



INFORME FINAL

Proyecto FIP
N° 2006-08

Evaluación
hidroacústica de jurel
en la región oceánica,
de la I y II Regiones



OCTUBRE
2007



INFORME FINAL

PROYECTO

FIP N° 2006-08

Evaluación hidroacústica de jurel en la región oceánica, de la I y II Regiones

• Octubre, 2007 •



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 (I):
Mauricio Braun Alegría

• Octubre, 2007 •



JEFE DE PROYECTO

JOSÉ CÓRDOVA MASANES

AUTORES

- *EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA*

JOSÉ CÓRDOVA
VÍCTOR CORREA
CAROLA HERNÁNDEZ

- *OCEANOGRAFIA FÍSICA Y QUÍMICA*

JAIME LETELIER
HERNÁN REYES
NADIM RAMIREZ

- *OCEANOGRAFÍA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA
JAIME LETELIER
HERNAN REYES
VICTOR CATASTI

- *PLANCTON*

VIVIAN VALENZUELA

- *BIOLOGÍA PESQUERA*

JOSÉ CÓRDOVA
VÍCTOR BOCIC
CAROLA HERNÁNDEZ

• Octubre, 2007 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificaci3n de la biomasa por hidroacústica del jurel en la zona norte, la distribuci3n e indicadores biol3gicos del jurel, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribuci3n del recurso. El crucero de investigaci3n se realiz3 entre el 02 de noviembre y 05 de diciembre del ańo 2006. La prospecci3n abarc3 el área desde Arica (18°25'LS) a Antofagasta (23°50'LS), desde las 5 a 200 mn. Este estudio se llev3 a cabo con el B/C "Abate Molina" operado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y de propiedad de Subsecretaría de Pesca.

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 ($\sigma\text{-t}$); 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.



El estudio se desarroll3 durante el mes de noviembre, en el segundo semestre del a1o, en atenci3n a que la fecha propuesta como primer semestre en los T3rminos T3cnicos de Referencia no se pudo cumplir por demora en la adjudicaci3n y tramitaci3n del proyecto, siendo autorizado este per3odo por el requirente final. Luego el crucero se efectu3 cuando se registra el segundo m3ximo en las capturas de jurel en la I y II Regiones.

La biomasa total estimada del jurel fue de 114.600 toneladas con un coeficiente de variaci3n de 14,29% y una densidad de 11,83 t/mn², lo que represent3 un fuerte incremento (>500%) respecto de las 18.100 toneladas evaluadas en el 2002. Diferencia que tambi3n se observa en la abundancia en n3mero desde 352.209.113 individuos en abril del 2002 y 1.056.173.177 ejemplares para noviembre del 2006, ratificando que el periodo de evaluaci3n fue apropiado.

La distribuci3n espacial de jurel 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 y 2002, en la zona de estudio, y desde 1997 a 2006 en la zona centro-sur del pa3s.

En la zona de estudio se identificaron tres focos de alta densidad de jurel, con un marcado incremento de hacia el sur, alcanzando su m3xima valor frente a pen3nsula de Mejillones. Situaci3n que difiere de lo observado en anchoveta, donde el n3mero y nivel de densidad fue marcadamente mayor, lo cual explica las 340.00 toneladas evaluadas en la zona de estudio.

Batim3tricamente el jurel se ubic3 en los primeros 100 de profundidad, con mas del 95% de las agregaciones entre la superficie y los 30 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 tama1os entre 10 a 28 cm de longitud horquilla, con un 60,14% de ejemplares peque1os entre 10 y 15 cm y el 39,86% para ejemplares con tama1os de 16 a 28 cm, destacando la fuerte presencia de juveniles en el 3rea prospectada, as3 como la similitud de las tallas de crucero y las registradas para el per3odo de estudio por la flota de cerco del norte, presentando una fuerte merma en las tallas peque1as por una marcada intenci3n a evitar su captura por parte de las embarcaciones.

La composici3n de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por 5 grupos, siendo los principales el II, III y IV que participan con un 38,21; 25,81 y 15,54%, 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 a1os se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares juveniles, los que en este estudio alcanzaron un 92%.

En la zona de estudio, de d3a como de noche no se aprecia diferencia en los grupos num3ricamente m3s importantes, siendo cop3podos los m3s dominantes con 87,70 y 79,00%, seguido por sin3foros, quetognatos, apendicularias, euf3usidos y poliquetos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,3 a 6,40%. El resto de los grupos s3lo representan el 3,6 para el d3a y 4,3 % para la noche.



Diferencias estadísticamente significativas en la abundancia relativa media se registraron en los lances diurnos y nocturnos para copépodos, sifonóforos, quetognatos, apendicularias, eufáusidos, poliquetos, ostrácodos, pterópodos y medusas, prevaleciendo las mayores concentraciones en los períodos nocturnos, mientras que el mayor porcentaje de los grupos identificados no mostró diferencias relevantes entre ambos períodos. Sin embargo, estos resultados no son categóricos por cuanto es necesario efectuar un estudio específico para establecer diferencias.

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

En relación al ambiente, la distribución de las variables, estructuras oceanográficas verticales y sus anomalías para el área y período de estudio, evidenció la entrada de Aguas Subtropicales desde el norte que genera e intensifica el gradiente longitudinal (Norte-Sur) de temperatura y salinidad, reconociendo sus anomalías superficiales el efecto local y de corto período que producen las surgencias costeras. En este sentido las condiciones encontradas en la zona permiten aseverar que no se presentan tendencias que muestren la presencia de un proceso de calentamiento o enfriamiento que afecte toda el área, lo que es consistente con la climatología y los resultados de estudios anteriores realizadas en la zona de estudio.

Durante el crucero se registran dos procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de aguas. Estos conjuntamente con la circulación geostrófica, altimetría y



distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que frente a la península de Mejillones donde se concentraron altas densidades de jurel, se desarrolla un giro anticiclónico el cual proviene desde el sur. Estos procesos pueden modificar el hábitat de los organismos pelágicos, es decir, mediante cambios en la distribución 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 al mismo tiempo disminuye hacia el océano, donde la banda costera de mayores valores de densidad acústica de jurel corresponde al área de influencia de la surgencia, al coincidir con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades las que caracterizaron las aguas de surgencia, evidenciando de manera clara una estratificación 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 16 a 21,9°C y salinidades que van de 34,5 a 35,29 psu, con un rango preferencial de 18 a 19,9°C y 34,8 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 de fuertes gradientes térmicos y de descenso de temperatura.

El alto porcentaje de ejemplares pequeños de jurel en el crucero, el incremento de tamaño de los ejemplares de jurel de norte a sur, la alta concentración del recurso en la zona centro-sur con fines de alimentación y la presencia de jureles pequeños en los desembarques de la V a X Regiones, cuando se registran intrusiones de aguas cálidas desde el noroeste producto de eventos El Niño, dan fuerza a la



existencia de tres zonas de distribuci3n de jurel, de crianza en el sector norte, de alimentaci3n o engorda y de desove en la alta mar al norte de la corriente de deriva del oeste. Luego, de ser ratificado la alta presencia de ejemplares peque1os en la zona de prospectada, esta podr3a constituirse en un 1rea potencial sobre la cual obtener informaci3n de reclutamiento, siendo en este contexto necesario la continuidad de este estudio en la zona de norte del pa3s.



ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
3. ANTECEDENTES	3
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO	5
4.1 Aspectos generales del crucero	5
4.2 Distribuci3n espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio -- (objetivo 1)	7
4.2.1 Diseño de muestreo	7
4.2.2 Calibraci3n electroacústica	9
4.2.3 Informaci3n acústica	10
4.2.4 Análisis de la informaci3n acústica	11
4.3 Biomasa total del recurso jurel en el área de estudio (objetivo 2) ---	14
4.3.1 Cálculo de la constante de ecointegraci3n (C_b)	14
4.3.2 Cálculo de la biomasa y su varianza	15
4.3.3 Clave Edad – talla	26
4.3.4 Medida de precisi3n del estimado	29
4.4 Distribuci3n del zooplancton en el área de estudio (objetivo 3) ----	30
4.4.1 Colecta de informaci3n	30
4.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas	31
4.4.3 Biomasa zooplanctónica total	37



4.5	Fauna acompañante (objetivo 4) -----	38
4.5.1	Pesca de identificaci3n -----	38
4.5.2	Reconocimiento y proporci3n fauna acompañante -----	40
4.6	Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5) -----	40
4.6.1	Diseño general del muestreo. -----	41
4.6.2	Análisis de las muestras y de la informaci3n -----	42
4.6.3	Informaci3n meteorol3gica -----	43
4.6.4	Informaci3n satelital -----	44
4.6.5	Asociaci3n espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio ----	45
5.	RESULTADOS -----	49
5.1	Distribuci3n espacial y batim3trica del jurel en el área de estudio---- (objetivo 1)	49
5.1.1	Calibraci3n electroacústica-----	49
5.1.2	Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n acústica-----	50
5.1.3	Distribuci3n geográfica del recurso -----	52
5.1.4	Distribuci3n batim3trica del recurso-----	53
5.2	Biomasa total del recurso jurel (objetivo 2)-----	54
5.2.1	Constante de eointegraci3n ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$)-----	54
5.2.2	Biomasa total del jurel-----	54
5.3	Distribuci3n y composici3n del plancton (objetivo 3)-----	64
5.3.1	Composici3n y abundancia del zooplancton -----	64
5.3.2	Distribuci3n del zooplancton -----	70
5.3.3	Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos -----	75
5.3.4	Biomasa zooplanct3nica -----	78
5.4	Fauna acompañante y proporciones en pescas de identificaci3n - (objetivo 4)	79
5.4.1	Resultados de los lances de pesca -----	79
5.4.3	Proporci3n y composici3n fauna acompañante -----	82



5.5	Condiciones oceanogr3ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 3rea de estudio (objetivo 5) -----	83
5.5.1	Condiciones meteorol3gicas-----	83
5.5.2	Muestreo regular-----	84
5.5.3	Masas de agua-----	103
5.5.4	Circulaci3n geostr3fica-----	105
5.5.5	Distribuci3n espacial y mensual de la TSM satelital, noviembre de 2006-----	106
5.5.6	Relaciones espaciales de la distribuci3n y abundancia de jurel respecto a las variables bio-oceanogr3ficas-----	107
6.	DISCUSI3N -----	115
7.	CONCLUSIONES -----	127
7.1	Ac3stica-----	127
7.2	Pesca-----	128
7.3	oceanograf3a-----	128
7.4	Plancton-----	129
7.5	Asociaciones-----	129
8.	REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS -----	131

FIGURAS

ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de los muestreos ac3sticos y bioceanogr3ficos.
- ANEXO II.** Carta respuesta de aprobaci3n para per3odo de estudio.
- ANEXO III.** Personal participante por actividad (HH).
- ANEXO IV.** Talleres de difusi3n y discusi3n (Talleres de trabajo I y II).
- ANEXO V.** Descriptores de la base de datos.
- ANEXO VI.** CD con Informe Final FIP N3 2006-08 (En PDF).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribuci3n de transectas en la zona de estudio. Noviembre 2006.
- Figura 2.** Embarcaci3n y equipos acústicos usados en la evaluaci3n. Noviembre 2006.
- Figura 3.** Distribuci3n espacial de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2006.
- Figura 4.** Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2006.
- Figura 5.** Correlogramas para la transecta 9 y 14, crucero jurel norte 2006.
- Figura 6.** Variograma omnidireccional, crucero jurel norte 2006.
- Figura 7.** Distribuci3n espacial de anchoveta en la zona de estudio. Noviembre 2006.
- Figura 8.** Distribuci3n batimétrica de jurel. Noviembre 2006.
- Figura 9.** Distribuci3n de tallas de jurel del crucero y comercial. Noviembre 2006.
- Figura 10.** Relaci3n longitud-peso de jurel en la zona de estudio.
- Figura 11.** Distribuci3n espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas en primavera de 2006 en la zona norte.
- Figura 12.** Distribuci3n espacial de sifonóforos en las estaciones planctónicas diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.
- Figura 13.** Distribuci3n espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.



- Figura 14.** Distribución espacial de apendicularias en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.
- Figura 15.** Distribución espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.
- Figura 16.** Distribución espacial de poliquetos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.
- Figura 17.** Distribución de la abundancia promedio de los grupos zooplanctónicos con respecto a la distancia de la costa. Período diurno.
- Figura 18.** Distribución de la abundancia promedio de los grupos zooplanctónicos con respecto a la distancia de la costa. Período nocturno.
- Figura 19.** Distribución de la abundancia promedio de los grupos zooplanctónicos con respecto a la latitud. Período diurno.
- Figura 20.** Distribución de la abundancia promedio de los grupos zooplanctónicos con respecto a la latitud. Período nocturno.
- Figura 21.** Dendograma de estaciones y especies para análisis sin diferenciación de periodo del día, zona o distancia a la costa.
- Figura 22.** Distribución de la biomasa zooplanctónica durante el período de primavera de 2006, I y II región.
- Figura 23.** Dirección e intensidad del viento (m/s) (a), índice de surgencia promedio (b) e índice de turbulencia (c).
- Figura 24.** Distribución de los vientos según intensidad (a) y rosa de los vientos (b).
- Figura 25.** Distribución superficial de (a) temperatura (°C), (b) anomalía de temperatura (°C), (c) salinidad (psu), (d) anomalía de salinidad (psu) y (e) densidad ($\sigma\text{-t}$) (kg/m^3).



- Figura 26.** Distribución de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en estrato de 25m.
- Figura 27.** Distribución de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en estrato de 50m.
- Figura 28.** Distribución de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en estrato de 100m.
- Figura 29.** Distribución de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en estrato de 200m.
- Figura 30.** Distribución de (a) temperatura ($^{\circ}\text{C}$), (b) salinidad (psu) y (c) densidad ($\sigma\text{-t}$) en estrato de 400m.
- Figura 31.** 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).
- Figura 32.** Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b), temperatura base de la termoclina ($^{\circ}\text{C}$) (c), profundidad de la base de la termoclina (m) (d).
- Figura 33.** 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), y profundidad del máximo gradiente de temperatura en la termoclina (m) (c).
- Figura 34.** Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 35.** Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 36.** Distribución vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 37.** Distribución vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 4, zona norte.



- Figura 38.** Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 39.** Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 40.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 41.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 42.** Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas 11 a 14, zona sur.
- Figura 43.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 1 a 4, zona norte.
- Figura 44.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 5 a 9, zona centro.
- Figura 45.** Diagramas **T-S** de las estaciones de las transectas 10 a 14, zona sur.
- Figura 46.** Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AEISS), para las transectas 1,2, 3 y 4, zona norte.
- Figura 47.** Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AEISS), para las transectas 5, 6, 7, 8 y 9, zona centro.
- Figura 48.** Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AEISS), para las transectas 11, 12, 13 y 14, zona sur.
- Figura 49.** Imagen de circulaci3n geostrofica superficial correspondiente al dfa 1 de noviembre (a), 15 de noviembre (b) y 29 de noviembre (c).



- Figura 50.** Distribuci3n espacial semanal de la TSM satelital en la zona norte de Chile. Noviembre 2006.
- Figura 51.** 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 52.** Distribuci3n espacial de la temperatura ($^{\circ}C$), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.
- Figura 53.** Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), 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.** Distribuci3n espacial del jurel y de anchoveta y la temperatura superficial (TSM).
- Figura 61.** Modelo conceptual de la estructuraci3n de la poblaci3n de jurel.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Agregaciones de jurel por categorías de densidad.
- Tabla 2.** Informaci3n de los lances de pesca realizados por B/C “Abate Molina”.
- Tabla 3.** Divisi3n operacional del área de estudio y número de estaciones oceanográficas por sector.
- Tabla 4.** Posici3n de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular.
- Tabla 5.** Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos.
- Tabla 6.** Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersi3n volumétrica) 38 Khz.
- Tabla 7.** Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.
- Tabla 8.** Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos.
- Tabla 9.** Biomasa y densidad de anchoveta estimada por dos distintos métodos.
- Tabla 10.** Abundancia en número y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 11.** Parámetros y estadística básica de la relaci3n $w=a*L^b$ para la zona de estudio.
- Tabla 12.** Composici3n en número (millones de ejemplares) por grupo de edad en la biomasa estimada para el sector 5-200 mn.
- Tabla 13.** Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de jurel.



- Tabla 14.** Varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de anchoveta.
- Tabla 15.** Varianza de la abundancia num3rica y en peso a la talla de jurel para el sector 5-200 mn.
- Tabla 16.** Grupos zooplanct3nicos presentes durante las pescas diurna y nocturna (10/400mn) (t): totales; (+): positivas; DE: desviaci3n estandar.
- Tabla 17.** N3mero total de individuos capturados por sectores y horario de muestreo.
- Tabla 18.** Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanct3nico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor $p < 0,05$).
- Tabla 19.** N3mero estaciones, especies y ejemplares para las zonas definidas en funci3n a la distancia de la costa.
- Tabla 20.** Porcentaje de ejemplares por grupo zooplanct3nico, seg3n zona y total.
- Tabla 21.** Tama3o de muestra, hip3tesis, estadístico de Wald y valor p para el an3lisis por zona y periodo del día.
- Tabla 22.** Informaci3n de captura en peso de fauna acompa3ante en los lances de pesca realizados por B/C "Abate Molina".
- Tabla 23.** Informaci3n de captura en n3mero de fauna acompa3ante en los lances de pesca realizados por B/C "Abate Molina".
- Tabla 24.** Índices de ocupaci3n (en porcentaje) de las cartografías de distribuci3n de jurel en las capas 5, 50 y 100m.
- Tabla 25.** Coeficientes Cramer's de las cartografías de distribuci3n de jurel, respecto de las variables ambientales en las capas de superficie y 26-50m.



ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO I.** Posici3n y fecha de los muestreos acústicos y bioceanográficos.
- ANEXO II.** Carta respuesta de aprobaci3n para periódo de estudio
- ANEXO III.** Personal participante por actividad (HH).
- ANEXO IV.** Talleres de difusi3n y discusi3n (Talleres de Trabajo I y II)
- ANEXO V.** Descriptores de la base de datos
- ANEXO VI.** CD con Informe Final FIP N° 2006-08 (En PDF).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA



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, las que operaron frente a las costa de Chile (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 país 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 2006.

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 las cinco 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 02 de noviembre al 05 de diciembre del año 2006.

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 cuyos límites occidental fueron las 200 millas (**Figura 1**).

Previo al crucero, en la embarcación se efectuó una calibración del sistema SIMRAD EK-500 (**Figura 2**), de acuerdo a lo establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991). Calibración que consiste en un proceso iterativo que mide la señal de intensidad de blanco (TS) y ecointegración (Sa) provenientes de un blanco estándar (esfera de cobre de 60 mm de diámetro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz acústico.

Durante el desarrollo del estudio, se realizaron un total de 30 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 superada.



En este sentido, la utilización de arrastre de mediagua como unidad de muestreo fue 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. Es así que, la ausencia de condiciones de mal tiempo durante el transcurso del crucero de prospección, permitieron la ejecución de casi la totalidad de las estaciones de plancton y oceanografía, efectuando sobre un total de 140 estaciones programadas el 99,2%, es decir 139 estaciones bio-oceanográficas.



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

4.2.1 Diseño de muestreo

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

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

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

La separación de las transectas se estimó tomando en consideración, cubrir el área de distribución del recurso, precisión estimada en función al índice de cobertura modificado, coeficiente de variación y presupuesto disponible.

El procedimiento de estimación de la precisión fue considerando la función establecida a partir de los datos obtenidos en los cruceros hidroacústicos realizados en otoño e invierno en la zona centro-sur, entre los años 1991 y 1994. Su expresión relaciona la distancia total recorrida (transectas) y la raíz del área 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 = 3ndice de cobertura.
- D = distancia recorrida (mn)
- A = 3rea a prospectar (mn²)
- MDC = 3ndice de cobertura modificado
- SP = porcentaje de agregaciones tipo cardumen en la zona de estudio

y,

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

- CV = coeficiente de variaci3n
- a y b = coeficientes regresivos

La distancia entre transectas fue de 25 mn, en la zona a prospectar, esta densidad de muestreo consider3 obtener un coeficiente de variaci3n (CV) esperado entre un 15,4 y 30,9% en la evaluaci3n ac3stica, en el primero si se observa una presencia de card3menes en la zona de un 45% y, en el segundo, si el porcentaje de card3menes es de 15%. Luego para alcanzar estos CV se requiere efectuar 14 transectas en la zona de estudio, donde para cada transecta, se recolectar3 informaci3n ac3stica desde la superficie y los 500 m de profundidad.



El per3odo de prospecci3n correspondi3 al mes de noviembre, en atenci3n a que la fecha propuesta en los T3rminos T3cnicos de Referencia no se pudo cumplir por demora en la adjudicaci3n y tramitaci3n del proyecto, raz3n por lo cual el consultor en conversaci3n con el requirente final Subsecretar3a de Pesca, env3a carta DIR N3 473 del 27 julio del 2006, donde se definen escenarios para establecer el per3odo m3s adecuado para realizar el estudio. Es as3 que el crucero se realiz3 en noviembre cuando se registra el segundo m3ximo en las capturas de jurel en la I y II Regiones, lo cual fue definido y confirmado por el Subsecretario de Pesca en carta Ord N 1476 del 18 de agosto del 2006, donde solicita coordinar la ejecuci3n del estudio durante el 3ltimo trimestre del 2006 (**Anexo II**).

4.2.2 Calibraci3n electroac3stica

La calibraci3n del sistema de ecointegraci3n SIMRAD EK-500 y EK-60, se realiz3 mediante el procedimiento establecido por su fabricante (SIMRAD, 1991), consistente en un proceso iterativo donde se mide las se3ales de intensidad de blanco (TS) y ecointegraci3n (S_A) provenientes de un blanco est3ndar (esfera de cobre de 60 mm de di3metro) de fuerza de blanco conocida, localizado en el centro del haz ac3stico. El proceso de medici3n de TS y el ajuste de las ganancias del sistema de ecointegraci3n 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 te3rico (dB).



El ajuste de ganancias de ecointegraci3n (S_A), se efectúa mediante el siguiente procedimiento iterativo:

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

siendo:

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

donde;

- Φ_{bs} = secci3n 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 Informaci3n acústica

La identificaci3n de especies en los ecorregistros acústicos de jurel se realizó mediante dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecorregistros, éste consider3 el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersi3n (S_v), aplicado de acuerdo a la formulaci3n dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al.*, 1983). El segundo corresponde a la interpretaci3n de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediatra. Esta informaci3n es complementada además con las capturas de la flota de la regi3n norte, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.



La informaci3n acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energí3 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 (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribuci3n espacial de jurel, se confeccion3 mediante el uso del m3dulo TOPO y SURF del programa SURFER, 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:

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

donde,

$IBM^{(+)}$ = observaciones acústica con presencia de jurel,

$IBM^{(t)}$ = observaciones totales.

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

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

donde,

Sa = es la densidad promedio por IBM,

C = constante de transformación (t/mn²/Sa)

b) 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 Córdoba, 1986, Córdoba *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 = número de IBM en la transecta i-ésima
- n = número total de observaciones

c) Estructura espacial de la distribuci3n

La estructura espacial de la distribuci3n del jurel se analiz3 a trav3s del estudio de los semivariograma, procedimiento utilizado por Foote y Rivoirard (1992), Rivoirard *et al.*, (2000) y Petitgas (1993). Procedimiento actualmente aplicado en las evaluaciones hidroacústicas 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 (objetivo 2)

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):

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

donde:

- \hat{C}_b = constante de ecointegraci3n ($t * mn^{-2} * S_A^{-1}$)
- \bar{w} = peso promedio del jurel (kg)
- \overline{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 regresi3n $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$, determinado por C3rdova *et al.*, 1998, modelo que considera la 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 estudio en millas n3uticas cuadradas

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

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

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

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

donde:

n = n3mero de transectas en la muestra

x_i = densidad de la transecta i-3sima

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

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



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

donde Z_v es un estimador de la densidad media ponderada de las muestras, sin embargo, en aquellos casos donde las muestras provienen de una grilla regular y poseen igual 3rea de influencia, el estimador de \hat{Z}_v se estima como la media aritm3tica de los datos de S_A por intervalo b3sico de muestreo.

b) Estimadores de la Varianza total

El estimador de varianza de la biomasa, se expresa seg3n:

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

al expandir,

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

donde: \hat{V}_{C_b} , es la varianza de la constante de eointegraci3n (Miranda, 1999)

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

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

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

- n_k = n3mero de datos observados en la talla
- w_{ik} = peso observado a la talla (promedio o mediana)
- \bar{w} = peso estimado a la talla (promedio o mediana)



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

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

donde, $\hat{V}_{(b)}$ es la varianza del intercepto de la regresi3n 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 regresi3n 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

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



donde,

- \bar{L} = longitud promedio o mediana
- L_i = longitud observada
- \widehat{TS}_i = fuerza de blanco estimada por regresi3n TS - Longitud
- TS_i = fuerza de blanco observada
- n = n3mero de datos observados

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

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

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

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

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

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

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

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

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



– Estratos agrupados (Volter, 1985)

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

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- α) 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, est1 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 geogr1ficamente 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

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

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

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



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 $\gamma(S, S)$ y de la posici3n de la red de muestreo en el campo para $\gamma(S, V)$ (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:

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



donde:

- h = zona o estrato de pesca; h =1 primeras 100 millas; h =2 siguientes 100 -200 millas
- i = indica el lance de pesca
- K = indica la clase de talla
- Sa_{hi} = densidad acústica de la IBM en el entorno del lance
- C_{hi} = captura en peso o número obtenidos en el lance de pesca "i"
- t_{hi} = tiempo de arrastre del lance "i"
- m_{hi} = número de lances efectuados en la zona de pesca "h"

y

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

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

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

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

donde,

- n_{hi} = ejemplares de talla "n" en la muestra de longitud
- n_{hi} = muestra de longitud en el lance "i" realizado en zona o área de pesca "h"



– **Estimación de la relación longitud-peso**

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

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

– **Estimación del peso medio por ejemplar**

Este parámetro fue estimado haciendo uso del siguiente estimador:

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

donde,

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

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

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

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

donde,

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



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

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

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

– **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 el estimador dado por la siguiente expresi3n:

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

donde,

M_h = número máximo de lances que se pueden ser realizados

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

y,

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



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

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

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

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

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

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

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

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

donde,

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

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

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

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



donde,

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

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

La varianza fue determinada mediante el estimador:

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

Varianza del estimador de B_{hk}

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

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

4.3.3 Clave Edad – Talla

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

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



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

donde,

- i = grupo de edad
- J = longitud total del pez
- q_{ij} = Probabilidad de los individuos de longitud "j" de pertenecer a un GE
- n_{ij} = n3mero de individuos de edad "i" con longitud "j"
- n_j = n3mero total de individuos de longitud "j"

Estimaci3n de la abundancia en n3mero de jurel

Se utiliz3 el estimado de biomasa determinado por el m3todo hidroac3stico. Luego se us3 la frecuencia observada en cada marca de clase junto a la relaci3n peso-longitud.

El peso total de la muestra se estim3 en base a la adici3n 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 = n3mero de individuos de la muestra perteneciente al intervalo "j"
- L_j = marca de clase
- a y b = coeficiente de la relaci3n peso-longitud

El c3lculo de la abundancia total en n3mero se obtiene empleando:

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

donde,



N_t = n3mero total de individuos presentes en la zona

B = biomasa (t) presente en la zona estimada por el m3todo de hidroac3stica

El n3mero total de individuos presentes por intervalo de longitud, se estim3 como:

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

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 (Cv)

$$Cv = \frac{\sqrt{V_{\bar{x}}}}{\bar{X}}$$

donde:

- Vx = varianza de la media
- X = media muestral

b) Porcentaje de error (E%)

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

donde,

- V(B) = varianza de la abundancia
- B = biomasa
- t = estadístico t de student
- ∞ = nivel de confianza a un 95 %



4.4 Distribuci3n del zooplancton en el 1rea de estudio (objetivo 3)

4.4.1 Colecta de informaci3n

Las estaciones planct3nicas se realizaron sobre el track de navegaci3n ac3stico a 1, 5, 10, 20, 40, 70, 100 130, 170 y 200 mn de la costa en la zona comprendida entre las 5 y 200 millas.

Se realizaron pescas planct3nicas a trav3s de lances oblicuos diurnos y nocturnos con redes tipo Bongo de 65 cm de di1metro 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 calibraci3n de los fluj3metros utilizados durante el crucero, se realiz3 de acuerdo a la metodolog1a propuesta por Smith y Richardson (1979) y metodolog1a est1ndar del Instituto Nacional de Hidr1ulica de Chile, determinado las siguientes ecuaciones de calibraci3n:

- **B/C “Abate Molina” (TSK 7029):**

$$V = 0,156 * N + 0,005$$

Donde V corresponde a la velocidad de arrastre de la red expresada en m/seg, N al n3mero de revoluciones por segundo registrada en el fluj3metro y las constantes a y b son los coeficientes obtenidos del ajuste de una regresi3n lineal simple.

Se realizaron pescas planct3nicas nocturnas a trav3s de arrastres oblicuos, considerando una profundidad m1xima de 200 m o 5 m sobre el fondo, en tanto que, para las



pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la posición vertical de la capa de plancton 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 de $45^\circ \pm 5^\circ$, con el viento a babor.

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

4.4.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

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

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



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 o densidad del zooplancton cuantificado fue estandarizada y expresada en n3mero de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada,

su representaci3n gr3fica se realiz3 en base a la escala m3trica 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, así como la dominancia numérica de los grupos que expresa la relación del número de ejemplares del grupo respecto al total de individuos,

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

En el análisis de las comunidades zooplanctónica se utilizaron índices de riqueza de especie (Margalef), diversidad (Shannon & Weaver), uniformidad (Pielou y Sheldon), similitud (Winer). y además de un análisis multinomial para describir las distribuciones del zooplancton.

a) Índice de riqueza de Margalef (Margalef, 1977)

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

donde,

S = número total de especies presentes en la muestra.

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

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



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

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

donde,

p_i = abundancia proporcional

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

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

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

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

donde,

H' = índice de Shannon & Weaver.

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

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

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



donde,

H' = 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. Tienden a cero cuando las abundancias relativas de las especies divergen de la uniformidad y existe una m3xima dominancia de una especie o grupo. Tienden a 1 cuando todas las especies en una muestra son igualmente abundantes, aportan de igual forma a la diversidad de la muestra, indicando una 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 condición A y B, respectivamente.

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

g) Comparación de estructuras zooplanctónicas

A objeto de comparar las distribuciones zooplactónicas diurnas y nocturnas, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas, se consideró como instrumento de análisis la distribución multinomial para describir las distribuciones zooplactónicas en la población de estudio, bajo la premisa que esta ha sido usada frecuentemente como un modelo en estudios ecológicos y/o biológico-pesqueros (Rindorf *et al.*, 2001). Es así que, existen distintos procedimientos estadísticos diseñados para abordar la comparación de distribuciones multinomiales (Saavedra *et al.*, 2003), siendo el modelamiento de la distribución bajo un esquema modelo basado uno de ellos.

Bajo este enfoque se utiliza la teoría asociada al uso de modelos lineales generalizados (GLM), realizando una generalización de la regresión logística para respuestas dicotómicas, denominada regresión logística nominal (Dobson, 2002). Modelo que se utiliza cuando no existe un orden natural en las categorías de la



variable respuesta, como ocurre para las estructuras zooplactónicas. Una categoría se elige arbitrariamente como la categoría de referencia y las funciones de enlace están definidas por,

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

donde,

π_j = representa la proporción de la j-ésima especie

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

X_j = vector de covariables.

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

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

4.4.3 Biomasa zooplanctónica total

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



La 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 acompa1ante (objetivo 4)

Para la determinaci3n de la fauna acompa1ante y sus proporciones en la pesca de identificaci3n, se aplic3 la siguiente metodolog1a.

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 **30** lances de pesca en la zona de estudio. En la **Tabla 2**, se indica para la embarcaci3n la fecha, hora, posici3n, duraci3n del lance, velocidad de arrastre, profundidad de pesca, captura de jurel y fauna acompa1ante registrada por lance de pesca. En cada lance de pesca se estim3 la captura en peso y n1mero obtenida para el total y por especie. Para ello, se utiliz3 una relaci3n volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.



Tabla 2. Informaci3n de los lances de pesca realizados por el B/C "Abate Molina".

Lance	Barco	Fecha	Hora		Posici3n calado		Posici3n virado		Tiempo Arrastre	Velocidad Nudos	Prof. R. Sup.	Captura	
			Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud				Jurel	Fauna
1	Abate Molina	06-11-06	10:44	11:15	23°51'00	71°02'30	23°48'80	71°02'35	31	3,9	44	5,00	0,00
2	Abate Molina	06-11-06	20:49	21:19	23°50'70	71°58'00	23°48'90	71°58'00	30	3,6	45	0,00	0,65
3	Abate Molina	07-11-06	18:44	19:25	23°50'10	73°40'20	23°48'00	73°39'70	41	3	97	0,00	0,85
4	Abate Molina	08-11-06	21:01	21:31	23°25'00	72°34'20	23°22'70	72°34'50	30	4	14,6	0,00	5,90
5	Abate Molina	09-11-06	13:23	13:53	23°24'80	71°06'40	23°24'60	71°08'60	30	4	22	17,85	7,65
6	Abate Molina	10-11-06	8:24	9:07	22°59'10	70°32'70	22°59'60	70°29'50	43	4,1	20	0,00	364,00
7	Abate Molina	10-11-06	22:24	22:54	23°00'10	72°00'70	22°58'00	71°59'80	30	4,2	20	0,00	46,62
8	Abate Molina	12-11-06	18:39	19:20	22°35'56	72°32'99	22°33'07	72°32'70	41	3,9	68	0,00	213,20
9	Abate Molina	13-11-06	10:49	11:33	22°35'60	71°05'20	22°32'70	71°06'20	44	4	17	6,25	0,00
10	Abate Molina	14-11-06	8:28	8:58	22°10'10	70°26'00	22°09'40	70°23'80	30	4	18,6	0,00	0,00
11	Abate Molina	16-11-06	9:45	10:15	21°46'90	72°51'90	21°45'20	72°52'70	30	4	24	0,00	42,00
12	Abate Molina	16-11-06	20:39	21:09	21°45'50	71°50'80	21°43'70	71°51'00	30	4	20	0,70	53,50
13	Abate Molina	19-11-06	8:30	9:00	21°20'70	72°35'30	21°18'40	72°35'00	30	4	20	0,00	13,63
14	Abate Molina	19-11-06	11:17	11:53	21°18'50	72°43'40	21°16'00	72°42'40	36	4	30	0,01	1,20
15	Abate Molina	20-11-06	15:15	15:47	20°55'30	72°04'40	20°53'60	72°05'90	32	4,3	22	0,00	32,50
16	Abate Molina	21-11-06	12:35	12:55	20°55'50	70°15'90	20°54'30	70°17'30	20	4,5	19	0,00	12,70
17	Abate Molina	23-11-06	8:28	8:55	20°30'38	70°23'90	20°29'10	70°22'22	27	4,2	22 - 17	0,00	0,00
18	Abate Molina	23-11-06	14:40	15:10	20°24'20	70°39'20	20°22'00	70°39'10	30	4,4	30	1,10	0,58
19	Abate Molina	24-11-06	12:25	12:55	20°31'10	72°36'50	20°30'00	72°34'80	30	3,5	25	0,00	23,98
20	Abate Molina	25-11-06	19:42	20:12	20°05'81	72°14'39	20°03'65	72°14'93	30	4	26	0,00	23,00
21	Abate Molina	26-11-06	16:35	17:05	20°05'50	70°25'30	20°03'40	70°25'40	30	4,1	26	0,00	0,00
22	Abate Molina	26-11-06	23:26	0:06	20°04'47	70°25'99	20°01'67	70°26'02	40	4,1	17	0,00	25,14
23	Abate Molina	27-11-06	9:13	9:43	19°40'40	70°30'60	19°40'00	70°32'27	40	4	15 - 12	0,00	31,45
24	Abate Molina	28-11-06	7:43	8:00	19°40'66	72°33'35	19°39'68	72°33'30	17	4,1	28	0,00	11,50
25	Abate Molina	02-12-06	7:50	8:20	18°50'31	70°27'62	18°48'8	70°27'56	30	4,1	14	0,00	0,00
26	Abate Molina	02-12-06	9:54	10:12	18°50'10	70°32'44	18°49'16	70°32'62	18	3,7	29	0,00	22,50
27	Abate Molina	03-12-06	12:35	13:05	18°48'40	72°41'70	18°48'40	72°42'30	30	3,9	28,4	0,00	4,50
28	Abate Molina	03-12-06	17:15	17:50	18°50'50	73°09'10	18°48'20	73°09'00	35	3,7	15	3,25	1,23
29	Abate Molina	04-12-66	10:11	10:51	18°25'96	73°28'95	18°23'21	73°29'95	40	4,3	13	1,90	1,40
30	Abate Molina	05-12-06	13:20	13:50	18°25'00	70°46'40	18°24'90	70°48'50	30	4,1	26	0,00	49,68
TOTAL												36,06	988,84

Prof. R. Sup = Profundidad de la relinga superior



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 y la longitud cefalotor1xica en el caso de crust1ceos.

La identificaci3n se efectu3 a trav1s de uso de antecedentes bibliogr1ficos (Peque1o 1971, Retamal 1981, Lamilla 1986, Ojeda y Avil1s 1987, Peque1o y D'Ottone 1987, Mel1ndez y Meneses 1989, Kong y Mel1ndez 1991, Hulley, 1984, y Krefst, 1984). Cuando la identificaci3n no fue posible a bordo, se tomaron fotograf1as y el esp1cimen se conserv3 en formalina al 10 % con la informaci3n correspondiente para su posterior identificaci3n en tierra.

La estimaci3n de la captura de cada especie en peso, se obtuvo mediante la aplicaci3n del cuociente entre el peso de la especie y peso total de la muestra, al estimado de captura total.

4.6 Condiciones oceanogr1ficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el 1rea de estudio (objetivo 5)

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. Del total

En cada una de las estaciones oceanogr1ficas, se obtuvo registros continuos de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y salinidad (psu), desde la superficie hasta un m1ximo de 600 m de profundidad. Para lo anterior, se utiliz3 un CTD 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..

La **Tabla 3** resume el n1mero de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero, de acuerdo a un agrupamiento bajo un criterio de proporcionalidad dentro del 1rea de estudio.

Tabla 3. Divisi3n del 1rea de estudio y n1meros de estaciones oceanogr1ficas por sector.

Sector		L1mite	Estaciones	Latitud
		Oeste (mn)	de muestreo	Sur
Norte		200	40	18 $^{\circ}$ 25'-20 $^{\circ}$ 00'
Centro		200	49	20 $^{\circ}$ 01'-22 $^{\circ}$ 00'
Sur		200	50	22 $^{\circ}$ 01'-23 $^{\circ}$ 50'
Area Total		200	139	18 $^{\circ}$ 25'-23 $^{\circ}$ 50'

El 99,3% de las estaciones oceanogr1ficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, y solo en una no fue posible evaluadas todas las variables hidrogr1ficas, dado el tiempo imperante y el estado del mar no permiti3 su realizaci3n por razones operativas y de seguridad.



La **Tabla 4** resume la posici3n de cada una de las **14** transectas realizadas durante el estudio y el n3mero de estaciones de muestreo.

Tabla 4. 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	34°10'	10	15.06.06	16.06.06
2	35°00'	10	14.06.06	13.06.06
3	35°50'	10	11.06.06	12.06.06
4	36°40'	9	10.06.06	09.06.06
5	37°30'	10	07.06.06	08.06.06
6	38°20'	10	06.06.06	05.06.06
7	38°45'	10	03.06.06	04.06.06
8	39°10'	10	02.06.06	04.06.06
9	39°35'	10	03.06.06	05.06.06
10	40°00'	10	08.06.06	06.06.06
11	40°25'	10	09.06.06	07.06.06
12	40°50'	10	12.06.06	10.06.06
13	41°15'	10	13.06.06	11.06.06
14	41°40'	10	14.06.06	26.06.06

4.6.2 An3lisis de las muestras y de la informaci3n

La informaci3n del CTD (temperatura y salinidad) 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 y densidad, a nivel de superficie (5 m), y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m. 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, gradiente t3rmico medio y m3ximo, profundidad del m3ximo gradiente) y anomal3a geopotencial de superficie referida a 500 m. En este sentido, se consider3 espesor de la capa de mezcla a la profundidad donde exista una diferencia menor a 0,1°C, 0,1 psu y 0,1 Kg/m³ respecto a los valores a un metro de la columna de agua, en tanto, para la termoclina estuvo su limite lo determin3 una traici3n de temperatura mayor o igual a 0,1°C/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.

4.6.3 Informaci3n meteorol3gica

En cada una de las estaciones oceanogr3ficas se registraron los siguientes datos meteorol3gicos: temperatura del aire, presi3n atmosf3rica, intensidad y direcci3n del viento. Se utilizaron las normas, tablas y c3digos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991). Durante la navegaci3n tambi3n se recopil3 informaci3n de viento en forma horaria y corresponde al valor predominante observado.



A partir de la información de viento horaria se determinó el índice de surgencia (IS) instantáneo (Bakun 1973, 1975 y 1987) y el índice de de turbulencia (IT), que corresponde al cubo de la magnitud de la velocidad del viento (Bakun y Parrish 1982), La condición de normalidad se determinó considerando los valores de anomalía de la variable temperatura, salinidad y profundidad de la isoterma de 15°C, bajo la condición de variaciones cercanas a cero implica acercarse a condiciones promedios para la zona.

4.6.4 Información Satelital

Para el análisis de la estructura térmica superficial, se procesaron 3 imágenes satelitales de alta resolución de temperatura superficial del mar (TSM), durante el mes de noviembre. Luego a partir de imágenes calibradas y geo-referenciadas disponibles para una semana, se elaboraron imágenes promedios semanal de TSM, a fin de minimizar el efecto nube, para lo cual se aplicó la metodología de “promedios ponderados”, que ha sido utilizada con éxito por Braun *et al.*, 2005, Silva *et al.*, 2003 y Barría *et al.*, 2001.

Las imágenes semanales permitieron tener una buena visualización de los fenómenos térmicos y superficiales, y se sustentaron en el comportamiento de las fluctuaciones interdiarias que indican eventos de surgencias con una respuesta temporal de 8 días (Pizarro *et al.*, 1994 y Barbieri *et al.*, 1995).

Se incorporó imágenes satelitales de circulación geotrópicas superficial con la finalidad de conocer estructuras oceanográficas de mesoescala, para lo cual datos de anomalía del nivel del mar y el campo superficial de corrientes geotróficas fueron obtenidos del Centro de Datos de Oceanografía Satelital, Interpretación, Validación y Almacenamiento VISO (<http://www.avisioceanobs.com/>), con una resolución espacial de 0.25° x 0.25°. Datos satelitales que son el resultado del procesamiento



combinado de todos los satelites disponibles usando una interpolaci3n 3ptima y tomando en cuenta los errores a lo largo de la longitud de onda (Ducet *et al.*, 2000), lo que proporciona mapas con una reducci3n significativa del error (hasta un 30%) y proporciona mapas m3s realistas que los datos en forma individual, mejorando la descripci3n de la variabilidad de mesoescala del oceano. Los datos obtenidos y graficados en este informe corresponden al d3as 01, 15 y 29 de noviembre.

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

Se efectu3 un an3lisis espacial de la distribuci3n y abundancia de jurel y las variables oceanogr3ficas registradas a partir de la informaci3n generada en el crucero de prospecci3n. La informaci3n comprende la prospecci3n ac3stica con el valor de densidad del recurso y los registros de las estaciones bio-oceanogr3ficas temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (σ_t), euf3usidos (individuos/1000m³), y capa de dispersi3n profunda (S_A).

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

Procesamiento de la informaci3n

Para cada variable, antes mencionadas, se generaron archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Informaci3n Geogr3fico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Para realizar una descripci3n espacial de las variables ac3sticas y bio-oceanogr3ficas se configuraron im3genes 2D, en los diferentes planos horizontales indicados en la **Tabla 5**.

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 5. Variables empleadas en el an3lisis cartogr3fico y tipo de datos

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

Con el prop3sito de relacionar y superponer diferentes im3genes es necesario que 3stas tengan la misma escala espacial, resoluci3n y cobertura geogr3fica. Con el m3dulo RESAMPLE del SIG se generaron en rasters, im3genes que ten3an la misma cantidad de filas y columnas. De esta manera se crearon cartograf3as en rasters de 360 columnas (en el sentido E-W) y 360 filas (en el sentido N-S).

Por 3ltimo, para facilitar el an3lisis visual, las im3genes 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

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) Determinaci3n de rangos de preferencial de la especie en relaci3n a par3metros bio-oceanogr3ficos

Para determinar los rangos de preferencia de la especie en relaci3n a las variables oceanogr3ficas, se generaron los gr3ficos con la frecuencia (n3mero de celdas) de la distribuci3n de la especie con respecto a dichas variables mediante tablas de crostabulaci3n. Con lo anterior, tambi3n se determinaron rangos 3ptimos de preferencia de la especie en relaci3n dichos par3metros ambientales.

c) An3lisis de la se1al latitudinal

Para contrastar la hip3tesis de que la distribuci3n y abundancia del jurel se encuentra asociada a ciertas estructuras (por ejemplo surgencias, zona de bordes t3rmicos), se estim3 la se1al latitudinal de las variables hidrogr3ficas conservativas y la densidad del jurel expresados en SA o IBM. Para tal efecto se utiliz3 la metodolog3a propuesta por (Castillo *et al.*, 2000; C3rdova *et al.*, 2001) cre3ndose 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 (objetivo 1)

5.1.1 Calibraci3n electroac3stica

Los resultados de las calibraciones electroac3sticas efectuadas a bordo del B/C "Abate Molina" en el periodo 2000- 2006, se resumen en la **Tabla 6**.

Tabla 6. 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
VALOR PROMEDIO DESVIACI3N			26,39	27,66	28,31	26,85	27,46	27,85
			0,20	0,09	0,18	0,07	0,08	0,26

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 7**).

**Tabla 7.** 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)	0,42	0,49	0,42	0,004	0,006	0,005
T (CR3TICO;95%)	1,79	1,79	1,81	1,78	1,78	1,81

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 sealados por su fabricante, lo cual asegura que un posible error por este concepto en el estimado de abundancia es m3nimo.

5.1.2 Descripci3n de estructuras espaciales en la informaci3n ac3stica

El recurso no estuvo presente en toda la zona de estudio, detectando las agregaciones de jurel principalmente desde punta Madrid (19°04'LS) a sur de Antofagasta, dentro del sector de las primeras 100 millas de la costa, mientras que hacia el sector oeste su presencia fue casi nula (**Figura 3**). Este sector se caracteriz3 por ecogramas con agregaciones espor3dicas y bajos valores de integraci3n asociados a la capa de dispersi3n profunda a peces linternas y otros, as3 como el predominio de registros imperceptibles de la capa de plancton superficial, al igual que lo registrado en la zona de estudio en abril del 2002 y las evaluaciones ac3sticas realizadas durante invierno en la zona centro-sur del pa3s.

En general el recurso no present3 zonas de concentraci3n que pudieran constituir sectores importantes de pesca, sino m3s bien, las densidades predominantes estuvieron en el rango m3s bajo de densidad (1 a 75 tnm²), registrando leves



incremento al sur de Iquique, y frente a punta Cobija (22°33'LS) y la península de Mejillones. Al comparar la distribución de jurel con la reportada en mayo del 2002, se puede establecer que se mantiene la fuerte presencia de bajas densidad acústicas de jurel en la zona de estudio.

En general, la distribución espacial de jurel no presentó 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 3.52% y 49,61 t/mn², valores que son superiores a los alcanzados en la zona durante abril del 2002 (IC=2,5% y ID=17,99 t/mn²), donde la biomasa estimada sólo alcanzó a 18.100 toneladas. En este sentido, el índice de presencia (3,52%) se corresponde con los observados en la zona centro sur, dentro de las primeras 200 mn en los últimos años, y donde se registran valores bajos (3,50 a 6,88%) producto de una mayor concentración del recurso fuera de la ZEE. Luego, estos índices reflejan bastante bien la distribución y agregación espacial del recurso en la zona de estudio.

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 4 mn, lo se corresponde con la distribución espacial de jurel en el área prospectada, al registrar densidades de jurel bastante homogéneas que generaron mayores zonas de distribución (**Figura 5**). En este sentido, esta relación ha sido más



evidente en el sector donde se concentra principalmente la pesquería de jurel, y donde se registran tamaños de macroestructuras que alcanzan entre 8 a 12 mn, en sectores donde existen extensas zona de distribución con densidades poco variable.

5.1.2.3 Variograma

El análisis de la información mediante el uso de técnica de geoestadística, indica que la distribución espacial del jurel no fue isotrópica, al presentar una tendencia en los registros acústicos en la dirección 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 $6.00E+04$ y un rango de 4 mn (**Figura 6**).

5.1.3 Distribución geográfica del recurso

El recurso mantiene su patrón de distribución característico observado en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas en la zona, así como también para aquellas realizadas en invierno en la zona centro sur del país, con agregaciones alargadas y distribuidas en sentido latitudinal y paralelas a la costa. El recurso jurel se detectó principalmente entre punta Madrid y el extremo sur de la zona de estudio, hacia el sector oeste y sobre las 100 mn de la costa su presencia fue nula, exceptuando agregaciones del recurso en borde del límite occidente frente a Arica (170 a 190 mn).

En la zona no se identifican sectores amplios de alta densidad (**Figura 3**), lo cual es similar a lo observado en abril del 2002 como en las evaluaciones acústicas realizadas entre 1985-1995 en la zona de estudio, siendo este tipo de distribución distinta a la que presentan sardina y anchoveta, donde predomina un alto grado de contagio o concentración como se observó en anchoveta durante este estudio



(Figura 7), lo que difiere notoriamente de jurel, el que se caracteriza por la presencia de amplios sectores de baja densidad en su distribuci3n espacial.

