



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 98 - 11

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DEL
FINAL RECURSO JUREL EN LA ZEE DE CHILE

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL V, VI VII, VIII Y IX
REGIONES E ISLAS OCEANICAS

REQUIRENTE :

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA - CIP
Presidente del Consejo: JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

EJECUTOR :

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA



JEFE DE PROYECTO

JOSE CORDOVA M.

AUTORES

EVALUACION HIDROACUSTICA :

José Córdova
María Angela Barbieri
Hernán Miranda
Marcos Espejos
Manuel Rojas

OCEANOGRAFIA FISICA Y QUIMICA:

Sergio Nuñez
José Ortiz

OCEANOGRAFIA PESQUERA:

José Córdova
M. A. Barbieri
Sergio Nuñez
Víctor Catasti

PLANCTON:

Vivian Valenzuela
Mauricio Braun.

TROFODINAMICA:

Leonardo Miranda
Christian Cuevas
Hernán Rebolledo

BIOLOGIA PESQUERA:

José Córdova
Guillermo Galindo

• Julio, 1999 •



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe contiene los resultados de la cuantificación de la biomasa del jurel, su distribución, las condiciones ambientales y las relaciones entre éstas y la distribución del recurso jurel, obtenidos durante un crucero de investigación, que abarcó el área entre Los Vilos (32°40'S) y sur de Corral (40°20'S), desde las 5 millas de la costa hasta las 200 millas, especialmente interés en la 100 primeras millas de la costa. El crucero de investigación se realizó entre el 03 de junio y 20 de julio de 1998.

El crucero consideró la cuantificación hidroacústica del jurel; la pesca con red de mediagua para la obtención de muestras de jurel para el análisis biológico pesquero, de contenido estomacal y para la identificación de ecotrazos; de estaciones oceanográficas y de plancton.

En la zona de estudio se efectuaron un total de 24 transectas, de las cuales 11 transectas (pares) tuvieron como límite occidental las 200 millas y 13 transectas (impares) alcanzaron las 100 millas en la zona de estudio. La separación entre transectas era de 20 millas. El muestreo oceanográfico se realizó en estaciones situadas a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 millas de la costa, donde 8 estaciones están en las transectas pares y 5 estaciones en las impares. En ellas se tomaron registros de temperatura, salinidad, muestras de agua para la determinación de oxígeno, clorofila-a, y pesca de plancton con lances oblicuos con redes Bongo. Con los datos oceanográficos obtenidos se calculó la densidad del agua (σ_t), la anomalía geopotencial y estabilidad de las masas de agua.



La cuantificación hidroacústica se realizó con un ecointegrador SIMRAD EK-500 y en la frecuencia de 38Khz, se recolectó información de la superficie hasta los 500m de profundidad.

La identificación de los registros acústicos del jurel se realizó por medio de dos métodos; el primero es la estimación del coeficiente volumétrico dispersión y el análisis de los ecoregistros, y el segundo por la interpretación de los ecogramas en conjunto con los resultados de la pesca de identificación. Además, cuando fue posible se consideró la captura de la flota.

Se realizaron 29 lances de mediagua de pesca de identificación, se obtuvieron muestras para realizar el análisis biológico pesquero del jurel efectuando mediciones de la composición de tamaño, peso, sexo, y obteniendo muestras para el análisis del contenido estomacal.

La biomasa estimada del jurel fue de 3.200.000 toneladas con un coeficiente de variación de 7,57% y una densidad de 67,31 t/mn².

Para el estimado de la varianza se emplearon cuatro métodos (conglomerados, estrato agrupados, bootstrap y geoestadístico). Se determinó que el método geoestadístico permite estimaciones de biomasa con mayor precisión.

Al comparar el resultado de la evaluación de la biomasa con los obtenidos entre 1991 a 1994, y 1997 se aprecian importantes variaciones interanuales. La biomasa de 1998 representa un 62,9 % y 90,65 % del estimado de 1991 y 1997, un aumento de un 100,0 %, 29,0% y 200 % respecto al estimado de 1992, 1993 y 1994 respectivamente.



En la zona de estudio, se determinó una abundancia numérica de 23.683.909.816 ejemplares de jurel, agrupando bajo la talla mínima legal de 26 cm el 88,1 % en número y 74,8 % en peso.

En la distribución del jurel se identificaron dos sectores de alta concentración. El primero ubicado desde Talcahuano (36°40'LS) a isla Mocha (38°20'LS) donde se presentó el 30,6% de la biomasa estimada. El segundo sector se extendió desde Pto. Saavedra (38°27'LS) al sur de Corral (40°20'LS) y aportó con el 68,4% de la biomasa. La distribución geográfica de la abundancia cambia entre años, pero mantiene en forma recurrente los sectores de mayor concentración del recurso, el sector de más al norte se manifestó durante 1992, coincidiendo este crucero con lo registrado durante 1991 y 1993.

El jurel se encontró preferentemente entre 20 y 140 millas al sur de Talcahuano, ubicando 7 focos de abundancia con distancias promedio entre cardúmenes y densidades medias del cardumen mayores a lo observado durante 1997, disminuyendo el número de cardúmenes presente en el intervalo básico de muestreo. Este mayor grado de concentración del recurso en la zona, también se muestra en la distribución general del recurso con índices de cobertura menores y alta densidad, indica un cambio en el comportamiento gregario del jurel el crucero, asociado probablemente a variaciones en las condiciones ambientales registradas entre 1997 (El Niño) y 1998.

La captura de jurel alcanzó a 76,5 % del total, coincidiendo con los aportes observados en anteriores cruceros de evaluación. La fauna acompañante constituida por 8 especies representó un 23,5% de la captura, encontrando los mayores aportes en reineta (6,7%) y caballa (4,1%), mictófidios (7,3%), cabeza de cubo (1,9%), anchoveta



(2,2%) sierra (0,6%), calamares (0,33%), merluza de cola (0,09%) con una baja representatividad de las especies restantes.

La distribución batimétrica del jurel es de 10 a 200 m de profundidad, distribuyéndose en la columna de agua el 30,24% y 62,5 % entre 10 a 40 y 80 a 170m, respectivamente. En la zona norte el jurel estuvo prácticamente ausente con presencia de baja densidad a 60 mn frente a Valparaíso en un rango de profundidad entre los 10 y 170 m. Mientras que en el sector centro y sur, el jurel se distribuye entre los 10 a 200 m de profundidad con predominancia de las categorías II –IV (mayores a 75 t/mn²), en el caso de la zona centro corresponden al 42,9 y 28,9% entre los 20 a 40 m y 70 a 140 m respectivamente; en tanto que en la zona sur esas categorías se presentaron en un 44,9 y 48% en rangos de profundidad de 20 a 60 y 80 a 160 m respectivamente. El jurel se profundiza en el sector sur donde se observa un aumento de la capa de mezcla (50 a 60 m) y de la termoclina (70 a 80 m). La profundidad máxima del jurel cambia entre años, la de 1998 se asemeja más a la de 1992 y 1997, donde el jurel alcanzó sólo los 170 y 180 m, siendo comparable con los años 1991, 1993 y 1994, donde se observaron dos rangos preferenciales en su distribución en profundidad.

El rango de tallas del jurel es de 19 a 58 cm de longitud horquilla. La estructura de tamaños de jurel presenta una distribución geográfica diferenciada por tamaño, los especímenes de mayor talla se encuentran en la zona sur en el área costera. En el presente crucero el 84,7% de los ejemplares está bajo la talla mínima legal de 26 cm; incrementándose respecto al año pasado (70,8 %), y mateniéndose el alto número de juveniles en relación a lo observado durante 1992 (36,6%), 1993 (30,5%) y 1994 (52,0%).



El espectro trófico de esta especie en la época de estudio fue bajo, encontrándose en los estómagos de jurel sólo dos taxas de presas, eufáusidos y peces linteras. A diferencia de lo registrado en años anteriores, la presa de mayor importancia fueron los peces linternas, dominando en número, peso y frecuencia de aparición. De acuerdo al índice de selectividad de Chesson, la presa más seleccionada fue eufáusidos al igual que lo observado en anteriores cruceros (1991-1994).

En la zona de estudio se observa una reducción de los grupos dominantes (5) respecto a lo informado por Serra *et al.* 1994, Quiñones *et al.* 1995 y Konchina 1983, quienes encuentran un total de 7 a 8 grupos de importancia en términos numéricos. Asimismo, se registra una disminución en el número de taxas reconocidas (18) respecto a los años 1992 y 1994, donde se identificaron entre 32 a 34 taxas. Este resultado sugiere un cambio relativo en la composición de zooplancton al encontrar una menor diversidad en este crucero. Cabe señalar que la baja diversidad en el zooplancton ha sido observada en la zona norte del país, cuando se desarrolla un evento ENSO (Braun, com.pers.).

El grupo dominante en términos numéricos fueron los copépodos (76,06%), seguido de quetognatos (7,64%), doliólidos (3,72%), ostrácodos (2,86%) y eufáusidos (2,18%). En la zona norte los grupos que concentraron sus máximos valores fueron los copépodos, quetognatos, ostrácodos, larvas de decápodos y pterópodos. En la zona centro predominaron los eufáusidos, doliólidos y sifonóforos, en tanto que en la zona sur lo hicieron las apendicularias, radiolarios, larvas de cifonautas, poliquetos, medusas y salpas.

Las condiciones oceanográficas observadas en la zona de estudio indican la presencia de aguas cálidas (>de 15°C) y más salinas (>34,2 ppm) desde el oeste. En



la zona se presentan dentro de los primeros 600 m de profundidad tres masas de agua; Aguas Subantártica (AASA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AEES) y Aguas Intermedias Antárticas (AIAA), lo cual ha sido descrito por otros autores para la zona (eg, Wyrki 1964, Silva y Ramírez 1982, Osses y Blanco 1991)

En general, las condiciones oceanográficas registradas durante el crucero en la zona de estudio, indican que el intenso evento "El Niño" presente desde 1997, se encuentra en una etapa regresiva.

Dentro del área de concentración del jurel, se detectó al igual que otros años, un frente salino a la cuadra de Pta Lavapie que se explicaría por el hundimiento de las AEES al alcanzar el cañon del BíoBío, siguiendo las isobatas del cañon mar afuera. Este planteamiento es coherente con el teorema de conservación de la vorticidad (Figuroa *et al* .,1994). Al respecto, es importante mencionar que en este sector es recurrente la presencia del recurso.

El alto número de estómagos vacíos presentes en los muestreos de 1997 y 1998, no es posible de explicar por replección, observando una fuerte reducción de contenido estomacal en los ejemplares de talla menor, lo que sugiere la existencia de una diferencia en la frecuencia de alimentación de acuerdo a la talla.

El análisis de la cartografía a distintos estratos de profundidad, muestra la agrupación del recurso en áreas pequeñas y de alta densidad, con presencia de jurel en la superficie y 150 m, registrando las altas densidades sólo hasta los 100 m

El análisis espacial presenta índices de asociación bajos y muy próximos a los obtenidos en 1997. Estos valores alcanzan un máximo de 0,3, indicando en general



asociaciones bajas pero significativas en las variables (temperatura, salinidad, oxígeno, densidad, clorofila integrada y eufáusidos). Los rangos de temperatura y densidad en los cuales se distribuye el jurel son menores de lo reportado en 1994 (Quiñones *et al*, 1995), lo cual estaría sustentado por las condiciones anómalas que permanecen en la zona de estudio. El jurel se distribuye en aguas con presencias media de eufáusidos de 5.213 ind/1000m³ y de clorofila integrada media de 35,91mg/m³

El análisis multivariado mostró cierto nivel de asociación entre la densidad del jurel (Sa), salinidad (psu) y clorofila integrada (Cloa), que permitió establecer un modelo funcional entre estas variables distribuidas desde la superficie y los 100 m. El modelo es $Sa = -1,24 + 77,22 Cloa + -1,07 psu$. El nivel de ajuste fue de $R^2 = 0,6$, corroborando la existencia de regresión con $p = 0,0159$. Para los estratos superficial (0-50 m) e intermedio (51-100 m), también se establecieron modelos con ajuste de $R^2 = 0,75$ y $R^2 = 0,43$, los cuales se aceptaron con un 95 % de confianza al obtener valores de $p = 0,0045$ y $p = 0,0224$.





INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLAS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xvi
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	1
3. ANTECEDENTES	3
4. METODOLOGIA DE TRABAJO	5
4.1 Aspectos generales del crucero	5
4.2 Hidroacústica	6
4.2.1 Diseño de muestreo	6
4.2.2 Calibración electroacústica	7
4.2.3 Información acústica	9
4.2.4 Análisis de la información acústica	10
4.2.5 Estructura espacial de la distribución.....	12
4.2.6 Cálculo de la abundancia y su varianza	13
4.2.7 Medida de precisión del estimado	23
4.3 Pesca de identificación	24
4.4 Trofodinámica	27
4.4.1 Obtención de las muestras	27
4.4.2 Análisis de la información.....	28
4.5 Oceanografía física y química	34
4.5.1 Diseño general de muestreo	34
4.5.2 Análisis de las muestras y de la información	37
4.5.3 Información meteorológica	38
4.6 Plancton	38
4.6.1 Colecta de información	38
4.6.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas	39
4.6.3 Biomasa zooplanctónica total	43
4.7 Exploración de asociaciones	43



4.7.1	Análisis cartográfico entre la distribución del jurel y las variables Oceanográficas	44
4.7.2	Análisis de las relaciones entre la biomasa del jurel y las variables Oceanográficas	46
5.	RESULTADOS	51
5.1	Evaluación hidroacústica	51
5.1.1	Calibración electracústica	51
5.1.2	Constante de eointegración ($t^* mn^{2^*} Sa^{-1}$)	52
5.1.3	Descripción de estructuras espaciales en la información acústica	53
5.1.4	Abundancia del recurso	57
5.1.5	Características de las zonas de concentración	62
5.1.6	Distribución geográfica del recurso	64
5.1.7	Distribución batimétrica del recurso	66
5.1.8	Análisis de los resultados de hidroacústica	67
5.2	Pesca	70
5.2.1	Resultados de lances de pesca	70
5.2.2	Composición por tamaño	72
5.2.3	Relación longitud-peso	74
5.3	Trofodinámica	75
5.3.1	Importancia de las pescas	76
5.3.2	Similitud trófica	80
5.3.3	Ración diaria de alimento (RD) y relación consumo/biomasa (Q/B)	81
5.3.4	Selectividad de presas por tamaño (Ursin, 1973)	82
5.3.5	Selectividad de jurel de acuerdo a la oferta ambiental (Chesson, 1978)	84
5.4	Oceanografía física y química	85
5.4.1	Batimetría de la zona de estudio	85
5.4.2	Condiciones meteorológicas	86
5.4.3	Muestreo regular	89
5.5	Pancton	132
5.5.1	Composición y abundancia del zooplancton	132
5.5.2	Distribución del zooplancton	138
5.5.3	Análisis estacional del zooplancton	143
5.5.4	Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos	144
5.5.5	Biomasa zooplanctónica	146
5.6	Asociación espacial entre las condiciones oceanográficas y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio	147
5.6.1	Condiciones oceanográficas y la distribución del jurel	147



6. DISCUSIÓN	165
7. CONCLUSIONES.....	175
7.1 Acústica	175
7.2 Pesca	177
7.3 Sección trofodinámica	178
7.4 Sección oceanografía	179
7.5 Plancton	181
7.6 Asociaciones	183
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	185

FIGURAS





INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Agregación de jurel por categorías de densidad.....	10
Tabla 2.	Información de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel (junio-julio 1998).....	25
Tabla 3.	Clasificación de jurel por grupos de tamaño definido cada 5 cm de longitud de horquilla (LH) (junio-julio 1998).....	28
Tabla 4.	División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas realizadas en cada sector (junio-julio 1998).....	35
Tabla 5.	Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular (junio-julio 1998).....	36
Tabla 6.	Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipos de datos.....	49
Tabla 7.	Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente De dispersión volumétrica) 38 Khz.....	51
Tabla 8.	Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz.....	52
Tabla 9.	Indices de cobertura (IC) y densidad (ID) en zonas de concentración de jurel (junio-julio 1998).....	54
Tabla 10.	Frecuencia de aparición de cardúmenes (en % y N°) por intervalo básico de muestreo (IBM) entre 1991 y 1998.....	55
Tabla 11.	Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos (junio-julio 1998)....	57
Tabla 12.	Abundancia en N° y biomasa en peso a la talla de jurel (junio-julio 1998).....	58
Tabla 13.	Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel (junio-julio 1998).....	60
Tabla 14.	Varianza de la abundancia en N° y la biomasa en peso a la talla de jurel (junio-julio 1998).....	61
Tabla 15.	Zonas o focos de concentración del jurel en la zona de estudio (junio-julio 1998).....	62



Tabla 16.	Frecuencia de aparición de cardúmenes (en % y N°) por milla náutica recorrida en zona de abundancia (junio-julio 1998).....	63
Tabla 17.	Captura (t) y participación (%) por lance de pesca de jurel y de la fauna acompañante en los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel (junio-julio 1998).....	71
Tabla 18.	Análisis de Chi Cuadrado para las distribuciones de talla de jurel (junio-julio 1998)....	73
Tabla 19.	Parámetros y estadística básica de la relación $W=a*L^b$ (junio-julio 1998).....	74
Tabla 20.	Número total de estómagos muestreados y con contenido estomacal por lance de pesca (junio-julio 1998).....	75
Tabla 21.	Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (junio-julio 1998).....	76
Tabla 22.	Número (N%), Frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (mayo-junio 1997).....	77
Tabla 23.	Índice de importancia relativa (IIR) por grupos de tamaño de jurel (junio-julio 1998).....	78
Tabla 24.	Índice de importancia relativa (IIR) por posición y estómagos totales y con contenido (junio-julio 1998).....	79
Tabla 25.	Tiempo de digestión (en días), Peso promedio de la presa (en %), ración diaria (en % del peso corporal), razón consumo biomasa (Q/B) y razón consumo biomasa porcentual respecto del total de las presas, en el período y área de estudio (junio-julio 1998).....	81
Tabla 26.	Relación consumo biomasa (Q/B) por grupos de tamaño y tiempo de digestión (junio-julio 1998).....	82
Tabla 27.	Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (U), desviación estándar y tamaño de la presa en porcentaje (t%) (junio-julio 1998).....	83



Tabla 28.	Promedio (Prom) y desviación estándar (d.s.) del índice de selectividad de Ursin, U (1973) en <i>T. s. murphyi</i> , número de observaciones (n), y tamaño promedio del taxón de presa (% en peso respecto del predador, t), para 1993 (Serra <i>et al.</i> , 1994b), 1994 (Serra <i>et al.</i> , 1995) y 1997 (Miranda <i>et al.</i> , 1998a).....	84
Tabla 29.	Índice de selectividad de Chesson (alfa) por cuadrante artificial en jurel (junio - julio 1998), para anfípodos, copépodos, eufáusidos, ostrácodos y pterópodos (Thecosomata) (junio-julio 1998).....	85
Tabla 30.	Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.....	88
Tabla 31.	Abundancia zooplanctónica de los grupos analizados con red bongo de 300 y 500 μm (junio-julio 1998).....	134
Tabla 32.	Análisis comparativo de las frecuencias de ocurrencias y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos colectados durante el otoño de 1997 y 1998.....	136
Tabla 33.	Número de celdas ocupadas por el jurel en el área de estudio, considerando su nivel de densidad (junio-julio 1998).....	148
Tabla 34.	Estadísticos de las cartografías de distribución de jurel y de las variables ambientales en las capas 5, 50, 100 y 150 m en los cruceros de prospección hidroacústica del año 1998.....	151
Tabla 35.	Rango de las variables bio-oceanográficas en áreas con presencia de jurel, en los cruceros de prospección hidroacústica de los años 1993 ((Serra <i>et al.</i> , 1994b), de 1994 (Quiñónez, <i>et al.</i> , 1995) y de 1997 (Cordova <i>et al.</i> , 1998).....	152
Tabla 36.	Coefficientes Cramer's V entre la abundancia de jurel (Sa) y las variables oceanográficas a los distintos niveles de profundidad y por focos de concentración de la abundancia (junio-julio 1998).....	154
Tabla 37.	Estadísticos de las cartografías de distribución de clorofila-a y eufáusidos en la columna de agua (junio-julio 1998).....	156
Tabla 38.	Matriz de correlación entre las variables: Tem (temperatura del mar), Sal (salinidad), Den (densidad de jurel), Oxi (oxígeno), en los planos de 5 m, 50 m y 100 m de profundidad, y CLOA INT (clorofila integrada).....	159
Tabla 39.	Análisis de componentes principales: a) valor propio y b) comunalidades.....	160



INDICES DE FIGURAS

- Figura 1. Distribución de transectas. Crucero 9806 .
- Figura 2. Estaciones de muestreo oceanográfico dispuestas en el área de estudio
- Figura 3. Distribución espacial de la abundancia de jurel. Crucero 9806
- Figura 4. Correlograma por sectores a) norte; b) centro y c) sur
- Figura 5. Variograma para la zona de estudio
- Figura 6. Distribución batimétrica de jurel por categorías y total por sector a) norte; b) centro y c) sur
- Figura 7. Distribución geográfica de lances de pesca y porcentaje de ejemplares sobre y bajo la talla mínima legal. Crucero 9806
- Figura 8. Distribución de la frecuencia de tallas de jurel. Crucero 9806
- Figura 9. Distribución de tallas en la zona de estudio a) noviembre 1997; b) marzo 1998 y c) julio 1998
- Figura 10. Distribución de tallas por sectores a) norte; b) centro y c) sur.a)
- Figura 11. Distribución de tallas de la fauna acompañante
- Figura 12. Relación longitud-peso a) ambos sexos; b) machos y c) hembras
- Figura 13. Dendogramas de similitud trófica en jurel por grupos de tamaño (a) y por posición (b) para muestras tomadas entre junio y julio de 1998
- Figura 14. Batimetría global de la zona de estudio
- Figura 15. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio
- Figura 16. Variabilidad de los vientos en el área de estudio. Los valores graficados corresponden a los registrados en cada una de las estaciones oceanográficas



- Figura 17. Distribución horizontal de temperatura. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m
- Figura 17 (c). Distribución horizontal de temperatura. Estratos de 200 y 400 m
- Figura 18. Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m
- Figura 18 (c). Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 200 y 400 m
- Figura 19. Distribución horizontal de densidad. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m
- Figura 19 (c). Distribución horizontal de densidad. Estratos de 200 y 400 m
- Figura 20. Distribución horizontal de oxígeno disuelto. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m
- Figura 20 (c). Distribución horizontal de oxígeno disuelto. Estratos de 200 y 400 m
- Figura 21. a) Distribución horizontal de Clorofila-a en estrato de 5 m de profundidad (mg/m^3), b) Distribución horizontal de Clorofila-a integrada entre 0-100 m (mg/m^2), c) Relación entre Clorofila-a superficial y Clorofila-a integrada, d) Relación entre Fluorescencia *in vivo* y Clorofila-a integrada
- Figura 22. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 1
- Figura 23. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 2
- Figura 24. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 3
- Figura 25. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 4
- Figura 26. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 5
- Figura 27. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 6
- Figura 28. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 7



- Figura 29. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 8
- Figura 30. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 9
- Figura 31. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 10
- Figura 32. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 11
- Figura 33. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 12
- Figura 34. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 13
- Figura 35. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 14
- Figura 36. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 15
- Figura 37. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 16
- Figura 38. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 17
- Figura 39. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 18
- Figura 40. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 19
- Figura 41. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 20
- Figura 42. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 21



- Figura 43. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 22
- Figura 44. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 23
- Figura 45. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica, Transecta 24
- Figura 46. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta costera
- Figura 47. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta oceánica
- Figura 48. Perfiles verticales promedio de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para todas las transectas de muestreo
- Figura 49. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para todas las transectas de muestreo
- Figura 50. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para todas las transectas de muestreo
- Figura 51. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml/l) para todas las transectas de muestreo
- Figura 52. Perfiles verticales promedio de clorofila-a ($\mu\text{g/l}$) para todas las transectas de muestreo
- Figura 53. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Transecta 22
- Figura 54. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Transecta 12
- Figura 55. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Transecta 2
- Figura 56. Distribución horizontal de a) Profundidad de la capa de mezcla (m) y b) Profundidad base de la termoclina (m)



- Figura 57. Relación entre el componente este-oeste de la velocidad del viento y las profundidades de mezcla y base de la termoclina
- Figura 58. Relación entre el componente norte-sur de la velocidad del viento y las profundidades de mezcla y base de la termoclina
- Figura 59. Diagramas T-S para los sectores: a) Noroeste, b) Noreste, c) Centroeste, d) Centroeste, e) Suroeste y f) Sureste
- Figura 60. Distribución y abundancia de Copépodos. Crucero 9806
- Figura 61. Distribución y abundancia de Quetognatos. Crucero 9806
- Figura 62. Distribución y abundancia de Doliólidos. Crucero 9806
- Figura 63. Distribución y abundancia de Ostrácodos. Crucero 9806
- Figura 64. Distribución y abundancia de Eufáusidos. Crucero 9806
- Figura 65. Distribución latitudinal de los Eufáusidos en otoño de 1997 y 1998
- Figura 66. Distribución y abundancia de larvas de Decápodos. Crucero 9806
- Figura 67. Distribución y abundancia de larvas de Pterópodos. Crucero 9806
- Figura 68. Distribución y abundancia de larvas de Apendicularias. Crucero 9806
- Figura 69. Dendograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño 1998
- Figura 70. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero 9806
- Figura 71. Distribución espacial del índice de biomasa de jurel (Sa)
- Figura 72. Número de celdas de jurel (0–50 m) respecto a variables ambientales
- Figura 73. Número de celdas de jurel (51–100 m) respecto a variables ambientales
- Figura 74. Distribución espacial de la temperatura (°C). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad



- Figura 75. Distribución espacial de la salinidad (psu). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad
- Figura 76. Distribución espacial del oxígeno disuelto (mg/l). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad
- Figura 77. Distribución espacial de la densidad (sigma-t). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad
- Figura 78. Distribución espacial de a) clorofila-a integrada (mg/m²); b) eufáusidos (ind/1000m³); c) contenido estomacal de jurel y d) capa de dispersión profunda (Sa)





1. OBJETIVO GENERAL

Cuantificar por el método hidroacústico la biomasa del recurso jurel, *Trachurus murphyi*, existente en el litoral marítimo de las regiones V a X circunscrita a las 200 millas náuticas medidas desde la costa, y determinar las condiciones oceanográficas asociadas a su distribución y abundancia, con el propósito de disponer de información actualizada y oportuna de los cambios en los patrones de distribución y abundancia del stock de jurel.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.1 Determinar la distribución espacial y batimétrica del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.2 Determinar la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio.
- 2.3 Determinar la distribución del zooplancton en el área de estudio, con especial énfasis en los eufáusidos.
- 2.4 Determinar la composición de los principales ítemes alimentarios del jurel en el área de estudio.
- 2.5 Determinar la fauna acompañante y sus proporciones en las pescas de identificación.
- 2.6 Determinar las condiciones oceanográficas y su relación con la distribución del zooplancton y la distribución y abundancia del jurel en el área de estudio.





3. ANTECEDENTES

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

La amplia distribución 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, esta pesquería fue desarrollada por embarcaciones de la ex Unión Soviética, las que operaron frente a las costa de Chile (Serra 1991, Elizarov *et al.*, 1993). En la actualidad el jurel sostiene la pesquería más importante del país y ha generado importantes centros de actividad pesquera en la VIII Región, alcanzando los desembarques de la flota cerquera industrial de la VIII Región en 1998, a 1.459.727 toneladas, lo que representó el 94,9 % del total nacional para jurel (1.537.704 t) en ese año (SUBPESCA, 1999; SERNAPESCA, cifra preliminares).

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, así como el alto porcentaje de individuos bajo la talla mínima legal (26 cm) detectado durante 1997 y 1998 (proyecto FIP 97-05B y FIP 98-07), es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, abundancia del recurso y su asociación con el ambiente, con el objeto de mejorar la asesoría para el manejo pesquero. Estos aspectos son especialmente relevantes para la comprensión de los cambios, tanto en abundancia como en disponibilidad del recurso, existiendo preguntas importantes que requieren ser contestadas, tales como las



relativas a identificar los factores que determinarían la distribución de las mayores concentraciones de jurel en ciertas zonas y no en otras.

En este sentido en el Consejo de Investigación Pesquera ha solicitado la ejecución del presente estudio para determinar la biomasa de jurel, su distribución y factores ambientales asociados. Luego, el presente informe entrega los resultados correspondientes a la cuantificación de la biomasa de jurel en el área de estudio y su varianza, además de información sobre las condiciones ambientales y la posible relación de ésta con la distribución del recurso.



4. METODOLOGIA DE TRABAJO

4.1 Aspectos generales del crucero

La prospección hidroacústica se efectuó a bordo del B/I "Abate Molina", operado por el Instituto de Fomento Pesquero, entre los días 3 de junio al 20 de julio de 1998, y abarcó la zona comprendida entre los Vilos ($32^{\circ}40'LS$) y el sur de Pto. Corral ($40^{\circ}20'LS$).

En la zona de estudio se efectuaron un total de 24 transectas, de las cuales 11 transectas (pares) tuvieron como límite occidental las 200 millas, 13 transectas (impares) alcanzaron las 100 millas (Fig 1). La separación entre transecta fue de 20 millas desde la costa a las 100 millas, mientras que hacia las 200 millas éstas se situaron cada 40 millas.

Durante el desarrollo del crucero de cuantificación acústica, se realizaron un total de 29 lances de pesca a fin de identificar ecotrazos y obtener muestras para estudios biológicos y de alimentación. Para tal efecto, se utilizó una red de arrastre a mediagua con un forro interior de 4 cm, con el objeto de asegurar la retención de ejemplares de tallas menores.

El diseño de muestreo consideró una red de estaciones bioceanográficas, situadas a 10, 25, 50, 75 y 100 mn en las transectas impares, mientras que en las transectas pares éstas se localizaron a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 millas de la costa.

Las condiciones de mal tiempo imperante durante el transcurso del crucero de prospección, no permitieron la ejecución de algunas estaciones bioceanográficas, y es así que sólo se efectuó el 92,1 % de las estaciones programadas.



Por otra parte, el diseño de muestreo de carácter adaptativo aplicado en la zona de estudio, permitió por una parte caracterizar siete zonas de alta concentración de jurel (zonas de pesca), así como cubrir una área amplia durante la prospección, que incluyó la zona de distribución espacial del recurso, lo cual aseguró no perder información importante para la evaluación del recurso.

4.2 Hidroacústica

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 (Fig 1). Diseño que es propuesto para la evaluación del jurel por Barbieri *et al.*, 1996.

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

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



La 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.

La distancia entre transectas fue de 20 mn y 40 mn dentro y fuera de las 100 mn de la costa, esta densidad de muestreo consideró obtener un coeficiente de variación esperado del 29,7 en la evaluación acústica, para lo cual se requirió efectuar 21 transectas en la zona de estudio. En estas transectas, se recolectó información acústica desde la superficie y los 500 m de profundidad.

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

4.2.2 Calibración electroacústica

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

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



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 intensidad de blanco teórico (dB).

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

$$G_1 = G_0 + \frac{10 \cdot \log \frac{Sa_m}{Sa_t}}{2}$$

siendo:

$$Sa_{(r)} = \frac{4\pi \cdot \Phi_{bs} \cdot 1852^2}{\psi \cdot r^2}$$

donde;

F_{bs} = sección dispersante de la esfera (dB),

r = profundidad de la esfera (m),

r_0 = profundidad de la esfera (m),

ψ = ángulo equivalente del haz acústico,

Sa_t = Sa teórico del blanco estándar ,

Sa_m = Sa medido del blanco estándar.



4.2.3 Información acústica

La identificación de especies en los ecoregistros acústicos de jurel se realizó mediante dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecoregistros, éste consideró el comportamiento de los peces y el coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), aplicado de acuerdo a la formulación dada por SIMRAD y la metodología desarrollada por la Unidad de Acústica del IFOP (Guzmán *et al*, 1983). El segundo corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de mediagua. Esta información es complementada además con las capturas de la flota de la VIII región, cuando coinciden en el espacio y tiempo con el desarrollo del crucero.

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (Sa), y los valores de intensidad de blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es el criterio para discretizar la información acústica.

La distribución espacial del jurel en el área prospectada, se presenta como una carta de contorno, en donde éstos representan curvas que unen puntos de igual densidad, permitiendo de esta manera destacar las áreas de mayor concentración de los recursos (MacLennan y Simmonds, 1992).

La carta de distribución espacial de jurel, se confeccionó mediante el uso del módulo TOPO y SURF del programa SURFER, aplicando la escala de categorías descritas en la Tabla 1.



Tabla 1 Agregación de jurel por categorías de densidad

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

4.2.4 Análisis de la información acústica

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

a) Índice de cobertura (IC) y de abundancia relativa (ID)

El índice de cobertura (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 Córdova, 1986, Córdova *et al.*, 1995). El correlograma es determinado mediante la expresión:

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

donde,

k = orden de autocorrelación

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 distribución

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

El variograma esta dado por:

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

donde,

z = densidad de peces en unidad de Sa,

x = vector de posición de la medición de la IBM,

$\gamma(h)$ = vector de magnitud h o distancia entre la posición de $z(h)$ a $z(h+1)$.

4.2.5 Constante de ecointegración (C_b)

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

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



donde:

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

\bar{w} = peso promedio del jurel (kg)

\overline{TS} = fuerza de blanco promedio del jurel (db)

Sa = Unidades de ecointegración

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

4.2.6 Cálculo de la abundancia y su varianza

a) Abundancia en peso total

La biomasa (\hat{B}), se estimó según:

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

donde:

\hat{A} = área de estudio en millas náuticas cuadradas

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

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



La razón (\hat{R}), equivale a las lecturas acústicas promedios del ecointegrador por intervalo básico de muestreo, estimado como:

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

donde:

n = número de transectas en la muestra

x_i = densidad de la transecta i-ésima

y_i = número de I.B.M en la transecta i-ésima

Otro estimador de biomasa utilizado correspondió al propuesto por Petitgas (1991), el cual considera que la biomasa depende de la geometría del área de distribución del recurso, estimando su densidad (\hat{Z}_v) sólo en dicha área (V) mediante la expresión:

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

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

b) Estimadores de la Varianza total

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

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



Los estimadores de la varianza de la razón $\hat{V}_1(\hat{R})$ utilizados fueron:

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

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

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

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

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

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

- Estratos agrupados (Volter, 1985)

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

donde:

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

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



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

$$\hat{B} \pm t_{1-\alpha/2} * \hat{A} * \sqrt{\hat{V}_3(\hat{R})}$$

- Método bootstrap (Robotham y Castillo, 1990)

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

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

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

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

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

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

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



- Geoestadístico (Petitgas 1991)

Otro estimador de varianza de la biomasa utilizado, correspondió al método intrínseco propuesto por Petitgas (1991), quien aplica principios de geoestadística a la estimación de varianza de datos pesqueros geográficamente correlacionados, mediante la expresión:

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

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

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

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

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

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

La varianza σ_c^2 depende de la estructura espacial a través de tres factores geométricos: la geometría del campo para $\bar{\gamma}(V, V)$; de la disposición entre los intervalos básicos



de muestreo para $\gamma(S, S)$ y de la posición de la red de muestreo en el campo para $\gamma(S, V)$ (Petitgas y Prampart, 1993).

c) Biomasa a la talla.

- Estimación de estructura de talla.

La estimación de la estructura de tallas será obtenida a través del siguiente estimador:

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

donde:

h = zona o estrato de pesca; h=1 primeras 100 millas; h=2 siguientes 100 -200 millas

y = lance de pesca

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

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

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

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



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 obtendrá a través de la relación somatométrica dada por:

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

o bien el estimador:

$$\bar{w}_{hk} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} w_{hik}$$

– **Estimación del peso medio por ejemplar.**

Este parámetro será 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” será estimada mediante expresión:

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

donde,

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

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

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

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

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

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

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



Varianza biomasa a la talla

– Varianza del estimador de P_{hk}

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

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

donde,

M_h = número máximo de lances que se pueden ser realizados

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

y,

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

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

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

– Estimación de varianza del peso medio a la talla

La estimación de la varianza del estimador del peso medio a la talla se realizará 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 será obtenida 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 será 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 será 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} será calculado por:

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

4.2.7 Medida de precisión del estimado

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

a) Coeficiente de variación (Cv)

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

donde:

Vx = varianza de la media

\bar{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 = t de student
- α = nivel de confianza a un 95 %

4.3 Pesca de identificación

La unidad de muestreo fue el lance de pesca con una red de arrastre a mediagua, efectuando un total de 29 lances de pesca en la zona de estudio, siendo el recurso jurel la principal especie capturada. En la tabla 2, se indica fecha, posición, duración del lance, captura de jurel y fauna acompañante registrada por lance de pesca.

En cada lance de pesca se estimó la captura obtenida para el total y por especie. Para ello, se utilizó una relación volumen/peso conocida o el pesaje individual cuando fue posible.

**Tabla 2.** Información de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel (junio-julio 1998).

Lance	Fecha	Hora		Posición calado		Posición de virado		Tipo	Hora	Veloc.	Profund.	Altura
		Calado	Virado	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud					
1	08-06-98	00:32	01:44	395430	740510	395741	740118	Estrato debil	00:36	4,1	50	30
2	08-06-98	19:35	20:35	400475	745184	400237	744952	Cardumen	19:44	3,4	15-20	30
3	09-06-98	05:24	06:26	400347	751687	395944	751687	Cardumen	05:35	3,4	15-20	30
4	10-06-98	07:05	07:35	401483	770003	401320	765991	Disperso	07:15	3,3	20	30
5	10-06-98	19:05	19:45	401995	752411	401993	752744	Disperso	19:07	3,6	15-25	30
6	12-06-98	04:20	05:20	394000	742720	394020	743010	Card. Aislado	04:35	3,3	25-30	30
7	12-06-98	07:20	07:50	394000	743560	393995	743779	Estrato debil	07:31	3,1	30	30
8	12-06-98	19:17	20:00	393463	750510	393690	750488	Estrato medio	19:00	3,4	20	30
9	13-06-98	04:35	05:30	392030	751600	392340	751650	Estrato debil	04:35	3,5	40	30
10	15-06-98	21:38	22:21	385109	750852	385310	750660	Disperso	21:40	3,4	15	33
11	19-06-98	14:14	14:55	383915	765700	383873	765448	Estrato debil	14:16	3,5	100-120	35
12	20-06-98	22:54	23:45	384118	735306	383876	735309	Disperso	23:00	3,9	60	35
13	21-06-98	21:25	22:35	392010	755348	381959	754785	Card. Aislado	21:30	4,0	10	25
14	22-06-98	01:22	02:15	382000	760570	381990	760290	Card. Aislado	01:22	3,4	15-25	25
15	22-06-98	20:35	21:50	375857	743566	375857	743258	Card. Aislado	20:38	3,7	10-15	25
16	24-06-98	00:11	01:10	373887	751744	373599	751673	Card. Aislado	00:14	4,0	10	25
17	24-06-98	09:50	10:55	375948	761169	375640	760957	Disperso	09:55	3,9	120-150	30
18	25-06-98	12:05	01:15	372020	762015	371725	761691	Disperso	12:10	3,7	150-180	30
19	25-06-98	19:17	20:17	372079	754612	371819	754400	Card. Aislado	19:20	3,9	25	30
20	25-06-98	23:14	00:14	372090	752865	371792	752865	Card. Aislado	23:19	3,8	15	25
21	26-06-98	04:55	06:16	372420	750952	372016	750826	Card. Aislado	04:58	3,5	20-25	30
22	30-06-98	16:19	17:15	370023	741805	370046	741421	Estrato debil	16:21	3,9	150-170	30
23	01-07-98	19:30	20:30	363979	740953	364064	740551	Disperso	19:35	4,0	10-15	25-30
24	06-07-98	19:45	21:11	354396	724961	353925	724962	Disperso	19:50	3,8	10	30
25	08-07-98	22:11	23:17	352093	724608	351697	724679	Disperso	22:17	4,1	15	30
26	12-07-98	20:32	22:02	343844	720867	343314	720814	Disperso	20:40	4,0	10	30
27	14-07-98	18:51	20:00	340013	720256	335630	720125	Disperso	18:55	3,7	10-15	25
28	17-07-98	20:48	22:12	331990	731691	331453	731671	Superficial	20:50	3,7	10-15	25
29	18-07-98	05:10	06:16	332840	731290	332452	731305	Superficial	05:27	3,6	15	25



- Muestreo de jurel y fauna acompañante

Se obtuvieron muestras aleatorias de la captura de dos o tres cajas de 20-25 Kg, y cuando la captura se ubicó en forma estratificada por especie en el copo, es decir, no distribuida homogéneamente, se tomó una muestra en la parte anterior, centro y posterior del copo.

Respecto a jurel, en cada lance se separó al azar una muestra de 50 ejemplares, registrando por ejemplar información de; longitud horquilla (cm), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez de las gónadas, de acuerdo al procedimiento de muestreo biológico establecido por IFOP (Aranis y Mendieta, 1986). Asimismo, se extrajeron estómagos que fueron debidamente etiquetados y fijados en formalina al 10 % para el análisis posterior de las características tróficas del recurso.

La estructura de talla fue determinada, a partir de la información agrupada en intervalos de clases de 1,0 cm. Para describir la relación longitud y el peso de jurel, se ajustó un modelo potencial.

$$W = k * L_b$$

donde,

W = peso corporal (gr.)

L = longitud horquilla (cm)

K = peso teórico para L=0

B = constante de crecimiento.



La determinación de los parámetros de la relación potencial, se obtuvo mediante la linealización de la ecuación:

$$\log W = \log k + b * \log L$$

Los parámetros de la regresión se estimaron mediante el ajuste por el método de los mínimos cuadrados (Zar, 1984).

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

La identificación se efectuó a través de uso de antecedentes bibliográficos (Hulley, P. A. 1984, y Krefst, G. 1984). Cuando la identificación no fue posible a bordo, se tomaron fotografías y el espécimen se conservó en formalina al 10 % con la información correspondiente para su posterior identificación en tierra.

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

4.4 Trofodinámica

4.4.1 Obtención de las muestras

Los estómagos de jurel se obtuvieron a partir de los muestreos biológicos realizados con individuos recolectados en lances de pesca a diferentes horas del día. Los lances se realizaron con red de media agua con una abertura de boca que osciló entre los 25 y 30 m y un tiempo de arrastre promedio de 60 minutos.



4.4.2 Análisis de la información

El análisis de las muestras zooplanctónicas fue realizado en el laboratorio del Instituto de Fomento Pesquero (Valparaíso) y los resultados de abundancia de +zooplancton se estandarizaron a número de individuos por 1.000 m³ (ind./1.000m³), utilizando los datos de volumen de agua filtrada por la red bongo (Smith y Richardson, 1979).

El análisis del contenido estomacal de *T. s. murphyi* consideró la identificación de los ítemes presa al nivel taxonómico más bajo posible, según su estado de digestión. El análisis del bolo alimenticio fue realizado utilizando los métodos gravimétrico, numérico y de frecuencia de ocurrencia (Hynes, 1950).

Para los análisis de la alimentación se construyeron seis grupos de tamaño (Tabla 3), representando todo el espectro de tallas de ejemplares capturados.

Tabla 3. Clasificación de jurel por grupo de tamaños definido cada 5 cm de longitud horquilla (LH) (junio–julio 1998).

Grupo	Longitud horquilla (cm)	
	desde	Hasta
I	<25	25
II	26	30
III	31	35
IV	36	40
V	41	45
VI	46	>46



4.4.2.1 Importancia relativa de las presas

La importancia de cada taxón presa en la dieta de la especie en estudio se obtuvo mediante el Índice de Importancia Relativa (IIR) de Pinkas *et al.* (1971, modificado, *fide* Hyslop 1980). Este índice relaciona el porcentaje del número (N%), frecuencia de ocurrencia (F%) y peso (P%) del taxón presa *i*:

$$IIR_i = \log[(N_i\% + P_i\%) * F_i\% + 1] \quad (1)$$

donde: N es el número de presas de cada taxón en los estómagos de jurel; P es el peso; F es la frecuencia de aparición. Tanto N como P y F son expresados porcentualmente.

4.4.2.2 Similitud trófica

La similitud trófica se estimó en base al índice de similitud de Czekanowski, o Bray-Curtis, también conocido como índice de similitud porcentual (Bloom, 1981):

$$IST = \frac{2 \sum_{i=1}^n \min(x_{ij}, x_{ik})}{\sum_{i=1}^n (x_{ij} + x_{ik})} \quad (2)$$

donde: mín es el peso menor entre x_{ij} y x_{ik} ; x_{ij} denota la presencia del *i*-ésimo taxón presa en la *j*-ésima clase de tamaño del predador; x_{ik} denota la presencia del mismo taxón presa en la *k*-ésima clase de talla del predador; y *n* es el número total de taxa presas. Según Bloom (1981), este índice es el que mejor refleja la similitud entre grupos, sin sobrestimar ni subestimar la sobreposición, por lo que se considera más ventajoso en este tipo de estudios.



En los análisis sólo se consideraron los taxa de presas que aportaron con más del 1% en peso del contenido estomacal total. El criterio de enlace es el de pares no ponderados, utilizando promedios aritméticos (Sneath y Sokal, 1973). La significancia del agrupamiento de los dendrogramas se determinó mediante la metodología desarrollada por Arancibia (1988), que consiste en obtener el promedio de las similitudes entre pares de variables.

4.4.2.3 Ración diaria de alimento (RD) y relación consumo/biomasa (Q/B)

La ración diaria de alimento se determinó mediante la expresión propuesta por Diana (1979):

$$RD = \frac{W_p \times N_f}{TD \times N_t}$$

donde: W_p es el peso promedio inicial de cada taxón de presa (en porcentaje respecto del peso del cuerpo del predador); TD es el tiempo de digestión, en días; N_f es el número de estómagos con cada taxón de presa; N_t es el número total de estómagos analizados.

El tiempo de digestión (TD en días) se estimó según la expresión de Worobec (1984)

$$S_t = S_0 \times e^{-R \times TD}$$

quedando TD expresado como:

$$TD = - \frac{\ln\left(\frac{S_t}{S_0}\right)}{R}$$



donde: S_t es el peso del taxón de presa al final del período de digestión, considerado arbitrariamente igual 2% del peso inicial de la presa (Macpherson, 1985); S_0 es el peso inicial de la presa; R es la tasa instantánea de evacuación gástrica, en horas.

El coeficiente instantáneo de evacuación gástrica para crustáceos (R_{cr}) y peces pequeños (R_{pc}) como eufáusidos y peces linterna, se determinó mediante las siguientes expresiones:

Crustáceos pequeños, R_{cr} (Mehl y Westgard, 1983)

$$R_{cr} = 0,005 \times e^{0,2 \times T}$$

Peces pequeños, R_{pc} (Macpherson 1985)

$$R_{pc} = 0,0149 \times e^{0,1209 \times T}$$

donde: T es la temperatura promedio del agua a la profundidad de captura.

4.4.2.4 Relación consumo/biomasa, Q/B

La relación consumo biomasa (Q/B) de jurel se determinó con la ecuación de Livingston *et al.* (1986), modificado de Mehl & Westgard (1983)

$$Q_{ijk} = DR_{ij} \times D_i \times P_{ijk} \times B_j$$

donde: Q_{ijk} es el consumo de la presa k por el predador j durante el período de estudio i , expresado en toneladas; B_j es la biomasa del predador j , en ton; DR_{ij} es la ración diaria (porcentaje respecto al peso del pez) del predador j en el período de estudio i ; D_i



es el número de días que abarca el estudio; P_{ijk} es la proporción en peso de la presa consumida por el predador j durante el período de estudio i .

4.4.2.5 Índice de Selectividad de Presas por Tamaño

El tamaño de las presas se determinada por medio del índice de selectividad de presas por tamaño, ISU, utilizado, por Ursin (1973)

$$U = \ln\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$$

donde: w_i es el peso del depredador i ; w_j es el peso del taxón de presa j en el contenido estomacal de i .

Esta relación logarítmica de los pesos representa el tamaño promedio entre el predador y su presa, y la desviación estándar es una medida relativa de la selectividad, siendo inversamente proporcional a ésta (Hahm y Langton, 1985).

4.4.2.6 Índice de selectividad de Chesson (1978)

La selectividad de las presas de acuerdo a la oferta ambiental se determinó mediante el índice de selectividad (α) de Chesson (1978). Este índice está basado en las abundancias relativas en el ambiente y en los estómagos, y se calculó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{r_i p_i^{-1}}{\sum_{i=1}^n r_i p_i^{-1}} \quad (3)$$



donde r_i es la proporción en número en la dieta de la especie i , p_i la proporción en el ambiente de la misma especie i , y n es el número de ítemes utilizados en el análisis.

Para determinar la oferta ambiental disponible en cada lance de pesca se construyó un área circular cuyo radio corresponde a la distancia aproximada que un jurel recorre en medio día y cuyo centro es el lance de pesca, para ello se utilizó la expresión propuesta por Hunter (1971):

$$V = 22,4 * LH^{0,6} \quad (4)$$

donde V es la velocidad de desplazamiento en cm/s y LH es la longitud horquilla del individuo (cm).

La longitud utilizada para el cálculo de la velocidad de jurel se tomó del rango de tallas más representativo. La determinación de las abundancias relativas de cada sector circular se realizó utilizando solamente las estaciones zooplanctónicas que quedaron incluidas dentro de estas áreas circulares sectores. Para tener la certeza que las presas encontradas en el estómago del pez fueron ingeridas dentro de las doce horas anteriores a su captura. Del mismo modo sólo se consideraron los estómagos que presentaban el contenido en bajo proceso de digestión.

Finalmente, los lances de pesca se agruparon en cuadrantes latitud-longitud (Lat-Long), formándose celdas que contienen las abundancias en los estómagos y en el ambiente.



4.5 Oceanografía física y química

4.5.1 Diseño general de muestreo.

Durante el crucero de investigación se realizaron 24 transectas de estaciones dispuestas en forma perpendicular a la costa, compuestas de 8 estaciones de muestreo dispuestas a los 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn (transectas pares), y 5 estaciones de muestreo oceanográfico (transectas impares), situadas a los 10, 25, 50, 75 y 100 mn desde la costa (impares) (Fig 2)

En cada una de las estaciones oceanográficas se obtuvieron registros continuos de temperatura (°C), salinidad y fluorescencia (volts), hasta un máximo de 600 db de profundidad. Para ésto se utilizó un CTD (NEIL BROWN, modelo Mark III) - fluorómetro (Sea Tech), conectado a un sistema de muestreo automático tipo roseta, (General Oceanics), con 12 botellas Niskin de 5 litros y termómetros de inversión.

Además, se colectó muestras de agua de mar en las profundidades discretas que corresponden a superficie, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500 y 600 db, para la determinación de la concentración de oxígeno disuelto. En estaciones seleccionadas se obtuvo muestras de agua de mar para la determinación de clorofila-a (método extractivo), información utilizada como contramuestra para transformar y validar las lecturas de fluorescencia *in vivo*.

En algunas estaciones de muestreo, donde el tiempo imperante y el estado del mar no permitió el uso del sistema de roseta por razones operativas y de seguridad, se realizaron lances oceanográficos con un CTD Marca ALEC, para la obtención de registros continuos de temperatura y salinidad.



La Tabla 4 resume el número de estaciones de muestreo realizadas durante el crucero.

Tabla 4. División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas realizadas en cada sector.

Sector	Transectas	Límite	Estaciones	Latitud
		Oeste (mn)	de muestreo	
Norte	17 a la 24 (8)	200	49	32°35' - 35°00'
Centro	9 a la 16 (8)	200	52	35°20' - 38°00'
Sur	1 a la 8 (8)	200	52	38°00' - 40°20'
Area Total	24	200	153	32°35' - 40°20'

Por otra parte, el 100% de las estaciones oceanográficas programadas fueron efectivamente realizadas durante el crucero, aunque cabe mencionar que en algunas de ellas no pudieron ser evaluadas todas las variables hidrográficas.

Por último, la Tabla 5 resume la posición de cada una de las 24 transectas realizadas durante el estudio y el número de estaciones de muestreo.



Tabla 5. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular. (junio-julio 1998).

TRANSECTAS	LATITUD	LONGITUD	NÚMERO DE ESTACIONES	FECHA
ZONA SUR				
1	40°20	73°36 - 75°33	5	10-11/06/98
2	40°00	73°33 - 77°30	8	8-9/06/98
3	39°40	73°33 - 74°36	5	11-12/06/98
4	39°20	73°15 - 77°19	8	13-18/06/98
5	39°00	73°19 - 75°17	5	15-16/06/98
6	38°40	73°26 - 77°27	8	18-20/06/98
7	38°12	74°06 - 76°03	5	21-22/06/98
8	38°00	73°24 - 77°18	8	22-24/06/98
ZONA CENTRO				
9	37°24	73°32 - 75°28	5	23-24/06/98
10	37°12	73°54 - 77°24	8	25-26/06/98
11	37°00	73°45 - 75°37	5	30/06/98 - 01/07/98
12	36°40	73°20 - 76°55	8	1-3/07/98
13	36°20	73°03 - 74°54	5	2-3/07/98
14	36°00	72°58 - 76°53	8	4-6/07/98
15	35°40	72°48 - 74°39	5	6-8/07/98
16	35°20	72°38 - 76°18	8	8-10/07/98
ZONA NORTE				
17	35°00	72°23 - 74°14	5	9-9/07/98
18	34°40	72°15 - 76°07	8	11-12/07/98
19	34°20	72°10 - 74°01	5	12-13/07/98
20	34°00	72°06 - 75°43	8	13-16/07/98
21	33°40	71°51 - 73°09	5	14-15/07/98
22	33°20	71°50 - 75°38	8	16-18/07/98
23	33°00	71°45 - 73°32	5	18-19/07/98
24	32°40	71°46 - 73°32	5	19-20/07/98



4.5.2 Análisis de las muestras y de la información

La salinidad se determinó por medio de un salinómetro de inducción marca BECKMAN RS7C. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler (Parsons *et al.*, 1984).

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

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

La estabilidad hidrostática ($\times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$) fue calculada utilizando la expresión:

$$E = -\frac{1}{\rho} (\Delta\sigma_t / \Delta z)$$

donde ρ (s, t, p) es la densidad *in situ*, σ_t la densidad a presión atmosférica y z es la profundidad (Pond & Pickard, 1983).

Con los datos oceanográficos validados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie, y a las profundidades de 25, 50, 100, 200 y 400 m. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila-a y de la anomalía geopotencial de superficie referida a 600 db.

El análisis vertical de las variables oceanográficas medidas en este trabajo se realizó a través de: a) secciones oceanográficas para cada una de las variables y en cada



una de las 24 transectas realizadas y b) perfiles verticales promediados entre todas las estaciones que comprendieron cada una de las transectas.

Las masas de agua presentes en la zona de prospección fueron determinadas a través de la confección de diagramas TS, los cuales involucraron similares sectores descritos en el párrafo anterior.

4.5.3 Información meteorológica

En cada una de las estaciones oceanográficas se registraron los siguientes datos meteorológicos: temperatura del aire (bulbo seco y húmedo), presión atmosférica, intensidad y dirección del viento, tipo y cantidad de nubes, visibilidad, y altura y dirección de las olas. Se utilizaron las normas, tablas y códigos del National Oceanographic Data Center (NODC, 1991).

4.6 Plancton

4.6.1 Colecta de información

Las estaciones planctónicas se realizaron sobre el track de navegación acústico a 10, 25, 50, 75 y 100 mn de la costa en la zona comprendida entre las 0 y 100 millas y a 130, 160 y 200 mn para la zona de 100 a 200 millas náuticas.

Se realizaron pescas planctónicas a través de lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de diámetro de boca y mallas de 300 y 500 μ m de abertura, provistas de medidores de flujo TSK calibrados, a objeto de poder determinar el volumen de agua filtrada en cada uno de los lances.



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

Se realizaron pescas planctónicas nocturnas a través de arrastres oblicuos, considerando una profundidad máxima de 210 m, en tanto que, para las pescas diurnas se consideró información de tipo complementaria, como es la disposición 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 0,8 m/s e izándola a 0,3 m/s, después de mantener una estabilización de 40 segundos a máxima profundidad.

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

La profundidad real de muestreo fué corregida mediante la medición periódica del ángulo del cable a través de un clinómetro manual.

4.6.2 Procesamiento y análisis de las muestras zooplanctónicas

Las muestras obtenidas en cada estación bioceanográfica 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, tamponada con disodio tetraborato, para mantener así una óptima preservación de los ejemplares.



En el laboratorio y para los análisis cualitativo y cuantitativo del zooplancton se emplearon 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 utilizó para su subdivisión el submuestreador Folsom (Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy, 1981 y Griffiths *et al.*, 1984).

La fracción de la muestra subdividida sobre la cual se realizó el recuento y clasificación de los organismos, fué extrapolada posteriormente al total de la muestra analizada. La abundancia o densidad del zooplancton cuantificado fué estandarizada y expresada en número de individuos presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada.

En el análisis se determinaron los organismos zooplanctónicos más abundantes en términos numéricos, dando especial énfasis al grupo de los eufáusidos.

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

A partir de los datos de abundancia de cada grupo y/o phylas presentes en las muestras, se realizó un análisis de la estructura comunitaria. Para ésto se calcularon los siguientes índices: Uniformidad de Pielou, Similitud de Jaccard y Sobreposición de Horn.



El índice de Pielou dá cuenta del grado de diversidad de una muestra y/o sistema y tiene valores entre 0 y 1. El valor 0, indica una máxima dominancia de una especie o grupo y el valor 1 la máxima uniformidad, es decir, todas las especies aportan de igual forma a la diversidad de la muestra alcanzando la máxima diversidad que puede tener el sistema.

Este índice se calcula en función de la diversidad de Shannon-Weaver:

$$J = \frac{H'_{obs}}{H'_{m\acute{a}x}}, 0 \leq J \leq 1$$

donde: H'_{obs} es la diversidad observada de Shannon-Weaver y

$$H'_{obs} = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \cdot \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

y, $H'_{m\acute{a}x}$ es la máxima diversidad que podría alcanzar el sistema si las S especies tienen la misma proporción de elementos.

$$H'_{m\acute{a}x} = \log_2(S)$$

El índice de Sobreposición de Horn, se utilizó para la medición de la diversidad específica relativa entre un par de muestras. La diversidad específica utilizada corresponde a la del índice de Shannon-Weaver, siendo la máxima diversidad aquella que se obtiene cuando los componentes de la dupla no tienen ningún elemento en común y la diversidad mínima aquella que se obtiene cuando los componentes de la dupla tienen los mismos elementos y en las mismas proporciones. El índice mide



grados de superposición de esquemas de jerarquización de especies entre estos extremos. Por lo tanto, el valor 0 del índice corresponde al análisis de una dupla en que ningún elemento es común y el valor 1, a la situación inversa, en que todos los elementos son comunes y mantienen la misma proporción entre ellos (Saiz, 1980).

Para agrupar a los individuos de acuerdo a su co-ocurrencia se utilizó el índice de similitud de Jaccard, el cual trabaja con la presencia y ausencia de los grupos en el par de muestras que se está analizando. Este índice tiene un dominio entre 0 y 1, en el cual el valor 0, indica que el par de grupos no están presentes simultáneamente en ninguna muestra y el valor 1, indica lo contrario, es decir, que siempre están presentes simultáneamente.

Para realizar las agrupaciones de las matrices de similitud de Jaccard y de Sobreposición de Horn, se utilizó el método del promedio aritmético de pares no ponderado (UPGMA) descrito en Sneath y Sokal (1973).

Todos los índices se calcularon mediante el programa desarrollado por Sergio Rosales a partir del programa de Navarro (1984), de los trabajos de Saiz (1980), Sneath y Sokal (1973), Brylinski (1986) y Clarke (1993).

La representación gráfica de la densidad del zooplancton se realizó en base a la escala métrica \log^2 que permite determinar clases de abundancia con valores equidistantes (Frontier, 1980).



4.6.3 Biomasa zooplanctónica total

La medición de los biovolúmenes como medida estimativa de la biomasa zooplanctónica total, se realizó con posterioridad a la determinación cuantitativa y taxonómica del zooplancton, empleándose el método de desplazamiento de volúmenes húmedos descrito por Yashnov (1959) y modificado por Robertson (1979). El volumen zooplanctónico fué determinado dos veces en cada muestra, promediando la medición de ambas para el resultado final. Se excluyeron de la medición los organismos cuyo volumen superó los 5 ml.

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

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

donde:

Y = ml de zooplancton en 1000 m³

X = ml de zooplancton

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

4.7 Exploracion de asociaciones

Para detectar la posible asociación entre la distribución de la biomasa del jurel y las variables oceanográficas medidas, se emplearon dos enfoques: 1) se efectuó un análisis espacial de la información realizando la cartografía de las variables y



explorando las asociaciones a través de un SIG, y 2) se realizó un análisis de Componentes Principales. Finalmente, se determinó una relación funcional entre la biomasa del jurel y las variables oceanográficas a través de un análisis de regresión múltiple.

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

4.7.1.1 Procesamiento de la información

Se generaron los archivos base correspondiente al crucero acústico y bio-oceanográfico realizado por IFOP en el otoño de 1998 en la zona de estudio. La información consideró los siguientes datos: latitud y longitud de las estaciones bio-oceanográficas y datos de las variables ambientales (temperatura en °C, salinidad en psu, oxígeno en ml/l, densidad en sigma-t, clorofila mg/m², eufáusidos en individuos/1000m³). Asimismo, se analizaron los archivos que contenían los muestreos acústicos que corresponden a: latitud y longitud de las lecturas acústicas y su correspondiente valor de densidad de jurel (referido a tonelada por mn²).

Con las bases de datos mencionadas anteriormente se generaron, para cada variable, archivos vectoriales compatibles con los Sistemas de Información Geográfico IDRISI for Windows (Eastman, 1995) y TNTmips (Microimages, 1997). Estos archivos contemplan la georreferenciación de la data de las diferentes variables contempladas en este estudio en diferentes capas (Tabla 6).

Para realizar una descripción espacial y temporal de las variables bio-oceanográficas y acústicas se configuraron imágenes de cada una de dichas variables.



La generación de imágenes implicó realizar previamente la georreferenciación 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 través del método de Kriging, de dichos vectores.

Con el objeto de superponer y relacionar distintas capas de información, fue necesario que las imágenes se encontraran en una idéntica escala espacial, en este sentido, las imágenes debían poseer una misma resolución y cobertura espacial. Lo anterior implicó generar imágenes en rasters que tuvieran similar cantidad de filas y columnas y que tuvieran igual posición y cobertura geográfica, ésto se realizó a través del módulo RESAMPLE del SIG. De esta manera se crearon imágenes en rasters de 338 columnas (en el sentido E-W) y 480 filas (en el sentido N-S).

Por último, con el propósito de favorecer el análisis visual de las imágenes creadas, éstas 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.

4.7.1.2 Relaciones entre la distribución del jurel y la distribución de variables físico-oceanográficas.

Una vez realizada la cartografía se procedió a determinar dos sectores donde se presentaba las más altas presencia de jurel, el primero denominado “sector norte”



ubicados entre las latitudes $36^{\circ} 30'S$ y $38^{\circ} 10'S$ y el segundo nominado "sector sur" situado entre las latitudes $38^{\circ} 10'S$ y $40^{\circ} 20'S$.

Posteriormente, se realizó un análisis entre la distribución del jurel y de las variables bio-oceanográficas, para tal efecto se generaron los gráficos con la frecuencia (número de celdas) de la distribución de la especie con respecto a las variables bio-oceanográficas (temperatura, salinidad, oxígeno, sigma-t, clorofila-a y eufáusidos). Con ésto se determinaron rangos óptimos de preferencia de la especie en relación a las variables ambientales.

4.7.2 Análisis de las relaciones entre la biomasa del jurel y las variables oceanográficas

En primer término, se realizaron asociaciones entre los planos de información de la densidad del jurel y las variables ambientales a través de la estimación del índice V de Cramer (este coeficiente va desde 0, independencia completa, hasta 1, dependencia completa).

Para determinar la probable existencia de asociación entre la distribución de la biomasa de jurel y una combinación de variables físicas y biológicas ambientales, en el plano multivariado se efectuó un análisis de Componentes Principales, éste se empleó como una técnica de reducción y descriptiva.

La hipótesis a contrastar es que la distribución de la biomasa de jurel estaría asociada a la distribución de variables bio-oceanográficas. Las variables utilizadas fueron: temperatura en las capas de 5, 50 y 100 m, oxígeno en las capas de 5, 50 y 100 m, salinidad en las capas de 5, 50 y 100 m, sigma-t en las capas de 5, 50 y 100 m,



clorofila integrada y eufáusidos. Se consideraron sólo las ubm's con presencia de jurel. Las variables fueron estandarizadas empleando la transformación de $\log(x+1)$, para lograr el mejor ajuste posible a la distancia entre los puntos individuos y dar un peso igual a cada una de las variables.

Con el análisis de componentes principales se buscaron hallar las combinaciones lineales de las variables originales que explicaban la mayor parte de la variación total. Se empleó el análisis en el modo R^p , primero se calculó la matriz R de correlación entre las variables originales, después se extrajeron los factores y finalmente se rotaron (Legendre y Legendre, 1979).

Considerando los resultados anteriores se analizó el efecto de las variables bio-oceanográficas extraídas en los factores del análisis de componentes principales. La zona de estudio se dividió en núcleos de alta densidad del jurel. Para la identificación de dichos núcleos se realizó un análisis visual de las cartografías de distribución de la especie. Se analizó visualmente el contraste de colores de las imágenes de distribución de la densidad del jurel, determinando de este modo las cuadrículas que presentan los mayores valores de densidad.

Finalmente, de cada uno de estos núcleos identificados se estimaron los siguientes estadísticos: la densidad total, promedio y por pixel de jurel, la temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t promedio para cada núcleo y la clorofila total. Asimismo, se estimaron los gradientes térmico, salino y de oxígeno, el gradiente se calculó con los comandos de los SIG.

Finalmente, se analizó el efecto de las variables bio-oceanográficas y de la presencia de las regiones frontogénicas identificables principalmente a través de los gradientes de



temperatura, salinidad y oxígeno en la distribución del jurel en los focos de abundancia. La prueba de la hipótesis se realizó mediante un de regresión múltiple “paso a paso” (stepwise) para estimar la densidad del jurel (t/mn^2) a partir de las variables independientes (temperatura, salinidad, oxígeno y densidad promedio de cada núcleo, además de clorofila y eufáusidos totales de las áreas identificadas) extraídas del análisis de componentes principales, e incorporando los gradientes antes citados. Para este análisis se utilizó el programa estadístico STATISTICA.

**Tabla 6.** Variables empleadas en el análisis cartográfico y tipo de datos

VARIABLES	TIPO DATOS	CAPAS POR RANGOS DE PROFUNDIDAD
Densidad del jurel en t/m ²	integrado	en 4 capas: 1ª: superficie a 50 m, 2ª: 51 a 100 m, 3ª: de 101 a 150 m y 4ª: 151 a 200 m.
Temperatura en °C	puntual	en 5 capas: 1ª: 5 m (superficial), 2ª: 50 m, 3ª: 100 m, 4ª 150 m y 5ª: 200 m
Salinidad en psu	puntual	en 5 capas: 1ª 5 m (superficial), 2ª 50 m, 3ª 100 m, 4ª 150 m y 5ª: 200 m
Oxígeno en ml/l	puntual	en 5 capas: 1ª: 5 m (superficial), 2ª: 50 m, 3ª: 100 m, 4ª: 150 m y 5ª: 200 m
Densidad en sigma-t	puntual	En 5 capas: 1ª: 5 m (superficial), 2ª: 50 m, 3ª: 100 m, 4ª: 150 m y 5ª: 200 m
Clorofila en mg/m ²	integrado en la columna de agua	1 a 80m
Eufáusidos en ind./1000m ²	integrado en la columna de agua	1 a 100 m





5. RESULTADOS

5.1 Evaluación hidroacústica

5.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de las calibraciones electroacústicas efectuadas a bordo del B/l "Abate Molina", se resumen en la tabla 7.

Tabla 7. Ganancia del transductor medido para TS (fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica) 38 Khz.

LUGAR	FECHA	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
		LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
		0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
I. STA MARÍA	10.06.91	27,1	28,2	28,5	27,5	28,2	28,8
I. STA MARÍA	27.11.91	26,9	28,0	28,1	27,1	27,8	28,4
QUINTERO	21.10.92	26,9	27,9	28,1	27,0	27,5	27,9
VALPARAÍSO	20.06.93	26,8	27,9	27,9	26,9	27,5	27,6
VALPARAÍSO	09.11.93	26,5	27,2	27,4	26,9	27,2	27,6
MEJILLONES	27.02.94	26,0	27,0	27,0	26,1	26,7	27,0
VALPARAÍSO	13.07.94	25,7	26,5	26,5	25,8	26,3	26,7
VALPARAÍSO	22.04.97	26,8	27,5	27,6	27,3	27,7	27,8
VALPARAÍSO	29.12.97	26,8	27,7	27,7	27,2	27,5	27,9
VALPARAÍSO	21.11.98	26,9	27,4	27,2	27,1	27,2	27,3
VALOR PROMEDIO		26,6	27,5	27,6	26,8	27,4	27,7
DESVIACIÓN		0,49	0,58	0,65	0,58	0,60	0,68

La ganancia del transductor en la frecuencia de trabajo (38 Khz), tanto para TS y Sv, indican la estabilidad de los valores a lo largo del tiempo, lo cual corresponde por una parte, a una buena performance del sistema y la estabilidad que presenta el blanco



(esfera de 60 mm de diámetro) durante la calibración, frente a movimientos del barco producidos por condiciones de viento y mar, así como también por corrientes.

El análisis estadístico realizado mediante la aplicación del test "t" students para datos pareados, a los valores de ganancias del transductor a distintas longitudes de pulso, indica que las diferencias observadas no son significativas, al determinar valores de "t" students observado inferiores a los valores críticos de aceptación a un nivel de confianza de 95 % (Tabla 8).

Tabla 8. Valores de t Students observados y críticos para frecuencia de 38Khz

	GANANCIA TRANS TS			GANANCIA TRANS SV		
	LONGITUD DE PULSO (MSEG)					
	CORTO	MEDIO	LARGO	CORTO	MEDIO	LARGO
T _(OBSERVADO)	0,67	0,76	0,78	0,63	0,70	0,73
T _(CRÍTICO; 95%)	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26

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

5.1.2 Constante de eointegración ($t^*mn^{-2}Sa^{-1}$)

La constante de eointegración fue determinada a partir de la aplicación de la relación $TS = 20,11 * \text{Log}(L) - 68,67$ (Córdova *et al*, 1997)



Se determinó un TS de $-41,27$ dB, correspondiente a la talla al 50 % (mediana) de frecuencia ponderada observada en el crucero. De igual modo, se evaluó la relación longitud peso de jurel obteniendo un peso a la talla de $119,01$ g., determinado con ambos valores una constante de $0,128$ ($t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$), la cual es levemente inferior a la observada durante el crucero de 1997 ($0,134$ $t \cdot mn^{-2} \cdot Sa^{-1}$).

5.1.3 Descripción de estructuras espaciales en la información acústica

La distribución geográfica de la abundancia del recurso muestra una concentración principalmente entre el sur de Pta. Nugurne ($36^{\circ} 20'$ LS) a sur de Corral ($40^{\circ} 20'$ LS), y en la cual es posible identificar dos sectores de abundancia; el primero entre Talcahuano ($36^{\circ} 40'$ LS) a Isla Mocha ($38^{\circ} 20'$ LS) y el segundo desde Pto. Saavedra ($38^{\circ} 27'$ LS) a sur de Corral (Fig 3). Este tipo de distribución espacial se ha observado en anteriores cruceros efectuados en la zona durante los inviernos de 1991, 1993 y 1994, donde se ha detectado un volumen importante de biomasa al sur de Talcahuano, constituyendo un patron característico en las evaluaciones de jurel llevadas a cabo en la zona centro sur del país.

5.1.3.1 Índice de cobertura (IC) y densidad (ID)

El índice cobertura (IC) y densidad (ID) en la zona de estudio fue de $19,48$ % y $187,37$ t/mn^2 respectivamente. Valores que están en el rango de lo registrado en las proyecciones de jurel efectuadas desde 1991-1994 ($15,90$ a $37,66$ % y $78,30$ a $279,16$ t/mn^2). Respecto al último año, donde se obtuvo índices de cobertura de $35,0$ % y de densidad $119,42$ t/mn^2 , la reciente evaluación muestra un grado mayor de concentración del recurso asociado a un alto nivel de densidad, en la zona de estudio, sugiriendo un cambio en el comportamiento del recurso.



Por otra parte, se registró un decremento importante en el índice de cobertura, el cual es comparable con lo observado en los años 1991 y 1994, donde este índice alcanzó valores de 19,33 y 15,96 %, respectivamente.

En la tabla 9, se entregan los índices de cobertura y de densidad para las zonas de concentración del recurso.

Tabla 9. Índices de cobertura (IC) y densidad (ID) en zonas de concentración de jurel (junio-julio 1998).

ZONAS	INDICE COBERTURA (IC)	INDICES DE DENSIDAD (ID)
SECTOR NORTE	1,8	31,4
TALCAHUANO – ISLA MOCHA	34,0	131,2
PUERTO SAAVEDRA-CORRAL	36,0	267,50

En el sector norte, el recurso jurel estuvo virtualmente ausente con una fuerte reducción en los registros acústicos y niveles de densidad, indicando un corte abrupto en la distribución espacial del recurso a partir de Constitución (Fig 3).

Entre Talcahuano y Corral, los índices de cobertura en las zonas de concentración no presentan grandes diferencias; situación que difiere en la densidad al registrar un incremento de un 100 entre Pto. Saavedra y Corral. Al comparar estos resultados con los índices de cobertura (36,89 y 46,32 %) y densidad (111,96 y 156,97 t/mn²) detectado en 1997, el primero no presenta diferencias importantes entre sí, sin embargo, en el segundo se observan valores superiores, lo cual explicaría el mayor grado de contagio presente en la distribución espacial del recurso durante 1998.



5.1.3.2 Número de cardúmenes por intervalo básico de muestreo

El número de cardúmenes por intervalo básico de muestreo (IBM) expresado en porcentaje, para el crucero y anteriores evaluaciones realizadas durante invierno en la zona de estudio, se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Frecuencia de aparición de cardúmenes (en % y N°) por intervalo básico de muestreo (IBM) entre 1991 y 1998.

