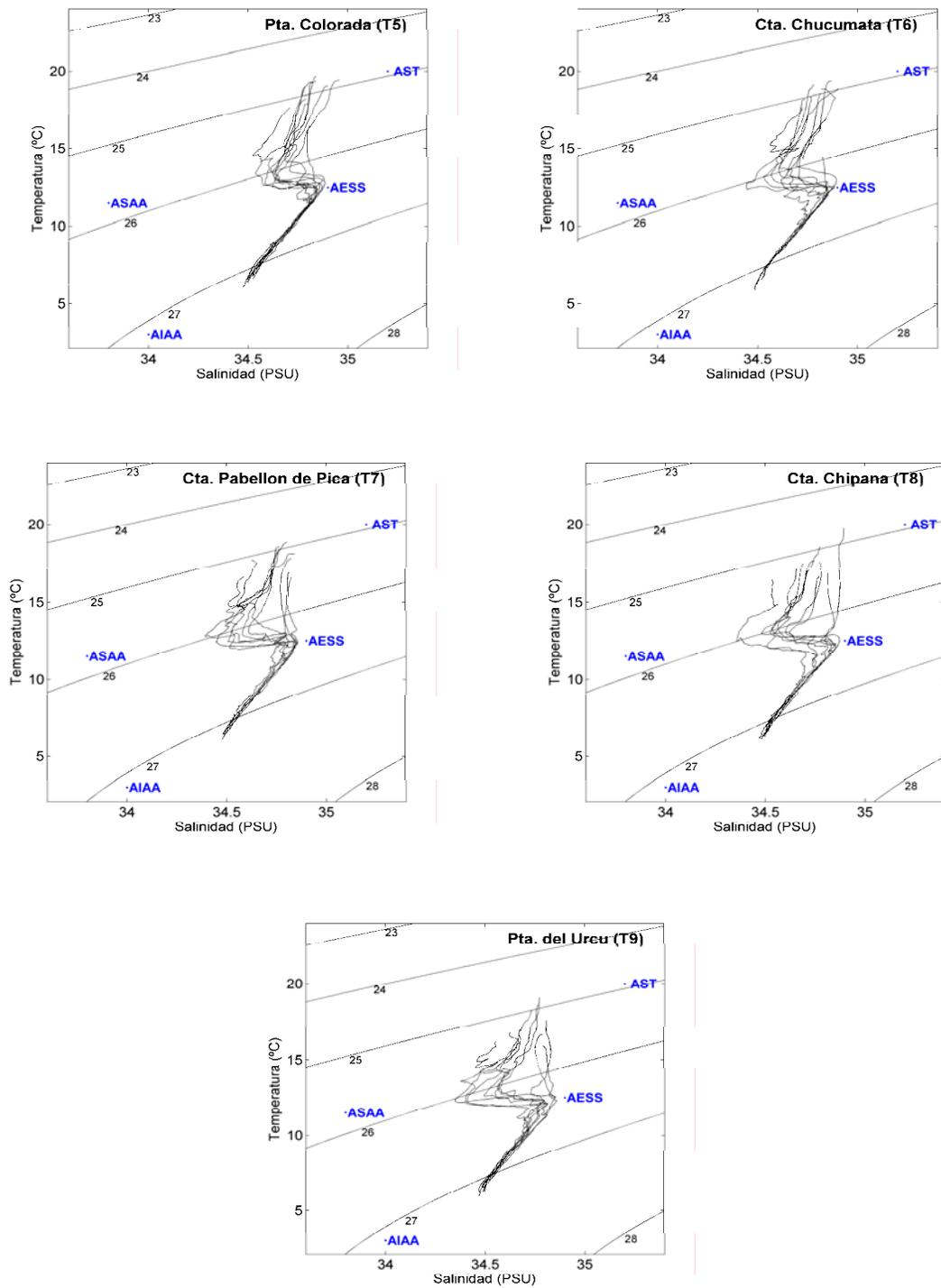


Figura 43. Diagrama T-S de las estaciones de las transectas 5 a 9, zona centro.

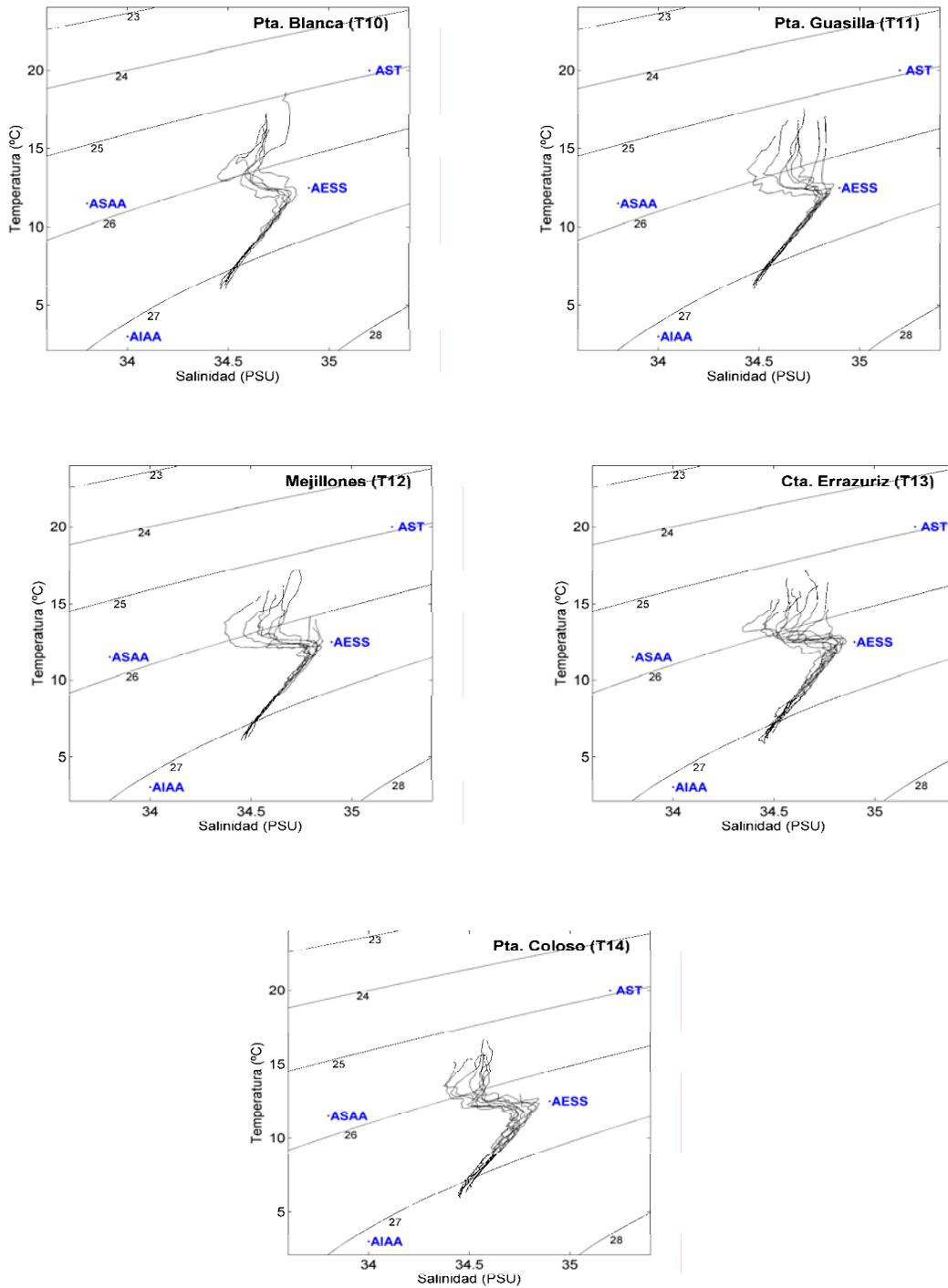


Figura 44. Diagrama T-S de las estaciones de las transectas 10 a 14, zona sur.

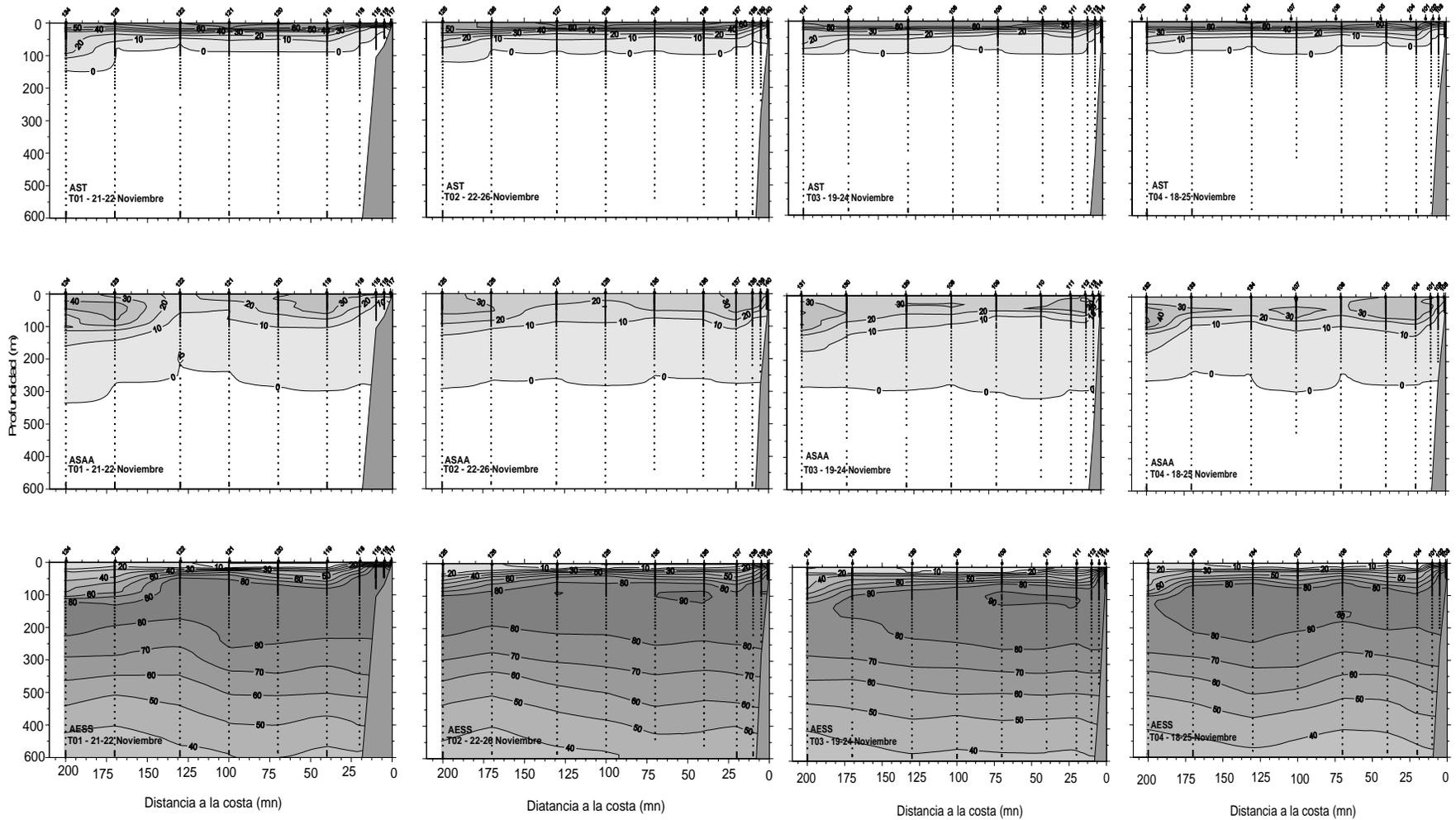


Figura 45. Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 1,2,3 y 4, zona norte.

