



# FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

## INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 94 - 12

INFORME : EVALUACION HIDROACUSTICA DEL  
FINAL : STOCK DE JUREL EN LA ZONA CENTRO-  
SUR, V A IX REGIONES

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
EJECUTORA

INFORME FINAL

PROYECTO: "EVALUACION HIDROACUSTICA DEL STOCK  
DE JUREL EN LA ZONA CENTRO - SUR, V A IX REGIONES "

- MARZO 1995 -



INSTITUTO  
DE FOMENTO  
PESQUERO  
- CHILE -

*30 Años  
Contribuyendo al  
Desarrollo del  
Sector Pesquero*

**INFORME FINAL**

**PROYECTO**

**" EVALUACION HIDROACUSTICA DE JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR,  
V A IX REGIONES "**

**REQUIRENTE : FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA**

**EJECUTOR : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACION PESQUERA VIII REGION**

## INFORME FINAL

### EVALUACION HIDROACUSTICA DE JUREL EN LA ZONA CENTRO-SUR V A IX REGIONES

**Jefe de Proyecto** Renato Quiñones

**Autores**

*Biología Pesquera* Hermann Muñoz

*Evaluación Hidroacústica* José Córdova  
M<sup>a</sup> Angela Barbieri  
Adrián Paillamán  
Hugo Robotham  
Manuel Rojas

*Oceanografía Física* Dante Figueroa  
Marcus Sobarzo  
Luis Soto  
Paola Dávila

*Oceanografía Pesquera* Renato Quiñones  
Rodolfo Serra  
Francisco Bustos

*Oceanografía Química* Jorge Osses  
Verónica Ortiz  
Cristián Barrera

*Plancton* Sergio Nuñez  
Mario Herrera  
Dagoberto Arcos  
Jorge Olea

*Trofodinámica* Hugo Arancibia  
Leonardo Miranda  
Rubén Alarcón

## PERSONAL PARTICIPANTE

---

NOMBRE	FUNCION	INSTITUCION
Renato Quiñones	Jefe de proyecto Oceanografía pesquera	IFOP
Rubén Alarcón	Trofodinámica	IIP
Hugo Arancibia	Trofodinámica	IIP
Dagoberto Arcos	Plancton	IIP
María A. Barbieri	Evaluación hidroacústica	IFOP
Cristián Barrera	Muestreo, análisis químico	IFOP
Francisco Bustos	Programación y procesamiento de datos Oceanografía pesquera	IFOP
Jose Córdova	Evaluación hidroacústica	IFOP
Paola Dávila	Oceanografía física	IFOP
Dante Figueroa	Oceanografía física	IFOP
Wladimir Garrido	Muestreo	IFOP
Mario Herrera	Plancton	IIP
Sergio Lillo	Evaluación hidroacústica	IFOP
Leonardo Miranda	Trofodinámica	IIP
Hermann Muñoz	Biología pesquera	IFOP
Sergio Núñez	Plancton	IIP
Jorge Olea	Plancton	IIP
Verónica Ortiz	Análisis químico	IFOP
Jorge Osses	Oceanografía química	IFOP
Adrián Paillamán	Evaluación hidroacústica	IFOP
Rubén Roa	Asesoramiento estadístico ocean. pesq.	IFOP
Hugo Robotham	Análisis estadístico	IFOP
Manuel Rojas	Evaluación hidroacústica	IFOP
Rodolfo Serra	Análisis integrado jurel-zooplancton	IFOP
Marcus Sobarzo	Oceanografía física	IFOP
Luis Soto	Oceanografía física	IFOP

---

## RESUMEN EJECUTIVO

Este documento contiene todos los resultados del estudio realizado, y que se han considerado pertinentes para la consecución de los objetivos específicos y del objetivo general del presente Proyecto.

El área de estudio estuvo comprendida entre Puerto Papudo ( $32^{\circ}40'S$ ) y Bahía Queule ( $39^{\circ}20'S$ ), desde 5 mn hasta un máximo de 170 mn de la costa. El crucero de investigación se llevó a cabo en el B/I Abate Molina entre el 16 de julio y el 18 de agosto de 1994.

El diseño de muestreo consideró un total de 21 transectas de 90 mn de extensión dispuestas en forma perpendicular a la costa, separadas entre sí por una distancia de 20 mn. Cuando la distribución del recurso se proyectaba más allá de las 90 mn, la prospección se extendió hasta cortar la distribución del recurso. Cada transecta consideró además de la prospección hidroacústica, un total de 5 estaciones de muestreo bio-oceanográfico, situadas a 10, 20, 40, 70 y 90 mn desde la costa. Cuando la prospección continuó fuera del límite de 90 mn, se agregaron estaciones adicionales.

Se realizaron pescas de media agua para la identificación de los ecotrazos. El muestreo de las capturas obtenidas permitió obtener información biológico-pesquera y coleccionar estómagos de jurel para estudios de alimentación.

La biomasa estimada de jurel alcanzó 630.000 toneladas +/- 41,1%. De los tres métodos propuestos para estimar la biomasa y su varianza (i.e. conglomerado de tamaño variable, estratos agrupados y "bootstrap"), el método de estrato agrupado permitió estimaciones de biomasa de mayor precisión.

La comparación de la biomasa estimada de jurel para este crucero con las obtenidas en la zona de estudio durante los períodos de otoño-invierno en los años 1991, 1992 y 1993, muestra una disminución de 81,5, 54,0 y 68,3% respectivamente. La distribución espacial de la abundancia también presenta variaciones respecto a estos años, al no detectarse la zona de alta concentración registrada al norte de Constitución durante 1992. De hecho, la mayor concentración de la biomasa de jurel durante la presente prospección se localizó entre Pta. Lavapié ( $37^{\circ}20'S$ ) y Bahía Queule ( $39^{\circ}20'S$ ), representando el 82,1% de la abundancia estimada para la zona de estudio.

El bajo valor de biomasa y la distribución observada indican una menor disponibilidad de jurel en la zona y período de estudio, lo cual sugiere que el recurso ya había iniciado el proceso de migración hacia la zona oceánica. Esta hipótesis es respaldada

por las siguientes líneas de razonamiento y evidencia: (i) presencia de hembras en proceso de maduración (estado 3) en muestras obtenidas durante la prospección y provenientes del desembarque comercial, (ii) los modelos de historia natural que explican los patrones de migración del recurso, (iii) el patrón de estacionalidad histórico de las capturas en la zona centro-sur muestra que los mayores volúmenes de captura ocurren en el período de junio-julio, disminuyendo a partir de agosto, localización más oceánica de las áreas de operación de la flota cerquera durante el presente crucero, y (v) durante el presente año, la estacionalidad del desembarque y rendimiento, en especial para la zona de San Antonio y Valdivia, sugieren un adelantamiento en el ingreso masivo del recurso a la zona centro-sur desde la zona oceánica.

Por otra parte, los antecedentes correspondientes a la distribución y abundancia del zooplancton, la ración diaria calculada y la distancia jurel-eufáusidos, fueron similares a los encontrados en otros años (Serra *et al.*, 1994a, 1994b); por lo tanto la menor biomasa de jurel detectada en la zona de estudio durante el presente crucero no se explicaría por razones de carácter trófico.

El estudio de migración nictameral para jurel ratificó los resultados alcanzados en invierno y primavera de 1991 y 1992, es decir, se registraron mayores valores de biomasa a través del muestreo diurno en comparación con el nocturno.

El estudio biológico-pesquero indicó que la moda principal de la estructura de tallas del jurel fue de 41,0 cm, con una moda secundaria en 32,0 cm. No se detectó la notoria presencia de reclutas, los que dominaron las capturas en número en los cruceros de mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993. La estructura de edades indicó el predominio del grupo de edad 9, que es una de las clases de edad que han mantenido la pesquería en los últimos 3-4 años. El recurso se encontraba en reposo reproductivo, aunque las gónadas de alrededor del 5% de las hembras mostraban el inicio de la vitelogénesis.

La zona de estudio se caracterizó por condiciones de viento de alta intensidad: 14,2 y 13,8 nudos en promedio en sus partes norte y sur, respectivamente. El viento desde el noroeste fue predominante en los temporales ocurridos durante el crucero. El resto del tiempo los vientos provinieron principalmente desde el suroeste.

La observación de los perfiles verticales y horizontales de salinidad, temperatura, densidad y oxígeno disuelto sugieren una circulación predominante hacia el norte en casi toda la zona de estudio y en todas sus profundidades, con excepción de las aguas costeras entre unos 100 y 250 m de profundidad, en que se observa una clara corriente hacia el sur (AESS). El núcleo de

esta corriente está contrinado a la costa, hasta alcanzar la plataforma del Itata, donde se desvía hacia el oeste. Es probable que parte de esta corriente suba a la plataforma del Itata, mientras que la otra parte bordee la plataforma hacia el suroeste, para posiblemente caer al cañón del Bío-Bío y desplazarse a aguas más oceánicas.

Como particularidades de la circulación se observó: (i) gradientes relativamente intensos en la dirección norte-sur en la zona norte del área de estudio (33oS), lo que podría implicar la entrada de agua cálida desde el oeste; (ii) la existencia de una celda de circulación anticiclónica frente al Golfo de Arauco, desde los 100 m hasta la superficie; y (iii) la existencia de una zona frontal a unos 150-200 m de profundidad, frente al Golfo de Arauco, y orientada de sureste a noroeste.

No se encontró relación entre vientos y profundidad de mezcla, ni entre vientos y profundidad de la base de la termoclina, salvo para el caso de vientos particularmente intensos, cuando el momentum traspasado al océano fue a lo menos  $0,4 \text{ N/m}^2$ . Sin embargo, tanto la profundidad de mezcla como la profundidad de la base de la termoclina aumentan regularmente de norte a sur, lo que se puede asociar probablemente al promedio semanal y/o estacional de los vientos.

Se encontraron inversiones térmicas significativas ( $> 1^\circ\text{C}$ ) en las primeras dos transectas (zona norte) y en mayor número al oeste y sur del Golfo de Arauco, coincidiendo estas últimas con la zona de presencia de frentes profundos.

El análisis hidrográfico y la simulación numérica de corrientes no muestran diferencias apreciables entre la dinámica del océano en la zona El Maní (sector recurrente como zona de pesca) y en la zona Control (sector con muy bajas capturas históricas), lo que se explica por la similaridad batimétrica de ambas zonas. La ausencia de un bajo en la zona de El Maní no permite postular que, producto de un efecto batimétrico, pudieran existir en esta área zonas de acumulación, retención, formación de frentes, aparición de velocidades verticales significativas, etc., como explicación a las históricamente altas tasas de captura de jurel en El Maní.

Las concentraciones de clorofila a en las áreas comprendidas entre Valparaíso y norte de Constitución, y desde el sur de la Bahía de Concepción hasta las inmediaciones del río Valdivia estaban en el rango  $0,5$  a  $4,5 \text{ mg/m}^3$ . Estos valores prácticamente duplican aquellos encontrados en los años 1991 y 1993. El patrón de asociación entre zonas de alta concentración de clorofila a versus gradientes de densidad, permiten deducir el efecto importante de los ríos sobre la zona costera y oceánica, mediante subsidios de clorofila a o por el ingreso de altas concentraciones de nutrientes.



A nivel de macroescala (i.e. decenas de millas náuticas) el jurel se encontraba en zonas que presentaban aguas superficiales frías con temperaturas cercanas a los 12,5°C. La zona de alta concentración del recurso presentaba aguas bien oxigenadas, inversiones térmicas y altas concentraciones de clorofila a. Un mecanismo causal para explicar la relación entre presencia de jurel e inversiones térmicas no ha sido encontrado.

Las magnitudes de las corrientes calculadas por geostrofia no explicarían los patrones de distribución espacial del recurso al interior del área de estudio. Las hipótesis sobre la relación entre la distribución espacial del jurel con la base de la termoclina y con la presencia de frentes oceanográficos superficiales, no tuvieron sustentación de acuerdo con los resultados obtenidos. A nivel de microescala (i.e. < 10 m), se encontraron correlaciones bajas, aunque significativas ( $P < 0,05$ ) entre la biomasa del jurel y las siguientes variables: temperatura, salinidad, y sigma-t superficial; temperatura, salinidad, sigma-t, y oxígeno en el rango batimétrico del jurel.

El recurso prefiere temperaturas entre 10,5°C y 12,5°C. Con respecto a la salinidad, no se observaron rangos preferenciales en la distribución del jurel, salvo que evita salinidades menores a 33,9. Con respecto al oxígeno, el jurel en las profundidades de 50 y 100 m prefiere aguas bien oxigenadas, seleccionando valores sobre 5 mlO<sub>2</sub>/l y 3,3 mlO<sub>2</sub>/l respectivamente. En cambio, a 150 y 200 m de profundidad el jurel muestra preferencia por rangos entre 1 y 2 mlO<sub>2</sub>/l, y entre 0,5 y 0,7 mlO<sub>2</sub>/l respectivamente, rangos que son menores a la oferta ambiental.

El espectro trófico del jurel es muy reducido, en el que predominan los eufáusidos, tanto en términos relativos como absolutos, siguiéndoles las salpas. Las presas más seleccionadas son los peces linterna. La similitud trófica entre grupos de tamaño de jurel señala que no existen cambios tróficos en el rango de tamaños estudiado.

El ritmo diario de alimentación del jurel no se detectó claramente en esta oportunidad debido a la cantidad de muestras obtenidas, aunque parece preñar sobre los eufáusidos entre las 21:30 horas y las 03:00 horas.

La relación entre el consumo de presas y la biomasa de jurel, para el período y zona de estudio fue de 0,59. Esto indica que la población de jurel habría removido una cantidad de presas equivalente al 59% de su propia biomasa, principalmente eufáusidos.

En escalas de observación de pocas millas se encontró una correlación significativa (aunque baja) entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos, salpas, anfípodos y

stomatópodos. Tanto los eufáusidos como las salpas fueron ítemes importantes en la alimentación del jurel durante el período de estudio.

La curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos determinada para toda la zona de estudio, indica que en aproximadamente un 75% de los casos la distancia era menor de 40 mn. Para la zona nerítica esta distancia promedio disminuye y para la zona oceánica aumenta. En la zona de pesca la distancia predador-presa fue bastante mayor que en las zonas restantes, sugiriendo el agotamiento de la población local de eufáusidos debido a la predación por el jurel.

El modelo conceptual utilizado basado en: la distancia predador-presa, la velocidad de natación, la ración diaria y el tamaño de las agregaciones, indica que el jurel puede encontrar sus presas sin mayor dificultad en la zona de estudio. Por lo tanto, es muy probable que la mayor parte de la población de jurel presente no estuviera limitada en su distribución por los eufáusidos.

El análisis de la composición zooplanctónica reveló a los copépodos como grupo dominante en número (79,46%). A este grupo, le siguieron los quetognatos (5,76%), estados larvales de eufáusidos (2,55%), eufáusidos (2,32%), ostrácodos (2,31%), apendicularias (1,36%), poliquetos (1,43%) y zoeas (1,11%). El resto de los grupos conformaron sólo un 3,70%.

La distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total en el área de estudio, presentó mayores valores en el sector centro-norte y muy bajos en el sector sur, con núcleos importantes (tanto en el sector costero como oceánico) frente a Punta Nugurne y al sur de San Antonio.

El análisis latitudinal muestra que la variable zooplanctónica total no presentó diferencias significativas entre el sector norte y el sector centro del área prospectada. Por el contrario, la contrastación entre los sectores centro-sur y norte-sur, presentó biomasa zooplanctónicas estadísticamente diferentes. El mismo análisis muestra para la variable abundancia de eufáusidos la inexistencia de diferencias significativas entre los sectores norte y sur. No obstante lo anterior, existieron diferencias entre los sectores norte-centro y centro-sur, fundamentadas principalmente en las altas abundancias detectadas en el sector central del área de estudio.

La biomasa zooplanctónica total presentó valores similares en la zona nerítica y oceánica del área de estudio, pero valores mucho menores en el sector considerado como zona de pesca. El análisis de la distribución espacial (en sentido costa-océano) indicó un patrón similar para la variable abundancia de eufáusidos.

La contrastación, para áreas y períodos de estudio similares, entre los años 1992 (Serra et al., 1994a), 1993 (Serra et al., 1994b) y 1994 (este estudio), mostró una composición similar de grupos zooplanctónicos dominantes. El análisis longitudinal y latitudinal para estos años, mostró leves diferencias para las variables abundancia de copépodos, eufáusidos y biomasa zooplanctónica total.

Durante el muestreo de microescala se detectó una biomasa zooplanctónica mayor en el sector denominado El Maní en comparación con la zona Control.

El análisis de la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica total en relación con frentes oceanográficos superficiales no mostró asociación entre estas variables. Tampoco se detectaron correlaciones estadísticamente significativas entre variables planctónicas seleccionadas (biomasa zooplanctónica total, abundancia de eufáusidos, abundancia de copépodos y densidad de estados larvales de peces) y variables oceanográficas.

En el área y período de prospección planctónica, no se detectó huevos ni estados larvales de jurel, corroborando que esta especie no desova durante el período de invierno.

Los estados larvales de peces más representativos colectados durante el estudio, correspondieron a las especies: H. brunni (43,9%), E. ringens (31,1%), S. bentincki (13,1%), M. gavi (3,0%), E. maculatum (2,1%) y S. sagax (1,0%). Los huevos de peces más abundantes fueron registrados para: E. ringens (62,3%), S. bentincki (13,6%), M. gavi (6,9%), E. maculatum (4,8%), S. stellatus (3,6%) y H. brunni (1,2%).

Los huevos y larvas de peces (especialmente E. ringens, S. bentincki, M. gavi y S. sagax), presentaron una distribución horizontal asociadas al sector nerítico (10-20 mn), principalmente en los sectores centro y sur del área de estudio. Por el contrario, los estados larvales de H. brunni, estuvieron bien representados en toda el área prospectada.

Se recomienda que futuras evaluaciones hidroacústicas de jurel sean realizadas durante el período de mayores desembarques y mejores rendimientos de pesca, el que de acuerdo a la información histórica corresponde a los meses de mayo-junio.

## INDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN EJECUTIVO	1
INDICE GENERAL	7
INDICE DE FIGURAS	11
INDICE DE TABLAS	23
1. OBJETIVO GENERAL	30
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	30
3. ANTECEDENTES	31
4. METODOLOGIA DE TRABAJO	33
4.1 ASPECTOS GENERALES DEL CRUCERO	33
4.2 HIDROACUSTICA	35
4.2.1 Calibración electroacústica	35
4.2.2 Diseño muestral	37
4.2.3 Información acústica	38
4.2.4 Análisis estadístico de la información acústica	39
4.2.5 Cálculo de la abundancia y su varianza	42
4.2.6 Medida de precisión del estimado	46
4.3 BIOLOGIA PESQUERA	46
4.4 TROFODINAMICA	48
4.4.1 Obtención de las muestras	48
4.4.2 Análisis de la información	49
4.4.2.1 Importancia relativa de las presas	49
4.4.2.2 Selectividad de presas por tamaño	49
4.4.2.3 Similitud trófica	49
4.4.2.4 Tasa instantánea de evacuación gástrica	50
4.4.2.5 Ración diaria de alimento y tiempo de digestión	51
4.4.2.6 Consumo poblacional, medido como la razón entre consumo y biomasa	52
4.4.2.7 Relación entre la alimentación del jurel y la oferta ambiental	52
4.5 OCEANOGRAFIA FISICA Y QUIMICA	53
4.5.1 Diseño general de muestreo	53
4.5.2 Metodología de análisis de muestras	55
4.5.3 Registro de datos meteorológicos	55
4.5.4 Análisis de datos oceanográficos y meteorológicos	55

4.6	PLANCTON	57
4.6.1	Colecta de información	57
4.6.2	Procesamiento de la información	57
4.6.3	Análisis de las relaciones entre el zoo e ictioplancton con variables ambientales	58
4.7	OCEANOGRAFIA PESQUERA	59
4.7.1	Relación entre el recurso jurel y las variables físico-químicas	59
4.7.2	Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton	61
4.7.2.1	Análisis de microescala	61
4.7.2.2	Análisis de macroescala: factibilidad de encuentro entre el jurel y los eufáusidos	62
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS</b>	64
5.1	EVALUACION HIDROACUSTICA	64
5.1.1	Calibración electroacústica	64
5.1.2	Abundancia del recurso	67
5.1.3	Distribución geográfica del recurso	75
5.1.4	Distribución batimétrica del recurso	76
5.1.5	Comportamiento diurno y nocturno del recurso	78
5.1.6	Comportamiento del recurso frente al arte de pesca	79
5.1.7	Análisis de los resultados de hidroacústica	80
5.2	BIOLOGIA PESQUERA	83
5.2.1	Resultados de lances de pesca	83
5.2.2	Composición de tamaños	85
5.2.3	Relaciones longitud-peso	87
5.2.4	Proporción sexual	88
5.2.5	Aspectos reproductivos	88
5.3	TROFODINAMICA	90
5.3.1	Importancia de las presas	91
5.3.2	Selectividad de presas por tamaño	91
5.3.3	Similitud trófica	92
5.3.4	Consumo poblacional de jurel	94
5.3.4.1	Alimentación diaria	94
5.3.4.2	Consumo poblacional, expresado como consumo/biomasa (Q/B)	95
5.3.4.3	Relación entre el contenido estomacal y la oferta ambiental	96
5.4	OCEANOGRAFIA FISICA	98
5.4.1	Batimetría de la zona de estudio	98
5.4.2	Condiciones atmosféricas	98
5.4.2.1	Variables meteorológicas	98
5.4.2.2	Detalle de los vientos	98
5.4.3	Muestreo regular	100
5.4.3.1	Variables hidrográficas: Análisis horizontal (CTD)	100
5.4.3.2	Variables hidrográficas: Análisis vertical (CTD)	103

5.4.3.3	Circulación sugerida por la hidrografía	110
5.4.3.4	Comparación con hidrografía obtenida en cruceros anteriores	112
5.4.3.5	Profundidad de la capa de mezcla y base de la termoclina	113
5.4.3.6	Análisis de estabilidad de la columna de agua	114
5.4.3.7	Diagramas T/S	115
5.4.3.8	Anomalía del volumen específico	117
5.4.3.9	Anomalía geopotencial	117
5.4.3.10	Existencia de inversiones térmicas	118
5.4.4	Análisis de los registros continuos superficiales (EPCS)	118
5.4.4.1	Descripción	118
5.4.4.2	Resultados	119
5.4.5	Dinámica de la zona de muestreo regular	120
5.4.5.1	El esfuerzo del viento	120
5.4.5.2	Relación entre viento y profundidades de mezcla y de la termoclina	121
5.4.5.3	Velocidades geostróficas	122
5.4.6	Muestreos a microescala	125
5.4.6.1	Batimetría de las zonas "El Maní" y "Control"	125
5.4.6.2	Hidrografía zona "El Maní"	126
5.4.6.3	Hidrografía de la zona de control	127
5.4.6.4	Dinámica de las zonas de muestreo a microescala	128
5.5	OCEANOGRAFIA QUIMICA	129
5.5.1	Muestreo regular	129
5.5.1.1	Distribución de clorofila <u>a</u> (clo-a)	129
5.5.1.2	Relación entre variables físicas y la clo-a superficial	130
5.5.1.3	Distribución batimétrica de la clo-a	132
5.5.1.4	Análisis de resultados	134
5.5.2	Estudio a microescala	134
5.5.3	Proporcionalidad estequiométrica	136
5.6	PLANCTON	137
5.6.1	Composición y abundancia del zooplancton	137
5.6.2	Distribución espacial del zooplancton	140
5.6.2.1	Análisis latitudinal	140
5.6.2.2	Análisis longitudinal	143
5.6.2.3	Análisis espacial horizontal	147
5.6.3	Relación entre el zooplancton y las variables ambientales	148
5.6.4	Composición y abundancia del ictioplancton	153
5.6.5	Distribución espacial del ictioplancton	155
5.6.5.1	Análisis latitudinal	155
5.6.5.2	Análisis longitudinal	157
5.6.5.3	Análisis horizontal	158
5.6.6	Relaciones entre el ictioplancton y variables ambientales	159
5.6.7	Muestreo de microescala: sectores El Maní y Control	160

5.6.7.1	Componente zooplanctónica	160
5.6.7.2	Componente ictioplanctónica	162
5.6.7.3	Relaciones entre las condiciones oceanográficas y los componentes zooplanctónico e ictioplanctónico	164
5.7	OCEANOGRAFIA PESQUERA	175
5.7.1	Relación entre el recurso jurel y las variables físico-químicas	175
5.7.1.1	Análisis de macroescala	175
5.7.1.2	Análisis de microescala	177
5.7.2	Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton	181
5.7.2.1	Análisis de microescala	182
5.7.2.2	Análisis de macroescala: factibilidad de encuentro entre el jurel y los eufáusidos	184
<b>6.</b>	<b>DISCUSION GENERAL</b>	189
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	196
7.1	EVALUACION HIDROACUSTICA	196
7.2	BIOLOGIA PESQUERA	196
7.3	TROFODINAMICA	197
7.4	OCEANOGRAFIA FISICA	198
7.5	OCEANOGRAFIA QUIMICA	200
7.6	PLANCTON	201
7.7	OCEANOGRAFIA PESQUERA	202
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS CITADAS</b>	204
<b>9.</b>	<b>ANEXO DE FIGURAS</b>	221

## INDICE DE FIGURAS

1. Zona de muestreo y red de transectas realizadas.
2. Localización de estaciones del Crucero Jurel 1994.
3. Distribución de lances de pesca a media-agua (julio-agosto 1994).
4. Localización de estaciones en las zonas de muestreo a microescala (El Maní y Control).
5. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico: amanecer (06:00-07:30 h), día (07:30-17:30 h), atardecer (17:30-19:00 h) y noche (19:00-06:00 h).
6. Estaciones de muestreo planctónico realizadas.
7. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico realizadas durante el muestreo de microescala.
8. Estaciones de muestreo correspondientes a las zonas nerítica, oceánica y zona pesca.
9. Agregación de jurel tipo cardumen.
10. Agregación de jurel tipo estrato y disperso.
11. Distribución geográfica de la abundancia de jurel (1991-1993).
12. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Pto. Papudo a Isla Sta. María. Crucero julio-agosto 1994.
13. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. a) Sector Pta. Lavapiés a Bahía Queule. Crucero julio-agosto 1994. b) Sector Pta. Nugurne a Pta. Morguilla (alta densidad). Crucero junio-julio 1993.
14. Distribución geográfica de jurel. Crucero julio-agosto 1994.
15. Distribución en profundidad de jurel por sectores y zona de pesca. Crucero julio-agosto 1994.
16. Distribución en profundidad de jurel y capa de dispersión profunda.
17. Diseño acústico. a) Area del estudio. b) Prospección diurna. c) Prospección nocturna. Crucero julio - agosto 1994.
18. Distribuciones geográficas de jurel (1991 - 1993).
19. Captura mensual por puerto entre los años 1991 y 1994.
20. Distribución espacial de las capturas de la flota cerquera zona centro-sur 1991.
21. Distribución espacial de las capturas de la flota cerquera zona centro-sur 1993.
22. Distribución espacial de las capturas de la flota cerquera zona centro-sur 1994.
23. Estructura de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
24. Distribución acumulada de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.



25. Estructura de edades de jurel, capturado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
26. Estructura de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, agosto de 1994.
27. Distribución acumulada de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, agosto de 1994.
28. Estructura de tallas de jurel, en un ciclo de cinco lances de pesca realizados en 24 horas. Crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
29. Relación entre peso eviscerado y peso total en jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
30. Relación longitud-peso en hembras de jurel muestreadas en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
31. Relación longitud-peso en machos de jurel muestreados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
32. Relación longitud-peso en jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
33. Relación longitud-peso en jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, julio-agosto de 1994.
34. Modelos de las relaciones longitud-peso en jureles muestreados en tres cruceros de evaluación de jurel: mayo-junio de 1992, junio-julio de 1993 y julio-agosto de 1994.
35. Proporción sexual en función de la longitud horquilla, en jureles muestreados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
36. Proporción sexual en función de la longitud horquilla, en jureles muestreados de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, julio-agosto de 1994.
37. Importancia relativa de las presas de jurel.
38. Composición del alimento (porcentaje en peso) por grupos de tamaños de jurel.
39. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de jurel.
40. (a) Contenido estomacal promedio de jurel, considerando el total de presas. (b) Contenido estomacal promedio de jurel considerando sólo a los eufáusidos.
41. Batimetría global de la zona de estudio.
42. Variables meteorológicas en la zona de estudio.
43. Variables meteorológicas de la zona de El Maní y Control.
44. Distribución horizontal del viento superficial durante el crucero.
45. Distribución horizontal de temperatura a 5 m.
46. Distribución horizontal de salinidad a 5 m.
47. Distribución horizontal de oxígeno a 5 m.
48. Distribución horizontal de sigma-t a 5 m.
49. Distribución horizontal de temperatura a 100 m.
50. Distribución horizontal de salinidad a 100 m.
51. Distribución horizontal de oxígeno a 100 m.

52. Distribución horizontal de sigma-t a 100 m.
53. Distribución horizontal de temperatura a 200 m.
54. Distribución horizontal de salinidad a 200 m.
55. Distribución horizontal de oxígeno a 200 m.
56. Distribución horizontal de sigma-t a 200 m.
57. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 1).
58. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 2).
59. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 3).
60. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 4).
61. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 6).
62. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 7).
63. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 8).
64. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 10).
65. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 11).
66. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 12).
67. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 13).
68. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 14).
69. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 15).
70. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 16).
71. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 17).
72. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 18).
73. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 19).
74. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 20).
75. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 21).
76. Circulación sugerida por la hidrografía (100 m).
77. Circulación sugerida por la hidrografía (200 m).
78. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (10 m).
79. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (10 m).
80. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (10 m).
81. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (100 m).
82. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (100 m).
83. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993, 1994 (100 m).
84. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).

85. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).
86. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).
87. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (200 m).
88. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (200 m).
89. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (200 m).
90. Distribución horizontal de la profundidad de mezcla.
91. Distribución horizontal de la profundidad de la base de la termoclina.
92. Distribución vertical de la estabilidad en las estaciones de la transecta 15.
- 93a. Diagramas T/S para las transectas 1 y 2.
- 93b. Diagramas T/S para las transectas 3 y 4.
- 93c. Diagramas T/S para las transectas 5 y 6.
- 93d. Diagramas T/S para las transectas 7 y 8.
- 93e. Diagramas T/S para las transectas 9 y 10.
- 93f. Diagramas T/S para las transectas 11 y 12.
- 93g. Diagramas T/S para la transecta 13.
- 93h. Diagramas T/S para la transecta 14, parte costera y oceánica.
- 93i. Diagramas T/S para la transecta 15, parte costera y oceánica.
- 93j. Diagramas T/S para la transecta 16, parte costera y oceánica.
- 93k. Diagramas T/S para la transecta 17, parte costera y oceánica.
- 93l. Diagramas T/S para las transectas 18 y 19.
- 93m. Diagramas T/S para las transectas 20 y 21.
94. Distribución vertical de la anomalía geopotencial en las estaciones de la transecta 15.
95. Distribución horizontal de la anomalía geopotencial a 10 db, referida a 600 db.
96. Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio. Los números 0 representan ausencia de inversiones térmicas. Los números distintos de 0 representan la profundidad a que se encontraba la inversión térmica, en decenas de metros.
97. Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio. Cruceros de invierno 1992, 1993 y 1994. Los números distintos de 0 indican la profundidad de las inversiones en decenas de metros.
98. Posiciones de las lecturas digitadas del EPCS (2,5 m).
99. Distribución horizontal de temperatura del EPCS (2,5 m).
100. Distribución horizontal de salinidad del EPCS (2,5 m).
101. Esfuerzo del viento superficial (Pascales).
102. Componente este-oeste de la velocidad del viento, y las profundidades de mezcla y de la termoclina.
103. Componente norte-sur de la velocidad del viento, y las profundidades de mezcla y de la termoclina.
104. Estaciones seleccionadas para calcular velocidades geostróficas.
105. Velocidad geostrófica a 400 m referida a 600 m.

106. Velocidad geostrófica a 200 m referida a 600 m.
107. Velocidad geostrófica a 100 m referida a 600m.
108. Velocidad geostrófica a 50 m referida a 600 m.
109. Velocidad geostrófica a 15 m referida a 600 m.
110. Batimetría de la zona El Maní.
111. Batimetría de la zona Control.
112. Distribuciones verticales de temperatura de la zona El Maní.
113. Distribuciones verticales de salinidad de la zona El Maní.
114. Distribuciones verticales de oxígeno de la zona El Maní.
115. Distribuciones verticales de sigma-t de la zona El Maní.
116. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 1).
117. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 2).
118. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 3).
119. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 4).
120. Distribuciones horizontales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (10 m).
121. Distribuciones horizontales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (80 m).
122. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 1).
123. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 2).
124. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 3).
125. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 4).
126. Distribución vertical de temperatura en la zona Control.
127. Distribución vertical de salinidad en la zona Control.
128. Distribución vertical de oxígeno en la zona Control.
129. Distribución vertical de sigma-t en la zona Control.
130. Distribución horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t en la zona Control (10 m).
131. Distribución horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t en la zona Control (80 m).
132. Distribucion horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona de Control (300 m).
133. Corrientes superficiales calculadas para la zona El Maní y Control (entrada desde el sur).
134. Corrientes en el fondo calculadas para la zona El Maní y Control (entrada desde el sur).
135. Distribución superficial de la clorofila a y feopigmentos en la zona prospectada.
136. Distribución superficial de la clorofila a integrada y fluorescencia in vivo en la zona prospectada.
137. (a) Clorofila a superficial versus clorofila a integrada.  
(b) clorofila a versus fluorescencia in vivo (unidades relativas).

138. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 1.
139. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 3.
140. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 6.
141. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 7.
142. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 8.
143. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 10.
144. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 11.
145. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 13.
146. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 15.
147. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 17.
148. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 19.
149. Sección vertical de densidad, clorofila a y fluorescencia in vivo, correspondiente a la transecta 21.
- 150a. Nitrato, nitrito, fósforo y sílice. Transecta costera, El Maní.
- 150b. Densidad, fluorescencia in vivo y clorofila a. Transecta costera, El Maní.
- 151a. Densidad, fluorescencia in vivo y clorofila a. Transecta costera, Zona control.
- 151b. Nitrato, nitrito, fósforo y sílice. Transecta costera, Zona control.
- 152a. Fluorescencia in vivo, clorofila a y feopigmentos. Transecta intermedio-costera, Zona El Maní.
- 152b. Nitrato, nitrito, fosfato y sílice. Transecta intermedio-costera, Zona El Maní.
- 153a. Densidad, fluorescencia in vivo y clorofila a. Transecta Oceánica, zona El Maní.
- 153b. Nitrato, nitrito, fosfato y sílice. Transecta Oceánica, Zona El Maní.
- 154a. Densidad, fluorescencia in vivo, clorofila a, feopigmentos. Transecta intermedio-oceánica, Zona Control.
- 154b. Nitrato, nitrito, fósforo y sílice. Transecta intermedio-oceánica, Zona Control.
- 155a. Densidad, fluorescencia in vivo, clorofila a y feopigmentos. Transecta oceánica, Zona Control.
- 155b. Nitrato, nitrito, fósforo y sílice. Transecta oceánica, Zona Control.
156. Distribución latitudinal promedio de la abundancia de copépodos, eufáusidos, larvas de eufáusidos y quetognatos.
157. Distribución latitudinal de la abundancia de ostrácodos, poliquetos, apendicularias y zoeas.

158. Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica total en el área de estudio.
159. Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica para los años 1992, 1993 y este estudio.
160. Distribución latitudinal de la abundancia de copépodos para los años 1992, 1993 y este estudio.
161. Distribución latitudinal de la abundancia de eufáusidos para los años 1992, 1993 y este estudio.
162. Distribución longitudinal de la biomasa zooplanctónica para el presente estudio.
163. Distribución longitudinal del zooplancton para el presente estudio.
164. Distribución longitudinal de la biomasa zooplanctónica para los años 1992, 1993 y este estudio.
165. Distribución longitudinal de la abundancia de copépodos para los años 1992, 1993 y este estudio.
166. Distribución longitudinal de la abundancia de eufáusidos para los años 1992, 1993 y este estudio.
167. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total en el área de estudio.
168. Distribución horizontal de la abundancia de copépodos en el área de estudio.
169. Distribución horizontal de la abundancia de eufáusidos en el área de estudio.
170. Distribución horizontal de la abundancia de quetognatos en el área de estudio.
171. Distribución horizontal de la abundancia de larvas de eufáusidos en el área de estudio.
172. Distribución horizontal de la abundancia de poliquetos en el área de estudio.
173. Distribución horizontal de la abundancia de apendicularias en el área de estudio.
174. Distribución horizontal de la abundancia de ostrácodos en el área de estudio.
175. Distribución horizontal de la abundancia de salpas en el área de estudio.
176. Distribución horizontal de la abundancia de zoeas en el área de estudio.
177. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la temperatura superficial.
178. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la salinidad superficial.
179. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la densidad superficial.
180. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con el oxígeno disuelto superficial.
181. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la temperatura ponderada.
182. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la salinidad ponderada.
183. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con el oxígeno disuelto ponderado.

184. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la clorofila a integrada.
185. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la termoclina.
186. Distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con la prof. de la capa de mezcla.
187. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la temperatura superficial.
188. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la salinidad superficial.
189. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la densidad superficial.
190. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con el oxígeno disuelto superficial.
191. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la temperatura ponderada.
192. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la salinidad ponderada.
193. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la densidad.
194. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con el oxígeno disuelto ponderado.
195. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la clorofila a integrada.
196. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la termoclina.
197. Distribución de la abundancia de eufáusidos en relación con la prof. de la capa de mezcla.
198. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la temperatura superficial.
199. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la salinidad superficial.
200. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la densidad superficial.
201. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con el oxígeno disuelto superficial.
202. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la temperatura ponderada.
203. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la salinidad ponderada.
204. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la densidad.
205. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con el oxígeno disuelto ponderado.
206. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la clorofila a integrada.
207. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la termoclina.
208. Distribución de la abundancia de copépodos en relación con la prof. de la capa de mezcla.

209. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 1, (b) transecta 2.
210. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 3, (b) transecta 4.
211. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 5, (b) transecta 6.
212. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 7, (b) transecta 8.
213. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 9, (b) transecta 10.
214. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 11, (b) transecta 12.
215. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 13, (b) transecta 14.
216. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 15, (b) transecta 16.
217. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 17, (b) transecta 18.
218. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. (a) Transecta 19, (b) transecta 20.
219. Relación entre la biomasa zooplanctónica y gradientes superficiales de temperatura y fluorescencia. Transecta 21.
220. Distribución longitudinal de huevos de peces detectados en el presente estudio.
221. Distribución longitudinal de larvas de peces detectados en el presente estudio.
222. Distribución horizontal de huevos de E. ringens para el presente estudio.
223. Distribución horizontal de huevos de S. bentincki para el presente estudio.
224. Distribución horizontal de huevos de E. maculatum para el presente estudio.
225. Distribución horizontal de huevos de S. sagax para el presente estudio.
226. Distribución horizontal de huevos de H. macrops para el presente estudio.
227. Distribución horizontal de otros huevos para el presente estudio.
228. Distribución horizontal de larvas de H. brunni para el presente estudio.
229. Distribución horizontal de larvas de E. ringens para el presente estudio.



230. Distribución horizontal de larvas de S. bentincki para el presente estudio.
231. Distribución horizontal de larvas de M. gayi para el presente estudio.
232. Distribución horizontal de larvas de S. saqax para el presente estudio.
233. Distribución horizontal de larvas de H. macrops para el presente estudio.
234. Distribución espacial del zooplancton (quetognatos, eufáusidos, copépodos, poliquetos) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector El Maní.
235. Distribución espacial del zooplancton (ostrácodos, zoeas, apendicularias y larvas de eufáusidos) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector El Maní.
236. Distribución espacial del zooplancton (quetognatos, eufáusidos, copépodos, poliquetos) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector Control.
237. Distribución espacial del zooplancton (ostrácodos, zoeas, apendicularias y larvas de eufáusidos) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector Control.
238. Distribución horizontal de temperatura a 150 m de profundidad en la zona de estudio.
239. Distribución horizontal de salinidad a 150 m de profundidad en la zona de estudio.
240. Distribución horizontal de oxígeno a 150 m de profundidad en la zona de estudio.
241. Relación entre la biomasa del jurel y la temperatura superficial.
242. Relación entre la biomasa del jurel y la salinidad superficial.
243. Relación entre la biomasa del jurel y la densidad superficial.
244. Relación entre la biomasa de jurel y la concentración de clorofila a superficial.
245. Relación entre la biomasa del jurel y la concentración de oxígeno disuelto superficial.
246. Registro continuo de fluorescencia superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel. Crucero Jurel, julio-agosto 1994.
247. Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel. Crucero Jurel, julio-agosto 1994.
- 248a. Relación entre la biomasa del jurel y la clorofila integrada.
- 248b. Relación entre la biomasa del jurel y la concentración de oxígeno (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
249. Relación entre la profundidad de localización del jurel y la profundidad de la base de la termoclina.
250. Relación entre la profundidad de localización del jurel y la profundidad de la capa de mezcla.

251. Relación entre la biomasa del jurel y la temperatura (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
252. Relación entre la biomasa del jurel y la salinidad (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).
253. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200 m) en toda la zona de estudio.
254. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa) de jurel para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.
255. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 100 metros en toda la zona de estudio.
256. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 150 metros en toda la zona de estudio.
257. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 200 metros en toda la zona de estudio.
258. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable salinidad y para la variable (salinidad X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200 m) en toda la zona de estudio.
259. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable salinidad y para la variable (salinidad X biomasa de jurel) para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.
260. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200 m) en toda la zona de estudio.
261. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.
262. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 100 metros en toda la zona de estudio.
263. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 150 metros en toda la zona de estudio.

264. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 200 metros en toda la zona de estudio.
265. Relación entre la biomasa del jurel y la biomasa de zooplancton .
266. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos en toda la zona de estudio.
267. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de Euphausia mucronata en toda la zona de estudio.
268. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de Nematoscelis sp. en toda la zona de estudio.
269. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de Stylocheiron sp. en toda la zona de estudio.
270. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de copépodos.
271. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de isópodos.
272. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de megalopas.
273. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de zoeas.
274. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de salpas.
275. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de stomatopodos.
276. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de anfípodos.
277. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos en la zona oceánica.
278. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos en la zona nerítica.
279. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos en la zona de pesca.
280. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para toda la zona de estudio.
281. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para la zona nerítica.
282. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para la zona oceánica.
283. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para la zona de pesca.
284. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para el area geográfica de la zona de pesca del crucero de 1994 durante el invierno de 1993.
285. Comparación de las curvas de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para las zonas de pesca de (a) otoño 1992, (b) invierno 1993 y (c) invierno 1994.

## INDICE DE TABLAS

1. División operacional del área de estudio.
2. Estaciones de muestreo planctónico (programadas y realizadas), por sector de estudio.
3. Estaciones de pesca de jurel, para el análisis trofodinámico del recurso, por sector de estudio.
4. Estaciones de muestreo planctónico (programadas y realizadas), para los sectores "El Maní" y "Control".
5. Categorías por densidad.
6. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular. Crucero de julio-agosto de 1994.
7. Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo de microescala. Crucero de julio-agosto de 1994.
8. Valores de ganancia del transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 38 Khz (EK-500).
9. Valores de ganancia del transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 120 Khz (EK-500).
10. Valores t de Student observados y críticos para frecuencias de 38 y 120 Khz.
11. Resumen de la información de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
12. Indices de cobertura y abundancia relativa por zona.
13. Indices de Fisher y variable normal reducida.
14. Estimado de biomasa de jurel. Crucero Invierno 1994
15. Varianza, coeficientes de variación (Cv) y porcentaje de error del estimado (E%) por método de estimación.
16. Coeficientes de variación por zonas para conglomerado de tamaño variable.

17. Varianza de la razón entre y dentro de las transectas.
18. Resultado del Test Kolmogorov-Smirnov para comparar las distribuciones batimétricas de los distintos años.
19. Resultados análisis de varianza para un criterio de clasificación (Sa diurno y nocturno).
20. Resultados de estudios de migración nictameral realizados entre 1991 y 1992.
21. Estimados de biomasa de jurel. (1991-1994).
22. Composición por especie en las capturas de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.
23. Parámetros y estadísticos básicos de las regresiones longitud-peso en jurel. Crucero julio-agosto de 1994.
24. Aspectos biológicos básicos de jurel muestreado en el crucero de evaluación de julio-agosto de 1994, y de los muestreos de la pesca industrial de cerco en agosto de 1994.
25. Fecha, horas de calado y virado, profundidad de los lances de pesca con red de media agua y número de estómagos muestreados (total y con contenido estomacal).
26. Número, peso y frecuencia de aparición de los taxa de presas en los estómagos de Trachurus symmetricus murphyi, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal (todos los valores expresados en porcentaje), e Índice de Importancia Relativa de las presas (IIR, modificado).
27. Promedio y desviación estándar del índice de selectividad de Ursin, U (1973) en Trachurus symmetricus murphyi, número de observaciones, y tamaño promedio del taxón de presa.
28. Desviación estándar del índice de selectividad de Ursin, U (1973) y tamaño promedio del taxón de presa en Trachurus symmetricus murphyi, durante el período del presente estudio y en 1993.
29. Porcentaje en peso de las presas de jurel.
30. Similitud trófica en Trachurus symmetricus murphyi, para seis grupos de tamaño definidos cada 5 cm de L.H.

31. Peso promedio del contenido estomacal de Trachurus symmetricus murphyi en el invierno de 1994, por hora de muestreo.
32. Consumo poblacional de Trachurus symmetricus murphyi, expresado como la razón entre el consumo y la biomasa; tasa instantánea de evacuación gástrica, tiempo de digestión, peso promedio de las presas, ración diaria de alimento y proporción de las presas.
33. Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.
34. Regresiones lineales entre la clo-a superficial y las variables clo-a integrada y la fluorescencia in vivo.
35. Regresiones lineales entre la clo-a superficial e integrada y las variables temperatura, salinidad y densidad, para toda la zona muestreada.
36. Regresiones lineales entre la clo-a superficial, la clo-a integrada y la fluorescencia con la densidad, para las zonas I (transectas 1, 3, 6, 8, 10 y 11) y II (transectas 13, 15, 17 y 21).
37. Regresiones lineales entre la densidad y las variables clo-a y fluorescencia, para la zona comprendida entre las transectas 13, 15, 17 y 21.
38. Cálculos de proporcionalidad estequiométrica entre el nitrógeno, sílice y fósforo. Para todos los datos analizados y para datos integrados en toda la columna de agua.
39. Listado de grupos más abundantes (en número) del zooplancton evaluados durante el estudio.
40. Grupos zooplanctónicos numéricamente importantes para el período otoño-invierno de los años 1992 a 1994. Valores entregados en porcentaje.
41. Distribución latitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos y la biomasa zooplanctónica total. Los valores son promedios para cada transecta y considera grupos sobre el 1% de abundancia en número.
42. Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total y para la variable abundancia de eufáusidos, considerando los sectores norte, centro y sur en el área de estudio.

43. Distribución latitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos y la biomasa zooplanctónica total por sector de estudio. Se consideran los resultados de este trabajo y los descritos para el otoño de 1992 e invierno de 1993 por Serra et al. (1994a, 1994b).
44. Distribución longitudinal (sectores nerítico, oceánico y zona de pesca) de la abundancia de grupos zooplanctónicos y la biomasa zooplanctónica total.
45. Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total y para la variable abundancia de eufáusidos, considerando las zonas nerítica, oceánica y de pesca.
46. Distribución longitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos y la biomasa zooplanctónica total para los sectores nerítico, oceánico y zonas de pesca. Se consideran resultados de este trabajo y los descritos para el otoño de 1992 e invierno de 1993 por Serra et al. (1994a, 1994b).
47. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total, los eufáusidos y los copéodos, durante la realización del crucero.
48. Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Total del área prospectada (estaciones regulares).
49. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Toda el área prospectada (estaciones regulares).
50. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copéodos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Total del área prospectada.
51. Listado de huevos y larvas de peces registrados en el análisis ictioplanctónico.
52. Densidad promedio, frecuencia y dominancia numérica de huevos de peces en el área de prospección planctónica.
53. Densidad promedio, frecuencia y dominancia numérica de estados larvales de peces en el área de prospección planctónica.

54. Densidad latitudinal de huevos de peces). No se consideró en el análisis la transecta 5 ya que sólo se muestreó una estación (estación 21).
55. Densidad latitudinal de larvas de peces. No se consideró en el análisis la transecta 5 ya que sólo se muestreó una estación (estación 21).
56. Densidad de huevos de peces evaluados en sentido longitudinal (costa-océano). Se incluye en este análisis el sector denominado zona de pesca.
57. Densidad promedio de larvas de peces evaluadas en sentido longitudinal (costa-océano). Se incluye en este análisis el sector denominado zona de pesca.
58. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas para toda el área prospectada (estaciones regulares).
59. Abundancias de grupos zooplanctónicos numéricamente importantes colectados para cada estación de muestreo en el Sector El Maní.
60. Abundancias de grupos zooplanctónicos numéricamente importantes colectados para cada estación de muestreo en el Sector Control.
61. Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total y para la variable abundancia de eufáusidos, considerando el par de zonas El Maní/Control.
62. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y estados larvales de peces. Sector Control.
63. Densidad promedio, constancia y dominancia numérica de huevos y estados larvales de peces. Sector El Maní.
64. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total, los eufáusidos y los copépodos, durante la realización del muestreo de microescala en el Sector Control.
65. Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total, los eufáusidos y los copépodos, durante la realización del muestreo de microescala en el Sector El Maní.



66. Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala).
67. Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala).
68. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala).
69. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala).
70. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copépodos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala).
71. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copépodos (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala).
72. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala).
73. Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala).
74. Correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y las variables oceanográficas.
75. Correlación parcial múltiple entre la profundidad de distribución del jurel, la profundidad de la base de la termoclina y la profundidad de la capa de mezcla.
76. Rangos de las variables oceanográficas en las áreas donde se encontraba el jurel.

77. Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y los grupos planctónicos seleccionados. Las variables han sido transformadas a  $\log (x+1)$ .
78. Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y las especies de eufáusidos. Las variables han sido transformadas a  $\log (x+1)$ .
79. Ración diaria del jurel sobre eufáusidos en la zona de estudio.

## 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 IX circunscrita en las primeras 150 millas medidas desde la costa y determinar las condiciones oceanográficas asociadas a su distribución y abundancia relativa, con el propósito de disponer de información actualizada y oportuna de los cambios en los patrones de distribución y abundancia del stock de jurel, de manera que permita evaluar el estado de explotación de dicho recurso.

## 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la distribución espacial del recurso jurel en el área de estudio.
2. Determinar la biomasa total (en peso) del recurso jurel en el área de estudio.
3. Establecer las relaciones tróficas que determinan la distribución espacial y batimétrica del jurel en el área de estudio.
4. Registrar y analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas asociadas a la distribución del recurso jurel.
5. Establecer relaciones entre las condiciones oceanográficas y los resultados de la evaluación hidroacústica.
6. Caracterizar la comunidad zooplanctónica en el área a prospectar y evaluar su relación con procesos oceanográficos y con la distribución del jurel.

### 3. ANTECEDENTES

El jurel (Trachurus symmetricus murphyi) es una especie típicamente pelágica, que habita regiones oceánicas y costeras, presentando una amplia distribución geográfica que abarca desde las Islas Galápagos hasta la región austral de Chile (52°S; Chirichigno, 1974, Serra, 1991) y desde el litoral de América del Sur hasta las costas de Nueva Zelanda (Evseenko, 1987, Kawahara et al., 1988, Jones, 1990) y Australia (Keith Sainsbully comm. pers.). En aguas internacionales se distribuye en grandes cardúmenes desde 78°W hasta 160°W, presentando como área principal de distribución aquella entre 33°S y 48°S (Grechina, 1992).

Este recurso sostiene en la actualidad la pesquería más importante del país. En 1993, los desembarques de jurel de la flota cerquera industrial en los puertos de la Quinta a la Octava Región superaron los 2,7 millones de toneladas, de un total nacional de aproximadamente 3,2 millones de toneladas (SERNAP, 1993). Cabe destacar que entre los años 1978 y 1991, la especie fue objeto de una pesquería internacional de altura, desarrollada principalmente por embarcaciones de la ex-Unión Soviética, las que operaron frente a las costas de Chile central (Serra, 1991, Elizarov et al., 1992).

El recurso se agrega en grandes cardúmenes en la zona costera de Chile central con propósitos de alimentación, especialmente en otoño e invierno (Serra 1991). Con posterioridad a este periodo de engorda, el recurso emigra al comienzo de la primavera desde las aguas costeras hacia mar abierto con el objeto de desovar en aguas subtropicales (Serra, 1983, Dejník y Nevinskiy, 1987, Evseenko, 1987, Grechina, 1992). Existe clara evidencia que a lo largo de la franja costera de la zona centro-sur de Chile no ocurre el desove o éste se presenta con una intensidad relativa muy baja (Serra, 1983).

Aunque el área de distribución del recurso es conocida, sus rutas de migración y los factores que determinan su distribución son aún inciertos. Existe evidencia que ciertos fenómenos oceanográficos de macroescala producen fluctuaciones en la abundancia del jurel frente al Perú (Zuta et al., 1983, Ñiquén y Vilchez, 1989). Por ejemplo, la abundancia del recurso en las costas del Perú está influenciado por la presencia de aguas cálidas subtropicales y por el fortalecimiento o debilitamiento de la corriente costera (Ñiquén y Vilchez, 1989).

Por otra parte se han enunciado diversas hipótesis que relacionan la presencia de agregaciones de jurel con características oceanográficas particulares en la zona oceánica adyacente a la Zona Económica Exclusiva Chilena (Galaktionov, 1987), sin embargo la evidencia al interior de la ZEE no es

clara (Serra et al., 1994a, 1994b). Cornejo (1991) postuló que ni la reproducción ni la evitación de predadores son causa de agregación en la zona centro-sur. La causa más probable parece ser la alimentación (Serra, 1991, Cornejo, 1991). Se sabe que la condición de agregación es beneficiosa para los individuos de un cardumen, ya que posibilita una tasa de encuentro más rápida con el alimento (Pitcher et al., 1982, Duffy y Wissel, 1988).

En relación al tiempo de alimentación diario, la población de T. symmetricus murphyi comienza a alimentarse desde el crepúsculo hasta un par de horas después de medianoche, disminuyendo progresivamente el proceso de alimentación hacia la madrugada (Serra et al., 1994a, 1994b).

Los principales ítemes alimentarios del jurel en la zona centro-sur son los eufáusidos y algunos peces pequeños (Serra et al., 1994a, 1994b). Aunque el principal predador del jurel es el hombre, también la predación por parte del bonito (Sarda sarda chilensis), pez espada (Xiphias gladius), palometa (Coryphaena hippurus), lobo marino (Otaria flavescens) y el pelícano común (Pelecanus thagus) son importantes, especialmente en la zona norte del país (IFOP, 1979).

Considerando la importancia del recurso para la economía del país y el nivel de explotación a que está sometido, es necesario profundizar el conocimiento existente acerca de su distribución espacial, dinámica poblacional, trofodinámica y su relación con el ambiente, con el objeto de mejorar la asesoría para el manejo y desarrollo pesquero. Estos aspectos son especialmente relevantes para la comprensión de los cambios, tanto en abundancia como en disponibilidad del recurso. Preguntas claves, tales como las relativas a identificar los factores que determinan la distribución de las mayores concentraciones de jurel en ciertas zonas y no en otras, requieren ser contestadas.

En este contexto, el Consejo de Investigación Pesquera ha solicitado ejecutar el presente estudio para estimar la biomasa disponible de jurel en la "franja costera" de la zona centro-sur, su distribución y los factores ambientales que la determinan.

El presente informe corresponde al Informe Final, el cual presenta todos los resultados relevantes a la consecución del objetivo general y los objetivos específicos.

#### 4. METODOLOGIA DE TRABAJO

##### 4.1 ASPECTOS GENERALES DEL CRUCERO

El crucero de investigación se realizó en el período invernal de 1994 a bordo del B/I Abate Molina, operado por el Instituto de Fomento Pesquero, entre los días 16 de julio y 18 de agosto de 1994, y cubrió el área comprendida entre los 32°40'S (Puerto Papudo - V Región) y los 39°20'S (Bahía Queule - X Región).

Desde un punto de vista operacional, el área de estudio se dividió en tres sectores, compuestos de 7 transectas cada uno (Tabla 1).

**Tabla 1.** División operacional del área de estudio. Los números entre paréntesis indican el número total de transectas y de estaciones realizadas para cada sector.

SECTOR	TRANSECTAS	LIMITE OESTE	ESTACIONES DE MUESTREO	LATITUD
I	1-7 (7)	90 mn	1-35 (31)	32°40'-34°40'S
II	8-14 (7)	90 mn	36-70 (32)	35°00'-37°00'S
III	15-21 (7)	90-170 mn	71-117 (41)	37°20'-39°20'S
AREA TOTAL	1-21 (21)	90-170 mn	1-117(104)	32°40'-39°20'S

En la zona de estudio (Figura 1) se efectuaron 21 transectas perpendiculares a la costa y equidistantes entre sí cada 20 millas náuticas (mn); 13 transectas tuvieron una extensión de 90 mn, 4 variaron entre las 95 y 110 mn, y las 4 restantes alcanzaron una longitud de 170 mn. El aumento en la extensión de las transectas estuvo fundamentado por la presencia de agregaciones importantes de jurel por sobre las 90 mn de la costa. Cabe señalar que en esta zona la flota cerquera de Talcahuano obtuvo buenos niveles de captura durante el período de la prospección.

El diseño de muestreo consideró, para cada una de las transectas, 5 estaciones de muestreo bio-oceanográfico situadas a 10, 20, 40, 70 y 90 mn desde la costa (Figura 2). Cuando la prospección continuó fuera del límite de 90 mn, se agregaron estaciones adicionales.

Las condiciones de mal tiempo imperantes durante la realización del crucero, no permitieron la ejecución de algunas estaciones de zooplancton. El porcentaje de estaciones planctónicas

realizadas respecto de las programadas para el crucero, se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2.** Estaciones de muestreo planctónico (programadas y realizadas), por sector de estudio.

SECTOR	ESTACIONES PROGRAMADAS	ESTACIONES REALIZADAS	PORCENTAJE (%)
I	35	31	88,6
II	35	32	91,4
III	35	33	97,3(*)
TOTAL	105	96	91,4

(\*) El Sector III involucró la evaluación de estaciones planctónicas oceánicas (fuera de las 90 mn), por lo que este sector considera, además de las 33 estaciones realizadas, otras 8 estaciones que no se incluyeron en el porcentaje final.

La figura 3 muestra las estaciones de muestreo de jurel, consideradas para el análisis biológico-pesquero y trofodinámico del recurso. Debido a la ausencia del recurso en el norte del área de estudio, el mayor porcentaje de estaciones con lances de pesca positivos se encuentran en los sectores centro y sur. La tabla 3 presenta el número de estaciones de pesca de media agua durante el crucero.

**Tabla 3.** Estaciones de pesca de jurel, para el análisis trofodinámico del recurso, por sector de estudio.

SECTOR	ESTACIONES REALIZADAS	PORCENTAJE
I	1	6,2
II	6	37,5
III	9	56,3
TOTAL	16	100,0

Además de los muestreos realizados regularmente en cada uno de los sectores reseñados arriba, el programa de actividades del crucero consideró la realización de un estudio de microescala espacial y temporal (kms, horas) en el sector denominado "El Maní", ubicado a 24 mn a la cuadra de Pta. Coi Coi (36°22'S

73°30'W), área considerada históricamente como una activa zona de pesca de jurel. La información colectada en este sector se contrastó con la registrada en una zona denominada "Control", al frente de Lebu (37°45'S 73°49'W), en la que históricamente se registra una baja frecuencia de capturas de jurel. La disposición de las estaciones para cada uno de los sectores involucrados en el estudio de microescala se presenta en la figura 4. Las estaciones realizadas versus las programadas para estas dos áreas se presentan en la tabla 4.

**Tabla 4.** Estaciones de muestreo planctónico (programadas y realizadas), para los sectores "El Maní" y "Control".

SECTOR	ESTACIONES PROGRAMADAS	ESTACIONES REALIZADAS
EL MANI	12	12 (100%)
CONTROL	12	12 (100%)
TOTAL	24	24 (100%)

Debido a la exigencia impuesta por el diseño de muestreo correspondiente a los objetivos de la evaluación hidroacústica, aproximadamente el 45% de los lances planctónicos se realizaron en el atardecer o en la noche y el 55% durante el día o en el amanecer (Figura 5).

## 4.2 HIDROACUSTICA

### 4.2.1 Calibración electroacústica

La prospección se realizó con el sistema de ecosonda y econtegrador SIMRAD EK-500 con que cuenta el B/I "Abate Molina".

La evaluación se realizó con la frecuencia de 38 Khz y secundariamente, en carácter de apoyo para sondear la zona superficial, se usó la frecuencia de 120 Khz. La escala de sondeo fue de 0 a 500 metros, con una longitud de pulso media de 0,3 mseg para la frecuencia de trabajo (38 Khz); la razón de sondeo fue de 1/seg y la potencia de salida del equipo de 1/1.



La calibración electroacústica del sistema SIMRAD EK-500, se realizó utilizando blancos estándar, diseñados para las frecuencias de 38 y 120 Khz, según las recomendaciones del Grupo de Trabajo de Acústica del ICES y por el fabricante (ICES, Report 144, Foote et al., 1981, Foote, 1983, CAPMAD/SELA, 1982, PNUD-CPPS/FAO RLA/011, 1992).

La calibración básicamente consiste en ubicar bajo el transductor un blanco de referencia o estándar de una intensidad de blanco (TS) conocida (teórico), midiéndose con el equipo un nuevo TS (real). De este modo se determinan las diferencia entre ambos valores y se procede a ajustar los parámetros del equipo a través de la ganancia de transductor (Foote et al., 1987).

El blanco de referencia son esferas de cobre de 60 y 23 mm de diámetro para las frecuencias de 38 y 120 Khz respectivamente.

La posición de los controles de los equipos durante la calibración deben corresponder con las utilizadas durante la prospección, por lo tanto ante cualquier cambio en estos controles es necesario repetir la medición.

La esfera se sitúa en el centro del haz acústico, para lo cual se utilizan tres líneas de monofilamento, montada cada una en un sistema de carrete de cañas de pescar. Esta maniobra permite un adecuado manejo de la esfera desde la cubierta del barco.

Con el objeto de minimizar el movimiento de la esfera durante el proceso de calibración, el experimento se debe hacer en bahías protegidas de vientos y corrientes marinas intensas.

El procedimiento de medición del TS consiste en medir la ganancia del transductor, ajustando según:

$$G1 = G0 + \frac{TS(m) - TS(b)}{2}$$

donde:

G1	=	nueva ganancia del transductor
G0	=	ganancia antigua
TS(m)	=	intensidad de blanco medida (dB)
TS(b)	=	intensidad de blanco teórico (dB)

Para ajustar los parámetros de las lecturas del econtegrador (Sa) se aplica la siguiente ecuación:

$$G1 = G0 + \frac{10 \log \left( \frac{Sa(m)}{Sa(t)} \right)}{2}$$

siendo:

$$Sa(t) = \frac{4\pi r_0^2 \times \Phi_{bs} (1852)^2}{\Psi \times r^2}$$

donde:

$\phi$	=	sección dispersante de la esfera
$r$	=	profundidad de la esfera (m)
$\Psi$	=	ángulo equivalente del haz acústico
$Sa(m)$	=	energía retrodispersada medida
$Sa(t)$	=	energía retrodispersada teórica
$r_0$	=	distancia estándar de referencia para medir $\phi$ , igual a 1 metro.

#### 4.2.2 Diseño muestral

El diseño muestral utilizado corresponde a un muestreo sistemático de conglomerado de tamaño variable, donde cada conglomerado corresponde a una transecta. En ella se registra la información acústica mediante el sistema de ecosonda y econtegrador. Este diseño muestral ha sido recomendado para evaluación hidroacústica por Shotton y Dowd (1975), Bahamonde (1980), Shotton y Bazigos (1984), Francis (1984), Simmonds (1984) y el grupo de estudio en acústica del ICES.

La evaluación acústica se llevó a cabo durante el período de luz solar. Esto se hizo en base a los antecedentes de migraciones nictamerales de jurel y a los antecedentes obtenidos en estudios realizados por Guzmán et al. (1982) y Rodríguez et al. (1983). Estos estudios establecen para recursos pelágicos una alta variabilidad en la integración diurna y nocturna, lo cual se ha ratificado en los cruceros efectuados en la zona durante 1991 y 1992, antecedentes que no hacen recomendable evaluar también los recursos durante el día.

### 4.2.3 Información acústica

Para la identificación de los ecoregistros acústicos de jurel se utilizaron dos métodos. El primero consiste en el análisis de los ecoregistros, esto considera 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 Acústica del IFOP (Guzmán et al., 1982).

El segundo método corresponde a la interpretación de ecogramas en conjunto con los resultados de pesca con red de media agua. Esta información además se complementa con las capturas de la flota cerquera de la VIII región, cuando coincide en el espacio y tiempo con el desarrollo de la prospección.

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (Sa), y a los valores de intensidad de blanco (TS) detectados dentro de los límites de integración de la unidad básica de muestreo (UBM), que es el criterio aplicado para discretizar la información acústica continua.

La distribución espacial se presenta mediante cartas de distribución de la biomasa de jurel, para lo cual se utilizó una escala de densidad ( $t/mn^2$ ) determinada por la siguiente expresión  $75 \cdot 2^{(n-1)}$  siendo  $0 < n \leq 4$  (Tabla 5).

Tabla 5. Categorías por densidad.

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

Para determinar la distribución espacial del recurso jurel se utilizó el método de interpolación lineal, para lo cual previamente se asignó las lecturas acústicas por UBM y especie a rangos de categorías (Tabla 5), se localizaron las densidades geo-referenciadas, y se establecieron tendencias en transectas y UBM's.

#### 4.2.4 Análisis estadístico de la información acústica

A fin de determinar el patrón de distribución y el comportamiento que presentó el jurel durante la prospección, se determinó el patrón de dispersión de la abundancia y los índices de cobertura y abundancia relativa, para posteriormente realizar un análisis estadístico de la información acústica mediante el índice de Fisher, el parámetro de la Ley de Taylor y el tamaño de las macroestructuras espaciales:

##### a) Patrón de dispersión en la abundancia de jurel

Este consiste básicamente en un análisis gráfico que contiene un ploteo de las densidades por transectas en sentido latitudinal, con el objeto de estudiar el patrón de dispersión de la abundancia del recurso en la zona de estudio.