	NÚMERO DE CARDÚMENES POR INTERVALO BÁSICO DE MUESTREO							
	1	2	3	4	5	6	7	8
AÑOS	Presencia de cardúmenes (en%)							
1991	74,0	20,0	5,0					
1992	58,0	30,0	7,0	2,0	1,0			
1993	74,0	17,0	5,0	0,8	0,8	0,8		
1994	78,0	14,0	4,0	1,6	1,66			
1997	54,0	24,0	11,0	5,0	2,02	2,0	0,3	0,1
1998	62,9	21,5	10,3	2,2	2,2	0,7		

A través del tiempo se observa un incremento del número de cardúmenes por IBM, registrando su máximo valor de 8 durante 1997 cuando se registra un evento "El Niño" de carácter intenso, para posteriormente disminuir a valores cercanos a los registrados antes de 1997. Esto, plantea la hipótesis de existencia de cambios en el comportamiento gregario (cardúmenes) asociados a variaciones en el medio ambiente.

Al respecto, durante los años 1991-1994 la mayor frecuencia de registros estuvo entre 1 y 2 cardúmenes por IBM, situación que varió durante 1997, donde se observa un



aumento en la frecuencia para los registros de 3 y 4, para nuevamente disminuir en 1998 en la zona de estudio.

5.1.3.3 Correlogramas

El análisis de los correlogramas por transectas señala diferencias en los tamaños de las macroestructuras existentes en las distintas zonas (norte, centro y sur), registrando al norte del área de estudio tamaños que no superan 1 mn, al igual que el sector centro (Fig 4). En la zona de alta concentración del recurso las macroestructuras fluctuaron entre 2 a 9 mn, con un valor centrado en 7 mn, siendo una característica recurrente la presencia de amplias zonas de distribución, así como un alto grado de contagio, según lo observado durante las evaluaciones hidroacústicas llevadas a cabo en la zona entre 1991-94.

5.1.3.4 Variogramas

El análisis a 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 un modelo exponencial donde el 15,1 % de la varianza, es explicado por un efecto "pepita", estabilizándose la varianza a una distancia de 24 millas náuticas (Fig 5). Este comportamiento del variograma indica la presencia de macroestructuras en la zona de estudio, en tanto, la presencia del efecto "pepita", se explicaría por la aparición de microestructuras o errores de medición menores al intervalo básico de muestreo.



5.1.4 Abundancia del recurso

5.1.4.1 Biomasa total de jurel

La biomasa de jurel estimada para la zona de estudio, aplicando los métodos de Estrato agrupado (Volter 1985) y de Geoestadístico (Petitgas, 1991) se entregan en la tabla 11.

Tabla 11 Biomasa y densidad de jurel estimada por dos distintos métodos (junio-julio 1998)

MÉTODO	AREA (MN ²)	BIOMASA (T)	DENSIDAD (T/MN ²)
AGRUPADO (1985)	85.664	3.100.000	36,18
PETITGAS (1991)	47.540	3.200.000	67,31

La biomasa estimada por ambos métodos no presentan diferencias importante entre ellas (3,0 %). Luego, bajo esta situación y considerando que el método geoestadístico representa de mejor forma la densidad del jurel en el área de estudio, se consideró el valor alcanzado a través del uso del método geoestadístico.

No se observaron agregaciones importantes de otros recursos en la zona de estudio, en los lances de pesca de identificación (párrafo 5.2.1) se observa que la fauna acompañante es de sólo el 23,5%, donde los mayores aportes corresponden a la presencia del recurso reineta con el 6,7% y de la caballa con el 4,1%.

5.1.4.2 Biomasa de jurel a la talla

La biomasa numérica y en peso a la talla obtenida a partir del estimado de abundancia acústico, se entrega en la tabla 12.

**Tabla 12.** Abundancia en N° y biomasa en peso a la talla de jurel (junio-julio 1998).

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Frecuencia porcentual	Abundancia numérica	Abundancia en toneladas
19	2	0,08	44.443.285	3.154,96
20	49	2,09	575.616.523	46.859,95
21	302	12,90	3.260.338.594	302.349,21
22	308	13,16	3.632.298.432	381.392,95
23	496	21,19	4.756.977.980	562.430,58
24	529	22,60	4.963.385.347	657.458,39
25	296	12,65	2.992.839.978	442.090,62
26	151	6,45	1.602.765.474	262.892,65
27	58	2,47	662.725.558	120.228,16
28	32	1,37	300.010.939	59.976,59
29	25	1,06	160.772.938	35.297,98
30	11	0,47	58.860.788	14.147,36
31	8	0,34	74.719.299	19.602,23
32	5	0,21	50.445.295	14.404,87
33	4	0,17	49.625.609	15.384,30
34	3	0,12	33.693.448	11.311,88
35	2	0,08	15.410.127	5.589,97
36	5	0,21	38.525.318	15.066,67
37	4	0,17	25.899.226	10.897,57
38	6	0,25	39.854.062	18.006,96
39	8	0,34	67.841.558	32.853,75
40	10	0,42	76.528.382	39.652,49
41	8	,034	61.640.509	34.115,20
42	11	0,47	84.755.700	50.025,84
43	3	0,12	23.115.191	14.528,11
44	1	0,04	7.705.064	5.149,28
45	1	0,04	7.705.064	5.467,72
54	1	0,04	7.705.064	8.896,68
58	1	0,04	7.705.064	10.766,94
Total	2.340	100	23.683.909.816	3.200.000,00



Los resultados alcanzados muestran una alta presencia de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm, que alcanzó a un 84,7 % de los ejemplares capturados en la zona de estudio. Porcentaje que se incrementó respecto a lo registrado en 1997, donde los ejemplares bajo 26 cm representaron el 70,8 %.

Este alto volumen de individuos de menor talla, determina que el 88,1 y 74,8 % de total de ejemplares expresado en número y peso, respectivamente, se sitúe bajo la longitud horquilla de 26 cm, siendo el aporte de los ejemplares mayores muy reducido, aún cuando, ellos presentan un incremento en peso de carácter exponencial.

5.1.4.3 Varianza de la biomasa total

Para comparar los distintos 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 sí 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 entrega en la tabla 13.



Tabla 13. Varianza, coeficiente de variación y error de los estimados de biomasa de jurel (junio-julio 1998).

MÉTODO	VARIANZA	COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)	PORCENTAJE DE ERROR (%)
CONGLOMERADO	$1,280 \cdot 10^{12}$	36,23	59,61
ESTRATO AGRUPADO	$1,302 \cdot 10^{11}$	11,55	19,01
BOOTSTRAP	$6,965 \cdot 10^{11}$	26,68	43,89
GEOESTADÍSTICO	$5,930 \cdot 10^{10}$	7,57	12,45

El método geoestadístico presenta el coeficiente de variación más bajo (7,57%), indicando con ello una mayor precisión para el estimado de abundancia en la zona de estudio. Este resultado, conjuntamente con la mejor representatividad del área efectiva de distribución del recurso, reafirman su selección en la cuantificación del recurso en el estudio.

5.1.4.4 Varianza de la biomasa a la talla

En la tabla 14, se resume la varianza y coeficiente de variación de la abundancia en número y peso por talla de jurel.

Los resultados de la tabla 14, muestran coeficientes de variación entre 0,09 a 0,79, ubicándose la mayor precisión en el rango donde se registran las mayores frecuencias de tallas de jurel (21 a 26 cm). Este comportamiento del coeficiente de variación por talla, corresponde a lo esperado desde un punto de vista teórico, razón por lo cual, se valida la estimación de la variabilidad para la abundancia en número y peso de los ejemplares por talla de jurel.

**Tabla 14.** Varianza de la abundancia en N° y la biomasa en peso a la talla de jurel (junio-julio 1998).

Talla (cm)	Frecuencia Numérica	Varianza Abundancia numérica	Coefficiente de Variación	Varianza Abundancia en peso	Coefficiente de Variación
19	2	1,2418E+15	0,79	6.287.656,91	0,79
20	49	1,4056e+16	0,20	93.263.812,66	0,20
21	302	1,1763e+17	0,10	1.012.527.110,00	0,10
22	308	1,3118e+17	0,09	1.447.247.250,00	0,09
23	496	2,4247e+17	0,10	3.391.465.316,00	0,10
24	529	2,6210E+17	0,10	4.603.516.238,00	0,10
25	296	1,0536E+17	0,10	2.301.896.840,00	0,10
26	151	4,1737E+16	0,12	1.128.045.881,00	0,12
27	58	1,4146E+16	0,17	469.587.557,80	0,18
28	32	5,8208E+15	0,25	234.709.577,30	0,25
29	25	2,6623E+15	0,32	129.029.096,80	0,32
30	11	4,3498E+14	0,35	25.442.750,28	0,35
31	8	1,5772E+15	0,53	109.064.929,30	0,53
32	5	6,6537E+14	0,51	55.386.718,77	0,51
33	4	9,2057E+14	0,61	88.601.234,86	0,61
34	3	5,2285E+14	0,67	59.262.153,75	0,68
35	2	1,1889E+14	0,70	15.725.757,21	0,70
36	5	2,9421E+14	0,44	45.040.498,19	0,44
37	4	1,9010E+14	0,53	33.841.502,46	0,53
38	6	3,0330E+14	0,43	62.855.572,80	0,44
39	8	6,1120E+14	0,36	145.960.463,00	0,36
40	10	5,8627E+14	0,31	158.218.336,80	0,31
41	8	4,6592E+14	0,35	142.717.816,70	0,35
42	11	6,3400E+14	0,29	220.874.753,90	0,29
43	3	1,7773E+14	0,57	70.210.691,33	0,57
44	1	5,9648E+13	1,00	26.640.232,50	1,00
45	1	5,9648E+13	1,00	30.037.061,20	1,00
54	1	5,9648E+13	1,00	79.524.452,37	1,00
58	1	5,9648E+13	1,00	116.474.144,40	1,00
Total	2340				



5.1.5 Características de las zonas de concentración

Durante el crucero y bajo una estrategia de muestreo de tipo adaptativo, fue posible recorrer siete zonas de concentración de jurel, registrando información del recurso y características generales de la zona.

a) Abundancia en focos de abundancia.

En la tabla 15 se presentan los resultados obtenidos en siete focos de abundancia de jurel.

Tabla 15. Zonas o focos de concentración del jurel en la zona de estudio (junio-julio 1998)

ZONAS	AREA (MN ²)	BIOMASA (T)	DENSIDAD (T/MN ²)
40°01'LS - 74°48'W	70	40.326	576,08
40°00'LS - 75°00'W	19,5	21.830	1119,48
40°00'LS - 75°16'W	15	3.300	220,00
39°34'LS - 75°05'W	6	821	136,88
38°54'LS - 75°05'W	44	30.289	688,38
37°39'LS - 74°25'W	18,3	6.139	739,63
37°00'LS - 74°16'W	18	16.477	915,39
TOTAL	180,8	119.182	659,19

Las zonas de concentración fluctuaron entre 6 y 70 mn², registrando en ellas altos volúmenes de biomasa (Tabla 15). Este alto nivel de contagio del recurso en su distribución espacial, explica la concentración y operación de un gran número de naves pesqueras en áreas reducidas o focos. Los niveles de densidad observados en ellos son ostensiblemente superiores al registrado en el crucero (67,31 t/mn²).



Respecto a 1997, las biomásas y densidades por foco registradas en el estudio fueron mayores, lo cual se observa al comparar la densidad promedio por focos entre años (659,19 t/mn² y 527,73 t/mn²), representando un incremento en la densidad de un 24,9 %.

b) Número de cardúmenes por IBM

En la Tabla 16, para las zonas de abundancia se entrega el número de cardúmenes presentes durante el recorrido de una milla náutica, expresado en porcentajes.

Tabla 16. Frecuencia de aparición de cardúmenes (en% y N°) por milla náutica recorrida en la zona de estudio (junio-julio 1998).

ZONAS	NUMERO DE CARDUMENES POR MILLA NAUTICA (%)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
40°01'LS - 74°48'W	64,7	11,7		5,8	11,7	5,8		
40°00'LS - 75°00'W	20,0	10,0	10,0		10,0	30,0	10,0	10,0
40°00'LS - 75°16'W		20,0	80,0					
39°34'LS - 75°05'W	50,0	50,0						
38°54'LS - 75°05'W	75,0	25,0						
37°39'LS - 74°25'W	75,0	75,0						
37°00'LS - 74°16'W	50,0	25,0	25,0					
TOTAL	43,1	15,5	13,8	1,7	6,9	12,2	3,4	3,4

El número de cardúmenes observado por milla recorrida en la zona de abundancia fluctuó entre 1 y 8 como valor máximo. Al igual que lo observado en 1997, las mayores frecuencias se situaron en el rango de 1 a 3, sin embargo, existe una reducción en el número cardúmenes respecto a 1997, al no registrar valores extremos de 14 y al disminuir el límite superior de 9 a 8, respectivamente.



c) Distancia entre cardúmenes

La distancia entre cardumen estuvo entre los 73 y 1.099 m, con un valor central de 385,7 m. Esta separación fue superior a lo registrado durante 1997, donde la separación promedio entre cardumen fue de 291,0 m, con límites de 11 y 987 m. Estos resultados muestran alteraciones importantes en el comportamiento gregario del recurso, los cuales determinan cambios en las características de las zonas de pesca, con su consecuente impacto en las actividad operacional de la flota.

d) Densidad de cardúmenes

En la zona de mayor concentración de jurel, las densidades por cardúmen observada fluctuaron entre 30,5 a 577,3 t/mn², con valor promedio para las siete zonas prospectadas de 278,9 t/mn². Densidad promedio que es muy superior a lo registrado en 1997 (111,8 t/mn²), dando cuenta de un alto grado de contagio presente en la distribución espacial del recurso.

Por otra parte, las menores densidades registradas durante la ocurrencia del evento "El Niño" en 1997, sugieren la existencia de cambios en el nivel de agregación del recurso frente a alteraciones en las condiciones ambientales dentro de la zona de estudio.

5.1.6 Distribución geográfica del recurso

La distribución del jurel se caracterizó por la presencia de agregaciones alargadas y paralelas a la costa. En la zona prospectada el recurso se localizó principalmente de Pta. Nugurne (36° 20'LS) a sur de Corral (40° 20'LS), identificando dos sectores de alta densidad (Fig 3).



El primer sector se extiende desde Talcahuano ($36^{\circ} 40' \text{LS}$) a Isla Mocha ($38^{\circ} 20' \text{LS}$), con una distribución del recurso contagiosa y volúmenes de biomasa relativamente alto (Fig 3). Los niveles de densidad sobre $> 300 \text{ t/mn}^2$ están representados principalmente por agregaciones tipo cardumen, concentrando este sector el 30,6 % de la biomasa estimada en el estudio.

En el segundo sector, ubicado entre Pto. Saavedra ($38^{\circ} 27' \text{LS}$) y sur de Corral ($40^{\circ} 20' \text{LS}$), el volumen de biomasa en la distribución se incrementa, con núcleos de alta densidad y áreas de mayor tamaño a lo registrado en el primer sector, predominando agregaciones del tipo cardumen y estratos (Fig 3). El aporte a la biomasa en este sector alcanza a un 68,4 %.

En términos longitudinales, en el primer sector las agregaciones de jurel se ubicaron entre las 40 a 100 millas de la costa, en tanto, para el segundo sector éstas se distribuyen desde las 30 a 160 millas de la costa (Fig 3).

En el norte, la presencia del recurso tuvo un carácter incidental con un sólo núcleo de baja densidad frente a Valparaíso, concentrando mayoritariamente su abundancia en el sector sur. Previo al inicio del crucero de evaluación, se prospectó la zona comprendida entre los 40° a 42° LS, registrando una presencia esporádica en las agregaciones de jurel, razón por lo cual, es posible asegurar que no existió pérdida de información al encontrarse la zona de mayor abundancia del recurso dentro del área prospectada.

El patrón de distribución espacial del jurel en el área del estudio, caracterizado por una concentración del 99 % de la biomasa al sur de Talcahuano, coincide con lo registrados en anteriores evaluaciones realizadas durante los años 1991, 1993 y



1994, donde sistemáticamente sobre el 70 % de la biomasa se han ubicado en este sector.

5.1.7 Distribución batimétrica del recurso

La información de profundidad de jurel se agrupó de acuerdo a las zonas usadas en el análisis oceanográfico, a fin de facilitar el análisis integrado posterior. En general el jurel se ubicó entre los 10 a 200 m de profundidad, con un 30,24% y 62,5% de las agregaciones entre 10 a 40 m y 80 a 170 m, respectivamente (Fig 6).

En el sector norte, el recurso estuvo virtualmente ausente detectando agregaciones a 60 millas frente a Valparaíso. En este sector predominaron agregaciones de baja densidad (categorías I; menor a 75 t/mn^2), las cuales se distribuyeron entre 10 y 170 metros de profundidad. (Fig 6)

Respecto al sector central, el jurel se distribuyó entre los primeros 10 y 180 m, agrupándose el 42,9 y 28,9% de las categorías II- IV (mayores a 75 t/mn^2) entre los 20 a 40 m y 70 a 140 m, respectivamente. Al igual que en el sector norte, la máxima distribución batimétrica estuvo definida por valores de densidad bajo las 75 t/mn^2 .

En el sector sur, la distribución batimétrica fue mayor al alcanzar la profundidad máxima de 200 m, manteniendo la presencia de dos rangos preferenciales como es observado en la zona central. Es así que, el 44,9 y 48,0% de las categorías II-IV se agruparon en los rangos de 20 a 60 y 80 160 m respectivamente, indicando el aumento de las agregaciones en el rango mayor profundidad, una tendencia a profundizarse el recurso en este sector (Fig 6).



En general, los límites de la distribución batimétrica son similares a lo detectado en 1997, donde la máxima profundidad fue de 180 m. Sin embargo, la presencia de dos rangos preferenciales de distribución, es sólo comparable con lo registrado durante las evaluaciones de 1991 y 1994.

Este tipo de distribución, indica que durante el día el 42,3% de las agregaciones de jurel, estuvieron accesibles al arte de pesca de cerco, al ubicarse entre la superficie y los 80 m de profundidad.

5.1.8 Análisis de los resultados de hidroacústica

La constante de ecoinTEGRación determinada para la evaluación $0,128 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2} \cdot \text{Sa}^{-1}$, es levemente inferior a la utilizada ($0,133 \text{ t} \cdot \text{mn}^{-2} \cdot \text{Sa}^{-1}$), lo cual está sustentado por la disminución de la talla (23,04 cm), respecto a 1997 (24,63 cm).

El volumen de biomasa de jurel estimada para el invierno de 1998 (3.200.000 t), se encuentra entre los valores más altos cuantificados en las evaluaciones acústicas antes realizada en la zona de estudio.

Respecto a 1992, 1993 y 1994, donde se registran volúmenes de biomasa de 1.600.000 t, 2.500.000 t y 1.060.000 t, la biomasa del crucero indica un incremento de un 100 %, 28,0 % y 200 %, respectivamente, en tanto que para 1991 (5.090.000 t), la biomasa representa el 62,8 %. Estos cambios en la abundancia también se registran en forma independiente del área, mediante los índices de densidad. Luego, los resultados de las distintas evaluaciones muestran cambios interanuales en la disponibilidad del recurso en la zona de estudio.



La segregación de la biomasa acústica a la talla, indica que bajo la talla mínima legal de 26 cm se agrupa el 88,1 % de la abundancia numérica y 74,86 en peso. En tanto, bajo la talla de primera madurez de 32 cm fue de 97,45 % para la abundancia en número y 90,87 % en peso.

Durante el crucero, se indentificaron dos zona de abundancia que agrupan el 30,6 % y 68,4 % de la biomasa estimada, las cuales se situaron entre Talcahuano (36° 40'LS) e Isla Mocha (38° 20'LS), y desde Pto. Saavedra (38° 27'LS) a Sur de Corral (40° 20'LS). En general el recurso se localizó desde Pta. Nugurne (36°20'LS) hasta Corral, con una presencia incidental hacia el norte del área de estudio, patrón de distribución que es similar al observado durante las evaluaciones de 1991 y 93.

Esta zona general de distribución del recurso, presenta un alto grado de contagio con índices de cobertura de 19,48 % y de densidad 187,37 t/mn², respecto a los alcanzados en 1997 (35,0 % y 119,42 t/mn²), situación que también se observa en las zonas de concentración de jurel y donde las densidades (131,20 y 267,50 t/mn²) son superiores a los observado en 1997, indicando ésto un grado mayor de concentración del recurso en la zona de estudio.

La estrategia de muestreo “adaptativo” en el espacio y tiempo fue adecuada, al ubicarse la zona de estudio en el área donde estuvo presente la abundancia de jurel disponible en el sector de la pesquería. Esto se basa en la absoluta ausencia del recurso en el sector norte y fuera de las 160 mn de la costa, conjuntamente con la baja presencia de jurel en la exploración efectuada entre la latitud 42° a 40° LS, previa al inicio de crucero.



Lo anterior, consolida el alto valor de biomasa estimado para la zona de estudio, al no existir antecedentes que sugieran que una fracción importante del recurso se situó fuera del área prospectada, al momento de llevarse a cabo la cuantificación del recurso.

En la zona de estudio, se detectaron siete focos de concentración de jurel con un volumen de biomasa total de 119.182 toneladas, variando sus densidades entre 136,88 a 1.119,48 t/mn² con un valor promedio de 659,19 t/mn². Estos índices son superiores a los registrados durante 1997, donde la densidad se centró en 527,73 t/mn² y entre los 64,8 a 712,86 t/mn², lo cual reafirma los resultados obtenidos a partir de la distribución espacial del recurso.

Esta zona se caracterizó por la presencia de áreas reducidas, con distancia promedio entre cardúmenes de 385,7 m y densidad promedio por cardumen de 278,9 t/mn², lo cual difiere de lo registrado el año anterior, donde los valores fueron menores con distancia y densidad promedio por cardumen de 291,0 m y 111,80 t/mn². En este sentido, también se registran cambios en el número de cardúmenes presentes por intervalo básico de muestreo (IBM), al fluctuar el número entre 1 a 8, lo que se aproxima a lo registrado durante 1991–1994, pero difiere de los 9 y 14 cardúmenes por IBM observado en 1997 cuando en la zona se encuentra en desarrollo un evento “El Niño”, lo cual sugiere junto a los otros índices analizados, cambios en el comportamiento gregario del jurel frente a variaciones del medio ambiente.

En el sentido batimétrico, el recurso presentó un rango de distribución más estrecho que lo registrado en, 1991, 93 y 94, con límites máximo de profundidad de, 220, 260 y 210 m, respectivamente. El 30,24 y 32,5 % de las agregaciones de jurel se ubicaron entre los 10 a 40 m y 80 a 170 m, detectando una profundización del recurso hacia el



sector sur, al igual que lo observado en 1997. La existencia de dos rangos preferenciales de distribución, hacen que el 42,3% de las agregaciones estuvieran accesibles durante el día al arte de pesca, lo cual indica un bajo porcentaje con posibilidad de ser capturado por la flota cerquera de la zona centro-sur.

5.2 Pesca

5.2.1 Resultados de lances de pesca

La posición de los lances de pesca efectuados en la zona de estudio se entregan en la Fig 7. En la zona se efectuaron 29 lances de pesca con una red de arrastre a mediagua, con copo exterior e interior de 60 y 40 mm, registrando alturas en el centro de la boca de 25 a 35 m. Los lances en profundidad cubrieron desde 10 a 180 m, con un tiempo de arrastre que osciló desde 30 a 90 minutos, a velocidades de arrastre entre 3,1 a 4,1 nudos.

En la tabla 17, se detalla para cada lance realizado en el área prospectada, la captura total, de jurel y fauna acompañante.

La captura total fue de 3067,7 kg, en 27 lances de pesca, lo que entrega una captura promedio de 113,6 kg de pesca por lance. El 76,5 % de la captura correspondió a jurel que fue capturado en 21 lances con pesca, mientras que en 25 lances hubo fauna acompañante que representó el 23,5 % de la captura. Las especies presentes fueron: *Lepidupos australis* (6,7%), *Vinciquerre lucetia*, *Lamapanytus sp.* (6,5%), *Scomber japonicus* (4,1%), *Engraulis ringens* (2,2%), *Cubiceps caruleus* (1,9%), *Benthoosema sp* (0,7%), *Thyrsites atun* (0,5%), *Loligo gahi* (0,3%), *Macruronus magallenicus* (0,09%), *Merluccius gayi* (0,04%), *Stromateus stelloatus* (0,02%), y *Scopelosarus hubbsy* (0,001 %)



Tabla 17. Captura (t) y participación (%) por lance de pesca de jurel y de la fauna acompañante en los lances de pesca realizados en el cruce de evaluación de jurel (junio-julio 1998).

Lances	Fecha	Capturas										Total Fauna	Total captura	Contribucion fauna			
		Jurel	Reineta	Caballa	Mictifidos 1	Mictifidos 2	Mictifidos 3	Cabeza de cubo	Anchoyeta	Sierra	Calamares				M. de cola	M. Común	Pampanito
	108-06-98	38,90	13,02		36,68	0,40									50,10	89,00	56,29
	208-06-98	197,80	30,20	32,90					10,50	6,40					80,00	277,80	28,79
	309-06-98	124,90	70,50	39,70					3,00	2,70					115,90	240,80	48,13
	410-06-98	1,30													1,30	0	0
	510-06-98	436,30	24,90	2,50	16,30										43,70	480,00	9,10
	612-06-98	4,40	13,50	0,50	5,50										19,50	23,90	80,750
	712-06-98	3,55	1,75	0,50											2,25	5,80	38,79
	812-06-98	187,90	22,30	28,80					2,70	1,00					52,10	240,00	21,70
	913-06-98	431,10	3,20	13,00					0,35						18,90	450,00	4,2
	1015-06-98	158,40		9,00	69,4										81,60	240,00	34,00
	1119-06-98														5,50	5,50	100
	1220-06-98				5,00	1,30									7,80	7,80	100
	1321-06-98	20,00			2,00	8,00									10,00	30,00	33,33
	1422-06-98	27,00			3,00										3,00	30,00	10,00
	1522-06-98	1,30			28,50										28,50	29,80	95,6
	1624-06-98	17,20		0,30		12,50									12,80	30,0	42,66
	1724-06-98	5,60													54,40	60,00	90,00
	1825-06-98																
	1925-06-98	270,00														270,00	0,0
	2025-06-98	24,00	1,00		5,00										6,00	30,00	20,00
	2126-06-98	1,90	1,80		6,00										7,800	9,70	80,41
	2230-06-98																
	2301-07-98	389,60		0,40											0,40	390,00	0,1
	2406-07-98		10,00												20,00	30,00	100
	2508-07-98		11,33												48,31	0,36	
	2612-07-98		4,3												0,85	60,00	100
	2714-07-98					0,15									5,30	5,30	100
	2817-07-98	2,00													1,00	1,00	100
	2918-07-98	3,85													0,68	18,00	20,00
															6,15	10,00	61,50
	TOTAL	2347	207,8	127,60	200,68	22,20	0,46	60,14	17,21	10,10	2,85	1,50	0,68	720,70	3067,70	23,49	

Reineta : *Lepidus australis* ; Caballa: *Scomber japonicus*; Mictofido 1: *Vinciguerra lucetia*, *Lampanyctus* sp.; Mictofidos 2: *Benthoosema* sp.; Mictofidos 3: *Scopelosarus hubbsi*; Cabeza de cubo; *Cubiceps cacruleus*; Anchoveta: *Engraulis ringens*; Sierra; *Thyrssites atun*; Calamares: *Loligo Gahi*; Merluza de cola: *Macruronus magallenicus*; Merluza comun; *merluccius gayi* ; Pampanito: *Stromateus stellatus*.



Por otra parte, la contribución de jurel a la captura en este crucero, es muy inferior a lo registrado en el crucero de 1997, pero se enmarca en los valores obtenidos durante 1992 y 1994.

El esfuerzo aplicado fue de 29 horas y 7 minutos de arrastre, con un rendimiento promedio de 105,4 kg de pesca total y de 147,7 kg horas de pesca de jurel.

5.2.2 Composición por tamaño

La distribución de talla registrada en el crucero para el total de ejemplares de jurel muestreados se presenta en la figura 8. Se encontró jureles entre 19 a 58 cm de longitud horquilla, identificando dos grupos de estratos. El estrato principal está constituido por individuos entre 21 a 26 cm que representan el 82,5% y corresponde a jureles de (2 a 4) años. La segunda agrupación reúne a jureles adultos de 39 a 42 cm con edades de 9 años, que representan sólo el 1,6 % del total muestreado.

La distribución de tallas del crucero no presenta grandes diferencias respecto a 1997, al registrar ambas evaluaciones sobre el 80 % de los ejemplares de jurel en rangos de 21 a 26 cm y 21 a 29 cm, respectivamente. Sin embargo, a diferencia de lo registrado en 1997, donde hubo dos modas secundarias (12-18 cm y 41-51 cm), en este crucero no se capturó ejemplares de jurel bajo los 17 cm y las tallas sobre los 36 cm fueron de carácter incidental.

El número de ejemplares bajo la talla mínima legal de 26 cm (84,7%) y de individuos bajo los 32 cm (96,8%), se incrementó respecto a 1997, año donde se registran valores de 70,8 % y 92,8 %, respectivamente. El alto número de individuos pequeños presentes en 1997 y que se mantiene durante 1898, difiere notoriamente de lo



observado en evaluaciones realizadas en la zona durante 1992 y 1993, donde los porcentajes alcanzan a 36,6% a 30,5 y 55,3% a 51,8%, respectivamente

El alto número de individuos pequeños observados en la zona de estudio, ha sido una patrón característico durante los años 1997 a 1999. Estudios realizados por IFOP en el área durante los años 1997 a 1999, muestran la presencia de ejemplares de menor talla en estos años (Fig 9). Resultados que se reflejan en los tamaños capturados por la flota cerquera de la zona centro sur.

La distribución de tamaño de jurel para la zona norte, centro y sur, muestra para sector centro y sur, una distribución por tallas de jurel similares, ubicándose al igual que en 1997, los ejemplares mayores en el sector sur del area de estudio (Fig 10) En el norte, la moda (29 cm) que concentra la mayor frecuencia está levemente desfasada respecto al sector centro (21 cm) y sur (23 cm).

El análisis estadístico de Chi Cuadrado aplicado a las distribuciones de talla por sectores, muestra que no es posible aceptar la hipótesis nula de igualdad a un 95 % de confianza entre los sectores, al determinar valor de χ calculado superiores a χ de tabla, a un 95 % de confianza (Tabla 18).

Tabla 18. Análisis de Chi Cuadrado para las distribuciones de talla de jurel (junio-julio 1998)

	ZONAS		
	NORTE/SUR	NORTE/CENTRO	CENTR/SUR
$\chi_{\text{calculado}}$	378,2	328,2	351,8
$\chi_{\text{crítico}}$	40,1	22,4	41,3

Se rechaza la hipótesis nula si $\chi_{\text{calculado}} > \chi_{\text{crítico}}$



La estructura de talla de la fauna acompañante se entrega en la Fig 11. En ella se muestran distribuciones de tipo modal y bimodal. Los límites superior e inferior de la estructura de tallas para las especies muestradas fueron de: *Lepidus australis* (33 a 50cm), *Engraulis ringens* (12 a 17 cm), *Cubiceps* (19 a 23 cm), *Benthosema sp.* (13 a 15 cm), y *Stromateus stellatus* (13 a 16 cm).

5.2.3 Relación longitud-peso

En la tabla 19 se presentan los parámetros y estadística de las regresiones lineales longitud-peso y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico. La Figura 12 gráfica los datos utilizados con sus modelos correspondientes. En ella se observa que el modelo describe adecuadamente la relación longitud-peso.

Tabla 19. Parámetros y estadística básica de la relación $W=a*L^b$ (junio – julio 1998)

	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL
N DE OBSERVACIONES	302	474	795
LOG (K)	-1,50601	-1,57382	-1,56320
K	0,03118	0,02667	0,02734
B	2,62976	2,67851	2,67009
ERROR EST. (LOGK)	0,06474	0,04672	0,03752
ERROR EST. B	0,04651	0,03321	0,02680
R ²	0,91	0,93	0,92

La aplicación de la técnica para comparar en forma simultánea intercepto y pendiente (Gujarati, 1981), indica que no existe evidencia suficiente para suponer que ambos parámetros de las regresiones difieren entre sí, al determinar un intercepto diferencial de 0,07 y un coeficiente de pendiente diferencial de $-0,048$. Valores que son inferiores a los t de students de 0,08 y $-0,084$, a un 95 % de confianza.



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.

5.3 Trofodinámica

En el crucero de investigación se efectuaron 29 lances de pesca con red de media agua a diferentes horas del día, registrando captura de jurel en 21 lances que representan el 69% del total (Tabla 20).

Tabla 20 Número total de estómagos muestreados y con contenido estomacal por lance de pesca (junio - julio 1998).

LANCE	HORA	LONGITUD PROMEDIO (cm)	NUMERO DE ESTÓMAGOS	
			TOTAL	CON CONTENIDO
1	00.32	42,00	50	43
2	22.61	26,00	50	2
3	23.20	10	50	1
4	2.28	15	12	0
5	20.88	10	50	8
6	19.35	16-10	18	
7	13.00	75	15	
8	11.81		50	
9	19.16	18-10	50	3
10	2.51	16	50	24
11	12.92	15	S/P	
12	13.14	14	S/P	
13	9.50	75	50	7
14	20.75	15	50	1
15	17.04	80	6	3
16	11.09	15	50	3
17	5.96	10-14	54	2
18	8.58	14	S/P	
19	22.20	14-16	50	9
20	11.42	85-150	50	7
21	8.71	22-100	15	2
22	14.93	100	S/P	
23	21.32	14	50	1
24	6.92	10	S/P	
25	21.25	8	S/P	
26	12.96	16-18	S/P	
27	5.17	12-14	S/P	
28	7.23	13-35	9	6
29	18.26	25-100	16	4
Total			795	126

S/P: lances sin pesca.



El análisis del contenido estomacal indicó que un 16% (126) presentó algún tipo de contenido, encontrándose un total de 7 taxas de presas (tabla 21), dentro de los cuales los crustáceos (eufáusidos) y peces linternas dominaron en la dieta de jurel.

Considerando lo anterior, los resultados correspondientes a los diversos análisis tróficos aplicados a este recurso, en el área y período de estudio, probablemente estén influenciados por la baja representatividad de estómagos con contenido en la muestra total, por lo que las conclusiones derivadas de estos resultados, deben ser tratadas con precaución

5.3.1 Importancia de las presas

En términos relativos los peces linterna y eufáusidos dominaron la dieta de jurel durante todo el período de estudio, en número, peso y frecuencia de aparición (Tabla 21). Se destaca el gran aporte de estos peces a la dieta de jurel, desplazando a un segundo plano a los eufáusidos, ítem que siempre se caracterizó por presentarse en notoria superioridad (80 a 90% del peso y número). Más aún en el crucero realizado en la misma temporada del año anterior (1997), los eufáusidos dominaron ampliamente la dieta de este recurso (Tabla 22).

Tabla 21. Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (junio–julio 1998).

Presa	N%	P%	F%	IIR
Anfipodos	0,66	0,06	1,59	0,33
Crustáceos	1,91	0,20	8,73	1,29
Eufáusidos	21,09	1,66	46,83	3,03
Peces linterna	59,81	92,85	50,79	3,89
Copépodos	2,28	0,01	1,59	0,67
Ostrácodos	5,29	0,11	2,38	1,14
Thecosomata	3,60	0,04	0,79	0,59
<i>V.lucetia</i>	5,36	5,08	8,73	1,96



Tabla 22. Número (N%), peso (P%), frecuencia de aparición (F%) e índice de importancia relativa (IIR) para jurel (mayo – junio. 1997).

Presa	N%	P%	F%	IIR
Eufáusidos	99,38	80,21	86,67	4,19
Peces linterna	0,27	9,63	12,73	2,10
Salpas	0,35	10,16	9,09	1,98

La especie *Vinciguerre lucetia* no se menciona en trabajos anteriores para esta zona, lo que no significa que esta especie no sea presa de jurel, sino que al momento de las observaciones se incluye dentro del grupo de los peces linterna, ya que existe generalmente un alto grado de digestión de los estómagos que se analizan. Esto se confirma con los registros encontrados en la dieta del jurel peruano, el cual presenta a esta especie como presa (Konchina, 1980, 1983).

En cuanto a la importancia relativa por grupos de tamaño, ésta se presenta uniforme en todo el espectro de tallas analizado. Presentando una mayor regularidad los peces linterna, con valores de IIR siempre superiores a 3. Los eufáusidos, también presentan altos valores de IIR, pero con una mayor oscilación, fluctuando entre 1,7 y 3,8 (Tabla 23).

V. lucetia se presentó en los individuos de tallas superiores a 36 cm de LH (grupos de tamaño igual o superiores a IV). A diferencia de los peces linterna que aparecieron en todo el rango de tallas analizado.



Tabla 23. Índice de importancia relativa (IIR) por grupos de tamaño de jurel (junio-julio 1998).

	GRUPOS						Total
	I	II	III	IV	V	VI	
Anfípodos	1,7						0,3
Copépodos	2,0						0,7
Crustáceos	2,5	1,6		1,1			1,3
Eufáusidos	3,5	3,8	3,5	1,7	1,8	2,3	3,0
Ostrácodos	2,2	1,5					1,1
P. linterna	3,0	3,4	4,0	4,2	4,2	4,3	3,9
Thecosomata		1,8					0,6
<i>V.lucetia</i>				2,7	2,5	2,2	2,0
Estómago c/contenido	45	33	6	12	25	5	126
TOTAL Estómagos	560	172	10	16	29	8	795

La presencia de peces linterna en todo el rango de tallas (Tabla 23), también se manifiesta en el crucero del año anterior (Córdova *et al.*, 1998), aún cuando las cantidades ingeridas fueron considerablemente inferiores.

Por otra parte, es importante señalar el bajo número de estómagos con contenido en los ejemplares pequeños. Situación que se registra desde 1991 a 1997, lo cual indica diferencias en la frecuencia de alimentación entre ejemplares adultos y pequeños. Esto explicaría el alto número de estómagos vacíos registrados en 1997 y 1998, donde se registra un alto número de ejemplares pequeños y tallas



promedios de 24,6 y 23,0 cm, respecto a los observado durante 1991, 1992, 1993 y 1994 (35,3; 28,4, 31,1;y 38,0 cm).

Especialmente (Tabla 24) el IIR se mantiene sin variaciones considerables, manteniéndose como presas importantes los eufáusidos (más estable), ausentándose sólo en el lance realizado en el cuadrante 37-74, que presentó sólo restos de crustáceos, los cuales probablemente eran eufáusidos. En tanto los peces linterna presentaron mayor variación en el valor de IIR.

Respecto a anfípodos y copépodos, éstos principalmente, se manifestaron en un sector alejado de la costa, corroborándose lo señalado en trabajos anteriores (Konchina, 1980 y 1983; Serra, 1991; Cornejo, 1991; Ermalovich y Gardina, 1994; Arancibia *et al.*, 1995; Serra *et al.*, 1994a, 1994b y 1995; Miranda *et al.*, 1998).

Tabla 24. Índice de importancia relativa (IIR) por posición y estómagos totales y con contenido (junio-julio 1998).

	LAT-LON											Total
	33-73	37-74	37-75	37-76	38-75	38-76	39-75	39-76	40-74	40-75	40-77	
Anfípodos						3,7						0,3
Copépodos	2,0					3,6						0,7
Crustáceos	1,9	4,3		3,0	2,6		1,2	3,3	0,3			1,3
Eufáusidos	3,6		4,3	3,9	3,9	2,6	3,9	2,1	2,1	3,1		3,0
Ostrácodos						3,2		3,0				1,1
P linterna	3,2			2,5	2,9		3,4	3,1	4,2	4,1	4,3	3,9
Thecosomata	2,4	1,8										0,6
<i>V.lucetia</i>									2,5			2,0
C/contenido	10	1	9	9	6	3	27	7	43	11		126
Total	25	50	65	50	56	104	100	50	68	215	12	795



5.3.2 Similitud trófica

El análisis de la similitud trófica por grupos de tamaño muestra que los individuos mayores a 31 cm de LH (grupos III, IV, V, VI) presentan una estrecha unión, quedando alejados los grupos de tamaño I y II. Esta separación es consecuencia de la ingesta de ostrácodos, anfípodos y copépodos, además del bajo consumo de peces (Fig 13)

Posicionalmente se observa una tendencia a la separación entre los sectores sur y norte, presentando una similitud entre ambas agrupaciones menor al 40%. El grupo 38-76 se presenta como el más atípico debido a la presencia de anfípodos (65% en peso), copépodos (13,6%) y ostrácodos (13,6%). Este grupo estaría representando al sector oceánico, confirmando las variaciones en la dieta de jurel dependiendo del sector (Konchina, 1980 y 1983; Miranda *et al.*, 1998). El otro grupo atípico es el presente en el cuadrante 37-74, alejado de los otros por el consumo exclusivo del ítem crustáceos o restos de crustáceos (100% en peso), los que al ser considerados como eufáusidos, producen que este grupo quede formando parte de la agrupación menos austral junto con presente en los cuadrantes 33-73, 37-75, 37-76 y 38-75. (Fig 13)

Resumiendo se puede decir que hay tres grupos tróficos en cuanto a la posición se refiere, uno relacionado con el sector sur del área de estudio (cuadrantes 40-75, 40-74, 39-76 y 39-75), otro con el norte (cuadrantes 33-73, 37-76, 38-75, 37-75 y 37-74) y finalmente uno en el sector más alejado de la costa (38-76).

Es importante señalar que los análisis realizados pueden estar alejados de la realidad, debido al escaso porcentaje de individuos que se presentaron, lo que produce un efecto de amplificación de las presas en los estómagos.



5.3.3 Ración diaria de alimento (RD) y relación consumo/biomasa (Q/B)

Durante el período y área de estudio la mayor ración diaria (Tabla 25) fue de peces linterna (0,0835 % del peso corporal), siendo alta en comparación con las determinadas para las otras presas, sobre todo si se compara con los eufáusidos (0,0039%), los que generalmente eran la presa mayoritaria en la dieta de jurel.

Tabla 25. Tiempo de digestión (en días), Peso promedio de la presa (en %), ración diaria (en % del peso corporal), razón consumo biomasa (Q/B) y razón consumo biomasa porcentual respecto del total de las presas, en el período y área de estudio (junio – julio 1998)

PRESA	TD(días)	Pprom	RD	Q/B	Q/B%
Anfipodos	1,706	0,196	0,0003	0,0011	0,31
Copépodos	1,706	0,044	0,0001	0,0002	0,07
Crustáceos	1,706	0,080	0,0006	0,0024	0,69
Eufáusidos	1,706	0,089	0,0039	0,0142	4,16
Ostrácodos	1,706	0,154	0,0003	0,0012	0,37
Peces linterna	1,839	1,908	0,0835	0,3048	89,68
Thecosomata	1,706	0,150	0,0001	0,0004	0,12
V. Lucetia	1,839	0,570	0,0043	0,0156	4,60
Total			0,0931	0,3399	100

El Q/B total por item presa fue mayor para los peces linterna, con un 89,7% al consumo total en este período, además jurel presentó un constante pero bajo consumo de eufáusidos (4,16% del Q/B total), lo que es bastante anómalo por ser siempre los eufáusidos la presa dominante, presentando en general consumos mayores al 70%,



como ocurrió en 1997, incluso llegando a veces a superar el 95% (invierno, primavera y verano de 1994).

Al analizar el consumo por grupo de tamaño (Tabla 26) se desprende que siempre los peces linterna fueron la presa más consumida alcanzando incluso al 97% del total consumido por el grupo de tamaño VI. Este consumo de peces linterna es menor en los grupos de talla inferiores, consumiendo principalmente crustáceos (eufáusidos en su mayoría).

Tabla 26 Relación consumo biomasa (Q/B) por grupos de tamaño y tiempo de digestión (junio – julio 1998).

PRESAS	Q/B%						TD
	I	II	III	IV	V	VI	
Anfípodos	7,030						1,706
Copépodos	1,587						1,706
Crustáceos	9,738	3,319		0,089			1,706
Eufáusidos		43,99	3,460	0,082	0,099	0,227	1,706
Ostrácodos	1,998	3,903	96,540	93,344			1,706
P. linterna	60,236	47,106			94,777	97,059	1,839
Thecosomata		1,607					1,706
V. <i>Lucetia</i>				6,484	5,124	2,714	1,839
Total	100	100	100	100	100	100	

5.3.4 Selectividad de Presas por Tamaño (Ursin, 1973)

Los valores del índice de selectividad (U) se entregan en la tabla 27. La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar (d.s.) de U (Ursin, 1973), siendo



para este período mayor para los anfipodos, valor altamente influenciado por el tamaño de las observaciones (n=2).

Al considerar las presas de mayor constancia como eufáusidos y peces linterna, encontramos que los primeros presentan una mayor selección (d.s.) respecto a los segundos, pero un menor tamaño de presa t% (Tabla 27). Este mismo patrón se presenta en el año anterior (1997) pero no en 1993 y 1994, en donde ocurre lo contrario respecto de la selectividad, pero no en el tamaño de la presa t% (Tabla 28).

Tabla 27. Índice de selectividad de presas por tamaño de Ursin (U), desviación estándar y tamaño de la presa en porcentaje (t%) (junio – julio 1998).

PRESAS	U(prom)	d.s	T%
Anfipodos	6,239	0,089	0,195
Crustáceos	7,317	0,580	0,066
Eufáusidos	8,232	1,129	0,027
Peces linterna	4,867	1,635	0,770
Copépodos	8,262	1,599	0,026
Ostracodos	6,925	1,158	0,098
Thecosomata	6,499		0,150
V. Lucetia	5,323	0,630	0,488



Tabla 28. Promedio (Prom) y desviación estándar (d.s.) del índice de selectividad de Ursin, U (1973) en *T. s. murphyi*, número de observaciones (n), y tamaño promedio del taxón de presa (% en peso respecto del predador, t), para 1993 (Serra *et al.*, 1994b), 1994 (Serra *et al.*, 1995) y 1997 (Miranda *et al.*, 1998a).

	1997				1994				1993			
	$U_{(prom)}$	d.s.	N	$t\%$	$U_{(prom)}$	d.s.	N	$t\%$	$U_{(prom)}$	d.s.	N	$t\%$
Eufáusidos	7,33	0,925	144	0,07	6,95	1,696	188	0,10	7,44	1,630	256	0,06
Salpas	6,99	1,435	21	0,09	6,56	1,389	114	0,14				
P.linterna	7,05	1,242	15	0,09	6,80	0,852	31	0,11	6,93	0,890	59	0,10

5.3.5 Selectividad de jurel de acuerdo a la oferta ambiental (Chesson, 1978)

La selectividad de Chesson (1978), se determinó con las especies que se muestran en la tabla 29, debido a que la abundancia de peces linterna o *V. lucetia* no puede ser determinada con muestreos orientados al plancton.

La determinación del alfa de Chesson (Tabla 29) se realizó por cuadrantes (latitud-longitud). Este índice revela que los individuos costeros o más cercanos a la costa presentan una alta selectividad sobre los eufáusidos, disminuyendo hacia el sector oceánico, siendo reemplazado por otros crustáceos como ostrácodos, anfipodos y copépodos. Estos últimos generalmente presentan una selectividad baja debido a que en volúmenes pequeños su abundancia numérica es extremadamente alta (parches), y, por lo tanto cuando se presentan en los estómagos también aparecen en gran número, ya que en ese volumen pequeño su abundancia relativa es también alta.



Tabla 29. Índice de selectividad de Chesson (alfa) por cuadrante artificial en jurel (junio-julio 1998), para anfípodo, copépodos, eufáusidos, ostrácodos y Pterópodos (Thecosomata) (junio-julio 1998)

	LATITUD-LONGITUD										Total
	33-73	37-74	37-75	37-76	38-75	38-76	39-75	39-76	40-74	40-75	
Anfípodos						0,916					0,310
Copépodos						0,004					0,001
Eufáusidos	0,793	1,000	1,000	1,000	1,000	0,018	1,000	0,462	1,000	1,000	0,545
Ostrácodos	0,097					0,063		0,537			0,063
Thecosomata	0,110										0,081

5.4 Oceanografía física y química

5.4.1 Batimetría de la zona de estudio

A partir de los datos de profundidad de ecosonda registrados en el B/I "Abate Molina" durante el crucero, se graficó la batimetría de la zona de estudio (Fig 14). La Figura presenta una batimetría global regular en el área de estudio, con la presencia de un talud levemente más suave en la región norte, donde se verifica la penetración de la isóbata de 500 m hacia la costa aproximadamente entre los 33° y los 34°40'LS. Entre los 35°40' y los 36°40'LS, se describe una extensa plataforma continental (Terraza del Itata), restringida latitudinalmente por los cañones submarinos del río Itata y del río Biobío. En los 38°00'LS se observa un talud con mayor pendiente, especialmente al oeste de Punta Lavapié y de la Isla Mocha, no obstante, en el extremo sur del área de prospección (a partir de los 39°S), el talud pierde estas características, presentando nuevamente una plataforma más extensa, similar a la descrita para la región central.



5.4.2 Condiciones meteorológicas

Las mediciones de las variables meteorológicas medidas en este estudio, *i.e.*, dirección e intensidad del viento, temperatura del aire, presión atmosférica, nubosidad y estado del mar, fueron registradas a bordo del BI "Abate Molina", y son resumidas en la Tabla 30.

La Figura 15 (a y b) presentan el diagrama de rosa de vientos de 8 puntas graficadas para la primera (sector sur) y segunda (sector norte) etapa del crucero. Durante la primera etapa, la mayor frecuencia de ocurrencia estuvo centrada en los sectores Sur (21,54%), Norte (18,46%), Oeste (18,46%) y Suroeste (16,92%), con un rango que fluctuó entre los 0 y los 25 nudos de velocidad ($12,415 \pm 5,522$ nudos, $n= 65$).

En la segunda etapa del crucero, se presentó un fuerte componente Sureste (30,68%) y del Sur (25,0%), en tanto que, los componentes de vientos norte presentaron una frecuencia de ocurrencia menor que en la primera etapa, siendo en este caso de 13,64 y 11,36%, para el Noroeste y Norte, respectivamente, con un rango que fluctuó entre los 0 y los 27 nudos de velocidad ($13,795 \pm 6,930$ nudos, $n= 88$).

La Figura 15 (c y d) muestran la evolución temporal de la velocidad del viento durante la primera y segunda fase del crucero, en tanto que la figura 16 muestra un diagrama de vectores (datos-barco) de viento registrados en cada una de las estaciones de muestreo oceanográfico.

Durante la primera etapa del estudio (entre el 08 y 26 de Junio de 1998), la temperatura superficial del aire fluctuó entre los 10° y los 15.5°C ($12,060 \pm 0,996$ °C, $n=63$). Similarmente, en la región norte del área de estudio (segunda fase del



crucero), la temperatura del aire fluctuó entre los 9,5 y los 15,5 °C ($11,664 \pm 1,322$ °C, n=84). La Figura 15 (e, f) muestra las variaciones temporales de la temperatura superficial del aire en ambas etapas del estudio.

La Figura 15 (g, h) presentan las variaciones temporales en la altura de las olas para la primera y segunda fase del crucero. La altura de las olas durante la primera fase del estudio fluctuó entre los 2 y 8 m ($5,061 \pm 1,509$ m, n=65) en tanto que durante la segunda fase del crucero (sector norte) la altura de olas fue un poco mayor, con un rango entre 2 y 8 m de altura y un promedio de $5,727 \pm 1,404$ m (n=88).

**Tabla 30 .** Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.

FECHA	Dirección del viento (°)	Velocidad del viento (nudos)	Temperatura media (°C)	Altura de olas (m)
ZONA SUR: 08 al 24 de junio de 1998				
08	240	13	13,8	5,0
09	189	14	12,0	5,0
10	217	8	12,2	4,7
11	214	10	11,7	3,0
12	80	8	12,5	2,3
13	202	4	12,7	3,8
15	298	10	12,0	4,0
16	183	22	12,5	4,0
17	188	15	10,5	7,5
18	173	20	11,5	7,0
19	180	15	10,3	7,7
20	318	7	12,0	6,3
21	170	11	11,7	6,0
22	225	14	12,2	6,0
23	276	18	11,9	6,0
24	260	16	11,5	6,0
ZONA CENTRO: 25 de junio al 09 de julio de 1998				
25	143	17	12,4	4,8
26	248	13	12,3	3,3
01	180	14	10,6	6,0
02	168	18	12,3	6,0
03	277	18	13,0	6,0
04	153	13	10,9	8,0
05	40	14	11,5	7,0
07	152	11	10,7	6,0
08	280	11	13,3	4,5
09	340	16	11,5	4,5
ZONA NORTE: 10 al 21 de julio de 1998				
10	265	20	11,5	5,8
11	330	11	12,3	5,0
12	253	10	11,0	5,6
13	240	4	10,9	5,0
14	213	9	12,4	5,0
15	244	6	11,9	4,6
16	160	19	10,4	4,7
17	190	20	11,4	7,0
18	203	19	11,5	6,3
19	185	23	11,6	7,0
20	238	10	12,4	6,8
21	135	10	12,9	3,0



5.4.3 Muestreo regular

5.4.3.1 Análisis horizontal de las variables oceanográficas

Se entrega la distribución horizontal de las variables oceanográficas medidas, *i.e.*, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila-a (mg/m^3). Los estratos de profundidad considerados en este análisis fueron: 5, 25, 50, 100, 200, 400 y 600 m de profundidad.

a) Estrato de 5 m de profundidad.

Temperatura: La Figura 17a muestra la distribución espacial de la temperatura del mar en el estrato de 5 m de profundidad. En el sector costero de la región norte y centro-norte del área de estudio se evidencia la presencia de dos núcleos de aguas comparativamente más frías ($<14^{\circ}\text{C}$) hacia el sur de Valparaíso y hacia el sur de Constitución, respecto de las aguas más cálidas ($>15,5^{\circ}\text{C}$) detectadas hacia el sector noroccidental del área de prospección. Hacia el sur de los 38°S , las aguas superficiales presentan una distribución homogénea de la temperatura, sin gradientes longitudinales de importancia, caracterizada por la isoterma de $14,5^{\circ}\text{C}$.

También se entrega la distribución térmica horizontal a los 25 m de profundidad, valores representativos del estrato situado sobre la termoclina (Figura 17b) la que muestra una situación similar a lo reseñado para el estrato superficial.

Salinidad: La Figura 18a muestra la distribución espacial de la salinidad en el estrato de 5 m de profundidad. En este estrato, se detectó la presencia de aguas más salinas ($> 34,2$ psu) en el sector norte del área de estudio. Desde los 35° de latitud hacia el sur, se evidencia el efecto de aguas de origen continental en la distribución de esta



variable, verificándose núcleos de aguas menos salinas ($<33,8$ psu) asociados principalmente a la desembocadura de los ríos Maule, Itata-BioBío, Cautín y al estuario del río Valdivia.

También se entrega la distribución horizontal de salinidad a los 25 m de profundidad sobre la termoclina (Figura 18b), donde se aprecian aguas más salinas distribuidas en la región norte del área de estudio, alcanzando valores mayores a 34,6 psu en la región costera frente a Valparaíso; no obstante en gran parte de la región noroccidental (entre 32° y 36° S), se observaron valores menores a 34,4 psu.

En la región sur del área de estudio la salinidad fue menor, mostrando, en general, valores menores a 34,0 psu. A diferencia de la distribución horizontal en el estrato superficial, en este estrato no se aprecia la influencia de aguas continentales en la zona costera.

Densidad: La Figura 19a muestra la distribución espacial de la densidad del agua de mar en el estrato de 5 m de profundidad. En este estrato, se detectó aguas más densas ($>25,8 \sigma_t$) asociadas a la región costera frente a Valparaíso y, en general, aguas con densidades mayores a $25,4 \sigma_t$ en toda la región norte del área de estudio. Al sur de los 37° LS, la distribución costera de la densidad del agua de mar se vió afectada por el aporte de los ríos de la región, por lo que el sector suroriental del área prospectada presentó, en general, valores menores a $25,2 \sigma_t$, en tanto que hacia el sector oceánico las densidades superficiales estuvieron centradas entre $25,2 \sigma_t$ y $25,4 \sigma_t$.

En el estrato de 25 m (Figura 19b), se aprecian aguas más densas en la región nororiental del área de estudio, generando un gradiente longitudinal en el sector norte del área prospectada, con aguas de densidades mayores a $26,0 \sigma_t$ distribuidas en la



zona costera (10-50 mn). En el sector sur del área de estudio (entre 37°-40°LS), las aguas en este estrato presentaron, en general, densidades menores a los $25,4 \sigma_t$.

Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto en agua de mar (Figura 20a), presentó escasa variabilidad en el estrato superficial (5 m), pudiendo establecer que el sector de estudio se encontraba dominado por aguas con isoconcentraciones entre 4,0 y 5,0 ml/l. Hacia el extremo sur del área de estudio, fueron detectadas concentraciones mayores de 6,0 ml/l.

La distribución horizontal a 25 m de profundidad (Figura 20b), representativo del estrato situado sobre la termoclina, presentó una distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto similar a la presentada en el estrato superficial.

b) Estrato de 50 m de profundidad.

Temperatura: En la Figura 17c se observa un marcado gradiente térmico de disposición longitudinal en el sector norte y centro norte del área de estudio, caracterizado por la presencia de aguas más frías ($<12,5 \text{ }^\circ\text{C}$) en el sector costero (<25 mn) y una penetración de aguas más cálidas ($>15,0 \text{ }^\circ\text{C}$) desde el sector oeste, y que alcanzan como máximo hasta las 100 mn de la costa. Bajo los 38° S, no es detectado este gradiente térmico de disposición este-oeste, sino más bien un sector homogéneo con temperaturas menores a 14°C .

Salinidad: La distribución de salinidad en este estrato (Figura 18c) fue similar a lo descrito para el estrato de 25 m de profundidad, donde aguas más salinas ($>34,4$ psu) se distribuyeron en la región nororiental del área de estudio, en tanto que, en general, la región norte mostró valores mayores a 34,2 psu. La región sur (al sur de los 37°LS)



mostró aguas con valores de salinidad menores a 34,0 psu y sólo en la región suroriental del área de estudio alcanzó valores menores a 33,8 psu.

Densidad: En este estrato (Figura 19c), un fuerte gradiente longitudinal de densidad en la región norte del área de estudio, con aguas más densas ($>26,0 \sigma_t$) en el sector más costero y una penetración de aguas menos densas ($< 25,4 \sigma_t$) por el sector noroccidental. En la región situada al sur de los 37°LS se aprecia, en general, aguas con densidades menores, sin presentar gradientes longitudinales ni latitudinales y aguas más densas en la región nororiental del área de estudio.

Oxígeno disuelto: La distribución de isoconcentraciones de oxígeno disuelto en el estrato de 50 m de profundidad (Figura 20c), estuvo caracterizada por un gradiente de disposición longitudinal en el sector norte y centro-norte del área de estudio, caracterizando a un sector costero (<20 mn) con concentraciones de oxígeno menores a 3 ml/l. Hacia el sector oeste de las 75 mn desde la costa, la concentración de oxígeno disuelto en el estrato de 50 m de profundidad presentaron valores más altos (>5 ml/l).

Hacia el sur de los 38°S, las concentraciones de esta variables permanecen altas (centradas en los 5 ml/l), sin la presencia de un gradiente costa-océano, no obstante se observó un núcleo costero de concentraciones menores, entre los 38°40'LS y los 39°LS.

c) Estrato de 100 m de profundidad.

Temperatura: En este estrato de profundidad, la distribución horizontal de la temperatura muestra aún la presencia de un débil gradiente longitudinal hacia el



sector norte del área de estudio producto de la penetración desde la costa de aguas relativamente más frías ($< 11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) y la presencia de aguas con temperaturas levemente mayores ($> 13\text{ }^{\circ}\text{C}$) hacia el sector oceánico ($> 150\text{ mn}$), particularmente en el sector comprendido entre los $34^{\circ}40'\text{LS}$ y $38^{\circ}00'\text{LS}$ (Figura 17d). Hacia el sector sur, no es evidente este leve gradiente longitudinal sino que, el sector presenta una distribución relativamente homogénea de la temperatura, con valores centrados en los $11\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Salinidad: Al igual que lo reseñado para el estrato de 50 m de profundidad, en este estrato (Figura 18d) las mayores salinidades ($> 34,6\text{ psu}$) fueron detectadas en el sector costero de la región norte del área de estudio (10-50 mn), alcanzando la latitud de 36°LS . En esta región, las aguas del sector oceánico presentaron valores, en general, menores a $34,2\text{ psu}$. Al sur de los 37°LS , no fueron detectadas salinidades mayores a $34,4\text{ psu}$, disminuyendo hacia el sector oceánico y hacia el sur alcanzando valores menores a $34,0\text{ psu}$.

Densidad: En este estrato y a diferencia de lo reseñado para la isóbata de 50 m, no se observa el fuerte gradiente longitudinal de densidad (Figura 19c), no obstante, gran parte de la región norte del área de estudio presentó densidades mayores a $26,2\text{ }\sigma_t$, isopicna que se detecta más restringida hacia la costa en la zona central del área de estudio, debido a la penetración de aguas menos densas ($< 25,8\sigma_t$), por el sector oceánico, entre los 35° y 38°LS . La región situada al sur de los 39°LS presentó una distribución homogénea de la densidad, con valores que fluctuaron entre los $26,0$ y $26,2\text{ }\sigma_t$.

Oxígeno disuelto: La Figura 20d muestra la distribución horizontal de la concentración de oxígeno disuelto para el estrato de 100 m de profundidad, donde se



evidencia la presencia de aguas pobres en oxígeno hacia el sector nororiental del área de estudio. Esta situación es evidente hacia el norte de los 36°LS, sector dominado por las isolíneas de concentración de 2 ml/l; no obstante, en general, el sector comprendido entre la costa y las 50-75 mn, presentaron valores menores a los 3 ml/l en toda el área de estudio. Hacia el sector oceánico (fuera de las 75 mn) la distribución de esta variable presenta, en general, valores que fluctuaron entre los 4 y 5 ml/l.

d) Estrato de 200 m de profundidad.

Temperatura: La distribución de la temperatura en el estrato de 200 m (Figura 17e) es relativamente homogénea, caracterizada por las isotermas de 11 y 10 °C, aunque en el extremo sur del área de estudio (> 39°S) se aprecian valores de temperatura menores alcanzando los 9,0 °C.

Salinidad: En este estrato (Figura 18e), todo el sector norte del área de estudio presentó valores de salinidad mayores a 34,6 psu, a excepción de la región oceánica entre los 35 y 36°LS, que presentó salinidades entre 34,4 y 34,6 psu. Hacia el sur de los 37°LS, la distribución de salinidad presentó, en general, valores centrados en la isohalina de 34,4 psu; no obstante, la región suroccidental presentó aguas con salinidades menores (<34,2 psu).

Densidad: En este estrato las aguas de mayores densidades fueron detectadas en la región nororiental del área de estudio, presentando valores mayores a 26,6 σ_t (Fig 19e). El resto del área de estudio presentó una distribución relativamente homogénea con valores que fluctúan entre los 26,4 y 26,6 σ_t , a excepción de aguas menores a 24,4 σ_t asociadas al sector más oceánico entre los 36 y 38°S.



Oxígeno disuelto: La distribución horizontal de oxígeno disuelto (Fig 20e) presentó un importante gradiente de concentraciones en sentido SW-NE, delimitando el área de estudio en dos ambientes diferenciables, por un lado un sector norte-noreste que presentó concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto (< 1 ml/l), típicas de AESS, en tanto que, en el sector sur y suroeste (a partir de los 37° LS), fueron detectadas aguas con concentraciones mayores (3,0-4,0 ml/l); no obstante, en el sector costero de la región sur también se detectaron aguas con concentraciones mínimas de oxígeno.

e) Estrato de 400 m de profundidad.

Temperatura: La distribución de la temperatura en el estrato de 400 m (Fig 17f) presenta una distribución relativamente homogénea, sin gradientes longitudinales importantes. En este estrato, la temperatura de las aguas de la región de estudio fluctuaron entre los 8 y los $6,5^{\circ}$ C, asociadas a las AIA, presentando un leve gradiente térmico entre el extremo noreste y el extremo suroeste del área de estudio.

Salinidad: La distribución horizontal de la salinidad en este estrato (Fig 18f) presentó los mayores valores asociados al sector nororiental del área de estudio ($>34,6$ psu); en tanto que el resto del sector norte del área de estudio presentó una distribución homogénea con salinidades entre los 34,4 y 34,6 psu. Hacia el sur de los 37° LS, los valores de esta variable fluctuaron en torno a la isohalina de 34,4 psu.

Densidad: En este estrato la densidad del agua de mar presentó una distribución espacial homogénea, sin la presencia de gradientes longitudinales ni latitudinales, asociados a la isopícnica de $27,0 \sigma_t$. (Fig 19f).



Oxígeno disuelto: En este estrato, la distribución horizontal de oxígeno disuelto presentó concentraciones mayores que las descritas para los 200 m de profundidad (Fig 20f), asociadas principalmente a las AIA. Así, el sector norte del área de estudio presentó concentraciones fluctuando entre los 2 y 3 ml/l, en tanto que, en el sector sur, las concentraciones de oxígeno disuelto fueron levemente mayores (entre los 3 y 4 ml/l).

f) **Distribución horizontal de la clorofila-a superficial e integrada**

La figura 21a muestra la distribución superficial de la biomasa fitoplanctónica, estimada como clorofila-a, en el área de estudio. Los valores superficiales detectados durante el crucero fluctuaron entre los 0,3 y 2,0 mg/m³. Si bien un gran porcentaje del área prospectada presentó valores menores a los 0,8 mg/m³, fueron detectados 4 núcleos de concentraciones más altas (>1,6 mg/m³), tres de ellos asociados a la zona costera cercana a la desembocaduras de los ríos Maule, Itata-Biobío y a la Bahía de Corral (río Valdivia). Un núcleo importante de mayor biomasa fitoplanctónica fue detectado hacia las 100 mn desde la costa, entre los 34 y 35°LS. En general, la distribución de la clorofila-a superficial mostró una región norte con valores mayores que la región sur, donde, a excepción de los valores asociados al río Valdivia, la concentración de clorofila-a no excedió los 0,6 mg/m³.

Las estimaciones de clorofila-a integrada en la columna de agua (Fig 21b) muestran la presencia de una zona de concentraciones más altas situada entre los 34°LS y los 35°20'LS y entre las 50 y 100 mn desde la costa, con valores > 90 mg/m². La disposición de este núcleo de concentración permite observar un gradiente longitudinal en la distribución horizontal de la clorofila-a integrada en la columna de agua. En los sectores costero (< 25 mn) y oceánico (> 150 mn) de la región norte, así



como en toda la región situada al sur de los 36°LS, la clorofila-a integrada presentó una distribución espacial relativamente homogénea, con valores centrados en isoconcentraciones de 30 y 40 mg/m².

Las mediciones de mesoescala (cientos de km, semanas) de clorofila-a y el análisis de su distribución espacial en la región centro-sur de Chile son escasos y esporádicos, estando en su mayoría asociadas al período de surgencia costera que se verifica entre septiembre y marzo (Arcos, 1987) y a la región costera (<50 mn). Esta aseveración se acentúa aún más al analizar trabajos formalmente publicados de la distribución de esta variable para la región (32-39°LS) durante la estación de invierno, información que se ha concentrado principalmente en cruceros de similar naturaleza (objetivos, extensión espacial y período) a la que involucra este informe (Bahamonde *et al.*, 1979; Osses & Blanco, 1991; Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1995; Núñez *et al.*, 1998).

Los bajos valores de clorofila-a detectados en este trabajo (0,3-2,5 mg/m³) son consistentes con la fluctuación invernal de esta variable, informada por otros autores para esta región, centradas en un rango de 0,5 a 6,0 mg/m³, especialmente con el período otoño-invierno de los años 1991 y 1992 (Osses & Blanco, 1991; Serra *et al.*, 1994). No obstante, el rango de valores descrito aquí es mayor a aquel reportado para igual zona y período de estudio durante el año 1997 (Núñez *et al.*, 1998), donde los valores fluctuaron entre los 0,2 y 1,2 mg/m³. La situación descrita contrasta con lo reportado para la región durante el período estival, en que se han detectado altos valores de clorofila-a (20 mg/m³) entre Cabo Carranza y San Vicente, asociado al proceso de surgencia que se verifica en esta región, con características marcadamente estacionales (Arcos & Salamanca, 1984), y con lo reseñado por Troncoso & Núñez (1996), quienes detectan concentraciones de clorofila-a superficial



fluctuando entre los 10 y 18 mg/m³, entre Cabo Carranza y Punta Lavapié. En una escala espacial menor, asociada a la región costera entre la desembocadura del río Itata y Punta Lavapié, han sido reportados altos valores estivales de clorofila-a superficial (10-25 mg/m², Núñez *et al.*, 1997), en contraste con un rango de 0,5-5,0 mg/m², para la estación invernal en igual área de estudio.

En relación a la distribución horizontal de la clorofila-a superficial, las concentraciones más altas estuvieron situadas en regiones con fuertes gradientes (horizontales y verticales) de densidad, asociados con el aporte de aguas continentales al océano principalmente en la desembocadura de los ríos Maule, el complejo Itata-Biobío y la desembocadura del estuario del río Valdivia (Bahía Corral), lo que es consistente con lo reportado para años 1994 y 1997 por Osses *et al.* (1994) y Núñez *et al.* (1998), a diferencia de lo descrito para los años 1991 y 1993 por Osses & Blanco (1991) y Serra *et al.* (1993) quienes no encuentran una asociación espacial entre los máximos de clorofila-a superficial y el borde externo del gradiente de salinidad producido por la entrada de aguas continentales a la zona costera.

En este crucero, también se detectó un núcleo de mayores concentraciones asociado a la región oceánica (50-125 mn) entre los 34°LS y 35°20'LS, situación que se presenta similar a lo descrito por Osses *et al.* (1994), quienes evalúan como un resultado significativo la detección de valores de clorofila-a integrada entre 100 y 120 mg/m² entre las 75 y 100 mn desde la costa y entre los 33°30LS y los 34°30'LS.

Las figuras 21c y 21d revelan la relación entre la clorofila-a superficial y la clorofila-a integrada entre los 0-100 m de profundidad y, la clorofila-a y la fluorescencia *in vivo*, obteniéndose coeficientes de determinación mayores que los reportados por Osses *et al.* (1991; 1994).



5.4.3.2 Análisis distribución vertical de las variables oceanográficas: secciones oceanográficas

Transecta 1 (Figura 22). Se observa una termoclina bien definida en toda la transecta, situada entre los 40 y 75 m de profundidad. Bajo los 150 m se observa la presencia de aguas más frías pegadas a la costa debido a la profundización de las isotermas hacia ese sector.

La distribución superficial de la salinidad y densidad se encuentra alterada por el efecto de intrusión de aguas continentales, efecto que se verifica en los primeros 30 m de profundidad y alcanza las 75 mn desde la costa. Se verifica un núcleo de máxima salinidad formado por la isohalina de 34,4 psu entre los 180 y 350 m de profundidad.

La distribución vertical de oxígeno muestra un estrato superficial con valores sobre los 5 ml/l. Las concentraciones menores de oxígeno detectadas en esta transecta se delimitaron por la isolínea de 2 ml/l situada entre los 170 y 320 m, debilitándose en su espesor hacia la región oceánica hasta desaparecer aproximadamente a las 75 mn desde la costa.

La distribución de clorofila-a muestra valores bajos en toda la transecta, aunque se observa un núcleo de concentraciones levemente más altas (valores mayores a 0,8 mg/m³) ubicado a una profundidad de 20 m y distante 75 mn desde la costa.

Transecta 2 (Figura 23). De igual forma que en la transecta anterior, toda la transecta evidencia una clara termoclina y picnoclina entre los 60 y 120 m de profundidad.



La salinidad y densidad superficial se ven influenciadas (especialmente en la región costera) por el aporte de aguas continentales provenientes del estuario del río Valdivia, con salinidades menores a 33,0 psu. En la región costera y entre los 200 y 340 m de profundidad, se verifica el dominio de aguas con salinidades de 34,3 y 34,4 psu, aunque hacia las 25 mn se aprecia la aparición de aguas con salinidades de 34,5 psu. En general, bajo los 400 m se observan aguas con salinidades menores a 34,4 psu.

La distribución vertical de oxígeno muestra la misma tendencia de la transecta anterior, con un estrato superficial (de 90 m de espesor) bien oxigenado, con valores que sobrepasan los 6 ml/l. Las concentraciones menores de oxígeno detectadas en esta transecta se delimitaron por la isolínea de 2 ml/l situada entre los 170 y 320 m, debilitándose en su espesor hacia la región oceánica hasta desaparecer aproximadamente a las 140 mn desde la costa.

La distribución de clorofila-a presentó muy bajos valores de concentración (< 0,6 mg/m³).

Transecta 3 (Figura 24). En esta transecta, situada al norte de la Bahía de Corral, se evidenció aguas superficiales bien oxigenadas (> 4-5 ml/l), temperaturas levemente mayores a los 14 °C y bajas salinidades (< 33,7 psu) debido principalmente al aporte de aguas continentales. La sección evidenció una estratificación fuerte sólo en las estaciones oceánicas (18 y 17), ya que hacia la costa las isotermas se abren y hunden, reflejando la existencia de aguas más frías hacia las 100 mn desde la costa.

No se verificó la isohalina de 34,5, sólo un máximo muy debilitado de salinidad (34,4 psu), situado en la región más oceánica, entre los 220 y 280 m de profundidad.



Al igual que lo informado para la temperatura, el campo vertical de la densidad permitió identificar un gradiente vertical conspicuo sólo en la región más oceánica. Hacia la costa, las isopícnas se abren y hunden, evidenciando aguas más livianas hacia el sector oceánico de la transecta.

En este caso, tampoco se presentaron concentraciones mínimas de oxígeno, en tanto que las concentraciones de esta variable bajo los 400 m incrementaron monótonicamente a una tasa de aproximadamente 1 ml/l cada 100 m.

En esta sección la distribución vertical de clorofila-a no permite reconocer gradientes o núcleos de mayores concentraciones, por el contrario, toda la columna de agua de la sección presentó valores que no superaron los 0,6 mg/m³.

Transecta 4 (Figura 25). Se aprecia una capa superficial con temperaturas centradas en los 14 °C y una dilución (salinidades menores a 33,8 psu) hasta casi las 100 mn desde la costa. Se observan valores de salinidad mayores de 34,6 psu hacia el sector oceánico, entre los 200 y 400 m de profundidad. En esta transecta, se apreció una fuerte termoclina y picnoclina, situadas entre los 50 y 100 m de profundidad.

La región superficial y costera presentan aguas bien oxigenadas (> 5 ml/l) y un núcleo subsuperficial (entre los 200 y los 350 m) formado por la isolínea de 2 ml/l. Se observa la reaparición de aguas con concentraciones de oxígeno mayores a 4 ml/l bajo los 500 de profundidad, llegando a alcanzar los 5 ml/l entre los 550 y 600 m, y entre las 40 y 100 mn desde la costa.