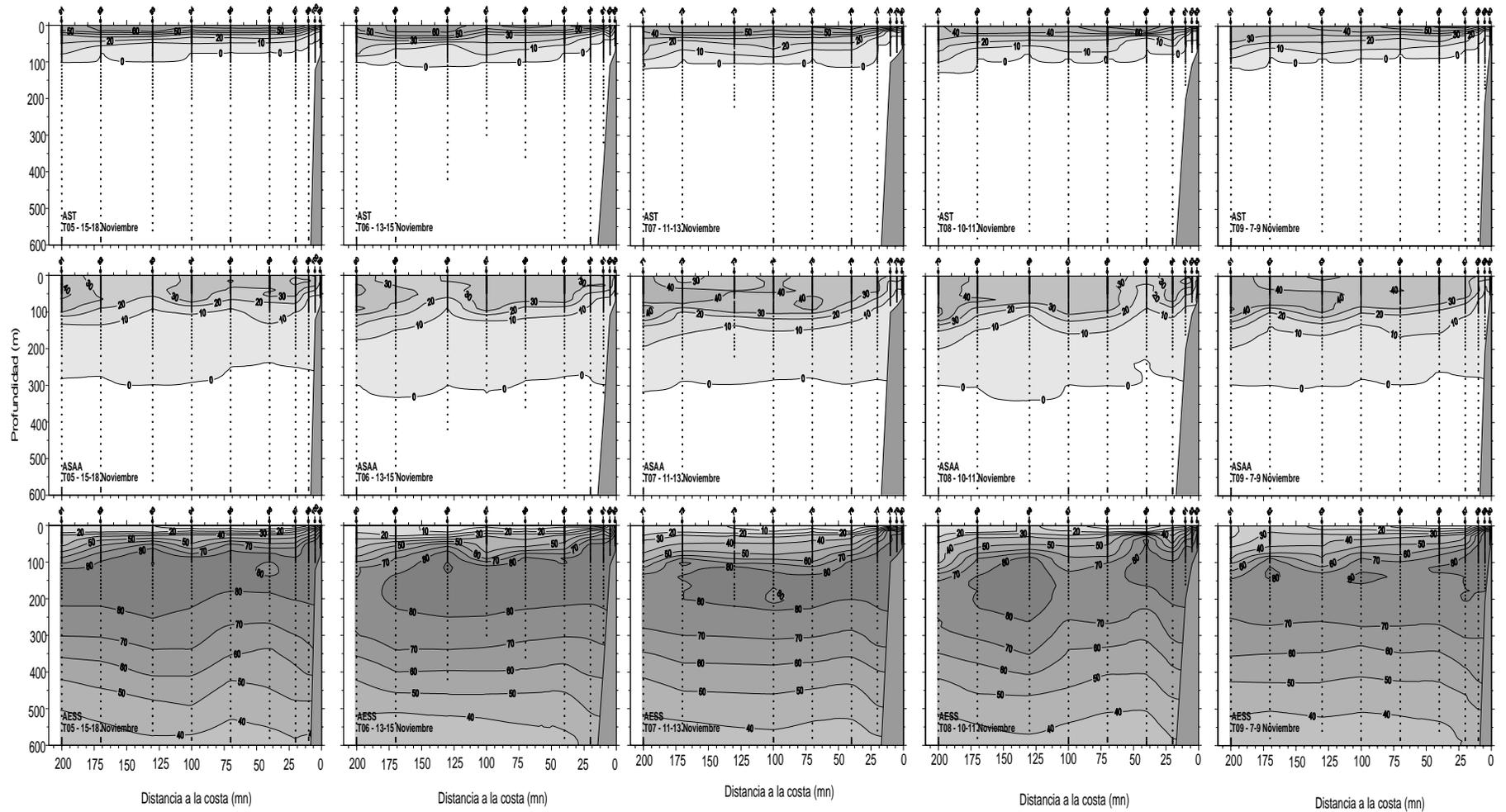


Figura 46. Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial AESS), para las transectas 5,6,7, 8 y 9, zona centro.

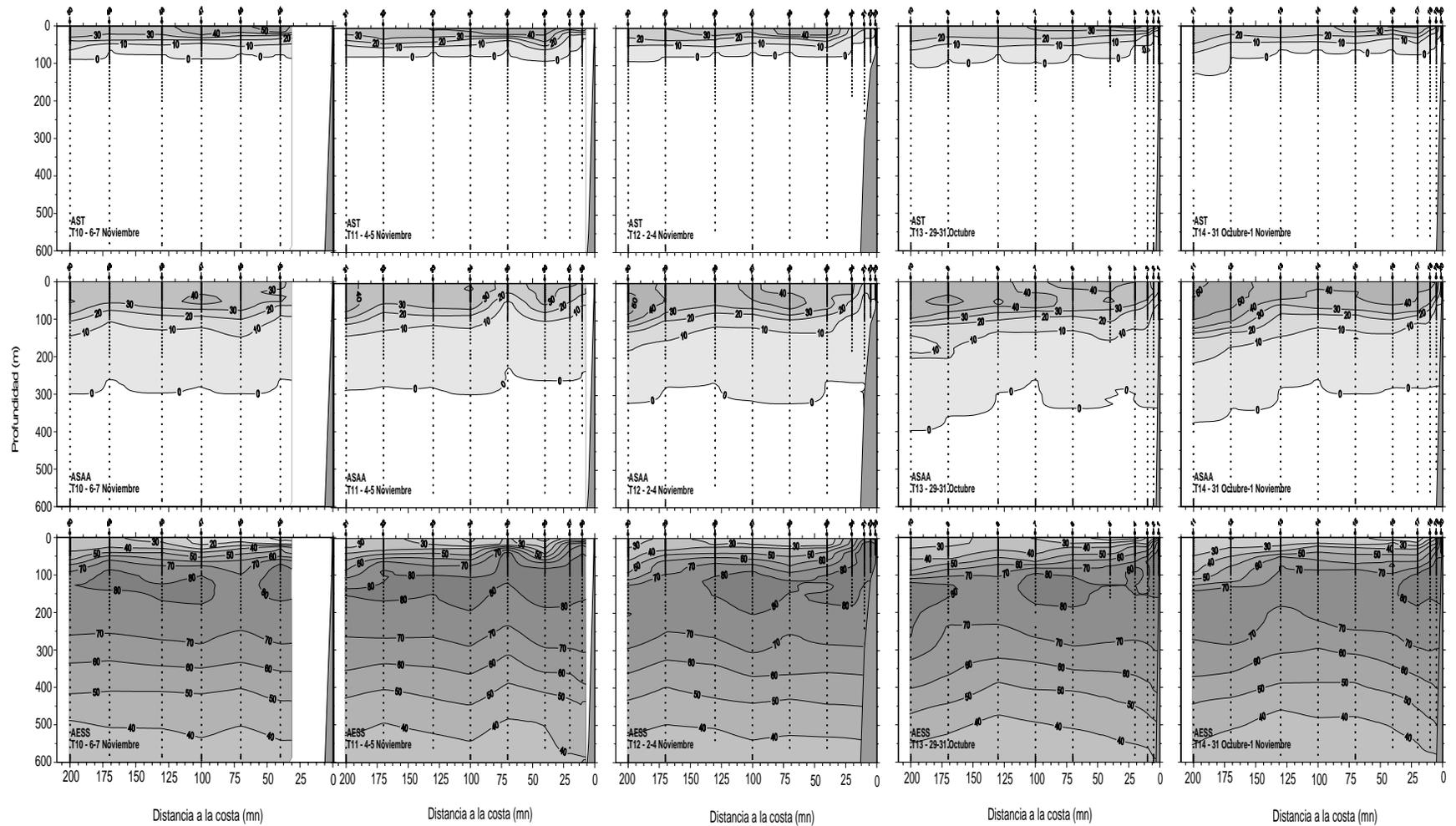


Figura 47. Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 10, 11, 12, 13 y 14, zona sur.

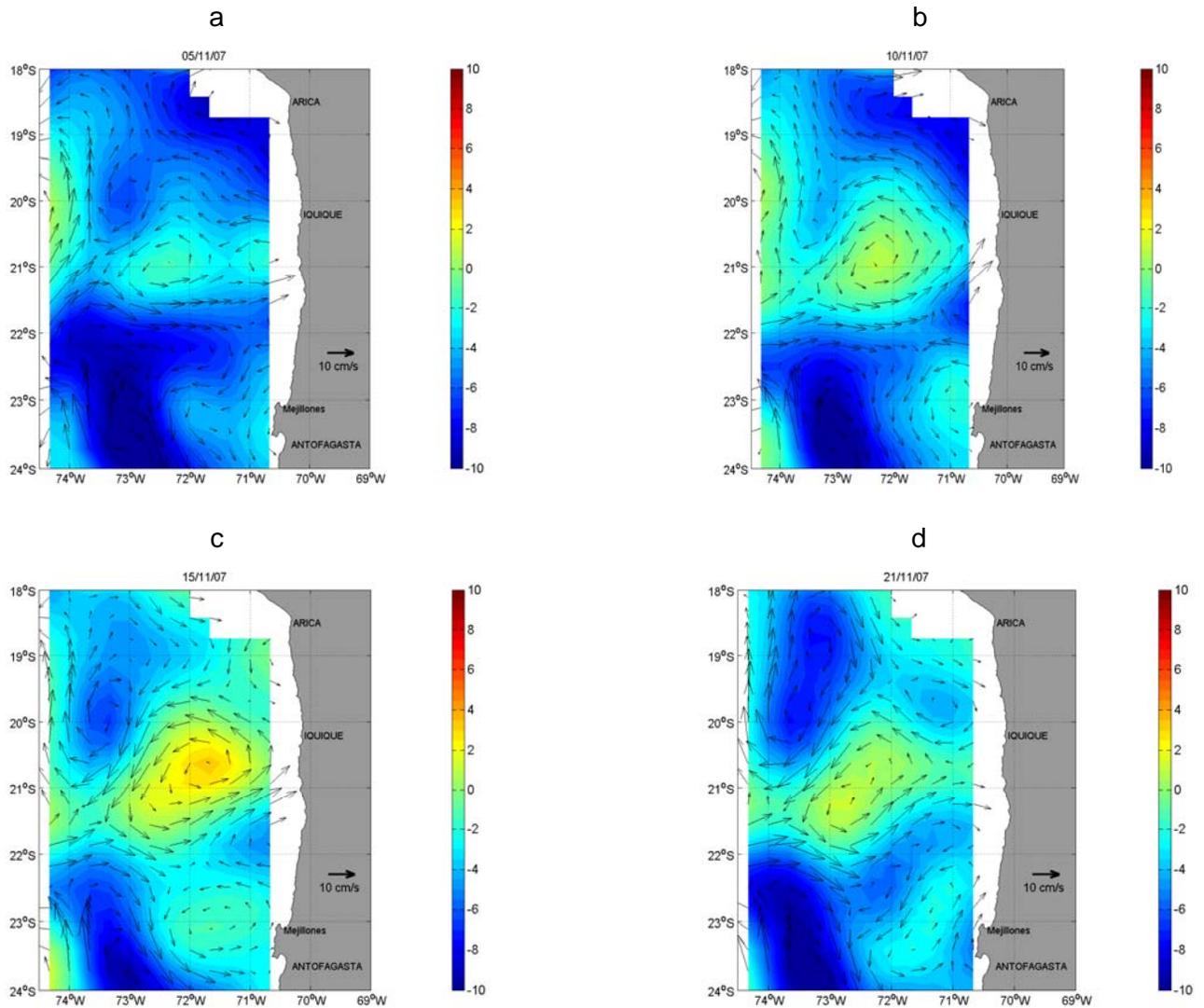


Figura 48. Anomala de nivel del mar (cm) y velocidad geostrofica (cm/s) de los dfa 5(a), 10(b), 15(c) y 21(d) de noviembre de 2007, tomados como representativos del crucero.