En este sentido, solo es posible destacar como zona de concentraci3n del recurso aquellas ubicadas a 30 millas frente a la Península de Mejillones, 60 mn a la cuadra de punta Cobija y sur de Iquique, registrando el resto del área densidad que no superaron las 75 t/mn².

5.1.4 Distribuci3n batimétrica del recurso

En la zona de estudio el jurel se ubicó entre los 10 a 90 m de profundidad, agrupándose el 95,2% de sus agregaciones entre la superficie y los 30 m (Figura 8) coincidiendo con lo registrado durante abril del 2002, donde su distribuci3n batimétrica se observó unimodal, en 90,8% del jurel dentro en los primeros 30 m y una profundidad máxima de 50 m. En este sentido, se mantiene el patr3n 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 se ha 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 distribuci3n superficial del recurso en el sector norte, 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 (objetivo 2)

De manera complementaria se entregar3 junto con la informaci3n de jurel, en t3rminos generales la biomasa total cuantificada para la anchoveta, especie que sustenta la principal pesquer3a en la zona de estudio.

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

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

La evaluaci3n a la talla al 50% (mediana), de la regresi3n TS-longitud y la relaci3n longitud peso establecida en el crucero, permiti3 determinar un TS de $-42,40$ dB y un peso a la talla de 94,62 gramos, A partir de estos resultados se calcul3 una constante de ecointegraci3n de $0,1310 (t^*mn^{-2}Sa^{-1})$,

Para anchoveta se utiliz3 la relaci3n TS-longitud establecida por Castillo *et al.*, 2002, evaluada para un valor mediano de 14,95 cm, estableciendo una constante de ecointegraci3n de $0,1808 (t^*mn^{-2}Sa^{-1})$.

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 (Volter 1985) y Geoestad3stico (Petitgas, 1991) se entrega en las **Tablas 8 y 9**, respectivamente.



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

M3todo	3rea (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn ²)
Estrato Agrupado (1985)	10.371	113.600	10,95
Petitgas (1991)	9.687	114.600	11,83

Tabla 9. Biomasa y densidad de anchoveta estimada por dos distintos m3todos.

M3todo	3rea (mn ²)	Biomasa (t)	Densidad (t/mn ²)
Estrato Agrupado (1985)	2.732	335.000	122,62
Petitgas (1991)	2.732	340.000	124,45

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

Biomasa de jurel a la talla

La biomasa num3rica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia ac3stico, se entrega para la zona de estudio en la **Tabla 10**.



Tabla 10. Abundancia en n3mero y en peso a la talla de jurel para el sector 5 a 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Num3rica	Peso (gr)	Frecuencia porcentual	Abundancia num3rica	Biomasa en toneladas
10	39	11,11	2,42	25606784	285
11	78	14,84	4,84	51162549	759
12	96	19,33	5,38	56834684	1098
13	31	24,64	1,62	17120363	422
14	12	30,86	0,62	6541850	202
15	2	38,04	0,09	1002075	38
16	6	46,27	0,31	3266759	151
17	14	55,62	4,98	52582265	2924
18	10	66,15	2,64	27931555	1848
19	24	77,95	6,83	72133576	5623
20	30	91,07	18,06	190707570	17369
21	17	105,61	9,61	101535716	10723
22	25	121,62	10,93	115435759	14039
23	8	139,18	4,53	47810825	6654
24	14	158,37	9,85	104027326	16475
25	12	179,26	9,42	99533830	17842
26	5	201,91	3,58	37767515	7626
27	5	226,41	3,22	34042109	7708
28	1	252,83	1,05	11130066	2814
TOTAL	429		100	1.056.173.177	114.600

En este estudio, el n3mero total de individuos (1,06+09) representa un fuerte incremento respecto a lo cuantificado en abril del 2002, donde la abundancia num3rica total fue de s3lo 3,52E+08, marcando una fuerte diferencia entre ambos periodos de evaluaci3n.



5.2.2.1 Composición por tamaño

La distribución de talla registrada en el crucero y en la pesca comercial se presenta en la **Figura 9**. Se muestrearon ejemplares de jurel entre 10 y 28 cm de longitud horquilla, concentrándose el 60,14% de los individuos pequeños entre los 10 a 15 cm y el 39,86 % a tamaños de 16 y 28 cm. Este año, se evidencia una estructura de talla distinta a la registrada en abril del 2002, donde la distribución fue unimodal y más restringida, al capturar ejemplares entre 11 y 24 cm de longitud horquilla, sin registrar la fuerte presencia de ejemplares pequeños observado este año en la zona de estudio.

El análisis de la estructura de tallas del crucero y comercial para el período de estudio, muestra similitud en los límites de distribución, sin embargo, los ejemplares de jurel sobre los 18 cm de longitud presentan una mayor proporción en la pesca comercial (**Figura 9**), que se explica por el direccionamiento del esfuerzo de pesca hacia ejemplares de mayor tamaño de pesca, lo cual se ve favorecido en cierta medida por la pesca de cerco al operar y captura vulnerando cardúmenes individuales, a diferencia de la pesca con arrastre que actúa sobre varios cardúmenes.

El alto número de ejemplares pequeños de jurel, es un aspecto importante de destacar, por cuanto estos tamaños no se observan habitualmente en su pesquería en la zona centro-sur de país. En este sentido, es relevante disponer de índices de reclutamiento para el conocimiento de la dinámica y el manejo del recurso, razón por lo cual es importante mantener el estudio, a fin de identificar área de pre-reclutas en la zona norte del país.



5.2.2.2 Relaci3n longitud-peso

A partir de la informaci3n colectada en el crucero, se estableci3 las regresiones para ambos sexos (**Tabla 11**), aplicando una d3cima de comparaci3n para varias relaciones lineales simult3neas, estableciendo la no existencia de diferencias significativas entre s3, al obtener un F calculado (0,55) 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 11**).

Tabla 11. Par3metros y estad3stica b3sica de la relaci3n $w=a*L^b$ para zona de estudio

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
N ^a de observaciones	54	105	273
LOG (K)	-2,19172	-2,07096	-1,98869
A	0,00643	0,00849	0,01026
B	3,19286	3,10246	3,03458
ERROR EST. (LOGK)	0,14562	0,08767	0,02394
ERROR EST. B	0,10906	0,06635	0,01954
R ²	0,95	0,97	0,98

Nota: Regresi3n total incluye informaci3n de ejemplares peque1os con sexo indeterminado.

En este sentido, en la **Tabla 11** se presentan los par3metros y estad3stica 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 ecointegración general para la cuantificación de jurel.

5.2.2.3 Clave edad

La clave talla - edad para el crucero (**Tabla 12**), se determinó a partir de la lectura de 157 otolitos seleccionados desde un total de 287 otolitos recolectados en 8 lances de pesca con captura de jurel.

La composición de ejemplares por grupo de edad estuvo formada por grupos de edad de 0 a V (5 grupos) al interior de las 200 mn, siendo los principales grupos el II, III y IV que participan con un 38,21 (clase anual 2004); 25,81 (clase anual 2003) y 15,54% (clase anual 2002), respectivamente. Esta zona, a través de los años se ha caracterizado por la alta presencia de ejemplares juveniles, los que en este estudio alcanzaron un 92,00%

En la zona prospectada la estructura de edad registrada durante este estudio, coincide plenamente con lo observado en la pesquería de la zona norte, donde los tamaños capturados de jurel corresponden a los grupos II, III y IV, no registrándose edades menores dado la marcada intencionalidad de pesca. En este sentido, la estructura etária de jurel en este estudio, es complementaria a la observada en el sector sur del país, donde las últimas evaluaciones acústicas de invierno muestran la ausencia de ejemplares juveniles representados por los grupos de edades de 0 a III.



Tabla 12. 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																	
		O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	
5.0																			
6.0																			
7.0																			
8.0																			
9.0																			
10.0	25.606.784	23.046.106	2.560.678																
11.0	51.162.549	35.813.784	15.348.765																
12.0	56.834.684	25.833.947	31.000.737																
13.0	17.120.363	2.140.045	14.980.317																
14.0	6.541.850		6.541.850																
15.0	1.002.075		1.002.075																
16.0	3.266.759		1.960.055	1.306.703															
17.0	52.582.265		26.291.133	26.291.133															
18.0	27.931.555		6.982.889	17.457.222	3.491.444														
19.0	72.133.576			57.706.861	14.426.715														
20.0	190.707.570			190.707.570															
21.0	101.535.716		10.153.572	50.767.858	40.614.286														
22.0	115.435.759			52.470.799	62.964.959														
23.0	47.510.825			6.830.118	34.150.590	6.830.118													
24.0	104.027.326				62.416.396	41.610.930													
25.0	99.533.830				39.813.532	59.720.298													
26.0	37.767.515				11.330.255	22.660.509	3.776.752												
27.0	34.042.109				3.404.211	23.829.476	6.808.422												
28.0	11.130.066					11.130.066													
29.0																			
30.0																			
31.0																			
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	1.056.173.177	86.833.882	116.822.071	403.538.264	272.612.388	154.651.332	21.715.239												
PORCENTAJE	100,00	8,22	11,06	38,21	25,81	14,64	2,06												
L.P.R.(cm)	20,3	11,1	14,4	20,0	22,9	25,1	27,3												
VARIANZA	19,833	0,655	9,859	1,752	3,369	1,199	0,572												
PESO PR.(g)	109	15	39	92	140	182	236												
PESO (ton)	114.525	1.339	4.507	37.228	38.122	28.211	5.118												
PORCENTAJE	100,00	1,17	3,94	32,51	33,29	24,63	4,47												
VAR (Nº)																			
CV (Nº)																			



5.2.2.4 Varianza de la biomasa total

A fin de comparar los métodos utilizados en la cuantificación, se determinó el coeficiente de variación (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 sólo representa la dispersión 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 variación y error del estimado, obtenidos mediante la aplicación de los diferentes métodos propuestos se entregan en las **Tablas 13 y 14**.

Tabla 13. Área, varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel

Método	Área (mn ²)	Varianza	Coficiente de variación (%)
Conglomerado	10.371	2,37052E+09	42,85
Estrato Agrupado (1985)	10.371	6,56803E+08	22,56
Bootstrap (1987)	10.371	6,76892E+08	22,90
Petitgas (1991)	9.687	2,68514E+08	14,29



Tabla 14. rea, varianza, coeficiente de variaci3n y error de los estimados de biomasa de anchoveta.

Método	rea (mn ²)	Varianza	Coeficiente de variaci3n (%)
Conglomerado	2.732	2,77139E+10	50,75
Estrato Agrupado (1985)	2.732	4.94674E+09	21,44
Bootstrap (1987)	2.732	5,16248E+09	21,45
Petitgas (1991)	2.732	3.78427E+09	18,10

En las **Tablas 13 y 14**, 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 (18,2 y 23,2%) (C3rdova *et al.*, 2002), 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 menores que en anchoveta, lo cual se explicaría por una distribuci3n espacial de la abundancia de jurel más homogénea.

5.2.2.5 Varianza de la biomasa a la talla

En la **Tabla 15** se resume la varianza y coeficiente de variaci3n de la abundancia en número y peso por talla de jurel, para el área total de estudio.



Tabla 15. Varianza de la abundancia numérica y en peso a la talla de jurel para el sector 5 - 200 mn.

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
10	39	3,35940E+13	0,23	31848	0,23
11	78	9,95493E+13	0,20	1016764	0,20
12	96	1,18253E+14	0,19	11141890	0,19
13	31	1,70322E+13	0,24	58513995	0,24
14	12	4,68038E+12	0,33	80071158	0,33
15	2	5,13526E+11	0,72	206983554	0,72
16	6	1,83813E+12	0,42	629492455	0,42
17	14	4,07247E+14	0,38	1075979554	0,38
18	10	1,91748E+14	0,50	770016491	0,50
19	24	4,20282E+14	0,28	257391499	0,28
20	30	2,41539E+15	0,26	127701228	0,26
21	17	1,10570E+15	0,33	18178684	0,33
22	25	1,16575E+15	0,30	5607391	0,30
23	8	4,57857E+14	0,45	1224741	0,45
24	14	1,20205E+15	0,33	12503503	0,33
25	12	1,16034E+15	0,34	1671943	0,34
26	5	3,98823E+14	0,53	2142021	0,53
27	5	3,12907E+14	0,52	1225962	0,52
28	1	1,23878E+14	1,00	1551979	1,00
Total	429				

Los resultados entregados en la tabla, muestra coeficientes de variación entre 0,19 a 1,00, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (11-12 y 19-20 cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de visto teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.



5.3 Distribución y composición del plancton (objetivo 3)

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 17 grupos zooplanctónicos en el día y como durante la noche (**Tabla 16**). La abundancia global para la zona de estudio fue de 30.188.974, de estos 21.971.029 individuos se registraron en el día (57,9%) y de 30.188.974 individuos en la noche (42,1%).

En la zona de estudio, el plancton diurno y nocturno estuvo dominado principalmente por copépodos con una dominancia de 87,70 y 79,00%, seguido por sinóforos, quetognatos, apendicularias, eufáusidos y poliquetos, con valores radicalmente bajos que van desde 1,30 a 6,40%, y que en conjunto representaron el 96,40% (día) y 95,70% (noche) de la abundancia total. Los grupos salpas, ctenóforos y estomatópodos, presentan los valor más bajo de frecuencia (< 4,34%) y dominancia cercano a cero, con densidades que fluctuaron entre 47 a 364 individuos/1000 m³ (día) y 188 a 799 individuo/1000 m³ (noche). (**Tabla 16**).



Tabla 16. Grupos zooplanctónicos presentes durante las pescas diurnas y nocturnas (10/400 mn). (t): totales; (+): positivas; DE: desviación estándar

Diurno	N° ind totales	N° Est. (+)	Media (t)	Media (+)	Min	Max	DE	Var(Media)	CV(%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	19274840	70	275355	275355	21861	1920219	368109	1935774146	0.2	87.7	100.000
Sifonóforos	657016	68	9386	9662	76	66606	11470	1934749	0.1	3.0	97.143
Quetognatos	324428	65	4635	4991	76	23833	5139	406335	0.1	1.5	92.857
Apendicularias	318884	55	4555	5798	47	38336	6519	772638	0.2	1.5	78.571
Eufáusidos	302660	67	4324	4517	47	30825	6049	546136	0.2	1.4	95.714
Poliquetos	283991	69	4057	4116	85	61553	9080	1194902	0.3	1.3	98.571
Lar.Decápodos	201218	42	2875	4791	60	103649	13317	4222644	0.7	0.9	60.000
Pterópodos	152695	59	2181	2588	66	10012	2640	118109	0.2	0.7	84.286
Ostrácodos	115505	60	1650	1925	76	11984	2021	68072	0.2	0.5	85.714
L.cifonautas	114143	47	1631	2429	183	34391	4779	485870	0.4	0.5	67.143
Medusas	96388	52	1377	1854	0	38745	4646	415131	0.5	0.4	74.286
Doliólidos	77904	18	1113	4328	73	42172	5241	1525839	1.1	0.4	25.714
Anfípodos	40575	31	580	1309	144	17966	2178	153032	0.7	0.2	44.286
Radiolarios	10083	15	144	672	84	1689	375	9381	0.7	0.0	21.429
Salpas	364	1	5	364	364	364	43	1891	8.4	0.0	1.429
Ctenóforos	183	1	3	183	47	183	22	477	8.4	0.0	1.429
Estomatópodos	154	2	2	77	47	93	13	87	4.3	0.0	2.857

Nocturno	N° ind totales	N° Est. (+)	Prom (t)	Prom (+)	Min	Max	DE	Var(Media)	CV(%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)
Copépodos	23837969	69	345478	345478	12324	1424859	295863	1268617914	0.1	79.0	100.000
Sifonóforos	1922776	63	27866	30520	564	137725	29933	14222401	0.1	6.4	91.304
Poliquetos	993913	68	14405	14616	127	648599	77863	89157276	0.7	3.3	98.551
Apendicularias	857173	59	12423	14528	317	75447	16175	4434245	0.2	2.8	85.507
Quetognatos	642129	68	9306	9443	904	52319	9163	1234688	0.1	2.1	98.551
Eufáusidos	625969	68	9072	9205	32	69262	10876	1739550	0.1	2.1	98.551
Pterópodos	400323	61	5802	6563	249	33355	6587	711232	0.1	1.3	88.406
Lar.Decápodos	242411	36	3513	6734	127	51261	10114	2841201	0.5	0.8	52.174
Ostrácodos	227814	57	3302	3997	508	13636	2890	146521	0.1	0.8	82.609
Medusas	154951	57	2246	2718	165	11185	2410	101919	0.1	0.5	82.609
L.cifonautas	136853	41	1983	3338	127	28929	4299	450766	0.3	0.5	59.420
Doliólidos	86831	18	1258	4824	135	36001	4843	1303185	0.9	0.3	26.087
Anfípodos	43063	25	624	1723	375	3863	1043	43514	0.3	0.1	36.232
Radiolarios	14670	16	213	917	241	3071	541	18292	0.6	0.0	23.188
Salpas	799	1	12	799	799	799	96	9257	8.3	0.0	1.449
Estomatópodos	728	3	11	243	188	294	51	857	2.8	0.0	4.348
Ctenóforos	601	2	9	300	226	375	52	1369	4.3	0.0	2.899



Tabla 17. N3mero total de los individuos capturados por sectores y horario de muestreo

DIA	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	6,014.621	27,4
Centro	10,0703.137	48,7
Sur	5,253.271	23,9
Total	21,971.029	100

NOCHE	N3 total de individuos	Porcentaje de Dominancia
Norte	15,898.086	52,7
Centro	8,508.553	28,2
Sur	5,782.335	19,2
Total	30,188.974	100

El mayor porcentaje de dominancia y abundancia se registr3 en el sector norte y centro, tanto para los lances realizados en el per3odo diurno como nocturno, con un 27,4 a 48,7 y 52,7 a 28,2 respectivamente (**Tabla j17**)

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 similar. (**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 345.478 individuos/1000 m³ y valores m3nimos de 21.861 individuos/1000 m³ y m3ximo de 1.920.219 individuos/1000 m³. Si bien es cierto, en el d3a su dominancia fue mayor (87,7%), esto se sustenta solo en un alto valor de densidad dentro del



intervalo de 1.920.217 a 3.466.714 individuos/1000 m³ frente punta Arenas (21°40'LS).

El análisis no paramétrico Kruskal-Wallis mostr3 diferencias significativas en la abundancia relativa media entre el d3a y la noche para este grupo (valor p = 0,0096) (**Tabla 18**), verificando que un mayor porcentaje de estaciones concentr3 densidades mayores cuando las capturas fueron nocturnas.

Tabla 18. Resultado de Prueba ANOVA Kruskal-Wallis a la abundancia relativa media de los grupos zooplanct3nico (10 -200 mn). Los valores significativos se indican en negrita (valor p < 0,05).

Grupos zooplanct3nicos	Densidad media		Valor p
	D3a	Noche	
Cop3podos	275.355	345.487	0.0096
Salpas	5	12	0.98
Quetognatos	4.635	9.306	0.0001
Euf3usidos	4.324	9.072	0
Ostr3codos	1.650	3.302	0.0001
Apendicularias	4.555	12.423	0.0013
Larvas cifonautas	1.631	1.983	0.54
Doli3lidos	1.113	1.258	0.87
Sif3n3foros	9.386	27.866	0
Radiolarios	144	213	0.68
Pter3podos	2.181	5.802	0.0001
Medusas	1.377	2.246	0.0002
Poliquetos	4.057	14.405	0.002
Anf3podos	580	624	0.96
Cten3foros	3	9	0.54
Larvas dec3podos	2.875	3.513	0.63
Estomat3podos	2	11	0.61



Sifonóforos

Los sifonóforos a pesar de ser menos abundantes que los copépodos, mostraron una amplia cobertura espacial, dominando en un 97,14 y 91,30% de las estaciones diurnas y nocturnas, respectivamente (**Tabla 16**). Este grupo constituye la segunda mayor abundancia, concentrando durante la noche cerca de un 49% más que lo registrado en el día. En este sentido, las diferencias significativas en la abundancia media para el día y la noche, al obtener un valor de $p = 0,0$ (**Tabla 18**), se sustenta en los fuertes cambios de la abundancia media entre ambos períodos.

Quetognatos

Los quetognatos se constituyeron en el tercer grupo de relevancia cuantitativa durante el día, mientras que de noche se desplazan al quinto lugar, donde comparten la misma dominancia (2,1%) y frecuencia (98,51%) junto a los eufáusidos. Situación que difiere 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 o tercer lugar de importancia.

En general las densidades de quetognatos presentaron diferencias importantes en los máximos y mínimos entre ambos períodos, razón por lo cual la mayor abundancia se registró durante las colectas nocturnas, con una densidad media que supera el valor diurno en 100%, lo cual recoge el estadístico al obtener un valor de $p = .00001$ evidenciando para este grupo, la existencia de diferencias significativa entre noche y día.



Apendicularias

Este grupo sigue en importancia numérica a los copépodos sinóforos y quetognatos, siendo mas frecuentes durante la noche registrando su presencia en el 85,5% de las estaciones de plancton (**Tabla 16**), las que en su mayoría congregaron un mayor número de individuos respecto al día, principalmente asociadas a las estaciones ubicadas en el sector costero.

El mayor número de individuos estuvo asociado al período nocturno, congregándose durante el día el 72,88% de todas las apendicularias identificadas en la zona de estudio, razón por lo cual, la diferencia en la abundancia relativa entre ambos períodos de muestreo es estadísticamente significativa (valor $p = 0.0013$) (**Tabla 18**)

Eufáusidos

Los eufáusidos que son el item 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 quinto y sexto lugar en importancia numérica en las muestras diurnas y nocturnas. La dominancia numérica diurna y nocturna fue de 1,4% y 2,1%, con una densidad media de 4.324 individuos/1000 m³ y 9.072 individuos/1000 m³ (**Tabla 16**)

En el presente estudio los eufáusidos se registraron en el 95,71% de las estaciones durante el día, mientras que de noche alcanzó a 98,55%. Durante la noche las estaciones registran un mayor número de individuos, con un 34% más de lo registrado durante el día. Incremento nocturno que se sustenta en el mayor número



de estaciones con abundancias importantes de eufáusidos (>4.244 individuos/1000 m³).

Los resultados de la prueba estadística aplicada a la informaci3n de los lances planct3nicos diurnos y nocturnos, muestra la existencia de diferencias significativas entre ambos períodos, al obtener mediante la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis un valor $p = 0,0$

Poliquetos

Este grupo es el último en importancia numérica, registrando una fuerte presencia en las estaciones de plancton al alcanzar una frecuencia que no bajo de un 98,5% en ambos períodos del día, conjuntamente con una dominancia de 1,35 en el día y 3,3% para la noche. En este sentido, durante el período nocturno se observa una mayor presencia del grupos en las muestra de plancton con una densidad media de 14.405 poliquetos/1000 m³ que es bastante mayor a los 4.057 poliquetos/1000 m³ registrado para el día (**Tabla 16**).

5.3.2 Distribuci3n del zooplancton

Copépodos

Este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, con una distribuci3n de categorías de densidad que muestra un aumento de sus concentraciones durante el período nocturno (**Figura 11**).



En el d3a, las mayores concentraciones se ubicaron entre Arica Tocopilla, con un predominio de densidades entre 62.950–1.920.216 individuos/1.000 m³, donde las m3s altas concentraciones se situaron frente Arica, punta Lobos y punta Arena, en tanto, para la noche, las densidades se mantienen en el rango observado durante el d3a, pero los m3s altos valores son m3s recurrentes, observando incremento importantes de copépodos desde Antofagasta a Iquique, especialmente frente Antofagasta, Mejillones y caleta Chipana, que muestra una tendencia creciente en su abundancia de sur a norte en la zona de estudio (**Figura 11**).

En el sentido longitudinal, las densidades diurnas de este grupo presentan una tendencia descendente hacia el océano, con valores máximos a 1 y 10 mn con valores que bajan y se mantiene relativamente constante entre las 20 a 200 mn de la costa. De noche, se invierte con un ascenso de las densidades promedios de copépodos hacia el sector oceánico, especialmente entre las 20 y 70 mn de la costa (**Figura 17 y 18**).

En término de latitud, para el d3a altas concentraciones se ubicaron entre caleta Patillos y Tocopilla, en tanto durante la noche, existe una tendencia clara a incrementarse la abundancia hacia el extremos sur del área de estudio (**Figuras 19 y 20**).

Sinóforos

La distribución espacial de las densidades tanto de d3a como de noche, muestra mayores niveles de abundancia desde Arica a Tocopilla, para posteriormente disminuir hacia el sector sur del área de estudio (**Figura 19 y 20**). En este sentido, las mayores concentraciones se ubicaron en caleta camarones y punta Lobos en el d3a y entre Pisagua y punta Lobo para la noche (**Figura 12**).



En el d3a los sin3foros concentraron las mayores abundancias promedio a 1 mn de la costa (> 3000 sifon3foros/1000 m³), mientras que desde las 5 y 200 mn, estos valores fueron pr3cticamente constantes (<1000 ind/1000 m³). Durante la noche se produce un aumento desde la costa hacia el 3rea oce3nica entre Arica y Punta Gruesa, con los m3ximos de 130 a 200 mn (**Figura 18**), siendo el 3nico grupo que exhibe este patr3n durante las colectas nocturnas

Quetognatos

En general, este grupo estuvo presente en toda la zona de estudio, observando sus m3ximas densidades asociadas principalmente a estaciones costeras, con un marcado incremento en la frecuencia de ellas durante el per3odo nocturno (**Figura 13**). En general, para ambos per3odos se registra una mayor presencia de bajas densidades desde Arica e Iquique, lo cual se evidencia m3s durante las estaciones diurnas, mostrando la abundancia diurna y nocturna un incremento hacia el sur del 3rea prospectada (**Figura 19 y 20**).

En la zona de estudio, este grupo presenta el dominio de densidades entre 4.244 y 11.373 ind/1000 m³, siendo esta categor3a en el d3a m3s recurrente de caleta Chipana a punta Coloso, mientras que en la noche, estas densidades son mas frecuentes a lo largo del borde costero, destacando para este per3odo nocturno la m3xima concentraci3n de quetognatos (137.725 ind/1000 m³) en el extremo sur de la zona de estudio (**Figura 13**).

En el sentido longitudinal, para ambos per3odos la abundancia presenta un patr3n de distribuci3n similar, con una alta concentraci3n en la primera milla de la costa y su incremento desde las 10 mn hacia el sector oce3nico, marcando la diferencia solo la mayor magnitud de los valores nocturnos y la baja densidad



registrada a 40 mn de la costa. Asimismo, latitudinalmente la abundancia de quetognatos aumenta hacia el sur del 3rea de estudio (**Figura 19 y 20**).

Apendicularias

La distribuci3n de las altas densidades de apendicularias estuvo asociada mayoritariamente al sector costero, lo cual es m3s evidente durante el per3odo diurno, donde sus altos valores se ubicaron frente a Pisagua, Tocopilla y Mejillones (**Figura 12**). Asimismo, las m3s bajas densidades de este grupo se registraron durante el d3a, distribuidas principalmente en las estaciones oce3nicas.

En t3rmino de longitud, este grupo presenta un patr3n de distribuci3n similar al observado para quetognatos, con una alta densidad en la costa y el predominio de concentraciones mayores durante la noche, registrando para ambos per3odos del d3a, un incremento en la abundancia de apendicularias hacia el sector costero (**Figura 19 y 20**). Tanto para el per3odo diurno como nocturno, no se aprecia tendencia en la distribuci3n de la abundancia en el sentido latitudinal.

Eufaúsidos

Los eufaúsidos estuvieron ampliamente representados en las muestras de plancton, al registrar su presencia en un 95,71% para el d3a y 98,55% en la noche. Para ambos per3odos de muestreo las altas concentraciones de eufaúsidos se localizaron desde punta Lobos a punta Coloso, siendo evidente menores densidades hacia el norte del 3rea de estudio (**Figura 15**).

Las mayores abundancias diurnas y nocturnas, estuvieron asociadas principalmente al sector costero, registrando durante el periodo nocturno una mayor frecuencia,



como se observa en la cercanía de Antofagasta, en las estaciones situadas en el extremo sur del área de estudio.

En término de longitud, estas máximas densidades medias estuvieron a 1 mn en el día y 10 y 40 mn de noche (**Figura 17 y 18**), registrando para ambos períodos una tendencia decreciente hacia el sector oceánico (200 mn.). En sentido latitudinal, el patrón de distribución de los eufáusidos es distinto, con altos valores de densidad media entre Arica y punta Lobos, para luego disminuir hacia el sur, en tanto, durante la noche en el norte se registran las mas bajas densidades, las que paulatinamente se incrementan hacia el sur alcanzando su máximo frente a punta Coloso (**Figura 19 y 20**).

Poliquetos

En general, para ambos períodos de colecta, los poliquetos exhibieron sus mayores densidades asociadas a las estaciones más costeras, apreciándose una baja en sus concentraciones hacia las estaciones mas oceánicas, principalmente durante el día (**Figura 15a**). Su máxima densidad ocurrió en la estación de 1 mn frente a caleta Chipana (648.599 ind/1000 m³) y la mínima en la estación de 200 mn (127 ind/1000 m³).

De norte a sur, las mayores abundancias promedio por transecta diurnas se registraron frente a Arica (18°25'S), punta Patache (20°55'S) y Tocopilla (22°10'S), valor de última transecta influenciado por densidad exhibida en sola una estación (1 mn) (**Figuras 17 y 18**). Para la noche, la mayor abundancia promedio por transecta se ubicó frente a caleta Chipana (21°20'S), que al igual que para Tocopilla, su alta abundancia promedio la explica una gran concentración de poliquetos en la estación de 1 mn (**Figuras 19 y 20**).



5.3.3 Estructura comunitaria de los grupos zooplanct3nicos

El 3ndice de Margalef vari3 de 0,385 a 1,688, correspondiendo el valor menor a la estaci3n nocturna ubicada a 10 mn frente a punta Blanca (22°16'LS), donde se registro el n3mero menor (4) de grupos zooplanct3nicos (cop3podos, euf3usidos, poliquetos y apendicularias). El mayor 3ndice se localiz3 a 40 mn frente a punta Camarones con el registro de 14 taxas zoplanct3nicas.

El 3ndice de diversidad de Shannon & Weaver y Hill fluctuaron desde 0,102 a 1,716, y de 1,108 a 5,560, registrando la menor diversidad de grupos zooplanct3nicos registro en la estaci3n diurna localizada a 10 mn de Pabell3n de Pica (20°55'LS), en tanto la mayor diversidad se observ3 de noche en el mismo pero a 200 mn de la costa.

La uniformidad presente durante la prospecci3n mostr3 que el 85,00% (Pieliou) y 98,60% (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 salpas y doli3lidos con una asociaci3n de un 83%, lo que indica que su presencia simult3nea en las estaciones no fue escasa. En porcentajes menores (30,7%) se asociaron larvas de dec3podo-anf3podos y sin3foros-apendicularias, mientras que en el orden del 30% lo hicieron medusas- larvas de cifonautas y ostr3codos-quetognatos. En general para la zona de estudio, los mayores porcentajes de asociaci3n involucraron la coexistencia sobre dos grupos zooplanct3nico (**Figura 21**).



La comparaci3n de estructuras zooplanct3nicas, considerando el horario de muestreo (día-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 = 60,00%; centro = 61,10% y sur = 51,14%), conjuntamente con un aumento de ellas de norte a sur en la zona de estudio (**Tabla 19**).

Tabla 19. 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		
		Día	Noche	D - N	Día	Noche	D - N	Día	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

En la **Tabla 20**, donde se presenta el porcentaje asociado a cada taxa por distancia a la costa, estratificaci3n latitudinal y per3odo del día, los cop3podos representan la mayor proporci3n en cada estrato de an3lisis espacial y temporal, con valores que fluct3an entre 72,8 a 87,70 %, seguido de sifon3foros, poliquetos, apendicularias, quetognatos y euf3usidos, que representan cada para el 3rea total entre un 2 y 5 % del total de ejemplares. En este sentido, s3lo los cop3podos, sifon3foros, poliquetos y apendicularias, representan m3s del 92,00% del total de ejemplares observados en las 17 taxas.



Tabla 20. Porcentaje de ejemplares por grupo zooplactónico, según zona y total.

Taxa	Distancia a la Costa			Zona Latitudinal			Periodo del Día		Total
	1-25	40-100	130-200	Norte	Centro	Sur	Día	Noche	
Anfipodos	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Apendicularias*	2,0	2,3	3,2	3,3	1,8	2,1	1,5	2,8	2,3
Copepodos*	84,3	84,6	72,8	78,3	81,5	85,9	87,7	79,0	82,7
Ctenoforos	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Doliolidos	0,1	0,5	1,0	0,4	0,5	0,1	0,4	0,3	0,3
Estomatopodos	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Eufausidos*	1,7	1,6	2,4	1,6	1,6	2,1	1,4	2,1	1,8
L.cifonautas	0,6	0,2	0,5	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Lar.Decapodos*	1,2	0,5	0,1	0,7	1,1	0,7	0,9	0,8	0,9
Medusas	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5
Ostracodos	0,6	0,6	1,3	0,7	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7
Poliquetos*	3,7	0,9	0,6	1,3	4,4	1,3	1,3	3,3	2,4
Pteropodos*	0,8	1,0	2,4	1,1	1,1	1,0	0,7	1,3	1,1
Quetognatos*	1,3	2,0	3,9	1,6	1,5	2,3	1,5	2,1	1,9
Radiolarios	0,0	0,0	0,0	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Salpas	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Sifonoforos*	3,2	5,3	10,9	10,1	4,4	2,9	3,0	6,4	4,9

* Taxa seleccionado para modelamiento

Dado que el número de grupos observados por estratos difiere y existen taxas con una baja representatividad, que pudiera influenciar los resultados de la prueba, se optó por considerar ocho grupos zooplantónicos, 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 hipótesis de igualdad de las estructuras zooplanctónicas para los distintos niveles de los estratos por zonas, distancia a la costa y período del día (p -value <0.01 a un 95% de confianza. **Tabla 21**).

**Tabla 21** Tama1o de muestra, hip3tesis, estadístico de Wald y valor p para el an3lisis por zona y periodo del d3a.

Tama1o muestra	Hip3tesis	Wald	p.value
Zona	Ho: norte=centro=sur	1.685.835	< 0,001
	Ho: norte=centro	577.067	< 0,001
	Ho: norte=sur	1.001.246	< 0,001
	Ho: centro=sur	730.789	< 0,001
Distancia a la costa	Ho: D1=D2=D3	1.650.919	< 0,001
	Ho: D1=D2	410.099	< 0,001
	Ho: D1=D3	1.352.856	< 0,001
	Ho: D2=D3	534.937	< 0,001
Periodo d3a	Ho: D3a=Noche	1.127.307	< 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 mil3litros presentes en 1000m^3 de agua filtrada, encontr3ndose que dichos valores en su dimensi3n individual muestran un amplio rango de variaci3n, que fluct3a entre $13\text{--}1.440\text{ ml}/1000\text{m}^3$ (d3a) y $29\text{--}1.275\text{ ml}/1000\text{m}^3$ (noche) con valores promedio de 140 y 273, predominando en el d3a los biovol3menes categorizados dentro de los 34-100, mientras que de noche se registraron 101-300 y 301-900, los que representan un 67 67 y 26% de la biomasa total por periodo, respectivamente (**Figura 22**).

La distribuci3n espacial de la biomasa conformada principalmente por cop3podos, sin3foros, quetognatos, apendicularias y euf3usidos, se1al3 que las mayores abundancias ($>301\text{ ml}/1000\text{m}^3$) diurnas se localizaron principalmente en las estaciones m3s cercanas a la costa, desde caleta Patillos ($20^{\circ}40'LS$) hasta punta Grande ($22^{\circ}28'LS$), as3 como en una intrusi3n entre 40 y 100 mn, en el l3mite



norte del 3rea de estudio. Durante la noche la mayor categor3a se fortalece, incrementado su 3rea de participaci3n en el sector costero, entre 50 a 80 mn desde caleta Patillos a sur punta Lobos y entre 100 y 190 mn desde caleta Chipana a Mejillones (**Figura 22**).

5.4 Fauna acompa1ante y proporciones en las pesca de identificaci3n (objetivo 4)

5.4.1 Resultados de lances de pesca

En la zona de estudio se realizaron 30 lances de pesca, cuya ubicaci3n geogr3fica se muestra en la **Figura 4**. La red registr3 alturas en el centro de la relinga superior de 17 a 29 m, cubriendo los lances profundidades que van desde 13 a 97 m, con tiempos de arrastre que fluctuaron entre 17 a 44 minutos, a velocidades de arrastre desde 3,2 a 4,6 nudos.

En las **Tablas 22 y 23** se detalla para cada lance realizado en el 3rea prospectada, la captura total estandarizada en peso y n1mero de jurel y fauna acompa1ante.

La captura total fue de 1.024,90 Kg en 30 lances de pesca, de las cuales 36,06 Kg corresponden a jurel y 988.84 Kg a fauna asociada compuesta por otras especies. El esfuerzo aplicado por la embarcaci3n fue de 15 horas 55 minutos de arrastre, con un rendimiento promedio total de 64,37 Kg/hora para la pesca total y 2,26 Kg/hora de pesca para jurel. Si bien es cierto el rendimiento de jurel fue bajo como en anteriores evaluaciones en la zona, este estuvo presente en la captura de 8 lances de pescas y corresponde a sectores donde se localiz3 el recurso, en tanto el resto fue dirigido a identificar distintas agregaciones detectadas en la zona de estudio.



Tabla 22. Informaci3n de captura en peso de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por el B/C Abate Molina.

Lance	Fecha	Captura (Kg)									Total Captura	% Fauna	
		Jurel	Caballa	Anchoveta	Jibia	Calamar	Mict3fidos	Medusa	otros	Fauna acompa1ante			
1	06-11-2006	5,00								0,00	5,00	0,00	
2	06-11-2006	0,00							0,06	0,06	0,06	100,00	
3	07-11-2006	0,00				0,75	0,08		0,03	0,85	0,85	100,00	
4	08-11-2006	0,00				1,31	4,10		0,51	5,91	5,91	100,00	
5	09-11-2006	17,85		0,37		0,06			7,22	7,65	25,50	30,01	
6	10-11-2006	0,00						364,00		364,00	364,00	100,00	
7	10-11-2006	0,00		28,40		0,91	16,57		0,74	46,62	46,62	100,00	
8	12-11-2006	0,00			176,50	5,20	31,50			213,20	213,20	100,00	
9	13-11-2006	6,25								0,00	6,25	0,00	
10	14-11-2006	Lance sin pesca											
11	16-11-2006	0,00					42,00			42,00	42,00	100,00	
12	16-11-2006	0,70				35,50	18,00			53,50	54,20	98,71	
13	19-11-2006	0,00				0,13	13,50			13,63	13,63	100,00	
14	19-11-2006	0,01				0,64	0,56		0,002	1,20	1,21	99,18	
15	20-11-2006	0,00					32,50			32,50	32,50	100,00	
16	21-11-2006	0,00				0,11			12,65	12,76	12,76	100,00	
17	23-11-2006	Lance sin pesca											
18	23-11-2006	1,1	0,55	0,03						0,58	1,68	34,60	
19	24-11-2006	0,00				0,28	23,70			23,98	23,98	100,00	
20	25-11-2006	0,00					23,00			23,00	23,00	100,00	
21	26-11-2006	Lance sin pesca											
22	26-11-2006	0,00		0,23	2,80	0,63	20,67		0,81	25,14	25,14	100,00	
23	27-11-2006	0,00		27,10		0,85			3,50	31,45	31,45	100,00	
24	28-11-2006	0,00					11,50			11,50	11,50	100,00	
25	02-12-2006	Lance sin pesca											
26	02-12-2006	0,00					22,50			22,50	22,50	100,00	
27	03-12-2006	0,00					4,50			4,50	4,50	100,00	
28	03-12-2006	3,25							1,23	1,23	4,48	27,42	
29	04-12-2006	1,90							1,40	1,40	3,30	42,42	
30	05-12-2006	0,00	0,04	48,20		0,50			0,94	49,68	49,68	100,00	
		36,06	0,59	104,33	179,30	46,87	264,67	364,00	29,08	988,84	1024,90		

Medusas *Chrysaora fuscescens* (35,52%), mict3fidos *Familia Myctophidae* (25,82%), jibia *Dosidicus gigas* (17,49%), anchoveta *Engrulis ringens* (10,18%), calamar (4,57%), jurel *Trachurus murphyi* (3,52%), caballa *Scomber japonicus* (0,39%) y otros (2,84%).



Tabla 23. Informaci3n de captura en n3mero de fauna acompa1ante en los lances de pesca realizados por B/C Abate Molina.

Lance	Fecha	Captura (en n3mero)									Total Captura	% Fauna
		Jurel	Caballa	Anchoveta	Jibia	Calamar	Mict3fidos	Medusa	otros	Fauna acompa1ante		
1	06/11/2006	38								0	38	0
2	06/11/2006					100	16		3.000	119	119	100
3	07/11/2006					107	68		5	180	180	100
4	08/11/2006					75	16		42	133	133	100
5	09/11/2006	55		12		4			16	32	87	36.78
6	10/11/2006							1324		1324	1324	0
7	10/11/2006			892		13	11		4	920	920	100
8	12/11/2006					314	23152			23466	23466	100
9	13/11/2006	57								0	57	0
10	14/11/2006	Lance sin pesca										
11	16/11/2006						37800			37800	37800	100
12	16/11/2006	1				94	15174			15268	15269	99.99
13	19/11/2006					24	14918			14942	14942	100
14	19/11/2006	3				117	350		1	468	471	99.36
15	20/11/2006						26683			26683	26683	100
16	21/11/2006					8			24	32	32	100
17	23/11/2006	Lance sin pesca										
18	23/11/2006	18	3	1						4	22	18.18
19	24/11/2006					26	25992			26018	26018	100
20	25/11/2006						-			0	0	0
21	26/11/2006	Lance sin pesca										
22	26/11/2006			10	1	8	384		11	414	414	100
23	27/11/2006			1707		32			10	1749	1749	100
24	28/11/2006						-			0	0	0
25	02/12/2006	Lance sin pesca										
26	02/12/2006						15705			15705	15705	100
27	03/12/2006						-			0	0	0
28	03/12/2006	140							205	205	345	59.42
29	04/12/2006	110							87	87	197	44.16
30	05/12/2006								57	57	57	100
		422	3	2622	1	922	160269	1324	465	165606	166028	

Mict3fidos *Familia Myctophidae* (96,53%), anchoveta *Engraulis ringens* (1,58%), calamar *Loligo Gahi* (0,56%), Medusa *Chrysaora fuscescens* (0,79%), jurel *Trachurus murphyi* (0,25%), caballa *Scomber japonicus* (0,0018%), jibia *Dosidicus gigas* (0,0006%) y otros (0,28%).



5.4.3 Proporción y composición fauna acompañante

El 3.14% de lo capturado correspondió a jurel presente en 27 lances de pesca, mientras que solo uno no registró fauna acompañante, alcanzando esta el 96,48% de la captura total. Las especies presentes fueron: Medusas ***Chrysaora fuscescens*** (35,52%), mictófidos ***Familia Myctophidae*** (25,82%), jibia ***Dosidicus gigas*** (17,49%), anchoveta ***Engrulis ringens*** (10,18%), calamar (4,57%), jurel ***Trachurus murphyi*** (3.52%), caballa ***Scomber japonicus*** (0,39%) y otros (2,84%).

El alto volumen de medusa y jibia registrado en el estudio, se explica principalmente por la alta captura de sólo un lance de pesca para cada una de las especies, en tanto el fuerte aporte de mictófidos, lo explica su alta ocurrencia en 16 lances en la zona de estudio. Respecto a especies de interés comercial, la anchoveta solo se registró en 6 lances de pesca, siendo su representatividad en las capturas restringida por la limitación de realizar lances dentro de las 5 mn (**Figura 7**), sector donde se concentró principalmente el recurso, mientras que para caballa, su captura fue muy baja y se detectó en sólo dos lances e pesca.

En este sentido para la especie anchoveta, la estructura de talla registra tamaños que van desde 11 a 17,5 cm de longitud horquilla, con una moda principal en 14,5 cm, evidenciando ejemplares adultos, mientras que para caballa sus tamaños estuvieron alrededor de 24 a 25 cm longitud horquilla. Respecto a jibia su tamaño fluctuó entre los 82 a 92 cm, con moda en 83 cm de longitud de manto, evidenciando ejemplares de mayor tamaño que lo registrado en invierno en la zona centro sur del país (30 a 69 cm).



5.5 Condiciones oceanográficas y su relaci3n con la distribuci3n del zooplancton y la distribuci3n y abundancia del jurel en el área de estudio (objetivo 5)

5.5.1 Condiciones meteorol3gicas

Durante el crucero se realizaron 631 mediciones horarias de intensidad del viento sobre el track de navegaci3n (**Figura 23a**), determinando un valor promedio de 4,4 m/s en la zona de estudio. Es así que, el 71,8% correspondi3 a intensidades entre 2,5 y 7,5 m/s, mientras que un 8,9% supero los 7,5 m/s, donde 11,4 m/s fue la máxima intensidad registrada, un 14,9% fluctu3 1,1 y 2,5 m/s y las calmas representan un 4,4% de las mediciones (**Figura 24a**).

En la zona se apreci3 el predominio de vientos provenientes del cuarto cuadrante, donde vientos del N y NNO representan el 33 y 31 % respectivamente (**Figura 24b**),

Las mayores intensidades se registraron en las transectas frente a caleta Chipana (T8), punta del Urcu (T9) y punta Blanca (T10) con un promedio de 5,7 m/s y las menores frente a caleta Pabell3n de Pica (T7) y en la zona costera de las transectas 4, 10 y 12 (frente a punta Junín, punta Blanca y Mejillones, respectivamente) con intensidad promedio de 2,8 m/s (**Figura 23a**).

En este sentido, el índice de Surgencia (IS) promedio para el área costera de las primeras 30 mn registr3 un máximo de 765 m³/s x 1000 m de costa (en adelante s3lo m³/s) para el área entre los 23° y 24°S seguido por 740 m³/s entre los 21° y 22°S (**Figura 23b**). El resto de los valores fluctu3 entre 298 y 451 m³/s, siendo 346 m³/s el promedio. El valor mínimo (298 m³/s) correspondi3 a las mediciones entre los 22° y 24°S.



Por otra parte, Índice de Turbulencia (IT) máximo en la franja costera fue de $196 \text{ m}^3/\text{s}^3$ entre los 23° y 24°S , valor seguido por $166 \text{ m}^3/\text{s}^3$ entre los 21° y 22°S (**Figura 23c**). Los demás valores de IT oscilaron entre 53 y $92 \text{ m}^3/\text{s}^3$ con el mínimo señalado entre las latitudes de 22° y 23°S . En el sector oceánico el IT máximo fue de $286 \text{ m}^3/\text{s}^3$ entre los 21° y 22°S , mientras los restantes valores estuvieron entre 81 y $195 \text{ m}^3/\text{s}^3$ con el mínimo en la misma latitud en que encontramos el mínimo costero.

5.5.2 Muestreo regular

5.5.2.1 Distribuci3n horizontal de las variables oceanográficas

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

a) Estrato de superficial

Temperatura: La temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de estudio (**Figura 25a**) presentó un rango total de variaci3n entre $14,3^\circ$ y $22,05^\circ\text{C}$, con el mínimo localizado frente a Mejillones a 10 mn de la costa y el máximo frente a Arica a 130 mn. El valor promedio de la TSM en la zona fue de $18,97^\circ\text{C}$.

La distribuci3n de TSM indica que los mayores valores relativos ($> 21^\circ\text{C}$) se ubicaron en un foco cálido que se extiende en el sector oceánico entre Arica y caleta Chucumata formando en la zona oceánica un gradiente norte – sur del orden de \mathbf{O} ($0.009 \text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$), mientras que perpendicular a la franja costera (20 mn) se observan gradientes térmicos \mathbf{O} ($0.1 \text{ }^\circ\text{C}/\text{km}$).



La anomalía de TSM en la zona de estudio (**Figura 25b**) registró un predominio de valores entre -1 y $+1^{\circ}\text{C}$. Registrándose las anomalías negativas en la franja costera y las positivas en la zona oceánica.

Salinidad: La salinidad superficial del mar (SSM) registró un rango total de variación de 34,53 a 35,33 psu (**Figura 25c**). Salinidad mayor a 35 psu se asoció al sector oceánico comprendido entre Arica y caleta Pabellón de Pica, con las mayores salinidades hacia el sector noroeste de la zona en prospección, ubicándose el máximo en las 130 mn frente a Arica. También destaca un foco con salinidades relativamente mayores (> 35 psu) frente a punta Guasilla y Mejillones a 200 mn de la costa. La menor salinidad del período de estudio se registró a 200 mn frente a punta Coloso. En la franja costera, las menores SSM se registraron desde punta Madrid al sur, los cuales corresponden a salinidades menores a 34,80 psu, mientras el máximo en esta misma franja se ubicó frente a punta Chucumata de 34,82 psu. 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) mientras que, en el sector medio ($20^{\circ}3'S$) de la banda costera, gradiente este-oeste, aparece un gradiente del orden 0 (0.01 psu/km) que se intensifica hacia el norte y debilita hacia el sur

La anomalía de SSM registró un claro predominio de valores entre $-0,1$ y $+0,1$ psu, destacándose un foco de anomalías negativas con valores menores a $-0,2$ psu, asociado a salinidades de 34,60 psu, desde frente a punta Guasilla, a 21 mn, hasta punta Blanca a 20 mn de distancia a la costa (**Figura 25d**). Destaca una intrusión de agua menos salina, asociada a anomalías negativas, en la zona oceánica frente a caleta Chipana, que llega hasta las 130 mn.