El campo vertical de la biomasa fitoplanctónica (estimada como clorofila-a) presentó dos núcleos de mayores concentraciones, uno asociado a la región intermedia de la



transecta (100 mn) formado por la isolínea de $1,0 \text{ mg/m}^3$, y otro, más superficial, asociado a la región costera (10 mn) de la transecta con concentraciones mayores a $1,8 \text{ mg/m}^3$ (ver Figura 8 a). Como ha sido la norma, bajo los 60 m las concentraciones de esta variable son muy bajas, no superando los $0,4 \text{ mg/m}^3$.

Transecta 5 (Figura 26). La estructura vertical de la temperatura presentó una termoclina bien desarrollada en toda la transecta situada entre los 40 y 80 m de profundidad. Se evidencia un hundimiento de las isotermas de 9, 10 y 11 °C hacia el sector más costero de la transecta.

La distribución vertical de salinidad mostró que la capa superficial (primeros 60 m) estuvo dominada por la isohalina de 33,9. AESS con salinidades de 34,5 psu se situaron entre los 180 y 250 m de profundidad, alcanzando un máximo de 75 mn desde la costa.

La distribución de oxígeno disuelto presentó aguas pobres en oxígeno coincidiendo con la distribución vertical de aguas con salinidades mayores a 34,5 psu.

Se observó un núcleo subsuperficial (20 m) de mayores concentraciones de clorofila-a ($> 1,2 \text{ mg/m}^3$), situado hacia las 75 mn desde la costa. El resto de la sección transversal exhibió valores bajos de concentración, no superando los $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Transecta 6 (Figura 27). Al igual que en transectas anteriores, se detectó una clara termoclina que ocupa toda la transecta, situada a una profundidad entre los 50 y los 100 m, exhibiendo un leve ascenso hacia la región costera. La isoterma de 10 °C se vuelve a profundizar ubicándose cerca de los 250 m hacia el sector costero.



La isohalina de 34,9 ocupa prácticamente los 80 primeros metros de la columna de agua, desde la costa hasta aproximadamente las 100 mn. La salinidad presentó dos núcleos salinos subsuperficiales, uno asociado a la estación de 200 mn entre los 250 y 400 m de profundidad, y otro asociado a la estación 36 (75 mn) entre los 200 y 350 m. Sólo este último núcleo tuvo asociado aguas pobres en oxígeno (< 1 ml/l).

La densidad presentó una pincoclina bien marcada en toda la transecta. La isopicna de $27 \sigma_t$ evidenció un levantamiento conspicuo entre las 160 y 200 mn desde la costa, situándose desde los 500 a los 300 m de profundidad.

La concentración de oxígeno mostró disminución en sus valores superficiales ($< 3,0$ ml/l) en las estaciones de 50 y 75 mn de la costa. Aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto (< 1 ml/l) se situaron más superficialmente (entre 150 y 300 m), en tanto que bajo los 400 se evidencia aguas más oxigenadas (< 4 ml/l), sólo asociadas al sector oceánico (> 130 mn), generándose un gradiente negativo hacia la costa que presentó valores menores a 3 ml/l a esa profundidad.

La clorofila-a sigue presentando valores bajos, aunque es evidente un núcleo subsuperficial (20-40 m) situado en las 50 mn desde la costa, con concentraciones mayores a $0,8$ mg/m³.

Transecta 7 (Figura 28). La temperatura superficial en esta sección presentó aguas con temperaturas de $14,5$ °C, evidenciando una termoclina bien definida situada entre los 40 y los 90 m de profundidad, en tanto que la salinidad en el estrato superficial se mantuvo homogénea en torno a los 34,0 psu.



En esta transecta se presentaron aguas con salinidades mayores a 34,6 psu y pobres en oxígeno, situadas entre los 190 y 310 m de profundidad, alcanzando sólo hasta las 50 mn desde la costa. Este estrato de profundidad estuvo dominado por la isoterma de 10,0 °C y la isopicna de 24,6.

La distribución vertical de la clorofila-a no presentó núcleos de concentraciones, sino una distribución relativamente homogénea con valores bajo los 0,6 mg/m³.

Transecta 8 (Figura 29). En esta transecta, situada al sur de Punta Morguilla, se observa una capa superficial con aguas de mayor temperatura (> 15 °C) hacia el sector oceánico de la transecta (> 130 mn) y una termoclina bien definida a lo largo de toda la transecta situada entre los 50 y 120 m de profundidad.

La distribución vertical de salinidad presentó aguas salobres en el estrato superficial de las estaciones costeras, lo que provoca un gradiente vertical de salinidad y densidad en los primeros 30 m de la columna de agua. La densidad evidencia las isopicanas con un leve ascenso hacia la costa.

Al igual que en las transectas anteriores, esta sección evidenció muy bajos valores de clorofila-a, no sobrepasando los 0,6 mg/m³.

Transecta 9 (Figura 30). Una clara termoclina ocupa toda la transecta a una profundidad entre los 50 y 100 m. Se nota una profundización de la isoterma de 10 °C hacia el sector costero.

De igual manera, el sector superficial se ve influenciado por aguas de menor salinidad de origen continental, abarcando entre la superficie y los 20 m de profundidad.



Al igual que en transectas anteriores se observó concentraciones de clorofila-a que no superaron los $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Transecta 10 (Figura 31). A diferencia de la transecta anterior, el campo térmico vertical estuvo caracterizado por la presencia de dos núcleos superficiales de aguas más cálidas ($> 15^\circ\text{C}$) situados en los extremos costero y oceánico de la transecta y una termoclina definida para el estrato entre 50 y 110 m de profundidad. En esta transecta no se constató un ascenso claro de las isotermas hacia el sector costero.

La salinidad mostró aguas de salinidades menores a 34,1 psu en el sector oceánico ($> 50 \text{ mn}$), que hacia las 160 mn alcanzan los 200 m de profundidad.

Al igual que en la transecta anterior, esta sección transversal evidencia valores muy bajos de clorofila-a, los que no sobrepasan los $0,6 \text{ mg/m}^3$.

Transecta 11 (Figura 32). La transecta presentó un lente de aguas con temperaturas mayores a los 15°C , situado a las 50 mn desde la costa y que se ubica entre la superficie y los 80 m de profundidad. Bajo este estrato se pudo detectar una termoclina bien desarrollada situada entre los 80 y los 110 m, a excepción de la región costera donde se verifica un ascenso de las isotermas de $14,5$ y 14°C , alcanzando la superficie.

La distribución de salinidad evidenció la presencia de valores de salinidad mayores a 34,7 asociadas a un estrato muy delgado situado entre los 220 y 280 m de profundidad, alcanzando desde la región costera hasta las 50 mn. Esta situación coincide con la distribución vertical de la isolínea de oxígeno de $1,0 \text{ ml/l}$, la cual se



restringe a un espacio similar, dando cuenta de la presencia de Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) en esta región.

La distribución vertical de la clorofila-a fue homogénea, presentando valores bajos ($< 0,6 \text{ mg/m}^3$) a lo largo de toda la transecta.

Transecta 12 (Figura 33). La situación térmica vertical en esta transecta presentó un lente superficial de aguas más cálidas ($> 15 \text{ }^\circ\text{C}$), en la región intermedia de la transecta y aguas más frías hacia el sector costero. De igual manera, se detectó una termoclina y picnoclina a lo largo de toda la transecta que se intensifican y profundizan hacia el borde oceánico de la transecta. La distribución en profundidad es más bien irregular.

La salinidad presentó un núcleo de mayor salinidad ($34,7 \text{ psu}$) entre los 200 y 300 m, correspondiente a las AESS, el cual se restringe a las estaciones más costeras. En superficie, los valores estuvieron entre $34,0$ y $34,2 \text{ psu}$, con valores menores asociados al sector costero debido a la influencia de aguas continentales por el complejo Itata-Bíobío.

La presencia de las AESS es corroborada por la distribución vertical de oxígeno disuelto, la que muestra un núcleo de concentraciones menores a 1 ml/l entre los 220 y 300 m de profundidad y entre las 50 y 100 mn desde la costa.

Bajo los 450 m los valores de temperatura ($< 6,5 \text{ }^\circ\text{C}$), salinidad ($< 34,5 \text{ psu}$) y oxígeno disuelto ($> 4 \text{ ml/l}$), caracterizan la presencia de AIA en este estrato de profundidad.



La distribución vertical de la clorofila-a en esta transecta evidenció un conspicuo núcleo costero y superficial de concentraciones más altas ($> 1,6 \text{ mg/m}^3$) asociado a las 25 mn desde la costa. El resto de la transecta presentó concentraciones muy bajas ($< 0,4 \text{ mg/m}^3$).

Transecta 13 (Figura 34). La temperatura superficial presentó un núcleo de aguas más cálidas ($> 15,0^\circ\text{C}$) en la estación de 50 mn. La termoclina aparece bien definida para las estaciones más oceánicas (entre las 50 y 100 mn), pero hacia la costa las isotermas de 14 y $13,5^\circ\text{C}$ ascienden hasta alcanzar la superficie condicionando una mayor estratificación horizontal.

La distribución vertical de la salinidad presentó un estrato costero y superficial con valores bajos, influenciado probablemente por aguas provenientes del complejo Itata-Bíobío o de aportes locales de menor importancia. Sólo en la región oceánica se observa una haloclina definida, situada entre los 110 y 110 m de profundidad. El ascenso hacia la región costera de las isolíneas de temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto, probablemente se debe a un efecto batimétrico (Terraza del Itata).

Las AESS aparecen restringidas a la región más costera (< 50 mn) y entre los 200 y 280 m, lo que se observa con claridad en el campo salino ($> 34,6$ psu) y de oxígeno disuelto ($< 1 \text{ ml/l}$).

La distribución transversal de la clorofila-a presenta un núcleo subsuperficial (20 m) de concentración alta ($> 1,2 \text{ mg/m}^3$) situado a las 50 mn desde la costa y que se prolonga longitudinalmente hacia la región costera.



Transecta 14 (Figura 35). La distribución vertical de la temperatura, al igual que en transectas anteriores, reveló un lente superficial de aguas más cálidas ($> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la región intermedia (50-130 mn) de la transecta, presentando aguas comparativamente más frías ($< 13\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la región costera ($< 25\text{ mn}$). Se observó una termoclina bien definida a lo largo de toda la transecta, la cual se intensifica y profundiza hacia el océano desde los 50 a los 100 m de profundidad.

La salinidad y densidad mostraron una haloclina y picnoclina relativamente débiles, evidenciando un ascenso hacia la región costera, principalmente por la intrusión, en este sector, de AESS que se distribuyeron verticalmente entre los 180 y los 270 m de profundidad, estrato dominado por aguas de $10\text{ y }11\text{ }^{\circ}\text{C}$. La isohalina de $34,6\text{ psu}$ se prolonga hasta sobrepasar las 160 mn, disminuyendo su espesor.

La ausencia de información costera para la variable oxígeno disuelto no permite establecer los límites de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno.

De igual manera, en esta transecta no se dispone de información de clorofila-a en las estaciones más costeras (91, 90 y 89).

Transecta 15 (Figura 36). La distribución superficial de la temperatura, salinidad y densidad, muestra aguas más cálidas ($> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$), menos salinas ($< 34,2\text{ psu}$) y menos densas ($< 25,6\text{ }\sigma_t$) en la región oceánica de la transecta. Asimismo, se verificó una termoclina y picnoclina bien desarrolladas a lo largo de toda la transecta, las cuales se profundizan e intensifican hacia la estación situada en el borde oceánico.



Las AEES se distribuyen en el estrato de 100-300 m, espesor que disminuye hacia la estación situada a las 75 mn desde la costa. Este estrato está caracterizado por el dominio de la isoterma de 11 °C y la isopicna de 26,6.

Transecta 16 (Figura 37). El campo térmico vertical mostró una termoclina bien desarrollada a lo largo de toda la transecta, la cual se hace más intensa y más profunda (80-140 m) hacia el sector oceánico (>130 mn). La distribución superficial de la temperatura mostró aguas más cálidas (> 15 °C) desde las 100 mn hacia el océano, y aguas comparativamente más frías (< 15 °C) hacia el sector costero debido al ascenso de las isotermas de 13 y 14 °C hacia las 10 mn desde la costa. Bajo los 100 m de profundidad, y en el sector costero (10-50 mn), el estrato se encuentra dominado por aguas de 11-12 °C, las que hacia el sector costero dominan en un espesor menor, aproximadamente entre los 150 y 200 m de profundidad.

La distribución transversal de la salinidad en esta transecta, situada en los 35°20'S (Constitución), muestra la influencia superficial y costera de aguas continentales provenientes del río Maule sobre la distribución de las isohalinas en ese sector. No obstante, cabe destacar la presencia de aguas de salinidad relativamente baja (<34,3 psu) en el estrato superficial de toda la transecta, cuya influencia se profundiza muy claramente hacia el sector oceánico, a partir de las 100 mn desde la costa.

Es clara la presencia de las AEES (> 34,6 psu) en el corte transversal, masa de agua que tiende a separarse en una rama costera que ocupa un espesor (en las estaciones 100 y 101) más grande que lo detallado para transectas anteriores, situándose entre los 80 y los 400 m de profundidad. Este espesor disminuye hacia la estación 97 (100 mn), formando una rama oceánica de las AEES a partir de las 130 mn, situándose en un estrato que comprende los 200 a los 330 m de profundidad.



La distribución vertical de la densidad del agua de mar en esta transecta presentó aguas superficiales menos densas en el sector oceánico, siguiendo el patrón informado para temperatura y salinidad. También se verifica el efecto local (costero y superficial) sobre la distribución de la densidad, de la intrusión de aguas continentales provenientes del río Maule. Existe un claro ascenso de la isopícnica de 25,6 desde los 100 (estación 109) a los 15 m en la estación más costera (estación 101)

En esta transecta, se nota la presencia de concentraciones mínimas de oxígeno muy cercana a la costa, abarcando el estrato entre los 150 y los 300 m de profundidad y un pequeño núcleo de concentraciones menores a 1 ml/l asociado a la rama oceánica de las AEES. Al igual que en las transectas anteriores, bajo los 500 m se observan aguas con concentraciones mayores a 4 ml/l, concentraciones que disminuyen hacia la costa en este estrato de profundidad.

En esta transecta desaparece el núcleo de concentraciones mayores de clorofila-a situado alrededor de las 75 mn desde la costa (ver Figura 21) y se verifica un núcleo subsuperficial (entre 40 y 50 m) con concentraciones mayores a 1,4 mg/m³ dispuesto a las 50 mn, el cual se prolonga subsuperficialmente hacia las 100 mn desde la costa. La región oceánica (> 130 mn) presenta valores bajos de clorofila a (< 0,4 mg/m³).

Transecta 17 (Figura 38). La estructura vertical de la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto presentan una distribución muy similar a la reseñada en la transecta 16, si se analiza en ésta el sector comprendido entre la costa y las 100 mn, Los resultados se resumen en la presencia de aguas superficiales más cálidas y menos salinas en la región oceánica, un estrato entre los 100 y 300 m caracterizado por la isoterma de 11 °C, isohalina de 34,7 y concentraciones de oxígeno disuelto menores a 1 ml/l, caracterizando la presencia de AEES en este estrato.



A diferencia de la transecta anterior, la distribución vertical de la clorofila-a mostró la ausencia del núcleo costero descrito anteriormente, sin embargo aún se detecta la prolongación del núcleo de mayores concentraciones ($> 1,0 \text{ mg/m}^3$).

Transecta 18 (Figura 39). La región superficial presentó, en general, aguas con temperaturas mayores a los $15 \text{ }^\circ\text{C}$, siendo levemente más frías ($14 \text{ }^\circ\text{C}$) en la región costera de la transecta. Se verificó una termoclina bien desarrollada en toda la transecta, siendo más intensa y más profunda (70-110 m) en la región oceánica. En profundidad, destaca la estación de 10 mn con bajas temperaturas entre los 200 y 400 m. Al igual que el resto de las transectas, bajo los 300 m la temperatura disminuyó a una tasa relativamente constante hasta valores menores a $6 \text{ }^\circ\text{C}$ bajo los 500 m de profundidad.

El campo salino vertical destaca una fuerte presencia superficial de aguas menos salinas ($< 34,3 \text{ psu}$) lo que se constató a lo largo de toda la transecta y que para el sector oceánico alcanzó una profundidad de 130 m. Asimismo, se destaca la presencia de una leve haloclina situada entre los 120 y 200 m de profundidad en el sector oceánico ($> 50 \text{ mn}$) la cual muestra un leve ascenso hacia la costa situándose entre los 60 y los 110 m de profundidad. A diferencia de las transectas anteriores, las AESS parecen dividirse en una rama costera ($< 75 \text{ mn}$) que ocupa el estrato comprendido entre los 120 y los 320 m de profundidad, y una más oceánica de menor espesor (entre los 200 y los 260 m) situada más allá de las 130 mn desde la costa. Bajo los 500 m se verifican salinidades menores a 34,5, caracterizando las AIA en este estrato de profundidad.

La densidad, al igual que la distribución vertical de temperatura, evidenció una región oceánica con aguas superficiales menores a $25,4 \sigma_t$, incrementándose levemente



hacia el sector costero, alcanzando valores superficiales de $25,8 \sigma_t$. Sólo fue posible observar una pycnoclina bien desarrollada en el sector oceánico (> 130 mn), gradiente que se situó entre los 70 y 100 m de profundidad.

La distribución vertical de concentraciones menores a 1 ml/l oxígeno disuelto, corrobora la presencia de AESS en dos ramas, siguiendo un patrón similar a lo descrito para la distribución vertical de la salinidad. Asimismo, el incremento de la concentración de oxígeno disuelto bajo los 500 m (4 ml/l), revela la presencia de AIA en este estrato.

En esta transecta, la distribución vertical de la clorofila-a evidenció dos núcleos de concentraciones más altas, uno superficial y costero ($> 1,4$ mg/m³) y otro, de menor concentración ($> 0,8$ mg/m³) de características subsuperficiales (0-50 m), situado hacia las 160 mn.

Transecta 19 (Figura 40). En esta transecta, el estrato superficial presentó aguas centradas en los 15 °C para toda la transecta, con excepción del sector más costero que presentó aguas levemente más frías debido al ascenso de las isotermas de 14,5 y 14 °C. Asimismo, en toda la transecta se verificó una termoclina bien desarrollada, la cual se situó entre los 20 y 60 m en las estaciones más costeras (< 25 mn) y entre los 50 y 100 m para las estaciones más oceánicas. El estrato comprendido entre los 100 y 200 m estuvo dominado por aguas con temperaturas entre 11 y 12 °C, en tanto que bajo los 200 m la temperatura disminuyó en forma monótonica alcanzando valores menores a los 6 °C bajo los 500 m de profundidad.

El campo salino presentó salinidades menores a 34,5 psu en el estrato superficial del sector oceánico de la transecta y aguas levemente más salinas en el sector más



costero. Asimismo, las AESS se distribuyeron entre los 100 y los 320 m de profundidad en el sector costero, espesor que disminuye hacia el extremo oceánico de la transecta.

La densidad superficial presentó valores menores $25,6 \sigma_t$ y una pycnoclina entre los 40 y los 100 m de profundidad, situación que se verifica en toda la transecta.

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó un comportamiento similar a la salinidad, corroborándose la localización vertical de las AESS (isoconcentraciones menores a 1 ml/l) entre los 150 y los 320 m de profundidad, espesor que disminuye hacia las estaciones oceánicas. Fue posible detectar una oxiclina bien desarrollada sólo en la región costera (< 25 mn), situada entre los 40 y los 80 m de profundidad.

La distribución de la clorofila-a mostró un núcleo de mayor concentración mayor a $2,0 \text{ mg/m}^3$, situado en la región intermedia de la transecta (entre las 50 y 75 mn). Este núcleo también se profundiza hasta alcanzar los 50 m de profundidad.

Transecta 20 (Figura 41). El estrato superficial entre los 0 y 50 m presentó aguas con temperaturas mayores a los 15°C prácticamente en toda la transecta, a excepción de la región más costera con aguas más frías por el ascenso de las isothermas de 14 y 13°C que alcanzan la superficie entre las 10 y las 30 mn desde la costa. En casi toda la transecta se verificó una termoclina bien desarrollada situada entre los 60 y los 110 m. En la región costera (< 50 mn) se detectó la penetración de aguas frías asociadas a la isoterma de 12°C distribuyéndose entre los 100 y los 200 m de profundidad, espesor que disminuye llegando a desaparecer hacia las 100 mn desde la costa. Bajo este estrato, la temperatura descendió uniformemente a lo largo de toda la transecta hasta valores menores a los $6,0^\circ\text{C}$ en las máximas profundidades de muestreo.



La salinidad en los primeros 100 m evidenció valores entre 34,3 y 34,4 psu en el sector oceánico (más allá de las 130 mn desde la costa), mientras que en el sector costero presentó dos núcleos de aguas más salinas ($> 34,6$) situados entre las 50-75 mn y en el extremo costero de la transecta. Aguas con salinidades mayores a 34,8 dominan el estrato comprendido entre los 130 y los 320 m de profundidad, espesor que se verifica en estaciones costeras e intermedias de la transecta, para ir disminuyendo hacia el océano.

La estructura densidad presentó mayor estratificación entre los 80 y 140 m, verificándose aguas menos densas ($25,4 \sigma_t$) en el estrato superficial del sector oceánico (160-200 mn) y un ascenso de las isopícnas de 26,0 y 26,2 hacia la superficie en las estaciones costeras.

La distribución de las concentraciones mínimas de oxígeno ($< 1,0$ ml/l) corrobora la presencia de AESS detectadas en la distribución de salinidad, con un rango que supera los 200 m de espesor en las estaciones costeras (entre los 100 y 300 m) para ir disminuyendo su presencia hasta desaparecer en las estaciones de 160 y 200 mn desde la costa. Bajo los 400 m se verifican aguas con mayores concentraciones de oxígeno disuelto ($> 3,0$ ml/l) caracterizando las AIA a esas profundidades.

Al igual que lo reseñado en la transecta anterior, la distribución de la clorofila-a mostró la presencia de un núcleo de mayor concentración ($> 1,2$ mg/m³) en la región intermedia de la transecta (entre las 50 y 75 mn), que se profundiza hasta alcanzar los 50 m de profundidad.

Transecta 21 (Figura 42). Hacia las 75 mn desde la costa, se evidenció un lente superficial de aguas más cálidas (> 14 °C) contrastando con la región costera, donde



las aguas superficiales alcanzan los 12,5 y 13 °C. Sólo las estaciones del sector oceánico de la transecta (75 y 100 mn) presentaron una termoclina bien definida entre los 60 y 100 m. Al igual que en la transecta anterior, en el estrato situado entre los 100 y los 200 m de profundidad dominan aguas con temperaturas centradas en las isotermas de 11 y 12 °C. Bajo este estrato la temperatura desciende a una tasa relativamente constante desde 11°C (a 200 m) a 6°C (550 m).

La distribución vertical de salinidad presentó valores superficiales menores a 34,5 psu. La isohalina de 34,7 ocupa un estrato entre los 100 y 320 m, cuyo espesor disminuye hacia el océano. Bajo los 300 m, la salinidad disminuyó con la profundidad hasta 34,5 psu.

A diferencia de la transecta anterior, la isopicna de 25,6 ha desaparecido, no obstante aún se detectan superficialmente aguas menos densas hacia el sector oceánico de la transecta, donde también se observa una mayor estratificación vertical entre los 50 y 100 m de profundidad.

La concentración de oxígeno disuelto presentó un estrato superficial bien oxigenado y concentraciones menores a 1,0 ml/l abarcando el estrato entre los 170 y los 350 m de profundidad. Bajo los 400 m, el oxígeno disuelto aumentó desde 2,0 ml/l hasta 4,0 ml/l a 500 m.

La distribución vertical de la clorofila-a en esta transecta comprende sólo valores costeros los cuales son en general menores a 1,0 mg/m³.

Transecta 22 (Figura 43). La distribución vertical de temperatura evidenció una termoclina entre los 50 y 100 m, gradiente vertical que se hace más intenso y más profundo hacia las



estaciones situadas en el extremo oceánico de la transecta (estaciones de 130, 160 y 200 mn). En la región oceánica (sobre 100 mn) y por encima de la termoclina, se detectó un lente de aguas más cálidas con temperaturas superiores a los 15 °C, en tanto que hacia el sector costero dominaron aguas menores a 14 °C, evidenciándose un leve ascenso de las isotermas de 13,5 y 13,0 °C hacia las 10-25 mn desde la costa. Entre los 100 y 200 m de profundidad dominan aguas con temperaturas entre 11 y 12 °C y, bajo este estrato la columna de agua presentó una disminución monotonía con la profundidad hasta alcanzar valores menores a los 6 °C, bajo los 550 m.

La región superficial oceánica de la transecta presentó aguas menos salinas (< 34,3 psu), observándose un ascenso de las isohalinas de 34,4 y 34,5 hacia la costa, dominando el estrato comprendido entre la superficie y los 50 m de profundidad. Las AESS se detectan en toda la transecta, pero su espesor es mucho mayor en la región costera, donde se sitúan entre los 100 y los 300 m en contraste con el extremo oceánico de la transecta, donde su espesor alcanza aproximadamente los 70 m. Bajo los 400 m de profundidad, se detectan aguas con salinidades menores a 34,6 psu, disminuyendo hacia los 600 m (< 34,5 psu).

El campo vertical de densidad exhibió aguas superficiales menos densas hacia la región oceánica de la transecta, un ascenso de las isopicnas de 25,5 y 25,7 σ_t que alcanzan la superficie entre las 75 y 50 mn y una piconclina más intensa y profundas hacia las estaciones situadas entre las 130 y 200 mn.

En el estrato superficial (0-50 m) situado entre las 10 y aproximadamente las 100 mn desde la costa, se detectaron aguas con mayor concentración de oxígeno disuelto (> 5,0 ml/l), lo que conjuntamente con la presencia de un estrato entre las 100 y 300 m ocupado por AESS, caracterizadas por tener concentraciones menores a 1,0 ml/l,



hace que en la región costera se exhiba una oxiclina marcada entre los 30 y los 100 m de profundidad. El sector oceánico (100-200 mn) y en el estrato superficial, está dominado por aguas con concentraciones menores a 5 ml/l, en tanto que el espesor de las AESS en esta región se reduce a unos 60 m (entre 200 y 260 m de profundidad), lo que hace que los gradientes verticales de esta variable sean menores que en la región costera. Bajo los 400 m se presentan aguas con concentraciones de oxígeno mayores a 3,0 ml/l, incrementándose a valores mayores de 4,0 ml/l bajo los 500 m por la presencia de las AIA.

La distribución vertical de la clorofila-a evidenció un núcleo subsuperficial de mayores concentraciones ($> 1,4 \text{ mg/m}^3$) hacia la estación situada a las 75 mn desde la costa. Tanto la región costera ($< 50 \text{ mn}$) como la oceánica ($> 130 \text{ n}$) se presentaron valores bajos de clorofila-a, siendo menores a los $1,0 \text{ mg/m}^3$, en tanto que aproximadamente bajo los 60 m de profundidad, se detectó en toda la transecta concentraciones menores a $0,4 \text{ mg/m}^3$.

Transecta 23 (Figura 44). La temperatura en el estrato superficial (hasta 100 m) presentó un ascenso de las isotermas de 13 y $12,5 \text{ }^\circ\text{C}$ en la región costera ($< 30 \text{ mn}$), tendiendo a ser isotermal hacia el sector oceánico. Entre los 40 m y los 120 m se evidenció la termoclina, bajo la cual y hasta los 200 m de profundidad domina la isoterma de $11,5^\circ\text{C}$. A partir de esta profundidad la temperatura descendió uniformemente hasta alcanzar temperaturas menores a $6 \text{ }^\circ\text{C}$ bajo los 550 m de profundidad.

La distribución vertical de la salinidad muestra a las AESS entre 150 y 350 m, encontrándose salinidades de 34,7 en toda la extensión de la transecta, y sólo en las estaciones más costeras se verificó un núcleo de salinidades mayores. Bajo esta



zona, la salinidad descendió de manera uniforme a 0,1 psu cada 100 m, alcanzando valores menores a 34,5 (AIA) a partir de los 550 m de profundidad.

La densidad en los primeros 60 m de la columna de agua, se caracterizó por densidades menores a $25,8 \sigma_t$, con aguas levemente menos densas hacia el extremo oceánico de la transecta y un ascenso de las isopícnas de 26 y $26,2 \sigma_t$ en la estación más costera. Se detectó una pícnoclina entre los 50 y los 120 m de profundidad, la cual no es evidente hacia el extremo costero de la transecta. Bajo los 120 m de profundidad, la densidad se incrementa en forma monotonía, alcanzando valores superiores a $27 \sigma_t$ bajo los 450 m de profundidad.

La concentración superficial de oxígeno disuelto presentó valores centrados en la isolínea de 5,0 ml/l, a excepción de la región costera (10-25 mn) donde se verifica un ascenso de las isolíneas de concentración de 4,0 y 3,0 ml/l. En el estrato comprendido entre los 150 y 330 m se detectaron aguas con concentraciones mínimas de oxígeno disuelto, caracterizando a las AESS, estrato que se hace más estrecho hacia el sector oceánico con un espesor 90 m (entre 210 y 300 m de profundidad). Bajo este nivel, la concentración de oxígeno se incrementa con valores superiores a 3,0 ml/l a partir de los 500 m de profundidad.

La distribución vertical de la clorofila-a en esta transecta evidenció un núcleo subsuperficial de mayores concentraciones ($> 1,4 \text{ mg/m}^3$) situado entre los 10 y 20 m de profundidad entre las 50 y 75 mn desde la costa, en tanto que hacia la región costera se detectaron bajas concentraciones de clorofila-a ($< 0,6 \text{ mg/m}^3$). Aproximadamente bajo los 50 m de profundidad, se detectó en toda la transecta concentraciones menores a $0,4 \text{ mg/m}^3$.



Transecta 24 (Figura 45). En el estrato comprendido entre la superficie y los 50 m de profundidad se observaron temperaturas entre 14,0 y 14,5°C, situación que se verificó hasta las 100 mn desde la costa. A lo largo de toda la transecta se presentó una termoclina bien definida entre los 50 y 100 m. Entre los 100 y 200 m de profundidad la temperatura estuvo caracterizada por la isoterma de 11 °C, descendiendo monótonicamente a valores cercanos a 8°C y 6 °C en los estratos de 400 y 600 m de profundidad, respectivamente.

La estructura vertical de salinidad mostró una penetración subsuperficial (entre los 150 y 350 m) de aguas de alta salinidad (> 34,8 psu) entre la costa y las 25 mn, asociadas a AESS. Entre la superficie y los 140 m la salinidad aumentó de 34,4 hasta 34,7 psu, mientras que bajo los 500 m fueron detectadas AIA, de menor salinidad que las AESS, con valores centrados entre 34,7 y 34,4.

La densidad siguió de forma aproximada el comportamiento de la temperatura, presentando un estrato superficial (hasta los 70 m), con valores de entre 25,4 a 25,6 σ_t , con aguas levemente menos densas hacia el sector oceánico. Entre los 70 y 120 m se observó una picnoclina leve, con valores de densidad entre 25,8 y 26,4 σ_t . Bajo este nivel, la densidad aumenta uniformemente con la profundidad. La isopicna de 27 σ_t queda establecida en los 400 m de profundidad.

La distribución vertical de oxígeno disuelto presentó una distribución vertical a la salinidad, donde el agua más salina, situada entre los 150 y 350 m de profundidad está asociada a muy bajo contenido de oxígeno disuelto (< 1ml/l; AESS). El espesor de esta capa mínima de oxígeno se mantiene uniforme, sin detectarse diferencias costa océano. Los valores superficiales de concentración de oxígeno fueron mayores a 5,0 ml/l en casi toda la transecta, no observándose gradientes importantes hacia la



región costera. Bajo los 350 m de profundidad, la concentración de oxígeno aumenta hasta valores de 4,0 ml/l a 500 m, valores característicos de la presencia de AIA en este rango de profundidad.

Por último, los valores de clorofila-a mostraron un núcleo de concentración mayor ($> 1,2 \text{ mg/m}^3$) asociado al extremo oceánico de la transecta y abarcando el estrato comprendido entre los 5 y los 50 m, en tanto que hacia la región costera este estrato presentó concentraciones menores. Bajo los 70 m de profundidad, los valores de clorofila-a no superaron los $0,2 \text{ mg/m}^3$.

Transecta longitudinal costera (Figura 46). La temperatura superficial presentó valores $> 14,0^\circ\text{C}$, a excepción de estaciones puntuales con temperaturas de $>13,0^\circ\text{C}$ asociados a los 38°LS y 34°LS . La termoclina estuvo presente en toda la transecta ubicándose entre los 50 y 90 m. No existió influencia de la batimetría en el comportamiento de las isotermas y no se observó un gradiente térmico norte-sur.

La salinidad, por su parte, evidenció un gradiente superficial en sentido norte-sur, con salinidades menores asociadas a las estaciones del sur hasta una profundidad de 200 m. A mayor profundidad los registros son interrumpidos por la batimetría de las estaciones de latitudes mayores a 35° S .

La densidad evidencia también un gradiente superficial, con densidades menores en las estaciones del sector sur ($25,3 \sigma_t$). Bajo los 50 m se observa una picnoclina definida desde las estaciones del sector sur hasta los 34° S aproximadamente. La estructura en profundidad muestra un descenso uniforme de la densidad con la profundidad, a excepción donde la batimetría interrumpe la información.



Desde los 33° S hasta los 38°S el oxígeno disuelto presentó valores $> 5,0$ ml/l. Desde los 38° a los 40° S la concentración superficial descendió a 4,0 ml/l. El valor mínimo se presentó entre los 180 y 300 m en el sector al norte de los 35°S, mientras que el sector al sur es interrumpido por la batimetría del sector.

Transecta longitudinal oceánica. La temperatura superficial (sobre los 60 m) para toda la transecta presentó valores $> 15,0^{\circ}\text{C}$, a excepción de la estación más austral que presentó $14,0^{\circ}\text{C}$. La termoclina se ubicó entre los 70 y los 100 m de profundidad a lo largo de toda la transecta. Bajo la termoclina existió un levantamiento de las isotermas hacia el sur evidenciando un enfriamiento paulatino de las aguas hacia el sector más austral.(Fig. 47).

La distribución de salinidad presenta dos centros de altos gradientes asociados a la incorporación de agua continental al sistema marino. Los valores máximos de salinidad ($>34,6$ psu) están asociados al sector norte y su presencia disminuye paulatinamente hasta cerca de los 39°S .

La densidad presenta en superficie la misma estructura descrita para la salinidad, con valores $< 25,4$ psu. Se observa una piconclina entre los 70 y 100 m a lo largo de toda la transecta. A profundidades mayores, existe un aumento uniforme de la densidad con la profundidad desde los 33°LS hasta los 37°LS . A partir de esta latitud hacia el sur se observó un levantamiento de las isopicnas.

La distribución de la concentración de oxígeno disuelto sobre los 100 m mostró, en general, valores $> 5,0$ ml/l. Los valores mínimos (1,0 ml/l) están asociados con el sector norte de estudio, observándose un aumento paulatino de la concentración de oxígeno en el estrato entre 200 y 350 m.



5.4.3.3 Perfiles verticales promedio

Las Figuras 48, 49, 50, 51 y 52 presentan los perfiles verticales promedio para todas las variables oceanográficas medidas en este estudio. Los perfiles verticales promedio (más su desviación estándar) fueron graficados para cada una de las transectas realizadas.

La distribución vertical promedio de la temperatura (Figura 48) muestra una termoclina bien definida en todas las transectas realizadas, situada entre los 40 y 110 m de profundidad, aunque se aprecian gradientes verticales térmicos menos intensos hacia la región norte del estudio, comparativamente con lo observado entre las transectas 1 y 10. Asimismo, se observa una capa de mezcla levemente mayor (en casi 20 m) hacia la región sur, la que alcanza (en promedio) los 65 m de profundidad.

Aunque la distribución vertical promedio de la temperatura presentó un descenso a tasas aproximadamente constantes bajo los 200 m de profundidad, se observa la presencia de inversiones de temperatura en las transectas situadas en la región norte (transecta 23) y en el sur (transecta 3). La desviación estándar asociada a estos perfiles muestra un comportamiento similar de la temperatura, entre la costa y el océano, bajo los 100 m de profundidad, a excepción de las transectas situadas en el extremo sur del área de estudio donde existe un hundimiento de las isotermas en la región intermedia y hacia la costa, incrementando la variabilidad vertical asociada al perfil promedio de la temperatura.

A diferencia de la temperatura, la salinidad muestra un extenso gradiente vertical en todas las transectas realizadas, con haloclinas débiles situadas entre los 80 y 200 m



de profundidad, alcanzando un máximo salino entre los 220 y 300 m, para disminuir levemente hacia profundidades mayores (Figura 49).

Del análisis se destaca una mayor capa de mezcla asociada a la región norte del área de estudio, que alcanza aproximadamente los 60-70m de profundidad. En el sector centro-sur la capa de mezcla es menor (*ca.*, 40 m). En general, los valores superficiales de la temperatura revelan la penetración de aguas cálidas por el sector norte (16 °C) y por el sector suroeste (verificándose gradientes verticales mayores); en tanto que en el resto de los subsectores, las temperaturas superficiales se centran en los 15°C. Como ya se informó en el análisis de las secciones oceanográficas de salinidad, la fuerte variabilidad en torno al promedio ilustrada por la desviación estándar es mayor en la región superficial de las transectas 16, 9, 8 y 7, debido al aporte de aguas continentales en la región más costera.

La distribución vertical promedio de la densidad (Figura 50) evidenció picnoclinas más acentuadas en la región sur del área de estudio (a partir de la transecta 7), situación que define con más claridad la capa de mezcla entre los 50-60 m de profundidad en este sector. Hacia el sector norte la distribución vertical de la densidad promediada revela picnoclinas más extensas y débiles (*e.g.*, transectas 22 y 23). Bajo los 200 m de profundidad la distribución promedio y la desviación asociada revela un incremento monótono con la profundidad alcanzando densidades de 27,0 en consistencia con el análisis de las secciones oceanográficas para esta variable.

De igual forma, la distribución promedio de oxígeno disuelto para cada una de las transectas (Figura 51), definió diferencias latitudinales asociadas a la presencia de aguas pobres en oxígeno (< 1 ml/l), y la presencia y extensión de la oxiclina. Así, la profundidad de concentración mínima de oxígeno tendió a profundizarse entre las



transectas del sector norte (e.g., transectas 24 y 16), en tanto que a partir de la transecta 6 hacia el sur, no se aprecia la presencia masiva de aguas con concentraciones mínimas de oxígeno.

La distribución vertical promedio de la biomasa fitoplanctónica estimada como clorofila-a (Figura 52) presentó, en general, máximos subsuperficiales de concentración, evidenciados como núcleos en sectores localizados de la transecta lo que hace que se evidencie un alto grado de variabilidad en el promedio costa-océano, salvo en las transectas donde la distribución de la clorofila-a fue homogéneamente baja en toda la sección transversal.

5.4.3.4 Estabilidad de la columna de agua

El análisis de la estabilidad en la columna de agua consideró los perfiles verticales de las estaciones dispuestas en las transectas 22 (sector norte), 12 (sector centro) y 2 (sector sur).

El análisis general de estos perfiles, reveló un gradiente latitudinal positivo hacia el sur de los valores de estabilidad de la columna de agua. En las estaciones oceanográficas del sector norte del área de estudio (ejemplificadas por la transecta 22, Figura 53), se evidenciaron valores menores de estabilidad, con máximos entre $0,5 - 5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$, excepción hecha solamente por la estación 138 cuyo máximo fue de $9,5 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$. En este sector no se detectó un gradiente longitudinal (costa-océano), pero sí fue posible advertir una profundización de los valores máximos de estabilidad hacia la región oceánica; así, en las estaciones costeras estuvieron asociados al estrato comprendido entre los 40 y 60 m de profundidad, mientras que en las estaciones más oceánicas los valores máximos se presentaron entre los 70 y 90 m.



En la región central del área de estudio (ejemplificada por la transecta 12, Figura 54), los máximos valores de estabilidad fueron mayores, fluctuando entre los 5 y $7 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$, mientras que no se observó una profundización del valor máximo de estabilidad hacia el sector oceánico como la reseñada para el sector norte.

Por último, en el sector sur (ejemplificadas por la transecta 2, Figura 55), se verificó los mayores valores de estabilidad, con máximos entre 6 - $9 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$. En este sector tampoco fue detectado un gradiente longitudinal (costa-océano), sino que los valores mayores estuvieron asociados a las estaciones entre 25 y 75 mn de la costa ($9 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$), asociados al estrato comprendido entre los 40 y 60 m de profundidad. La estación de 200 mn de la costa, por su parte, presentó una notoria profundización del máximo valor de estabilidad situándose entre los 70 y 90 m.

El rango de valores máximos de estabilidad coincide con lo reportado para cruceros anteriores que han analizado la hidrografía invernal del área de estudio, particularmente cruceros de similar naturaleza al evaluado en el presente trabajo (Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1994).

Los gradientes verticales relativamente importantes de densidad (estabilidades mayores $0,2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$), tienden a desaparecer bajo los 350 m, profundidad a la cual la columna de agua tiende a ser más homogénea. Asimismo, se observó que las estaciones del sector sur presentan mayor homogeneidad hacia profundidades mayores (> 400 m) que las estaciones de los sectores central y norte del área de estudio. En algunas estaciones de muestreo se apreció un doble máximo de estabilidad, asociado generalmente al aporte continental en estaciones más costeras.



5.4.3.5 Profundidad base de la termoclina y profundidad de la capa de mezcla

Las Figuras 56 (a y b) presentan la distribución horizontal de la profundidad de la capa de mezcla (m) y de la profundidad base de la termoclina (m) en el área prospectada.

En general, existe un gradiente longitudinal, positivo hacia el océano en la distribución horizontal de la profundidad de la capa de mezcla. Esta situación se hace más evidente al norte de los 38° de latitud sur donde la región costera (< 50 mn) presentó una capa de mezcla de espesor menor cercana a los 20-30 m de profundidad la que se incrementa hacia el océano hasta alcanzar valores máximos de 70 m en la región oceánica (> 130 mn) frente a Constitución y frente a Lebu.

En el sector sur (al sur de los 38° S), la capa de mezcla de menor espesor está restringida a la región más costera (10 mn) quedando prácticamente toda la región dominada por las isolíneas de 50 y 60 m.

Respecto de la profundidad base de la termoclina, se hace mucho más evidente el gradiente longitudinal, positivo al océano. Al igual que para el caso de la profundidad de la capa de mezcla, existe un comportamiento diferencial de este parámetro entre la región norte (al norte de los 38 °S) y la región más austral. En el primer caso la profundidad base de la termoclina fue menor a los 40 m sólo en la región más costera (10-25 mn desde la costa) existiendo una fuerte profundización de la termoclina hacia el océano, alcanzando profundidades mayores a los 110 m al oeste de las 160 mn y en núcleos bien definidos en la región intermedia (100 mn) frente a Constitución y Talcahuano.



En el sector sur, en cambio, no se detectaron profundidades base de la termoclina menores a 70 m, quedando en general toda el área dominada por las isolíneas de 70 y 80 m de profundidad..

5.4.3.6 Relación entre el viento y las profundidades de mezcla y base de la termoclina

Con la información obtenida en el crucero, se indagó sobre las eventuales relaciones entre la intensidad del viento y la profundidad de la capa de mezcla y base de la termoclina.

Para ello la información de la velocidad del viento, registrada en el BI "Abate Molina" para cada una de las estaciones oceanográficas, se descompuso en su componente paralelo a la costa (V_y ; norte-sur) y su componente perpendicular a la costa (V_x ; este-oeste). Cabe recordar que, por convención, los ejes x e y son positivos hacia el este y hacia el norte, respectivamente.

Así, si bien la figura 57 muestra una gran dispersión de los datos revela una leve dominancia de los vientos del oeste, con velocidades moderadas que no superaron los 20 nudos. Por otra parte, la componente paralela a la costa (norte-sur), la figura 58 muestra una predominancia de vientos desde el sur, con velocidades mayores a las descritas para el componente V_x , que en este caso alcanzaron los 30 nudos, no obstante, también se verificaron eventos de vientos norte que alcanzaron como máximo los 20 nudos.

La alta dispersión de los datos y, por consiguiente, la evidente falta de correlación entre la componente del viento, la profundidad de la capa de mezcla y la profundidad



base de la termoclina, detectada en este estudio, coincide con lo reportado por otros autores que han trabajado en cruceros similares en la región (Serra *et al.*, 1994; Figueroa *et al.*, 1994; Núñez *et al.*, 1998). Si bien puede parecer sorprendente esta falta de relación significativa entre las variables, parece atendible en función del análisis punto a punto realizado con los datos de vientos. Tal como lo sostienen Figueroa *et al.* (1994), al realizar el análisis de estas asociaciones a través de valores instantáneos en la velocidad del viento (un sólo dato por estación) y, considerando que la escala de variación temporal del viento es mucho menor que la que puede variar, por ejemplo la profundidad base de la termoclina, no debe esperarse correlaciones significativas entre mediciones instantáneas de ambas variables.

5.4.3.7 Diagramas TS

Los diagramas T-S fueron realizados agrupando las transectas en seis sectores, éstos es, noreste, noroeste, centro-este, centro-oeste, sureste y suroeste, graficando todas las estaciones correspondientes a un sector determinado en un sólo diagrama (Fig 59).

En la descripción de las masas de agua que se presentan frente a la costa de Chile, históricamente se han caracterizado en los primeros 1.000 metros de profundidad, las siguientes masas:

- **Aguas Subantárticas (ASAA):** Masa de aguas cuyo origen corresponde a la zona de Convergencia Antártica, desde la cual se proyecta dirigiéndose al norte bordeando la costa chilena asociada a la Corriente de Perú. Su núcleo es superficial, caracterizado por salinidades entre 34,2 y 34,8 psu y temperaturas entre 11° y 19° C, de acuerdo a la estación del año y la variación de la latitud.



- Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS): Es una corriente subsuperficial que fluye bajo la Corriente de Perú con dirección al sur. Se ubica entre los 100 y 380 metros de profundidad frente a la costa central de Chile. Su origen está en el norte, cerca de los 15°S y se asocia con un bajo contenido de oxígeno, altas salinidades (34,8 psu) y una temperatura que varía entre 15° y 8°C.
- Aguas Intermedias Antárticas (AIA): Presentan una trayectoria hacia el norte y se les ubica entre los 500 y los 1000 m de profundidad. Su origen corresponde también a la Convergencia Antártica y están caracterizadas por presentar salinidades entre los 34,2 y 34,4 psu y temperaturas entre 8° y 5°C.
- Aguas Profundas del Pacífico (APP): Se encuentran a una profundidad superior a los 1.000 metros y se caracterizan por presentar salinidades mayores a 34.5 y temperatura menores a 4°C.

De acuerdo a las profundidades máximas de muestreo, aproximadamente 600 metros, es posible inferir la presencia de Aguas Subantárticas (ASAA), Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) y Agua Intermedia Antártica (AIA). Así, en este crucero los índices termosalininos encontrados para estas masas de agua fueron:

- Para las ASAA el rango de temperatura fue de 16,2° y 10,2°C, mientras que la salinidad varió entre 32,6 y 34,4 psu, los que se encuentran en la superficie de isopicnas entre 25,15 y 26,1 σ_t .
- Para las AESS el rango de temperatura fue más restringido (8.5° y 12°C), mientras que la salinidad varió entre 34,35 y 34,78 psu, los que se encuentran en las superficies de las isopicnas comprendidas entre los 26,0 y 26,60 σ_t .



- Por último para las AIA el rango de temperatura fue de 4,9° y 9°C, mientras que la salinidad varió entre 34,25 y 34,35 psu, detectándose sobre las superficies de las isopícnas entre 26,45 y 27,25 σ_t .

El análisis para cada uno de los sectores considerados reveló los siguientes índices termosalinos:

a) Sector noreste:

Las ASAA presentaron una variación de temperatura entre 12,5 y 15,1°C y un rango de salinidad de 34,1 a 34,41 psu. Las AESS presentaron un rango de salinidad de 34,48 y 34,80 psu y una variación de temperatura entre 12,2° y 11°C. Las AIA temperaturas entre 5,5 y 8,5°C y salinidades entre 34,45 y 34,6 psu.

b) Sector noroeste:

Las temperaturas superficiales observadas varían entre 12,0° y 16,2°C, mientras la salinidad estuvo en un rango entre 33,9 y 34,39 psu. Las AESS presentaron un rango de salinidad de 34,42 y 34,77 psu y una variación de temperatura entre 10,6° y 11,9°C. Por otro lado, las AIA presentaron variaciones entre 5,7 y 9,0 °C para temperatura y 34,45 y 34,6 psu para la salinidad.

c) Sector centro-este:

Las ASAA se caracterizaron por temperaturas entre 11,5° y 15,5°C y un rango de salinidad entre 34,05 y 34,30 psu. Las AESS mostraron una variación de salinidad entre 34,35 y 34,76 psu, mientras que la temperatura presenta sus límites entre 10,5°



y 11,3°C. Las AIA se presentaron con temperaturas entre 5,2 y 7,8°C y una variación de salinidad entre 34,4 y 34,58 psu.

d) Sector centro-oeste:

Las ASAA presentaron una variación de temperatura entre 11,8° y 15,9°C y salinidades de 34,0 a 34,3 psu. Las AESS presentaron una variación de salinidad de 34,34 y 34,70 psu y un rango de temperatura entre 10,5° y 11,5°C. Por su parte, las AIA presentaron variaciones entre 5,0 y 8,7°C para temperatura y 34,4 y 34,5 psu para salinidad.

e) Sector sureste:

Las temperaturas superficiales alcanzaron entre 11,5° y 15,0°C, mientras que la salinidad varió entre 32,6 y 34,05 psu. Esta mayor variabilidad de los índices salinos se debió al aporte de aguas continentales que llegan a este sector. Las AESS mostraron una variación de temperatura entre 10,5° y 11,0°C y un rango de salinidad de 34,39 y 34,55 psu. Las AIA tuvieron un rango de temperatura entre 4,9 y 7,7°C y salinidades entre 34,45 y 34,25.

f) Sector Suroeste:

Las ASAA alcanzan un rango de 10,2° y 15,1°C, mientras que la salinidad varió de 33,95 a 34,1 psu. Las AESS, por su parte, presentaron un rango de salinidad de 34,35 y 34,45 psu y una variación de temperatura entre 9,5° y 10,3°C. Las AIA se presentaron con temperaturas entre 5,0 y 7,3°C y una variación de salinidad entre 34,25 y 34,35 psu.



El crucero de 1994 (julio-agosto), Figueroa *et al.*, (1994) reporta índices relativamente similares para el área de estudio, no obstante se detectan diferencias en los índices de temperatura y salinidad para el sector norte del área de estudio, probablemente debido a la intrusión de aguas cálidas y más saladas por la región norte y por el sector centro y suroeste. Por otro lado, al comparar los resultados de este crucero con la hidrografía descrita para el año 1997 (Núñez *et al.*, 1998), se presentan diferencias en los índices termohalinos del área de estudio en consideración a que el año anterior estuvo influenciado por un fuerte evento El Niño, por lo cual evidenció aguas más cálidas y salinas, especialmente en los sectores del norte y centro del área de estudio.

5.5 Plancton

5.5.1 Composición y abundancia del zooplancton

El análisis de composición y abundancia del zooplancton no muestra diferencias cualitativas y cuantitativas importantes. Es así que, a partir de las muestra colectada con redes de 300 y 500 micras μm , se indentificaron en ambas 18 grupos zooplanctonicos (Tabla 31), a excepción de los cladóceros, cuya presencia sólo fué detectada en los lances con red de 300 micras.

En la zona centro-sur , el plancton estuvo dominado por la presencia de cinco grupos de mayor frecuencia en las estaciones. En las muestras de 300 μm dominaron los copépodos y quetognatos con un 100 %, ostrácodos (99,3%), eufáusidos (95,97%) y larvas de decápodos (95,30%), siendo similar a lo obtenido con la red de 500 μm , donde los copépodos y quetognatos muestran una frecuencia del 100 % los ostrácodos y larvas de decápodos un 95,30% y los eufáusidos con un 93,96% (Tabla 31).



Estos cinco grupos aportan las mayores densidades, representando en conjunto un 92,5% y un 92,3% del total de zooplancteres cuantificados en las muestras de 300 y 500 μm , respectivamente.

La abundancia total del zooplancton en cada tipo de muestreo fue de 18.610.052 y 18.451.042 individuos/1.000 m^3 , para las muestras colectadas con la red de 300 μm y 500 μm , respectivamente. Densidades numéricas que presentan una diferencia porcentual de sólo un 0,42 % entre ambos muestreos. De igual modo, no existen diferencias relevantes en la densidad total de cada ítem para ambos tipos de redes.

Copépodos

Es el grupo más abundante, por sí solo reúne una densidad de 14.155.576/1.000 m^3 , concentrando el 76,06% de la densidad total del área prospectada. Su presencia se detectó en el 100 % de las estaciones, con valores mínimos de 20.882 y máximos de 518.866 (Tabla 31).

Quetognatos

Fue el segundo grupo de importancia cuantitativa, su densidad total alcanzó a 1.421.293 quetognatos/1.000 m^3 , lo que equivale a una dominancia de 7,64% respecto al total, con un 100 % de ocurrencia en las estaciones y con valores mínimos y máximos de 1.151 y 39.863 (Tabla 31).



Tabla 31 Abundancia zooplanctónica de los grupos analizados en los lances con red Bongo de 300 y 500 μ m (junio-julio 1998).

Grupos Taxonómicos	RED 300 u					RED 500 u					Abundancia Total
	Total	N° Est.	Min	Max	Prom	Total	N° Est.	Min	Max	Prom	N°Ind./1.000 m3
ARTROPODOS (Crustáceos)											
Copépodos	14,155,576	149	####	518,866	95,004	13,968,963	149	###	####	93,751	28,124,538
Eufáusidos	405,886	143	33	50,587	2,838	428,252	140	33	51,803	3,059	834,138
Ostrácodos	532,353	148	278	22,713	3,597	526,742	142	757	19,412	3,709	1,059,095
Cladóceros	471	2	165	306	235						471
Lar.Decápodos	338,822	142	60	27,399	2,386	377,497	142	33	46,605	2,658	716,319
Anfípodos	3,400	17	53	569	200	2,876	17	34	559	169	6,275
Estomatópodos	4,036	9	59	1,970	448	5,184	9	47	2,805	576	9,220
CELENTEREOS											
Medusas	38,713	95	33	1,761	408	36,847	88	42	1,686	419	75,560
Sifonóforos	174,691	121	59	7,779	1,444	174,668	122	55	10,162	1,432	349,358
Ctenóforos	1,048	7	53	400	150	1,389	7	98	352	198	2,437
QUETOGNATOS	1,421,293	149	1,151	39,863	9,539	1,445,411	149	62	43,363	9,701	2,866,704
ANELIDOS											
Poliquetos	70,935	128	53	4,567	554	69,406	130	52	2,278	534	140,341
MOLUSCOS											
Pterópodos	330,829	139	53	43,924	2,380	321,788	140	33	36,456	2,298	652,617
CORDADOS											
Salpas	35,546	58	76	2,459	613	49,096	68	5	5,826	722	84,642
Doliólidos	691,743	111	59	61,802	6,232	661,124	107	33	73,941	6,179	1,352,867
Apendicularias	202,776	112	5	13,635	1,810	185,491	109	47	9,419	1,702	388,267
Radiolarios	116,852	119	60	3,734	982	112,366	122	74	3,724	921	229,219
Larvas cifonautas	85,082	121	33	3,876	703	83,943	118	33	7,641	711	169,025
TOTAL	18,610,052					18,451,042					37,061,093



Doliólidos

Dentro de los cordados el grupo de los doliólidos mostró una importante dominancia numérica en el área, situándose en la tercera posición jerárquica, la densidad alcanzada por ellos fue de 691.743 doliólidos/1.000 m³ (Tabla 31) lo que en términos porcentuales equivale al 3,72% de la dominancia total, aunque su presencia espacial estuvo dentro de las más bajas, reportando el 74,50% de las estaciones, con un promedio general de 6.232.

La densidad total de doliólidos encontrada en 1997 fue de 1.159.101, con un valor extremo de 131.925, presentando en 1998 una tasa de cambio negativa de -40,3% (Tabla 32).

Ostrácodos

Su ausencia se detectó en una sola estación de muestreo, reunieron una densidad de 2,86% que en términos numéricos corresponde a un total de 532.353 ostrácodos, los valores extremos exhibidos fueron de 278 y 22.713/1.000 m³ (Tabla 31).

Eufáusidos

Este grupo se ubicó en la cuarta categoría de importancia numérica, reuniendo un total de 405.886 eufáusidos/1.000 m³, correspondiendo a una dominancia de 2,18 %. Las concentraciones alcanzadas por este ítem fluctuaron entre 33 y 50.587. Su presencia espacial en la zona alcanzó a un 95,97% de las estaciones prospectadas, lo que permite clasificarlo como el tercer grupo con una presencia dominante en el área de estudio (Tabla 31).



Tabla 32 Análisis comparativo de las frecuencias de ocurrencias y dominancia numérica de los grupos zooplanctónicos colectados durante otoño de 1997 y 1998.

Grupos Taxonómicos	1997				1998			
	N° Est. Positivas	N° Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)	N° Est. Positivas	N° Total Individuos	Constancia (%)	Dominancia (%)
Copépodos	138	24,241,568	99.28	73.82	149	14,155,576	100.00	76.06
Eufáusidos	125	830,073	89.93	2.53	143	405,886	95.97	2.18
Ostrácodos	135	612,972	97.12	1.87	148	532,353	99.33	2.86
Cladóceros	9	12,758	6.47	0.04	2	471	1.34	0.00
Lar. Decápodos	128	580,110	92.09	1.77	142	338,822	95.30	1.82
Anfípodos	18	25,598	12.95	0.08	17	3,400	11.41	0.02
Estomatópodos	9	15,362	6.47	0.05	9	4,036	6.04	0.02
Medusas	115	365,809	82.73	1.11	95	38,713	63.76	0.21
Sifonóforos	66	240,348	47.48	0.73	121	174,691	81.21	0.94
Ctenóforos	13	48,504	9.35	0.15	7	1,048	4.70	0.01
Quetognatos	138	2,536,209	99.28	7.72	149	1,421,293	100.00	7.64
Poliquetos	106	139,857	76.26	0.43	128	70,935	85.91	0.38
Pterópodos	128	402,909	92.09	1.23	139	330,829	93.29	1.78
Salpas	99	474,078	71.22	1.44	58	35,546	38.93	0.19
Doliólidos	119	1,159,101	85.61	3.53	111	691,743	74.50	3.72
Apendicularias	117	610,690	84.17	1.86	112	202,776	75.17	1.09
Radiolarios	95	377,380	68.35	1.15	119	116,852	79.87	0.63
Larvas cifonauta	97	166,911	69.78	0.51	121	85,082	81.21	0.46
Total Est.	139				149			
Total ind.		32,840,237				18,610,052		



Larvas de decápodos

Las larvas de crustáceos decápodos estuvo bien representada en la zona de estudio, debido a la dificultad que existe en identificar a qué taxón pertenece cada especie de crustáceo, se agruparon dentro de esta categoría.

La densidad aportada por este grupo fue de 338.822 larvas/1.000 m³, correspondiente al 1,82% de la dominancia total, con valores extremos de 60 y 27.399 (Tabla 31). Este ítem destaca por su alto porcentaje de colonización en las estaciones, comprometiendo con su presencia al 95,30% de las estaciones prospectadas.

Pterópodos

Estos moluscos holoplanctónicos mostraron una densidad similar a la de las larvas de decápodos, determinándose un total de 330.829 pterópodos/1.000 m³, con abundancias máximas de 43.924 (Tabla 31). Su presencia en la zona fue bastante contagiosa, alcanzando a colonizar el 93,29 % de las estaciones.

Apendicularias

El aporte de este grupo a la densidad total fue de 202.776 apendicularias/1.000 m³, cifra que alcanza al 1,09% de la dominancia numérica, con valores extremos exhibidos que fluctuaron entre 5 y 13.635, con un promedio por estación de 1.810 (Tabla 31). De los cordados analizados, las apendicularias fueron las más frecuentes en las estaciones de muestreo, extendiendo su distribución espacial al 75,17 % del área geográfica muestreada.



5.5.2 Distribución del zooplancton

Copépodos

Espacialmente los copépodos exhibieron las concentraciones más altas a lo largo de toda la extensión latitudinal, revelando en el 83% de las transectas focos con densidades superiores a los 135.001 copépodos/1.000 m³. Longitudinalmente estas concentraciones se extendieron desde las 10 a las 100 mn. Se destacan 3 zonas importantes las que reúnen un total de 5 estaciones con densidades entre 302.284 - 518.866 copépodos/1.000 m³ (Fig. 60). La zona situada en el extremo norte del área de estudio, alberga 3 focos situados frente a la localidad de Punta Talca (33°20'LS), San Antonio y Pichilemu. Una segunda zona, se localiza en el centro del área frente a Puerto Coronel, detectándose aquí la máxima densidad de este grupo. En la zona sur, en las cercanías de Corral, se detectó el quinto foco.

Comparativamente los copépodos durante 1998 exhibieron una drástica merma en sus niveles de abundancia en el área de estudio, que representó una baja de - 41,6% respecto del período 1997 (Tabla 32), donde se observó una densidad máxima de 839.414 individuos/1.000 m³, con un promedio superior a los 172 mil copépodos, sin embargo, durante el último período, en otoño de 1998 su presencia en las estaciones fue siempre constante. Los focos de mayores concentraciones exhibieron un cambio espacial en ambos períodos, observándose éstos en sectores distintos en cada año, pero sí mostraron mayoritariamente una distribución costera.

Quetognatos

Espacialmente la zona estuvo dominada por el rango de densidades entre 4.244 a 11.373 quetognatos/1.000 m³, expandiéndose en toda la zona hasta las 200 mn. Se destaca la presencia de 4 focos de concentraciones superiores a los 26.000 individuos,



localizados frente a Valparaíso, en las inmediaciones de Licantén, Puerto Coronel y Puerto Saavedra (Fig. 61), tales densidades se propagaron desde las 10 a las 100 mn.

Durante 1998, los quetognatos muestran una disminución en sus niveles de abundancia con respecto a 1997 igual a 43,8% (Tabla 32), exhibiendo durante ese año densidades máximas de 70.950 quetognatos/1.000 m³, con un promedio por estación de 18.196 individuos, cifras bastante superiores a las encontradas en el crucero. Existe una concordancia entre ambos períodos en cuanto a que las máximas concentraciones alcanzadas por este grupo se focalizaron entre los 27.734 y 62.949, pero siendo esta categoría de densidad más frecuente y homogénea en 1997, extendiéndose prácticamente a lo largo de toda el área.

Doliólidos

Los doliolidos muestran una distribución latitudinal concentrada mayoritariamente en la zona centro sur del área de estudio (Fig. 62), extendiéndose hacia el oeste principalmente hasta las 100 mn, agrupándose principalmente en la zona centro las estaciones que albergan los rangos de densidad más altos. En la zona norte se presentó el menor número de estaciones positivas, su ausencia se percibió en el 47% de las estaciones totales, principalmente costeras.

En términos generales se aprecian 7 focos con abundancia superiores a los 28.356 doliólidos, los que en conjunto concentraron el 43% de la densidad numérica total para este grupo. Uno de éstos se situó en la zona norte en las inmediaciones de Licantén, cuatro en la zona centro frente a Punta Nugurne y Puerto Coronel y dos en la zona sur al oeste de Punta Rocura.



Especialmente su presencia en 1997 fue más constante hacia el norte, mostrando ausencias entre los 39°40'LS y 40°00'LS. El rango de abundancia dominante en los dos períodos fue entre 1.387 a 4.243 doliólidos.

Ostrácodos

La zona explorada para este grupo se observa dominada por el rango de abundancia de 1.387-4.243, siendo las concentraciones más homogéneas hacia el área oceánica. Las zonas de mayor concentración fueron la zona norte hasta Rada Llico y desde Puerto Coronel a Caleta Mansa (Fig. 63). Destacan para este grupo dos focos de máximas densidades, ubicándose a 70 y 40 mn de Rada Llico y Puerto Coronel, respectivamente, con abundancias superiores a los 11.500 ostrácodos/1.000 m³.

La baja densidad observada en este grupo fue menor respecto de 1997, disminuyendo sólo en un 13,2% y presentando una mayor constancia en las estaciones, verificándose principalmente su presencia en el sector oceánico, a diferencia de 1997, en donde las concentraciones hasta las 200 mn fueron más inusuales, sin embargo, en ese período las abundancias máximas se detectaron principalmente a las 100 mn, sobresaliendo el foco más importante a las 200 mn frente a Puerto Lebu.

Eufáusidos

Geográficamente los eufáusidos mostraron una mayor dominancia con concentraciones que fluctuaron entre los 368-1.386 eufausidos, sin embargo, las densidades más importantes estuvieron situadas a lo largo de la línea costera, destacándose las máximas abundancias frente a Pta. Coicoi (36°20'LS) y al sur de Puerto Saavedra (Fig. 64), áreas que reúnen densidades de 50.587 y 46.720 eufáusidos, respectivamente. La



mayor densidad de eufáusidos se concentró en la zona centro entre Constitución y Puerto Lebu con un porcentaje del 42% del total, en tanto la zona norte aportó sólo con el 26% de la población de eufáusidos.

Durante la última prospección, este grupo sufrió una caída por sobre el 51% respecto a 1997 (Tabla 32), produciéndose las mayores abundancias en ambos períodos a lo largo de la línea costera. Permaneciendo en 1997 la zona norte como la de menor aporte a la abundancia del grupo, sin embargo, la zona más densa en términos cuantitativos fue la zona sur con un aporte del 46,8%, focalizándose a 10 mn de Puerto Saavedra un sector de alta densidad que se mantuvo en el tiempo y que fue observado también en 1998.

Latitudinalmente el 26% de las transectas analizadas durante 1998 mostró una densidad total superior a 1997, no obstante se observó en ambos períodos una fluctuación que fue en aumento de norte a sur, detectándose tres peak importantes, los que se localizaron en la latitud 35°33'LS, entre los 36°LS y 36°33'LS y entre los 39°LS-39°33'LS (Fig. 65), correspondiendo este último sector al que albergó las mayores densidades.

Larvas de decápodos

Espacialmente se observaron tres áreas de mayores concentraciones, en la zona sur desde Punta Rocura a Puerto Saavedra, en la zona centro desde Puerto Coronel a Punta Nugume y en la zona norte desde Licantén hasta Papudo (Fig. 66), albergando esta última las mayores agregaciones de larvas de decápodos, propagándose entre las 10 y las 100 mn, donde alcanzaron una densidad promedio del 47%. Desde la zona centro al sur, las agregaciones de larvas mostraron una notoria disminución, siendo



dominadas estas dos zonas por conglomeraciones de larvas con rangos de densidades entre 368 a 1.386. Se destaca la existencia de seis focos de mayor dominancia numérica que agruparon abundancias entre 12.859 a 27.399 larvas, destacándose principalmente aquellos focos situados a 10 mn de San Antonio y Puerto Saavedra.

La tasa de cambio registrada en las abundancias de las larvas de decápodos fueron de -41,6% en otoño de 1998 respecto a 1997 (Tabla 32), durante el período anterior las densidades de larvas de decápodos disminuyeron en la zona norte, exhibiendo las mayores concentraciones en la zona centro entre Constitución y la latitud 38°00'LS. Un área se mantuvo en el tiempo con densidades altas en ambos períodos, y corresponde a dos focos situados a 10 mn del sur de Puerto Saavedra y Pta. Rocura.

Pteróropos

Estos moluscos presentaron un patrón de distribución espacial similar al de larvas de decápodos, donde se aprecia concentraciones altas en la zona norte, que disminuyen hacia el sur para comenzar a dominar concentraciones con densidades menores a los 1.386 individuos (Fig. 67). La zona norte fue la más colonizada numéricamente, aportando con el 71,5 % de la densidad total del área, sobresaliendo dos focos de mayor relevancia, ubicados a 70 mn de Quintero y a 100 mn de San Antonio, con agregaciones de 43.924 y 38.299 individuos/1.000 m³, respectivamente.

Las fluctuaciones en la abundancia sufrida por este grupo en 1998 fue más leve, variando sólo en un 18% menos que el período anterior. En 1997 también se registró una mayor agregación de moluscos en la zona norte, pero con un porcentaje mucho menor al período 1988, registrándose en ese año una agregación de pterópodos de un 42,4% en esta área, ya que también estas agregaciones se propagaron hacia la



zona centro, donde se conglomeró el 38,6 % de estos moluscos, demostrando un notorio decrecimiento hacia el sur de la zona de estudio.

Apendicularias

La cobertura espacial de este grupo muestra la presencia de estaciones con densidades altas desde la zona centro (Constitución) hacia el sur, extendiéndose éstas hasta la zona más oceánica explorada, la zona norte y sur aportaron con el 43 y 46% de la densidad total, respectivamente. Desde Puerto Saavedra a Corral las agregaciones mayores se hicieron más frecuentes en la zona nerítica, sobresaliendo frente a Punta Rocura el único foco con densidades superiores a los 13.600 individuos (Fig. 68).

Las apendicularias muestran una caída del 66,8% en 1998 respecto a 1997, pero la distribución de los rangos de concentración tienen el mismo patrón, aumenta de norte a sur y se agrupan los focos más densos en la zona sur desde la latitud 38°00'LS, concentrando esta zona en 1998 y 1997 el 44,15 y el 46% de la abundancia total. No obstante en 1997, toda la extensión costera mostró concentraciones elevadas y rangos de hasta 13.500 individuos, lo que difiere de 1998, donde la mayoría de las agregaciones costeras presentaron densidades menores a las 1.386 apendicularias, entre Papudo a Pta. Coicoi (36°20'LS).

5.5.3 Análisis estacional del zooplancton

El análisis comparativo del zooplancton colectado en las prospecciones de 1997 y 1998, reveló una notable diferencia en los niveles de abundancia numérica, existiendo durante 1998 un drástico descenso. En 1997 se observó una densidad total de 32.840.237



mientras que en 1998 la cifra llegó a los 18.610.052 individuos, demostrando una tasa de cambio de - 43,33% respecto del año anterior.

En ambos períodos la densidad específica fue la misma, identificándose 18 ítems zooplanctónicos, la totalidad de los grupos analizados durante 1997 reveló densidades superiores a las exhibidas por los grupos en 1998. De las 18 especies, 15 mostraron tasas de cambio negativas, inferiores al 40% respecto al período anterior. Sólo tres grupos mostraron tasas de cambio más estrechas, éstos fueron los ostrácodos, sifonóforos y los pterópodos, con porcentajes negativos de 13,2; 27,3 y 18%, en cada caso. Los grupos que sufrieron las mayores bajas en sus concentraciones fueron los cladóceros con tasas de cambio de 96,3% menos, ctenóforos (97,8%) y salpas (92,5%), igualmente la colonización de estos ítems en las estaciones fue menor.

Con respecto a la frecuencia de ocurrencia de los grupos en las estaciones, el 56% de los ítems analizados en el último período se mostraron con una mayor constancia espacial en el área de estudio.

5.5.4 Estructura comunitaria de los grupos zooplanctónicos

Con la información cualitativa y cuantitativa del zooplancton se aplicaron algunos índices comunitarios para establecer la estructura comunitaria presentada por los distintos grupos analizados en la zona comprendida entre Papudo y Caleta Mansa.

Los valores de uniformidad "J" durante el período otoñal de 1998 fluctuaron entre 0,182 y 0,62, estimándose en la estación 130 a 40 mn al oeste de San Antonio la menor uniformidad y en la estación 38 a 20 mn de Puerto Saavedra, la mayor.



Durante esta prospección se observó una baja uniformidad, encontrándose en el 92% de las estaciones valores inferiores a 0,5, lo que demuestra una gran dominancia con valores mínimos de 0,38 y máximos de 0,818. Un total de doce estaciones mostraron valores de uniformidad superiores a 0,5, detectándose gran parte de ellos en la zona sur. Esta baja uniformidad registrada en la zona se debe a la gran abundancia demostrada por los copépodos, cuyas densidades escapan significativamente a las exhibidas por los restantes grupos.

Los diferentes ítems zooplanctónicos se agruparon de acuerdo al índice de sobreposición de Horn, para determinar la diversidad específica entre pares de muestras, encontrándose valores entre 0,879 y 1, lo que indica que hay un solo grupo con un 87,9% de similitud en el orden jerárquico. La diversidad específica es similar en todas las muestras, manteniendo casi los mismos elementos en común, con similares proporciones entre ellos.

El análisis de similitud realizado mediante el índice de Winer para los distintos grupos identificados durante el período otoñal de 1998, determinó que a partir del nivel del 69% se formaron tres grupos de especies coexistentes (Fig. 69), en primer lugar el grupo 2 formado por los copépodos y quetognatos los cuales coexisten en un 86,8%, en segundo lugar el grupo 1 formado por las medusas y salpas con un porcentaje de coexistencia de 71,8% y en tercer lugar los eufáusidos con las larvas de decápodos con un 69% de coexistencia.

Para realizar este último análisis, se optó como mejor medida la utilización del índice de Winer y no el de Jaccard, debido a que el índice de Winer permite obtener un análisis más completo y no sólo presencia y ausencia y además permite una más fácil



comparación de los resultados obtenidos con los índices de presencia -ausencia, cuyo rango también es de 0 a 1.

5.5.5 Biomasa zooplanctónica

La biomasa zooplanctónica expresada en mililitros de zooplancton presentes en 1.000 m³ de agua de mar filtrada, presentó valores extremos de 294-17.876 ml de individuos/1.000 m³, mostrando un promedio por estación de 2.969, la biomasa de la zona se presentó bastante homogénea, principalmente en la zona norte. Latitudinalmente se observa un aumento en la abundancia del zooplancton de norte a sur.

Predominaron las categorías de densidad de 901-10.000 concentrándose estos en el 88,66% de las estaciones, una frecuencia más escasa se dió en el rango de categorías de 301-900 encontrándose en 12 estaciones (8 %), las que se extendieron desde el norte de Caleta Mansa hasta las cercanías de C. Carranza (35°40'LS) y haciéndose más frecuentes en el extremo sur. No se encontraron estaciones con rangos de densidad entre 0-300.

Destacan 4 focos por su gran concentración de zooplancton, con biomásas que fluctuaron entre 11.776 a 17.876 y se situaron a 20 mn de Valparaíso, de la latitud 38°00'S, de Puerto Saavedra y a 10 mn al oeste de Constitución (Fig. 70).

Existe una gran diferencia en la abundancia de la biomasa zooplanctónica, observando un aumento de más de 1.800% de la biomasa promedio por estación durante 1998, con valores máximos en este período que se escapan grandemente de los exhibidos durante 1997, donde las fluctuaciones en la abundancia fueron más reducidas, exhibiendo valores inferiores a los 33 y predominando la categoría de



densidades comprendida entre 34 - 100, observándose una distribución de la biomasa más bien heterogénea en contraste a lo revelado en el último período.