##### b) Determinación del índice de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID)

El índice de cobertura muestra el porcentaje del área ocupada en forma efectiva por la especie, entregando el grado de concentración presente en el recurso al momento de la prospección. Este índice se calcula como :

$$IC(\%) = \frac{UBM^*}{UBM_{(t)}} * 100$$

donde:

UBM\* = observaciones acústicas con presencia de jurel  
UBM<sub>(t)</sub> = total de observaciones acústicas en el crucero

La abundancia relativa se determina a través del índice de densidad, el que indica la concentración de la especie en la UBM donde se detectó. Su estimación es de acuerdo a:

$$ID(t/mn^2) = \frac{\sum Sa * C}{UBM^*}$$

donde:

Sa = densidad promedio por UBM  
C = constante de transformación (t/mn<sup>2</sup>/Sa),  
determinada en base a un Ts (Kg) de -32.5 dB/Kg.

La constante de transformación C se calcula según:

$$C = \frac{1(4\pi * 10^{-Ts/10})}{1.000}$$

### c) Índices de Fisher I<sub>0</sub> (1954)

Este índice está dado por la relación entre la varianza (S<sup>2</sup>) y la media ( $\bar{X}$ ), de la siguiente forma:

$$I_0 = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

Este índice se aleja de la unidad (I<sub>0</sub> = 1, distribución de Poisson) y la significancia de este alejamiento se mide a través de la Tabla chi-cuadrado con n-1 grados de libertad (Elliot, 1971).

Si el número de observaciones  $\underline{n}$  es superior a 31, se supone que  $\sqrt{2}\chi^2_c$  está normalmente distribuido alrededor de  $\sqrt{2(v-1)}$ , con una varianza igual a la unidad. Así  $\sqrt{2}\chi^2_c - \sqrt{2(v-1)}$  puede considerarse como una variable normal reducida ( $d = z$ ), la cual se prueba con un test t de Student.

$$d = \sqrt{2}\chi^2_c - \sqrt{2(v-1)}$$

$$\chi^2_c = I_0 (n-1)$$

v = grados de libertad

Este test permite probar las hipótesis:

H<sub>0</sub> : Distribución de Poisson ( S<sup>2</sup> =  $\bar{X}$  )  
H<sub>1</sub> : Distribución de Poisson ( S<sup>2</sup> ≠  $\bar{X}$  )

Luego si  $\underline{d}$  es inferior a 1,96 (valor de  $\underline{t}$  cuando  $n \rightarrow \infty$  y  $\alpha/2 = 0,025$ ) no puede rechazarse a un 95 % de confianza, que los datos están de acuerdo a una serie de Poisson (no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad). En tanto, si  $\underline{d}$  es superior a 1,96, no es posible aceptar que la distribución de los datos corresponde a Poisson (a un 95% de confianza).

Elliot (1971), para  $\underline{d}$  superiores a 1,96, establece:

- Si  $\underline{d}$  es negativo, la distribución es de tipo regular.
- Si  $\underline{d}$  es positivo, la distribución es de tipo contagiosa.

#### **d) Ley de Taylor**

Se expresa de la siguiente forma:

$$S^2 = a * x^b$$

Luego una expresión lineal está dada por:

$$\log S^2 = \log a + b \log x$$

El valor de  $\underline{b}$ , determinado de la relación entre la media ( $\bar{x}$ ) y la varianza ( $S^2$ ), es un parámetro de la población que varía entre  $+\infty$  y  $-\infty$ , describiendo una gama de distribuciones (Taylor, 1965). Luego, el valor de  $\underline{b}$  señala el grado de agregación existente en los datos, pudiendo establecerse que :

- Si,  $\underline{b} > 1$  la distribución es de tipo contagiosa.
- $\underline{b} = 1$  la distribución sigue Ley de Poisson.
- $\underline{b} < 1$  la distribución es regular.

#### **e) Determinación y descripción de estructuras espaciales en la información acústica**

Teniendo presente que los índices de cobertura y abundancia relativa en general señalan el grado de concentración sin entregar una medida del tamaño de las agregaciones. Se consideró apropiado incorporar el uso de correlogramas con la finalidad de mejorar el análisis. Esta es una herramienta analítica sensible, que es utilizada en estudios espacio - temporales de recursos marinos y que permite determinar y describir en términos visuales y cuantitativos la extensión de las agregaciones.

Con el fin de describir la distribución espacial del jurel, se construyó para cada transecta su correspondiente correlograma, el cual se mide como el coeficiente de autocorrelación ( $R_0$ ) entre las unidades básicas de muestreo (UBM).

Esta herramienta es ampliamente utilizada en el estudio de series de tiempo de información acústica y permite determinar el tamaño de macroestructuras en la información recolectada.

El coeficiente de autocorrelación  $R_0$  está dado por:

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

donde:

- $k$  = orden de autocorrelación.
- $Y_{ji}$  = densidad  $j$ -ésima de la transecta  $i$ -ésima
- $Y_i$  = densidad media de la transecta  $i$ -ésima
- $n_j$  = número de UBM en la transecta  $i$ -ésima
- $n$  = número total de observaciones

#### 4.2.5 Cálculo de la abundancia y su varianza

##### a) Abundancia

Un estimador para evaluar la biomasa ( $\hat{B}$ ) en la zona de estudio está dado por:

$$\hat{B} = A \times \hat{R} \times C$$

donde  $A$  es el área de estudio en millas náuticas cuadradas,  $\hat{R}$  es un estimador de razón que mide densidad media por número de intervalos básicos de muestreo; y  $C$  es la constante de transformación igual a 0,142 (t/mn<sup>2</sup>/Sa) determinada a partir de  $TS_{(kilo)}$  de -32,5 dB/kg.

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

donde:

n = número de transectas de la muestra  
 $x_i$  = densidad de la transecta i-ésima.  
 $y_i$  = número de UBM en la transecta i-ésima.

### b) Varianza

Para diseños sistemáticos como el propuesto en esta evaluación, donde se considera un único punto de arranque para la muestra sistemática, no es posible obtener un estimador de varianza que sea insesgado ni consistente. Sin embargo, hay un amplio conjunto de estimadores aproximados que pueden ser usados con resultados razonablemente buenos, particularmente cuando la población en estudio no presenta periodicidad en relación a la selección de la muestra sistemática. En este contexto, se propusieron tres estimadores alternativos de varianza  $\hat{V}_1(\hat{R})$ , estando el estimador para la varianza de la biomasa estimada  $\hat{B}$ , expresado por:

$$\hat{V}(\hat{B}) = A^2 \times \hat{V}_1(\hat{R})$$

#### i) Conglomerado de tamaño variable (Hansen et al., 1954)

$$\hat{V}_1(\hat{R}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{ny^2} (s_x^2 + \hat{R}^2 s_y^2 - 2\hat{R} s_{xy})$$

donde N es el número total de transectas en el área y



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

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

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

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

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A\sqrt{\hat{V}_1(\hat{R})})$$

ii) Estratos agrupados (Volter, 1985)

$$\hat{V}_2(\hat{R}) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n} \frac{\hat{R}^2}{(n-1)} (s_x^2 + s_y^2 - 2 s_{xy})$$

donde:

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

$$s_x^2 = s_{xx} \quad ; \quad s_y^2 = s_{yy}$$

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

$$(\hat{B} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})} \quad ; \quad \hat{B} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} A \sqrt{\hat{V}_2(\hat{R})})$$

iii) **Método bootstrap** (Robotham y Castillo, 1987)

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

donde:

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

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

El intervalo de confianza  $(1-\alpha)$  para la biomasa  $\hat{B}$  se encuentra dado por el método Percentil Corregido (PC)

$$(\hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 - Z_\alpha) \} \quad ; \quad \hat{F}^{-1} \{ \Phi(2Z_0 + Z_\alpha) \})$$

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

$$\hat{F}(\hat{R}) = \text{Prob} (\hat{R}_x \leq \hat{R})$$

donde:

$$Z_0 = \Phi^{-1} (\hat{F}(\hat{R}))$$

siendo  $\phi^{-1}$  la función inversa de la distribución normal estándar y  $Z_{\alpha}$  es el percentil superior de una normal estándar.

#### 4.2.6 Medida de precisión del estimado

Con el objeto de disponer de una medida de la precisión alcanzada en el estimado de biomasa, se utilizó el coeficiente de variación y el porcentaje de error del estimado.

a) Coeficiente de variación (Cv).

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

donde:

$$\begin{aligned} V_{\bar{x}} &= \text{varianza de la media} \\ \bar{X} &= \text{media muestral} \end{aligned}$$

b) Porcentaje de error (E%)

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

donde:

$$\begin{aligned} \hat{V}(\hat{B}) &= \text{Varianza de la abundancia} \\ \hat{B} &= \text{Abundancia} \\ t &= t \text{ de Student} \\ \alpha &= \text{nivel de confianza} \end{aligned}$$

#### 4.3 BIOLOGIA PESQUERA

Para el análisis biológico del jurel se colectó material utilizando una red de arrastre de media agua, con una altura de boca de aproximadamente 40 m y malla en el copo de 40 mm. Para determinar la posición de los lances de pesca se utilizó los siguientes criterios: a) lances regulares, realizados en el recorrido de cada transecta (en la medida que las condiciones del mar y el cronograma del crucero lo permitieran), y b) lances intensivos, realizados donde el monitoreo hidroacústico indicara

abundancia de jurel. Estos últimos lances estuvieron orientados especialmente al estudio de la dinámica trófica del recurso y se realizaron intentando cubrir ciclos de 24 horas.

Para cada lance se determinaba presencia o ausencia de pesca. En caso de haber captura, ésta se separaba por especie, pesándolas por separado y preservando en formalina al 10% ejemplares representativos de aquellas especies no reconocidas. Para el jurel, que era el recurso objetivo del trabajo, se separaba al azar una muestra de 75 ejemplares, procediéndose a obtener la siguiente data de cada ejemplar: longitud horquilla (en centímetros), peso total, peso eviscerado, sexo y estado de madurez de gónadas, de acuerdo a los procedimientos de muestreo biológico establecidos en el IFOP (Aranis y Mendieta, 1986). Además, se extrajo estómagos, los que fueron debidamente etiquetados y almacenados, para analizar las características tróficas del recurso.

Los registros de talla se agruparon en clases de 1,0 cm, para determinar la distribución de tamaños, por sexo y total, del jurel.

Para describir la relación entre la longitud y el peso para cada sexo y total del jurel, se estimaron los parámetros de la relación potencial:

$$W=k*L^b$$

donde:

- W = peso corporal (gr)
- L = longitud horquilla (cm)
- k = peso teórico para L = 0 cm
- b = constante de crecimiento

La estimación se realizó ajustando una regresión a la relación de tallas y pesos observados, linearizando la ecuación mediante transformación logarítmica:

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

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

Si bien con la información obtenida no se pudo calcular el Índice Gonadosomático (I.G.S.), que es un indicador general del

estado reproductivo de un recurso, éste se determinó para muestreos de la pesquería industrial de la zona centro-sur, realizados en el mismo período del crucero. El I.G.S. se calculó mediante la ecuación de Holden y Raitt (1975), en que:

$$I.G.S. = \frac{P.G.}{P.E.} * 100$$

donde:

P.G. = Peso de gónadas (gr)  
P.E. = Peso eviscerado (gr)

Para la determinación macroscópica de la madurez sexual se utilizaron escalas específicas elaboradas por Serra (1976) para jurel, que define 5 estados gonádicos para hembras y 4 para machos.

Si bien no se realizó lectura de otolitos, se determinó la edad en las capturas realizadas. Para ello, se utilizó la clave talla-edad determinada para los desembarques de la flota industrial de cerco, correspondientes al segundo trimestre de 1994, los parámetros de la relación longitud-peso del crucero y la captura total de jurel del crucero.

Para el análisis de la información se utilizaron parte de los procedimientos estadísticos descritos por Zar (1984), además de los paquetes para PC MICROSTAT y STATGRAPH.

#### **4.4 TROFODINAMICA**

##### **4.4.1 Obtención de las muestras**

A partir de pescas con red de media agua a diferentes horas del día (Figura 5), se obtuvo 676 estómagos de Trachurus symmetricus murphyi, entre el 19 de julio y el 15 de agosto de 1994, entre las latitudes 33°40'S y 38°59'S, y entre las longitudes 72°23'W y 76°50'W (referencias considerando las posiciones de calado). El propósito fue obtener ejemplares de jurel en pescas antes y después del crepúsculo, en la medianoche, en la madrugada, al amanecer, y durante el mediodía y la mediatarde.

#### 4.4.2 Análisis de la información

##### 4.4.2.1 Importancia relativa de las presas

En el laboratorio, las presas fueron identificadas al nivel más específico posible, y luego pesadas y contadas. La importancia relativa de cada taxón de presa se determinó mediante el Índice de Importancia Relativa, IIR (Pinkas *et al.*, 1971 *fide* Hyslop, 1980). En el presente estudio el IIR ha sido modificado por Arancibia *et al.* (submitted) según la siguiente expresión logarítmica:

$$IIR = \log[(N + P) \times F + 1]$$

donde: N es el número de presas de cada taxón de presa en los estómagos de jurel; P es el peso, y F es la frecuencia de aparición. Las tres variables se expresan porcentualmente.

##### 4.4.2.2 Selectividad de presas por tamaño

Se determinó la selectividad de presas por tamaño en Trachurus symmetricus murphyi con el Índice de Selectividad de Ursin, U (Ursin, 1973), según la siguiente expresión:

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

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

##### 4.4.2.3 Similitud trófica

La similitud trófica en jurel se determinó mediante el Índice de Similitud de Bray-Curtis (Bloom, 1981), según la siguiente expresión:

$$IST = \frac{2 \sum_{j=1}^m \min(x_{1j}, x_{kj})}{\sum_{j=1}^m (x_{1j} + x_{kj})}$$

donde:  $x_{ij}$  es la aparición del  $j$ -ésimo taxón de presa en el  $i$ -ésimo grupo de tamaño de jurel, y  $x_{kj}$  es la aparición del mismo taxón de presa  $j$  en el  $k$ -ésimo grupo de tamaño de jurel. En los análisis de similitud trófica se retuvo a los taxa de presas que, en el total, contribuyeron en peso con más de 1%.

Para los análisis de la similitud trófica intraespecífica los jureles se agruparon en los siguientes grupos de tamaño:

Grupo	Longitud hoquilla (cm)	
	desde	hasta
1	26	30
2	31	35
3	36	40
4	41	45
5	46	50
6	51	55

#### 4.4.2.4 Tasa instantánea de evacuación gástrica

La tasa instantánea de evacuación gástrica para crustáceos,  $R_{cr}$  (Mehl y Westgard, 1983), se midió con la siguiente expresión:

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

donde  $T$  es la temperatura del agua a la profundidad de captura (11,56°C en promedio).

La tasa instantánea de evacuación gástrica para peces,  $R_{pc}$  (Macpherson, 1985), se midió con la siguiente expresión:

$$R_{pc} = 0,0149 \times e^{0.1209 \times T}$$

donde T corresponde igualmente a la temperatura del agua a la profundidad de captura.

#### 4.4.2.5 Ración diaria de alimento y tiempo de digestión

La ración diaria de alimento (RD) 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 de cada taxón de presa en el contenido estomacal de jurel (en porcentaje) respecto del peso total del depredador; TD es el tiempo de digestión, en días;  $N_f$  es el número de estómagos conteniendo un determinado taxón de presa, y  $N_t$  es el número total de estómagos.

El tiempo de digestión, TD (en días), se determinó de acuerdo a la siguiente expresión propuesta por Worobec (1984):

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

por lo que

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



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

#### 4.4.2.6 Consumo poblacional, medido como la razón entre consumo y biomasa

El consumo poblacional se midió de acuerdo a la siguiente expresión, propuesta por Mehl y Westgard (1983), modificada por Livingston et al. (1986) y reordenada en el presente estudio como:

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

donde:  $C_{ijk}$  es el consumo de la presa  $k$  por el depredador  $j$  durante el tiempo de estudio  $i$ ;  $B_j$  es la biomasa del depredador  $j$ ;  $DR_{ij}$  es la ración diaria de alimento, en porcentaje respecto del peso del depredador  $j$  en el tiempo de estudio  $i$ ;  $D_i$  es el tiempo de estudio (considerado arbitrariamente como 30 días), y  $P_{ijk}$  es la proporción en peso de la presa  $k$  consumida por el depredador  $j$  en el período de estudio  $i$ .

#### 4.4.2.7 Relación entre la alimentación del jurel y la oferta ambiental

El análisis de la composición de la alimentación de jurel y la oferta ambiental de zooplankton como presas, ayuda a entender la relación entre el depredador y sus presas. Esta relación se midió mediante el Índice de Electividad de Alimento de Ivlev (Ivlev, 1961):

$$E = \frac{(r_i - p_i)}{(r_i + p_i)}$$

donde:  $r_i$  es la proporción en peso del taxón de presa  $i$  en el contenido estomacal del depredador, y  $p_i$  es la proporción en peso del mismo taxón  $i$  en el ambiente (oferta ambiental).

Valores de  $E$  desde  $>0$  hasta  $+1$  indican electividad de alimento positiva; ausencia de electividad asume un valor de  $0$ , y electividad negativa presenta valores de  $E$  desde  $-1$  hasta  $<0$ .

#### 4.5 OCEANOGRAFIA FISICA Y QUIMICA

##### 4.5.1 Diseño general de muestreo

Se realizaron estaciones oceanográficas cada 10, 20, 40, 70 y 90 mn de la costa en cada una de 21 transectas (Figura 2, tabla 6).

En las estaciones oceanográficas se obtuvieron registros continuos de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidad y fluorescencia (volts), hasta un máximo de 600 db de profundidad. Para esto 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.

En las transectas impares se colectaron muestras de agua en las profundidades que corresponden a 0, 5, 10, 25, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 y 600 db, para determinación de oxígeno disuelto y clorofila  $a$ . Por otra parte, ocasionalmente se tomaron muestras para análisis de salinidad y se registró la temperatura con termómetros de inversión con el objeto de verificar el funcionamiento de los sensores de conductividad y temperatura del CTD. Además se tomaron muestras de clorofila  $a$  para transformar las lecturas de fluorescencia.

Durante la navegación se obtuvo, con un equipo EPCS (Electronic Plankton Counter System), un registro continuo de temperatura, salinidad y fluorescencia, bombeando agua desde una profundidad de 2,5 m.

Para el estudio de microescala del sector denominado "El Maní" (Figura 4, tabla 7), se contempló: (i) la realización de 12 estaciones oceanográficas para la obtención de perfiles verticales continuos de temperatura, salinidad y fluorescencia; y perfiles verticales a profundidades discretas de clorofila  $a$ , oxígeno disuelto y nutrientes, (ii) la determinación de zonas frontogénicas, a través del registro superficial horizontal continuo de temperatura y fluorescencia (equipo EPCS), y (iii) levantamiento de la topografía de fondo.

A fin de contrastar los resultados obtenidos en esta zona, se realizó un muestreo similar en un área de control (Figura 4, tabla 7), la cual se definió como una zona que históricamente no ha presentado volúmenes de pesca importantes.

**Tabla 6.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo regular. Crucero de julio-agosto de 1994.

Transectas	Latitud	Longitud	Número de Estaciones	Fecha
<b>Zona Norte:</b>				
01	32°40'	71°39'-73°13'	5	16/07/94
02	33°00'	73°21'-71°45'	5	17/07/94
03	33°21'	71°51'-73°26'	5	18/07/94
04	33°40'	73°26'-71°51'	5	19/07/94
05	34°00'	72°01'-73°42'	1	20/07/94
06	34°20'	73°47'-72°11'	5	21/07/94
07	34°40'	72°15'-73°51'	5	22/07/94
08	35°00'	74°00'-72°23'	5	23/07/94
09	35°20'	72°39'-74°17'	2	24/07/94
10	35°40'	74°26'-72°49'	5	25/07/94
11	36°00'	72°59'-74°37'	5	26/07/94
12	36°20'	74°43'-73°03'	5	27-28/07/94
<b>Zona Sur:</b>				
13	36°40'	73°21'-75 12'	5	01/08/94
14	37°00'	75°24'-76 39'	7	02/08/94
15	37°20'	73°54'-77 14'	8	03-04/08/94
16	37°40'	73°53'-77 14'	8	08-11/08/94
17	38°00'	73°42'-77 04'	8	07-11/08/94
18	38°20'	74°10'-75 52'	5	13/08/94
19	38°40'	73°42'-74 20'	3	14/08/94
20	39°00'	73°31'-75 10'	5	15/08/94
21	39°20'	73°25'-75 40'	5	16/08/94

**Tabla 7.** Posición de transectas y número de estaciones oceanográficas en el muestreo de microescala. Crucero de julio-agosto de 1994.

Transectas	Latitud	Longitud	Número de Estaciones	Fecha
<b>Zona "El Maní":</b>				
01	36°28'	73°25'-73°37'	3	31/07/94
02	36°24'	73°37'-73°24'	3	31/07/94
03	36°20'	73°25'-73°37'	3	31/07/94
04	36°16'	73°37'-73°25'	3	31/07/94
<b>Zona de Control:</b>				
01	37°39'	73°55'-73°42'	3	17/08/94
02	37°43'	73°43'-73°55'	3	17/08/94
03	37°47'	73°55'-73°43'	3	17/08/94
04	37°51'	73°43'-73°58'	3	17/08/94

#### **4.5.2 Metodología de análisis de muestras**

La salinidad se determinó con un salinómetro de inducción marca AUTOLAB. La concentración de oxígeno disuelto por el método de Winkler modificado por Carpenter (1965).

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

La metodología utilizada para la transformación de las unidades de fluorescencia a biomasa fitoplanctónica, es de uso rutinario en el California Cooperative Fisheries (Hayward y Venrick, 1982) y el Grupo Polar de la Scripps Institution of Oceanography (Helbling, 1994, com. pers.).

La concentración de clorofila a se calculó a partir de las ecuaciones tricromáticas indicadas en Parsons et al. (1984)

La determinación de sílice, nitratos, nitritos y fosfatos se realizó según la metodología de Parsons et al. (1984).

#### **4.5.3 Registro de datos meteorológicos**

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).

#### **4.5.4 Análisis de datos oceanográficos y meteorológicos**

Con los datos obtenidos, se calcularon las siguientes variables a profundidades estándares para CTD (NODC, 1991):

##### **a) Sigma-t**

Para el cálculo de densidad se utilizó la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 (Millero y Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b).

**b) Estabilidad hidrostática ( $\times 10^{-8} \text{ m}^{-1}$ )**

Se utilizó la ecuación:

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

donde  $\rho(s,t,p)$  es la densidad in situ,  $\sigma_t$  la densidad a presión atmosférica y  $z$  es la profundidad (Pond y Pickard, 1983).

**c) Anomalía del volumen específico ( $\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ )**

Basado en la ecuación internacional de estado del agua de mar de 1980 y la escala práctica de salinidad de 1978 (Millero et al., 1980, Millero y Poisson, 1981, UNESCO, 1981a, 1981b, 1983).

**d) Anomalía geopotencial ( $10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ )**

Se determinó la anomalía geopotencial de superficie (0 m) referida al nivel de 600 db, mediante la ecuación clásica de LaFond (1951).

Los valores de salinidad se entregan en forma adimensional (UNESCO, 1981c) y expresadas omitiendo el factor  $10^{-3}$ .

Con los datos ya revisados se confeccionaron cartas de distribución de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno disuelto y densidad, a nivel de superficie, a la profundidad promedio de la termoclina/picnoclina y a 600 db. Además, se confeccionaron cartas superficiales de clorofila a y de la anomalía geopotencial de superficie referida a 600 db. Asimismo, se confeccionaron secciones y gráficos de distribución vertical de todas las variables.

Mediante diagramas T-S se caracterizaron las aguas encontradas en la zona de estudio.

Con la distribución espacial de densidad se calculó el campo de velocidades geostroficadas (componentes horizontales), referidas a 600 db.

Utilizando el levantamiento batimétrico realizado en "El Maní", se calculó el campo de velocidades horizontales y vertical en la zona. Las velocidades calculadas corresponden a las que se obtengan resolviendo la ecuación de continuidad, usando las velocidades geostroficadas como condición de contorno.

## 4.6 PLANCTON

### 4.6.1 Colecta de Información

En la figura 6 se muestra la posición de las estaciones de muestreo planctónico regular realizadas, incluyendo las de la zona de pesca, ubicada en el sector suroeste del área de estudio. Para el muestreo de microescala en "El Maní" y la zona "Control", la distribución de estaciones de muestreo se presenta en la figura 7.

En cada una de las estaciones de muestreo realizadas (91% del total de estaciones programadas), se llevaron a cabo pescas planctónicas a través de lances oblicuos con redes tipo Bongo de 65 cm de boca y mallas de 300  $\mu\text{m}$  de abertura, provistas de flujómetros TSK calibrados. La calibración de los flujómetros se realizó siguiendo la metodología descrita por Smith y Richardson (1979).

Las pescas nocturnas se hicieron considerando una profundidad máxima de muestreo de 200 m, en tanto que en las pescas diurnas se consideró la disposición vertical de la capa de plancton, la que se ubicaba con el equipo SIMRAD EK-500. En consecuencia, los lances diurnos se realizaron desde una profundidad máxima entre 400 y 200 m.

Durante las pescas planctónicas, las velocidades de calado y virado de las redes fueron aproximadamente de 0,8 m/s y 0,6 m/s, respectivamente. Durante cada lance, la velocidad del buque se mantuvo en un rango de velocidad entre 1,5 y 3 nudos, dependiendo de las condiciones climáticas y del estado del mar, de forma de mantener un ángulo aproximado de cable entre 45° y 50°. La profundidad real de muestreo se corrigió mediante la medición periódica y repetitiva del ángulo del cable a través de un clinómetro manual. Durante el crucero este ángulo fluctuó entre 40 y 60°.

Durante la ejecución de cada lance se registraron los siguientes datos de carácter básico: (i) número de estación, (ii) fecha y hora, (iii) duración del lance y posición, (iv) tipo de red utilizada, (v) lectura de flujómetro, (vi) lecturas de clinómetro y cable arriado, (vii) información climática de carácter complementario.

### 4.6.2 Procesamiento de la información

Las muestras planctónicas obtenidas en cada una de las estaciones, se fijaron inmediatamente después de extraídas del copo colector de la red con formalina al 5% en agua de mar tamponada con bórax. Las muestras fueron almacenadas en frascos plásticos de 500 ml de capacidad, etiquetados apropiadamente.

En el laboratorio, se procedió a extraer de cada una de las muestras la totalidad de estados tempranos de peces (huevos y larvas), con la ayuda de estereomicroscopios Zeiss. A continuación, se cuantificó la abundancia de cada grupo zooplanctónico. El conteo de los organismos poco abundantes se realizó sobre la muestra total, en tanto que para los de abundancias mayores se utilizó el submuestreador Folsom (Boltovskoy, 1981, Griffiths et al., 1984). La biomasa total de cada muestra de zooplancton se determinó a través de la estimación de su peso húmedo (Omori e Ikeda, 1984).

Los resultados de abundancia y biomasa de zooplancton se estandarizaron a ind./1000m<sup>3</sup> y g/1000m<sup>3</sup>, respectivamente, mientras que los resultados de abundancia del componente ictioplanctónico fueron estandarizados como ind./10 m<sup>2</sup>. Lo anterior se realizó utilizando los datos de volumen de agua filtrada por la red (Smith y Richardson, 1979).

La identificación de grupos zooplanctónicos y la evaluación cualitativa y cuantitativa de copépodos (grupo dominante) fue complementada por Rose (1933), Vidal (1968), Arcos (1975) y Boltovskoy (1981). La identificación de especies del ictioplancton se complementó con descripciones de desarrollo embrionario publicadas por diversos investigadores (Alhstrom y Counts, 1958, Fisher, 1958, 1959, Santander y Castillo, 1969, Moser y Alhstrom, 1970, 1972, Pérez, 1978, Orellana y Balbontín, 1983, Balbontín y Orellana, 1983, Fahay, 1983, Moser (ed.), 1984, Herrera et al., 1984, Muñoz et al., 1988, Pequeño, 1989).

#### **4.6.3 Análisis de las relaciones entre el zoo e ictioplancton con variables ambientales**

Con el objeto de detectar relaciones entre la distribución del componente zooplanctónico e ictioplanctónico, respecto de variables ambientales, se exploraron los datos a través de métodos gráficos y estadísticos. En consecuencia, en este informe se establecieron relaciones entre:

- a) la biomasa zooplanctónica y las variables oceanográficas en toda el área prospectada.
- b) la densidad de eufáusidos, copépodos y larvas de peces, respecto de las variables oceanográficas en toda el área prospectada.
- c) la biomasa zooplanctónica respecto de la presencia de regiones frontogénicas, en toda el área prospectada.
- d) la biomasa zooplanctónica, densidad de eufáusidos y copépodos, respecto de las variables oceanográficas, en los sectores correspondientes al muestreo de microescala.

La distribución horizontal superficial de temperatura, que sirvió de base para el cálculo de gradientes térmicos (identificación de situaciones de frentes térmicos de diferente magnitud), se obtuvo del equipo EPCS (Electronic Plankton Counter and Sizing System).

En virtud de que, un porcentaje importante de las estaciones de muestreo tuvieron una profundidad de ecosonda menor a 200 m, se analizó la información agrupando estaciones con características costeras y oceánicas, considerando las mismas variables biológicas.

Con ésto, se generaron nuevas matrices de datos que incluyeron los parámetros oceanográficos a las diferentes profundidades y las variables biológicas utilizadas en el análisis.

#### **4.7 OCEANOGRAFIA PESQUERA**

##### **4.7.1 Relación entre el recurso jurel y las variables físico-químicas**

Para detectar la posible asociación entre la distribución de la biomasa del jurel y las variables oceanográficas medidas, se procedió, en primer lugar, a una exploración de datos a través de métodos gráficos. Posteriormente se procedió a la contrastación de las siguientes hipótesis:

- i) La distribución del jurel está asociada a la profundidad de la base de la termoclina,
- ii) La distribución del jurel está asociada a la profundidad de la capa de mezcla,
- iii) La distribución del jurel está asociada a la presencia de frentes oceanográficos

Para la contrastación de esta última hipótesis se realizó un análisis cartográfico de la distribución del jurel en relación a los datos superficiales continuos de temperatura y fluorescencia obtenidos con el equipo Electronic Plankton Counter System (EPCS).

Para corroborar lo observado a través del análisis gráfico, se procedió a realizar un análisis de correlación parcial múltiple entre las variables estudiadas utilizando el programa estadístico STATGRAPH. Los niveles de significancia de los índices de correlación se determinaron de acuerdo a Zar (1984; Tabla B.16).



El método cuantitativo requirió, en primer lugar, compatibilizar los datos hidroacústicos y oceanográficos. Esto se realizó a través de los siguientes pasos:

- a) Definición de áreas con presencia de jurel a partir de las unidades básicas de muestreo contiguas con presencia del recurso.
- b) Determinación de la posición geográfica y batimétrica de las áreas con presencia de jurel.
- c) Determinación de las estaciones oceanográficas más cercanas.
- d) Interpolación lineal de las variables oceanográficas por profundidad entre las dos estaciones oceanográficas más cercanas.
- e) Cálculo de los promedios ponderados de las variables oceanográficas interpoladas en los niveles de profundidad en que se encontraba el recurso.
- f) Generación de la matriz oceanográfico-hidroacústica.

Las variables analizadas son las siguientes:

- a) En el intervalo de distribución batimétrica del jurel: biomasa de jurel, promedios ponderados de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto.
- b) Variables superficiales (referidas a 2 metros de profundidad): temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto.
- c) Otras Variables: profundidad de la capa de mezcla y profundidad de la base de la termoclina.

Para dilucidar si la distribución espacial de jurel esta asociada a la distribución de la biomasa fitoplanctónica (clorofila a) se procedió a:

- a) Definir áreas con jurel a partir de UBM contiguas o aisladas, con presencia del recurso.
- b) Determinar la posición geográfica de las áreas con presencia de jurel.
- c) Determinar la estación planctónica más cercana.
- d) Calcular la clorofila integrada a través de integración por el método del trapecoide.
- e) Generar la matriz de datos hidroacústicos y de clorofila.

Finalmente, se aplicó el método descrito por D'Amours (1993) para detectar rangos de preferencia o rechazo del recurso en relación a las variables salinidad, multiplicada por la biomasa de jurel (a la profundidad), oxígeno disuelto y temperatura. Para esto, se calculó la frecuencia relativa acumulada (FRA) para los niveles de salinidad, oxígeno y temperatura, así como las FRA para temperatura multiplicada por la biomasa de jurel (a la profundidad), salinidad y oxígeno multiplicados por la biomasa de jurel (a la profundidad). La biomasa de jurel, la

distribución batimétrica del recurso, la temperatura a la profundidad de distribución del jurel, la salinidad a la profundidad de distribución del jurel y el nivel de oxígeno disuelto a la profundidad de distribución del jurel, se obtuvieron a partir de la matriz oceanográfico-hidroacústica, descrita anteriormente.

La comparación de la FRA de la propiedad hidrográfica por sí sola con la FRA de la propiedad hidrográfica multiplicada por la biomasa, revela la preferencia o rechazo de la especie en relación a la propiedad hidrográfica medida (D'Amours, 1993). Si el jurel se distribuye azarísticamente en relación a la salinidad, la temperatura y al oxígeno, entonces las FRA para las variables físico-químicas consideradas (temperatura, salinidad y oxígeno) tendrán pendientes similares a aquellas FRA que multiplican la biomasa del recurso por la variable física (i.e. jurel \* oxígeno, jurel \* salinidad y jurel \* temperatura). Por otra parte, si el jurel se asocia a un rango de la variable física, las pendientes de la (FRA \* jurel) en el rango de asociación, será mayor que las FRA sin jurel. Lo contrario es válido en caso de disociación.

El método de D'Amours se aplicó para la columna de agua (0 a 200 m) en toda el área de estudio. Además, se analizaron de manera individual las siguientes profundidades: 50, 100, 150, y 200 m.

#### **4.7.2 Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton.**

Para analizar la relación existente entre la distribución del jurel y el zooplancton se definieron dos escalas de observación:

- a) microescala: menor de diez millas náuticas
- b) macroescala: decenas de millas náuticas

##### **4.7.2.1 Análisis de microescala**

A partir de un análisis gráfico y de correlación parcial se procedió a contrastar las siguientes hipótesis relacionadas al comportamiento trófico del jurel:

- i) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de la biomasa total zooplanctónica,
- ii) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de los eufáusidos
- iii) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de los copéodos.

iv) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de los isópodos

v) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de los anfípodos

vi) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de las megalopas

vii) La distribución espacial a microescala del jurel está asociada a la distribución de las zoeas

Estos grupos taxonómicos han sido seleccionados por ser parte de la dieta del jurel durante el presente crucero. Lamentablemente, tanto la anchoveta como los peces linterna, ítems alimentarios importantes para el recurso (Serra *et al.*, 1994 a,b, Sección Trofodinámica presente informe), no son muestreados apropiadamente por las redes de plancton utilizadas, así como tampoco por la red de arrastre de media-agua. En consecuencia, no es posible llevar a cabo la contrastación de una eventual asociación entre la distribución del jurel con estas especies.

Para analizar la probable asociación entre la distribución espacial del jurel y el zooplancton se procedió a:

- definir áreas con presencia de jurel a partir de Unidades Básicas de Muestreo (UBM) acústicas contiguas y/o aisladas, con presencia del recurso.
- determinar de la posición geográfica de las áreas (conjunto de UBM contiguas y aisladas) con presencia de jurel.
- determinar la estación planctónica más cercana.
- generar la matriz de datos hidroacústicos y planctónicos.

#### **4.7.2.2 Análisis de macroescala: factibilidad de encuentro entre el jurel y los eufáusidos**

Para comprender la relación existente entre la distribución del jurel y sus presas, se procedió a estimar cual es la distancia más probable en que se encuentra el jurel respecto de los eufáusidos (principal ítem alimentario del jurel) y cuanto tiempo le tomaría a una agregación para encontrar un eufáusido. Para estos cálculos se necesita conocer: (i) distribución espacial del jurel, (ii) distribución espacial de los eufáusidos, (iii) contenido estomacal del jurel, (iv) ración diaria de alimento de jurel, (v) curvas de frecuencia de distancia entre jurel-eufáusidos a macroescala y (vi) velocidad de desplazamiento del jurel.

La información relevante a los puntos (i) a (iv) fue obtenida de las Secciones de Hidroacústica y Trofodinámica del proyecto. La velocidad de desplazamiento del jurel se estimó a partir de Hunter (1971).

Para generar las curvas de frecuencia de distancia predador-presa a macroescala se procedió a:

- dividir el área total de muestreo en cuadrículas de igual tamaño.
- determinar presencia o ausencia de eufáusidos en cada cuadrícula
- determinar presencia o ausencia de jurel en cada cuadrícula
- cuantificar el porcentaje de cuadrículas con presencia conjunta de jurel y eufáusidos con respecto al total de cuadrículas positivas
- repetición del proceso para cuadrículas de ancho 3, 4, 5, 7, 10, 20, 30, 40, 60, 70 y 80 mn
- generar curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos a macroescala

El proceso descrito se realizó de manera global para la zona de estudio, así como por separado para las áreas definidas como nerítica, oceánica y de pesca (ver figura 8).

## 5. RESULTADOS

### 5.1 EVALUACION HIDROACUSTICA

J. Córdova, M. A. Barbieri, A. Paillamán, H. Robotham y M. Rojas

#### 5.1.1 Calibración electroacústica

Los resultados de la calibración electroacústica se presentan en las tablas 8 y 9, junto con los valores determinados en calibraciones anteriores realizadas para las distintas longitudes de pulso y sus respectivos anchos de banda, en las frecuencias de 38 y 120 Khz.

**Tabla 8.** Valores de ganancia del transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 38 Khz (EK-500)

LUGAR (FECHA)	Ganancia Trans TS			Ganancia Trans Sv		
	longitud de pulso (mseg)					
	0,3	1,0	3,0	0,3	1,0	3,0
Shimizu (09/01/91)		28,0			27,6	
Quintero (10/04/91)		27,9			27,8	
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
Valor promedio	26,6	27,6	27,6	26,8	27,4	27,7
Desviación	1,4	1,5	2,0	1,7	1,9	2,1

**Tabla 9.** Valores de ganancia del transductor medidos para TS (Fuerza de blanco) y Sv (Coeficiente de dispersión volumétrica). 120 Khz (EK-500).

LUGAR (FECHA)	Ganancia Trans TS			Ganancia Trans Sv		
	longitud de pulso (mseg)					
	0,1	0,3	1,0	0,1	0,3	1,0
Shimizu (09/01/91)		22,9			22,8	
Quintero (10/04/91)		23,5			23,5	
I. Sta María (10/06/91)	22,1	23,2	23,4	22,5	22,9	23,3
I. Sta María (27/11/91)			22,8			22,4
Quintero (21/10/92)			23,8			24,4
Valparaíso (20/06/93)	24,1	25,1	25,7	24,5	24,8	25,7
Valparaíso (09/11/93)	24,2	25,0	24,8	24,8	24,9	25,7
Mejillones (27/02/94)	24,8	25,6	25,6	25,2	25,3	25,6
Valparaíso (13/07/94)	24,0	25,3	25,3	25,3	25,0	25,5
Valor promedio	23,8	24,3	24,5	24,5	24,2	24,7
Desviación	2,7	2,7	2,9	2,8	2,5	3,3

Al comparar los valores de ganancia del transductor en las respectivas frecuencias, se observa para la frecuencia de 38 Khz, utilizada en la evaluación, una mayor estabilidad en estos valores tanto para TS como Sv (1,4 a 2,1), a diferencia de lo registrado en la frecuencia usada para discriminar recursos en superficie (120 Khz) (Tabla 9). En esta última se aprecia un rango de variación mayor en los valores máximo y mínimo de ganancia del transductor medido para TS y Sv (2,5 a 3,3). Esta diferencia se explica por la mayor inestabilidad que presenta la esfera de 120 Khz, dado su menor diámetro (23 mm) y peso, lo que la hace más sensible a los movimientos del barco producidos por condiciones de viento y mar, así como también a la presencia de corriente.

Se realizó un análisis de los valores de ganancia del transductor medidos en las distintas calibraciones realizadas a la fecha, aplicando el test t de Student para datos pareados, a fin de probar mediante la hipótesis nula ( $\mu_1 - \mu_0 \leq 0$ ), si los valores registrados en cada calibración difieren de un valor constante. De este modo, es posible inferir sobre el estado de situación del equipo acústico en el tiempo (Tabla 10). Los resultados muestran que las variaciones en los valores determinados para las diferentes longitudes de pulso en cada una de las frecuencias, no son significativamente diferentes a un nivel de confianza del 95%, al registrarse valores de t de Student inferiores a los valores críticos de aceptación (Tabla 10). Para la frecuencia de 120 Khz en la longitud de pulso 0,3, se rechaza la hipótesis nula en el borde de la región de rechazo.

**Tabla 10.** Valores t de Student observados y críticos para frecuencias de 38 y 120 Khz.

	Ganancia Trans TS			Ganancia Trans Sv		
	longitud de pulso (mseg)					
	0,1	0,3	1,0	0,1	0,3	1,0
Frecuencia 38 Khz						
t (observado)	1,64	1,78	1,77	1,45	1,26	1,32
t (crítico; 90%)	2,44	2,31	2,44	2,44	2,31	2,44
Frecuencia 120 Khz						
t (observado)	1,45	1,26	1,32	1,05	2,77	2,25
t (crítico; 90%)	2,44	2,31	2,44	2,78	2,44*	2,44

\* Se rechaza hipótesis nula.

Los resultados obtenidos en los valores de ganancia del transductor, para TS y Sv, en ambas frecuencias y en las distintas calibraciones efectuadas, indican que el sistema EK-500 se encuentra en buenas condiciones de operación, manteniendo dentro de rangos adecuados las características técnicas señaladas por su fabricante.

## 5.1.2 Abundancia del recurso

### a) Identificación de los ecotrazos

Las prospecciones hidroacústicas realizadas desde 1981 con el B/I "Carlos Porter" en la zona norte y centro-sur del país, han permitido discriminar los tipos de ecotrazos característicos del jurel.

En términos generales estos ecotrazos se han agrupado en tres categorías:

- Cardúmenes: ecotrazos de forma angosta y alargada verticalmente con contornos claramente definidos. Representan una agregación de tipo discreta de los peces. En registradores a color, estos pueden variar desde los tonos azules (baja densidad) hasta rojo café intenso (alta densidad) (Figura 9).
- Estrato: este tipo de ecotrazo corresponde a distribuciones homogéneas de peces y se representa como una marca continua en el papel, se presentan generalmente en zonas de alta concentración. Dependiendo de la densidad y en velocidad muy baja de la embarcación se pueden observar como una serie de cardúmenes. Generalmente se ubican en rangos de profundidad definidos y relativamente estables (Figura 10).
- Dispersos: este tipo de ecotrazo es una variante del tipo "estrato" y corresponde a agregaciones de peces aislados. Son frecuentes durante la noche (Figura 10).

Durante el estudio, los ecotrazos registrados de jurel fueron los típicos para esta especie, siendo los más frecuentes los tipos cardumen y disperso, que representaron el 53% y 32,5% de los ecotrazos detectados. El tipo disperso predominó en la zona sur, donde se concentró el recurso. Asimismo, los coeficientes volumétrico de dispersión (Sv), determinados para los distintos tipos de ecotrazos, fluctuaron entre los -37 dB como máximo y -47 dB como mínimo, valores que se encuentran dentro de los límites establecidos para la especie jurel por Guzmán et al. (1986) (-37 dB y -47 dB).

En la zona de estudio se realizaron 25 lances de pesca con red de arrastre a media agua, con el fin de reconocer o validar la identificación de ecotrazos de jurel. Los lances de pesca se llevaron a cabo durante el desarrollo de las transectas, en zonas donde los ecotrazos de jurel no fueron claros así como también en áreas donde la abundancia fue mayor, permitiendo de esta manera obtener muestras de ejemplares de jurel para estudios de biología y de alimentación (Tabla 11).



**Tabla 11.** Resumen de la información de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

LANCE	FECHA	HORA	POSICION	PROF. RELINGA SUPERIOR (m)	VELOCIDAD (nudos)	MUESTREO JUREL	TIPO DE AGREGACION	CAPTURA DE JUREL (kg)
01	17.07.94	01:29	32°57.23 73°20.27		3,7		*	
02	18.07.94	19:50	33°22.19 73°24.05	60	3,8		I	
03	19.07.94	08:49	33°39.95 73°10.91	110 - 135	4,0 - 4,6	01	I	120
04	21.07.94	21:08	34°23.48 72°06.60	25			III	
05	22.07.94	12:17	34°39.82 72°46.28	220	3,9		I-II	
06	23.07.94	20:23	34°56.18 72°22.86	20 - 25	4,2 - 4,4	02	III	240
07	25.07.94	20:06	35°39.68 72°47.52	25 - 40	3,9 - 4,0		III	
08	25.07.94	23:52	35°55.40 72°59.04		4,0		III	
09	26.07.94	18:39	36°01.15 74°30.67	20 - 30	4,1 - 4,4		III	
10	28.07.94	13:02	36°19.72 72°54.00	14 - 25	4,2 - 4,8	03	II	
11	28.07.94	15:59	36°20.13 72°54.54	10 - 25	4,3 - 4,4	04	II	1.000
12	28.07.94	19:30	36°18.45 72°54.50	12	4,4	05	III	600
13	28.07.94	23:35	36°17.40 72°54.50	12 - 14	4,2 - 4,3	06	II	420
14	29.07.94	03:20	36°18.12 72°54.60	15 - 20	4,0 - 4,7	07	II	480
15	05.08.94	17:15	37°40.20 76°50.82	300	3,4		I	
16	06.08.94	06:20	37°42.34 76°49.60	12	3,7	08	I	9
17	06.08.94	18:12	37°39.96 76°22.28	120	3,8	09	I	80
18	07.08.94	20:20	38°00.46 75°25.33	100	4,0		I	3
19	09.08.94	22:55	37°42.73 75°22.98	70 - 90	4,1	10	II	15
20	10.08.94	01:41	37°43.21 75°21.07	70	4,3	11	II	8
21	11.08.94	11:55	38°03.52 73°47.08	75	3,9	12	I	9
22	11.08.94	14:44	38°01.89 73°49.63	75	4,0	13	I	150
23	11.08.94	23:20	38°06.82 73°57.71	30	4,4	14	III	60
24	12.08.94	02:24	38°06.88 73°57.48	25 - 30	4,3	15	II-III	420
25	15.08.94	21:00	38°59.13 73°39.64	40 - 50	4,4 - 4,7	16	II	1.500

- I : Cardumen
- II : Estrato
- III : Disperso
- \* : Cardúmenes aislados

En 9 lances de pesca no se registró captura de jurel (Tabla 11). Siete de ellos se efectuaron en el sector norte del área de estudio, entre Pto. Papudo y el norte de Pta. Nugurne (36°00'S), donde se observó una baja presencia de recurso, con niveles de densidad que no sobrepasaron la categoría I (< 75 t/mn<sup>2</sup>); ésto se reflejó en bajos coeficientes de cobertura por transecta (0,03% a 0,09%). Lo anterior sugiere que al existir estas condiciones se produce una importante reducción en la efectividad de captura de jurel con red de mediagua.

Para los dos lances restante ubicados al sur de Lebu (lances 15 y 18), la ausencia de jurel en la captura se fundamenta por las condiciones meteorológicas imperantes en la zona (viento y mar). De igual modo, la no realización de lances de pesca en ocho transectas fue producto de factores tales como: condiciones meteorológicas adversas reinantes en dicha áreas; nivel de abundancia bajo del recurso, y ausencia total de la especie.

La identificación realizada mediante la interpretación de ecotrazos típicos de jurel en los ecogramas (cardúmenes, estratos y disperso), así como a través del coeficiente volumétrico de dispersión (Sv), fue complementada con información de captura. De los 16 lances de pesca, siete se

efectuaron en sectores donde los ecotrazos se apartaban del patrón típico para jurel (Tabla 11, figura 3, lances 3, 6, 16, 17, 19, 20 y 25).

Por otra parte, 9 lances de pesca se efectuaron en zonas de abundancia, permitiendo robustecer el procedimiento de identificación mediante Sv.

Durante el período de prospección, la flota cerquera de la VIII región operó en el sector sur del área de estudio. Las capturas estaban constituidas principalmente por jurel, siendo las capturas totales de julio 435.356 t y de agosto 290.155 t (Diagnóstico Principales Pesquerías Centro - Sur, 1994).

La operación de la flota en el sector sur del área de estudio permitió validar la identificación de esta especie cuando los ecotrazos no fueron los típicos. Esta información de captura fue obtenida en comunicación directa con cerqueros dentro de la zona de estudio o cuando la prospección coincidió en el espacio y tiempo con zonas de pesca (4 al 6, 11, 14 y 15 de agosto).

#### **b) Análisis estadístico de la información acústica**

La distribución geográfica de la abundancia de jurel indica la existencia de un área de baja y alta densidad al norte y sur de la zona de estudio (Figura 11). Este tipo de distribución también se ha observado en las prospecciones del recurso realizadas en los inviernos de 1991 a 1993, siendo esta distribución un patrón característico en las evaluaciones de jurel realizadas durante este período del año.

En la tabla 12 se entregan los índices de cobertura (IC) y abundancia relativa (ID) obtenidos para las zonas de alta y baja abundancia dentro del área de estudio.

**Tabla 12.** Índices de cobertura y abundancia relativa por zona.

Zonas	IC (%)	ID (t/mn <sup>2</sup> )
Pto. Papudo - Isla Sta María	0,08	28,86
Pta. Lavapié - Bahía Queule	0,29	53,64

Estos resultados muestran la existencia de dos zonas distintas en cuanto al nivel de agregación del recurso, concentrándose éste mayoritariamente hacia el sur de Pta. Lavapié (37°20'S) con índices de cobertura y densidad de 0,29% y 53,64 t/mn<sup>2</sup>, respectivamente. Al norte del área de estudio, la presencia y abundancia relativa son muy bajas, alcanzando un índice de cobertura de 0,08% y de densidad igual a 28,86 t/mn<sup>2</sup>.

El análisis estadístico realizado a la información acústica, al igual que lo registrado durante la prospección realizada en la zona durante 1993, señalan para jurel una distribución de tipo contagiosa, al registrar índices de Fisher ( $I_0$ ) positivos entre 30,4 a 4.200,8, encontrándose sus mayores valores asociados a zonas de abundancia (Tabla 13). De igual modo, la variable normal reducida (d) por transecta fue superior a 1,96, razón por lo cual no es posible aceptar a un 95% de confianza que la distribución de los datos sigan una distribución de Poisson, si no más bien gregaria (Elliot, 1971). Este tipo de distribución contagiosa también se corrobora con el resultado del parámetro poblacional  $b = 1,98$  de Taylor, el cual fue superior a la unidad para la zona de estudio.

El análisis de los correlogramas por transectas señalan diferencias en los tamaños de las macroestructuras existentes en la zona de baja y alta abundancia. Resultados que se corresponden con lo detectado durante la prospección de 1993.

Entre Pto. Papudo e Isla Sta María (37°00'S), el tamaño de las macroestructuras alcanzó valores de 2 y 5 millas náuticas, sin observar un predominio de alguna extensión en particular (Figura 12). Esto se explica por el tipo de distribución detectada al norte del área de estudio, donde las bajas densidades de jurel se ubicaron en focos puntuales o en áreas extensas de abundancia relativamente homogéneas. Es así que los mínimos valores observados corresponden a concentraciones aisladas de jurel; en tanto los máximos tamaños se registraron en sectores donde las agregaciones tienen una distribución dispersa, con características similares a lo registrado durante primavera, cuando el jurel se dispersa previo al desove, lo que genera un aumento importante del tamaño de las estructuras respecto al período de invierno.

Al sur de Pta. Lavapié, la extensión de las agregaciones de jurel se situó entre las 2 y 4 mn, registrando al igual que el año pasado la mayor frecuencia en 2 mn. Esto indica zonas de concentración del recurso relativamente pequeñas y la no existencia de variaciones entre los tamaños respecto a 1993 (Figura 13).

**Tabla 13.** Indices de Fisher y variable normal reducida.

Transectas	Indice Fisher ( $I_0$ )	Variable normal (d)
01	452,3	262,7
02	1803,2	537,4
03	147,5	145,3
04	184,5	164,1
05	30,4	58,9
06	178,6	162,1
07	481,3	271,4
08	97,8	115,2
09	105,4	120,8
10	279,9	203,9
11	-	-
12	207,1	173,6
13	88,9	115,7
* 14	47,5	107,7
* 15	133,3	191,0
* 16	299,1	295,1
* 17	4200,9	1159,3
18	1553,6	497,9
19	299,6	236,2
20	151,1	253,7
21	2033,4	158,9

\* Valores consideran zona 90 a 160 mn.

### **c) Biomasa de jurel**

La biomasa de jurel en la zona de estudio fue estimada en 630.000 toneladas (Tabla 14).

No se detectaron agregaciones importantes de otras especies, sólo la presencia de cardúmenes de sardina de carácter puntual y hacia el sector costero, aproximadamente a 5 mn frente a Lebu ( $37^{\circ}38'S$  y  $73^{\circ}42'W$ ).

El 82,1% de la abundancia estimada se concentró al sur del área de estudio, en el sector comprendido entre Pta. Lavapié y Bahía Queule.

**Tabla 14.** Estimado de biomasa de jurel. Crucero Invierno 1994

Subzona	Area <sup>(*)</sup> (mn <sup>2</sup> )	JUREL		
		Biomasa (t)	Error (%)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
Pto. Papudo (32°40'S)				
a	40.873	630.000	41,1	15,4
Bahía Queule (39°20'S)				

(\*) Area calculada por planímetro digital.

**d) Aplicación de Métodos propuestos para estimar biomasa y su varianza.**

Se utilizó el coeficiente de variación, por cuanto estandariza la variabilidad registrada en los datos, permitiendo de este modo analizar en forma comparativa los resultados obtenidos en los tres métodos aplicados. La varianza, que es propia de la estructura de cada conjunto de datos, entrega una medida de la dispersión de ellos, no pudiendo utilizarse por sí sola para contrastar entre grupos de datos distintos, razón por lo cual el coeficiente de variación es más adecuado que la varianza.

En la tabla 15 se presentan la varianza, el coeficiente de variación (Cv) y los porcentajes de error (E%) de las estimaciones de biomasa alcanzadas en la aplicación de los diferentes métodos propuestos.

**Tabla 15.** Varianza, coeficientes de variación (Cv) y porcentaje de error del estimado (E%) por método de estimación.

Métodos	Varianza	Coefficiente variación (Cv)	Porcentaje error (E%)
Conglomerado de tamaño variable	2,371* 10 <sup>12</sup>	0,35	57,0
Estratos agrupados	1,232* 10 <sup>12</sup>	0,25	41,1
Bootstrap	2,200* 10 <sup>12</sup>	0,33	54,0

A partir de los resultados del análisis estadístico aplicado a la información acústica, que determinó claramente áreas de baja y alta densidad, se aplicó en forma adicional un estimador de conglomerado estratificado (Tabla 16).

**Tabla 16.** Coeficientes de variación por zonas para conglomerado de tamaño variable.

Zonas	Cv
Pto. Papudo a Isla Sta María	0,33
Pta. Lavapié a Bahía Queule	0,35
TOTAL	0,26

El estimador de estratos agrupados presentó la mejor medida de precisión ( $Cv = 0.25$ ), alcanzando un nivel similar al registrado en 1993, lo cual se explica porque el método recoge en forma adecuada y se ajusta en mejor forma al tipo de distribución espacial que presentó el jurel (Figuras 12 a 14). Este mayor ajuste se debe a que el método toma en consideración los efectos de variabilidad de las transectas contiguas, de tal forma que si éstas son homogéneas tenderán a incrementar la precisión, en caso contrario, al bajar esta homogeneidad las varianzas tenderán a aumentar, siendo minimizado el efecto sobre la varianza cuando existen dentro del área de estudio zonas de alta y baja abundancia.

Los estimadores de tipo razón y bootstrap alcanzaron una menor precisión, dado la presencia de transectas con valores altos de densidad, producto del mayor grado de contagio del jurel en el crucero.

En conclusión, el estimador de estratos agrupados se presenta como el más eficiente de los tres métodos aplicados.

Una mejora en los niveles de precisión tiene asociado el aumento del tamaño de la muestra. Esto significa en general cuadruplicar el esfuerzo de muestreo, como se estableció en 1993, donde la precisión ( $Cv = 0,38$ ) fue levemente superior a la registrada en este crucero ( $Cv = 0,35$ ); para alcanzar un  $Cv = 0,20$  se requiere incrementar la muestra de 21 a 76 transectas, con lo cual se aumentan fuertemente los costos de la evaluación por concepto del uso de días barco.

Otra alternativa es realizar estratificaciones que modifiquen el diseño muestral inicial en la zona de estudio. En este sentido,

se efectuó un análisis adaptando al modelo original uno post-estratificado a partir de los resultados obtenidos. El resultado fue un incremento en la precisión, al disminuir en forma importante el coeficiente de variación desde 0,35 a 0,26%.

El efecto de la estratificación por densidad se observa levemente en los coeficientes de variación por zona, lo cual se explica al estudiar la variabilidad dentro y entre transectas. En la tabla 17 se resumen los resultados de este análisis, observando que el mayor aporte a la varianza total lo constituye la variabilidad dentro de la transecta. La contribución de la varianza entre transectas es producto de la distribución altamente contagiosa del recurso. Esta variabilidad explica los coeficientes de variación obtenidos.

**Tabla 17.** Varianza de la razón ( $V_r$ ) entre ( $S^2_2$ ) y dentro ( $S^2$ ) de las transectas.

Zona	( $S^2_2$ )	( $S^2$ )	( $V_r$ )
Pto. Papudo - I. Sta María	362,08	11622,76	11984,87
Pta. Lavapié - B. Queule	78608,57	1303074,60	1381680,62

Es importante tener presente la incertidumbre respecto al patrón espacial de la abundancia de la especie a cuantificar, esto es conocer su distribución a fin de establecer posibles estratificaciones por abundancia "a priori", que aseguren alcanzar una precisión determinada a un costo menor. Este procedimiento ha sido aplicado por Hampton y Jolly (1993) en evaluaciones de anchoveta, utilizando técnicas de análisis estratificado en los datos con transectas al azar e intensificando el muestreo en sectores de abundancia. Sin embargo, la aplicación de esta estrategia de muestreo considera la realización de un estudio piloto antes de la evaluación, que entrega el patrón espacial de la abundancia y así permite establecer un esfuerzo muestral que asegure el nivel de precisión deseado, con el consiguiente encarecimiento de la evaluación.

Luego, teniendo presente las características de la información obtenida en las prospecciones acústicas del recurso, así como el efecto en la precisión del tipo de patrón de agregación que presenta, además de su variación en el tiempo, no es posible

establecer para futuras evaluaciones un solo método de estimación de varianza, a no ser que se realice una exploración piloto que permita conocer las características de este patrón, razón por lo cual es recomendable utilizar diferentes indicadores de la variabilidad de los datos.

Por otra parte, se debe considerar que los estimadores propuestos no son insesgados, sin embargo sí son consistentes. Por lo tanto, la muestra utilizada no debe ser muy pequeña para efecto de reducción de los posibles sesgos del estimador. En el caso de este estudio se puede considerar que el tamaño de muestra fue aceptable. Además, se tiene que el tamaño de la muestra influye directamente en las varianzas estimadas y por ende en la precisión de la estimación. Entonces, se debe tener presente que las varianzas, en todos los casos, son sólo aproximaciones, dada la característica sesgada de sus estimadores.

Los estimadores con los métodos de conglomerados y bootstrap, suponen que las muestras sistemáticas de las transectas recogen la condición azarosa, producto de la distribución aleatoria de los cardúmenes en la zona de estudio. Este es un supuesto fuerte que no necesariamente se cumple y que agrega fuentes de sesgo por efecto de selección. El método de estratos agrupados no presenta este tipo de sesgo, puesto que considera una selección de tipo sistemática de la muestra.

El posible sesgo por errores internos tales como posición del transductor (calado de buque), ruido de hélice (que pudiera generar escape del recurso), errores de medición e identificación y roldo, se redujo en forma importante al realizar la prospección diurna, lo que minimiza la pérdida de ecoregistros de jurel debido a la ubicación del recurso principalmente bajo los 20 metros de profundidad (disminuye el escape). También contribuyeron a la reducción de sesgo la calibración electro-acústica antes del crucero, el control del ecointegrador para evitar la saturación de señal, la realización de lances de reconocimiento para identificación de ecotrazos y la captura prácticamente exclusiva de jurel por la flota cerquera en el área prospectada.

La precisión de la estimación de la biomasa de jurel alcanzada en este crucero ( $Cv = 0,25$ ), se encuentra en el nivel registrado en evaluaciones anteriores efectuadas durante el invierno en la zona de estudio.

### **5.1.3 Distribución geográfica del recurso**

La distribución espacial del jurel presentó como característica general agregaciones de forma alargada y orientadas en sentido paralelo a la costa. Estas agregaciones presentaron diferencias



en cuanto al tipo de ecotrazos típicos detectados, frecuencia observada en ellos y nivel de densidad, mostrando claramente un sector de baja y otro de alta concentración del recurso en la zona de estudio (Figura 14).

En el sector de baja abundancia, localizado entre Pta. Papudo e Isla Santa María, el jurel se caracterizó por presentar una distribución relativamente contagiosa, con presencia de ecoregistros de los tipos cardumen y disperso, siendo el primero de ellos el más predominante (76,5%). Dentro de este sector, las concentraciones de jurel se registraron tanto en áreas pequeñas como en sectores más amplios, con una virtual ausencia de cardúmenes de alta densidad ( $> 300 \text{ t/mn}^2$ ).

Desde Pta. Lavapié al sur, sector donde se localizó mayoritariamente la biomasa del jurel, se observó un fuerte incremento del contagio en la distribución del recurso, como lo muestran los respectivos correlogramas para la zona, detectándose un importante número de áreas de tamaño reducido (2 mn) y de alta densidad ( $> 300 \text{ t/mn}^2$ ), las cuales constituyeron las zonas de pesca donde operó la flota cerquera de Talcahuano durante el período de la prospección. Los focos principales se ubicaron de preferencia hacia el sector oceánico, por sobre las 100 mn de la costa, así como también en algunas áreas situadas en la zona costera, frente a Lebu, al sur de Isla Mocha y a 10 mn de la costa, frente a Bahía Queule. En estas áreas se detectó la presencia de ecotrazos de los tipos cardumen, disperso y estrato, con una representatividad del 41,8, 36,7 y 19,5%, respectivamente.

Durante este crucero no se detectó la zona de alta concentración registrada al norte de Constitución durante la evaluación de 1992. El área de mayor agregación del recurso se localizó en el sector sur del área de estudio, siguiendo un patrón similar a lo observado durante las prospecciones hidroacústicas realizadas en 1991 y 1993.

#### **5.1.4 Distribución batimétrica del recurso**

En el sector norte, caracterizado por una baja concentración de jurel, la distribución batimétrica fluctuó entre 10 y 210 m de profundidad, concentrándose el 77,5% de los ecotrazos entre 50 y 170 m. Esta distribución está sustentada principalmente por agregaciones de baja densidad (categoría I). En forma esporádica se detectaron cardúmenes de mayor densidad en profundidades de 160 a 190 m (Figura 15).

Al sur de Pta. Lavapié la distribución en profundidad del jurel se mantuvo en los rangos observados en el sector norte. La mayor cantidad de cardúmenes (79,7%) se localizó entre 100 y 170 m, mientras que entre 30 y 70 metros se concentró el 11,9% de los ecoregistros (Figura 15).

Este tipo de distribución en profundidad del recurso, detectada durante el período diurno, muestra que las mayores concentraciones se localizaron entre 90 y 150 m (82,6%). Esto muestra la baja accesibilidad que tiene la flota cerquera al recurso durante el día, al situarse el jurel en un intervalo de profundidad en el cual no es posible su captura con redes de cerco, dado que a profundidades superiores a 70 m el éxito de captura cae bruscamente por la alta capacidad del recurso a profundizarse rápidamente. Esta es una de las tantas razones por la cual la captura del recurso se realiza durante el período nocturno, cuando el jurel asciende a una menor profundidad por una migración de carácter nictameral.

En general los límites registrados en este crucero de la distribución en profundidad del jurel se enmarcan dentro de los intervalos registrados en evaluaciones hidroacústicas anteriores (otoños-inviernos de 1991 a 1993).

El análisis de los resultados del test Kolmogorov-Smirnov aplicado a las distribuciones batimétricas de jurel registradas de 1991 a 1994 para la zona de estudio (Tabla 18), permiten establecer que no existen diferencias significativa entre las distribuciones registradas en este crucero y los años 1991 y 1993. Para las comparaciones entre 1992 y 1994, no es posible aceptar que ambas distribuciones batimétricas sean iguales; esto se explica por la alta presencia de ejemplares pequeños de jurel (22,0 a 28,0 cm) frente a San Antonio en 1992, que se ubicaron preferentemente cerca de la superficie (10 a 60 m), donde se concentró el 85,4% de los cardúmenes de alta densidad y un 75% del total de agregaciones de jurel.

**Tabla 18.** Resultado del Test Kolmogorov-Smirnov para comparar las distribuciones batimétricas de los distintos años.

Cruceros	Valor Dn	
	Categorías (I a IV)	Categorías (III y IV)
Invierno 94/91	0,28	0,20
Invierno 94/92	0,40 *	0,36 *
Invierno 94/93	0,28	0,20

Dn (crítico 95%) = 0,32

\* Existe diferencia significativa

### 5.1.5 Comportamiento diurno y nocturno del recurso

Durante el crucero se observó que el jurel comienza a desplazarse hacia la superficie durante el atardecer, dispersándose al anochecer entre 10 y 90 m de profundidad. La dispersión del recurso se produce una vez finalizada la ascensión de la capa de dispersión profunda durante el período de ocaso (atardecer), como muestra la figura 16. Al amanecer se revierte el proceso, y el recurso se profundiza, configurándose así un patrón de migración característico.

Considerando la importancia de este patrón en los resultados de evaluación, se realizó un estudio de migración nictameral, que viene a complementar una serie de tres estudios de este tipo realizados durante invierno y primavera en los años 1991 y 1992.