Densidad: La densidad superficial registró un rango de valores entre 24,33 a 25,93 kg/m³, ubicándose las mayores densidades en la franja costera, formando un gradiente horizontal que se ubica en las primeras 10 mn de distancia a la costa en el área central de la zona de estudio, sin embargo, frente a punta Junin, punta Blanca y punta Guasilla el gradiente se extiende hacia el sector oceánico llegando en el último caso hasta las 30 mn (**Figura 25e**). Las más bajas densidades, menores a 24,4 kg/m³, se registraron en un foco desde Arica a punta Argolla entre 40 y 80 mn. También destacan las altas densidades registradas en las estaciones oceánicas ubicadas a 200 mn frente a caleta Pabellón de Pica y punta Blanca con valores cercanos a 25 kg/m³.

b) Estrato de 25 m de profundidad

Temperatura: Para este estrato, la variable presentó valores entre 13° y 20,5°C, con un promedio para el área de 16,7°C (**Figura 26a**). Las menores temperaturas (< 17°C) se presentaron en la franja costera, más ancha que en superficie (> 20 mn) que se extiende hacia el sector oceánico (>40 mn) frente a punta Camarones, punta Guasilla y punta Blanca. Los registros menores a 13,5°C se presentan desde punta Colorada hacia el sur, a menos de 5 mn. También se pueden apreciar tres focos con temperatura menor a 17°C frente a punta Blanca, punta Caleta Errázuriz a 100 mn y punta Chucumata a 70 mn.

Los mayores valores de temperatura en este estrato (> 19°C) se presentaron en la zona nor-oeste del área de estudio como dos intrusiones de agua más cálida proveniente de sectores oceánicos frente a punta Argolla y caleta Pabellón de Pica, las cuales alcanzan hasta 70 mn, con dos focos de temperaturas mayores a 20°C a 100 y 170 mn frente a punta Camarones.



En el estrato de 25 m de profundidad también muestra gradientes norte–sur y este–oeste, de similares características que los superficiales.

Salinidad: La salinidad en el estrato de 25 m evidenció valores entre 34,20 y 35,20 psu, con un valor medio de 34,80 psu (**Figura 26b**). Los mayores valores de salinidad se registraron en la zona oceánica del área de estudio, principalmente sobre las 170 mn de distancia a la costa. Sin embargo, entre punta Argolla y punta Camarones se observó una intrusión de agua más salina, > 35 psu, que se extendió hasta 80 mn. Las salinidades menores (< 34,70 psu) se distribuyeron en forma de lentes o núcleos, prácticamente en toda la zona de estudio, destacándose el que se encuentra frente a punta Blanca a 200 mn (> 34,40 psu) y el ubicado a 70 mn frente a caleta Chucumata, el que coincide espacialmente con el núcleo de baja temperatura. La banda costera de alta salinidad tiende a ser mas difusa y por lo tanto menos intensa que en superficie.

Densidad: A 25 m de profundidad la densidad presentó valores entre 24,77 y 26,21 kg/m³ con un promedio de 25,40 kg/m³ (**Figura. 26c**) Los mayores valores de sigma-t registrados en la franja costera con un gradiente zonal que llega hasta 40 mn con valores asociados menores a 25,20 kg/m³. Sin embargo, frente a Arica y punta Camarones se extiende hacia la zona oceánica, llegando hasta 70 mn. Frente a Arica se registraron los valores de densidad mas altos (> 26 kg/m³) a distancias menores a 5 mn.

La zona oceánica presenta valores de densidad menores a 25.20 kg/m³ con algunos focos de densidades mayores, destacándose el encontrado entre punta Colorada y caleta Chucumata a 70 mn con densidades mayores a 25,40 kg/m³, presentando relación en su ubicación con los focos de baja temperatura y salinidad.



c) Estrato de 50 m de profundidad

Temperatura: La zona no presenta una banda costera marcada, mostrando poca diferencia entre la zona costera y oceánica con valores que fluctuaron entre 13° y 18°C, registrándose los menores valores desde punta Blanca al sur a menos de 5 mn de distancia a la costa, con valores menores de 13,10°C (**Figura 27a**). También se registraron valores similares en un foco de agua fría en el sector oceánico, frente a punta Colorada a 100 mn. Los mayores valores (> 16 °C) se registraron en el sector oceánico a más de 170 mn, frente a punta Argolla y punta Colorada y a más de 130 mn entre punta del Urcu y punta Coloso.

Salinidad: En el estrato de 50 m, la salinidad presentó variaciones entre 34,047 y 35,038 psu con un promedio de 34,647 psu (**Figura 27b**). Las mayores salinidades (> 34,80 psu) se presentaron en la franja costera entre punta Argolla y Mejillones, a menos de 20 mn y en Arica se extiende hasta 40 mn. También se evidenciaron dos focos con este tipo de salinidades en el sector oceánico, uno frente a punta Argolla y otro frente a Mejillones, ambos centrados a 200 mn de la costa.

Las menores salinidades (< 34,20 psu) se registraron en dos focos, uno frente a Mejillones (130 mn) y otro frente a punta Coloso (100 mn). También destaca la presencia de un foco con salinidades superiores a 34,70 psu ubicado a 70 mn frente a caleta Chucumata que se relaciona con focos observados en el estrato de 25 m de profundidad.

Densidad: La densidad presentó variaciones entre 25,19 y 26,27 kg/m³, registrándose los mayores valores (> 26,20 kg/m³) en la franja costera entre Pisagua y Antofagasta a menos de 20 mn y en dos focos, uno de ellos ubicado frente a caleta Pabellón de Pica a 130 mn y el otro entre punta Colorada y punta



caleta Chucumata a 70 mn, relacionándose con el foco de salinidades superiores a 34,70 psu (**Figura 27c**). Las menores densidades ($< 25,4 \text{ kg/m}^3$) se presentaron al suroeste de la zona de estudio, entre punta del Urcu y punta Coloso a más de 100 mn de la costa, siendo importante destacar, la proyección y núcleo de densidad relativamente mayores ($>25,8 \text{ kg/m}^3$) frente a mejillones, que esta asociado a la proyección de la los 14°C y el mínimo salino ($<34,30 \text{ psu}$) ubicado en el sector en este estrato y que no fue observado en las capas superiores.

d) Estrato de 100 m de profundidad

Temperatura: La temperatura de este estrato presentó variaciones entre $11,71^\circ$ y $13,61^\circ\text{C}$, con un promedio de $12,94^\circ\text{C}$ (**Figura 28a**). El campo térmico horizontal presentó una distribución relativamente homogénea, caracterizado por la isoterma de 13°C , que dividió el área de estudio en dos zonas. Al norte de la zona de estudio se registraron las temperaturas mayores ($> 13,5^\circ\text{C}$) frente a Arica a 130 mn y las menores temperaturas se registraron al sur, frente a punta Coloso a 100mn.

Al sur de la isoterma se presentaron focos con temperaturas mayores a 13°C , frente a caleta Chipana, a 20 y 100 mn, desde punta del Urcu a punta Guasilla a 200 mn, desde esta última hasta punta Caleta Errázuriz a 40 mn y frente a punta Coloso a 170 mn. Al norte de la isoterma se registró solo un foco con temperaturas menores a 13°C a 170 mn.

Salinidad: El estrato de 100 m, la salinidad presentó variaciones entre 34,285 y 34,898 psu con un promedio de 34,749 psu (**Figura 28b**). Al igual que la temperatura para esta profundidad, el área de estudio se puede dividir en dos zonas, marcadas por la isohalina de 34,8 psu. Las salinidades sobre este valor no superan los 34,90 psu y forma un área relativamente homogénea, principalmente al norte de caleta Chipana, con una extensión al sur por el sector costero que alcanza



las 20 mn, llegando hasta punta Coloso, ampliándose hasta 70 mn en punta Caleta Errazuriz. Esta zona solo se ve interrumpida por un foco de salinidad menor a 34,60 psu frente a punta Junin a 200 mn.

Al sur de la isolínea de 34,80 psu se registran focos de baja salinidad, los que alcanzan valores de 34,30 psu como el ubicado frente a punta Blanca a 170 mn. La menor salinidad (34,285 psu) se registró frente a punta Coloso a 70 mn, mientras que la proyección de los 34,80 psu aparece ubicada en el sector donde se registró el mínimo salino ($< 26 \text{ kg/m}^3$) a 50 m de profundidad.

Densidad: Los registros de densidad presentan variación entre 25,85 y 26,35 kg/m^3 , con un promedio de 26,21 kg/m^3 (**Figura 28c**). La estructura de densidad se presentó relativamente homogénea, con valores máximos en la zona costera entre punta del Urcu y Antofagasta que son mayores a 26,3 psu. En la zona oceánica se presentan dos focos de baja salinidad ($< 26 \text{ kg/m}^3$), uno frente a punta Pinto a 200 mn y otro frente a punta del Urcu.

e) Estrato de 200 m de profundidad

Temperatura: En este estrato la temperatura presentó una distribución bastante homogénea, con variaciones entre 10,66° y 12,94°C, y un promedio de 11,97°C (**Figura 29a**). Los menores valores ($< 11^\circ\text{C}$) se registraron frente a punta Coloso a 100 mn. La zona es separada claramente por la isoterma de 12° C que separa una zona oceánica y costera ($> 12^\circ\text{C}$) de una zona oceánica ubicada más al sur ($< 12^\circ\text{C}$), con un núcleo centrado en los 73°W frente a Cta. Pabellón de Pica. La isoterma de 12°C se extiende desde punta Coloso (a 10 mn de distancia a la costa) y hacia el norte aumenta su distancia con respecto a la costa llegando a 200 mn frente a punta Argolla.



Salinidad: La salinidad se present3 con una distribuci3n similar a la temperatura, con valores entre 34,612 y 34,884 psu, en este caso la isohalina de 34,80 psu se extendi3 desde frente de punta Coloso (a 10 mn) hacia el norte aumentando su distancia con respecto a la costa llegando a 200 mn frente a Arica (**Figura 29b**). Desde esta isolínea hacia la costa se evidenci3 un aumento de salinidad, registrándose los mayores valores frente a Arica (20 mn). Similar a lo obtenido con la temperatura, se registr3 un foco e mayor salinidad (> 34,8 psu) frente de caleta Pabell3n de Pica a 130 mn.

Las menores salinidades se registraron frente de punta Coloso a 100 mn, con valores de 34,61 psu y entre punta del Urcu y punta Guasilla a 200 mn de la costa, con valores menores a 34,70 psu.

Densidad: La densidad para este estrato present3 variaciones entre 26,32 y 26,55 kg/m³, con un promedio de 26,43 kg/m³ (**Figura 29c**). En general la distribuci3n fue relativamente homogénea, caracterizada por la isopicna de 26,40 kg/m³ que se extendi3 de punta del Urcu a punta Camarones a menos de 70 mn y desde punta Argolla hacia el norte lleg3 hasta 200 mn. Focos de densidad menores a 26,40 kg/m³ se detectan frente punta Guasilla a 10 mn, punta Coloso a 10 mn y caleta Pabell3n de Pica a 130 mn, relacionado con lo registrado en temperatura y salinidad. Las mayores densidades se registraron frente a punta Coloso a 100mn. Frente a Mejillones un n3cleo de menor densidad (< 26 kg/m³) aparece asociado a la proyecci3n anticicl3nica de la isoterma de 12 °C y las isohalina de 34,80 psu.



f) Estrato de 400 m de profundidad

Temperatura: Para este estrato la temperatura varió entre los 8,19°C y 11,13°C con un promedio de 9,15°C (**Figura 30a**). Los máximos valores ($> 10^{\circ}\text{C}$) se registraron en dos focos, uno centrado a 10 mn frente a Arica, y el otro frente a caleta Pabellón de Pica a 130 mn. Foco último que tendría relación con los sectores de menor temperatura, mayor salinidad y densidad, registrados en el estrato de 200 m. Los menores valores de temperatura ($< 9^{\circ}\text{C}$) se registraron en el sector oceánico al suroeste del área de estudio.

La proyección anticiclónica que se observa desde los 50 m frente a Mejillones persiste hasta los 400 m de profundidad, donde se registra la isoterma de 9°C.

Salinidad: En este estrato la salinidad presentó variaciones entre 34,523 y 34,747 psu con un promedio de 34,598 psu (**Figura 30b**). La zona de prospección estuvo caracterizada por la isohalina de 34,6 psu, donde los máximos valores ($> 37,70$ psu) se registran a 20 mn frente a Arica, mientras que los menores se observan al suroeste del área de estudio. Destaca un foco de salinidad sobre 34,60 psu ubicado a 130 mn, frente a caleta Pabellón de Pica, relacionando con una menor temperatura en este sector, en tanto la salinidad, al igual que la temperatura, muestra la persistencia de la proyección anticiclónica frente a Mejillones donde los 34,60 psu marca esta tendencia.

Densidad: La densidad presento un comportamiento similar a la salinidad, con variaciones entre 26,56 y 26,87 kg/m^3 (**Figura 30c**). Este estrato se caracterizo por isopicna de 28,80 kg/m^3 , con valores menores registrados a 20 mn frente a Arica. Los mayores valores se registraron frente a punta Coloso y punta Guasilla a 40 y 170 mn respectivamente. Frente a Mejillones, se vuelve a visualizar a través de la



densidad una proyecci3n anticicl3nica claramente evidenciada por la isohalina de 34,60 psu.

g) Profundidad de la Isotherma de 15°C

La profundidad de la isoterma de 15°C present3 una variaci3n que va de 2 a 83 m, con una profundidad promedio de 37,8 m (**Figura 31a**). La m3nima profundidad de esta variable fue registrada hacia la banda costera, con valores menores a 20 m en las primeras 20 mn desde la costa. Las mayores profundidades (> 50 m) se observaron desde Arica a punta Colorada en el 3rea oce3nica al oeste de los 74°W.

Entre punta Junin y caleta Pabell3n de Pica, fuera de la banda costera se extiende un sector donde la isoterma de 15°C alcanza profundidades menores a 40 m, con valores extremos de 30 m frente punta Chucumata, observando nuevamente 40 m a la cuadra de punta Blanca y Mejillones. En este sentido, para el primer sector existe coherencia espacial con las distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sobre los 100 m de profundidad y la anomal3a geopotencial de superficie que ser3 descrita m3s adelante. Frente a Mejillones la coherencia espacial con los campos de temperatura, salinidad y densidad, no se observa, apreciando una profundizaci3n.

En general, la anomal3a de profundidad de la isoterma de 15°C muestra valores negativos en la banda costera (<-10 m) y en un sector oce3nico, que son coherentes con la elevaci3n de la isoterma descritas anteriormente (**Figura 31b**). Estos est3n separados por anomal3as mayores a 0 y 10 m que se observaron en una banda paralela a la costa y centrada en 71° 30'W. La anomal3a de la isoterma muestra perturbaciones horizontales del orden de cientos de kil3metros como di3metro, sin mostrar tendencias horizontales que indiquen un cambio en toda la zona.



h) Circulaci3n geostr3fica superficial referida al nivel de 500 m

La circulaci3n geostr3fica (anomalía geopotencial de superficie) de la zona permite visualizar claramente para el crucero la presencia de un giro cicl3nico entre punta Camarones y caleta Pabell3n de Pica, cuyo centro esta a 100 mn de la costa, relacionándose con focos de menor temperatura (25 m), menor salinidad (25m), mayor salinidad (50 m) y aumento de densidad (en ambos estratos) (**Figura 31c**).

Al norte de este giro, el flujo es oeste-este, casi en forma perpendicular y se aproxima a la costa entre punta Camarones y punta Argolla.

Hacia el sur-oeste del giro se presenta un giro anticicl3nico, de menor tamaño, ubicado frente a caleta Pabell3n de Pica, entre 130 y 170 mn. En ambos casos la escala espacial involucrada muestra tamaños entre aproximadamente 90 y 200 km, definiéndose como procesos de mesoescala.

En el sector oceánico, al sur de punta Camarones, la circulaci3n geostr3fica superficial evidenci3 un claro predominio de flujos hacia el norte. Un giro anticicl3nico esta presente frente a Mejillones y por su cercanía podría evidenciar un filamento anticicl3nico.



c) Profundidad capa mezcla, termoclina, espesor de la termoclina, temperatura base de la termoclina, gradiente m3ximo, m3nimo y promedio de la termoclina.

La capa de mezcla registr3 valores en el rango de 0 y 35 m, con un promedio de 5,7 m y un predominio de los valores entre 0 y 5 m con algunos focos de profundidades mayores a 15 m, frente a punta Camarones a 170 mn, caleta Pabell3n de Pica a 170 mn, caleta Chipana a 130 mn, punta del Urcu a 200 mn, punta Caleta Errazuriz a 200 mn y a punta Coloso a 130 mn (**Figura 32a**). En este 3ltimo se registr3 la m3xima profundidad.

En dos focos se observaron valores m3nimos, uno desde punta Camarones hasta caleta Pabell3n de Pica, otro desde punta del Urcu a punta Guasilla, a una distancia m3xima de 20 y 10 mn.

El espesor de la termoclina registr3 un rango total de 1 a 62 m, mostrando los m3nimos en la banda costera, (10 mn frente a Mejillones), y los m3ximos en la zona oce3nica (200 mn frente a Arica) (**Figura 32b**). Los mayores espesores de la termoclina (> 50 m) se registraron en tres focos, el primero a 200 mn desde Arica a punta Argolla, el segundo a 50 mn frente a punta Argolla y el tercero entre punta del Urcu y punta Blanca a 200 mn. En tanto los valores menores (< 15 m) se observaron entre punta Colorada y caleta Chucumata a 100 mn, desde caleta Chipana a punta del Urcu entre 130 y 170 mn, frente a punta Guasilla en dos focos a 20 y 170 mn, y a la cuadra de Mejillones a 10 mn. Frente a punta Chucumata, donde fue descrito un comportamiento de mesoescala el espesor de la termoclina muestra dos focos de comportamiento inverso, en uno asociado a circulaci3n cicl3nica el espesor disminuye (< 15 m) mientras que el otro ligado a la din3mica anticicl3nica



aumenta a m1s de 35 m, observando similar estructuras frente a Mejillones y Punta Blanca.

La temperatura en la base de la termoclina registr3 un rango total de 12,2 a 16,6°C, con una temperatura media de 14,1°C (**Figura 32c**). Esta variable presento valores entre 13 y 15°C, con un foco de valores bajo 13°C entre Mejillones y punta Coloso desde 100 a 130 mn de la costa. Temperaturas sobre los 15°C se detectaron en 4 focos, el primero frente a punta Coloso a 170 mn, y que presento la m1xima temperatura registrada, dos frente a caleta Pabell3n de Pica y caleta Chipana a 20 y 40 mn, y el cuarto de mayor extensi3n entre punta Jun3n y punta Colorada sobre las 170 mn de la costa.

La profundidad de la base de la termoclina registr3 valores en el rango de 7 a 97 m, midi3ndose la menor profundidad frente a punta Guasilla a 5 mn y su m1ximo a 200 mn frente a punta del Urdu (**Figura 32d**). Los valores mas altos (> 70 m) se registraron en dos focos, uno entre Arica y punta Argolla a 200 mn y otro de mayor extensi3n entre caleta Chipana y punta coloso a m1s de 100 mn. En general, en el 1rea oce1nica predominan valores sobre los 40 m, mientras que para gran parte del sector costero la profundidad base de la termoclina presento profundidades menores a 20 metros, exceptuando los sectores entre punta Madrid y punta Camarones, entre caleta Chipana y punta del Urcu y entre Mejillones y punta Caleta Err1zuriz. En la zona donde se present3 el giro cicl3nico el espesor de la termoclina s3lo alcanza a 15 m y la profundidad de la base de la termoclina se eleva por sobre los 40 m de profundidad.

El gradiente promedio de la termoclina se distribuye de forma homog3nea en el 1rea de estudio, presentando en general valores entre 0,2 y 0,3°C/m, con un foco de valores bajo (0,1°C/m) entre punta del Urcu y punta Blanca 200 mn (**Figura 33a**).



Gradientes sobre $0,3^{\circ}\text{C}/\text{m}$ se evidencian en diversos sectores en la zona oceánica, entre punta Junin y punta del Urcu, presentando el área desde punta Colorada a caleta Chucumata entre 70 y 100 mn un alto gradiente de $0,36^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

En la zona costera valores sobre $0,3^{\circ}\text{C}/\text{m}$ se registraron frente a Arica a 1 mn, frente a punta Colorada a 5 mn y desde punta Guasilla a Mejillones entre 1 y 5 mn. Sector ultimo donde se observó el máximo gradiente ($0,45^{\circ}\text{C}/\text{m}$) en la zona de estudio.

El gradiente máximo presentó valores que van de $0,12$ a $0,90^{\circ}\text{C}/\text{m}$, con un predominio de gradientes entre $0,2$ y $0,4^{\circ}\text{C}/\text{m}$. El valor mínimo estuvo frente a punta Coloso a 40 mn y el máximo a 100 mn a la cuadra de punta Colorada (**Figura 33b**). Algunos focos evidencian valores sobre $0,6^{\circ}\text{C}/\text{m}$, frente a punta Colorada y caleta Chucumata desde 70 a 100 mn, coincidiendo con el giro ciclónico, así como de caleta Chucumata a caleta Chipana sobre las 170 mn de la costa.

La profundidad del gradiente máximo evidenció un rango total de variación de 3 a 90 m (**Figura 33c**), dominando los valores entre 10 y 40 m. Destaca valores sobre 80 m en foco entre punta Blanca y punta Guasilla a más de 170 mn, sector en donde se registró el valor máximo. Las menores profundidades (< 10 m) se registraron en el sector costero de punta Madrid al sur, normalmente a menos de 10 mn.

Destaca, en el sector entre punta Colorada y caleta Chucumata, entre 70 y 130 mn de distancia a la costa, la relación existente entre el giro ciclónico y focos de menor espesor, profundidad de la base y mayor gradiente de la termoclina.



5.5.2.2 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas

A continuaci3n, 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 prospecci3n. 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) mostr3 la presencia de una capa de fuerte variaci3n térmica que se hace más intensa hacia la costa y en direcci3n 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 34**). En todas las transecta se registr3 un levantamiento de las isolíneas, que es variable en posici3n y pendiente. Es así que, para la transecta 1 el levantamiento fue mas evidente en la isoterma de 14°C entre 10 y 20 mn, desde la transecta 2 a 4 el levantamiento se registr3 en las isotermas con temperaturas sobre los 14°C y entre 1 a 20 mn, mientras que la transecta 4 present3 un levantamiento con menor pendiente y más oceánico, desde entre 1 y 70 mn. En general el levantamiento se registr3 en los primeros 20 m de profundidad y a profundidades mayores a 100 m 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 térmica, la que se hace más evidente hacia la costa, observando en general, un levantamiento de las isotermas de más de 13°C hacia profundidades menores a 100 m en la costa, mientras que en las transectas 5 y 8 fue más evidente para temperaturas mayores a 14°C (**Figura 35**). Es así que, en



la transecta 6 se observ3 un levantamiento de las isotermas (100 mn), que afect3 toda la columna de agua, en tanto para la transecta siguiente (7), un levantamiento de la isolnea de 13°C y la profundizaci3n de las isotermas bajo los 200 m, se registro a 130 mn de distancia a la costa. En el sector costero, las isotermas menores a 13°C mostraron pendiente negativa bajo los 100 m de profundidad, observando de manera paralela en el crucero, el predominio de temperatura mayor a 19°C en superficie, registrando en las transectas 5, 6 y 7 n3cleos que superaron los 20°C.

En el sector sur (transectas 10-14) tambi3n se detect3 levantamiento en las isotermas de temperaturas desde 13°C entre la transecta 10 y 13, mientras que en transecta 14 el levantamiento se registr3 en isolneas con temperaturas desde los 14°C (**Figura 36**). En general, esta perturbaci3n se registr3 entre 1 y 40 mn y a menos de 100 m de profundidad, observando a distancias mayores a 40 mn el dominio de temperaturas superficiales sobre los 17°C con algunos n3cleos de temperaturas mayores a 19°C en transecta 10, 11 y 12. En esta 3ltima se registro profundizaci3n de las isotermas bajo los 100 m de profundidad.

Frente a Mejillones (transecta 12) la profundizaci3n de las isotermas a 30 mn de la costa, es consistente con una distribuci3n similar frente a Punta Coloso (transecta 13), donde todas las isotermas sobre 400 m de profundidad muestran un hundimiento en las 30 mn y el levantamiento hacia la costa formando un valle.

En general para la zona de estudio, se present3 una capa superficial (0 a 100 m), de altos gradientes t3rmicos y perturbaciones asociadas al levantamiento de las isolneas hacia la costa. La capa profunda, bajo la termoclina muestra una pendiente negativa de las isolneas 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 en la transecta 1, el que se extiende desde la plataforma continental a hasta las 200 mn centrado a 150 m y que disminuye su extensi3n hacia el sur, llegando a 140 mn en la transecta 4 (**Figuras 37**). En la transecta 1 este n3cleo supera los 34,90 psu a 40 mn y a 150 m de profundidad, mientras que se evidencia un n3cleo menor con salinidades bajo 34,60 psu, el cual se extiende desde el sector oce3nico hacia la costa, llegando hasta 165 mn en la transecta 4, centrado a 60 m de profundidad. Las mayores salinidades (> 35,20 psu) se registraron principalmente en el sector oce3nico, sobre las 60 mn a no m3s de 40 m de profundidad, no obstante, en la transecta 2, entre 10 y 20 mn a menos de 20 m de profundidad, se registr3 un n3cleo de alta salinidades (> 35,20 psu).

Al igual que el norte, el sector centro present3 un n3cleo subsuperficial con salinidades superiores a 34,8 psu y centrado a 15 m de profundidad, el cual en la transecta 6 es continuo y super3 las 200 mn, para posteriormente disminuir su extensi3n hacia el sur, apreci3ndose interrumpido por salinidades menores a 34,8 psu, entre 55 y 100 mn en la transecta 7 y desde 75 a 130 mn para la transecta 8, y bastante reducido y cercano a la costa en la transecta 9, alcanzando solo hasta 35 mn, predominando en los sectores de reducci3n isohalina de 34,70 psu (**Figuras 38**).



En este sector, una serie de n3cleos de baja salinidad menor a 34,40 psu se aprecia entre 30 y 100 de profundidad, los que aumentan en tama1o, se profundizan y disminuyen en salinidad hacia el sur. Bajas salinidades menores de 34,40 psu en n3cleos registrados en el sector oce1nico (> 130 mn), centrados a 100 m de profundidad. Salinidades sobre 35 psu se registraron en n3cleos superficiales que se extendieron sobre las 20 mn.

En el sector sur el n3cleo subsuperficial de salinidades mayores a 34,80 psu se present3 interrumpido, entre la costa y 130 mn, presentando su menor extensi3n en la transecta 14, donde lleg3 solo hasta 15 mn (**Figuras 39**). Los n3cleos con salinidades menores a 34,4 psu, registrados en el sector centro, aumentaron en tama1o y presentaron salinidades bajo 34,10 psu en la transecta 2 y 14 a 100 y 70 mn, respectivamente. Salinidades mayores a 35 psu se registraron n3cleos superficiales en las transectas 11, 12 y 14 a 200 mn.

En la zona de hundimiento de las isotermas (transectas 12 y 13) a 30 mn frente a Mejillones, se observa un n3cleo salino a 150 m de profundidad separado del n3cleo costero asociado al talud continental.

En general para la zona prospectada, entre 50m (hacia la costa) y 300 m de profundidad se encuentra el n3cleo de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS), el cual se extiende entre valores mayores a 34,8 psu en las transectas del norte y 34,7 psu en las transectas del sur de la zona en estudio, mostrando un claro gradiente latitudinal de salinidad. Esta capa de salinidad, aunque disminuye, tiende a permanecer relativamente con el mismo espesor (m1s extenso sobre el talud y disminuye hacia la zona oce1nica), aun cuando est1 sujeta a perturbaciones reflejadas en oscilaciones de las isohalinas y la presencia de m1s de un n3cleo de alta salinidad presentes sobre el talud y la zona oce1nica.



Densidad

La densidad vertical en el sector norte present3 una distribuci3n similar a la temperatura, con una fuerte piconclina en todas las transectas, intensific3ndose en el sector costero de transecta 1 (**Figura 40**). Todas las transectas presentan un ascenso de las isol3neas, desde las 40 mn en la transecta 1, desde las 20 mn en las transectas 2 y 3, as3 como desde las 10 a 20 mn para la transecta 4. Las isopicnas 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/m^3 , registrando solo valores superiores en el sector costero ($< 10 \text{ mn}$, transecta 2 y 4).

En el sector centro la densidad superficial mantiene valores bajos de 25 kg/m^3 , sin embargo, en T7 y T9 se evidenci3 un levantamiento de la isopicna de 25 kg/m^3 a m3s de 130mn y a menos de 20 mn registr3ndose densidades superiores a 25 kg/m^3 en estos sectores (**Figura 41**). Adem3s, se present3 una fuerte piconclina, la que fue mas evidente en el sector costero, donde adem3s se registr3 un ascenso de las isopicnas sobre los 100 m de profundidad, mientras que bajo los 150 m las isopicnas registraron pendiente negativa. En T5 y T6 se registraron variaciones en las pendientes de las isopicnas a 100 mn de la costa, afectando toda la columna de agua. En el sector oce3nico de T7 se aprecio un levantamiento de las isol3neas, entre 50 y 100 m de profundidad, y profundizaci3n en las de m3s de 100 m.

En la ZS se mantuvo el levantamiento oce3nico y costero de la isoterma de 25 kg/m^3 para T10, T11 y T12 mientras que en T13 el levantamiento fue solo en el sector oce3nico, desde las 70 mn. En T14 la isopicna esta casi totalmente ausente, registr3ndose un solo un foco con densidades menores a 25 kg/m^3 a 40 mn. El levantamiento de las isopicnas sobre los 100 m de profundidad en el sector costero



se mantiene. En esta zona la picnoclina se present3 mas d3bil que en las zonas anteriores y en T13 y T14 solo se pudo apreciar en el sector costero (**Figura 42**).

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

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, con un n3cleo centrado entre 50 y 100 m a 100 mn de la costa (**Figura 43**). La participaci3n del agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS), entre 100 y 300 m de profundidad, se mantiene relativamente constante en las transecta 1 a la 3, mientras que en algunas estaciones de transecta 4 la participaci3n del agua Subant3rtica (ASAA) fue m3s importante en las estaciones mas oce3nicas.

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 se mantuvo relativamente constante para las estaciones costeras en esta zona (**Figura 44**).



Hacia el sur, aumenta la importancia de la participaci3n del ASAA, disminuyendo significativamente la participaci3n del AST. La participaci3n de la AESS se mantuvo relativamente constante, en especial sobre el talud (**Figura 45**).

Al norte las AST estuvieron en superficie en los primeros 25 m con una participaci3n sobre el 80%, registrando m3ximos de 90% (transecta 2) y 100% (transecta 1). Por abajo las ASAA participan con valores mayores a 40% entre 50 a 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 46**)

En el sector centro, los porcentajes de participaci3n indican que el AST lleg3 hasta 75 m con un 10% de participaci3n, alcanzando su m3ximo espesor el sector oce3nico (>80% desde 50 a 170 mn. transectas 5 y 6) para disminuir hacia la costa con un m3nimo de 20 m en la transecta 5 (**Figura 47**). A mayor profundidad, las ASAA centrada a 50 m de profundidad y n3cleos que superaron el 40% de participaci3n, disminuye su profundidad hacia la costa, donde presenta valores mayores de 30%, en tanto para las AESS su n3cleo a 200 m de profundidad supera el 80% de participaci3n, extendi3ndose en general hacia las 200 mn, a excepci3n de la transecta 8 donde se interrumpe a 100 mn.

En el sur, el AST esta en superficie pero disminuye hacia el sur, con participaci3n sobre el 60% en las transectas 10 a 12 para pasar a valores que solo superan el 50% en la transectas 13 y 14, reduci3ndose su espesor m3ximo de 100 m a 70 m en el sector oce3nico (transecta 13 y 14) (**Figura 48**). En sentido contrario, las ASAA que disminuyen su profundidad hacia la costa, con porcentajes de participaci3n sobre 50% se incrementa a 70% en la transecta 14, lo cual difiere de las AESS, donde sus n3cleos (>80%) centrado a 150 m, se mantiene relativamente constante.



En general para todas las zonas la AST y la ASAA disminuyeron su participaci3n en funci3n de la profundidad, mientras que la AEES presento su los mayores valores entre 150 y 200 m de profundidad.

5.5.4 Circulaci3n geotr3fica

Previo al inicio de crucero (01/11/06), en la zona de prospecci3n se registraron dos giros anticicl3nicos y uno cicl3nico, ubicados en 23°S – 74°W, 23,5°S – 71°W y 20,5°S – 73°W, respectivamente. Adem3s se aprecia una zona de fuertes corrientes entre los 19°S y 22°S que tiende a girar en sentido anticicl3nico (**Figura 49a**).

A mediado de la prospecci3n (15/11/06), se evidenciaron dos giros cicl3nicos en el sector oce3nico, el primero de ellos centrado en los 19°40'S, y el segundo, de menor intensidad, centrado en los 22°15'S (**Figura 49b**). Tambi3n se registraron dos giros anticicl3nicos, el primero en sector costero al nor–este de la península de Mejillones y el segundo en el sector oce3nico, centrado en los 20°30'S. En el sector oceanico, al sur de los 19°S predomino el flujo en direcci3n norte.

Hacia fines del crucero (29/11/06), aparece una zona de fuertes corrientes entre 19° y 22°S que no muestra características de giros de mesoescala. De los giros mencionados anteriormente, sólo tiende a permanecer el anticicl3nico ubicado a los 21,5°S, en el sector oce3nico (**Figura 49c**).



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

Durante noviembre, la temperatura superficial media TSM medida con satélite en el área de estudio presentó un rango de variación entre los 16° y 21°C (**Figura 50**). Las imágenes muestran la intrusión de aguas cálidas desde el noroeste y aguas más frías en la banda costera, lo que implica la formación de frentes térmicos en las primeras 25 mn de la costa.

Para la primera semana, la temperatura superficial presentó un rango entre los 18° y 21°C, aumentando de la costa hacia el sector oceánico, con una disminución de aguas con temperatura inferiores a 17°C. Destaca un foco con temperatura cercana a 21°C, que llega hasta Tocopilla, en tanto, una delgada franja de aguas frías se aprecia en los alrededores de Mejillones, la que está asociada a eventos de surgencias.

La segunda y tercera semana, la estructura térmica es similar pero muestran una disminución de temperatura, especialmente en el sector oceánico, no observando valores sobre 21°C. La tercera semana registró importante nubosidad en el área de estudio, la que se ubicó sobre los focos de mayores temperaturas, registrando un desplazamiento de las isotermas de 20° y 21°C hacia el norte, lo que representa una disminución de la temperatura superficial, en el sector oceánico norte, conjuntamente con la aparición de focos de agua de temperatura menor a 16°C.

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



mercado 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 totalmente distribuida 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 80 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 (86%). Situación que es similar a lo descrito en años precedentes (Braun *et al.*, 1995).

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 de 15,0 % y en zonas relativamente costeras, principalmente en la primeras 100 mn de la costa y con agregaciones muy definidas (**Tabla 24 y Figura 51a**). En este sentido, la distribución espacial de las agregaciones indica que el jurel se concentró mayoritariamente desde Pta. Madrid a Antofagasta, con un foco ubicado a unas 50 mn al suroeste de la península de Mejillones, en un área muy restringida y de



gradientes t3rmicos leves. En cuanto al 3ndice de ocupaci3n (N° de pixeles positivas/ N° de pixeles positivos), el 99,75 correspondi3 a pixeles de baja densidad, 0,2 a celdas de mediana densidad y solamente el 0,05% a concentraciones altas (**Tabla 24**), lo que coincide con lo citado por otros autores (Braun *et al.*, 1995).

En la capa de 26 a 50 m de profundidad, el jurel exhibi3 sus menores concentraciones con una distribuci3n espacial mucho m3s restringida, y un 3ndice de ocupaci3n (IOC) m3s bajo que lo observado en el plano superficial, que alcanz3 a 3,14% de cuadr3culas totales (**Tabla 24 y Figura 51**), con un claro dominio de la categor3a de m3s baja densidad (**Tabla 24**). En esta capa, la distribuci3n del recurso se centro dentro de las 100 mn de la costa, en el sector sur del 3rea de estudio.

Para el estrato de 51 a 100 m, sobre un total aproximado de 638 cuadr3culas la especie se distribuy3 en solo dos focos, uno ubicado a la cuadra del r3o Loa y el otro al sur oeste de Mejillones, donde los 3ndices de ocupaci3n muestran la escasa y el absoluto dominio de bajas densidades (**Tabla 24**).

Tabla 24. 3ndices de ocupaci3n (en porcentaje) de las cartograf3as de distribuci3n de jurel en las capas de 5, 50 y 100 m.

DENSIDAD	Superficie-25 m.		Capa 26-50 m.		Capa 51-100 m.	
	+	t.	+	t.	+	t.
Densidad Baja	99,75	15,0	99,80	3,14	100,0	0,5
Densidad Media	0,2	0,02	0,2	0,04	0,0	0,0
Densidad Alta	0,05	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0

+ : cuadr3culas positivas.

t. : cuadr3culas 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 la escasa 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 isotermas mayores a 19° (**Figura 56a**). Con respecto al jurel, el recurso mostró una distribución espacial reducida con un IOC bajo de 15,0% y el zona relativamente costera, 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 16°C hasta los 21,9°C, con una clara preferencia por los 18-19,9°C (**Figura 56a**), lo que difiere levemente 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. El índice de Cramer entre las variables es de 0,18 indicado una moderada asociación entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 25**).



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 (3,14%) y centrada preferentemente al suroeste de Mejillones, donde se observan diferenciales moderados de temperatura y salinidad (**Figura 52b**) La **Figura 57a** muestra que el recurso se reporta principalmente en temperaturas que van desde 13 a 19,9°C, con una acentuada preferencia por la temperatura de 17 a 17,9 °C. La asociaci3n entre el recurso jurel y la temperatura es baja con un 3ndice Cramer de 0,10 ($\alpha = 0,05$), lo cual podr3a estar sustentado en la baja presencia d jurel en esta capa (**Tabla 25**).

Tabla 25. Coeficientes de Cramer de las cartograf3as 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)	0,18	0,10
Salinidad (psu)	0,19	0,11
Densidad (σ_t)	0,186	0,08
Euf1usidos (ind/1000m ³) *	0,19	0,10
Capa dispersi3n profunda	0,18	0,08

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 oce1nico, respecto al sector costero, que genera un fuerte diferencial en el sentido costa-oc3ano. En este sentido, la especie exhibi3 una distribuci3n espacial reducida y en lugares relativamente costero, con agregaciones muy definidas en lugares de diferenciales salinos relevantes (**Figura 53a**). 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 34,5 hasta los 35,29 psu, con una preferencia por los 34,8-34,89 psu (**Figura 56b**), lo que concuerda con Braun *et al.*, (2005) quienes mencionan que un gran porcentaje de los agregaciones de jurel se



ubicaron entre 34,8 y 35,1 psu. El 3ndice de Cramer entre las variables es de 0,19, indicado una moderada asociaci3n entre las variables ($\alpha = 0,05$) (**Tabla 25**).

En el plano de 26 – 560 m de profundidad, la distribuci3n horizontal de la salinidad revel3 altos valores en el sector oce3nico, mientras que en la costa se mantiene bajos valores de densidad, con un intrusi3n de m3s salinas (>34,90psu) al suroeste de Arica e Iquique que alcanz3 las 20mn de la costa (**Figura 53b**). En este sentido, la escueta presencia de jurel en este plano asociado a costa, muestra para el recurso un rango de distribuci3n entre 34,5 a 35,19 psu, con una marcada preferencia 34,6 a 34,69psu (**Figura 57b**). El 3ndice de Cramer fue de 0,11, raz3n por lo cual no es significativa ($\alpha = 0,05$), indicando un bajo grado de asociaci3n de las variables que puede estar sustentado por la escasa presencia del recurso en esta capa.

En relaci3n con la densidad

En superficie (**Figura 54a**), la distribuci3n horizontal de la densidad del agua mostr3 aguas m3s densas en el sector costero, generando un gradiente salino horizontal localizado en las primeras millas de la costa, que determin3 para el recurso su presencia entre los 24,4 y 25,39 σ_t , con una clara preferencia por el intervalo de 24,8-24,99 (σ_t) (**Figura 56c**). En general predominaron aguas de mayor densidad 25,39 (σ_t) en la zona de estudio, determinado para el recurso y la densidad, un asociaci3n moderada con un 3ndice de Cramer que alcanz3 a 0,18 (**Tabla 25**).

A los 26-50 m de profundidad, las densidades del agua no siguen el mismo patr3n de la salinidad del estrato superficial, apreciando en este estrato densidad mayores entre 24,77 y 26,20(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 24,80 y 26,19 σ_t con una clara preferencia por las aguas de 25,00-25,19 σ_t (**Figura 7c**). En cuanto a la asociación de las variables, ésta es no significativa ($\alpha= 0,05$) registrando un índice de Cramer de 0,08 (**Tabla 25**).

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 en las primeras 60 mn a la cuadra del río Loa, y a 120 mn al Noroeste (**Figura 55a**). Respecto a la relación entre la CDP y el jurel, se presenta una moderada asociación, sin embargo se debe destacar que los principales focos de CDP concordaron con la mayoría de las lecturas acústicas de jurel al menos en la capa superficial. Lo anterior se refleja en el índice de Cramer de la capa superficial que registró una moderada asociación (0,19) entre las variables (**Tabla 25**).

En relación con los eufáusidos

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

El comportamiento espacial de los eufáusidos indicó que las mayores concentraciones se ubicaron en las primeras 30 mn de la costa, con un foco relevante frente a Mejillones (**Figura 55b**), estas zonas de altas densidades de eufáusidos se corresponden con los sectores de concentración del recurso de jurel, especialmente en este estrato. Esto se ve reflejado en el índice de Cramer, los



que dan cuenta de una moderada relaci3n entre las concentraciones de eufáusidos (Integrada en la columna de agua) y las distribuciones de jurel (**Tabla 25**).

b) Se1al latitudinal del jurel y su relaci3n con variables oceanogr1ficas

Las se1ales 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 25 mn), se puede observar que la concentraci3n de jurel fue moderada, con dos focos mayores ubicados al suroeste de Iquique y frente a Mejillones, y un tercero de menor magnitud a la cuadra de Tocopilla. Por su parte, las temperaturas fluctuaron entre los 16,5 y 20,85°C, con una distribuci3n espacial que present3 aguas comparativamente más frías al sur de la latitud 21°S y un fuerte gradiente latitudinal en el sector meridional de la zona de estudio. En este sector, la mayor densidad de jurel (proximidades de Antofagasta) est1 asociada a una zona de aguas frías y a bajos de gradientes laterales.

En la se1al intermedia (entre 26 y 50 mn de la costa), se aprecia que las mayores concentraciones de jurel se presentaron al sur de Tocopilla, 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 58b**), y adem1s corresponden a sectores donde se presentan diferenciales térmicos.



En la banda oceánica (desde 51 mn hacia el oeste) se observa que la seńal de densidad del jurel indica una disminuci3n en la abundancia, en esta banda el jurel present3 dos sectores de mayor abundancia, frente de Arica y Tocopilla-Mejillones que reporta buenas concentraciones, y donde no se aprecian fuertes gradientes t3rmicos ni diferencias latitudinales importantes.



6. DISCUSI3N

La biomasa de jurel estimada en primavera en la ZEE para el 2006 (114.600 t), est1 sustentada principalmente por la fuerte concentraci3n del recurso en las primeras 100 de la costa, en tanto las 340.000 t evaluadas para anchoveta se restringen al sector costero, no sobrepasando las 6 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 14,29%, lo que se explica por una mayor homogeneidad de las densidades ac1sticas de jurel que determinaron, al igual que abril del 2002, una amplia zona de concentraci3n dentro de las primeras 100 mn durante este a1o. Esta situaci3n cambia radicalmente para anchoveta donde su distribuci3n espacial evidencia un alto grado de contagio que se reflejo en coeficiente de variaci3n mayor (CV = 18,10%).

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 geoestadistico, 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, la 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 cuando presentan una menor variabilidad entre y dentro de la transecta. Esto se debe a que el m1todo de Conglomerado (Hansen *et al.*, 1954) es el 1nico 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 y 2002, en la zona de estudio, as3 como desde 1997 a 2006 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 eminentemente costera y cont3 con un gran n3mero de focos de muy alta densidad, que explica el alto volumen de biomasa estimada para primavera en la zona de estudio.

En sentido batim3trico, el jurel present3 una distribuci3n bastante superficial al concentrarse fuertemente (95,2%) hacia superficie (0-30 m), manteniendo el patr3n hist3rico registrado en la zona prospectada durante las evaluaciones ac3sticas realizadas 1985 a 1995 y 2002, donde los ecotrazos de jurel no superaron los 100 m de profundidad, lo cual es bastante distinto 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, si se considera la recurrencia de capturar agregaciones constituidas por una mezcla de especies en el sector costero, las cuales presentar3an una afinidad en cuanto al



tamaño de sus presas, mientras que hacia el sur, donde predominan ejemplares mayores, este tipo de mezcla no es frecuente, siendo lo más recurrente capturas con una reducida fauna asociada, razón por lo cual esta pesquería se caracteriza por ser del tipo mono-específica.

En la zona de estudio, el mayor número de sectores de muy alta densidad corresponden a anchoveta, la cual explica una biomasa bastante superior a jurel, sin embargo, las 114.600 t de estimada para jurel representan un fuerte incremento (>500%), respecto a lo evaluado en abril del 2002 (18.100 t), fortaleciendo estos resultados la ejecución de la evaluación del recurso durante este período del año, por cuanto, si bien es cierto las capturas de jurel entre 1980 y 1990 se centraron en el primer semestre de cada año (**Figura 59a**), a partir de 1991, el volumen de captura comienza a descender y aparece un nuevo máximos durante el segundo semestre del año (noviembre), no visualizándose una tendencia clara como en el período 1980-1990 (**Figura 59b, c y d**).

Al respecto, es importante señalar que no obstante la importancia relativa de este recurso, su pesquería es de tipo complementaria a la anchoveta, registrándose durante los períodos de baja disponibilidad o en las vedas de esta en la I y II Región. Además, los antecedentes de evaluaciones acústicas realizadas en la I y II Región entre 1985 y 1995, indican altos estimados de biomasa de jurel durante el período de invierno (mayo-junio), seguido de primavera (noviembre) y otoño (marzo-abril), observando para el período de primavera valores mas estable (123.000 a 323.000 t), respecto a los otros períodos, donde sus valores fluctúan entre 34.000 y 803.000 t para invierno, así como desde 32.000 a 303.000 t en otoño (Castillo *et al.*, 1985-1988; Cordova *et al.*, 1989-1991 y Castillo *et al.*, 1992-1995).



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 e intensifica el 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 salinidades relativamente menores respecto a la registrada en superficie. Anomal3as que muestran 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, dado probablemente a la baja intensidad del viento en la direcci3n durante el crucero y que favorece el proceso de surgencia.

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 o oce3nicos que afectan a todo el campo de manera distinta, en una escala sin3pticas de a3os, meses, semana y d3as, sus resultados en conjunto el comportamiento de las variable oceanogr3ficas descritas para el 3rea de estudio, permite aseverar que durante el crucero no se presentan tendencias que muestren la presencia de un proceso de calentamiento o enfriamiento que afecte toda el 3rea, lo que es consistente con la climatolog3a y los resultados de los cruceros de Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanogr3ficas de la Zona Norte (MOBIO), realizados en el mes de septiembre y diciembre de 2006, encontrando en el sector oce3nico como costero condiciones t3picas para la zona, observadas en estudios anteriores (Braun *et al.*, 2003, 2005, 2006).



En este sentido, durante el crucero se registran dos procesos cercanos de mesoescala denominados giros, los que claramente modifican las propiedades de la columna de aguas. Es as3 que, el giro cicl3nico produce un descenso del nivel del mar y ascenso de aguas bajo la termoclina, generando bajo esta, una perturbaci3n en forma de la cima de una onda en las isol3neas de temperatura, salinidad y densidad, lo cual se ve confirmado por el asenso de la isoterma de 15° C en el centro del giro, la disminuci3n del espesor de la termoclina por el ascenso de la base de esta y el aumento del gradiente promedio y m3ximo de la termoclina en esta 3rea casi circular. Por otra parte, en el giro anticicl3nico se produce un efecto contrario, ya que genera un levantamiento o monte en el nivel del mar y un descenso de las isol3neas 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 disminuci3n del gradiente m3ximo y de la distribuci3n de la anomal3a geopotencial.

Adem3s de estos giros claramente definidos, la circulaci3n geostr3fica, altimetr3a y distribuciones horizontales de temperatura y salinidad sugieren que frente a la pen3nsula de Mejillones donde se concentr3 altas densidades de jurel, se desarrolla un giro anticicl3nico el cual proviene desde el sur. Este giro perturba la estructura vertical de densidad, y puede estar asociado a un filamento anticicl3nico alimentado por la surgencia costera en esta 3rea la que es intensificada por la topogr3fica de la pen3nsula (Mar3n *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 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 pen3nsula de Mejillones (Braun *et al.*, 2007).