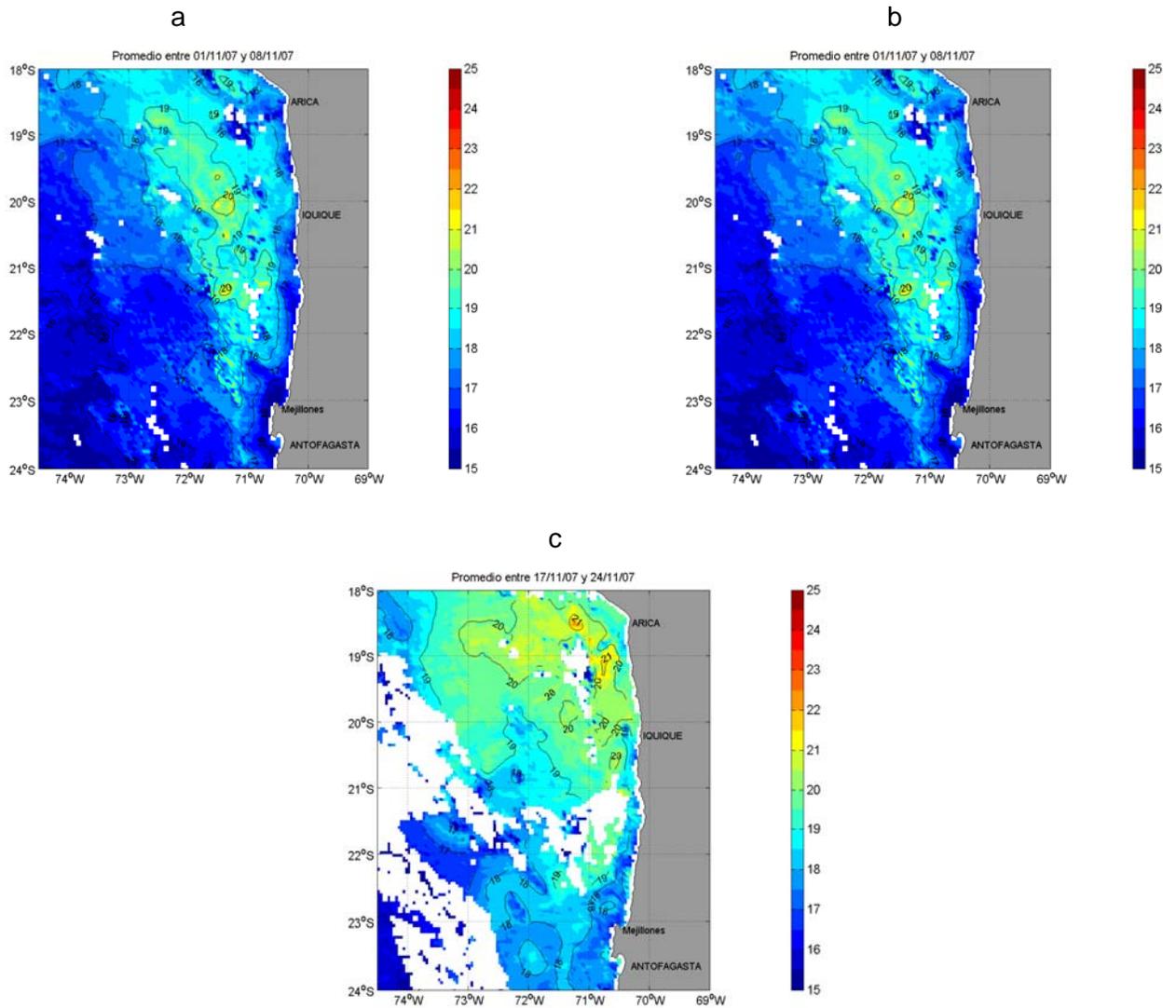


Figura 49. Temperatura superficial del mar (°C) proveniente del satélite MODIS-A, correspondiente a los promedios semanales de entre el 1 y 8 de noviembre (a), entre el 9 y 16 de noviembre (b) y entre el 17 y 24 de noviembre de 2007(c).

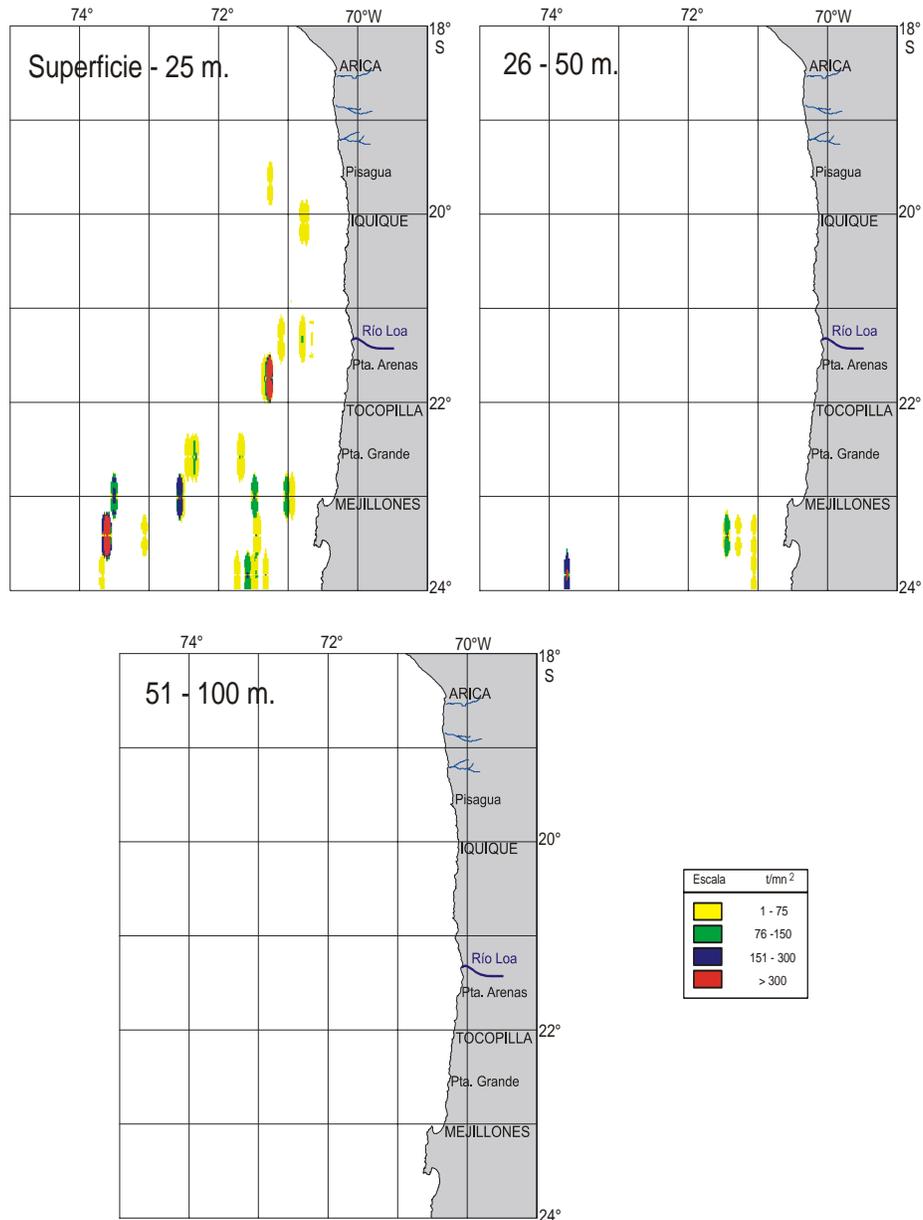


Figura 50. Distribución espacial de la biomasa de jurel (t/mn²), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.