El estudio se llevó a cabo al interior de una zona de agregación del recurso, donde simultáneamente operaron de 22 a 38 buques de la flota cerquera de Talcahuano, los días 5 y 6 de agosto (Figura 17). Se aplicó un diseño de tipo cajón, con transectas paralelas de 7 y 13 m de extensión, cubriendo un área de 35 y 104 m<sup>2</sup>. Durante el período diurno se registró una mayor abundancia del recurso, con niveles de integración (Sa) de 103,836, mientras que en la noche la integración disminuyó a niveles de Sa de 12,892.

El análisis de varianza para un criterio de clasificación (Tabla 19), indica que la relación F calculada excede a los valores de F de tabla a un nivel del 5% y 1%, por lo que se concluye la existencia de diferencias altamente significativas entre los valores de integración obtenidos durante el día y la noche, rechazándose bajo esta circunstancia la hipótesis de igualdad entre las densidades.

**Tabla 19.** Resultados análisis de varianza para un criterio de clasificación (Sa diurno y nocturno).

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrados corregido	F
Entre día/noche	2,9609 *10 <sup>7</sup>	1	29609127	7.32
Dentro de grupo	1,0112 *10 <sup>9</sup>	250	4044721	
Total	1,0408 *10 <sup>9</sup>			

F (tabla 1%) = 6,76  
F (tabla 5%) = 3,81

Estos resultados ratifican los registrados en anteriores estudios realizados en las estaciones de primavera y otoño en la zona centro sur (Tabla 20), e indican superioridad en la integración diurna, siendo la relación día/noche mayor en otoño (4,93). Esta diferencia en los valores integrados también ha sido corroborada con la información obtenida de patrones de pesca. Al respecto, en general se observa que en el día el jurel mantiene agregaciones con bajo desplazamiento de tipo cardumen en profundidad. Al atardecer estas agregaciones se desplazan hacia la superficie, dispersándose y dando origen a agregaciones de tipo estrato, conocidas en el ámbito pesquero como "caminitos", quedando al alcance del arte de pesca de cerco.

**Tabla 20.** Resultados de estudios de migración nictameral realizados entre 1991 y 1992.

Crucero	Sa diurno (promedio)	Sa nocturno (promedio)	Relación (día/noche)
Primavera 91 (noviembre)	397,2	465,9	0,85
Primavera 92 (diciembre)	93,5	40,8	2,29
Otoño 92 (diciembre)	8512,4	1726,3	4,93

Por otra parte, los lances de pesca realizados (Tabla 11, lances 10 al 14) muestran que las capturas de jurel realizadas durante el día son superiores a las registradas en la noche. Este aspecto también se observó en los rendimientos de pesca del buque factoría "Echizen Maru", que operó fuera de la ZEE durante el desarrollo del proyecto JAMARC y donde se observó una fuerte merma en las capturas nocturnas, alcanzando aproximadamente un 81% en peso respecto a las diurnas, lo cual se explica por la dispersión que sufre el recurso durante la noche.

#### 5.1.6 Comportamiento del recurso frente al arte de pesca

Los resultados alcanzados con los lances de pesca a media-agua, permiten ratificar que el jurel disminuye significativamente su comportamiento de escape frente al arte de pesca durante la noche, no siendo necesario ubicar el arte de pesca a una

profundidad mayor que la del recurso. Este último es el caso habitual en las pescas de día, en las que es necesario ubicar la red entre 30 y 60 metros más abajo que el recurso. Este comportamiento característico del jurel ha sido observado también por Bahamonde (1988), Kuroiwa (1989), Oliva (1990) y Córdova et al. (1991 y 1992).

### 5.1.7 Análisis de los resultados de hidroacústica.

La biomasa estimada de jurel en el crucero de invierno de 1994, representa un bajo volumen respecto a los estimados obtenidos en anteriores evaluaciones hidroacústicas realizadas durante los períodos de otoño o invierno en la zona centro-sur del país (Tabla 21).

Al comparar la biomasa de jurel estimada en este crucero (630.000 t), con los estimados obtenidos para similar período en 1991, 1992 y 1993, se observa una disminución importante que alcanzó a 81,5%, 54,0% y 68,3%, respectivamente. Los cambios observados en la biomasa de jurel entre 1991 a 1994 también se observan, y en forma independiente al área prospectada, a través de los respectivos índices de densidad registrados entre 1991-94 (Tabla 21). Estas variaciones se explican por cambios interanuales en la disponibilidad de jurel en el área de estudio.

**Tabla 21.** Estimados de biomasa de jurel. (1991-1994).

Zona	Período	Area (mn <sup>2</sup> )	Jurel	
			Biomasa (t)	Densidad (t/mn <sup>2</sup> )
34°40'S 39°40'S	04.06.91 30.06.91	28.460	3.410.000	119,8
33°40'S 39°00'S	09.05.92 04.06.92	23.738	1.370.500	47,3
32°40'S 39°20'S	19.06.93 20.07.93	34.942	1.990.000	56,9
32°40'S 39°20'S	16.07.94 17.08.94	40.873	630.000	15,4

Fuente: Córdova et al., 1991, 1992, Serra et al., 1993.

Respecto a la distribución espacial de la abundancia de jurel, se observan cambios entre años en la localización de las zonas de concentración del recurso (Figura 18). Durante este crucero, las principales zonas de abundancia de jurel se ubicaron al sur de Isla Santa María, lo que es acorde con el patrón de distribución general observado durante 1991 y 1993, donde el recurso se concentró principalmente al sur de Talcahuano. En este año se registró una proyección de las zonas de alta densidad hacia el sector oceánico (100 a 160 mn), lo que puede sugerir un pulso de entrada desde el área oceánica, o bien a macro escala, dado las altas capturas de principios de año, un desplazamiento anticipado del recurso hacia el sector oceánico, lo que es característico durante su ciclo de desove.

La principal zona de concentración de jurel detectada en la prospección hidroacústica corresponde a la zona donde operó la flota cerquera de la VIII región durante el período del crucero. En esta zona, la flota se mantuvo desde el inicio del crucero, principalmente a la altura de los 37°00'S, entre los 73°20'W a 75°20'W, con desplazamientos latitudinales hacia el sur y suroeste.

En relación a la biomasa estimada de jurel, la realización de lances de pesca de reconocimiento y sus resultados, permitió validar en forma certera la identificación de jurel y los límites de las áreas en las cuales se distribuyó. De igual modo, los antecedentes de migraciones nictamerales del jurel, obtenidos en estudios efectuados en 1991 y 1992, que indican una baja concentración de jurel en la noche por un comportamiento de alimentación, fueron ratificados por los resultados alcanzados en el trabajo llevado a cabo en la zona de pesca y complementado con información recibida directamente de capitanes de pesca. Lo anterior asegura la disminución de sesgo en la información de biomasa, al efectuarse la prospección acústica durante el período diurno, cuando se registran las mayores concentraciones de jurel.

El bajo valor de biomasa estimado refleja el desfase que hubo entre el período de mayor disponibilidad del recurso y el de la evaluación hidroacústica, al observarse durante este año un ingreso anticipado del recurso desde la zona oceánica hacia el sector costero. Lo anterior es evidente al analizar las capturas mensuales registradas durante los primeros meses del año en San Antonio y Valdivia (Figura 19) las cuales, respecto a 1993, presentaron un importante aumento entre los meses de enero y junio de 154% y 132%, respectivamente. Esta mayor abundancia se refleja de manera independiente del número de viajes al registrarse un incremento en los rendimientos promedio por viaje de 87,2 a 162,4 t/viaje en San Antonio y de 465,1 a 551,0 t/viaje para Valdivia (Fuente: Proyecto diagnóstico pelágico centro-sur de IFOP).

Por otra parte, el análisis de la distribución espacial de la flota cerquera en la zona centro-sur muestra para mayo a agosto de 1991, una distribución del recurso eminentemente ligada al sector costero (Figura 20). Sin embargo, a partir de julio de 1993, se observa una mayor dispersión de las áreas de operación de la flota cerquera, característica que también se aprecia a partir de junio de 1994 (Figuras 21 y 22).

En conclusión, para realizar una evaluación hidroacústica, que representa una visión instantánea de la disponibilidad del recurso en la zona, es de extrema importancia determinar el momento adecuado, que es aquel en que el recurso se encuentra concentrado dentro de la zona considerada. Esta situación no correspondió a lo registrado durante el desarrollo de este crucero, como lo indica la disminución en las capturas de jurel entre julio y agosto de este año (Figura 19), lo cual se corresponde con la visión general descrita anteriormente para este año en particular.

A diferencia de otras especies pelágicas, como sardina y anchoveta, que se concentran para desovar y cuyos períodos son bastante estables y factibles de predecir a través de algunos indicadores (madurez sexual, temperatura del mar, etc.), en el jurel sólo se conoce que se desplaza desde el área oceánica donde desova hacia el sector costero para alimentarse durante el invierno, volviendo hacia el océano en primavera, y no se dispone de información que permita estimar la posible variabilidad en los períodos de estos desplazamientos, quedando como únicos indicadores los rendimientos y actividad de la flota cerquera.

## 5.2 BIOLOGIA PESQUERA

H. Muñoz

### 5.2.1 Resultados de lances de pesca

La figura 3 muestra la posición de los lances de pesca realizados. Esta información la complementa la tabla 11, en la que se indica fecha, posición, hora de cada lance y captura de jurel obtenida.

Se realizaron 25 lances de pesca, del 17 de julio al 15 de agosto del presente año. Abarcaron el área comprendida entre los 32°50'S y los 39°00'S, y de 7 mn a 195 mn de la costa. En profundidad, cubrieron de 10 a 340 m. Tuvieron una duración promedio de 56,8 min, con un mínimo de 20 min y un máximo de 120 min. La velocidad de arrastre fluctuó entre 3,4 y 4,8 nudos.

La tabla 22 muestra las capturas obtenidas por especie y totales para cada lance. Se pescó 10.106 kg en 23 lances efectivos, lo que entrega una captura promedio de 404,2 kg de pesca por lance realizado. Sólo 5.623 kg (55,6%) correspondieron a jurel, capturado en 17 lances. En la pesca restante las especies más abundantes en peso fueron: cojinova (Serirolella violacea) con 27,2%, merluza común (Merluccius gavi) con 4,2%, corvina (Cilus montii) con 4,0%, pampanito (Stromateus stellatus) con 3,8% y reineta (Brama brama) con 2,9%. Otras 14 especies constituyeron sólo el 2,3% restante de las capturas. Si bien el total de capturas es alto, la contribución del jurel es notoriamente menor que la observada en cruceros de evaluación realizados en mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993 (Serra et al., 1993, 1994a y 1994b).

Se aplicó un esfuerzo total de 23 hr 41 min de arrastre, con rendimientos de 426,7 kg/hr de pesca total y 237,4 kg/hr de pesca de jurel.



**Tabla 22.** Composición por especie en las capturas de los lances de pesca realizados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

LANCE	CAPTURA POR ESPECIE (kg.)										TOTAL (kg)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		(11)
01								1,5	4,0		0,1	5,6
02												0,0
03	120,0					180,0						300,0
04						60,0	2,0					62,0
05											3,0	3,0
06	240,0		2,0									242,0
07			10,0			3,0					1,0	14,0
08			10,0								3,0	13,0
09								8,0	10,0	1,0	5,8	24,8
10	510,0	210,0		10,0	80,0		10,0					820,0
11	1.000,0	2.000,0		60,0	100,0		40,0				3,0	3.203,0
12	600,0	300,0	400,0	120,0	90,0		60,0					1.570,0
13	420,0	150,0		90,0	60,0							720,0
14	480,0	90,0		120,0	60,0		5,0					755,0
15												0,0
16	9,0									2,0	6,1	17,1
17	80,0									5,0	10,0	95,0
18	3,0					7,0		25,0				35,0
19	14,7					7,0		6,0			3,0	30,7
20	7,6					12,0		8,0			4,0	31,6
21	8,8											8,8
22	150,0											150,0
23	60,0					20,0						80,0
24	420,0					2,0					3,0	425,0
25	1.500,0											1.500,0
	5.623,1	2.750,0	422,0	400,0	390,0	291,0	117,0	48,5	14,0	8,0	42,0	10.105,6

LISTADO DE ESPECIES

(1)	JUREL	<u>Trachurus symmetricus murphyi</u>
(2)	COJINOVA	<u>Serirolella violacea</u>
(3)	MERLUZA COMUN	<u>Merluccius gavi</u>
(4)	CORVINA	<u>Cilus montii</u>
(5)	PAMPANITO	<u>Stromateus stellatus</u>
(6)	REINETA	<u>Brama brama</u>
(7)	ANCHOVETA	<u>Engraulis ringens</u>
(8)	COJINOVA PERRA	<u>Centrolophus niger</u>
(9)	PEZ LUNA	<u>Mola mola</u>
(10)	CALAMAR	<u>Loligo sp.</u>
(11)	OTRAS ESPECIES	

### 5.2.2 Composición de tamaños

La figura 23 describe la distribución de tallas, por sexo y total, para los ejemplares muestreados. Se encontró jureles entre 28 y 53 cm de longitud horquilla, distribuidos en torno a dos clases modales. La moda secundaria corresponde a ejemplares de talla intermedia y se ubica en 32,0 cm, con 6,7% del total de jureles, mientras que la moda principal está en 41,0 cm y agrupa al 11,0% de los ejemplares. Si bien las distribuciones por sexo no presentan diferencias importantes entre ellas y con respecto a la distribución total, la comparación entre sexos con la prueba de dos grupos de Kolmogorov-Smirnov muestra diferencias significativas ( $D_{max} = 0,17$ , significativo a  $P < 0,01$ ). Este resultado, y los obtenidos en otras comparaciones de distribuciones de tallas realizadas para este crucero y en cruceros anteriores, muestra que probablemente este test es demasiado sensible a las diferencias en distribución y no pondera adecuadamente las similitudes.

La figura 24 muestra la distribución acumulada de tallas, por sexo y total, para las capturas del crucero. Puede apreciarse que no se encontraron ejemplares bajo la talla mínima legal de captura (26,0 cm), mientras que el porcentaje bajo la talla media de primera madurez (32,0 cm) alcanzó a 15,3%. Estos valores difieren notoriamente de los encontrados en mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993, donde hubo una importante presencia de ejemplares juveniles, como lo demuestra que los porcentajes de ejemplares bajo la talla de primera madurez alcanzaron a 55,3% y 51,8%, respectivamente (Serra *et al.*, 1994a, 1994b). Estos antecedentes y las evidencias del muestreo de la pesquería industrial (Muñoz, observación personal), indican que el ingreso a la pesquería de clases fuertes de reclutas se habría detenido.

La transformación de las tallas a estimación de edades para la captura (Figura 25) muestra un claro predominio de los grupos de edad 6 a 10, y especialmente de los grupos 6 y 9, en los que se acumulan la mayoría de los ejemplares de 32,0 y 41,0 cm, respectivamente.

Las estructuras de tallas del crucero se compararon con las obtenidas de la pesca industrial del mismo período en la zona centro-sur. Para ésto, se determinaron las distribuciones de talla relativa y acumulada, por sexo y totales, obtenidas a partir de los muestreos regulares de IFOP, las que se entregan en las figuras 26 y 27. El rango de tamaños se encontró entre 29,0 y 55,0 cm, lo que es similar a lo obtenido en el crucero. Sin embargo, las frecuencias relativas son diferentes, especialmente en el ámbito de las tallas calificadas como intermedias para el crucero. En la pesquería industrial no apareció la moda de 32,0 cm del crucero; de hecho, el porcentaje

bajo la talla media de primera madurez fué de sólo 4,8%. En cambio, predomina notoriamente el grupo adulto, con una moda que se ubica entre 41,0 y 43,0 cm. Las diferencias en las estructuras de tallas entre el crucero y la pesquería, en relación a la importancia del segmento de tallas menores, se detectaron en la evaluación de mayo-junio de 1992, y no se encontraron en el crucero de junio-julio de 1993 (Serra et al., 1993, 1994a). Estas diferencias y similitudes entre los resultados de los tres cruceros y de la pesca industrial en los mismos períodos se han explicado como una función de las condiciones de la pesquería en cada temporada: en mayo-junio de 1992 la flota tuvo mejor acceso a ejemplares adultos, por lo tanto, los buques estuvieron en condiciones de desechar pesca de pequeño tamaño, en cambio, en junio-julio de 1993 hubo períodos sin disponibilidad de ejemplares adultos, por lo que la flota no pudo seleccionar la pesca que desembarcó. Para el invierno de este año no se dispone de evidencias que indiquen algún grado de selección de la pesca industrial, por lo tanto, no se tiene una explicación de las diferencias encontradas.

En relación a la distribución de tallas en el segmento adulto de las capturas, tanto en el crucero de evaluación, como en el muestreo de la pesca industrial, se observa que los tamaños predominantes corresponden mayoritariamente a las clases anuales de 1984-1985, las que se reclutaron en 1987-1988 y han mantenido a la pesquería de jurel en los últimos años. Una importancia secundaria tiene la clase anual de 1988, que entró a la pesquería entre 1991 y 1992, y correspondería a la primera clase anual del período de reclutamientos fuertes que ha habido en los últimos años.

Las estructuras de tallas de los lances de pesca no revelan patrones de distribución espacial del recurso en el área de estudio. Además, a diferencia de junio-julio de 1993, tampoco se aprecia la alta uniformidad de tamaños y estrecha amplitud en cada muestreo, que tendieron a centrarse alrededor de las dos modas descritas en ese crucero (Serra et al., 1994b). Esto sugiere que el recurso se encontraba más disperso en julio-agosto de 1994. En cuanto a la distribución temporal de las capturas, la figura 28 muestra las estructuras de tallas en una serie de lances que cubrieron un ciclo de 24 horas de muestreo, en un área reducida y en el mismo estrato de profundidades. Puede apreciarse que en los muestreos nocturnos predominan los ejemplares de mayor tamaño en las capturas. Esto sugiere como hipótesis que la capturabilidad de los ejemplares mayores aumentaría en la noche, probablemente porque disminuye su capacidad de detección del arte de pesca y sus posibilidades de evasión serían menores. Esta hipótesis no pudo ser puesta a prueba en el crucero, porque no se realizó otro ciclo de lances en condiciones similares.

### 5.2.3 Relaciones longitud-peso

Antes de determinar las relaciones longitud-peso para los muestreos del crucero, se consideró adecuado definir el tipo de relación existente entre el peso total y el peso eviscerado, ya que ambos se midieron en los muestreos. La figura 29 describe la mejor relación encontrada, que correspondió a un modelo de tipo lineal. El grado de ajuste de los datos permite inferir que la variabilidad del peso de las vísceras, producto especialmente del grado de repleción del sistema digestivo y del peso de las gónadas, es poco significativa frente a la influencia de la masa esquelética y muscular sobre el peso total.

En la tabla 23 se resumen los parámetros y estadísticos de las regresiones lineales longitud-peso por sexo y total, y los parámetros resultantes para las funciones de crecimiento asimétrico. Las figuras 30 a 32 grafican los datos utilizados y los modelos correspondientes. Puede observarse que los modelos describen adecuadamente las relaciones.

**Tabla 23.** Parámetros y estadísticos básicos de las regresiones longitud-peso en jurel. Crucero julio-agosto de 1994.

	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL
No. de observaciones	532	406	938
Log a	-2,27444	-2,34346	-2,29388
a	0,00532	0,00453	0,00508
b	3,19860	3,24837	3,21339
Error est. (Log a)	0,04266	0,03949	0,04154
Error est. (b)	0,03019	0,03433	0,02275
$r^2$	0,95	0,96	0,96

La comparación de las regresiones para machos y hembras muestra que no son significativamente diferentes ( $t_c = 0,045 < t_{(0,05/2/934)}$ , con  $P > 0,50$ ; Zar, 1984). Por lo tanto, se puede inferir que en el caso del jurel, en el contexto espacio-temporal estudiado, la relación longitud-peso es independiente del sexo.

Para determinar si había diferencias entre las capturas del crucero y los desembarques industriales, se estimó la relación longitud-peso del jurel industrial a partir de los muestreos regulares de IFOP en el período (Figura 33), y luego se compararon las estimaciones. El análisis rechazó la hipótesis alternativa de diferencias en las regresiones ( $t_c = 0,020 < t_{(0,05/2/1.273)}$ , con  $P > 0,50$ ; Zar, 1984).

En los cruceros de mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993 (Serra *et al.*, 1994a, 1994b), se llegó a la misma conclusión anteriormente indicada al comparar ambos sexos, y se determinó que los modelos de regresión eran significativamente distintos entre períodos. Al incluir los resultados del presente crucero y compararlos con esos dos cruceros previos (Figura 34), un análisis múltiple de la homogeneidad de los coeficientes de regresión (Zar, 1984, página 300-301) muestra que éstos son diferentes. Por lo tanto, para cada período se observa una dinámica propia, determinada probablemente en gran medida por las relaciones establecidas entre la especie y las características del medio en que se encuentra a ese tiempo.

#### **5.2.4 Proporción sexual**

En los muestreos de jurel no se aprecia segregación espacio-temporal entre los sexos, mostrando las capturas composiciones equilibradas de machos y hembras. En el muestreo total se aprecia un leve predominio numérico de machos, con 56,7% del total. Este predominio de machos también se observó en cruceros previos, con diferente grado de desequilibrio (53,4% de machos en junio-julio de 1993 y 69,2% en mayo-junio de 1992). En la pesca industrial del período también fue levemente mayor la proporción de machos (53,7%) y en general, en la pesca industrial la proporción de machos tiende a ser levemente superior. No se ha determinado si esta situación es reflejo del estado natural de la población o efecto, por ejemplo, de una mayor capturabilidad de los machos.

La proporción sexual por rango de tallas (Figura 35) muestra un alto grado de variabilidad, con una tendencia al predominio de los machos. Esto difiere de lo encontrado en la pesca industrial del período (Figura 36), en que se observa una marcada tendencia al predominio de los machos en tallas sobre los 42 cm. Los antecedentes reunidos del muestreo y análisis de la pesca industrial que realiza rutinariamente el IFOP indican que usualmente no se observa una alta variabilidad en la proporción sexual por rango de talla, sino que es más común encontrar un predominio de machos en tallas grandes, sin tenerse, a la fecha, una explicación para este fenómeno.

#### **5.2.5 Aspectos reproductivos**

La tabla 24 resume los aspectos biológicos básicos que permiten determinar el estado reproductivo del jurel. Para fines comparativos se incluye información del muestreo biológico de la pesca industrial en la primera quincena del mes de agosto. No se realizaron muestreos biológicos de la pesca industrial, con estado de madurez y pesos de gónadas, en el período de julio correspondiente a la primera parte del crucero de evaluación.

Puede apreciarse que, si bien el recurso se encontró mayoritariamente en estado de reposo reproductivo, hubo una proporción significativa de ejemplares que mostraban evidencias de haber comenzado el período de madurez de gónadas. Esto se puede apreciar tanto en el índice gonadosomático de los muestreos industriales, como en la proporción de ejemplares en estado tres de madurez en el crucero y en el muestreo industrial. La proporción de hembras en maduración es mayor en el muestreo industrial, porque éste abarcó sólo parte de agosto, y no fines de julio. De hecho, al estimar los indicadores de estado reproductivo sólo con los ejemplares muestreados en agosto en el crucero, los valores de IGS y de hembras en estado tres aumentan.

**Tabla 24.** Aspectos biológicos básicos de jurel muestreado en el crucero de evaluación de julio-agosto de 1994, y de los muestreos de la pesca industrial de cerco en agosto de 1994.

	CRUCERO		PESCA INDUSTRIAL	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
Número de ejemplares	532	406	182	157
Proporción sexual	56,8%	43,2%	53,7%	46,3%
Índice gonadosomático	----	----	0,64	0,98
Desviación estándar	----	----	0,37	0,27
Estados de madurez (%)				
Estado 1	93,6	0,0	56,6	0,0
Estado 2	6,4	94,8	43,4	59,9
Estado 3	0,0	5,2	0,0	40,1
Estado 4	0,0	0,0	0,0	0,0
Estado 5	---	0,0	---	0,0

Las condiciones descritas difieren del grado de madurez encontrado en la misma zona, en los cruceros de 1992 y 1993 (Serra *et al.*, 1994a, 1994b), porque esos cruceros se realizaron en períodos más tempranos del año (entre mayo y mediados de julio), y porque la existencia de una importante proporción de jureles de pequeño tamaño incidió en la presencia de ejemplares vírgenes e inmaduros.

Las condiciones descritas para el crucero y del muestreo industrial, resultan normales para mediados del invierno en el recurso, como lo han determinado los estudios sistemáticos realizados por IFOP de la pesquería de jurel en la zona centro-sur (Böhm *et al.*, 1993).

### 5.3 TROFODINAMICA

H. Arancibia, L. Miranda y R. Alarcón

Frente a la costa de Chile central, se realizaron 25 lances de pesca con red de media agua a diferentes horas del día, de los cuales sólo 16 fueron exitosos (Tabla 25, figura 3). El número total de estómagos muestreados fue de 676, de los cuales 347 (51%) presentaron algún tipo de contenido.

**Tabla 25.** Fecha, horas de calado y virado, profundidad de los lances de pesca con red de media agua y número de estómagos muestreados (total y con contenido estomacal).

FECHA	NUMERO MUESTRA	HORA	HORA	PROFUNDIDAD (m) <sup>1</sup>	NUMERO ESTOMAGOS	
		CALADO	VIRADO		Total	C/Cont.
19.07.94	1	08:49	09:43	110-135	50	21
23.09.94	2	20:23	21:54	20- 25	50	45
28.07.94	3	13:02	14:04	14- 25	50	39
28.07.94	4	15:59	17:00	10- 25	50	30
28.07.94	5	19:30	20:16	12	50	19
28.07.94	6	23:35	00:05	12- 14	50	14
29.07.94	7	03:20	03:55	15- 20	50	8
06.08.94	8	06:20	07:30	12	24	1
06.08.94	9	18:12	19:18	120	50	27
09.08.94	10	22:55	00:01	70- 90	20	7
10.08.94	11	01:41	02:42	70	12	4
11.08.94	12	11:55	12:52	75	20	19
11.08.94	13	14:44	16:44	75	50	11
11.08.94	14	23:20	00:20	30	50	48
12.08.94	15	02:24	03:33	25- 30	50	49
15.08.94	16	21:00	22:02	40- 50	50	4
-----						
17.07.94		01:29	02:29			
18.07.94		19:50	20:20	60		
21.07.94		21:08	22:24	25		
22.07.94		12:17	12:37	220		
25.07.94		20:06	21:06	25- 40		
25.07.94		23:52	00:26			
26.07.94		18:39	19:28	20- 30		
05.08.94		17:15	17:45	300		
07.08.94		20:20	21:34	100		

(1) corresponde a la profundidad de relinga superior.

### 5.3.1 Importancia de las presas

En términos relativos, los eufáusidos dominaron en la alimentación de Trachurus symmetricus murphyi durante el período de estudio (Figura 37), tanto en número y peso como en frecuencia de aparición (Tabla 26). Le siguen las salpas, copépodos y zoeas de crustáceos. Los peces se presentaron sólo marginalmente. Durante el presente estudio, no se detectó la presencia de quetognatos ni de Loligo gahi en el contenido estomacal de jurel, como ocurrió durante el invierno de 1993 (Arancibia et al., MS).

**Tabla 26.** Número (N), peso (P) y frecuencia de aparición (F) de los taxa de presas en los estómagos de Trachurus symmetricus murphyi, considerando sólo los estómagos con contenido estomacal (todos los valores expresados en porcentaje), e Índice de Importancia Relativa de las presas (IIR, modificado).

PRESAS	N	P	F	(N+P)*F+1	IIR
Eufáusidos	70,035	48,778	54,179	6438,130	3,809
Salpas	5,025	33,842	32,853	1277,900	3,106
Zoea crustáceos	8,063	1,224	12,104	113,415	2,055
Larvas Stomatópodos	0,067	0,014	2,594	1,211	0,083
Copepodos	13,965	1,194	8,645	132,061	2,121
Amfípodos	1,813	0,390	4,899	11,796	1,072
Megalopa crustáceos	0,294	0,069	2,017	1,733	0,239
Isópodos	0,013	0,002	0,576	1,009	0,003
Signátidos	0,007	0,033	0,288	1,011	0,005
Peces linterna	0,308	3,968	8,934	39,202	1,593
<u>Engraulis ringens</u>	0,074	7,659	2,594	21,056	1,323
Teleósteos indeterminados	0,107	2,183	2,594	6,940	0,841

### 5.3.2 Selectividad de presas por tamaño

Los valores del índice de selectividad de presas (U) se entregan en la tabla 27. La selectividad es inversamente proporcional a la desviación estándar de U (Ursin, 1973). En este caso, las presas más seleccionadas son los peces linterna, con el resto de las presas presentando valores de U similares. Sin embargo, este índice puede estar influenciado por el tamaño de la muestra. Respecto del tamaño del depredador, el taxón de presa más voluminoso observado en el contenido estomacal de jurel corresponde a las salpas (0,14% en peso), seguido de los peces linterna (0,11%) y eufáusidos (0,096%). No se considera en este análisis a E. ringens, debido a su escasa presencia (ver tabla 26).



**Tabla 27.** Promedio (Prom) y desviación estándar (d.s.) del índice de selectividad de Ursin, U (1973) en Trachurus symmetricus murphyi, número de observaciones (n), y tamaño promedio del taxón de presa (% en peso respecto del predador, t).

PRESAS	Prom.	d.s.	n	t(%)
Eufáusidos	6,945	1,696	188	0,0963
Salpas	6,556	1,389	114	0,1421
Zoea de crustáceos	9,604	1,505	42	0,0067
Copépodos	8,036	1,517	30	0,0324
Peces linterna	6,804	0,852	31	0,1109

Respecto del año 1993, tanto el tamaño de las presas como la selectividad que sobre ellas realizaría el jurel se presentan muy similares (Tabla 28). En efecto, algunas diferencias podrían atribuirse más bien al tamaño de la muestra (caso de copepoda,  $n_{1993}=9$ ).

**Tabla 28.** Desviación estándar (d.s.) del índice de selectividad de Ursin, U (1973) y tamaño promedio del taxón de presa (% en peso respecto del predador, t) en Trachurus symmetricus murphyi, durante el período del presente estudio y en 1993.

PRESAS	1994		1993	
	d.s.	t(%)	d.s.	t(%)
Eufáusidos	1,696	0,0963	1,63	0,058
Copépodos	1,517	0,0324	0,98	0,004
Peces linterna	0,852	0,1109	0,89	0,098

### 5.3.3 Similitud trófica

Las principales presas de Trachurus symmetricus murphyi, expresadas en peso, son los eufáusidos (Figura 38, tabla 29), seguido por las salpas. Sin embargo, es probable que estos valores estén afectados por el grado de digestión, debido a que las salpas parecen ser digeridas muy rápidamente, por su alto contenido de agua y sólo se encontraron restos en los estómagos del depredador. En general, los peces aparecen escasamente representados, excepto en los grupos de tamaño de jurel 2 a 4. Además, en cada grupo de tamaño del depredador, consistentemente el número de presas "importantes en peso" es reducido, alcanzando sólo de 2 a 3, lo que confirma el carácter estenófago de esta especie.

**Tabla 29.** Porcentaje en peso de las presas de jurel.

PRESAS	GRUPOS DE TAMAÑOS DEL DEPREDADOR					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Eufáusidos	79,3	46,3	44,5	35,4	96,2	13,7
Peces linterna	-	3,1	4,6	5,0	0,7	-
Salpas	-	27,5	40,9	40,9	2,5	86,3
Zoea crustáceos	0,7	0,5	0,4	2,4	-	-
Copépodos	1,8	6,3	1,4	0,3	0,4	-
<u>E. ringens</u>	-	13,8	3,1	12,4	-	-
Teleósteos indet.	-	0,1	3,1	2,9	-	-

En el invierno de 1994, la similitud trófica intraespecífica promedio en el jurel, que se deriva de la tabla 30, fue de 0,521. El análisis de dendrograma, utilizando la estrategia aglomerativa del promedio por pares no ponderado (Sneath y Sokal, 1973), muestra la estrecha unión de los grupos 2, 3 y 4 (tamaños entre 31 y 45 cm) y muy próximos los grupos 1 y 5, que corresponden a tallas entre 26 y 30 cm, y entre 46 y 50 cm, respectivamente. Destaca por su aislamiento el grupo de peces más grandes de 50 cm (Figura 39), aunque ello pudo deberse al escaso número de peces analizados ( $n = 3$ ). El criterio para definir la "significancia" en la constitución de grupos similares ha sido utilizado anteriormente por Arancibia (1988). En consecuencia, la evidencia indica que este recurso conformaría un sólo gran grupo trófico frente a la costa de Chile central, al menos en ejemplares hasta 50 cm de longitud horquilla. La constitución de sólo una asociación trófica en Trachurus symmetricus murphyi ha sido informada previamente por Arancibia (1989), para peces capturados en la zona central de Chile, y por Medina y Arancibia (1992), para peces capturados en la zona norte.

**Tabla 30.** Similitud trófica en Trachurus symmetricus murphyi, para seis grupos de tamaño definidos cada 5 cm de L.H.

	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Grupo 1	0,507	0,475	0,370	0,798	0,137
Grupo 2		0,813	0,799	0,500	0,412
Grupo 3			0,882	0,482	0,546
Grupo 4				0,390	0,546
Grupo 5					0,162

### 5.3.4 Consumo poblacional de jurel

#### 5.3.4.1 Alimentación diaria

En el presente estudio, esta especie no mostró un claro ritmo diario de alimentación (Tabla 31, figura 40a), aunque esto se pudo deber al bajo número de ejemplares muestreados. Lo anterior no ha permitido realizar en este estudio aproximaciones analíticas al ritmo de alimentación diario de Trachurus symmetricus murphyi. Sin embargo, una tendencia a identificar un pico de alimentación se observa desde aproximadamente las 21:30 horas hasta cerca de las 03:00 horas de la madrugada, principalmente debido al consumo de eufáusidos (Figura 40b). Por otro lado, también se observó un máximo entre las 13:30 y las 16:30 hrs, aunque ello debió exclusivamente a restos de salpas (ver figura 40a).

**Tabla 31.** Peso promedio (g) del contenido estomacal de Trachurus symmetricus murphyi en el invierno de 1994, por hora de muestreo (nota: el valor indica el punto medio entre la hora de calado y la de virado).

NUMERO LANCE	HORA MEDIA	PESO PROMEDIO CONTENIDO ESTOMACAL	
		Total (g)	Eufáusidos (g)
03	09:16	0,6391	0,1833
21	12:24	1,5125	1,0758
10	13:32	3,6395	0,0100
22	15:44	1,0600	0,7382
11	16:30	3,5190	
17	18:45	0,7315	0,2200
12	19:53	1,6163	0,0200
06	21:32	1,9704	1,5955
25	21:31	0,1025	0,1025
19	23:28	0,5167	0,0500
23	23:50	3,4212	3,2020
13	23:50	3,1194	0,5550
20	02:12	0,2625	0,0500
24	02:58	3,3514	3,2514
14	03:38	1,6612	
16	06:55	1,6100	0,2800

#### 5.3.4.2 Consumo poblacional, expresado como consumo / biomasa (Q/B)

Fundamentalmente, el consumo que Trachurus symmetricus murphyi habría realizado en el invierno de 1994 sería sobre los eufáusidos (65%) y las salpas (33%) (Tabla 32). Por un lado, se confirma la importancia de los eufáusidos en la alimentación de jurel, aunque en el presente caso ha disminuído su aporte al consumo del stock del depredador, respecto del invierno de 1993, cuando alcanzó a 95%, y a la primavera de 1992, cuando fue de 83% (Arancibia et al., MS). Ello se debe a la presencia de las salpas en el contenido estomacal de Trachurus symmetricus murphyi, lo que ha venido ocurriendo frecuentemente a lo largo de todo el año 1994, según lo atestiguan observaciones semanales que se realizan en el Instituto de Investigación Pesquera (datos no publicados). Por otro lado, los peces, en este caso anchoveta, presentan un aporte muy leve al consumo de jurel (menor a 2%), lo que difiere con el aporte que los peces linterna hicieron en el invierno de 1993 (5%) y en la primavera de 1992 (15%). Sin embargo, es posible que ésta sea la "situación de invierno", esperándose que los peces linterna se incrementen en el consumo de este recurso en primavera, tal como lo sugirió Cornejo (1991).

El caso de las salpas es de particular interés. Probablemente, el valor de 33% de aporte al consumo está subestimado, debido a que sólo se encontraron restos de esta presa en el contenido estomacal del depredador. Sin embargo, es imposible retrocalcular el verdadero peso corporal de las salpas consumidas por el jurel.

En el invierno de 1994, en la zona y período abarcado por este estudio, la población de jurel habría consumido una cantidad de presas equivalente a 0,59 veces su biomasa. En términos absolutos, la biomasa de presas consumida por la población de jurel habría sido de al menos 350 mil toneladas. Sin embargo, probablemente este valor de Q, y consecuentemente Q/B, están subestimados debido a que (i) las salpas aparecen sólo en condición digerida, (ii) el número de estómagos muestrados fue relativamente bajo, y (iii) la biomasa de jurel estimada corresponde más bien a "biomasa presente". En efecto, para el invierno de 1993, se estimó un consumo de 1 millón de toneladas de presas, aunque para una biomasa de jurel de 1,9 millones de toneladas. En todo caso, para aquella oportunidad, el valor de Q/B calculado es de 0,53, similar al informado para esta oportunidad.

En general, el espectro trófico de Trachurus symmetricus murphyi de Chile central es muy reducido y semejante a otras especies del género Trachurus, como Trachurus trachurus del Mar del Norte (Dahl y Kirkegaard, 1987), Trachurus capensis del sur de Africa

(Andronov, 1983, 1985), e incluso similar a Trachurus symmetricus murphyi del Perú, durante períodos con presencia de eventos El Niño (Munck y Sánchez, 1987).

**Tabla 32.** Consumo poblacional de Trachurus symmetricus murphyi, expresado como la razón entre el consumo (Q) y la biomasa (B), esto es Q/B; tasa instantánea de evacuación gástrica (R), tiempo de digestión (TD), peso promedio de las presas (W), ración diaria de alimento (RD) y proporción de las presas (P). Para unidades de medida ver el texto.

PRESAS	R	TD	W	RD	P	Q/B
Eufáusidos	0,0505	3,23	0,302	0,026	0,488	0,3807
Peces linterna	0,0603	2,70	0,154	0,003	0,040	0,0031
Salpas	0,0603	2,70	0,306	0,019	0,338	0,1939
Zoea crustáceos	0,0505	3,23	0,030	0,001	0,012	0,0002
Copépodos	0,0505	3,23	0,068	0,001	0,012	0,0003
<u>E. ringens</u>	0,0603	2,70	0,827	0,004	0,077	0,0093
TOTAL						0,5885

#### 5.3.4.3 Relación entre el contenido estomacal y la oferta ambiental

Esta relación se midió sólo para los eufáusidos debido a que constituyen el principal componente de la alimentación de jurel, tanto en peso como en número y, además, se dispone de una evaluación cuantitativa de su disponibilidad como oferta ambiental ( $p_i=0,49$ ; ver página 52), lo que no fue el caso de los peces linterna y la anchoveta. Se eliminó del análisis a las salpas debido a que aparecieron sólo en condición digerida en los estómagos de jurel.

Debido a la eliminación de las salpas, la proporción en peso de los eufáusidos en el contenido estomacal se recalculó de la Tabla 32, ascendiendo de 0,49 a 0,75 ( $r_i$ ; ver página 52).

La oferta ambiental de eufáusidos (como proporción en peso respecto de los otros componentes del zooplancton) se calculó para el período del día en que el jurel se alimenta. Este período, para la zona centro-sur de Chile y en el invierno, se encuentra aproximadamente entre las 18:00 y las 03:00 horas (Arancibia et al., MS).

De los antecedentes previos se obtuvo un valor de electividad (E) de 0,21 para eufáusidos. Una cuasi-evitación a un determinado taxón de presas, supone que E tiende a -1; una electividad positiva puede alcanzar un valor máximo de +1, y un valor cercano a 0 supone que el taxón se encuentra prácticamente en la misma proporción en el contenido estomacal y en el ambiente, por lo que no existe electividad. El resultado encontrado para los eufáusidos se puede interpretar como una electividad moderada a baja de esta presa por el jurel.

Se infiere entonces, que probablemente para la población de jurel los eufáusidos no constituyeron un recurso alimentario limitante en la época y área prospectada. Esta inferencia se apoya no sólo en estos resultados, sino también en que la población de jurel constituye prácticamente sólo una unidad trófica ontogenética en la zona centro-sur. Por el contrario, cuando los recursos alimentarios son limitantes, la competencia por el alimento se evita con la segregación trófica por tamaño, lo que no ocurre con el jurel.

## **5.4 OCEANOGRAFIA FISICA**

*D. Figueroa, M. Sobarzo, L. Soto y P. Dávila*

### **5.4.1 Batimetría de la zona de estudio**

Utilizando la información obtenida con el ecosonda del B/I Abate Molina se graficó en la figura 41 la batimetría de la zona de estudio. Se observa la presencia del talud, muy agudo frente al Golfo de Arauco y ligeramente más suave en el área norte de la zona de estudio. Se vislumbra también, aunque no tan claramente, que la plataforma continental se ensancha frente al golfo. La figura muestra también la posición de las transectas del muestreo a microescala. Puede apreciarse que éstas cortan la cota de 400 m en el talud. El área ubicada más al norte es "El Maní", en tanto que la zona de control es la que está al sur, casi en los 38°S.

### **5.4.2 Condiciones atmosféricas**

#### **5.4.2.1 Variables meteorológicas**

Las características de las variables atmosféricas: intensidad y dirección del viento, temperatura seca y húmeda, presión, nubosidad, y estado del mar, se registraron a bordo del B/I Abate Molina. La figura 42 y la tabla 33 resumen esta información meteorológica.

La temperatura superficial del aire se mantuvo homogénea, con una media de 13°C en la parte norte del área de estudio. Hacia la zona sur descendió, alcanzando una media de 11°C (Figura 34).

La figura 43 muestra las condiciones imperantes durante los dos muestreos de microescala. De nuevo, no se aprecian grandes variaciones en la temperatura media del día.

#### **5.4.2.2 Detalle de los vientos**

Las zonas norte y sur se caracterizaron por condiciones de viento de alta intensidad (media 14,2 y 13,8 n respectivamente), con predominancia de la dirección noroeste. Además, en este crucero se registraron temporales en tres ocasiones, los que impidieron la realización de algunas estaciones oceanográficas (Tabla 33).

Tanto en las zonas "El Maní" y Control, los períodos de muestreo tuvieron lugar al día siguiente de un temporal. En la zona de El Maní el viento se caracterizó por tener baja intensidad (3,5 nudos de promedio). En cambio en la zona de control, la intensidad del viento fue sensiblemente mayor (media de 12,6 nudos). En el Maní predominó el viento norte, mientras que en la zona de control el viento sur fue predominante (Figura 43).

La figura 44 muestra la dirección de los vientos durante el muestreo regular en la zona de estudio, mediante un diagrama en forma de flechas. Es importante recordar que lo que se observa no es una visión instantánea, sino que entre la primera y la última estación hay un lapso de un mes completo. A pesar de la falta de contemporaneidad, se pueden obtener las siguientes conclusiones del diagrama mencionado: (i) existe clara predominancia de vientos del oeste, (ii) durante los tres temporales sopló viento del NW, y (iii) en general, las estaciones más oceánicas registraron vientos más intensos que las costeras.

**Tabla 33.** Condiciones atmosféricas en la zona de estudio.

Días	Dirección Viento	Vel. Viento (nudos)	Temp. media °C	Altura Olas (m)	Tiempo
Zona Norte: 16 al 28 de Julio					
16	NE	9,0	13,0	3,5	Nublado
17	S	9,0	13,0	3,5	Nublado
18-20	NW	19,5	12,0	5,3	Temporal
21	S	16,6	13,0	6,0	Nublado
22-24	NW	14,3	13,0	6,6	Temporal
25-26	S	11,5	10,0	4,2	Nublado
27-28	NW	13,0	12,5	3,5	Nublado
Zona Sur: 1 al 16 de Agosto					
01-03	SW	13,3	12,0	4,3	Nublado
04-05	NW	19,5	11,0	4,7	Nublado
06-07	NW	12,5	12,0	4,0	Nublado
08	S	15,0	11,0	4,0	Nublado
09-11	NW	12,3	11,0	3,6	Nublado
12-14	NW	20,6	12,0	7,3	Temporal
15-16	S	10,5	11,0	3,7	Parcial



### 5.4.3 Muestreo Regular

Para el análisis de la información del muestreo regular se procedió a graficar los perfiles verticales de los parámetros crudos de temperatura, salinidad, oxígeno y  $\sigma_t$ , obtenidos mediante el CTD, ordenados por transectas y desde la costa hacia las aguas más oceánicas.

En la representación gráfica de los perfiles de temperatura, salinidad, oxígeno y  $\sigma_t$  se utilizó un "software" de interpolación, empleando el método 'Kriging'. Del mismo modo se procedió en la presentación gráfica de las variables en el plano horizontal.

#### 5.4.3.1 Variables hidrográficas: Análisis horizontal (CTD)

Se entrega la distribución horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y  $\sigma_t$ , por estrato de profundidad.

##### a) Registros a 5 m de profundidad

Temperatura:

Se observa la presencia de un gradiente latitudinal que separa la zona de estudio en dos ambientes, ambiente costero más frío y un ambiente oceánico más templado, con una variación de 1,5°C en sólo 30 mn (Figura 45). Además, tanto en el ambiente costero como en el oceánico se observa una disminución de la temperatura de norte a sur, de alrededor de 1°C.

Salinidad:

En la figura 46 se observa la presencia de tres zonas cercanas a la costa, caracterizadas por fuertes gradientes de salinidad. Esto es producto de las alteraciones que producen el aporte del río Itata, del río Biobío, y del sistema Toltén y Calle-Calle. Por otro lado, en la zona norte más oceánica, se observa la presencia de aguas más saladas (34,19), disminuyendo la salinidad gradualmente hacia el sur (33,89).

Oxígeno disuelto:

Debido a la escasa variación horizontal a esta profundidad, se representó excepcionalmente isoconcentraciones de oxígeno disuelto en unidades no enteras de ml/l (Figura 47). Se observan varios núcleos de alta concentración de oxígeno (media de 5,8 ml/l) en la zona de estudio. Estos se encuentran preferentemente entre las 40 a 70 mn, en toda la zona de muestreo. Tanto en la cercanías de la costa como en la zona más oceánica se encontró niveles de concentración menor. Además, la

zona más austral del crucero se caracterizó por tener concentraciones de oxígeno mucho más altas (6,2 ml/l), que en el resto de la región de estudio (5,5 ml/l).

Sigma-t ( $\sigma_t$ ):

Del campo de densidad ( $\sigma_t$ ), se observa en la figura 48 que los valores mayores se encuentran en la zona norte ( $\sigma_t = 26$ ). Además, se aprecian tres núcleos de baja densidad, los cuales se deben al aporte de los ríos anteriormente mencionados.

Es interesante hacer notar que cerca de 37,5°S y 75,5°W se cierra una isopicna, generándose una celda anticiclónica. De la distribución de estaciones se deduce que la celda es real y no un resultado de la interpolación.

#### **b) Registros a 100 m de profundidad**

Temperatura:

En la figura 49 se observa que en la zona norte la temperatura es bastante homogénea, con rangos entre 11,2°C y 11,8°C (máxima). En tanto que para la zona más oceánica se puede apreciar un incremento de la temperatura (hasta 12,1 °C). En cambio para la zona sur, se tiene una disminución de la temperatura (hasta 10,3°C).

Salinidad:

En la figura 50 se observa la formación de una zona frontal norte-sur desde el extremo norte de la zona de muestreo regular hasta aproximadamente el Golfo de Arauco, con un fuerte gradiente este-oeste entre las 20 y 50 mn de la costa. Este frente divide la parte norte del área de estudio en dos ambientes, con la presencia de agua más salina en el ambiente costero (S media = 34,6) y menos salada en el ambiente oceánico (S media = 34,1). Es evidente la relación que existe entre la posición del frente y la batimetría. Se trata de agua ecuatorial subsuperficial (AESS), que avanza por la costa hacia el sur a esta profundidad. Del diagrama se observa su influencia (agua muy salina), hasta la altura del Golfo de Arauco, aproximadamente.

Desde el Golfo de Arauco al sur se observa características oceanográficas distintas a las existentes en la parte norte de la zona de muestreo regular. La separación entre la parte norte y la sur la forma un frente de dirección este-oeste que se forma a unos 38°S, ligeramente al sur del Golfo de Arauco. En esa zona convergen las AESS que son desviadas por la plataforma del Itata hacia el suroeste y las ASAA que vienen desde el sur. Esto se observa claramente también en el diagrama de oxígeno disuelto para esta profundidad.

Oxígeno disuelto:

De la concentración de oxígeno de la figura 51 se observa la tendencia de una zona frontal con un marcado gradiente, paralelo a la costa, entre 20 y 50 mn, que se aleja de la costa entre los 36° y 37°S. Además, se puede visualizar que la concentración de oxígeno a 100 metros de profundidad mantiene las mismas características de la estructura frontal observada con las variables salinidad y temperatura. Esto confirma la llegada de aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) por la costa, hasta los 37°S, aproximadamente, donde se encuentra con ASAA provenientes del sur.

Sigma-t:

En relación a  $\sigma_t$ , se observa en la figura 52 que, al norte del Golfo de Arauco, los valores de mayor densidad ( $\sigma_t = 26,4$ ) se encuentran en las zonas más costeras y disminuyen homogéneamente hacia el ambiente oceánico. Esta es otra evidencia de la llegada de las AESS. Valores más altos de  $\sigma_t$  se encuentran en la zona oceánica frente al Golfo de Arauco, asociados probablemente con aguas provenientes de la Deriva del Oeste.

### **c) Registros a 200 metros de profundidad**

Temperatura:

De la distribución horizontal de temperatura a 200 m de profundidad (Figura 53), se puede observar una lengua cálida costera (media de 11°C) hasta los 37°S, proveniente de la zona norte (AESS), y la penetración de aguas más frías de la zona sur (media de 10°C).

Salinidad:

En la figura 54 se observa una distribución horizontal de salinidad que confirma lo discutido para 100 m. La estructura presenta evidencias claras del flujo de las AESS hacia el sur, muy apegada a la costa, de su desviación hacia el suroeste por la plataforma del Itata, y de su encuentro con las ASAA al sur del Golfo de Arauco.

Oxígeno disuelto:

En la figura 55 se puede observar que esta zona se caracterizó por una estructura relativamente homogénea de oxígeno en la parte norte de la zona de muestreo regular (media de 1 ml/l). Se observan también: (a) la diferencia entre la región costera y la oceánica en la parte norte de la zona de muestreo regular, (b) la existencia de una zona frontal norte sur en la parte suroccidental de la zona de muestreo, y (c) el ya discutido frente este-oeste justo al sur del Golfo de Arauco. En particular se observa que a esta profundidad las ASAA penetran con una cuña costera en las AESS, justo al noroeste de Punta Lavapié.

Sigma-t:

La distribución horizontal de densidades a 200 m (Figura 56) muestra agua más liviana en el sector costero que en el oceánico. Esto parece contradecirse con los diagramas de salinidad y oxígeno disuelto para la misma profundidad, los que claramente muestran AESS en el sector costero, por lo menos hasta el Golfo de Arauco. Sin embargo, como se observa en la Figura 53, a esta profundidad el agua costera (AESS) está a mayor temperatura que el agua más oceánica (ASAA), lo que explica la menor densidad en el sector costero. Como es sabido, variaciones de temperatura afectan más a la densidad del agua de mar que variaciones de salinidad.

#### 5.4.3.2 Variables hidrográficas: Análisis vertical (CTD)

**Transecta 1** (Figura 57): Entre la superficie y unos 100 m de profundidad, la temperatura de esta transecta presenta valores entre 12 y 13°C, desde 70 mn hacia la costa. Sólo la estación 5 presenta una termoclina marcada entre 50 y 90 m. Entre 100 y 200 m de profundidad, la columna de agua es dominada por la isoterma de 11°C. Entre 200 y 500 m la temperatura desciende aproximadamente 1°C cada 70 m, desde 10°C hasta 6°C. En este rango de profundidad la temperatura aumenta hacia la costa, desde las 70 mn.

La estructura salina vertical muestra una penetración subsuperficial (de 100 a 400 m) de AESS de alta salinidad (>34,6) entre la costa y 60 mn. Entre la superficie y 100 m la salinidad aumenta desde 34,2 hasta 34,5, aumentando también hacia la costa.

El oxígeno en esta transecta muestra una distribución similar a la salinidad, lo que indica una fuerte relación entre ambas variables. El agua más salina, localizada entre 100 y 400 m de profundidad, lleva asociadas aguas de muy bajo contenido de oxígeno (1 ml/l). Estas aguas pobres en oxígeno tienen un espesor que va desde los 100 a los 420 m en la costa, hasta 200 a 300 m a 100 mn de la costa.

La densidad sigue en forma aproximada el comportamiento de la salinidad, con valores entre 25,4 y 27,0, y una picnoclina presente sólo en la estación 5.

De esta forma, la temperatura, la salinidad, el oxígeno y la densidad, muestran la penetración de AESS hacia el sur, con su núcleo cercano a la costa y a la profundidad del quiebre de la plataforma continental (200 m).

**Transecta 2** (Figura 58): Con respecto a la transecta 1, las altas temperaturas superficiales provenientes del noroeste (14

y 15°C), han desaparecido. No se aprecian termoclinas fuertes y la temperatura sobre los 100 m tiende a ser más isotermal hacia la costa.

Las AESS ocupan aproximadamente el mismo espesor que en la transecta 1. Sin embargo, las AESS mayores de 34,6 de salinidad se encuentran en toda la extensión del perfil en profundidad, mientras que las AESS mayores de 34,7 ocupan profundidades menores (entre 80 y 250 m).

Del mismo modo que la isohalina de 34,6, la mínima de oxígeno (<1 ml/l) ocupa un mayor espesor de la columna de agua que en la transecta anterior (80 a 420 m en la costa y 130 a 300 m a 100 mn).

El campo de densidad prácticamente no presenta pendiente desde las 40 mn costa afuera. En cambio, desde las 40 mn hacia la costa, las isopicnas tienden a abrirse, lo que indica la presencia de una corriente subsuperficial hacia el sur.

**Transecta 3** (Figura 59): La isoterma de 13°C prácticamente ha desaparecido. No existe termoclina y las isotermas de 11 y 12°C ocupan hasta cerca de los 200 m de profundidad. Bajo los 200 m la temperatura desciende a una tasa aproximadamente constante. Además, en este nivel de profundidad y desde las 40 mn hacia la costa, la temperatura tiende a aumentar.

La isohalina de 34,7 ocupa un estrato que abarca toda la transecta, con mayor espesor hacia la costa.

El mayor espesor en las aguas de alta salinidad también se ve reflejado en la mínima de oxígeno. Las aguas pobres en oxígeno (< 1 ml/l) se ubican entre 120 y 400 m en toda la transecta.

La isopicna de 25,8 prácticamente ha desaparecido. Además, desde las 40 mn hacia la costa no se presenta la misma tendencia de separación de las isopicnas que se observó en las transectas de más al norte.

**Transecta 4** (Figura 60): Las isotermas de 11 y 12°C dominan los 200 m superiores de la columna de agua en toda esta transecta. En superficie, y desde el oeste (entre 60 y 100 mn), aparece una nueva lengua de aguas más cálidas, con temperatura entre 13 y 14°C. Bajo los 300 m de profundidad la tasa de descenso de la temperatura es relativamente constante en toda la transecta.

Las isopicnas nuevamente muestran una tendencia a separarse desde las 40 mn hacia la costa, y entre 80 y 300 m de profundidad. La densidad fluctúa entre 26 y 27, con las aguas del sector oceánico levemente más livianas (25,6 a 25,8).

**Transecta 6** (Figura 61): En la superficie hay un mínimo de temperatura ( $T < 13^{\circ}\text{C}$ ) a unas 20 mn de la costa. Las isotermas de  $11$  y  $12^{\circ}\text{C}$  están a unos 100 m de profundidad en la parte oceánica, y se abren desde las 40 mn hacia la costa. En las zona cercana a la costa se observa agua relativamente homogénea (AESS) entre 100 y 200 m de profundidad, aproximadamente. Bajo los 200 m, y desde las 70 mn hacia la costa, la temperatura tiende a ser levemente más alta (unos  $0,5^{\circ}\text{C}$ ) que en la parte oceánica de la región de estudio.

Se encuentra salinidades mayores de 34,7 más cerca de la costa que en las transectas de más al norte (menos de 20 mn). Ellas se encuentran cercanas al quiebre de la plataforma continental (200 m de profundidad). Aunque las AESS de salinidad mayor que 34,6 ocupan el estrato de 100 a 300 m, se encuentran confinadas a las primeras 30 mn de la costa.

Las aguas pobres en oxígeno tienen su núcleo cercano a la costa ( $< 30$  mn), aunque también se les encuentra en estaciones más oceánicas, entre unos 200 y 350 m de profundidad.

Bajo los 200 m de profundidad las isopícnas tienden a hundirse hacia la costa. Sobre los 150 m y también hacia la costa, las isopícnas tienden a ascender.

**Transecta 7** (Figura 62): La estructura térmica vertical se presenta más irregular en esta transecta. La isoterma de  $13^{\circ}\text{C}$  se profundiza, retirándose hacia el oeste con respecto a la transecta anterior. Las isotermas de  $11$  y  $12^{\circ}\text{C}$  dominan el estrato entre los 70 y 200 m, a excepción de la estación 34, que presenta una fuerte termoclina entre 60 y 90 m. Bajo los 250 m el campo térmico transversal a la costa presenta un gradiente que indica aguas más cálidas hacia la costa.

El campo salino transversal a la costa también aparece deformado por la estación 034 (cerca de 65 mn de la costa), la cual introduce bajas salinidades. De esta forma, las AESS tienden a separarse en una rama costera con salinidad mayor de 34,6, desde 60 mn hacia la costa y entre 80 y 350 m de profundidad, y una rama más oceánica de iguales salinidades ubicada desde las 80 mn hacia el oeste y entre 120 y 320 m de profundidad.

La distribución transversal de oxígeno sigue la tendencia de la salinidad. En la estación 034 tiende a aumentar el contenido de oxígeno en la columna de agua, especialmente entre 100 y 400 m.

El efecto de la estación 034 también se refleja en el campo de densidad transversal a la costa, especialmente sobre los 150 m de profundidad. En esta estación las isopícnas tienden a hundirse, indicando la presencia de aguas relativamente más livianas. Bajo los 200 m y hacia la costa las isopícnas se hunden, indicando aguas más livianas cercanas a la costa.

**Transecta 8** (Figura 63): A 70 mn de la costa se mantiene el bolsón de aguas más cálidas (cerca de 14°C) observado en la transecta 6. La isoterma de 11°C domina el estrato entre 100 y 200 m. Sin embargo, desde las 30 mn hacia la costa esta isoterma se hunde, indicando la presencia de aguas más cálidas. Esta tendencia de las isotermas de hundirse hacia la costa se presenta también entre los 200 y 500 m de profundidad, indicando una columna de agua más cálida hacia la costa.

La distribución transversal de salinidad indica la presencia de AESS de salinidad sobre 34,6 más cercanas a la costa (menos de 40 mn) y sin apreciarse hacia el océano, como en la transecta anterior. Además, se observan aguas de baja salinidad (menos de 34,0), afectando los primeros 20 m desde la costa hasta 15 mn mar afuera. Estas aguas de baja salinidad provienen de los ríos costeros de la zona (posiblemente el río Maule).

La distribución transversal de oxígeno muestra aguas con concentraciones menores a 1 ml/l, abarcando toda la transecta, con un espesor que aumenta hacia la costa, alcanzando entre 100 y 400 m de profundidad.

La sección de densidad es similar a la transecta 7, con un hundimiento de las isopicnas cerca de 70 mn costa afuera. Desde 40 mn hacia la costa las isopicnas de 26,4 y 26,6 tienden a separarse, ocupando el talud continental entre 100 y 300 m de profundidad.

**Transecta 10** (Figura 64): Nuevamente a 70 mn de la costa se presenta una deformación de la sección transversal de temperatura. En este caso se debe al ascenso de la isoterma de 10°C en la estación 047. Las aguas superficiales cercanas a 14°C se sitúan hacia el oeste. La tendencia de las isotermas a hundirse hacia la costa es mucho más leve que en la transecta 8.

La sección transversal de salinidad se ve dominada por aguas de salinidad menor que 34,1 hasta prácticamente los 100 m de profundidad, lo que no se apreció en las transectas de más al norte. Desde 30 mn hacia la costa se presentan dos fenómenos: por un lado, se observan aguas superficiales (sobre los 20 m) con salinidad extremadamente baja (cercanas a 33,0), provenientes de ríos costeros; por otro lado, persisten las aguas superficiales (entre 100 y 300 m) más salinas provenientes desde el norte. Estos dos hechos generan fuertes haloclinas entre 10 y 100 m de profundidad sobre la plataforma continental, que tiene un ancho cercano a las 17 mn en esta zona.

Aguas de densidad menor que 25,6 dominan los 50 m superficiales, especialmente desde las 17 mn hacia la costa. A diferencia de la transecta 8, las isopicnas se levantan cerca de las 70 mn de la costa, lo que indica la presencia de aguas relativamente más pesadas.

**Transecta 11** (Figura 65): En esta transecta desaparecen las aguas cercanas a 14°C y la isoterma de 13°C tiende a retirarse hacia el oeste. Bajo los 100 m de profundidad y desde 70 mn hacia la costa las isotermas tienden a hundirse, indicando la presencia de aguas más cálidas hacia la costa. Las aguas superficiales costeras menos salinas (menos de 34,0) tienden a desaparecer. Sin embargo, la isohalina de 34,1 ocupa los primeros 100 m superficiales, desde 50 mn costa afuera. Entre 100 y 400 m de profundidad reaparecen nuevamente aguas de salinidades mayores que 34,6, ocupando toda la transecta. Esta distribución provoca fuertes haloclinas entre 40 y 120 m.

Las isopicnas muestran dos tendencias claras desde 70 mn hacia la costa. En los primeros 150 m superficiales las isopicnas tienden a ascender hacia la costa, lo que indica la presencia de aguas más pesadas. En cambio, bajo los 150 m las isopicnas se hunden hacia la costa, indicando aguas más livianas.

**Transecta 12** (Figura 66): La isoterma de 13°C prácticamente ha desaparecido. No se observan gradientes transversales a la costa.

La isohalina de 34,0 domina los primeros 50 m superficiales. Además, reaparecen aguas de baja salinidad (menos de 34,0) entre 10 y 30 mn de la costa. Las AESS se observan claramente entre 80 y 350 m a lo ancho de toda la transecta. Esta distribución genera haloclinas fuertes entre 30 y 130 m de profundidad. La haloclina sigue tendiendo a hundirse hacia el océano.

Hay un leve aumento del espesor de la capa subsuperficial pobre en oxígeno. La oxiclina presenta el mismo comportamiento de la haloclina.

**Transecta 13** (Figura 67): En esta transecta reaparece la isoterma de 13°C pegada a la costa y desde las 80 mn hacia el oeste. Bajo los 200 m prácticamente toda la transecta presenta una leve disminución de la temperatura con respecto a la transecta 12.

Las AESS se ubican ahora entre 100 y 300 m de profundidad hasta las 80 mn de la costa. En los primeros 50 m superficiales y desde 30 mn hacia la costa, se observan salinidades extremadamente bajas, debido a la presencia del río Bío-Bío.

Tanto las mínimas de oxígeno como las salinidades mayores a 34,6 indican que las AESS cubren el fondo de toda la terraza del



Itata durante esta época del año. La distribución de densidad muestra aguas extremadamente livianas desde 20 mn hacia la costa y en los primeros 30 m superficiales. Bajo los 200 m de profundidad no se observan gradientes laterales de densidad.

**Transecta 14** (Figura 68): Bajo los 100 m de profundidad la columna de agua presenta temperaturas menores de 12°C, fundamentalmente desde las 60 mn hacia el oeste. El dominio de la isoterma de 11°C se restringe en su espesor, ubicándose cercana a los 100 m de profundidad.

La distribución de salinidad presenta una fuerte diferencia con la transecta 13. Las aguas con salinidad mayor que 34,6 se restringen a un núcleo entre 100 y 300 m de profundidad, entre 30 y 70 mn de la costa. Un débil núcleo con salinidad mayor de 34,7 se ubica entre las 50 y 60 mn, a una profundidad cercana a 180 m. Las AESS con salinidad sobre 34,5 se ubican desde 100 mn hacia la costa. Al igual que más al norte, se presentan aguas de baja salinidad en la superficie cerca de la costa (30 mn).

La distribución transversal de oxígeno sigue la tendencia de la salinidad. Las AESS se restringen desde la costa hasta las 80 mn, ocupando un espesor entre 120 y 350 m de profundidad.

**Transecta 15** (Figura 69): La isoterma de 12°C domina los primeros 80 m de profundidad. Las isotermas de 10 y 11°C se abren hacia la costa desde las 120 mn, ocupando un estrato entre 100 y 200 m e indicando aguas un poco más cálidas.

La distribución transversal de salinidad muestra la disminución del núcleo con aguas de salinidad sobre 34,5 y 34,6. Salinidades mayores a 34,7 desaparecen. En la superficie se observan aguas costeras con salinidades bajo 33,8. El espesor de la capa de AESS con bajo contenido de oxígeno también disminuye.

Mientras que la tendencia superficial de las isopícnas se mantiene, se debilita la tendencia a hundirse bajo los 200 m.

**Transecta 16** (Figura 70): Aguas continentales de bajas salinidades ocupan los primeros 50 m de profundidad hasta cerca de 50 mn de la costa. Las AESS se restringen a un espesor entre 200 y 350 m de profundidad, continuando hasta 110 mn de la costa.

La distribución transversal de oxígeno sigue la tendencia de la salinidad, con una oxiclina débil entre 50 y 200 m que tiende a profundizarse hacia el océano. Las aguas pobres en oxígeno se restringen a un núcleo ubicado a 90 mn de la costa y cercano a los 200 m de profundidad.

El campo de densidad muestra una pícnoclina cercana a los 100 m de profundidad, con tendencia a ascender hacia la costa.

**Transecta 17** (Figura 71): Bajo los 150 m las isoterms tienden a hundirse hacia la costa, indicando aguas más cálidas. Entre 90 y 100 mn de la costa y bajo los 150 m de profundidad, es posible observar un frente térmico paralelo a la costa, si bien esto debe tomarse con cautela, pues hay sólo dos perfiles que indicarían la presencia de este frente.