En este sentido, la informaci3n complementada con im3genes satelitales muestran que adem3s de los patrones estacionales t3picos, normales, relacionados con la distribuci3n de las caracter3sticas oceanogr3ficas de la zona, est3n presentes procesos de mesoescala como la surgencia costera inducida por el viento y giros cicl3nicos y anticicl3nicos, como tambi3n filamentos que tiene una duraci3n entre d3as y semanas, los cuales est3n modificando a escala de decenas de kil3metros y cientos de metros en profundidad las caracter3sticas de la zona en estudio. Estos procesos pueden modificar el h3bitat de los organismos pel3gicos, 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 meridional y zonal, por un lado la densidad ac3stica se incrementa hacia el sur, al mismo tiempo disminuye hacia el oc3ano, donde la banda costera de mayores valores de densidad ac3stica de jurel corresponde al 3rea de influencia de la surgencia ya que coincide con la banda de menores temperaturas y mayores salinidades con las que fueron caracterizada las aguas de surgencia, evidenciando de manera clara una estratificaci3n espacial de los recursos, respecto a la zona de surgencia, al ubicarse dentro de ella la anchoveta y por fuera el jurel (**Figura 60**). Situaci3n que tambi3n 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 mayor que la observada en la zona centro-sur del pa3s, concentrando sus m3ximos valores de



densidad en el sector costero. En este sentido, los copépodos y eufáusidos presentan altas densidades frente a la península de Mejillones donde se registró principalmente las mayores concentraciones de jurel. Esto conjuntamente con antecedentes de estudios que señalan a eufáusidos como item importante en la dieta de jurel para la zona norte y sur de Chile, sugieren una posible asociaci3n alimentaria dado la alta densidad de eufáusidos en la costa y las concentraciones de jurel en el entorno del sector costero. Es así que, este tipo de relaciones han sido descritos y analizados para el jurel por Bertrand *et al.*, 2003 en la zona sur, quienes a partir de lo señalado por Levin (1992) y Rose and Legget (1990), establecen a través del análisis de la relaci3n predador-presa a una escala mayor, que las densidades de predador-presa est3n positivamente correlacionadas, mientras que al disminuir aproximándose a la escala de la agregaci3n, la linealidad de la correlaci3n decrece y llega ser no significativa. Finalmente, a escalas menores que la agregaci3n, la densidades de predador-presa son correlacionas en forma negativa.

En las evaluaciones hidroacústicas efectuadas en invierno en la zona central de Chile (1997 -2006), se han presentado cambios en la distribuci3n espacial del recurso jurel, así como también una fluctuaci3n 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 asociaci3n 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, 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 disminuci3n en la ZEE (881.000 a 510.000 toneladas). Asimismo, la marcada presencia de ejemplares de jurel de menor tama1o, tras el intenso evento El Ni1o 1997-98, que evidenci3 una fuerte modificaci3n de la estructura de talla de jurel que expertos definieron como una juvenilizaci3n del stock, as3 como el desplazamiento gradual de la distribuci3n 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.

Es as3 que, estos importantes cambios en la estructura del stock de jurel llev3 a la autoridad a la toma de medidas tendiente a la protecci3n y el manejo del recurso, siendo importante en este marco de acci3n disponer del mayor grado de conocimiento del recurso, para lo cual conocer el grado de reclutamiento del recurso es un aspecto relevante para un apoyo substancial a las evaluaciones indirectas del recurso. En este sentido, los resultados del estudio son importantes, por cuanto de ser ratificado la alta presencia de ejemplares peque1os en la zona prospectada, podr3a constituirse esta en un 1rea potencial sobre la cual se obtuviera informaci3n de reclutamiento, siendo en este contexto necesario la continuidad de este estudio en la zona de norte del pa3s.

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



oceánicas que incluyen el transporte de ejemplares pequeños que habitualmente habitan en el sector oceánico (pre-reclutas), dan fuerza a la existencia de tres zonas de distribución de jurel. Es así que Elizarov *et al.*, 1993, Grenchina 1998 y Arcos *et al.*, 2001, analizaron la distribución del jurel bajo un modelo conceptual de estructuración de la población del jurel, distinguiendo una zona de crianza en el sector norte, una segunda de alimentación o engorda y una tercera de desove en la alta mar al norte de la corriente de deriva del oeste (**Figura 61**).

Por último, es importante señalar que los desembarques de jurel en la zona norte, presentan sus valores mayores entre marzo-mayo y durante noviembre, lo cuales están sujeto a la derivación del esfuerzo dedicado a la anchoveta como especie objetivo a jurel la especie alternativa, razón por lo cual los volúmenes de captura dependen en gran medida del esfuerzo que aplica la flota para la extracción de jurel. Luego, bajo este contexto, es necesario considerar estimados independientes de la flota, siendo lo mas reciente el resultado de este estudio y el alcanzado durante abril del 2002, los que analizados bajo un concepto de un año virtual, sugieren mantener este estudio durante el mes de noviembre, al registrar comparativamente este año un mayor volumen de biomasa en la zona de estudio.

Respecto a las observaciones del evaluador, en cuanto a que los lances de identificación se realizaron en una embarcación arrastrera, por lo que se debe explicar cual fue el tratamiento de la información y comparación con otros cruceros ya que los lances de identificación en otras oportunidades fueron realizados por embarcaciones cerqueras, Al respecto se debe señalar que, si bien es cierto los Términos Técnicos de Referencia (TTR) consideraba el uso de una nave de cerco para la ejecución del estudio, esta fue reemplazada por el B/C "Abate Molina". Esta nave posee los equipamientos y artes de pesca estándar para la evaluación acústica de los recursos pesqueros, y ha realizado todas las evaluaciones de jurel de la zona



centro-sur y norte del país, razón por lo cual no es necesario realizar un tratamiento especial de la información al mantenerse para estos estudios la misma plataforma o unidad de muestreo. También es importante aclarar que el primer crucero de evaluación de jurel en la I y II región, se realizó en abril del 2002 y el constituye el segundo de la serie. En ambos casos se ha usado el B/C “Abate Molina”, con el mismo arte de pesca. Solo en marzo del 2006, se ha utilizado las estructuras de tamaño de jurel provenientes de la flota cerquera en la evaluación de jurel en la zona centro-sur, las que antes de considerar fueron comparadas con las obtenidas por un reducido número de lances de arrastre a mediagua, comprobándose la inexistencia de diferencias entre ambas fuentes de información.

En relación al menor número de peces medidos (429) y los 800-900 planteado inicialmente en los TTR, se debe mencionar que el tamaño de muestra es una problemática frecuente en estudio de poblaciones biológicas, y que de acuerdo a restricciones debe adecuarse estadísticamente a la estimación de algunos parámetros de la población, para lo cual existen procedimientos basados en métodos analíticos y de simulación o remuestreo. Ambos métodos tiene consideraciones similares; una amplia gama de posibles clases de tallas y niveles de precisión y errores resueltos que son previamente considerados como aceptables. En este sentido, es importante conocer las distintas etapas de los diseños a los cuales se asocia, si es un diseño aleatorio simple o conglomerado de una etapa es claro que las unidades de muestreos ha considerar son de un solo tipo, mientras que en diseños anidados como conglomerado de dos etapas, la muestra corresponde a un vector de unidades de muestreo en que cada una de los componentes se relaciona con las distintas etapas. Es así que, en nuestro caso el vector de muestra tiene dos componentes; número de lance y número de ejemplares a seleccionar dentro de cada lance respectivamente.



En los tama1os de muestra establecidos por Young *et al.*, 1995 se toma en cuenta las distintas etapas de los dise1os de muestreo, igual consideraci3n se puede hacer tomando en cuenta el procedimiento de la Docima de Heterogeneidad Generalizada desarrollada por Miranda y aplicada para determinar el tama1o de muestra en la obtenci3n de la estructura de tallas de jurel (Miranda *et al.*, 1997).

Tanto el procedimiento desarrollado por Young *et al.*, 1995, como el de Miranda *et al.*, 1997, consideraron una amplia gama de posibles clases en las estructuras de talla recogidas en los desembarques de pesquer1as pel3gicas en los cuales, en general, es posible encontrar un n1mero de clases mucho m1s amplio al que probablemente se encuentre dentro de un lance o crucero en particular. Luego, los tama1os de muestra (800-900 individuos) han sido establecidos teniendo a la vista la situaci3n de m1xima exigencia que puede plantearse en t1rminos de las clases posible y de errores aceptables (Miranda *et al.*, 1997) y de una estabilizaci3n del error probable (Young *et al.*, 1995), si se considera que con $n = 450$ el CV de variaci3n ya es asint3tico (4%). De manera que el n1mero de ejemplares recogidos (muestra disponible en el an1lisis) en funci3n al n1mero de tallas presentes, en t1rminos num3ricos no tendr1a un mayor efecto y no constituir1a un error mayor, de acuerdo a la consideraci3n planteada por el evaluador. Asimismo, se debe se1alar que en el crucero se realiza un censo a nivel de lances positivos y, como ocurri3 en este caso, la totalidad de los ejemplares de jurel capturados en lances peque1os fueron examinados y en aquellos donde se logr3 una "gran captura" se tom3 una muestra de ejemplares que representa adecuadamente a cada uno de ellos. Luego, la importancia relativa de las clases observadas dentro de cada lance en el pool de lances positivos esta reflejado en la estructura del estimador presentado en los T1rminos T3cnicos de Referencia.



En cuanto a la clave de talla-edad, el tama1o de muestra esta determinado por el rango de talla observado dentro del 1rea de estudio, considerando la colecta de 20 pares de otolitos por talla, de los cuales se seleccionan 10 para an1lisis considerando que este n1mero recoge de buena forma la probabilidad de pertenencia a cierto grupo de edad. Luego, el tama1o de muestra depender1 fuertemente del rango de tallas, y en menor medida de la reducci3n en las muestras hacia los extremos de la distribuci3n de tama1o.

Por otra parte, respecto a la falta de claridad en cuanto a como el consultor podr1 evaluar y comparar de la fauna acompa1ante siendo que esta vez los lances de identificaci3n se realizaron con red de arrastre y no con red de cerco, su aclaraci3n ya ha sido expuesta quedando por complementar que no esta planteado en los TTR realizar comparaciones de la fauna acompa1ante.



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 114.600 t, con un coeficiente de variaci3n (CV) de 14,29.
- 7.1.2** La abundancia numérica total alcanz3 a 1.050 millones de ejemplares, los cuales se ubicaron principalmente en las primeras 100 mn y representan un fuerte incremento respecto de lo cuantificado en abril del 2002 (352 millones de individuos).
- 7.1.3** El recurso se localiz3 principalmente desde Pta. Madrid al extremo sur del área prospectada, en las cercanías del sector costero, concentrándose las mayores abundancias al suroeste de Iquique, frente a punta Cobija y Península de Mejillones.
- 7.1.4** El 95,20% de las agregaciones de jure se ubicaron entre la superficie y los 30 m de profundidad.



7.2 Pesca

7.2.1 El 3,52% de la captura correspondi3 a jurel, en tanto el 96,48% lo constituy3 la fauna acompa1ante. El mayor aporte en la fauna acompa1ante correspondi3 a las especies; Medusas ***Chrysaora fuscescens*** (35,52%), mict3fidos ***Familia Myctophidae*** (25,82%), jibia ***Dosidicus gigas*** (17,49%), anchoveta ***Engrulis ringens*** (10,18%), calamar (4,57%), jurel ***trachurus murphyi*** (3.52%), caballa ***Scomber japonicus*** (0,39%) y otros (2,84%).

7.2.2 Se capturaron ejemplares de jurel entre 10 a 28 cm, donde un 60,14% se agrup3 entre lo 10 a 15 cm, en tanto el 39,86% lo hizo desde 16 a 28 cm..

7.2.3 La composici3n demogr1fica estuvo compuesta por 5 grupos edad de 0 a V, siendo los principales el II, III y IV que participan en el 1rea total con un 38,21, 25,81 y 14,04%, respectivamente.

7.3 Oceanograf1a

7.3.1 En general, para la banda oce1nica y costera se observan condiciones t1picas de la zona de estudio.

7.3.2 La extensi3n de la surgencia costera incluye el 1rea costera de concentraci3n de densidad ac1stica de jurel, es as1 que la mayor densidad ac1stica de jurel est1 asociada a la estructura de mesoescala frente a Mejillones y la mayor abundancia diurna de cop3podos y euf1sidos.



7.4 Plancton

7.4.1 Se registran altas concentraciones de eufáusidos y copépodos, las que se mantienen en el sector costero en los bordes de la distribución de jurel.

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

7.5 Asociaciones

7.5.1 Los rangos de distribución del jurel respecto de las variables ambientales indican que el recurso se localizó, en el estrato superficial, en aguas cuya temperatura varía desde 16°C hasta 21,9°C con una clara preferencia por aguas de 18-19,9°C. Con respecto a la salinidad, el recurso se distribuyó en un rango de 34,5 a 35,29 psu (capa superficial), con una inclinación por aguas de 34,8-34,89 psu, evidenciando el carácter de ambiente georreferenciado en la zona de estudio.





8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986.** Manual de muestreo biol3gico. Documento t3cnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.
- Arcos, D. F. 1975.** Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepci3n, Chile. Conocimiento sistemático y variaci3n 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.
- Arcos, D., L. Cubillos y S Núñez 2001.** Efecto de El Niño 1997-1998 sobre las principales pesquerías pelágicas de la zona centro-sur de Chile. 2004 El Niño–La Niña 1997-200, sus efectos en Chile. Comit3 Oceanográfico Nacional de Chile (CONA), pág 153-177.
- Bertrand, A. M. A. Barbieri, J. C3rdova, C. Hern3ndez, F. G3mez 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.** Variabilit3 des donnees acoustiques utilis3es dans l' evaluation des bomasses 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.

Barría, P.; A. Aranis; S. Mora; G. Böhm., V. Catasti; G. Muñoz, H. Peña; C. González, F. Vejar y S. Núñez. 2001. Monitoreo de las capturas de jurel, 2000. Informe Final Proyecto FIP N° 2000-02 123 pp + figura.

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 Rewiews 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.
- Bloom, S. A. 1981.** Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Blanco, J. L. A. C. Thomas, M. E. Carr y P. T Strub. 2001.** Seasonal climatology of hidrographics conditions in the upweling region off northern Chile. J. Geophys, Res., 106, C6, 11451-11467.
- Blanco, J. L. 1996.** Variabilidad t3rmica y salina en la zona norte de Chile. Informe interno para IFOP.
- Boltovskoy, 1981.** Atlas del zooplancton del Atl3ntico Sudoccidental y m3todos de trabajo con el zooplancton marino. Publicaci3n 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.
- Brandhorst, W. 1971.** Condiciones oceanogr3ficas estivales frente a la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso. 14(3):45-84.
- Braun, M., H. Reyes, J. Osses, J. Castillo, y V. Catasti 2001.** Monitoreo de las condiciones bio-oceanogr3ficas en la I y II Regiones, ańo 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-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1988. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 69-94).

Castillo, J. y J. Córdova. 1992. Distribución y abundancia de los recursos pelágicos durante febrero y marzo de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 44-66.

Castillo, J. y A. Paillamán. 1992. Distribución y abundancia de los recursos pelágicos en abril de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas,



zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría de Pesca. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. pp: 72-90.

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

Castillo, J. 1992. Distribución y abundancia de los recursos pelágicos durante octubre y noviembre de 1992. En: Monitoreo Mensual de la distribución y abundancia de recursos pelágicos y de las condiciones bio-oceanográficas, zona norte. Informe a Empresas Pesqueras y Subsecretaría 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 Journeal of Marine Scienmce, 53: 139-146.

Castillo, J., M.A. Barbieri, M. Espejo y V. Catasti 2000. Evaluaci3n de la biomasa y distribuci3n espacial de anchoveta y sardina com3n en el periodo del reclutamiento. Primavera 1999. En: Informe Final Proyecto Evaluaci3n ac3stica del reclutamiento de anchoveta y sardina com3n en la zona centro-sur de Chile. Fondo de Investigaci3n Pesquera, Proyecto FIP 99-13. 138 p + Anexos.

Castillo, J. J. C3rdova, A. Saavedra, M. Espejos, P. G3lvez y M. A. Barbieri 2002. Evaluaci3n del reclutamiento de anchoveta en la I y II Regiones. Temporada 2001-2002. Informe Final Proyecto FIP N3 2001-11. Instituto de Fomento Pesquero. IFOP, Chile, (207 p) + figs.

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. Agosto Septiembre 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pel3gicos 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).



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. Marzo Abril 1989. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 65-97).

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Agosto 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 40-82).

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica Zona Norte. Mayo 1990. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos Zona Norte. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile. (pp 48-85).

Córdova, J., J. Castillo y M. Espejo. 1990. Distribución y abundancia de sardina, anchoveta y jurel. En: Cuantificación de la biomasa de Recursos Pelágicos y Vigilancia Bio-oceanográfica 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).

C3rdova, J y A. Paillam3n. 1992. En Informe Final. Programa para la evaluaci3n del recurso jurel e investigaci3n asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigaci3n Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.

C3rdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillam3n, H. Robotham y M Rojas. 1995. Evaluaci3n Hidroacústica de jurel. En: Evaluaci3n hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).

C3rdova, J., M. A. Barbieri, A. Paillam3n, H. Robotham y M Rojas. 1997. Evaluaci3n Hidroacústica de jurel. En: Evaluaci3n hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (219p).

C3rdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998. Evaluaci3n Hidroacústica de jurel. En: Evaluaci3n hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.

C3rdova, J., M. A. Barbieri, H. Miranda, M Espejo y M Rojas, 1999. Evaluaci3n Hidroacústica de jurel. En: Evaluaci3n 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, Santiago, 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. Santiago, Chile (129 p) + anexo figs.

Córdova, J., C. Hernández y V. Correa, 2007. Evaluación Hidroacústica de jurel. En: Investigación Evaluación Hidroacústica jurel V y X, 2006. BIP_ N° 30043859-0. Instituto de Fomento Pesquero. Santiago, Chile (125 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.
- 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. 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.



Guzmán, O., J. Castillo, S. Lillo, P. Pineda, L. Rodríguez e I. Giakoni. 1983.

Estudio de recursos pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos I. Prospección zona Arica-Coquimbo (18°30'- 30°00'LS). Corporación de Fomento de la Producción (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.

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 Zeland Waters. Jap. J. Ichthyol. 35 (2):21-214

Kong, I. y R. Meléndez. 1991. Estudio taxonómico y sistemático de la ictiofauna de

aguas profundas capturadas entre Arica e Isla Mocha (18°30'-38°30' Lat., S). Estudios Oceanológicos 10:1-81.

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.



- Levin, S. A. 1992.** The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73: 1943-1967.
- 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.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992.** *Fisheries acoustics.* Chapman Hall, London: 325 pp.
- 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.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981.** International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Miranda, H. 1999.** Derivaci3n del estimador de la varianza para el factor de ecointegraci3n. Informe Técnico – Unidad de estadística. IFOP.



- 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.
- Palma, S. y K. Kaiser. 1993.** Plancton marino de aguas chilenas. Ediciones universitarias de Valparaíso. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 151 pp.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984.** A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press 173 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.

Petitgas, P. 1994. Spatial strategies of the fish populations ICES/CIEM. C. M. 1994/D: 14.

Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González y E. Yáñez. 1994. Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 83 - 101.

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.



Robles, F. 1976. Descripción general de las condiciones oceanográficas en aguas chilenas. Instituto de Fomento Pesquero, 103 p.

Robotham, H y J.Castillo. 1990. The bootstrap methods: An alternative for estimating confidence intervals of resources surveyed by hydroacoustic techniques. Rapp. P.-V. Cons. Int. Explor. Mer. 189:421-424.

Rojas, R. y N. Silva. 1996. Atlas Oceanográfico de Chile. Vol. 1. Primera Edición. Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile. 130 p.

Rose, G. A. y Leggett, W. C. 1990. The importance of scale to predator-prey spatial correlation: an example of Atlantic Fishes. Ecology, 71: 33-43.

Saavedra, J.C., H. Miranda y Z. Young. 2003. “Métodos de Comparación de Distribuciones de Frecuencia de Tallas y Edades”. Documento Técnico. Unidad Estadística. Instituto Fomento Pesquero. 10 p.

Saiz, F. 1980. Experiencias en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13: 387-402.

Serra R., C. Canales, P. Barría, J. Córdova y A. Aranís. 2001. Investigación y captura Total Permissible Jurel, 2001. Proyecto IFOP – SUBPESCA. Informe final 61p+ Anexos.

Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.



- SIMRAD, 1991.** SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual.
- Silva, N. 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, N. y H. Sievers. 1981.** Masas de agua y circulaci3n en la regi3n de la rama costera de la Corriente de Humboldt. Latitudes 18°LS y 33°LS (operaci3n oceanográfica Mar Chile X – ERFEN I). Cienc. Y Tec. Del Mar. CONA, 5:5-50.
- Silva, N. 1982.** Masas de agua y circulaci3n en la regi3n norte de Chile, Latitudes 18-32°LS (operaci3n oceanográfica Mar Chile XI – ERFEN II). Cienc. y Tec. del Mar, CONA 7:47-84.
- Silva, C., E. Yáñez. M. A. Barbieri y K. Nieto. 2003.** Asociaciones entre la pesquería de pequeños pelágicos, la clorofila a y la temperatura superficial del mar en la zona norte de Chile. *In*: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile. Valparaíso, 157-162.
- 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.



- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973.** Numerical taxonimy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco. 573 pp
- Strub, P.T., J.M. Mesías, V. Montecino, J. Rutland y S.Salinas. 1998.** Coastal ocean circulation off western South America. In: The Sea A.R. Robinson y K.H. Brink (eds). Vol. 11, p: 273-313.
- Tomczak, M. 2000.** Shelf and Coastal Zone Lecture Notes, Chapter 4. Internet: <http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/ShelfCoast/chapter04.html>
- 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.
- Volter, K. M. 1985.** Introduction to Variance Estimation.- Sprnger- Verlag N.Y.

FIGURAS

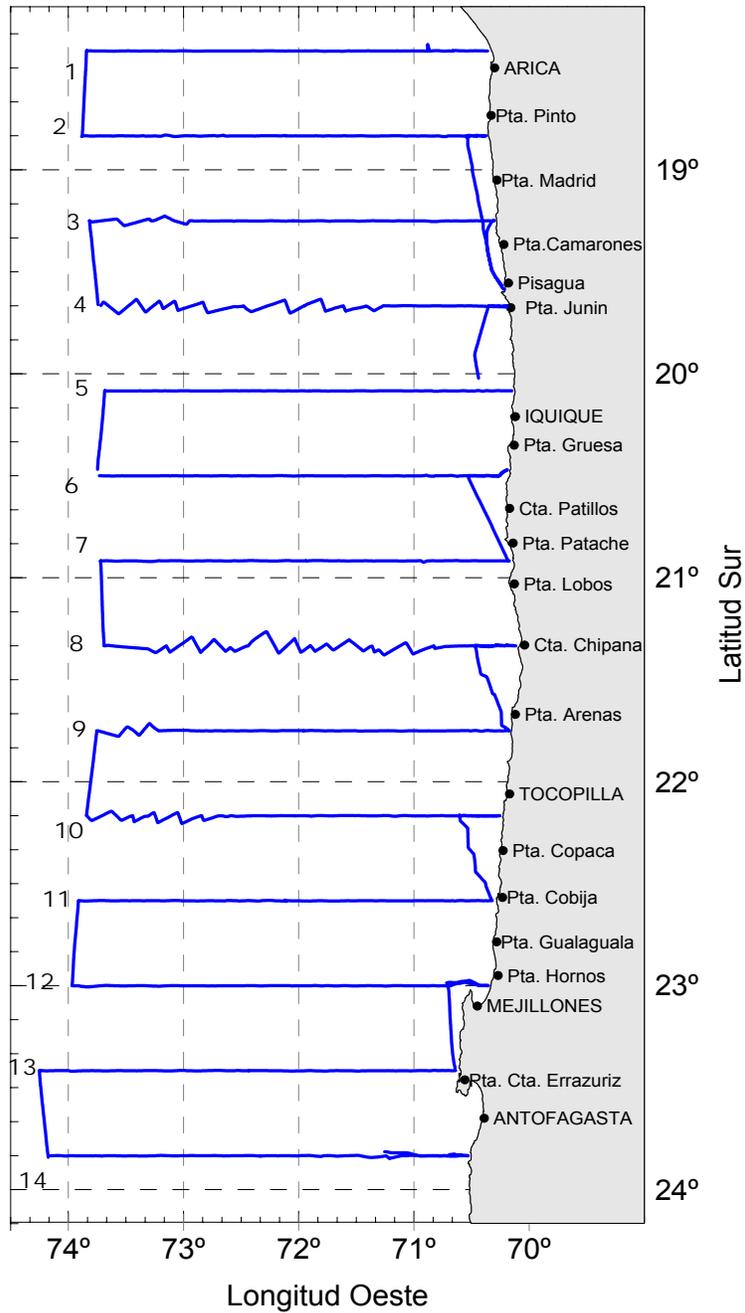


Figura 1. Distribuci3n de transectas en la zona de estudio. Noviembre 2006.



B/C "Abate Molina"



Figura 2. Embarcación y equipos acústicos usados en la evaluación. Noviembre 2006.

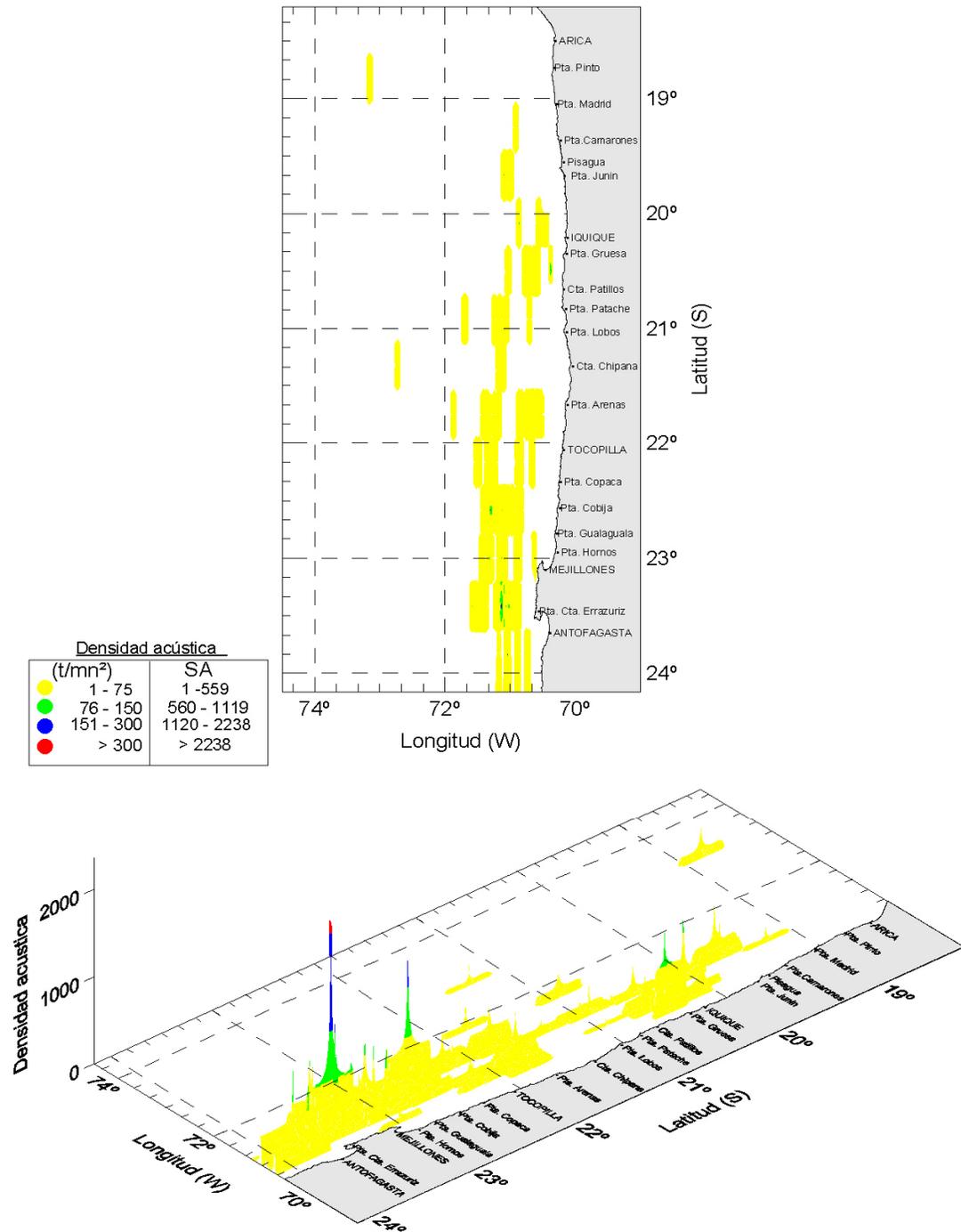


Figura 3. Distribuci3n espacial de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2006.

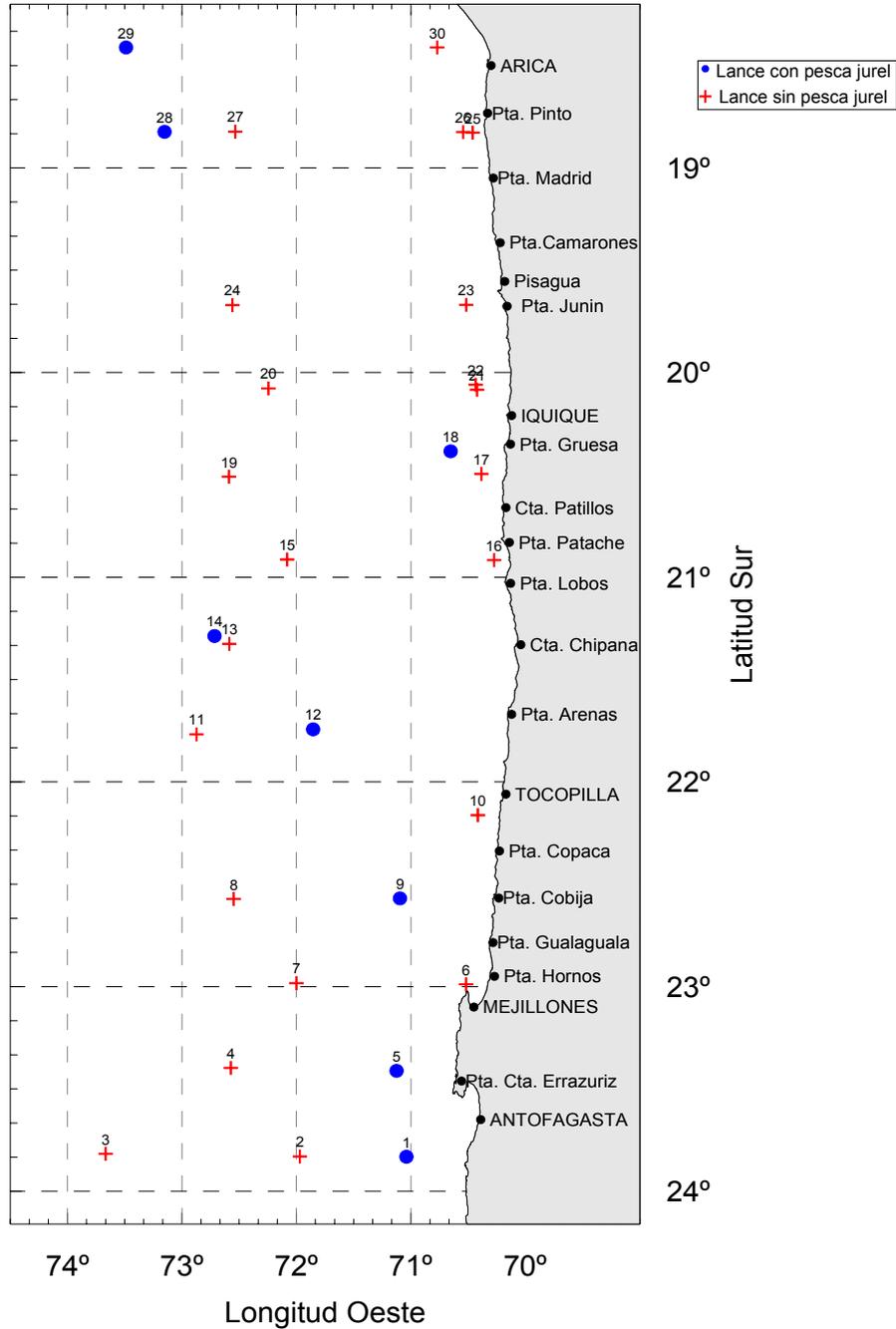


Figura 4. Distribuci3n de lances con y sin pesca de jurel en la zona de estudio. Noviembre 2006.

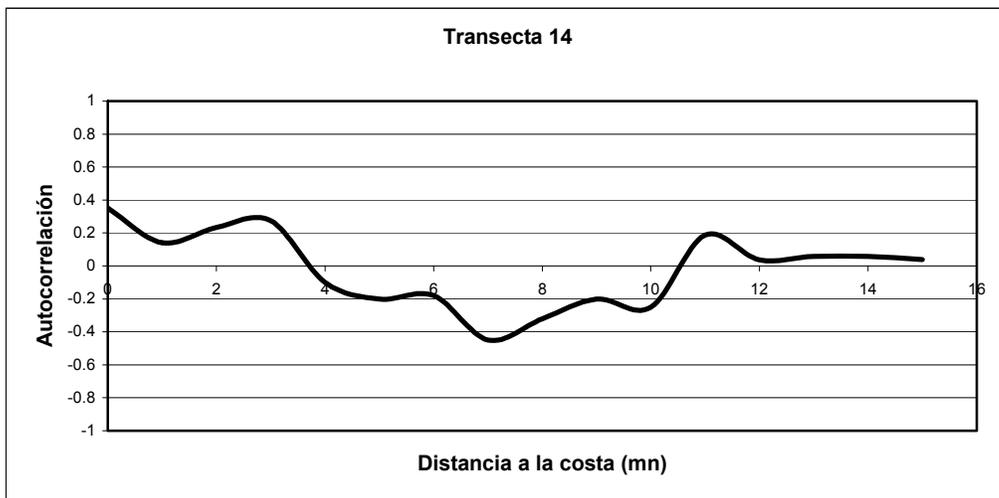
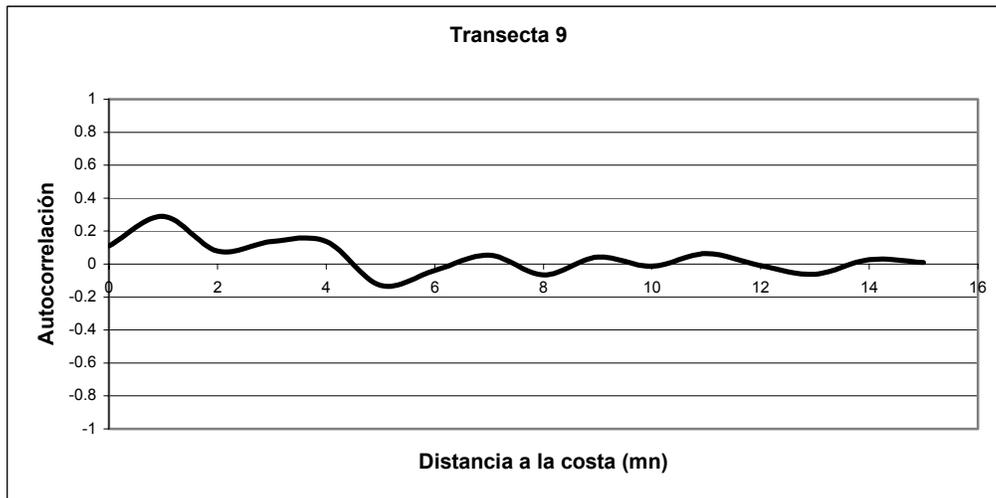


Figura 5. Correlogramas para la transecta 9 y 14, crucero jurel norte 2006.

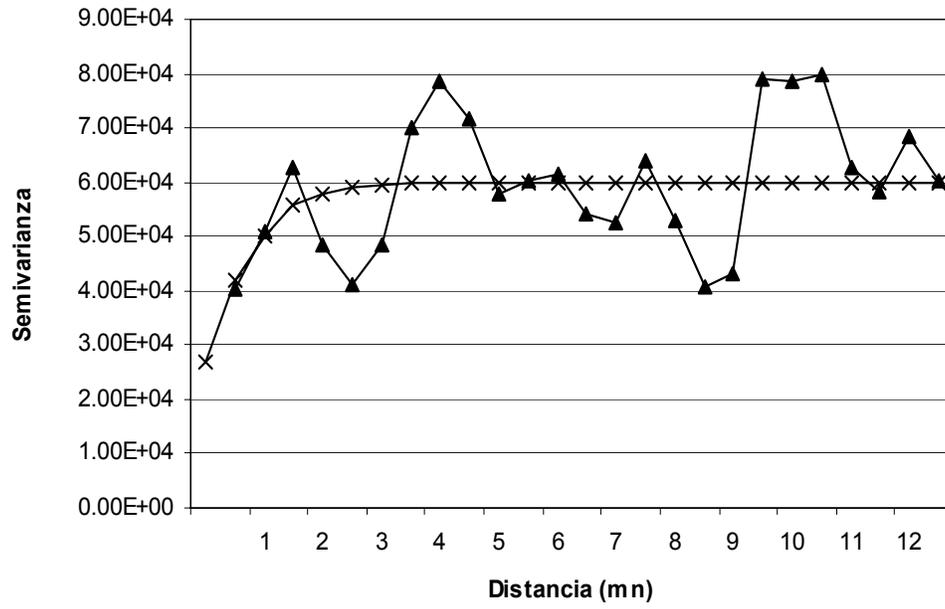


Figura 6. Variograma omnidireccional, crucero jurel norte 2006.

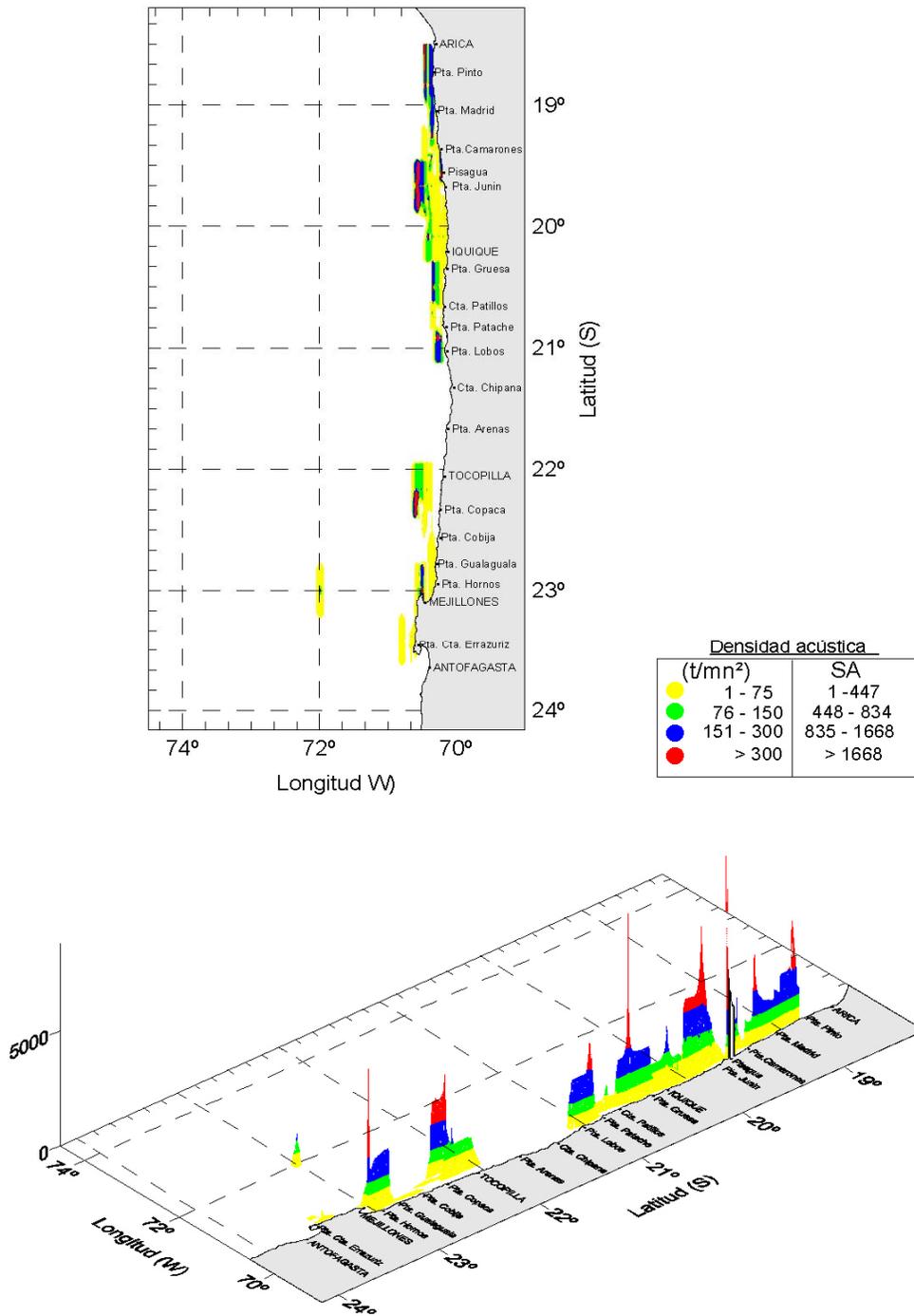


Figura 7. Distribuci3n espacial de anchoveta en la zona de estudio. Noviembre 2006.

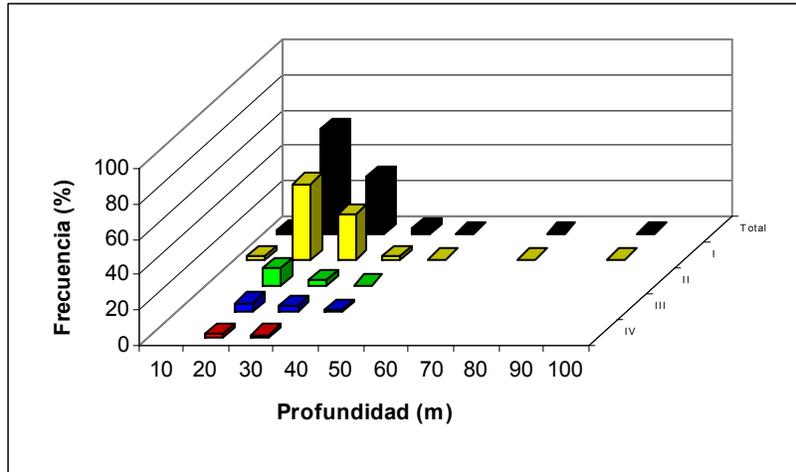


Figura 8. Distribuci3n batim3trica de jurel. Noviembre 2006.

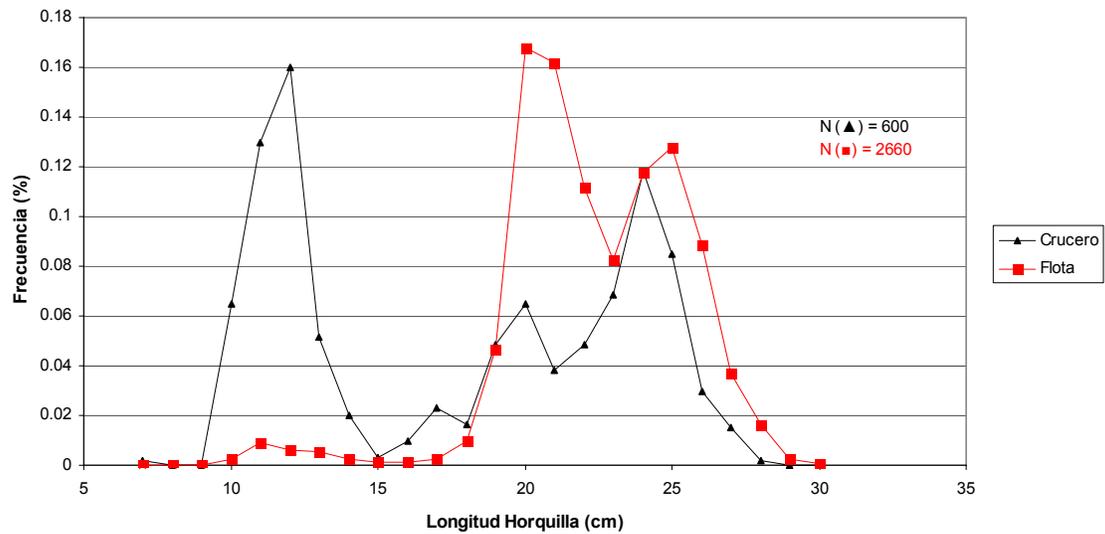


Figura 9. Distribuci3n de tallas de jurel del crucero y comercial. Noviembre 2006.

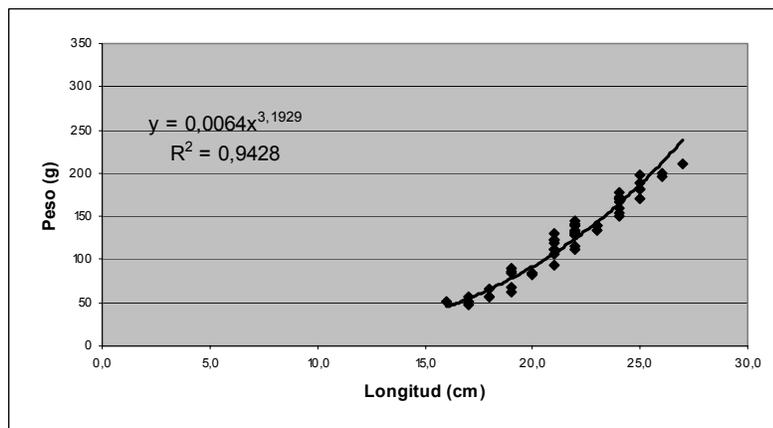
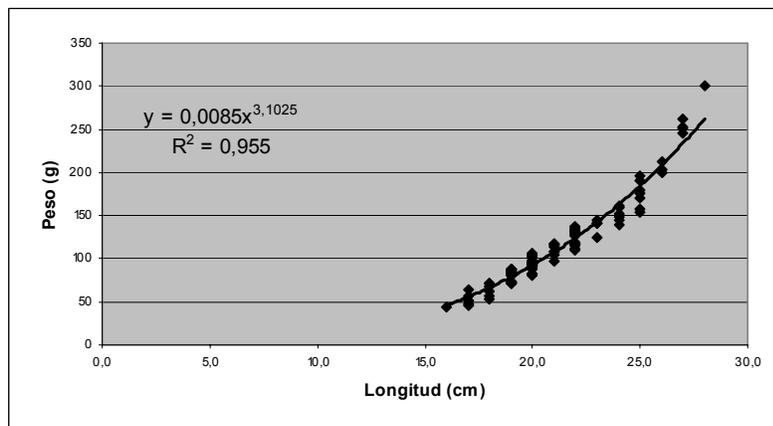
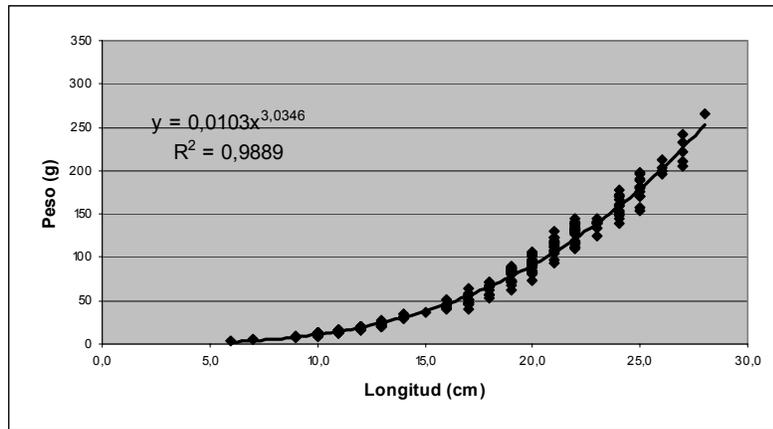


Figura 10. Relación longitud-peso de jurel en la zona de estudio.