Esta gran diferencia en los niveles de la biomasa respecto de 1997, se debe principalmente a la presencia de una alta densidad de salpas grandes, que no fueron observadas con tal magnitud numérica durante el período otoñal anterior.

Los centros de mayor concentración se mantuvieron en el tiempo y en el espacio, debido a que en ambos períodos el foco que concentró la máxima abundancia estuvo localizado en la zona sur al oeste de la latitud 38°00'S.

El rango de densidades entre 300 - 900 mostró en 1997 una distribución típicamente nerítica y se extendió desde Constitución hasta el norte de Punta Rocura, en tanto que en 1998 este rango mostró una distribución más oceánica, pero con una distribución latitudinal similar al año anterior, aunque en el último período esta extensión se detectó hasta el extremo sur de la zona de estudio.

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

5.6.1. Condiciones oceanográficas y la distribución del jurel

5.6.1.1 Densidad jurel

El mapa de distribución del jurel elaborado con SIG se puede observar que el recurso jurel se presentó preferentemente al sur de la latitud 36°30'S con una estratificación por profundidad:



- En la 1° capa (de la superficie a 50 m) el recurso se presentó en 8.811 celdas, de las cuales la gran mayoría se presentaron al sur de la latitud 36°S. En esta capa se aprecia que un 64% de celdas poseía baja densidad, un 23% densidad regular y el 13% eran de alta densidad (Fig. 71a y Tabla 33).

Tabla 33. Número de celdas ocupadas por el jurel en el área de estudio, considerando su nivel de densidad (junio-julio 1998).

CAPAS	N° celdas baja densidad (<530 t/mr ²)	N° celdas media Densidad (530–2115t/mr ²)	N° celdas alta densidad (>2115t/mr ²)	N° total de celdas
Superficie a 50 m	5.619 (64%)	2.048 (23%)	1.144 (13%)	8.811
51 a 100 m	6.292 (72%)	1.541 (18%)	875 (10%)	8.708
101 a 150 m	7.026 (95%)	311 (4%)	73 (1%)	7.410
151 a 200 m	1.598 (97%)	51 (3%)	0 (0%)	1.649

- En la 2° capa (51 a 100 m) el jurel se presentó en 8.708 celdas, de ellas sólo 39 celdas se ubicaron al norte de la latitud 36°LS siendo todas ellas de baja densidad, mientras que al sur de esa latitud se presentaron 8.669 (lo que representa el 99,5%) celdas donde 875 eran de alta densidad, 1.540 de densidad media y 6.254 de baja densidad (Fig. 71b).
- En la 3° capa (101 a 150 m) el jurel tuvo presencia en 7.410 celdas, sólo 11 celdas se presentaron al norte de la latitud 36°S siendo todas ellas de baja densidad. Al sur de esa latitud se presentaron 7.399 pixeles con presencia de jurel, las celdas de



densidad alta y media tuvieron una escasa participación porcentual con sólo el 4% y 1% del total de celdas, respectivamente (Fig. 71c).

- En la 4° capa (151 a 200 m) el jurel se presentó sólo en 1.649 celdas, donde 1.598 (97%) eran de baja densidad y sólo 51 (3%) eran de densidad media, no registrándose pixeles de alta densidad. Además la posición de estas celdas es costera, no sobrepasando generalmente las 75 millas náuticas de la costa (Fig. 71d).

Los resultados muestran que el jurel presenta persistencia en la columna de agua desde la superficie hasta los 150 m de profundidad, sin embargo las altas densidades se presentan entre la superficie y los 100 m, mientras que a profundidades mayores el jurel se aprecia sólo en densidades bajas. Asimismo, los resultados indican que en las zonas de alta densidad el jurel estaba agregado ocupando pequeños sectores.

5.6.1.2 Presencia de jurel y las variables bio-oceanográficas desde un enfoque espacial

En el presente estudio se intenta encontrar las posibles relaciones existentes entre la distribución del recurso y las variables ambientales. La determinación de la escala temporal y espacial con la que se trabaja está dada por el diseño de la prospección, se concuerda con Quiñones *et al.*, (1995) en el sentido que en los proyectos multidisciplinarios, como el presente, la frecuencia de la observación está determinada en gran parte por el equilibrio entre los distintos diseños muestrales necesarios para cumplir con los objetivos del estudio.

Al efectuar el análisis se debe considerar que la prospección tiene una duración de 47 días, la información tanto ambiental como bio-oceanográfica se toma como un plano o



una capa, por variable y estrato de profundidad, se dispone entonces de un sólo plano temporal o imagen, éstas se relacionan entre sí a través de un SIG. Dentro de cada plano la escala espacial está dada por el tamaño de los pixeles de las imágenes, los cuales poseen una resolución de 1,25 millas náuticas en el sentido E-W y 1 mn en el eje N-S.

A. En relación con la temperatura

Con respecto a la temperatura, el jurel muestra una clara preferencia por aguas de 14°C (Figs. 72 y 73). La distribución de esta variables de aprecia en la figura 74, en ella se muestra la distribución espacial de la temperatura en las capas de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad y en la Tabla 34 se aprecian los estadísticos de dichas cartografías. En el plano superficial se observa un predominio de aguas de temperatura de aguas de 14°C, las cuales recorren la zona de estudio de norte a sur. En la capa de 50 m también existe un predominio de aguas de 14°C, no obstante al norte de los 37°LS entre la costa y las 30-40 mn la zona esta dominada por aguas de temperaturas más bajas (entre 11 y 13°C). En los 100 m existe un gradiente longitudinal en la temperatura de las aguas, en este plano las aguas de 11°C son mayoritarias. En los 150 y 200 m las aguas siguen bajando de temperatura con un predominio de aguas de 10°C. (Fig. 74).



Tabla 34. Estadísticos de las cartografías de distribución de jurel y de las variables ambientales en las capas 5, 50, 100 y 150 m en los cruceros de prospección hidroacústica del año 1998

5 m	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.estándar
Temperatura (°C)	14,75	12,29	16,16	0,86
Salinidad (psu)	34,06	33,20	34,47	0,64
Oxígeno (ml/l)	5,07	2,29	6,57	0,74
Sigma-t	25,30	24,71	25,98	0,41
Sa (t/mn ²)	896	0	19299	2259
50 m	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.estándar
Temperatura (°C)	14,35	11,61	15,93	1,31
Salinidad (psu)	34,16	33,62	34,68	0,59
Oxígeno (ml/l)	4,70	1,91	6,59	1,04
Sigma-t	25,46	25,01	26,37	0,47
Sa (t/mn ²)	644	0	19120	1954
100 m	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.estándar
Temperatura (°C)	11,87	10,34	13,97	1,03
Salinidad (psu)	34,24	33,92	34,83	0,40
Oxígeno (ml/l)	3,62	0,81	6,27	1,45
Sigma-t	26,04	25,59	26,44	0,68
Sa (t/mn ²)	108	0	6795	361
150 m	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv.estándar
Temperatura (°C)	11,03	9,61	12,29	0,72
Salinidad (psu)	34,50	33,15	34,79	0,40
Oxígeno (ml/l)	2,67	0,36	1,13	1,52
Sigma-t	26,34	26,06	26,58	0,33
Sa (t/mn ²)	86	0	903	361

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) y en la capa 2° (51 a 100 m) el jurel se encuentra distribuido entre los 12 y 15°C con una clara preferencia por los 14°C (Fig. 72 y 73), a diferencia de 1994 en que el jurel se encontraba en un rango de temperatura de 9,4 a 13,5°C (Quiñones *et al.*, 1995).



En julio-agosto de 1994 el jurel se presentaba preferentemente en aguas superficiales de 12,5°C, mientras que en los meses de mayo-junio de 1997 esta era de 15,5°C, cabe señalar que en este último período la zona de estudio estaba afectada por el fenómeno de El Niño (Tabla 35).

Tabla 35. Rango de las variables bio-oceanográficas en áreas con presencia de jurel, en los cruceros de prospección hidroacústica de los años 1993 ((Serra *et al.*, 1994b), de 1994 (Quiñónes, *et al.*, 1995) y de 1997 (Córdova *et al.*, 1998).

AÑO	NIVEL DE PROFUNDIDAD	VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	MEDIA	MÍNIMA	MÁXIMA	
1993*	Superficial	Temperatura		10,5	14	
		Salinidad	33-34	33,9	34,6	
		Oxígeno	6,0	5,1	7,7	
		Sigma-t	24,8-25,7			
		Clorofila a int.	10-150		180	
		Eufáusidos	3199,7			
	Profundidad	Temperatura				
		Salinidad				34,25
		Oxígeno			0,25	3
		Sigma-t				
1994 (julio-agosto)	Superficial	Temperatura	12,49	11,03	14,66	
		Salinidad	33,84	31,56	34,69	
		Oxígeno	5,51	4,75	6,47	
		Sigma-t	25,59	23,96	26,13	
	Ponderada	Temperatura	11,04	8,96	13,62	
		Salinidad	34,30	33,31	34,76	
		Oxígeno	3,23	0,37	6,00	
		Sigma-t	26,22	25,26	26,73	
	1997	Superficial	Temperatura	15,50	13,23	16,80
			Salinidad	34,01	32,06	34,30
Sigma-t			25,09	24,08	25,37	
Clorofila int.			19,37	8,75	49,31	
Eufáusidos			782,89	22,67	7059,54	
50 m			Temperatura	13,90	10,62	16,66
		Salinidad	34,05	35,53	34,30	
		Sigma-t	25,47	24,87	26,13	
		Clorofila int.	20,20	10,09	49,32	
		Eufáusidos	543,11	0,00	5665,31	
		100 m	Temperatura	11,36	10,56	12,67
Salinidad			34,18	33,86	34,61	
Sigma-t			26,08	25,79	26,31	
Clorofila a int.			18,84	8,75	46,94	
Eufáusidos			768,24	0,00	5296,88	



Los índices de asociación de Cr entre la temperatura y la distribución del jurel son bajos, pero ligeramente más elevados en la superficie que a 50 m (Tabla 36), estos resultados son análogos a los encontrados en la prospección de otoño de 1997 (Córdova *et al.*, 1998). En 1994 se encontró un coeficiente de correlación bajo pero significativo tanto en el plano superficial como en profundidad (Quiñones *et al.*, 1995.)

B. En relación con la salinidad

En la figura 75 se muestra la distribución espacial de la salinidad en las capas de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad.

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) el jurel se presenta entre 33,4 y 34,5 psu con preferencia por el rango entre 33,7 psu y los 34,1 psu. En la capa 2° (51 a 100 m) el jurel se encuentra distribuido entre los 33,5 psu y los 34,3 psu, con preferencia por el rango entre 33,6 psu y los 33,9 psu (Fig. 72 y 73). En 1994 el jurel se encontraba en un rango de salinidad de 33,6 a 34,8 psu, por lo tanto en 1998 y 1994 el jurel se presentaba en aguas ASAA y AESS (Quiñones *et al.*, 1995). Esto marca una diferencia respecto a 1997 donde en jurel se encontraba en aguas cuyas salinidades fluctuaron entre 32,06 y 34,61 psu (Córdova *et al.*, 1998), ese valor de salinidad mínima se encontró en el plano superficial en un período en que la zona de estudio se encontraba bajo la influencia del fenómeno de El Niño. Este resultado discrepa con lo señalado por Quiñones *et al.*, 1995, quienes indican que el jurel evita aguas de salinidades menores a 33,9 psu.

Los índices de asociación de Cr entre la salinidad y la distribución del jurel son bajos, pero en el sector sur la asociación es significativa con un ICr de 0,28 para la capa de superficie y con un ICr 0,27 para la capa de 50 m (Tabla 36). En 1994 se encontró



coeficiente de correlación bajo pero significativo tanto en el plano superficial como en profundidad (Quiñones *et al.*, 1995.)

Tabla 36. Coeficientes Cramer's V entre la abundancia de jurel (Sa) y las variables oceanográficas a los distintos niveles de profundidad y por focos de concentración de la abundancia (junio – julio 1998).

	Total		Sector norte		Sector sur	
	Superficie	50 m	Superficie	50 m	Superficie	50 m
Temperatura (°C)	0,08	0,08	0,16	0,12	0,20	0,13
Salinidad (psu)	0,11	0,14	0,20	0,14	0,28	0,27
Oxígeno (mg/m ³)	0,12	0,07	0,23	0,25	0,21	0,19
Densidad	0,10	0,09	0,27	0,15	0,24	0,19
Clorofila-a (mg/m ³)	0,10	0,10	0,14	0,15	0,21	0,24
Eufáusidos (ind)	0,14	0,10	0,15	0,30	0,27	0,28

C. En relación con el oxígeno

En la figura 76 se muestra la distribución espacial del oxígeno en las capas de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad y en la Tabla 34 se pueden observar los estadísticos de dichos mapas.

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) el jurel se presenta entre 3,2 y 6,0 ml/l con preferencia por el rango entre 4,8 y los 5,6 ml/l. En la capa 2° (51 a 100 m) el jurel se encuentra distribuido entre los 0,8 y los 3,6 ml/l, con preferencia por el rango entre 2,8 ml/l y los 3,2 ml/l (Fig. 72 y 73). En 1994, el jurel se encontraba en un rango de



oxígeno superficial de entre 4,75 y 6,47 ml/l, mientras que en profundidad se encontró presencia de jurel en aguas de tan sólo 0,37 ml/l (Quiñónes *et al.*, 1995).

Los índices de asociación de Cr entre el oxígeno y la distribución del jurel son bajos, pero ligeramente más elevados en el sector norte donde el ICr alcanza 0,25 a los 50 m (Tabla 36). Durante el otoño de 1992, Serra *et al.* (1994a) detectaron una correlación significativa ($r = -0,55$) entre la distribución del jurel y la concentración de oxígeno superficial. Entre las variables antes citadas, en otoño de 1993 se reportó una asociación baja (Serra *et al.*, 1994b) como también en el otoño de 1994 (Quiñónes *et al.*, 1995).

Los valores de oxígeno en que se encontró el recurso en otoño 1993, en invierno de 1994 y en otoño de 1998, permiten confirmar lo propuesto por Quiñónes *et al.*, (1995) y sugerido por Serra *et al.* (1994a y 1994b), que el jurel puede permanecer en aguas de la corriente de Günther, al menos por cortos períodos. Asimismo, los resultados obtenidos en el presente trabajo son concordantes con lo propuesto por los autores antes citados, en que se demuestra que el jurel prefiere por lo general aguas bien oxigenadas en profundidades de la superficie hasta 100 m y en profundidades superiores a 150 m el jurel prefiere aguas con bajo nivel de oxígeno.

D. En relación con la densidad en sigma-t

En la figura 77 se muestra la distribución espacial de la densidad en sigma-t en las capas de 5, 50, 100, 150 y 200 m de profundidad.

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) el jurel se presenta entre 24,6 y 25,8 sigma-t con preferencia por el rango entre 25 y los 25,2 sigma-t. En la capa 2° (51 a 100 m)



el jurel se encuentra distribuido entre los 25,0 y los 26,2 sigma-t, con una clara preferencia por las agua de 25,2 sigma-t (Fig. 72 y 73). Estos rangos difieren a los señalados para el invierno de 1994 y otoño de 1997, donde presentaron un rango más amplio (Quiñones, *et al.*, 1994 y Córdova *et al.* 1998).

Los índices de asociación de Cr entre la densidad en sigma-t y la distribución del jurel son bajos, pero indican una asociación significativa en la superficie en el sector norte y en el sector sur donde los ICr alcanzaron los 0,27 y 0,24, respectivamente (Tabla 36).

E. En relación con la clorofila-a integrada

En la figura 78a se muestra la distribución espacial de la clorofila-a integrada. Asimismo, en la Tabla 37 se entregan los estadísticos de esta variable.

Tabla 37 Estadísticos de las cartografías de distribución de clorofila-a y eufáusidos en la columna de agua (junio–julio 1998)

Variabes	Promedio	Mínimo	Máximo	Desv. estándar
Clorofila-a (mg/m ²)	35,91	13,34	99,07	12,19
Eufáusidos (ind/1000m ³)	5213	0	46895	8873

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) el jurel se presenta entre 15 y 70 mg/m³ con preferencia por el rango entre 25 y los 35 mg/m³. En la capa 2° (51 a 100 m) el jurel se encuentra distribuido entre los 20 y los 55 mg/m³, con preferencia por el mismo rango anterior.



Los índices de asociación de Cr entre la clorofila integrada y la distribución del jurel son bajos, (Tabla 36). Estos resultados son análogos a los encontrados en la prospección de otoño de 1997 (Córdova *et al.*, 1998).

En invierno de 1994 y otoño de 1997 en las áreas de mayor concentración del recurso se presentaban altas clorofila (Quiñónes, *et al.*, 1994 y Córdova *et al.* 1998).

F. En relación con los eufáusidos

Los eufáusidos son el principal ítem alimentario del jurel, pero cabe señalar que las redes de plancton utilizadas no son adecuadas para el muestreo cuantitativo de otros ítems alimentarios de importancia, como son los peces linterna y salpas por lo que no son incorporados en el presente análisis, este enfoque fue propuesto por Quiñónes, *et al.*, 1994.

En la figura 78b se muestra la distribución espacial de los eufáusidos en la columna de agua.

En la capa 1° (de la superficie a los 50 m) el jurel se presenta entre los 33 y 24300 ind./1000m³, con preferencia por el rango entre los 300 y los 2.700 ind./1000m³. Asimismo, en la segunda capa la especie está distribuida entre 1 y los 2.700 ind./1000m³, con preferencia por el mismo rango anterior de 300 y los 900 ind./1000m³.

Los índices de asociación de Cr entre los eufáusidos y la distribución del jurel son regulares, (Tabla 36) pero significativos en el sector norte, en la capa de 50 m, el ICr es de 0,30, por otro lado en el sector sur (en la capa superficial y en la de 50 m), los ICr alcanzan 0,27 y 0,28, respectivamente. Estos índices son más altos a los



obtenidos en la prospección de otoño de 1997 (Córdova *et al.*, 1998). En invierno de 1994, en una escala de observación de pocas millas, se encontró una correlación baja pero significativa considerando la densidad total de eufáusidos, ésta desaparece cuando se separan los eufáusidos a nivel específico, por lo que los resultados sugirieron que el jurel no discrimina entre especies de eufáusidos (Quiñones *et al.*, 1995).

La baja correlación entre el jurel y su principal presa se vio corroborada al estudiar las imágenes de la distribución espacial del jurel, de los eufáusidos y de la presencia de contenido estomacal en los ejemplares (Figs. 71, 78b y 78c). Se destaca que en la mayor zona de abundancia del jurel se presentaba baja abundancia de eufáusidos. Estos resultados confirman lo sugerido por Quiñones *et al.* (1995) quien sugiere que la correlación puede llegar a ser negativa si se muestrea en el momento en que el predador (el jurel) ha agotado a la presa de un área determinada.

5.6.1.3 Presencia de jurel y las variables bio-oceanográficas desde un análisis multivariado

En la aplicación del análisis de componentes principales, en primer lugar se estimó la matriz de correlación (Tabla 38) está muestra que existen variables altamente correlacionadas.



Tabla 38. Matriz de correlación entre las variables: Tem (temperatura del mar), Sal (salinidad), Den (densidad de jurel), Oxi (oxígeno) en los planos de 5 m, 50 m y 100 m de profundidad, y CLOA INT (clorofila integrada)

	Tem 5 m	Sal 5m	Den 5m	Oxi 5m	Tem 50 m	Sal 50m	Den 50m	Oxi 50m
Tem 5m	1							
Sal 5m	0,085	1						
Den 5m	-0,365*	0,895*	1					
Oxi 5m	0,078	0,032	-0,002	1				
Tem 50 m	0,682*	0,038	-0,275*	0,050	1			
Sal 50m	-0,05	0,906*	0,871*	0,111	-0,154	1		
Den 50m	-0,49*	0,576*	0,762*	0,39	-0,756*	0,761*	1	
Oxi 50m	0,441*	-0,138	-0,326*	0,681*	0,605*	-0,246*	-0,555*	1
Tem 100m	0,27*	0,706*	0,527*	0,057	0,279*	0,685*	0,264*	0,001
Sal 100m	-0,301*	0,757*	0,846*	0,067	-0,436*	0,874*	0,869*	-0,400*
Den 100m	-0,505*	0,43*	0,638*	0,039	-0,649*	0,573*	0,814*	-0,449*
Oxi 100 m	0,534*	-0,281*	-0,506*	0,332*	0,710*	-0,432*	-0,756*	0,758*
Cloa int.	0,142	0,442*	0,356*	0,058	0,166	0,373*	0,149	0,178
Eufáusidos	-0,224*	-0,116	-0,011	-0,005	-0,188	-0,024	0,109	-0,173

	Tem 100 m	Sal 100m	Den 100m	Oxi 100m	CLOA INT.	EUFAUSIDOS
Tem 100m	1					
Sal 100m	0,462*	1				
Den 100m	-0,077	0,84*	1			
Oxi 100 m	-0,018	-0,732*	-0,812*	1		
Cloa int,	0,179	0,323*	0,265*	-0,113	1	
Eufáusidos	-0,115	0,101	0,178	-0,216*	-0,005	1

* significativo a $p < 0,05$



El primer componente explica el 45% de la varianza y el segundo componente explica el 22,27% de la varianza, los valores propios son 6,305 y 3,117, respectivamente (Tabla 38a). Empleando el factor de rotación varimax normalizado en la componente 1 las variables que presentan comunalidades significativas son las salinidades a 5, 50 y 100 m y la temperatura a 100 m, una influencia menor la presenta la clorofila integrada (Tabla 38b), los análisis muestran que estas variables se relacionan con la densidad de jurel entre la superficie y los 50 m. En la componente 2 las variables que presentan comunalidades significativas son las temperaturas a 5 y 50 m y el oxígeno a 50 y 100 m (Tabla 39).

Tabla 39 Análisis de componentes principales: a) valor propio y b) comunalidades.

a)

COMPONENTES	VALOR PROPIO	% TOTAL DE LA VARIANZA	% VARIANZA ACUMULADA
1	6,305	45,041	45,041
2	3,117	22,270	67,31

b)

	FACTOR 1	FACTOR 2
Tem 5m	0.0177	0.7752*
Sal 5m	0.9583*	0.0604
Oxi 5m	0.1507	0.3257
Tem 50 m	-0.0499	0.8939*
Sal 50m	0.9625*	-0.1241
Oxi 50m	-0.1188	0.7871*
Tem 100m	0.7303*	0.3414
Sal 100m	0.8562*	-0.4524
Oxi 100 m	-0.3710	0.8419*
Cloa int.	0.5034	0.1808
Eufausidos	-0.0932	-0.3266



5.6.1.4 Relaciones entre la densidad de jurel y las variables bio-oceanográficas a través de modelos de regresión múltiple

Para la columna de agua, el modelo de regresión múltiple ajustado considera como variable dependiente la densidad de jurel en dicha columna y como variables bio-oceanográficas la salinidad (expresada como gradiente salino) y la clorofila integrada. El modelo se ajusta con un $F = 7,92$, donde $p = 0,0159$, el error estándar es de $1,1854E6$, con un R^2 de $0,606$. Los parámetros del modelo son los siguientes:

• Intercepto :	-1,24
• Clorofila total :	77,22
• Gradiente de salinidad :	-1,07

El modelo explica el 60,60% de la varianza del índice de densidad en el área de presencia del jurel en la columna de agua. Las pruebas de significancia de la regresión indica que para Cloa integrada, el test $t = 3,95$ con $p < 0,05$, para el gradiente de salinidad un test $t = -0,84$ con $p > 0,05$. El modelo indica una alta dependencia entre la densidad del jurel y la clorofila integrada, asimismo, muestra una baja dependencia entre la densidad del jurel y el gradiente de salinidad.

Por otra parte, se efectúa un análisis por separado del estrato superficial y del intermedio (51-100 m de profundidad). Los modelos de regresión múltiple ajustado para dichos estratos se detallan a continuación:

⇒ el estrato superficial considera como variable dependiente la densidad de jurel en los primeros 50 m de la columna de agua y como variables bio-oceanográficas la salinidad superficial expresada como gradientes y la clorofila integrada. El



modelo se ajusta con $F = 12,86$, donde $p = 0,0045$, el error estándar es $6,8256 \cdot 10^5$, R^2 es $0,725$. Los parámetros son:

• Intercepto :	-7,16
• Clorofila total :	56,97
• Gradiente de salinidad :	-1,02

El modelo explica el 72,5% de la varianza del índice de densidad en el área de presencia del jurel en la columna de agua entre la superficie y los 50 m. Las pruebas de significancia de la regresión indica que para Cloa integrada, el test $t = 5,0644$ con $p < 0,05$, para el gradiente de salinidad un test $t = -1,4113$ con $p > 0,05$. El modelo, al igual que en caso anterior, indica una alta dependencia entre la densidad del jurel y la clorofila integrada, asimismo, muestra una baja dependencia entre la densidad del jurel y el gradiente de salinidad.

⇒ el estrato intermedio (51 - 100 m de profundidad) tiene como variable dependiente la densidad de jurel en la columna de agua intermedia y como variables bio-oceanográficas la temperatura intermedia, también expresada como gradiente. El modelo 1 se ajusta con $F = 7,96$ donde $p = 0,0224$, el error estándar es de $3,9953 \cdot 10^5$, R^2 es $0,436$. Un segundo modelo (2) incluye además la clorofila integrada; este modelo, si bien presenta un R^2 de $0,399$, el test F disminuye a $3,99$ con un $p = 0,0696$. Los parámetros son los siguientes:

	Modelo 1	Modelo 2
• intercepto :	1,44	2,94
• clorofila total :		-7,27
• gradiente de temperatura :	5,20	5,68



Los resultados obtenidos por los métodos multivariados permitieron encontrar una relación funcional entre la densidad del jurel en áreas de abundancia con una variable oceanográfica como la salinidad y además con la clorofila integrada. Estos resultados difieren a los encontrados en otoño de 1993 (Serra *et al.*, 1994b) e invierno de 1994 (Quiñones, *et al.*, 1995).

Lo anterior se explica en parte, por la diferente distribución que presentó el jurel en los diversos cruceros. En otoño 1993 el jurel se presentó más ampliamente distribuido en el área de estudio, por lo que eran mayor la variabilidad de las variables oceanográficas, mientras que en invierno de 1994 el jurel presentó una baja densidad y una distribución oceánica. En tanto que en el presente crucero, de otoño de 1998, el jurel se presentó preferentemente en una área delimitada al sur de la latitud $36^{\circ} 30'S$ que presenta características que le permiten diferenciarse del resto de la zona prospectada.

Al comparar los resultados, es particularmente interesante señalar que la estructura de talla del jurel entre los cruceros difiere significativamente, en efecto en otoño de 1993 (Serra *et al.*, 1994b) e invierno de 1994 (Quiñones, *et al.*, 1995) el 30,5 % y el 52,0 % de la biomasa, respectivamente, se presentaba sobre la talla mínima de captura. Mientras que en el crucero de otoño de 1998 la participación de individuos sobre la talla mínima de captura es de sólo 70,8 % y la presencia de estómagos vacíos aumenta a aproximadamente un 85%. Los modelos funcionales propuestos parecieran ajustarse a las condiciones particulares de este crucero en el cual se detectó una alta presencia de ejemplares juveniles (bajo la talla mínima), una notable ausencia de la especie al norte de la latitud $36^{\circ} 30'S$ lo que podría deberse a condiciones de las variables bio-oceanográficas al sur de esta latitud, como niveles intermedios de clorofila integrada, significativos gradientes salinos en los primeros 50 m de profundidad (Figs. distribución 78a y 75).





6. DISCUSION

La biomasa de jurel en la zona de estudio fue estimada en 3.200.000 toneladas, lo que representa el 62,9 y 90,65 % del volumen estimado en 1991 (5.090.000 t) y 1997 (3.530.000 t), y un aumento de 100, 28,0 y 200 % de las estimaciones de 1992 (1.600.000 t), 93 (2.500.000 t), y 94 (1.060.000 t), respectivamente. Estas fluctuaciones en los niveles de abundancia reafirman la existencia de cambios interanuales en la disponibilidad del jurel en la zona de estudio.

La precisión del estimado de biomasa fue menor a la esperada para la prospección (17,0 y 29,7), al alcanzar un 7,57. La evaluación de los métodos propuestos para estimar la varianza de la biomasa (conglomerado, estrato agrupados, bootstrap y geoestadístico), determinó una mayor precisión en el método geoestadístico.

La abundancia total en número para la zona de estudio fue de 23.683.909.816 individuos, para una biomasa de 3.200.000 t. El 88,1 % de la abundancia numérica y 74,86 % en peso están bajo la talla mínima legal de 26 cm, mientras que sobre la talla de primera madurez de 32 cm sólo un 2,55 y 9,13 %, respectivamente. El análisis del coeficiente de variación por talla, muestra un comportamiento similar al teórico, al disminuir respecto al incremento en el número de muestras, lo cual permite aceptar los resultados de varianza.

A través de los años, la distribución espacial de la biomasa muestra patrones recurrentes en cuanto a la localización de las áreas de concentración del recurso. Este año, el jurel concentró el 30,6 % y 68,4 % de su abundancia entre Talcahuano (36° 40'LS) e Isla Mocha (38° 20'LS) y desde Pto. Saavedra (38° 27'LS) a sur de Corral



(40° 20'LS), ubicándose estas zonas en sectores donde se ha agrupado sobre el 70 % de la biomasa en las evaluaciones realizadas durante 1991, 1993 y 1994.

En general, existe un mayor grado de contagio en la distribución espacial respecto a 1997, al disminuir el índice de cobertura desde 35,0 a 19,8 % y al aumentar el índice de densidad de 119,42 a 187,37 t/mn². En este sentido, los siete focos de alta densidad detectado al sur de Talcahuano, se caracterizan por distancia y densidad promedio de 385,7 m y 278,9 t/mn², que son menores a lo observado en 1997 (291,0 m y 111,80 t/mn²). Estas variaciones en los índices también se presentan en el número de cardúmenes por intervalo básico de muestreo (IBM), al disminuir los cardúmenes de 9 y 14 a 8 en los focos de alta densidad y de 8 a 6 para el área total de estudio. Al respecto, se debe señalar que entre los años 1991-94 el número máximo más observado fue de 5.

Estos resultados permiten verificar la existencia de cambios en el comportamiento gregario del jurel desde los años 1991 a 1998, los cuales estarían asociado a variaciones en las condiciones ambientales al desarrollarse durante 1997 un evento "El Niño" de carácter intenso.

La captura en 29 de lances de pesca alcanzó a 3.067,70 kg., donde el 76,5 % correspondió a jurel y un 23,5 % a fauna acompañante. La contribución de la fauna acompañante a la captura total, está en gran medida sustentada por aquellos lances donde no se obtuvo captura de jurel. Dentro de las especies identificadas en la fauna acompañante, aquellas comerciales con mayor aporte son reineta (6,77 %) y caballa (4,15 %), en tanto, la representatividad de las otras especies conocidas comercialmente es baja (anchoveta, sierra, calamares, merluza de cola, merluza común y pampanito).



La estructura de talla de jurel para la zona de estudio presenta una distribución geográfica diferenciada, encontrando individuos de mayor talla en el sector sur. La estructura de talla presentó una moda en 24 cm la cual difiere de la baja presencia de ejemplares menores de 32 registrado entre 1991 y 1994, pero sí se corresponde con la distribución de tamaños de 1997, donde el porcentaje de ejemplares menores a 26 y 32 fue de 70,8 y 94,0 %. Lo anterior, indica un fuerte incremento del número de ejemplares pequeños durante 1998. Situación que se ha mantenido posterior al crucero de evaluación así como en el primer trimestre de 1999 (Barbieri *et al*, 1998, Barbieri, com pers.).

En este sentido, las condiciones oceanográficas muestran la presencia de aguas cálidas provenientes desde el oeste, cuya influencia fue detectada hasta el estrato de 100 m de profundidad. Situación que no fue observada durante los cruceros 1991, 1993 y 1994. La temperatura superficial fue significativamente menor respecto a 1997, donde las isotermas de 16 y 15 C° dominaron gran parte del área de estudio, restringiendo las temperaturas más frías a la región costera centro-sur, asemejándose más a la distribución térmica reportada durante 1992.

Respecto a la salinidad, los valores son comparativamente mayores (región noreste) a lo reseñado en los anteriores cruceros, manteniendo el patrón regular de gradientes costeros producto del aporte de aguas continentales (ríos Maule, Itata- BíoBío y Valdivia). Al igual que en 1992, la isohalina de 34,2 se mantuvo restringida al sector norte de los 35° LS, a diferencia de 1997 donde se registra una mayor prolongación hacia el sur hasta 37° LS, en tanto para 1993 y 1994 se restringe a la zona norte al no sobrepasar lo 33° LS.



Lo anterior, muestra que las condiciones ambientales presentes durante el desarrollo de un intenso evento "El Niño" en 1997, se encuentra en una etapa regresiva como se verificó en el mes de abril de 1998 (NOAA Climate Bull, 1998)., así como también lo muestran los resultados alcanzados en la zona durante el crucero de evaluación. En este sentido, considerando que las condiciones de 1997 habrían facilitado el acercamiento del jurel hacia la costa y que éstas no han desaparecido totalmente en el área, es posible entender la presencia del jurel juveniles en la zona de la pesquería.

La zona de estudio dentro de los 600 m de profundidad estuvo dominada por la presencia de tres masas de aguas; Aguas Subantárticas (ASAA); Aguas Ecuatoriales Subsuperficial (AESS), y Aguas Intermedias Antárticas (AIAA), las cuales han sido descritas por otros autores para la zona de estudio (Wyrcki 1964, Silva y Ramírez 1982; Osses y Blanco 1991). El análisis de los índices asociados a estas masas de agua respecto a 1997, muestran diferencias en los índices termohalinos (Núñez *et al* 1998), evidenciando la presencia de aguas más cálidas y salinas en el sector norte y centro del área de estudio en 1997.

Respecto a la zona donde se concentró el 99 % de la biomasa, un análisis a diferentes estratos de profundidad muestra una penetración hacia el sur de las AESS, que es consistente con la distribución de aguas pobres en oxígeno caracterizada por isoconcentraciones de 1 mn/l. En todos los cruceros, se ha observado la isahalina de 34,6 más al sur de Pta. Lavapie, verificándose en esta región un frente salino longitudinal que se explicaría por el hundimiento de las AESS en este sector, y que se corrobora por un gradiente longitudinal con valores de oxígeno mayores a 3 ml/l al oeste de Pta Lavapie. Esta situación es informada por Figueroa *et al*, 1994 y Núñez *et al*, 1997. Esto obedecería al patrón de circulación que sugiere el hundimiento de las



AESS al alcanzar el cañón del BíoBío, siguiendo las isobatas del cañón hacia el océano abierto, siendo lo anterior coherente con el teorema de conservación de la vorticidad potencial (Figueroa *et al*, 1994)

Al igual que en 1997, en el crucero se registró un alto número de estómagos sin contenido estomacal, lo cual ha sido observado en invierno de 1982, desde el Ecuador hasta la latitud 30° LS por sobre las 200 millas de la costa, registrando el 98 % de los estómagos sin contenido (Ermolovich y Gardina, 1987). El alto número de estómagos vacíos no se puede justificar por un efecto de replección al no existir antecedentes de ellos en los muestreos efectuados a bordo. Luego, el análisis del número de estómagos llenos por grupo de talla, muestra que en los ejemplares menores de 30 cm los porcentajes son bajos (8,0 y 19,2 %), mientras que para jureles entre 31 a 46 cm son de 62,5 a 86,2%. Esta situación es también observada durante 1997, sugiriendo la existencia de diferencias en la frecuencia de alimentación por tallas en el jurel.

Al igual que *Trachurus trachurus* del mar de norte (Dahl y Kirkegard, 1987) y *Trachurus capensis* del sur de Africa (Andronov, 1983 y 1985), se ratificó el espectro trófico reducido del jurel al registrar sólo 2 taxas importantes en la dieta de jurel. La selectividad y tamaño de las presas sobre las cuales actúa jurel, son similares a los observados para el recurso durante 1993, 1994 y 1997 y las variaciones que existen solo son atribuibles al tamaño de la muestra.

Los eufáusidos y peces linternas son la presa más importantes en la alimentación de jurel, seguido de la especie *V. lucetia*, dominando en número, peso y frecuencia de aparición. El número de presas total observada fue de 8, sin embargo, al igual que en 1993 y 1994 donde las presas alcanzan a 6 y 12, respectivamente, la importancia



relativa de cada una de ellas reduce el espectro a sólo 2, lo que confirma el carácter estenófagos de recurso.

La biomasa zooplanctónica fue bastante homogénea principalmente en la zona norte, observando este año y años anteriores en la zona de estudio, un incremento de la biomasa hacia el sector costero, manteniéndose el centro de mayor concentración en el tiempo y espacio, como también de las máximas abundancias zooplanctónicas, en las inmediaciones de Lebú. La biomasa zooplanctónica promedio por estación respecto a 1997, es extremadamente alta, producto de la fuerte presencia de salpas grandes que no fueron observadas con tal magnitud durante en invierno de 1997.

La densidad total de los grupos zooplanctónicos fue de 18.610.052, cifra que representa una baja de un 43,33 % respecto a lo evaluado durante similar período de 1997, sin embargo, en diez de los 18 grupos analizados se observa una mayor frecuencia de ocurrencia. En este sentido, la composición específica del zooplancton no mostró variación con lo reportado por Córdova *et al*, 1997 en el área y período de estudio. Serra *et al*, 1994, identificaron 18 grupos holoplanctónicos, de los cuales sólo dos no estuvieron presentes en 1998.

Los grupos más abundantes en orden de importancia fueron; copepodos, quetognatos, doliólidos, ostracados y eufáusidos, coincidiendo los tres primeros con las mayores abundancias indicadas por Cordova *et al*, 1997 y donde los eufáusidos ocuparon la cuarta posición. En relación a 1994, el orden de importancia en términos de abundancia numérica varia a, copépodos, eufáusidos, ostracodos, apendicularias, quetognatos, poliquetos, sinóforos y medusas, no reportando doliólidos.



En la zona de estudio y de manera similar a lo registrado en 1997, se reconoció un reducido número de taxas (18) respecto a las 32 y 34 identificadas entre los años 1992 y 1994. Esto reafirma el cambio relativo en la composición del zooplancton presente en la zona de estudio, durante el desarrollo del evento “ El Niño” durante 1997. Esta menor diversidad se expresa con bajos índices de uniformidad en las estaciones (98%), que muestran la presencia mayoritaria de un grupo en la densidad total. Este tipo de cambio en la disponibilidad de zooplancton (presas) también se ha registrado de manera habitual en la zona norte del país, durante la ocurrencia del fenómeno el “El Niño”.

En relación a los eufáusidos como ítem principal en la dieta de jurel, este año su importancia fue secundaria respecta a los peces linterna, sin embargo, la contribución a la abundancia numérica estuvo en el intervalo de lo registrado para los años 1992, 1993 1994 y 1997 (2,53; 2,93; 2,32; 2,56 %, respectivamente).

En relación a la profundidad, el jurel se sitúo en un rango menor que el observado en las evaluaciones de 1991, 1993 y 1994, mostrando su distribución batimétrica un aumento de las agregaciones en profundidad en el sector sur del área de estudio. En esta zona, a diferencia de lo registrado al norte de la latitud 38° LS, se observa un aumento de la capa de mezcla (50 a 60 m) y de la base de la termoclina (70 a 80 m), siendo coherente con lo observado durante 1997.

La cartografía de mapas para los cuatro estratos de profundidad (1-50 ; 51-100 m; 101-150 m; y 151 200 m), muestra la presencia permanente del recurso desde la superficie hasta los 150 m de profundidad, concentrándose las altas densidades hasta 100 m. Asimismo, los resultados muestra la agregación del jurel en área pequeñas y



de alta densidad, siendo concordante los resultados de otros índices de agregación espacial.

El análisis desde un enfoque espacial, en general muestra índices de asociación bajos y cercanos los registrados durante similar período en 1997. Los índices de Cramer's estimados alcanzan un valor máximo de 0,3, determinando asociaciones bajas o regulares para la distribución del recurso y la temperatura (0,16 y 0,20), salinidad (0,28 y 0,27), oxígeno (0,25), densidad (0,27 y 0,28), clorofila integrada (0,21 y 0,24) y eufáusidos (0,30 y 0,27). De acuerdo a los resultados, existen diferencias con lo reportado por Quiñones *et al*, 1995, en cuanto a una distribución del jurel en rangos más amplios de temperatura y densidad en 1998, lo cual se explicaría por las características presentes en la zona (etapa regresiva de evento "El Niño), pero si coincide con este autor, en cuanto a la permanencia del recurso por períodos cortos en aguas con bajo contenido de oxígeno.

Respecto a los eufáusidos como item importante en la dieta de jurel, los índices de Cramer's fueron regulares y significativos en el norte (50m) y sur (0 – 50m), con valores de 0,3, 0,27 y 0,28, respectivamente, superando lo registrado en 1997. Sin embargo, se debe tener presente que la correlación puede llegar a ser negativa, si el muestreo es efectuado cuando el predador (jurel) ha agotado su presa en un área determinada (Quiñones *et al*, 1995)

El enfoque multivariado de las variables, señala que la salinidad, temperatura y en menor medida la clorofila integrada, se relacionan con la densidad de jurel entre la superficie y los 50 metros de profundidad, al presentar comunalidades significativas.



En este sentido, se ajustó un modelo de regresión múltiple cuyos parámetros fueron ; intercepto = -1,24; clorofila integrada = 77,22; y gradiente salino = -1,07. Este modelo se ajustó con un valor de $R^2 = 0,6$, probándose la existencia de regresión a un 95%, al obtener $p = 0,0159$

El análisis por separado del estrato superficial (0–50 m) e intermedio (51-100 m), permitió ajustar modelos regresivos múltiples con valores de $R^2 = 0,73$ y $R^2 = 0,436$, y valores probabilísticos $p = 0,0045$ y $p = 0,0224$, respectivamente.

A diferencia de lo reportado en 1993 (Serra *et al*, 1994b) y 1994 (Quiñones *et al*, 1995), en este cruce se encontró una relación funcional entre la densidad de jurel y las variables oceanográficas de salinidad y clorofila integrada. Esto fue posible, al ubicarse el recurso de preferencia en el sector sur, en un área con características claramente diferentes al resto de la zona de estudio. Además, el alto número de ejemplares pequeños presentes en la zona, respecto a lo observado durante en período 1993–1994, pudiera ser una característica importante en el ajuste logrado.





7. CONCLUSIONES

7.1 Acústica

- 7.1.1 La estrategia de muestreo de tipo “adaptativo” en el espacio y tiempo fue apropiada, al evaluar la disponibilidad de jurel presente en el área de estudio y no registrar la distribución, una tendencia que sugiera que alguna fracción importante de la población estuvo fuera del área prospectada.
- 7.1.2 La biomasa de jurel para la zona comprendida entre Los Vilos (32° 40'LS) a sur de Corral (40° 20'LS) y desde 5 y 200 millas de la costa fue de 3.200.000 t, con un coeficiente de variación (CV) de 7,57.
- 7.1.3 El método geoestadístico (Petitgas, 1991) fue el más eficiente en cuanto a la precisión y su biomasa presentó una variación de 3,1 % en relación al estimado en el método de Estratos Agrupados (Volter, 1985).
- 7.1.4 La abundancia numérica total alcanzó a 23.683.909.816 individuos, agrupando bajo la talla mínima legal (26 cm) el 88,1 % en número y un 74,86 % en peso.
- 7.1.5 El 30,6 y 68,4 % de la biomasa se situó entre Talcahuano e isla Mocha (38° 20'LS) y Pto Saavedra (38° 27'LS) a sur de Corral (40° 20'LS).
- 7.1.6 Los focos de abundancia fueron de áreas pequeñas (6 –70 mn²) y en ellos se concentró un total de 119.182 t, con densidades mínimas y máximas de 136,88 y 119,48 t/mn²; valores superiores a lo registrado en las zonas de abundancia en 1997.



- 7.1.7 La distancia promedio entre cardúmenes en los focos de abundancia fue de 385,7 m, con una densidad media por cardumen de 278,9 t/mn² :estos indicadores son más altos que lo detectado durante el año 1997.
- 7.1.8 El número de cardúmenes por intervalo básico de muestreo (IBM) fue de 6, apreciando una disminución (8) respecto a 1997 y una tendencia a aproximarse a los valores registrados entre 1991 y 1994 (3 a 6 cardúmenes por IBM).
- 7.1.9 El índice de cobertura y densidad fueron de 19,8 % y 187,37 t/mn² para la zona de estudio, indicando un mayor grado de agregación en el jurel comparado con 1997, donde los índices fueron de 35,0 % y 119,42 t/mn² , respectivamente.
- 7.1.10 La distribución espacial de jurel no presenta grandes diferencias con las de los años 1991 y 1993, al coincidir en general los sectores donde se concentró el jurel.
- 7.1.11 El jurel se localizó entre los 10 a 170 en la zona norte, desde 10 a 180 m en el sector centro y entre 10 a 200 m en el sector sur. Existiendo la tendencia a profundizarse el recurso en el extremo sur. En general el recurso presentó una distribución batimétrica mayor que la observada en 1997, lo cual determinó que durante el día el 42,3 % de las agregaciones estuvieron accesibles al arte de pesca de cerco, al ubicarse entre la superficie y los 80 m de profundidad.



7.2 Pesca

- 7.2.1 El 76,5 % de la captura correspondió a jurel, en tanto el 23,5 % lo constituyó la fauna acompañante. El aporte de jurel a la captura total se encuentra dentro de lo observado en las anteriores evaluaciones efectuadas en la zona, entre 1991 y 1997.
- 7.2.2 El mayor aporte en la fauna acompañante correspondió a las especies; *Lepidupos australis* (6,7%), *Vinciquerre lucetia* y *Lamapanytus* sp. (6,5%) *Scomber japonicus* (4,1%), *Engraulis ringens* (2,2%), *Cibiceps caruleus* (1,9%) *Benthoosema* sp (0,7%) *Thyrsites atun* (0,5%) *Loligo gahi* (0,3%), *Macruronus magallenicus* (0,09%) *Merluccius gayi* (0,04%) *Tromateus Stellotus* (0,02%) y *Scopelosarus hubbsy* (0,001%).
- 7.2.3 El 84,7% % de los ejemplares de jurel capturados estuvieron bajo la talla mínima legal (26 cm), incrementándose el número de individuos pequeños respecto a lo observado en 1997 (70,8 %).
- 7.2.4 El intervalo de talla 21 a 26 cm concentró el 82,5 % de los ejemplares, una segunda agrupación se centró en 39 y 42 cm con sólo el 1,6% del total. Ejemplares bajo 17 cm no se capturaron y sobre los 36 cm, solo fue incidental, lo que difiere con 1997, donde se detectó un 8,5 % entre 12 a 18 cm y un 5,3 % sobre 41 cm.
- 7.2.5 Existen diferencias significativas entre las distribuciones de talla al norte, centro y sur, determinando diferencias de tamaño en la distribución geográfica y una agrupación de los ejemplares mayores entre Pto. Saavedra y sur de Corral.



7.2.6 Al igual que en 1997, las relaciones longitud peso entre machos y hembras no fueron significativamente distintas, lo que permite el uso de una relación general (machos y hembras) para determinar la constante de ecointegración.

7.2.7 La proporción de machos (57,4%) y hembras (42,6%) fue similar a lo registrado durante 1997, lo cual es consistente con lo observado en las capturas de las embarcaciones cerqueras de la VIII Región.

7.3 Sección trofodinámica

7.3.1 El espectro de presas de *T. s. murphyi* en la zona centro-sur de Chile para la época de estudio estaba compuesto casi exclusivamente por peces linternas y eufáusidos, confirmándose el carácter estenófago de *T. s. murphyi* en esta zona.

7.3.2 Las presas de mayor importancia en jurel fueron los peces linternas y eufáusidos, ya sea por grupo de tamaño o posición.

7.3.3 En cuanto a similitud trófica de esta especie se distinguieron dos agrupaciones en el rango de talla, una con los mayores de 31 cm y la otra con los pequeños. Respecto a su posición, se encontraron tres agrupaciones en el sector sur, norte y oeste de la zona de estudio.

7.3.4 La selectividad de jurel es alta para eufáusidos en los lances más costeros, siendo baja en los más oceánicos.



- 7.3.5 El ítem más consumido por jurel fue los peces linternas (89,0% del Q/B total) y los eufáusidos (4,60% del Q/B total), aportando ambos el 95 % a la dieta del recurso.
- 7.3.6 Los copépodos siempre se presentan con bajos índices de selectividad de Chesson debido a su alta abundancia.

7.4 Sección Oceanografía

- 7.4.1 La distribución horizontal superficial de la temperatura reveló la incursión de aguas cálidas (>15 °C) por el sector norte y oeste del área de estudio, situación informada para 1997 (año El Niño). No obstante las temperaturas superficiales detectadas en este crucero fueron menores a las reportadas para 1997 y fueron casi 1,5 °C mayores a las reportadas para los cruceros de 1993 y 1994.
- 7.4.2 La distribución superficial de salinidad presentó valores comparativamente mayores (al menos en la región noreste) a lo reseñado para cruceros anteriores; no obstante, mantiene un patrón regular en relación a los gradientes costeros producto del aporte de aguas continentales principalmente de los ríos Maule, Itata-BíoBío y Valdivia.
- 7.4.3 El análisis de los perfiles verticales y de las secciones oceanográficas reveló termoclinas bien definidas en prácticamente toda el área de estudio, situándose entre los 40 y 110 m de profundidad, aunque se detectó gradientes térmicos menos intensos hacia la región norte del estudio. Asimismo, se observó una capa de mezcla levemente mayor (en casi 20 m) hacia la región sur, la que



alcanzó (en promedio) los 65 m de profundidad. A diferencia de la temperatura, la salinidad mostró gradientes verticales extensos en todas las transectas realizadas, con haloclinas débiles situadas entre los 70 y 200 m de profundidad.

- 7.4.4 Aunque no fue tan claro como lo informado para 1997, se constató una intrusión de aguas cálidas asociadas al noroccidental del área de estudio, involucrando una profundización del estrato base de la termoclina hacia el sector oceánico, alcanzando valores máximos de 110 m. En el sector más costero la base de la termoclina se ubicó a profundidades menores a los 40 m.
- 7.4.5 El análisis de los diagramas TS indicó que, en general, el área de estudio presentó tres masas de agua: ASAA, AESS y AIA.
- 7.4.6 Los rangos de concentración de clorofila-a en el área de estudio fueron bajos ($< 2,5 \mu\text{g/l}$), pero consistentes con la región y período (invernal) de estudio. En general, las concentraciones detectadas aquí fueron más parecidas a los resultados del año 1992 y 1993 que al crucero realizado en el invierno de 1994, pero mayores a las descritas para 1997 (año El Niño).
- 7.4.7 El sector norte del área de estudio presentó concentraciones mayores de clorofila-a, detectándose un núcleo de mayores concentraciones entre los 34 y 35 °S y entre las 50 y 100 mn desde la costa. Además, fueron detectados otros tres núcleos de concentraciones más altas ($> 1,2 \text{ mg/m}^3$) asociados a áreas con gran aporte fluvial. En general, el sector oceánico ($> 130 \text{ mn}$) y la mayor parte del sector sur (al sur de los 36°S) presentó valores muy bajos de clorofila-a ($< 0,6 \text{ mg/m}^3$).



- 7.4.8 La distribución horizontal a diferentes estratos de profundidad (especialmente a 100 y 200 m) y el análisis de secciones horizontales de las variables medidas en este trabajo, sugieren una circulación muy costera de las AEES fluyendo hacia el sur, desviándose hacia el suroeste en los 37°S, hecho presumiblemente asociado a la tendencia a seguir la batimetría en el cañón del río Bío-bío.
- 7.4.9 Al igual que lo reseñado en el año 1994, se observa la existencia de una zona frontal de sentido noroeste de salinidad y oxígeno disuelto en el corte de 200 m de profundidad, la que se verificó entre los 37-38°S, presumiblemente debido a un hundimiento de las AEES por efecto batimétrico del cañón del río Bío-bío.
- 7.4.10 En este estudio no fueron detectadas inversiones de temperatura importantes (>1°C); no obstante existieron inversiones térmicas con la profundidad pero de muy pequeña magnitud y en muy escaso número.

7.5 Plancton

- 7.5.1 El análisis cuali y cuantitativo de los grupos zooplanctónicos provenientes de las colectas realizadas con redes de 300 y 500 micras, no mostró diferencias numéricas significativas entre una y otra.
- 7.5.2 Se identificaron en total 18 grupos zooplanctónicos, reuniendo una densidad global de 18.610.052 individuos/1.000 m³.



- 7.5.3 El grupo dominante en términos numéricos fueron los copépodos (76,06%), seguido de quetognatos (7,64%), doliólidos (3,72%), ostrácodos (2,86%) y eufáusidos (2,18%).
- 7.5.4 En la zona norte los grupos que concentraron sus máximos valores fueron los copépodos, quetognatos, ostrácodos, larvas de decápodos y pterópodos. En la zona centro predominaron los eufáusidos, doliólidos y sifonóforos, en tanto que en la zona sur lo hicieron las apendicularias, radiolarios, larvas de cifonautas, poliquetos, medusas y salpas.
- 7.5.5 Los doliólidos y sifonóforos fueron los únicos que exhibieron las máximas densidades a las 100 mn. El mayor porcentaje de los grupos demostró los mayores niveles numéricos en la zona costera, a las 10 mn.
- 7.5.6 Un mínimo porcentaje de las estaciones (8%) mostró una mayor uniformidad, con valores superiores a 0,5; determinándose en el 92% de las estaciones una mayor dominancia, debida a la gran densidad exhibida por el grupo de los copépodos.
- 7.5.7 En la zona se observó una mínima diversidad de especies, obteniéndose en la mayoría de las estaciones similares elementos y similares proporciones entre ellos, encontrándose que al nivel del 87,9% la diversidad específica fue similar en todas las estaciones analizadas.
- 7.5.8 Los copépodos y quetognatos mostraron el mayor porcentaje de coexistencia en las estaciones, alcanzando a un 86,8%.



7.5.9 Los valores más altos de la biomasa zooplanctónica estuvieron focalizados en la zona costera , entre Constitución y Pta. Rocura (38° 30'LS)

7.6 Asociaciones

7.6.1 En el área de estudio el 33,16% de los intervalos básicos con presencia de jurel se presentaban entre la superficie y los 50 m de profundidad; el 32,78% se encontraba entre los 51 y 100 m; el 27,89% entre los 101 y 150 m, y sólo el 6,17% en profundidades superiores a los 150 m.

7.6.2 En el área de concentración del jurel:

- En el plano **superficial** el jurel se distribuye en aguas con una temperatura de 12,29 a 16,16°C y una media de 14,75°C, con una salinidad de 33,20 a 34,47 psu con una media de 34,06 psu, con niveles de oxígeno de 2,29 a 6,57 ml/l con una media de 5,07ml/l y una densidad de 24,71 a 25,98 sigma-t con una media de 25,30 sigma-t.
- En el plano de **50 m** el jurel se distribuye en aguas con una temperatura de 11,61 a 15,61°C y una media de 14,35°C, con una salinidad de 33,62 a 34,68 psu con una media de 34,16 psu, con niveles de oxígeno de 1,91 a 6,59 ml/l con una media de 4,70 ml/l y una densidad de 25,01 a 26,37 sigma-t con una media de 25,46 sigma-t.
- En el plano de **100 m** el jurel se distribuye en aguas con una temperatura de 10,34 a 13,97°C y una media de 11,87°C, con una salinidad de 33,92 a 34,83 psu con una media de 34,24 psu, con niveles de oxígeno de 0,81 a 6,27 ml/l con una



media de 3,62 ml/l y una densidad de 25,59 a 26,44 sigma-t con una media de 26,04 sigma-t.

- En el plano de **150 m** el jurel se distribuye en aguas con una temperatura de 9,61 a 12,29°C y una media de 11,03°C, con una salinidad de 33,15 a 34,79 psu con una media de 34,50 psu, con niveles de oxígeno de 0,36 a 1,13 ml/l con una media de 2,67ml/l y una densidad de 26,06 a 26,58 sigma-t con una media de 26,34 sigma-t.
- El jurel se distribuye en aguas con clorofila integrada de 13,34 a 99,07 mg/m² y una media de 35,91 mg/m².
- El jurel se distribuye en aguas con los eufáusidos de 0 a 46.895 ind/1000m³ y una media de 5.213 ind/1000m³.

7.6.3 Las asociaciones entre la distribución del jurel y las variables bio-ambientales son bajas pero significativas con la temperatura, salinidad, densidad en sigma-t y los esufáusidos en el sector sur en el plano superficial. Asimismo la salinidad, la clorofila integrada y los esufáusidos en el sector sur, en el plano de los 50 m.

7.6.4 Un modelo ajustado indica la dependencia moderada entre la densidad del jurel en el área de concentración del recurso y la clorofila integrada y los gradientes de salinidad. Al tomar en cuenta sólo el plano de 50 m el modelo considera como variables bioceanográficas la clorofila integrada y el gradiente de temperatura.



8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andronov, V. N., 1983. Feeding of Cape horse mackerel (*trachurus trachurus capensis*) and cape hake (*merluccius capensis*) off Namibia in January 1982. ICSEAF Coll. Scient. Pap. Int. Comm. SE Atl. Fish: 10(1): 1-6
- Andronov, V. N., 1985. Feeding of Cape horse mackerel (*trachurus trachurus capensis*) Castelnau, in the Namibia area. ICSEAF Coll. Scient. Pap. Int. Comm. SE Atl. Fish: 12(1): 1-16
- Andrianov, D. P. 1987: Sobre la biología reproductiva del jurel peruano. En Biología y pesca comercial del jurel en el pacífico sur. Instituto de Investigación Pesquera
- Arancibia, H. L. Miranda, S. Núñez, G. Vasquez y E. Yañez. 1995. Determinaciones de las relaciones tróficas en el recurso jurel. En: Arancibia H. L. Vilugrón y D. Arcos (Eds.) Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro sur, V a IX Regiones, Informe Final, Proyecto FIP 018-93. Organismo ejecutor: Instituto de Investigación Pesquera VIII Región S.A.
- Aranis, A y J. C. Mendieta, 1986. Manual de muestreo biológico. Documento técnico interno. Inst. Fom. Pesq.. Santiago, Chile. 23 p., anexos.
- Arcos, D. F. 1975. Copépodos Calanoídeos de la Bahía de Concepción, Chile. Conocimiento sistemático y variación estacional. Gayana Zool. 32:1 - 31.



- Arcos, D. y M. Salamanca. 1984. Productividad primaria y condiciones oceanográficas superficiales en el Pacífico Sudoriental. Latitudes 32-38°S. *Biología Pesquera*, 13: 5-14.
- Arcos, D. F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph. D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Andrianov D. P., 1987. Sobre la biología reproductiva del jurel peruano. In: *Biología y pesca comercial del jurel en el pacifico del sur*. D. Arcos & A. Grechina (De), Instituto de Investigaciones Pesquera, Talcahuano, Chile: 25-35.
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez y N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe CORFO. Ins. Fom. Pesq. Chile (AP 79 - 40).
- Barange, M., and I. Hampton, 1994. Influence of trawling on in situ estimates of cape horse mackerel (*Trachurus Trachurus capensis*) target strength. *ICES, J. Mar. Sci.*, 51: 121-126.
- Barange, M., I. Hampton and M. A. Soule, 1995. Empirical determination of in situ target strengths of three loosely-aggregated pelagic fish species. In press, Aberdeen, Gran Bretaña, 20 pp.
- Barbieri, M. A. 1981. Variabilité des données acoustiques utilisées dans l' evaluation des biomasses halieutiques par echo-Integration. Thesis doctorat 3eme cycle. Univ. Bretagne Occidentale, Brest (Francia), 197 pp.



- Barbieri, M. A. y J. Córdova. 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: La pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. pp.: 249-259.
- Barbieri, M. A., J. Córdova, S. Lillo, J. Castillo, G. Bohm, J. L. Blanco, E. Yáñez, V. Catasti, H. Robotham, H Arancibia, O. Guzmán y F. Gerlotto. 1996. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona centro-sur (fase crucero metodológico). Informe de avance al FIP. IFOP, Chile. 52 p + anexos y figs.
- Barbieri; M. A.; J. Cordova, V. Correa, S. Lillo, B. Leiva, M. Espejos M. Rojas. H: Peña, A. Grenchina, S. Nuñez, A. Sepulveda, L: Miranda, H. Rebolledoy C. Cuevas. 1998. Análisis de la estructura del stock de jurel fuera de las aguas jurisdiccionales. Instituto de Fomento Pesquero y Instituto de Investigaciones Pesqueras. 121 p + anexo tablas y figs.
- Barnes, R. 1986. Zoología de los invertebrados. México, D.F., Interamericana. 1.157 p.
- Bloom, S. A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5:125-128.
- Boltovskoy, 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina
- Bougis 1974, P. 1974. Ecologie du plancton marin. II. Le zooplancton. 200 p.



- Braun, M. 1992. Programa básico de monitoreo de marea roja en la XII región. Informe Técnico, Inst. Fom. Pes. 88 pp. + Anexos.
- Braun, M. J. L. Blanco y J. Osses. 1993. Investigación Monitoreo de la marea roja en la XII región. Inf. Técnico, IFOP.
- Brylinski, J. M. 1986. Méthode de detection des gradients fuanistique les courbes FCT. Repartition du zooplancton au large du Cap Griz-Nez (france). Oceanol. Acta. 9 (4):457-467.
- Bodenheimer, F. 1955. Précis d'ecologie animale. Payot, Paris. 235p.
- Bodholt, H. 1991. Fish density derived from echo-integration and in situ target strength measurements,. ICES C.M. 1990/B:11
- Cárdenas, E. G. 1986. Observaciones sobre la composición del zooplancton en ensenada baja entre 1984 y 1985 e Isla Carmen entre agosto y diciembre de 1985. Informational Brief 20. Introduc. into Aysén of Pac. Salmon, Jica, SERNAP, 17 pp.
- 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., 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.
- Céspedes, R., L. Adasme; H. Reyes; M. Braun; E. Figueroa; V. Valenzuela; V. Ojeda y R. Roa. 1996. Identificación de Areas de Reclutamiento de Merluza del Sur, en la Zona Sur Austral. Informe Final FIP 93-20, Abril 1996 145pp + Tablas y Figuras.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure- Australian Journal of ecology, 18, 117-143.
- 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., M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M Rojas. 1995. Evaluación Hidroacustica de jurel . En : Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (219p).
- Córdova, J., M. A. Barbieri, S. Lillo, 1998. Evaluación Hidroacustica de jurel . En : Evaluación hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero , Santiago, Chile. (161p)+ anexo figs.



- Comejo, M. H. 1991: Causas posibles de las agregaciones de jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*), Nicols): Disponibilidad de alimento. Tesis de Magister en: Ciencias (mención Oceanografía). Universidad de Concepción, 108 pp.
- Chesson, J. 1978. Measuring preference in selective predation. *Ecology*, 59(2):211-215
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Inf. Inst. Mar Perú (Callao)*, 44: 387 pp.
- Dahl, K. y E. Kirkegaard. 1987. The diet and consumption of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Eastern North Sea, august 1986. ICES C.M. 1987/H:43.
- Diana, J. S. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Can. J. Zool.* 57:2121-2127.
- Eastman, J.R. 1995. IDRISI for Windows. User's Guide Version 1.0. Clark University Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. 239p.
- Elizarov, A., A. Grechina, B. Kotenev y A. Kuzetsov. 1993. Peruvian Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the open waters of the South Pacific. *Jor. Ichthyol.* 33(3):86-104.
- Ermolovich C. I. and L. G. Gardina, 1987. Alimentación del jurel. In: *Biología y pesca comercial del jurel en el pacífico del sur*. D. Arcos & A. Grechina (De), Instituto de Investigaciones Pesquera, Talcahuano, Chile: 55-60.



- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Pacífico Sur. *Voprosy Ichthyologii*, 27(2):264-273.
- Figueroa, D., M. Sobarzo, L. Soto y P. Davila, 1994. Oceanografía física. En: Informe final proyecto "Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX regiones. FIP, 221p
- Foote, K. 1986. Maintaining precision calibrations with optimal cooper spheres. *Journal of the Acoustical Society of America*.
- Foote, K. and J. Rivoirard 1992. Geostastical analysis of acoustic survey data on = group herring in Fjord. *IVES. C. M. 1992/ D: 10. 14 p.*
- Foote, K., H. Knudsen and G. Vestnes. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. *Internacional Council for the Exploration of the sea. Copenhagen. Denmark. 70 p.*
- Frontier, S. 1966. Zooplankton de la región de Nosy-Bé I) Programa des recottes et techniques d'etude. II) Plancton de surface aux stations 5 et 10. *Cah Orstom (océanogr.)*, 4(3):3-37.
- Guajarati, D. 1981. *Econometría*. Ed. Mc Graw-Hill. 293-298 p
- Grechina, A. 1992. Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en alta mar del Pacífico Sur. H. Arancibia y L. Cubillos (Eds). *Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP)*, Talcahuano, Vol. 1, Núm. 2:47 pp. + 21 figs.



- 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'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hirakawa, K. 1984. Seasonal distributions of zooplankton in the surface waters of Aysen Fiord, Southern Chile. *Introducción into Aysen Chile of Pacific Salmon, Informational Brief*, 9.
- 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.
- Hays, W.L. 1994. *Statistics (Fifth Edition)*. New York: Harcourt Brace.
- Holden, M. y D. Raitt. 1975. *Manual de ciencia pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Doc. Tec. FAO sobre pesca . 115: 221 p.
- Hulley, P. A. 1984. *Mictophidae*. In *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*. Vol 1
- Hunter, J. R. 1971. Sustained speed of Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus*. *Fis Bull.* 69(2): 267-271.



- Hynes, H. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitus*)
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish.Biol., 17:411-429.
- IFOP. 1993. Estimación de la biomasa del recurso jurel en la zona centro-sur de Chile. Capítulos III y IV. Crucero primavera 1992. Informe IFOP, 380 pp.
- 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
- Konchina, Y. 1980. The Peruvian jack mackerel *Trachurus symmetricus murphyi*, a facultative predator in the coastal upwelling ecosystem. J. Ichthyol. 20(5):46-59.
- Konchina, Y. 1983. The feeding niche of the hake *Merluccius gayi* (Merlucciidae), and the jack mackerel, *Trachurus symmetricus* (Carangidae) in the Trophic System of the Peruvian Coastal Upwelling. J. Ichthyol. 23(2):87-98.
- Krefst, G: 1984. Nodosudidae. Pag 421-425
- LaFond, E. 1951. Processing Oceanographic Data. U. S: Navy Hydrographic Office, H. O. Publication N° 614: 114 pp.



- Lillo, S y A. Paillaman. 1995. Evaluación directa de merluza común. En .Evaluación hidroacústica de la merluza común. Sección 1. En : Evaluación hidroacústica del stock de merluza común explotado en la zona centro sur. Informe final. FIP-IFOP.
- Livingston, P. A., D. A. Dwyer, D. L. Wencker, M. S. Yang y G. M. Lang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. Inst. North. Pacific Fish. Comm. Bull., 47:49-65.
- Love, R. H.. 1977. Target strength of an individual fish at any aspect. J.Acoust. Soc. Am., 62, 1397-1403.
- MacLennan, D. and J. Simmonds. 1992. Fisheries acoustics. Chapman Hall, London: 325 pp.
- Macpherson, E. 1985. Efecto de la predación de *Lophius upsicephalus* sobre la población de *Merluccius capensis*. ICSEAF Coll. sci. Pap. int. Comm. SE Atl. Fish.:155-162.
- Mehl, S. y T. Westgard. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (*Scomber japonicus*). ICES C.M./H:33, Pelagic Fish. Comm., 11 pp.
- Massé J. and N. Retière. 1995. Effect of number of transects and identification hauls on acoustic biomass estimates under mixed species conditions. Aquat Living Resours., 8, 195-199.
- Microimages. 1997. TNTmips- The map & Image Processing system.



- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625 - 629.
- Miranda, L., C. Cuevas y H. Rebolledo. 1998. Capítulo: Trofodinámica. *En: Proyecto FIP 96-13. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX.* 161 pp + anexos.
- Newell, G.E. y R.C. Newell. 1966. *Marine plankton a practical guide.* Hutchinson Educational, University of London. 221 pp.
- Navarro, R. 1984. Programa computacional para el análisis numérico de comunidades: Diversidad y sobre posición. *Medio ambiente*, 7(1): 82-87
- NOAA. 1998. *Climate Diagnostics Bulletin.* Climate Prediction Center. N° 98/6. 80 pp.
- NODC. 1991. *National oceanographic data center, user guide.* *En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.*
- Núñez, S. L. Cubillos., D. Arcos., A. Urrutia., V. Troncoso., F. Véjar., M. Iandaeta., R. Quiñonez., A. Pacheco., H. Muñoz y M. Braun. 1997. Informe Final Proyecto FIP "Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región. 226 pp + anexos.
- Núñez, S. J. Ortiz y D. Arcos. 1998. Capítulo: Oceanografía física y química. *En: Proyecto FIP 96-13. Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX.* 161 pp + anexos.



- Osses, J. y J. L. Blanco. 1991. Condiciones oceanográficas en la zona centro sur de Chile, durante julio de 1991. Crucero INDUSUR 9102. *En*: Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Programa investigaciones pesqueras de recursos pelágicos - zona centro sur.
- Osses, J., V. Ortiz y C. Barrera. 1994. Capítulo: Oceanografía química. *En*: Proyecto "Evaluación hidroacústica del recurso jurel en las regiones V a IX". 219 pp + anexos
- Palma, S. y K. 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 172 pp. Pergamon Press.
- Petitgas, P. 1991. Contributions géostatistiques a la biologie des peche maritimes. These de doctorat., Centre de Géostatistique, 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 géostatistique pour IBM-PC effectuant l'analyse structurale et les calculs de variance d'estimation es quantites totales pour des donnees géographiquement correlees. ICES C.M. 1993/D:65.



- Pinkas, L., M. S. Oliphant y L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. Fish. Bull. Calif. 152:105 pp.
- Pond, S. y G. L. Pickard. 1983. Introductory Dynamic Oceanography. Pergamon Press, 241 p.
- Quiñones, R., H. Muñoz, R. Serra, S. Núñez, J. Córdova y D. Figueroa. (Eds.). 1995. Informe Final. Evaluación Hidroacústica de jurel en la zona centro-sur, V a IX Regiones. Instituto de Fomento Pesquero Instituto de Investigación Pesquera. Sección trofodinámica. 221p +285 figuras.
- Robertson, A. 1979. An improved apparatus for determining plankton volume. Fish. Bull. S. Africa (6): 23-36.
- 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.
- Saiz, F. 1980. Experiencia en el uso de criterios de similitud en el estudio de comunidades. Arch. Biol. Med. Exp., 13:387-402.
- Serra, R. 1976. Escalas de madurez sexual para Sardina Española (*Sardinops sagax musica*, Girard) y Jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*, Nichols). Invest. Pesq. Inst. Fom. Pesq. 24: 20 pp.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.



- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y H. Robotham. 1994. Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Informe Final. Inst. Fom. Pesq. pág. 60 - 72.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones & M. Sobarzo. 1994a. Informe Final. Programa para la evaluación del recurso jurel e investigación asociada. Años 1991-1992. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. ASIPES: 110 pp. + 149 figs.
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, M.A. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones & H. Robotham. 1994b. Informe Final. Proyecto Evaluación directa del stock de jurel en la zona centro-sur. Instituto de Fomento Pesquero - Instituto de Investigación Pesquera. Fondo de Investigación Pesquera. 148 p. + 128 figuras.
- SIMRAD, 1991. SIMRAD EK-500 Scientific echosounder. Operation. P217E.0. 15p. manual
- Silva S. Y B. Ramírez. 1982. Condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas en 1981: Zona Arica – Coquimbo. Los Vilos – Chiloé. Estu. Doc. Univ. Católica Valparaíso, 28- 1/82: 212 pp.
- Smith, P.E. y S.L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO. Doc. Téc. Pesca (175):107 p.



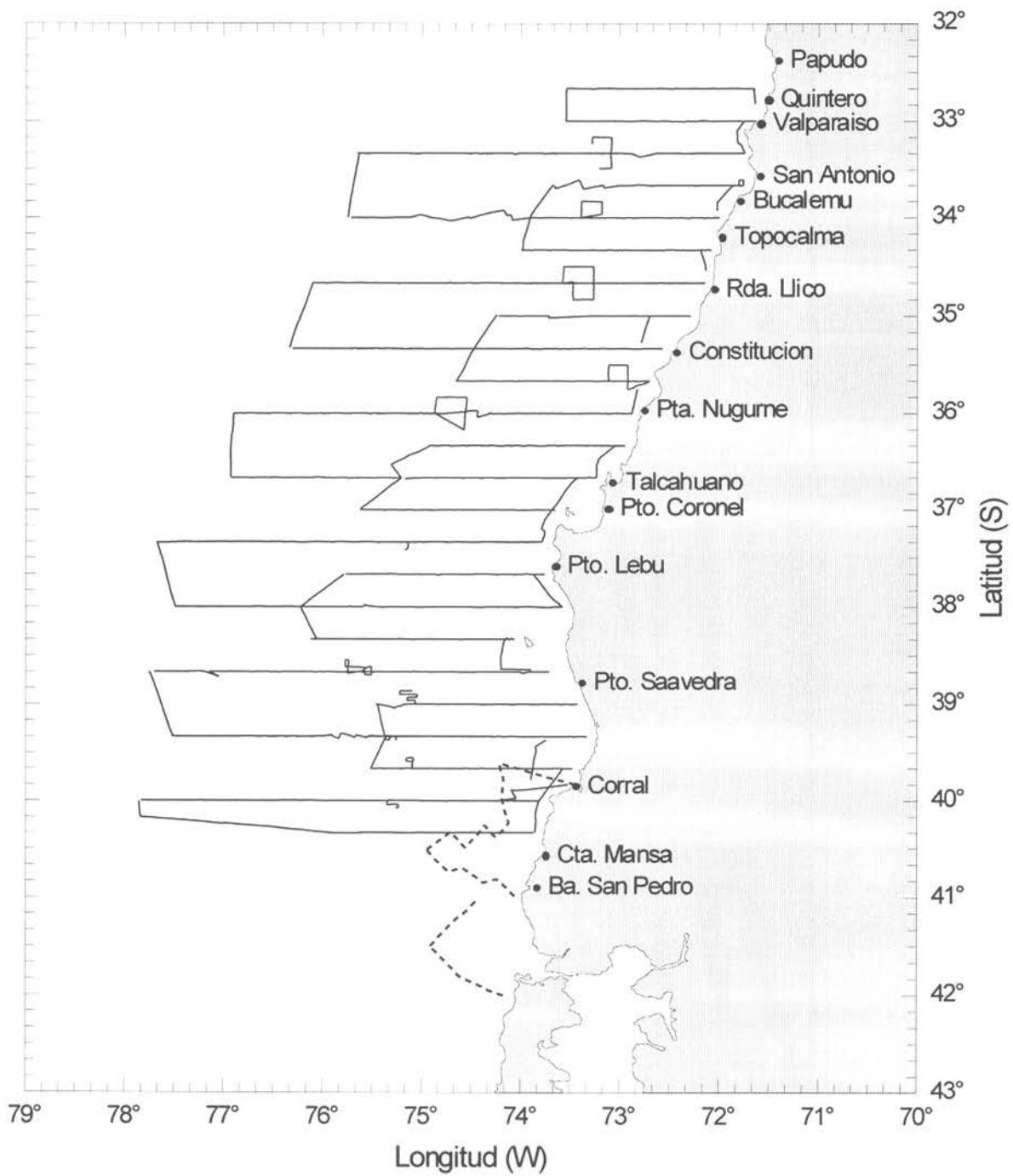
- Sneath, P. Y R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy . The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San francisco. 573 pp
- Torres, A., O. Guzmán y J. Castillo. 1984. La vejiga gaseosa como órgano resonante y su influencia en la intensidad sónica. Invest. Pesq. (Chile) 31: Instituto de Fomento Pesquero, Santiago: 81 - 88.
- 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.
- Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders 7:85-98.
- Vidal, J. 1968. Copépodos Calanoídoes epipelágicos de la expedición Marchile II, Gayana Zool., 15:1 - 98.
- Volter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428 pp.
- Vorobyov V. M., A. V. Ivanov 1981. Target strength measurements of the single fish during the acho survey. Meeting on Hydroacoustical methods for the estimations of marine fish populations, Cambridge, Mass. U.S.A., 25-29 June 1979, J. R. Suomala ed.