Prácticamente toda la capa superficial hasta los 60 m presenta salinidades menores que 33,9. Aguas de salinidad sobre 34,5 se mantienen entre 100 y 320 m de profundidad y hasta las 120 mn de la costa.

En esta transecta reaparecen las aguas pobres en oxígeno entre 130 y 300 m de profundidad, y desde las 50 mn hacia la costa. Otro pequeño núcleo se ubica cerca de 100 mn de la costa. El frente térmico entre 90 y 100 mn va acompañado también por un frente en la distribución lateral de oxígeno bajo los 300 m de profundidad.

**Transecta 18** (Figura 72): Una clara termoclina ocupa toda la transecta a una profundidad entre 70 y 100 m. La isoterma de 10°C se vuelve a profundizar, ubicándose cerca de los 200 m.

Las AESS de salinidad sobre 34,6 se ubican desde las 45 mn hacia el oeste, y entre 150 y 300 m de profundidad.

La distribución de oxígeno sigue la tendencia de la salinidad.

**Transecta 19** (Figura 73): Sólo 3 estaciones forman esta transecta. Las isoterms de 10 y 12°C tienden a abrirse hacia la costa. La isoterma de 9°C se aprecia ahora en 200 m de profundidad, indicando un enfriamiento general de la columna de agua bajo los 200 metros de profundidad.

Una nueva lengua de aguas de baja salinidad se ubica cercana a la costa y en los primeros 20 m superficiales. Aguas de salinidad mayor que 34,5 son apenas perceptibles en cerca de 200 m de profundidad.

Aguas de bajo contenido de oxígeno se ubican en el quiebre de la plataforma continental.

Sobre los 150 m de profundidad las isopícnas tienden a ascender hacia la costa. Se aprecia aguas superficiales (20 m superiores) de baja densidad entre la costa y 20 mn hacia el océano.

**Transecta 20** (Figura 74): La isoterma de 12°C ocupa los 80 m superiores. La isoterma de 10°C ha ascendido a cerca de 120 m de profundidad en las estaciones más oceánicas. Bajo los 100 m de profundidad la columna de agua se presenta más fría que hacia el norte.

Una fuerte dilución superficial se observa hasta casi 60 mn de la costa. AESS con salinidad de 34,5 se ubican entre 150 y 350 m de profundidad, hasta 50 mn de la costa. Entre 500 y 600 m de profundidad aparece la isohalina de 34,3.

La distribución de oxígeno muestra un débil núcleo de aguas pobres en oxígeno (menos de 1 ml/l), pegadas a la costa y a una profundidad de 250 a 300 m.

El campo de densidad muestra las aguas superficiales más livianas pegadas hacia la costa (entre la costa y 40 mn). Bajo los 100 m de profundidad las isopícnas muestran una leve tendencia a hundirse hacia la costa.

**Transecta 21** (Figura 75): Prácticamente no queda agua a 12°C. La isoterma de 10°C, que en la transecta 1 se ubicaba entre 200 y 250 m de profundidad, en esta transecta se ubica entre 100 y 120 m, esto es, casi 100 m más superficial. Bajo los 600 m de profundidad aparece la isoterma de 5°C.

La isohalina de 33,9 ocupa prácticamente los 80 m superficiales, desde las 40 mn hacia el océano. En la superficie se mantienen las aguas costeras de baja salinidad. Entre 200 y 350 m todavía se encuentran aguas con salinidad de 34,5.

Aguas pobres en oxígeno ( $\approx 1$  ml/l), son levemente perceptibles en cerca de 250 m de profundidad y alrededor de 110 mn de la costa. Aguas con contenido de oxígeno cercano a 6 ml/l se ubican en superficie y hacia la costa.

Las isopícnas muestran aguas superficiales menos densas desde 50 mn hacia la costa. La picnoclina se presenta alrededor de los 100 m de profundidad. Bajo los 150 m las isopícnas se disponen en forma aproximadamente horizontal.

#### **5.4.3.3 Circulación sugerida por la hidrografía**

A partir de la información hidrográfica se sugiere el siguiente esquema para la circulación oceánica en el área de muestreo.

##### **a) Circulación a 100 m**

A partir de la distribución de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t, se determinó el patrón de circulación descrito en la figura 76. En ésta se puede indicar, en primer lugar, la existencia de un flujo costero hacia el sur, desde 32°S hasta unos 37°S. Este flujo está caracterizado por altos valores de salinidad (mayores que 34,6), bajo contenido de oxígeno (menor

a 1,6 ml/l) y densidades cercanas a 26,4. Por sus características hidrográficas esta corriente corresponde a AESS. En este nivel de profundidad, el Agua Ecuatorial Subsuperficial sube sobre la terraza del río Itata y desaparece al sur del cañón del río Bio-Bío, generando un frente salino de orientación noroeste frente a Punta Lavapié. Véase al respecto la distribución horizontal de salinidad a 200 m. Este frente también se aprecia en la distribución horizontal de oxígeno. Para ello véase la distribución horizontal de oxígeno a 200 m.

Se plantean dos posibilidades para explicar la distribución de las AESS:

1. Ellas quedan retenidas sobre la plataforma, o
2. Más probablemente, al alcanzar el cañón del río Bío-bío se hunden, siguiendo la isobata del cañón hacia océano abierto.

Esta rotación hacia el oeste de un flujo que se dirige hacia el sur es coherente con el teorema de conservación de la vorticidad potencial.

#### **b) Circulación a 200 m**

El patrón de circulación sugerido por las distribuciones horizontales de salinidad, oxígeno, temperatura y  $\sigma_t$  es el siguiente (Figura 77):

1. El AESS es más ancha en el nivel de 100 m, abarcando prácticamente hasta los 38°S, con una clara penetración hacia el sur entre 75° y 76°W.
2. El agua ecuatorial que avanza hacia el sur en este nivel de profundidad se vé incrementada por el aporte de aguas provenientes de la terraza del Itata, que se hunden al llegar al cañón del Biobío y se deflecan hacia el oeste. Esta situación genera un frente al oeste de Punta Lavapié en las tres variables estudiadas, debido al encuentro de AESS con ASAA provenientes del sur.
3. Las ASAA proveniente del sur avanzan pegadas a la costa, generando un frente de disposición noroeste, frente a Punta Lavapié. Esta cuña de ASAA es claramente observable en la distribución horizontal de oxígeno disuelto a 200 m (ver figura 55).

#### 5.4.3.4 Comparación con hidrografía obtenida en cruceros anteriores

A fin de comparar las condiciones oceanográficas encontradas durante el presente crucero con aquellas observadas en años anteriores, se muestra en las figuras 78 a 89 las distribuciones horizontales de las variables temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, correspondientes a las profundidades 10, 100, 150 y 200 m durante los cruceros de otoño o invierno de los años 1992, 1993 (Serra *et al.*, 1994a, 1994b) y 1994 (Presente informe). Las profundidades de comparación, salvo la de 10 m, han sido elegidas de modo de obtener información sobre la interacción de las AESS y las ASAA.

**Comparación a 10 m:** Las figuras 78 a 80 muestran la distribución horizontal a 10 m de profundidad de la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, respectivamente, durante los tres cruceros mencionados. Se observa que a esa profundidad la temperatura durante el crucero en estudio fue sensiblemente menor que durante los dos años pasados. El oxígeno disuelto fue mucho más homogéneo y con más altos valores que durante los dos cruceros pasados. La salinidad, en cambio, no muestra a esta profundidad diferencias sensibles con respecto a años anteriores.

**Comparación a 100 m:** Las figuras 81 a 83 muestran las distribuciones recién mencionadas a 100 m de profundidad. Se observa que la zona costera muestra en este año valores muy altos de salinidad y muy bajos de oxígeno disuelto desde su extremo norte hasta poco más al sur del Golfo de Arauco. Esto indica claramente que las AESS viajaron hacia el sur en un flujo muy intenso pero a la vez muy angosto, apegado a la costa. Se observa también que el frente este-oeste que tiende a formarse al sur del Golfo de Arauco, a una latitud cercana a los 38°S, fue este año mucho más marcado que en años anteriores, estableciéndose más claramente que en años anteriores regímenes distintos al norte y al sur de esa latitud. Este efecto es particularmente notable en la distribución de oxígeno disuelto.

**Comparación a 150 m:** Las figuras 84 a 86 muestran las distribuciones horizontales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, respectivamente, a 150 m de profundidad durante los tres cruceros mencionados (durante el crucero de 1992 no se midió oxígeno disuelto a esta profundidad). Las características mencionadas para 100 m se repiten aquí: durante este crucero el flujo de AESS costero hacia el sur fue más intenso que durante los dos cruceros de invierno anteriores, y el frente que se origina al sur del Golfo de Arauco fue más marcado. La

distribución de salinidad a esta profundidad muestra que durante el crucero de 1992 prácticamente no hubo frente, y las AESS pasaron hasta 40°S sin encontrarse con las ASAA. Durante el crucero del año 1993 aparentemente se estructuró un frente débil, aunque este resultado es cuestionable, pues en ese año se realizaron pocas mediciones en el área, debido a mal tiempo. Durante el crucero del año 1994, sin embargo, se observa claramente un frente muy marcado, el cual muestra incluso que las ASAA formaron una cuña hacia la zona de las AESS.

**Comparación a 200 m:** Las figuras 87 a 89 muestran las distribuciones horizontales de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, respectivamente, a 200 m de profundidad durante los tres cruceros mencionados. Las conclusiones son las mismas anteriores, salvo que el frente al sur del Golfo de Arauco es más débil, lo que se observa más claramente en la distribución de oxígeno disuelto, puesto que a esta profundidad la proporción de ASAA es menor que a 150 m.

#### **5.4.3.5 Profundidad de la capa de mezcla y base de la termoclina**

La figura 90 muestra la distribución horizontal de la profundidad de mezcla. Como se observa, esta profundidad varió entre 20 y 80 m durante el crucero, aumentando en forma relativamente uniforme de norte a sur.

Se observa una relación evidente entre la profundidad de mezcla y la batimetría, lo que no resulta anormal. Sin embargo, no parece existir una relación directa entre la profundidad de mezcla y el viento, o por lo menos con el viento instantáneo. En todo caso, las mayores profundidades de mezcla ocurrieron durante la gran tormenta encontrada en 38°S a 39°S.

En cuanto a la distribución horizontal de la profundidad de la base de la termoclina (Figura 91), se observa que la profundidad de la base de la termoclina varió entre 70 m y 110 m, y que estos valores son mayores en tanto más oceánica fue la estación de muestreo. Es interesante hacer notar que aparentemente no se tiene en este caso una variación norte-sur, por lo menos no es tan evidente como en el caso de la profundidad de mezcla.

En cuanto a la relación con el viento, se tiene básicamente los mismos elementos que para la profundidad de mezcla: hay una evidente relación con la batimetría, pero no se observa alguna relación con los vientos, salvo para el caso de la tormenta en 38°S a 39°S.

En cuanto a la intensidad del gradiente vertical de temperatura asociado a la termoclina, los mayores gradientes corresponden a

casos de temperatura superficial relativamente alta y existencia de una capa de mezcla. Los mayores valores encontrados de estos gradientes verticales son de unos 0,7°C/10 m.

#### 5.4.3.6 Análisis de estabilidad de la columna de agua

Dado que los perfiles verticales utilizados en este análisis alcanzan sólo hasta 600 m de profundidad, es suficiente calcular la estabilidad de la columna de agua según la expresión

$$E = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_t}{\partial \sigma_z}$$

El resultado de este cálculo se muestra, como ejemplo, en un perfil de estabilidad para cada estación hidrográfica de la transecta 15, frente al Golfo de Arauco (Figura 92).

A partir del análisis descriptivo general de las condiciones de estabilidad de la columna de agua se pueden destacar los siguientes aspectos:

1. La ubicación de la profundidad de la pycnoclina (identificada por estabilidades iguales o mayores a  $2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ ), presenta una fluctuación entre 20 a 120 m de profundidad. Esta variabilidad se presenta relacionada, a lo menos, con tres factores:

a) Factor batimétrico: la profundidad de ecosonda se encuentra relacionada (en algunas transectas) con la ubicación de la pycnoclina. Este es el caso de las transectas 1, 4, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21. En estas transectas la profundidad de la pycnoclina tiende a aumentar hacia el océano. De hecho, las estaciones más oceánicas (fuera de las 100 mn de la costa) frente a la Octava y Novena Región son las que presentan una mayor profundidad de la pycnoclina (alrededor de los 100 m de profundidad).

b) Factor stress de viento superficial: es probable que en otros casos la profundidad de la pycnoclina esté relacionada al stress de viento.

c) Factor latitudinal: probablemente relacionado con el stress de viento superficial, se presenta el hecho que las mayores profundidades de la pycnoclina (mayores de 60 m) se

encuentran hacia el sur de la transecta 8. En las estaciones ubicadas hacia el norte, la profundidad de la picnoclina se ubica entre 20 y 50 m de profundidad.

2. Gradientes verticales importantes en la densidad (estabilidad sobre  $0,2 \times 10^{-5} \text{ m}^{-1}$ ) tienden a desaparecer aproximadamente bajo los 200 m de profundidad. Esto indica que alrededor de los 250 m hacia abajo la columna de agua tiende a ser más homogénea.

3. Un doble máximo en la estabilidad es frecuente en las estaciones costeras al sur de la transecta 11. Esto se debe a que al máximo subsuperficial ya mencionado se agrega un máximo superficial provocado por las aguas livianas aportadas por ríos costeros. Esto genera un modo de picnoclina doble.

#### 5.4.3.7 Diagramas T/S

Para la identificación de la masas de aguas se graficó diagramas T/S para todas las estaciones con información hidrográfica. Se agrupó las curvas T/S por transectas, graficándose las estaciones de cada transecta en un sólo gráfico (Figura 93a hasta 93m).

Según los antecedentes de Robles et al. (1970), las condiciones oceanográficas frente a las costas chilenas muestran la siguiente caracterización en los primeros 1000 m de profundidad:

- 1) Aguas superficiales de origen subantártico (Aguas Subantárticas, ASAA). Asociadas a la Corriente de Humboldt o Corriente del Perú, que fluyen hacia el norte, caracterizadas por salinidades entre 34,2 y 34,8, y temperaturas que fluctúan entre  $11^{\circ}$  y  $19^{\circ}\text{C}$ , de acuerdo a la estación del año y la variación de la latitud.
- 2) Aguas Ecuatoriales Sub-Superficiales (AESS). Asociadas a la Contra-corriente Perú-Chile o Corriente de Günther, se encuentran entre 100 y 500 m de profundidad y se caracterizan por tener un máximo de salinidad de 34,8, un mínimo de oxígeno y temperatura de lenta variación entre  $15^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}$ .
- 3) Aguas Intermedias Antárticas (AIA). Se encuentran entre los 600 y 1000 m de profundidad, desplazándose anticiclónicamente hacia el norte. Su origen se encuentra en la zona de la convergencia antártica (frente polar). Estas aguas son bastante estables y se caracterizan por un mínimo de salinidad entre 34,2 y 34,4, temperaturas entre  $8^{\circ}$  y  $5^{\circ}\text{C}$ , y contenidos de oxígeno altos (1 a 3 ml/l) en ascenso hacia el sur.



- 4) Aguas Profundas del Pacífico (APP). Se encuentran bajo los 1000 m y se caracterizan por tener temperaturas menores a los 4°C y salinidades mayores a los 34,5.

Siendo 600 m la profundidad máxima de los perfiles utilizados en este análisis, es natural que en la mayoría de los diagramas T/S se observe la presencia de Agua Superficial Subantártica, Agua Equatorial Sub-superficial y Agua Intermedia Antártica. Los rangos de sus índices termosalininos son los siguientes:

a) para las ASAA el rango de temperatura y de salinidad fue de 10,6 a 13,0°C y de 33,90 a 34,30, respectivamente, los que se encuentran en las superficies isopícnas de 25,70 y 26,15.

b) para el AESS el rango de temperatura y salinidad fue de 9,0 a 11,8 °C y de 34,40 a 34,76, respectivamente, los que se posan sobre la superficies de densidad de 26,35 a 26,60.

c) el AIA tiene sus rangos de temperatura y salinidad entre 5 y 5,2°C y de 34,30 a 34,36, con sigmas entre 27,10 y 27,20.

A continuación se presenta las observaciones hechas para cada una de las transectas:

En la transecta 01 (Figura 93a) las temperaturas superficiales alcanzan valores entre 12 y 15°C. El AESS tiene un rango de salinidad de 34,4 a 34,7. En la transecta 02 las temperaturas superficiales alcanzan los 13°C y las salinidades del AESS alcanzaron valores de 34,5 a 34,7.

Las transectas 03 y 04 (Figura 93b) tienen los índices termosalininos más identificables y las aguas superficiales se encuentran cerca de los 13 a 15°C.

En la transecta 05 (Figura 93c) sólo es posible distinguir las masas de agua superiores. En la transecta 06 el AESS se presenta en rangos de 10 a 12°C de temperatura y de 34,5 a 34,7 de salinidad.

La transecta 07 (Figura 93d) presenta índices termosalininos bien definidos. En la transecta 08 se pueden distinguir dos puntos representativos del AESS, uno de 10,5°C y 34,6 y otro de 11,8°C y 34,7.

La transecta 09 (Figura 93e) posee el índice termosalinino del AESS alrededor de los 10°C de temperatura y 34,5 de salinidad. La temperatura superficial de las ASAA llega hasta los 14°C, aproximadamente. Esta temperatura se mantiene en la transecta 10, al igual que el índice termosalinino del AESS, a pesar de que éste presenta algunas variaciones, especialmente en la temperatura, la que disminuye a 9,5°C.

Las transectas 11, 12 y 13 (Figura 93f y 93g) son bastantes similares entre sí, mientras que en las transectas 14 a 17 (Figura 93h hasta 93k) es posible distinguir una sección costera y otra oceánica. En la parte costera de éstas es posible observar una disminución de la salinidad, producto del drenaje de los ríos, de 34,0 a 33,8.

En las transectas 19, 20 y 21 (Figura 93l y 93m) también se observan disminuciones de la salinidad en la superficie, siendo las más drásticas de 33,8 a 33,0.

#### 5.4.3.8 Anomalía del volumen específico

Usando la definición para la anomalía del volumen específico

$$\delta = \alpha_{stp} - \alpha_{35,0,p}$$

donde  $\alpha_{stp}$  es el volumen específico para cualquier terna S,T,p, y  $\alpha_{35,0,p}$  lo es en condiciones estándar, se calculó la anomalía para todos los perfiles verticales con información hidrográfica disponibles del Crucero.

Los perfiles verticales obtenidos, graficados y ordenados según transectas (como ejemplo se muestra la gráfica de la transecta 15 en la figura 94), permiten deducir que la anomalía del volumen específico varió en general entre  $160 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  en la superficie y  $40 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$  a 600 m de profundidad, con un mínimo relativo ubicado entre 80 y 100 m de profundidad.

En general, las mayores variaciones ocurren en la capa superficial, hasta los 100 o 250 m. Sin embargo, en muchos de los casos es posible apreciar una capa homogénea desde la superficie hasta una profundidad que puede variar de 30 a 100 m. En la mayoría de las transectas es posible observar en la capa superficial una disminución de la anomalía desde la parte oceánica hacia la costa.

#### 5.4.3.9 Anomalía geopotencial

Se calculó la anomalía geopotencial mediante la fórmula tradicional:

$$\Delta\phi = \sum_i \delta_i (\Delta p)_i$$

donde  $\delta$  es la anomalía del volumen específico, p es la presión, y se suma sobre cada estrato horizontal, desde cierto nivel de referencia hasta la superficie. En este caso se calculó a 10 db, referida a 600 db.

En el corte horizontal a 10 db de la anomalía geopotencial (Figura 95) se observa una distribución que varía de 8,3 a 8,7  $\text{m}^2/\text{s}^2$ . Entre los 32°S y 34°S la anomalía geopotencial es menor,

variando entre 8,3 y 8,4  $m^2/s^2$ , aumentando cerca de los 35°S. Además, en el sector comprendido entre los 36°S y 38°S se observa un aumento de la anomalía de 8,5 a 8,6  $m^2/s^2$ , desde el centro del sector de estudio en esa latitud (situado a los 75°W) hacia ambos lados. Más al sur (38,5°S) la distribución no varía latitudinalmente, siendo de 8,5  $m^2/s^2$ .

#### **5.4.3.10 Existencia de inversiones térmicas**

La figura 96 muestra las estaciones en que se observó una inversión de por lo menos 1°C en la distribución vertical de la temperatura. En la figura se muestra también, en decenas de metros, la profundidad en la cual está centrada la inversión térmica. Un número cero (0) indica que no se observó una inversión de temperatura en esa estación.

Se tiene básicamente inversiones térmicas en la zona norte del área de estudio (primeras dos transectas), al oeste del Golfo de Arauco (75°-76°W, 37°S) y al suroeste de éste (74°-75°W, 38,5°-39,5°S).

Es interesante señalar que durante la presente campaña de mediciones se encontró una mayor cantidad de inversiones térmicas que en campañas similares de años pasados, si se usa el umbral de 1°C como indicador de existencia de una inversión. Para ello, obsérvese la figura 97, donde se muestra la presencia de inversiones de por lo menos 1°C durante las campañas de invierno 1992, invierno 1993 y la presente campaña (invierno 1994). Se observa que durante la presente campaña se encontró 16 casos de inversiones, comparada con 4 y 3 casos los años 1992 y 1993, respectivamente.

La distribución espacial de las inversiones térmicas también es distinta: en tanto que las pocas inversiones del año 1992 se distribuyeron en forma relativamente uniforme, y las del año 1993 se ubicaron mas bien en la parte central de la zona de muestreo, durante la campaña de 1994 la mayor parte de las inversiones se concentró en la zona al oeste y al sur del Golfo de Arauco.

#### **5.4.4 Análisis de los registros continuos superficiales (EPCS)**

##### **5.4.4.1 Descripción**

De la información proporcionada por el Electronic Plankton Counter System (EPCS), sistema de registro continuo de posición, tiempo, temperatura, salinidad, oxígeno, fluorometría y flujo de material particulado, a la profundidad de 5 metros, se digitalizó aquella correspondiente al valor de esas variables cada media hora.

La figura 98 muestra el trayecto de la embarcación durante el tiempo de operación del EPCS en este crucero y la densidad de puntos obtenida mediante la digitalización.

La información digitalizada se representó gráficamente para el área global de estudio, con un software de interpolación que utiliza el método Kriging.

#### **5.4.4.2 Resultados**

De las variables medidas se discuten los resultados de temperatura y salinidad.

##### **a) Distribución horizontal de temperatura a 2,5 m**

En toda el área de estudio la distribución de temperatura superficial del mar (Figura 99) muestra concordancia con estudios de macroescala realizados con anterioridad en el Océano Pacífico Sur-oriental durante la misma estación del año (Knauss, 1978).

Los datos del presente crucero indican que en toda la latitud de la zona de estudio y al este de  $80^{\circ}\text{W}$ , las isotermas superficiales que dominan son las de  $12$ ,  $13$  y  $14^{\circ}\text{C}$ . La distribución encontrada por Knauss (1978) al oeste de los  $90^{\circ}\text{W}$ , tiende a cambiar hacia la costa, según los resultados del crucero. A medida que nos acercamos a la costa las isotermas superficiales ya no se disponen perpendiculares a la costa, sino a lo largo de ella (especialmente la isoterma de  $13^{\circ}\text{C}$ ). Esto puede deberse a dos procesos:

- 1) efecto de aguas frías provenientes de ríos costeros
- 2) fenómenos de surgencia, los que también tienden a disminuir la temperatura en la costa

Debido a que este estudio se realizó en invierno, es probable que el enfriamiento costero superficial esté más relacionado al efecto de las aguas continentales.

Aguas con temperaturas mayores a  $14^{\circ}\text{C}$  tienden a desaparecer al sur de los  $36^{\circ}\text{S}$ , en cambio la isoterma de  $13^{\circ}\text{C}$  se extiende por toda la costa al norte de los  $36^{\circ}\text{S}$ .

##### **b) Distribución horizontal de salinidad a 2,5 m**

La alteración del campo salino superficial es más drástico que en el caso de la temperatura (Figura 100). Sólo al norte de los

35°S la isohalina de 34,0 se dispone perpendicular a la costa. Al oeste de los 75°W las isohalinas se disponen a lo largo de la costa, centradas en núcleos particulares asociados a ríos costeros.

Tomando como referencia la isohalina de 33,5, el efecto de las aguas continentales en su extensión costa afuera aumenta hacia el sur (especialmente entre 35°S y 37,5°S), llegando hasta aproximadamente los 75°W, cerca de 60 mn frente a Punta Lavapié.

Los tres grandes núcleos costeros de baja salinidad se ubican en las latitudes 35,7°S, 37°S y 39°S, y corresponden a las latitudes de las desembocaduras de los ríos Itata, Bío-bío y Toltén, respectivamente.

#### **5.4.5 Dinámica de la zona de muestreo regular**

##### **5.4.5.1 El esfuerzo del viento**

Conocida la influencia que el viento puede tener sobre la circulación superficial, se calculó su esfuerzo  $\tau$

$$\tau = C_{10} \rho U_{10}^2$$

donde  $C_{10}$  tiene la forma

$$C_{10} = (0,8 + 0,065 U_{10}) \times 10^{-3}$$

y  $\rho$  es la densidad del aire.

Si la velocidad del viento  $U_{10}$  está en m/s, entonces el esfuerzo se obtiene en  $N/m^2$ .

La figura 101 muestra el resultado de este cálculo, usando la información de vientos colectada por el B/I Abate Molina durante el crucero. Se observa claramente el esfuerzo que la atmósfera hizo sobre el océano durante las tres tormentas que ocurrieron durante el crucero. Particularmente eficiente en traspasar momentum al océano parece haber sido la tormenta del 12 al 14 de agosto, cuando el barco se desplazó en la zona de 38°S a 39°S, con vientos diarios promedio de alrededor de 21 nudos. También el temporal del 18 al 20 de julio parece haber sido efectivo en traspasar momentum al océano, cuando el barco estaba en la latitud 34°S. En cada uno de estos casos, se traspasaron al océano hasta 0,4  $N/m^2$  durante algunas decenas de horas. Su efecto sobre la circulación superficial del océano es notable, como se mostrará más adelante.

#### 5.4.5.2 Relación entre viento y profundidades de mezcla y de la termoclina

Se investigó la posible relación existente entre la intensidad del viento y la base de la termoclina, y entre la intensidad del viento y la profundidad de mezcla.

En la figura 102 se muestra el análisis para la dirección este-oeste y en la figura 103 para la dirección norte-sur. Se indica los componentes del vector intensidad del viento con respecto a la dirección desde la cual ellos inciden (de acuerdo con una convención meteorológica). Así, ejes x e y positivos indican vientos del este y del norte, respectivamente.

En la figura 102 predomina el viento oeste, mientras que en la figura 103 no existe predominancia de una dirección con respecto a la otra. Se observa además que, en general, los vientos en la dirección este-oeste son más leves que aquellos en la dirección norte-sur. Las intensidades del viento son mayores en este último caso, variando entre 0 y 22 nudos, y tienen tanto la dirección norte como la sur.

Como se observa de los gráficos mencionados previamente, no es posible encontrar una relación significativa entre la intensidad del viento y la profundidad de mezcla, ni entre la primera y la base de la termoclina. Este hecho, que parece sorprendente a primera vista, puede ser entendido si se toma en consideración que en el caso del crucero se dispone de un sólo dato de viento por estación, o sea se tiene en la práctica un valor instantáneo de la intensidad del viento. Dado que la escala de variación temporal del viento es mucho más pequeña que aquella en que varía, por ejemplo, la profundidad de la base de la termoclina, no debe esperarse que mediciones instantáneas de ambas variables estén correlacionadas. Para relacionar adecuadamente la profundidad de la base de la termoclina con el viento se debe disponer de series de tiempo de la intensidad del viento, que abarquen un período de por lo menos algunas veces la escala de variación temporal de la profundidad de la termoclina.

Una excepción a lo anterior lo constituyen episodios de tormentas intensas, puesto que allí el traspaso de momentum se ve tan acrecentado (varía ligeramente más rápido que con el cuadrado de la intensidad del viento), que incluso durante la tormenta misma puede notarse el efecto sobre la profundidad de la termoclina y, con mayor razón, sobre la profundidad de la capa de mezcla. Esto se aprecia claramente durante el temporal del 12 al 14 de julio.

### 5.4.5.3 Velocidades geostróficas

Utilizando los perfiles de salinidad y temperatura, se construyeron los campos horizontales de densidad a diferentes profundidades. A partir de éstos se calculó el vector velocidades geostróficas, mediante las ecuaciones tradicionales

$$u = - \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial y}$$

$$v = \frac{1}{\rho f} \frac{\partial p}{\partial x}$$

donde u y v representan los componentes horizontales hacia el este y hacia el norte del vector velocidad geostrófica, respectivamente.

A fin de utilizar sólo perfiles verticales adecuados para el referido cálculo, se decidió utilizar sólo las estaciones que cumplieran con los siguientes requisitos:

- 1) Que se haya medido el perfil vertical hasta 600 m de profundidad. Es importante tener perfiles tan profundos como sea posible, a fin de fijar el nivel de no-movimiento a una profundidad adecuada.
- 2) Que, luego de validar los datos mediante calibración y revisión, estos comenzaran desde 7 metros de profundidad como mínimo.
- 3) Excluir aquellas estaciones que no pertenecieran al muestreo regular, a fin de tener una grilla de estaciones relativamente homogénea en el espacio, en particular en sentido longitudinal.

La figura 104 muestra las 64 estaciones seleccionadas. Dado que el número de estaciones adecuadas es relativamente bajo y su distribución espacial no es homogénea, sólo se calculó la velocidad geostrófica para la ubicación de las estaciones utilizables, y no en toda la región de estudio. Por ésto, sólo se presentan los resultados en diagramas horizontales y no en secciones verticales. Esto último, aunque graficable, no tendría validez estadística. Lo mismo puede decirse de alguna estimación de transporte neto.

Las figuras 105 a 109 muestran las velocidades geostróficas calculadas, partiendo por aquellas más cercanas al nivel de no-movimiento, puesto en este caso a 600 m de profundidad.

Las velocidades geostróficas fueron calculadas con respecto del nivel de referencia de 600 db de profundidad. Dado que a esta profundidad se tiene AIA moviéndose hacia el norte, se supuso aquí la velocidad de 3 cm/s hacia el norte para el nivel de referencia.

En general, se observa coherencia en las velocidades calculadas, sobre todo en los cortes horizontales a mayor profundidad. Acercándose a la superficie aparecen elementos que pueden influir en la distribución observada de las presiones, por ejemplo, el viento o la descarga de los ríos de la zona. Estos elementos, no siendo geostróficos, no pueden ser reproducidos o representados en la aproximación geostrófica.

#### **a) Caso de 400 m**

En la figura 105 se observa velocidades predominantes hacia el norte en la mayor parte de la región de estudio. Las magnitudes típicas de las velocidades alcanzan a 4 cm/s. En la parte norte del área de estudio, cerca de los 33,5°S, se observa una fuerte intrusión de aguas más oceánicas. Cabe destacar que esta aparente corriente hacia el noreste en la parte norte de la zona de muestreo se justifica claramente al observar los diagramas de distribución horizontal de salinidad y/o densidad: existe una fuerte discontinuidad meridional a esa latitud. Falta una transecta completa en esa región, producto de mal tiempo, si bien es difícil imaginar que un efecto como ése pueda alcanzar hasta los 400 m. En todo caso, la discontinuidad meridional existe.

También se incluye en la figura 105 una interpretación de las velocidades calculadas. Como se observa, existiría una fuerte corriente (de alrededor de 4 cm/s) hacia el norte en la mayor parte del área de muestreo. No se distingue ninguna corriente costera hacia el sur en la zona al norte del Golfo de Arauco, esto puede ser producto de que hay pocas estaciones costeras que lleguen a 600 m.

En la parte norte del área de muestreo se tendría una entrada de agua la cual, al chocar con el continente, se desvía hacia el norte, reforzando la corriente que viene desde el sur. Dado que se está a 400 m, la entrada de agua debería estar formada principalmente por AIA.

El esquema propuesto parece razonable, si se piensa que a 400 m la influencia del AIA moviéndose hacia el norte debe ser más influyente que el de las AESS hacia el sur, máxime cuando esta última parece ser más bien costera.



#### **b) Caso de 200 m**

En la figura 106 se observa un esquema parecido al descrito para 400 m de profundidad, con velocidades horizontales entre 3 y 5 cm/s.

Se observa una corriente costera hacia el sur sólo al norte del Golfo de Arauco. El diagrama anterior puede ser complementado con la figura 54, en que se observa que a 200 m de profundidad hay dos núcleos de agua más salina. Se trata de agua ecuatorial subsuperficial penetrando al área de estudio desde un costado y no por el norte, como es lo usual.

Podría argüirse que las corrientes a 200 m debieran ser mayoritariamente hacia el sur. En efecto, a esa profundidad en la zona costera se tiene normalmente AESS. Sin embargo, en este caso no se consideró a gran parte de las estaciones costeras, pues su profundidad no llegó a 600 m. No puede descartarse la idea que en la parte oceánica haya algunos indicios de corrientes mas bien hacia el norte. Con todo, se debe tratar este resultado con precaución.

Se incluye además en la misma figura un esquema resumen de las corrientes geostróficas calculadas a 200 m. Es evidente del diagrama que la conocida corriente costera hacia el sur puede circular entre las flechas (geostróficas) y la costa. Un esbozo de ella se tiene en la parte costera, entre 33,5°S y 35,0°S.

#### **c) Caso de 100 m**

A 100 metros de profundidad (Figura 107), se observa que la corriente hacia el norte ocupa la región central del área de estudio, salvo cerca de la costa, donde no se pudo realizar los cálculos porque las estaciones no llegaron a 600 m de profundidad. A esta profundidad comienza a apreciarse mar afuera una estructura parecida a una celda de circulación, casi frente a Punta Lavapié. Las corrientes hacia el noreste en la parte norte del área de estudio se intensifican hasta unos 8 cm/s. También se muestra en la figura un diagrama resumen de las corrientes geostróficas calculadas. También allí aparece un esbozo de la corriente costera hacia el sur.

#### **d) Caso de 50 m**

A 50 m de profundidad (Figura 108), se observa sólo flujo hacia el norte. La celda de circulación en sentido anticiclónico es observable frente al Golfo de Arauco.

#### **e) Caso de 15 m**

La figura 109 muestra las velocidades geostroficas calculadas para 15 m de profundidad. Si bien este diagrama no es tan claro como los anteriores, por los motivos explicados previamente, muestra sin embargo las mismas tendencias: corriente hacia el norte en la parte central del área de estudio; circulación anticiclónica frente a Bahía Concepción.

En cuanto a la razón de formación de la celda anticiclónica, el hecho que ella se forme sólo en los primeros 100 m de la columna de agua hace pensar en un forzamiento producido por una rama de la corriente de Humboldt hacia el norte, en el costado oriental de la celda, y talvez la influencia de un afloramiento parcial de la Contracorriente Perú-Chile (AESS) hacia el sur, en su borde occidental.

Resumiendo, los cálculos de la velocidad geostrofica muestran que:

- 1) Existe una corriente marcada hacia el norte en la región central del área de estudio, cuya intensidad crece de unos 3 cm/s a 400 m a unos 6 o 7 cm/s a 15 m.
- 2) Entre 100 y 200 m aparece una corriente costera hacia el sur, a unos 34°S, es decir, bastante al norte del Golfo de Arauco.
- 3) Existe una marcada discontinuidad meridional en las densidades, a unos 32,5°S. Esto provoca una intrusión de agua más oceánica en la zona de estudio, la que luego se dirige hacia el norte, reforzando la corriente del sur.
- 4) Se forma una celda de circulación anticiclónica desde los 100 m de profundidad hacia arriba, frente al Golfo de Arauco, en la zona más oceánica del área de nuestro regular. Es posible que ella sea forzada por una rama costera de la Corriente de Humboldt, en el borde oriental, y por el afloramiento de AESS en el borde occidental.

#### **5.4.6 Muestreos a microescala**

##### **5.4.6.1 Batimetría de las zonas "El Mani" y "Control"**

En la figura 41 se muestra la batimetría en ambos sectores, obtenida mediante transectas realizadas con el ecosonda EK 500 del B/I Abate Molina. Con la batimetría obtenida se hizo una representación tridimensional de ambos sectores, los que se muestran en las figuras 110 y 111.

Se observa que el Maní tiene una pendiente hacia el oeste más acentuada que aquella en la zona de control. Lo mismo puede decirse de la pendiente hacia el norte en el fondo.

En ambos sectores, la plataforma es plana, sin mostrar bajos o protuberancias. Para el Maní esto se contradice con las cartas hidrográficas de la zona, que hacían esperable la presencia de un bajo.

#### **5.4.6.2 Hidrografía zona "El Maní"**

Dado que la región de estudio es reducida (menos de 25', tanto en longitud como en latitud), las variables oceanográficas muestran en ella menor variabilidad que en la zona de muestro regular del crucero. Por esa razón y a fin de poder visualizar las variaciones horizontales y verticales de la temperatura, salinidad, etc., se utiliza aquí menores diferencias entre isolíneas que las habituales (que corresponden a las usadas en el caso de la representación de los datos obtenidos en el muestreo regular).

Los perfiles verticales de temperatura muestran sobre los 80 m de profundidad la misma tendencia en las 4 transectas este-oeste analizadas (Figura 112). Esta tendencia indica aguas más frías sobre la plataforma y levemente más cálidas (en alrededor de 1°C) sobre el talud continental (ver, por ejemplo, figura 121). Además, como consecuencia de lo anterior, la termoclina es más marcada hacia la zona oceánica (cerca de 1,5°C). Bajo los 200 metros de profundidad las 4 estaciones sobre el talud muestran una estructura térmica similar (entre 11° y 5°C) (Figuras 116 a 119).

La distribución vertical de salinidad sobre los 50 m, muestra para las 4 transectas una tendencia al aumento de la salinidad hacia la zona más oceánica (Figura 113). Esto queda claramente reflejado en el nivel de 10 metros (Figura 120). En 80 m de profundidad esta tendencia se invierte, disminuyendo la salinidad hacia la zona más oceánica (Figura 121). En este nivel las aguas más salinas (mayores de 34,5) se encuentran sobre la plataforma. Bajo los 100 m de profundidad, la distribución salina sigue la tendencia usual, con salinidades altas (mayores de 34,5) entre 100 y 350 m, y con tendencia a disminuir a mayores profundidades.

La distribución vertical de oxígeno (Figura 114) muestra una tendencia similar a la de la salinidad. La oxiclina se encuentra entre 50 y 120 m aproximadamente, profundizándose hacia la zona oceánica. Bajo los 80 m de profundidad se detecta claramente AESS de baja concentración de oxígeno (menor que 1 ml/l). En el nivel de 80 metros se aprecia el mismo gradiente perpendicular a la costa que el observado para el caso de salinidad, con bajos

valores de oxígeno hacia la plataforma continental. Esto indica claramente que el AEES sube sobre la plataforma continental por el norte, ocupando el fondo de la terraza frente al río Itata y generando un frente con las ASAA en el quiebre de la plataforma continental.

La distribución vertical de  $\sigma_t$  muestra que la pycnoclina se encuentra entre 30 y 90 m aproximadamente, profundizándose hacia el océano (Figura 115). Lo anterior es también apreciable en la distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y  $\sigma_t$  de las cuatro transectas realizadas (Figuras 116 a 119). La distribución horizontal en 10 metros (Figura 120) muestra una disminución de la densidad hacia el sur, producto de la influencia de aguas costeras. En 80 metros de profundidad (Figura 121) el gradiente es perpendicular a la costa, con aguas más pesadas sobre la terraza del Itata, que han desplazado las aguas más livianas hacia el oeste.

#### 5.4.6.3 Hidrografía de la zona de control

La distribución vertical de temperatura (Figuras 122 a 125) es mucho más irregular en los primeros 100 m, que en la zona del Maní. Esta irregularidad se manifiesta en inversiones térmicas, aguas superficiales más frías y una capa isotermal superficial de menor espesor. Además, entre 100 y 200 m se presenta una variabilidad mayor que en la zona de el Maní (Figura 126). Estas irregularidades están asociadas a la influencia del río Bío-Bío.

La distribución vertical de salinidad (Figuras 122 a 125) también muestra el efecto de aguas costeras en la superficie, indicando su mayor efecto en esta zona que en la zona del Maní. Bajo los 100 m, las estaciones más oceánicas muestran salinidades menores que en la zona del Maní (Figura 127). La distribución horizontal en 10 m muestra las aguas costeras menos salinas hacia el sur (ver figura 130). En el nivel de 80 m el gradiente se invierte (al igual que en la zona del Maní), indicando aguas más salinas hacia la costa (más de 34,5). Esto corrobora la incursión costera hacia el sur de las AEES (ver figura 131).

La distribución vertical de oxígeno (Figuras 122 a 125) tiene una tendencia similar a la observada en el Maní, a excepción de las estaciones más oceánicas, las cuales presentan mayores contenidos de oxígeno bajo los 100 m de profundidad (Figura 128). La distribución horizontal en 10 m muestra una disminución de oxígeno hacia la costa (ver figura 130). En 80 metros este gradiente perpendicular a la costa presenta las mismas características que en el caso de el Maní (Figura 121). Al nivel de 300 m de profundidad prácticamente toda la zona está afectada por aguas de muy bajo contenido de oxígeno (Figura 132).

La distribución vertical de  $\sigma_t$  (Figuras 122 a 125) presenta las mismas características de la zona del Maní, con una pycnoclina ubicada entre 30 y 100 m de profundidad. La diferencia con la zona de el Maní se restringe fundamentalmente a los primeros 20 m de profundidad, en donde la zona de control está afectada por la presencia de aguas más livianas (Figura 129). La distribución horizontal en 10 m (Figura 130) sigue la tendencia de la salinidad, con aguas más pesadas pegadas a la costa y hacia el norte. En el nivel de 80 m (Figura 131) se observa la disposición de las aguas más pesadas pegadas hacia la costa, siguiendo la misma tendencia que en la zona de el Maní. Esto corrobora la presencia de AESS junto a la costa y con dirección sur (Figura 131).

#### **5.4.6.4 Dinámica de las zonas de muestreo a microescala**

Dado que las dimensiones horizontales de el Maní y la zona de control son relativamente pequeñas, no es razonable suponer ajuste geostrófico. Por esa razón, a fin de comparar el campo de velocidades que se pueda tener en cada zona, se resolvió numéricamente las ecuaciones de continuidad y momentum horizontal, considerando el efecto que la batimetría, el viento, y la entrada de corrientes horizontales pudieran tener sobre la dinámica en las zonas de estudio.

De los resultados obtenidos se deduce que no hay diferencias esenciales en los campos de movimiento en ambas zonas, suponiendo idénticos forzantes. Como ejemplo de lo anterior, se muestra en las figuras 133 y 134 las velocidades horizontales obtenidas en el Maní y en la zona de control. En la figura 133 se comparan ambos campos de velocidades cerca de la superficie, mientras que en la figura 134 se comparan los campos de velocidades cerca del fondo. Se supuso como forzante una corriente superficial de 5 cm/s, dirigida hacia el norte, lo que sería comparable a la parte superior de la corriente de Humboldt. Como se observa en las figuras, no hay diferencias esenciales, en un resultado que resulta relativamente lógico. En la superficie no hay diferencias en el comportamiento del agua, dado que la batimetría no juega un papel importante. Cerca del fondo, el agua es forzada a entrar a la zona de estudio casi hacia el oeste, luego cae por la pendiente, para retornar parcialmente por el este.

## 5.5 OCEANOGRAFIA QUIMICA

*J. Osses, V. Ortiz y C. Barrera*

### 5.5.1 Muestreo regular

#### 5.5.1.1 Distribución de clorofila a (clo-a)

El análisis se realizó considerando la información de densidad ( $\sigma-t$ ), ya que su estructuración es uno de los factores que determina la posición de los pigmentos, como por ejemplo en el caso de acumulación de grandes concentraciones de clo-a en zonas de gradientes pronunciados de densidad. Además, se utiliza sólo la información de clo-a y no las mediciones de feopigmentos, debido a que los valores de concentración de éstos últimos suelen estar sobreestimados por la interferencia de pigmentos accesorios.

La distribución superficial de clo-a (Figura 135) indica la existencia de núcleos bien definidos, con concentraciones de hasta  $4 \text{ mg/m}^3$ , en la zona norte del área prospectada, entre Valparaíso y el norte de Constitución, los cuales se distribuyen aproximadamente hasta el límite oceánico del área de estudio (90 mn).

Desde Constitución hasta el norte de Puerto Saavedra, se observa una zona relativamente homogénea de clo-a, en el rango de 1 a  $2 \text{ mg/m}^3$ . La entrada de las aguas del río Bío-Bío al sistema costero en la VIII Región no produjo efectos notorios, en términos de aporte de clo-a. En cambio más al sur, en las cercanías de la desembocadura del río Valdivia, se produce un gradiente intenso de clo-a superficial, con concentraciones de hasta  $8 \text{ mg/m}^3$ , asociado a un fuerte gradiente de densidad.

Las estimaciones de clo-a integrada (Figura 136a), muestran la presencia de dos zonas de alta concentración, con valores de 80 a  $180 \text{ mg/m}^2$  para la zona Valparaíso-Topocalma y de 80 a  $120 \text{ mg/m}^2$  para la zona Golfo de Arauco-Valdivia. Aunque los rangos fueron semejantes para ambas zonas, se diferenciaron por la distribución de clo-a: en la zona norte se observó una cuña de alta concentración, que formó un gradiente descendente en sentido océano-costa; en la zona sur las altas concentraciones se ubicaron hacia la costa, o formando núcleos en el sector oceánico. Entre las latitudes  $35^\circ\text{S}$  y  $37^\circ\text{S}$  se detectó una zona de bajas concentraciones de clo-a integrada ( $< 60 \text{ mg/m}^2$ ).

La distribución de la fluorescencia in vivo (Figura 136b), está relacionada con la distribución de clo-a superficial. El rango de fluorescencia medido fue de 10 a 70 unidades relativas. La

información entregada por las mediciones de esta variable permitió corroborar la presencia de estructuras que no son bien resueltas sólo con el análisis de la clo-a, como es el caso de la posición de los núcleos de alta concentración de clo-a respecto del campo de densidad o el de circulación geostrofica. Este último punto se discute más adelante.

Se detectó una relación lineal entre fluorescencia y clo-a superficial (Figura 137, tabla 34), lo que valida la utilización de sistemas de registro continuo superficial de fluorescencia in vivo, para ser utilizados como indicadores directos de biomasa relativa de fitoplancton, en la zona costera y oceánica. Con respecto a la relación entre la clo-a superficial y la clo-a integrada, se aprecia una dispersión importante en la data (Figura 137a), lo que se refleja en el bajo  $r^2$ .

**Tabla 34.** Regresiones lineales entre la clo-a superficial y las variables clo-a integrada y la fluorescencia in vivo.

	clorofila a superficial			
	$r^2$	a	b	n
clorofila a integrada	0,48	18,93	50,01	62
fluorescencia in vivo	0,77	10,82	7,03	62

#### 5.5.1.2 Relación entre variables físicas y la clo-a superficial

Las variables salinidad, temperatura y densidad superficiales no están linealmente correlacionadas con la clo-a superficial y la clo-a integrada (Tabla 35). Esto podría deberse a que las mayores concentraciones de clo-a tienden a formarse en los bordes externos de los gradientes de densidad (transectas 1 a la 6), y en la misma pluma del gradiente de densidad (transecta 21), por lo tanto, existen dos patrones de distribución de la clo-a respecto del campo de densidad.

Las diferencias observadas en la distribución de la clo-a respecto de los gradientes de densidad, permiten dividir el área de muestreo en dos zonas: La zona I esta comprendida entre Valparaíso y el norte de la Bahía de Concepción (transectas 1 a la 11), y la Zona II incluye las transectas realizadas al sur de Bahía de Concepción hasta las inmediaciones de Puerto Saavedra (transectas 13 a la 21).

Los cálculos realizados indican que es posible establecer algún grado relativo de asociación entre la clo-a y la densidad, pero solamente en la Zona II (Tabla 36), y cuando se elimina de la

matriz de datos valores de clo-a asociados a valores de densidad inferiores a 25 kg/m<sup>3</sup>. Este criterio fue asumido por la dificultad de establecer el origen de los pigmentos presentes en aguas con esos niveles de densidad y al alto grado de mezcla con aguas continentales.

**Tabla 35.** Regresiones lineales entre la clo-a superficial e integrada y las variables temperatura, salinidad y densidad, para toda la zona muestreada.

clorofila <u>a</u> (0 m)				
	r <sup>2</sup>	a	b	n
temperatura	0,06	-0,53	8,59	62
salinidad	0,02	-0,31	12,13	62
densidad	0,01	-0,29	9,26	62

clorofila integrada (0-100m)				
	r <sup>2</sup>	a	b	n
temperatura	0,01	-4,98	147,32	62
salinidad	0,00	-1,79	144,05	62
densidad	0,00	-0,82	104,74	62

**Tabla 36.** Regresiones lineales entre la clo-a superficial, la clo-a integrada y la fluorescencia con la densidad, para las zonas I (transectas 1, 3, 6, 8, 10 y 11) y II (transectas 13, 15, 17 y 21).

Zona	densidad			
	r <sup>2</sup>	a	b	n
<b>Zona I</b>				
clo-a superficial	0,07	1,40	-34,12	34
clo-a integrada	0,03	35,10	-818,34	34
fluorescencia	0,07	22,08	-539,45	34
<b>Zona II</b>				
clo-a superficial	0,04	-0,57	16,17	28
clo-a integrada	0,00	-3,85	183,63	28
fluorescencia	0,06	-7,37	211,72	28
<b>Zona II (**)</b>				
clo-a superficial	0,31	-4,79	124,02	24
clo-a integrada	0,07	-70,88	1896,76	24
fluorescencia	0,30	-62,68	1625,20	24

(\*\*) estimación luego de eliminar valores de densidad inferiores a 25 kg/m<sup>3</sup>.



Por otra parte, si se construye una matriz semejante a la anterior, pero agregando la componente vertical (Tabla 37), es posible lograr un mejor ajuste de la relación entre los pigmentos y la densidad. Esto indicaría algún grado de asociación entre el sistema costero y el lacustre.

**Tabla 37.** Regresiones lineales entre la densidad y las variables clo-a y fluorescencia, para la zona comprendida entre las transectas 13, 15, 17 y 21.

	densidad			
	r <sup>2</sup>	a	b	n
clo-a	0,42	-4,62	104,61	124
fluorescencia	0,44	-42,36	1105,25	124

### 5.5.1.3 Distribución batimétrica de la clo-a

La concentración de clo-a en la transecta 1 (Figura 138), estuvo circunscrita al rango 0,5 a 2,5 mg/m<sup>3</sup>. Las mayores concentraciones de clo-a (ca. 2,5 mg/m<sup>3</sup>), estuvieron entre las 65 y 70 mn de distancia de la costa, profundizándose hasta los 30 m. Esta situación se debió a la presencia de una masa de agua menos densa en la zona oceánica, cuyo efecto principal fué la formación de un gradiente horizontal de densidad y de un núcleo de agua menos densa entre las 40 y 70 mn.

En la transecta 3 (Figura 139) no se observó el gradiente longitudinal de densidad descrito anteriormente, formándose una capa de mezcla hasta los 50 m de profundidad. La biomasa fitoplanctónica alcanzó altas concentraciones (ca. 4,5 a 2,5 mg/m<sup>3</sup>) entre la superficie y los 20 m de profundidad. Es interesante observar cómo la isolínea de 1 mg/m<sup>3</sup> de clo-a, se mantiene casi constante en la misma profundidad de las isopicnas de 26,0 y 26,1 kg/m<sup>3</sup>. Las variaciones dinámicas de estas superficies de igual densidad provocan movimientos en la distribución de la biomasa, que pueden ser discernibles por la formación de un gradiente de clo-a entre 15 y 30 m de profundidad, especialmente de 40 a 90 mn de la costa. Un núcleo de agua menos densa a 10 mn de la costa permite la formación de un fuerte gradiente longitudinal de clo-a y fluorescencia, entre las 10 y 40 mn.

En la zona más costera de la transecta 6 (Figura 140), puede observarse que las discontinuidades en las isopicnas formaron frentes, los que permitieron la acumulación de biomasa. En estas

zonas las acumulaciones de clo-a llegaron hasta los 6 mg/m<sup>3</sup>. Esta misma situación puede ser observada en las transectas 7, 8 y 10 (Figuras 141 a 143), pero con valores de clo-a más reducidos (1-2 mg/m<sup>3</sup>).

En la transecta 11 (Figura 144), y como efecto de la desaparición de los gradientes de densidad costera, la clo-a disminuyó a valores iguales o menores que 1 mg/m<sup>3</sup>, con una profundización de la isopicna de 25,7 kg/m<sup>3</sup> hasta los 30 m.

En la transecta 13 (Figura 145), se observó una mezcla de las situaciones descritas para las transectas anteriores, debido a la existencia de un fuerte gradiente horizontal y vertical de densidad hasta los 35 m, asociado a concentraciones de clo-a entre 1 a 2 mg/m<sup>3</sup>. Se observa también la presencia de un núcleo de alta concentración, asociado a un pequeño bolsón de agua menos densa.

La figura 146 muestra la presencia de frentes de densidad con la picnoclina de 25,6 kg/m<sup>3</sup>, entre las 40 y 70 mn, las que forman un núcleo de alta densidad de clorofila entre los 20 y 35 m de profundidad. Esto último coincide con la profundización de la picnoclina de 25,7 kg/m<sup>3</sup>. La situación descrita es confirmada por los registros de fluorescencia, que indican fuertes gradientes verticales entre los 20 y 50 m de profundidad.

En la transecta 17 (Figura 147) la isopicna de 25,7 kg/m<sup>3</sup> persiste a las mismas profundidades que en la transecta 15, manteniéndose el área con concentraciones levemente superiores a 1 mg/m<sup>3</sup> de clo-a. Es de notar el hundimiento de un núcleo de concentración mayor de 1 mg/m<sup>3</sup>, hasta cerca de 70 m de profundidad, en la zona oceánica. Esta última observación es ratificada por el campo de distribución de la fluorescencia.

En la transecta 19 (Figura 148), la situación no tuvo grandes variaciones, aún cuando se observa la presencia de un fuerte gradiente de densidad, tanto por el ingreso de aguas de origen continental, como por la presencia de aguas de origen más profundo pegadas a la costa. El gradiente superficial no tiene asociadas concentraciones importantes de clo-a, aun cuando en el interior de éste se pueden observar valores puntuales entre 1,5 y 2,0 mg/m<sup>3</sup>.

En la transecta 21 (Figura 149), el gradiente observado anteriormente se intensifica, aumentando también la concentración de clo-a hasta valores de 12 mg/m<sup>3</sup>. Este incremento es producto de una pluma de dilución, cuyos efectos pudieron ser medidos hasta cerca de 70 mn de la costa, límite aproximado de distribución de la isopicna de 25,7 kg/m<sup>3</sup>. La mayor concentración de clo-a y los registros más altos de fluorescencia se ubicaron a 20 mn de la costa, lo que sugiere una alta biomasa de fitoplancton generada localmente por alguna

característica ventajosa (por ejemplo, por disponibilidad de nutrientes), más que la exportación de pigmentos desde los sistemas lacustres.

#### 5.5.1.4 Análisis de resultados

En el área comprendida entre Valparaíso y el norte de Constitución las concentraciones de clo-a medidas estuvieron en el rango de 0,5 a 4,5 mg/m<sup>3</sup>, con algunos núcleos mayores de 2 y 4,5 mg/m<sup>3</sup>. Estos valores son mayores en prácticamente un 100% con respecto de los años 1991 a 1993 (Osses y Blanco, 1991, Serra et al., 1993), en que los máximos de concentración variaron entre 0,5 y 2 mg/m<sup>3</sup>.

Las concentraciones más altas de clo-a, estuvieron asociadas a zonas en las que se observó fuertes gradientes horizontales y verticales de densidad, provocados tanto por la presencia de masas de agua de menor densidad en la zona oceánica, como por el ingreso de aguas continentales al ambiente marino.

Uno de los resultados más significativos fue la detección de valores de clo-a integrada entre 100 y 120 mg/m<sup>2</sup>, en el sector más oceánico de la zona comprendida entre el Golfo de Arauco y el límite sur del área de estudio.

En trabajos realizados en el período otoño-invierno de 1979 (Bahamonde et al., 1979), los valores más altos de clo-a superficial se midieron en la zona de Talcahuano y alcanzaron a 12 mg/m<sup>3</sup>, mientras que los valores menores (1 mg/m<sup>3</sup>) se encontraron entre Valparaíso y Constitución, y al sur del Golfo de Arauco. Las mayores concentraciones estuvieron asociadas al borde externo del gradiente de salinidad, originado por la entrada de aguas de origen continental a la zona costera. Esto indica que, a diferencia de los años 1991 y 1993, la situación actual de la distribución de la clo-a se asemeja a la descrita para el año 1979.

Para la interpretación de los resultados de los cruceros de 1991 (Osses y Blanco, 1991) y 1993 (Serra et al., 1993), se propuso que la distribución y magnitudes de concentración de la clo-a apoyaban la hipótesis de Ahumada et al. (1991), del subsidio energético por parte de estuarios y bahías, hacia la zona costera y oceánica. Esta hipótesis se ve nuevamente corroborada localmente en este trabajo, para las zonas costeras aledañas a la Bahía de Concepción y los ríos Bío-Bío y Valdivia.

#### 5.5.2 Estudio a microescala

El análisis de los resultados del estudio a microescala en El Maní y la zona Control se realizó en base a perfiles verticales

paralelos a la costa, generados a partir de la información obtenida del muestreo de estaciones oceanográficas en ambas zonas.

En las transectas más costeras (Figuras 150a,b y 151a,b), la clo-a en el Maní es levemente superior a la zona Control, con rangos de 0,5 a 2,0 mg/m<sup>3</sup> y 0,5 a 1,0 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Aunque los valores de clo-a no son muy diferentes en ambas zonas, la fluorescencia es más alta en el Maní. Esta diferencia podría estar asociada a diferentes estadios de desarrollo fisiológico, oferta ambiental de irradiación solar y/o otros factores que inciden sobre las poblaciones fitoplanctónicas. Esta situación no puede determinarse con la información obtenida en el crucero.

El campo de densidad no indica estratificaciones fuertes de la columna de agua, excepto por la formación de una parcela de agua que podría tener las características de un meandro o zona de alta estabilidad en el Maní. En esta zona se encontraron las más altas concentraciones de clo-a (1,5 a 2 mg/m<sup>3</sup>).

En el Maní la clo-a tiene asociadas altas concentraciones de nitrógeno (5 a 15  $\mu$ M), fósforo (1 a 2  $\mu$ M) y sílice (10 a 15  $\mu$ M).

Bajo la isolínea de 0,5 mg/m<sup>3</sup> de clo-a, la concentración de los nutrientes aumenta notoriamente con la profundidad, excepto en la zona control, en donde la concentración de sílice es notoriamente baja (10  $\mu$ M) hasta la máxima profundidad muestreada (100 m). Esta baja concentración de sílice en y bajo la zona eufótica, se debe a la marca estequiométrica original de la masa de agua tipo ASAA presente, cuyo bajo contenido de este elemento puede limitar el crecimiento de especies con altos requerimientos de sílice, como las diatomeas.

En el Maní y al norte de la transecta más costera (transecta 2, figura 150a, 150b), la concentración de sílice aumenta hasta llegar a valores cercanos a 25  $\mu$ M, a 100 m de profundidad. Esto permite la formación de gradientes intensos de concentración tanto vertical como horizontalmente, que no son resueltos por el campo de densidad. Esto indica que en esta transecta es posible identificar al menos dos masas de agua presentes, ASAA y AESS.

En las transectas intermedias y oceánicas, se observa cómo ambas zonas se asemejan en términos de la distribución de nutrientes, para el caso de las tres especies químicas analizadas. En el Maní (Figuras 152a,b y 153a,b) el sílice tiende a mantenerse en la misma concentración (15  $\mu$ M) hasta los 60-80 m de profundidad. En el caso de la zona Control (Figuras 154a,b y 155a,b) la concentración de sílice alcanzó niveles inferiores a 10  $\mu$ M a 60 m de profundidad.

### 5.5.3 Proporcionalidad estequiométrica

Los resultados del cálculo de proporcionalidad estequiométrica se indican en la tabla 38. Se obtuvieron estableciendo la ecuación de la recta para todos los datos y para datos integrados. Las discrepancias en los resultados indicados, se deben a que en el área se encuentran dos masas de agua, cuyas proporciones características son diferentes e identifican a cada una.

**Tabla 38.** Cálculos de proporcionalidad estequiométrica entre el nitrógeno, sílice y fósforo. Para todos los datos analizados (\*) y para datos integrados en toda la columna de agua (\*\*).

	El Maní				Control			
	r <sup>2</sup>	a	b	n	r <sup>2</sup>	a	b	n
(*)								
N : P	0,74	7,42	0,85	67	0,66	6,42	2,23	90
Si : P	0,40	4,41	0,96	72	0,26	3,22	1,49	91
N : Si	0,59	0,95	5,86	66	0,54	0,93	7,60	91
N : Si : P		7,4 : 4,4 : 1				6,4 : 3,2 : 1		
(**)								
N : P	0,70	9,37	-242,03	12	0,86	7,45	192,66	12
Si : P	0,99	7,65	-419,53	12	0,36	2,95	547,54	12
N : Si	0,76	1,17	292,80	12	0,66	1,32	1107,80	12
N : Si : P		9,4 : 7,7 : 1				7,5 : 3,0 : 1		

Las proporciones estequiométricas calculadas muestran que se debe manejar con precaución este tipo de análisis, especialmente cuando tenemos presentes masas de agua de diferente origen. En estas condiciones es aconsejable complementar el estudio con otras fuentes adicionales de información, como por ejemplo, la proporcionalidad entre capas de igual densidad.

No obstante lo anterior, se puede aceptar que los rangos gruesos de proporcionalidad (Tabla 38), indican que están alejados de las proporciones sugeridas para el nitrógeno, el sílice y el fósforo por Redfield (1958), para los océanos del mundo.

## 5.6 PLANCTON

S. Nuñez, M. Herrera, D. Arcos y J. Olea

### 5.6.1 Composición y abundancia del zooplancton.

La composición zooplanctónica de las muestras colectadas en 106 estaciones de muestreo durante el estudio reportó 34 taxa diferentes durante el período de muestreo (Tabla 39), siendo los copépodos el grupo dominante en número.

**Tabla 39.** Listado de grupos más abundantes (en número) del zooplancton evaluados durante el estudio.

HOLOPLANCTON	MEROPLANCTON
1. Anfípodos	1. Larvas de eufáusidos
2. Apendicularias	2. Larvas de briozoos
3. Copépodos	3. Zoeas (crust. Decápodos)
4. Doliólidos	4. Megalopas (crust. Decap.)
5. Eufáusidos	5. Estados naupliares
6. Isópodos	6. Larvas de poliquetos
7. Foraminíferos	7. Larvas de Sergéstidos
8. Medusas	8. Actínulas
9. Ctenóforos	9. Larvas de molusc. (Biv.)
10. Pterópodos	10. Larvas de molusc. (Gast.)
11. Miscidáceos	11. Misys
12. Ostrácodos	12. Larvas de braquiópodos
13. Otros decápodos	13. Larvas de balánidos
14. Poliquetos	14. Juv. Cefalópodos
15. Quetognatos	
16. Radiolarios	
17. Salpas	
18. Sergéstidos	
19. Sifonóforos	
20. Stomatópodos (juv.)	

La composición de grupos mayores del zooplancton reveló, porcentajes de importancia decreciente para los siguientes grupos: (i) copépodos (79,46%); quetognatos (5,76%), estados larvales de eufáusidos (2,55%), eufáusidos (2,32%), ostrácodos (2,31%), apendicularias (1,36%), poliquetos (1,43%), zoeas (1,11%). El resto de los grupos encontrados conformaron un 3,70%.

Al analizar la dominancia de estos grupos en años anteriores para similar período y área de estudio (Serra et al., 1994a, 1994b), destaca un patrón relativamente constante tanto en el grupo dominante (copépodos), como en los porcentajes para el resto de los grupos (Tabla 40).

**Tabla 40.** Grupos zooplanctónicos numéricamente importantes para el período otoño-invierno de los años 1992 a 1994. Valores entregados en porcentaje.

TAXA	1994	1993	1992
Nº GRUPOS ZOOPLANC.	34	32	34
Nº ESTACIONES	106	98	91
COPEPODOS	79,46	77,57	79,20
QUETOGNATOS	5,76	7,09	11,77
LARV. EUFAUSIDOS	2,55	2,24	1,18
EUFAUSIDOS	2,32	2,93	2,53
OSTRACODOS	2,31	2,85	<1,00
APENDICULARIAS	1,36	2,48	1,00
POLIQUETOS	1,43	<1,00	<1,00
ZOEAS	1,11	<1,00	<1,00
RESTO DE GRUPOS	3,70	4,84	4,32

Esta composición de grupos mayores del zooplancton coincide con lo descrito en estudios del mesozooplancton para la región nerítica y oceánica en la Octava Región (Arcos, 1987, Peterson et al., 1988, Núñez, 1990, Arcos y Núñez, 1992).

El componente meroplanctónico, asociado principalmente al sector nerítico del área de estudio, estuvo representado fundamentalmente por: (i) estados larvales de crustáceos decápodos correspondientes al InfraOrden PENAEIDEA (Fam. Penaeidae y Sergestidae); InfraOrden MACRURA (Fam. Callianassidae, Callianassa uncinata); InfraOrden ANOMURA (Fam. Porcellanidae, Paguridae, Hippidae); InfraOrden BRACHYURA (Fam. Xanthidae, Cancridae) y al Orden STOMATOPODA. Además, se detectó la presencia de estados larvales de poliquetos, eufáusidos (estados de caliptopis y furcilia) y briozoos. Estos resultados coinciden, aunque con variaciones leves, con lo descrito anteriormente por Serra et al. (1994a, 1994b) para similar área y período de estudio y por Arcos (1987) y Arcos y Núñez (1992), analizando el período invernal a través de series de tiempo (estaciones fijas) frente a Talcahuano.