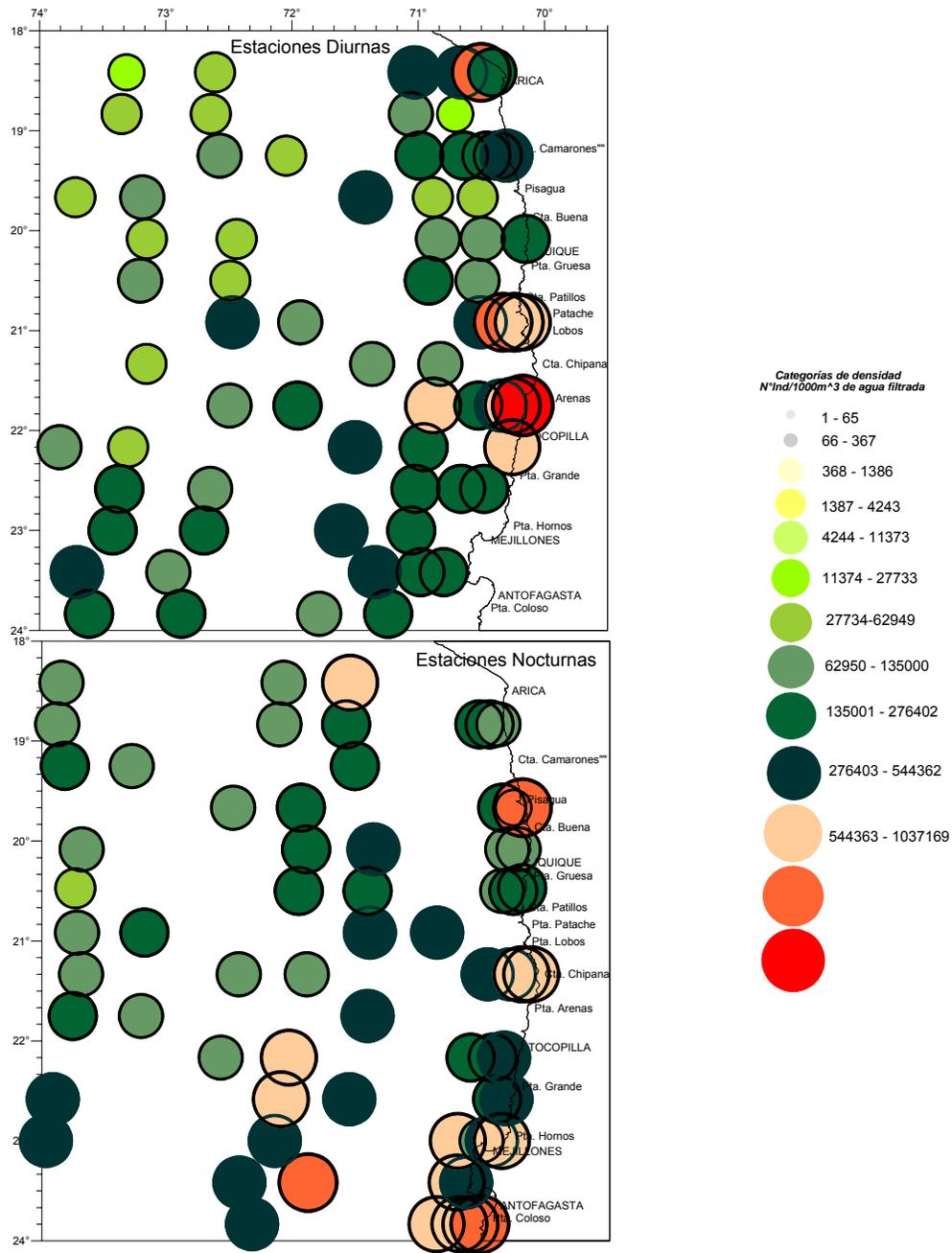


Figura 11. Distribuci3n espacial de copépodos en las estaciones diurnas y nocturnas en primavera de 2006 en la zona norte.

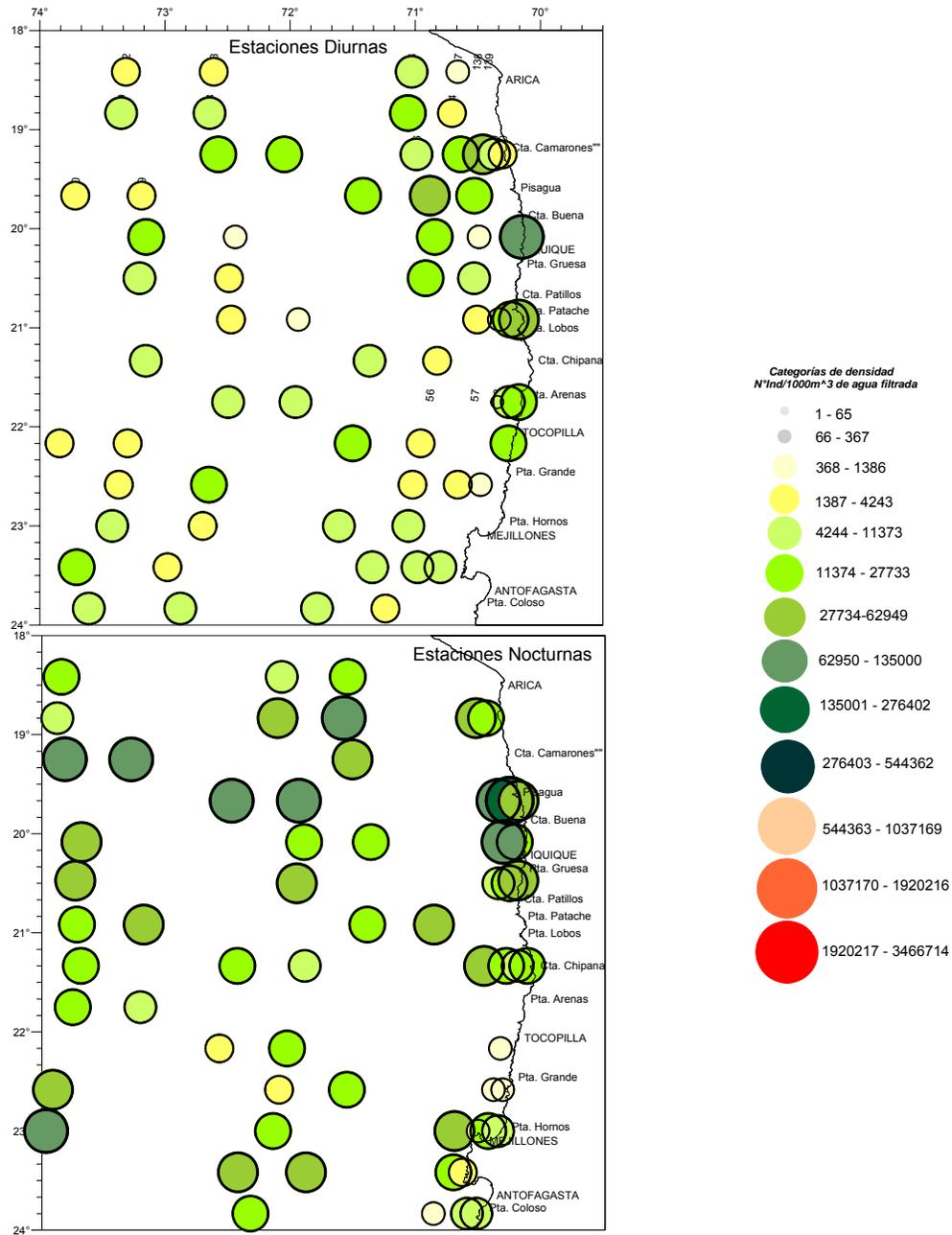


Figura 12. Distribuci3n espacial de sifon3foros en las estaciones planct3nicas diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.

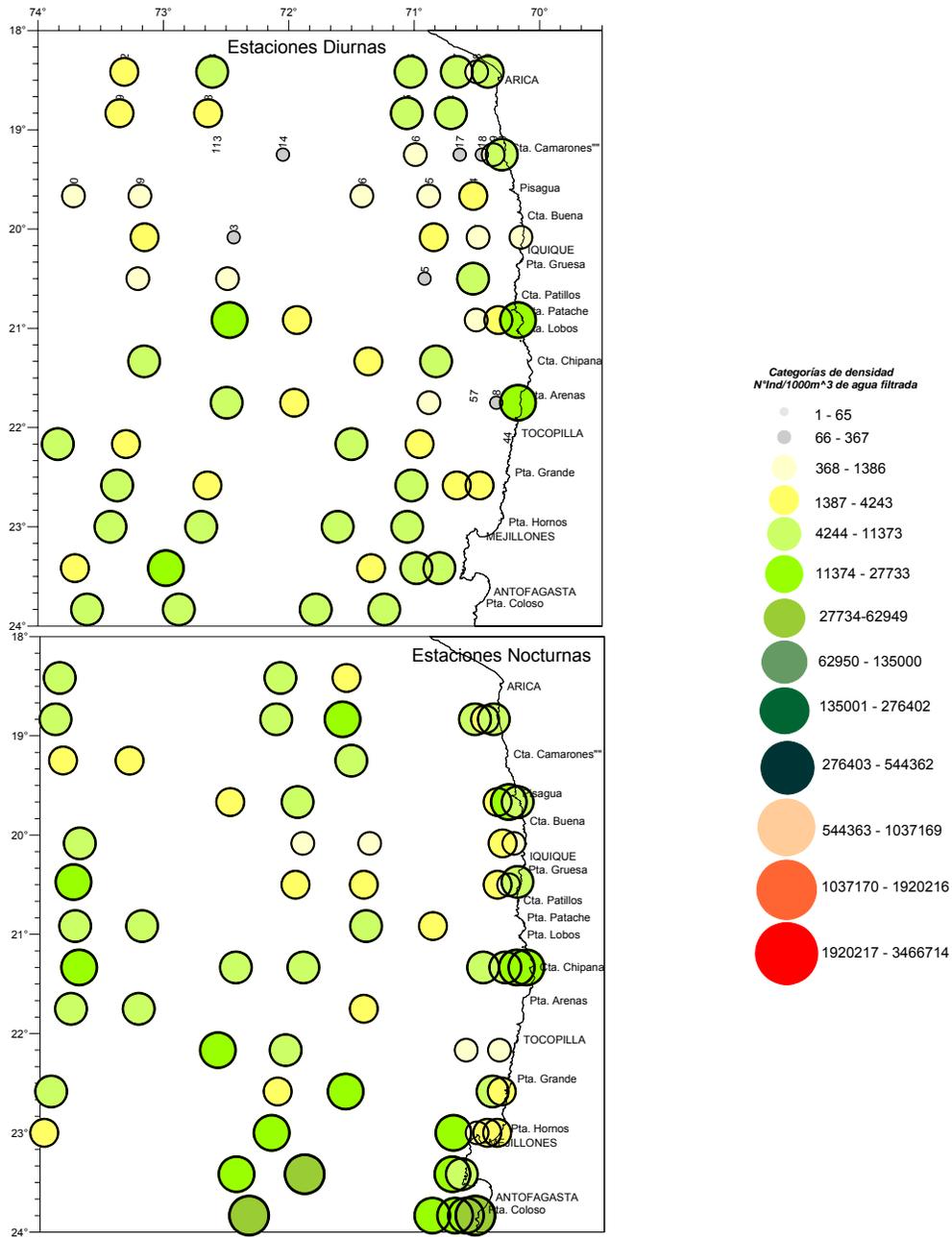


Figura 13. Distribuci3n espacial de quetognatos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.

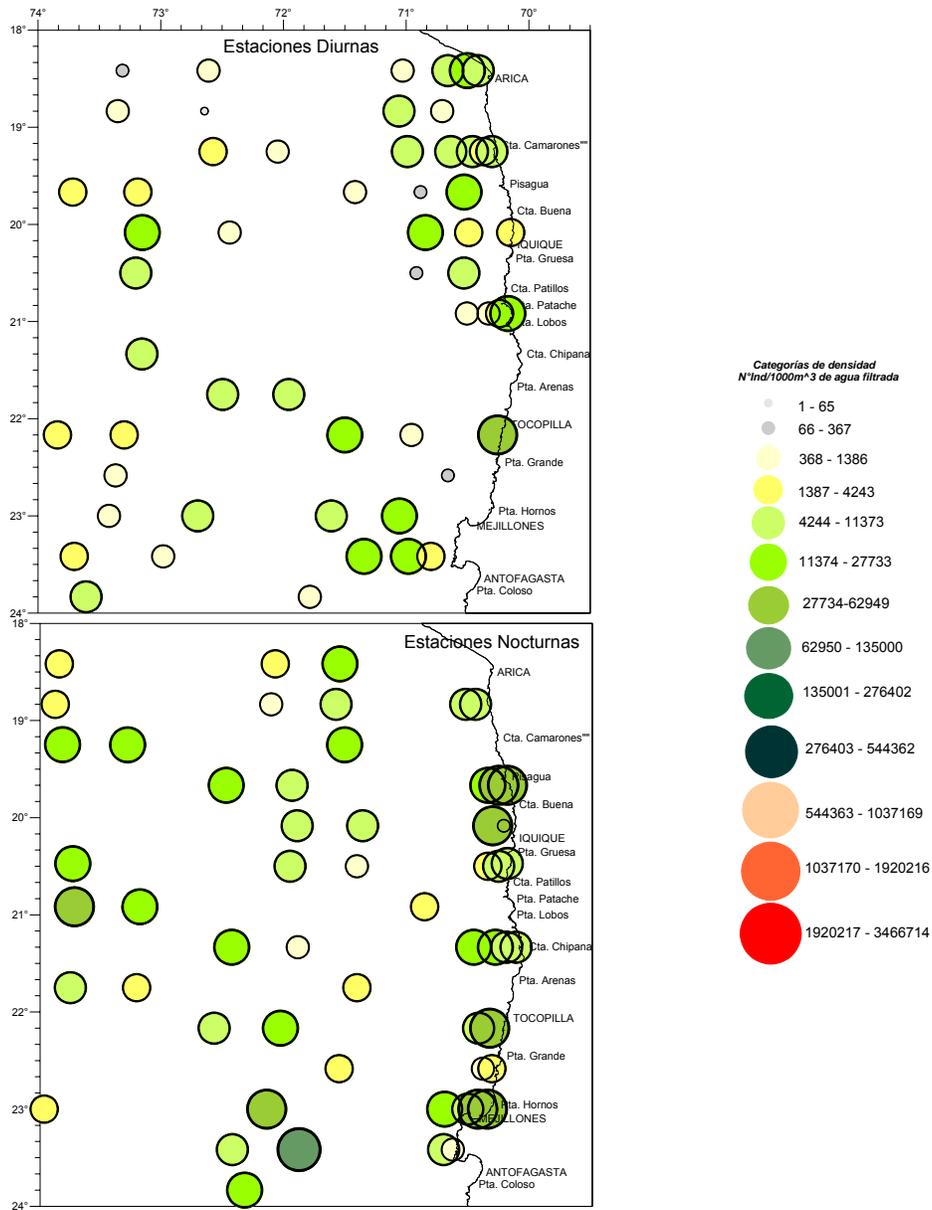


Figura 14. Distribuci3n espacial de apendicularias en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.

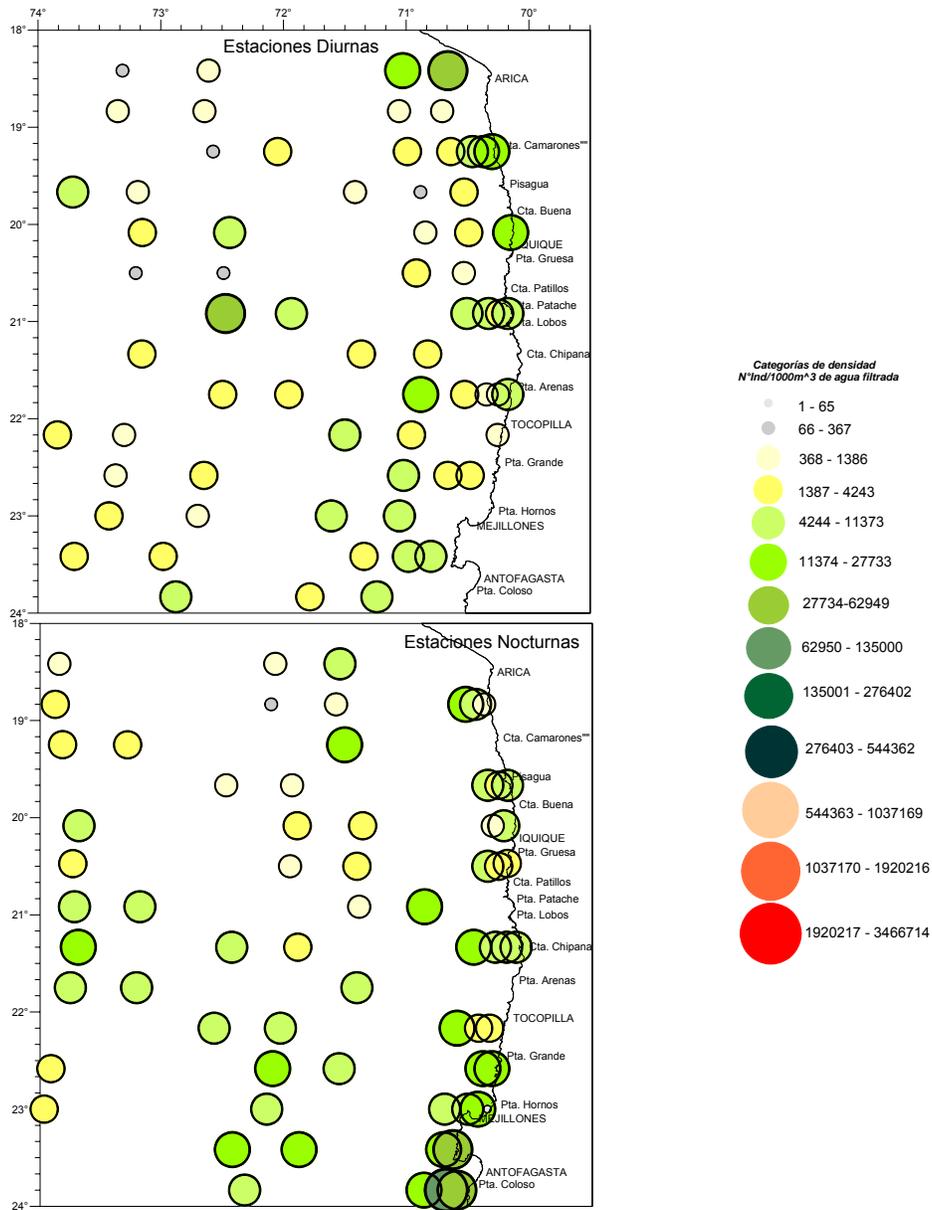


Figura 15. Distribuci3n espacial de eufáusidos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.

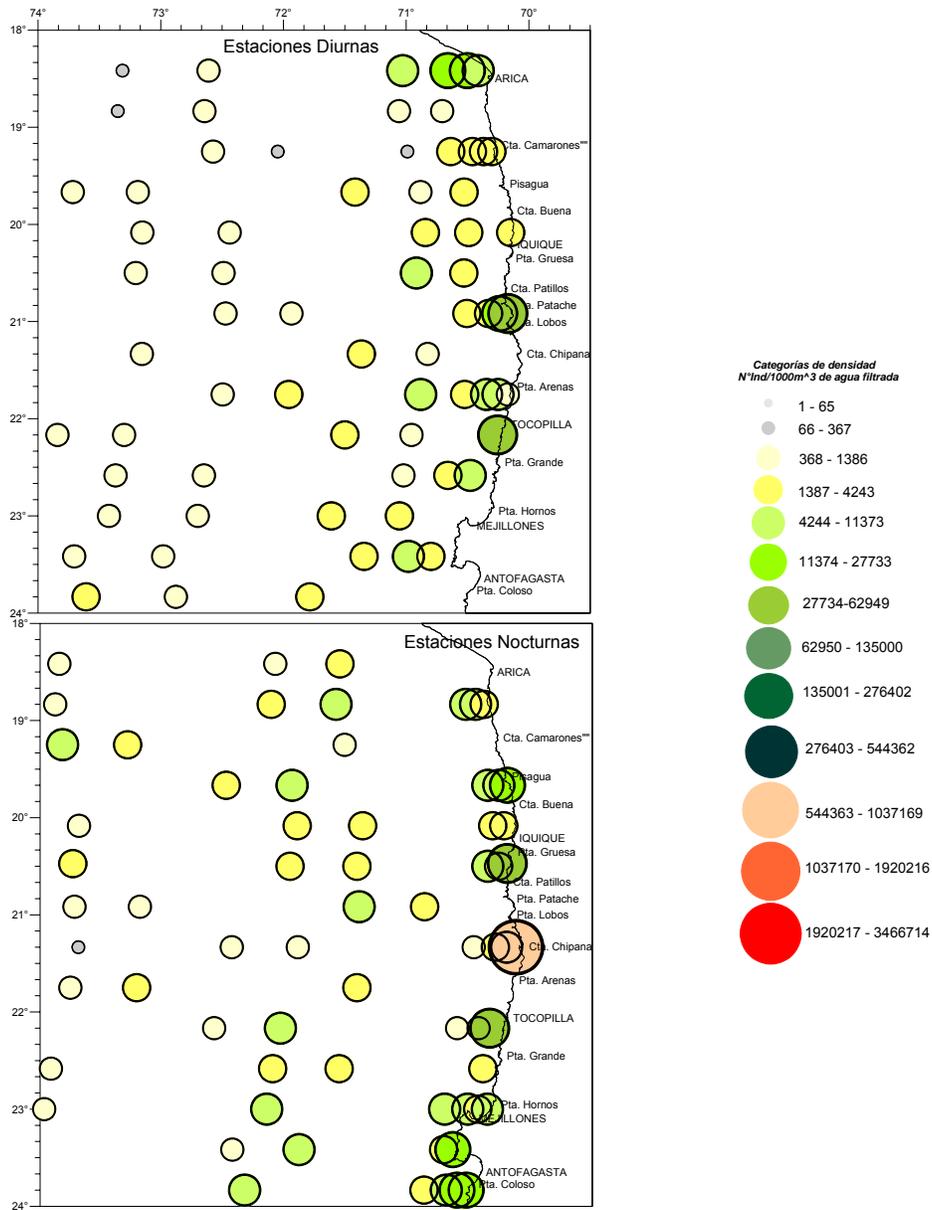


Figura 16. Distribuci3n espacial de poliquetos en las estaciones diurnas y nocturnas durante la primavera de 2006 en la zona norte.

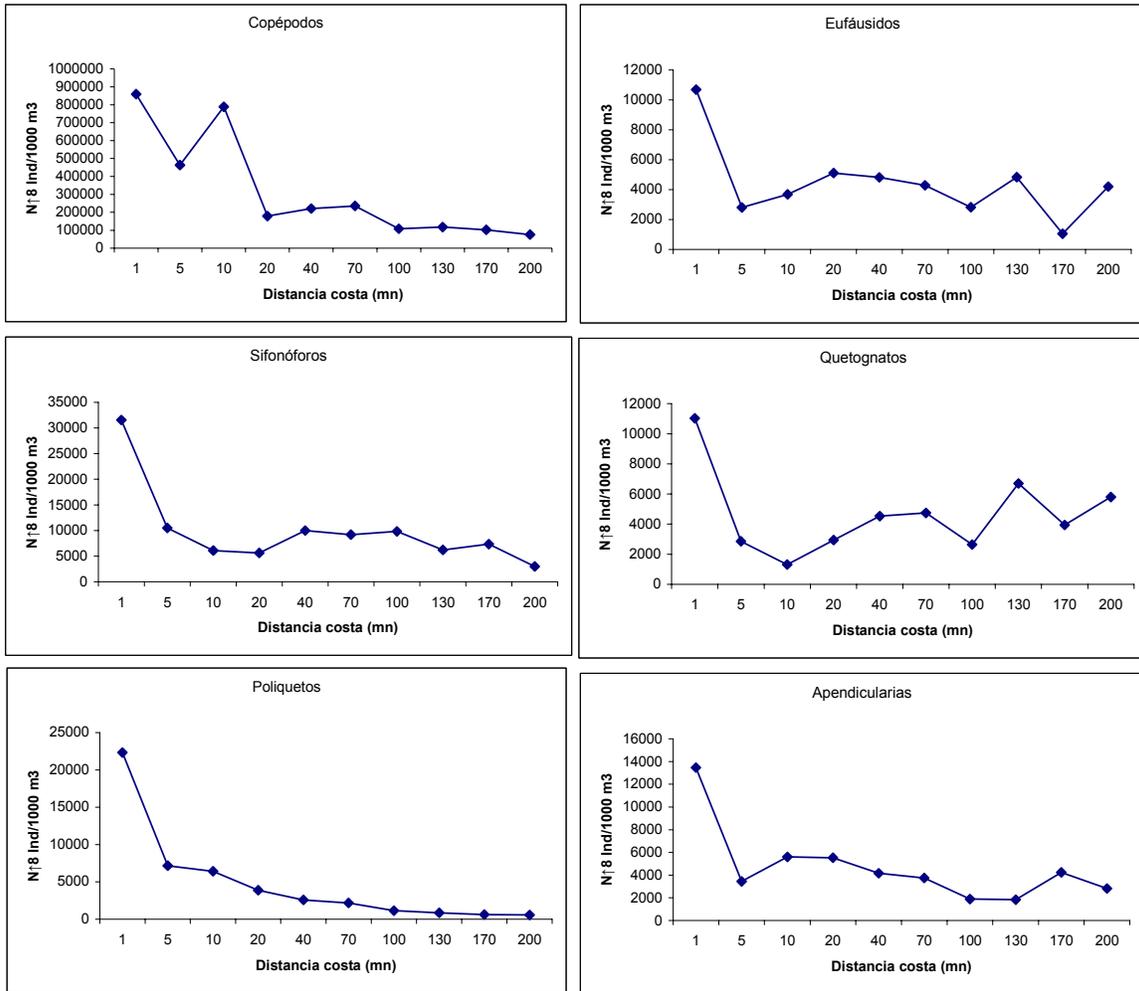


Figura 17. Distribuci3n de la abundancia promedio de los grupos zooplanct3nicos con respecto a la distancia de la costa. Período diurno.

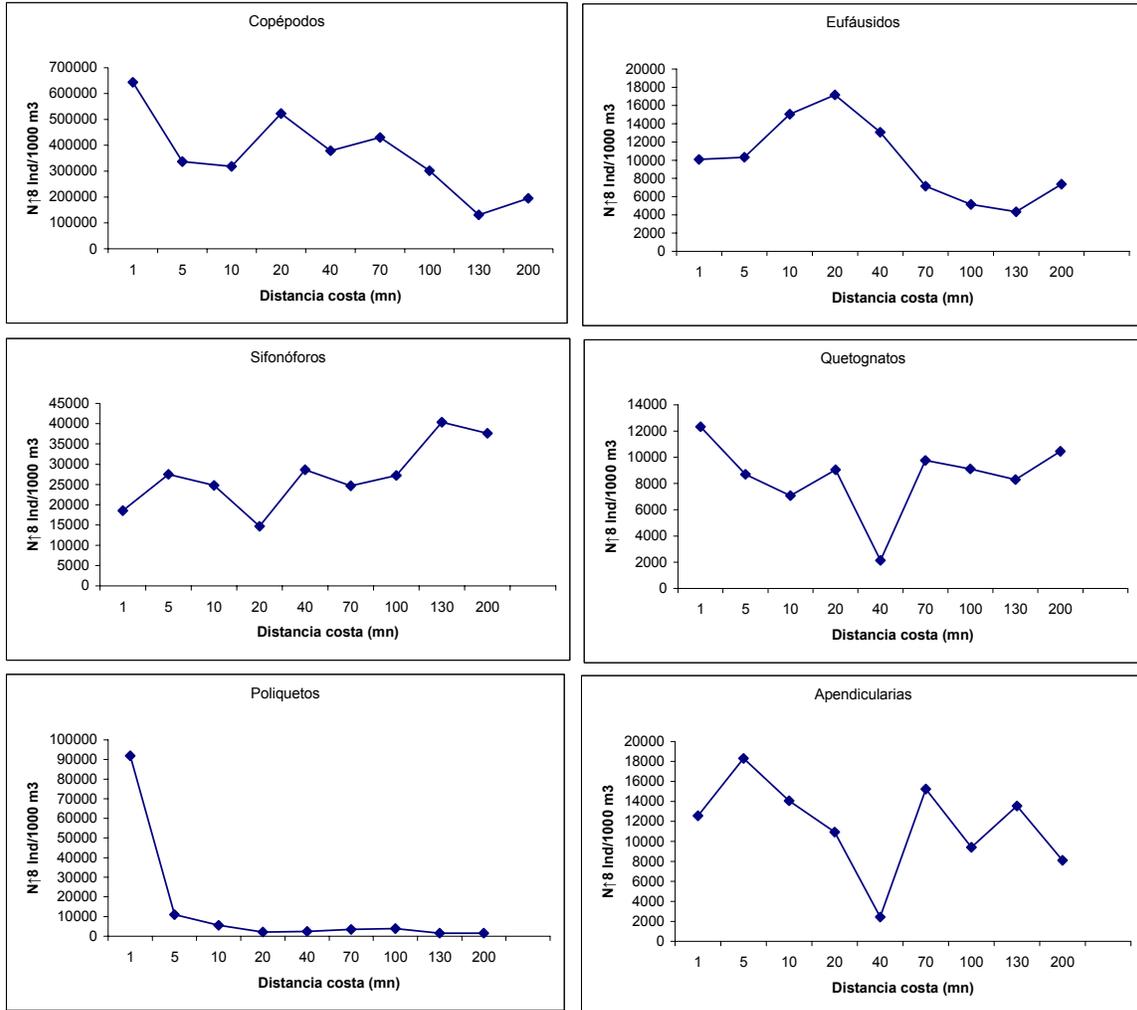


Figura 18. Distribuci3n de la abundancia promedio de los grupos zooplanct3nicos con respecto a la distancia de la costa. Período nocturno.

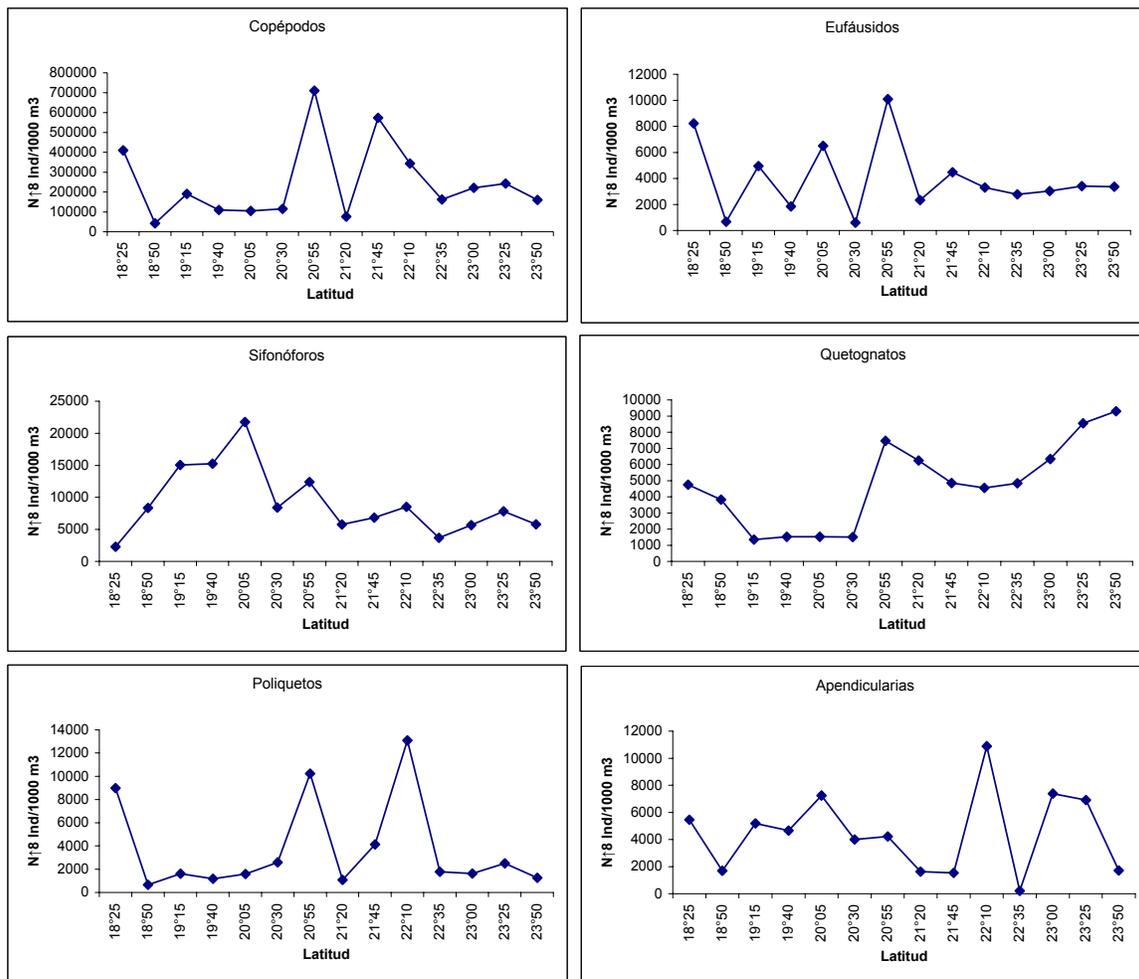


Figura 19. Distribuci3n de la abundancia promedio de los grupos zooplant3nicos con respecto a la latitud. Período diurno.

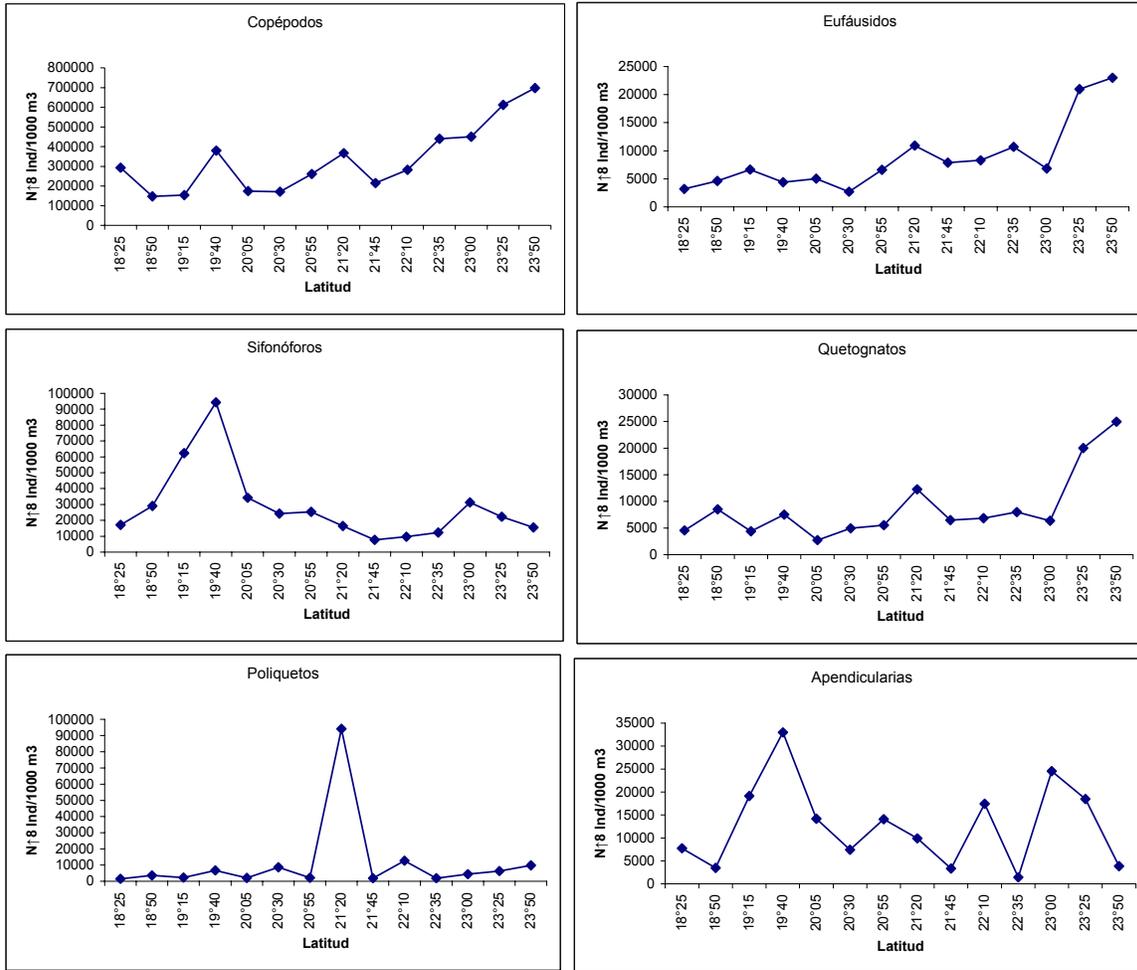


Figura 20. Distribuci3n de la abundancia promedio de los grupos zooplanct3nicos con respecto a la latitud. Período nocturno.

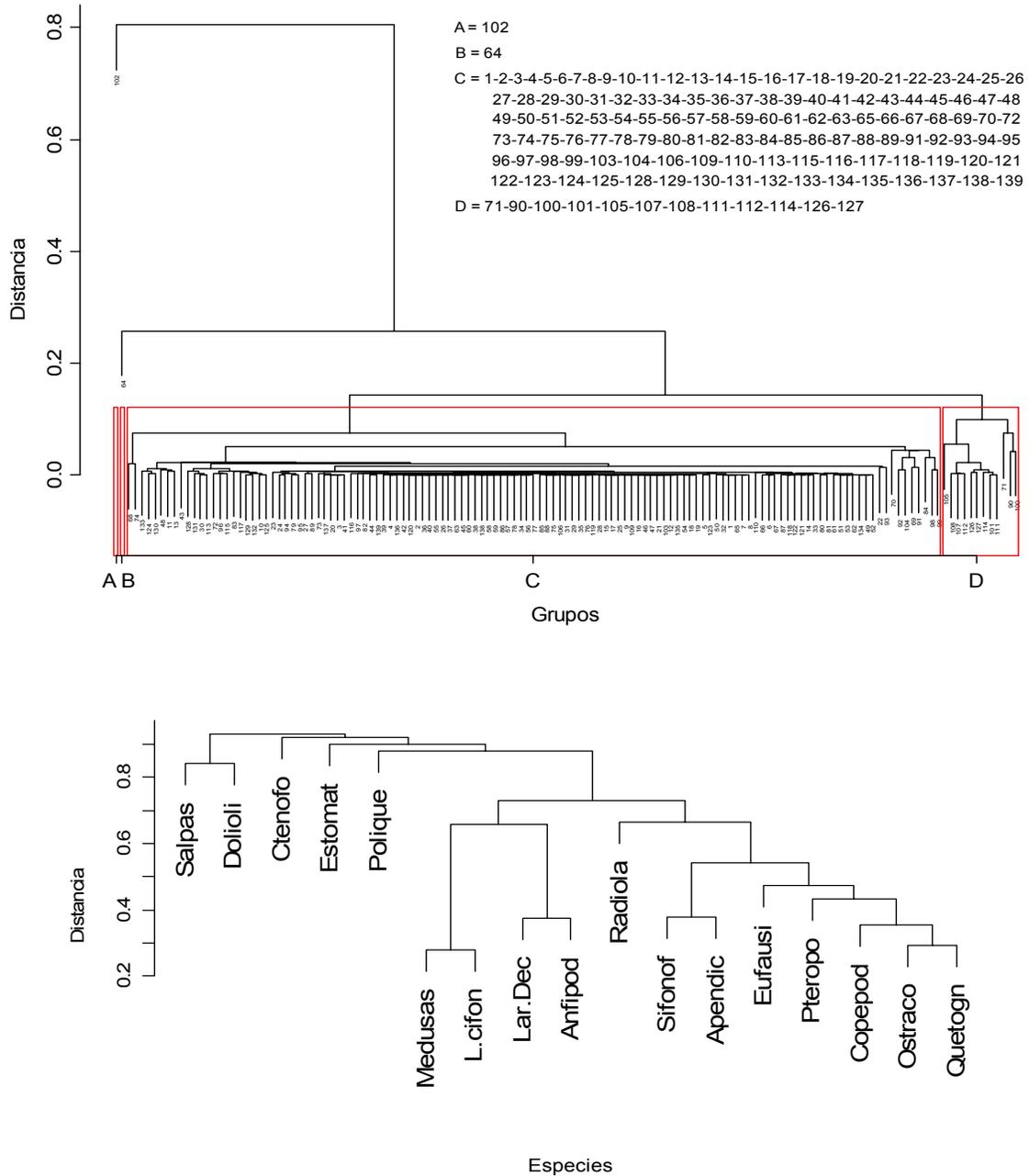


Figura 21. Dendrograma de estaciones y especies para análisis sin diferenciación de periodo del día, zona o distancia a la costa.

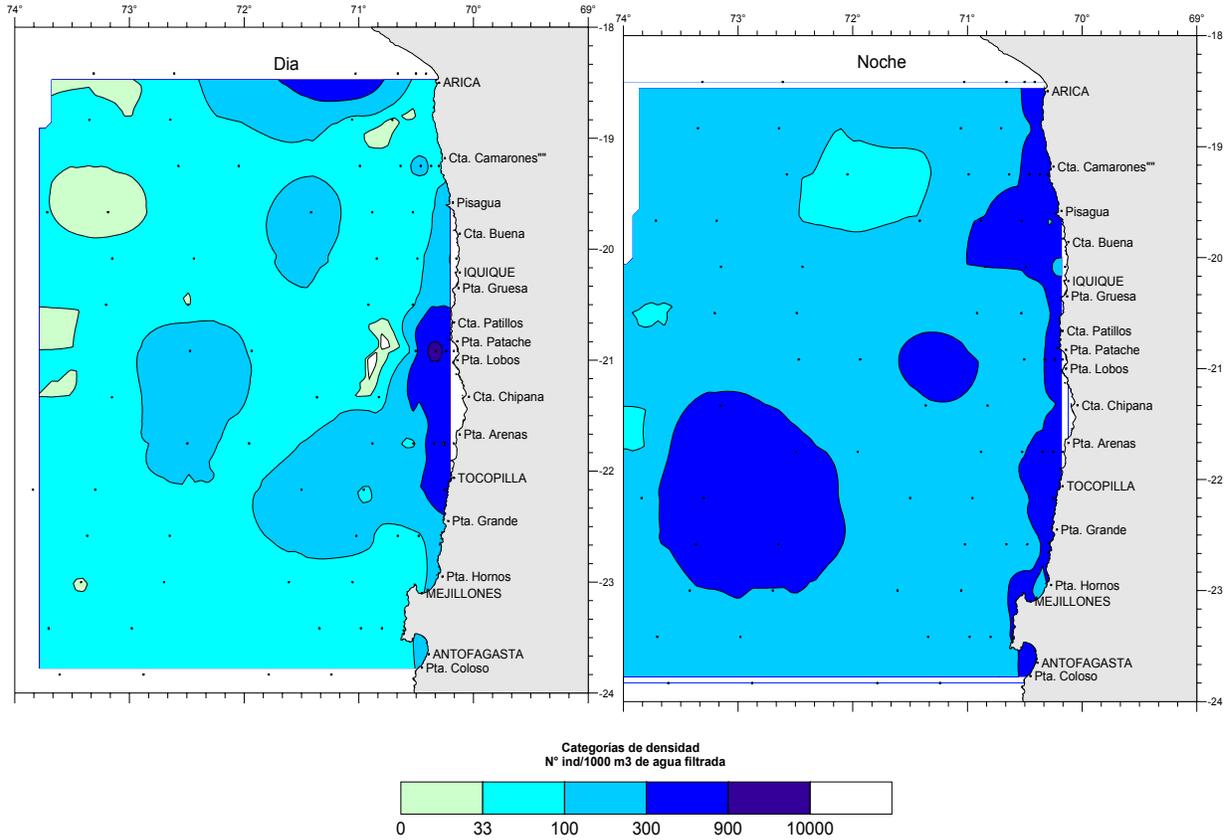


Figura 22. Distribuci3n de la biomasa zooplanct3nica durante el per3odo de primavera de 2006, I y II regi3n.

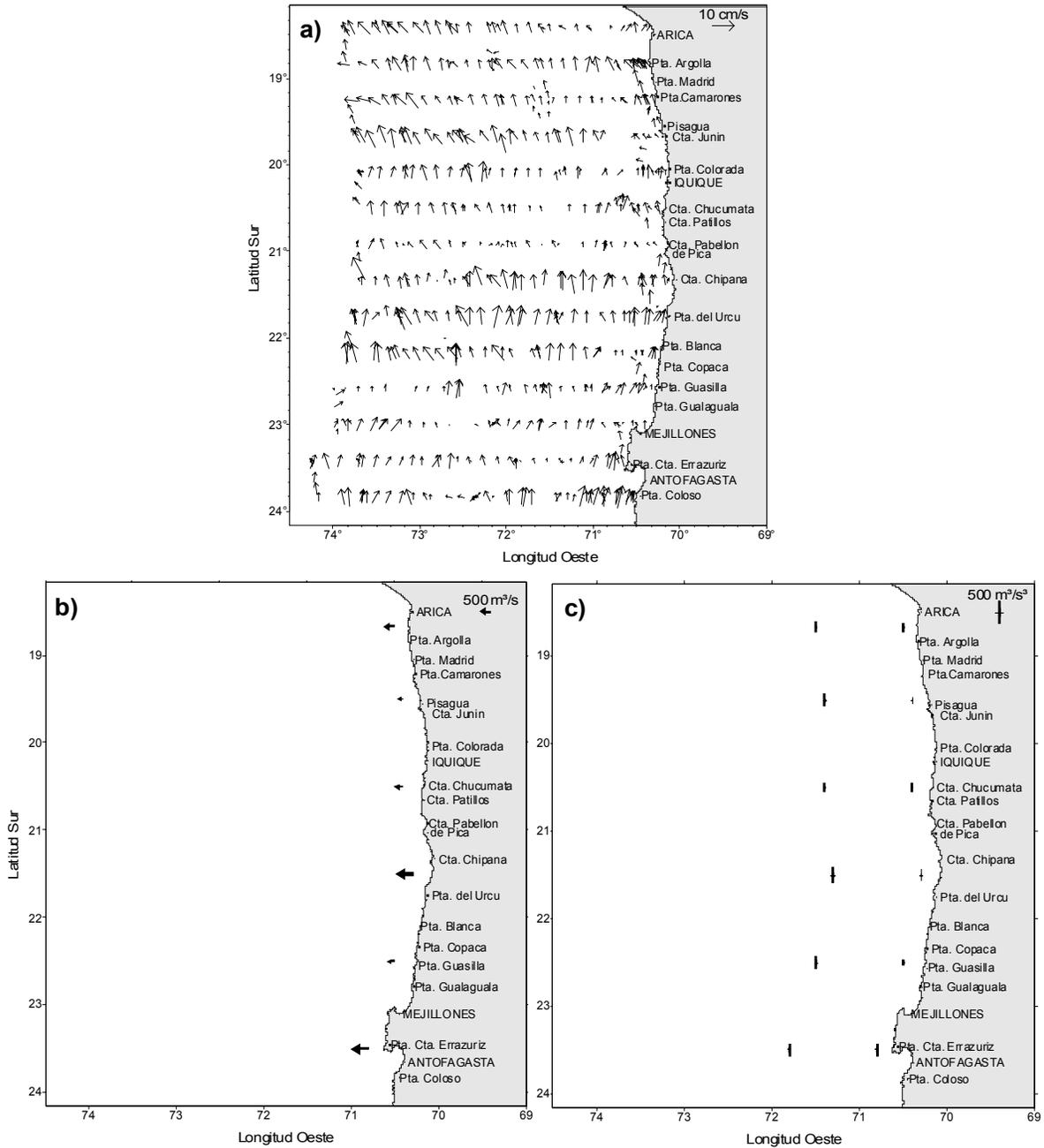


Figura 23. Direcci3n e intensidad del viento (m/s) (a), índice de surgencia promedio (b) e índice de turbulencia (c).

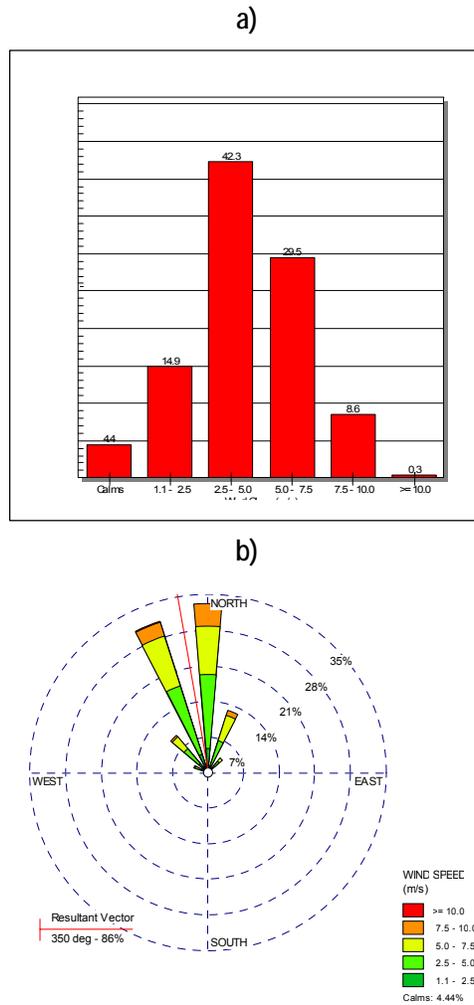


Figura 24. Distribuci3n de los vientos segun intensidad (a) y rosa de los vientos (b).