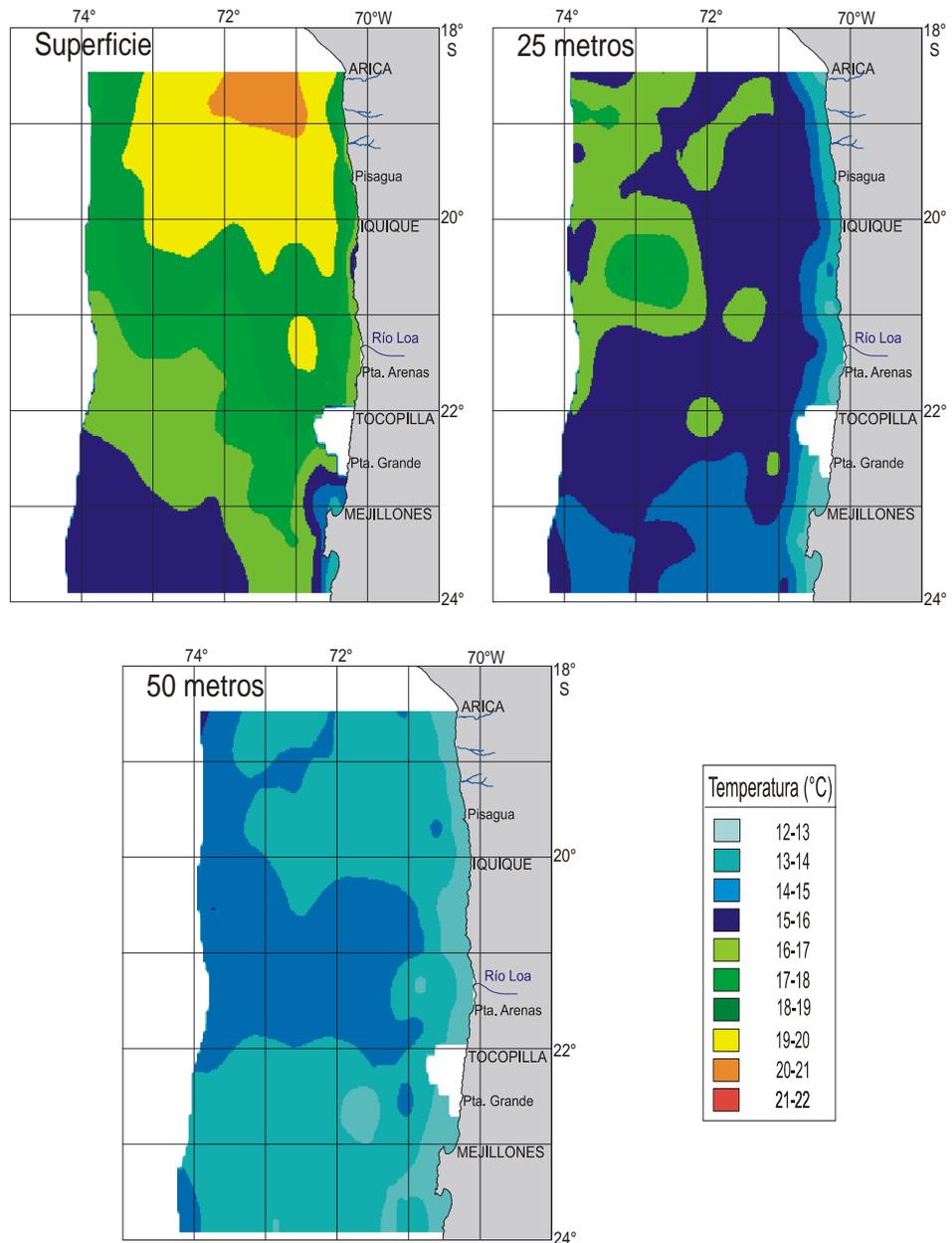


Figura 51. Distribuci3n espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

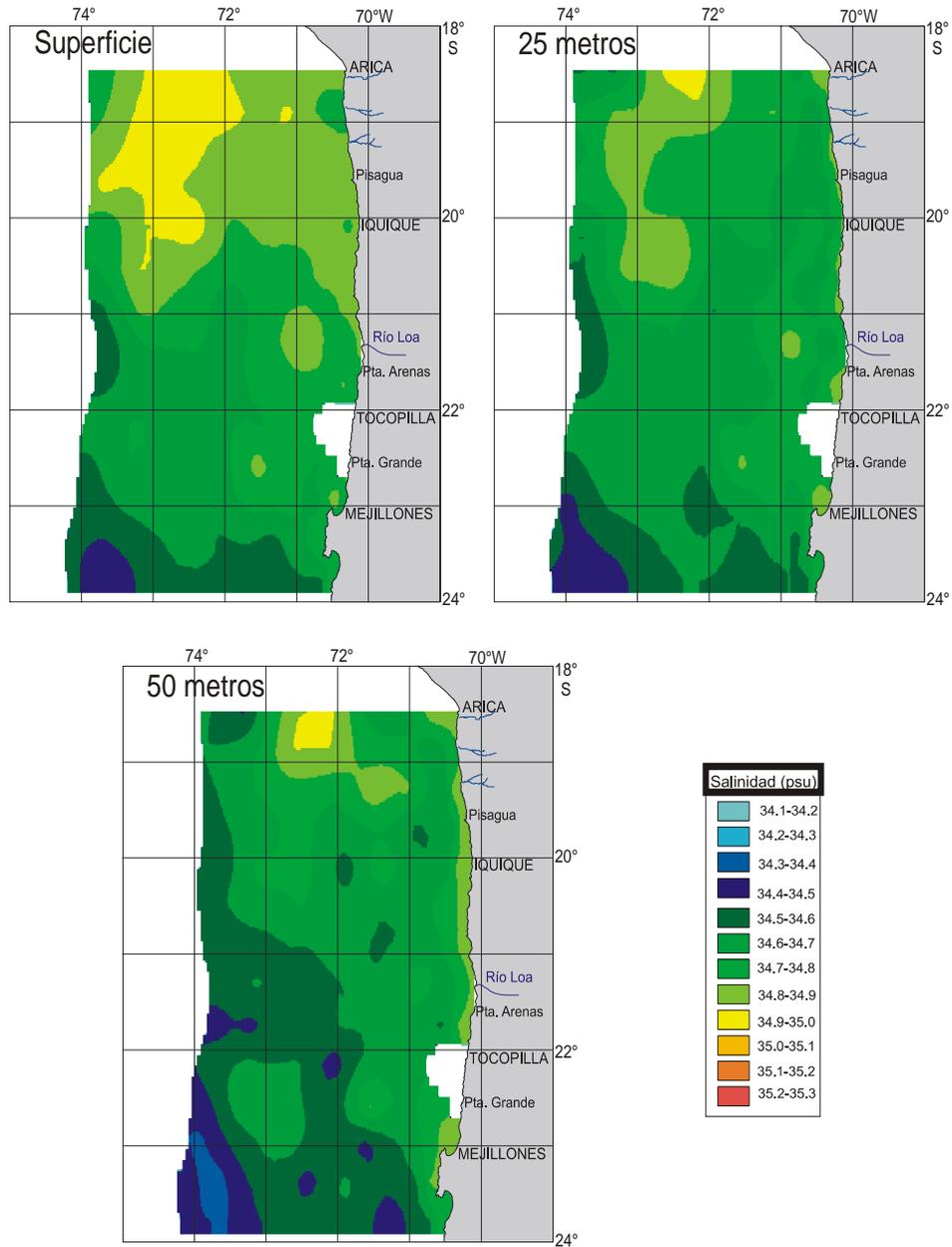


Figura 52. Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

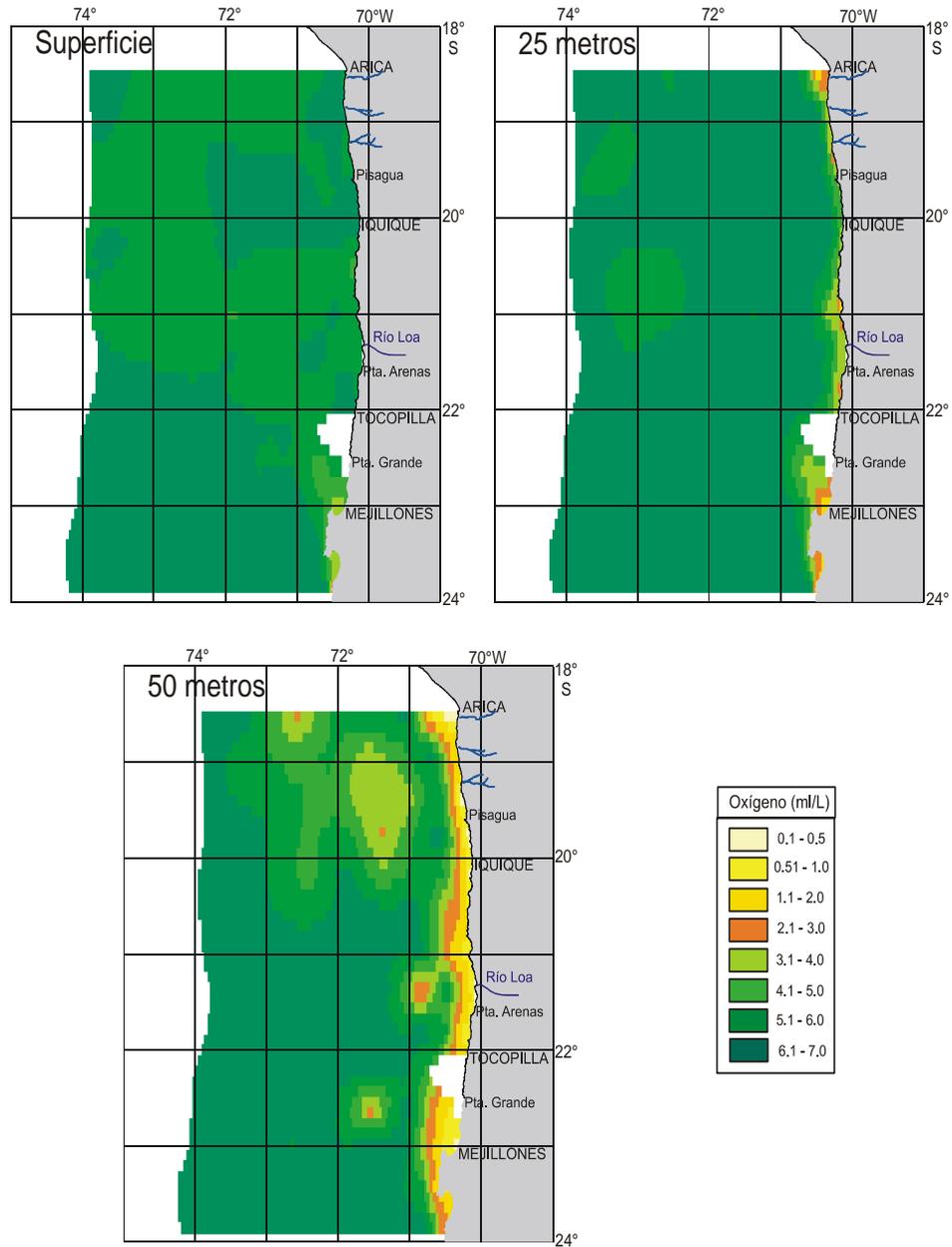


Figura 53. Distribuci3n espacial del oxigeno disuelto (ml/L), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

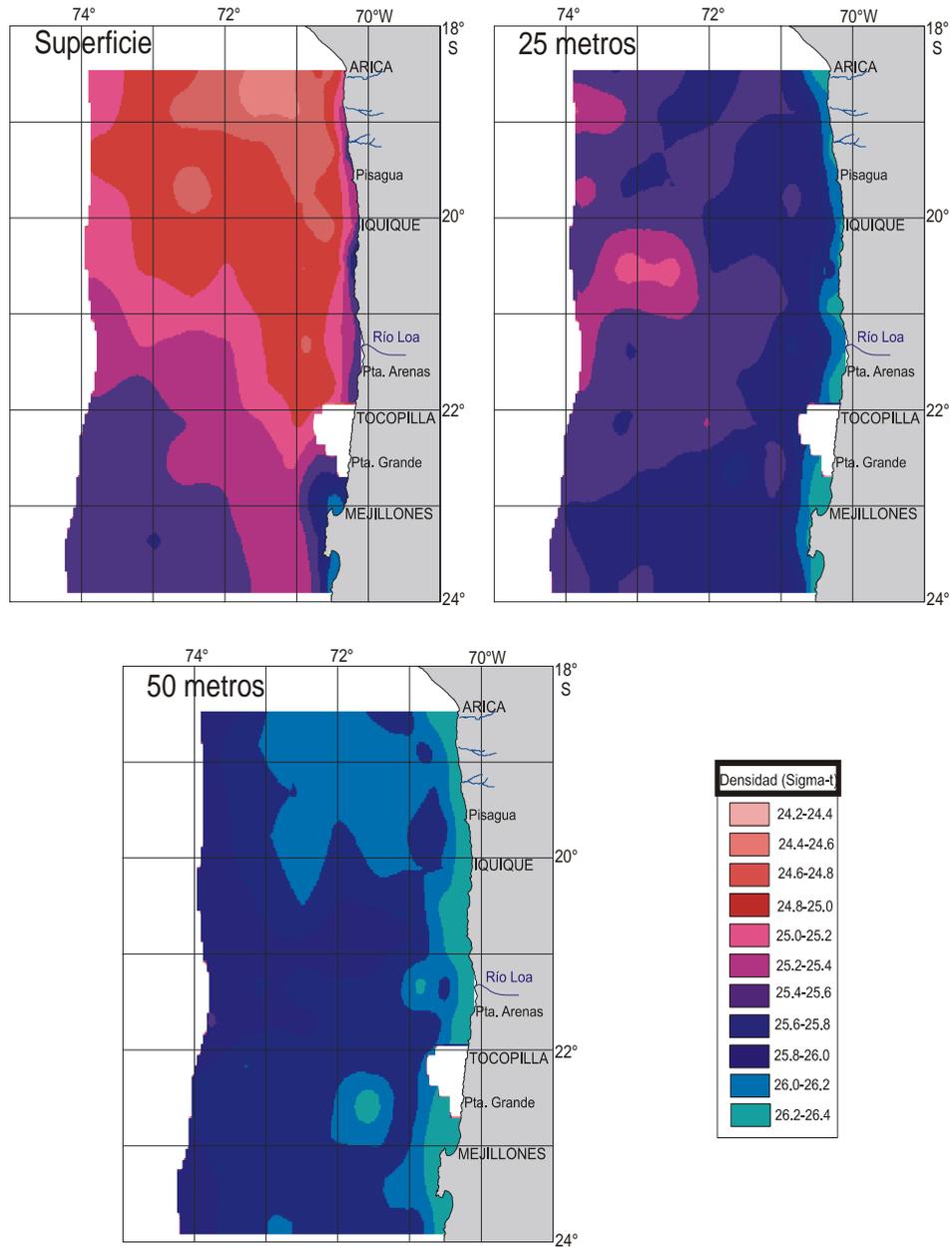


Figura 54. Distribuci3n espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

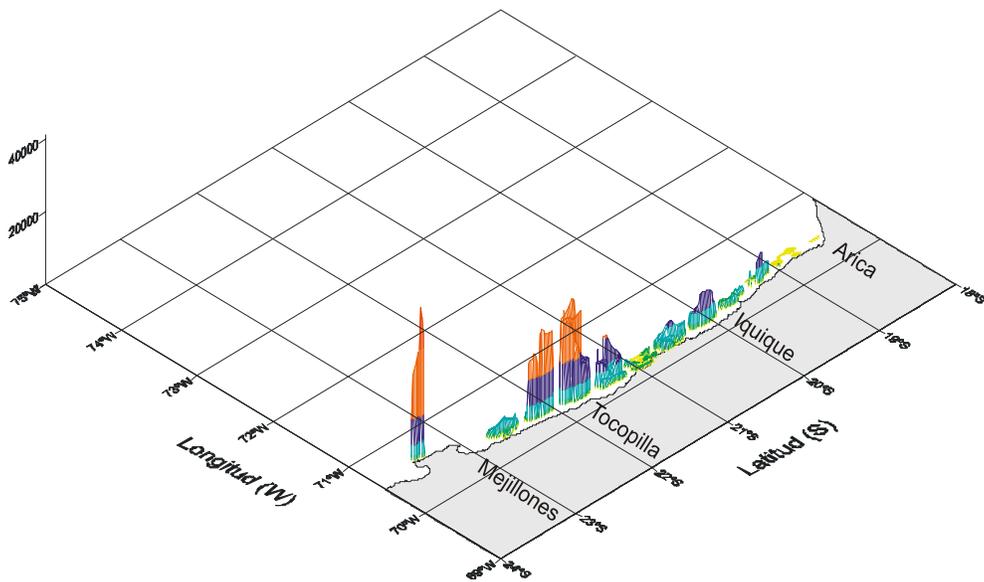
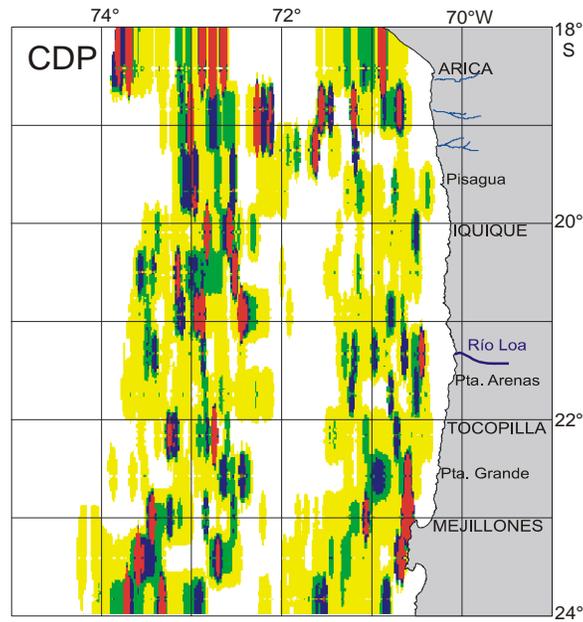


Figura 55. Distribuci3n espacial de: a) capa de dispersi3n profunda y b) euf3sidos.