- Wyrski, K. 1967. Circulation and water masses in the equatorial Pacific Ocean. Int. J. Oceanol. And Limnol. Vol 1(2).
- Worobec, M. N. 1984. Field estimation of the daily ration of winter flounder, *Pseudopleuronectes platessa* (Walbaum) in a southern New England pond. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 77:183-196.
- Yáñez E., V. Catasti, M. A. Barbieri, G. Böhm. 1996. Relaciones entre la distribución de recursos pelágicos pequeños y la temperatura superficial del mar registrada con satélites NOAA en la zona Central de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 24: 107-122.
- Yashnov, U. A. 1959. A new model of volume meter for rapid and precise plankton evaluation under field conditions. Zoologic. Chesku, Zhurnal (moscow) 38:1741-1744.
- Zar, J. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice- Hall Inc.. New Jersey. 718 p.



FIGURAS



— Zona de evaluación - - - - Track de exploración

Figura 1. Distribución de las transectas. Crucero 9806.

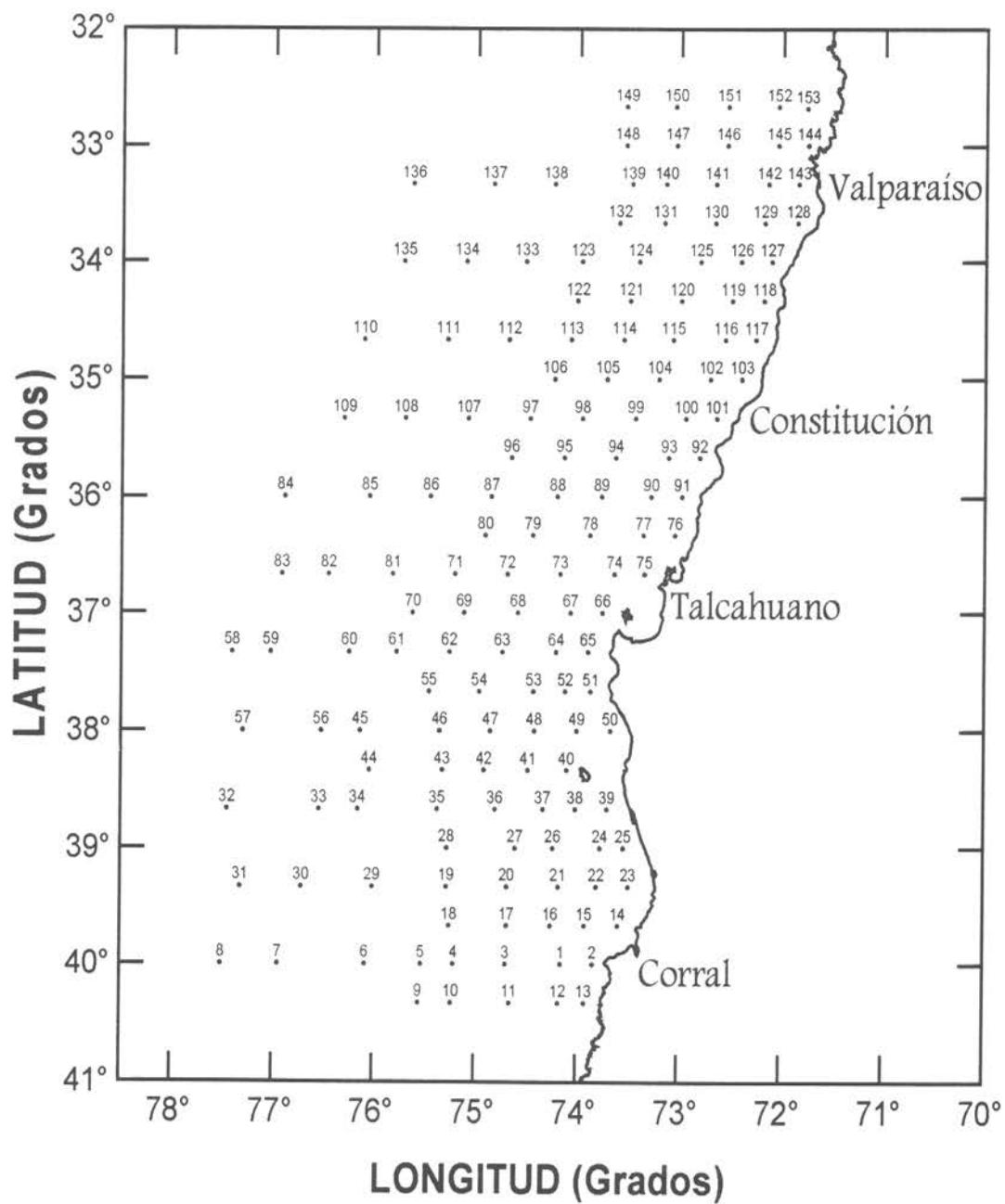


Figura 2. Estaciones de muestreo oceanográfico dispuestas en el área de estudio.

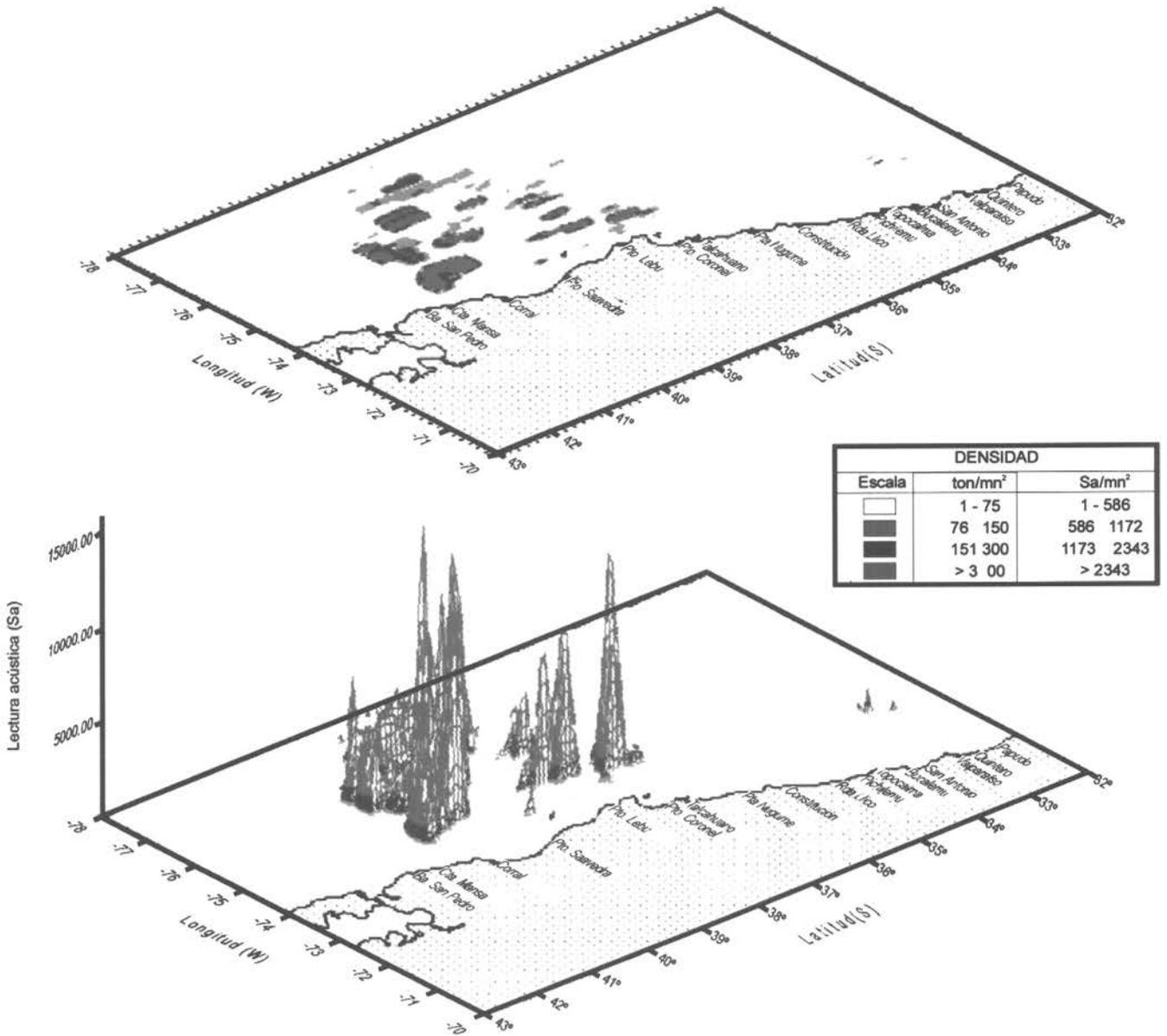


Figura 3. Distribución espacial de la abundancia de jurel. Crucero 9806.

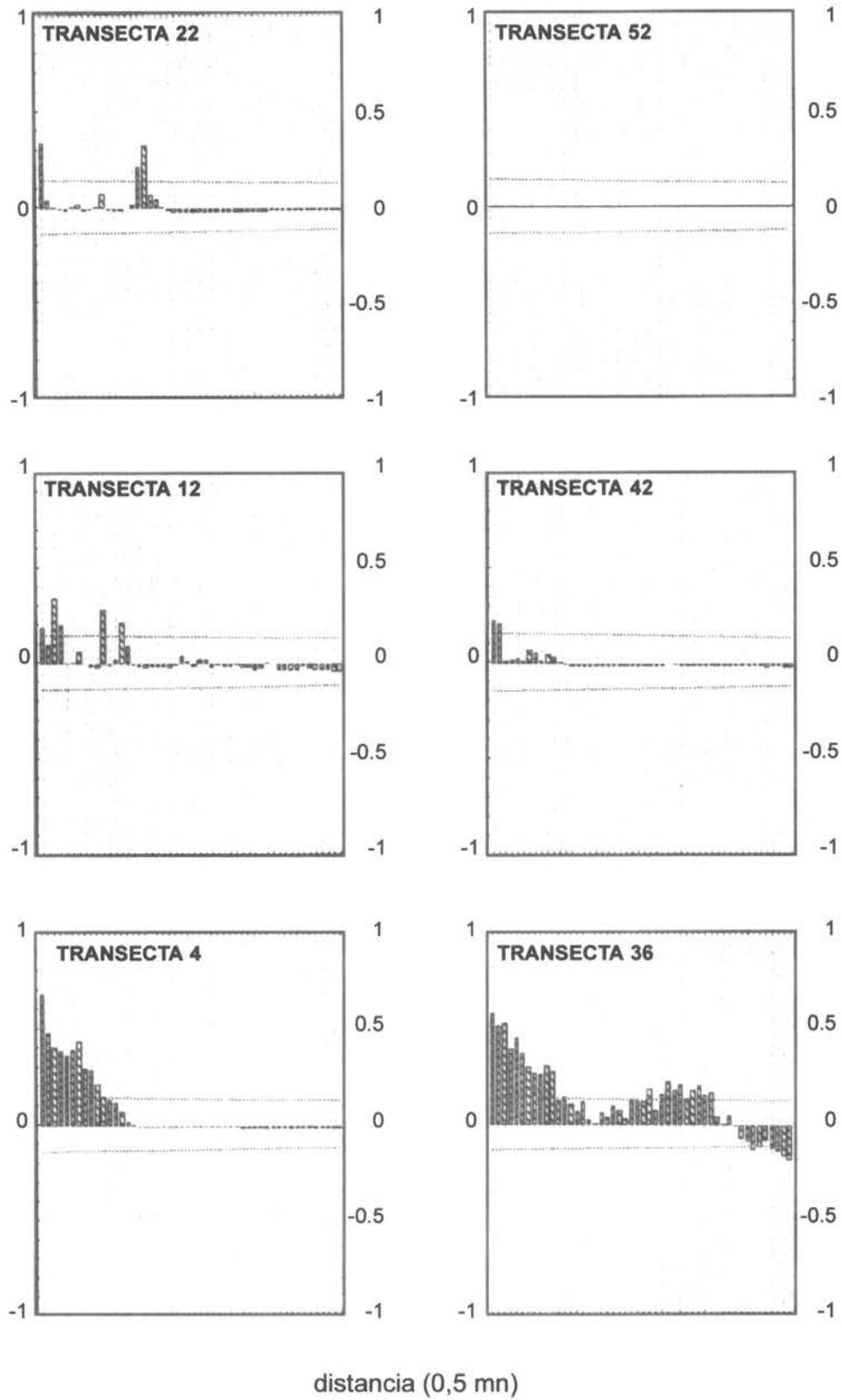


Fig.4 Correlogramas por sectores; a) Norte b) Centro y c) Sur.

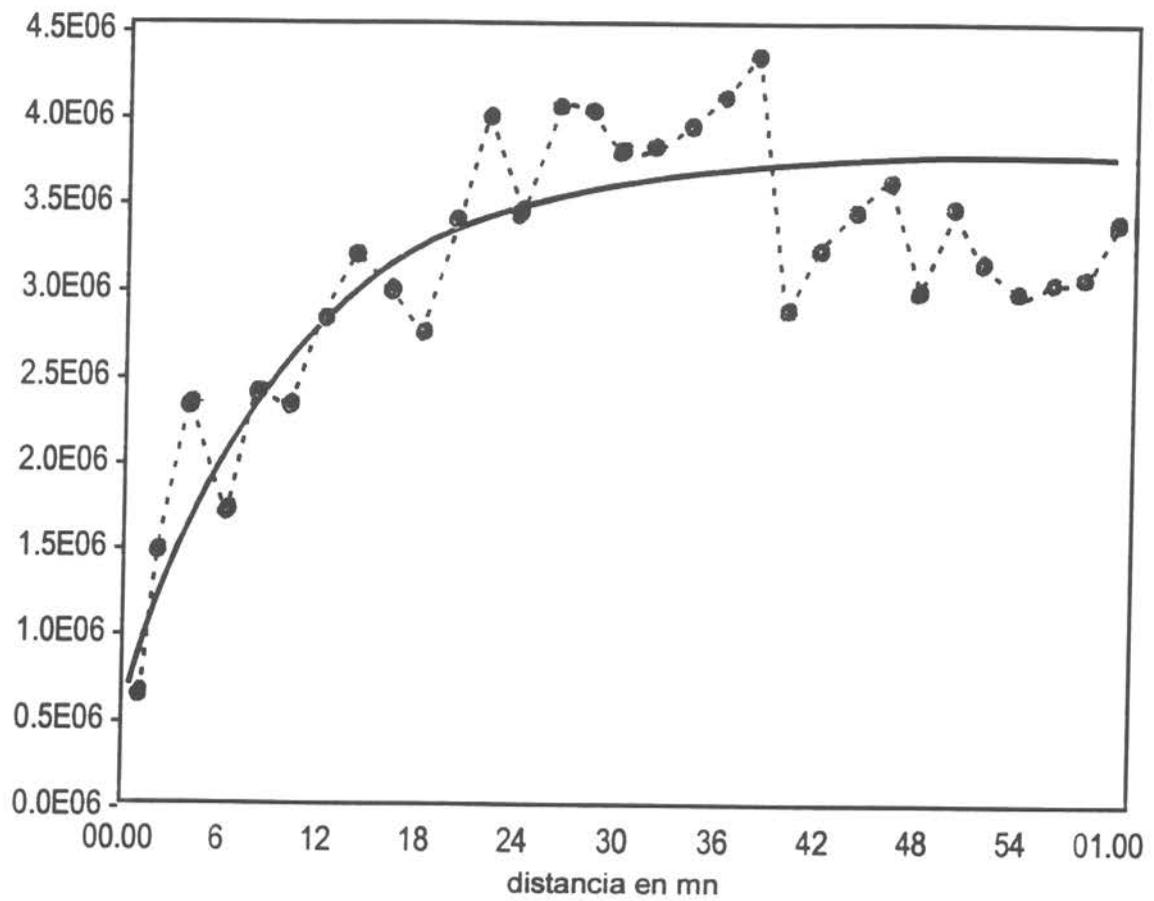


Fig.5 Variogramas para la zona de estudio.

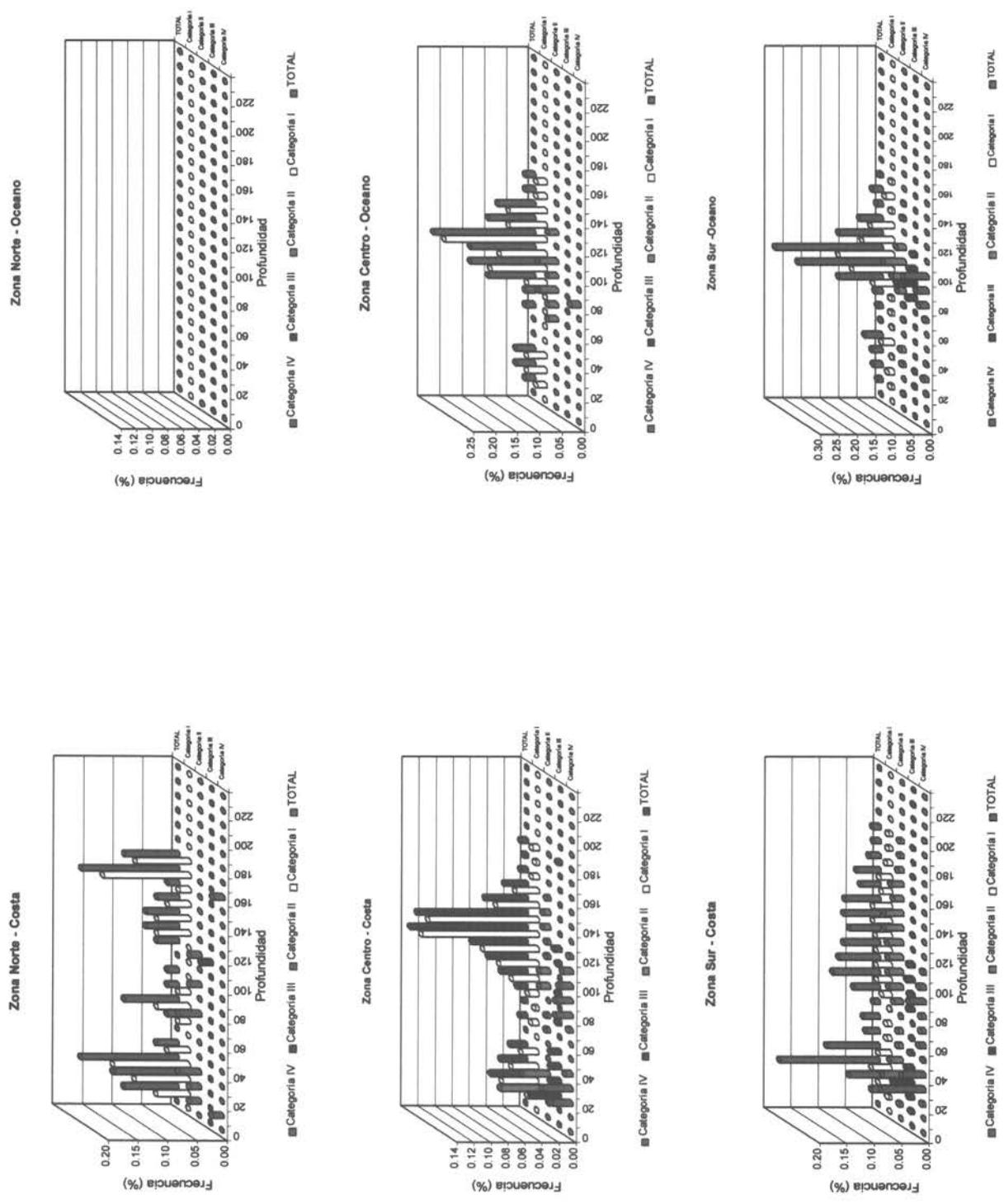


Figura 6. Distribución batimétrica de jurel por categoría y total para sectores: a) norte; b) centro y c) sur.

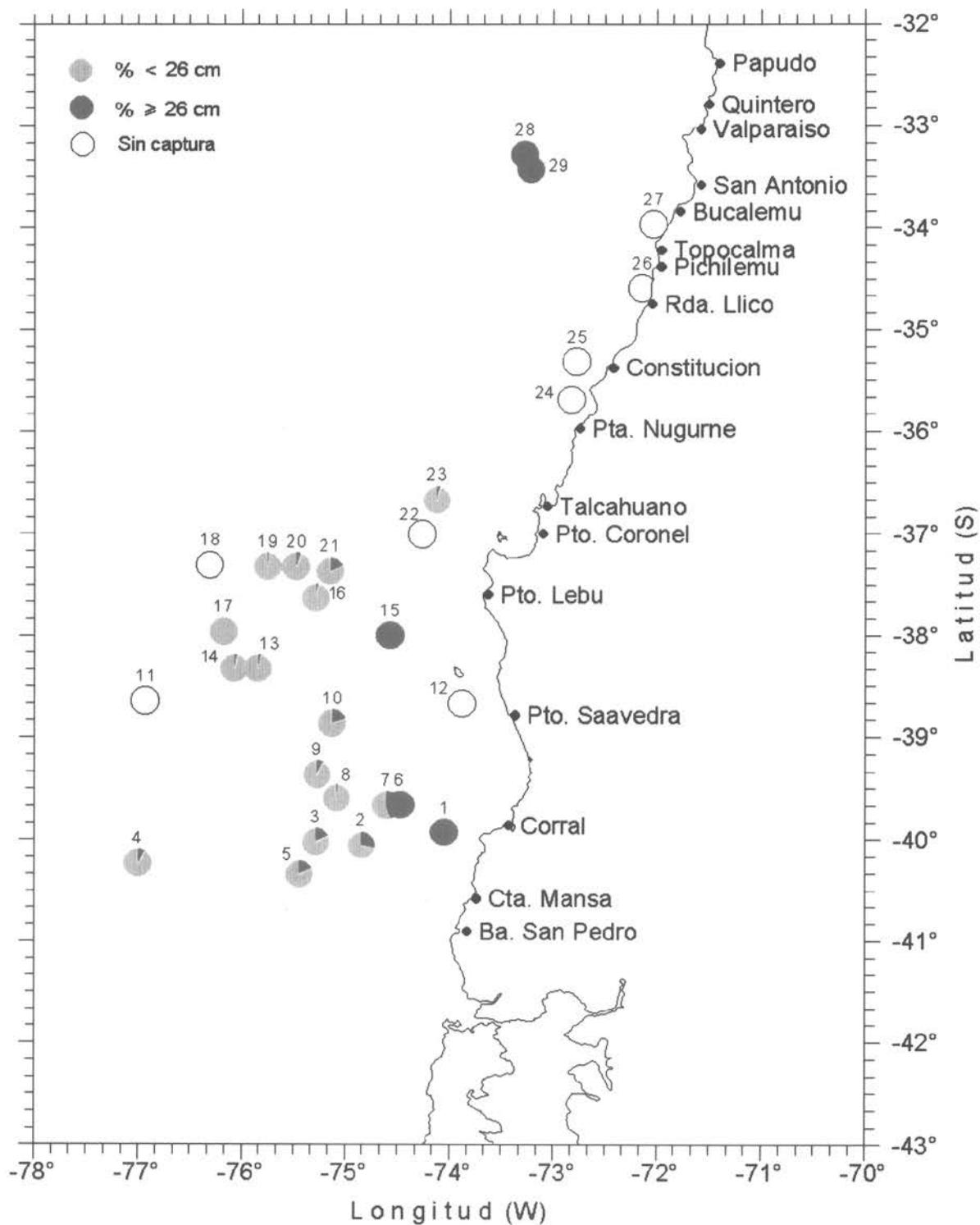


Figura 7. Distribución de lances de pesca y porcentaje de ejemplares sobre y bajo la talla mínima legal. Crucero 9806.

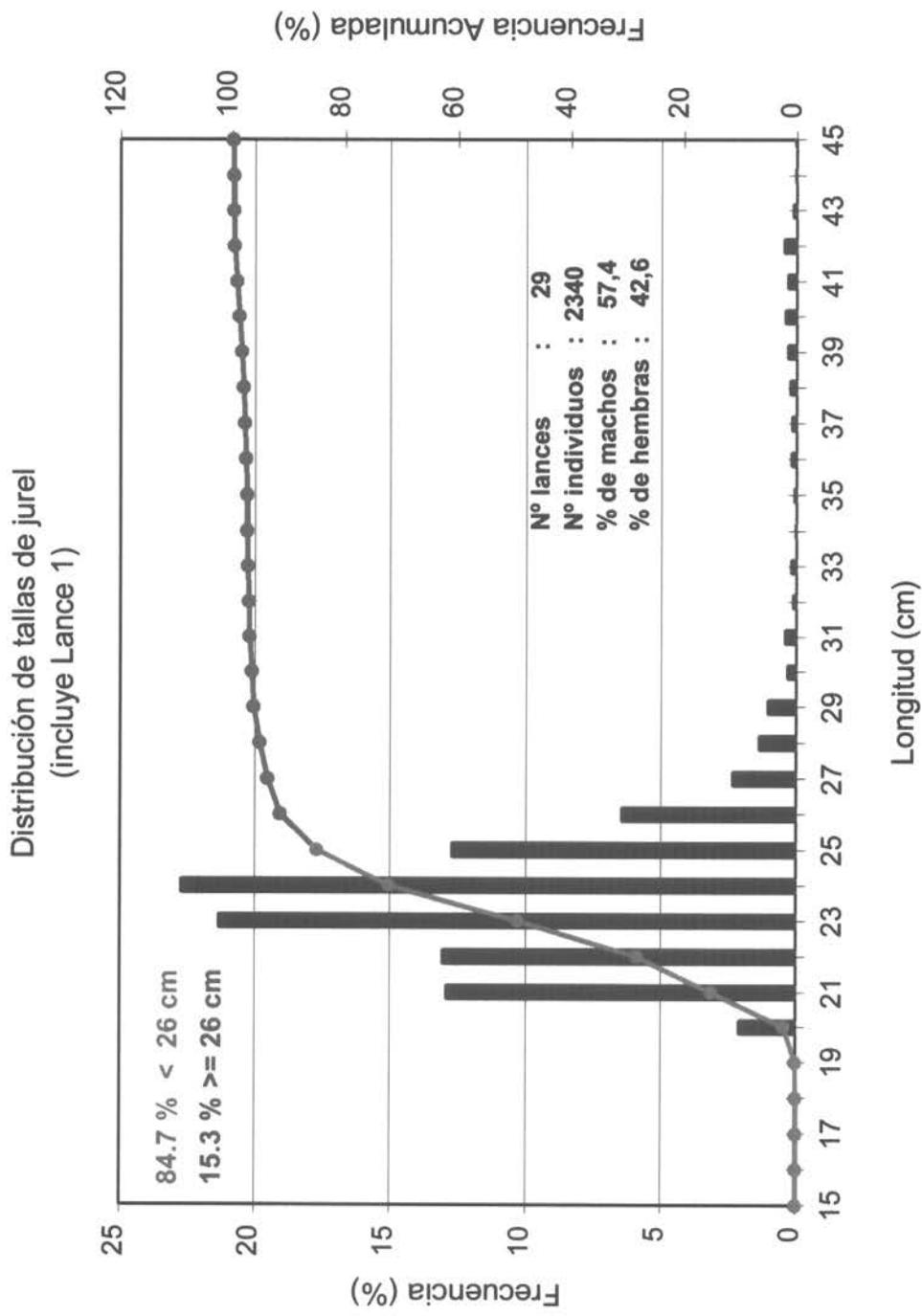
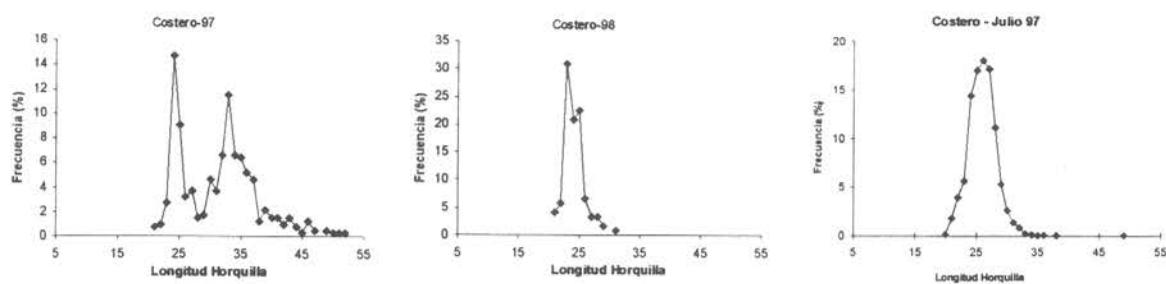
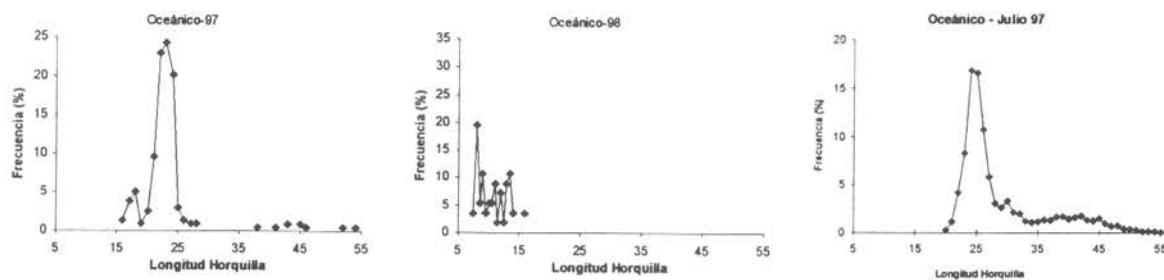


Figura 8. Distribución de frecuencia de tallas de jurel. Crucero 9806.

a)



b)



c)

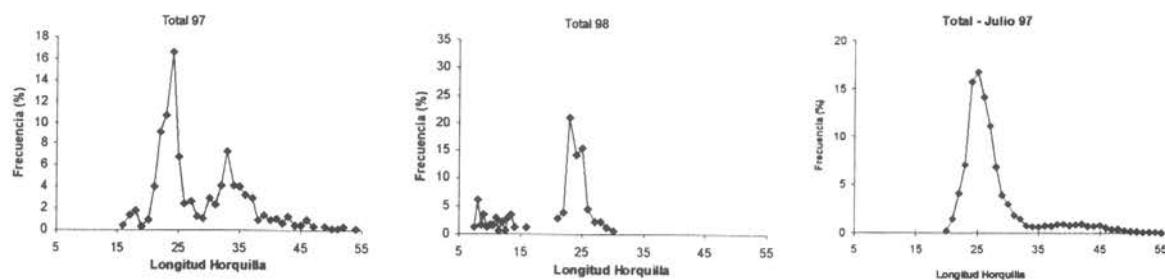


Figura 9. Distribución de frecuencias de tamaños para los ejemplares muestreados en los cruceros realizados en 1997 y 1998, independientemente para los sectores costero (a), oceánico (b) y total (c).

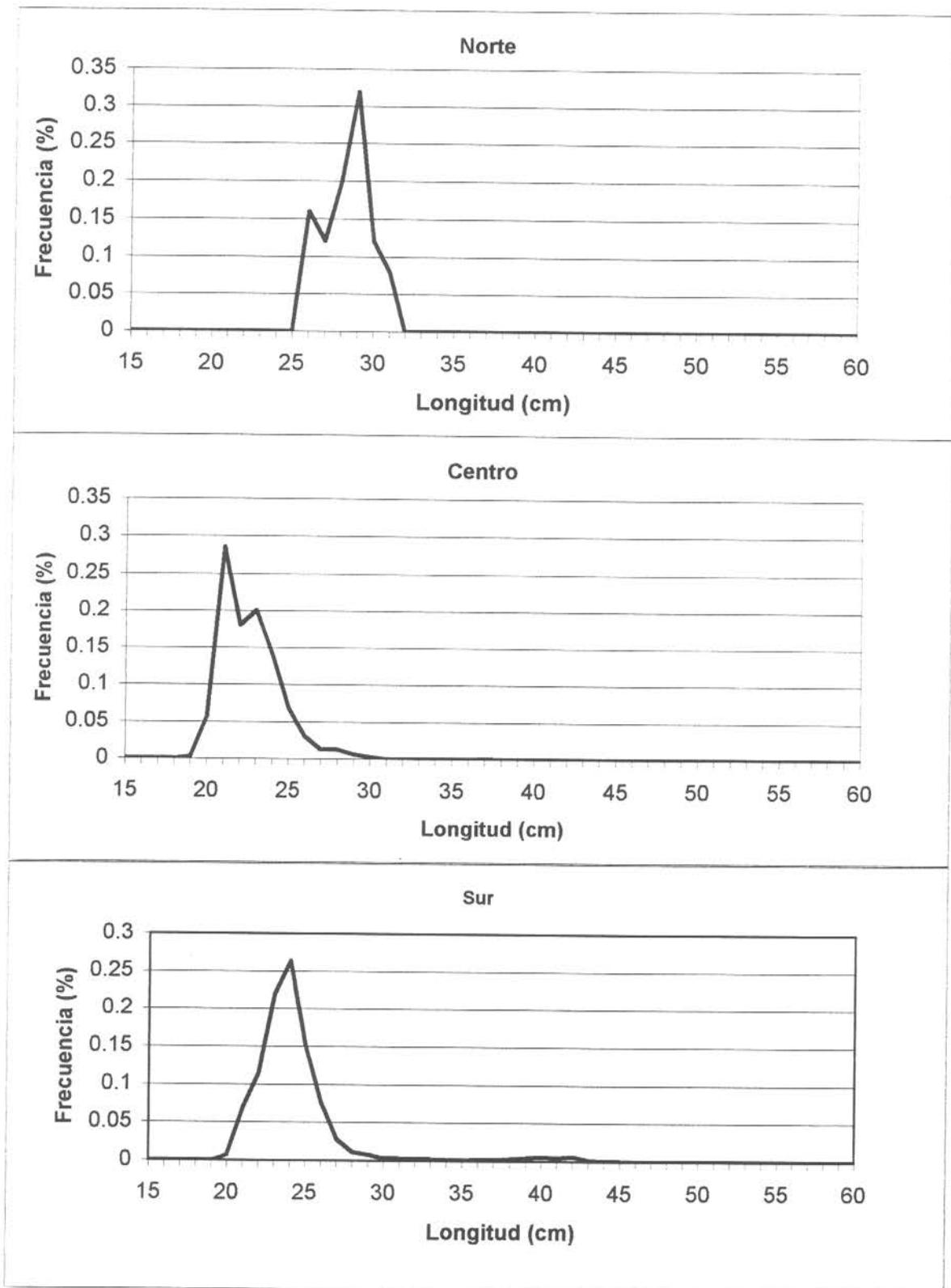


Figura 10. Distribución de tallas por sectores: a) norte, b) centro y c) sur

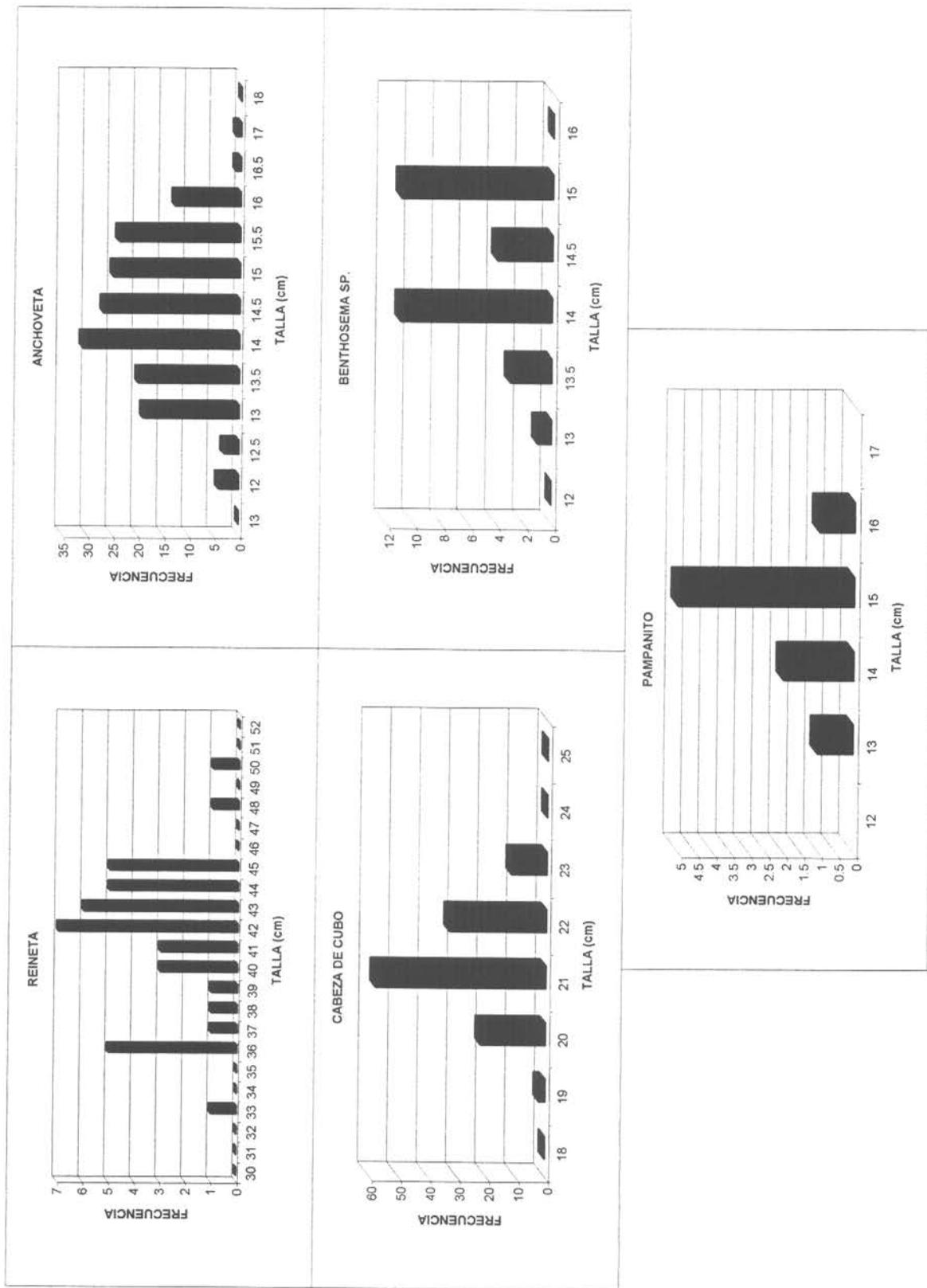


Figura 11. Distribución de tallas de la fauna acompañante. Crucero 9806

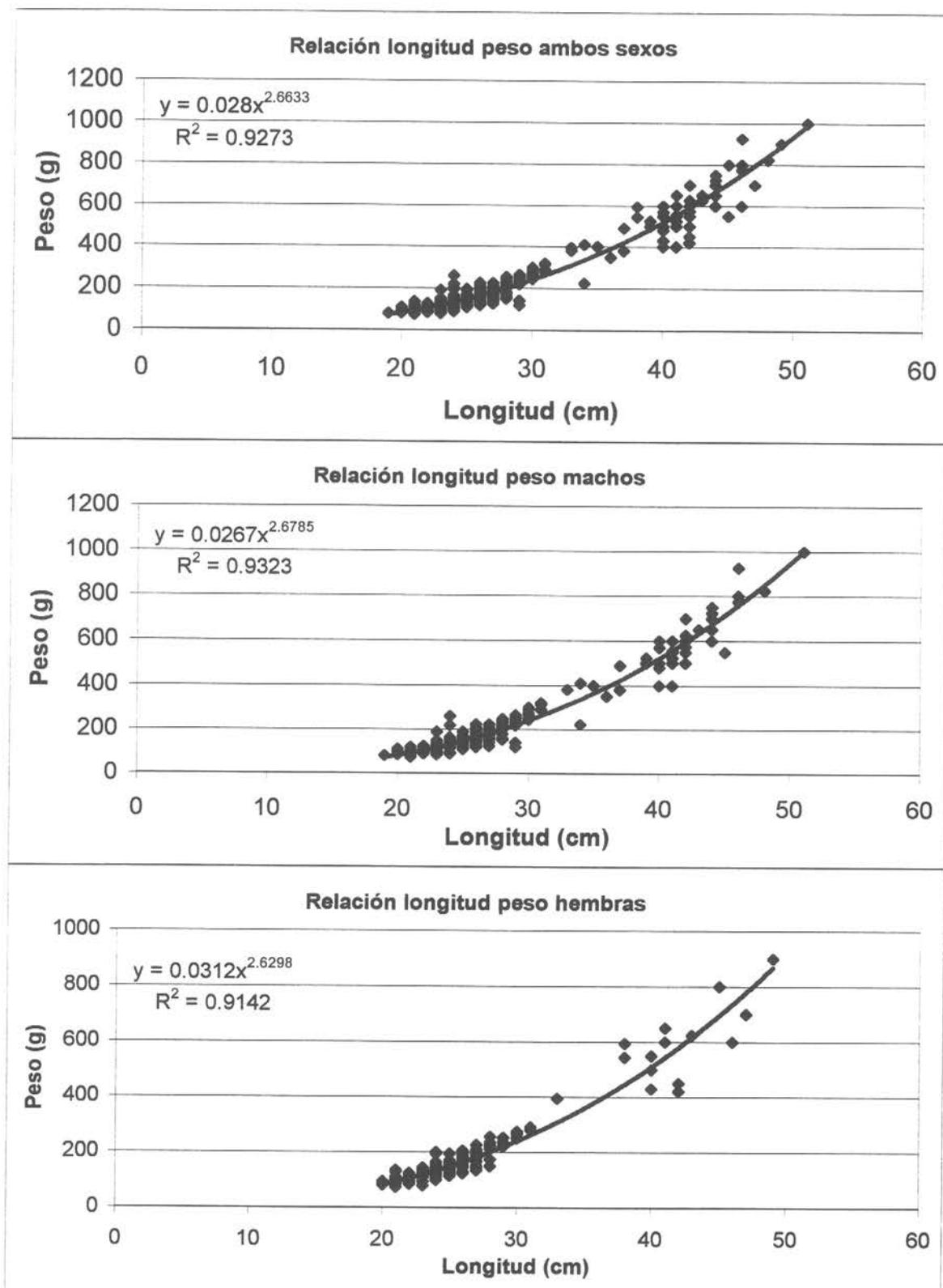


Figura 12. Relaciones longitud-peso: a) total, b) machos y c) hembras

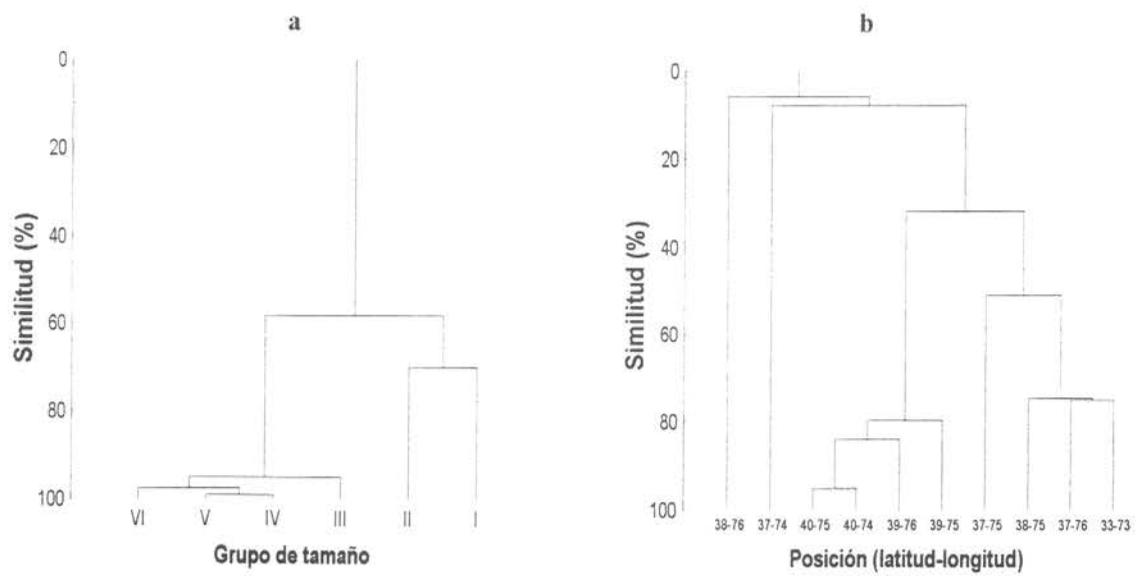


Figura 13. Dendrogramas de similitud trófica en jurel por grupos de tamaño (a) y por posición (b) para muestras tomadas entre junio y julio de 1998.

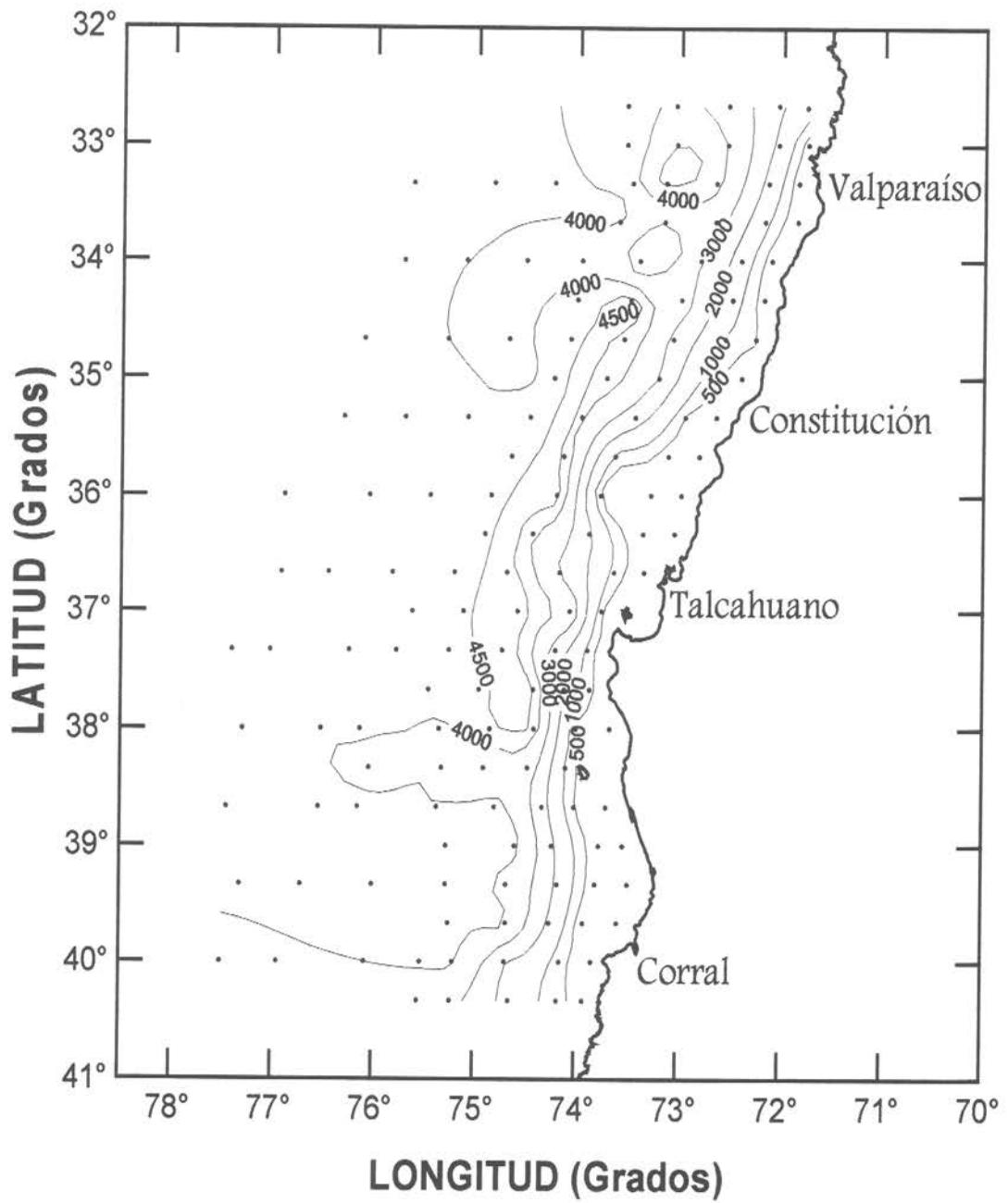


Figura 14. Batimetría global de la zona de estudio.

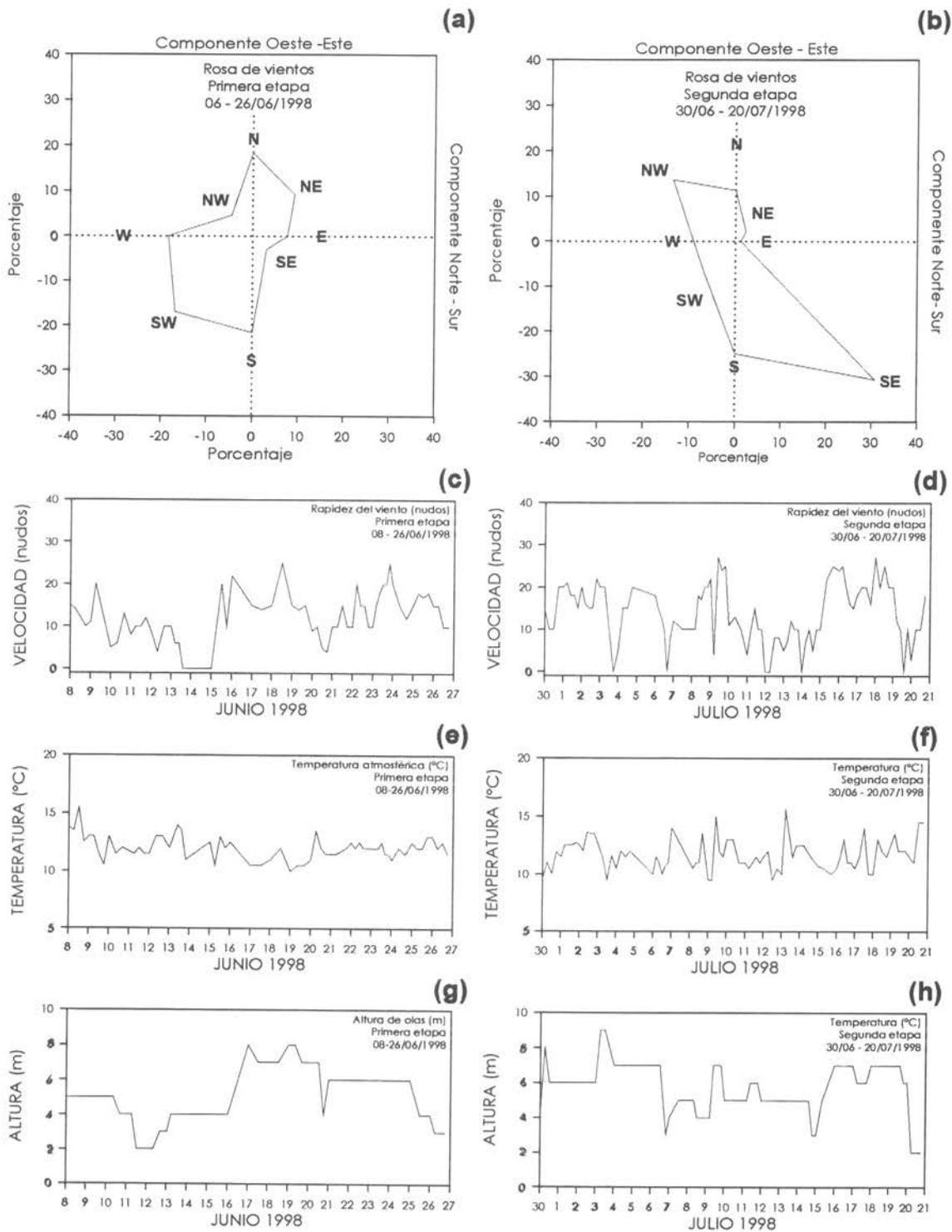


Figura 15. Variabilidad de las condiciones meteorológicas en el período de estudio.

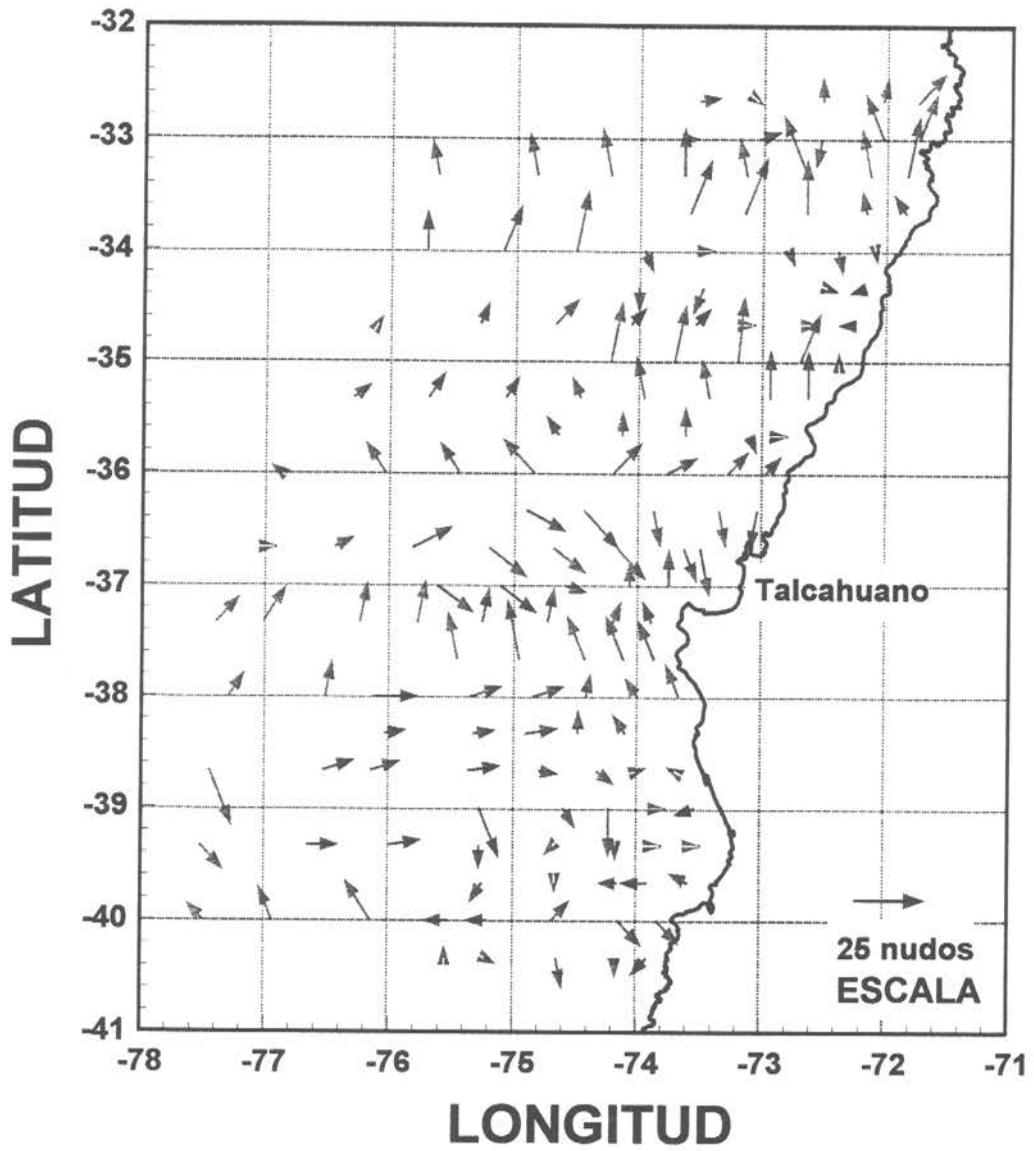


Figura 16. Variabilidad de los vientos en el área de estudio. Los valores graficados corresponden a los registrados en cada una de las estaciones oceanográficas.

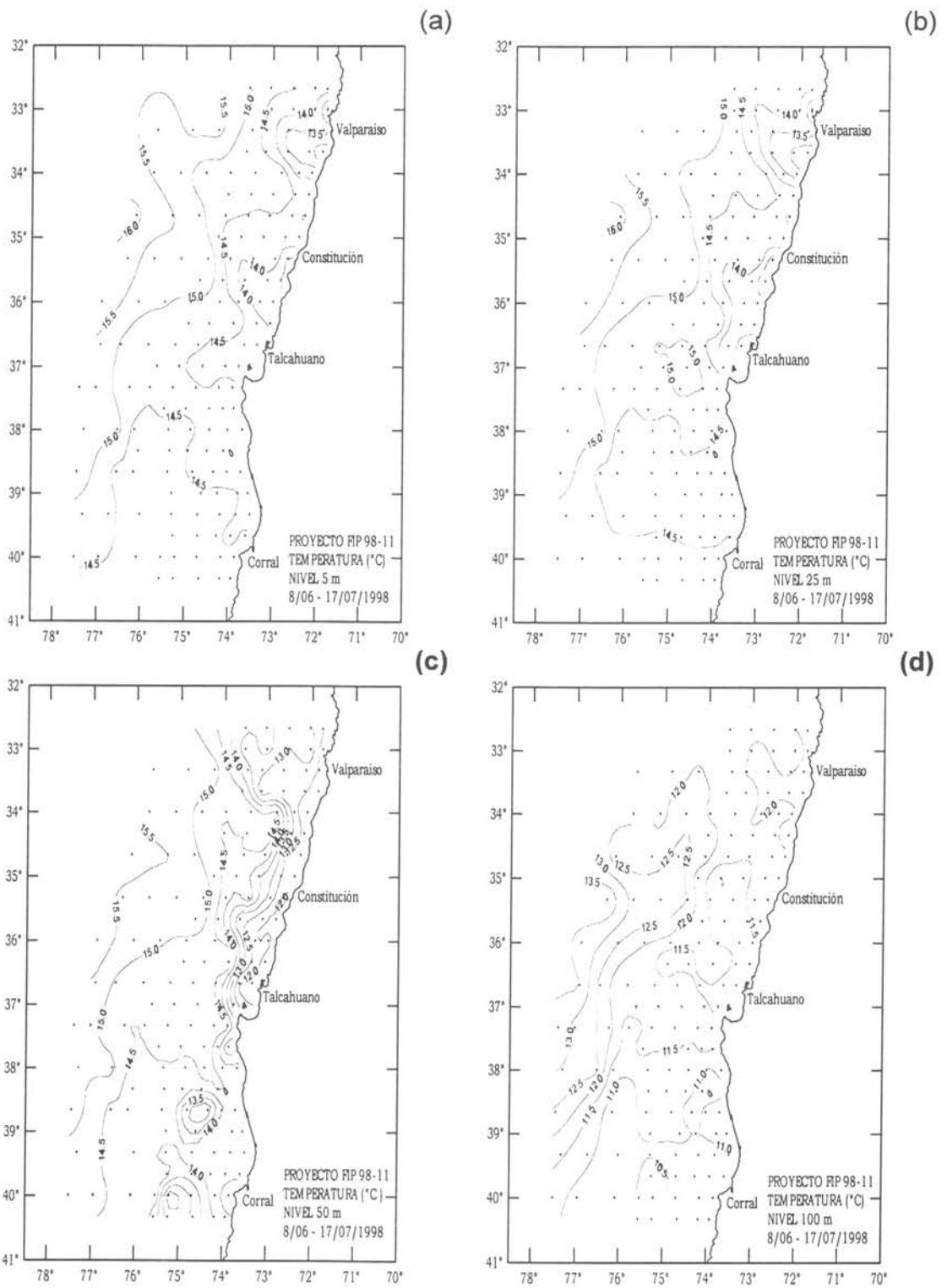


Figura 17. Distribución horizontal de temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Estratos de 5, 25, 50 y 100 m de profundidad.

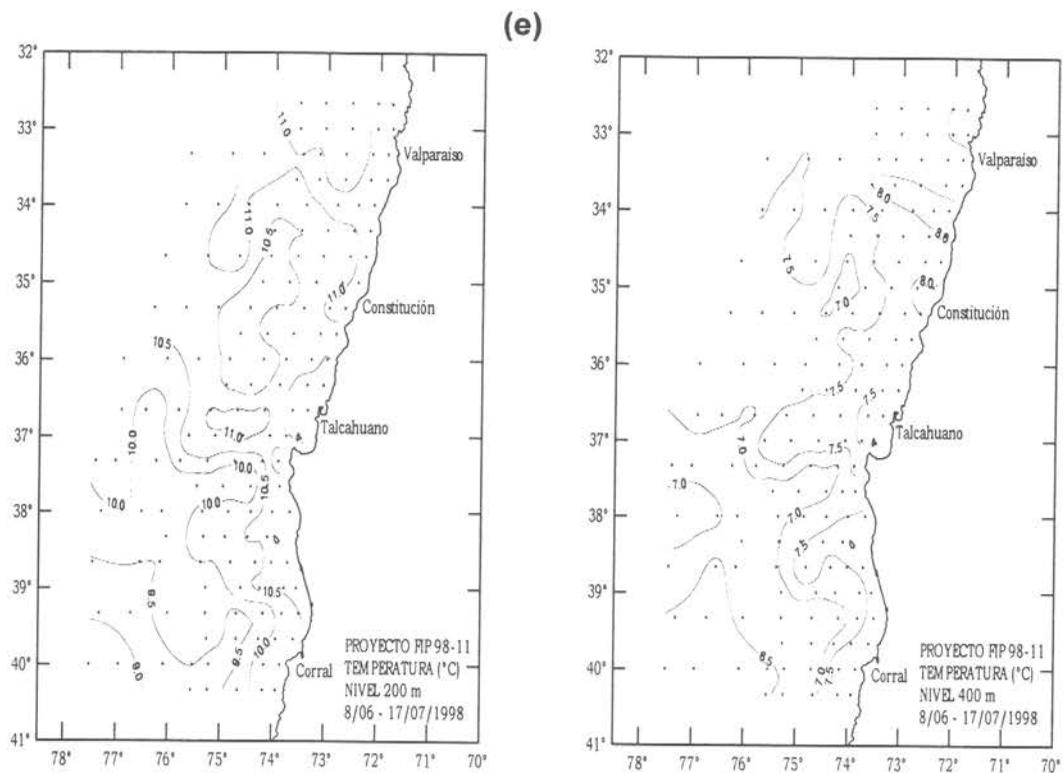


Figura 17 (continuación). Distribución horizontal de temperatura (°C). Estratos de 200 y 400 m de profundidad.

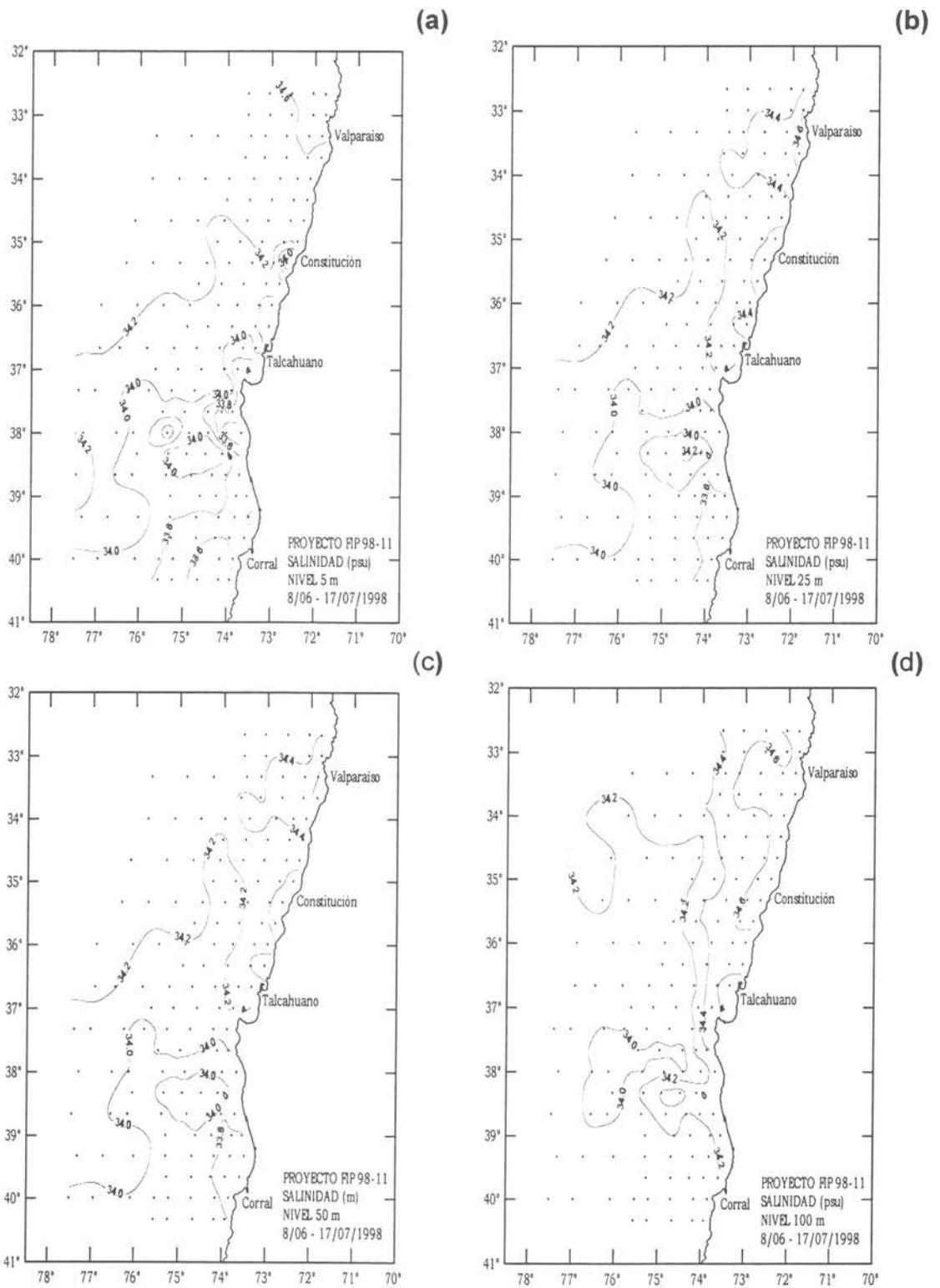


Figura 18. Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 5, 25, 50 y 100 m de profundidad.

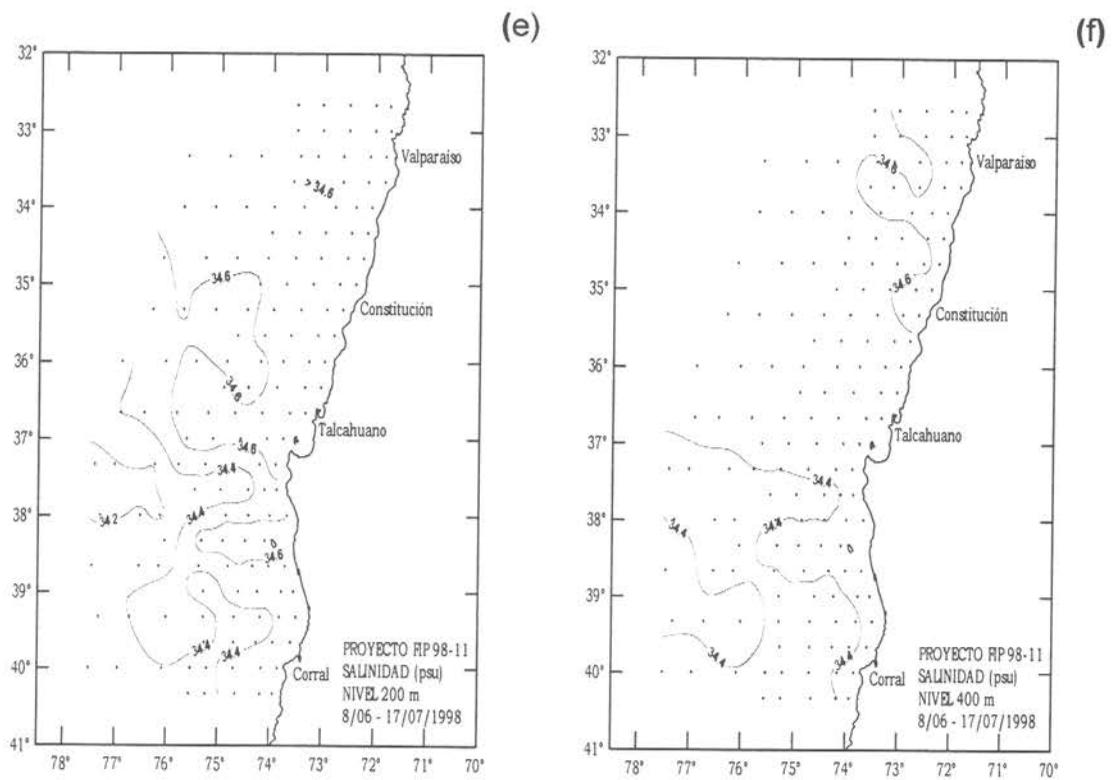


Figura 18 (continuación). Distribución horizontal de salinidad. Estratos de 200 y 400 m de profundidad.

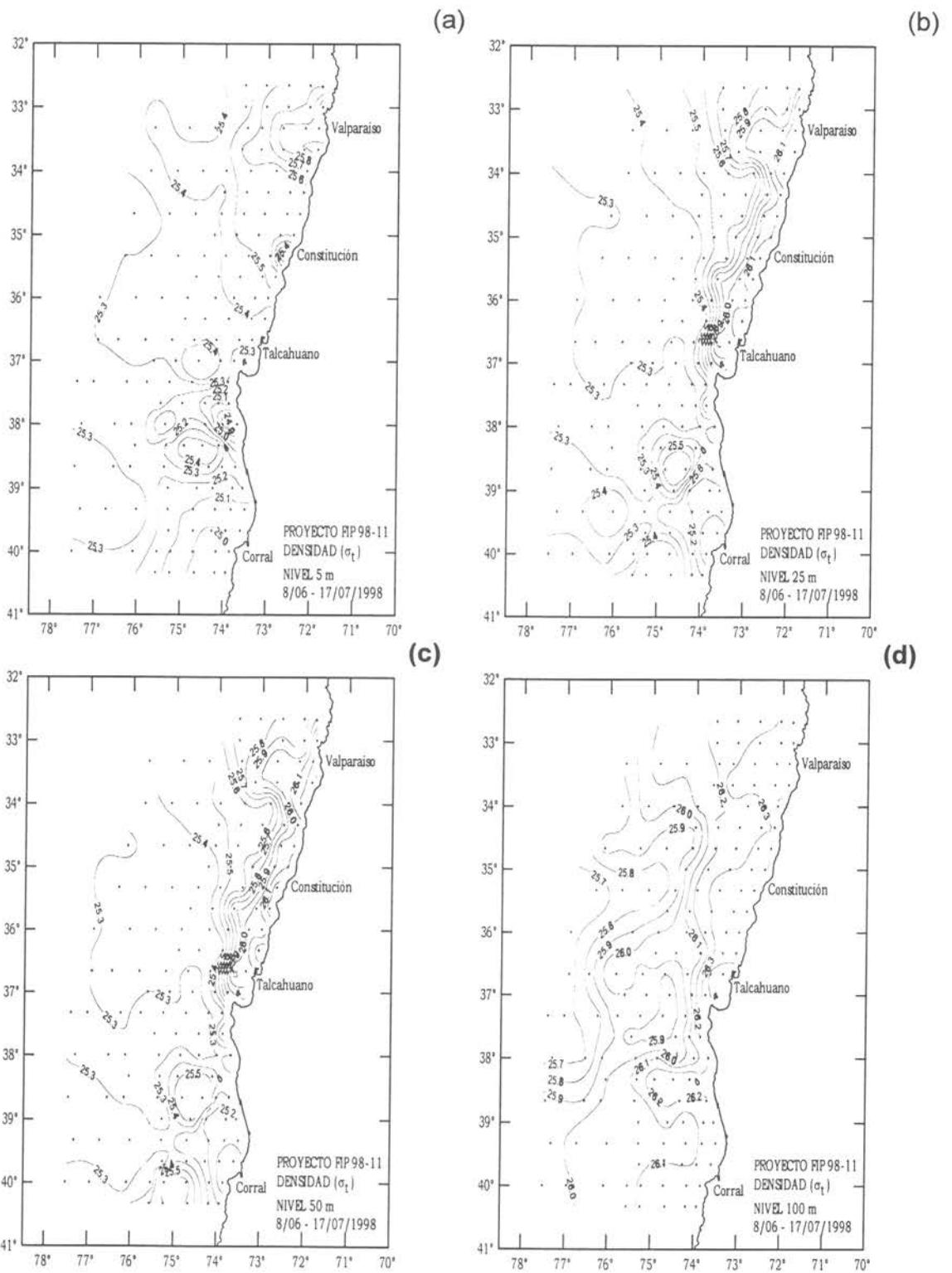


Figura 19. Distribución horizontal de densidad (como sigma-t). Estratos de 5, 25, 50 y 100 m de profundidad.