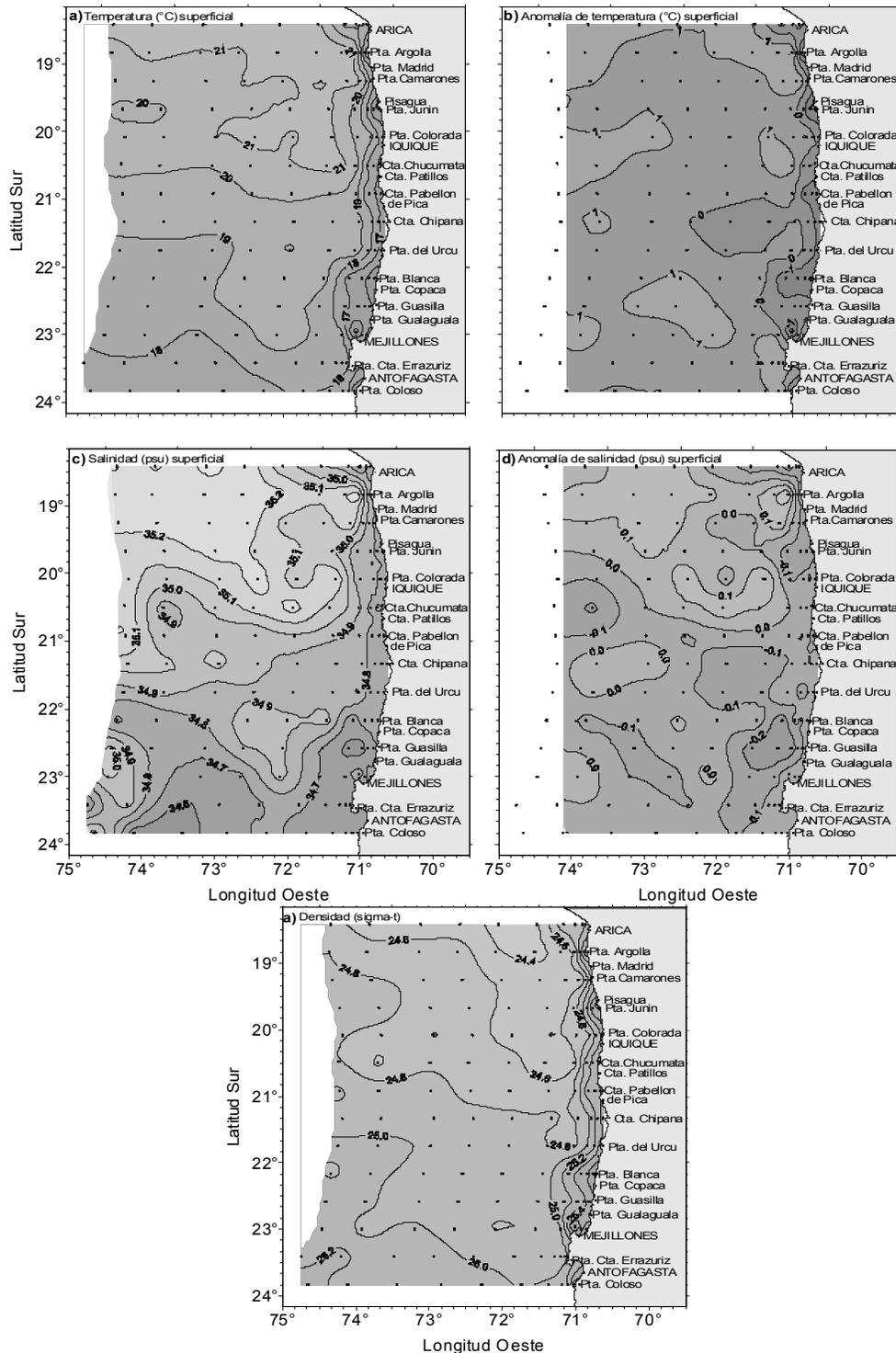


Figura 25. Distribuci3n superficial de (a) temperatura (°C), (b) anomalia de temperatura (°C), (c) salinidad (psu), (d) anomalia de salinidad (psu) y (e) densidad (sigma-t) (kg/m³).

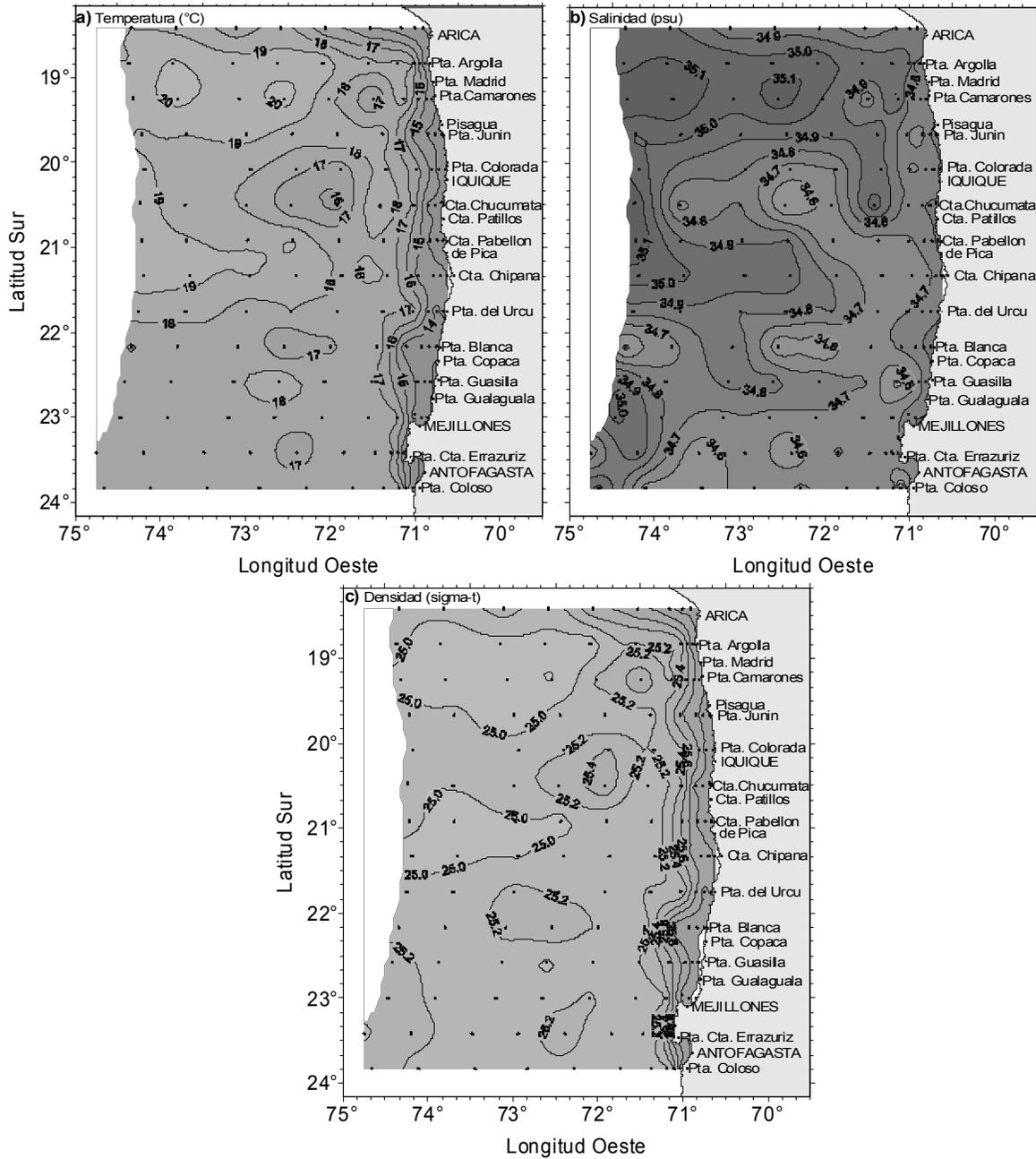


Figura 26. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) en estrato de 25m.

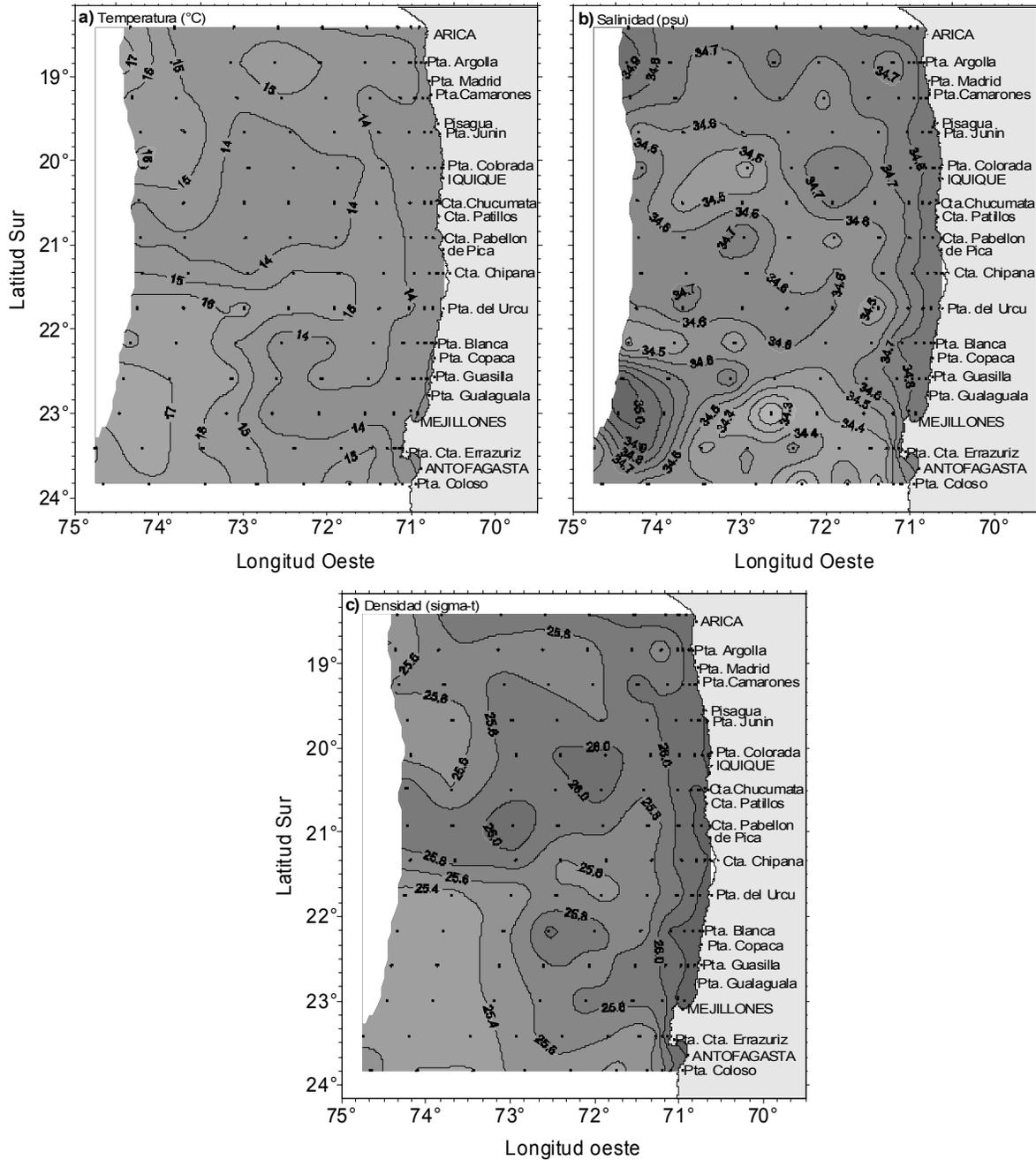


Figura 27. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) en estrato de 50m.

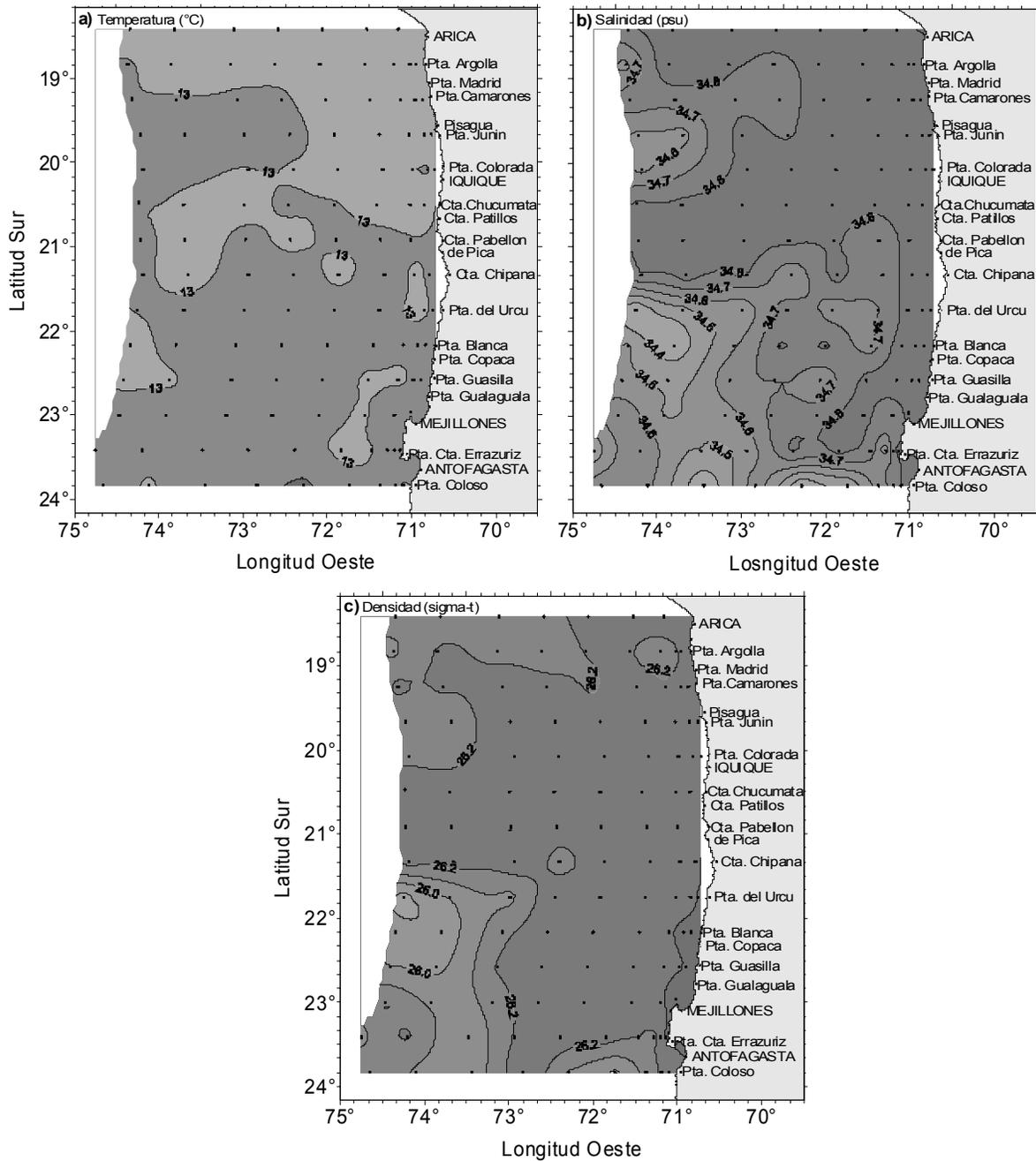


Figura 28. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) en estrato de 100m.

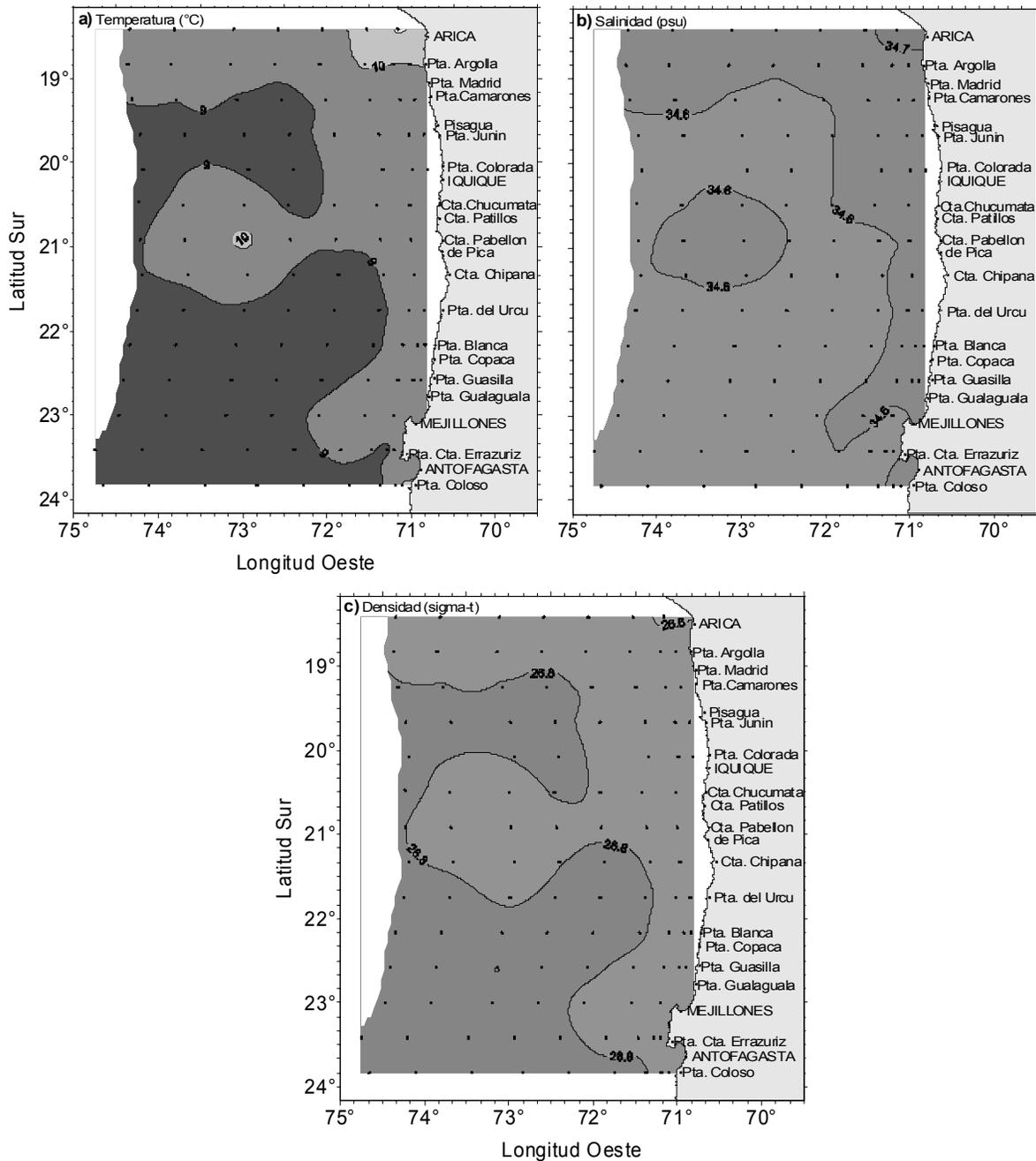


Figura 30. Distribuci3n de (a) temperatura (°C), (b) salinidad (psu) y (c) densidad (sigma-t) en estrato de 400m.

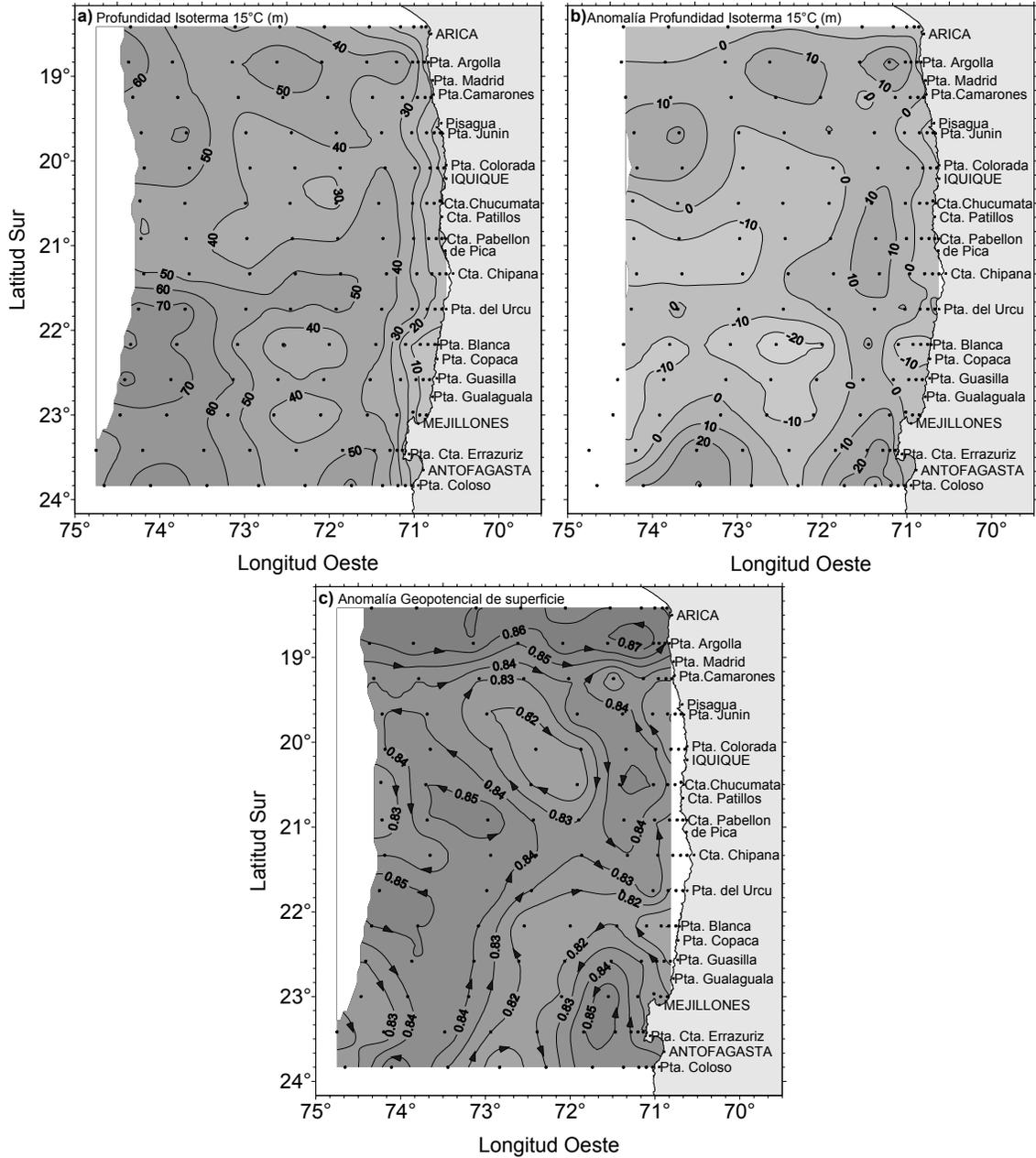


Figura 31. Profundidad de la isoterma de 15°C (m) (a), anomalía de profundidad de la isoterma 15°C (m) (b), anomalía geopotencial de superficie referida a 500 (db) (c).

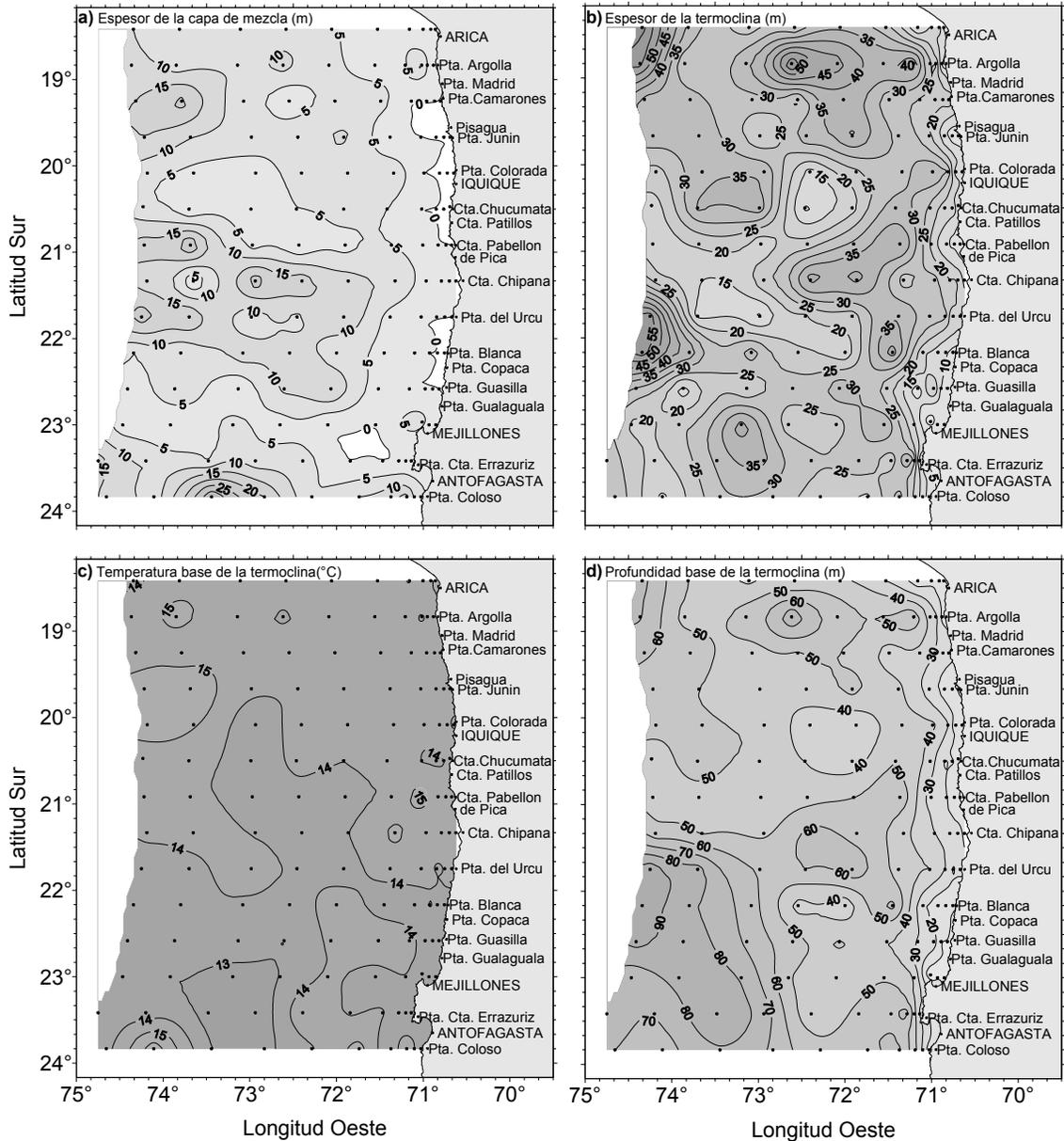


Figura 32. Espesor de la capa de mezcla (m) (a), espesor de la termoclina (m) (b), temperatura base de la termoclina (°C) (c), profundidad de la base de la termoclina (m) (d).

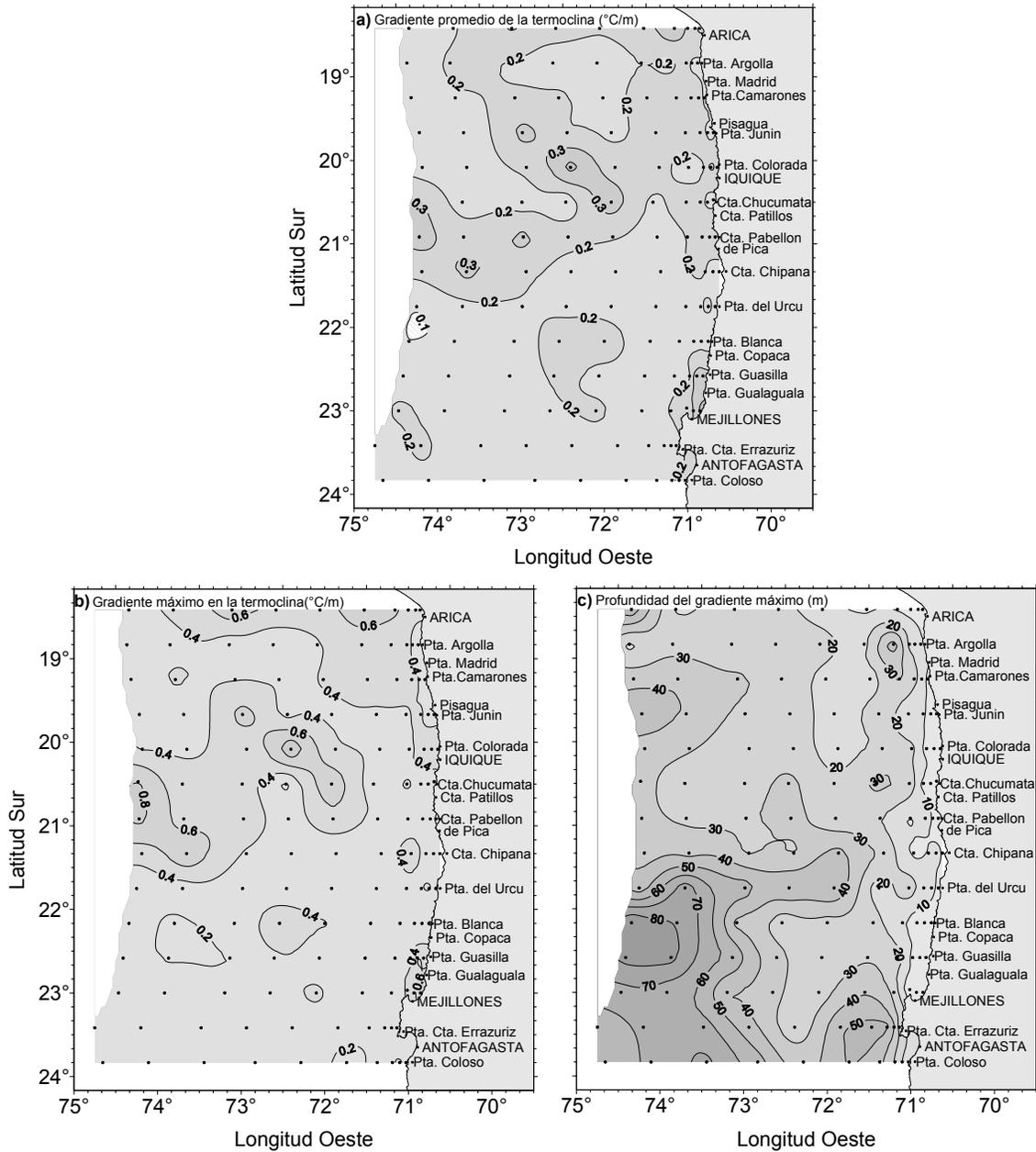


Figura 33. Gradiante de temperatura en la termoclina (°C/m) (a), máximo gradiante de temperatura en la termoclina (°C/m) (b), y profundidad del máximo gradiante de temperatura en la termoclina (m) (c).

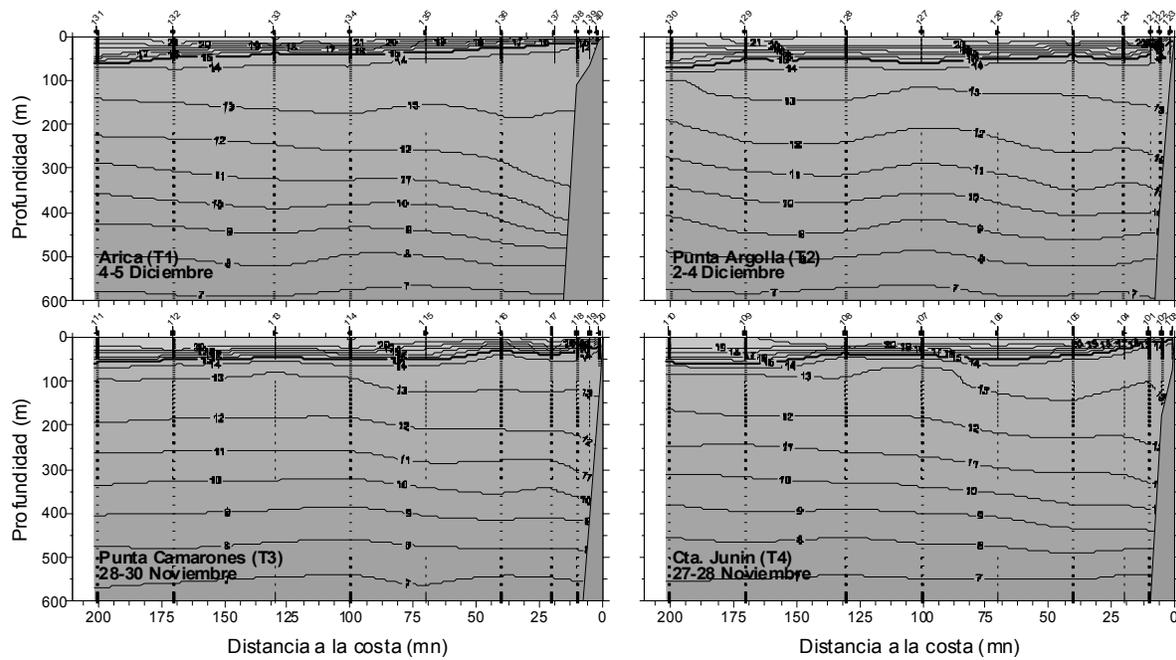


Figura 34. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 1 a 4, zona norte.

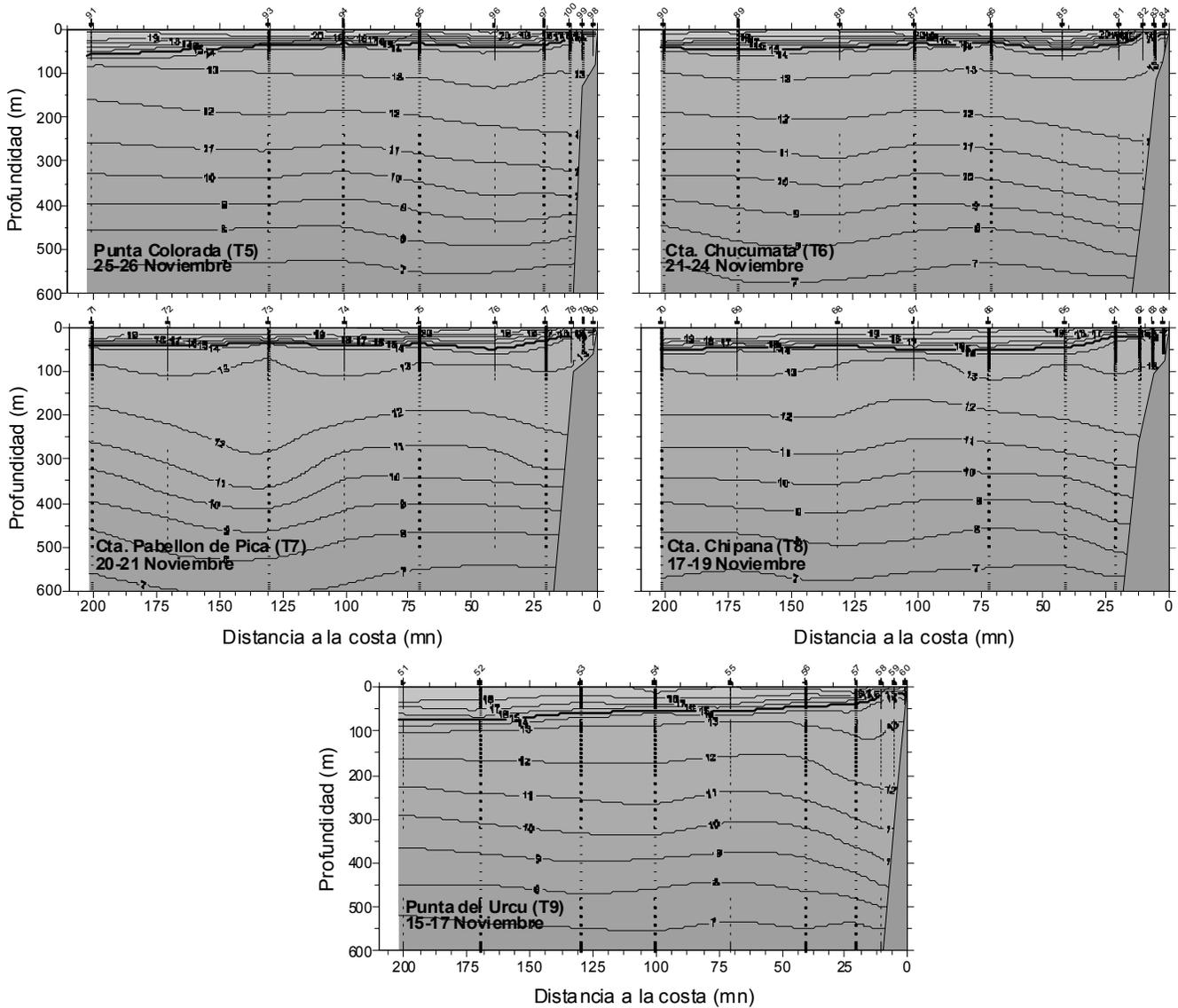


Figura 35. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 5 a 9, zona centro.

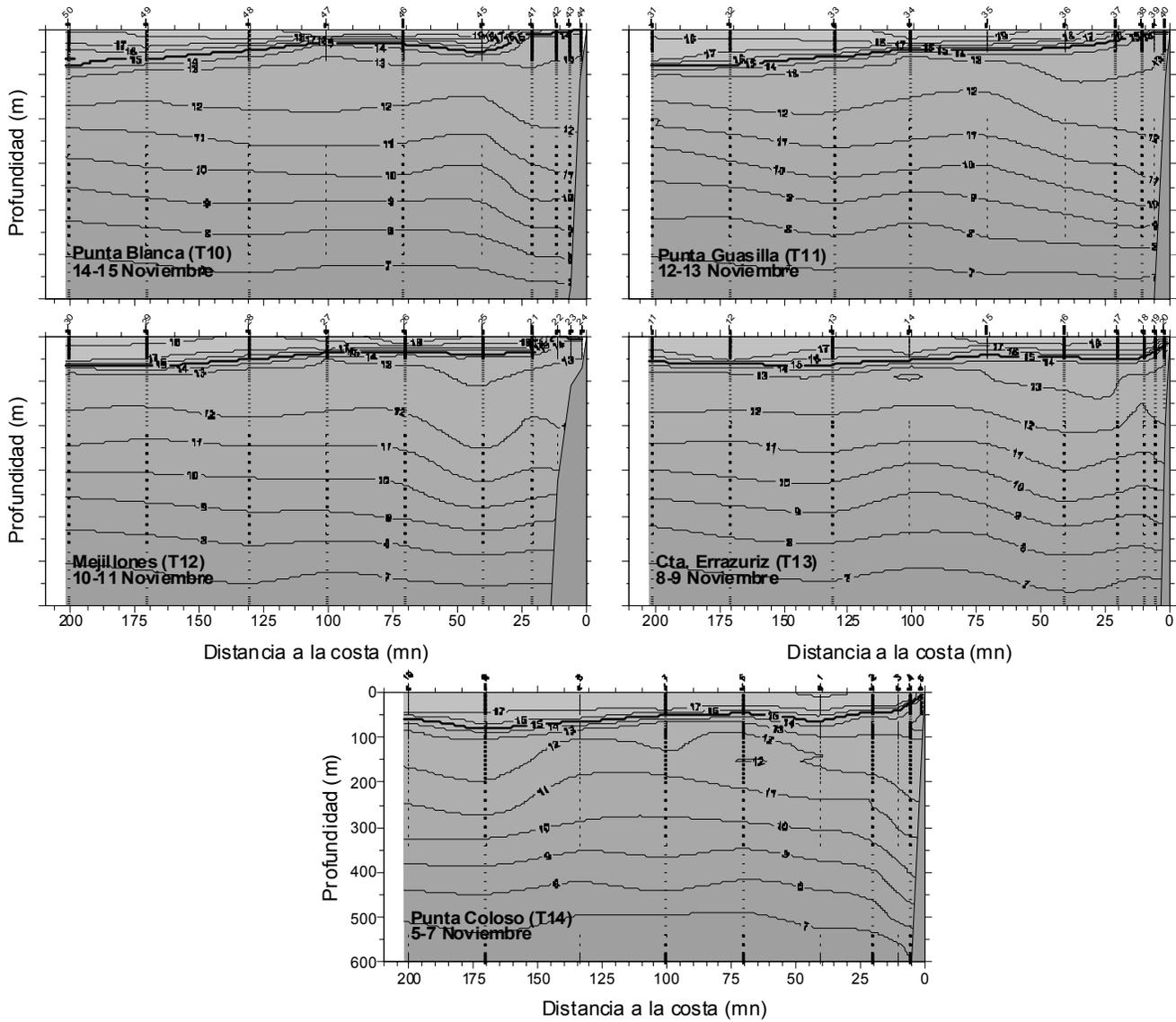


Figura 36. Distribuci3n vertical de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en las transectas 10 a 14, zona sur.

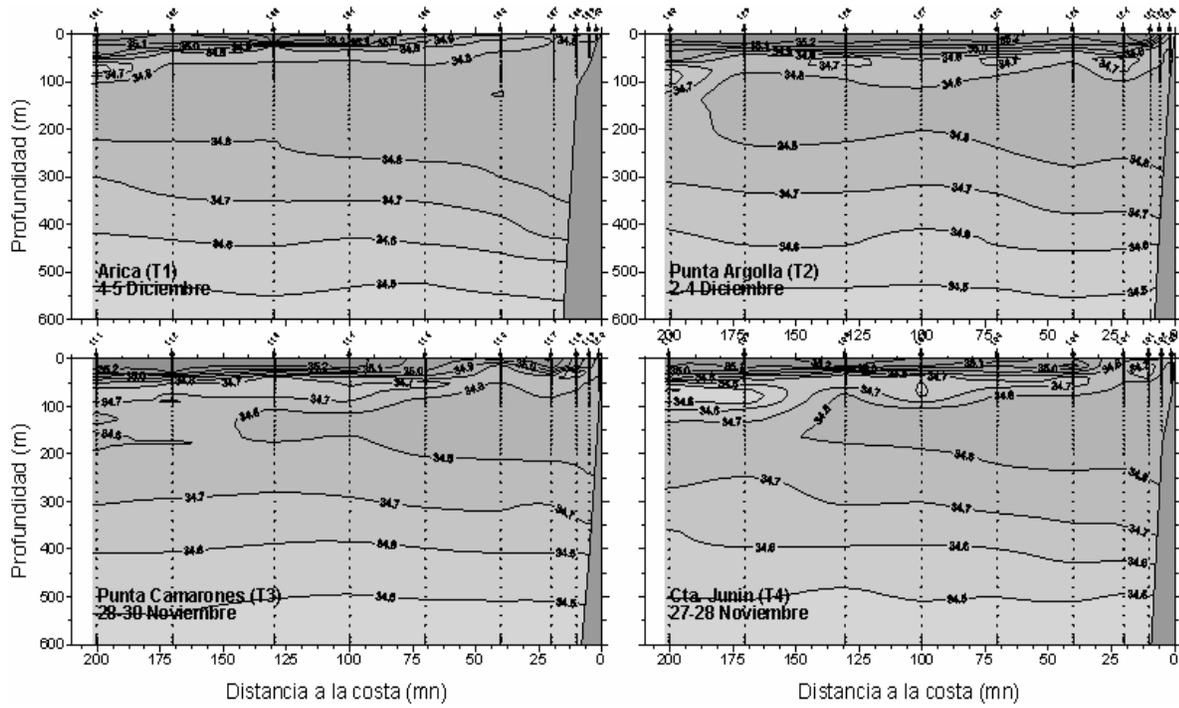


Figura 37. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 1 a 4, zona norte.

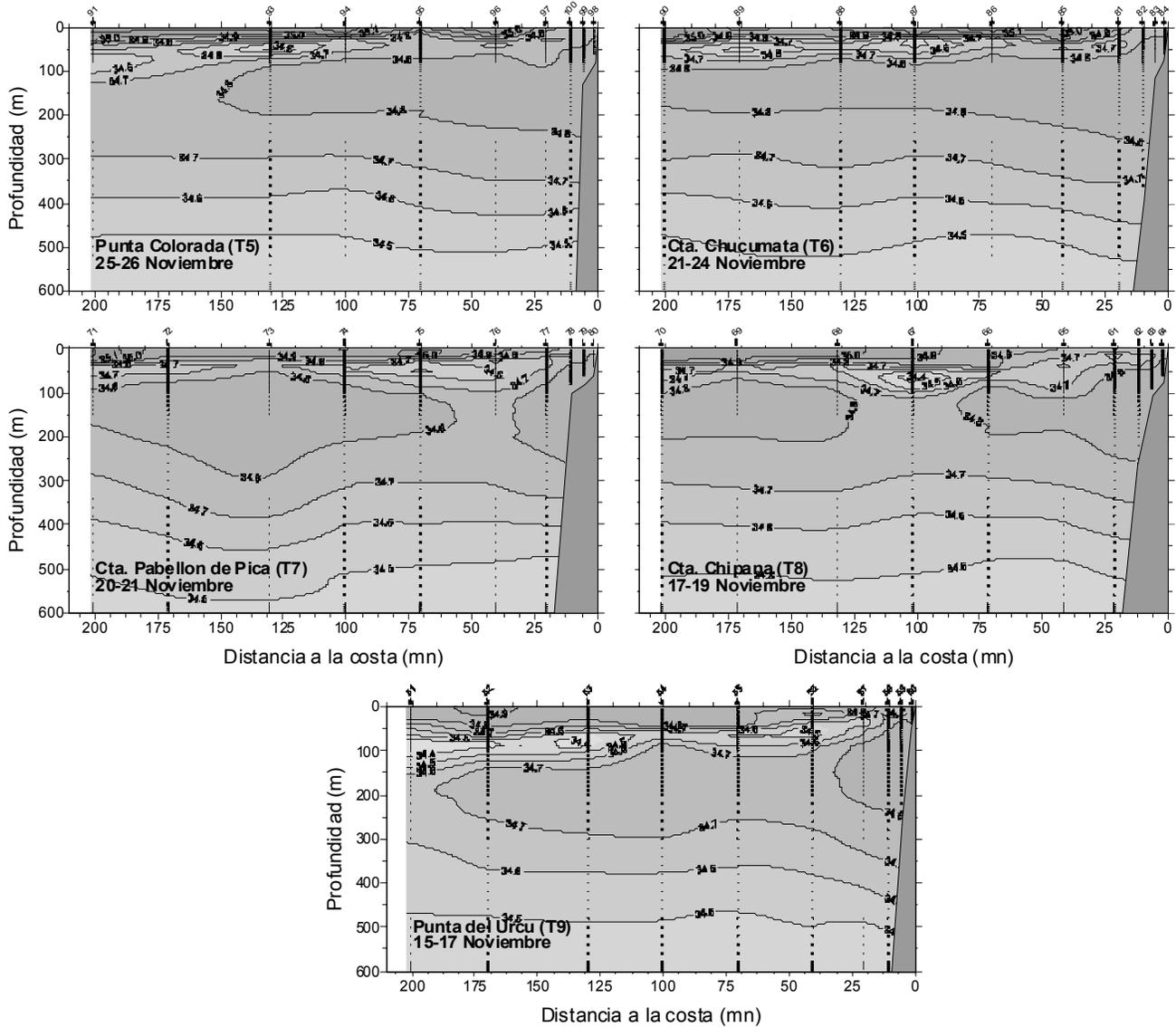


Figura 38. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 5 a 9, zona centro.

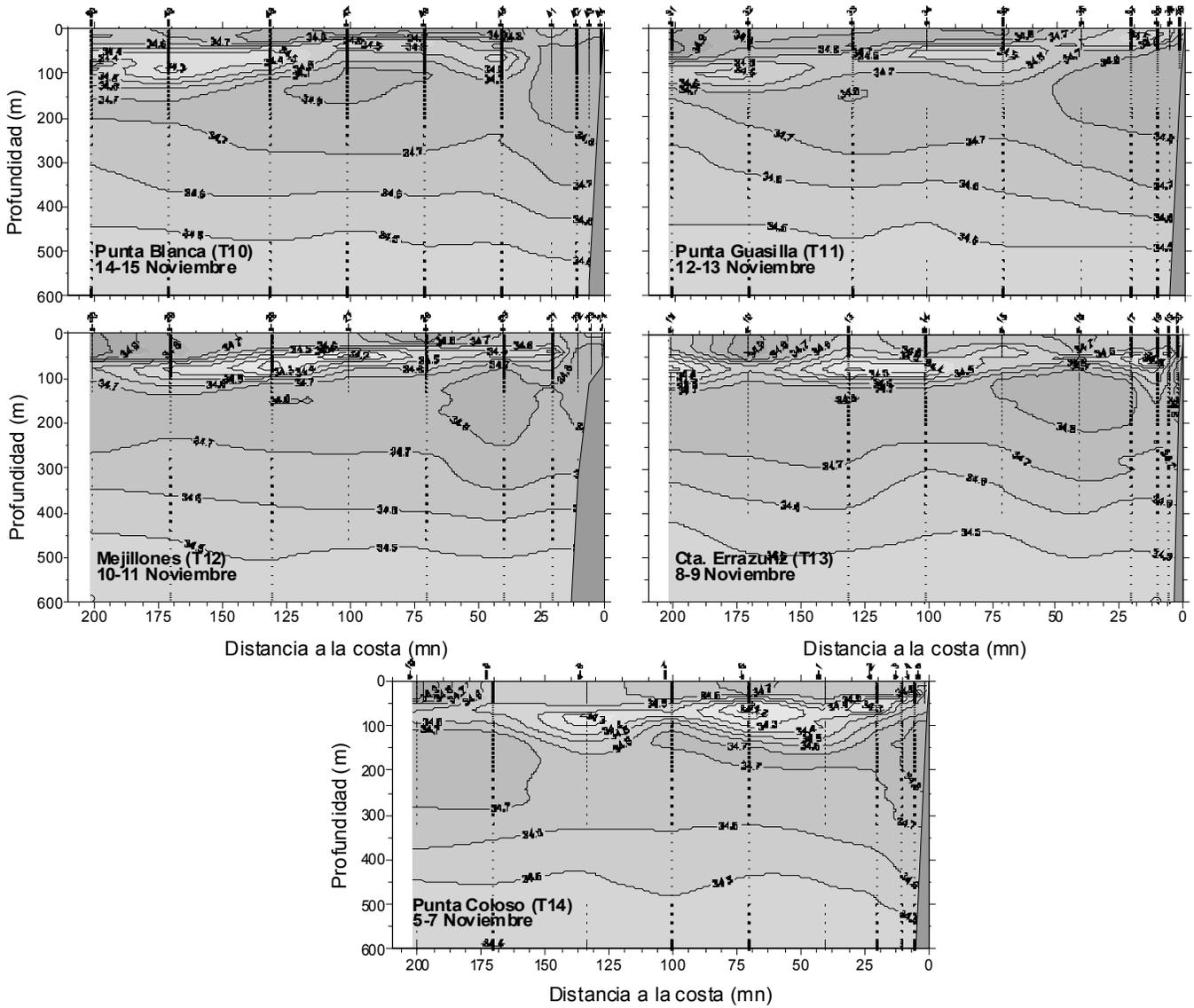


Figura 39. Distribuci3n vertical de salinidad (psu) en las transectas 10 a 14, zona sur.