El análisis cualitativo del Orden COPEPODA mostró la presencia de:

(a) SUBORDEN CALANOIDA: principalmente de las Familias:

(i) CALANIDAE Dana, 1849 (Calanus chilensis, Nannocalanus minor, Calanoides patagoniensis); (ii) EUCALANIDAE Giesbrecht, 1892 (Rhincalanus nasutus, Eucalanus inermis, Eucalanus sp.); (iii) PARACALANIDAE Giesbrecht, 1892 (Paracalanus parvus); (iv) EUCHAETIDAE Giesbrecht, 1892 (Euchaeta marina, Euchaeta acuta, Paraeuchaeta? sp.); (v) METRIDINIDAE Dunn & Hülsemann, 1979 (=METRIDIIDAE G.O.Sars, 1902) (Metridia lucens, Metridia longa, Metridia sp., Pleuromamma gracilis, Pleuromamma xiphias); (vi) CENTROPAGIDAE Giesbrecht, 1892 (Centropages brachiatus); (vii) CANDACIIDAE Giesbrecht, 1892 (Candacia); (viii) LUCICUTIIDAE G.O. Sars, 1903 (Lucicutia sp.); (ix) ACARTIIDAE G.O. Sars, 1900 (Acartia tonsa).

(b) SUBORDEN CYCLOPOIDA, principalmente las Familias:

(i) OITHONIDAE Dana, 1853 (Oithona sp.), (ii) ONCAEIDAE Giesbrecht, 1892 (Oncaea sp.); CORYCAEIDAE Dana, 1849 (Corycaeus sp.).

Otros miembros del Orden, que presentaron una baja presencia en las muestras analizadas, fueron las familias: (i) CALOCALANIDAE M. Bernard, 1958 (Calocalanus sp.); SCOLECITHRICIDAE Giesbrecht, 1892 (Scolecithricella sp.); AETIDEIDAE Giesbrecht, 1892 (Aetideus armatus); PSEUDOCALANIDAE G.O. Sars, 1900 (Ctenocalanus sp.); HETERORHABDIDAE G.O. Sars, 1903 (Heterorhabdus sp.); SUBORDEN HARPACTICOIDA (ECTINOSOMIDAE Oloffson, 1917; Microsetella sp.).

Una caracterización de los sectores nerítico y oceánico del área de estudio, a través del análisis cualitativo de los copépodos, indicó para el sector nerítico la presencia principalmente de los siguientes grupos: Acartia tonsa, Calanoides patagoniensis y Paracalanus parvus. El sector oceánico estuvo caracterizado principalmente por los grupos: Pleuromamma xiphias, Eucalanus sp. Euchaeta sp., Metridia sp. y Oithona sp. No obstante lo anterior, hubo un importante grupo de especies que aparecen relacionadas con ambos sectores, las principales son: Calanus chilensis, Centropages brachiatus, Oncaea sp., Rhincalanus nasutus y Corycaeus sp.



## 5.6.2 Distribución espacial del zooplancton

La distribución espacial de los grupos más importantes en número y de la biomasa zooplanctónica total, descritos en este estudio, se realizó a través de: (i) análisis latitudinal (variaciones norte-sur), (ii) análisis longitudinal (sectores nerítico y oceánico) y, (iii) análisis espacial horizontal.

### 5.6.2.1 Análisis latitudinal

La distribución latitudinal (promedios por transecta) de los grupos zooplanctónicos más importantes en número (abundancia >1%) y de la biomasa zooplanctónica total, para toda el área de estudio, se presenta en las figuras 156 a 158.

La tabla 41 presenta las abundancias para grupos zooplanctónicos importantes en número y para la biomasa zooplanctónica total, correspondiente al promedio de las estaciones para cada una de las transectas realizadas. La transecta 5 se eliminó de este análisis debido a que sólo se muestreó una estación (Figura 6). La tabla 41 muestra que, en general, los componentes más importantes del zooplancton no presentan un patrón definido de variaciones latitudinales en su distribución espacial. Una excepción a esta generalización, las zoeas presentaron una clara diferenciación espacial (CV = 2,10), fundamentalmente debido a la presencia de altas densidades promedio (>5.000 ind/1000 m<sup>3</sup>) en las transectas situadas en el extremo sur del área de estudio (transectas 20 y 21).

Aún cuando existe una aparente falta de patrones definidos en la distribución norte-sur, los copépodos, eufáusidos y la biomasa zooplanctónica total muestran una tendencia a presentar mayores valores centrados entre las transectas 8 y 15, vale decir entre Constitución y Punta Lavapié (Tabla 41). Este sector coincide con las máximas biomasa zooplanctónicas registradas en cruceros realizados en años anteriores (Serra *et al.*, 1994a, 1994b).

Con el propósito de detectar diferencias significativas en la distribución norte-sur, para las variables biomasa zooplanctónica total y la abundancia de eufáusidos, se sectorizó el área de estudio, agrupando las estaciones en un sector norte (32°40'-34°40'S; n = 31), un sector centro (34°40'-37°00'S; n = 32) y un sector sur (37°00'-39°20'S; n = 43). A través de esta sectorización, se aplicaron las pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis (análisis de varianza) y estadístico U de Mann-Whitney (diferenciación de medias) (Zar, 1984).

**Tabla 41.** Distribución latitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>). Los valores son promedios para cada transecta y considera grupos sobre el 1% de abundancia en número. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa cada grupo. cop=copépodos; quetog=quetognatos; l.eufau=larvas de eufáusidos; eufau=eufáusidos; ostrac=ostrácodos; poliq=poliquetos; apend=apendicularias; zoeas=zoeas; otros=otros grupos (<1% de abundancia en número).

TRANSECTA	COPEP (79.46)	QUETOG (5.76)	L.EUFAU (2.55)	EUFAU (2.32)	OSTRAC (2.31)	POLIQU (1.44)	APEND (1.36)	ZOEAS (1.11)	OTROS (3.69)	BIOMASA
1	57210	3678.2	150.9	2802.6	2003.6	427.3	296.1	88.3	1.6	86.74
2	48580	2052.3	238.4	719.1	1919.0	665.1	96.9	131.4	2.6	65.01
3	36630	3349.3	218.3	539.1	1582.8	1388.6	1743.2	52.0	2.1	63.94
4	127630	12113.4	1084.4	3257.4	2396.5	4297.3	2949.4	237.4	4.7	277.78
6	45830	4310.7	1877.5	625.7	2271.5	2356.2	637.6	83.8	2.3	94.38
7	28260	2994.8	295.9	559.7	2382.1	935.8	212.9	87.6	1.3	80.15
8	46380	3123.3	603.8	5958.9	2271.5	430.9	345.2	174.1	1.7	126.38
9	38800	3708.5	858.5	1304.5	652.5	760.9	81.2	53.9	1.1	150.51
10	51290	5411.3	3476.9	3691.7	1843.5	666.6	172.7	405.5	2.3	371.96
11	54390	10669.8	1904.4	5286.8	5638.2	2703.8	21.1	401.3	1.9	102.59
12	73920	3648.2	192.9	806.6	4612.3	236.5	790.1	1125.7	1.1	86.30
13	145060	4598.7	1767.8	2608.6	1607.8	1119.0	762.5	998.9	3.9	148.50
14	38130	2119.2	6937.2	1578.7	1797.2	1337.9	122.2	42.5	2.4	107.39
15	78060	4994.6	3300.7	998.4	1180.4	2210.8	425.4	36.3	4.0	134.95
16	33590	2674.8	1856.3	494.2	1061.0	1074.7	259.4	68.2	2.9	62.99
17	75230	7272.3	425.7	1798.8	584.8	790.9	2734.7	356.8	2.2	76.88
18	44520	2998.8	2508.5	862.6	1036.3	709.1	1861.7	0.0	3.0	58.44
19	49500	3312.4	4123.5	384.7	11.0	22.1	2115.5	695.5	3.0	59.75
20	45210	3300.4	3549.7	2001.3	436.7	127.4	2504.4	5657.7	7.2	30.39
21	31270	1276.9	3535.1	753.2	275.8	151.9	2057.2	7133.3	3.0	46.15
N=	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MIN	28260.6	2052.3	150.9	384.7	11.0	22.1	21.1	0.0	1.1	30.4
MAX	145059.0	12113.4	6937.2	5958.9	5638.2	4297.3	2949.4	7133.3	7.2	372.0
MED	57474.7	4480.4	1945.3	1851.6	1778.2	1120.6	1009.5	891.5	2.7	111.6
S.DES.	29696.5	2587.8	1735.7	1582.5	1334.2	1028.6	986.3	1875.4	1.4	79.4
C.V.	0.52	0.58	0.89	0.85	0.75	0.92	0.98	2.10	0.51	0.71

La comparación de varianzas para los sectores norte, centro y sur, entregó resultados diferentes para la abundancia de eufáusidos y la biomasa zooplanctónica total. En los eufáusidos no se observan diferencias significativas en la abundancia al contrastar los tres sectores (estadístico Kruskal-Wallis = 2,473;  $p > 0,290$ ). Por el contrario, para la biomasa zooplanctónica total, se observan diferencias significativas (estadístico Kruskal-Wallis = 19,483;  $p < 0,005$ ).

Los resultados del análisis entre pares de sectores, a través del estadístico U de Mann-Whitney, se presentan en la tabla 42.

**Tabla 42.** Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total (g/ 1000 m<sup>3</sup>) y para la variable abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>), considerando los sectores norte, centro y sur en el área de estudio.

	NORTE/ CENTRO	PARES DE ZONAS NORTE/ SUR	CENTRO/ SUR
<b>(a) BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL</b>			
Test U	= 439,0	962,0	1068,0
p	= 0,614	0,001	0,000
<b>(b) ABUNDANCIA DE EUFAUSIDOS</b>			
Test U	= 418,5	703,5	831,5
p	= 0,287	0,685	0,124

De la tabla 42 se desprende que sólo se observan diferencias estadísticamente significativas para la biomasa zooplanctónica total entre los sectores norte/sur y centro/sur.

La distribución latitudinal encontrada en este estudio se contrastó con la información entregada por Serra *et al.* (1994a, 1994b), quienes evaluaron similar área y período de estudio, para los años 1992 y 1993 (Tabla 43). La variable biomasa zooplanctónica total reveló un patrón de distribución espacial similar entre este estudio y el período invernal de 1993 (Serra *et al.*, 1994b), mostrando valores bajos asociados al sector sur del área de estudio; esta situación fué similar para las distribuciones de eufáusidos. Por el contrario, durante el período otoñal de 1992 los valores más altos de ambas variables se asociaron al sector norte del área prospectada (Figuras 159 a 161).

**Tabla 43.** Distribución latitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>) por sector de estudio. Se consideran los resultados de este trabajo y los descritos para el otoño de 1992 e invierno de 1993 por Serra *et al.* (1994a, 1994b). Los valores son promedios para cada sector de estudio, considerando los grupos definidos para el presente estudio. N = Número de estaciones por sector. Entre paréntesis se indica el coeficiente de variación. cop=copépodos; quetog=quetognatos; l.eufau=larvas de eufáusidos; eufau=eufáusidos; ostrac=ostrácodos; poliq=poliquetos; apend=apendicularias; zoeas=zoeas; otros=otros grupos.

AÑO-1992	LATITUD	N	COPEP	GRUPOS ZOOPLANCTONICOS						ZOEAS	BIOMASA
				QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQU	APEND		
S.NORTE	33°40'-	32	45267.8	7545.5	2137.8	1136.2	1105.5	76.5	2246.3	1891.7	97.9
	35°20'S		(1.51)	(0.86)	(2.08)	(1.21)	(1.79)	(1.72)	(4.94)	(4.00)	(0.71)
S.CENTRO	35°20'-	37	113262.8	16713.1	1616.2	6378.4	1411.5	96.1	833.0	2059.6	431.0
	37°20'S		(1.07)	(0.77)	(1.12)	(2.48)	(1.20)	(1.23)	(2.12)	(1.81)	(2.08)
S.SUR	37°20'-	26	486143.3	71493.9	5673.3	12077.5	3008.9	899.1	5136.9	2240.1	1338.4
	39°20'S		(3.17)	(4.12)	(2.69)	(3.25)	(2.43)	(3.94)	(2.12)	(3.18)	(4.37)

AÑO-1993	LATITUD	N	COPEP	QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQU	APEND	ZOEAS	BIOMASA
	34°40'S		(0.87)	(0.89)	(4.56)	(2.08)	(0.92)	(0.77)	(2.97)	(2.04)	(2.06)
S.CENTRO	34°40'-	34	78137.9	6510.6	2258.1	3199.2	2506.5	529.6	3323.5	696.7	140.8
	37°00'S		(0.72)	(0.76)	(2.35)	(1.09)	(0.77)	(1.50)	(1.63)	(2.73)	(0.74)
S.SUR	37°00'-	31	81003.4	6781.3	2883.3	2651.5	1857.5	399.3	879.7	1022.5	79.4
	39°20'S		(0.89)	(0.70)	(1.52)	(1.19)	(0.79)	(1.00)	(1.69)	(4.74)	(0.71)

AÑO-1994	LATITUD	N	COPEP	QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQU	APEND	ZOEAS	BIOMASA
	34°40'S		(1.46)	(1.47)	(1.57)	(1.60)	(0.66)	(1.42)	(1.66)	(1.29)	(1.29)
S.CENTRO	34°40'-	32	66359.1	4852.2	2379.1	3195.8	2817.4	1062.4	351.0	495.2	156.8
	37°00'S		(1.58)	(1.41)	(2.53)	(1.68)	(1.12)	(1.84)	(2.54)	(2.05)	(1.18)
S.SUR	37°00'-	43	50831.1	3556.1	2521.6	920.7	701.1	689.5	1482.1	1590.0	59.3
	39°20'S		(0.70)	(0.77)	(0.95)	(1.25)	(0.96)	(1.25)	(1.11)	(3.43)	(0.77)

### 5.6.2.2 Análisis longitudinal

Con el propósito de detectar variaciones longitudinales (costa-oceano) en los promedios de abundancia para los grupos zooplanctónicos principales en número (abundancia >1%) y de la biomasa zooplanctónica total, se consideró la sectorización del área de estudio en una zona nerítica (generalmente definida

hasta las 40 mn en cada transecta) y una zona oceánica (Figura 8). Este análisis incluyó, debido a la buena definición de una única e importante zona de pesca en el área de estudio, a esta zona como tercer sector en contrastación. Los resultados se presentan en las figuras 162 y 163 y se encuentran resumidos en la tabla 44.

**Tabla 44.** Distribución longitudinal (sectores nerítico, oceánico y zona de pesca) de la abundancia de grupos zooplanctónicos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>). Los valores son promedios para cada sector y consideran grupos sobre el 1% de abundancia en número. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa cada grupo. Cop=copépodos; quetog=quetognatos; l.eufau=larvas de eufáusidos; eufau=eufáusidos; ostrc=ostrácodos; poliq=poliquetos; apend=apendicularias; zoeas=zoeas; otros=otros grupos. (\*) N=Número de estaciones de muestreo para cada sector.

SECTOR	N(*)	COPEP (79.46)	QUETOG (5.76)	L.EUFAU (2.55)	EUFAU (2.32)	OSTRAC (2.31)	POLIQU (1.44)	APEND (1.36)	ZOEAS (1.11)	BIOMASA
NERITICO	61	63820.9	4304.4	1606.4	2357.9	1340.3	786.0	1245.0	1441.6	111.21
OCEANICO	34	56847.3	5091.1	2506.5	1137.9	2793.4	1725.9	758.6	53.0	119.03
Z. PESCA	11	49269.3	2261.3	1847.2	403.6	593.8	683.5	680.4	8.0	37.31
N		3	3	3	3	3	3	3	3	3
MIN		49269.3	2261.3	1606.4	403.6	593.8	683.5	680.4	8.0	37.31
MAX		63820.9	5091.1	2506.5	2357.9	2793.4	1725.9	1245.0	1441.6	119.03
MEDIA		56645.8	3885.6	1986.7	1299.8	1575.8	1064.8	894.6	500.9	89.1
DES. EST.		5942.3	1192.6	380.4	806.0	913.3	468.7	249.7	665.5	36.8
CV		0.10	0.31	0.19	0.62	0.58	0.44	0.28	1.33	0.41

La distribución longitudinal del grupo copépodos (dominante) mostró densidades similares para los tres sectores contrastados (CV = 0,10), con una leve tendencia a incrementar hacia la zona nerítica.

Es interesante notar que todos los grupos considerados y la biomasa total (salvo larvas de eufáusidos) presentaron valores de abundancia relativa o biomasa menores para la zona de pesca. Esto podría deberse a una fuerte presión de alimentación por parte del jurel, que se mantuvo en altos niveles de abundancia en esa zona por aproximadamente diez días, sin embargo, no se dispone de los antecedentes suficientes como para poner a prueba esta hipótesis.

Las zoeas presentaron una distribución restringida a la zona nerítica y, en consecuencia, el grupo presentó el coeficiente de variación más alto (CV = 1,33).

Con el propósito de detectar diferencias significativas en la distribución longitudinal de las variables biomasa zooplanctónica total y la abundancia de eufáusidos, se aplicaron las pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis (análisis de varianza) y estadístico U de Mann-Whitney (diferenciación de medias) (Zar, 1984).

La comparación de varianzas para las zonas nerítica, oceánica y de pesca, entregó diferencias significativas sólo para la biomasa zooplanctónica total (estadístico de Kruskal-Wallis = 12,373;  $p < 0,005$ ). En los eufáusidos no se observan diferencias significativas en la abundancia al contrastar las tres zonas (estadístico Kruskal-Wallis = 7,165;  $p > 0,005$ ).

Los resultados del análisis entre pares de zonas, a través del estadístico U de Mann-Whitney, se presentan en la tabla 45.

**Tabla 45.** Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total (g/ 1000 m<sup>3</sup>) y para la variable abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>), considerando las zonas nerítica, oceánica y de pesca.

	NERITICO/ OCEANICO	PARES DE ZONAS NERITICO/ Z. PESCA	OCEANICO/ Z. PESCA
<b>(a) BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL</b>			
Test U	= 1045,0	554,0	308,0
p	= 0,950	0,001	0,001
<b>(b) ABUNDANCIA DE EUFAUSIDOS</b>			
Test U	= 1194,0	493,0	263,0
p	= 0,223	0,014	0,045

Los resultados de la tabla 45 confirman la existencia de diferencias significativas en la biomasa zooplanctónica total, para las zonas nerítica/zona de pesca y oceánica/zona de pesca. Lo anterior se debió a la presencia de bajos valores de biomasa zooplanctónica en la zona de pesca.

Respecto a la abundancia de eufáusidos, si bien ésta fue menor en la zona de pesca, las diferencias con respecto a las zonas nerítica y oceánica no fueron estadísticamente significativas al nivel de significancia utilizado.

Estos resultados concuerdan con las diferencias detectadas gráficamente (Figuras 162 y 163) para los sectores contrastados.

Las variaciones costa-océano en la abundancia de los grupos zooplanctónicos mayores y en la biomasa zooplanctónica total detectadas en este estudio, son coincidentes con resultados de Arcos y Núñez (1992) y Arcos *et al.* (1994), quienes analizan la variabilidad costa-océano tanto en el componente zooplanctónico (grupos y especies de copépodos) como ictioplanctónico, en el sector nerítico y oceánico de la Octava Región.

Con el propósito de contrastar la distribución longitudinal de los grupos zooplanctónicos seleccionados, respecto de la información entregada por Serra *et al.* (1994a, 1994b), para los años 1992 y 1993, se calcularon los promedios de las abundancias y biomاسas para los sectores predefinidos anteriormente (nerítico, oceánico y zona de pesca). Para estos años se definieron como las agrupaciones de estaciones con lances de pesca efectivos en zonas de agregaciones importantes de jurel, considerando toda el área de prospección. Los resultados se presentan en las figuras 164 a 166 y se resumen en la tabla 46.

La tabla 46 destaca la asociación de los mayores valores de biomasa zooplanctónica total al sector nerítico del área de estudio (situación que no se evidencia en 1994; figura 162).

La contrastación entre los tres años muestra al grupo apendicularias con sus mayores valores de abundancia asociados a la zona nerítica. La misma situación se encuentra acentuada para el grupo zoeas, principal taxa del meroplancton colectado en todos los años, que apareció asociado a la zona nerítica más costera del área de estudio.

Para los eufáusidos las mayores abundancias estuvieron asociadas a la zona nerítica. Para los sectores oceánico y zona de pesca existen variaciones entre los años, ya que si bien los años 1992 y 1993 presentaron densidades similares entre estas zonas, durante 1994 se detectaron claras diferencias, debido a los bajos valores de abundancia en la zona de pesca.

**Tabla 46.** Distribución longitudinal promedio de la abundancia de grupos zooplanctónicos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>) para los sectores nerítico, oceánico y zonas de pesca. Se consideran resultados de este trabajo y los descritos para el otoño de 1992 e invierno de 1993 por Serra *et al.* (1994a, 1994b). N= Número de estaciones por sector. Entre paréntesis se indica el coeficiente de variación. Cop=copépodos; quetog=quetognatos; l.eufau=larvas de eufáusidos; eufau=eufáusidos; ostrc=ostrácodos; poliq=poliquetos; apend=apendicularias; zoeas=zoeas; otros=otros grupos.

AÑO-1992	N	GRUPOS ZOOPLANCTONICOS								BIOMASA
		COPEP	QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQ	APEND	ZOEAS	
Z.NERITICA	60	208028.7 (3.87)	38912.3 (5.04)	4064.5 (2.61)	9113.7 (3.15)	1804.1 (2.84)	408.2 (5.82)	3759.5 (2.91)	3081.5 (2.40)	839.9 (4.69)
Z.OCEANICA	19	87096.1 (0.52)	13127.4 (0.52)	364.7 (1.12)	985.0 (0.98)	2210.4 (0.81)	204.6 (0.89)	164.2 (1.24)	41.3 (1.55)	156.6 (0.76)
Z.PESCA	12	24450.8 (0.91)	7931.6 (0.73)	1407.2 (0.65)	920.4 (1.00)	904.8 (1.26)	56.1 (1.34)	0.0 ( - )	130.8 (2.13)	226.8 (1.23)
AÑO-1993	N	COPEP	QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQ	APEND	ZOEAS	BIOMASA
Z.NERITICA	56	71138.7 (0.80)	7112.8 (0.83)	1735.2 (3.11)	3671.8 (1.40)	2849.0 (1.09)	538.8 (1.25)	3619.8 (2.18)	1027.6 (3.78)	183.8 (1.75)
Z.OCEANICA	35	72360.2 (0.83)	6883.1 (0.74)	1903.9 (2.23)	1798.4 (1.42)	2834.0 (0.74)	676.2 (0.85)	905.4 (1.21)	38.3 (2.13)	83.2 (0.55)
Z.PESCA	9	78486.9 (1.10)	5158.5 (0.93)	5869.8 (1.55)	1597.0 (0.91)	1921.9 (0.56)	134.6 (0.81)	557.8 (0.81)	5.4 (2.83)	74.1 (0.95)
AÑO-1994	N	COPEP	QUETOG	L.EUFAU	EUFAU	OSTRAC	POLIQ	APEND	ZOEAS	BIOMASA
Z.NERITICA	61	63820.9 (1.36)	4304.4 (0.73)	1606.4 (1.58)	2357.9 (1.76)	1340.3 (0.89)	786.0 (0.98)	1245.0 (1.48)	1441.6 (3.24)	111.2 (1.10)
Z.OCEANICA	34	56847.3 (1.44)	5091.1 (1.77)	2506.5 (2.13)	1137.9 (1.81)	2793.4 (1.11)	1725.9 (1.63)	758.6 (1.65)	53.0 (1.64)	119.0 (1.52)
Z.PESCA	11	49269.3 (0.71)	2261.3 (0.38)	1847.2 (1.69)	403.6 (1.24)	593.8 (0.72)	683.5 (1.38)	680.4 (0.72)	8.0 (2.30)	37.3 (0.89)

### 5.6.2.3 Análisis espacial horizontal

El análisis gráfico de la distribución espacial horizontal de la biomasa zooplanctónica total y de los grupos zooplanctónicos dominantes en abundancia se presenta en las figuras 167 a 176. La distribución espacial de la biomasa zooplanctónica total (Figura 167) muestra una distribución centrada en la parte centro-norte del área de estudio, presentando núcleos de valores altos en los sectores nerítico y oceánico frente a Punta Nugurne e inmediatamente al sur de San Antonio. Esta situación difiere



de lo reportado por Braun (1991) y por Serra et al. (1994a), quienes reportan biomasa mayores asociadas a la región más costera frente a la Octava Región, sin embargo, es relativamente similar a lo detectado por Serra et al. (1994b), quienes muestran mayores valores de biomasa zooplanctónica total asociados al sector norte del área de estudio.

Los copépodos presentaron núcleos de alta abundancia ( $> 300$  ind/m<sup>3</sup>) asociados a la zona costera frente a Talcahuano y al sector oceánico al sur de San Antonio (Figura 168). Lo anterior coincide en términos generales con la distribución del grupo reportado para los períodos otoñal e invernal de los años 1992 y 1993, respectivamente (Serra et al., 1994a, 1994b).

El grupo eufáusidos (principalmente E. mucronata), presentó núcleos de gran abundancia ( $> 10$  ind/m<sup>3</sup>) en el sector nerítico entre Constitución y Talcahuano (Figura 169). Esta distribución es similar a la encontrada en el otoño de 1992 (Serra et al., 1994a), pero diferente a lo reportado para el invierno de 1993, donde los núcleos de alta densidad se presentaron en la zona oceánica (70-90 mn) frente a la Octava Región (Serra et al., 1994b). Los estados larvales del grupo (caliátopis y furcilia) presentaron núcleos de alta abundancia ( $> 5$  ind/m<sup>3</sup>) en sectores costeros y oceánicos asociados al sector sur de los 36°S (Figura 171).

El componente más importante del meroplancton (zoeas) presentó una distribución restringida a la zona más costera (Figura 176), situación similar a lo detectado en 1993 y 1992 por Serra et al. (1994a y 1994b, respectivamente).

Los grupos apendicularias, poliquetos y ostrácodos presentaron máximas abundancias asociadas a la zona oceánica del área de estudio (Figuras 172 a 174).

### **5.6.3 Relación entre el zooplancton y las variables ambientales**

La tabla 47 muestra los rangos de distribución de las variables oceanográficas medidas, respecto de la presencia de organismos zooplanctónicos para toda el área de estudio.

**Tabla 47.** Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), los eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y los copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>), durante la realización del crucero. Los promedios ponderados se calcularon a partir de la profundidad máxima y mínima en cada lance. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). t<sub>sup</sub>= temperatura superficial; s<sub>sup</sub>= salinidad superficial; d<sub>sup</sub>= densidad superficial; o<sub>sup</sub>= oxígeno disuelto superficial; t<sub>pond</sub>= temperatura (prom. ponderado); s<sub>pond</sub>= salinidad (prom. ponderado); d<sub>pond</sub>= densidad (prom. ponderado); o<sub>pond</sub>= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.000	31.510	23.907	4.540	9.528	32.966	25.088	1.356
MAX	15.250	34.703	26.169	6.560	12.590	34.649	26.539	5.528
MED	12.699	33.817	25.533	5.450	11.297	34.254	26.134	3.213
D.S.	0.761	0.662	0.451	0.347	0.646	0.308	0.294	1.397
C.V.	0.060	0.020	0.018	0.064	0.057	0.009	0.011	0.446

EUFÁUSIDOS

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.180	31.510	23.907	4.540	9.528	33.276	25.245	1.356
MAX	15.250	34.703	26.169	6.560	12.590	34.649	26.539	5.528
MED	12.721	33.830	25.539	5.438	11.300	34.267	26.143	3.172
D.S.	0.752	0.636	0.436	0.345	0.633	0.285	0.279	1.283
C.V.	0.059	0.019	0.017	0.063	0.056	0.008	0.011	0.404

COPEPODOS

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.000	31.510	23.907	4.540	9.528	32.966	25.088	1.356
MAX	15.250	34.703	26.169	6.560	12.590	34.649	26.539	5.528
MED	12.696	33.815	25.532	5.450	11.300	34.252	26.132	3.223
D.S.	0.765	0.665	0.453	0.348	0.648	0.309	0.294	1.401
C.V.	0.060	0.020	0.018	0.064	0.057	0.009	0.011	0.434

Con el propósito de detectar relaciones entre la biomasa zooplanctónica total, la abundancia de eufáusidos y la abundancia de copépodos, respecto de las variables oceanográficas medidas en superficie y ponderadas a la profundidad máxima de cada lance planctónico, se realizaron análisis de correlación parcial múltiple entre estas variables, cuyos resultados se presentan en las tablas 48 a 50.

**Tabla 48.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Total del área prospectada (estaciones regulares). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpound= temperatura (prom. ponderado); spound= salinidad (prom. ponderado); dpound= densidad (prom. ponderado); opound= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	BIOMASA	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
BIOMASA	-1.0000 ( 103)	0.1820 ( 103)	-0.1875 ( 103)	0.1849 ( 103)	0.0839 ( 103)	-0.2745 ( 103)	0.2958 ( 103)	-0.2949 ( 103)	-0.3138 ( 103)
TSUP	0.1820 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9994 ( 103)	-0.9994 ( 103)	-0.1194 ( 103)	0.2746 ( 103)	-0.2644 ( 103)	0.2776 ( 103)	0.2787 ( 103)
SSUP	-0.1875 ( 103)	0.9994 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9999 ( 103)	0.1217 ( 103)	-0.2983 ( 103)	0.2887 ( 103)	-0.3014 ( 103)	-0.2829 ( 103)
DSUP	0.1849 ( 103)	-0.9994 ( 103)	0.9999 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.1233 ( 103)	0.2981 ( 103)	-0.2881 ( 103)	0.3012 ( 103)	0.2876 ( 103)
OSUP	0.0839 ( 103)	-0.1194 ( 103)	0.1217 ( 103)	-0.1233 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.1330 ( 103)	-0.1341 ( 103)	0.1367 ( 103)	0.1170 ( 103)
TPOND	-0.2745 ( 103)	0.2746 ( 103)	-0.2983 ( 103)	0.2981 ( 103)	0.1330 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9988 ( 103)	-0.9992 ( 103)	-0.4098 ( 103)
SPOND	0.2958 ( 103)	-0.2644 ( 103)	0.2887 ( 103)	-0.2881 ( 103)	-0.1341 ( 103)	0.9988 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9992 ( 103)	0.3993 ( 103)
DPOND	-0.2949 ( 103)	0.2776 ( 103)	-0.3014 ( 103)	0.3012 ( 103)	0.1367 ( 103)	-0.9992 ( 103)	0.9992 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.4288 ( 103)
OPOND	-0.3138 ( 103)	0.2787 ( 103)	-0.2829 ( 103)	0.2876 ( 103)	0.1170 ( 103)	-0.4098 ( 103)	0.3993 ( 103)	-0.4288 ( 103)	-1.0000 ( 103)

La tabla 48 y las figuras 177 a 186, muestran la distribución de la biomasa zooplanctónica total en relación con las variables oceanográficas. El análisis no reveló intervalos preferenciales de la biomasa con ninguna variable oceanográfica, situación detectada también para los cruceros desarrollados en el otoño de 1992 y en el invierno de 1993 (Serra *et al.*, 1994a, 1994b).

El análisis de correlación parcial entre la abundancia de eufáusidos y copépodos respecto de las variables oceanográficas medidas se presenta en las tablas 49 y 50. Los coeficientes de correlación obtenidos confirman la inexistencia de patrones de asociación ( $p < 0,05$ ) entre la variable biológica y el ambiente físico.

**Tabla 49.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Toda el área prospectada (estaciones regulares). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	EUFAUS.	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
EUFAUS.	-1.0000 ( 103)	0.0301 ( 103)	-0.0331 ( 103)	0.0321 ( 103)	-0.1300 ( 103)	0.0432 ( 103)	-0.0255 ( 103)	0.0284 ( 103)	-0.0796 ( 103)
TSUP	0.0301 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9994 ( 103)	-0.9994 ( 103)	-0.1014 ( 103)	0.2359 ( 103)	-0.2232 ( 103)	0.2373 ( 103)	0.2389 ( 103)
SSUP	-0.0331 ( 103)	0.9994 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9999 ( 103)	0.1029 ( 103)	-0.2596 ( 103)	0.2475 ( 103)	-0.2610 ( 103)	-0.2420 ( 103)
DSUP	0.0321 ( 103)	-0.9994 ( 103)	0.9999 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.1049 ( 103)	0.2600 ( 103)	-0.2476 ( 103)	0.2615 ( 103)	0.2477 ( 103)
OSUP	-0.1300 ( 103)	-0.1014 ( 103)	0.1029 ( 103)	-0.1049 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.1193 ( 103)	-0.1171 ( 103)	0.1202 ( 103)	0.0844 ( 103)
TPOND	0.0432 ( 103)	0.2359 ( 103)	-0.2596 ( 103)	0.2600 ( 103)	0.1193 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9988 ( 103)	-0.9993 ( 103)	-0.3496 ( 103)
SPOND	-0.0255 ( 103)	-0.2232 ( 103)	0.2475 ( 103)	-0.2476 ( 103)	-0.1171 ( 103)	0.9988 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9991 ( 103)	0.3347 ( 103)
DPOND	0.0284 ( 103)	0.2373 ( 103)	-0.2610 ( 103)	0.2615 ( 103)	0.1202 ( 103)	-0.9993 ( 103)	0.9991 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.3670 ( 103)
OPOND	-0.0796 ( 103)	0.2389 ( 103)	-0.2420 ( 103)	0.2477 ( 103)	0.0844 ( 103)	-0.3496 ( 103)	0.3347 ( 103)	-0.3670 ( 103)	-1.0000 ( 103)

La tabla 49 indica el rango de distribución de las variables oceanográficas en que se encontraban los eufáusidos durante el crucero. Las figuras 187 a 197 muestran gráficamente la relación entre la distribución de eufáusidos y las variables ambientales. En el análisis gráfico no se detectaron patrones claros de asociación entre las variables contrastadas. El análisis de correlación parcial múltiple tampoco mostró la existencia de correlaciones estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) respecto de las variables oceanográficas medidas (Tabla 49).

Al igual que para la biomasa zooplanctónica total y la abundancia de eufáusidos, para el caso de los copépodos tampoco se observa alguna asociación respecto de las variables oceanográficas medidas (Figuras 198 a 208). La tabla 50 presenta el rango de variación de las variables oceanográficas para el

grupo copépodos durante el crucero. El análisis de correlación parcial múltiple entre los copépodos y las variables oceanográficas medidas no evidenció asociaciones significativas entre las variables.

**Tabla 50.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Total del área prospectada. El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpnd= temperatura (ponderada); spnd= salinidad (ponderada); dpnd= densidad (ponderada); opnd= oxígeno disuelto (ponderado).

	COPEPODOS	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
COPEPODOS	-1.0000 ( 103)	0.0528 ( 103)	-0.0557 ( 103)	0.0544 ( 103)	0.0004 ( 103)	-0.0696 ( 103)	0.0767 ( 103)	-0.0747 ( 103)	0.0496 ( 103)
TSUP	0.0528 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9994 ( 103)	-0.9994 ( 103)	-0.1061 ( 103)	0.2403 ( 103)	-0.2273 ( 103)	0.2413 ( 103)	0.2341 ( 103)
SSUP	-0.0557 ( 103)	0.9994 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9999 ( 103)	0.1081 ( 103)	-0.2642 ( 103)	0.2517 ( 103)	-0.2652 ( 103)	-0.2368 ( 103)
DSUP	0.0544 ( 103)	-0.9994 ( 103)	0.9999 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.1099 ( 103)	0.2645 ( 103)	-0.2517 ( 103)	0.2656 ( 103)	0.2427 ( 103)
OSUP	0.0004 ( 103)	-0.1061 ( 103)	0.1081 ( 103)	-0.1099 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.1145 ( 103)	-0.1145 ( 103)	0.1173 ( 103)	0.0957 ( 103)
TPOND	-0.0696 ( 103)	0.2403 ( 103)	-0.2642 ( 103)	0.2645 ( 103)	0.1145 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9989 ( 103)	-0.9994 ( 103)	-0.3498 ( 103)
SPOND	0.0767 ( 103)	-0.2273 ( 103)	0.2517 ( 103)	-0.2517 ( 103)	-0.1145 ( 103)	0.9989 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9991 ( 103)	0.3327 ( 103)
DPOND	-0.0747 ( 103)	0.2413 ( 103)	-0.2652 ( 103)	0.2656 ( 103)	0.1173 ( 103)	-0.9994 ( 103)	0.9991 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.3654 ( 103)
OPOND	0.0496 ( 103)	0.2341 ( 103)	-0.2368 ( 103)	0.2427 ( 103)	0.0957 ( 103)	-0.3498 ( 103)	0.3327 ( 103)	-0.3654 ( 103)	-1.0000 ( 103)

La falta de asociación de los copépodos, eufáusidos y de la biomasa zooplanctónica total con variables ambientales, ha sido también reseñada por Serra *et al.* (1994a, 1994b), quienes evaluaron similar área y período de estudio. Arcos *et al.* (1994) detectaron muy bajos niveles de asociación (aunque significativos) al relacionar la biomasa zooplanctónica total y la densidad de copépodos respecto de variables ambientales físicas y biológicas, a una escala mucho menor de observación (kms, días).

La detección de regiones frontogénicas de diferente escala, observadas al graficar en un sentido costa-océano las variables temperatura (°C) y fluorescencia (u.r.), llevó a investigar el grado de asociación de la biomasa zooplanctónica total respecto de frentes oceanográficos superficiales importantes observados durante el estudio. Este análisis, de carácter cualitativo, se realizó a través de la superposición de los mayores valores de biomasa zooplanctónica en las gráficas de gradientes térmicos para cada transecta (Figuras 209 a 219).

Los resultados no indican un patrón claro de asociación, ya que los mayores valores de biomasa zooplanctónica y de abundancia de eufáusidos estuvieron asociados positivamente a gradientes evidentes sólo en el 25% de los casos. Esta falta de asociación entre frentes superficiales de temperatura y el zooplancton ha sido también reportada por Serra et al. (1994a, 1994b) para similar escala de observación.

#### 5.6.4 Composición y abundancia del ictioplancton

La tabla 51 muestra los taxa para huevos y larvas de peces detectados en el área prospectada por este estudio.

**Tabla 51.** Listado de huevos y larvas de peces registrados en el análisis ictioplanctónico.

---

(a) ESTADOS LARVALES

---

<u>Diogenycthis atlanticus</u>	<u>Hygophum brunni</u>
<u>P. (H.) chilensis</u>	<u>P. (H.) crokeri</u>
<u>Engraulis ringens</u>	<u>Sebastes capensis</u>
<u>Sardinops sagax</u>	<u>Diaphos theta</u>
<u>Lampanyctus ritteri</u>	<u>Lampanyctus parvicauda</u>
<u>Normanichthys crokeri</u>	<u>P. (H.) crokeri</u>
<u>P. (H.) subparellum</u>	<u>Scomberesox saurus</u>
<u>Paralepis sp.</u>	<u>Hypsoblennius sordidus</u>
<u>Strangomera bentinckii</u>	<u>Vinciguerria lucetia</u>
<u>Merluccius gayi</u>	<u>Stromateus stellatus</u>
<u>Hippoglossina macrops</u>	<u>Gonostoma sp.</u>
<u>Lampadena luminosa</u>	<u>Triphoturus mexicanus</u>
<u>Diogenichthys laternatus</u>	<u>Synodus sp.</u>
<u>Sternoptys sp.</u>	<u>Argirolepecus sp.</u>
<u>Notoscopelus sp.</u>	<u>Seriola? sp.</u>
<u>Bolinichthys sp.</u>	<u>Normanichthys crokeri</u>
<u>Prolatilus jugularis</u>	<u>Etmidium maculatum</u>
<u>Austromeniida laticlavata</u>	ARGENTINOIDEII
<u>Ciclotone sp.</u>	MACROURIDAE
OTRAS LARVAS	

---

(Continuación tabla 51)

(b) HUEVOS DE PECES

<u>H. brunni</u>	<u>Merluccius gayi</u>
<u>Vinciguerria lucetia</u>	<u>Scomberesox saurus</u>
<u>Strangomera bentincki</u>	<u>Hippoglossina macrops</u>
<u>Sardinops sagax</u>	<u>Ethmidium maculatum</u>
<u>Engraulis ringens</u>	OTROS MICTOFIDOS
<u>Stromateus stellatus</u>	OTROS HUEVOS

Las larvas de peces que registraron una abundancia numérica mayor al 1% correspondieron a las siguientes especies: H. brunni (43,9%); E. ringens (31,1%); S. bentincki (13,1%); M. gayi (3,0%); E. maculatum (2,1%) y S. sagax (1%).

Las mayores abundancias de huevos de peces se registraron para: E. ringens (62,3%); S. bentincki (13,6%); M. gayi (6,9%); E. maculatum (4,8%); S. stellatus (3,6%) e H. brunni (1,2%).

Durante el período de prospección planctónica no se detectaron huevos o larvas de jurel. Esto resulta normal para el período y área de estudio ya que el desove de esta especie tiene lugar en el período primavera-verano y en el sector oceánico.

Las tablas 52 y 53 resumen la información ictioplanctónica en relación a la densidad promedio, constancia y dominancia numérica de las larvas y huevos de peces numéricamente más importantes.

**Tabla 52.** Densidad promedio (ind/10 m<sup>2</sup>), frecuencia y dominancia numérica de huevos de peces en el área de prospección planctónica.

	<u>E. ringens</u>	<u>E. maculatum</u>	<u>H. macrops</u>	<u>S. bentincki</u>	<u>S. sagax</u>	<u>H. brunni</u>	<u>M. gayi</u>
EST. TOTALES	106	106	106	106	106	106	106
EST. POSITIVAS	10	5	11	7	3	41	11
HUEVOS TOTALES	84207.3	6452.4	466.9	18387.3	250.7	1569.7	9387.2
DENS. PROM. TOTALES	794.4	60.9	4.4	173.5	2.4	14.8	88.6
DENS. PROM. POSITIVAS	8420.7	1290.5	42.4	2626.8	83.6	38.3	853.4
FRECUENCIA (%)	9.4	4.7	10.4	6.6	2.8	38.7	10.4
DOMINANCIA NUM (%)	69.75	5.34	0.39	15.23	0.21	1.30	7.78

**Tabla 53.** Densidad promedio (ind/10 m<sup>2</sup>), frecuencia y dominancia numérica de estados larvales de peces en el área de prospección planctónica.

	E. ringens H. brunni H.macrops M.gayi S.sagax S.bentincki					
EST.TOTALES	106	106	106	106	106	106
EST.POSITIVAS	19	100	2	15	8	12
LARVAS TOTALES	14655.4	20665.2	17.2	1407.7	469.2	6155.5
DENS.PROM.TOTALES	138.3	195.0	0.2	13.3	4.4	58.1
DENS.PROM.POSITIVAS	771.3	1087.6	0.9	74.1	24.7	324.0
FRECUENCIA (%)	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9
DOMINANCIA NUM(%)	33.79	47.65	0.04	3.25	1.08	14.19

Los resultados indican que alrededor del 85% del total de huevos de peces colectados en este estudio correspondieron a E. ringens y S. bentincki. La primera especie mencionada presentó una dominancia numérica de huevos cercana al 70%, que se debió fundamentalmente a las altas densidades encontradas en el extremo sur del área de prospección (transectas 20 y 21). En relación a los estados larvales, dominaron (en orden de importancia decreciente) H. brunni, S. bentincki y E. ringens, que aportaron con el 96% del total.

#### 5.6.5 Distribución espacial del ictioplancton

##### 5.6.5.1 Análisis latitudinal

La tabla 54 presenta las densidades promedio (ind/10 m<sup>2</sup>) de los huevos de las especies de peces más importantes colectadas durante el crucero, expresadas por transecta (sentido norte-sur). En esta tabla se aprecia que las mayores densidades de huevos estuvieron asociadas a la parte sur del área de estudio, a excepción de los huevos de M. gayi, que fueron más abundantes en la transecta localizada frente a Talcahuano.



**Tabla 54.** Densidad latitudinal de huevos de peces (huevos/10 m<sup>2</sup>). No se consideró en el análisis la transecta 5 ya que sólo se muestreó una estación (estación 21).

TRANSEC.	E.ringens	E.maculatum	S.bentincki	S.sagax	H.brunni	M.gayi
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	134.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	9.6
6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0
10	700.4	0.0	76.8	48.0	3.4	182.3
11	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	0.0
12	269.4	1.1	3.2	0.0	2.4	128.9
13	1.2	0.0	0.0	0.0	6.5	1106.1
14	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
16	0.0	0.0	0.0	1.8	51.5	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	254.2
18	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0
19	101.1	0.0	47.9	1.2	0.0	51.0
20	855.7	15.7	286.2	0.0	24.3	165.7
21	14954.1	1139.8	3282.5	0.0	9.7	0.0
N	20	20	20	20	20	20
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	14954.1	1139.8	3282.5	48.0	51.5	1106.1
MED	844.1	64.5	184.8	2.6	10.2	94.9
D.EST.	3245.6	248.4	713.5	10.4	12.9	243.7
CV	3.85	3.85	3.86	4.09	1.26	2.57

Los estados larvales de las especies numéricamente importantes de peces colectados en este estudio (Tabla 55), muestran un patrón de distribución norte-sur similar al encontrado para los huevos, vale decir, asociados a la parte sur de área de estudio. La excepción corresponde a estados larvales de H. brunni, que no muestra variaciones latitudinales importantes (CV = 0,82).

**Tabla 55.** Densidad latitudinal de larvas de peces (larvas/10 m<sup>2</sup>). No se consideró en el análisis la transecta 5 ya que sólo se muestreó una estación (estación 21).

TRANSECTA	E.ringens	H.brunni	H.macrops	M.gayi	S.sagax	S.bentincki
1	1.4	55.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	78.2	0.0	1.7	0.0	0.0
3	0.0	253.4	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	383.3	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	443.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	744.6	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	137.9	0.0	2.0	0.0	0.0
9	0.0	225.5	0.0	0.0	0.0	2.9
10	81.6	309.4	0.0	24.0	43.2	30.2
11	0.0	134.7	0.0	1.4	0.0	0.0
12	33.3	204.6	1.1	11.6	0.0	2.1
13	34.7	144.4	2.4	9.6	0.0	3.6
14	10.3	273.3	0.0	0.0	0.0	0.0
15	4.6	99.2	0.0	0.0	0.0	0.0
16	7.1	224.4	0.0	0.0	1.8	0.0
17	293.3	91.9	0.0	19.6	6.3	34.7
18	1.7	72.3	0.0	0.0	0.0	0.0
19	556.4	34.5	0.0	18.7	7.5	258.3
20	227.4	65.6	0.0	196.8	15.7	371.4
21	1906.3	74.6	0.0	2.3	22.8	632.9
N	20	20	20	20	20	20
MIN	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	1906.3	744.6	2.4	196.8	43.2	632.9
MED	157.9	202.5	0.2	14.4	4.9	66.8
D.EST.	423.8	166.9	0.6	42.5	10.6	161.0
CV	2.68	0.82	3.24	2.96	2.19	2.41

#### 5.6.5.2 Análisis longitudinal

Las tablas 56 y 57 presentan la información resumida de la distribución promedio de huevos y larvas de peces, respectivamente, en un sentido longitudinal. Al igual que para el análisis longitudinal de los grupos zooplanctónicos, se consideró con fines comparativos el sector denominado zona de pesca (ver figura 8).

La figura 220 muestra la distribución principalmente costera de los huevos de peces en los tres sectores contrastados. Esta situación se mantuvo al analizar las larvas de peces (Figura 221), exceptuando a H. brunni, especie bien representada en los tres sectores (CV = 0,37).

**Tabla 56.** Densidad de huevos (huevos/10 m<sup>2</sup>) de peces evaluados en sentido longitudinal (costa-océano). Se incluyó en este análisis el sector denominado zona de pesca.

TRANSEC.	<i>E.ringens</i>	<i>E.maculatum</i>	<i>S.bentincki</i>	<i>S.sagax</i>	<i>H.brunni</i>	<i>M.gayi</i>
NERITICO	1380.4	100.1	301.4	4.1	7.0	153.9
OCEANICO	0.0	10.1	0.0	0.0	16.3	0.5
Z.PESCA	0.0	0.0	0.0	0.0	52.1	0.0
N	3	3	3	3	3	3
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0
MAX	1380.4	100.1	301.4	4.1	52.1	153.9
MED	460.1	36.8	100.5	1.4	25.1	51.4
D.EST.	650.7	45.0	142.1	1.9	19.5	72.4
CV	1.41	1.22	1.41	1.41	0.77	1.41

**Tabla 57.** Densidad promedio de larvas (larvas/10 m<sup>2</sup>) de peces evaluadas en sentido longitudinal (costa-océano). Se incluye en este análisis el sector denominado zona de pesca.

TRANSECTA	<i>E.ringens</i>	<i>H.brunni</i>	<i>H.macrops</i>	<i>M.gayi</i>	<i>S.sagax</i>	<i>S.bentincki</i>
NERITICO	240.1	184.7	0.3	22.9	7.7	100.7
OCEANICO	1.1	181.1	72.9	0.3	0.0	0.4
Z.PESCA	0.0	69.6	0.0	0.0	0.0	0.0
N	3	3	3	3	3	3
MIN	0.0	69.6	0.0	0.0	0.0	0.0
MAX	240.1	184.7	72.9	22.9	7.7	100.7
MED	80.4	145.1	24.4	7.7	2.6	33.7
D.EST.	112.9	53.4	34.3	10.7	3.6	47.4
CV	1.40	0.37	1.41	1.38	1.42	1.41

### 5.6.5.3 Análisis horizontal

Las figuras 222 a 233 presentan las distribuciones horizontales de huevos y larvas de las especies de peces numéricamente más importantes colectadas en este estudio.

La distribución horizontal de huevos estuvo focalizada en tres pequeños núcleos muy costeros situados frente a Punta Nugurne, en la desembocadura del río Itata y al sur de la Isla Mocha. Las larvas tuvieron un mayor rango de distribución, aunque ésta fue también principalmente costera (e.g., *E. ringens* y *M. gayi*).

Cabe destacar la distribución más oceánica de los estados larvales de H. brunni, que estuvo ampliamente representado en toda la región de estudio, en especial entre San Antonio y Constitución.

### 5.6.6 Relaciones entre el ictioplancton y variables ambientales

Con el propósito de detectar posibles asociaciones entre la densidad de estados larvales de peces, considerando toda el área de estudio, y las variables oceanográficas, se realizó un análisis de correlación parcial múltiple (Tabla 58), considerando el total de estados larvales por estación oceanográfica. Los resultados revelaron la ausencia de asociaciones significativas entre estas variables ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 58.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (ind/10 m<sup>2</sup>; datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas para toda el área prospectada (estaciones regulares). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	LARVAS	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
LARVAS	-1.0000 ( 103)	-0.0724 ( 103)	0.0664 ( 103)	-0.0662 ( 103)	0.0679 ( 103)	-0.1416 ( 103)	0.1469 ( 103)	-0.1459 ( 103)	-0.1086 ( 103)
TSUP	-0.0724 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9994 ( 103)	-0.9993 ( 103)	-0.1008 ( 103)	0.2243 ( 103)	-0.2105 ( 103)	0.2246 ( 103)	0.2275 ( 103)
SSUP	0.0664 ( 103)	0.9994 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9999 ( 103)	0.1032 ( 103)	-0.2488 ( 103)	0.2355 ( 103)	-0.2491 ( 103)	-0.2311 ( 103)
DSUP	-0.0662 ( 103)	-0.9993 ( 103)	0.9999 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.1051 ( 103)	0.2492 ( 103)	-0.2357 ( 103)	0.2496 ( 103)	0.2368 ( 103)
OSUP	0.0679 ( 103)	-0.1008 ( 103)	0.1032 ( 103)	-0.1051 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.1230 ( 103)	-0.1233 ( 103)	0.1259 ( 103)	0.1024 ( 103)
TPOND	-0.1416 ( 103)	0.2243 ( 103)	-0.2488 ( 103)	0.2492 ( 103)	0.1230 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9990 ( 103)	-0.9994 ( 103)	-0.3642 ( 103)
SPOND	0.1469 ( 103)	-0.2105 ( 103)	0.2355 ( 103)	-0.2357 ( 103)	-0.1233 ( 103)	0.9990 ( 103)	-1.0000 ( 103)	0.9992 ( 103)	0.3482 ( 103)
DPOND	-0.1459 ( 103)	0.2246 ( 103)	-0.2491 ( 103)	0.2496 ( 103)	0.1259 ( 103)	-0.9994 ( 103)	0.9992 ( 103)	-1.0000 ( 103)	-0.3803 ( 103)
OPOND	-0.1086 ( 103)	0.2275 ( 103)	-0.2311 ( 103)	0.2368 ( 103)	0.1024 ( 103)	-0.3642 ( 103)	0.3482 ( 103)	-0.3803 ( 103)	-1.0000 ( 103)

## 5.6.7 Muestreo de microescala: sectores El Maní y Control

### 5.6.7.1 Componente zooplanctónica

Durante el muestreo de pequeña escala (kilómetros, horas), desarrollado en los sectores denominados El Maní y Control, la evaluación de los grupos zooplanctónicos numéricamente importantes y de la biomasa zooplanctónica total evidenciaron la inexistencia de algún patrón de distribución que pudiera estar asociado a la batimetría, por lo tanto, la hipótesis de diferenciación batimétrica inicialmente propuesta no tiene sustentación respecto del análisis realizado. Así, las mayores biomasa y abundancias de eufáusidos detectadas en el sector El Maní, correspondieron a los pares de estaciones A-B y K-L, situadas al norte y sur del área de estudio y que presentan similares profundidades de ecosonda (Figuras 234 y 235).

El sector denominado Control evidenció valores de biomasa zooplanctónica relativamente bajos, excepto en la estación K (500,3 g/1000 m<sup>3</sup>), situada en el borde sur de este sector (Tabla 60). El resto de las estaciones presentó variación entre 25,2 y 57,1 g/1000 m<sup>3</sup>. En contraste con lo anterior, esta variable presentó valores más altos en El Maní, fluctuando entre 34,4 y 805,4 g/1000 m<sup>3</sup> (Tabla 59).

La distribución longitudinal del zooplancton, para los sectores El Maní y Control, se presenta en las figuras 234 a 237. La distribución heterogénea observada a esta escala espacio-temporal (km, hrs), principalmente en relación a la abundancia de eufáusidos, determinó la existencia de coeficientes de variación altos, especialmente para esta especie (El Maní: Cv = 1,81; Control: Cv = 1,13).

**Tabla 59.** Abundancias de grupos zooplanctónicos numéricamente importantes (ind/1000 m<sup>3</sup>) colectados para cada estación de muestreo en el Sector El Maní.

ESTACIONES	COP. (*100)	EUFU.	QUETOG.	POLIQU.	L.EUF.	APEND.	OSTRAC.	ZOEAS	BIOMASA
A	1008.3	5275.8	3890.2	159.9	1279.0	639.5	479.6	4956.0	131.7
B	320.6	22477.7	10600.3	510.9	894.0	0.0	766.3	1404.9	653.1
C	785.4	852.4	9288.7	587.9	352.7	470.3	1175.8	117.6	160.3
D	147.1	1332.8	5485.1	974.0	1025.2	51.3	563.9	205.0	53.6
E	1111.3	327.1	19721.9	280.4	186.9	560.8	467.3	841.2	169.9
F	188.2	540.7	13030.5	54.1	324.4	432.5	0.0	5028.4	246.7
G	2176.0	0.0	16617.7	705.5	156.8	391.9	78.4	1724.5	327.4
H	196.0	0.0	11238.8	510.9	191.6	191.6	127.7	830.1	98.4
I	439.3	263.3	3160.0	985.4	543.7	34.0	10941.2	68.0	34.4
J	229.2	175.7	6480.3	1132.1	234.2	78.1	6792.6	0.0	71.0
K	510.9	5832.6	10732.0	1516.5	0.0	233.3	2216.4	350.0	277.6
L	1498.4	37530.9	22010.6	564.4	0.0	564.4	1693.1	3668.4	805.4
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
MIN.	147.12	0.00	3160.04	54.07	0.00	0.00	0.00	0.00	34.36
MAX.	2175.97	37530.86	22010.58	1516.48	1278.98	639.49	10941.22	5028.39	805.38
MED.	717.56	6217.42	11021.34	665.14	432.38	303.97	2108.52	1599.51	252.45
D.S.	603.79	11235.33	5766.68	406.49	399.90	222.88	3202.03	1805.79	232.05
C.V.	0.84	1.81	0.52	0.61	0.92	0.73	1.52	1.13	0.92

**Tabla 60.** Abundancias de grupos zooplanctónicos numéricamente importantes (ind/1000 m<sup>3</sup>) colectados para cada estación de muestreo en el Sector Control.

ESTACIONES	COP. (*100)	EUF.	QUETOG.	POLIQU.	L.EUF.	APEND.	OSTRAC.	ZOEAS	BIOMASA
A	1188.9	893.4	8040.2	595.6	893.4	446.7	409.5	558.3	25.2
B	1718.8	670.4	12468.6	670.4	1340.7	4022.1	1742.9	1072.6	27.7
C	1049.2	0.0	3643.0	242.9	6314.5	8500.3	728.6	6071.6	39.6
D	9749.2	1755.8	8340.2	0.0	20192.0	124663.9	439.0	877.9	67.1
E	1191.6	364.7	8752.1	820.5	1549.9	9755.0	1276.4	1367.5	38.5
F	395.9	205.8	3539.1	535.0	1934.2	370.4	6214.0	493.8	40.6
G	0.0	194.9	3021.4	519.8	584.8	162.4	2339.2	292.4	41.4
H	253.5	913.9	2549.3	721.5	240.5	529.1	1058.2	481.0	55.1
I	1175.8	1468.1	9209.2	1201.2	2002.0	20687.4	533.9	2402.4	57.1
J	345.7	1273.1	5594.1	540.1	617.3	3202.2	347.2	617.3	38.0
K	979.1	4777.2	3864.7	2254.4	429.4	1610.3	3972.1	858.8	500.3
L	593.2	489.7	6183.0	2020.2	2020.2	4285.3	3550.7	1591.7	53.4
N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
MIN.	0.00	0.00	2549.30	0.00	240.50	162.44	347.22	292.40	25.22
MAX.	9749.25	4777.24	12468.58	2254.43	20192.04	124663.92	6213.99	6071.65	500.34
Med.	1553.40	1083.92	6267.09	843.46	3176.57	14852.92	1884.29	1390.45	81.99
D.S.	2516.82	1228.77	2967.14	643.84	5356.44	33587.19	1754.68	1520.74	126.68
C.V.	1.62	1.13	0.47	0.76	1.69	2.26	0.93	1.09	1.55

Los resultados del análisis de diferencia de medias (prueba no paramétrica U de Mann-Whitney) para las variables biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>) y para la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en los sectores El Maní y Control se presentan en la tabla 61.

**Tabla 61.** Prueba U de Mann-Whitney para la variable biomasa zooplanctónica total (g/ 1000 m<sup>3</sup>) y para la variable abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>), considerando el par de zonas El Maní/Control.

PAR DE ZONAS EL MANI/CONTROL	
BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL	ABUNDANCIA DE EUFAUSIDOS
Test U = 22,0	Test U = 72,0
p = 0,004	p = 1,000

La tabla 61 muestra que: (i) la biomasa zooplanctónica total presenta diferencias significativas entre los sectores contrastados y (ii) la abundancia de eufáusidos no presentó diferencias estadísticamente significativas.

#### 5.6.7.2 Componente ictioplanctónica

Las tablas 62 y 63 entregan la identificación específica y las abundancias de huevos y larvas para el sector Control y El Maní, respectivamente.

De la información analizada se desprende que el componente ictioplanctónico evidenció diferencias en las especies dominantes en número en cada sector. Así, para el sector Control, las especies dominantes fueron E. ringens (54,9%) y S. bentincki (28,9%). Por el contrario, para El Maní, las especies dominantes fueron H. brunni (53,9%) y E. ringens (32,5%).

Las diferencias resultaron más marcadas al analizar los huevos de peces. Para el sector Control, las mayores dominancias fueron de S. sagax (34,6%) y M. gayi (23,8%), en tanto que en El Maní los huevos de estas especies estuvieron poco representados, siendo dominante E. ringens (55,1%).

**Tabla 62.** Densidad promedio (ind/10 m<sup>2</sup>), constancia y dominancia numérica (%) de huevos y estados larvales de peces. Sector Control.

LARVAS	EST.TOT	EST(+)	LARV.TOT.	PROM.TOT	PROM(+)	FRECUENCIA	DOMINANC.NUM.
<i>Hygophum brunni</i>	12	11	575.7	48.0	52.3	91.7	5.77
<i>P.(H.) chilensis</i>	12	3	32.9	2.7	11.0	25.0	0.33
<i>P.(H.) crokeri</i>	12	3	37.6	3.1	12.5	25.0	0.38
<i>Engraulis ringens</i>	12	12	5474.3	456.2	456.2	100.0	54.89
<i>Sebastes capensis</i>	12	5	65.0	5.4	13.0	41.7	0.65
<i>Sardinops sagax</i>	12	3	179.3	14.9	59.8	25.0	1.80
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	12	1	12.6	1.1	12.6	8.3	0.13
<i>Scomberesox saurus</i>	12	2	21.5	1.8	10.7	16.7	0.22
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	12	3	25.1	2.1	8.4	25.0	0.25
<i>Strangomera bentinckii</i>	12	11	2884.5	240.4	262.2	91.7	28.93
<i>Merluccius gayi</i>	12	4	49.4	4.1	12.3	33.3	0.50
<i>Stromateus stellatus</i>	12	2	231.7	19.3	115.9	16.7	2.32
<i>Gonostama sp.</i>	12	1	7.2	0.6	7.2	8.3	0.07
<i>Normanictys crokeri</i>	12	1	8.8	0.7	8.8	8.3	0.09
<i>Prolatilus jugularis</i>	12	3	22.8	1.9	7.6	25.0	0.23
<i>Etmidium maculatum</i>	12	6	269.5	22.5	44.9	50.0	2.70
<i>Tripterygium chilensis</i>	12	3	74.6	6.2	24.9	25.0	0.75

HUEVOS	EST.TOT	EST(+)	LARV.TOT.	PROM.TOT	PROM(+)	FRECUENCIA	DOMINANC.NUM.
<i>H.brunni</i>	12	2	32.8	2.7	16.4	16.7	0.80
OTROS MICTOPIDOS	12	1	41.7	3.5	41.7	8.3	1.02
<i>Vinciguerria lucetia</i>	12	1	48.7	4.1	48.7	8.3	1.19
<i>Strangomera bentincki</i>	12	5	187.2	15.6	37.4	41.7	4.58
<i>Sardinops sagax</i>	12	2	1410.8	117.6	705.4	16.7	34.55
<i>Engraulis ringens</i>	12	3	773.2	64.4	257.7	25.0	18.94
<i>Stromateus stellatus</i>	12	2	168.8	14.1	84.4	16.7	4.13
<i>Merluccius gayi</i>	12	4	970.8	80.9	242.7	33.3	23.78
<i>Hippoglossina macrops</i>	12	1	7.2	0.6	7.2	8.3	0.18
<i>Etmidium maculatum</i>	12	1	348.2	29.0	348.2	8.3	8.53
OTROS HUEVOS	12	3	93.2	7.8	31.1	25.0	2.28



**Tabla 63.** Densidad promedio (ind/10 m<sup>2</sup>), constancia y dominancia numérica (%) de huevos y estados larvales de peces. Sector El Maní.

LARVAS	EST.TOT.	EST(+)	LARV.TOT	PROM.TOT	PROM.(+)	FRECUENCIA	DOMINANC.NUM.
<i>Hygophum brunni</i>	12	11	2292.9	191.1	208.4	91.7	53.88
<i>P.(H.) chilensis</i>	12	3	29.4	2.4	9.8	25.0	0.69
<i>Engraulis ringens</i>	12	10	1382.0	115.2	138.2	83.3	32.47
<i>Sebastes capensis</i>	12	3	17.2	1.4	5.7	25.0	0.40
<i>Sardinops sagax</i>	12	2	36.4	3.0	18.2	16.7	0.86
<i>Lampanyctus parvicauda</i>	12	1	7.6	0.6	7.6	8.3	0.18
<i>Scomberesox saurus</i>	12	1	6.9	0.6	6.9	8.3	0.16
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	12	1	4.1	0.3	4.1	8.3	0.10
<i>Strangomera bentinckii</i>	12	2	292.3	24.4	146.2	16.7	6.87
<i>Merluccius gayi</i>	12	4	115.0	9.6	28.8	33.3	2.70
<i>Hippoglossina macrops</i>	12	1	6.4	0.5	6.4	8.3	0.15
<i>Diogenichthis laternatus</i>	12	1	6.6	0.6	6.6	8.3	0.16
<i>Normanicthys crokeri</i>	12	1	6.9	0.6	6.9	8.3	0.16
<i>Etmidium maculatum</i>	12	1	45.1	3.8	45.1	8.3	1.06
GADIDAE	12	1	6.9	0.6	6.9	8.3	0.16

HUEVOS	EST.TOT.	EST(+)	HUEV.TOT	PROM.TOT	PROM.(+)	FRECUENCIA	DOMINANC.NUM.
<i>Strangomera bentincki</i>	12	2	114.5	9.5	57.2	16.7	2.04
<i>Engraulis ringens</i>	12	1	3096.3	258.0	3096.3	8.3	55.12
<i>Merluccius gayi</i>	12	2	529.3	44.1	264.7	16.7	9.42
<i>Scomberesox saurus</i>	12	5	31.0	2.6	6.2	41.7	0.55
<i>Hippoglossina macrops</i>	12	3	21.1	1.8	7.0	25.0	0.38
OTROS HUEVOS	12	3	1824.9	152.1	608.3	25.0	32.49

### 5.6.7.3 Relaciones entre las condiciones oceanográficas y los componentes zooplanctónico e ictioplanctónico

Los rangos de las variables oceanográficas donde se encontraba el zooplancton en las áreas correspondientes al muestreo de microescala (sectores Control y El Maní), se presenta en las tablas 64 y 65, respectivamente.