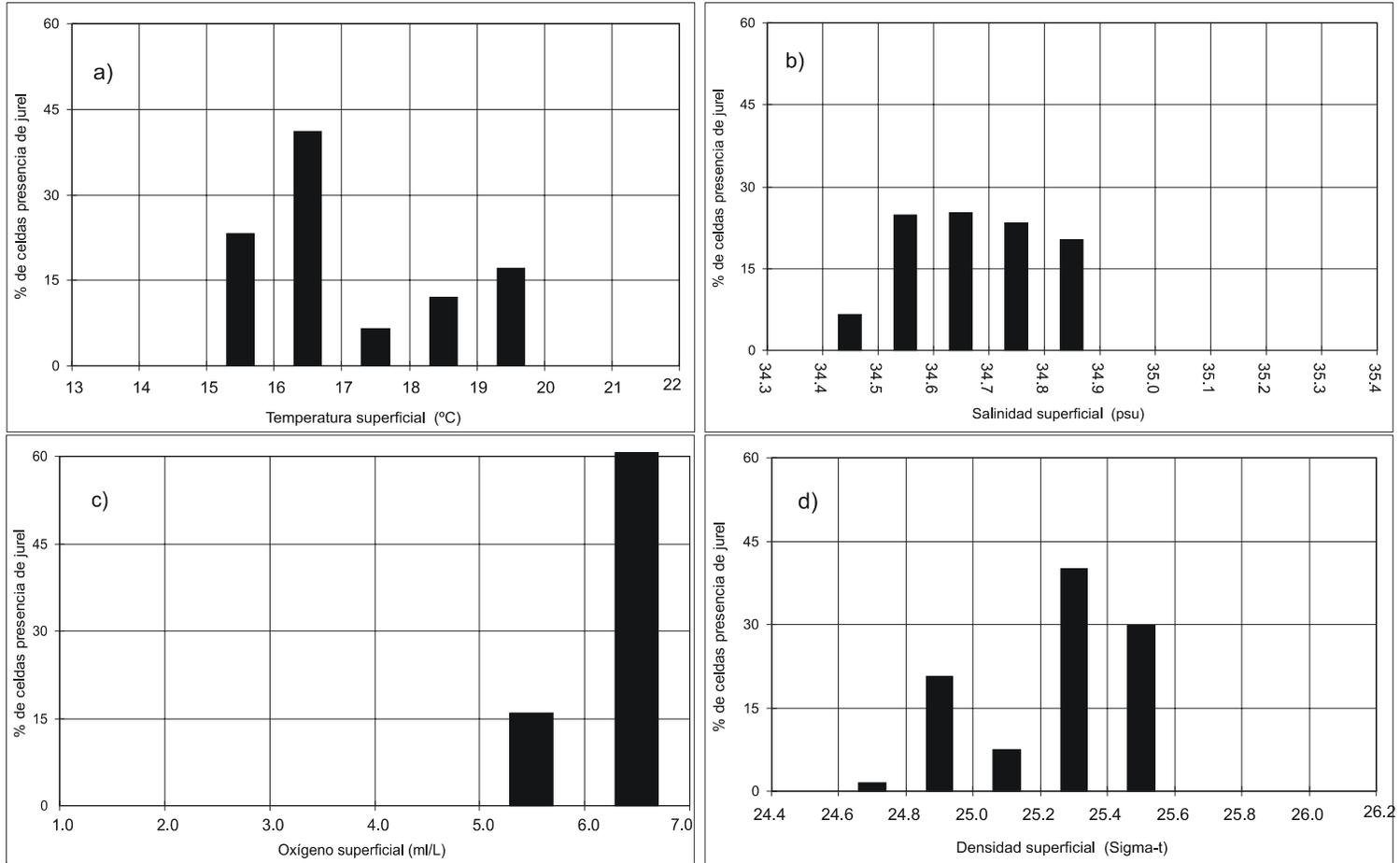


Figura 56. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.

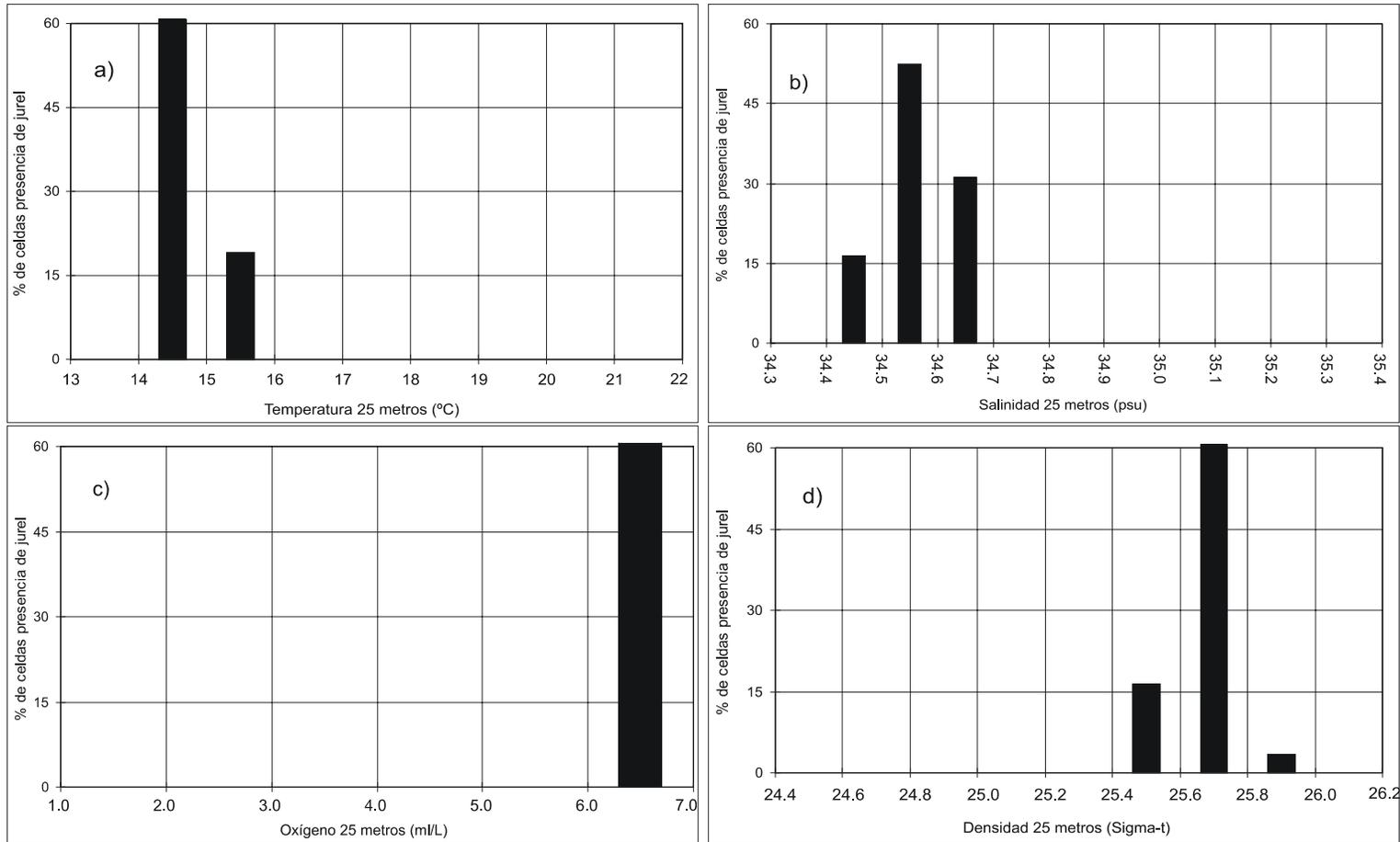


Figura 57. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 25 m. de profundidad.

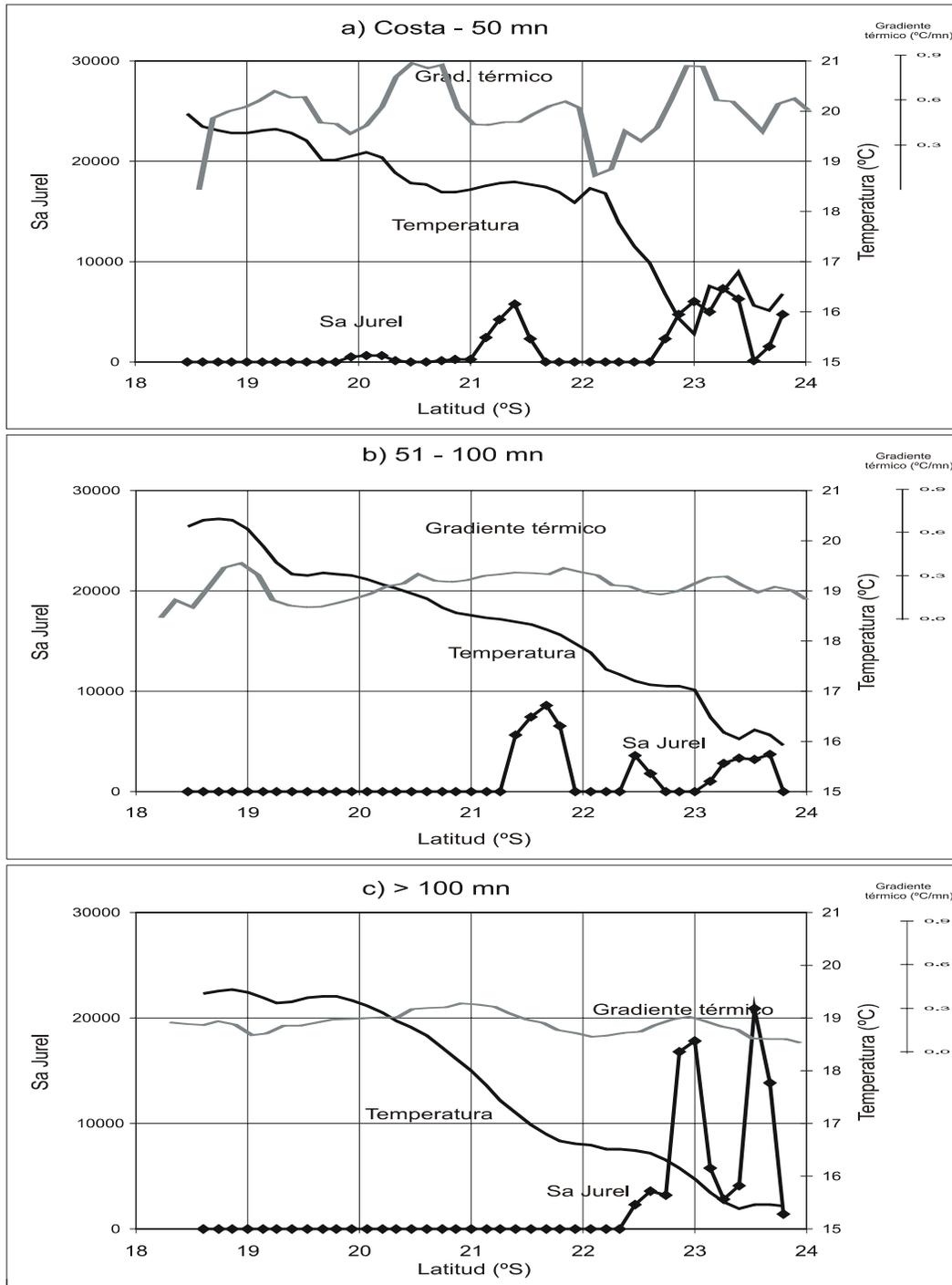


Figura 58. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-50 mn, b) 51-100 mn y c) > 100 mn.