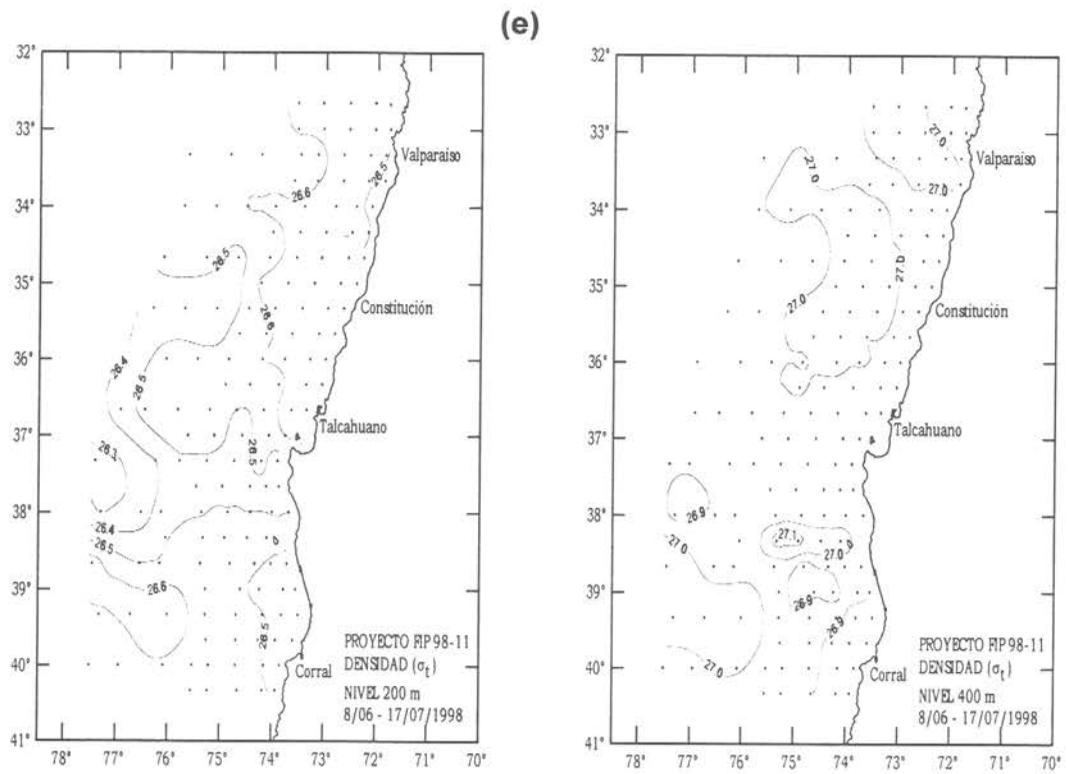


Figura 19 (continuación). Distribución horizontal de densidad (como sigma-t). Estratos de 200 y 400 m de profundidad.

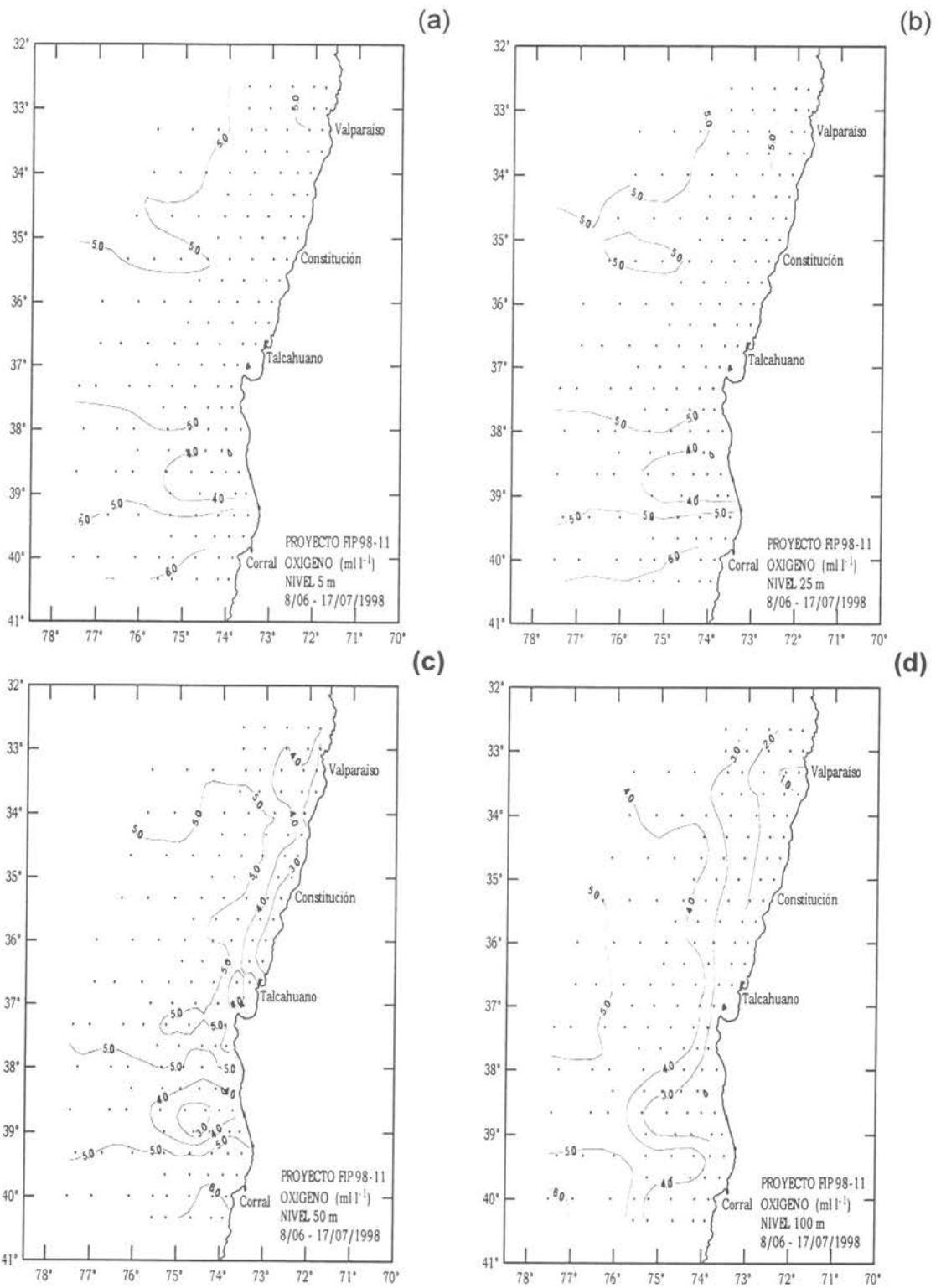


Figura 20. Distribución horizontal de oxígeno disuelto (ml/l). Estratos de 5, 25, 50 y 100 m de profundidad.

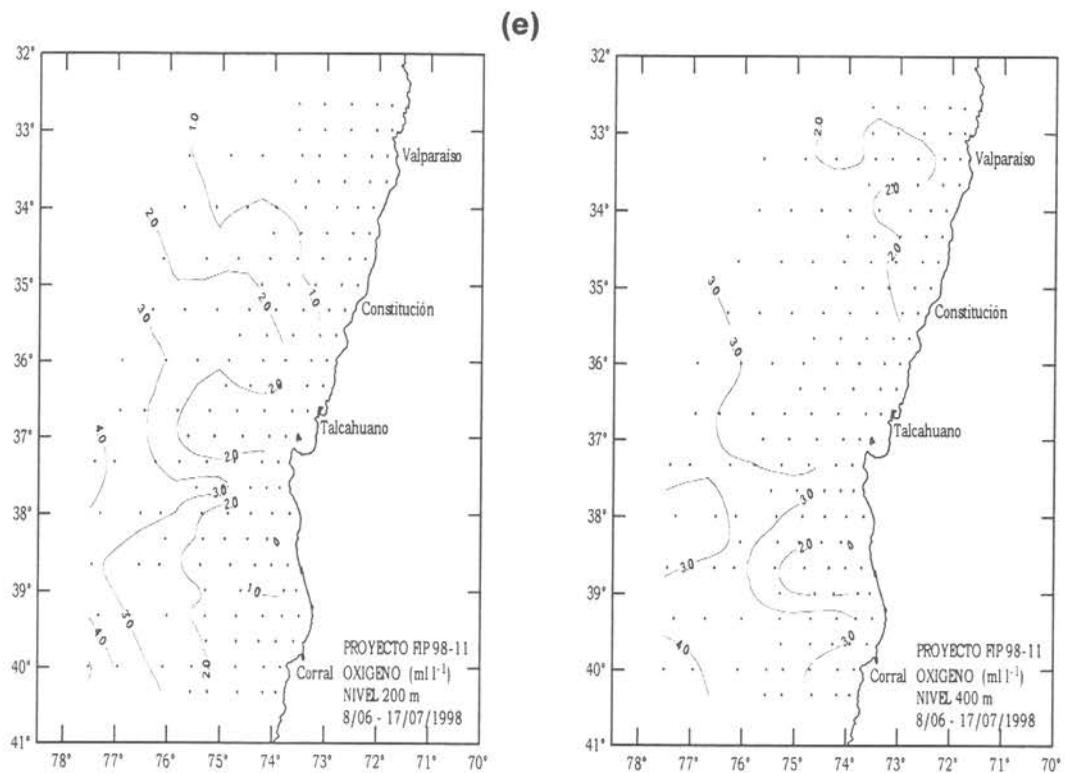


Figura 20 (continuación). Distribución horizontal de oxígeno disuelto (mg/l). Estratos de 200 y 400 m de profundidad.

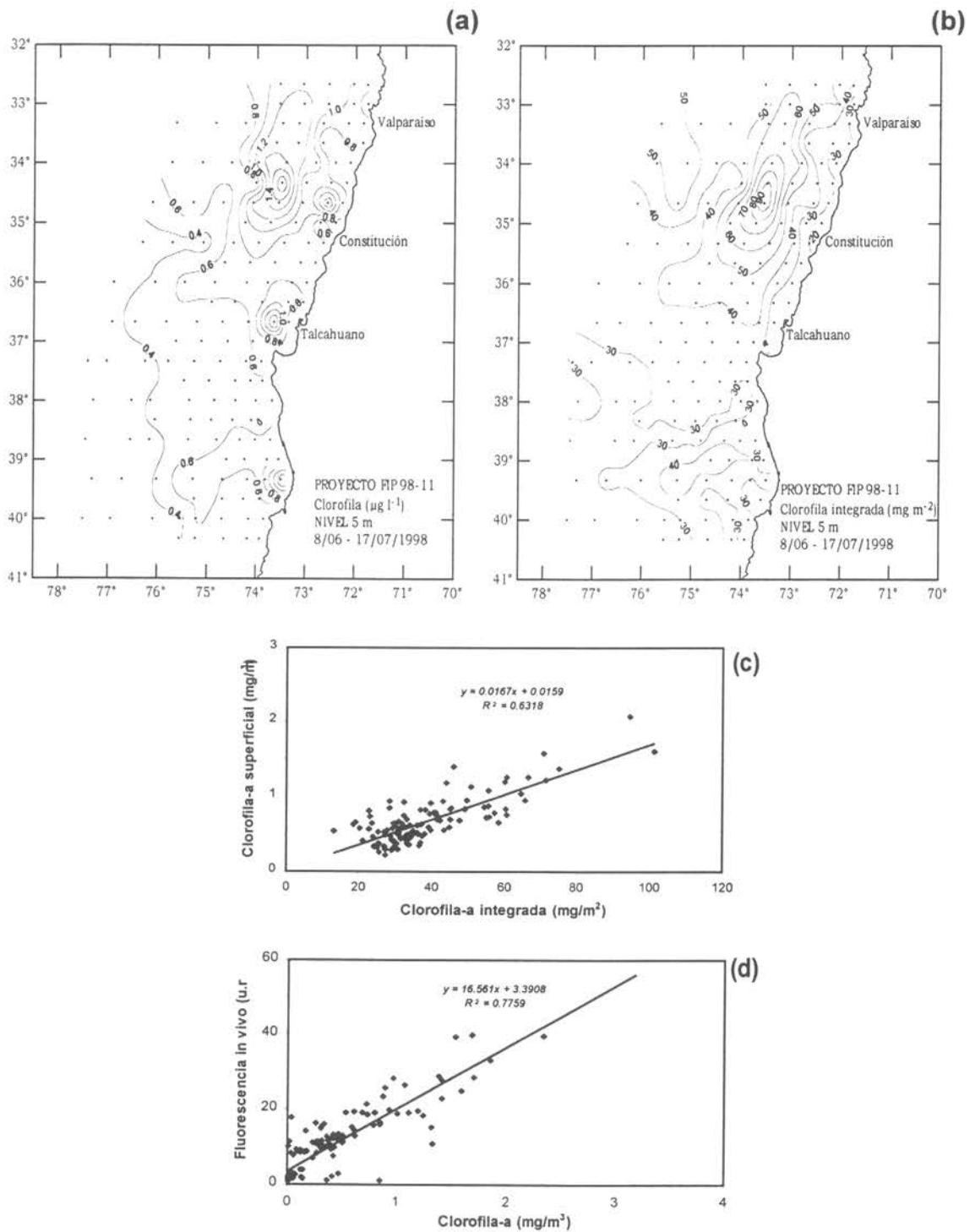


Figura 21. a) Distribución horizontal de Clorofila-a en estrato de 5 m de profundidad (mg/m³), b) Distribución horizontal de Clorofila-a integrada entre 0-100 m (mg/m²), c) Relación entre Clorofila-a superficial y Clorofila-a integrada, d) Relación entre Fluorescencia *in vivo* y Clorofila-a integrada.

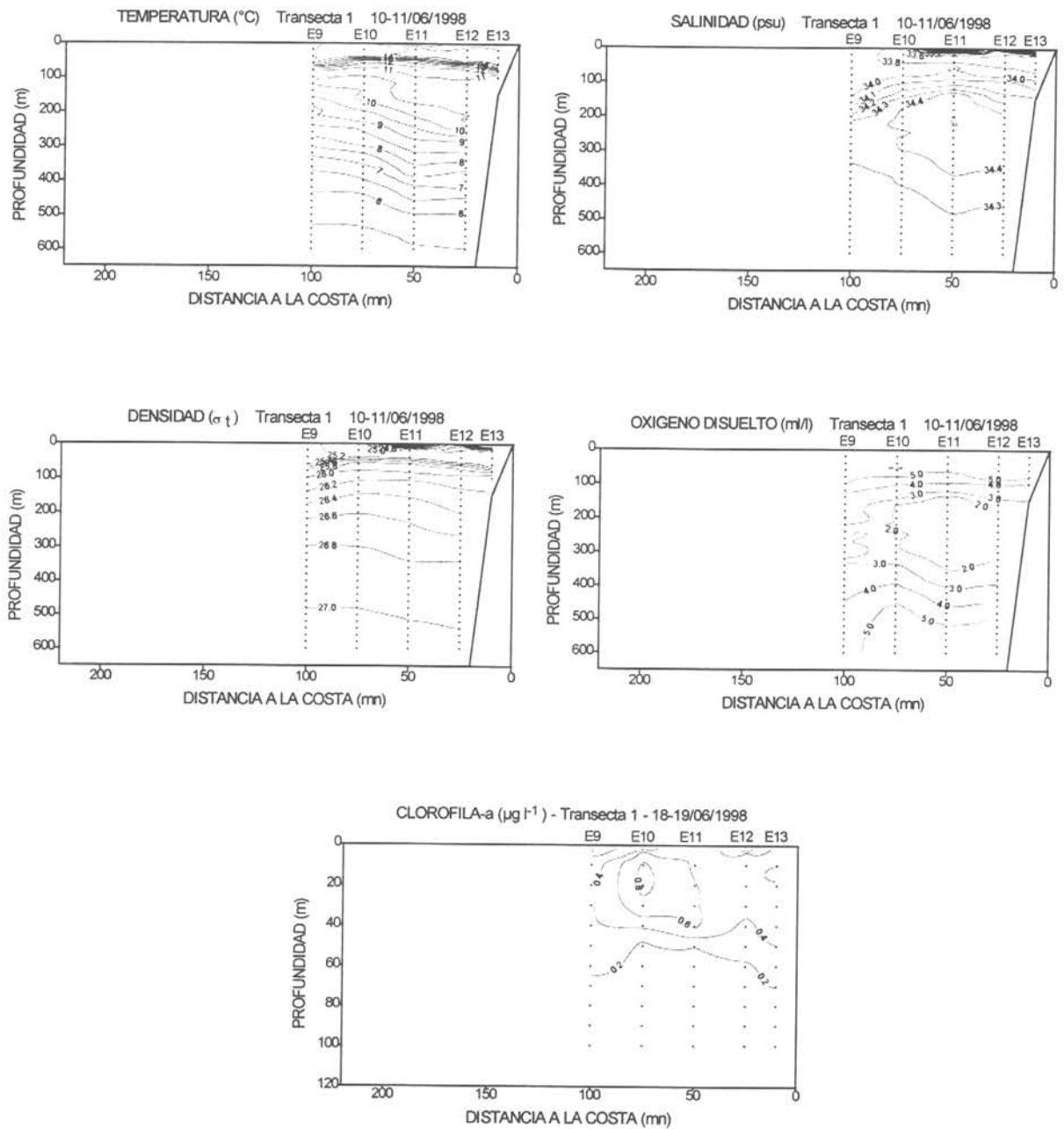


Figura 22. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 1.

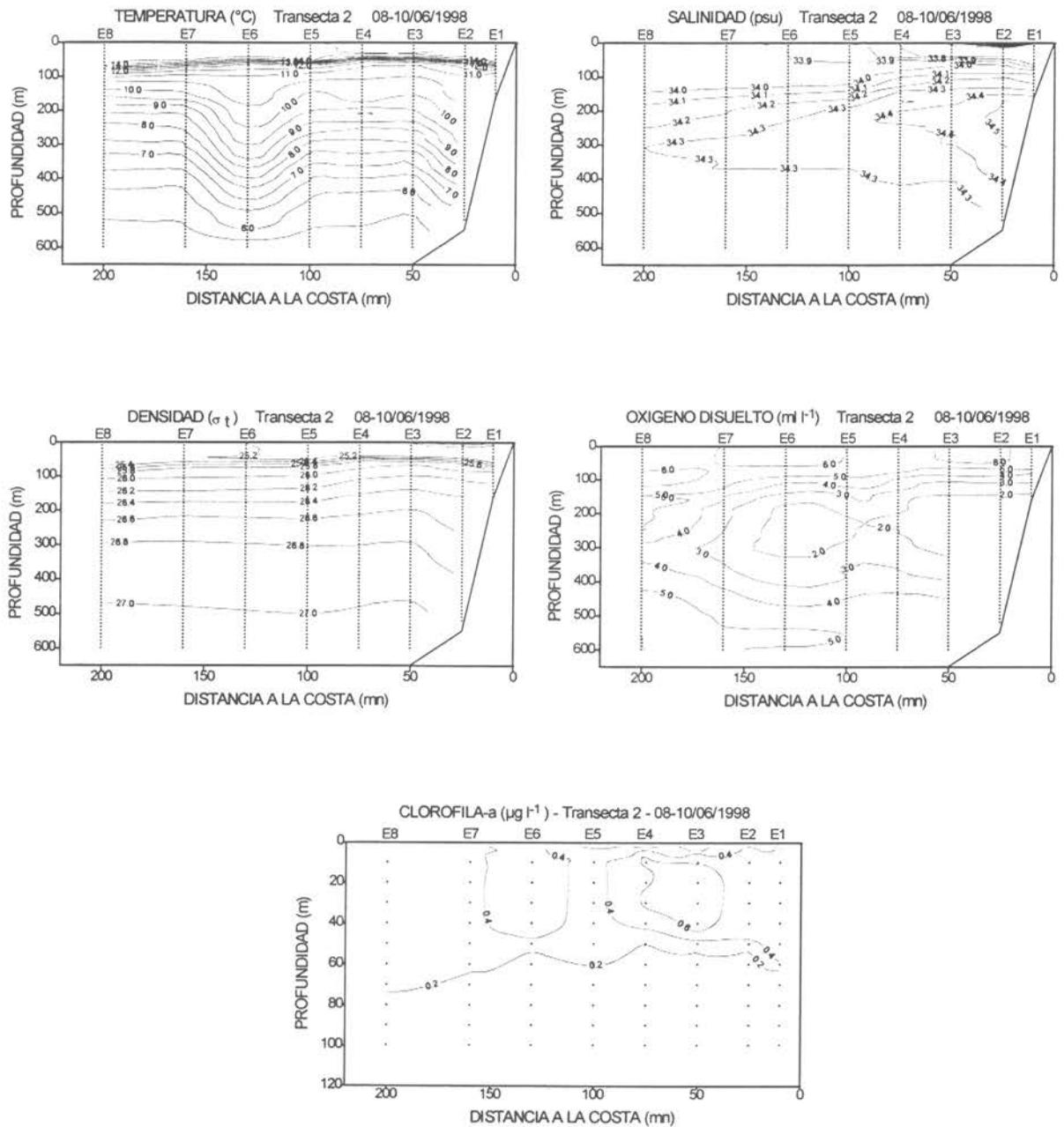


Figura 23. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 2.

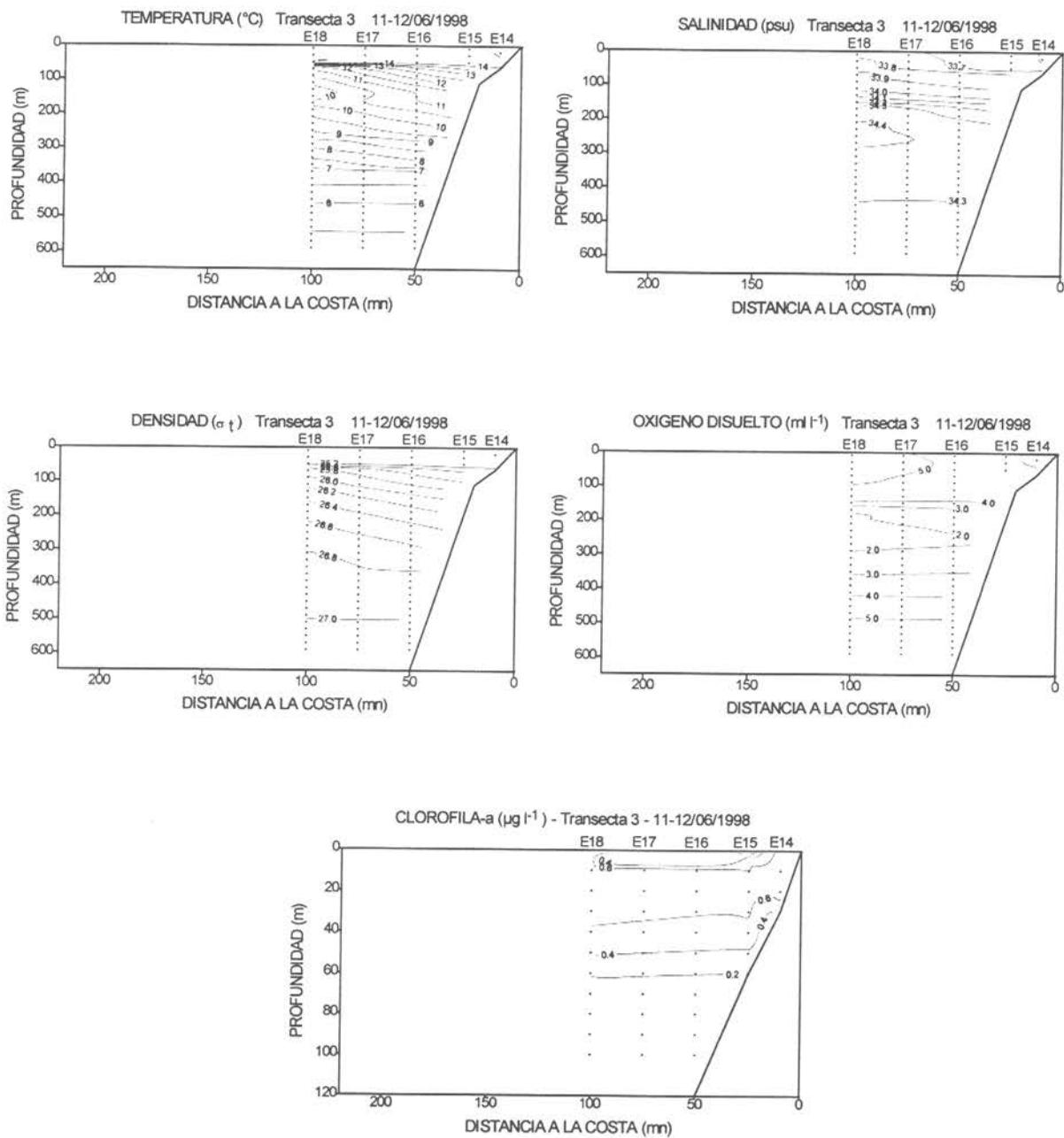


Figura 24. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 3.

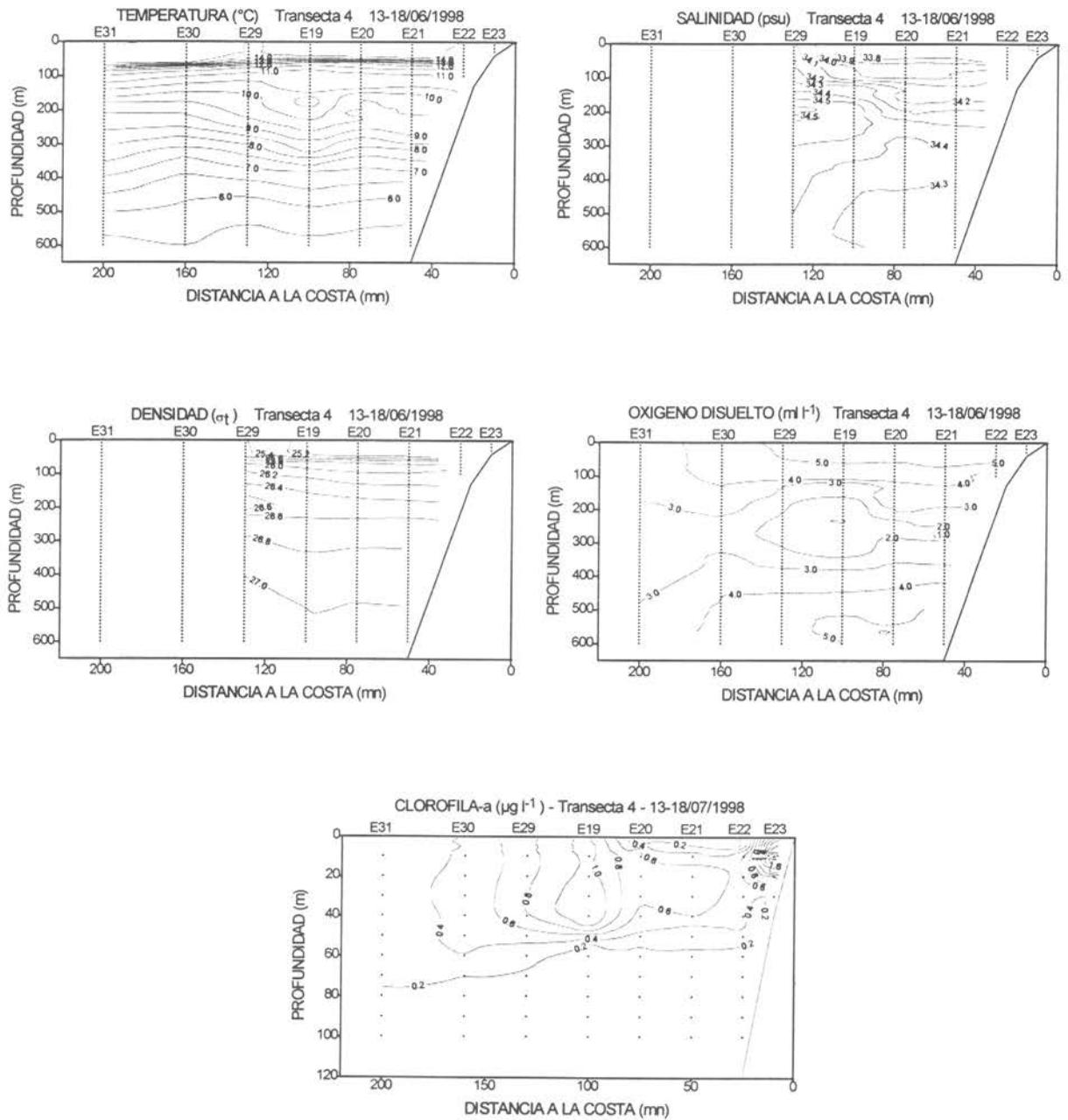


Figura 25. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 4.

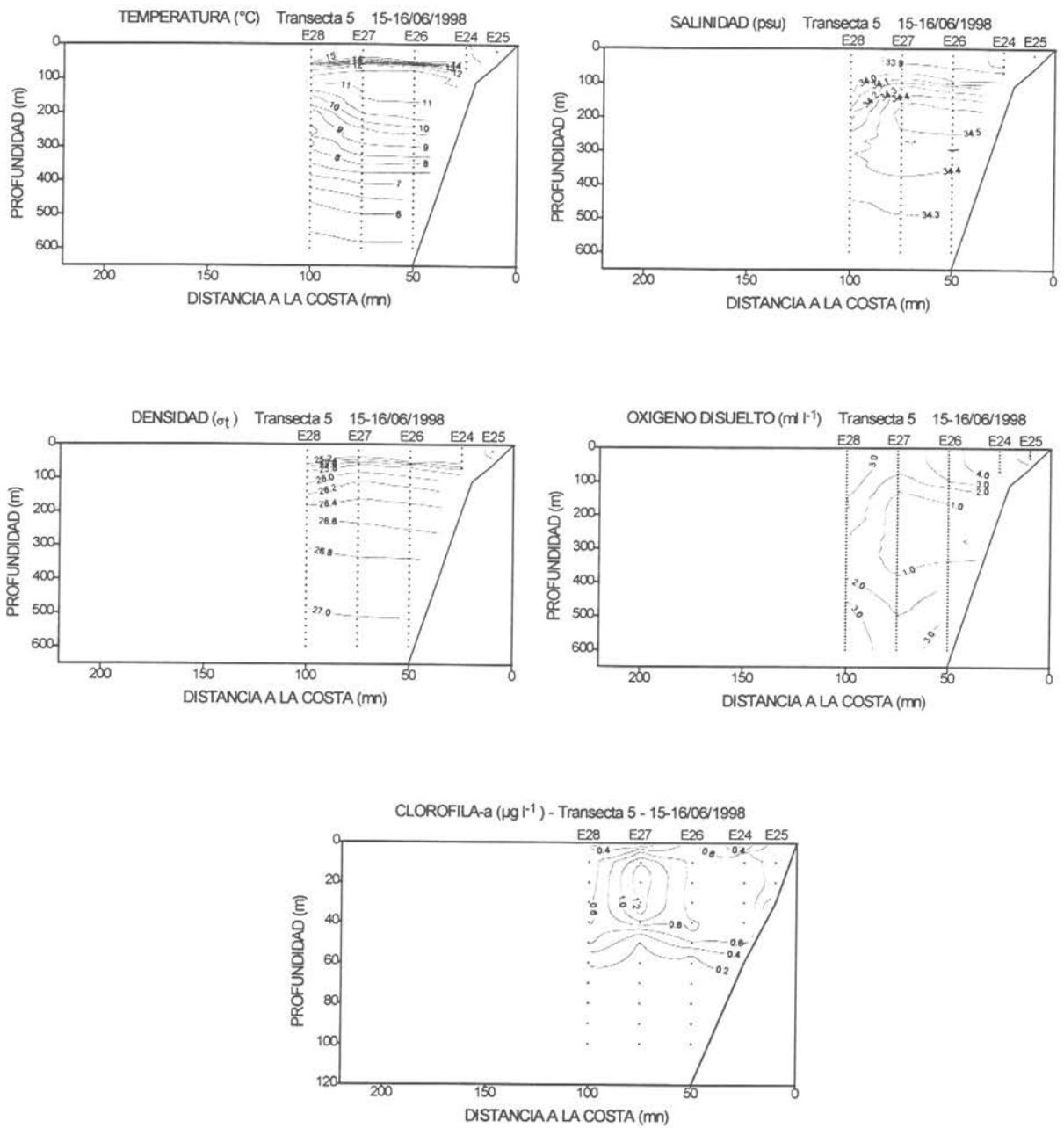


Figura 26. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 5.

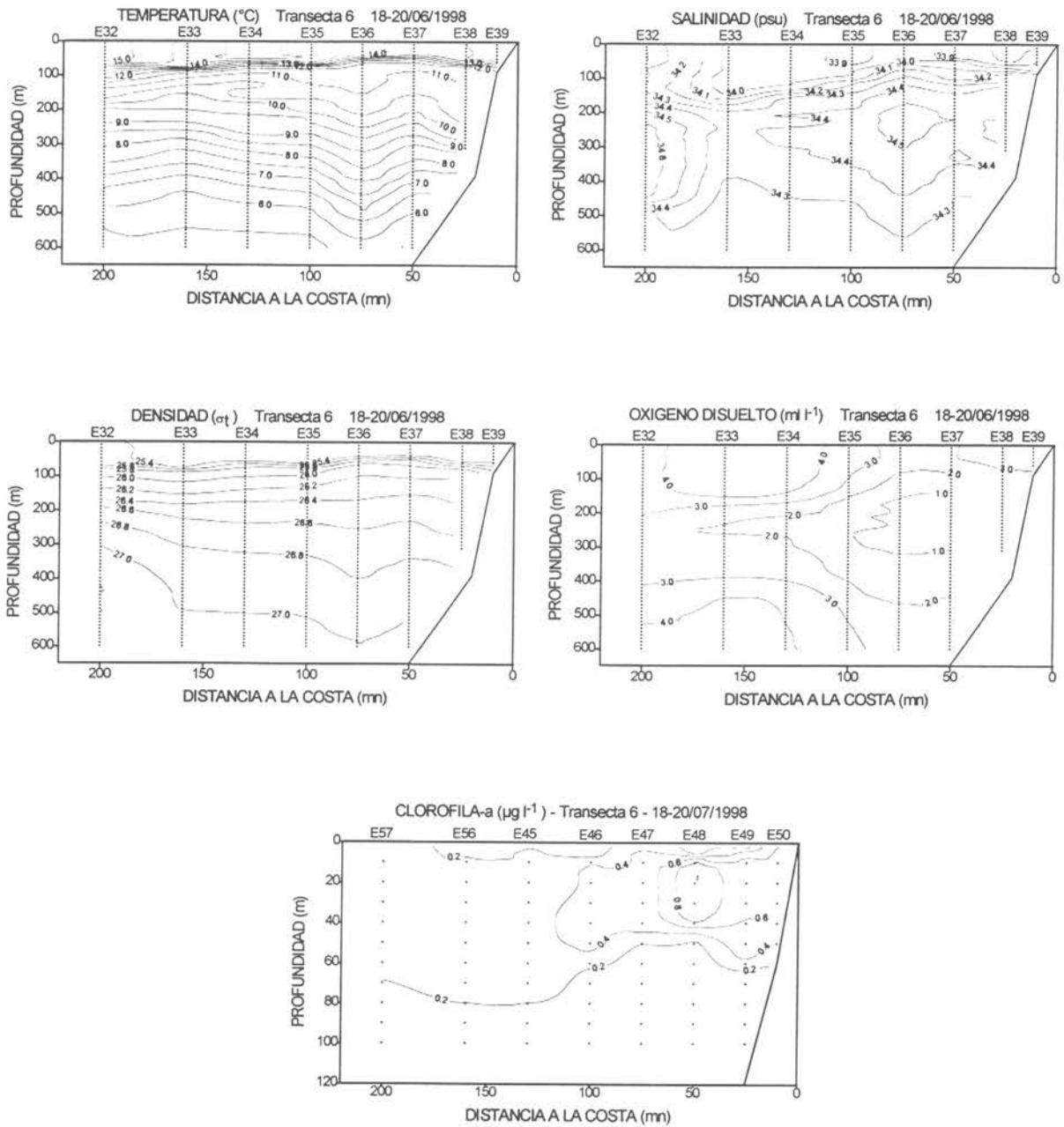


Figura 27. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 6.

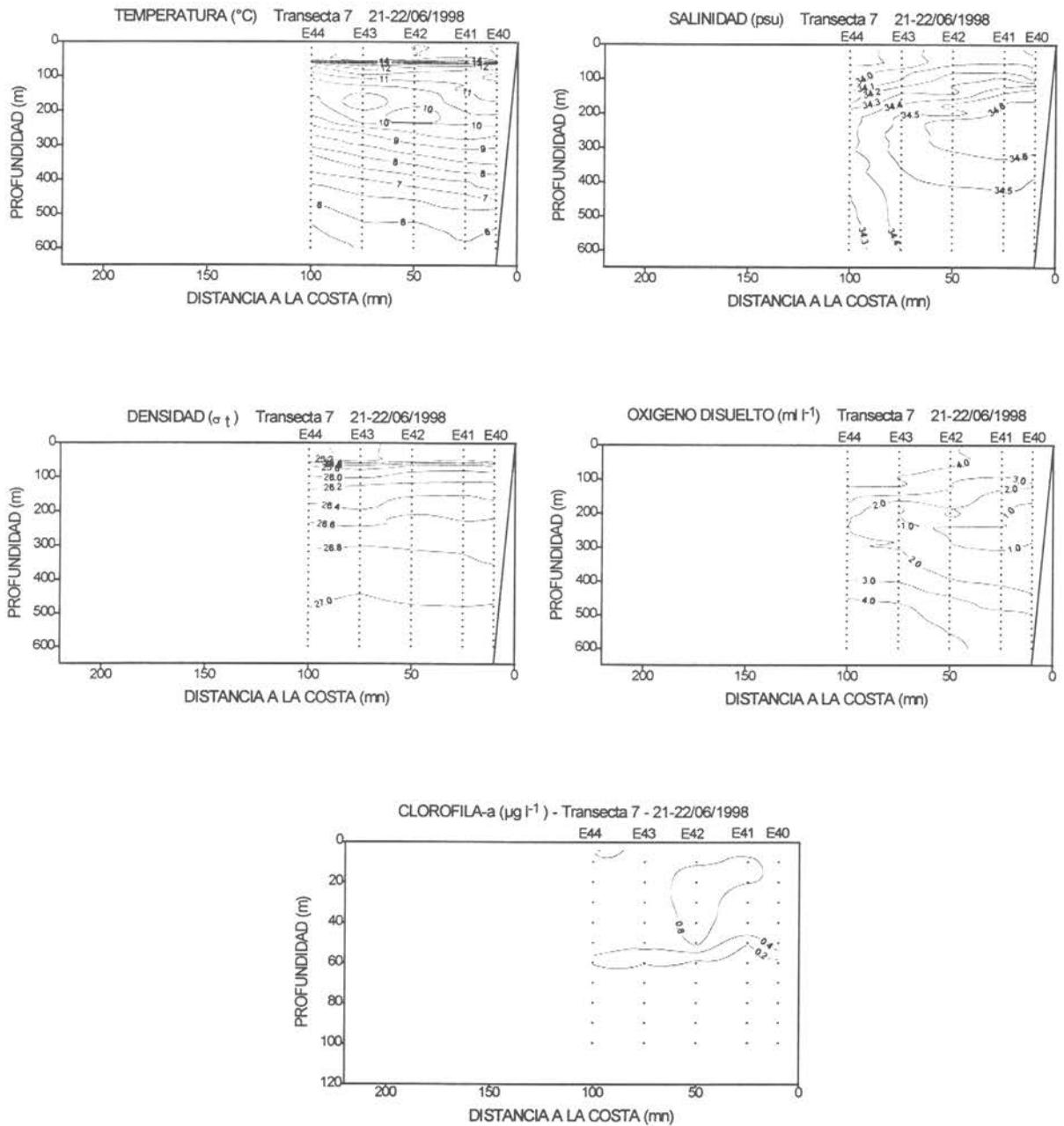


Figura 28. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 7.

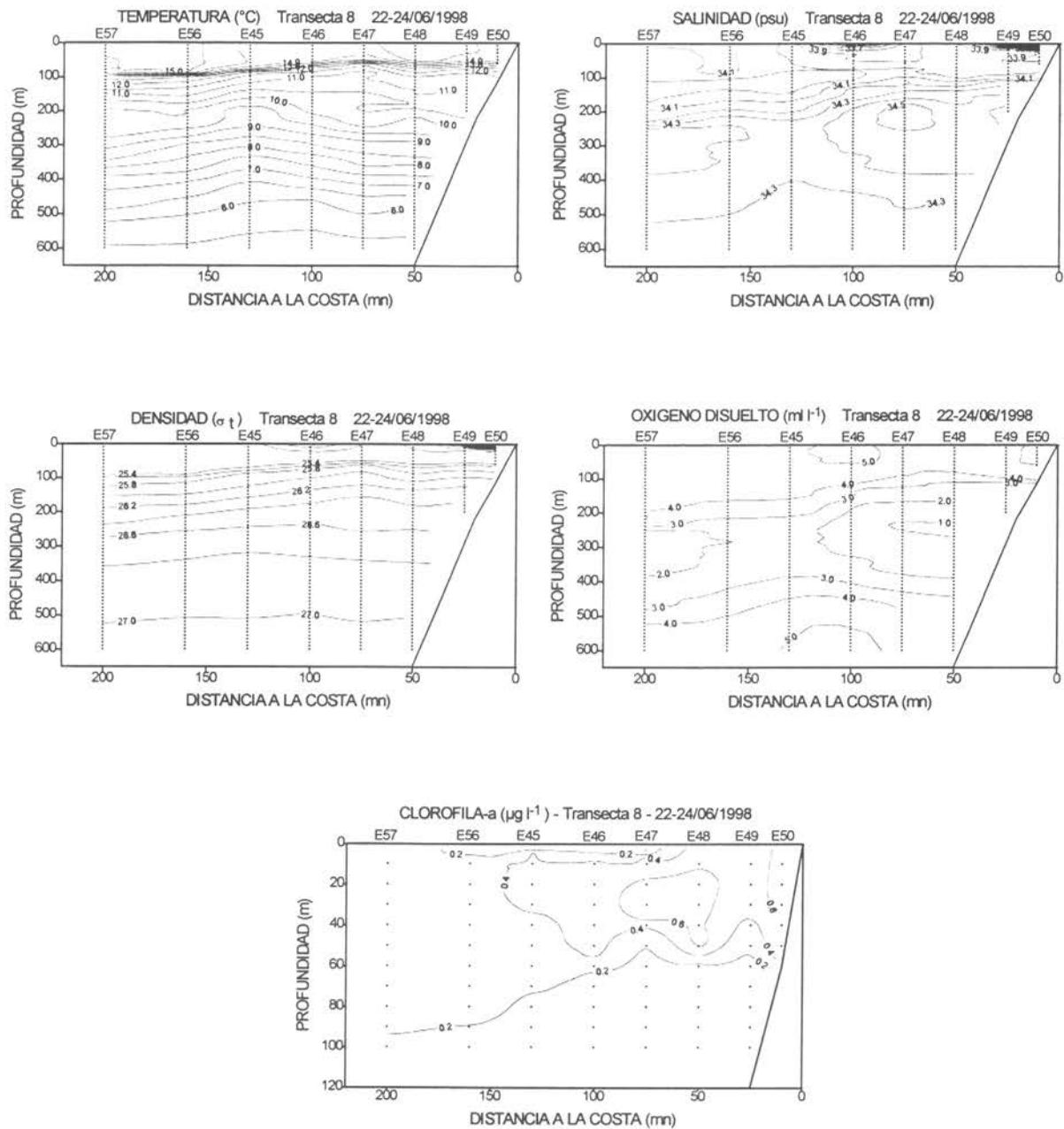


Figura 29. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 8.

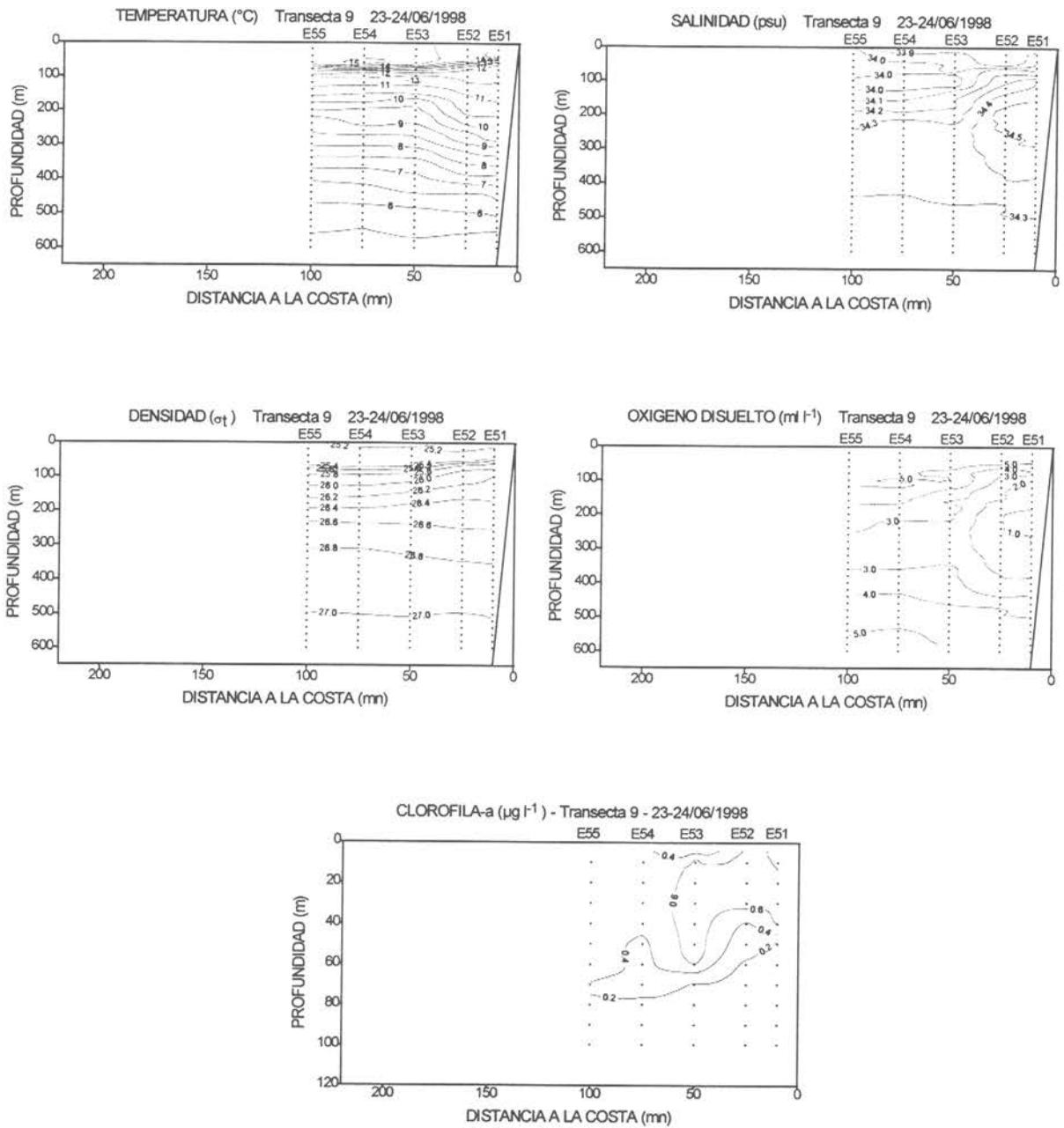


Figura 30. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 9.

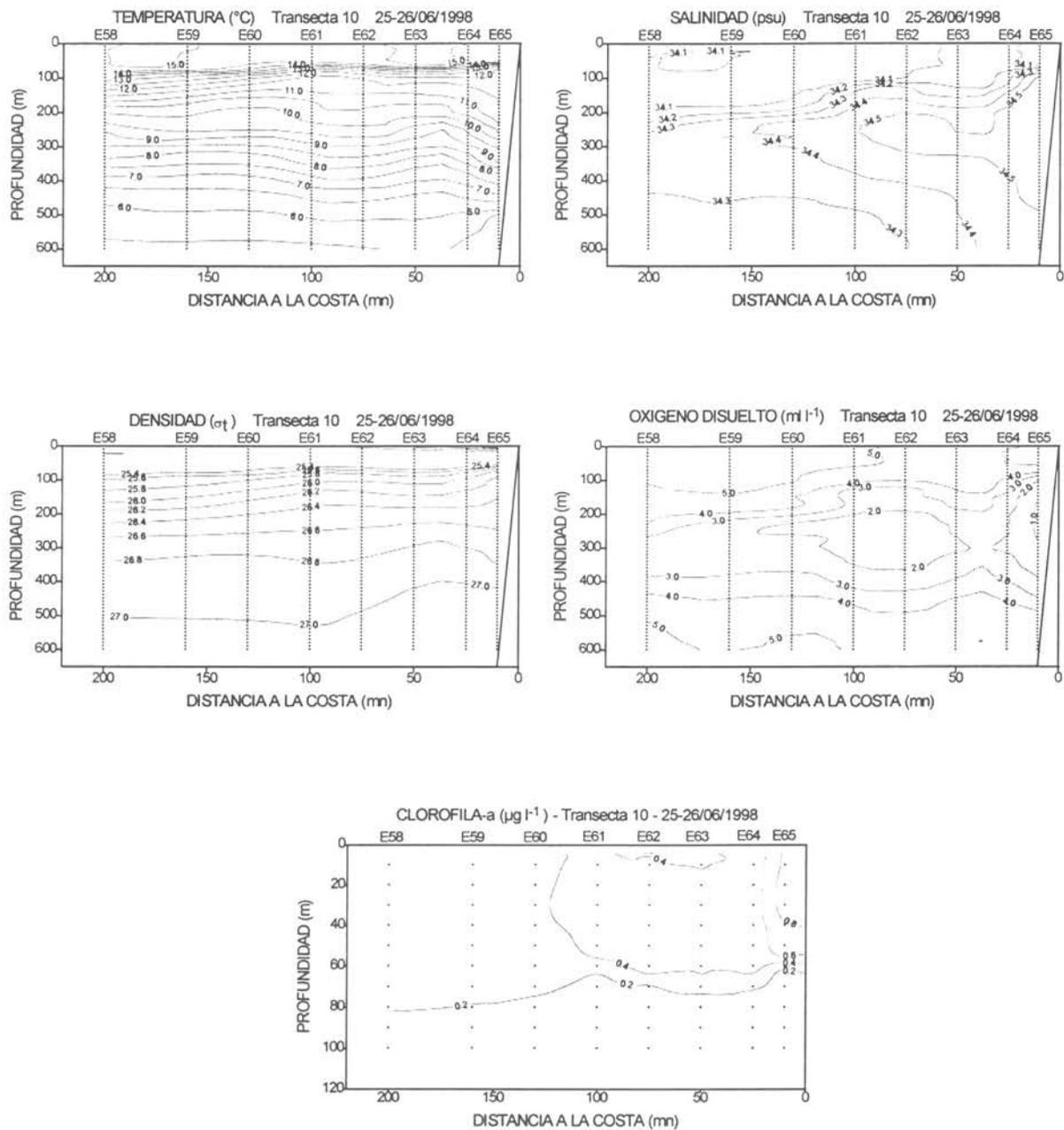


Figura 31. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 10.

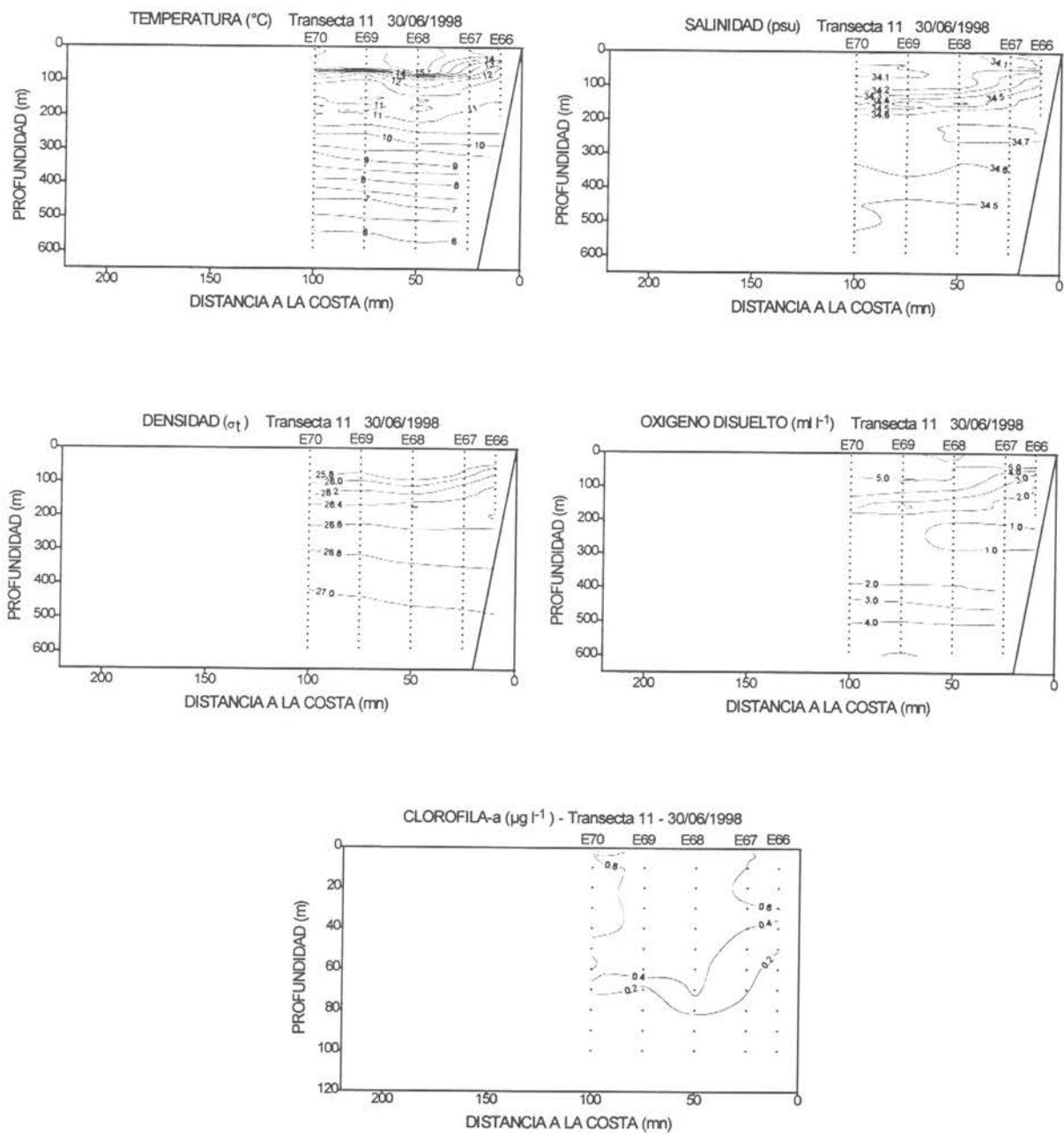


Figura 32. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 11.

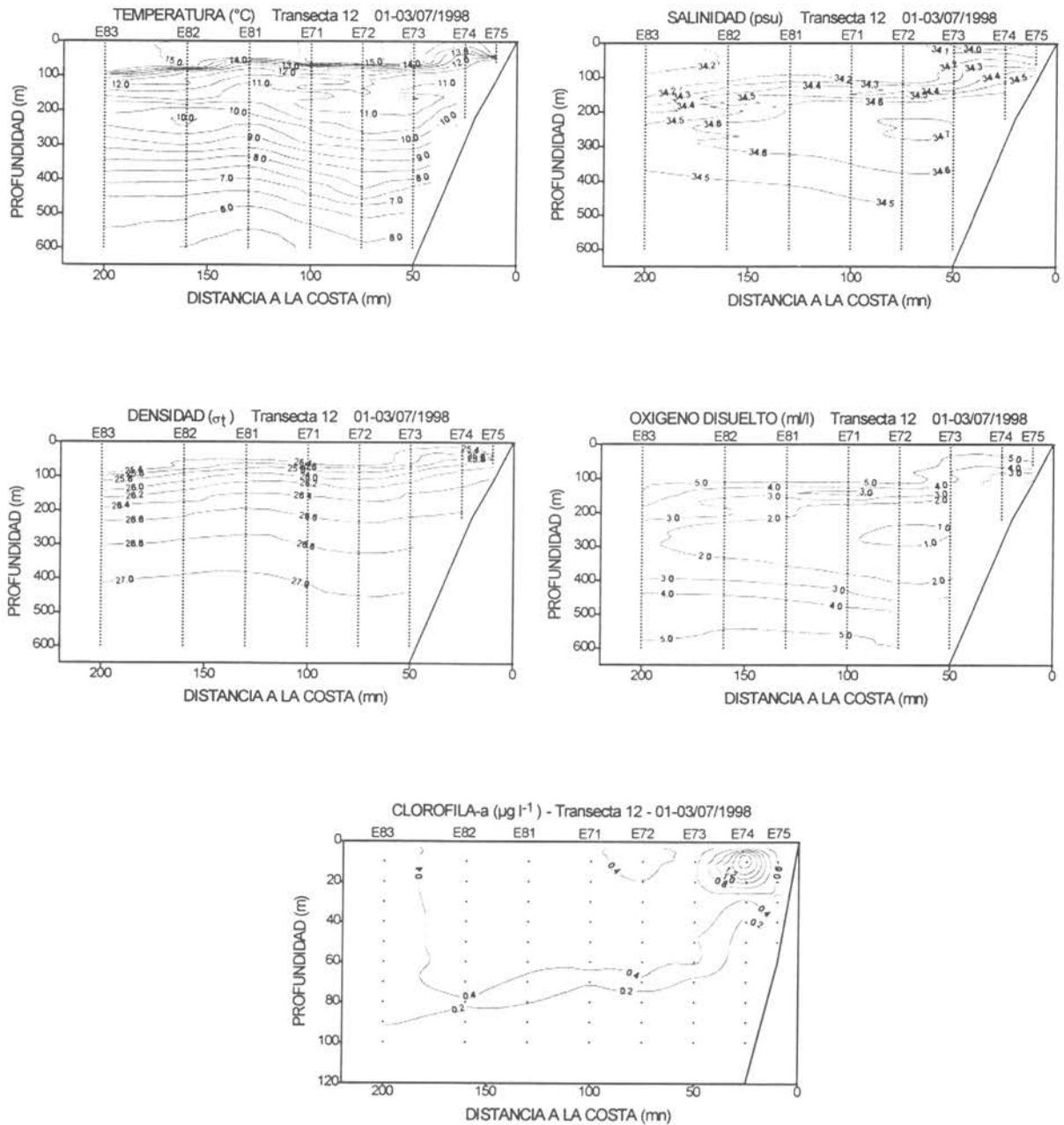


Figura 33. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 12.

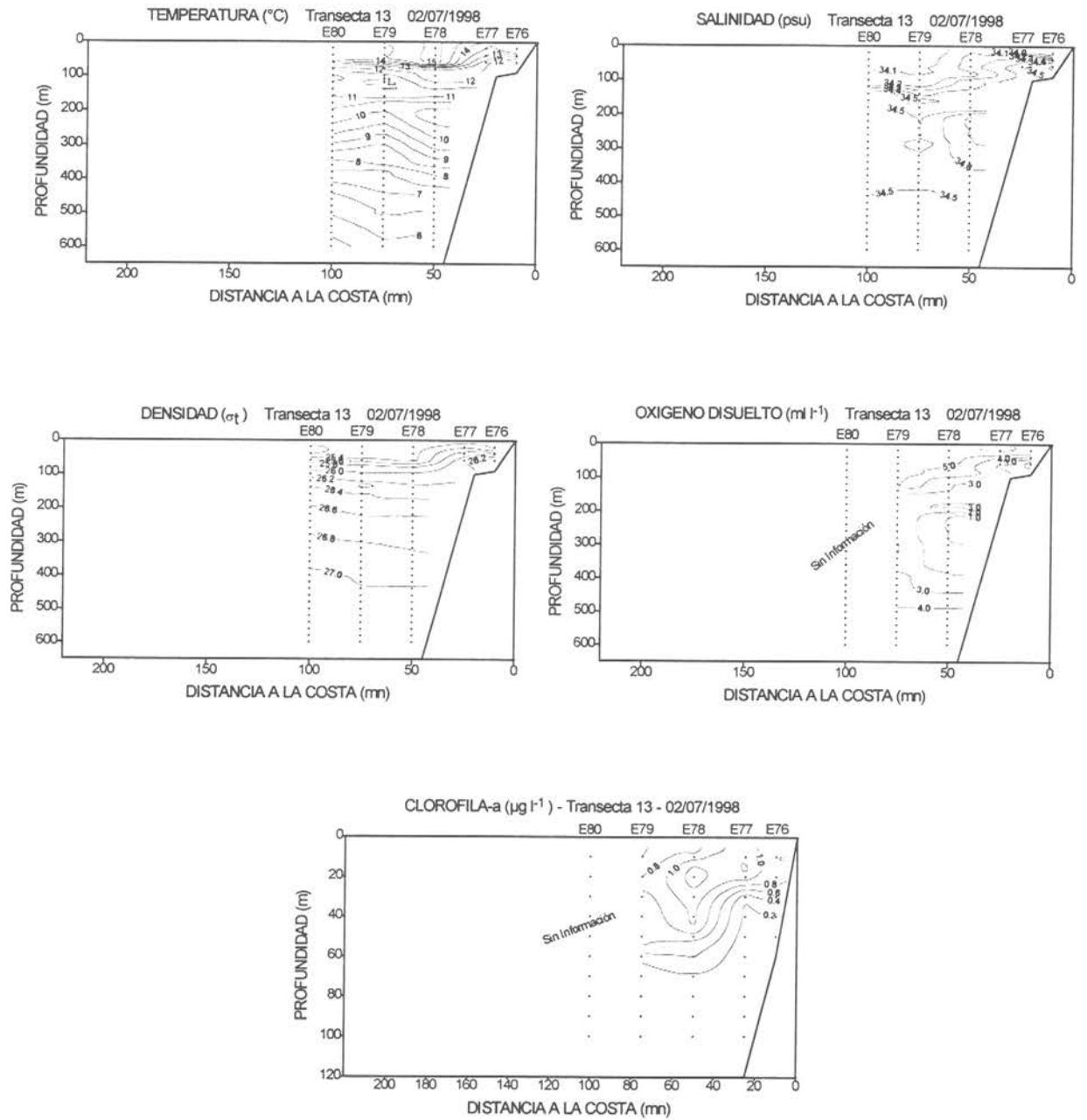


Figura 34. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 13.

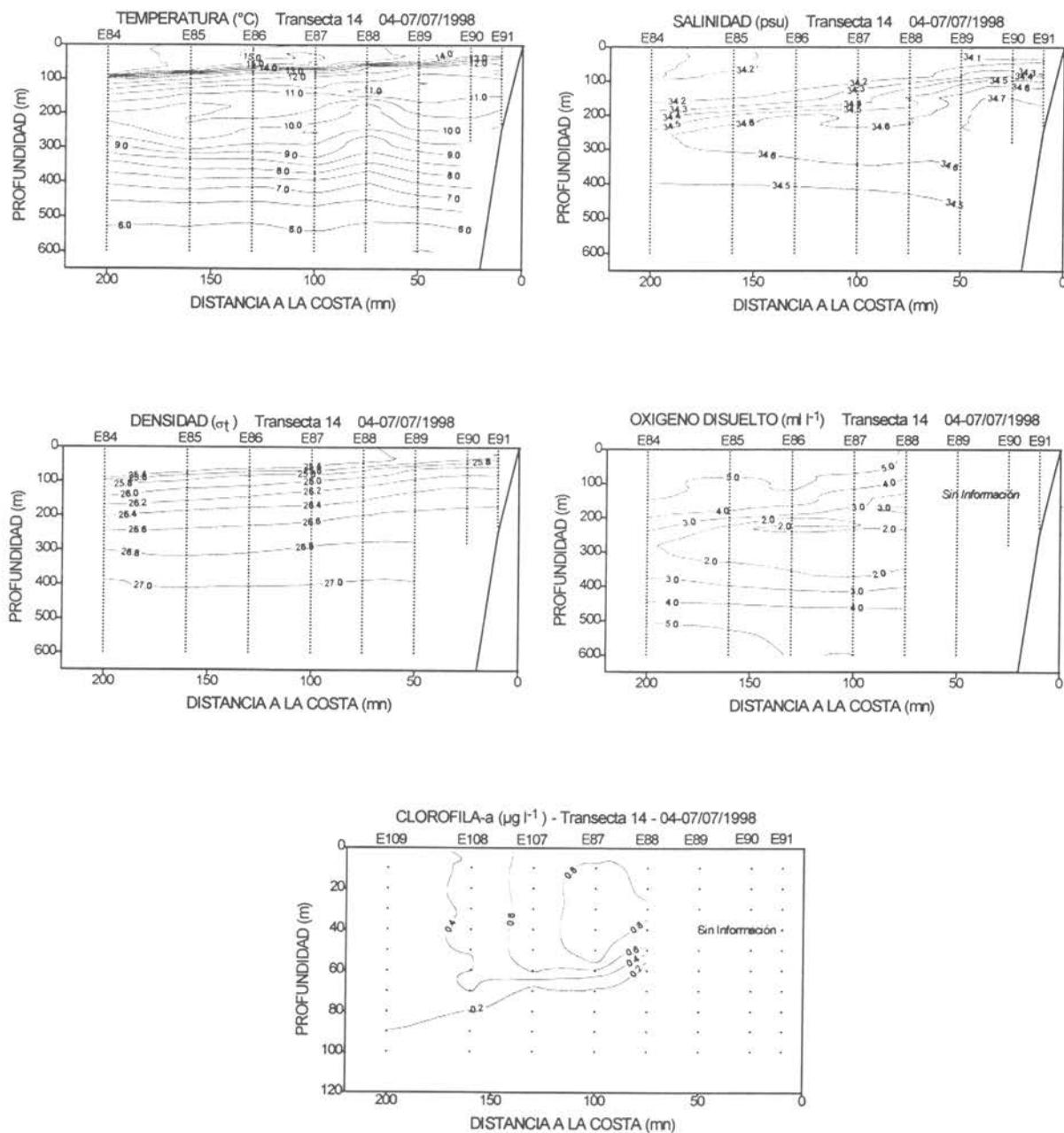


Figura 35. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 14.

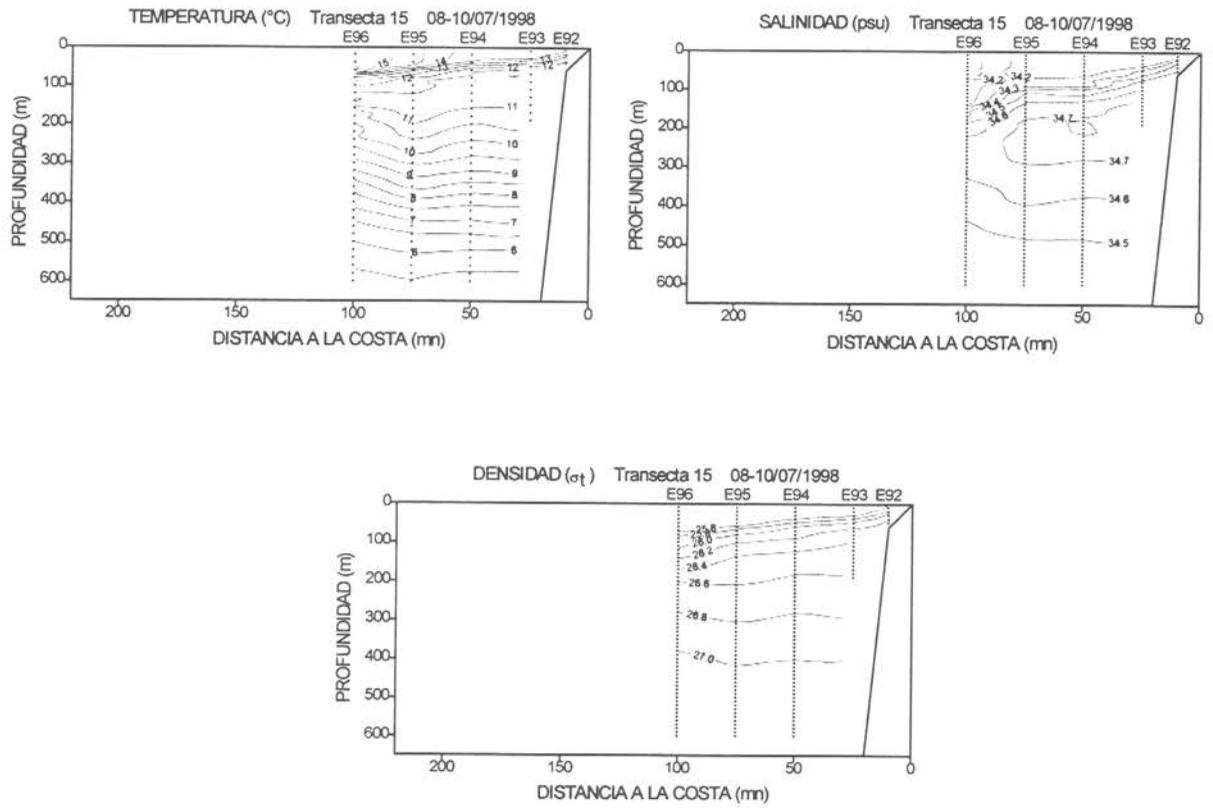


Figura 36. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 15.

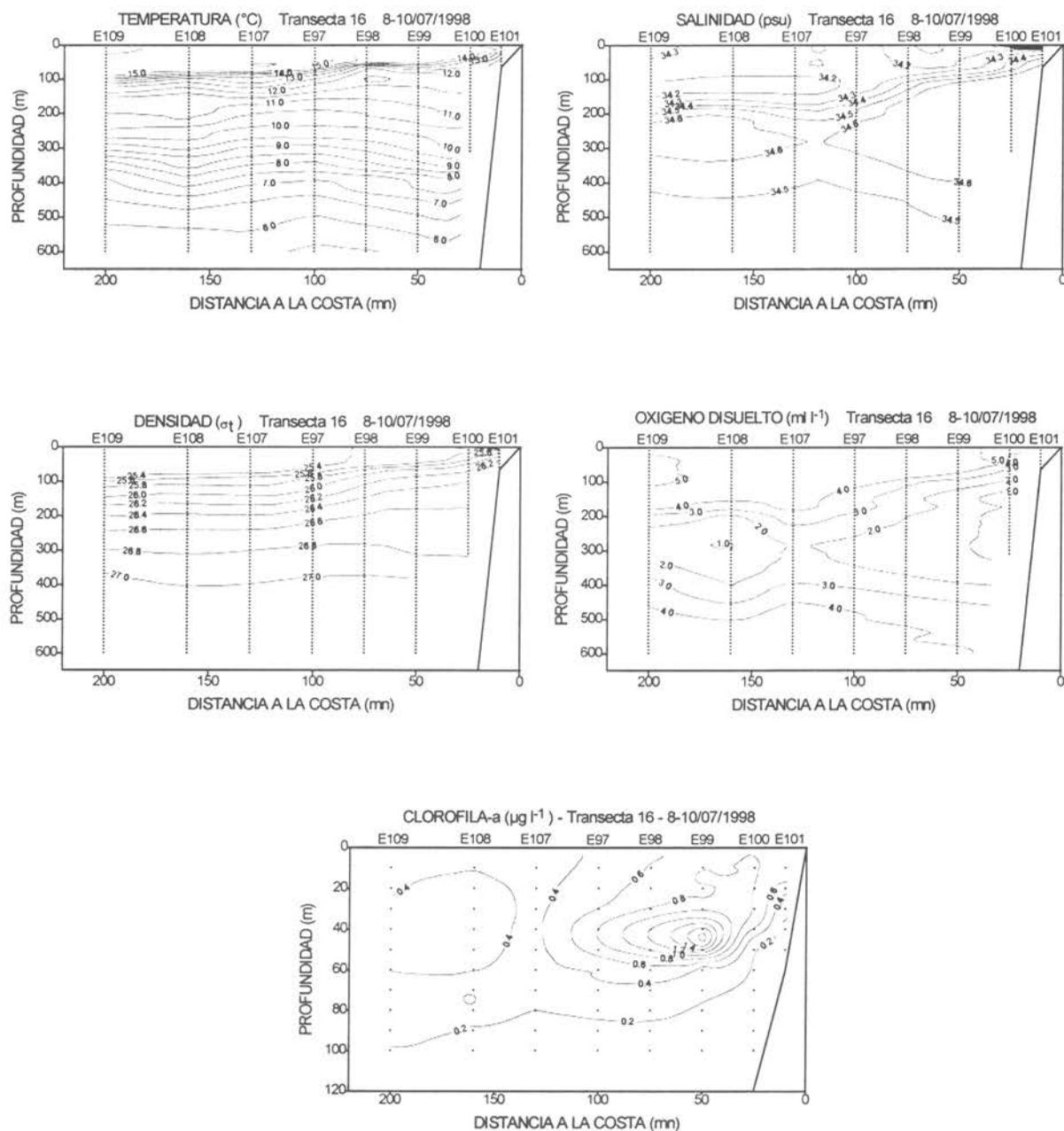


Figura 37. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 16.