**Tabla 64.** Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), los eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y los copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>), durante la realización del muestreo de microescala en el Sector Control. Los promedios ponderados se calcularon a partir de la profundidad máxima y mínima en cada lance. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). t<sub>sup</sub>= temperatura superficial; s<sub>sup</sub>= salinidad superficial; d<sub>sup</sub>= densidad superficial; o<sub>sup</sub>= oxígeno disuelto superficial; t<sub>pond</sub>= temperatura (prom. ponderado); s<sub>pond</sub>= salinidad (prom. ponderado); d<sub>pond</sub>= densidad (prom. ponderado); o<sub>pond</sub>= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	10.840	33.317	25.357	3.670	10.221	33.896	25.801	2.032
MAX	11.670	34.389	26.309	5.480	11.627	34.375	26.391	4.240
MED	11.362	33.858	25.821	4.429	11.164	34.171	26.099	3.029
D.S.	0.269	0.288	0.252	0.556	0.388	0.158	0.179	0.741
C.V.	0.024	0.009	0.010	0.126	0.035	0.005	0.007	0.245

EUFAUSIDOS

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T SUP	S POND	ST POND	O POND
MIN	10.840	33.317	25.357	3.680	10.221	33.896	25.801	2.032
MAX	11.670	34.389	26.309	5.480	11.627	34.375	26.391	4.240
MED	11.336	33.842	25.813	4.498	11.142	34.160	26.094	3.069
D.S.	0.267	0.296	0.261	0.529	0.398	0.160	0.187	0.762
C.V.	0.024	0.009	0.010	0.118	0.036	0.005	0.007	0.248

COPEPODOS

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	10.840	33.317	25.357	3.670	10.221	33.896	25.801	2.032
MAX	11.670	34.089	26.094	5.480	11.627	34.375	26.391	4.240
MED	11.399	33.810	25.777	4.425	11.208	34.162	26.084	3.074
D.S.	0.249	0.251	0.214	0.581	0.375	0.161	0.180	0.759
C.V.	0.022	0.007	0.008	0.131	0.033	0.005	0.007	0.247

**Tabla 65.** Rangos de las variables oceanográficas en que se encontraba la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>), los eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) y los copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>), durante la realización del muestreo de microescala en el Sector El Maní. Los promedios ponderados se calcularon a partir de la profundidad máxima y mínima en cada lance. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). t<sub>sup</sub>= temperatura superficial; s<sub>sup</sub>= salinidad superficial; d<sub>sup</sub>= densidad superficial; o<sub>sup</sub>= oxígeno disuelto superficial; t<sub>pond</sub>= temperatura (prom. ponderado); s<sub>pond</sub>= salinidad (prom. ponderado); d<sub>pond</sub>= densidad (prom. ponderado); o<sub>pond</sub>= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

**BIOMASA ZOOPLANCTONICA TOTAL**

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.660	32.816	24.957	3.710	11.290	33.938	25.707	1.721
MAX	12.850	34.389	26.013	5.590	12.300	34.501	26.328	4.821
MED	12.301	33.870	25.654	5.025	11.913	34.159	25.951	3.615
D.S.	0.353	0.401	0.278	0.519	0.302	0.187	0.198	1.004
C.V.	0.029	0.012	0.011	0.103	0.025	0.005	0.008	0.278

**EUFAUSIDOS**

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T SUP	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.660	32.816	24.957	3.710	11.290	33.957	25.773	1.721
MAX	12.850	34.389	26.013	5.590	12.206	34.501	26.328	4.613
MED	12.279	33.881	25.667	4.987	11.856	34.202	25.996	3.397
D.S.	0.329	0.439	0.295	0.566	0.300	0.179	0.191	0.979
C.V.	0.027	0.013	0.011	0.114	0.025	0.005	0.007	0.288

**COPEPODOS**

	T SUP	S SUP	ST SUP	O SUP	T POND	S POND	ST POND	O POND
MIN	11.660	32.816	24.957	3.710	11.290	33.938	25.707	1.721
MAX	12.850	34.389	26.013	5.590	12.300	34.501	26.328	4.821
MED	12.301	33.870	25.654	5.025	11.913	34.159	25.951	3.615
D.S.	0.353	0.401	0.278	0.519	0.302	0.187	0.198	1.004
C.V.	0.029	0.012	0.011	0.103	0.025	0.005	0.008	0.278

Con el propósito de establecer relaciones entre las variables oceanográficas y, la biomasa zooplanctónica total y la abundancia de cada taxón importante, medidas durante la ejecución del muestreo de microescala, se realizaron análisis de correlación parcial múltiples para cada sector.

Los resultados (Tablas 66 a 73) indican la ausencia de correlaciones estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), para todas las variables ensayadas (i.e., biomasa zooplanctónica total, eufáusidos, copépodos y estados larvales de peces), tanto en el sector Control como en El Maní. La única excepción correspondió a la variable copépodos versus salinidad superficial y densidad superficial, sin embargo, en el contexto de todas las pruebas realizadas estas correlaciones positivas no son significativas.

**Tabla 66.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a  $\ln(x+1)$ ) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad ( $\sigma-t$ ), oxígeno disuelto (ml/l).  $t_{sup}$ = temperatura superficial;  $ss_{sup}$ = salinidad superficial;  $ds_{sup}$ = densidad superficial;  $os_{sup}$ = oxígeno disuelto superficial;  $t_{pond}$ = temperatura (prom. ponderado);  $sp_{pond}$ = salinidad (prom. ponderado);  $dp_{pond}$ = densidad (prom. ponderado);  $op_{pond}$ = oxígeno disuelto (prom. ponderado)

	BIOMASA	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
BIOMASA	-1.0000 ( 12)	0.7029 ( 12)	-0.7036 ( 12)	0.7034 ( 12)	-0.3867 ( 12)	-0.3241 ( 12)	0.3037 ( 12)	-0.3292 ( 12)	-0.3758 ( 12)
TSUP	0.7029 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6699 ( 12)	0.4741 ( 12)	-0.4790 ( 12)	0.4769 ( 12)	-0.0500 ( 12)
SSUP	-0.7036 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-0.6700 ( 12)	-0.4753 ( 12)	0.4802 ( 12)	-0.4780 ( 12)	0.0492 ( 12)
DSUP	0.7034 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6700 ( 12)	0.4751 ( 12)	-0.4800 ( 12)	0.4778 ( 12)	-0.0494 ( 12)
OSUP	-0.3867 ( 12)	0.6699 ( 12)	-0.6700 ( 12)	0.6700 ( 12)	-1.0000 ( 12)	-0.2394 ( 12)	0.2507 ( 12)	-0.2348 ( 12)	0.2699 ( 12)
TPOND	-0.3241 ( 12)	0.4741 ( 12)	-0.4753 ( 12)	0.4751 ( 12)	-0.2394 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9981 ( 12)	-0.9997 ( 12)	0.0220 ( 12)
SPOND	0.3037 ( 12)	-0.4790 ( 12)	0.4802 ( 12)	-0.4800 ( 12)	0.2507 ( 12)	0.9981 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9979 ( 12)	-0.0754 ( 12)
DPOND	-0.3292 ( 12)	0.4769 ( 12)	-0.4780 ( 12)	0.4778 ( 12)	-0.2348 ( 12)	-0.9997 ( 12)	0.9979 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.0113 ( 12)
OPOND	-0.3758 ( 12)	-0.0500 ( 12)	0.0492 ( 12)	-0.0494 ( 12)	0.2699 ( 12)	0.0220 ( 12)	-0.0754 ( 12)	0.0113 ( 12)	-1.0000 ( 12)

**Tabla 67.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom.ponderado).

	BIOMASA	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
BIOMASA	-1.0000 ( 11)	-0.4329 ( 11)	0.4342 ( 11)	-0.4333 ( 11)	-0.2687 ( 11)	0.7493 ( 11)	-0.7476 ( 11)	0.7427 ( 11)	-0.4058 ( 11)
TSUP	-0.4329 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.4198 ( 11)	0.7283 ( 11)	-0.7305 ( 11)	0.7303 ( 11)	-0.0744 ( 11)
SSUP	0.4342 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	0.4206 ( 11)	-0.7300 ( 11)	0.7323 ( 11)	-0.7321 ( 11)	0.0742 ( 11)
DSUP	-0.4333 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.4213 ( 11)	0.7294 ( 11)	-0.7316 ( 11)	0.7314 ( 11)	-0.0728 ( 11)
OSUP	-0.2687 ( 11)	-0.4198 ( 11)	0.4206 ( 11)	-0.4213 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.2695 ( 11)	-0.2821 ( 11)	0.2884 ( 11)	0.4833 ( 11)
TPOND	0.7493 ( 11)	0.7283 ( 11)	-0.7300 ( 11)	0.7294 ( 11)	0.2695 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9997 ( 11)	-0.9995 ( 11)	0.2063 ( 11)
SPOND	-0.7476 ( 11)	-0.7305 ( 11)	0.7323 ( 11)	-0.7316 ( 11)	-0.2821 ( 11)	0.9997 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9999 ( 11)	-0.1938 ( 11)
DPOND	0.7427 ( 11)	0.7303 ( 11)	-0.7321 ( 11)	0.7314 ( 11)	0.2884 ( 11)	-0.9995 ( 11)	0.9999 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.1786 ( 11)
OPOND	-0.4058 ( 11)	-0.0744 ( 11)	0.0742 ( 11)	-0.0728 ( 11)	0.4833 ( 11)	0.2063 ( 11)	-0.1938 ( 11)	0.1786 ( 11)	-1.0000 ( 11)

**Tabla 68.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	EUFAUS.	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
EUFAUS.	-1.0000 ( 12)	-0.9190 ( 12)	0.9184 ( 12)	-0.9185 ( 12)	0.9362 ( 12)	0.9404 ( 12)	-0.9474 ( 12)	0.9414 ( 12)	-0.9449 ( 12)
TSUP	-0.9190 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9445 ( 12)	0.9133 ( 12)	-0.9201 ( 12)	0.9137 ( 12)	-0.9299 ( 12)
SSUP	0.9184 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-0.9442 ( 12)	-0.9131 ( 12)	0.9199 ( 12)	-0.9135 ( 12)	0.9295 ( 12)
DSUP	-0.9185 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9443 ( 12)	0.9132 ( 12)	-0.9200 ( 12)	0.9136 ( 12)	-0.9296 ( 12)
OSUP	0.9362 ( 12)	0.9445 ( 12)	-0.9442 ( 12)	0.9443 ( 12)	-1.0000 ( 12)	-0.8961 ( 12)	0.9040 ( 12)	-0.8960 ( 12)	0.9405 ( 12)
TPOND	0.9404 ( 12)	0.9133 ( 12)	-0.9131 ( 12)	0.9132 ( 12)	-0.8961 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9996 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9069 ( 12)
SPOND	-0.9474 ( 12)	-0.9201 ( 12)	0.9199 ( 12)	-0.9200 ( 12)	0.9040 ( 12)	0.9996 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9996 ( 12)	-0.9177 ( 12)
DPOND	0.9414 ( 12)	0.9137 ( 12)	-0.9135 ( 12)	0.9136 ( 12)	-0.8960 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9996 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9066 ( 12)
OPOND	-0.9449 ( 12)	-0.9299 ( 12)	0.9295 ( 12)	-0.9296 ( 12)	0.9405 ( 12)	0.9069 ( 12)	-0.9177 ( 12)	0.9066 ( 12)	-1.0000 ( 12)

**Tabla 69.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpound= temperatura (prom. ponderado); spound= salinidad (prom. ponderado); dpound= densidad (prom. ponderado); opound= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	EUFAUS.	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
EUFAUS.	-1.0000 ( 11)	0.8691 ( 11)	-0.8695 ( 11)	0.8694 ( 11)	-0.2896 ( 11)	-0.3203 ( 11)	0.3566 ( 11)	-0.3328 ( 11)	0.2007 ( 11)
TSUP	0.8691 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.0861 ( 11)	0.5954 ( 11)	-0.6240 ( 11)	0.6051 ( 11)	-0.1149 ( 11)
SSUP	-0.8695 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-0.0862 ( 11)	-0.5959 ( 11)	0.6245 ( 11)	-0.6056 ( 11)	0.1146 ( 11)
DSUP	0.8694 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.0857 ( 11)	0.5958 ( 11)	-0.6244 ( 11)	0.6055 ( 11)	-0.1140 ( 11)
OSUP	-0.2896 ( 11)	0.0861 ( 11)	-0.0862 ( 11)	0.0857 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.0042 ( 11)	-0.0103 ( 11)	0.0281 ( 11)	0.6889 ( 11)
TPOND	-0.3203 ( 11)	0.5954 ( 11)	-0.5959 ( 11)	0.5958 ( 11)	0.0042 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9986 ( 11)	-0.9990 ( 11)	-0.0857 ( 11)
SPOND	0.3566 ( 11)	-0.6240 ( 11)	0.6245 ( 11)	-0.6244 ( 11)	-0.0103 ( 11)	0.9986 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9995 ( 11)	0.0937 ( 11)
DPOND	-0.3328 ( 11)	0.6051 ( 11)	-0.6056 ( 11)	0.6055 ( 11)	0.0281 ( 11)	-0.9990 ( 11)	0.9995 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.1186 ( 11)
OPOND	0.2007 ( 11)	-0.1149 ( 11)	0.1146 ( 11)	-0.1140 ( 11)	0.6889 ( 11)	-0.0857 ( 11)	0.0937 ( 11)	-0.1186 ( 11)	-1.0000 ( 11)

**Tabla 70.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	COPEPOD.	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
COPEPODOS	-1.0000 ( 12)	-0.2252 ( 12)	0.2288 ( 12)	-0.2291 ( 12)	0.4804 ( 12)	-0.4954 ( 12)	0.4792 ( 12)	-0.5021 ( 12)	-0.3426 ( 12)
TSUP	-0.2252 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6268 ( 12)	0.1983 ( 12)	-0.2272 ( 12)	0.1948 ( 12)	-0.5133 ( 12)
SSUP	0.2288 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-0.6284 ( 12)	-0.1977 ( 12)	0.2266 ( 12)	-0.1942 ( 12)	0.5139 ( 12)
DSUP	-0.2291 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6284 ( 12)	0.1972 ( 12)	-0.2262 ( 12)	0.1938 ( 12)	-0.5140 ( 12)
OSUP	0.4804 ( 12)	0.6268 ( 12)	-0.6284 ( 12)	0.6284 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.1384 ( 12)	-0.1135 ( 12)	0.1476 ( 12)	0.5649 ( 12)
TPOND	-0.4954 ( 12)	0.1983 ( 12)	-0.1977 ( 12)	0.1972 ( 12)	0.1384 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9984 ( 12)	-0.9997 ( 12)	-0.0359 ( 12)
SPOND	0.4792 ( 12)	-0.2272 ( 12)	0.2266 ( 12)	-0.2262 ( 12)	-0.1135 ( 12)	0.9984 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9982 ( 12)	-0.0128 ( 12)
DPOND	-0.5021 ( 12)	0.1948 ( 12)	-0.1942 ( 12)	0.1938 ( 12)	0.1476 ( 12)	-0.9997 ( 12)	0.9982 ( 12)	-1.0000 ( 12)	-0.0466 ( 12)
OPOND	-0.3426 ( 12)	-0.5133 ( 12)	0.5139 ( 12)	-0.5140 ( 12)	0.5649 ( 12)	-0.0359 ( 12)	-0.0128 ( 12)	-0.0466 ( 12)	-1.0000 ( 12)



**Tabla 71.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpound= temperatura (prom. ponderado); spound= salinidad (prom. ponderado); dpound= densidad (prom. ponderado); opound= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	COPEPOD.	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
COPEPODOS	-1.0000 ( 11)	-0.9509 ( 11)	0.9504 ( 11)	-0.9503 ( 11)	-0.5766 ( 11)	0.9180 ( 11)	-0.9156 ( 11)	0.9121 ( 11)	-0.8818 ( 11)
TSUP	-0.9509 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.6366 ( 11)	0.9560 ( 11)	-0.9552 ( 11)	0.9532 ( 11)	-0.8206 ( 11)
SSUP	0.9504 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	0.6370 ( 11)	-0.9561 ( 11)	0.9554 ( 11)	-0.9534 ( 11)	0.8198 ( 11)
DSUP	-0.9503 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.6373 ( 11)	0.9561 ( 11)	-0.9554 ( 11)	0.9534 ( 11)	-0.8195 ( 11)
OSUP	-0.5766 ( 11)	-0.6366 ( 11)	0.6370 ( 11)	-0.6373 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.5639 ( 11)	-0.5696 ( 11)	0.5720 ( 11)	-0.2491 ( 11)
TPOND	0.9180 ( 11)	0.9560 ( 11)	-0.9561 ( 11)	0.9561 ( 11)	0.5639 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9999 ( 11)	-0.9997 ( 11)	0.7792 ( 11)
SPOND	-0.9156 ( 11)	-0.9552 ( 11)	0.9554 ( 11)	-0.9554 ( 11)	-0.5696 ( 11)	0.9999 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9999 ( 11)	-0.7731 ( 11)
DPOND	0.9121 ( 11)	0.9532 ( 11)	-0.9534 ( 11)	0.9534 ( 11)	0.5720 ( 11)	-0.9997 ( 11)	0.9999 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.7654 ( 11)
OPOND	-0.8818 ( 11)	-0.8206 ( 11)	0.8198 ( 11)	-0.8195 ( 11)	-0.2491 ( 11)	0.7792 ( 11)	-0.7731 ( 11)	0.7654 ( 11)	-1.0000 ( 11)

**Tabla 72.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (ind/10 m<sup>2</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona Control (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom. ponderado).

	LARVAS	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
LARVAS	-1.0000 ( 12)	-0.0911 ( 12)	0.0939 ( 12)	-0.0936 ( 12)	0.2800 ( 12)	0.2958 ( 12)	-0.2804 ( 12)	0.2698 ( 12)	-0.2938 ( 12)
TSUP	-0.0911 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6057 ( 12)	0.3752 ( 12)	-0.4002 ( 12)	0.3750 ( 12)	-0.4804 ( 12)
SSUP	0.0939 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-0.6067 ( 12)	-0.3776 ( 12)	0.4025 ( 12)	-0.3773 ( 12)	0.4807 ( 12)
DSUP	-0.0936 ( 12)	-1.0000 ( 12)	1.0000 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.6066 ( 12)	0.3772 ( 12)	-0.4021 ( 12)	0.3769 ( 12)	-0.4807 ( 12)
OSUP	0.2800 ( 12)	0.6057 ( 12)	-0.6067 ( 12)	0.6066 ( 12)	-1.0000 ( 12)	-0.2027 ( 12)	0.2183 ( 12)	-0.1896 ( 12)	0.5281 ( 12)
TPOND	0.2958 ( 12)	0.3752 ( 12)	-0.3776 ( 12)	0.3772 ( 12)	-0.2027 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9981 ( 12)	-0.9993 ( 12)	0.2367 ( 12)
SPOND	-0.2804 ( 12)	-0.4002 ( 12)	0.4025 ( 12)	-0.4021 ( 12)	0.2183 ( 12)	0.9981 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.9981 ( 12)	-0.2793 ( 12)
DPOND	0.2698 ( 12)	0.3750 ( 12)	-0.3773 ( 12)	0.3769 ( 12)	-0.1896 ( 12)	-0.9993 ( 12)	0.9981 ( 12)	-1.0000 ( 12)	0.2213 ( 12)
OPOND	-0.2938 ( 12)	-0.4804 ( 12)	0.4807 ( 12)	-0.4807 ( 12)	0.5281 ( 12)	0.2367 ( 12)	-0.2793 ( 12)	0.2213 ( 12)	-1.0000 ( 12)

**Tabla 73.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la abundancia de larvas de peces (ind/10 m<sup>2</sup>; datos transformados a ln (x+1)) y las variables oceanográficas medidas. Zona El Maní (muestreo de pequeña escala). El tamaño de la muestra se entrega entre paréntesis. Unidades: Temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l). tsup= temperatura superficial; ssup= salinidad superficial; dsup= densidad superficial; osup= oxígeno disuelto superficial; tpond= temperatura (prom. ponderado); spond= salinidad (prom. ponderado); dpond= densidad (prom. ponderado); opond= oxígeno disuelto (prom.ponderado).

	LARVAS	TSUP	SSUP	DSUP	OSUP	TPOND	SPOND	DPOND	OPOND
LARVAS	-1.0000 ( 11)	0.2545 ( 11)	-0.2555 ( 11)	0.2576 ( 11)	0.6338 ( 11)	0.6135 ( 11)	-0.5898 ( 11)	0.5894 ( 11)	-0.4900 ( 11)
TSUP	0.2545 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.4228 ( 11)	0.3606 ( 11)	-0.3806 ( 11)	0.3790 ( 11)	0.2284 ( 11)
SSUP	-0.2555 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	0.4239 ( 11)	-0.3612 ( 11)	0.3813 ( 11)	-0.3797 ( 11)	-0.2297 ( 11)
DSUP	0.2576 ( 11)	-1.0000 ( 11)	1.0000 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.4258 ( 11)	0.3594 ( 11)	-0.3796 ( 11)	0.3780 ( 11)	0.2316 ( 11)
OSUP	0.6338 ( 11)	-0.4228 ( 11)	0.4239 ( 11)	-0.4258 ( 11)	-1.0000 ( 11)	-0.3235 ( 11)	0.2945 ( 11)	-0.2874 ( 11)	0.7642 ( 11)
TPOND	0.6135 ( 11)	0.3606 ( 11)	-0.3612 ( 11)	0.3594 ( 11)	-0.3235 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9991 ( 11)	-0.9989 ( 11)	0.1894 ( 11)
SPOND	-0.5898 ( 11)	-0.3806 ( 11)	0.3813 ( 11)	-0.3796 ( 11)	0.2945 ( 11)	0.9991 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.9998 ( 11)	-0.1619 ( 11)
DPOND	0.5894 ( 11)	0.3790 ( 11)	-0.3797 ( 11)	0.3780 ( 11)	-0.2874 ( 11)	-0.9989 ( 11)	0.9998 ( 11)	-1.0000 ( 11)	0.1475 ( 11)
OPOND	-0.4900 ( 11)	0.2284 ( 11)	-0.2297 ( 11)	0.2316 ( 11)	0.7642 ( 11)	0.1894 ( 11)	-0.1619 ( 11)	0.1475 ( 11)	-1.0000 ( 11)

## 5.7 OCEANOGRAFIA PESQUERA

R. Quiñones, R. Serra y F. Bustos

### 5.7.1 Relación entre el recurso jurel y las variables físico-químicas

Uno de los aspectos más difíciles de confrontar cuando se intenta dilucidar las posibles relaciones existentes entre la distribución de un recurso y las variables ambientales, es la utilización de una escala de tiempo y espacio adecuada. Esto se hace especialmente evidente al considerar que el jurel se desplaza vertical y horizontalmente a una determinada velocidad (i.e. 8,4 largos por segundo, Hunter, 1971) y que simultáneamente tanto sus presas (i.e. eufáusidos y mictófidis, Serra *et al.*, 1994a, 1994b) como el agua que lo circunda están en movimiento (e.g. 8 cm/seg a 100 m profundidad; ver sección Oceanografía Física).

En el caso particular de proyectos eminentemente multidisciplinarios como el presente, donde la frecuencia de observación esta determinada en gran parte por un equilibrio entre los distintos diseños muestrales necesarios para cumplir los objetivos, el problema de la relación entre la escala espacio-temporal utilizada y la necesaria para la detección de la influencia de las variables ambientales sobre los patrones de distribución del recurso se agudizan. En consecuencia, hemos dividido el análisis en dos escalas de observación, las cuales se definen de la siguiente manera:

- (i) macroescala = decenas de millas náuticas,
- (ii) microescala = menor de 10 millas náuticas.

#### 5.7.1.1 Análisis de macroescala

La distribución del jurel (Figura 14) en el área de estudio permite afirmar que el recurso se encontraba en zonas que presentaban aguas superficiales frías con temperaturas cercanas a los 12,5°C. Cabe destacar que la única agregación importante detectada en la zona norte del área de estudio también se encontraba en aguas cuya temperatura superficial era cercana a 12,5°C.

Considerando la distribución batimétrica del jurel (Figura 15), es de especial interés analizar la distribución horizontal de las variables oceanográficas a una profundidad de 150 m en la zona de estudio. En la figura 238 se observa que a esta profundidad existe en la zona norte del área de estudio, una

distribución de temperatura casi homogénea con una leve disminución de ésta desde la zona costera (11,4°C) hacia la oceánica (11,1°C). En la zona central del área de estudio también se presenta un gradiente costa-oceano con temperaturas que van desde 11,4°C en la costa hasta 10,5°C en la zona oceánica. Un patrón similar se aprecia en la zona sur de la zona de estudio con un gradiente costa-océano de 10,5°C a 10,2°C.

La distribución de la salinidad a 150 m de profundidad (Figura 239) es similar a aquella descrita para los 100m de profundidad (ver sección Oceanografía Física), detectándose agua más salina en la zona más costera (34,64).

La distribución de oxígeno horizontal a 150 m de profundidad muestra un mínimo de oxígeno cercano a la costa, aumentando el nivel de oxígeno disuelto hacia la zona oceánica (Figura 240). Es importante destacar que aproximadamente a los 37°S y 74,5°W se observa aún la presencia de un mínimo de oxígeno (0,8 ml/l), el cual desaparece al sur y al oeste de esta zona. La zona de alta concentración del recurso (zona de pesca) se caracteriza por presentar aguas bien oxigenadas. La presencia de AESS en gran parte de la zona de estudio se aprecia claramente a una profundidad de 200 m (Figura 55), pero en la zona de mayor presencia de jurel las aguas estaban, incluso a esta profundidad, bien oxigenadas. Este hecho sugiere que aunque el jurel puede sobrevivir en aguas con bajo contenido de oxígeno (Serra *et al.*, 1994a, 1994b), podría tener cierta preferencia por aguas que estén bien oxigenadas en su rango de distribución batimétrica más profunda.

Por otra parte, las áreas de mayor concentración del recurso presentaban altas concentraciones de clorofila y fuerte presencia de inversiones térmicas. Una probable relación entre altas concentraciones de jurel y la presencia de inversiones térmicas ha sido previamente sugerida (Serra *et al.*, 1994a, 1994b), aunque un mecanismo causal para esta relación no ha sido encontrado.

Por otra parte, a 100 m de profundidad se observa que existe un gradiente de temperatura horizontal norte-sur, el cual presenta desde los 37°S al sur temperaturas bajas (Figura 49). No obstante, en la zona de mayor concentración del recurso éstas tienden a aumentar hasta 12,1°C.

Los patrones de circulación descritos a partir del vector de velocidades geostroficas no explican los patrones de distribución espacial del recurso. Las corrientes horizontales calculadas entre 200m y 15 m de profundidad varían entre 3 cm/s y 8 cm/s. Aunque estas corrientes son considerables, probablemente tienen sólo un efecto menor para el jurel, ya que su velocidad de natación sostenible se ha estimado por sobre 1 m/s en adultos (Hunter, 1971).

Finalmente, los resultados del levantamiento batimétrico de la zona "El Maní" (Ver sección Oceanografía Física), demuestran que contrario a lo representado en la carta náutica, no existe un bajo topográfico. En consecuencia, el efecto batimétrico no puede ser invocado para explicar la alta presencia histórica del jurel en esta área. De hecho, la zona "Control", es decir la zona que históricamente presenta capturas insignificantes del recurso, presentó un perfil batimétrico y características oceanográficas similares a "El Maní". Hipótesis alternativas para la presencia histórica del jurel en la zona de "El Maní" podrían ser: (i) que "El Maní" y otras zonas semejantes (e.g. Bajo Franklin) presenten concentraciones elevadas de alimento para el jurel, (ii) que exista un efecto batimétrico, pero a una escala geográfica superior (i.e. efecto de la plataforma sobre las corrientes), y (iii) que por razones de comportamiento "El Maní" sea parte importante en la ruta migracional del jurel. Evidentemente, las hipótesis (ii) e (iii), que en la actualidad son de carácter especulativo, podrían llegar a ser contrastadas en investigaciones futuras. Con respecto a la hipótesis (i), no se encontró evidencia clara que la sustente durante el presente crucero. Sin embargo, para una contrastación definitiva es necesario un muestreo de mayor cobertura temporal.

#### 5.7.1.2 Análisis de microescala

Los resultados a microescala muestran que la biomasa del jurel no presentó una correlación significativa a un nivel  $P < 0,01$  con las variables temperatura, salinidad,  $\sigma-t$  y oxígeno superficiales (Tabla 74, figuras 241 a 245). No obstante, a un nivel de  $P < 0,05$ , los bajos índices de correlación observados entre la biomasa de jurel y las variables temperatura, salinidad y  $\sigma-t$  superficiales, son significativos.

Estos bajos niveles de correlación, que sin embargo son significativos, entre la concentración del recurso y las variables señaladas, son consistentes con lo observado para la misma zona de estudio por Serra et al. (1994a, 1994b). Serra et al. (1994a) detectaron una correlación significativa entre la biomasa de jurel y la concentración de oxígeno superficial ( $r = -0,55$ ) durante el otoño de 1992 en la zona de estudio, aunque es probable que debido a la alta variabilidad de la concentración de oxígeno superficial, esta correlación no sea de carácter causal. De hecho, durante el invierno de 1993 tampoco se encontró asociación entre la concentración del jurel y las variables oceanográficas superficiales en la zona de estudio (Serra et al., 1994b).

A partir de un análisis cualitativo, no se encontró relación entre la distribución de las mayores concentraciones de jurel y la presencia de frentes oceanográficos superficiales detectados

a partir de los gradientes de temperatura y fluorescencia medidos con el equipo EPCS (Figuras 246a,b y 247a,b).

**Tabla 74.** Correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y las variables oceanográficas. Donde: LBJUR = log biomasa de jurel, LTSUP = log temperatura superficial, LSSUP = log salinidad superficial, LSTSUP= log sigma-t superficial, LOSUP = log oxígeno superficial, LTPOND = log temperatura a la profundidad de distribución del recurso (prom. ponderado), LSPOND = log salinidad a la profundidad de distribución del recurso (prom. ponderado), LOPOND = log oxígeno a la profundidad de distribución del recurso (prom. ponderado), LSTPOND = log sigma-t a la profundidad de distribución del recurso (prom. ponderado), LCHLINT = log clorofila integrada. Los valores indican coeficiente de correlación y tamaño de muestra (entre paréntesis).

	LBJUR	LTSUP	LSSUP	LSIGMAT SUP	LOSUP	LTPOND	LSPOND	LOPOND	LSTPOND	LCHLINT
LBJUR	-1.00000 ( 122)	-0.22634 ( 122)	0.23598 ( 122)	-0.23608 ( 122)	-0.08388 ( 122)	0.19024 ( 122)	-0.19902 ( 122)	-0.21789 ( 122)	0.17744 ( 122)	0.14111 ( 79)
LTSUP	-0.23634 ( 122)	-1.00000 ( 122)	0.99855 ( 122)	-0.99829 ( 122)	-0.13834 ( 122)	-0.14833 ( 122)	0.18301 ( 122)	-0.04208 ( 122)	-0.16745 ( 122)	0.15521 ( 79)
LSSUP	0.23598 ( 122)	0.99855 ( 122)	-1.00000 ( 122)	0.99984 ( 122)	0.14056 ( 122)	0.14441 ( 122)	-0.17363 ( 122)	0.05599 ( 122)	0.16146 ( 122)	-0.15997 ( 79)
LSIGMAT SUP	-0.23608 ( 122)	-0.99829 ( 122)	0.99984 ( 122)	-1.00000 ( 122)	-0.14145 ( 122)	-0.14875 ( 122)	0.17832 ( 122)	-0.05361 ( 122)	-0.16552 ( 122)	0.16144 ( 79)
LOSUP	-0.08388 ( 122)	-0.13834 ( 122)	0.14056 ( 122)	-0.14145 ( 122)	-1.00000 ( 122)	0.16279 ( 122)	-0.17242 ( 122)	-0.07588 ( 122)	0.16247 ( 122)	0.39994 ( 79)
LTPOND	0.19024 ( 122)	-0.14833 ( 122)	0.14441 ( 122)	-0.14875 ( 122)	0.16279 ( 122)	-1.00000 ( 122)	0.98131 ( 122)	-0.08330 ( 122)	-0.99588 ( 122)	0.15471 ( 79)
LSPOND	0.19902 ( 122)	0.18301 ( 122)	-0.17363 ( 122)	0.17832 ( 122)	-0.17242 ( 122)	0.98131 ( 122)	-1.00000 ( 122)	-0.05685 ( 122)	0.98843 ( 122)	-0.09422 ( 79)
LOPOND	-0.21789 ( 122)	-0.04208 ( 122)	0.05599 ( 122)	-0.05361 ( 122)	-0.07588 ( 122)	-0.08330 ( 122)	-0.05685 ( 122)	-1.00000 ( 122)	-0.07547 ( 122)	0.14349 ( 79)
LSTPOND	0.17744 ( 122)	-0.16745 ( 122)	0.16146 ( 122)	-0.16552 ( 122)	0.16247 ( 122)	-0.99588 ( 122)	0.98843 ( 122)	-0.07547 ( 122)	-1.00000 ( 122)	0.12390 ( 79)
LCHLINT	0.14111 ( 79)	0.15521 ( 79)	-0.15997 ( 79)	0.16144 ( 79)	0.39994 ( 79)	0.15471 ( 79)	-0.09422 ( 79)	0.14349 ( 79)	0.12390 ( 79)	-1.00000 ( 79)

Con respecto a las variables medidas a la profundidad en que se encontraba el recurso, no se encontró una correlación significativa a nivel de  $P < 0,01$  para las variables temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (Tabla 74). Sin embargo, a un nivel de  $P < 0,05$ , los bajos índices de correlación encontrados para las variables temperatura, salinidad y oxígeno son significativos.

Por otra parte, no se encontró asociación entre la biomasa del recurso y la concentración de clorofila en la columna de agua (Tabla 74, figura 248a).

Al analizar la relación entre la distribución batimétrica del jurel y la localización batimétrica de la base de la termoclina y de la capa de mezcla, no emerge una asociación significativa (Tabla 75;  $p < 0,05$ ), lo cual es también evidente a partir del análisis gráfico (Figuras 249 y 250).

**Tabla 75.** Correlación parcial múltiple entre la profundidad de distribución del jurel (PRJUR), la profundidad de la base de la termoclina (TERMO) y la profundidad de la capa de mezcla (CAPA). Los valores indican coeficiente de correlación y tamaño de muestra (entre paréntesis).

	PRJUR	TERMO	CAPA
PRJUR	-1,00000 (122)	-0,02694 (105)	0,18233 (99)
TERMO	-0,02694 (105)	-1,00000 (105)	0,78060 (99)
CAPA	0,18233 (99)	0,78060 (99)	-1,00000 (99)

#### 5.7.1.2.1 Rangos de preferencia y rechazo del jurel con respecto a las variables temperatura, salinidad y oxígeno

El nivel de oxígeno disuelto (e.g. Kramer, 1987, Lie, 1978), la temperatura (Smith, 1985) y en menor grado la salinidad (Laevastu y Hela, 1970), son variables que pueden afectar la distribución y desplazamiento de los peces. En este contexto es



necesario diferenciar la existencia de una correlación positiva o negativa entre la abundancia de un recurso y una variable oceanográfica, con la existencia de rangos de distribución preferenciales.

En el presente estudio, no se han encontrado correlaciones de importancia entre la biomasa del recurso y las variables temperatura, salinidad, oxígeno, densidad (Tabla 74) ni clorofila integrada en la columna de agua (Figura 248a, tabla 74). A continuación se analizará, a través del método propuesto por D'Amours (1993), la existencia de rangos preferenciales o de rechazo por parte del jurel de las variables temperatura, oxígeno y salinidad.

La distribución batimétrica del jurel permite afirmar que el recurso se encontraba en aguas cuyas temperaturas variaban entre 9,4 y 13,5°C (Tabla 76, figura 251) y salinidades entre 33,6 y 34,8 (Tabla 76, figura 252) y por lo tanto en ASAA y AESS.

Las figuras 253 a 257 muestran las Frecuencias Relativas Acumuladas para la variable temperatura (FRAT) y las Frecuencias Relativas Acumuladas para la variable temperatura X biomasa de jurel (FRATJ) para la zona de estudio. La comparación entre la pendiente de las curvas FRAT y FRATJ, demuestran que el jurel prefiere temperaturas entre 10,5°C y 12,5°C. Esto es especialmente evidente cuando se trabajan los datos de manera global (Figura 253).

Con respecto a la salinidad, el análisis de la figura 258 permite concluir que en términos generales la salinidad no tiene mayor efecto sobre la distribución del jurel, con la salvedad que éste evita aguas de salinidades menores a 33,9.

Por otra parte, los valores de oxígeno en que se encontró el recurso (Tabla 76, figura 248b) confirman que el jurel puede permanecer en aguas de la corriente de Günther al menos por cortos períodos de tiempo, como ha sido sugerido por Serra et al. (1994a, 1994b). No obstante, las figuras 260 a 262 demuestran que el jurel prefiere por lo general aguas bien oxigenadas en profundidades hasta 100 m, donde de acuerdo a la oferta ambiental aparece seleccionando umbrales mínimos de 5 ml/l y 3,3 ml/l a 50 y 100 m respectivamente. Sin embargo, y curiosamente, en profundidades de 150 y 200 m las figuras 263 y 264 muestran un rango de preferencia entre 1 y 2 ml/l y 0,5 y 0,7 ml/l, respectivamente, lo que no tiene una explicación clara. Este hecho, sumado a evidencias anecdóticas en el sentido que el jurel resiste largos períodos de tiempo fuera del agua, sugieren que el recurso podría tener un eficiente sistema de metabolismo anaeróbico, fenómeno que requiere ser investigado.

**Tabla 76.** Rangos de las variables oceanográficas en las áreas donde se encontraba el jurel. T<sup>sup</sup> = Temperatura superficial, S<sup>sup</sup> = Salinidad superficial, Sigma-T<sup>sup</sup> = Sigma-T superficial, O<sub>2</sub><sup>sup</sup> = Oxígeno superficial, T<sup>prof</sup> = temperatura (promedio ponderado) en el rango de distribución batimétrica del jurel, S<sup>prof</sup> = Salinidad (promedio ponderado) en el rango de distribución batimétrica del jurel, Sigma-t<sup>prof</sup> = Sigma-t (promedio ponderado) en el rango de distribución batimétrica del jurel, O<sub>2</sub><sup>prof</sup> = oxígeno disuelto (promedio ponderado) en el rango de distribución batimétrica del jurel.

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS	Media	JULIO-AGOSTO 1994		D. est.
		Mínima	Máxima	
T <sup>sup</sup>	12,490	11,029	14,661	0,446
S <sup>sup</sup>	33,839	31,563	34,685	0,280
Sigma-T <sup>sup</sup>	25,592	23,958	26,125	0,132
O <sub>2</sub> <sup>sup</sup>	5,505	4,746	6,470	0,095
T <sup>prof</sup>	11,044	8,963	13,623	0,810
S <sup>prof</sup>	34,303	33,307	34,758	0,072
Sigma-T <sup>prof</sup>	26,221	25,255	26,731	0,088
O <sub>2</sub> <sup>prof</sup>	3,233	0,370	6,004	2,500

### 5.7.2 Relación entre la distribución del jurel y el zooplancton

Para comprender los patrones de distribución espacial del jurel en la zona de estudio, es necesario dilucidar la relación espacio-temporal existente entre el recurso y sus principales ítemes alimentarios. Además, esta interacción predador-presa es importante desde un punto de vista ecosistémico, ya que la predación es uno de los factores más importantes en la estructuración de las comunidades acuáticas (Brooks y Dodson, 1965, Kerfoot y Sih, 1987).

En la presente sección hemos enfrentado la problemática de la relación entre el jurel y su principal ítem alimentario (i.e. eufáusidos) a partir de dos enfoques: microescala y macroescala. El enfoque de microescala analiza la información de la distribución espacial del jurel y los eufáusidos de manera instantánea y con una escala espacial, por lo general, no mayor de 10 mn. Por otra parte, el enfoque de macroescala interpreta las distribuciones espaciales observadas cambiando las escalas de observación espacial, analizando la distancia existente entre el predador y la presa en toda la zona de estudio.

### 5.7.2.1 Análisis de microescala

Las figuras 265 a 279 muestran la relación univariada entre el jurel, la biomasa total de zooplancton y los ítemes planctónicos seleccionados. Las redes de plancton utilizadas no son adecuadas para el muestreo cuantitativo de otros ítemes alimentarios de importancia, como son los peces linterna y el calamar Loligo sp (Serra et al., 1994a, 1994b), los cuales, por lo tanto, no han sido incorporados en el presente análisis.

En escalas de observación de pocas millas se encontró una baja correlación, pero significativa ( $P < 0,05$ ; tabla 77) entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos, salpas, anfípodos y stomatópodos. Por otra parte, no se encontró una correlación ( $P < 0,05$ ; tabla 77) entre la biomasa del jurel y las variables: biomasa total de zooplancton, copépodos, isópodos, megalopas, y zoeas.

No obstante que se encuentra una correlación entre el jurel y la densidad total de eufáusidos, ésta desaparece cuando separamos los eufáusidos a nivel específico ( $P < 0,05$ ; tabla 78, figuras 266 a 269). Estos resultados, sugieren que el jurel no discrimina entre especies de eufáusidos.

La baja correlación entre el jurel y su principal ítem alimentario (i.e. eufáusidos), se vió corroborada al estudiar los patrones generales de distribución espacial del jurel en comparación con la del zooplancton, ya que las mayores concentraciones de abundancia de eufáusidos se encontraron en la zona central del área de estudio, mientras que la mayor abundancia del jurel se encontró en la zona sur (i.e. entre  $37^{\circ}30'S$  y  $39^{\circ}20'S$ ) a más de 100 mn de la costa. De hecho, la zona de mayor abundancia de jurel (i.e. zona de pesca) presentaba bajos valores de biomasa zooplanctónica total y de abundancia de eufáusidos. No obstante, y como se discutirá más adelante, el momento en que se realiza el muestreo es fundamental para detectar correlaciones positivas o negativas entre el predador y la presa. Así, por ejemplo, la correlación puede llegar a ser negativa si se muestrea en un momento en que el predador ha agotado a la presa de un área determinada.

**Tabla 77.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y los grupos planctónicos seleccionados. Las variables han sido transformadas a log (x+1). LGJUR = Biomasa jurel (SA); LGZOOB = biomasa de zooplancton (g/m<sup>3</sup>); LGEUFT = Densidad de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGSALPA= Densidad de salpas (ind/1000m<sup>3</sup>); LGZOEAE = Densidad de zoeas (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGCOP= Densidad de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGAMF= Densidad de anfípodos (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGISOP = Densidad de isópodos (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGMEGA=Densidad de megalopas (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGSTOM = Densidad de stomatopodos (ind/1000 m<sup>3</sup>). Valores indicados: coeficiente y tamaño muestral (entre paréntesis).

	LGJUR	LGZOOB	LGEUFT	LGSALPA	LGZOEAE	LGCOP	LGAMF	LGISOP	LGMEGA	LGSTOM
LGJUR	-1.00000 ( 146)	-0.01408 ( 146)	-0.17553 ( 146)	-0.27633 ( 146)	0.03188 ( 146)	0.05320 ( 146)	0.22941 ( 146)	0.01510 ( 146)	-0.05845 ( 146)	0.21430 ( 146)
LGZOOB	-0.01408 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.56910 ( 146)	0.07737 ( 146)	0.15177 ( 146)	0.24232 ( 146)	0.12254 ( 146)	0.09710 ( 146)	-0.20687 ( 146)	-0.10814 ( 146)
LGEUFT	-0.17553 ( 146)	0.56910 ( 146)	-1.00000 ( 146)	-0.05855 ( 146)	-0.01077 ( 146)	0.01779 ( 146)	0.00095 ( 146)	-0.09946 ( 146)	0.14906 ( 146)	0.26264 ( 146)
LGSALPA	-0.27633 ( 146)	0.07737 ( 146)	-0.05855 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.03864 ( 146)	-0.11099 ( 146)	-0.11899 ( 146)	0.12545 ( 146)	-0.15458 ( 146)	0.21642 ( 146)
LGZOEAE	0.03188 ( 146)	0.15177 ( 146)	-0.01077 ( 146)	0.03864 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.39174 ( 146)	-0.04883 ( 146)	0.09788 ( 146)	0.23393 ( 146)	0.00187 ( 146)
LGCOP	0.05320 ( 146)	0.24232 ( 146)	0.01779 ( 146)	-0.11099 ( 146)	0.39174 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.03552 ( 146)	0.02455 ( 146)	-0.06943 ( 146)	0.17787 ( 146)
LGAMF	0.22941 ( 146)	0.12254 ( 146)	0.00095 ( 146)	-0.11899 ( 146)	-0.04883 ( 146)	0.03552 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.10846 ( 146)	0.14956 ( 146)	-0.10819 ( 146)
LGISOP	0.01510 ( 146)	0.09710 ( 146)	-0.09946 ( 146)	0.12545 ( 146)	0.09788 ( 146)	0.02455 ( 146)	0.10846 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.09826 ( 146)	0.17962 ( 146)
LGMEGA	-0.05845 ( 146)	-0.20687 ( 146)	0.14906 ( 146)	-0.15458 ( 146)	0.23393 ( 146)	-0.06943 ( 146)	0.14956 ( 146)	0.09826 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.32861 ( 146)
LGSTOM	0.21430 ( 146)	-0.10814 ( 146)	0.26264 ( 146)	0.21642 ( 146)	0.00187 ( 146)	0.17787 ( 146)	-0.10819 ( 146)	0.17962 ( 146)	0.32861 ( 146)	-1.00000 ( 146)

**Tabla 78.** Análisis de correlación parcial múltiple entre la biomasa de jurel y las especies de eufáusidos. Las variables han sido transformadas a log (x+1). LGJUR = Biomasa jurel (SA); LGEMUC = densidad *Euphausia mucronata* (ind/1000 m<sup>3</sup>); LGNEM = Densidad de *Nematoscelis* sp. (ind/1000m<sup>3</sup>); LGSTYL = Densidad de *Stylocheiron* sp. (ind/1000 m<sup>3</sup>). Valores indicados: coeficiente y tamaño muestral (entre paréntesis).

	LGJUR	LGEMUC	LGNEM	LGSTYL
LGJUR	-1.00000 ( 146)	-0.10562 ( 146)	-0.13059 ( 146)	-0.00345 ( 146)
LGEMUC	-0.10562 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.16232 ( 146)	-0.06656 ( 146)
LGNEM	-0.13059 ( 146)	0.16232 ( 146)	-1.00000 ( 146)	0.23871 ( 146)
LGSTYL	-0.00345 ( 146)	-0.06656 ( 146)	0.23871 ( 146)	-1.00000 ( 146)

#### 5.7.2.2 Análisis de macroescala: factibilidad de encuentro entre el jurel y los eufáusidos

La alimentación del jurel está estrechamente relacionada con las escalas de tiempo y espacio que determinan el encuentro con su presa. El escenario más simple para entender la relación predador-presa, es aquel en el cual un pez se mueve en dirección del "patch" de alimento o hacia un área de mayor densidad de presas sin otros factores que alteren su comportamiento (e.g. Kareiva y Odell, 1987). Sin embargo, los organismos se desplazan en respuesta a una combinación de procesos físicos, biológicos y de comportamiento. Estos procesos incluyen gradientes en la densidad del alimento, riesgo de predación, tolerancias fisiológicas y preferencias por ciertos rangos de variables ambientales (Magnuson *et al.*, 1979, Dill, 1987, Lima y Dill, 1990, Levy, 1990). En el caso del jurel es muy probable que la actividad de su predador principal, es decir la flota cerquera, tenga una importante influencia en los patrones de distribución del recurso, afectando la relación espacial entre el jurel y sus presas. Por otra parte, nuestras observaciones, así como

investigaciones anteriores en la zona de estudio (Serra et al., 1994 a, 1994b) indican que, por lo general, las variables ambientales no juegan un rol prioritario en determinar la distribución de jurel a microescala.

La curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos determinada para toda la zona de estudio (Figura 280), indica que en aproximadamente un 75% de los casos la distancia entre el jurel y los eufáusidos era menor de 40 mn. Para la zona nerítica esta distancia promedio disminuye (i.e. es más probable que el jurel tenga un encuentro con la presa) presentando en un 80% de los casos una distancia entre el jurel y la presa menor a 40 mn (Figura 281). En el caso de la zona oceánica, aproximadamente en un 70% de los casos la distancia entre el predador y la presa era menor a 40 mn (Figura 282). Es interesante destacar que a diferencia de las otras zonas, en la oceánica no se alcanza una frecuencia acumulada de 100% a las 80 mn como ocurre en las zonas de pesca y nerítica. Esto indica que en la zona oceánica el alimento es más difícil de encontrar.

La zona de pesca (Figura 283) presenta una curva de frecuencia de distancia predador-presa bastante diferente a lo encontrado en las zonas oceánica y nerítica del presente estudio, y a lo encontrado en años anteriores (Serra et al., 1994a, 1994b). El hecho que en menos de un 50% de los casos el predador estuviera a una distancia menor a 40 mn de la presa, y que el "plateau" de la curva se alcance a las 65 mn, refleja que la densidad de eufáusidos era baja pero con una distribución bastante homogénea.

Estos bajos valores de biomasa de eufáusidos en la zona de pesca permiten plantear la hipótesis que la menor abundancia se debe a la predación por el jurel (ver también Sección Zooplankton), en especial considerando el antecedente que esta zona de pesca se sostuvo por diez días y que el muestreo se realizó al final del período. Una hipótesis alternativa postularía que la baja densidad de eufáusidos encontrados no se debería a la predación del jurel sobre los eufáusidos, sino a características bio-oceanográficas propias de esa zona geográfica durante el período de estudio. Esta hipótesis alternativa está sustentada en el hecho que componentes del plancton que no son ítems alimentarios importantes del jurel (e.g. apendicularias, ostrácodos, poliquetos) también presentaban abundancias menores en la zona de pesca en comparación con las zonas nerítica y oceánica. En todo caso, estudios de comportamiento acerca de la interacción presa-predador han demostrado que los predadores pueden afectar el uso del hábitat, uso del alimento y la actividad general de la presa sin necesariamente afectar de manera instantánea su número (Dill, 1987, Gillam y Fraser, 1988, Turner y Mittelbach, 1990).

Sin embargo, las curvas de frecuencia de distancia entre predador y presa demuestran que la zona de pesca era notoriamente diferente a las zonas nerítica y oceánica, indicando una fuerte interacción predador-presa. Esto último se aprecia en el hecho que en escalas menores a 10 mn del predador la frecuencia de presencia de presas era nula (ver figura 283), lo cual no se aprecia en las otras zonas (Figuras 281 y 282).

La figura 284 muestra la situación encontrada en la zona de pesca del presente crucero durante el invierno de 1993. Se puede apreciar que durante 1993, donde no había una mayor presión de predación por parte del jurel, la curva de frecuencia de distancia entre predador y presa era completamente diferente a la obtenida en el presente estudio (Figura 283), encontrándose en un 100% de los casos una distancia menor a 20 mn entre el jurel y los eufáusidos.

Otra manera de vislumbrar el efecto de la predación del jurel sobre los eufáusidos es a través del análisis de las curvas de frecuencia de distancia predador-presa, provenientes de áreas donde han permanecido altas concentraciones del recurso por períodos de tiempo distintos. La figura 285 compara las curvas de frecuencias de distancia de zonas de pesca durante el otoño 1992 e invierno 1993, que fueron muestreadas cuando el jurel llevaba no más de un día en el área, con aquella muestreada durante el presente estudio, donde el jurel había permanecido predando por más de 10 días. Se puede observar claramente que en las zonas donde la presión de predación había comenzado recién, la distancia entre el jurel y la presa era muy cercana, en cambio en la zona donde la presión de predación se había mantenido por un largo período de tiempo la distancia predador-presa había aumentado notoriamente.

Esta evidencia sugiere que efectivamente la abundancia de eufáusidos fue fuertemente impactada por la presencia del predador en la zona de pesca. Esto, sumado a las tasas de consumo poblacional y ración diaria estimadas para la primavera de 1992 (Serra et al., 1994a) y los inviernos de 1993 (Serra et al., 1994b) y 1994 (ver sección de Trofodinámica), apoya la hipótesis que el jurel migra hacia la zona costera en otoño-invierno para alimentarse (Serra, 1991).

El impacto del jurel sobre los eufáusidos se aprecia claramente al considerar que en la zona de estudio el stock de jurel llegó a consumir un 50% de su peso en eufáusidos (Serra et al., 1994a, 1994b; Sección Trofodinámica Presente Informe). La ración diaria del jurel (Tabla 79) y el número de eufáusidos diarios que consume un jurel (aproximadamente 16 eufáusidos por día de acuerdo a determinaciones empíricas realizadas durante el presente estudio) permiten inferir que basta un encuentro exitoso con una agregación o unos pocos eufáusidos para asegurar la sobrevivencia diaria del jurel.

**Tabla 79.** Ración diaria del jurel sobre eufáusidos en la zona de estudio. Valores en % del peso del depredador.

RACION DIARIA	PERIODO	FUENTE
0,0054	Otoño 1992	Serra <u>et al.</u> 1994 a
0,0146	Primavera 1992	Serra <u>et al.</u> 1994 a
0,0262	Invierno 1993	Serra <u>et al.</u> 1994 b
0,0260	Invierno 1994	Arancibia <u>et al.</u> Presente Informe

Por otra parte, la determinación de la velocidad de natación del jurel es importante para comprender la dinámica predador-presa, porque determina cuánta distancia puede cubrir un organismo en su búsqueda por alimento (Hunter, 1981, Dabrowski et al., 1988). Para el jurel del océano pacífico norte T. symmetricus, Hunter (1971) ha determinado que la velocidad de desplazamiento está representada por la siguiente relación:

$$V=22,4 * L^{0.6}$$

donde: V es la velocidad de desplazamiento en cm/s y L es el largo del individuo. Esto implica que un individuo de aproximadamente 33 cm puede recorrer una distancia de 170 km/día (i.e. 95 mn/día).

Si de acuerdo a la información provista por las curvas de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos, asumimos que el 70% de las agregaciones de jurel encontrará un eufáusido a una distancia menor a 30 mn (Figura 280), entonces una agregación de jurel requerirá "barrer" un área aproximada de 900 mn<sup>2</sup> (30mn x 30mn) para encontrar su presa. Durante el presente crucero, el tamaño de las agregaciones de jurel varió por lo general entre 2 y 5 mn (Ver Sección Hidroacústica). Por lo tanto, una agregación de esas dimensiones nadando a una velocidad de 95 mn/día (Hunter, 1971) necesitará entre 1,9 y 4,7 días para encontrar eufáusidos.

Aunque no existe información con respecto a la tolerancia a la inanición por parte del jurel, es altamente probable que este recurso pueda sobrevivir bastantes días sin alimento. Por lo tanto, nuestro análisis de macroescala indicaría que la distribución espacial observada entre el jurel y los eufáusidos permite que el recurso encuentre alimento sin mayor problema en la zona de estudio.



Es evidente que el tamaño de las agregaciones es crítico para determinar la capacidad del recurso de "barrer" un área en búsqueda de alimento. En consecuencia, desde un punto de vista de la probabilidad de encuentro de la presa, mientras más dispersa sea la agregación mayor será la probabilidad de encuentro en zonas de baja abundancia de presas. Esto es concordante con la evidencia que indica que el jurel en época de primavera, y por lo tanto cuando se encuentra en áreas oceánicas (i.e. menor abundancia de alimento), presenta agregaciones más dispersas (e.g. entre 4 y 16 mn durante la primavera de 1992; Serra et al., 1994a).

Es importante destacar que estos cálculos están basados en una conceptualización simple de la relación entre el jurel y sus presas. De hecho, los cálculos asumen una estructura espacial de encuentro predador-presa bidimensional y no considera aspectos del movimiento nictameral del recurso o de los eufáusidos. Por otra parte, no toma en consideración la dinámica entre el predador y la presa a escala de metros. En otras palabras, en este modelo conceptual no se está tomando en consideración la "distancia reactiva", es decir la máxima distancia a la cual el pez reacciona frente a la presa. Esta distancia reactiva generalmente incrementa con el tamaño de la presa, tamaño del pez, nivel de luminosidad y la distribución de los conos en la retina del predador (Vinyard y O'Brien, 1976, Eggers, 1977, O'Brien, 1979, Hairston et al., 1982, Breck y Gitter, 1983). No obstante, cuando la presa es de tamaño considerable la distancia reactiva estará más limitada por el contraste entre ésta y el entorno, ya que la distancia visual estará limitada por la claridad del agua (Breck, 1993). La distancia reactiva en combinación con la velocidad de natación determinan el volumen de agua en que un individuo solitario puede encontrar su presa (Blaxter, 1986).

Finalmente, en nuestros cálculos se ha supuesto una velocidad constante en la búsqueda de alimento, aún cuando se sabe que los organismos alteran su velocidad en respuesta a cambios en la densidad de presas (Rosenthal y Hempel, 1970, Munk y Kiorboe, 1985).

En resumen, nuestro enfoque permite dar un modelo general conceptual a macroescala, siendo necesario combinarlo con otros modelos de microescala que se han desarrollado para peces planctívoros (e.g. Breck, 1993).

## 6. DISCUSION GENERAL

La biomasa de jurel en la zona de estudio fue estimada en 630.000 toneladas. La comparación de la biomasa de jurel para este crucero, con las obtenidas en los periodos de otoño-invierno en 1991, 1992 y 1993, muestra una disminución del 81,5, 54,0 y 68,3% respectivamente.

La precisión del estimado de biomasa fue similar al obtenido durante la prospección de 1993, presentando un coeficiente de variación igual a 0,25. La evaluación de los tres métodos propuestos para estimar la biomasa y su varianza (conglomerado de tamaño variable, estratos agrupados y "bootstrap"), determinó que el método de estratos agrupados permite estimaciones de biomasa con mayor precisión.

Los resultados del estudio de migración nictameral en jurel muestran que las evaluaciones diurnas entregan una mayor abundancia respecto de las evaluaciones nocturnas, para una misma zona. Lo anterior es concordante con los resultados obtenidos en estudios realizados durante el invierno y primavera de 1991 y 1992 (Córdova et al., 1991a, 1991b, 1992a, 1992b).

La distribución espacial de la abundancia de jurel presenta claras variaciones interanuales. Durante la presente prospección, la mayor concentración de la biomasa de jurel se localizó entre Pta. Lavapié (37°20'S) y Bahía Queule (39°20'S), representando el 82,1% de la abundancia total estimada para la zona de estudio. Una mayor abundancia del recurso en la zona sur del área de estudio también fue observada durante las prospecciones de 1991 y 1993. Sin embargo, durante 1992 la zona de mayor concentración estuvo localizada al norte de Constitución.

No obstante la similitud a macroescala de los patrones de distribución del jurel con lo observado en 1991 y 1993, durante el presente crucero la zona de alta concentración se encontró localizada notoriamente más al oeste. El bajo valor de biomasa y la distribución observada indican una menor disponibilidad de jurel en la zona y periodo de estudio, lo cual sugiere que el recurso ya había iniciado el proceso de migración hacia la zona oceánica. Esta hipótesis es respaldada por las siguientes líneas de razonamiento y evidencia:

(i) presencia de hembras en proceso de maduración (estado 3) en muestras obtenidas durante la prospección y provenientes del desembarque comercial;

(ii) los modelos de historia natural que explican los patrones de migración del recurso (Serra, 1991, Elizarov et al., 1992, Grechina, 1992);

(iii) el patrón de estacionalidad histórico de las capturas en la zona centro-sur muestra que los mayores volúmenes de captura ocurren en el período de junio-julio, disminuyendo a partir de agosto;

(iv) localización más oceánica de las áreas de operación de la flota cerquera durante el presente crucero;

(v) durante el presente año, la estacionalidad del desembarque y rendimiento, en especial para la zona de San Antonio y Valdivia, sugieren un adelantamiento en el ingreso masivo del recurso a la zona centro-sur desde la zona oceánica.

Por otra parte, los antecedentes correspondientes a la distribución y abundancia del zooplancton, la ración diaria calculada y la distancia jurel-eufáusidos, fueron similares a los encontrados en otros años (Serra et al., 1994a, 1994b); por lo tanto la menor biomasa de jurel detectada en la zona de estudio durante el presente crucero no se explicaría por razones de carácter trófico.

La evidencia obtenida durante el presente estudio sugiere que aunque existen ciertas diferencias en las condiciones oceanográficas imperantes en comparación con otros años (IFOP, 1991, Serra et al., 1994a, 1994b), éstas no serían suficientes para explicar los bajos valores de biomasa de jurel encontrados. Estas diferencias en las condiciones oceanográficas pueden ser resumidas de la siguiente manera: (i) entrada de agua cálida superficial desde el oeste en la zona norte, (ii) una contracorriente de Perú-Chile más contrañida a la costa que en años anteriores, (iii) una localización del núcleo de AESS aproximadamente 50 metros más hacia la superficie que durante el año 1993, y (iv) la presencia de un frente intenso de dirección noroeste-sureste al sur del Golfo de Arauco apreciable entre la superficie y unos 200 metros de profundidad. La localización observada del núcleo de AESS podría tener implicancias en la distribución de corrientes en la plataforma frente al Golfo de Arauco y en la formación del frente mencionado en el punto (iv).

Es importante destacar que nuestros resultados, así como otros previos en la zona de estudio (Serra et al., 1994a, 1994b), no han demostrado la existencia de rangos de variables oceanográficas (e.g. salinidad, temperatura, densidad, oxígeno) que limiten significativamente la distribución del recurso en los niveles batimétricos normales en la zona de estudio (ver sección Oceanografía Pesquera). No obstante que la capacidad fisiológica del recurso pareciera permitirle tolerar los rangos presentes de las variables oceanográficas en la zona de estudio, esto no implica que el jurel no prefiera ciertas condiciones oceanográficas como ha sido demostrado en el presente estudio para las variables temperatura, salinidad y particularmente

oxígeno (Sección Oceanografía Pesquera). De hecho, la zona donde se encontraban las concentraciones mayores de jurel presentaba aguas fuertemente oxigenadas en la profundidad de distribución del recurso, situación particular, ya que en la mayoría de la zona prospectada los niveles de oxígeno bajo los 100 m de profundidad eran inferiores a 1 ml/l. Además, la zona de pesca presentaba importante presencia de inversiones térmicas, posiblemente asociadas a frentes profundos. Una probable relación entre la presencia del jurel y las inversiones térmicas ha sido previamente sugerida (Serra et al., 1994a, 1994b), aunque un mecanismo causal a esta relación no ha sido encontrado.

Nuestros resultados indican que la zona de pesca denominada El Maní no presenta un bajo topográfico como se indica en la carta náutica, lo cual descarta que un efecto batimétrico sea el responsable de la alta presencia histórica del jurel en esta área.

El análisis de las características al interior de las zonas El Maní y Control, reveló variaciones significativas en la variable oxígeno disuelto a 80 m de profundidad. A este nivel se detectaron concentraciones bastante menores sobre la plataforma continental ( $< 1,0 \text{ ml O}_2/\text{l}$ ) que sobre el talud ( $4 \text{ ml O}_2/\text{l}$ ). Una posible explicación a esta marcada variación de microescala (horas, kms) en la concentración de oxígeno disuelto es un fuerte consumo de oxígeno por organismos bentónicos asociados a la plataforma. Sin embargo, estudios de respirometría del bentos serían necesarios para contrastar esta hipótesis.

La evaluación del zooplancton mostró valores mayores de biomasa zooplanctónica total asociados al Sector El Maní. La abundancia de eufáusidos también presentó mayores concentraciones en este sector. Los mayores valores asociados al sector El Maní, podrían sustentar la hipótesis de la generación y recurrencia de una zona de pesca, por la mayor concentración de alimento detectada; no obstante nuestros resultados de microescala no permiten poner a prueba esa hipótesis.

La estructura de tallas observada durante el crucero se centró en torno a dos modas muy marcadas. La principal en 41 cm, que corresponde mayoritariamente a ejemplares de nueve años, y la moda secundaria de 31 cm, compuesta principalmente por ejemplares de 6 años. Esta distribución difiere de la observada en los cruceros de 1992 y 1993 realizados en la misma zona de estudio (Serra et al., 1994a, 1994b), por la poca representación de ejemplares bajo la talla media de primera madurez (32 cm) y la ausencia de ejemplares bajo 26 cm, que es la talla mínima legal de captura. En los dos cruceros previos los ejemplares pequeños constituyeron una fracción importante en número de las capturas. Esta situación, con el apoyo de los muestreos de la pesquería industrial, permitió inferir que en esos años hubo un

ingreso importante de reclutas. En este crucero la presencia de

con los resultados descritos para similares análisis realizados sobre los datos colectados durante los cruceros invernales de 1992 y 1993 (Serra et al., 1994a, 1994b, respectivamente).

Lo anterior podría ser explicado por lo siguiente: (i) que la escala espacial del muestreo planctónico no es adecuada, debido a las restricciones que impone la evaluación hidroacústica, y (ii) considerando que en este caso la varianza vertical de las variables físicas es considerablemente mayor que la varianza horizontal, el uso de promedios ponderados verticales impide la detección de una eventual correlación.

El análisis de la abundancia de eufáusidos entre los sectores nerítico, oceánico y zona de pesca en el área de estudio, mostró una menor abundancia en la zona de pesca en comparación con los otros sectores. Este resultado difiere de lo encontrado durante los cruceros invernales desarrollados en 1992 y 1993 (Serra et al., 1994a, 1994b, respectivamente), donde no fue posible establecer diferencias significativas entre las zonas de pesca y el resto del área de estudio.

Es importante destacar que la zona de pesca del presente estudio se mantuvo activa por lo menos diez días antes de ser muestreada. Esta situación no ocurrió durante los años 1992 y 1993, donde el muestreo de zooplancton en la zona de pesca coincidió con el inicio de la actividad de pesca en ella. Si se considera que la duración de una zona de pesca es un indicador de la permanencia de una agregación importante de jurel, entonces estos antecedentes permiten plantear la hipótesis que la baja abundancia de eufáusidos en la zona de pesca durante el presente estudio reflejaría una fuerte presión de predación por parte del jurel. Esta hipótesis se vio corroborada con el análisis de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos, el cual sugiere una fuerte relación predador-presa en la zona de pesca, resultados diferentes a los encontrados al analizar las zonas nerítica y oceánica. Por lo tanto, la selección del momento en que se realiza el muestreo de zooplancton es fundamental para el análisis de la dinámica trófica del jurel.

La importancia de las escalas espacio-temporales de análisis queda de manifiesto al observar que en una escala de pocas millas sólo se encontraron correlaciones bajas entre la biomasa del jurel y los ítemes alimentarios analizados. Por otra parte, la curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos, determinada para toda la zona de estudio, indica que en aproximadamente un 75% de los casos la distancia entre el jurel y los eufáusidos era menor a 40 mn. Es decir, la relación predador-presa en escalas menores a 10 mn es extremadamente dinámica.

El modelo conceptual utilizado, basado en la distancia predador-presa observada, la velocidad de natación, la ración diaria, y el tamaño de las agregaciones, indica que el jurel puede encontrar a sus presas sin mayor dificultad en la zona de estudio. Por lo tanto, es muy probable que la mayor parte de la población de jurel presente en ella no estuviera limitada en su distribución por los eufáusidos.