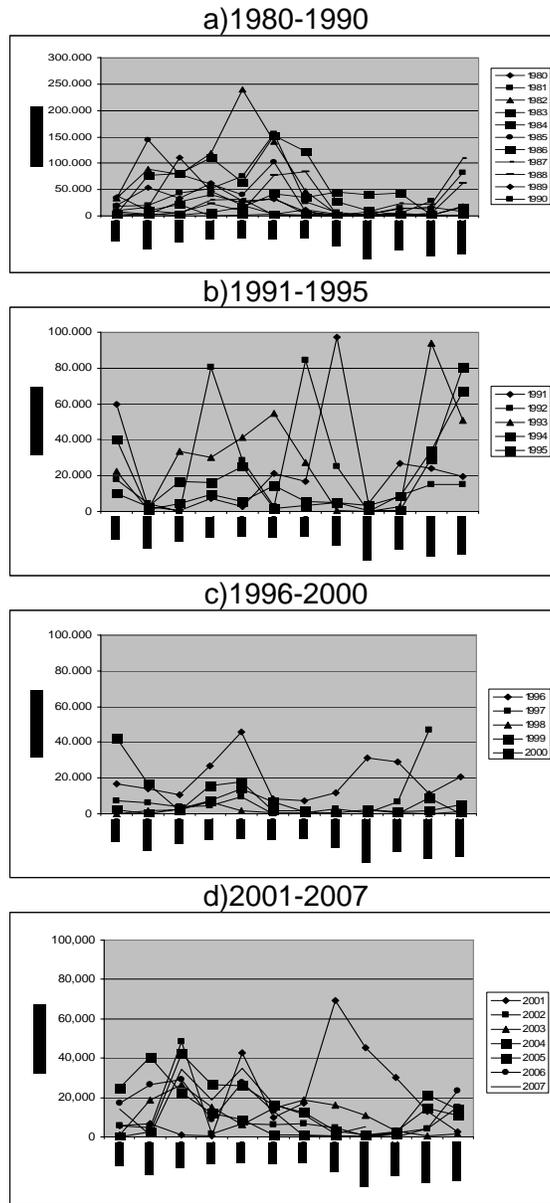


Figura 59. Desembarque de jurel anual en la I y II regiones del pa3s (Fuente IFOP)

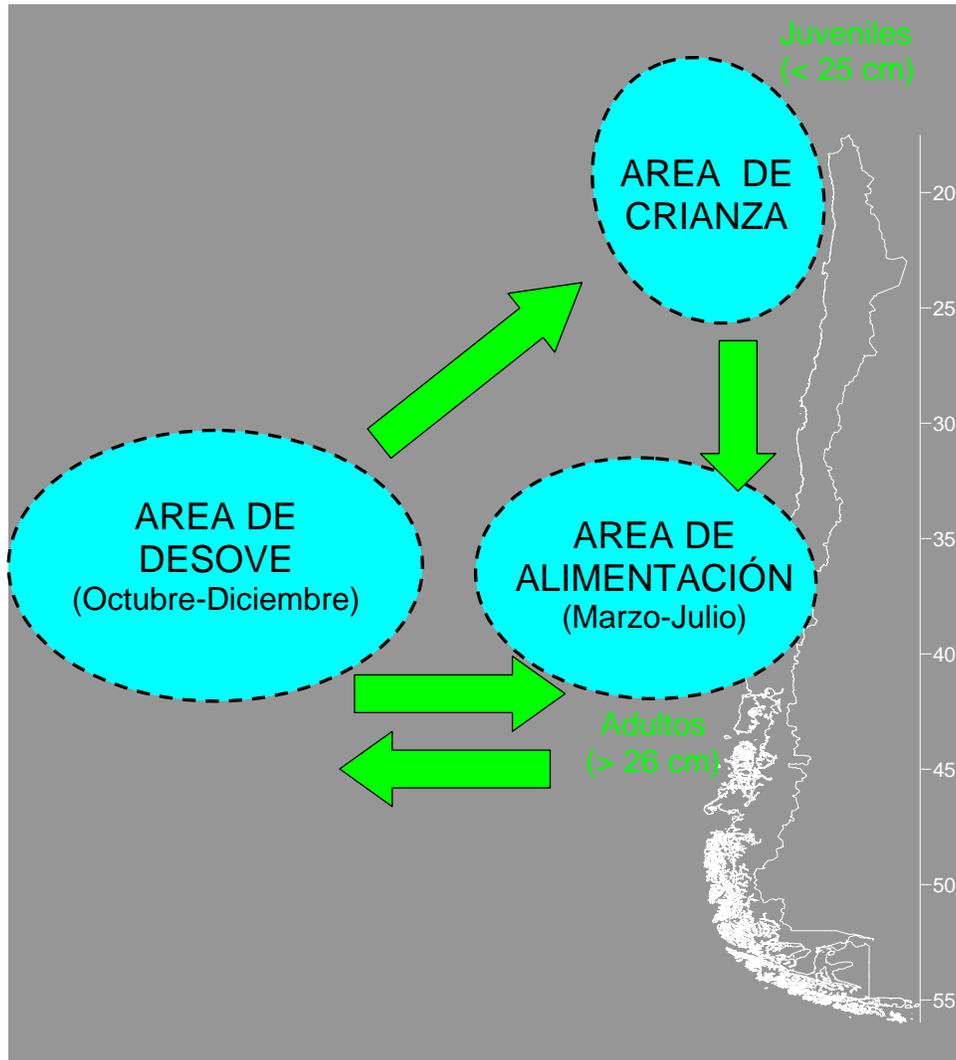


Figura 60. Modelo conceptual de la estructuraci3n de la poblaci3n de jurel

A N E X O S

A N E X O I

**Posición y fecha de los muestreos
acústicos y bioceanográficos**



POSICI3N Y FECHA DE LAS TRANSECTAS

Transecta	Embarcaci3n	Latitud (°S)	Fecha	
			5-100 mn	100-200 mn
1	Abate Molina	18°25'	21.11.07	22.11.07
2	Abate Molina	18°50'	26.11.07	23.11.07
3	Abate Molina	19°15'	19.11.07	24.11.07
4	Abate Molina	19°40'	18.11.07	25.11.07
5	Abate Molina	20°05'	17.11.07	16.11.07
6	Abate Molina	20°30'	14.11.07	15.11.07
7	Abate Molina	20°55'	13.11.07	12.11.07
8	Abate Molina	21°20'	10.11.07	11.11.07
9	Abate Molina	21°45'	09.11.07	08.11.07
10	Abate Molina	22°10'	06.11.07	07.11.07
11	Abate Molina	22°35'	05.11.07	04.11.07
12	Abate Molina	23°00'	02.11.07	03.11.07
13	Abate Molina	23°25'	29.10.07	30.10.07
14	Abate Molina	23°50'	01.11.07	31.10.07



POSICI3N Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.

Estaci3n	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Abate Molina	29/10/07	23°25'	70°37'
2	Abate Molina	29/10/07	23°25'	70°41'
3	Abate Molina	29/10/07	23°24'	70°47'
4	Abate Molina	29/10/07	23°25'	70°58'
5	Abate Molina	29/10/07	23°25'	71°20'
6	Abate Molina	29/10/07	23°25'	71°52'
7	Abate Molina	30/10/07	23°25'	72°25'
8	Abate Molina	30/10/07	23°25'	72°58'
9	Abate Molina	30/10/07	23°25'	73°41'
10	Abate Molina	31/10/07	23°25'	74°15'
11	Abate Molina	31/10/07	23°50'	74°08'
12	Abate Molina	31/10/07	23°50'	73°36'
13	Abate Molina	31/10/07	23°49'	72°52'
14	Abate Molina	31/10/07	23°50'	72°20'
15	Abate Molina	01/11/07	23°50'	71°47'
16	Abate Molina	01/11/07	23°50'	71°14'
17	Abate Molina	01/11/07	23°50'	70°52'
18	Abate Molina	01/11/07	23°49'	70°41'
19	Abate Molina	01/11/07	23°49'	70°35'
20	Abate Molina	01/11/07	23°50'	70°31'
21	Abate Molina	02/11/07	22°58'	70°30'
22	Abate Molina	02/11/07	23°00'	70°25'
23	Abate Molina	02/11/07	23°00'	70°21'
24	Abate Molina	02/11/07	23°00'	70°41'
25	Abate Molina	02/11/07	23°00'	71°03'
26	Abate Molina	02/11/07	23°00'	71°36'
27	Abate Molina	03/11/07	23°00'	72°09'
28	Abate Molina	03/11/07	22°59'	72°41'
29	Abate Molina	03/11/07	23°00'	73°24'
30	Abate Molina	04/11/07	23°00'	73°57'
31	Abate Molina	04/11/07	22°34'	73°54'
32	Abate Molina	04/11/07	22°35'	73°21'
33	Abate Molina	04/11/07	22°35'	72°38'
34	Abate Molina	04/11/07	22°35'	72°05'
35	Abate Molina	05/11/07	22°35'	71°33'
36	Abate Molina	05/11/07	22°35'	71°00'
37	Abate Molina	05/11/07	22°35'	70°38'
38	Abate Molina	05/11/07	22°35'	70°28'
39	Abate Molina	05/11/07	22°35'	70°22'
40	Abate Molina	05/11/07	22°35'	70°18'
41	Abate Molina	06/11/07	22°09'	70°24'



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

42	Abate Molina	06/11/07	22°10'	70°19'
43	Abate Molina	06/11/07	22°10'	70°15'
44	Abate Molina	06/11/07	22°09'	70°35'
45	Abate Molina	06/11/07	22°10'	70°57'
46	Abate Molina	06/11/07	22°10'	71°29'
47	Abate Molina	06/11/07	22°10'	72°01'
48	Abate Molina	07/11/07	22°10'	72°34'
49	Abate Molina	07/11/07	22°10'	73°17'
50	Abate Molina	07/11/07	22°09'	73°50'
51	Abate Molina	07/11/07	21°45'	73°44'
52	Abate Molina	08/11/07	21°45'	73°12'
53	Abate Molina	08/11/07	21°45'	72°29'
54	Abate Molina	08/11/07	21°45'	71°56'
55	Abate Molina	09/11/07	21°45'	71°24'
56	Abate Molina	09/11/07	21°45'	70°52'
57	Abate Molina	09/11/07	21°45'	70°30'
58	Abate Molina	09/11/07	21°45'	70°20'
59	Abate Molina	09/11/07	21°45'	70°14'
60	Abate Molina	09/11/07	21°45'	70°10'
61	Abate Molina	10/11/07	21°20'	70°16'
62	Abate Molina	10/11/07	21°20'	70°11'
63	Abate Molina	10/11/07	21°20'	70°07'
64	Abate Molina	10/11/07	21°20'	70°27'
65	Abate Molina	10/11/07	21°20'	70°49'
66	Abate Molina	10/11/07	21°20'	71°21'
67	Abate Molina	11/11/07	21°20'	71°53'
68	Abate Molina	11/11/07	21°20'	72°25'
69	Abate Molina	11/11/07	21°20'	73°09'
70	Abate Molina	11/11/07	21°20'	73°40'
71	Abate Molina	11/11/07	20°54'	73°43'
72	Abate Molina	12/11/07	20°55'	73°10'
73	Abate Molina	12/11/07	20°55'	72°27'
74	Abate Molina	12/11/07	20°55'	71°55'
75	Abate Molina	13/11/07	20°55'	71°23'
76	Abate Molina	13/11/07	20°55'	70°51'
77	Abate Molina	13/11/07	20°55'	70°30'
78	Abate Molina	13/11/07	20°55'	70°19'
79	Abate Molina	13/11/07	20°55'	70°14'
80	Abate Molina	13/11/07	20°54'	70°09'
81	Abate Molina	13/11/07	20°30'	70°20'
82	Abate Molina	14/11/07	20°30'	70°15'
83	Abate Molina	14/11/07	20°28'	70°11'
84	Abate Molina	14/11/07	20°30'	70°31'
85	Abate Molina	14/11/07	20°30'	70°53'



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

86	Abate Molina	14/11/07	20°30'	71°25'
87	Abate Molina	14/11/07	20°30'	71°57'
88	Abate Molina	15/11/07	20°30'	72°29'
89	Abate Molina	15/11/07	20°30'	73°11'
90	Abate Molina	15/11/07	20°29'	73°43'
91	Abate Molina	15/11/07	20°04'	73°40'
92	Abate Molina	16/11/07	20°05'	73°08'
93	Abate Molina	16/11/07	20°05'	72°26'
94	Abate Molina	16/11/07	20°05'	71°53'
95	Abate Molina	17/11/07	20°05'	71°21'
96	Abate Molina	17/11/07	20°04'	70°50'
97	Abate Molina	17/11/07	20°05'	70°28'
98	Abate Molina	17/11/07	20°05'	70°18'
99	Abate Molina	17/11/07	20°04'	70°08'
100	Abate Molina	18/11/07	20°05'	70°12'
101	Abate Molina	18/11/07	19°39'	70°21'
102	Abate Molina	18/11/07	19°40'	70°16'
103	Abate Molina	18/11/07	19°40'	70°11'
104	Abate Molina	18/11/07	19°39'	70°32'
105	Abate Molina	18/11/07	19°40'	70°53'
106	Abate Molina	18/11/07	19°40'	71°24'
107	Abate Molina	19/11/07	19°40'	71°57'
108	Abate Molina	19/11/07	19°14'	72°03'
109	Abate Molina	19/11/07	19°15'	7130'
110	Abate Molina	19/11/07	19°15'	70°59'
111	Abate Molina	19/11/07	19°14'	70°37'
112	Abate Molina	19/11/07	19°15'	70°27'
113	Abate Molina	20/11/07	19°15'	70°22'
114	Abate Molina	20/11/07	19°14'	70°18'
115	Abate Molina	21/11/07	18°24'	70°30'
116	Abate Molina	21/11/07	18°25'	70°25'
117	Abate Molina	21/11/07	18°25'	70°21'
118	Abate Molina	21/11/07	18°25'	70°41'
119	Abate Molina	21/11/07	18°24'	71°02'
120	Abate Molina	21/11/07	18°25'	71°33'
121	Abate Molina	21/11/07	18°25'	72°05'
122	Abate Molina	22/11/07	18°24'	72°36'
123	Abate Molina	22/11/07	18°25'	73°18'
124	Abate Molina	22/11/07	18°24'	73°50'
125	Abate Molina	22/11/07	18°50'	73°52'
126	Abate Molina	23/11/07	18°50'	73°20'
127	Abate Molina	23/11/07	18°48'	72°36'
128	Abate Molina	23/11/07	18°50'	72°06'
129	Abate Molina	24/11/07	19°15'	72°34'