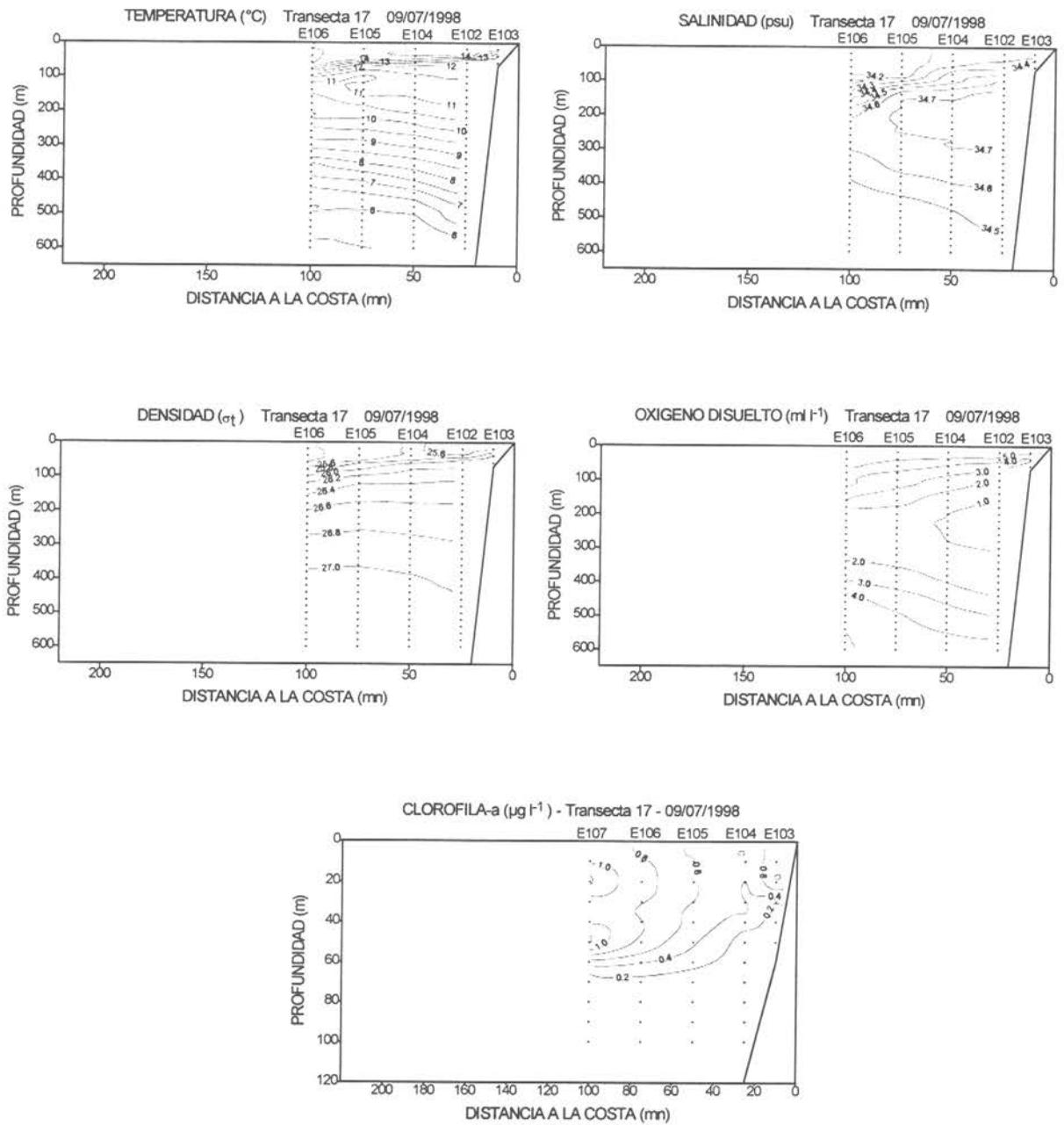


Figura 38. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 17.

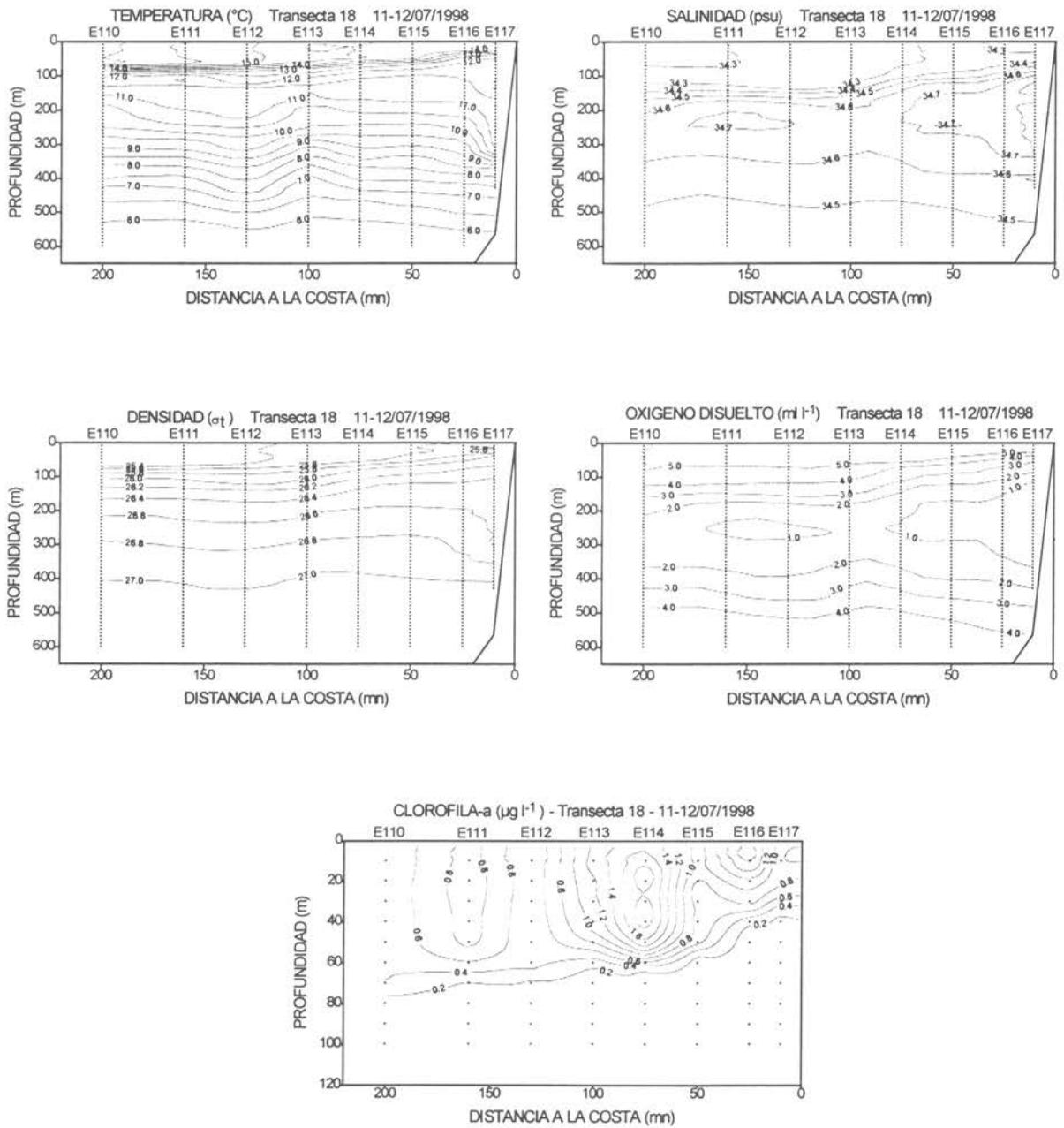


Figura 39. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 18.

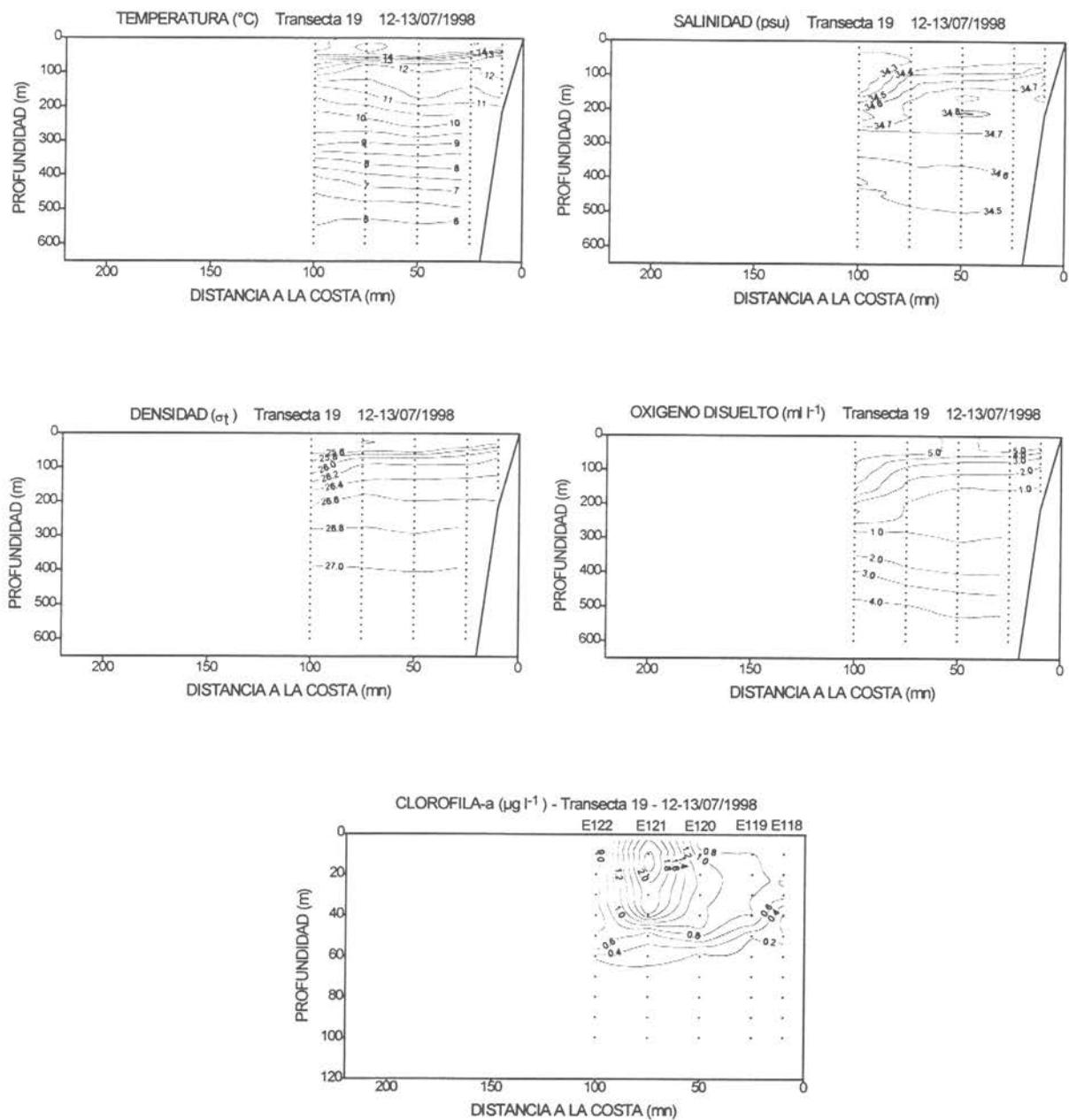


Figura 40. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 19.

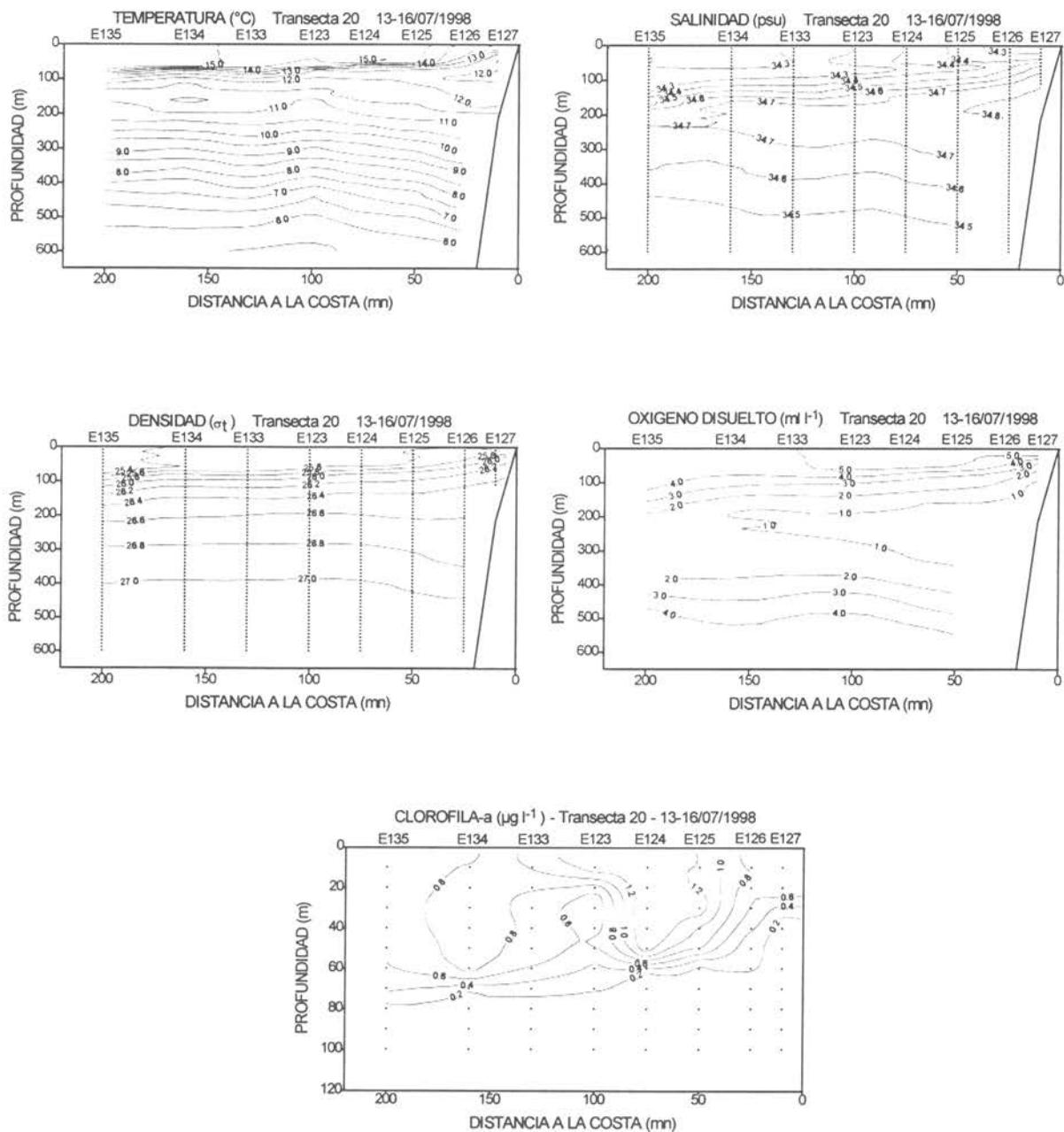


Figura 41. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 20.

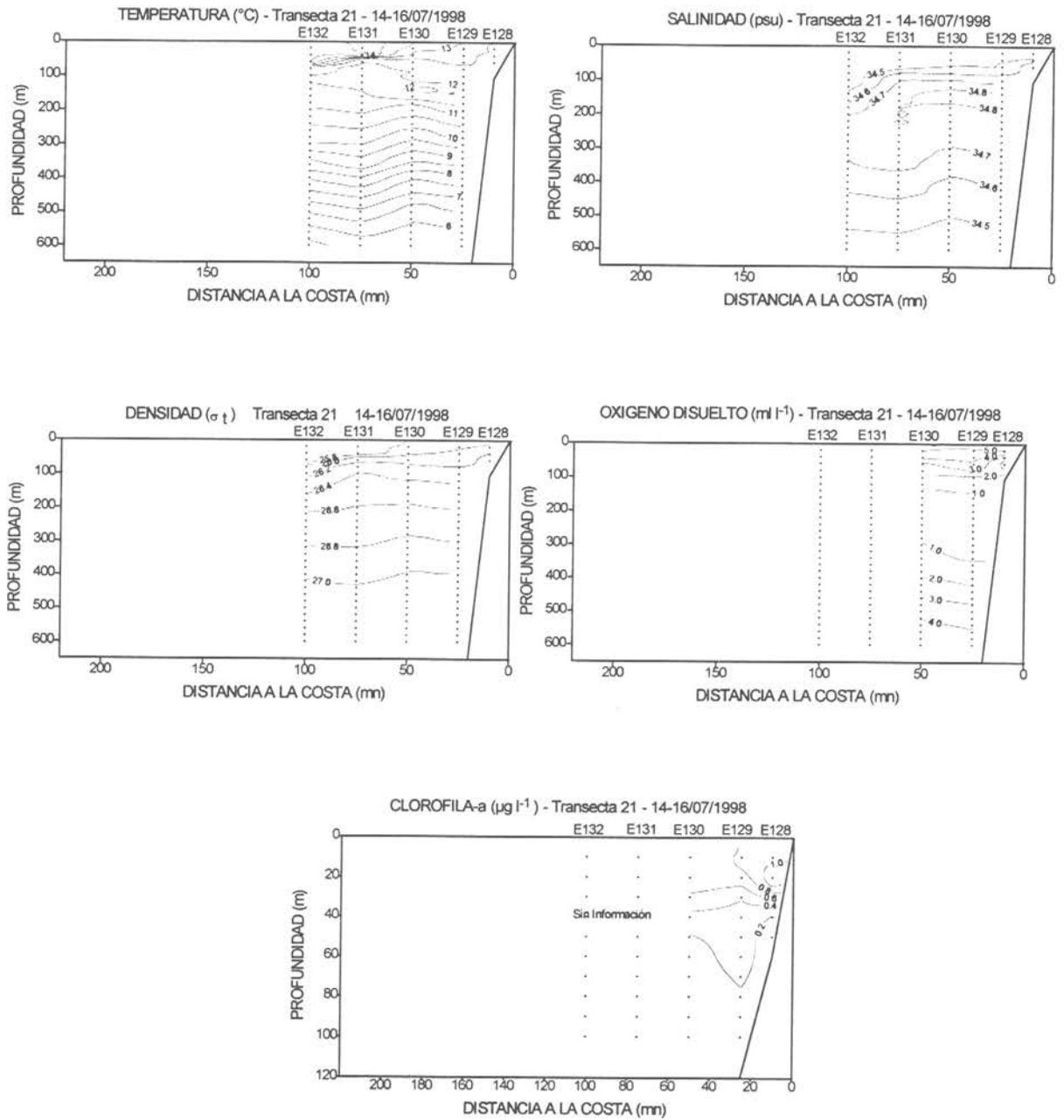


Figura 42. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 21.

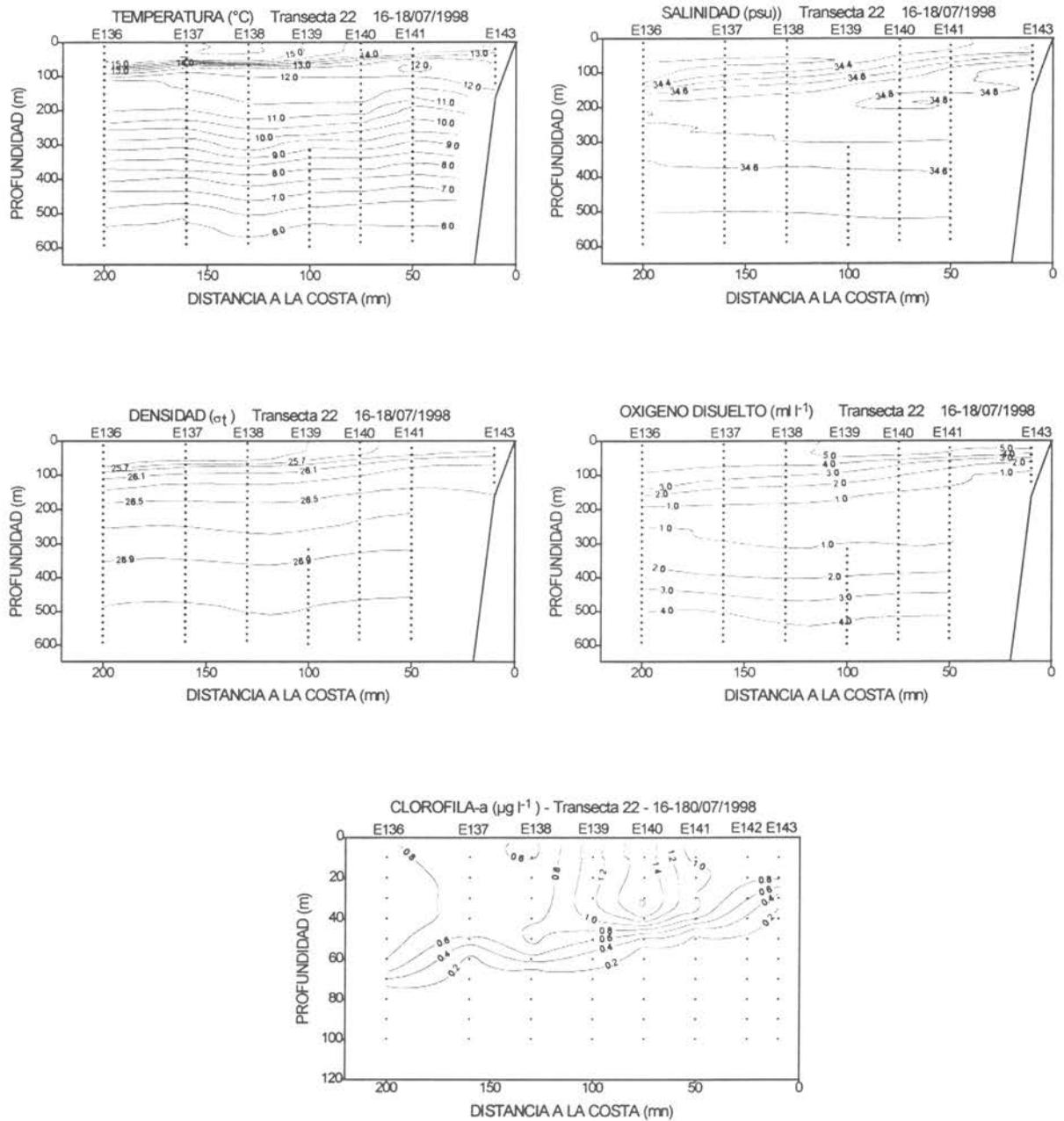


Figura 43. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 22.

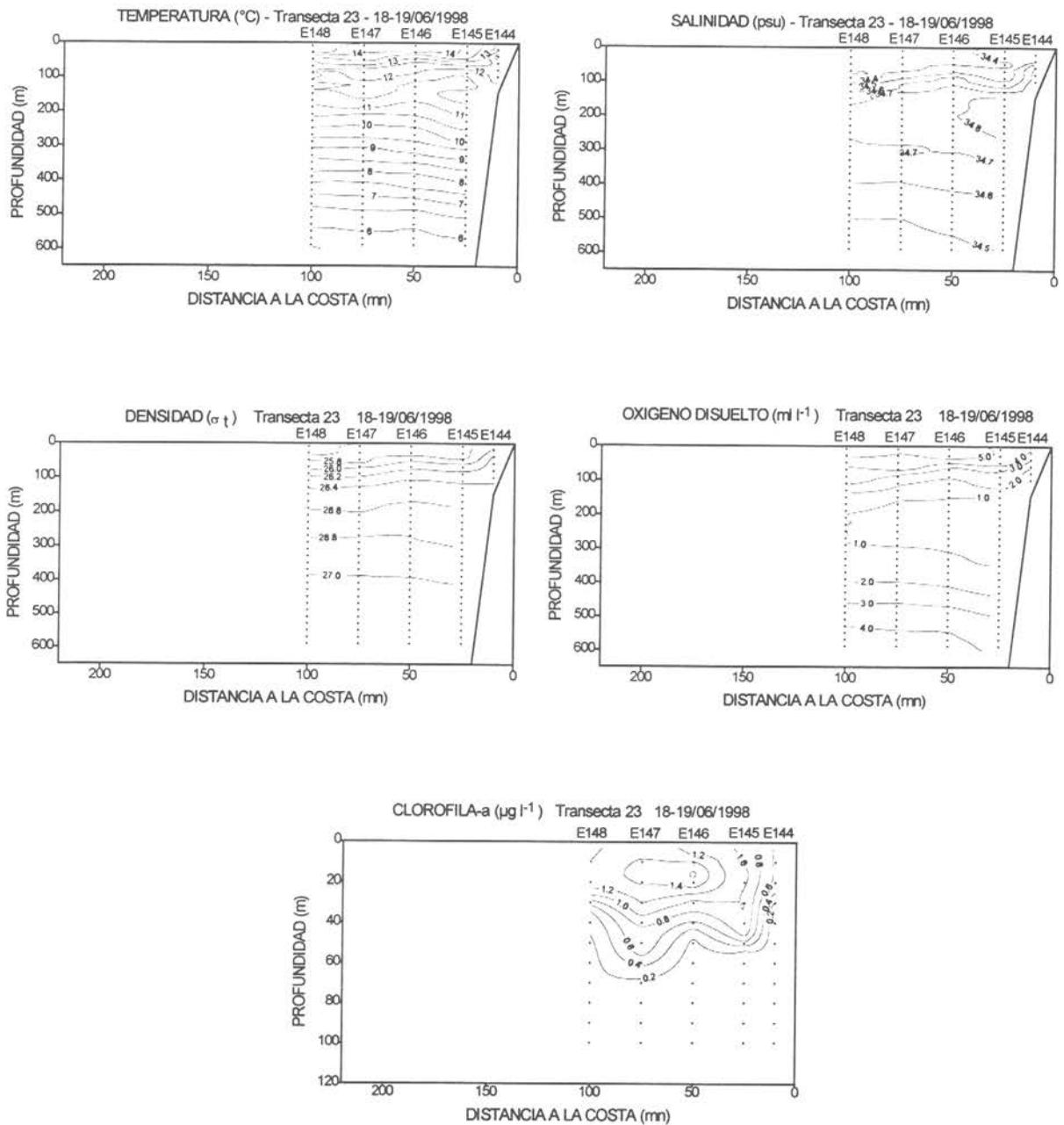


Figura 44. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 23.

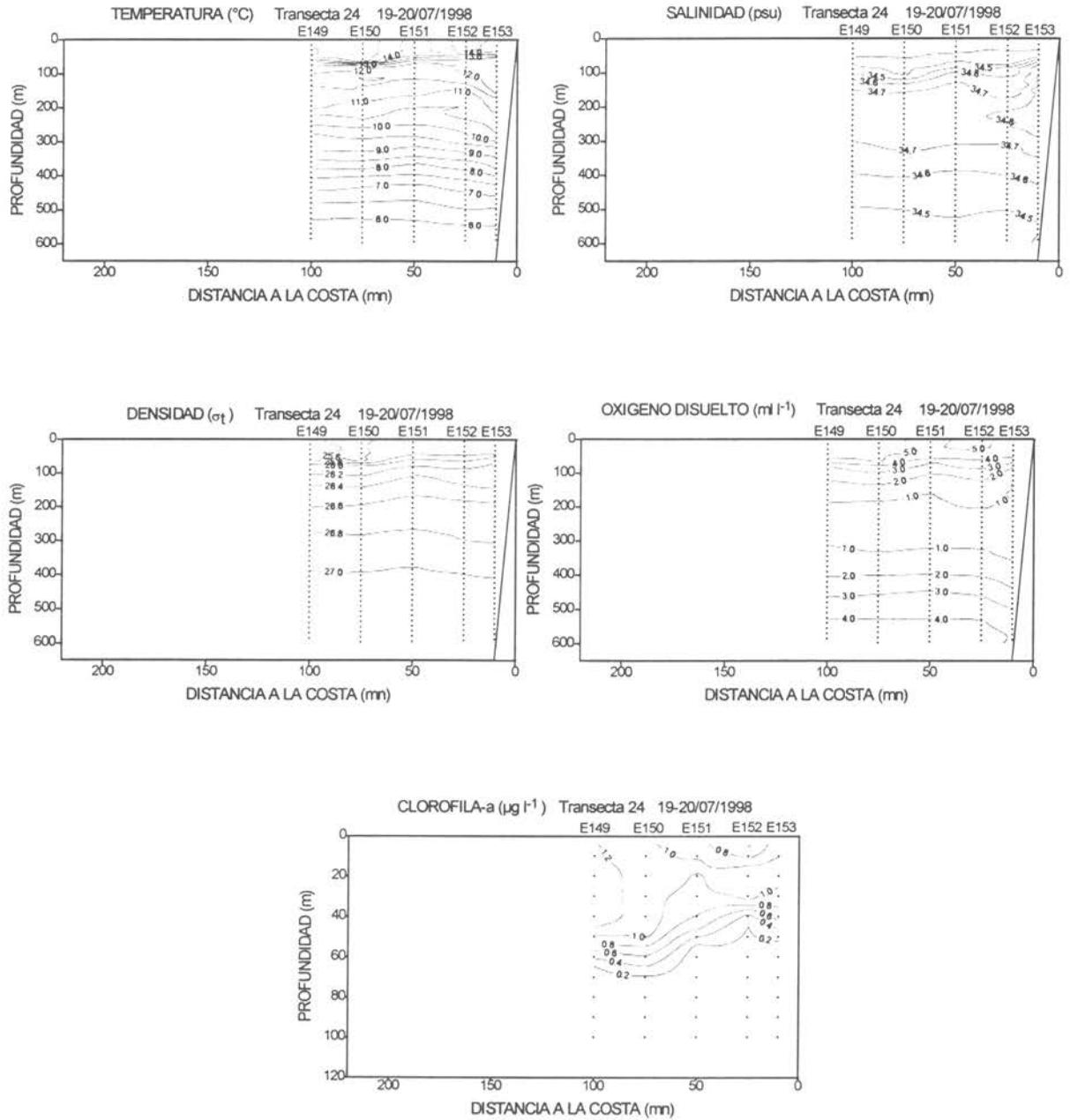


Figura 45. Distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Sección oceanográfica. Transecta 24.

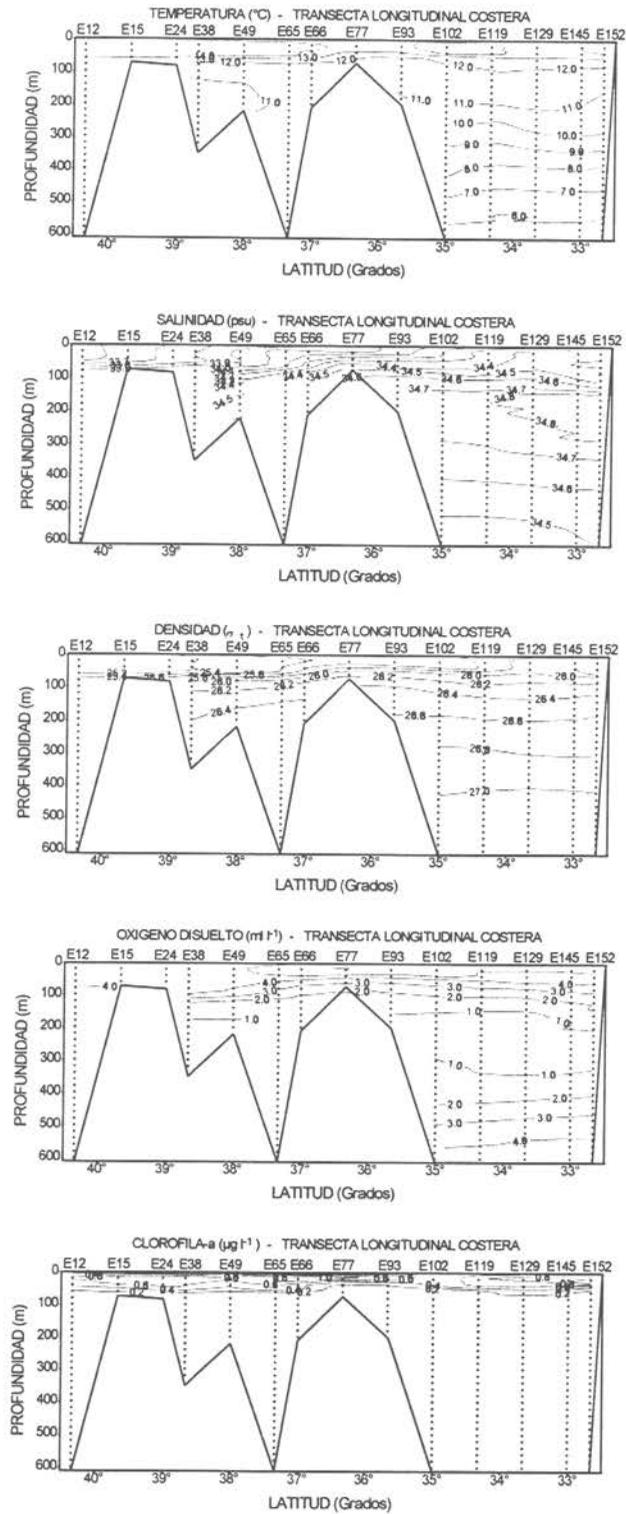


Figura 46. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta costera.

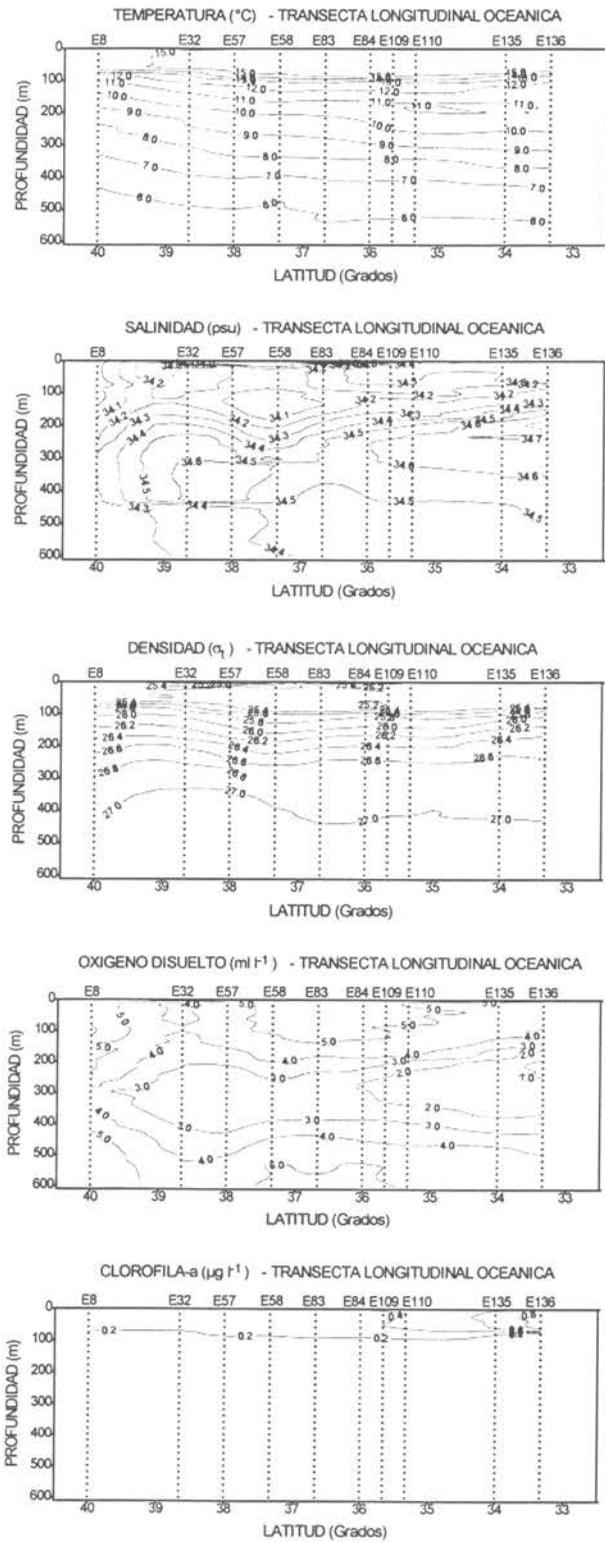


Figura 47. Secciones longitudinales de la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto y clorofila-a. Transecta oceánica.

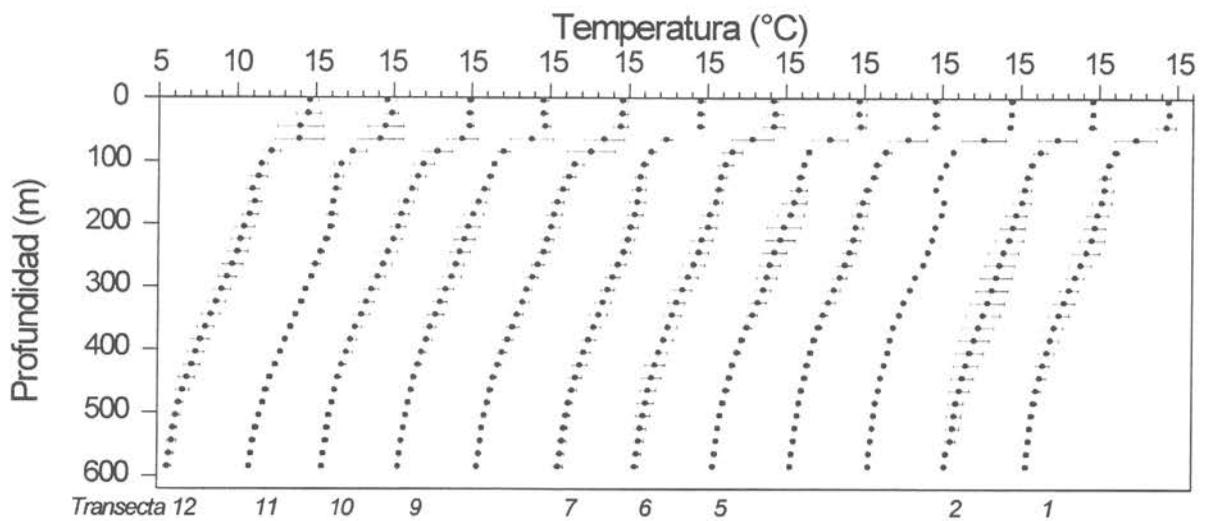
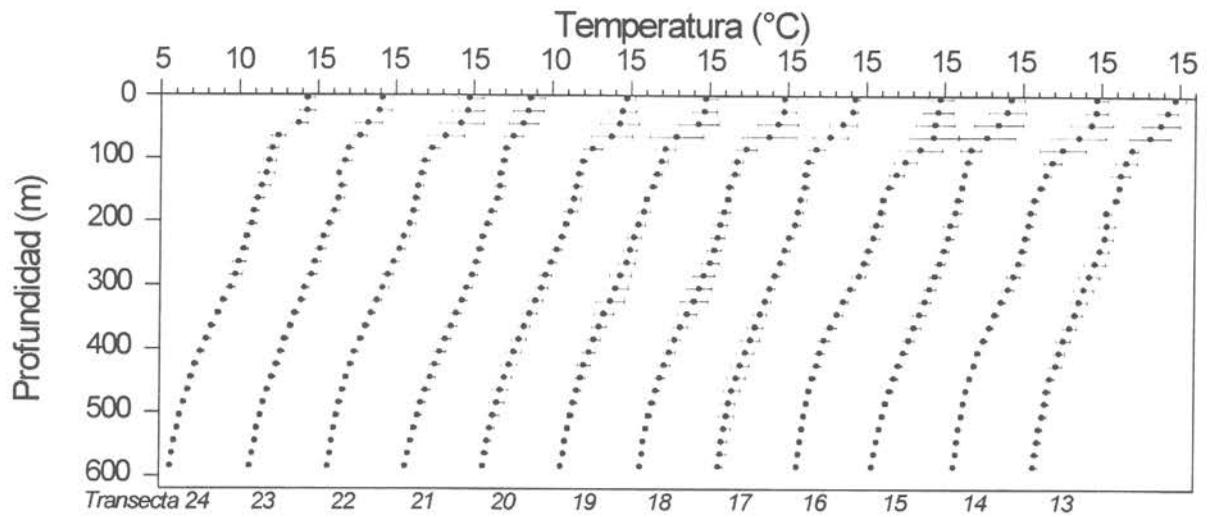


Figura 48. Perfiles verticales promedio de temperatura (°C) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

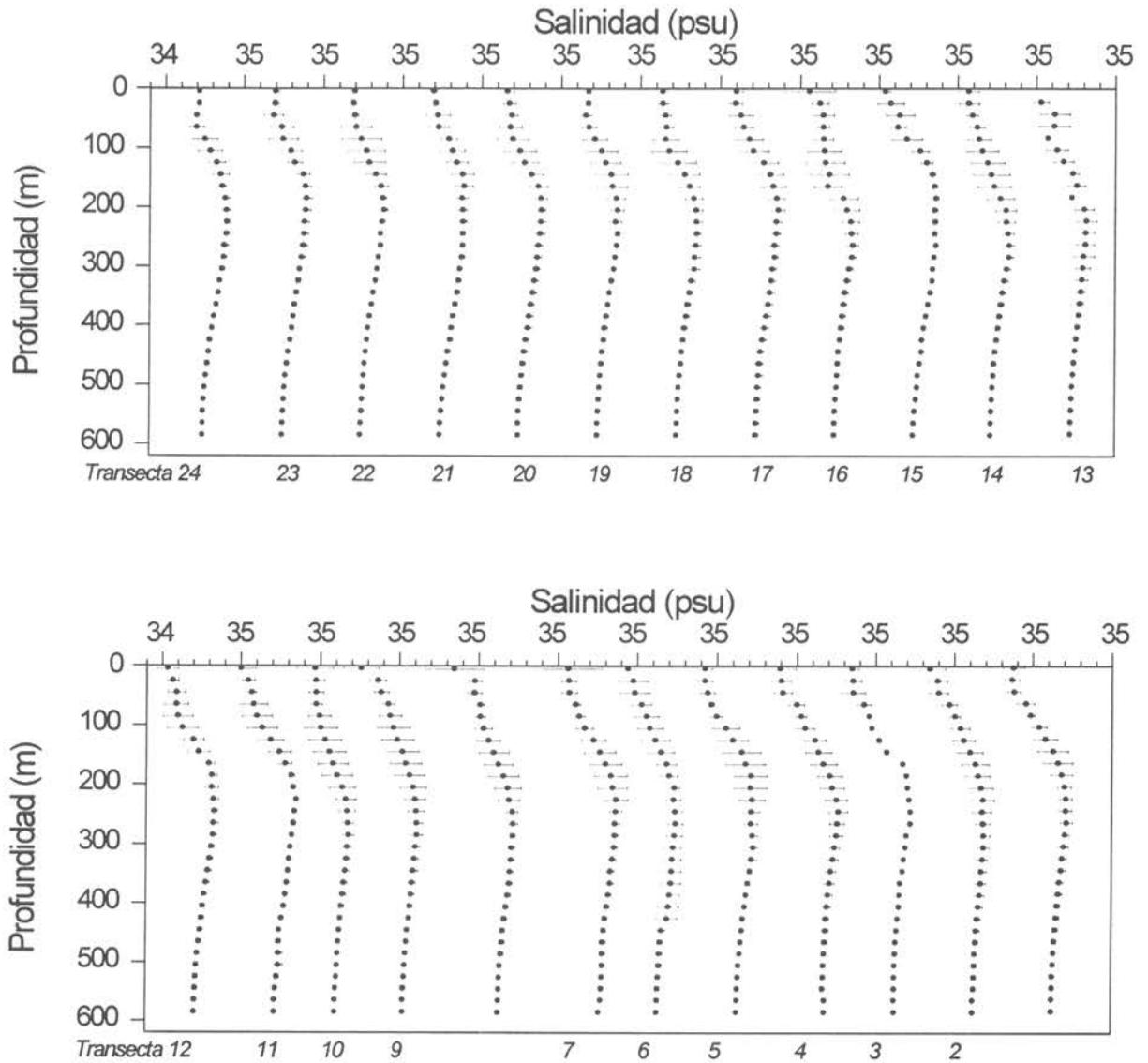


Figura 49. Perfiles verticales promedio de salinidad (psu) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

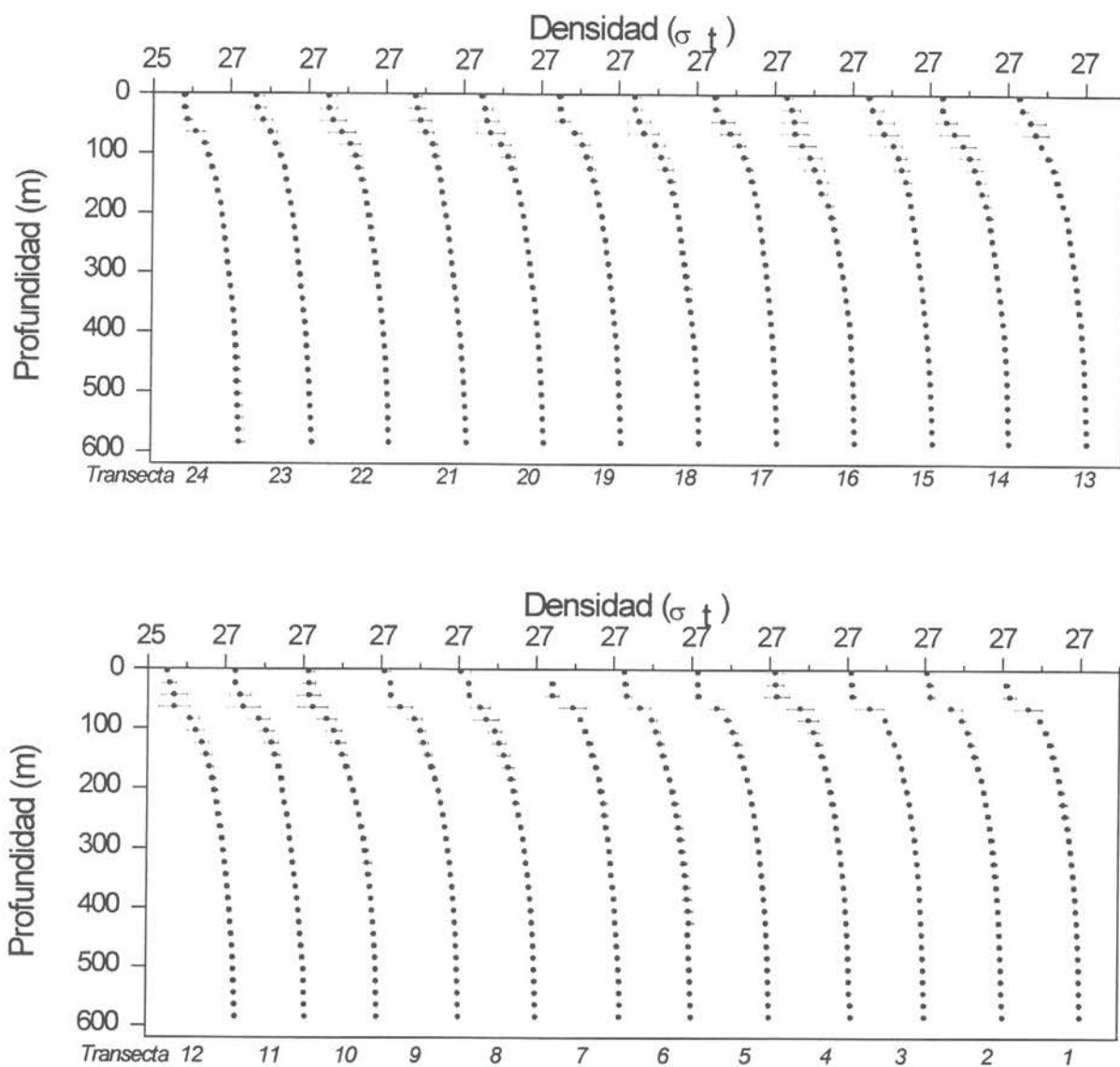


Figura 50. Perfiles verticales promedio de densidad (σ_t) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

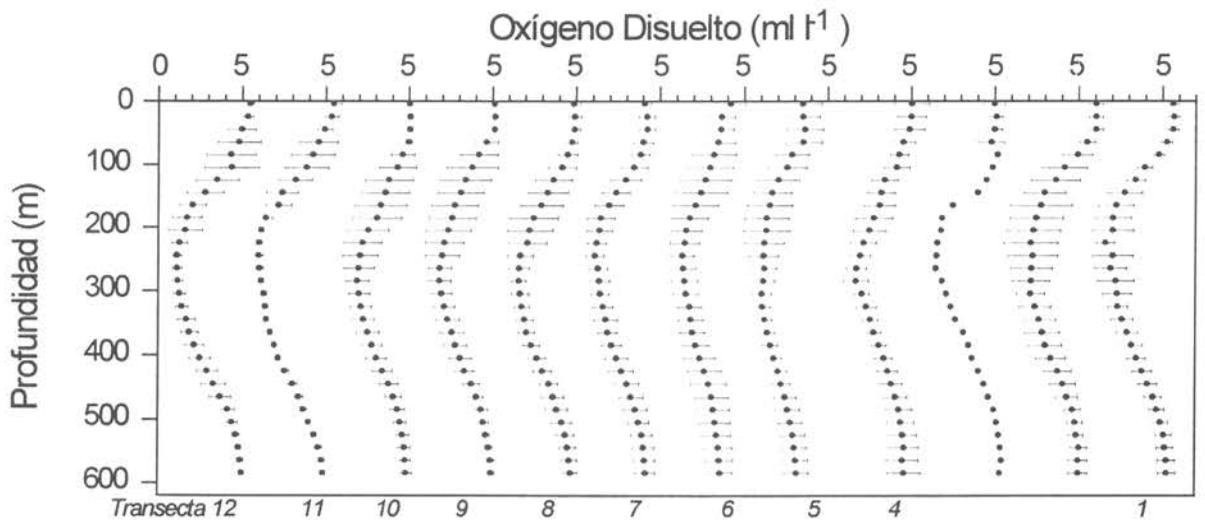
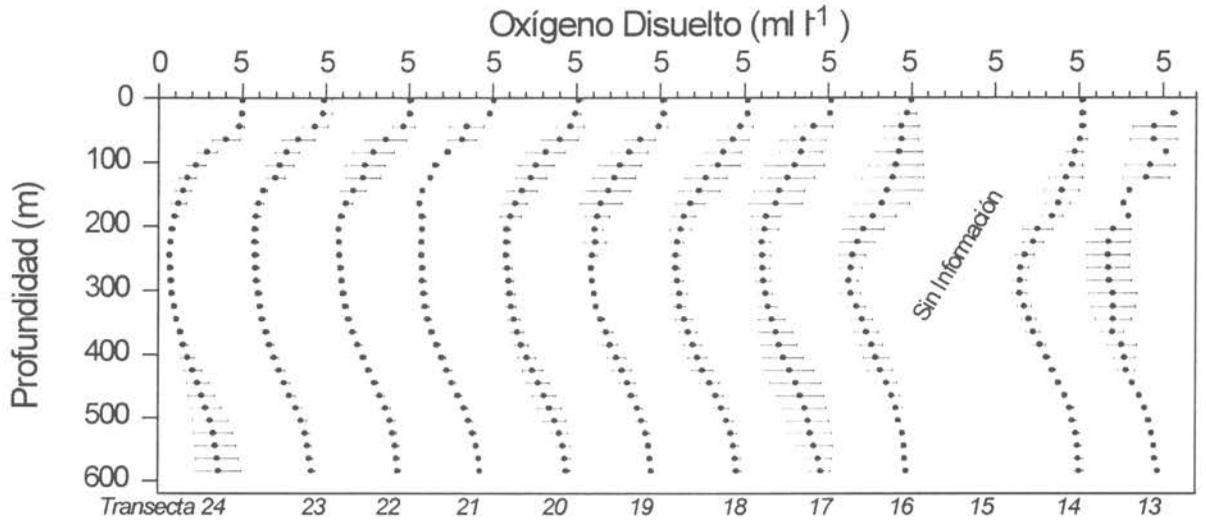


Figura 51. Perfiles verticales promedio de oxígeno disuelto (ml/l) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

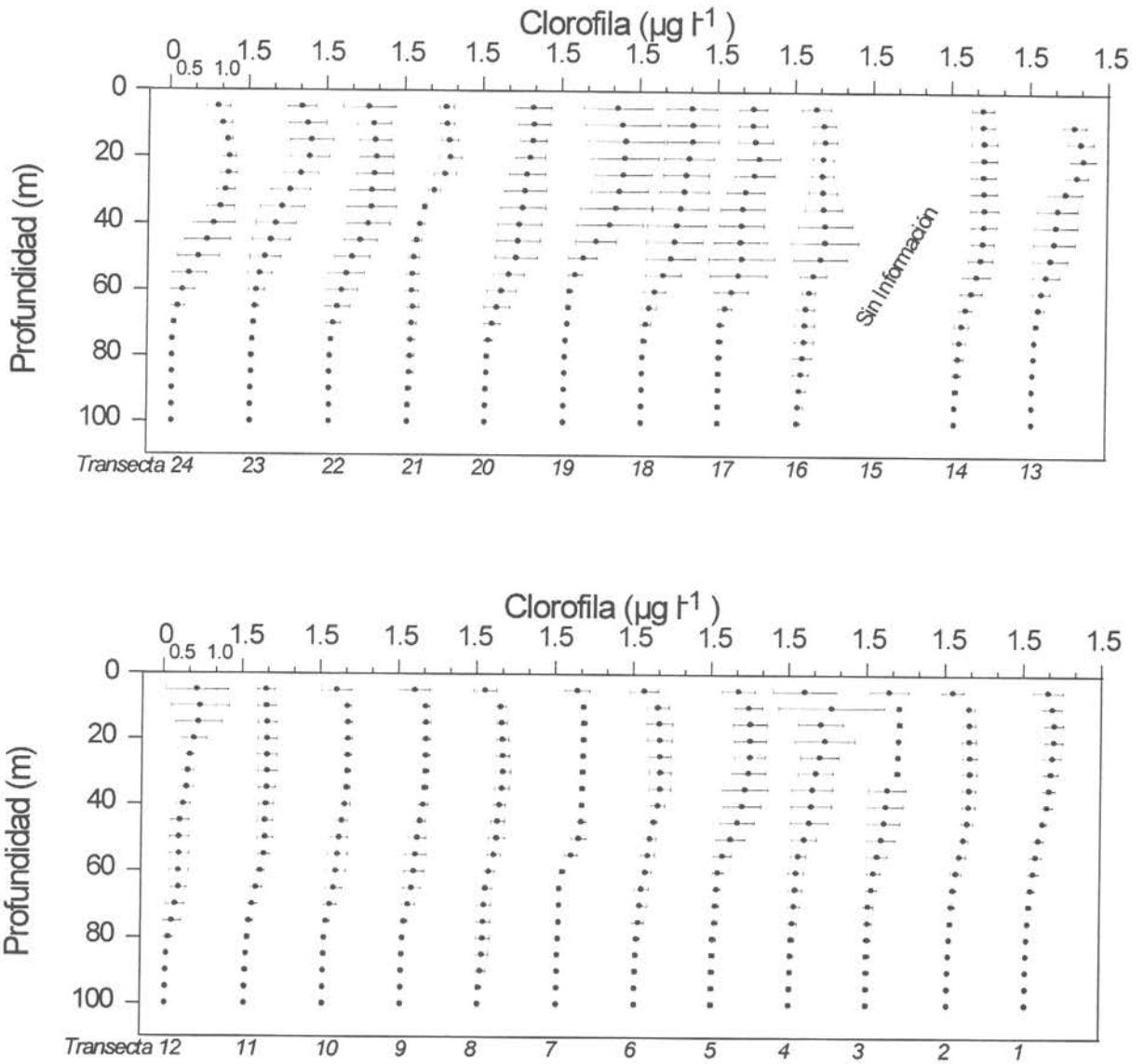


Figura 52. Perfiles verticales promedio de clorofila-a ($\mu\text{g/l}$) para todas las transectas de muestreo. Las barras indican la desviación estándar.

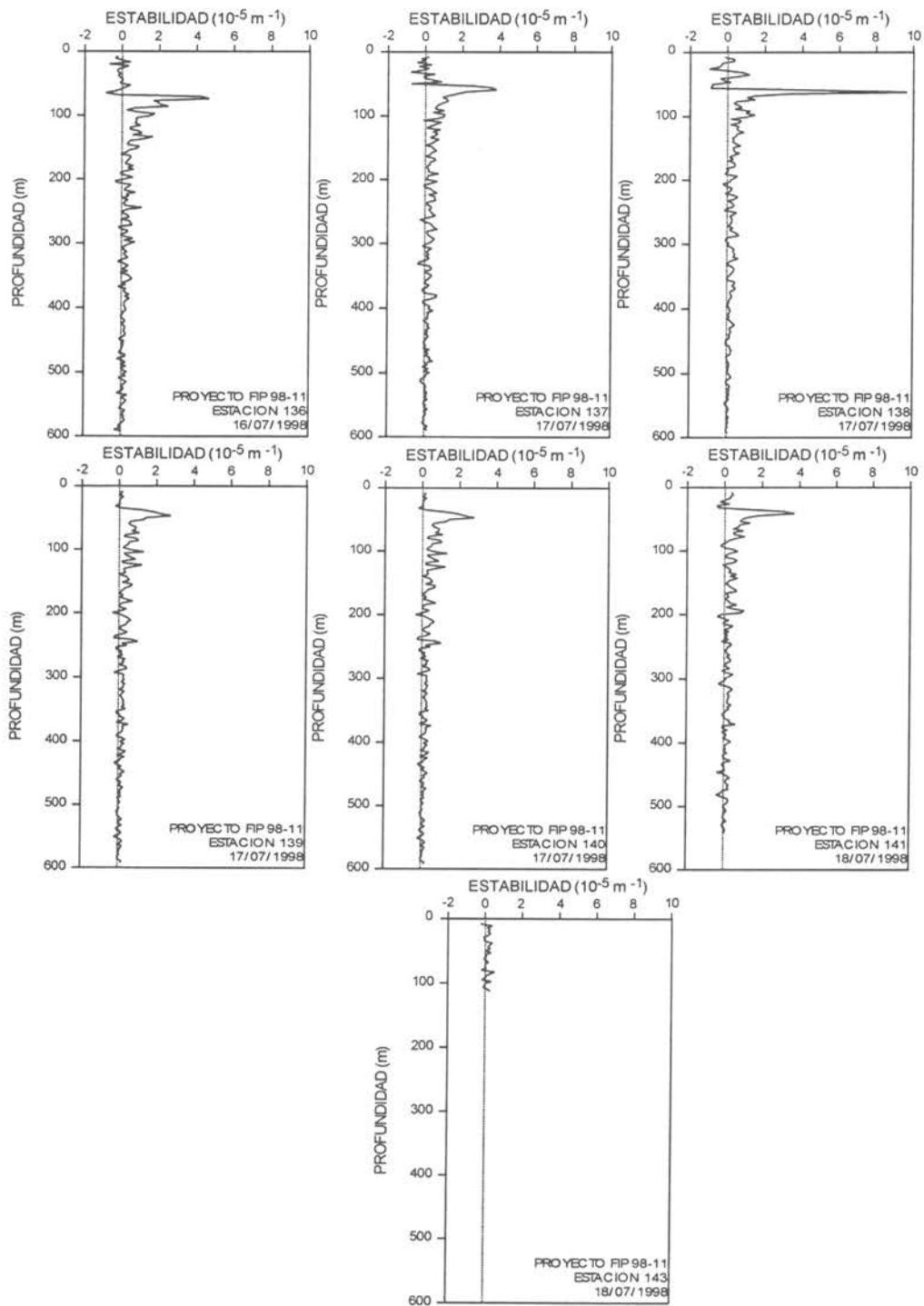


Figura 53. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector norte (Transecta 22).

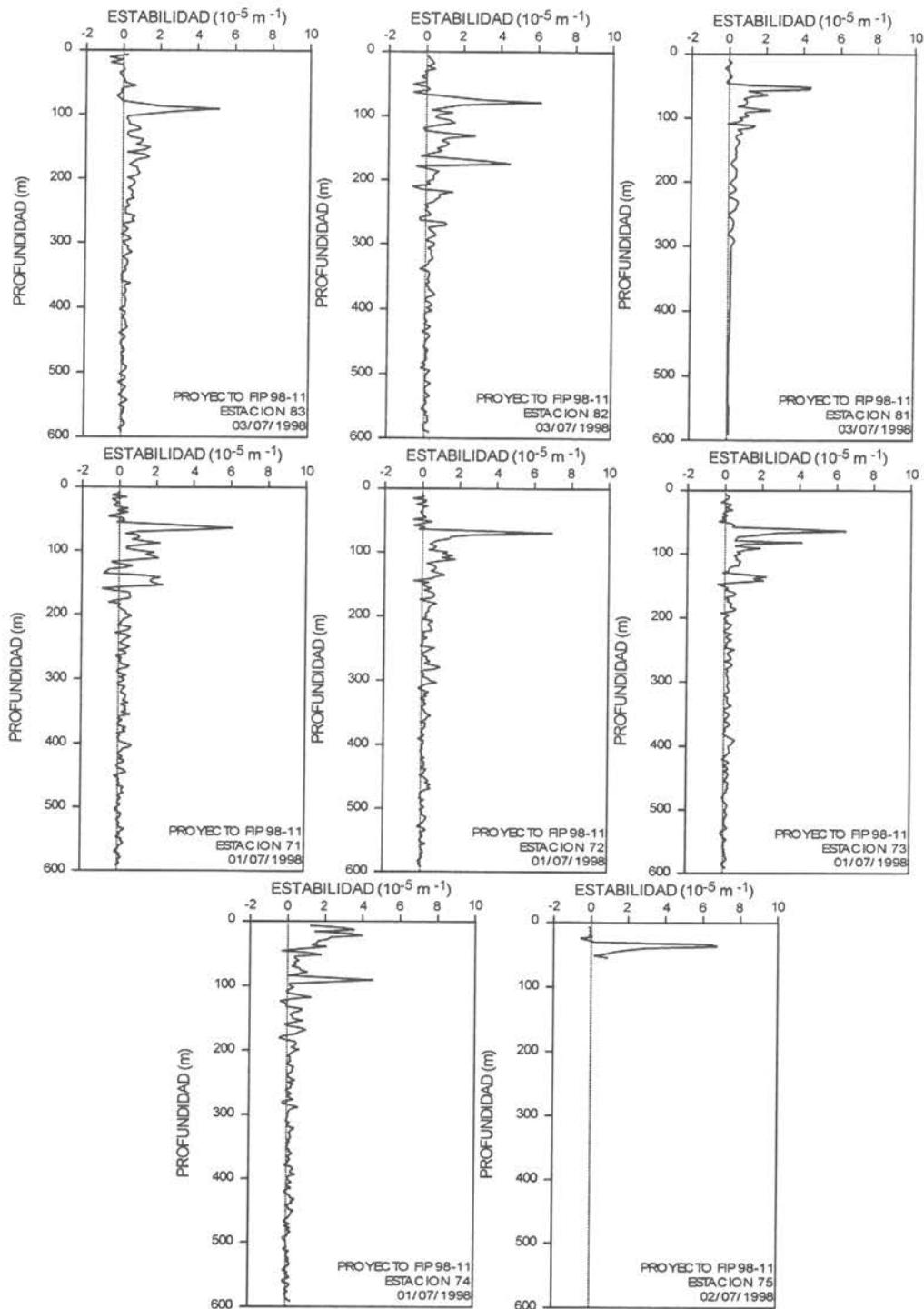


Figura 54. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector central (Transecta 12).

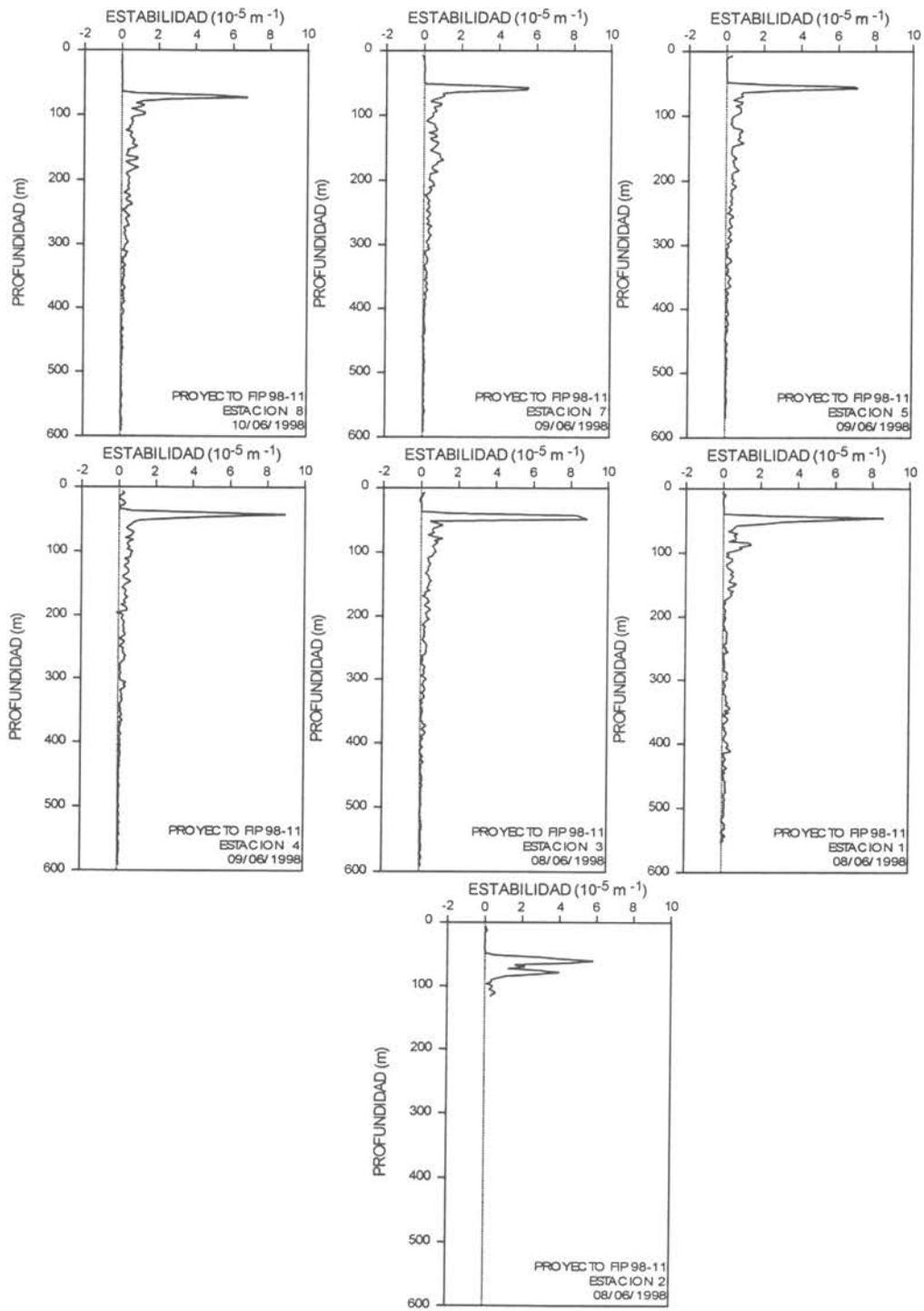


Figura 55. Distribución vertical de la estabilidad en la columna de agua. Sector sur (Transecta 2).

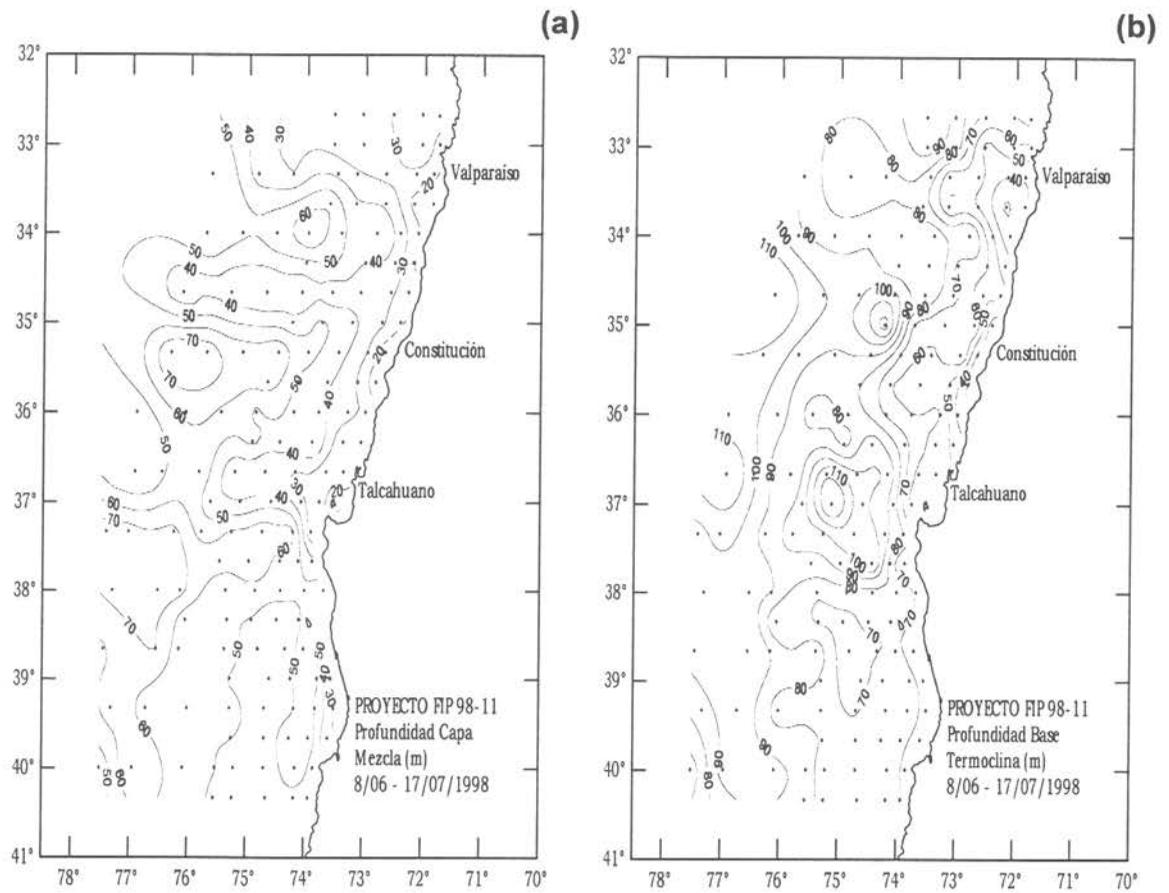


Figura 56. Distribución horizontal de a) Profundidad de la capa de mezcla (m), b) Profundidad base de la termoclina (m).

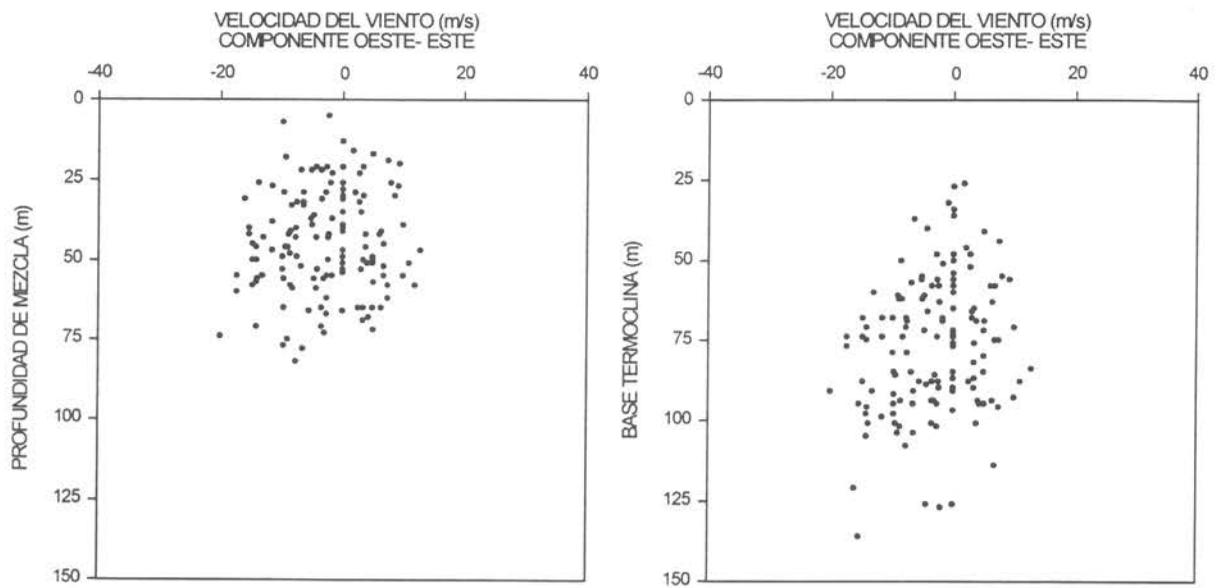


Figura 57. Relación entre el componente este-oeste de la velocidad del viento y las profundidades de mezcla y base de la termoclina.

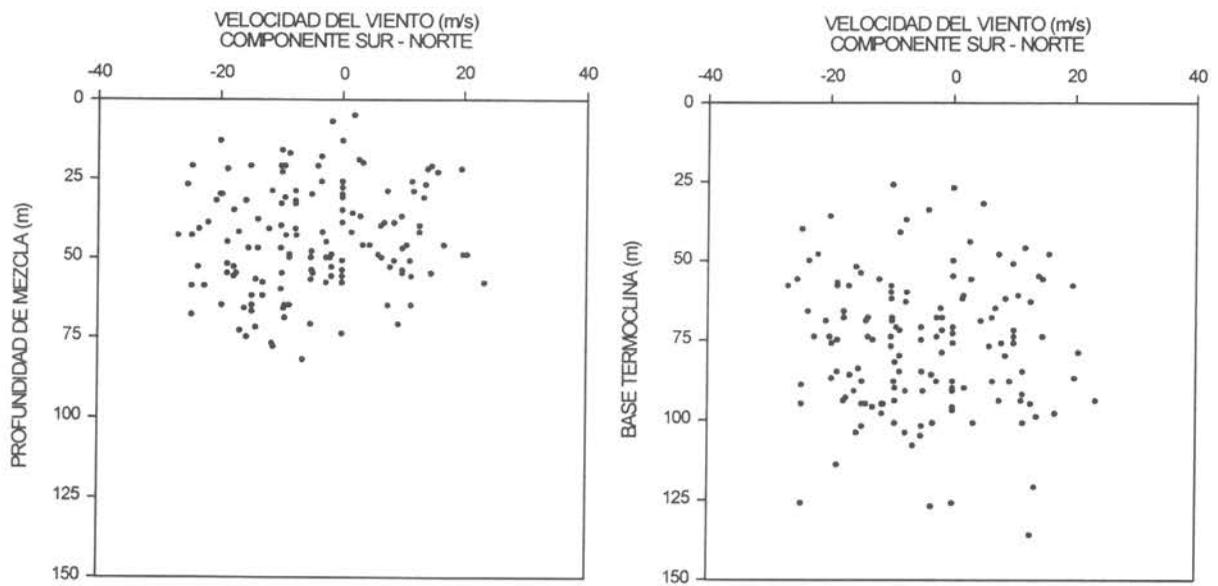


Figura 58. Relación entre el componente norte-sur de la velocidad del viento y las profundidades de mezcla y base de la termoclina.