En base a los resultados del presente proyecto y anteriores estudios sobre la distribución y abundancia del jurel (Serra *et al.*, 1994a, 1994b), se plantea que las siguientes interrogantes requieren ser resueltas para poder comprender los factores que determinan la distribución y patrones de desplazamiento del jurel en la zona centro sur:

(1) Efecto de la actividad de la flota en la distribución del jurel. Esta problemática cobra especial relevancia considerando la presión de pesca sobre el recurso en la zona centro-sur. Es probable que el recurso se mantenga en un área geográfica determinada hasta que comienza a sentir el efecto de la predación por parte de la flota pesquera. Si éste fuera el caso, entonces el comportamiento de la flota es un factor causal importante en la distribución de, al menos, las grandes agregaciones de cardúmenes de jurel.

(2) ¿Existe una abundancia mínima de presa necesaria para que el recurso se mantenga en un área geográfica determinada?

Antecedentes entregados en el presente estudio (ver Sección Oceanografía Pesquera) sugieren que este factor podría ser determinante para la permanencia del jurel en una localidad específica.

(3) ¿Cuales son los factores que determinan que ciertas zonas sean áreas recurrentes de presencia de agregaciones comerciales de jurel?

Finalmente, y considerando que la zona Centro-Sur cubre un área pequeña de la distribución del jurel, cabe preguntarse cuál es el mejor período para realizar una evaluación hidroacústica del recurso. Al respecto se propone que la fecha para realizar futuras evaluaciones hidroacústicas en la zona centro-sur se seleccione en base al período de mayor captura histórica, es decir mayo-junio, apoyado por el incremento en los índices de rendimiento de la flota cerquera regional.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1 EVALUACION HIDROACUSTICA

1. La biomasa de jurel para la zona comprendida entre Pto. Papudo (32°40'S) y Bahía Queule (39°20'S) fue estimada en 630.000 toneladas +/- 41,1%.
2. El método de estratos agrupados fue el más eficiente en términos de precisión.
3. La biomasa estimada corresponde al valor más bajo registrado en la zona de estudio, representado una merma de 81,5, 54,0 y 68,3%, respecto a las evaluaciones de 1991, 1992 y 1993.
4. Las variaciones en la biomasa estimada indican que la biomasa disponible en la zona de estudio muestra una alta variabilidad interanual.
5. El 82,1% de la biomasa de jurel se localizó entre Pta. Lavapié (37°20'S) y Bahía Queule (39°20'S).
6. La distribución espacial del jurel respecto a los resultados obtenidos entre 1991 a 1993, muestra diferencias interanuales, por ejemplo, no se detectó la zona de alta concentración al norte de Constitución registrada en 1992, así mismo, el recurso se concentró al sur del área de estudio, al igual que en 1991 y 1993.
7. El bajo volumen de biomasa estimado, se explica por el desfase entre el período de mayor concentración del recurso en la costa y el de la evaluación.
8. El estudio de migraciones nictamerales de jurel ratificó los resultados de estudios anteriores realizados en la zona durante invierno y primavera de 1991 y 1992, esto es, una cuantificación de biomasa mayor durante el día respecto a lo observado durante el período nocturno.

### 7.2 BIOLOGIA PESQUERA

1. De la captura total el 55,6% correspondió a jurel, lo que es menor que la proporción de jurel capturado en los cruceros de mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993.
2. La moda principal de la estructura de tallas del jurel fue de 41,0 cm. La moda secundaria se ubicó en 32,0 cm.

3. No se detectó la notoria presencia de reclutas, que dominaron las capturas en número en los cruceros de mayo-junio de 1992 y junio-julio de 1993.
4. La estructura de edades indicó el predominio del grupo de edad 9, que es una de las clases de edad que han mantenido la pesquería en los últimos 3-4 años.
5. Las relaciones longitud-peso de machos y hembras no son significativamente diferentes.
6. Las relaciones longitud-peso de jurel son significativamente diferentes entre los cruceros de mayo-junio de 1992, junio-julio de 1993 y julio-agosto de 1994.
7. La proporción de machos en las capturas del crucero fue mayor que la de hembras. Esto es consistente con lo que usualmente se encuentra en la pesquería.
8. El recurso se encontró en reposo reproductivo, si bien una fracción había comenzado a prepararse para el período de actividad reproductiva de fines de primavera y verano.

### 7.3 TROFODINAMICA

1. El espectro de presas de Trachurus symmetricus murphyi de la zona centro-sur de Chile está compuesto casi exclusivamente por eufáusidos y peces linterna, confirmándose que el jurel es un pez estrictamente estenófago en esta zona geográfica.
2. En el invierno de 1994 los eufáusidos fueron la presa más importante de Trachurus symmetricus murphyi, en términos relativos, tanto en número como en peso y frecuencia de aparición.
3. En el área y época de estudio, Trachurus symmetricus murphyi constituiría sólo un gran grupo trófico, sin segregarse tróficamente con la ontogenia, coincidiendo con lo informado para esta especie en el norte de Chile.
4. En atención a los antecedentes arriba expuestos, se postula acá que los recursos alimentarios de Trachurus symmetricus murphyi no serían limitantes en el ambiente. Lo contrario significaría una alta segregación trófica por tamaños del predador.
5. Confirmando en cierta medida la conclusión anterior, la electividad (sensu Ivlev, 1961) de la principal presa (Eufáusidos) es baja a moderada, aunque positiva.



6. La relación consumo a biomasa (Q/B) aparece baja para la época, alcanzando a  $0,59 \text{ mes}^{-1}$ , lo que podría deberse a un efecto de las muestras, esto es, escasas y obtenidas en un reducido espacio de tiempo. En todo caso, se confirma que los eufáusidos son la presa más importante de Trachurus symmetricus murphyi, aportando a Q/B con el 65%.

#### 7.4 OCEANOGRAFIA FISICA

1. La zona de estudio se caracterizó por condiciones de viento de alta intensidad: 14,2 y 13,8 nudos en sus partes norte y sur, respectivamente. Durante los eventos de tormenta el viento predominante fue desde el noroeste, en tanto que el viento del suroeste dominó la mayor parte del tiempo restante. En la zona El Maní se tuvo 3,5 nudos de promedio de intensidad de viento, desde el norte, mientras que en la zona de control este promedio fue 12,6 nudos, desde el sur.
2. La observación de los perfiles verticales y horizontales de salinidad, temperatura, densidad y oxígeno, sugieren una circulación oceánica predominante hacia el norte en casi toda la zona de estudio y en todas sus profundidades. Una excepción la constituyen aguas costeras entre unos 100 y 250 m, en que se observa una clara corriente hacia el sur (AESS). El núcleo de esta corriente costera (aguas con contenido de oxígeno disuelto  $< 1 \text{ ml/l}$ ) es contíguo a la costa, hasta chocar con la plataforma Itata. En la zona frente a Bahía Concepción, el núcleo de esta corriente se desvía hacia el suroeste. Aparentemente parte de ella sube a la plataforma Itata, mientras que otra parte bordea la plataforma hacia el suroeste para salir a aguas más oceánicas, posiblemente por el cañón del Biobío.
3. Los gradientes superficiales de temperatura y salinidad tienen la dirección preferencial noroeste-sureste en la zona de estudio. En la zona norte ( $33^{\circ}\text{S}$ ) se tuvo gradientes relativamente intensos en la dirección norte-sur. Según esto, durante el periodo de estudio habría circulado zonalmente agua cálida en esa región.
4. La circulación deducida de la geostrofia sugiere la existencia de una celda de circulación anticiclónica en la parte oceánica frente al Golfo de Arauco. Esta celda existiría desde una profundidad de 100 m hasta la superficie.
5. En la parte norte de la zona de muestreo regular, es decir al norte de unos  $38^{\circ}\text{S}$ , existe un pronunciado gradiente este-oeste por debajo de 50 m y hasta unos 300 m, aproximadamente. Está formado por la diferencia en

características oceanográficas del flujo de AESS (intenso, angosto y apegado a la costa) y de las aguas más oceánicas, probablemente ASAA en su mayor parte. En la zona costera se tiene agua más caliente, más salina, más liviana y con menor contenido de oxígeno disuelto que en la zona oceánica.

6. Tanto el análisis de la hidrografía como los cálculos geostróficos sugieren la existencia de una zona frontal de temperatura, salinidad y oxígeno, a unos 150-200 m de profundidad, frente al Golfo de Arauco, y orientada de sureste a noroeste. La explicación para la formación de este frente podría encontrarse en la dinámica de las aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS) en su recorrido costero hacia el sur, su separación de la costa frente al Golfo de Arauco, su encuentro con aguas superficiales subantárticas (ASAA), y su probable profundización por el cañón del río Biobío. Particularmente en la distribución de oxígeno disuelto es posible observar también un intenso frente norte-sur (gradientes este-oeste), frente al Golfo de Arauco, pero en aguas más oceánicas que las mencionadas.
7. Se encontró inversiones térmicas significativas ( $> 1^{\circ}\text{C}$ ) exclusivamente en las dos primeras transectas (zona norte) y al oeste y al sur del Golfo de Arauco. Su número es significativamente mayor que aquellas encontradas, usando los mismos criterios de identificación, en los cruceros de invierno de 1992 y 1993. También en este crucero las inversiones aparecen más agrupadas, estando la mayoría en la zona de frente al oeste y suroeste del Golfo de Arauco.
8. Para una adecuada interpretación de las velocidades geostróficas se supuso que a 600 m (profundidad de referencia) se tiene movimiento de agua intermedia antártica (AIA), a 3 cm/s hacia el norte.
9. La circulación oceánica deducida mediante cálculos geostróficos es coherente con aquella deducida del análisis de los perfiles hidrográficos. Debe tenerse en cuenta que las velocidades geostróficas calculadas no incluyen el sector costero, debido a que allí no se alcanza la profundidad de referencia (600 m).
10. La profundidad de las estaciones parece adecuada para obtener información de las corrientes geostróficas medianamente satisfactoria. Sin embargo, en el caso de cruceros con una cobertura costera importante, como fue el caso de éste, debe procurarse hacer algunas estaciones extras en la parte oceánica, si no se llega a 600 m en la parte costera.

11. No se detectó una relación entre vientos y profundidad de mezcla, ni entre vientos y profundidad de la base de la termoclina, salvo para el caso de vientos particularmente intensos, cuando el momentum traspasado al océano es a lo menos  $0,4 \text{ N/m}^2$ .
12. No hay diferencias apreciables entre la dinámica del océano en la zona El Maní y la zona Control. Esto se deduce tanto de la data hidrográfica como de la simulación numérica de las corrientes en esas zonas. Por lo tanto, se debe buscar una hipótesis alternativa a la batimetría local para explicar la diferencia en captura en las zonas El Maní y Control. Se plantea la hipótesis que el efecto es en realidad batimétrico, pero de una escala mayor que la muestreada, tal vez en un factor 5 a 10.

### 7.5 OCEANOGRAFIA QUIMICA

1. Las concentraciones de clo-a en las áreas comprendidas entre Valparaíso y el norte de Constitución, y desde el sur de Bahía de Concepción hasta las inmediaciones del río Valdivia están en el rango  $0,5$  a  $4,5 \text{ mg/m}^3$ . Estos valores prácticamente duplican aquellos encontrados durante las prospecciones de 1991 y 1993.
2. La clo-a integrada indica la presencia de dos zonas de alta concentración, con valores de  $80$  a  $180 \text{ mg/m}^2$ , localizadas en las mismas áreas de alta concentración de clo-a superficial. Es significativa la presencia de altas concentraciones de clo-a integrada (hasta  $100 \text{ mg/m}^2$ ) en el sector más oceánico de las áreas comprendidas entre Valparaíso y el norte de Constitución, y de Bahía de Concepción a la altura del río Valdivia.
3. Las altas concentraciones de clo-a medidas en la zona oceánica están asociadas a la intrusión de una masa de agua más cálida proveniente del noroeste.
4. El patrón de asociación entre zonas de alta concentración de clo-a y los gradientes de densidad permiten deducir el efecto importante de la descarga de los ríos sobre la zona costera y oceánica. Esto lo logran mediante subsidios de clo-a o por el ingreso de altas concentraciones de nutrientes.
5. Las concentraciones de nutrientes sugieren que, en términos globales, los fitoplancteres no están limitados en su crecimiento por la oferta ambiental de nutrientes.

6. La única diferencia detectada entre El Maní y la zona Control, es la baja concentración de sílice por debajo de la zona fótica. Esta característica no es producto de consumo del fitoplancton, sino que es una característica de las masas de agua tipo ASAA.
7. La baja proporcionalidad estequiométrica calculada para las dos zonas del muestreo a microescala, se debe a que las concentraciones de fósforo son altas, en relación a las de nitrógeno y sílice.

#### 7.6 PLANCTON

1. El análisis de la composición zooplanctónica de las muestras colectadas durante el estudio, reveló a los copépodos como grupo dominante en número (79,46%). A este grupo, le siguieron los quetognatos (5,76%), estados larvales de eufáusidos (2,55%), eufáusidos (2,32), ostrácodos (2,31%), apendicularias (1,36%), poliquetos (1,43%) y zoeas (1,11%). El resto de los grupos conformaron sólo un 3,70%.
2. La distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total en el área de estudio, presentó mayores valores asociados al sector centro-norte y muy bajos en el sector sur, con núcleos importantes (tanto en el sector costero como oceánico) frente a Punta Nugurne y al sur de San Antonio.
3. La biomasa zooplanctónica total no presentó diferencias significativas entre los sectores norte y centro del área prospectada. Por el contrario, los sectores centro-sur y norte-sur, presentaron biomasa estadísticamente diferentes. Para la abundancia de eufáusidos se detectaron diferencias significativas entre los sectores norte-centro y centro-sur, fundamentadas en las altas abundancias detectadas en el sector central del área de estudio.
4. La biomasa zooplanctónica total presentó diferencias significativas entre los sectores nerítico/zona de pesca y oceánico/zona de pesca, patrón similar al encontrado para los eufáusidos.
5. La composición de grupos zooplanctónicos detectada en este estudio fue similar a la descrita para 1992 (Serra et al., 1994a) y 1993 (Serra et al., 1994b). El análisis longitudinal y latitudinal mostró diferencias significativas para los copépodos, eufáusidos y biomasa zooplanctónica total.

6. Durante el muestreo de microescala los mayores valores de biomasa zooplanctónica total estuvieron asociados al sector "El Maní" (sector recurrente como zona de pesca).
7. La asociación entre la distribución espacial de la biomasa zooplanctónica total y la presencia de frentes oceanográficos superficiales, realizado para cada una de las transectas realizadas, no presentó una relación evidente en este estudio.
8. No se detectaron correlaciones estadísticamente significativas entre variables biológicas seleccionadas (biomasa zooplanctónica total, abundancia de eufáusidos, copépodos y densidad de estados larvales de peces) y variables oceanográficas (superficiales y ponderadas), al analizar los resultados para toda el área de estudio, para el sector "El Maní" y para el sector "Control".
9. Los estados larvales de peces más representativos, colectados durante el estudio, correspondieron a las especies: H. brunni (43,9%), E. ringens (31,1%), S. bentincki (13,1%), M. gavi (3,0%), E. maculatum (2,1%) y S. sagax (1,0%). Los huevos de peces más abundantes se registraron para: E. ringens (62,3%), S. bentincki (13,6%), M. gavi (6,9%), E. maculatum (4,8%), S. stellatus (3,6%) e H. brunni (1,2%).
10. En el área y período de prospección planctónica no se detectaron huevos ni estados larvales de jurel. Esto corrobora que el desove de esta especie tiene lugar en el período primavera-verano.
11. Los huevos y larvas de peces (especialmente las especies E. ringens, S. bentincki, M. gavi y S. sagax), presentaron una distribución horizontal asociada al sector nerítico (10-20 mn), principalmente en los sectores centro y sur del área de estudio. Por el contrario, los estados larvales de H. brunni, estuvieron bien representados en toda el área prospectada.

## 7.7 OCEANOGRAFIA PESQUERA

1. A nivel de macroescala (i.e. decenas de millas náuticas), el jurel se encontraba en zonas que presentaban aguas superficiales frías con temperaturas cercanas a los 12,5°C.
2. La zona de mayor presencia del recurso presentaba aguas muy bien oxigenadas, incluso a una profundidad de 200 m, donde por lo general en el resto del área de estudio el nivel de oxígeno era bajo debido a la presencia de AESS.

3. La zona de alta concentración de jurel presentaba inversiones térmicas. Un mecanismo causal para explicar esta relación no ha sido encontrado.
4. Las hipótesis sobre la relación entre la distribución espacial del jurel con la base de la termoclina y la presencia de frentes oceanográficos superficiales, no tuvieron sustentación de acuerdo con los resultados obtenidos.
5. El jurel prefiere aguas con temperaturas entre 10,5°C y 12,5°C.
6. El jurel no manifiesta un rango de preferencias respecto de la salinidad, salvo que parece evitar salinidades menores a 33,9.
7. Aunque el jurel prefiere en general aguas bien oxigenadas puede vivir, al menos por cortos períodos de tiempo, en aguas con bajo contenido de oxígeno (e.g. Corriente de Günther). De acuerdo a la oferta ambiental, el recurso selecciona un umbral mínimo de 5 ml O<sub>2</sub>/l a 50 m y de 3,3 ml O<sub>2</sub>/l a 100 m. En profundidades de 150 y 200 m manifiesta un rango de preferencias entre 1 y 2 ml/l y 0,5 y 0,7 ml/l, respectivamente, lo que no tiene una explicación clara.
8. A nivel de microescala (i.e. < 10 mn), no se presentaron correlaciones de importancia entre la distribución del jurel y las siguientes variables: temperatura superficial, salinidad superficial, oxígeno superficial, temperatura en el rango batimétrico del jurel, salinidad en el rango batimétrico del jurel, oxígeno en el rango batimétrico del jurel y concentración de biomasa fitoplanctónica.
9. A nivel de microescala (i.e. menor de 10 mn) se detectaron correlaciones bajas, pero estadísticamente significativas, entre la biomasa de jurel y la abundancia de los siguientes grupos del zooplancton: eufáusidos, salpas, anfípodos y estomatópodos.
10. Nuestra evidencia sugiere que en la zona de pesca (i.e. áreas con las mayores concentraciones del recurso) había una fuerte predación sobre los eufáusidos por parte del jurel.
11. El modelo conceptual utilizado sugiere que el jurel puede encontrar sus presas sin mayor dificultad en la zona de estudio. Por lo tanto, es muy probable que la mayor parte del stock presente en la zona de estudio no estuviera limitado en su distribución por los eufáusidos.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aglen A. 1983a. Random errors of acoustic fish abundance estimates in relation to the survey grid density applied. FAO Fish. Rep. 300: 293-298.
- Aglen A. 1989b. Empirical results on precision effort relationship for acoustic survey. Int. Coun. Explor. Sea CM 1989/B:30 : 293-298.
- Ahlstrom, E.H. y R.C. Counts. 1958. Development and distribution of Vinciguerria lucetia and related species in the Eastern Pacific. Fish. Bull., U.S. 58: 363-416.
- Ahumada, R., P. Matrai y N. Silva. 1991. Phytoplankton biomass distribution and relationship to nutrient enrichment during an upwelling event off Concepción Bay Chile. Bol. Soc. Biol. Concepción. 62: 7-19.
- Alcock, J. 1979. Animal behavior: an evolutionary approach. Sinauer Assoc. Inc. Pub. Massachusetts, USA.
- 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 Namibian area. ICSEAF Coll. Scient. Pap. Int. Comm. SE Atl. Fish. 12(1): 1-16.
- Arancibia, H. 1988. Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES. C.M./D:12 Statistics Cttee., Ref. Demersal Fish Cttee., 18 p.
- Arancibia, H. 1989 Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off central Chile. Doctoral Thesis, University of Bremen, FRG, 221 pp.
- Arancibia, H. 1992. Análisis ecológico-pesquero del recurso langostino colorado (Pleuroncodes monodon) y su interacción con merluza común (Merluccius gavi) y lenguado de ojos grandes (Hippoglossina macrops). Biología Pesquera 20:37-48.

- Arancibia, H. 1994. Sección Trofodinámica, Informe Final Proyecto "Evaluación Directa del Stock de Jurel en la Zona Centro-Sur". requirente: Fondo de Investigación Pesquera; Ejecutor: Instituto de Fomento Pesquero/Instituto de Investigación Pesquera.
- Arancibia, H. y L. Cubillos. 1993. Análisis de la pesquería industrial de cerco, dinámica poblacional y situación actual del recurso jurel (Trachurus symmetricus murphyi). Documentos Técnicos. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano. 2(1):2 pp+figs.
- Arancibia, H., M. Fuentealba y S. Núñez. 1993. Consumo de alimento del Jurel: Efecto de las Agregaciones y Patrones Poblacionales. Resúmenes Seminario-Taller La Pesquería del Recurso Jurel Presente y Futuro. 26 y 27 de octubre de 1993. Concepción.
- Arancibia, H., M. Fuentealba y R. Meléndez (MS). Food daily ration and consumption/biomass ratio in horse mackerel off central-southern Chile. Archive of Fisheries and Marine Research, Germany.
- 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 (Zoología) N°32. Universidad de Concepción.
- Arcos, D.F. 1987. Seasonal and short time-scale variability in copepod abundance and species composition in an upwelling area off Concepcion coast, Chile. Ph.D. Thesis Dissertation. State University of New York, Stony Brook, 203 pp.
- Arcos, D.F. y S.Núñez. 1992. Zonación y mantención de asociaciones zooplanctónicas en un área de surgencia en Chile central. Informe Final Proyecto FONDECYT 790-88, 115 pp + Anexos.
- Arcos, D.F., S. Núñez y A. Acuña. 1994. Informe Final Proyecto Fondecyt 298/92. Generación, mantención y persistencia de ambientes de resguardo de larvas de peces en un área de surgencia de Chile central. 118 págs.
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez y N. Silva. 1979. Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe CORFO. Inst. Fom. Pesq. Chile. (AP 79-40).



- Bahamonde R., O. Guzmán y H. Robotham. 1980. Diseño de Muestreo Acústico y Metodología de evaluación. En: Cuantificación Acústica de Recursos Ecológicos. Fase Metodológica Zona Norte. SUBPESCA e Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. (48 pp.).
- Bahamonde, R., A. Aranís, A. Mujica e E. Estay. 1988. El Recurso. En: "Explotación de especies pelágicas adyacentes a las 200 millas náuticas". Informe a Subsecretaría de Pesca, IFOP-Chile, 127 pp.
- Balbontín, F. y W. Fisher. 1981. Ciclo sexual y fecundidad de la merluza Merluccius gavi gavi, en la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., 17(3): 285-334.
- Balbontín, F. y M.C. Orellana. 1983. Descripción de las larvas del pez linterna Hygophum brunni del área de Valparaíso, Chile. (Pisces, Myctophidae). Rev. Biol. Mar., 19(2): 205-216.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of Gobiusculus flavescens (Gobiidae). Mar. Biol., 50: 263-273.
- Blaxter, J. H. S. 1986. Development of sense organs and behavior of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance. Transactions of the American Fisheries Society 114: 3-11.
- Bloom, S.A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 125-128.
- Böhm, S. G., L. Caballero, C. Martínez, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra. 1991. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Zona Centro - Sur 1989. Estado de situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de desarrollo (AB 91/1). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 78 pp.
- Böhm, S. G., L. Caballero, C. Martínez, V. Bocic, H. Hidalgo, J. Oliva y R. Serra. 1991. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Zona Centro - Sur 1990. Estado de situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de desarrollo (SGI-IFOP 91/1). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 62 p.

- Böhm, S. G., L. Caballero, C. Martínez, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra. 1992. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Zona Centro - Sur 1991. Estado de situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de desarrollo (SGI-IFOP 92/2). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 37 p.
- Böhm, S. G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo y R. Serra B. 1993. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Zona Centro - Sur 1992. Estado de situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de desarrollo (SGI-IFOP 93/5). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. 57 p.
- Böhm, S. G., L. Caballero, H. Muñoz, V. Bocic, H. Hidalgo, R. Serra y M. Nilo. 1994. Diagnóstico de las Principales Pesquerías Nacionales Pelágicas Zona Centro - Sur 1993. Estado de situación y Perspectivas del Recurso. Convenio CORFO-IFOP. Corp. Fom. Prod. Gerencia de Desarrollo Tecnológico. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile. (en prensa).
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación Especial de INIDEP, Mar del Plata, Argentina. 936 pp.
- Braun, M. 1991. Estimación de la biomasa del recurso jurel en la VIII Región y Cuantificación de las condiciones bio-oceanográficas. Capítulo V. Abundancia de huevos y larvas de jurel, sardina y anchoveta en la zona centro-sur de Chile. Informe IFOP, 124 pp.
- Breck, J. E. 1993. Foraging theory and piscivorous fish: Are forage fish just big zooplankton?. Trans. Amer. Fish. Soc. 122: 902-911.
- Breck, J. E. y M. J. Gitter. 1983. Effect of fish size on the reactive distance of bluegill (Lepomis macrochirus) sunfish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 162-167.
- Brooks, J. L. y S. I. Dodson. 1965. Predation, body size and the composition of plankton. Science: 150: 28-35.
- CAPMAD/SELA. 1982. Estandarización de la metodología a emplearse en la evaluación de los recursos por Ecuador-Perú-Chile. Santiago de Chile, 15-17 diciembre 1982.
- Carpenter, J. H. 1965. The Chesapeake Bay Institute Technique for the Winkler dissolved oxygen method. Limnol. Oceanogr. 10: 141-143.

- Castillo, J., O. Guzmán, P. Pineda y S. Lillo. 1983. Estado de situación de las Pesquerías Pelágicas. 1983. Ampliación: Cuantificación de la abundancia de los recursos pelágicos. Zona Centro Sur 1984. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- Castillo, J., P. Briones y J. Córdova. 1987. Distribución y abundancia de sardina española, jurel y anchoveta en primavera de 1987. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos- Zona Norte. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile: 89 pp. + anexos.
- Chirichigno, N. 1974. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Inf. Inst. Mar Perú (Callao) 44: 387 pp.
- Córdova, J., S. Lillo y M. Espejo. 1991a. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas. Junio-julio 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Centro Sur. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 16-57).
- Córdova, J., M. Prats y B. Leiva. 1991b. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en noviembre y diciembre de 1991. En: Estimación de la biomasa del recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas. Noviembre-diciembre 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Centro Sur. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto Investigaciones Pesqueras e Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 13-29).
- Córdova, J., M. Prats y B. Leiva. 1992a. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en mayo y junio de 1992. En: Programa de Evaluación del Recurso jurel e Investigaciones Asociada. Mayo-junio 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bio-Bio. Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile (p 35).
- Córdova, J., A. Paillamán y M. Rojas. 1992b. Distribución y abundancia de jurel en la zona centro-sur de Chile, en noviembre y diciembre de 1992. En: Programa de Evaluación del Recurso jurel e Investigaciones Asociada. noviembre y diciembre 1992. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bio-Bio. Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile.

- Cornejo, M. H. 1991. Causas posibles de las agregaciones de jurel (Trachurus symmetricus murphyi, Nichols): Disponibilidad de alimento. Tesis de Magister en Ciencias (mención Oceanografía). Universidad de Concepción, 108 pp.
- Cornejo, M. H., H. Arancibia y D. Arcos (en revisión). Análisis de corto tiempo de la disponibilidad de alimento y capturas de jurel (Trachurus symmetricus murphyi) en Chile central.
- Cullen, J. 1982. The Deep chlorophyll maximum: Comparing vertical profiles of chlorophyll a. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 791-803.
- D'Amours, D. 1993. The distribution of cod (Gadus morhua) in relation to temperature and oxygen level in the Gulf of St. Lawrence. Fish. Oceanogr. 2 (1): 24-29.
- Dabrowski, K., F. Takashima y Y. K. Law. 1988. Bioenergetic model of planktivorous fish feeding, growth and metabolism: Theoretical optimum swimming speed of fish larvae. J. Fish Biol. 32: 443-458.
- 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./H: 43. Demersal fish ctte. 23 páginas.
- Dejnik, T. V. y M. M. Nevinskiy. 1987. Distribución y abundancia de huevos y larvas. Paginas 37-42., En: Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos y A. Grechina Eds. (Edición en Español 1994). Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile.
- 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.
- Dill, L. M. 1987. Animal decision making and its ecological consequences: the future of aquatic ecology and behavior. Can. J. Zool. 65: 803-811.
- Draper, N. R. y H. Smith. 1966. Applied regression analysis. John Wiley and Sons, Inc. NY.
- Duffy, D. C. y C. Wissel. 1988. Models of fish school size in relation to environmental productivity. Ecol. Modelling 40: 201-211.
- Eggers, D. M. 1977. The nature of prey selection by planktivorous fish. Ecology 58: 46-59.

- Elizarov, A. A., A. S. Grechina, B. N. Kotenev y A. N. Kuznetsov. 1992. Jurel peruano, Trachurus symmetricus murphy, en las aguas abiertas del Pacífico Sur. Voprosy Ictiologii. 32 (6) : 57-73 (En ruso).
- Elliot, J. M. 1971. Some methods of statistic analysis to sample benthic intervetebrates. Freshwater Biol. Assoc. Scient. Publ. 25: 1-156.
- Elliott, J.M. y L. Persson. 1978. The estimation of the daily rates of food consumption for fish. J. Anim. Ecol. 47: 977-991.
- Evseenko, S. A. 1987. Reproducción de jurel del Perú Trachurus symmetricus murphyi (Nichols) en el Pacífico Sur. Voprosy Ichthyologii, 27(2):264-273.
- Fahay, M.P. 1983. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Scotian shelf. J. North. Western Atlan. Fish. Sci., Vol. 4.
- Fee, E.J. 1976. The vertical and seasonal distribution on chlorophyll in lakes of the Experimental Lakes Area, northwestern Ontario: Implications for primary production studies. Limn. and Oceanog. 21(6):767-783.
- Fischer, W. 1958. Primeras fases del desarrollo del blanquillo (Prolatilus jugularis). Rev. Biol. Mar. 8(1-3):1-24.
- Fisher, W. 1959. Huevos, crías y prelarvas de la merluza (Merluccius gayi). Rev. Biol. Mar., 9(2-4):224-249.
- Foote, K. 1981. Echo sounder measurements of backscattering cross sections of elastic spheres. Fisken og Havet Ser, B, 6: 1-107.
- Foote, K. 1983. Mantaining precision calibrations with optimal cooper spheres. Journal of the Acoustical Society of America.
- Foote, K., H. Knudsen and G. Vestnes. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. International Council for the Exploration of the sea. Copenhagen. Denmark. 70 pp.
- Francis R.I.C.C. 1984. Variability in hidroacoustic biomass estimate. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 825-826.

- Gilliam, J. F. y D. F. Fraser. 1988. Resource depletion and habitat segregation by competitors under predation hazard. Páginas 173-184, En: B. Ebenman y L. Persson (Eds.). Size-structured populations: Ecology and Evolution. Springer-Verlag, Berlín.
- Galactionov, G. Z. 1987. Formación de cardúmenes y migraciones verticales diarias del jurel peruano. Páginas 179-184. En: Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos y A. Grechina Eds. (Edición en Español 1994). Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile.
- Grechina, A. 1987. Influencia de El Niño de los años 1982-1983 en la distribución de las concentraciones comerciales del jurel. Páginas 123-127. En: Biología y Pesca Comercial del Jurel en el Pacífico Sur. D. Arcos y A. Grechina Eds. (Edición en Español 1994). Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano, Chile.
- 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.
- Grechina, A., S.P. Núñez y D.F. Arcos. 1994. El desove del jurel (Trachurus symmetricus murphyi) en el Océano Pacífico Sur. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Vol. 3, Núm. 3, 44 pp.
- 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'S - 30°00'S). Corporación de Fomento de la Producción (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq., Santiago, Chile.
- Hairston, N. G. Jr., K. T. Li y S. S. Easter Jr. 1982. Fish vision and the detection of planktonic prey. Science 218: 1240-1242.
- Hansen, R., W. Madow y W. Huwitz. 1953. Sample survey methods and theory. Volume I and II. Methods and applications: John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Hayward, T.L. y E. L. Venrick. 1982. Relation between surface chlorophyll, integrated chlorophyll and integrated production. Marine Biology. 69: 247-252.

- Herrera, G., E. Tarifeño y M. C. Orellana. 1984. Descripción de huevos y primeras fases larvales de la sardina común (Strangomera bentincki) y el machuelo (Ethmidium maculatum). Rev. Biol. Mar. 16: 107-113.
- 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.
- Hosmer, D. W. y S. Lemeshow. 1989. Applied logistic regression. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Hunter, J. R. 1971. Sustained speed of Jack Mackerel, Trachurus symmetricus. Fish. Bull. 69(2): 267-271.
- Hunter, J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine larvae. Páginas 34-77, En: R. Lasker (Ed.). Marine Fish larvae. Washington Sea Grant Program, University of Washington, Seattle.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis. A review of methods and their application. J. Fish. Biol., 17:411-429.
- ICES Cooperative Research Report 144. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. ICES, Palaegade 2, 1261 Copenhagen K, Denmark.
- IFOP. 1979. Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un Desarrollo Pesquero. Corporación de Fomento de la Producción. I. Peces. Cap. 4.
- IFOP. 1991. Estimación de la biomasa del recurso jurel y caracterización de las condiciones bio-oceanográficas. Junio-julio 1991. Programa Investigaciones Pesqueras de Recursos Pelágicos-Zona Centro Sur. Asociación Gremial de Industriales Pesqueros del Bío-Bío. Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile.
- Ivlev, V.S. 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press Inc., U.S.A. 302 pp.
- Joint, I y A. Pomroy. 1993. Phytoplankton biomass and production in the southern North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99: 169-182.
- Jones, J. B. 1990. Jack mackerel (Trachurus spp.) in New Zealand waters. N. Z. Fish. Tech. Rep. 23:28 pp.
- Kareiva, P. y G. M. Odell. 1987. Swarms of predators exhibit "prey taxis" if individual predators use area restricted search. Amer. Nat. 130: 233-270.

- Kerfoot, W. C. y A. Sih (Eds.). 1987. Predation: direct and indirect effects on aquatic communities. University Press of New England, Hanover, New Hampshire.
- Kimura D.K. y N. A. Lemberg. 1981. Variability of line intercept density estimates (a simulation study of the variance of hydroacoustic biomass estimate). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1141-1152.
- Kramer, D. L. 1987. Dissolved oxygen and fish behavior. *Environ. Biol. Fishes* 18: 81-92.
- Kuroiwa, M., K. Okada y R. Bahamonde. 1989. Report on Japan-Chile joint development survey of chilean jack mackerel stock in waters of the Southeastern Pacific. Japon. Japan Marine Fishery Resource Center. Japan, 76 pág.
- Laevastu, T. y I. Hela. 1970. Fisheries Oceanography. Fishing News (Books) Ltd. London. 238 pp.
- LaFond, E. 1951. Processing Oceanographic Data. U.S. Navy Hydrographic Office, H.O. Publication N°614: 114 pp.
- Lennan, M. y J. Simmonds. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman and Hall, 6 Boundary Row, London, UK. 325 p.
- Levy, D. A. 1990. Sensory mechanisms and selective advantage for diel vertical migration in juvenile sockeye salmon, Oncorhynchus nerka. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1796-1802.
- Lie, U. 1978. Aspects of the life history of the local herring stock in Lindaspollene, Western Norway. *Fisk. Dir. Skr. Ser. Havunders.* 16: 369-404.
- Lillo, S., O. Guzman, P. Pineda y L. Rodríguez. 1984. Estado de Situación de las Pesquerías Pelágicas 1983. Cuantificación de la Abundancia de Recursos pelágicos. II Zona Centro-Sur (Coquimbo-Punta Nugurme). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo. Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- Lima, S. y L. M. Dill. 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Can. J. Zool.* 68: 619-640.
- Livingston, P.A., D.A. Dwyer, D.L. Wencker, M.S. Yang y G.M. Yang. 1986. Trophic interactions of the key fish species in the Eastern Bering Sea. *Inst. North. Pacific. Fish. Comm. Bull.*, 47:49-65.



- Macpherson, E. 1985. Daily ration and feeding periodicity of some fishes off the coast of Namibia. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 26: 253-260.
- Magnuson, J. J., L.B. Crowder y P. A. Medvick. 1979. Temperature as an ecological resource. *Amer. Zool.* 19: 331-343.
- Marra, J., R.W. Houghton, D.C. Boardman y P.J. Neale. 1982. Variability in surface chlorophyll a at a shelf break front. *Journal of Marine Research.* 40(3):575-591.
- Marra, J., R.W. Houghton y C. Garside. 1990. Phytoplankton growth and the shelf-break front in the Middle Atlantic Bight. *Journal of Marine Research.* 48(4): 851-868.
- McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1983. Generalized linear models. Chapman & Hall. London.
- Medina, M. y H. Arancibia. 1992. Interacciones tróficas entre el jurel y la caballa en el ecosistema pelágico del norte de Chile. *Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar* 2: 67-78.
- Mehl, S. y T. Westgard. 1983. Gastric evacuation rates in mackerel (Scomber japonicus L.). ICES C.M./H: 33. Pelagic Fish. Comm., 11 pp.
- Millero, F., C. Chen, A. Bradshaw y K. Schleicher. 1980. A new high pressure equation of state for seawater. *Deep Sea Res.* 27A: 255-264.
- Millero, F. y A. Poisson. 1981. International one atmosphere equation of state of seawater. *Deep Sea Res.* 28A: 625-629.
- Morrison, D. F. 1969. Multivariate statistical methods. McGraw-Hill. N. Y.
- Moser, H. G. (ed.). 1984. Ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication N°1.
- Moser, H. G. y E. H. Ahlstrom. 1970. Development of lanternfishes (Family Myctophidae) in the California Current. part I. Species with narrow-eyed larvae. *Bull. L.A. City. Mus. Nat. Hist. Sci.*, 7, 145 pp.
- Munk, P. y T. Kiorboe. 1985. Feeding behavior and swimming activity of larval herring (Clupea harengus) in relation to density of copepod nauplii. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 24: 5-21.

- Munk, P. y G. Sánchez. 1987. The importance of mackerel and horse mackerel predation for the Peruvian anchoveta stock (a population and feeding model. En: D. Pauly e I. Tsukayama (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystems; three decades of change. ICLARMA studies and reviews. 15: 276-293.
- Muñoz, H., G. Herrera y H. Fuentes. 1988. Desarrollo larval del lenguado de ojos chicos Paralichthys microps. Rev. Biol. Mar., 24(1): 37-53.
- Nakata, K., A. Hada, y Y. Matsukawa. 1994. Variations in food abundance for Japanese sardine larvae related to the Kuroshio meander. Fisheries Oceanography. 3(1):39-49.
- NODC. 1991. National oceanographic data center, users guide. En: Key to oceanographic records documentation N°14 NOAA.
- Núñez, S. 1990. Descripción de la comunidad zooplanctónica asociada al sistema de surgencia de la Octava Región, Chile. Unidad de Investigación. Programa de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción. Documento Fotocopiado, 89 págs.
- Ñiquén, M. y R. Vilchez. 1989. Fluctuaciones poblacionales del recurso jurel (Trachurus murphyi N.) en la costa peruana del 1980 a 1987. En : Memorias del simposio internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. R. Jordan, R. Kelly, O. Mora, A Ch. de Vildoso y N. Henríquez (Eds.). Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Rev. Pacífico Sur (Numero Especial) : 229-233.
- O'Brien, W. J. 1979. The predator-prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. Amer. Sci. 67: 572-581.
- Oliva, J. 1990. Investigación Biológico-Pesquera del jurel oceánico. Informe de Crucero. Convenio SUBPESCA - OFCF(1990). Instituto Fomento Pesquero. Santiago, Chile.
- Omori, M. y T. Ikeda. 1984. Methods in marine zooplankton ecology. Wiley Interscience Publication. John Wiley & Sons Inc., 332 pp.
- Orellana, M.C. y F. Balbontín. 1983. Estudio comparativo de las larvas de clupeiformes de la costa de Chile. Rev. Biol. Mar., 24(1): 37-53.
- Osses, J. 1994. Metodología para la cuantificación de pigmentos vegetales utilizando filtros orgánicos y solubles en acetona. Manuscrito 9 pp + figuras.

- 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.
- Parsons, T. R., Y. Maita y C. M. Lalli. 1984. A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis. 172 pp. Pergamon Press.
- Paulsen, E. 1952. Informe al Gobierno de Chile sobre investigaciones acerca de los peces alimenticios de Chile, con especial referencia a la merluza. Informe FAO/ETAP 46: 1-78.
- Pauly, D., A. Jarre, S. Luna, V. Sambilay, Jr, B. Rojas de Mendiola y A. Alamo. 1989. On the quantity and types of food ingested by Peruvian anchoveta, 1953-1982. En: D. Pauly, P. Muck, J. Mendo e I. Tsukayama (eds.) The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18: 109-124.
- Pequeño, G. R. 1989. Peces de Chile. Lista sistemática revisada y comentada. rev. Biol. Mar., 24(2): 1-132.
- Pérez, R. 1978. Identificación de huevos y larvas planctónicas de peces en la Bahía de Valparaíso. Informe de Práctica Profesional para optar al título de Técnico Marino. Universidad Católica de Chile, sede Talcahuano. 238 pp.
- Peterson, W. T., D. F. Arcos, G. McManus, H. Dam, D. Bellantoni, T. Johnson y P. Tiselius. 1988. The nearshore zone during coastal upwelling: daily variability and coupling between primary and secondary production off central Chile. Progress in Oceanography, 20: 1-40.
- 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.
- Pitcher, T. J. , A. E. Magurran e I. J. Winfield. 1982. Fish in large shoals find food faster. Behavior Ecology and Sociobiology 18: 149-151.
- PNUD-CPPS/FAO RLA. 1992. Ejercicio de estandarización e intercalibración de metodos acústicos para evaluación de recursos pelágicos. Callao, Perú 47p.

- Polovina, J. J., G. T. Mitchum, N. E. Graham, M. P. Craig, E.E. Demartini y E. N. Flint. 1994. Physical and biological consequences of a climate event in the central North Pacific. *Fisheries Oceanography* 3(1):15-21.
- Pond, S. y G. L. Pickard. 1983. *Introductory Dynamic Oceanography*. Pergamon Press, 241p.
- Redfield, A. C. 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *Amer. Sci.* 46: 205-221.
- Robotham, H. y J. Castillo. 1987. Método bootstrap una alternativa para estimar intervalos de confianza de recursos prospectados por medio de técnicas hidroacústicas. *Investigaciones Pesqueras (Chile)*. 34: 79-83.
- Robotham, H. y L. Rodríguez. 1983. Algunas técnicas estadísticas empleadas en el análisis de datos recolectados mediante técnicas hidroacústicas: Documento técnico. Proyecto SELA; 34 pp. Santiago, Chile.
- Rodríguez, L., O. Guzmán y P. Pineda. 1983. Estudio de Recursos Pelágicos. Programa Monitoreo de los Recursos Pelágicos. II Prospección Zona Constitución-Isla Mocha (35°20' - 38°22' S). Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP 83-82). Inst. Fom. Pesq. Santiago, Chile.
- Rojas, O., A. Mujica, M. Labra, G. Ledermann y H. Miles. 1983. Estimación de la abundancia relativa de huevos y larvas de peces. Corporación de Fomento de la Producción. Gerencia de Desarrollo (AP 83-31). Inst. Fomento Pesquero; Santiago - Chile, 98 pp.
- Rose, M. 1933. Faune de France. Cap. 26 Copépodes pélagiques. *Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles*. 374 pp. París.
- Rosenthal, H., y H. Hempel. 1970. Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae (Clupea harengus). Páginas 344-363, En: J. H. Steele (Ed.). *Marine Food Chains*. University of California Berkeley.
- Sánchez, N. 1959. Contribución al estudio de la madurez sexual de Merluccius gayi gayi frente a la zona de Concepción. Memoria Título de Profesor de Estado en Biología y Química, Universidad de Concepción, 81 pp.
- Santander, H. y O.S. De Castillo. 1969. Desarrollo y distribución de huevos y larvas de merluza, Merluccius gayi en la costa peruana. *Bol. Inst. Mar. Perú*. 2(3).

- Sepúlveda, A. 1990. Variabilidad temporal del ictioplancton en un área de surgencia de Chile central: Procesos ambientales y biológicos asociados. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, mención Oceanografía. Universidad de Concepción, 81 pp.
- SERNAP. 1993. Anuario estadístico de pesca 1993. Servicio Nacional de Pesca, Chile. 190 pp.
- 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.. Santiago, Chile. 24: 20 p.
- Serra, R. 1983. Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast. FAO Fish. Rep. 2 (291): 255-284.
- Serra, R. 1991. Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, Trachurus symmetricus murphyi. Invest. Pesq. (Chile). 36: 67-83.
- Serra, R., M. Aguayo, O. Rojas, J. Cañón y F. Inostroza. 1979. Anchoveta Engraulis ringens Jenyns. Teleostomi, Clupeiformes, Engraulidae. En: Corporación de Fomento de la Producción. Estado Actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Santiago - Chile, IFOP. V.1 (Peces) Parte 5 sp. (AP 79-18).
- Serra, R., H. Arancibia, D. Arcos, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Olea, A. Paillamán, R. Quiñones y 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. Barbieri, J. Blanco, J. Córdova, H. Muñoz, S. Núñez, J. Osses, R. Quiñones y 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 pp. + 128 figs.
- Shannon, C.E. y W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana, USA, 117 pp.
- Shotton, R. 1979. Acoustic survey design. In Meeting on hydroacoustical methods for the estimation of marine fish population. Cambridge, MA, USA. 25- 29 June 1979.

- Shotton, R. y R. G. Dowd. 1975. Current research in acoustic fish stock assesment at the Marine Ecology Laboratory. ICNAFRes. Doc. 75/16, Ser. No. 3468, 17 pp.
- Shotton R. y G. P. Bazigos. 1984. Techniques and considerations in the design of acoustic survey. Rapp.P.V. Reun. Cns. Int. Explor. Mer. 184: 34-57.
- Simmonds E. J., N. Williamson, F. Gerlotto y A. Aglen. 1991. Survey design and analysis procedures: a comprehensive review of good practice. ICES C.M. 1991. 113 p + figs.
- 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 pp.
- Smith, R. J. F. 1985. The control of fish migration. In: Zoophysiology. Vol. 17. Springer Verlag, New York.
- Sneath, P.H.A. y R.R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, USA. 573 pp.
- Taylor, K. M. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature. 189: 732-735
- Turner, A. M. y G. G. Mittelbach. 1990. Predator avoidance and community structure : interactions among piscivores, planktivores and plankton. Ecology 71: 2241-2254.
- 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 papers and supporting data on the Practical Salinity Scale 1978. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°37.
- UNESCO. 1981c. Background papers and supporting data on the International Equation of State of Seawater. Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°38.
- UNESCO. 1983. Algorithms for computations of fundamental properties of seawater, Unesco Tech. Papers in Mar. Sci. N°44.
- Ursin, E. 1973. On the prey size preferences of cod and dab. Meddr. Danm. Fisk.-og. Havunders 7: 85-98.
- Vandavelde, T., L. Legendre, J. C. Therriault, S. Demers y A. Bah. 1987. Subsurface Chlorophyll maximum and hydrodynamics of the water column. Journal of Marine Research. 45(2):377-396.

- Vidal, J. 1969. Copépodos calanoídeos epipelágicos de la Expedición MarChile II. Gayana (Zoología) N°15. Universidad de Concepción. Chile.
- Vinyard, G. L. y W. J. O'Brien. 1976. Effects of light and turbidity on the reactive distance of bluegill (Lepomis macrochirus). J. Fish. Res. Board Canada 33: 2845-2849.
- Volter, K. M. 1985. Introduction to Variance Estimation xii, 428pp.
- Worobec, M. N. 1984. Field estimation of the daily ration of winter flounder, Pseudopleuronectes americanus (Walbaum) in a southern New England pond. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 77: 183-196.
- Yentsch, C.S. y D.W. Menzel. 1963. A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. Deep Sea Research 10 (3): 221-231.
- Zar, J. H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice - Hall Inc. New York.
- Zuta, S., I. Tsukayama y R. Villanueva. 1983. El ambiente marino y las fluctuaciones de las principales poblaciones pelágicas de la costa peruana. FAO Fish Rep., Rome 291 (2): 179-254.

9. ANEXO DE FIGURAS



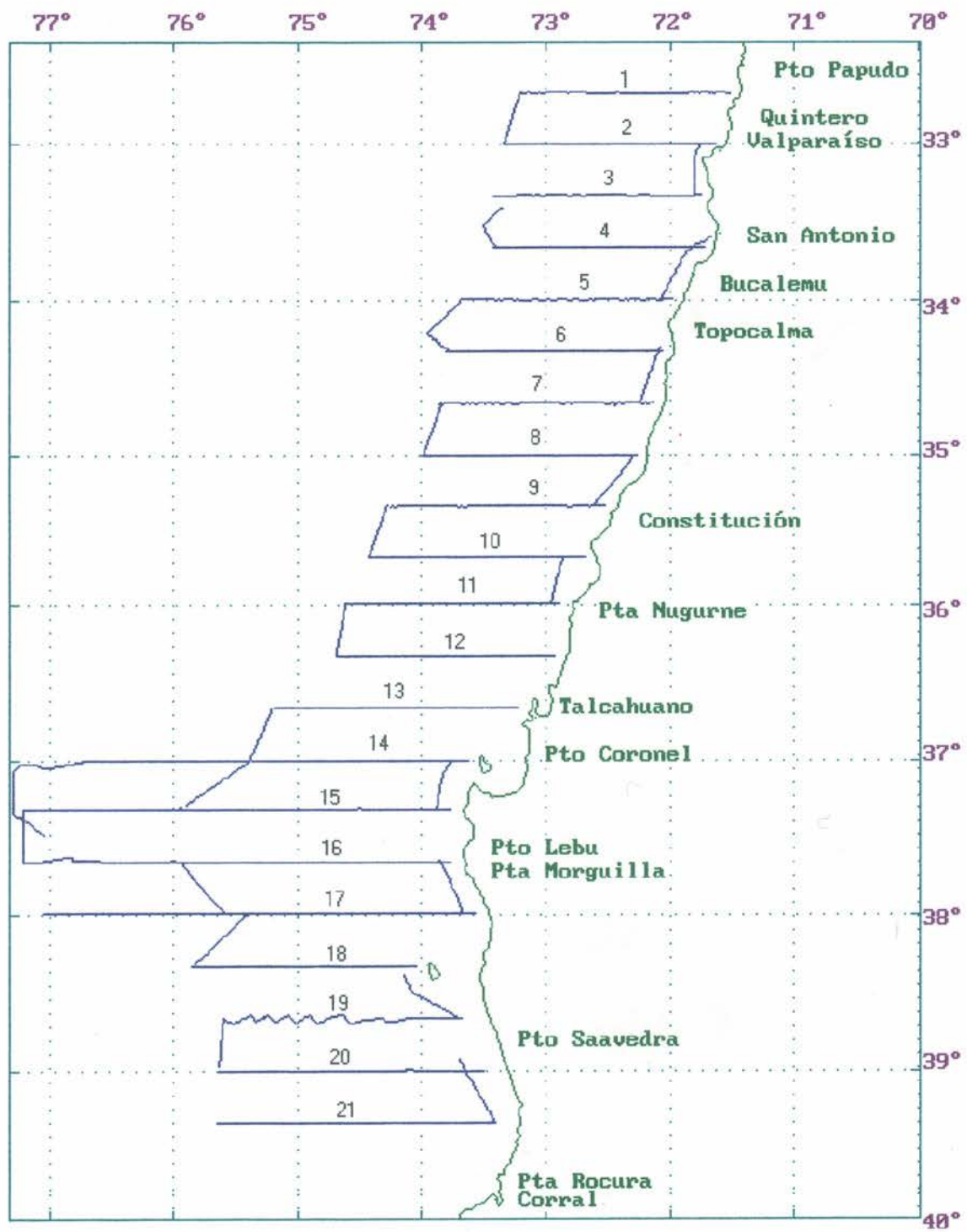


Fig 1 - Zona de muestreo y red de transectas realizadas

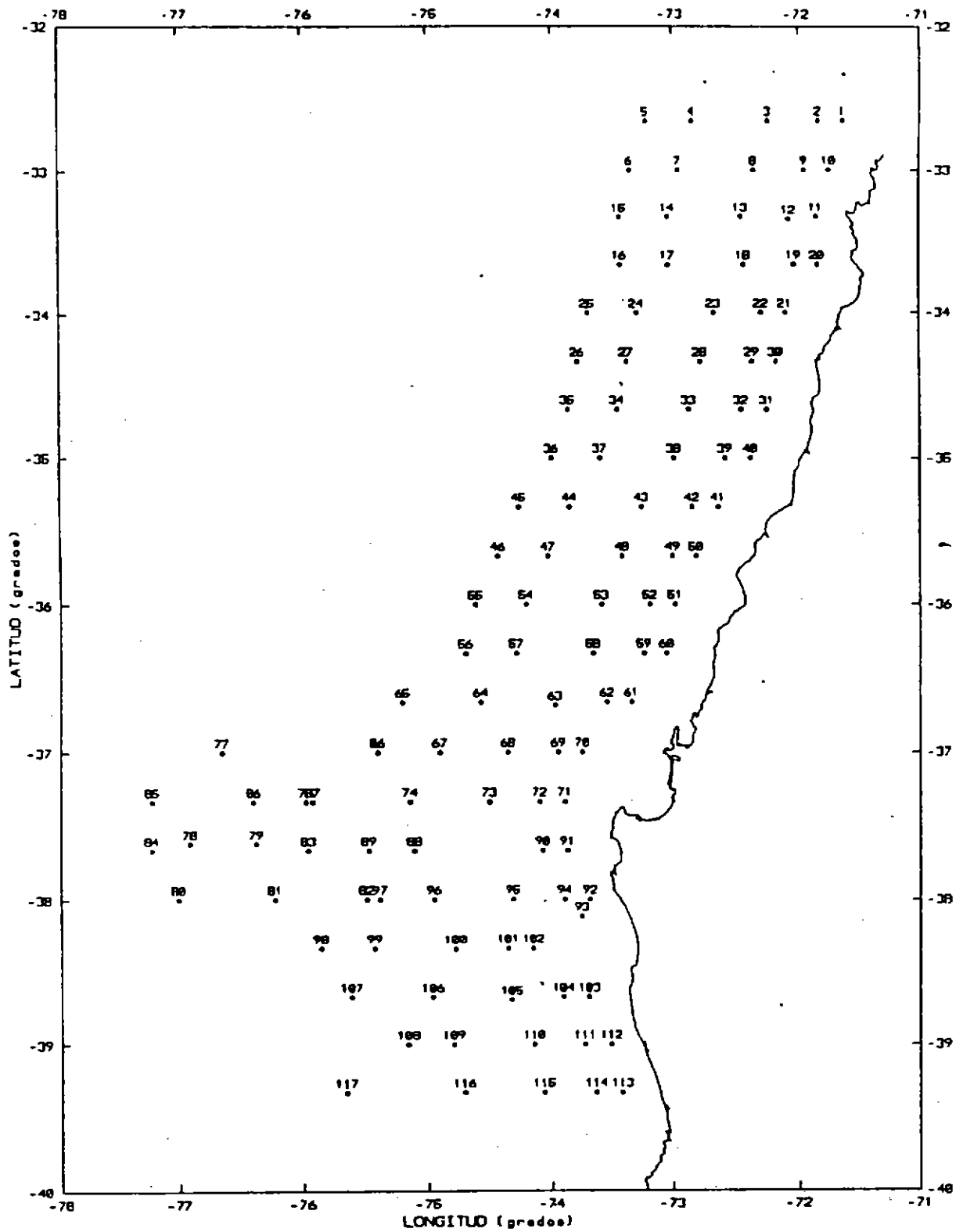


Fig. 2. Localización de estaciones del Crucero Jurel 1994.

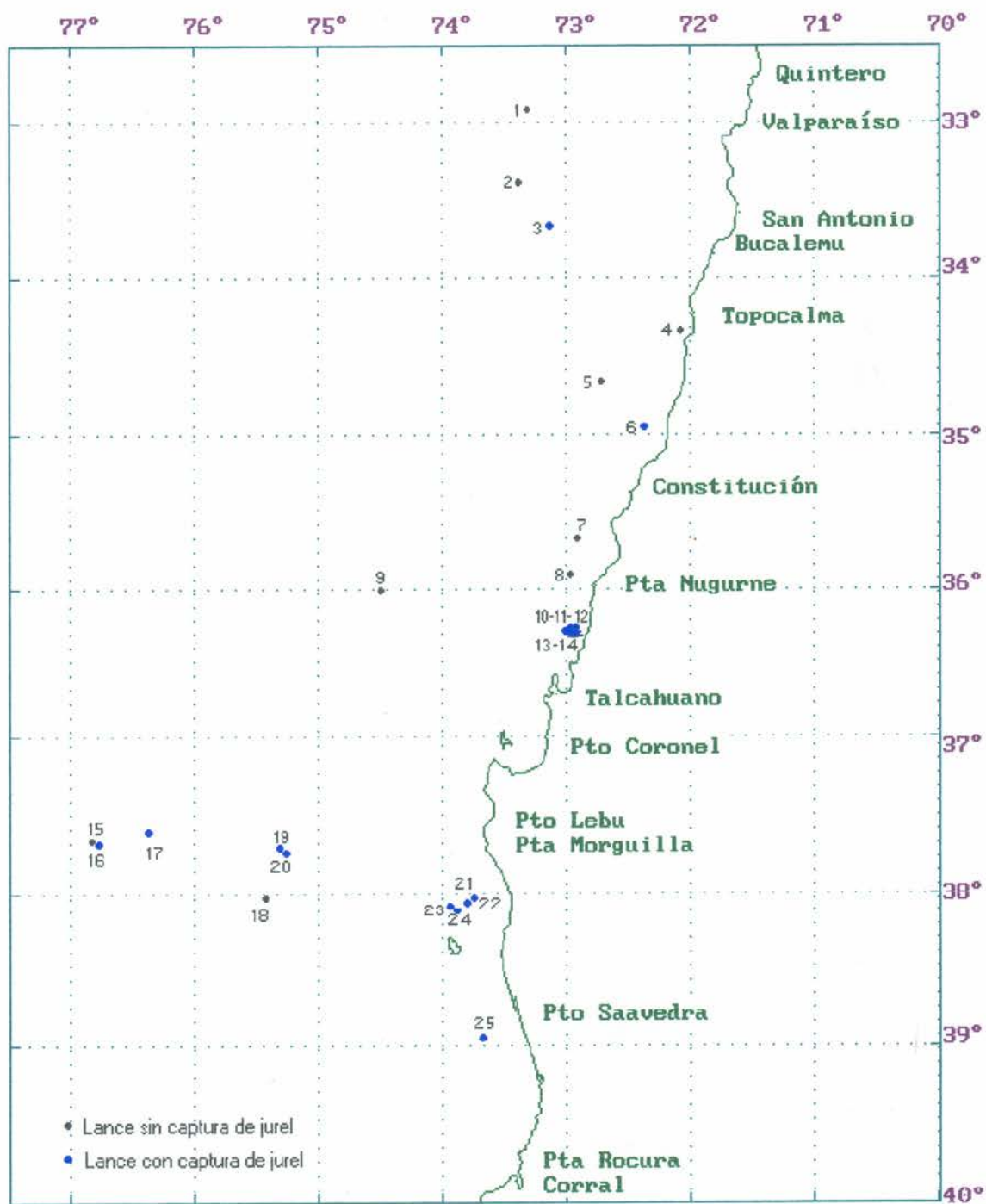


Fig 3.- Distribución de lances de pesca a mediagua (julio-agosto 1994).

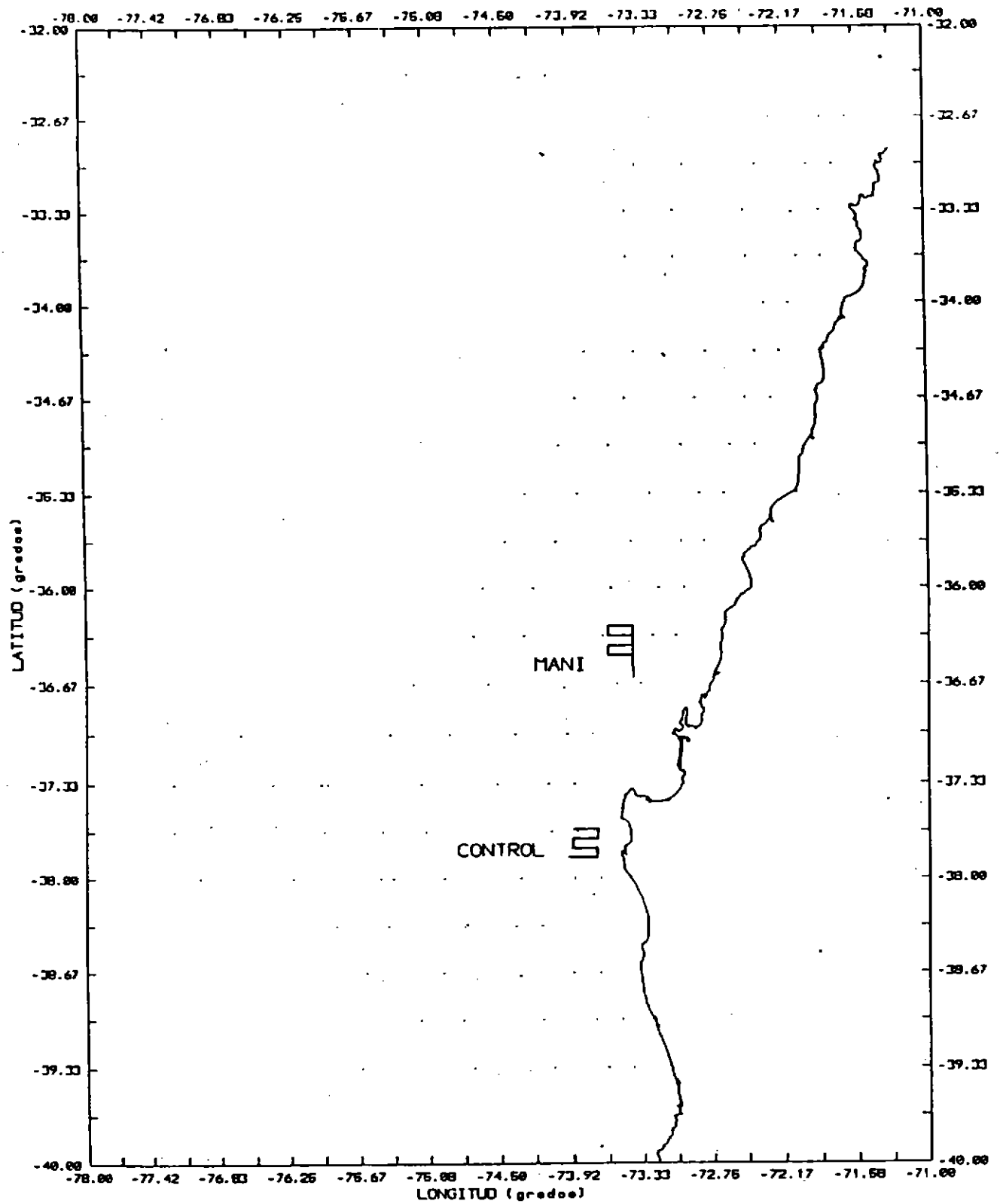


Fig. 4. Localización de estaciones en las zonas de muestreo a microescala (El Maní y Control).

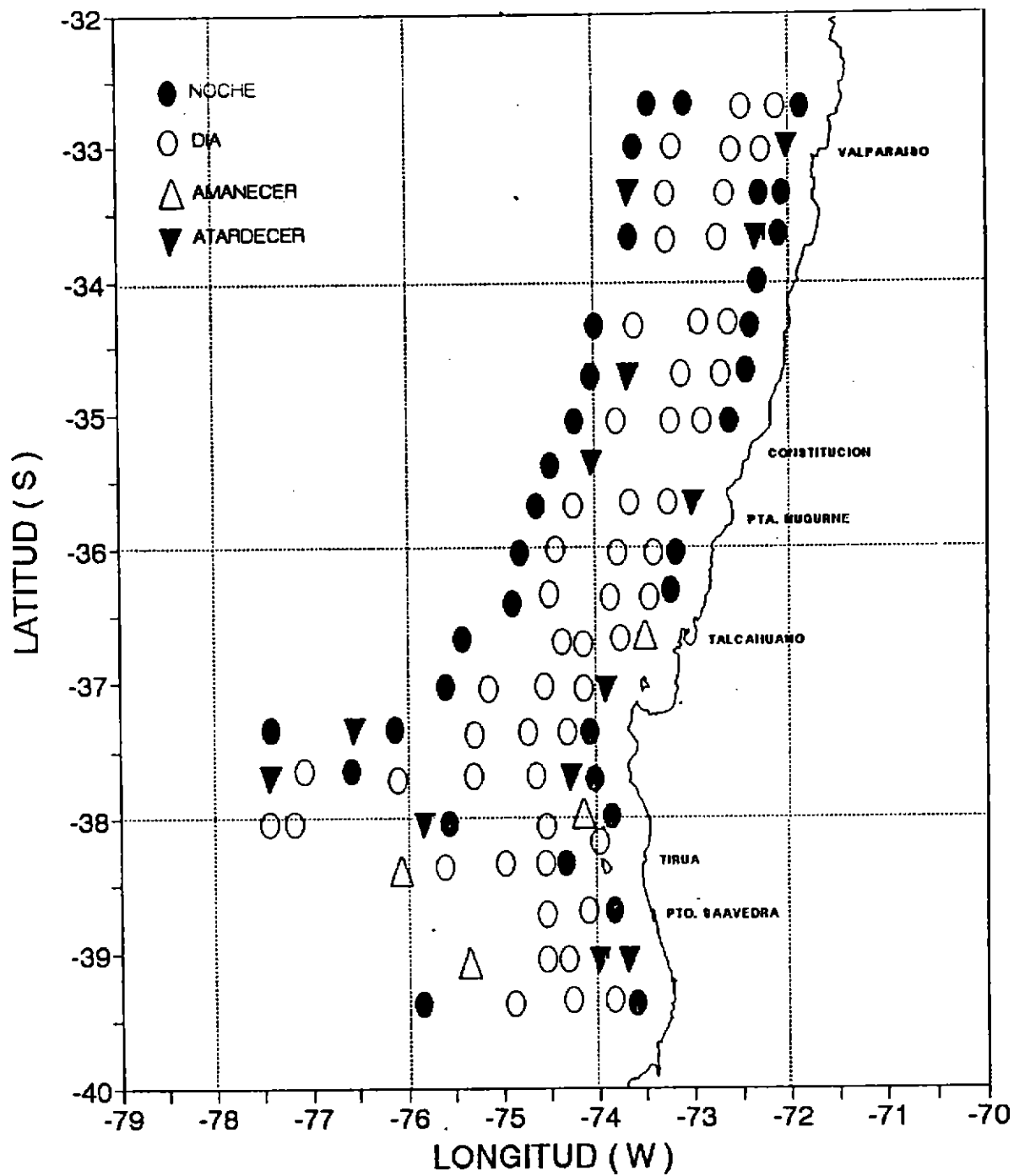


Fig. 5. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico: amanecer (06:00-07:30 h), día (07:30-17:30 h), atardecer (17:30-19:00 h) y noche (19:00-06:00 h).