130	Abate Molina	24/11/07	19°15'	73°17'
131	Abate Molina	24/11/07	19°14'	73°49'
132	Abate Molina	24/11/07	19°39'	73°43'
133	Abate Molina	25/11/07	19°40'	73°11'
134	Abate Molina	25/11/07	19°40'	72°28'
135	Abate Molina	26/11/07	18°50'	71°35'
136	Abate Molina	26/11/07	18°50'	71°03'
137	Abate Molina	26/11/07	18°50'	70°43'
138	Abate Molina	26/11/07	18°50'	70°31'
139	Abate Molina	26/11/07	18°49'	70°26'
140	Abate Molina	26/11/07	18°49'	70°22'

A N E X O II

**Personal participante
por actividad (HH)**



PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Participantes	Preparaci3n	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Total
José C3rdova M.	45	204	155	214	118	736
Alvaro Saavedra G.	24		88	16	16	144
Hernán Miranda P.	16		16	13		45
Mauricio Braun A.				8	6	14
Vivian Valenzuela C.	48		160	60	32	300
Víctor Bocic W.	16		116			132
Hernán Reyes R.	16		40	45	5	106
Jaime Letelier P.	8		103	53	16	180
Víctor Catasti B.	16		130	32	40	248
Guillermo Galindo P.	16	204	264			484
Manuel Rojas G.	38					38
Cristian Canales R.	16			10		26
Rodolfo Serra B.	16			10		26
Juan Saavedra N.			96	50	22	168
Fernando Espíndola R.			45			45
Francisco Leiva D.		204	283	34	32	553
Bernardo Leiva P.	8	204	328			540
René Riffo C.		204	90			294
Ursula Cifuentes M.		204	156			360
Daniela Soto C.			180			180
TOTAL HORAS	283	1.224	2.250	575	287	4.619



Objetivo espec3fico N°1

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova M.	13	204	101	74	48	444
Alvaro Saavedra G.			88	16	16	120
Guillermo Galindo P		204				204
Francisco Leiva D.		204	175	19	16	414
René Riffo C.		204	90			294
Manuel Rojas G.	30					30
Bernardo Leiva P	8	204	127			339
Ursula Cifuentes M.		204				204
Sub Total	51	1224	581	113	80	2.049

Objetivo espec3fico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova M.			32	52	12	96
Hernán Miranda P			16	13		29
V3ctor Bocic W.			116			116
Cristian Canales R.				10		10
Rodolfo Serra B.				10		10
Francisco Leiva D.			78			78
Sub Total			242	85	12	339

Objetivo espec3fico N°3

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José C3rdova M.				28	24	52
Mauricio Braun A.				8	6	14
Vivian Valenzuela C	16		160	60	32	268
Guillermo Galindo P	16		264			280
Juan Saavedra N.			40			40
Daniela Soto C.			180			180
Sub Total	32		644	96	70	842



Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
Jose Córdova M.				18	16	34
Francisco Leiva D.			30	15	16	61
Sub Total			30	39	26	95

Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova M:			22	32	16	70
Hernán Reyes R			40	45	5	90
Jaime Letelier P.			103	53	16	172
Víctor Catasti B:			130	62	40	232
Juan Saavedra N.			56	50	22	128
Fernando Espíndola			45			45
Bernardo Leiva P.			201			201
Ursula Cifuentes M.			156			156
Sub Total			753	242	99	1.094

Talleres

Participante (IFOP)	Taller I	Taller II	Sub Total
José Córdova M.	16	16	32
Alvaro Saavedra G.	12	12	24
Hernán Miranda P.	8	8	32
Hernán Reyes R	8	8	16
Jaime Letelier P.	8		8
Vivian Valenzuela C.	16	16	32
Víctor Bocic W.	8	8	16
Víctor Catasti B.	8	8	16
Manuel Rojas G.	8		8
Cristian Canales R.	8	8	16
Rodolfo Serra B.	8	8	16
Sub Total	108	92	200

A N E X O III

**Talleres de difusión y discusión
(Talleres de trabajo I y II)**



TALLERES

Proyecto FIP N° 2007-09

“Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, a±o 2007”

De acuerdo a lo establecido en los T3rminos B3sicos de Referencia del Proyecto “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, a±o 2007”: FIP N°2007-09, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consider3 la presentaci3n de la metodologí a y las principales actividades a desarrollar durante la prospecci3n acústica, mientras que el segundo, tuvo como objetivo la discusi3n metodol3gica y difusi3n de los resultados alcanzados en el estudio, con la participaci3n ampliada, en ambos casos de personas del sector pesquero y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería del jurel.

El primer taller se desarrollo en la sala “Caja Compensaci3n Los Andes”, el dí a 25 octubre del 2007 (Taller I), mientras que segundo se llevo a cabo el 20 de marzo del 2008 (Taller II) en la sala Consejo del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP).

En el primer Taller se analiz3 la metodologí a a aplicar durante la evaluaci3n acústica de jurel en la zona norte del paí s, considerando aspectos tales como el uso de informaci3n previa de desembarques para redistribuir el esfuerzo de muestreo en el á rea, así como la separaci3n de las muestras de plancton diurnas y nocturnas sugeridas por el evaluador durante el 2004 en las evaluaciones acústica de jurel en la zona centro-sur del paí s. En este sentido, aspectos operacionales y de requerimientos del muestreo fueron analizados, estableci3ndose mantener la



toma de muestras nocturnas a una profundidad de 100 m, dada la concentraci3n del plancton en superficie, mientras que de d3a lo determinar3 la profundidad de la capa de dispersi3n profunda. No hubo observaciones y alcances a la metodolog3a presentada.

Los resultados presentados en el segundo taller, muestran que las 272.600 t de jurel representan un fuerte incremento respecto a lo evaluado en abril del 2002 (> 1000%) y noviembre del 2006 (>130%) en la zona, as3 como la presencia de condiciones ambientales at3picas (La Ni3a) para el per3odo de estudio, evidenciando un enfriamiento en la zona norte del pa3s. En toda la zona prospectada se registr3 surgencia costera que acota la distribuci3n espacial de anchoveta y jurel, estableciendo para jurel rangos preferenciales en las variables oceanogr3ficas analizadas. Sin embargo, se destaca que m3s que rangos de preferencia el recurso podr3a estar asociado a procesos oceanogr3ficos, as3 como el desconocimiento del posible efecto de las condiciones fr3as sobre los recursos. Los resultados alcanzados ratificaron que el per3odo de evaluaci3n en noviembre fue adecuado.

Se destaca la alta presencia de jurel en III y IV regi3n durante el 2006 y 2007 (Proyecto, Evaluaci3n hidroac3stica del reclutamiento de anchoveta entre III y IV Regiones), y su conveniencia de ser evaluada, al complementar las ya realizadas entre XV-II y V-X Regiones, cubriendo pr3cticamente todo la distribuci3n del recurso. Evaluaciones que permitir3an conocer cambios cuantitativos y espaciales relevantes del recurso, y adem3s verificar la hip3tesis de zona de crianza en el norte, de alimentaci3n y desove en la zona centro sur del pa3s. Aspecto debatido por el Sr. Jos3 Ra3l Ca33n. (Departamento de estudio Corpesca), por cuanto no existir3a una relaci3n directa entre la abundancia del norte y de la zona centro-sur, en este sentido el Sr Maximiliano Alarma (Gerencia T3cnica Pesquera SPK y San Jos3) y Sr Roberto Cabezas (Consejero, Consejo nacional de pesca) se3alan su discrepancia en este punto, siendo esto un aspecto a sancionar mediante estudios espec3ficos.

A la luz de los resultados, se sugiri3 la importancia de mantener este estudio a fin de conocer cambios en el comportamiento del recurso, que al igual que las evaluaciones de la zona centro sur



(alto porcentaje bajo 26 cm en El Ni3o 97-98 y el descenso de biomasa en ZEE 2002-2007), permita la toma de decisiones oportunas de administraci3n y manejo del recurso.

A continuaci3n se detallan los Programas del Taller I y Taller II, respectivamente:



TALLER DE PRESENTACI3N DEL PLAN DE CRUCERO

Proyecto FIP N°2007-09: “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, a±o 2007”

Valparaíso, jueves 25 de octubre del 2007

10:30 a 10:40	Presentaci3n de Taller	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
10:40 a 10:50	Estimaci3n de biomasa y distribuci3n espacial	Sr Jos3 C3rdova (IFOP)
10:50 a 11:00	Distribuci3n del zooplancton	Sra Vivian Valenzuela (IFOP)
<i>11:15 a 11:30</i>	<i>Caf3</i>	
11:30 a 11:45	Condiciones oceanogr3ficas	Sr. Jaime Letelier (IFOP)
11:45 a 12:00	Interrelaciones entre las variables oceanogr3ficas y el jurel.	Sr Jos3 C3rdova (IFOP)
12:00 a 12:30	Discusi3n y conclusiones.	



TALLER DE PRESENTACI3N DE RESULTADOS

Proyecto FIP N°2007-09: “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la I y II Regiones, a±o 2007”

Valparaíso, jueves 30 de marzo del 2008

10:30 a 10:40	Presentaci3n del Proyecto	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
10:40 a 10:50	Estimado de abundancia y biomasa de jurel	Sr. Jos3 C3rdova (IFOP)
10:50 a 11:00	Distribuci3n espacial del zooplancton	Sra. Vivían Valenzuela (IFOP)
<i>11:15 a 11:30</i>	<i>Caf3</i>	
11:30 a 11:45	Condiciones oceanográficas	Sr. Jaime Letelier (IFOP)
11:45 a 12:00	Interrelaciones entre las variables Oceanográficas y el jurel.	Sr. VÍctor Catasti (IFOP)
12:00 a 12:30	Discusi3n y conclusiones.	

A N E X O IV

**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 y meteorol3gicos

La estructura de las bases de datos, con toda la informaci3n b3sica que se obtuvo durante la ejecuci3n del crucero correspondiente al proyecto FIP 2007-09 "Evaluaci3n hidroac3stica de Jurel en la I y II Regiones, a3o 2007" 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.

2. Datos oceanogr3ficos y meteorol3gicos

La informaci3n oceanogr3fica y meteorol3gica de cada una de las estaciones oceanogr3ficas realizadas durante el crucero se encuentran en el siguiente archivo: **CRUCE503**, cuyo formato de grabaci3n (Formulario de codificaci3n), corresponde a una modificaci3n del formato **NODC**. El formato **IFOP** est3 compuesto por un registro de identificaci3n y varios registros de informaci3n:

a) Registro de identificaci3n

Campo	Columna de inicio	Formato
pa3s	1	E 2
buque	3	A 2
latitud grados	5	E 2
minutos	7	R 3.1
longitud grados	10	E 2
minutos	13	R 3.1
marsden	16	E 3
a3o	19	E 2
mes	21	E 2
d3a	23	E 2
hora local	25	R 3.1
instituci3n	28	E 2
crucero	30	E 3
estaci3n	33	A 3



continuaci3n

Campo	Columna de inicio	Formato
prof.ecosonda	36	E 4
m3xima profundidad	40	E 2
n3 observaciones	42	E 2
trans. Secchi	44	E 2
direcci3n olas	46	E 2
altura olas	48	E 1
per3odo olas	49	E 1
direcci3n viento	50	E 2
velocidad viento	52	E 2
presi3n barom3trica	54	R 3.1
bulbo seco	57	R 3.1
bulbo h3medo	60	R 3.1
tiempo	63	E 2
tipo nubes	65	E 1
cant. Nubes	66	E 1
visibilidad	67	E 1
latitud n-s	68	A 1
longitud w-e	69	A 1
tipo de datos	76	A 1
control	80	E 1

b) Registros de datos

identificaci3n	1	35 (Repetici3n)
profundidad (m)	36	E 4
temperatura (3C)	40	R 4.2
salinidad	44	R 5.3
ox3geno (ml/l)	49	R 4.4
control	80	E 1



ALTURA DE LA OLA DOMINANTE	
CODIGO	Altura en metros
X	X altura no determinada
0	0 a 0.25 m
1	0.25 a 0.75 m
2	0.75 a 1.25 m
3	1.25 a 1.75 m
4	1.75 a 2.25 m
5	2.25 a 2.75 m
6	2.75 a 3.25 m
7	3.25 a 3.75 m
8	3.75 a 4.25 m
9	> 4.25 m

PERIODO DE OLA	
CODIGO	periodo
X	calma o no determinado
2	5 seg o menos
3	6 seg
4	8 seg
5	10 seg
6	12 seg
7	14 seg
8	16 seg
9	18 seg
0	20 seg
1	> 21 seg

TIPO DE NUBE	
CODIGO	nube
s	sin nubes
X	nube no visible
0	cirrus
1	cirrocumulus
2	cirrostratus
3	altocumulos
4	altostratus
5	nimbostratus
6	stratoc6mulos
7	stratus
8	c6mulos
9	cumulonimbus

VISIBILIDAD	
CODIGO	distancia de visibilidad
0	< 50 m
1	50 a 200 m
2	200 a 500 m
3	500 m a 1 km
4	1 a 2 km
5	2 a 4 km
6	4 a 10 km
7	10 a 20 km
8	20 a 50 km
9	50 km o m6s
x	no observado

TIEMPO PRESENTE	
CODIGO	CONDICION
0	despejado
1	parcial nublado
2	capas continuas de nubes
3	r6fagas con polvo o nieve
4	neblina o bruma
5	chubascos
6	lluvia
7	nieve o lluvia y nieve
8	lluvia torrencial
9	tormenta
x	no observado

OTROS	
Direcciones viento y olas = (en grados verdaderos)	
Intensidad del viento = en nudos (calma=0)	
Cantidad de nubes = de 0 a 8 partes 9 = no observable o no observado.	