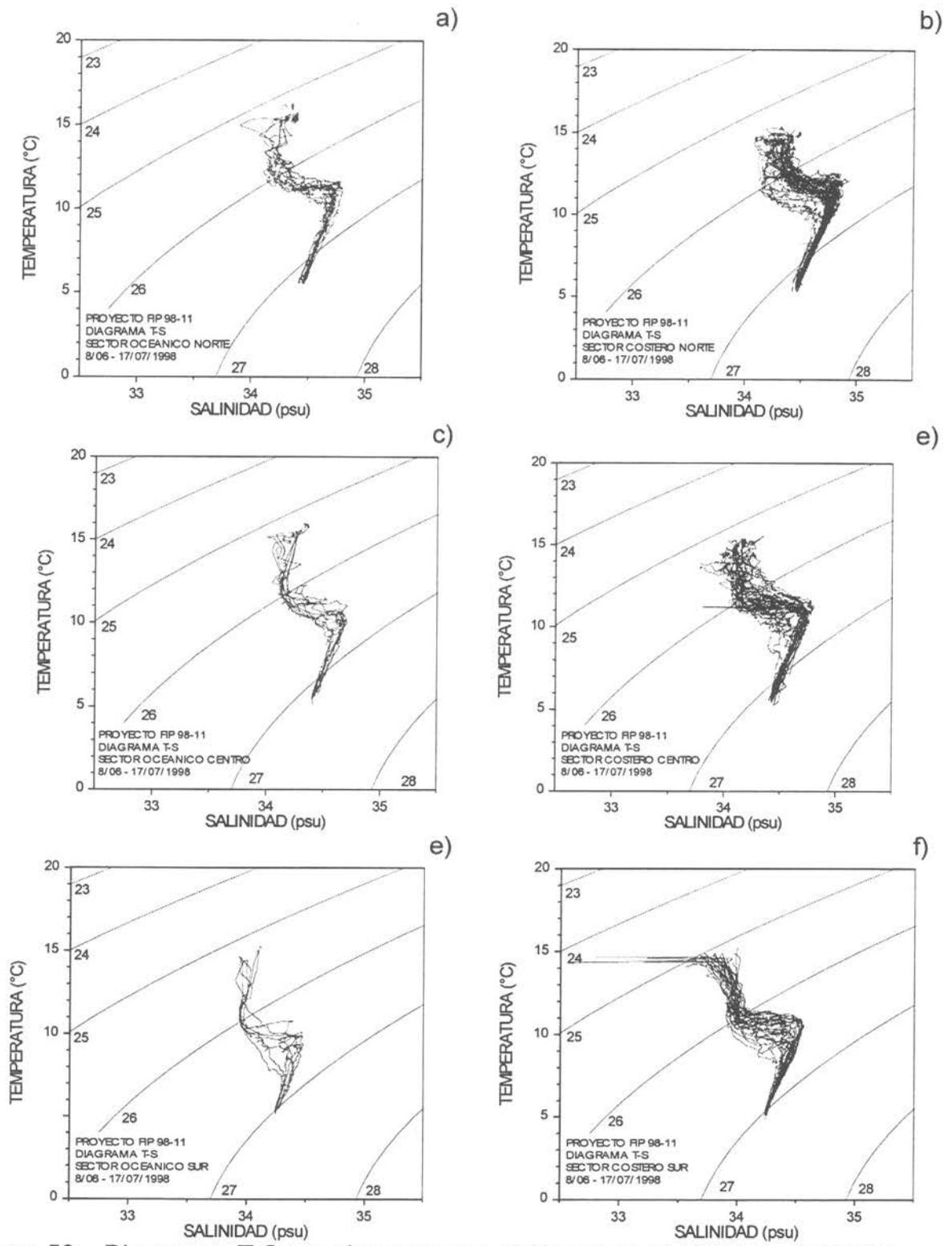


Figura 59. Diagramas T-S para los sectores: a) Noroeste, b) Noreste, c) Centro-oeste, d) Centro-este, e) Suroeste y f) Sureste.

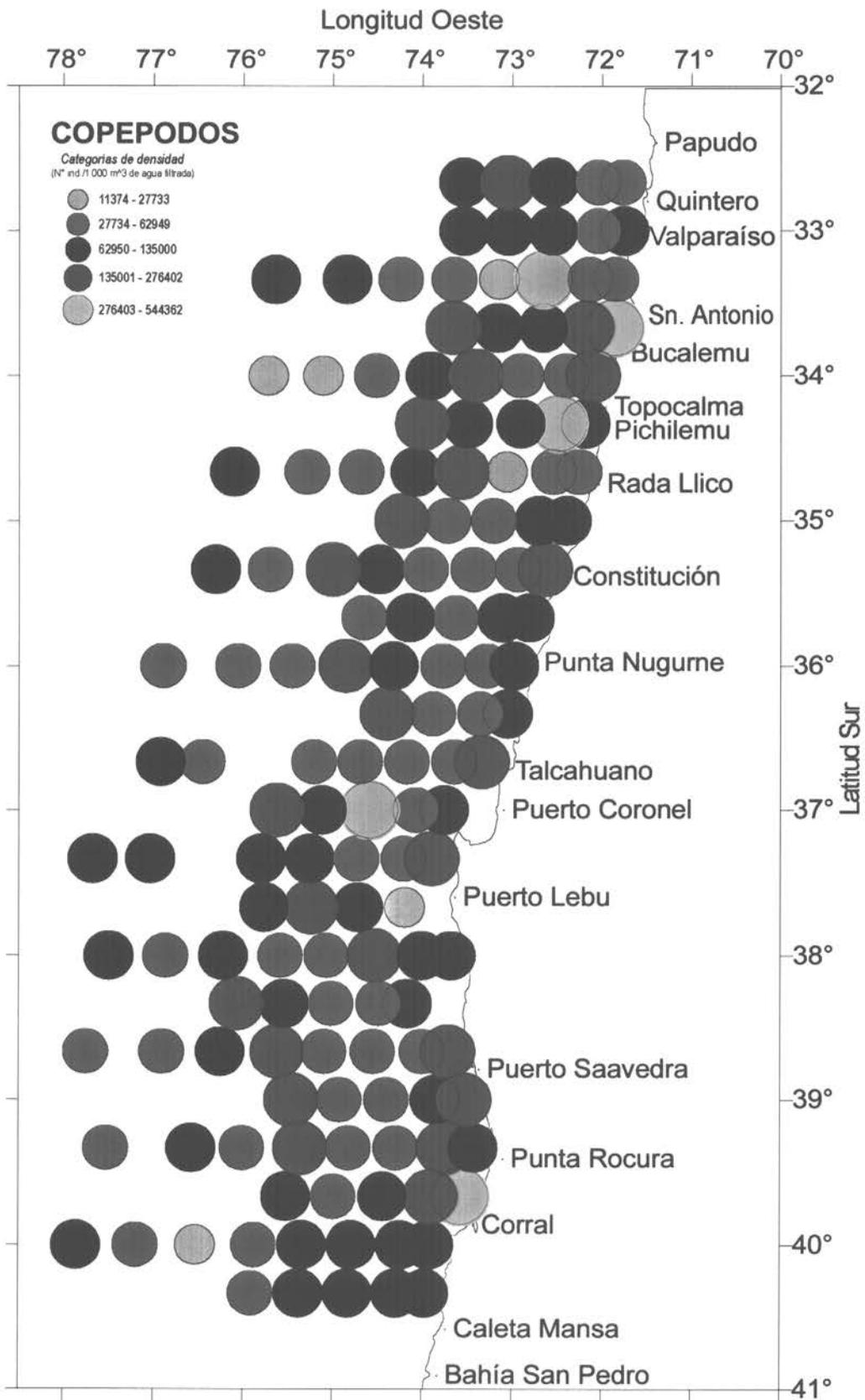


Figura 60. Distribución y abundancia de Copépodos.
Crucero 9806

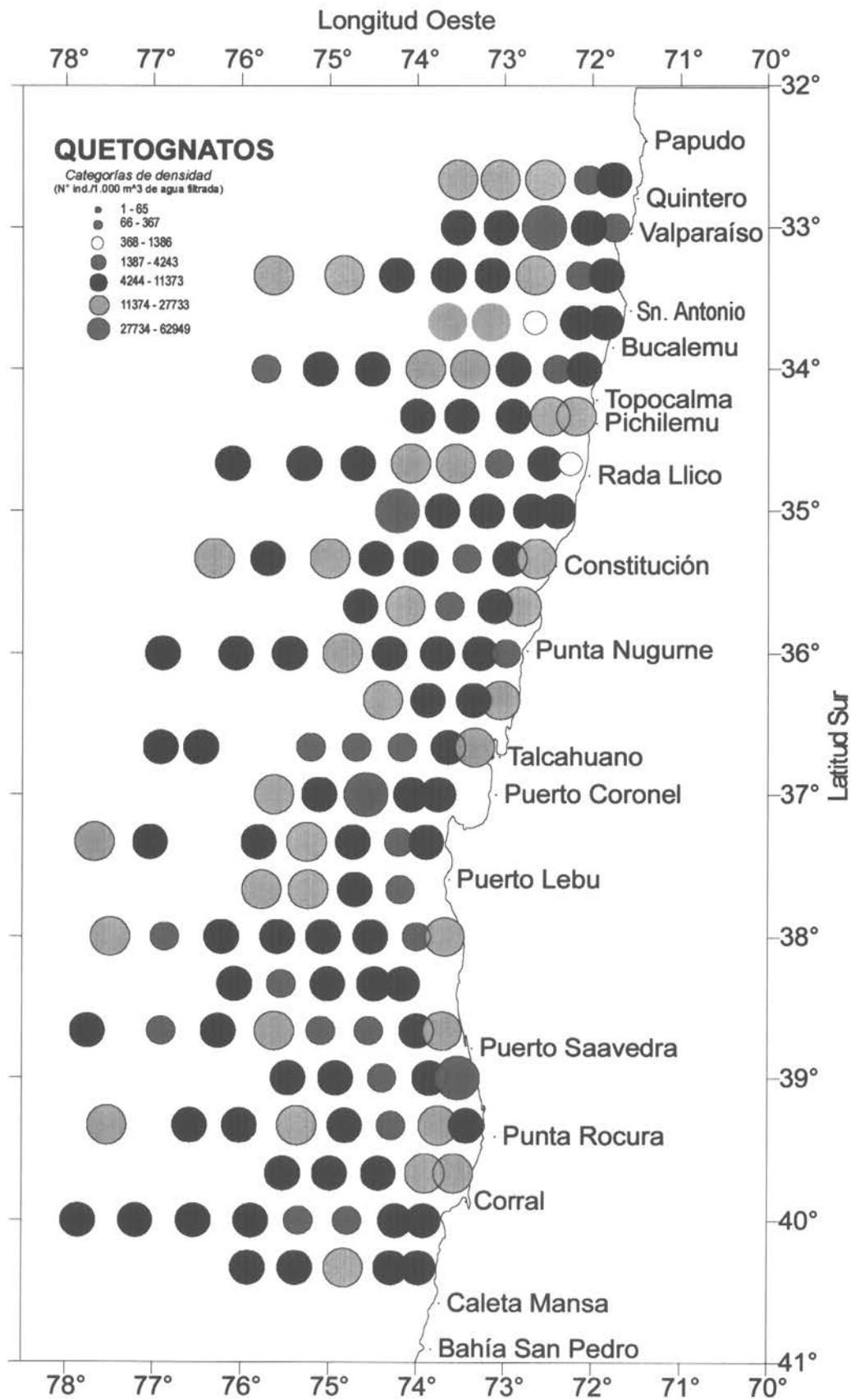


Figura 61. Distribución y abundancia de Quetognatos.
Crucero 9806

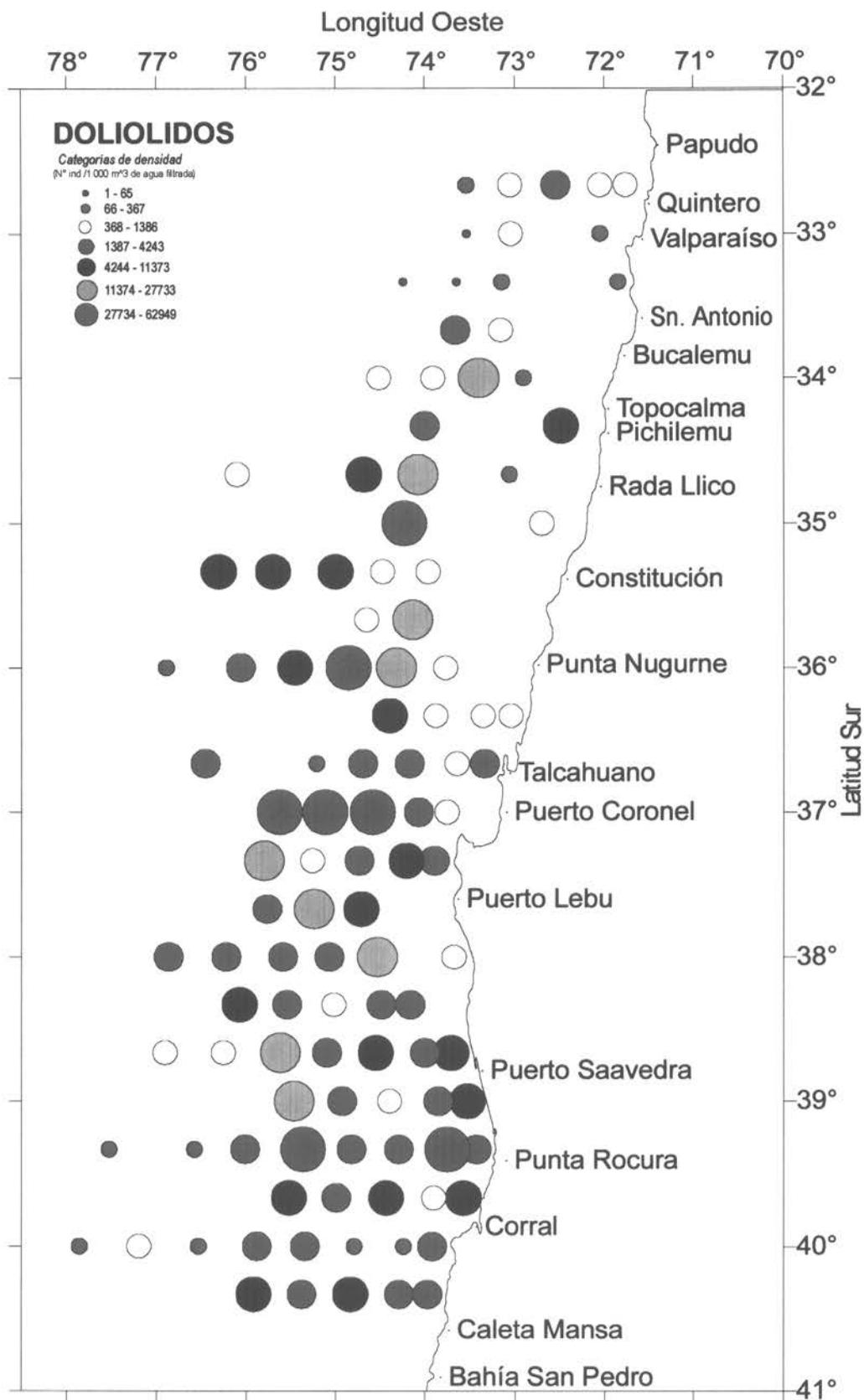


Figura 62. Distribución y abundancia de Doliólidos.
Crucero 9806

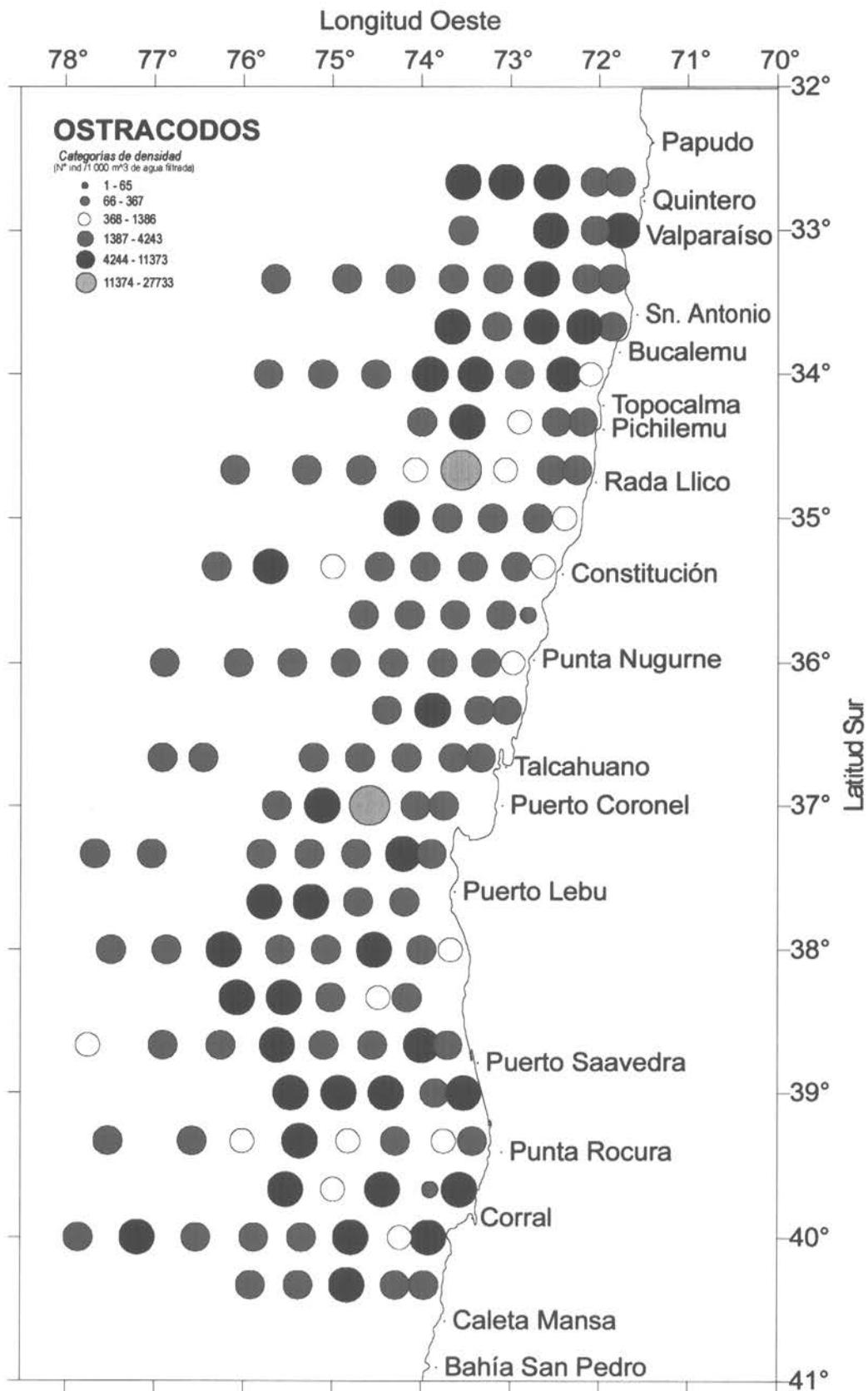


Figura 63. Distribución y abundancia de Ostrácodos.
Crucero 9806

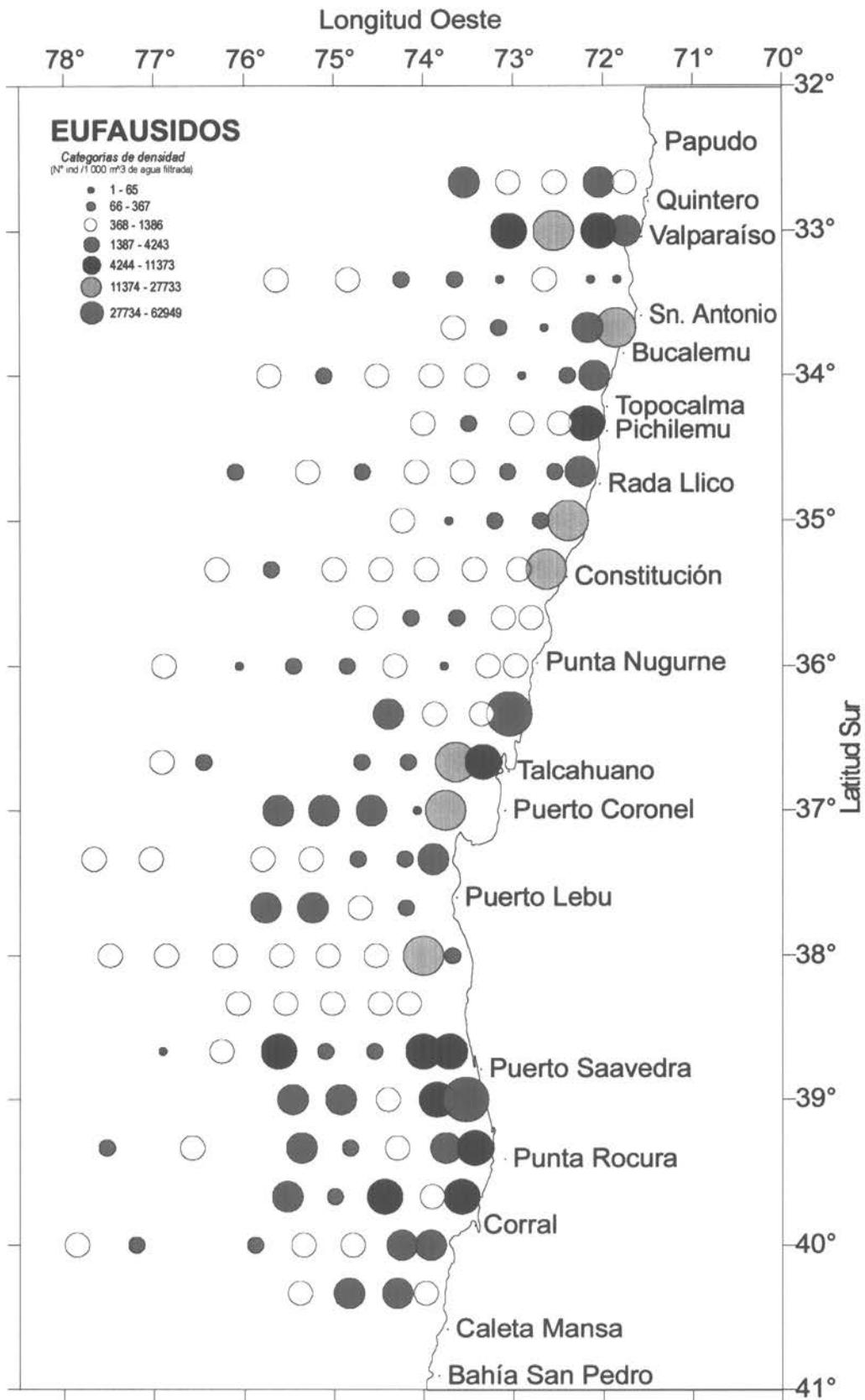


Figura 64. Distribución y abundancia de Eufáusidos.
Crucero 9806

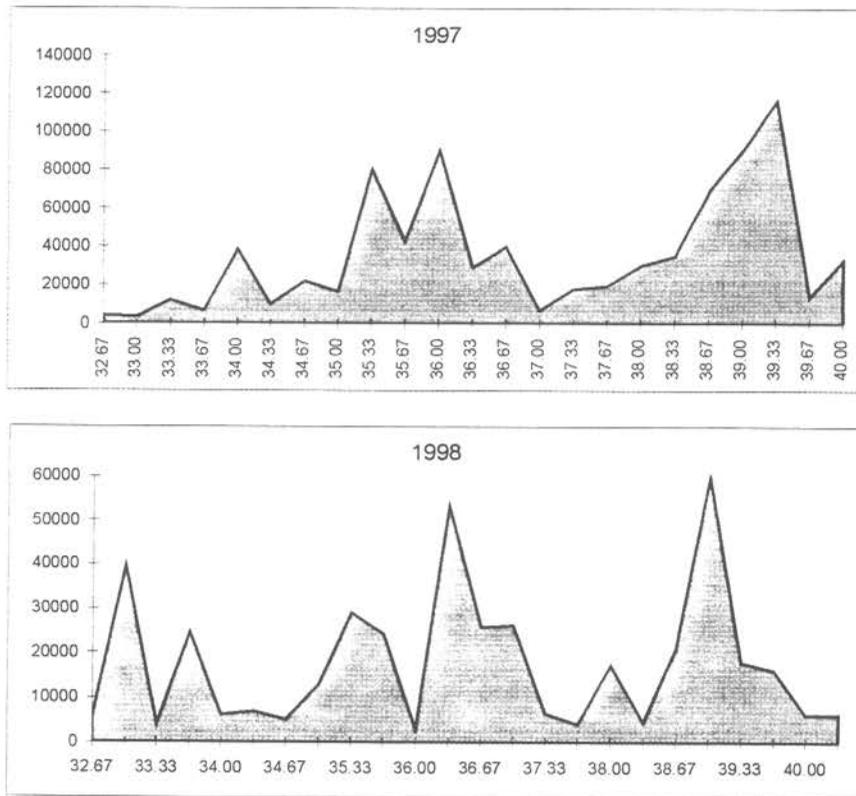


Figura 65 Distribución latitudinal de los eufásidos en otoño de 1997 y 1998.

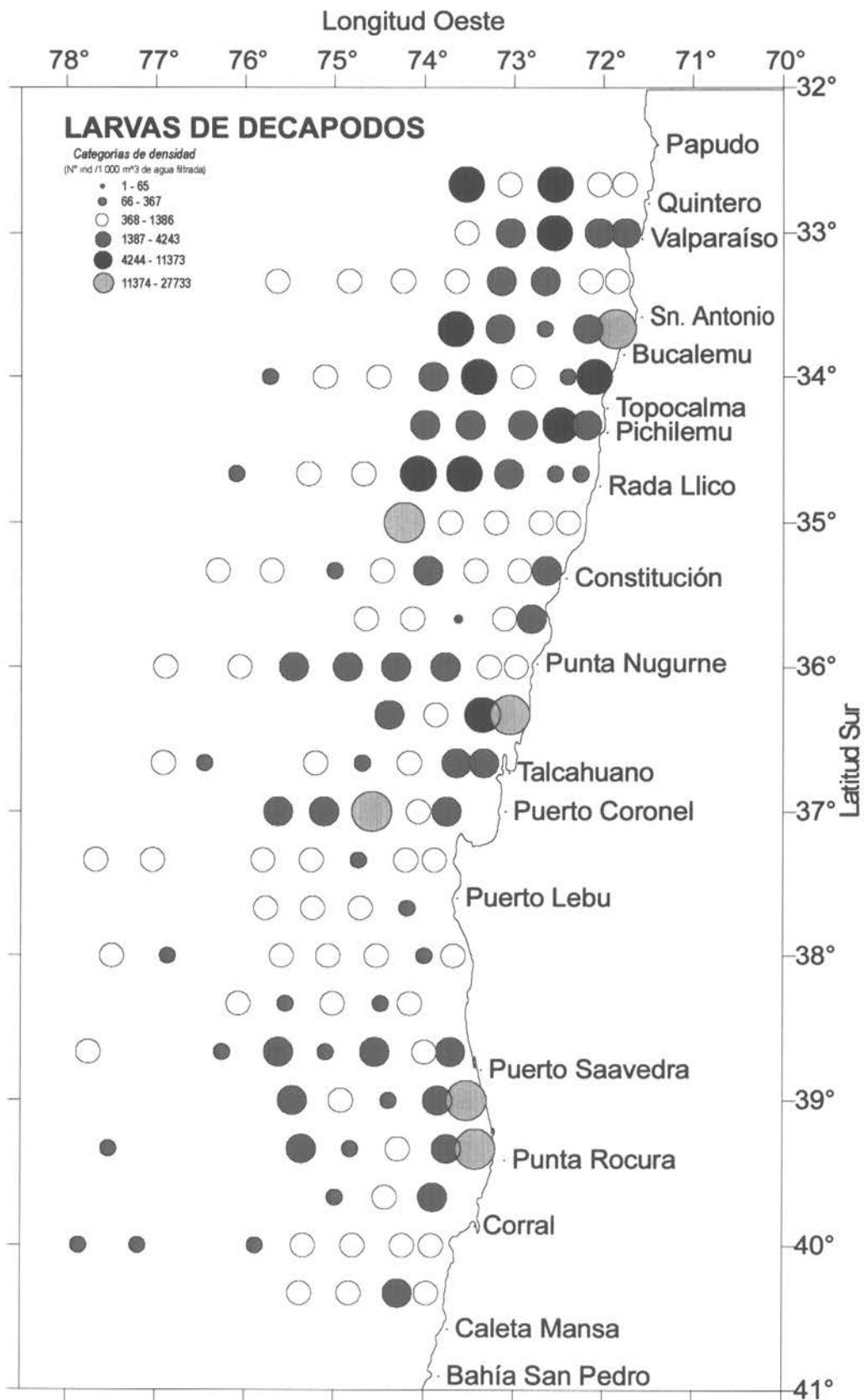


Figura 66. Distribución y abundancia de Larvas de decápodos. Crucero 9806

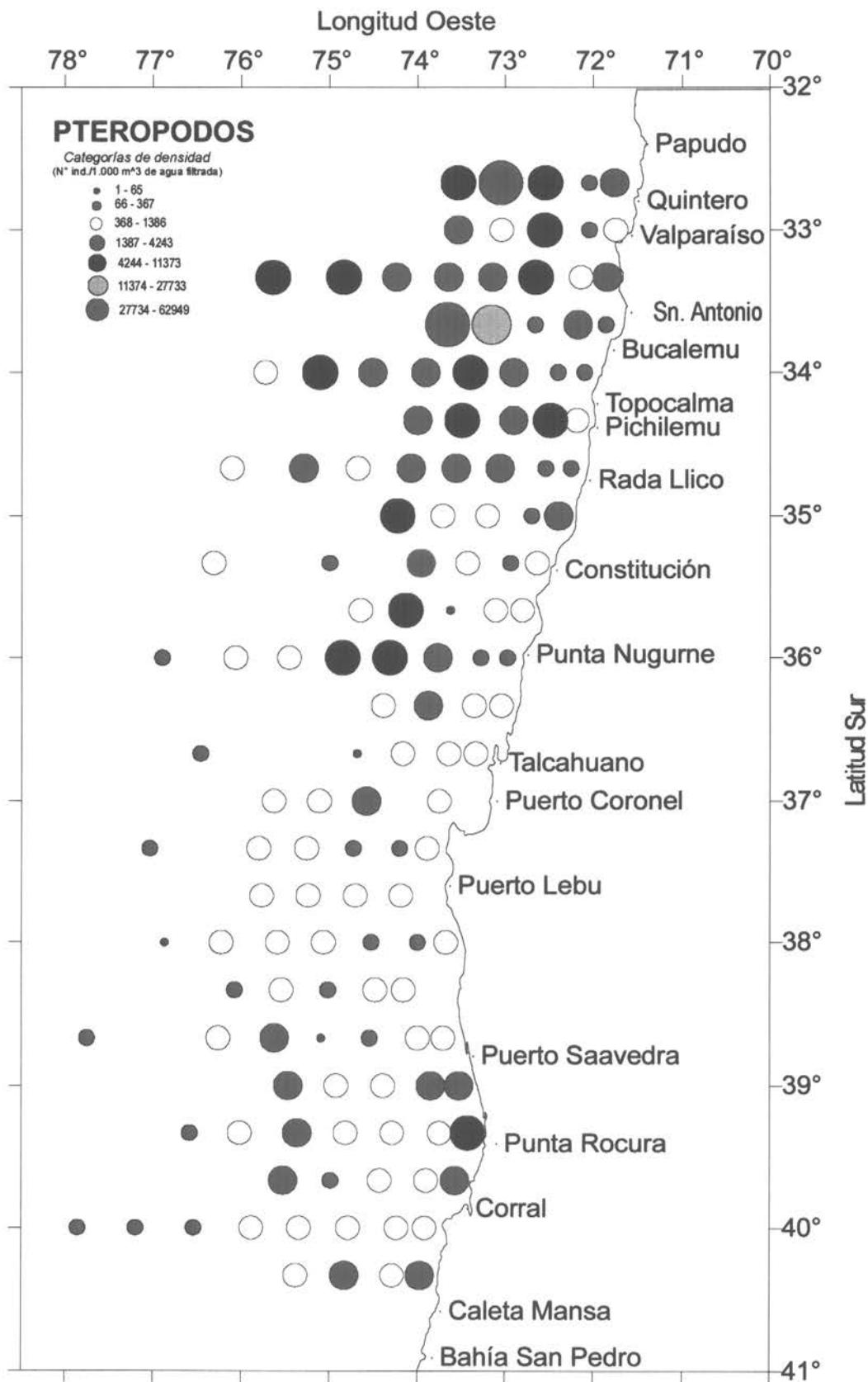


Figura 67. Distribución y abundancia de Pterópodos.
Crucero 9806

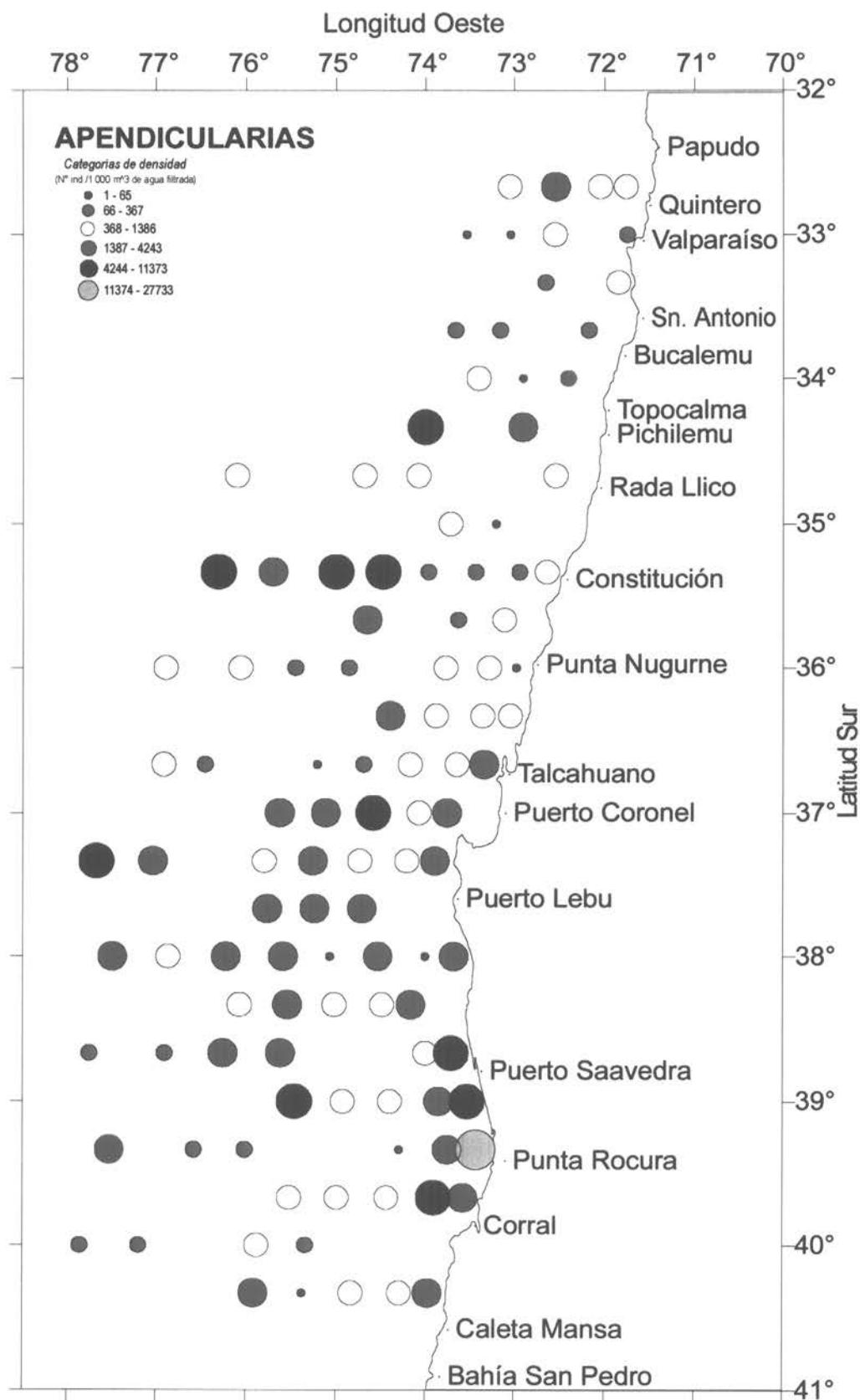


Figura 68. Distribución y abundancia de Apendicularias.
Crucero 9806

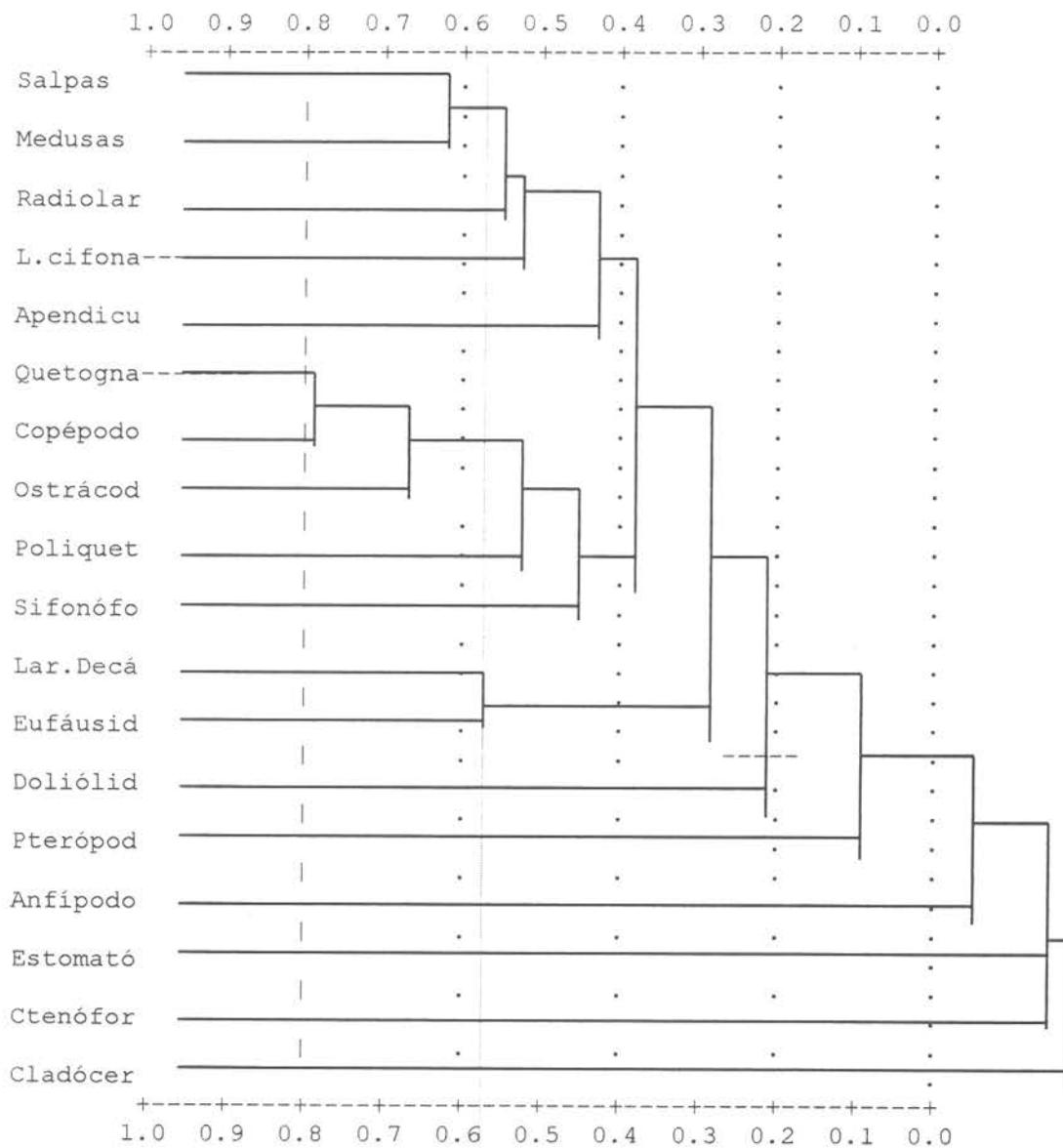


Figura 69. Dendrograma de similitud de Winer de los grupos zooplanctónicos analizados en otoño de 1998.

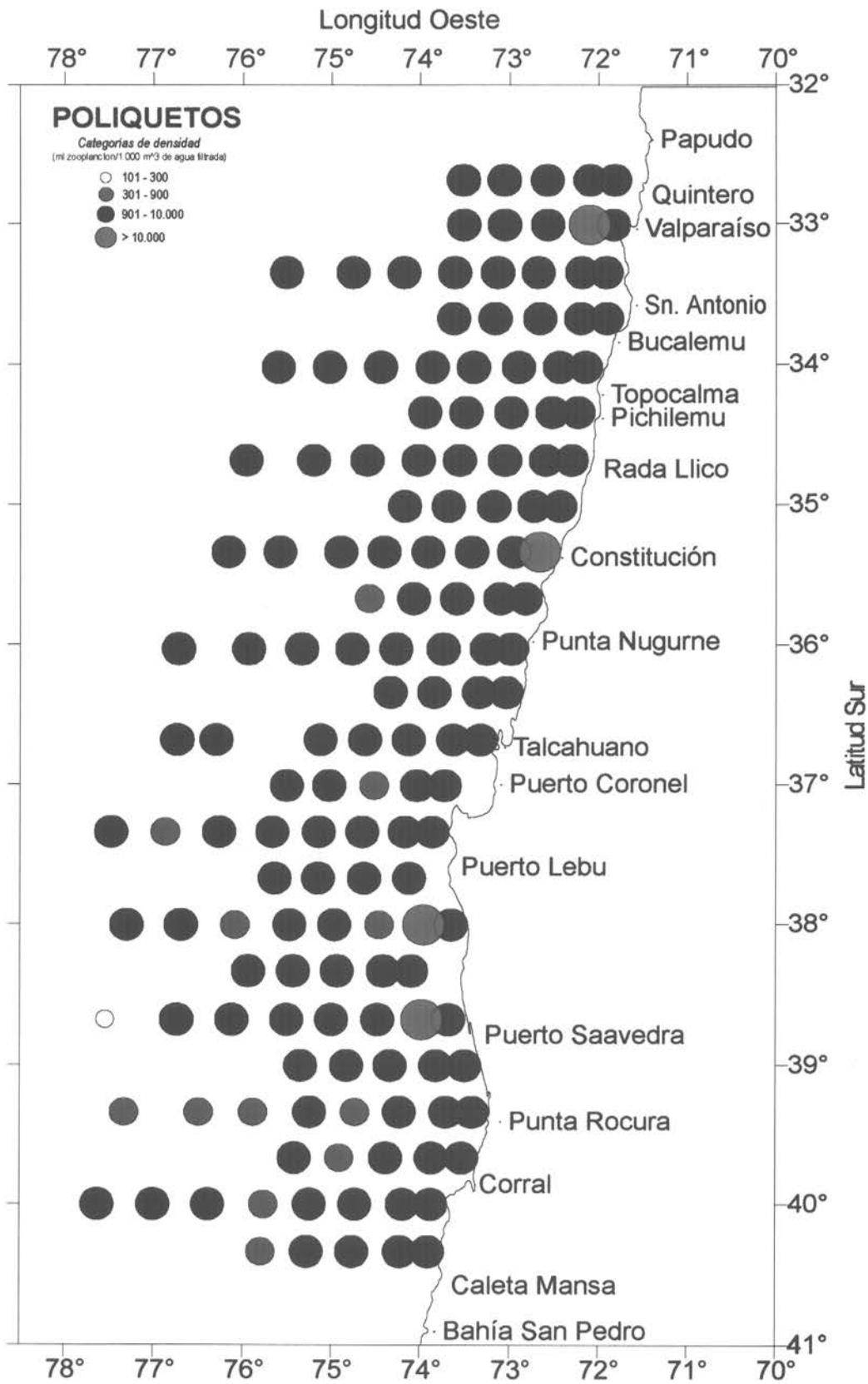


Figura 70. Distribución y abundancia de la biomasa zooplanctónica. Crucero 9806.

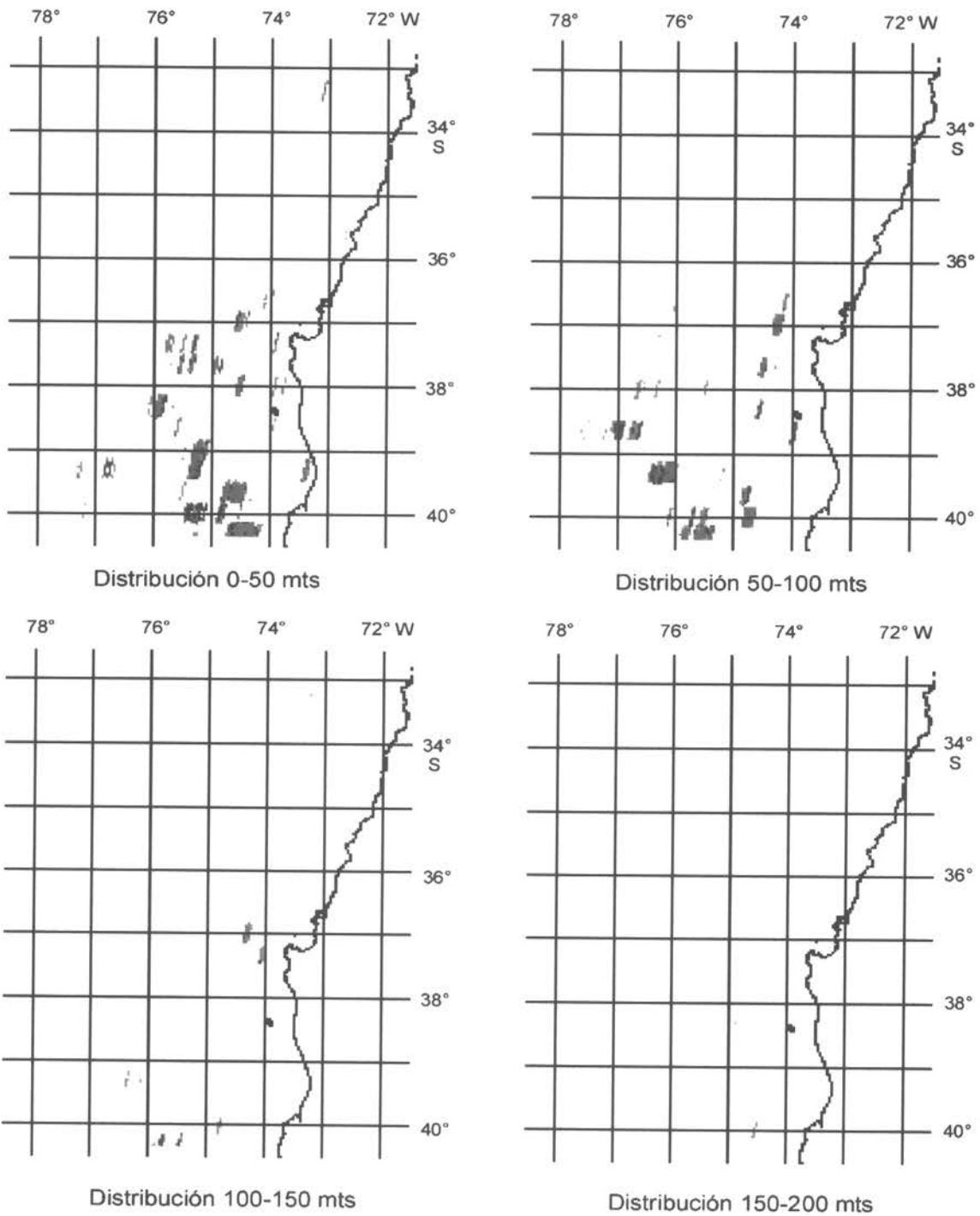


Figura 71. Distribución espacial del índice de abundancia de jurel (Sa).

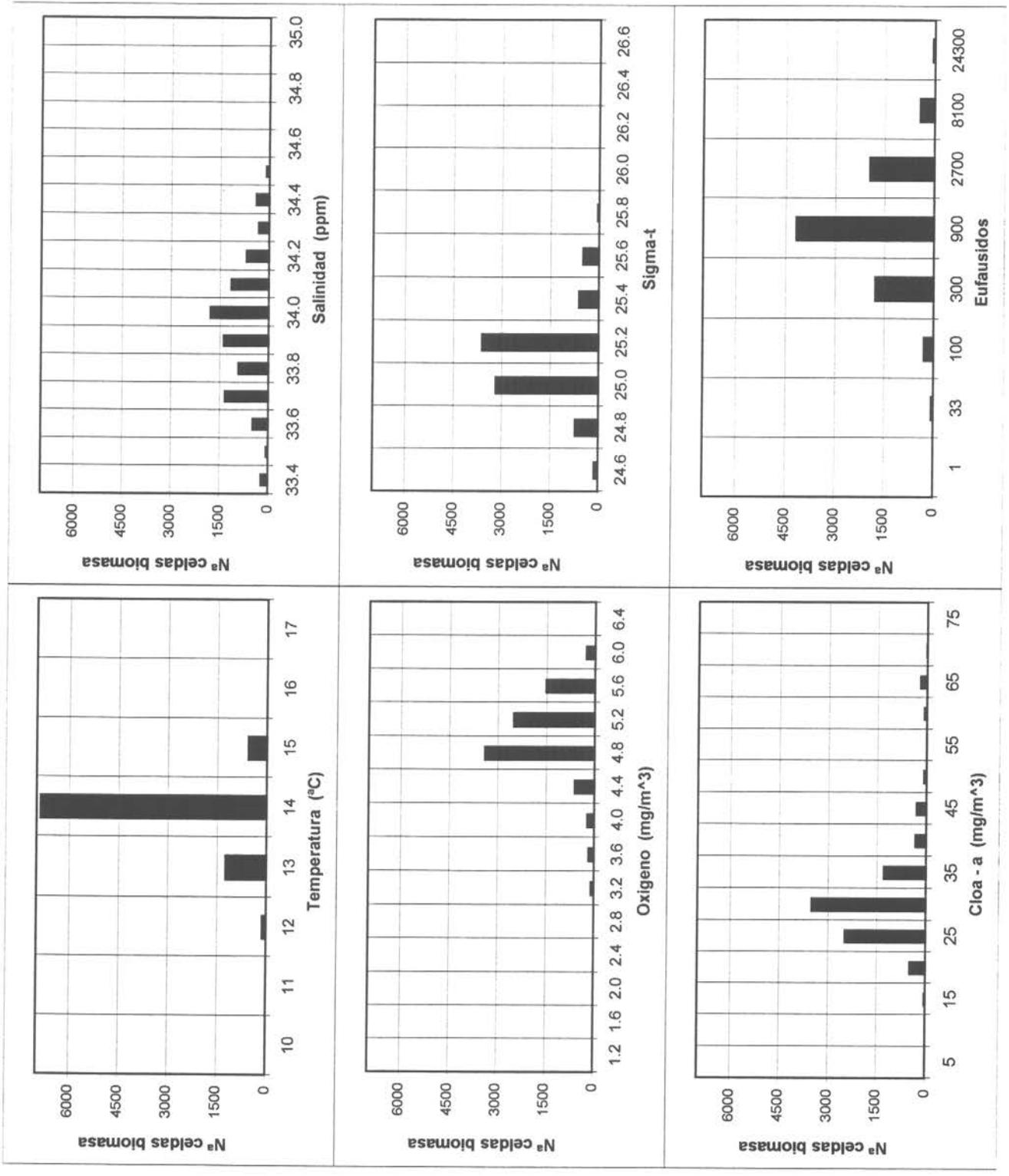


Fig. 72. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales (capa jurel 0-50 mt v/s variables en superficie).

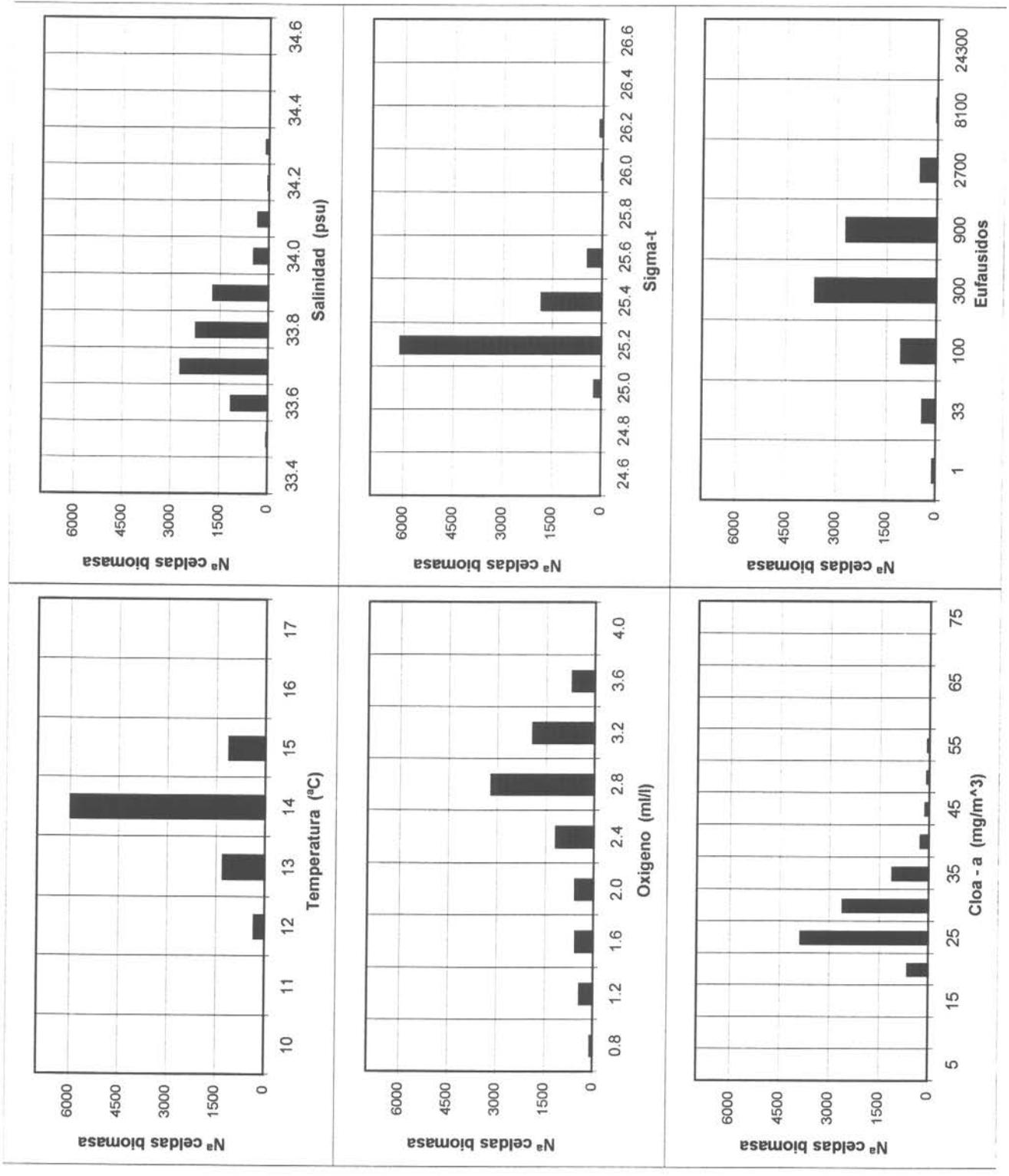


Fig. 73. Número de celdas de jurel respecto a variables ambientales (capa jurel 51-100 mt v/s variables a 50 mt).

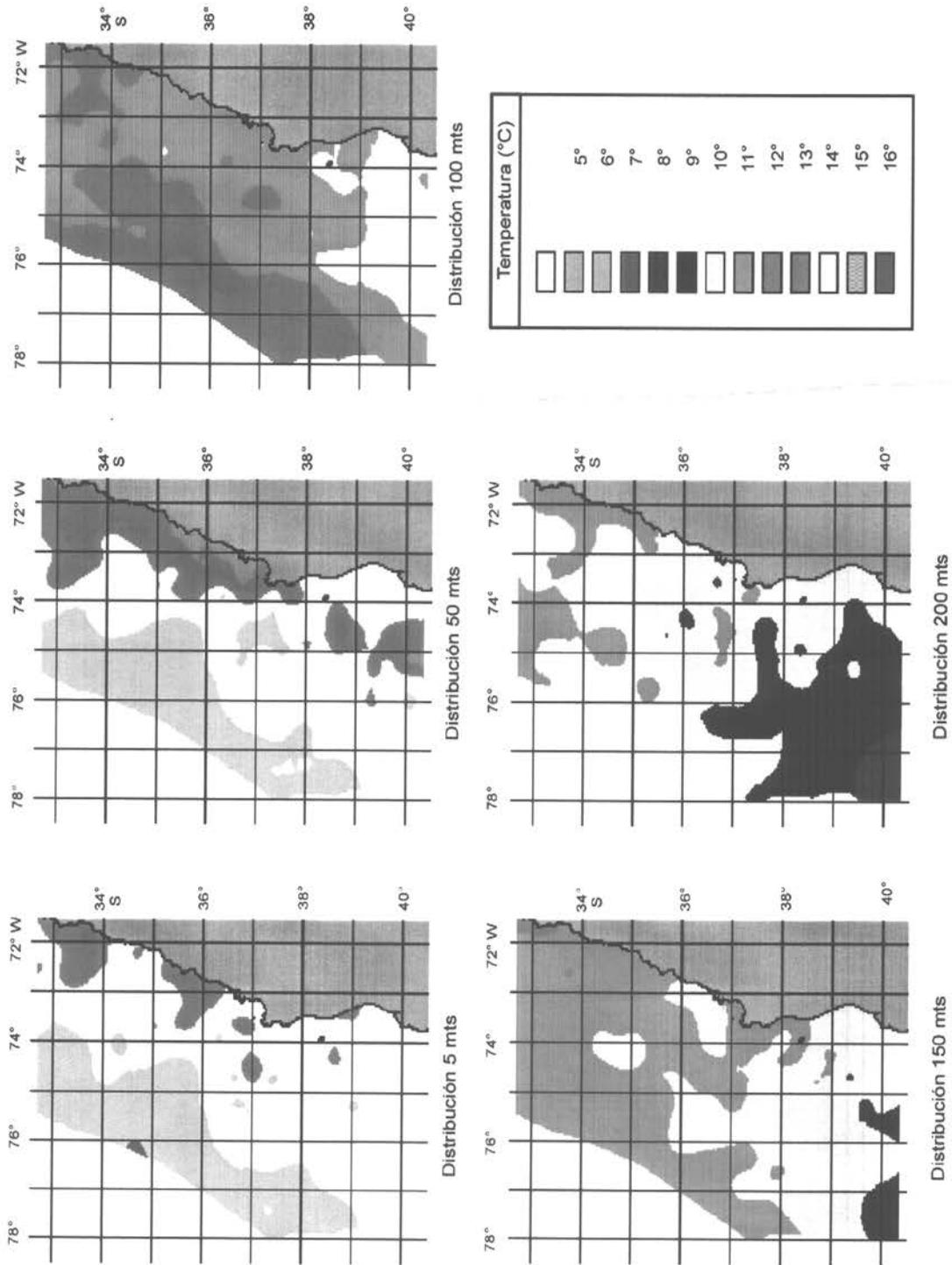


Figura 74. Distribución espacial de la temperatura (°C). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m.

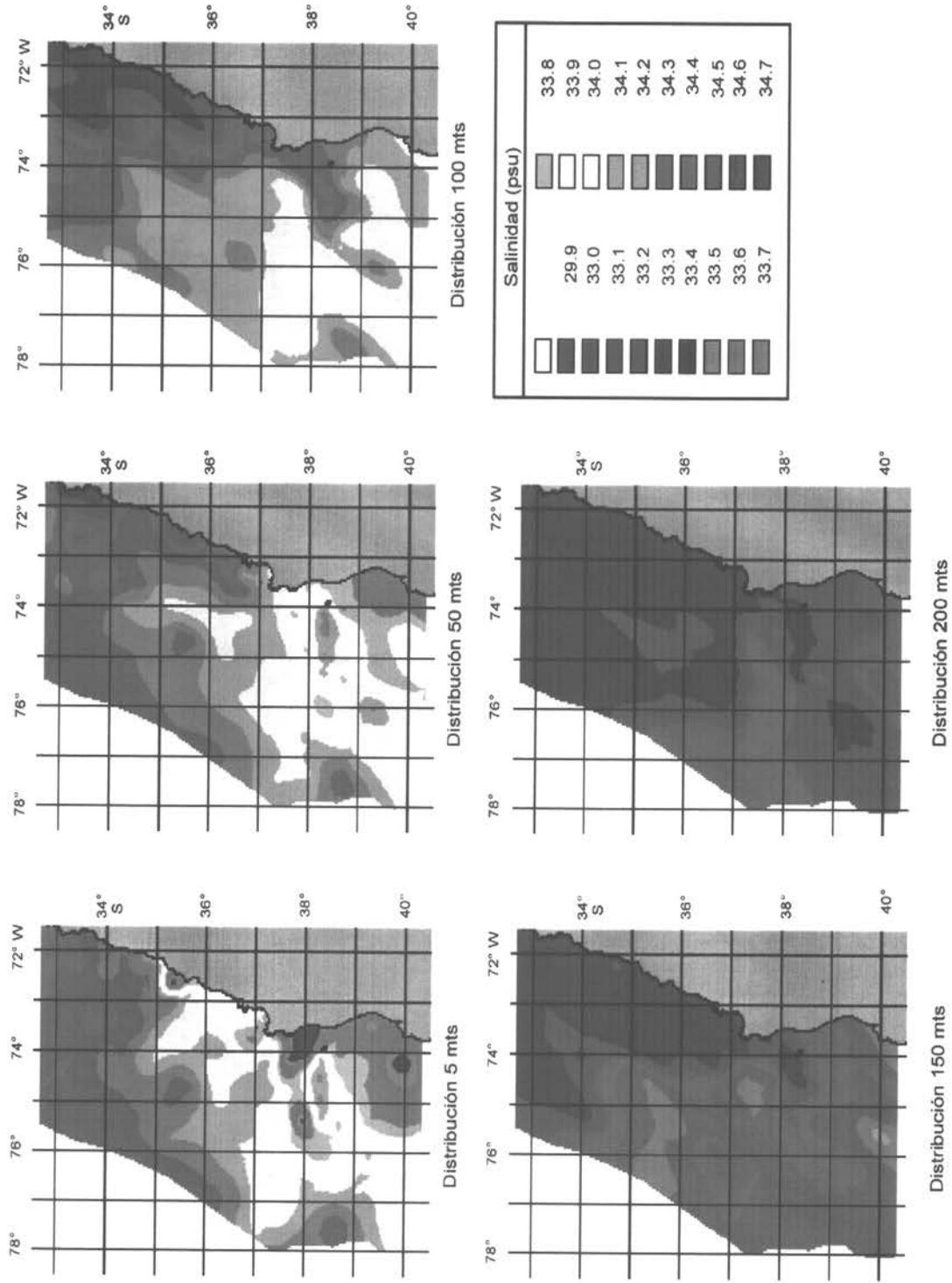
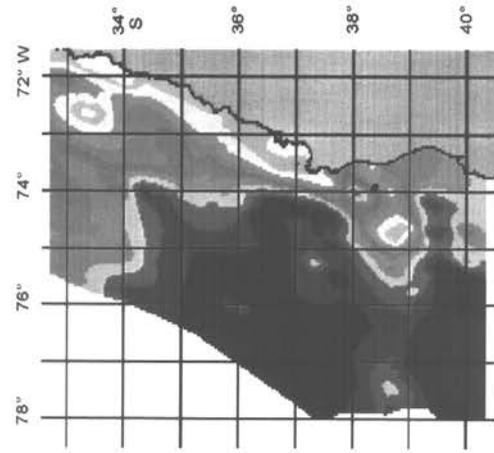
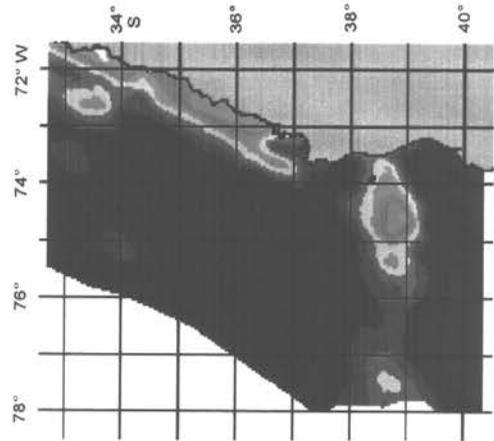
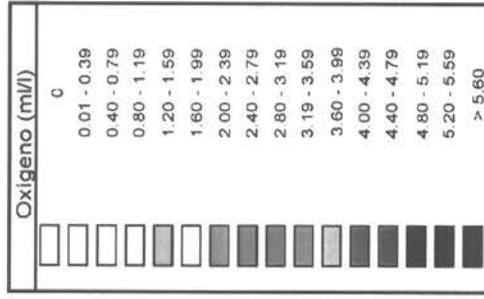


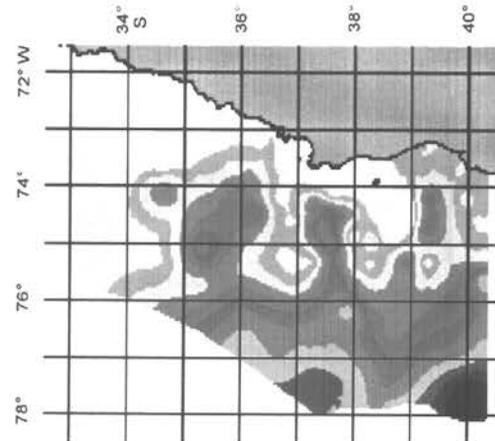
Figura 75. Distribución espacial de la salinidad (psu). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m.



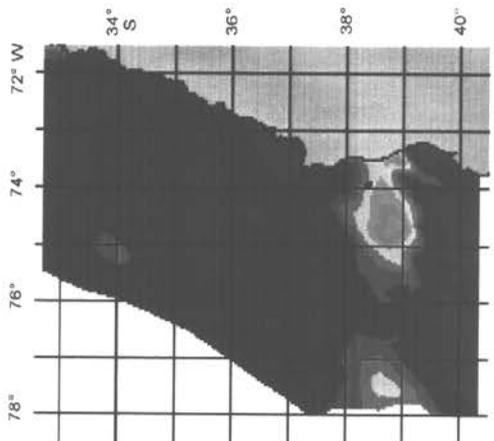
Distribución 100 mts



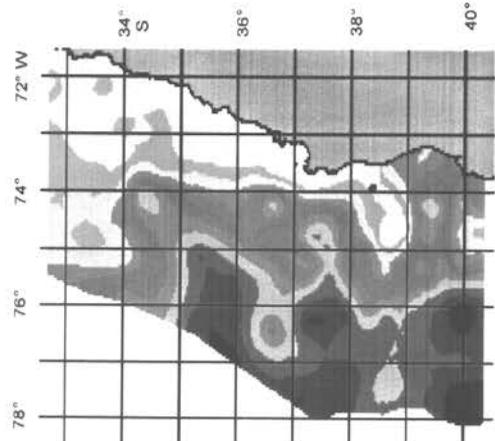
Distribución 50 mts



Distribución 200 mts



Distribución 5 mts



Distribución 150 mts

Figura 76. Distribución espacial del oxígeno disuelto (mg/l). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m.

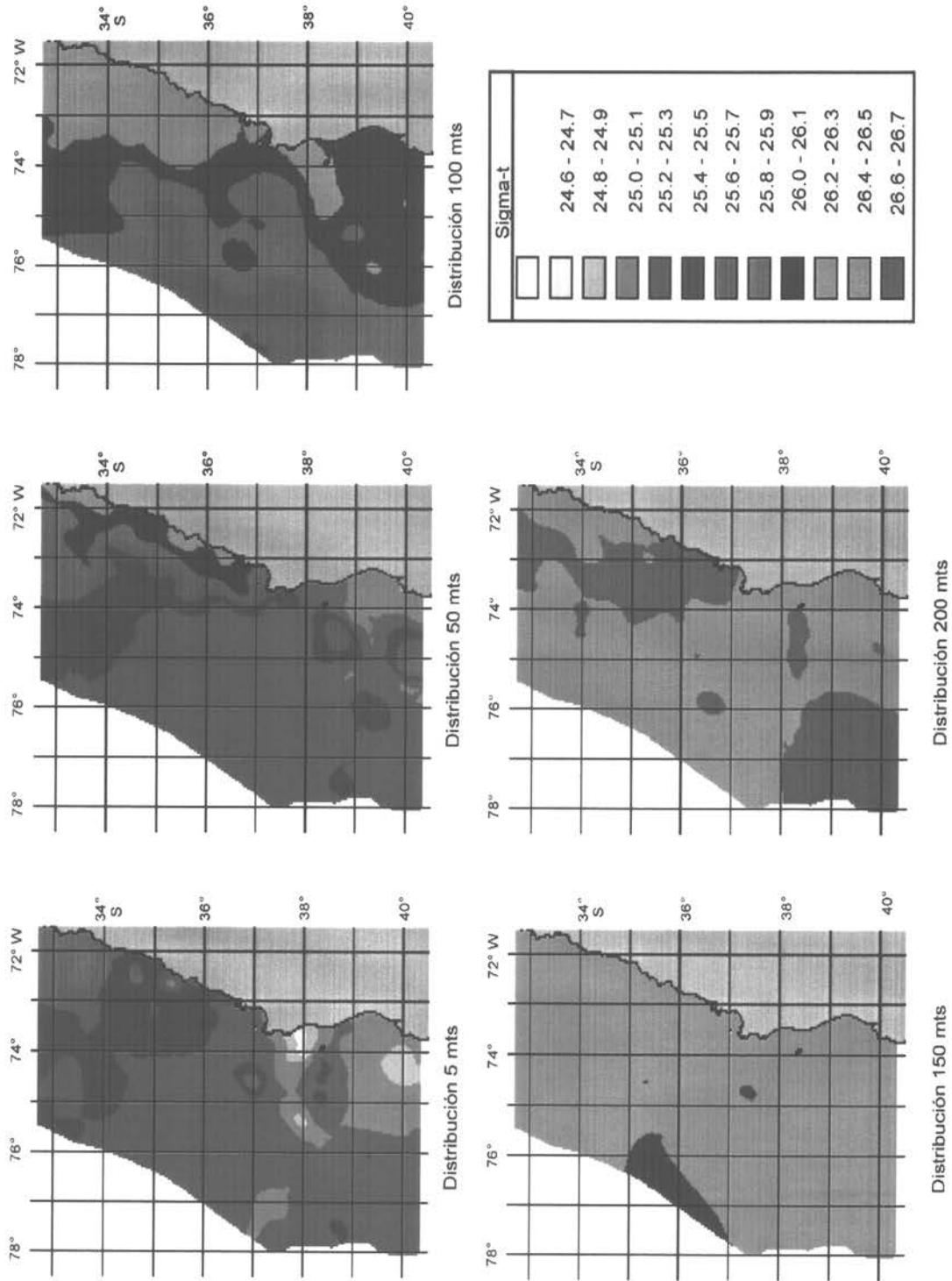


Figura 77. Distribución espacial de la densidad (Sigma-t). Estratos de 5, 50, 100, 150 y 200 m.

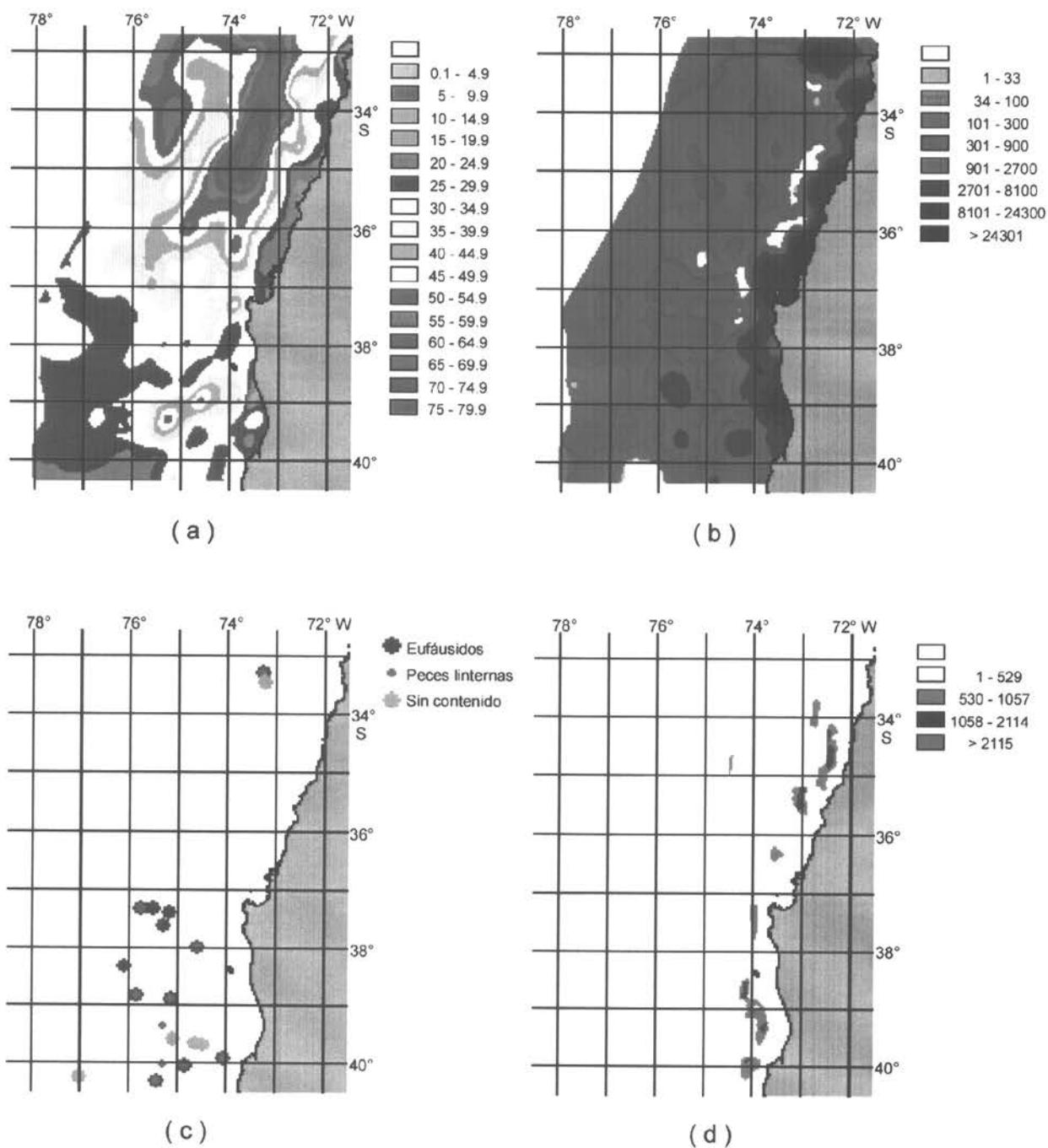


Figura 78. Distribución espacial de la clorofila "a" integrada (mg/m²); b) Eufáusidos(ind/1000 m³); c) contenido estomacal de jurel y d) capa dispersión profunda (Sa).