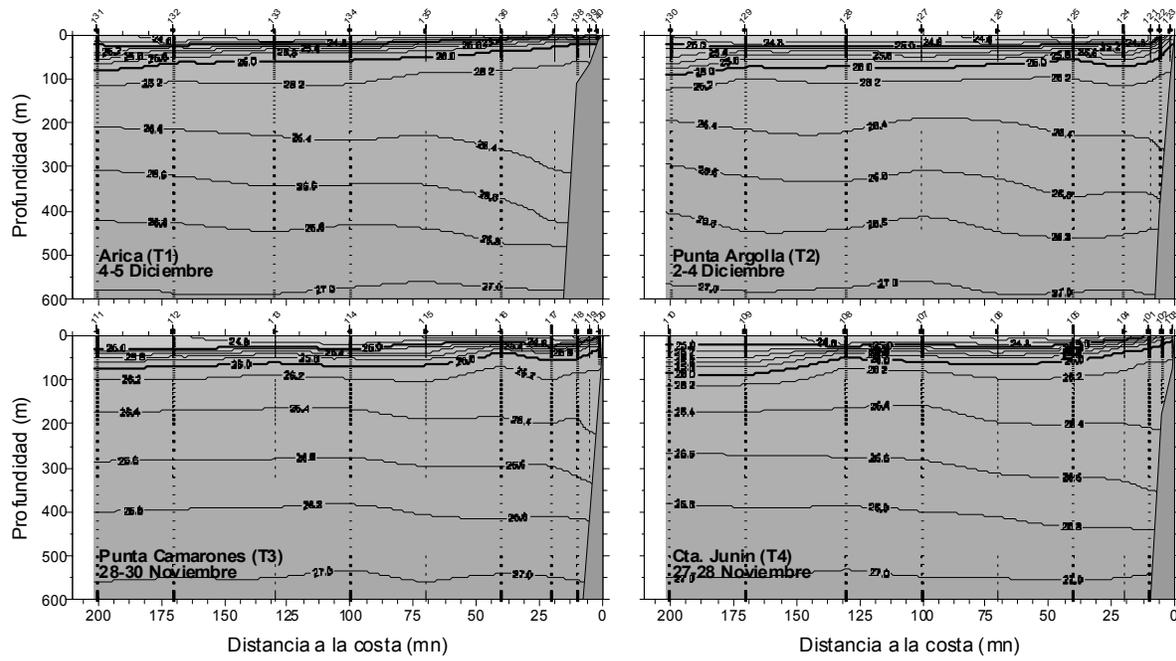


Figura 40. Distribuci3n vertical de densidad ($\sigma\text{-t}$)(kg/m^3) en las transectas 1 a 4, zona norte.

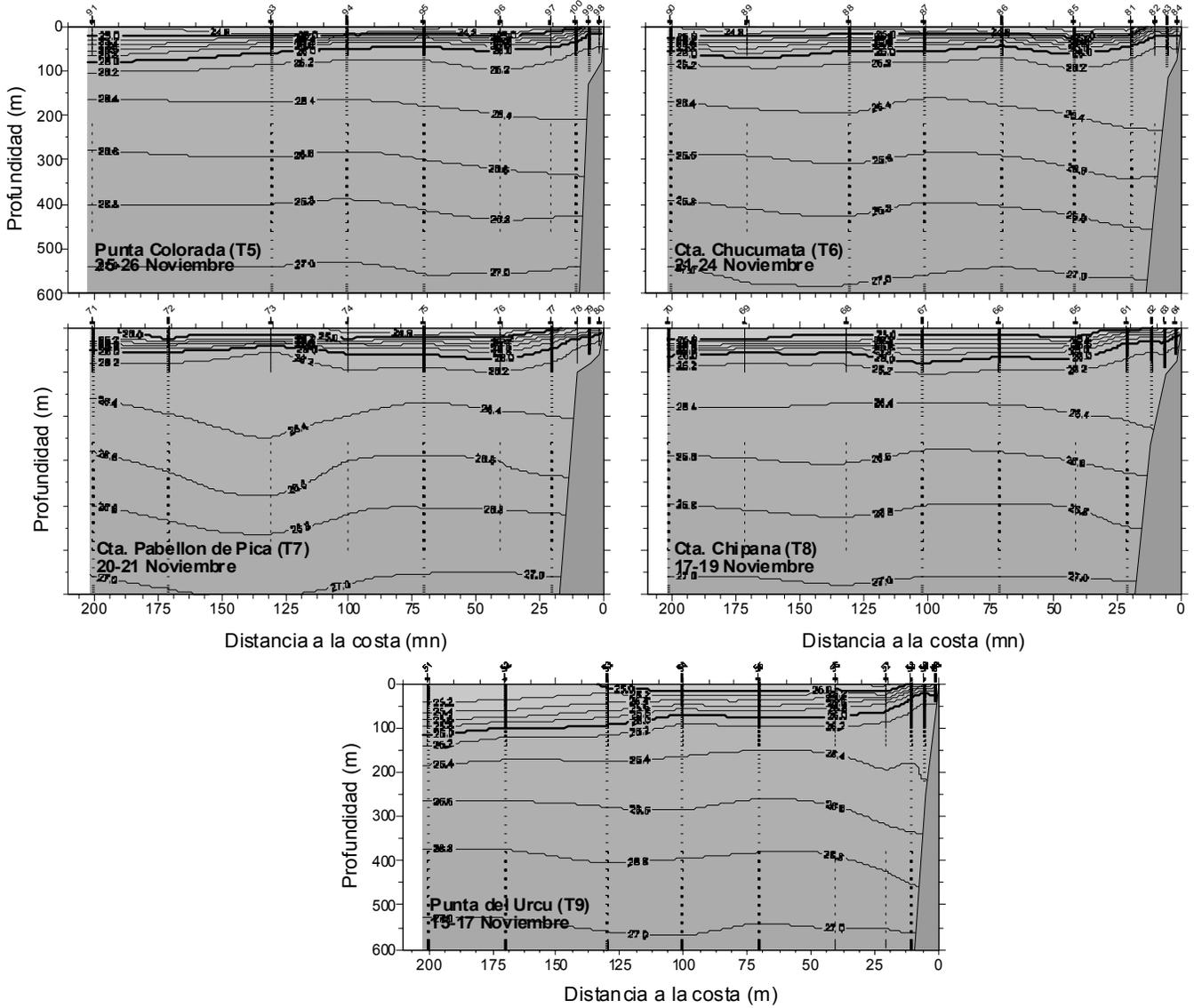


Figura 41. Distribuci3n vertical de densidad (σ_t)(kg/m^3) en las transectas 5 a 9, zona centro.

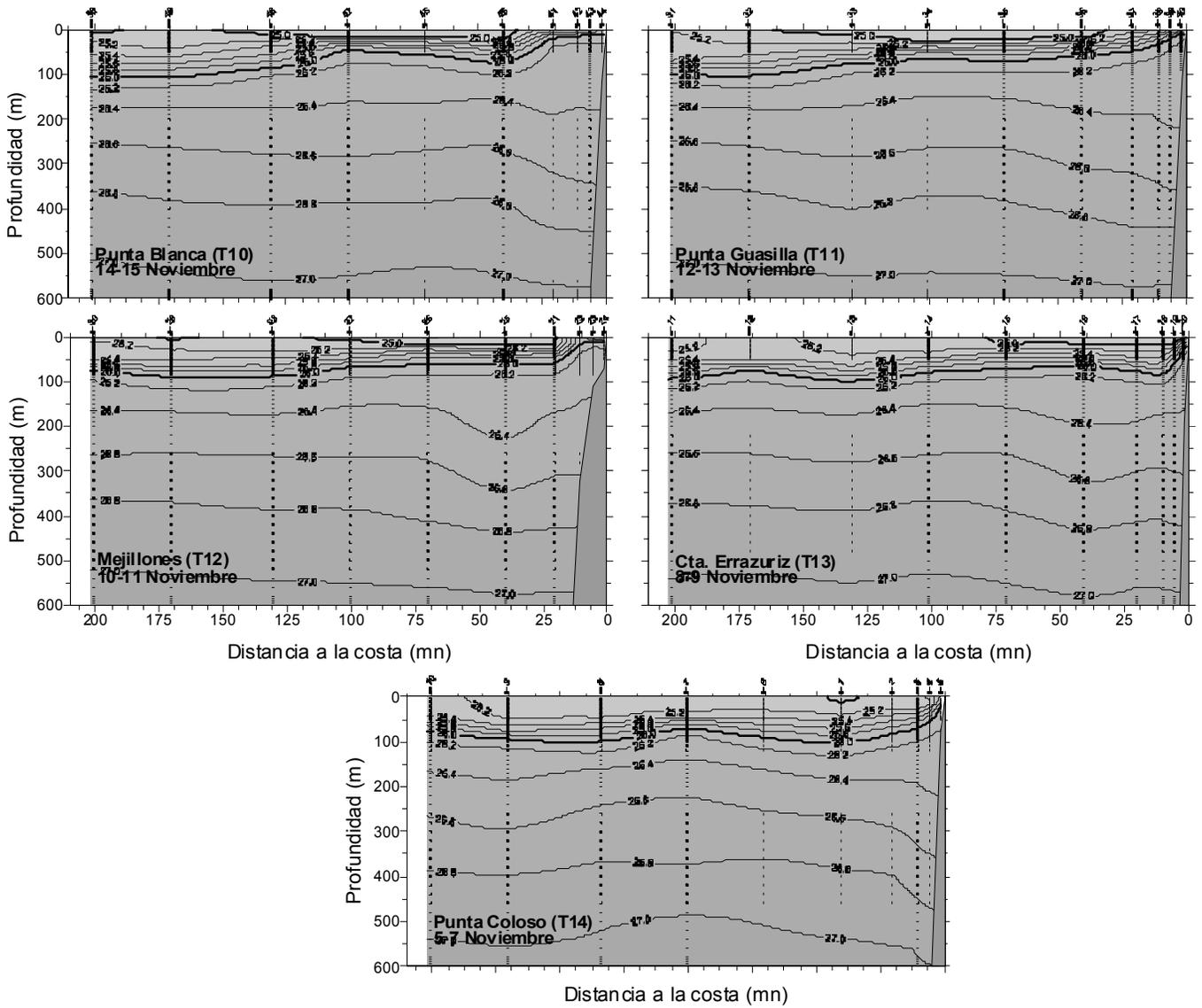


Figura 42. Distribuci3n vertical de densidad (σ_t)(kg/m^3) en las transectas 11 a 14, zona sur.

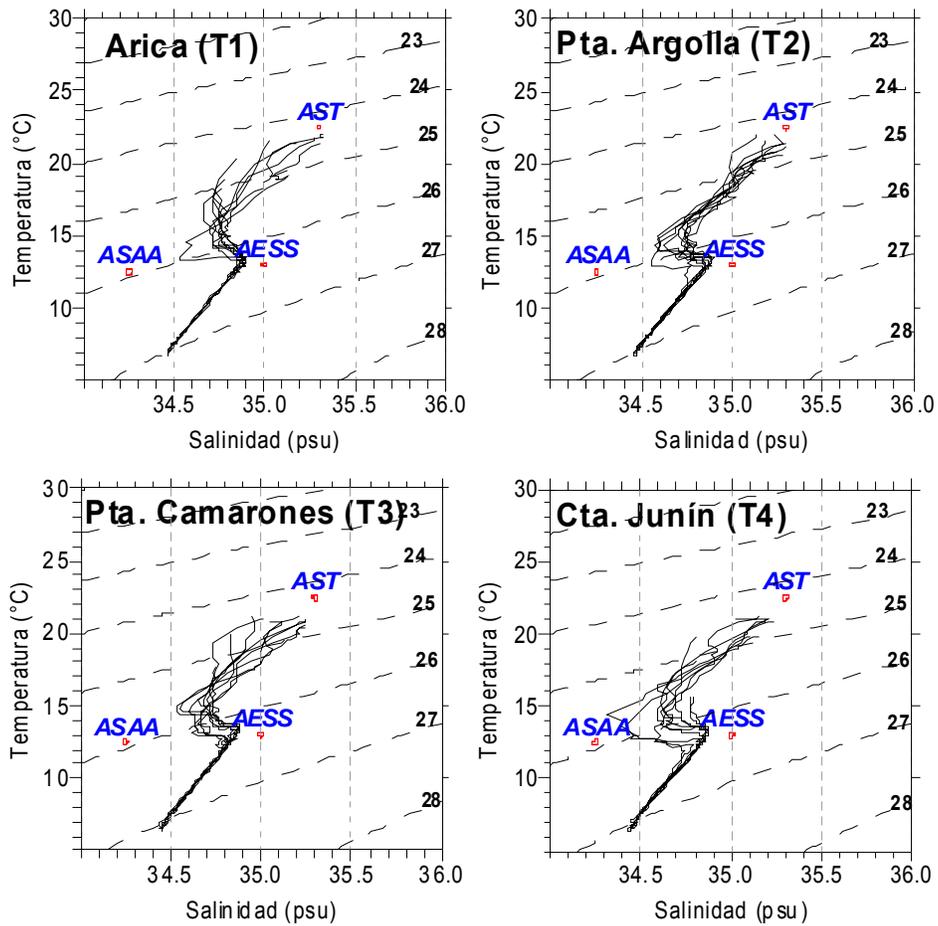


Figura 43. Diagramas T-S de las estaciones de las transectas 1 a 4, zona norte.

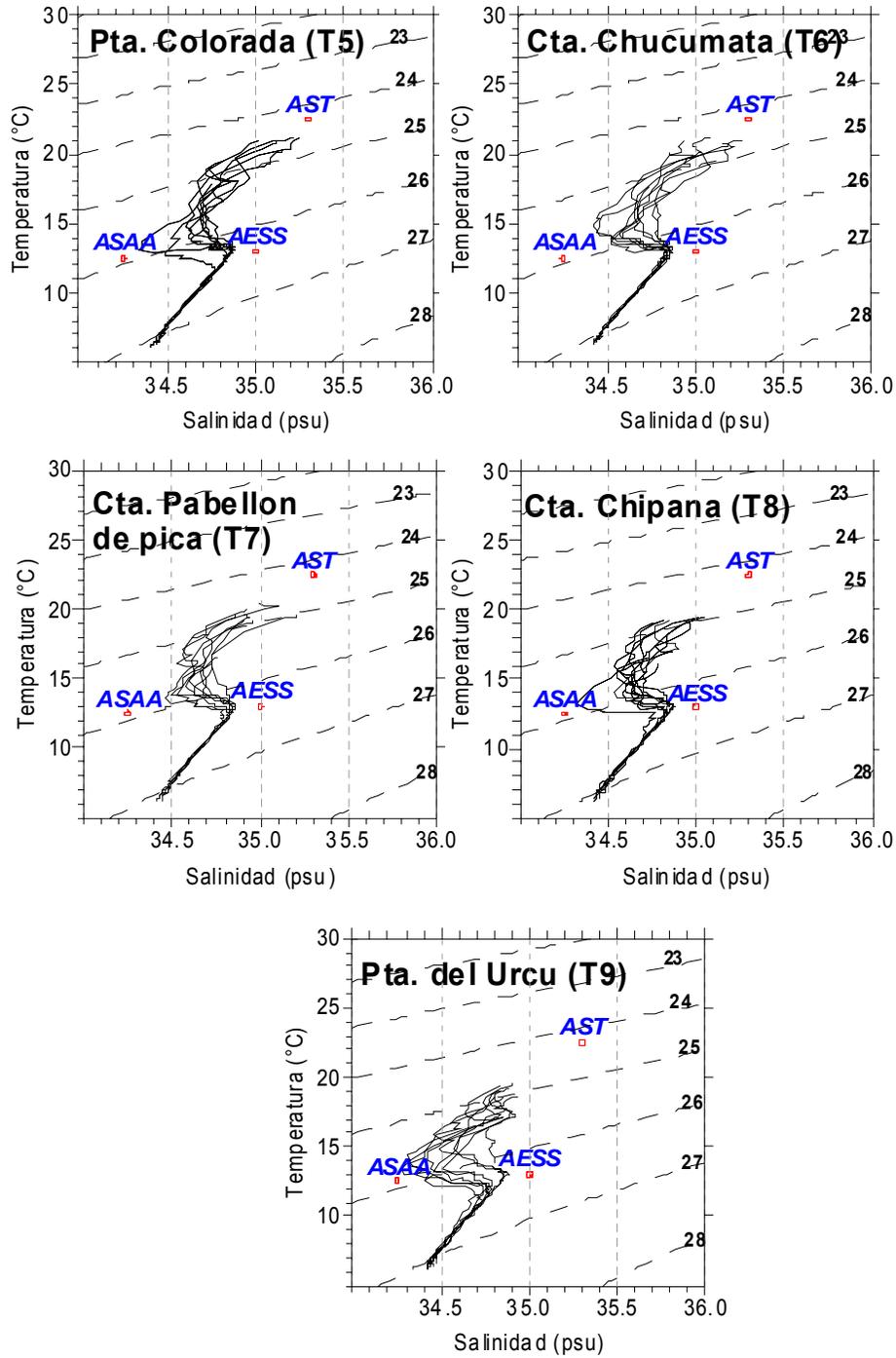


Figura 44. Diagramas T-S de las estaciones de las transectas 5 a 9, zona centro.

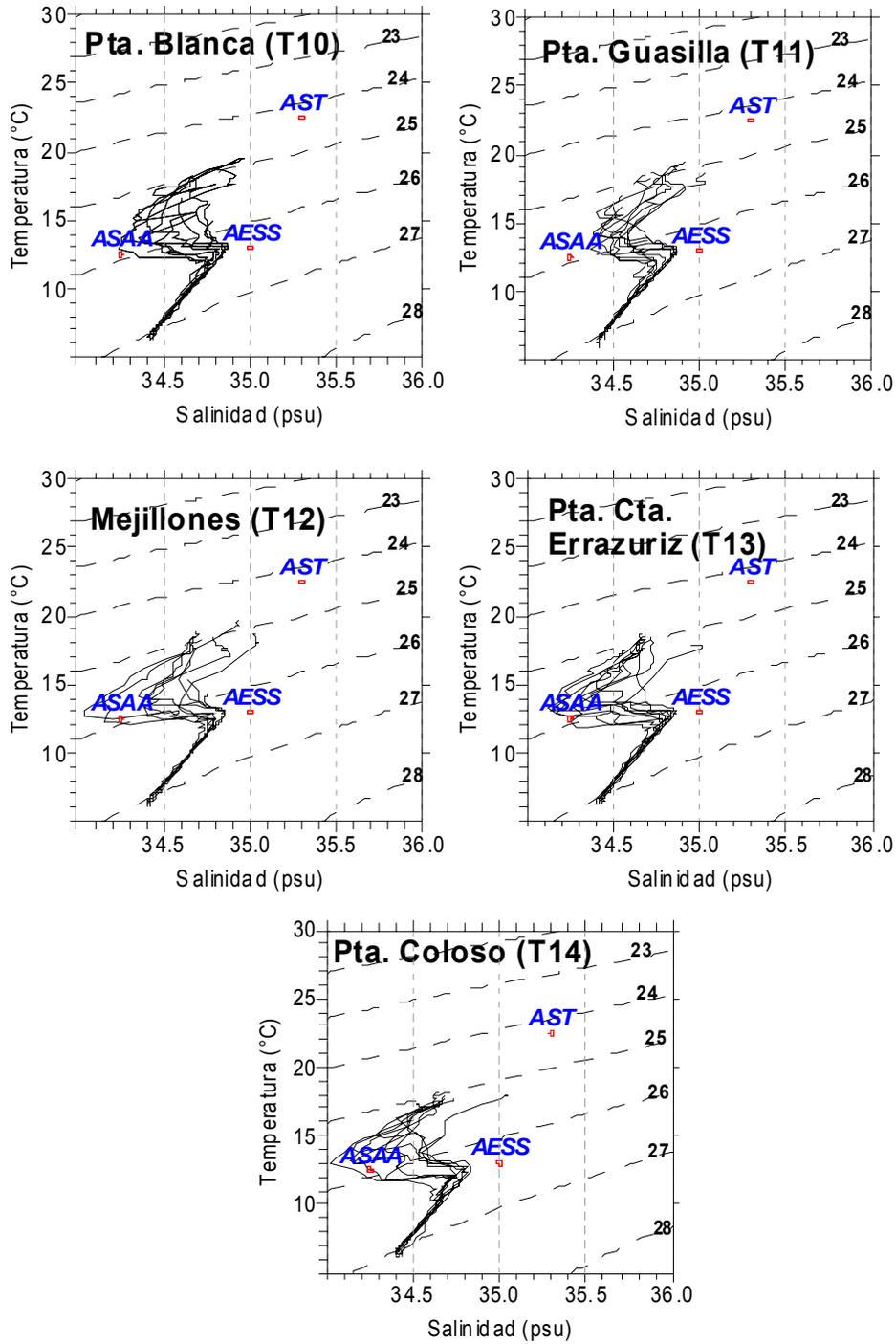


Figura 45. Diagramas T-S de las estaciones de las transectas 10 a 14, zona sur.

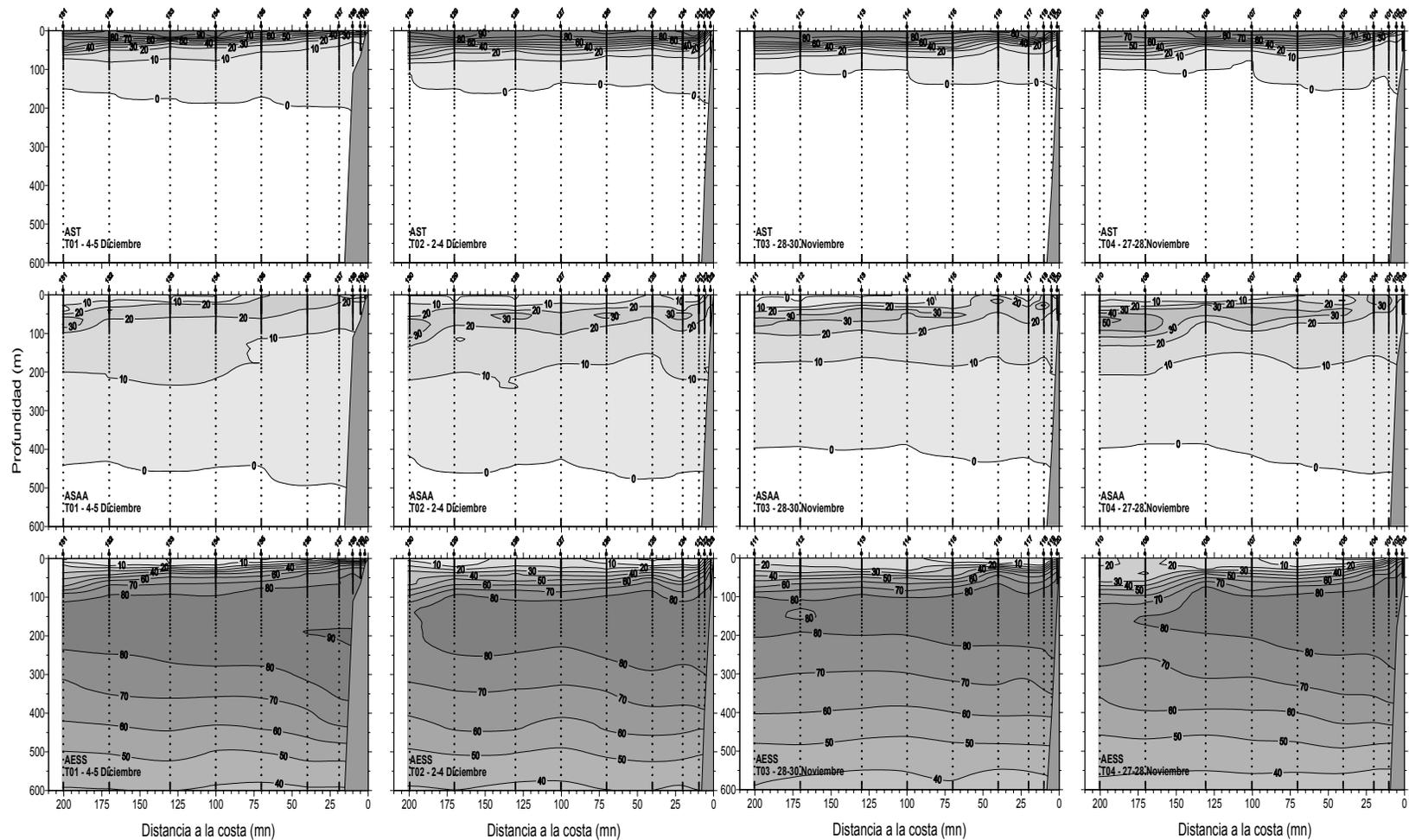


Figura 46. Masas de agua subantártica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 1,2, 3 y 4, zona norte.

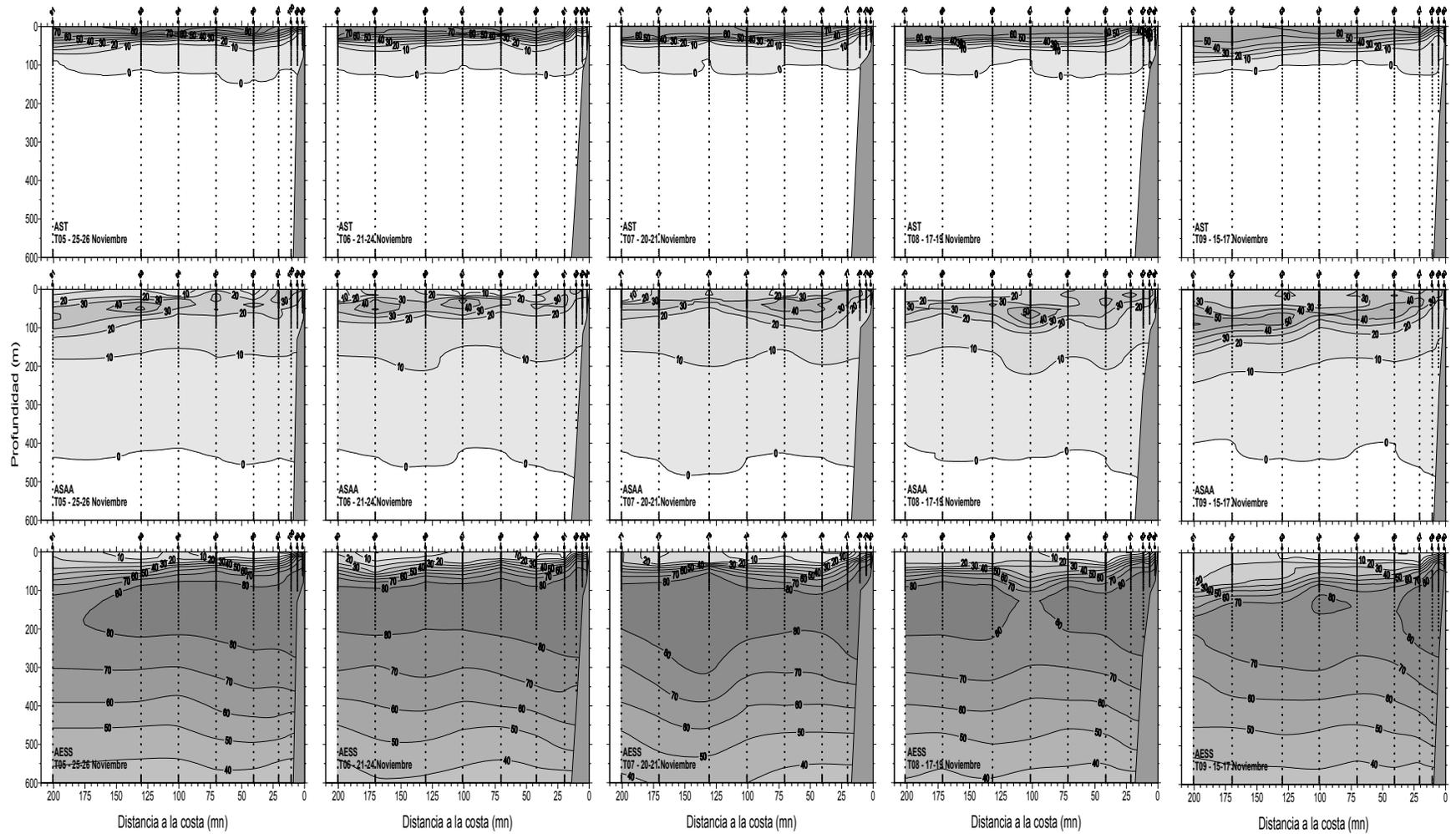


Figura 47. Masas de agua subantartica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 5, 6, 7, 8 y 9, zona centro.

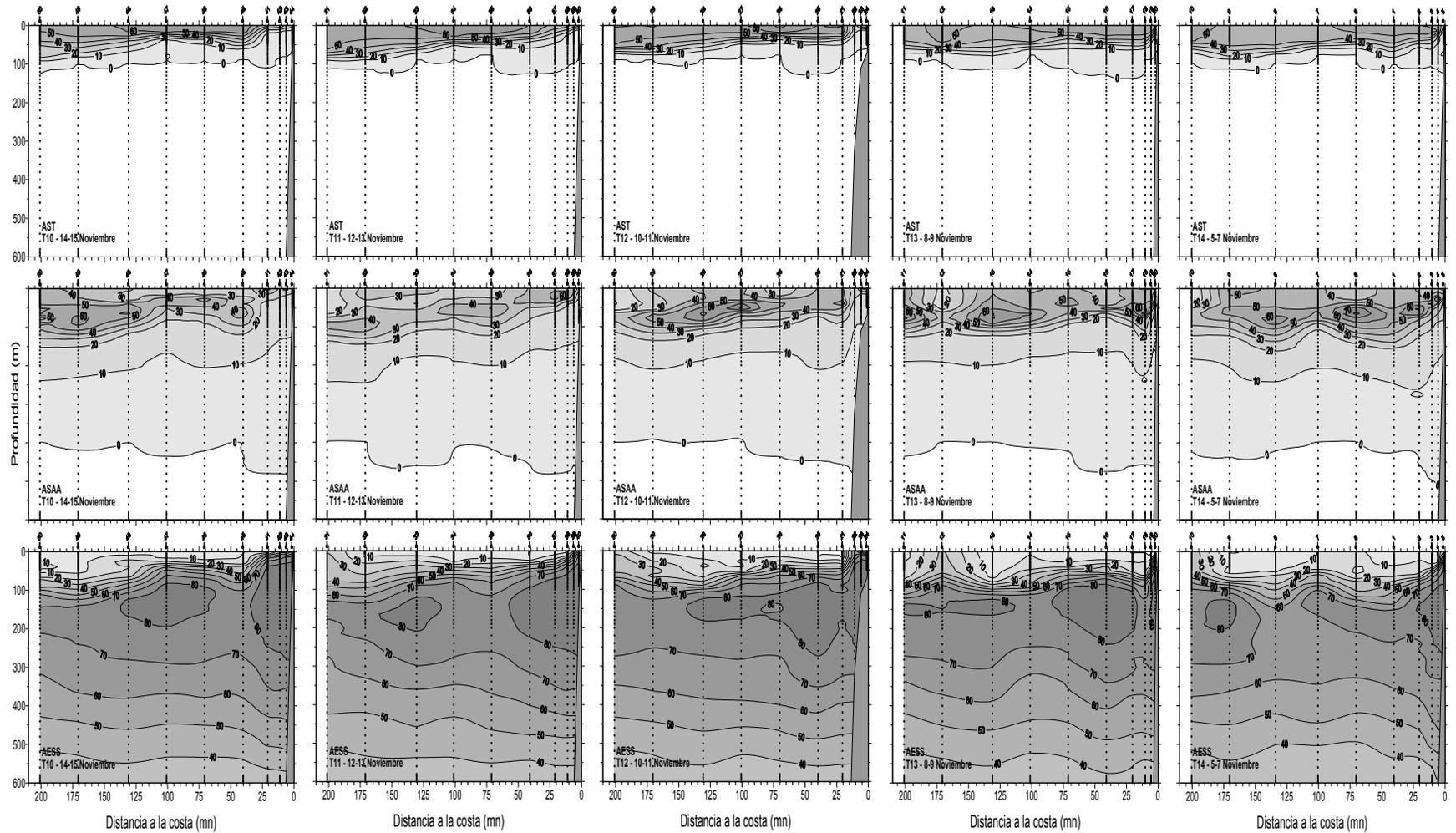


Figura 48. Masas de agua subantartica (ASAA), agua subtropical (AST), agua ecuatorial subsuperficial (AESS), para las transectas 11, 12, 13 y 14, zona sur..

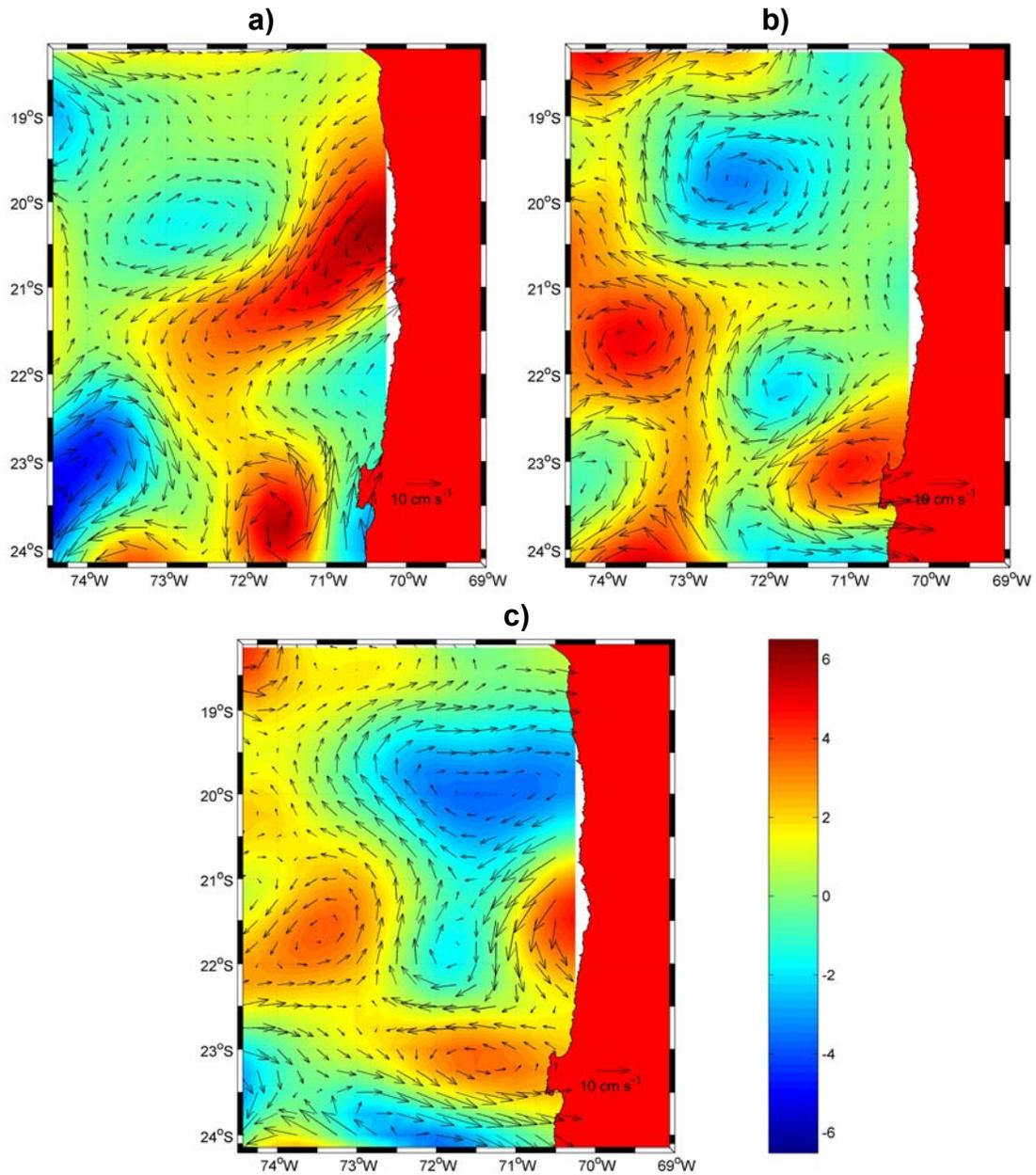


Figura 49. Imagen de circulaci3n geostrofica superficial correspondiente al d1a 1 de noviembre (a), 15 de noviembre (b) y 29 de noviembre (c).

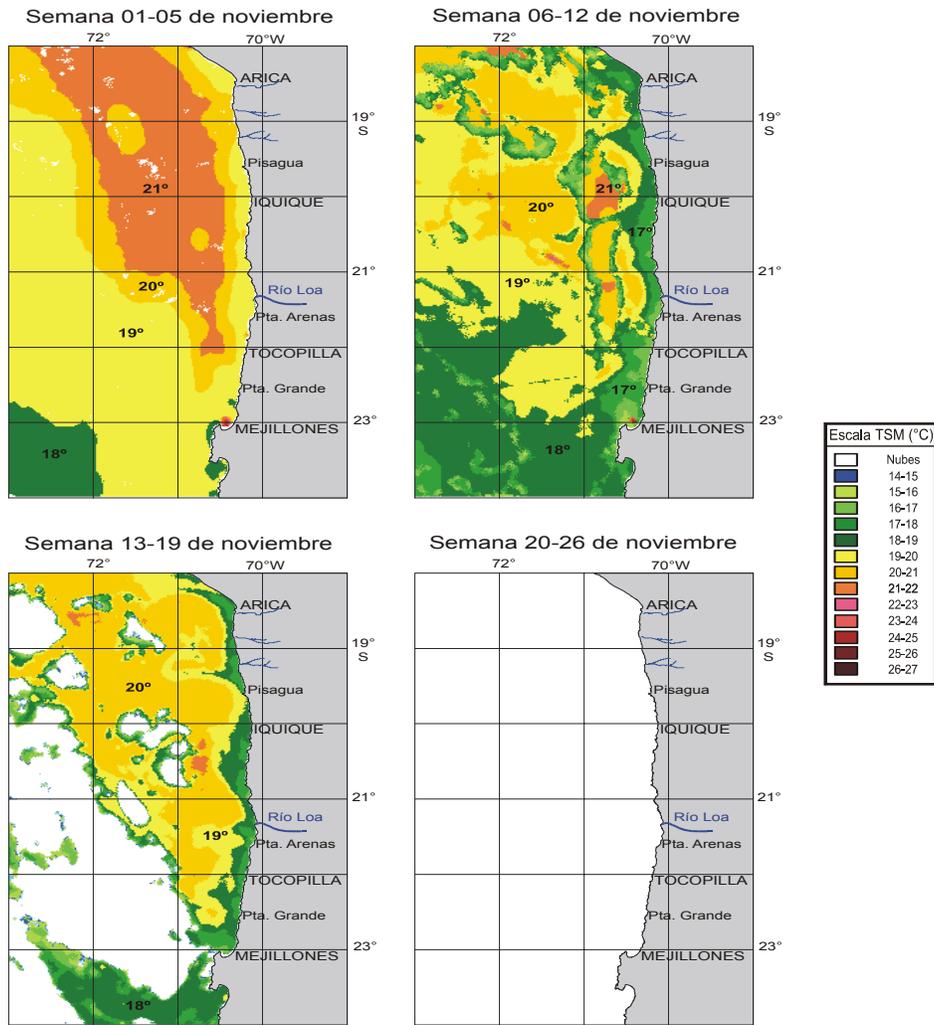


Figura 50. Distribuci3n espacial semanal de la TSM satelital en la zona norte de Chile. Noviembre 2006.

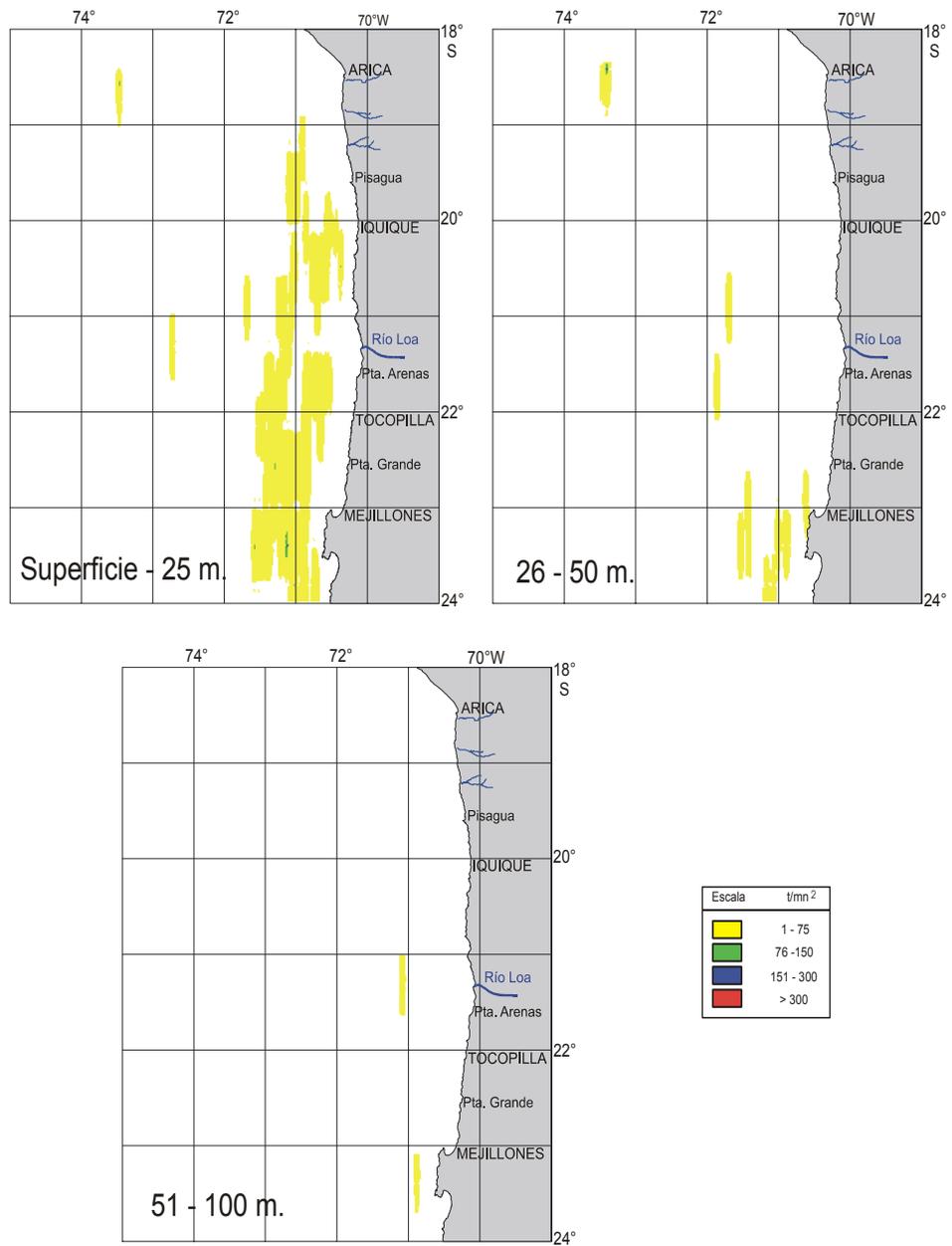


Figura 51. Distribuci3n espacial de la biomasa de jurel (t/mn²), por estrato de profundidad: a) capa 0-25 m, b) capa 26-50 m y c) capa 51-100 m.

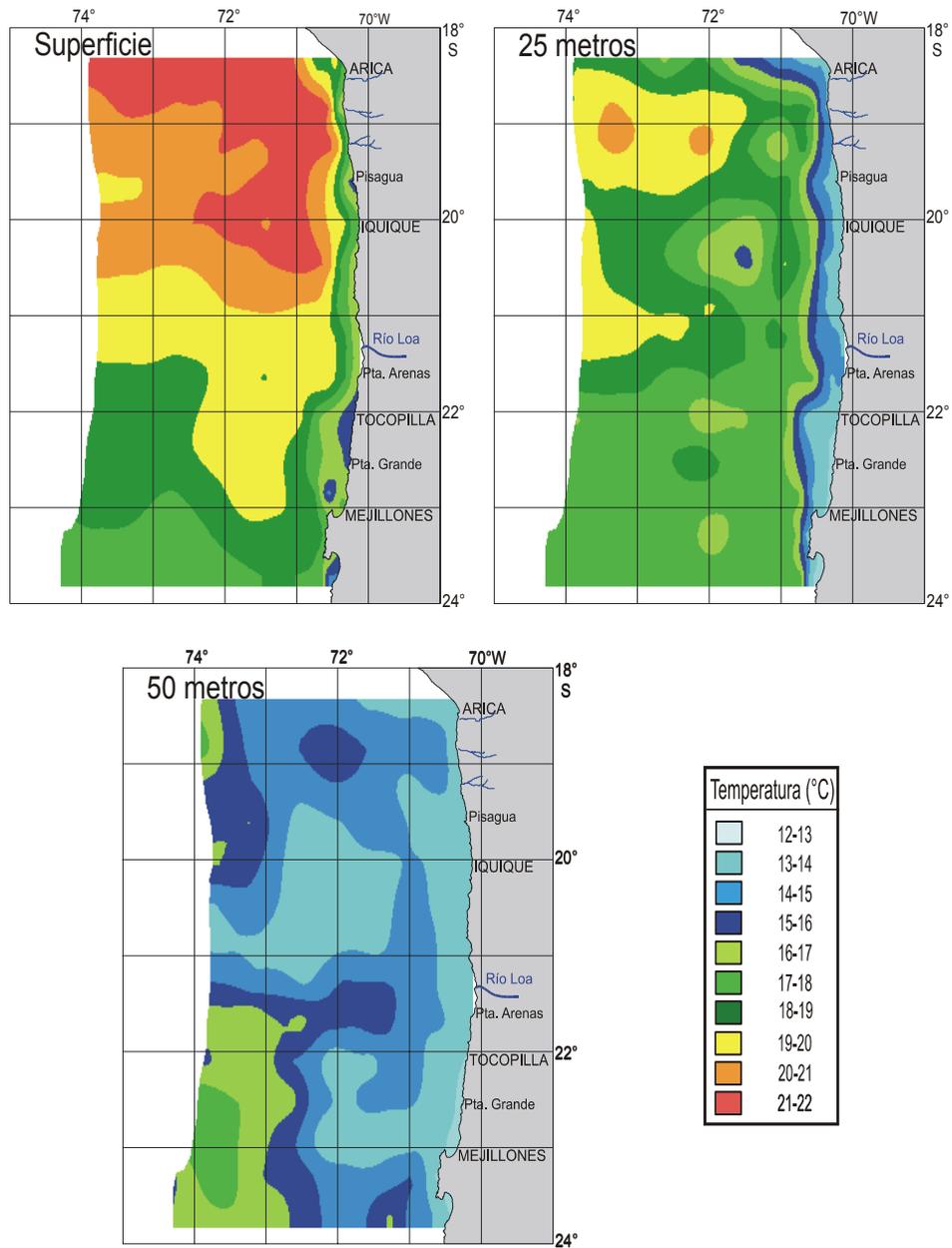


Figura 52. Distribución espacial de la temperatura (°C), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

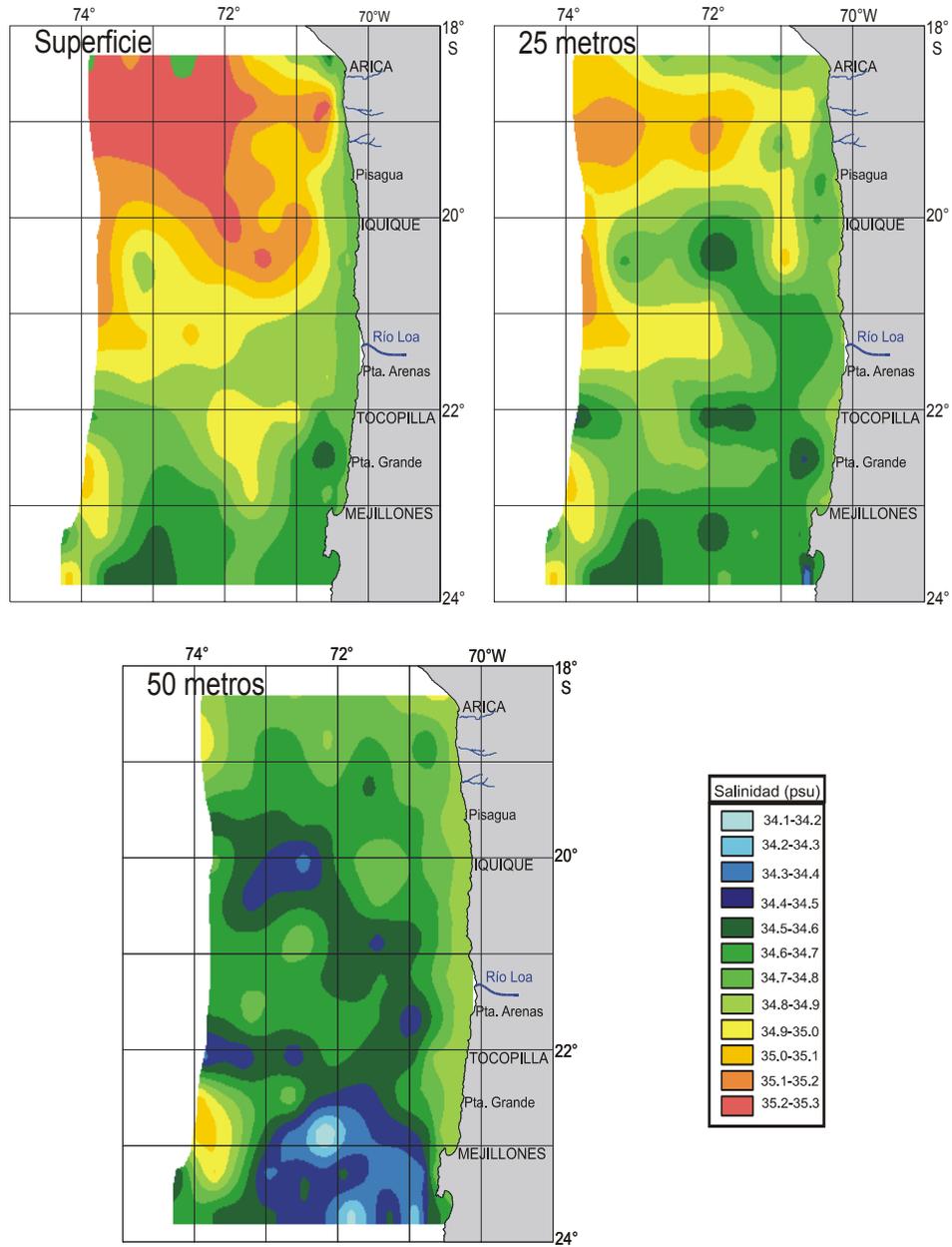


Figura 53. Distribuci3n espacial de la salinidad (psu), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

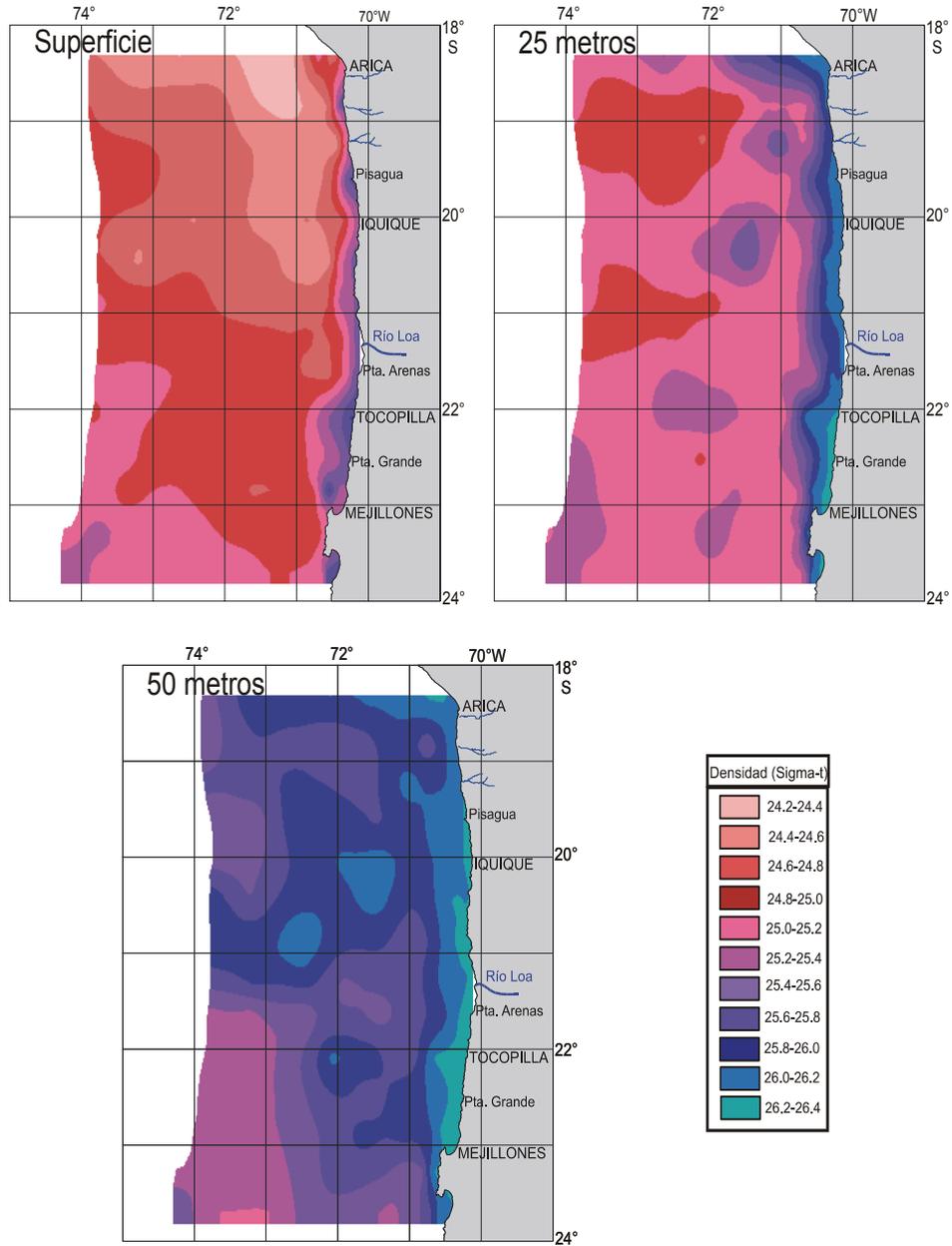


Figura 54. Distribuci3n espacial de la densidad del agua (σ_t), por estrato de profundidad: a) capa superficial, b) capa 25 m y c) capa 50 m.