3. Registros acústicos

La informaci3n concerniente a la evaluaci3n hidroacústica esta contenida en dos tipos de archivos: BIOMA-XX.DAT y Acust-XX.DAT. En el nombre de estos archivos se indica el númerode la transecta por las letras XX.

Los archivos BIOMA-XX.DAT contienen la informaci3n de las lecturas acústicas por especie en cada UBM indicando la frecuencia del ecosonda, la especie, las profundidades superior e inferior, tipo de agregaci3n y lectura acústica.

Los archivos BIOMA-XX.DAT están estructurados segùn:

Campo	columna
Númerode la UBM	1
Especie (Nota 1)	2
Agregaci3n (Nota 2)	3
Ecosonda (Nota 3)	4
profundidad superior (m)	6
profundidad inferior (m)	7
lectura acústica- 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.DAT contienen la informaci3n del n3mero de la UBM, hora, latitud y longitud.

Los archivos Acust-XX.DAT est3n estructurados seg3n:

Tipo de informaci3n	Columna
N3mero de UBM	1
hora (HHMMSS)	3
Latitud (GGMM.mm)	4
N= norte S=sur	5
Longitud (GGGMM.mm)	6
E= Este W =weste	7

G : Grados de Latitud / Longitud

S : Segundo

M: D3cimas de minuto

s : D3cimas de segundo

4. Edad y crecimiento



La informaci3n de edad y crecimiento obtenida de los muestreos biol3gicos (otolitos) realizados durante el crucero, se encontrar3 en los archivos Base Edad, jurel norte, 2007, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

Registro de identificaci3n de base de edad y crecimiento

Campo	Columna de inicio
N° correlativo	1
Talla de los individuos	2
Edad de los individuos	3



5. Biologí3

La informaci3n biologica obtenida de los muestreos biologicos realizados durante el crucero, se encontrar3 en los archivos base-zoo norte 2007, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

Registro de identificaci3n de base biologica

Tipo de informaci3n	Columna
Talla	1
Peso	2
sexo	3

Ademas se anexa informaci3n referente a las tallas de jurel por lance. En aquellos lances donde no existe informaci3n de tallas se indica con NS.

Tipo de informaci3n	Columna
Tallas por lances de pesca de jurel	1 a 30



6. Informaci3n Pesquera

La informaci3n pesquera obtenida en los lances de pesca durante el crucero, se encontrar3 en los archivos Bitacora pesca jurel norte, 2007, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

a) Registro de identificaci3n de bitocora de pesca de evaluaci3n de jurel

Barco	1
Arte de pesca	2
Nº lance	3
Fecha	4
Hora de calado	5
Latitud de calado	6
Longitud de calado	7
Hora de Virado	8
Latitud de Virado	9
Longitud de virado	10
Tiempo de arrastre	11
Presi3n	12
Estado del mar	13
Direcci3n del viento	14
Fuerza del viento	15
Estado de la luna	16
Nubosidad	17
Tipo de agregaci3n	18
Captura de jurel (Kg)	19
Captura de caballa (Kg)	20



Continuaci3n:

Captura de Reineta (Kg)	21
Captura de Jibia (Kg)	22
Captura de Vincinguerria (Kg)	23
Captura de Salpa (Kg)	24
Captura de Calamar (Kg)	25
Captura de Anchoveta (Kg)	26
Captura de Otros (Kg)	27
Captura Total (Kg)	28
Fauna acompa1ante (Kg)	29
Proporci3n de Fauna (Kg)	30
Captura de jurel (N1mero)	31
Captura de caballa (N1mero)	32
Captura de Reineta (N1mero)	33
Captura de jibia (N1mero)	34
Captura de vincinguerria (N1mero)	35
Captura de salpa (N1mero)	36
Captura de calamar (N1mero)	37
Captura de anchoveta (N1mero)	38
Captura de Otros (N1mero)	39
Fauna acompa1ante (N1mero)	40

7. Informaci3n de plancton y zooplanton

La informaci3n contenida en la grilla de estaciones bioceanogr1ficas realizadas durante el crucero Hidroac1stico Jurel Norte, est1 almacenada en el archivo base-zoo norte 2007.dbf.



b) Registro de identificaci3n de base zooplancton

Campo	Columna de inicio
Latitud (decimales)	1
Longitud (decimales)	2
N3mero estaci3n	3
Distancia costa	4
Horario	5
Cop3podos	6
Euf3usidos	7
Larvas euf3usidos	8
Ostr3codos	9
Clad3ceros	10
Lar.Dec3podos	11
Anf3podos	11
Estomat3podos	12
Medusas	13
Sifon3foros	14
Cten3foros	15
Quetognatos	16
Poliquetos	17
Pter3podos	18
Salpas	19
Doli3lidos	20
Apendicularias	21
Foramin3feros	22
Radiolarios	23
L.cifonautas	24
Biomasa zooplanct3nica	25

A N E X O V

**CD contiene:
Informe Final (pdf)
Resumen Ejecutivo (Word)
Proyecto FIP N° 2007-09**



A N E X O VI

Resumen en inglés a presentar en:

- 1) **Congreso Latino Americano de Ciencias del Mar, en la Habana, Cuba (26-30 / octubre / 2008).**
 - 2) **XV Congreso Nacional de Oceanografía y II Reunión Internacional de Ciencias Marinas-2008, Río de la Boca, Veracruz, México (13-18/octubre / 2008).**
-

Upwelling and upwelling front influence on the spatial distribution of jack mackerel and anchovy off northern of Chile (18°-24° S).

Letelier, Jaime¹, Jose Cordova¹, Hernan Reyes¹, Nadin Ramirez² and Vivian Valenzuela¹

¹Instituto de Fomento Pesquero, Chile.

²Escuela de Oceanografía, Pontificia universidad Católica de Valparaíso

jaime.letelier@gmail.com

From November until December of 2006 a hydroacoustic survey "Evaluacion Hidroacustica de Jurel en la región oceanica de la I y II region de Chile (FIP 2006-08) was carried out. Its objective was to make the hydroacoustic prospection of jack mackerel (*Trachurus murphy*) and other pelagic species such anchovy (*Engraulis ringens*) off northern Chile (18°S-24°S). The area was covered by 14 oceanographic transects perpendicular to the shore, where 139 stations were distributed. Temperature and salinity in the water column from the surface to the 600 m of depth were recorded.

The results show (Fig.1) a low temperature water coastal band (<19°C) limited by a front defined by an intense gradient of temperature (0.08° a 0.1° C/Km) and density (0.01° [Kg/m³]/km). The cold and thicker water band shows also a good spatial coincidence with the anchovy distribution, which was limited by the front, especially westward. The front also restricts the spatial distribution of the eufausidos westward, whereas the jack mackerel was located westward from the adjacent area to the front.

The anchovy was found concentrated in just one point on the oceanic zone located in the 72°W off Mejillones. In this point also a thermal gradient was found, and even weaker than the coastal gradient.

The frontal zone, which involves from the coast to the isotherm location of 19.5° C, was characterized by a sudden temperature decrease and also by higher water densities than the oceanic area. This is produced by the coastal upwelling, because the coldest superficial water replaces the superficial waters, displaced to the west because of the wind effect, which predominated during the survey.

The results of this project, as well as in previous experiments, show that the upwelling coastal band and the upwelling front along the coast are very important in the history of life of both species, and in the interaction of the anchovy and the jack mackerel in the north of Chile.

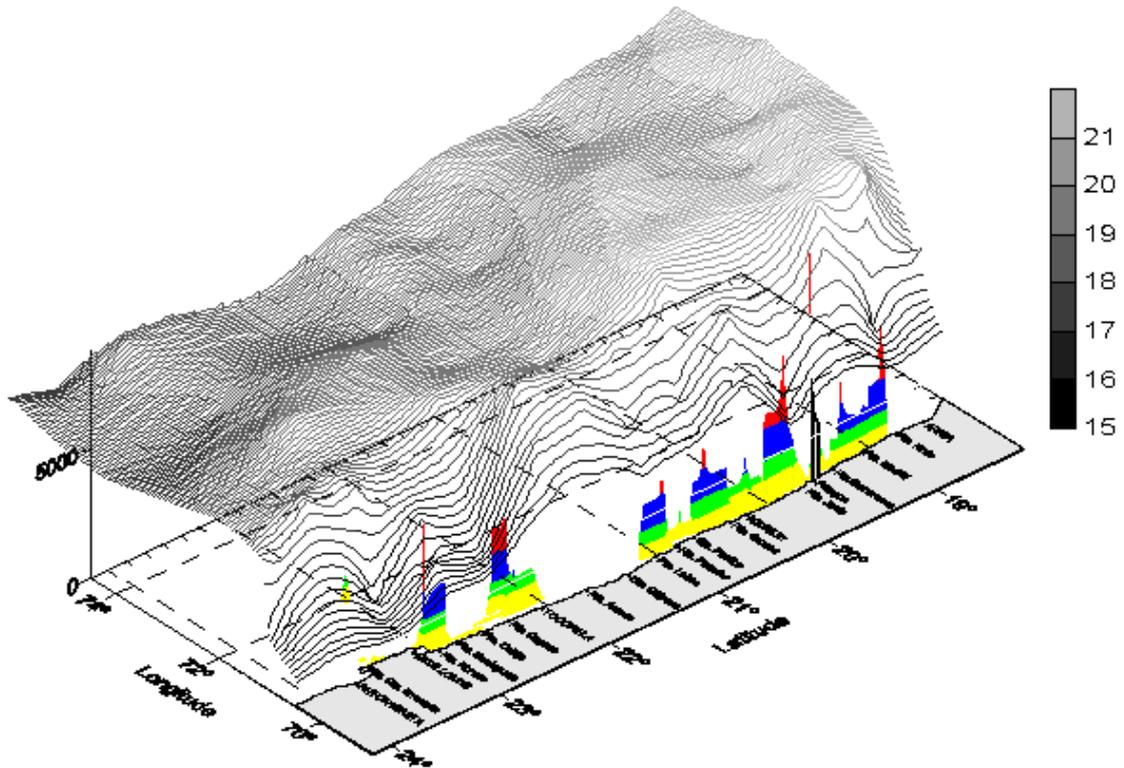
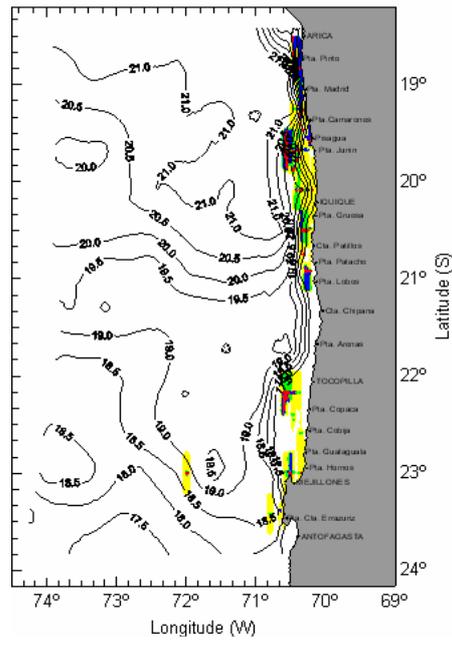


Figure 1. Sea surface temperature ($^{\circ}\text{C}$, gray colorbar) gradual decrease to coast and anchovy distribution (t/mn^2 , y axis).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Unidad de Ediciones y Producción
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