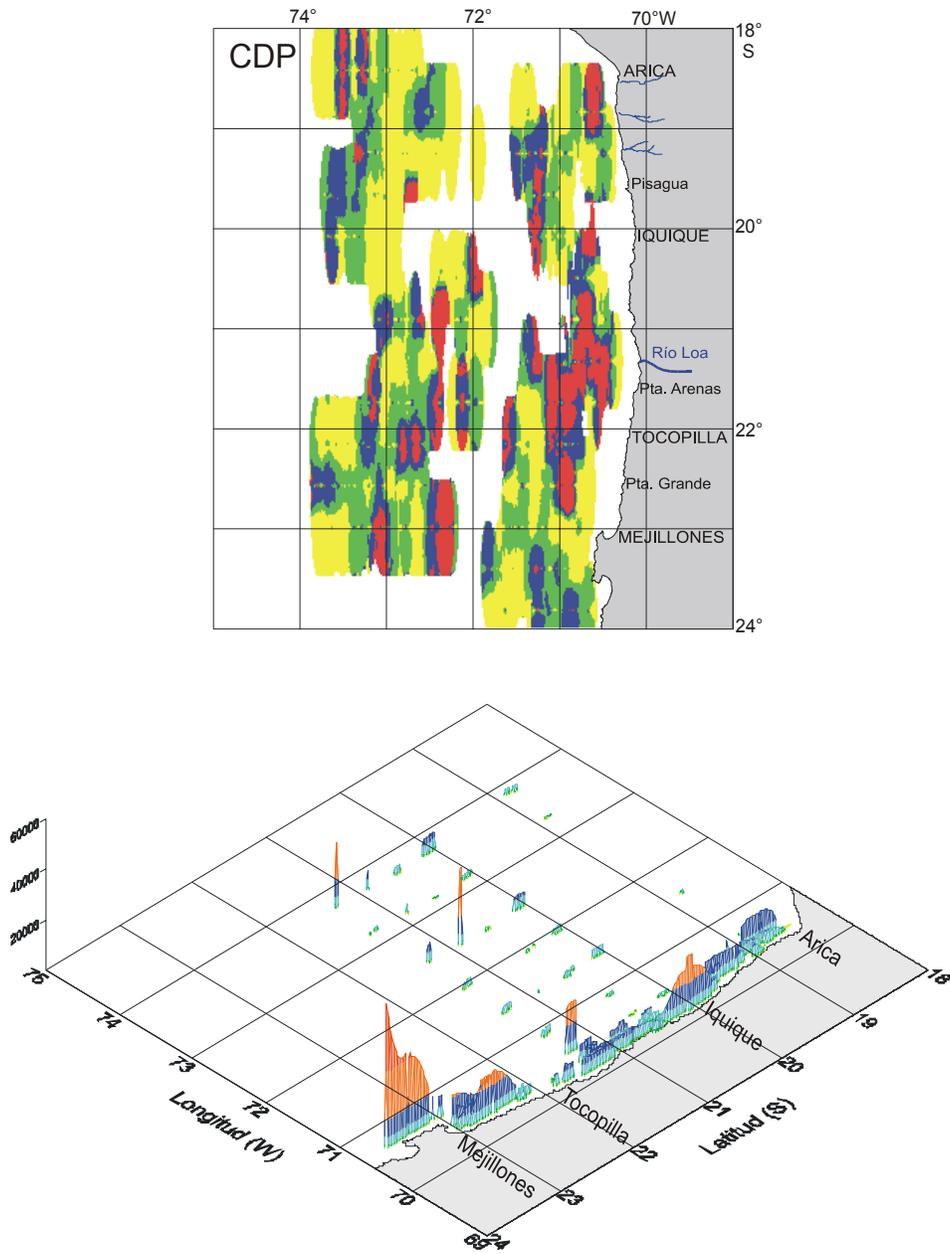


Figura 55. Distribuci3n espacial de: a) capa de dispersi3n profunda y b) euf3usidos.

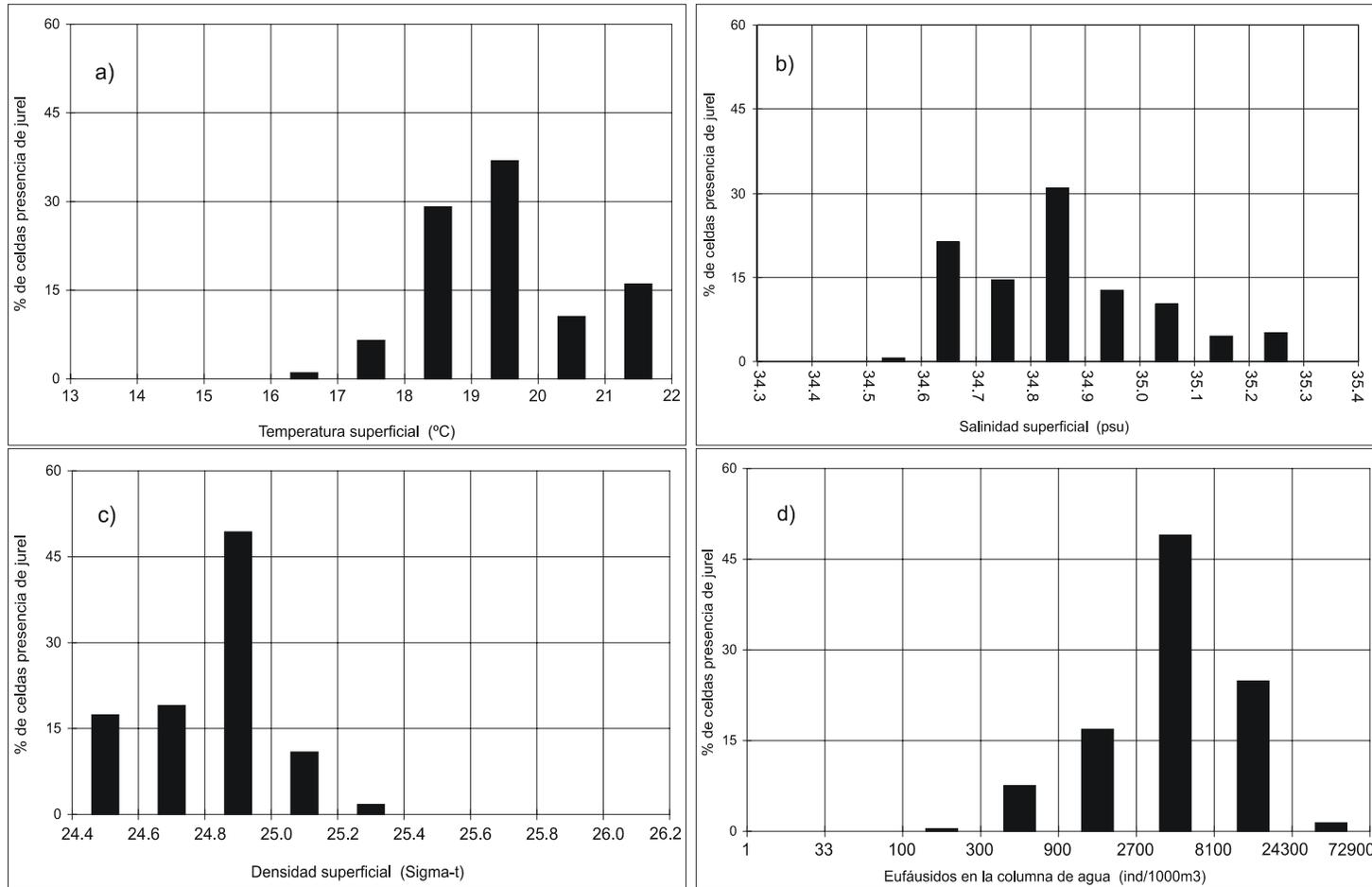


Figura 56. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato superficial.

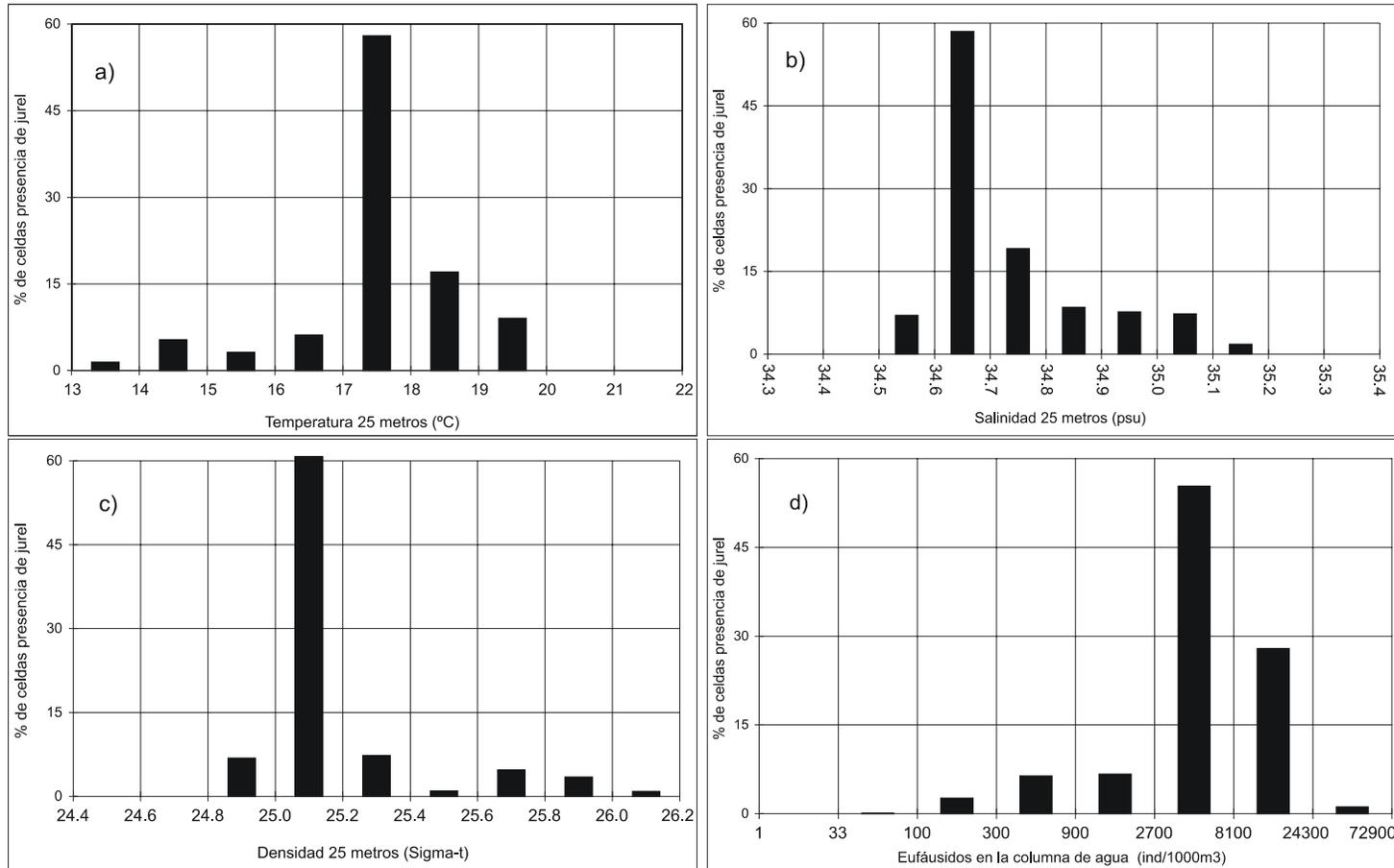


Figura 57. Histograma de los rangos de preferencia del jurel en relación a las variables ambientales. Estrato de 25 m. de profundidad.

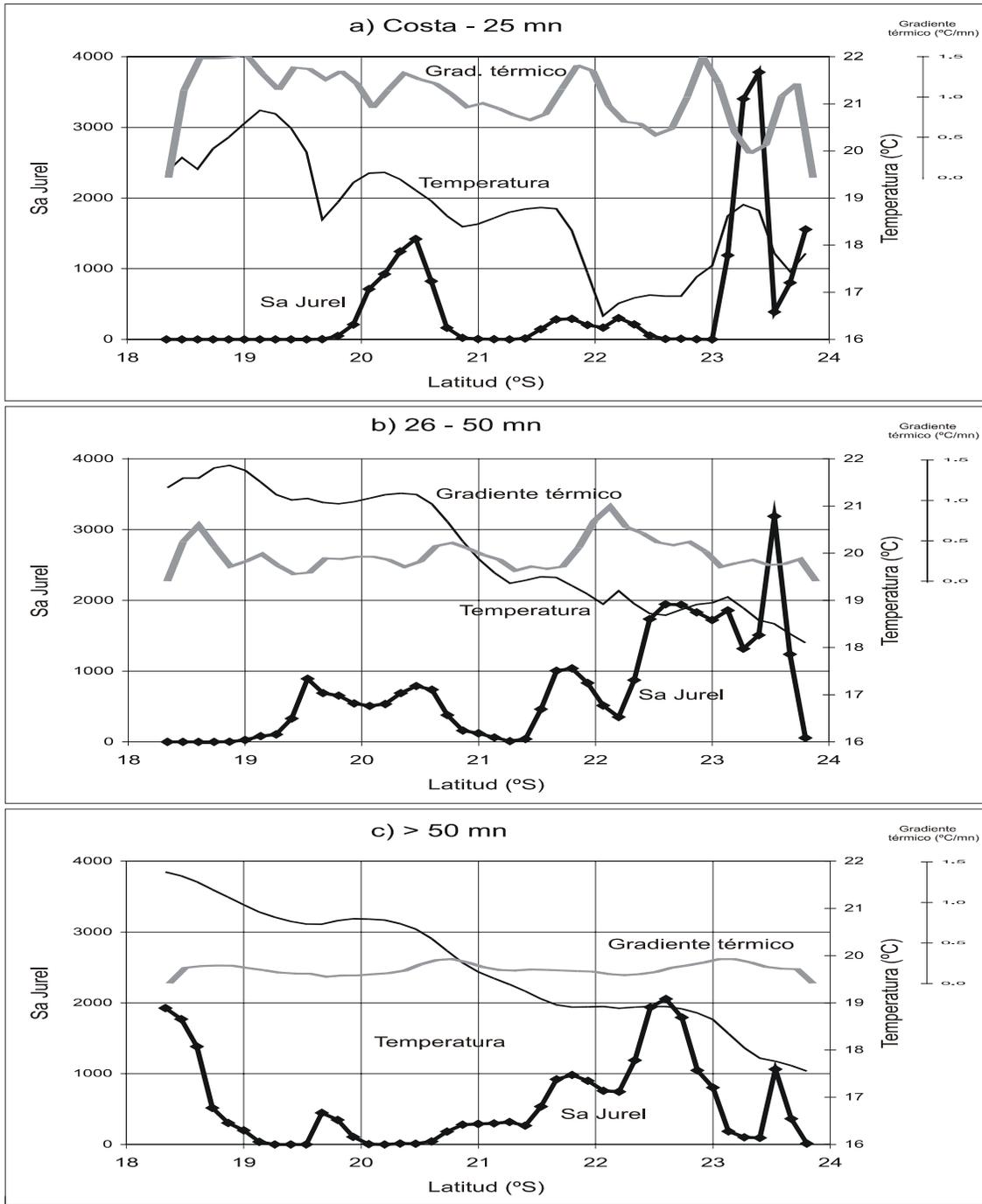


Figura 58. Señal latitudinal del jurel y su relación con la temperatura y el gradiente térmico en la capa superficial: a) Costa-25 mn, b) 26-50 mn y c) > 50 mn.

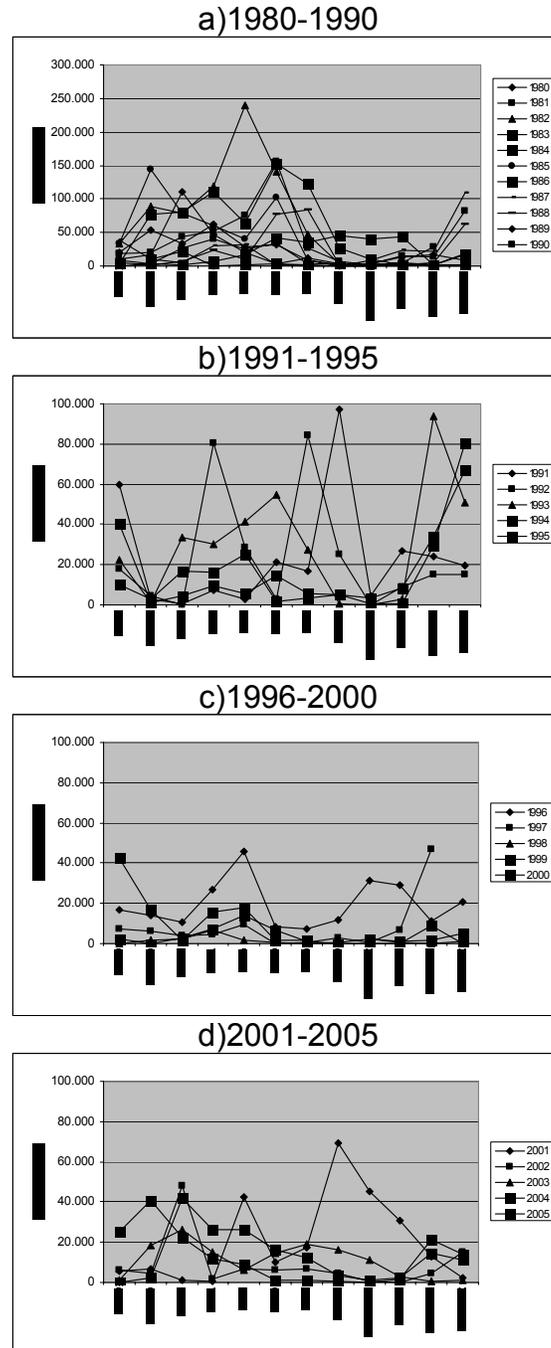


Figura 59. Desembarques de jurel entre 1980- 2005.
Fuente IFOP.

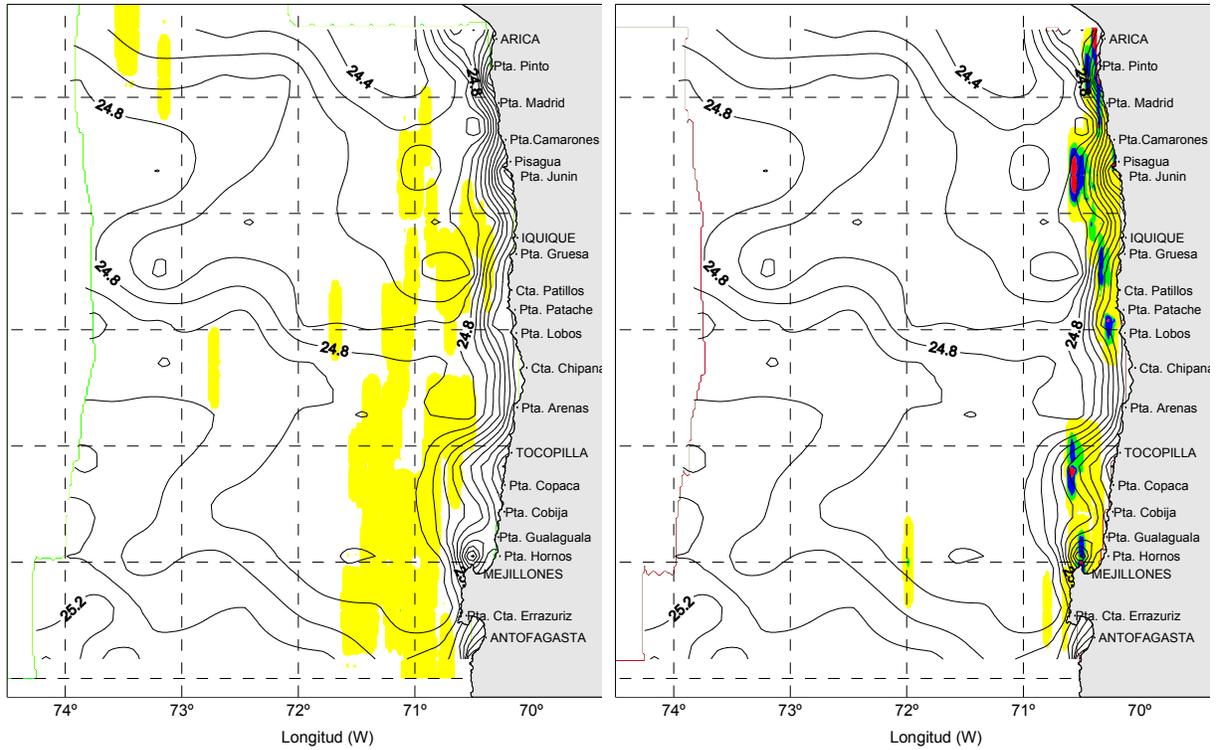


Figura 60. Distribuci3n espacial del jurel y de anchoveta y la temperatura superficial (TSM).

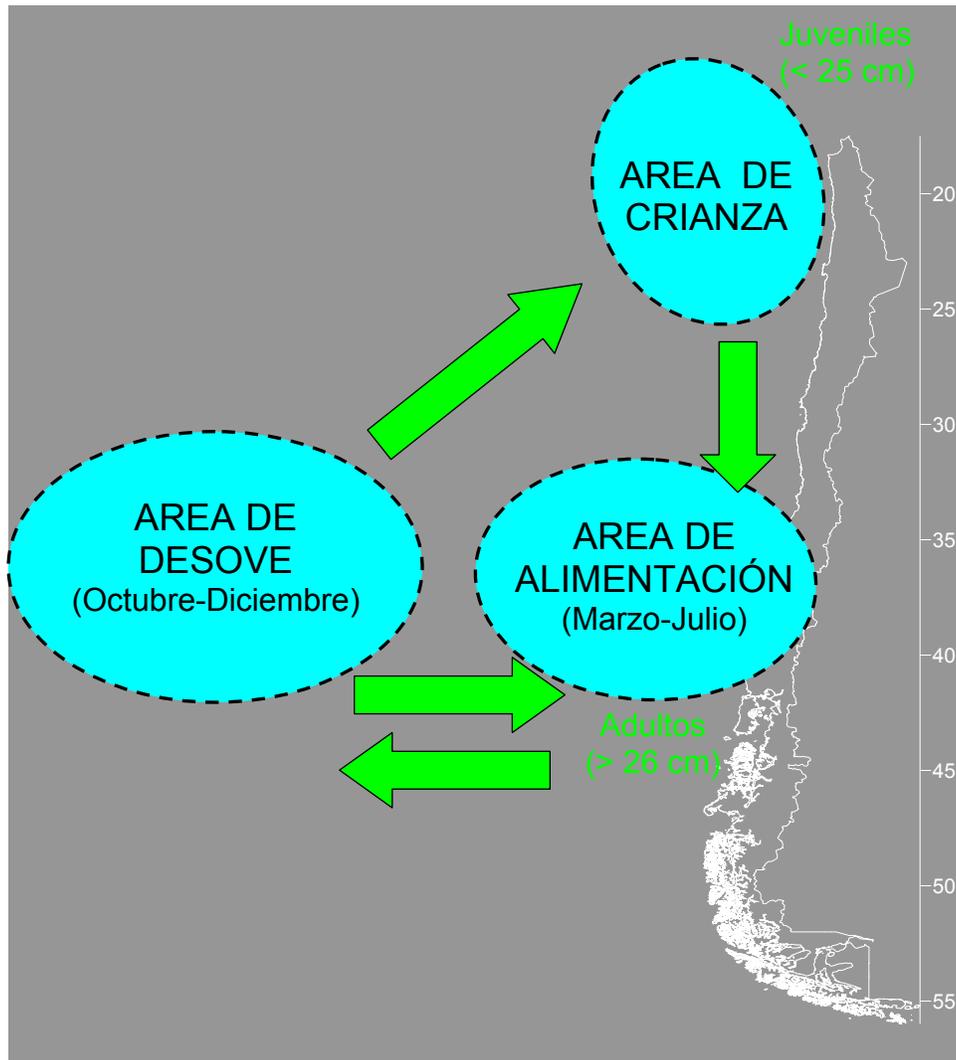


Figura 61. Modelo conceptual de la estructuraci3n de la poblaci3n de jurel.

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	33°20'	15.06.06	16.06.06
2	Abate Molina	34°10'	14.06.06	13.06.06
3	Abate Molina	35°00'	11.06.06	12.06.06
4	Abate Molina	35°50'	10.06.06	09.06.06
5	Abate Molina	36°40'	07.06.06	08.06.06
6	Abate Molina	37°05'	06.06.06	05.06.06
7	Abate Molina	37°30'	03.06.06	04.06.06
8	Abate Molina	37°55'	02.06.06	04.06.06
9	Abate Molina	38°20'	03.06.06	05.06.06
10	Abate Molina	38°45'	08.06.06	06.06.06
11	Abate Molina	39°10'	09.06.06	07.06.06
12	Abate Molina	39°35'	12.06.06	10.06.06
13	Abate Molina	40°00'	13.06.06	11.06.06
14	Abate Molina	40°25'	14.06.06	26.06.06



POSICI3N Y FECHA DE ESTACIONES BIOCEANOGRÁFICAS.

Estaci3n	Embarcaci3n	Fecha	Latitud (S)	Longitud (W)
1	Abate Molina	05-11-2006	23°50'	71°14'
2	Abate Molina	05-11-2006	23°50'	70°52'
3	Abate Molina	06-11-2006	23°50'	70°41'
4	Abate Molina	06-11-2006	23°50'	70°36'
5	Abate Molina	06-11-2006	23°50'	70°31'
6	Abate Molina	06-11-2006	23°50'	71°47'
7	Abate Molina	07-11-2006	23°50'	72°20'
8	Abate Molina	07-11-2006	23°50'	72°56'
9	Abate Molina	07-11-2006	23°50'	73°36'
10	Abate Molina	07-11-2006	23°50'	74°09'
11	Abate Molina	08-11-2006	23°25'	74°15'
12	Abate Molina	08-11-2006	23°25'	73°42'
13	Abate Molina	08-11-2006	23°25'	72°58'
14	Abate Molina	08-11-2006	23°25'	72°26'
15	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	71°53'
16	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	71°20'
17	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	70°58'
18	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	70°47'
19	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	70°42'
20	Abate Molina	09-11-2006	23°25'	70°38'
21	Abate Molina	10-11-2006	23°00'	70°42'
22	Abate Molina	10-11-2006	22°58'	70°30'
23	Abate Molina	10-11-2006	23°00'	70°26'
24	Abate Molina	10-11-2006	23°00'	70°21'
25	Abate Molina	10-11-2006	23°00'	71°03'
26	Abate Molina	10-11-2006	23°00'	71°36'
27	Abate Molina	11-11-2006	23°00'	72°09'
28	Abate Molina	11-11-2006	23°00'	72°41'
29	Abate Molina	11-11-2006	23°00'	73°25'
30	Abate Molina	11-11-2006	23°00'	73°58'
31	Abate Molina	12-11-2006	22°35'	73°54'
32	Abate Molina	12-11-2006	22°35'	73°22'
33	Abate Molina	12-11-2006	22°35'	72°38'
34	Abate Molina	12-11-2006	22°35'	72°06'
35	Abate Molina	13-11-2006	22°35'	71°33'
36	Abate Molina	13-11-2006	22°35'	71°01'
37	Abate Molina	13-11-2006	22°35'	70°39'



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

38	Abate Molina	13-11-2006	22°35'	70°28'
39	Abate Molina	13-11-2006	22°35'	70°23'
40	Abate Molina	14-11-2006	22°35'	70°19'
41	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	70°36'
42	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	70°25'
43	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	70°20'
44	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	70°15'
45	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	70°57'
46	Abate Molina	14-11-2006	22°10'	71°30'
47	Abate Molina	15-11-2006	22°10'	72°02'
48	Abate Molina	15-11-2006	22°10'	72°34'
49	Abate Molina	15-11-2006	22°10'	73°17'
50	Abate Molina	15-11-2006	22°10'	73°50'
51	Abate Molina	16-11-2006	21°45'	73°45'
52	Abate Molina	16-11-2006	21°45'	73°12'
53	Abate Molina	16-11-2006	21°45'	72°29'
54	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	71°57'
55	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	71°25'
56	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	70°52'
57	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	70°31'
58	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	70°20'
59	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	70°15'
60	Abate Molina	17-11-2006	21°45'	70°10'
61	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	70°28'
62	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	70°17'
63	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	70°11'
64	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	70°07'
65	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	70°49'
66	Abate Molina	18-11-2006	21°20'	71°21'
67	Abate Molina	19-11-2006	21°20'	71°54'
68	Abate Molina	19-11-2006	21°20'	72°26'
69	Abate Molina	19-11-2006	21°20'	73°09'
70	Abate Molina	20-11-2006	21°20'	73°41'
71	Abate Molina	20-11-2006	20°55'	73°43'
72	Abate Molina	20-11-2006	20°55'	73°11'
73	Abate Molina	20-11-2006	20°55'	72°28'
74	Abate Molina	20-11-2006	20°55'	71°56'
75	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	71°24'
76	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	70°52'
77	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	70°30'
78	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	70°19'



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

79	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	70°14'
80	Abate Molina	21-11-2006	20°55'	70°10'
81	Abate Molina	21-11-2006	20°30'	70°31'
82	Abate Molina	21-11-2006	20°30'	70°21'
83	Abate Molina	21-11-2006	20°30'	70°15'
84	Abate Molina	21-11-2006	20°28'	70°11'
85	Abate Molina	23-11-2006	20°05'	70°55'
86	Abate Molina	23-11-2006	20°05'	71°25'
87	Abate Molina	24-11-2006	20°05'	71°57'
88	Abate Molina	24-11-2006	20°05'	72°29'
89	Abate Molina	24-11-2006	20°05'	73°12'
90	Abate Molina	24-11-2006	20°05'	73°41'
91	Abate Molina	25-11-2006	20°05'	73°41'
92	Abate Molina	25-11-2006	20°05'	73°09'
93	Abate Molina	25-11-2006	20°05'	72°26'
94	Abate Molina	25-11-2006	20°05'	71°54'
95	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	71°22'
96	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	70°50'
97	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	70°29'
98	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	70°08'
99	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	70°13'
100	Abate Molina	26-11-2006	20°05'	70°18'
101	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	70°21'
102	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	70°15'
103	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	70°11'
104	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	70°31'
105	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	70°53'
106	Abate Molina	27-11-2006	19°40'	71°25'
107	Abate Molina	28-11-2006	19°40'	71°56'
108	Abate Molina	28-11-2006	19°40'	72°29'
109	Abate Molina	28-11-2006	19°40'	73°11'
110	Abate Molina	28-11-2006	19°40'	73°43'
111	Abate Molina	29-11-2006	19°14'	73°49'
112	Abate Molina	29-11-2006	19°15'	73°17'
113	Abate Molina	29-11-2006	19°15'	72°34'
114	Abate Molina	29-11-2006	19°15'	72°02'
115	Abate Molina	29-11-2006	19°15'	71°31'
116	Abate Molina	30-11-2006	19°15'	70°59'
117	Abate Molina	30-11-2006	19°15'	70°38'
118	Abate Molina	30-11-2006	19°15'	70°27'
119	Abate Molina	30-11-2006	19°15'	70°22'



120	Abate Molina	30-11-2006	19°15'	70°18'
121	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	70°31'
122	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	70°27'
123	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	70°22'
124	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	70°42'
125	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	71°03'
126	Abate Molina	02-12-2006	18°50'	71°35'
127	Abate Molina	03-12-2006	18°50'	72°07'
128	Abate Molina	03-12-2006	18°50'	72°38'
129	Abate Molina	03-12-2006	18°50'	73°21'
130	Abate Molina	04-12-2006	18°50'	73°52'
131	Abate Molina	04-12-2006	18°25'	73°50'
132	Abate Molina	04-12-2006	18°25'	73°18'

A N E X O II

**Carta respuesta de aprobación
para período de estudio**

H. Mauricio Manríquez

(D.P.) ORD.: N° 1476

INGRESADO
17 A
48/08

ANT.: IFOP/DIP/N° 210/2006/DIRN° 473-SUBPESCA.

MAT.: Crucero Acústico FIP 2006-08.

VALPARAÍSO, 16 AGO. 2006

DE : SUBSECRETARIO DE PESCA
A : SRA. DIRECTORA EJECUTIVA INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Por este intermedio solicito a Ud. que en base a los antecedentes entregados en ANT., coordinar la realización del proyecto FIP 2006-08 " Evaluación hidroacústica de jurel en la Región Oceánica, de la I y II Regiones", para el último trimestre del 2006.

Saluda atentamente a Ud.,

POR ORDEN DEL SR. SUBSECRETARIO DE PESCA

REPUBLICA DE CHILE
MINIST. DE CON. F. Y RECONSTRUCC.
SUBSECRETARÍA DE PESCA
JEFE DE GABINETE
RENÉ DURAN FIGUEROA
Jefe de Gabinete

COG/mag
COG/mag
N° 7622/06

DISTRIBUCIÓN:

- IFOP
- Depto. Pesquerías
- Oficina de Partes
- Archivo

RECIBIDO
18 AGO 2006
DIVISION DE INVESTIGACION PESQUERA

A N E X O III

**Personal participante
por actividad (HH)**



PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

Participantes	Preparación	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Talleres	Total
José Córdova	29	90	219	228	124	32	722
Alvaro Saavedra		90	88	16	16	32	242
Hernán Miranda		-	24	40	-	32	96
Mauricio Braun				16	8		24
Vivian Valenzuela	16		383	160	32	32	623
Víctor Botic		-	116	-	-	16	132
Hernán Reyes		-	160	15	5		180
Víctor Catasti			96	96	30	16	238
Guillermo Galindo	16		481				497
Manuel Rojas						16	16
Cristian Canales				10		16	26
Rodolfo Serra				10		16	26
Juan Saavedra			96	50	22	8	168
Fernando Espíndola		-	45				45
Víctor Correa		180	316	56	32		584
Patricio Gálvez			103	80	16		199
Carola Hernández			425				425
Carlos Concha		180					180
Rodrigo Muñoz		180					180
TOTAL HORAS	61	720	2.552	777	295	208	4.613



Objetivo espec3fico N°1

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova	29	90	165	98	48	430
Alvaro Savedra		90	88	16	16	210
Hernán Reyes			160			160
Víctor Correa		180	199	32	16	427
Carola Hernández			235			235
Carlos Concha		180				180
Rodrigo Muñoz		180				180
Sub Total	29	720	847	146	80	1.822

Objetivo espec3fico N°2

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			32	52	12	96
Hernán Miranda			24	40		64
Víctor Bocic			116			116
Cristian Canales				10		10
Rodolfo Serra				10		10
Víctor Correa			37			37
Sub Total			209	112	12	333

Objetivo espec3fico N°3

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova				28	32	60
Mauricio Braun				16	8	24
Vivian Valenzuela	16		383	160	32	591
Guillermo Galindo	16		481			497
Juan Saavedra			40			40
Sub Total	32		904	204	72	1.212



Objetivo específico N°4

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
Jose Cordova				18	16	34
Víctor Correa			80	24	16	120
Sub Total			80	42	32	154

Objetivo específico N°5

Participante	Prep.	Crucero	Proceso	Análisis	Informe	Sub Total
José Córdova			22	32	16	70
Hernán Reyes				15	5	20
Víctor Catasti			96	96	40	232
Juan Saavedra			56	50	22	128
Fernando Espindola			45			45
Patricio Gálvez			103	80	16	199
Carola Hernández			190			190
Sub Total			512	273	99	884

Talleres

Participante (IFOP)	Taller I	Taller II	Sub Total
José Córdova	16	16	32
Alvaro Saavedra	16	16	32
Hernán Miranda	16	16	32
Vivian Valenzuela	16	16	32
Víctor Bocic	8	8	16
Víctor Catasti	8	8	16
Manuel Rojas	8	8	16
Cristian Canales	8	8	16
Rodolfo Serra	8	8	16
Juan Saavedra	8	8	16
Sub Total	104	104	208

A N E X O IV

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



TALLERES

Proyecto FIP N° 2006-08

“Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la regi3n oceánica, de la I y II Regiones”

De acuerdo a lo establecido en los Términos Básicos de Referencia del Proyecto “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la regi3n oceánica, de la I y II Regiones”: FIP N°2006-08, durante el desarrollo del estudio se llevaron a cabo dos Talleres de Trabajo. El primero, consider3 la presentaci3n de la metodología 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 Audit3rium del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), el día 02 noviembre del 2006 (Taller I), mientras que segundo se llevo a cabo el 24 de abril del 2007 (Taller II) en la sala “Los Andes”.

En el primer Taller se analiz3 la metodología a aplicar durante la evaluaci3n acústica de jurel en la zona norte del país, considerando aspectos tales como el uso de informaci3n previa de desembarques para redistribuir el esfuerzo de muestreo en el área, 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 país. 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 existe un fuerte incremento de la biomasa (> 500%) con respecto al estudio realizado en oto3o del 2002 en la zona, as3 como la presencia de condiciones ambientales t3picas para el per3odo de estudio, sin evidenciar tendencia a un calentamiento o enfriamiento. 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. Los resultados alcanzados ratificaron que el per3odo de evaluaci3n en noviembre fue adecuado.

Dado el alto n3mero de jurel peque3o en el crucero, que son recurrentes en la zona norte donde se registran modas menores que las observadas en el 3rea de la pesquer3a (VIII Regi3n), se plante3 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. Carlos Moreno Presidente del consejo de IFOP, a objeto de aceptar o rechazar hip3tesis de crianza en el norte, propone determinar edad de individuos de misma talla, debiendo los ejemplares del sur presentar una mayor edad. Asimismo, el Sr. Jose Ra3l Ca33n sugiere trabajar con Per3, por cuanto ellos plantean que el norte de Chile ser3a zona de crianza par el jurel que se encuentra al sur de Per3.

A la luz de los resultados, se sugiri3 la importancia de estimar para el recurso jurel un 3ndice de reclutamiento, siendo apoyado por el Sr. Carlos Moreno en cuanto a la consistencia de este estimador, el cual supera notablemente a la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), siendo un



elemento vital e importante para complementar y fortalecer las evaluaciones indirectas que se realizan sobre el recurso sur en el pa3s.

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



TALLER I

Proyecto FIP N°2006-08: “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la regi3n oceánica, de la I y II Regiones ”

Valparaíso, jueves 02 de noviembre del 2007

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



TALLER II

Proyecto FIP N°2006-08: “Evaluaci3n Hidroacústica de jurel en la regi3n oceánica, de la I y II Regiones”

Valparaíso, martes 24 de abril del 2007

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 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 V

**Descriptores de la
Base de datos**



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 2006 - 08 "Evaluaci3n hidroac3stica de Jurel en la I y II Regiones" se encuentra almacenada en registros magn3ticos. Los archivos y el formato de grabaci3n de cada una de las componentes del proyecto se detallan a continuaci3n.

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: **CRUCE488**, 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
país	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
año	19	E 2
mes	21	E 2
día	23	E 2
hora local	25	R 3.1
instituci3n	28	E 2
crucero	30	E 3
estaci3n	33	A 3
prof.ecosonda	36	E 4



continuaci3n

Campo	Columna de inicio	Formato
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 Posic-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 segun:

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 Posic-XX.DAT contienen la informaci3n del n3mero de la UBM, hora, latitud y longitud.

Los archivos Posic-XX.DAT est3n estructurados seg3n:

Tipo de informaci3n	Columna
B 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
Talla de los individuos	1
Edad de los individuos	2



5. Biologí3

La informaci3n biologica obtenida de los muestreos biologicos realizados durante el crucero, se encontrar3 en los archivos base-zoo norte 2006, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

Registro de identificaci3n de base biologica

Tipo de informaci3n	Columna
Talla	3
Peso	4
sexo	5

Nota 1: Sexo: 1 = Macho
 2 = Hembra
 3 = Indeterminado

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, 2006, cuyo formato de grabaci3n se describe a continuaci3n:

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

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



Continuaci3n:

Captura de Anchoveta (Kg)	20
Captura de anchoveta (Kg)	21
Captura de Jibia (Kg)	22
Captura de calamar (Kg)	23
Captura de mictofidos (Kg)	24
Captura de medusas (Kg)	25
Captura de Otros (Kg)	26
Fauna acompa1ante (Kg)	27
Captura Total (Kg)	28
Proporci3n de Fauna (Kg)	29
Captura de jurel (N1mero)	30
Captura de caballa (N1mero)	31
Captura de Anchoveta (N1mero)	32
Captura de anchoveta (N1mero)	33
Captura de Jibia (N1mero)	34
Captura de calamar (N1mero)	35
Captura de mictofidos (N1mero)	36
Captura de medusas (N1mero)	37
Captura de Otros (N1mero)	38
Fauna acompa1ante (N1mero)	39
Captura Total (N1mero)	40
Proporci3n de Fauna (N1mero)	41



7. Informaci3n de plancton y zooplancton

La informaci3n contenida en la grilla de estaciones bioceanogr3ficas realizadas durante el crucero Hidroac3stico Jurel Norte, est3 almacenada en el archivo base-zoo norte 2006.dbf.

b) Registro de 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
Ostr3codos	8
Clad3ceros	9
Lar.Dec3podos	10
Anf3podos	11
Medusas	12
Sifon3foros	13
Cten3foros	14
Quetognatos	15
Poliquetos	16



Continuaci3n:

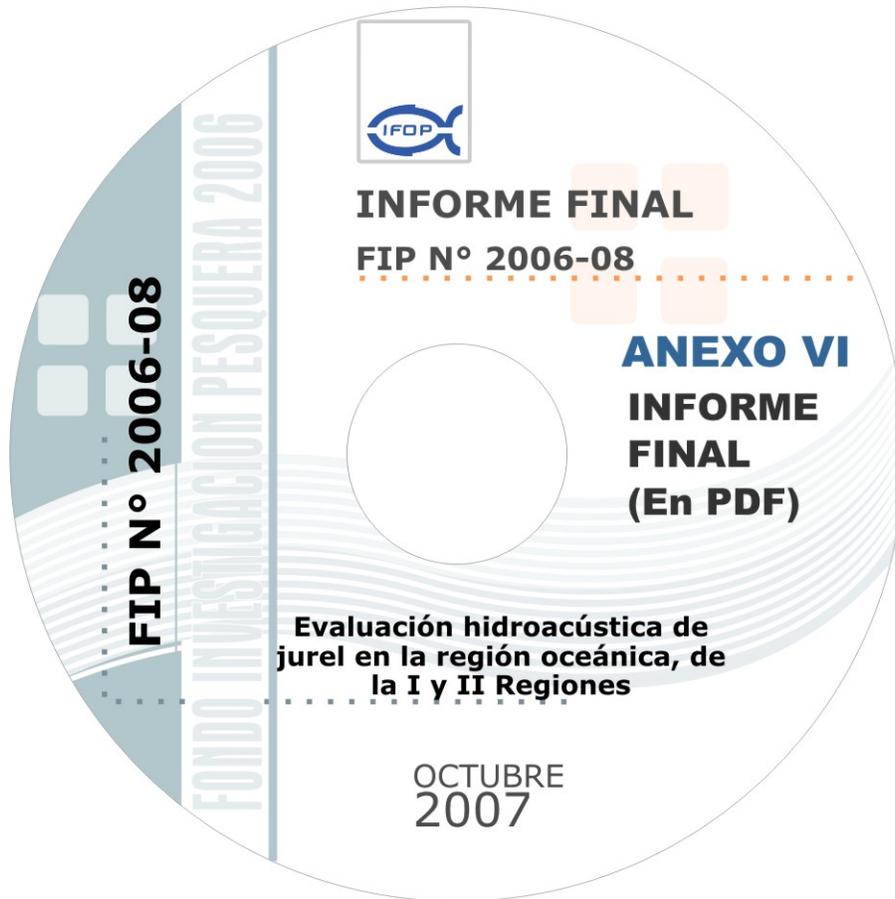
Pter3podos	17
Salpas	18
Doli3lidos	19
Apendicularias	20
L.cifonautas	21
Radiolarios	22
Foramin3feros	23
Is3podo	24
Biomasa zooplanct3nica	25
3ndice de diversidad Shanon y Weaver	26
3ndice de diversidad de Hill	27
3ndice de uniformidad de Pielou	28
3ndice de uniformidad de Sheldon	29
Dominancia	30
Riqueza	31

A N E X O VI

**CD con Informe Final
FIP N° 2006-08
(En PDF)**



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
Blanco 839, Fono 56-32-2151500
Valparaíso, Chile
www.ifop.cl