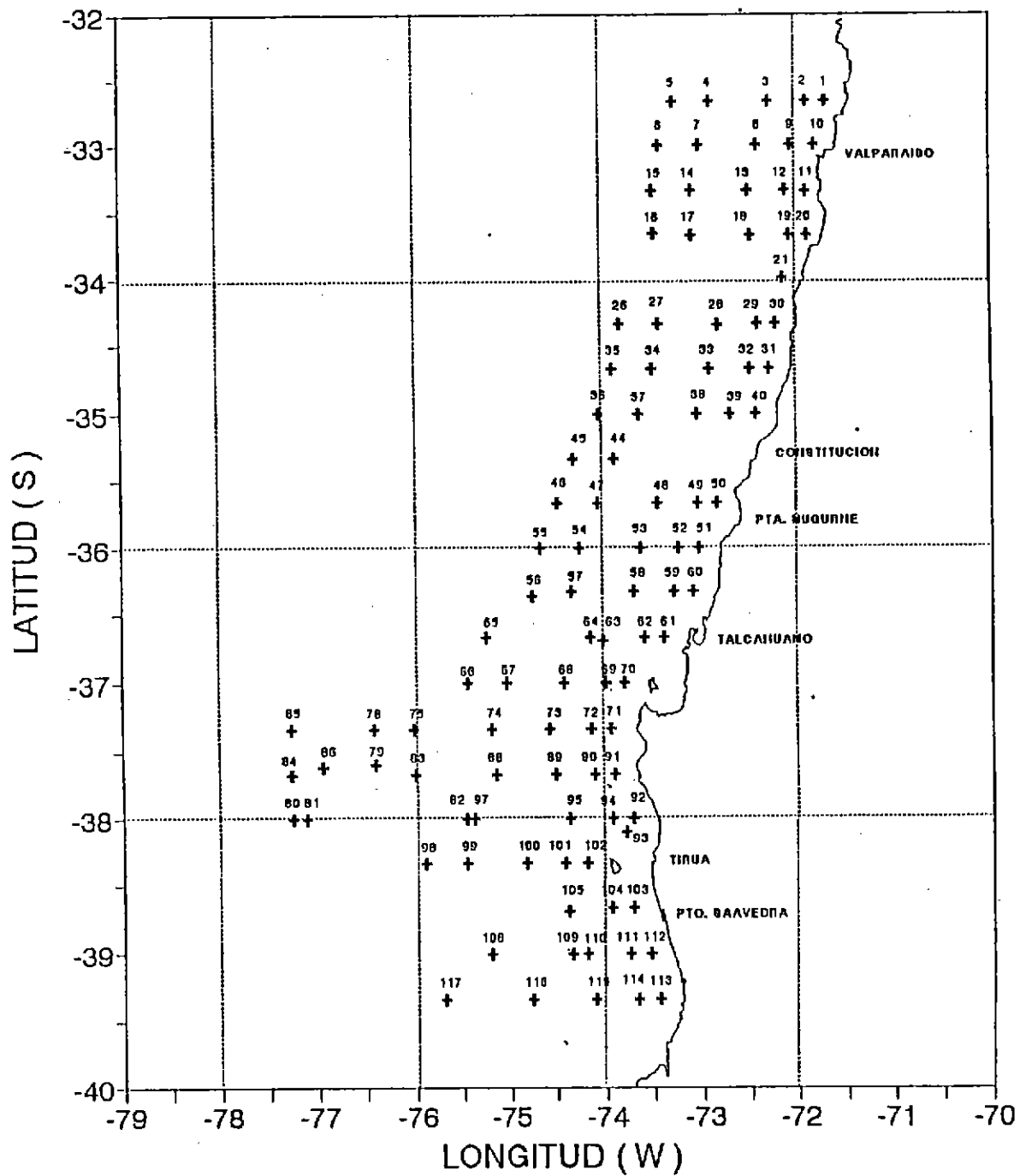


Fig. 6. Estaciones de muestreo planctónico realizadas.

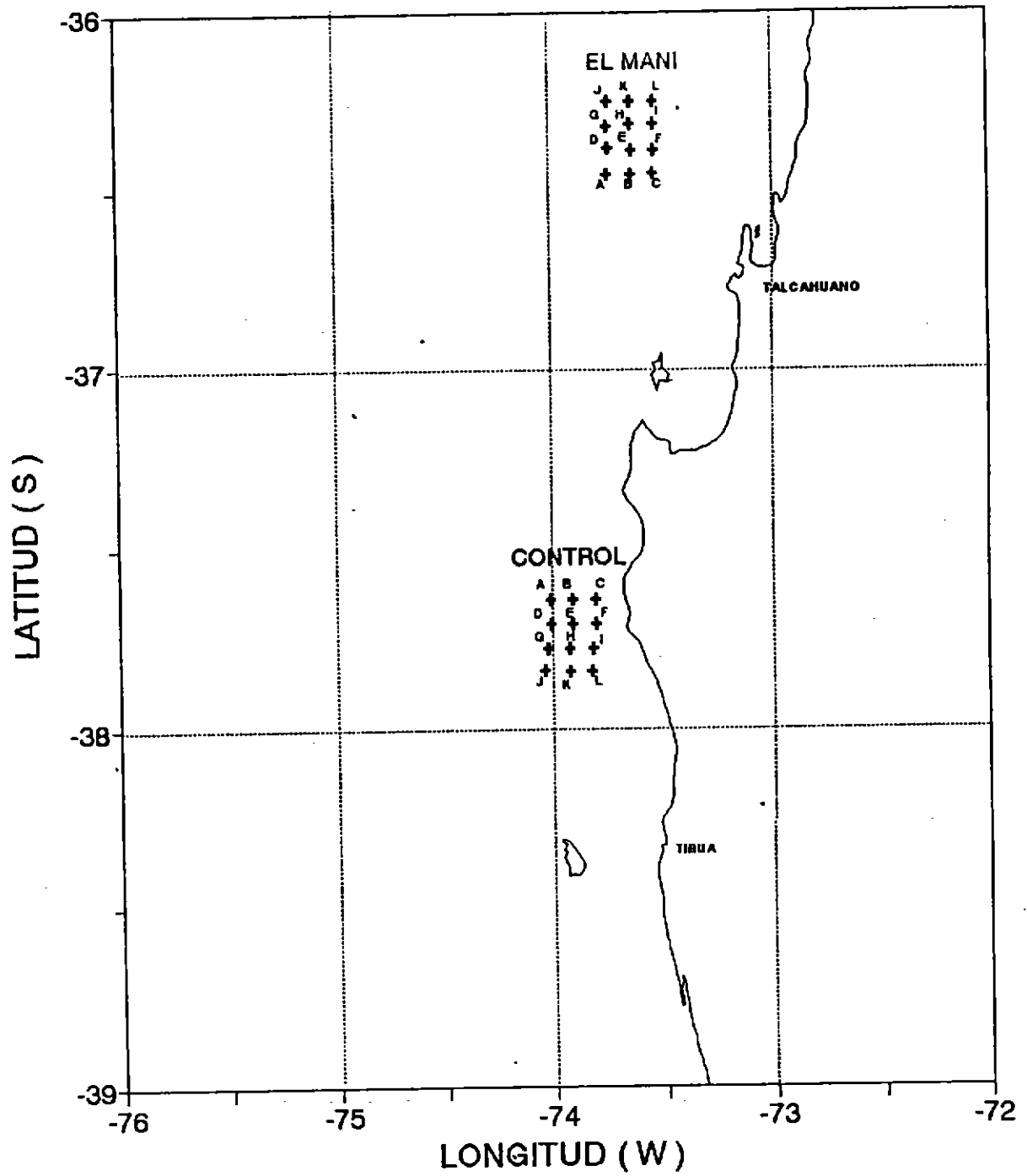


Fig. 7. Estaciones de muestreo bio-oceanográfico realizadas durante el muestreo de microescala.

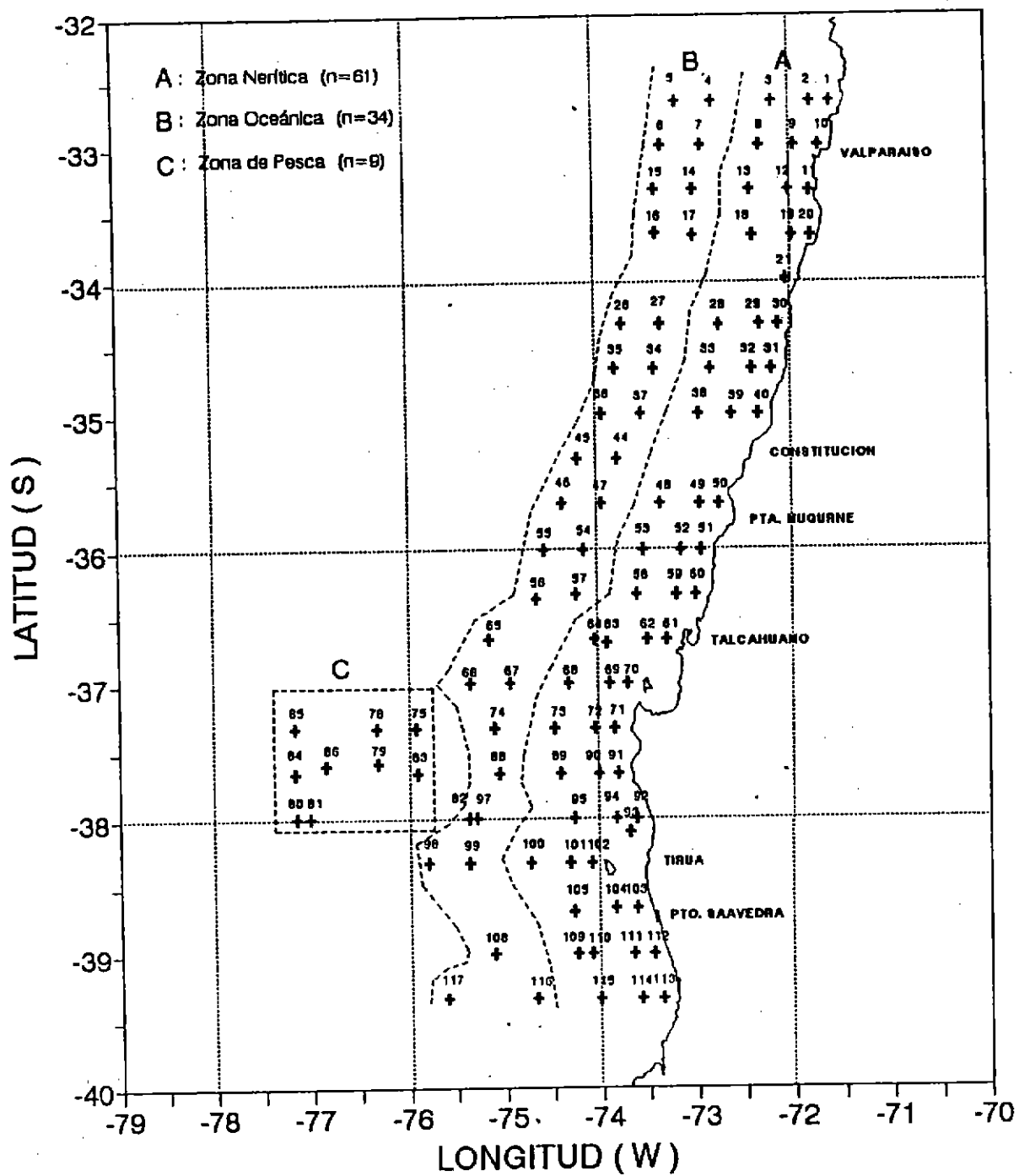


Fig. 8.

Estaciones de muestreo correspondientes a las zonas nerítica, oceánica y zona pesca.



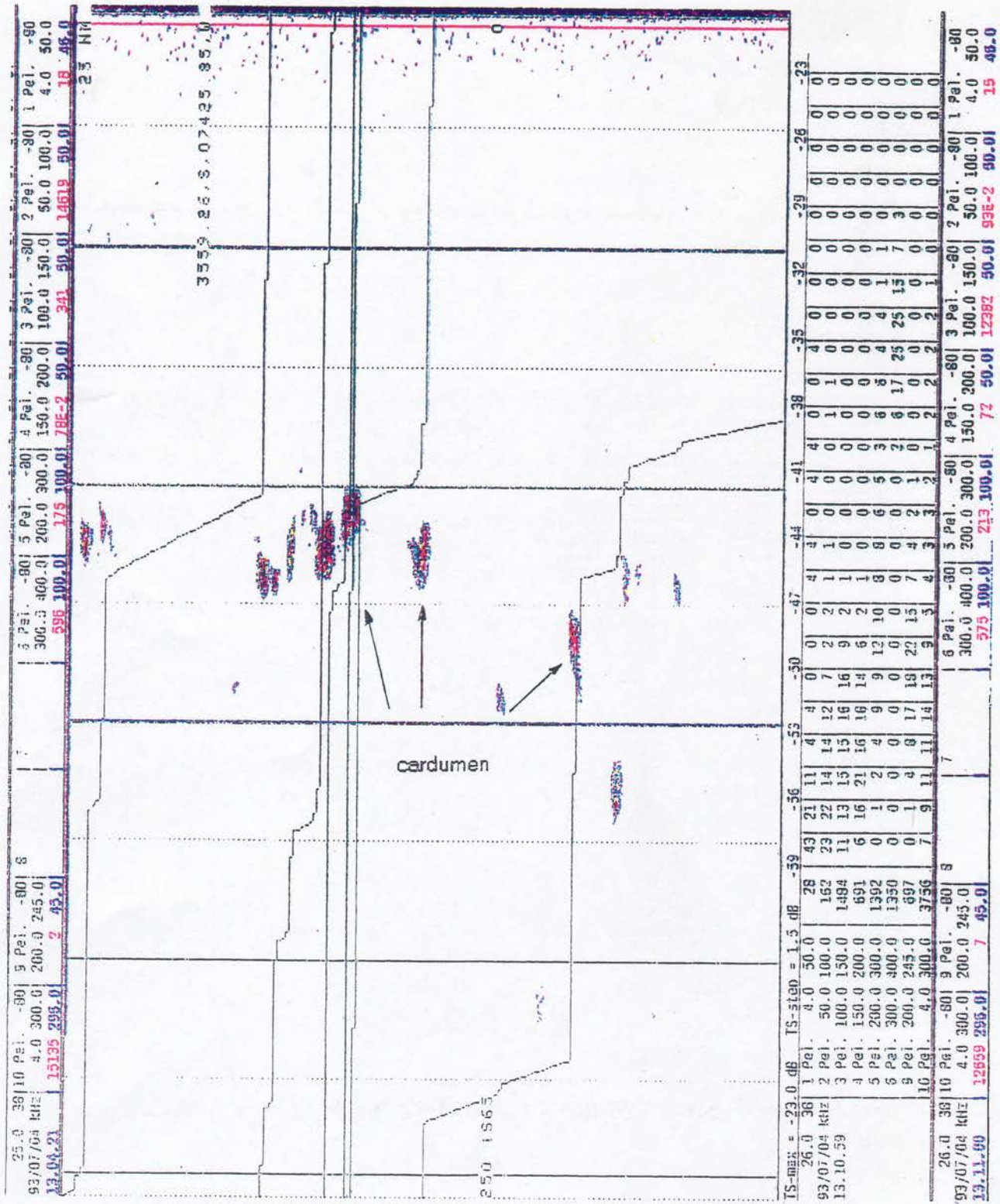


Fig. 9. Agregación de jurel tipo cardumen.

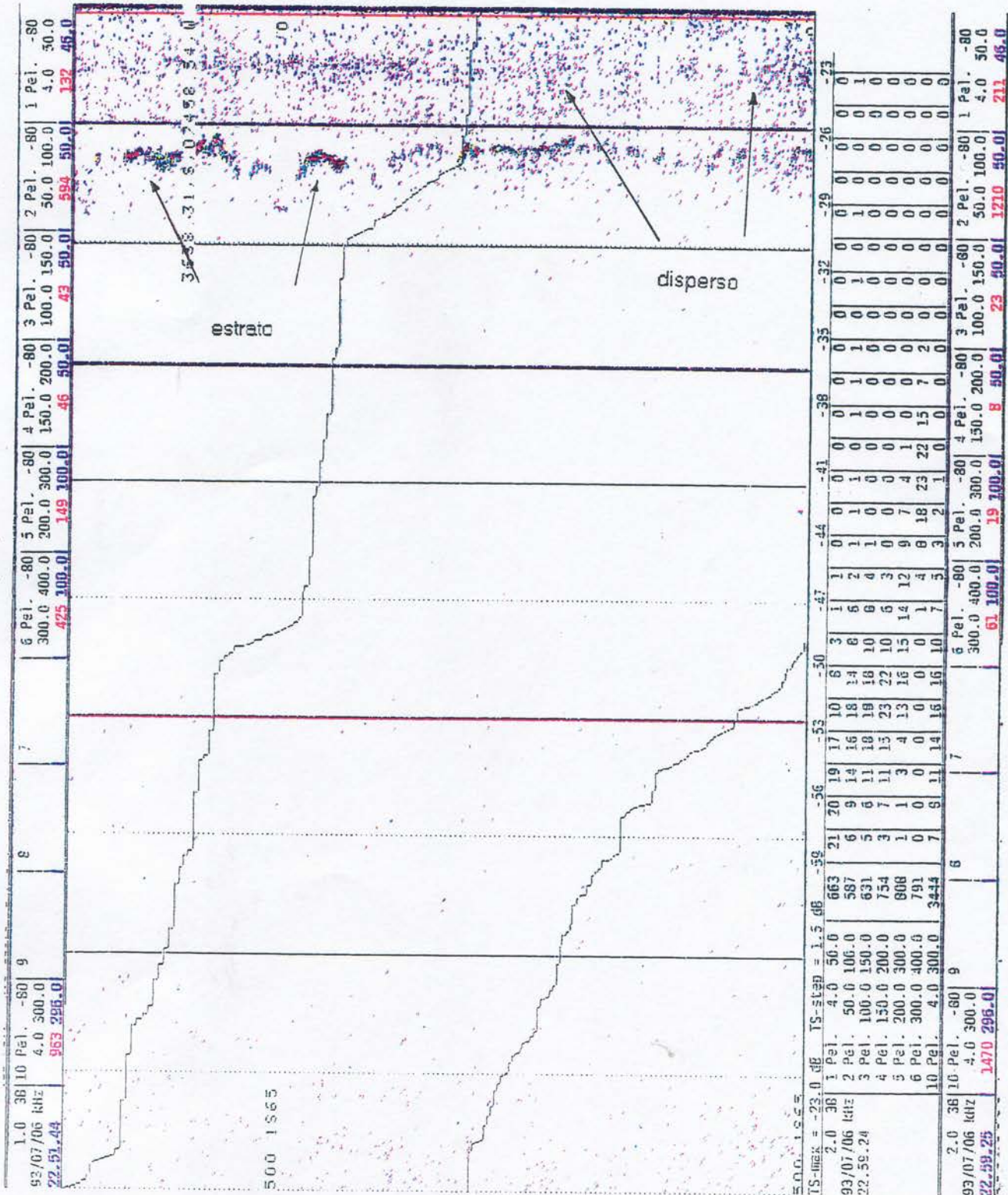


Fig. 10. Agregación de jurel tipo estrato y disperso.

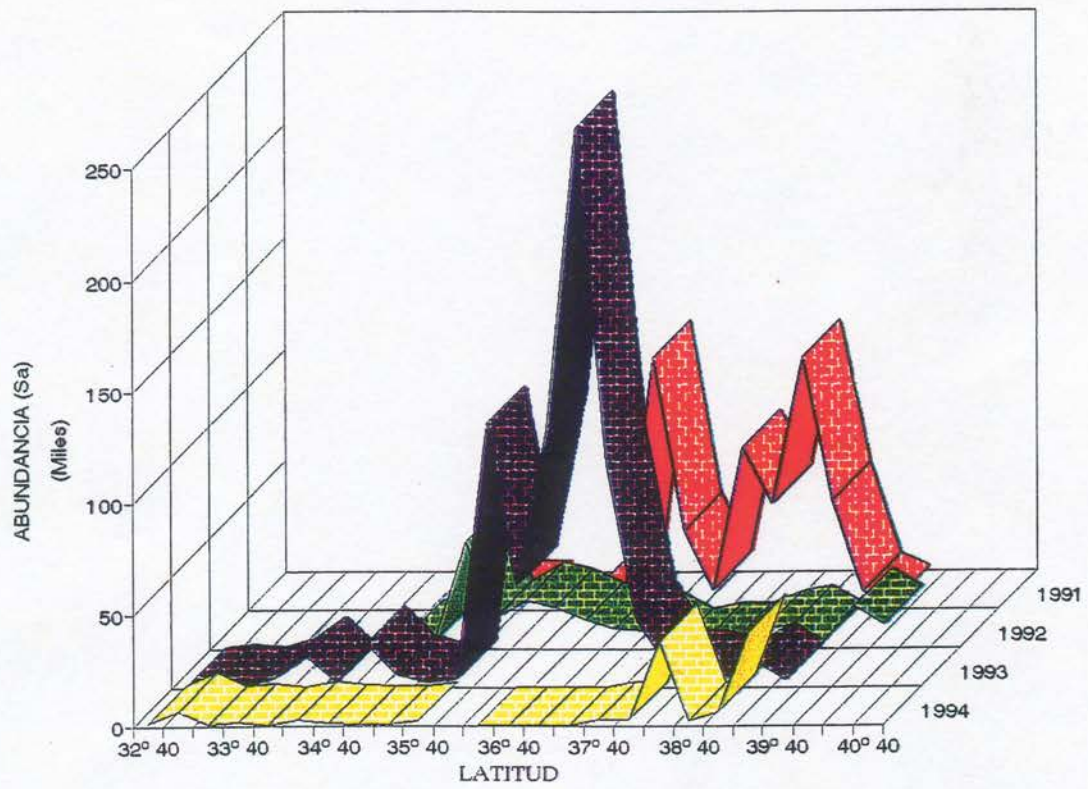


Fig. 11.- Distribución geográfica de la abundancia de jurel (1991-1993)

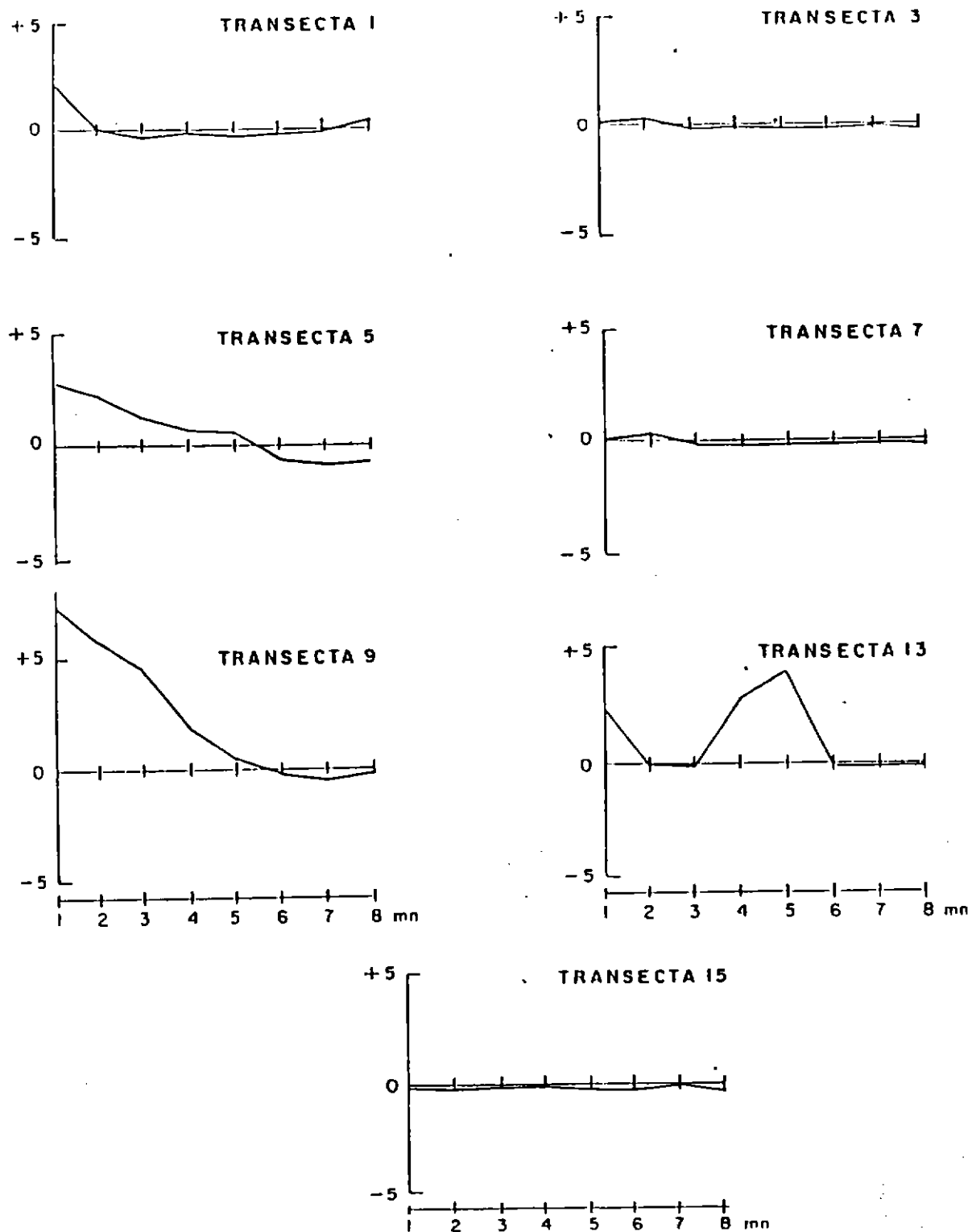


Fig. 12. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. Sector Pto. Papudo a Isla Sta. María. Crucero julio-agosto 1994.

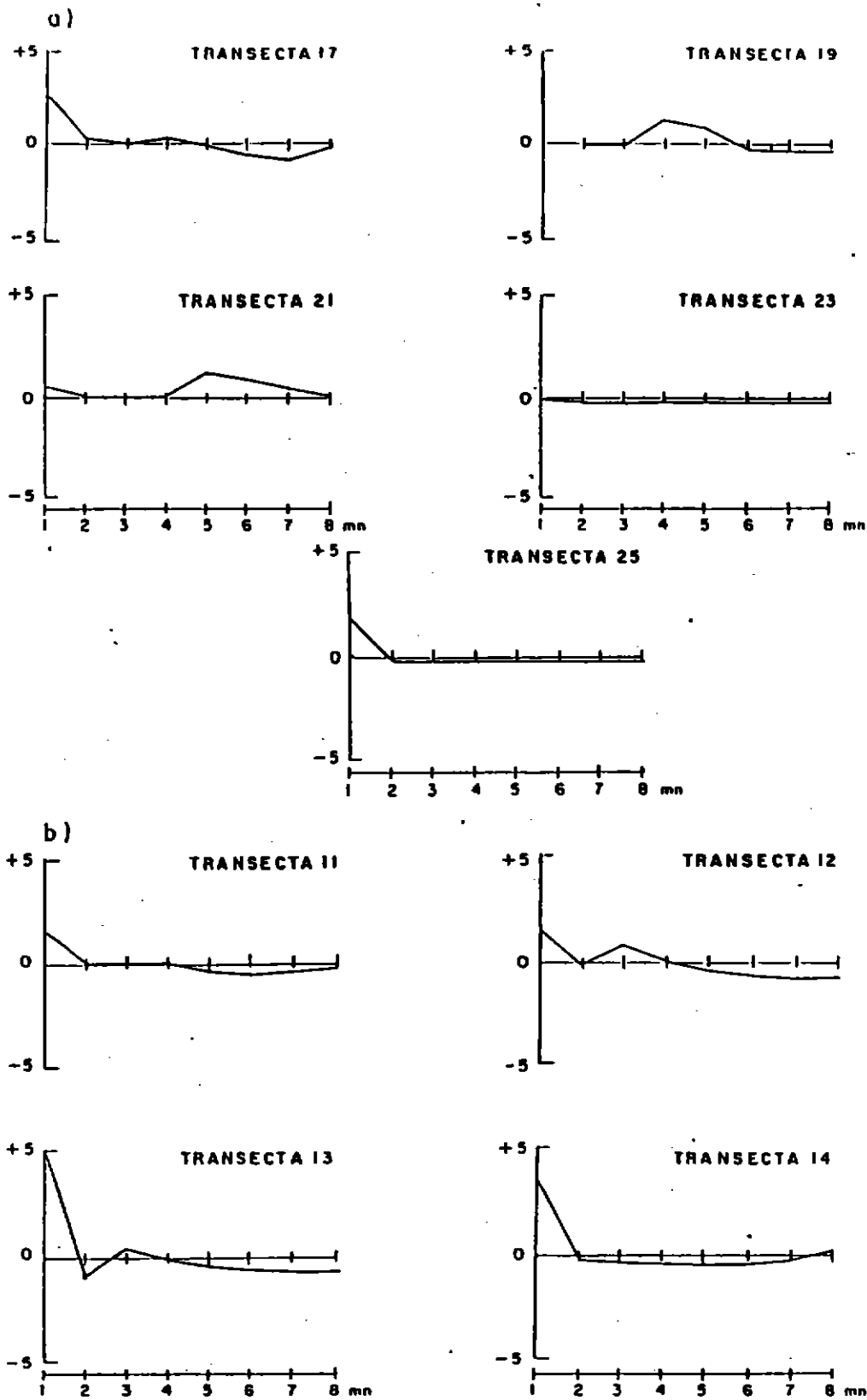


Fig. 13. Correlogramas para el tamaño de las estructuras de distribución del jurel por transectas. a) Sector Pta. Lavapiés a Bahía Queule. Crucero julio-agosto 1994. b) Sector Pta. Nugurne a Pta. Morguilla (alta densidad). Crucero junio-julio 1993.

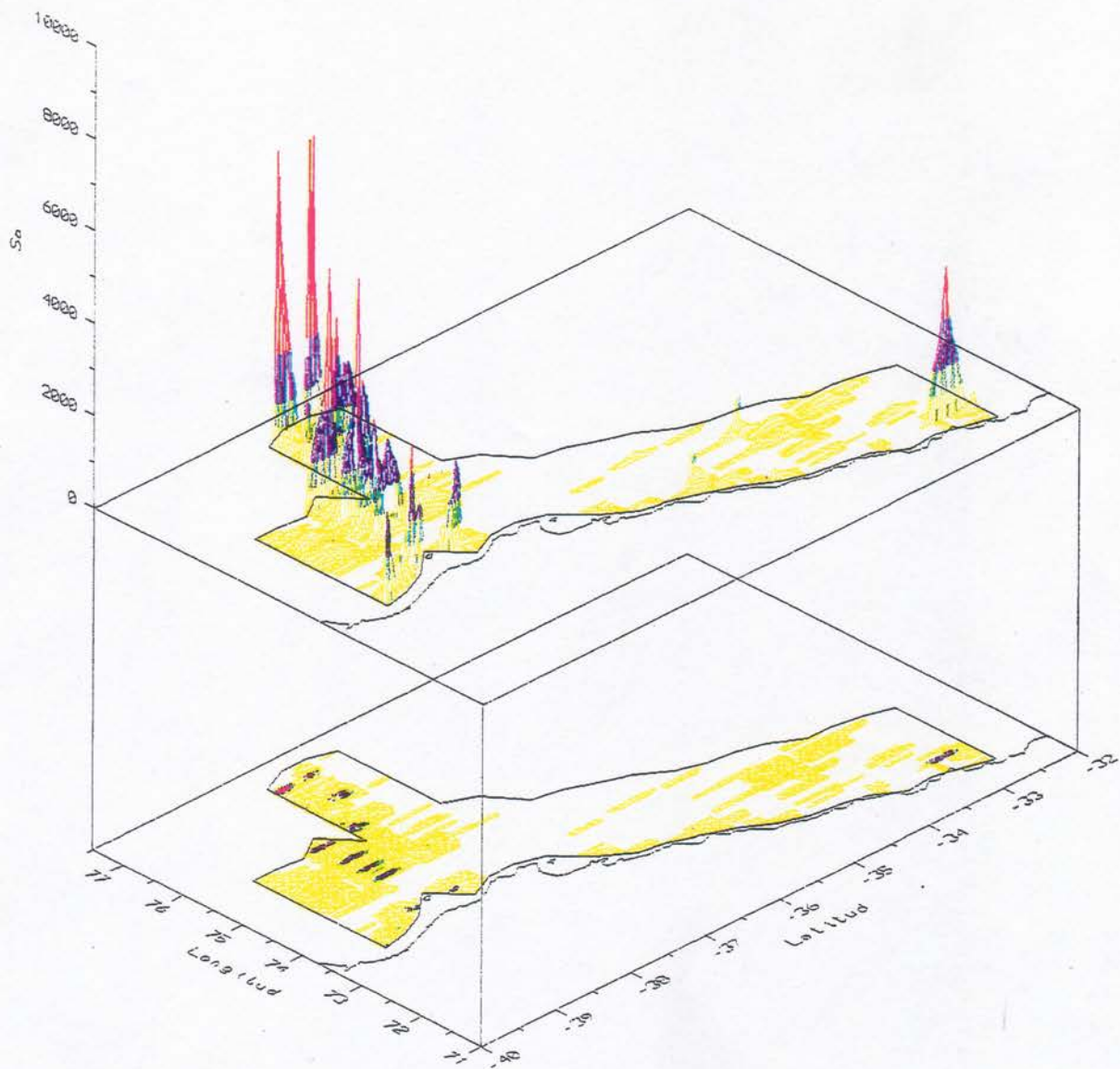


Fig. 14. Distribución geográfica de jurel. Crucero julio-agosto 1994.

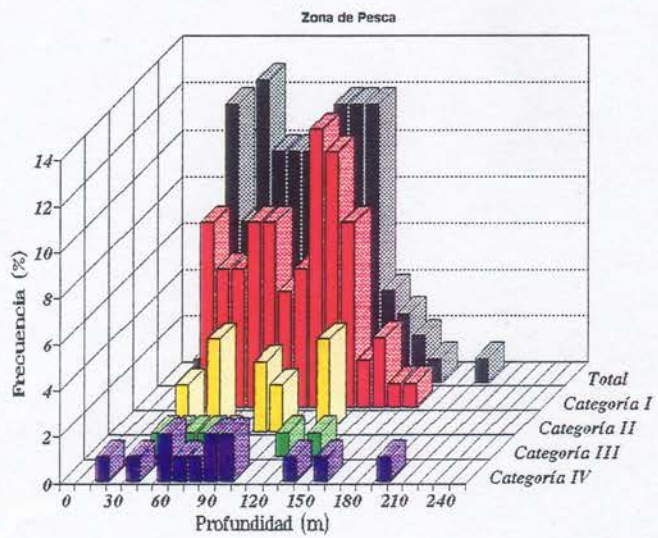
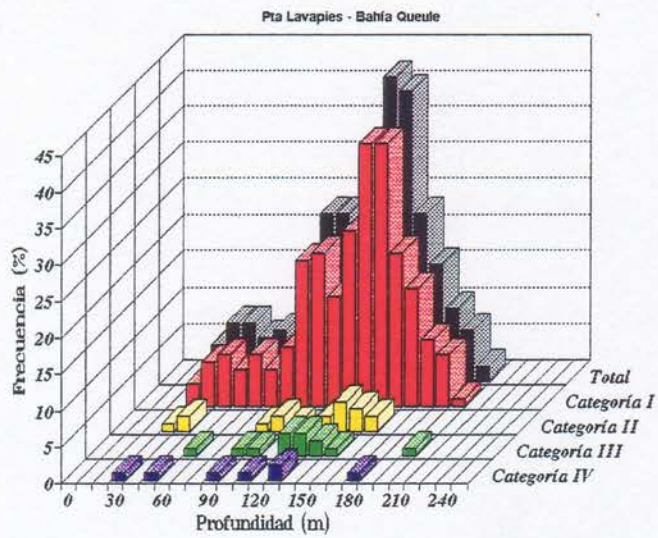
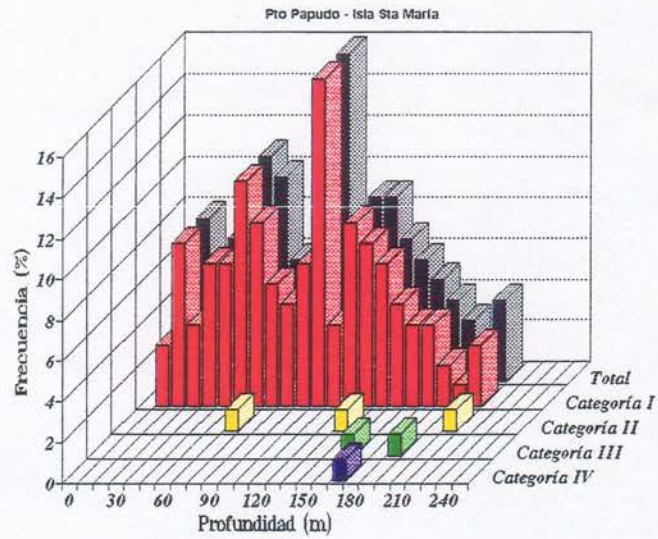


Fig. 15.- Distribución en profundidad de jurel por sectores y zona de pesca  
Crucero julio - agosto, 1994

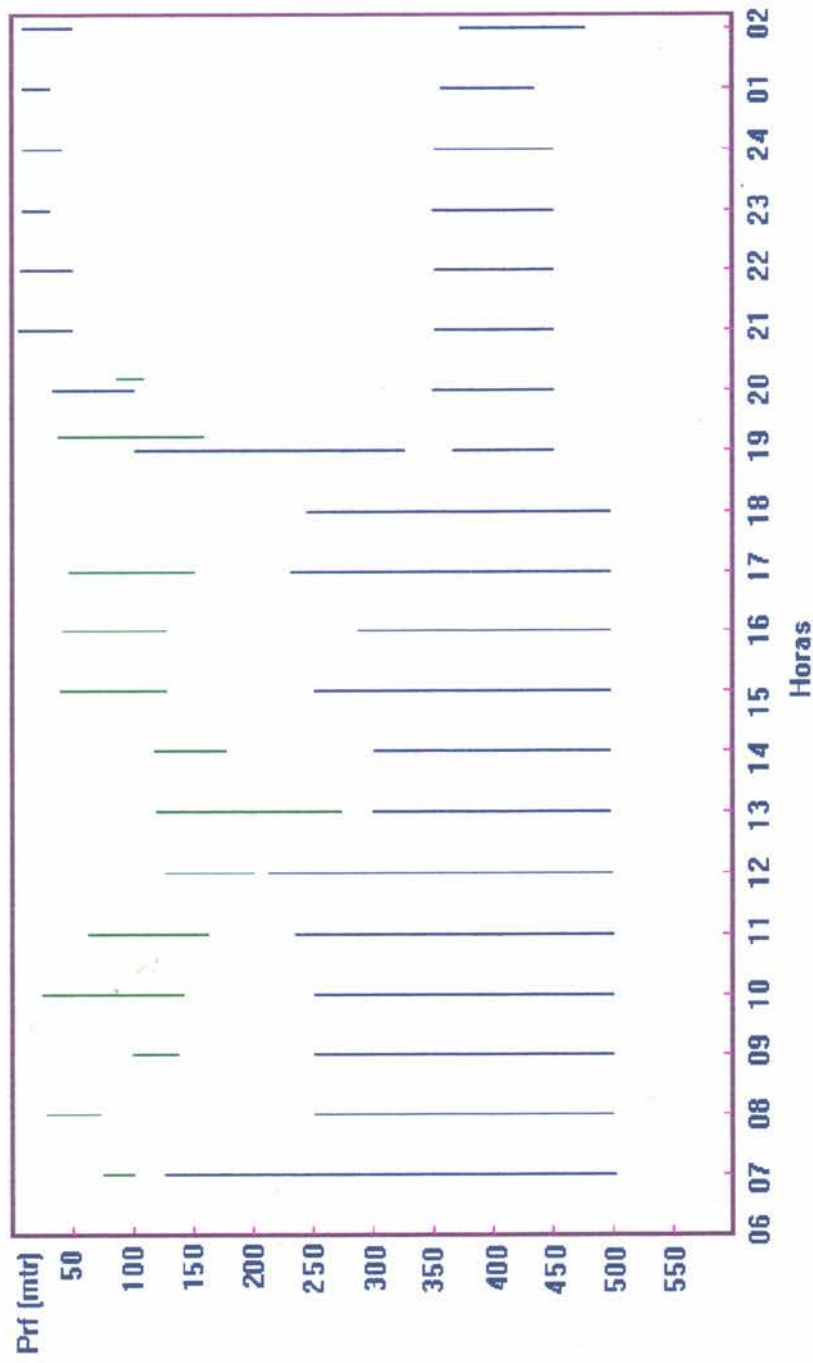


Fig 16.- Distribución en Profundidad de Jurel (—) y Capa de Dispersión Profunda (—).



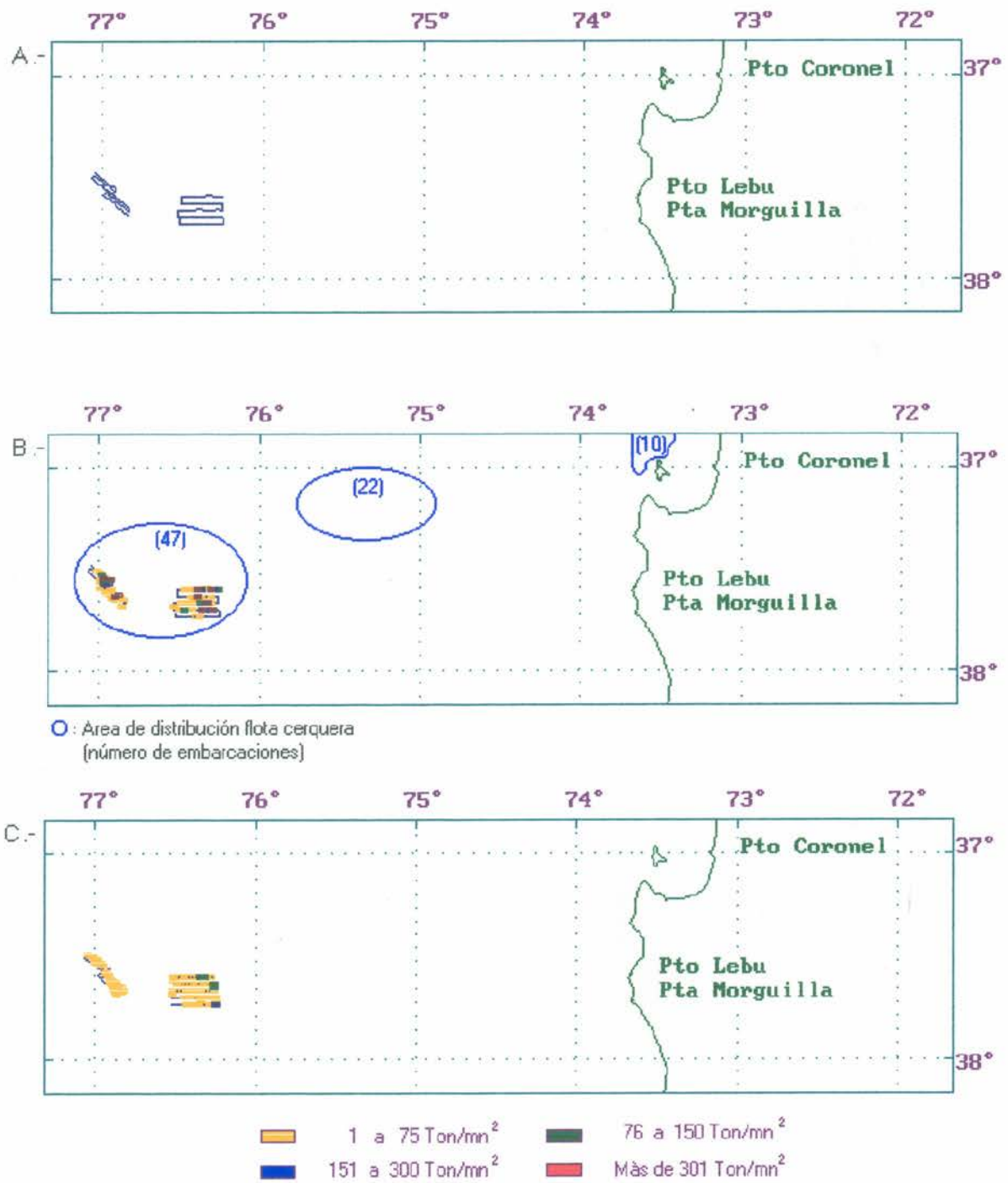


Fig 17.- Diseño acústico. a) Area de estudio. b) Prospección diurna. c) Prospección nocturna.

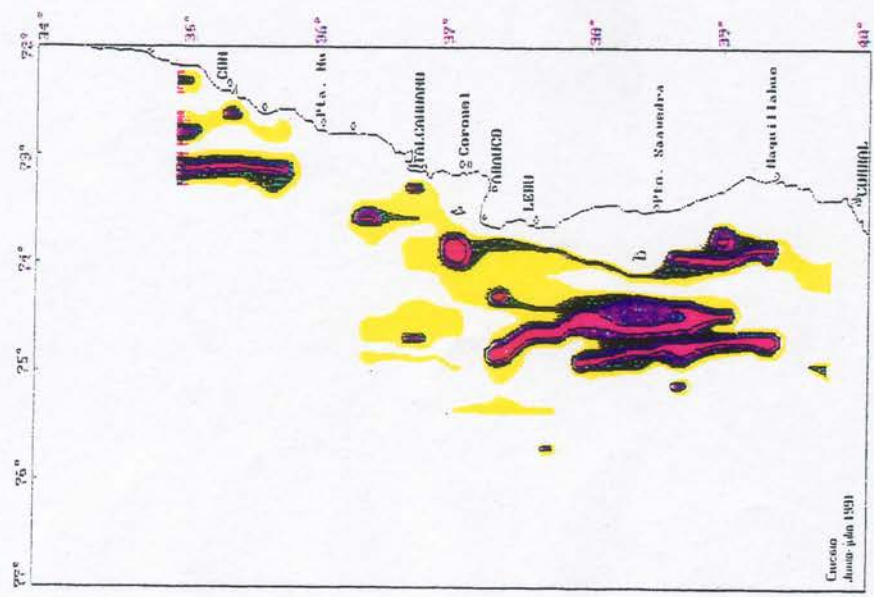
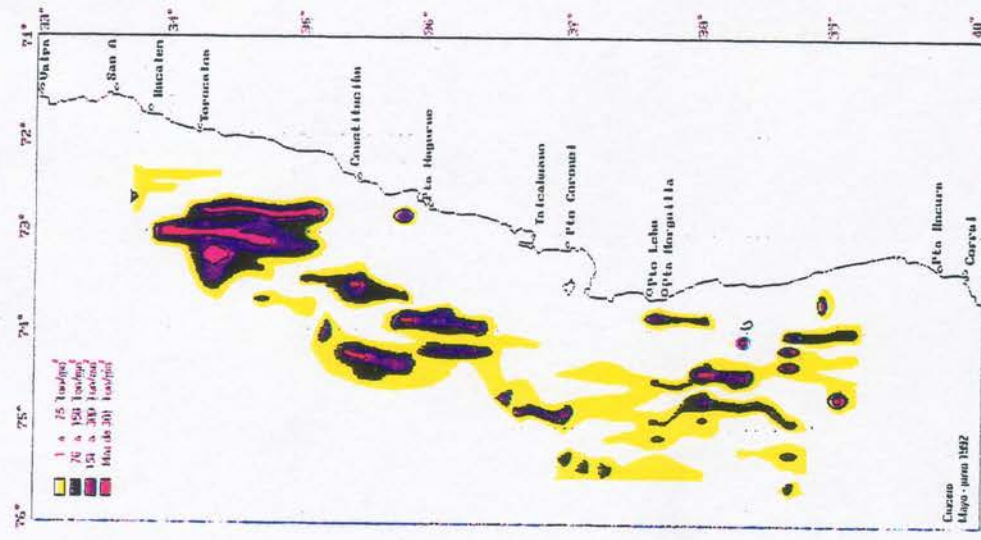
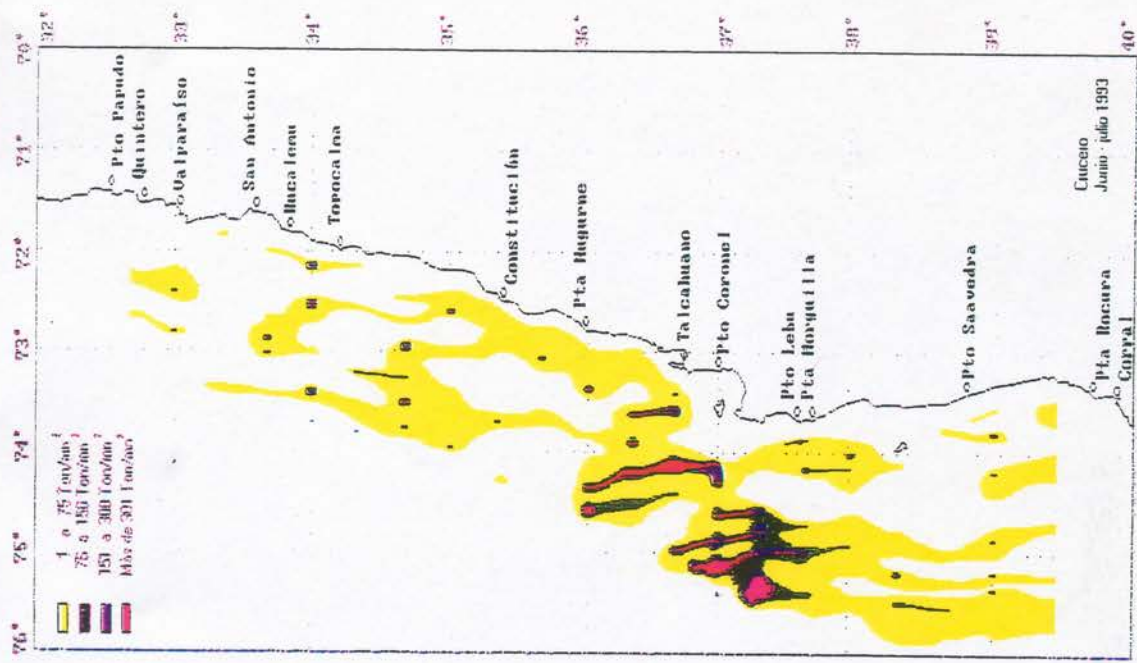


Fig. 18. Distribuciones geográficas de jurel (1991 - 1993).

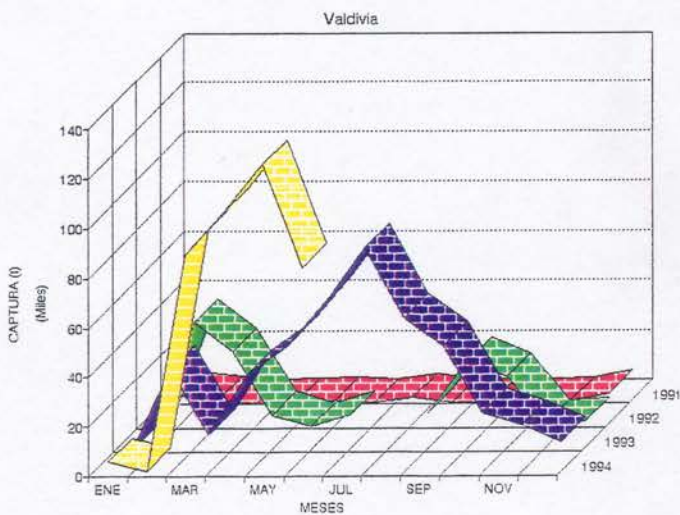
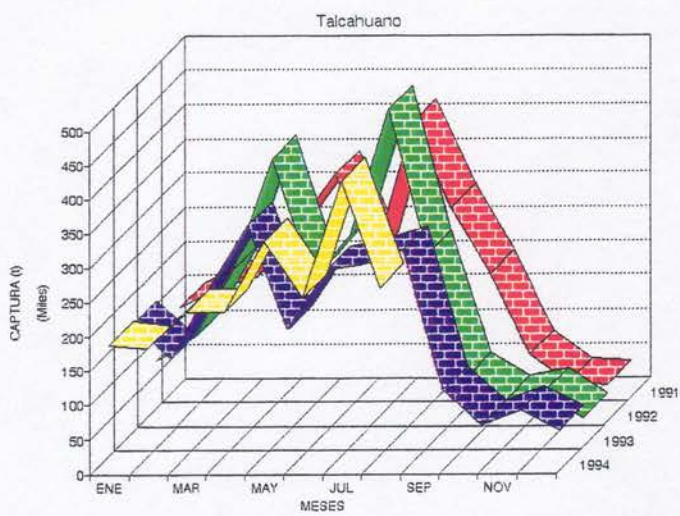
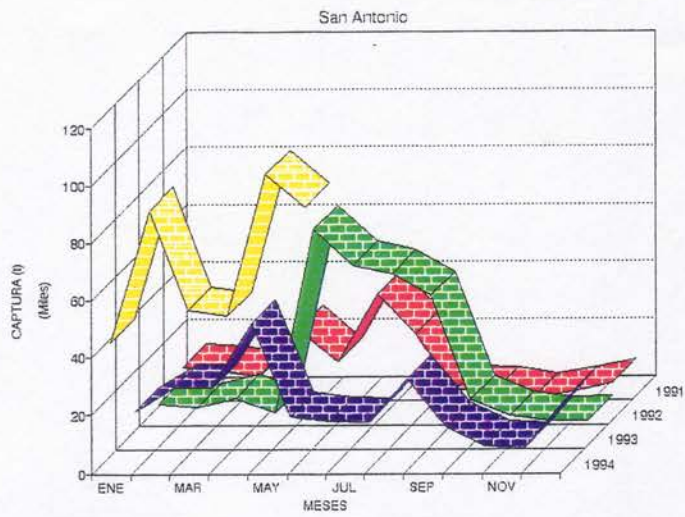


Fig. 19.- Captura mensual por puerto entre los años 1991 a 1994

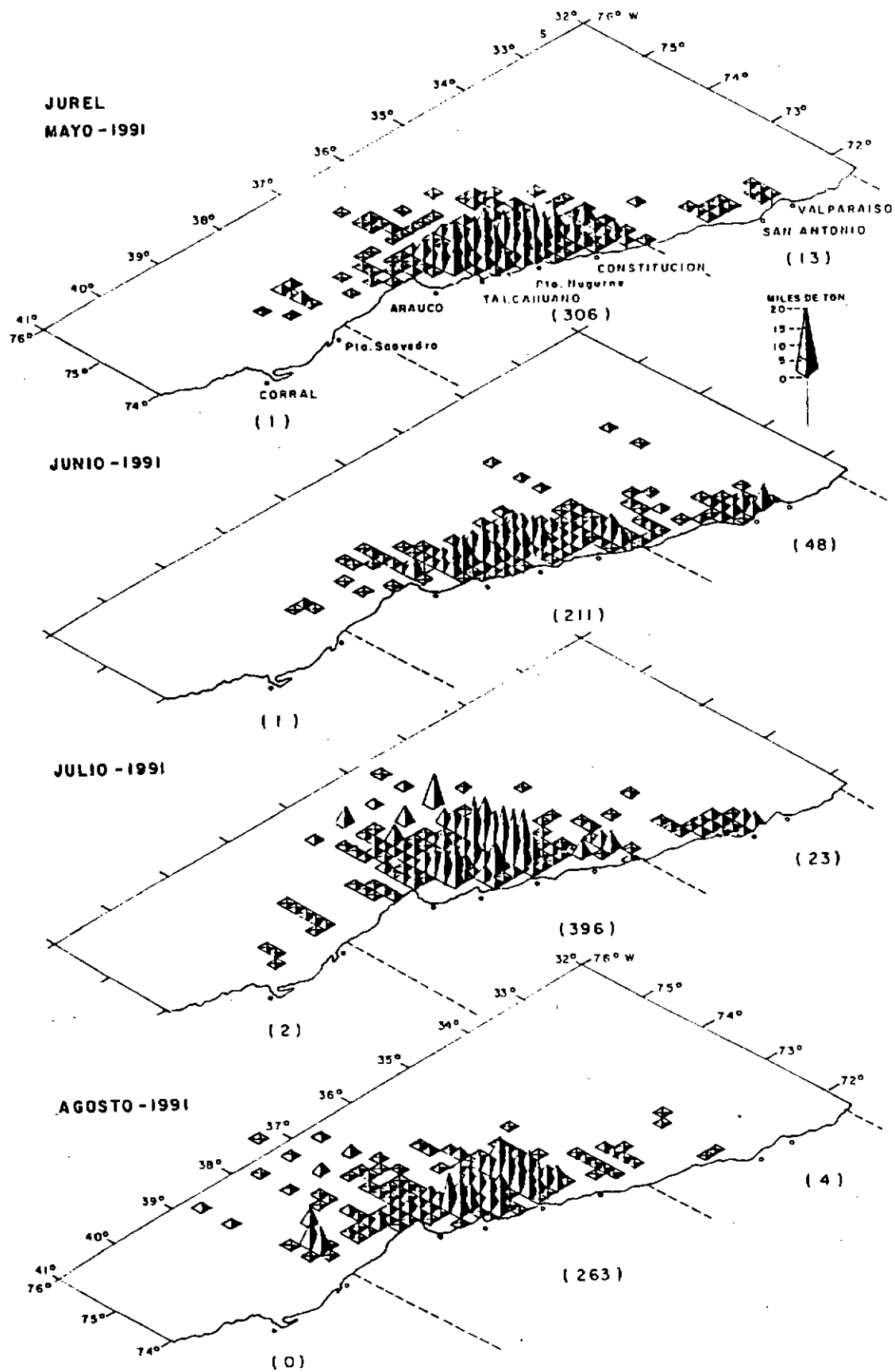


Fig. 20 - Distribución espacial de las capturas (flota cerquera zona centro-sur, 1991  
(Fuente: Proyecto Diagnóstico Pelágico Centro-Sur).

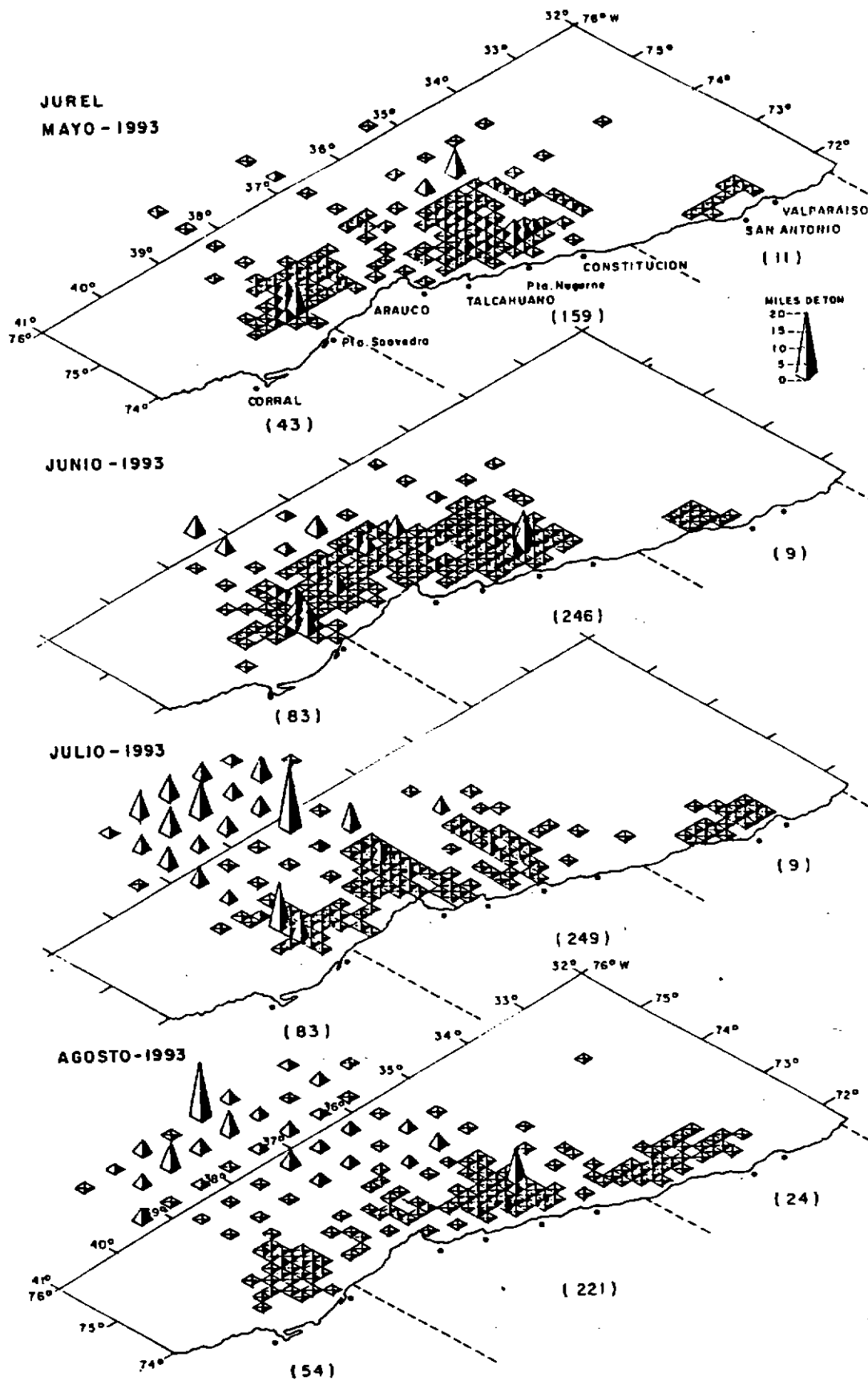


Fig. 21 - Distribución espacial de las capturas flota cerquera zona centro-sur. 1993.  
 (Fuente: Proyecto Diagnóstico Pelágico Centro-Sur).

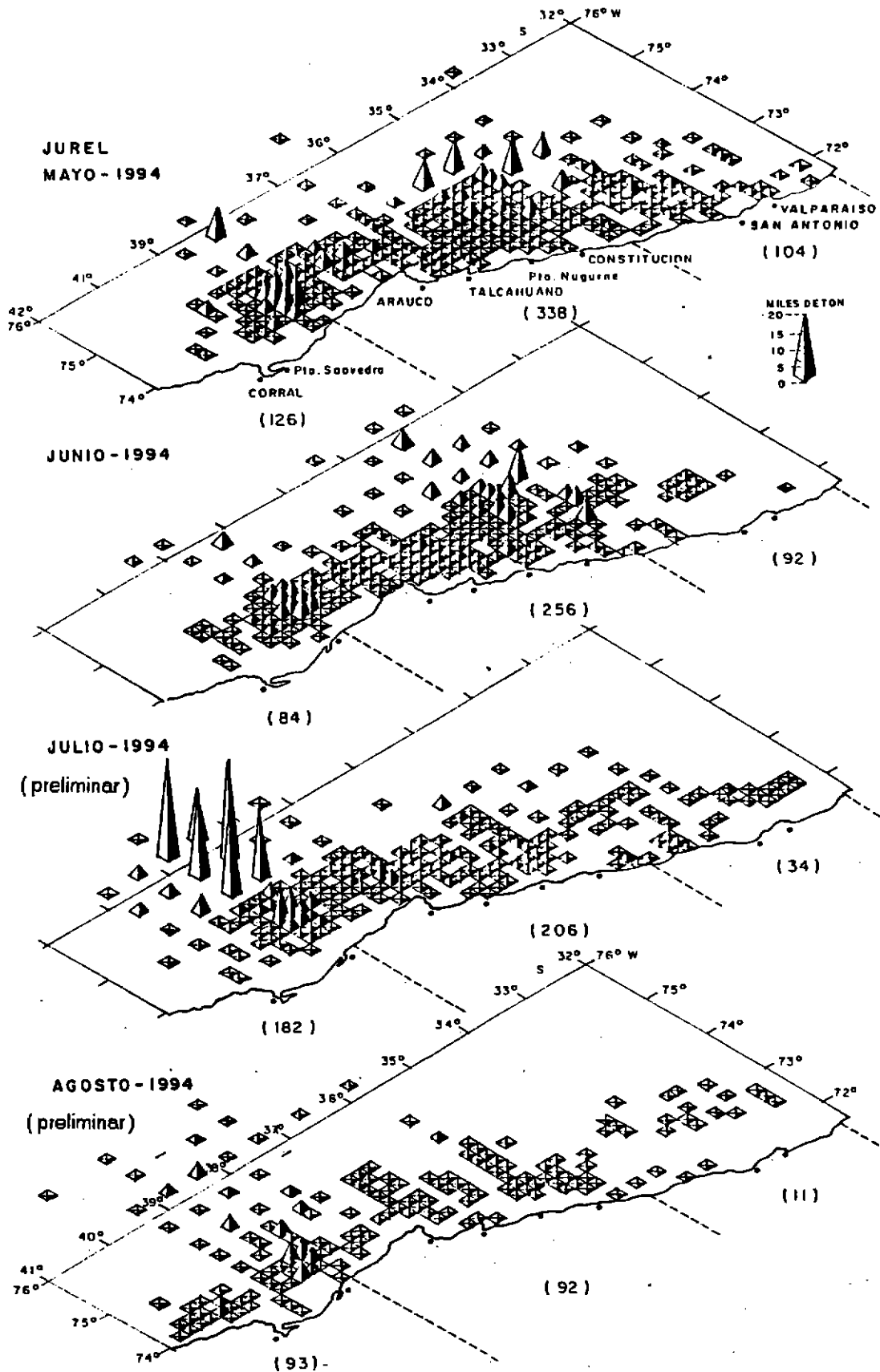
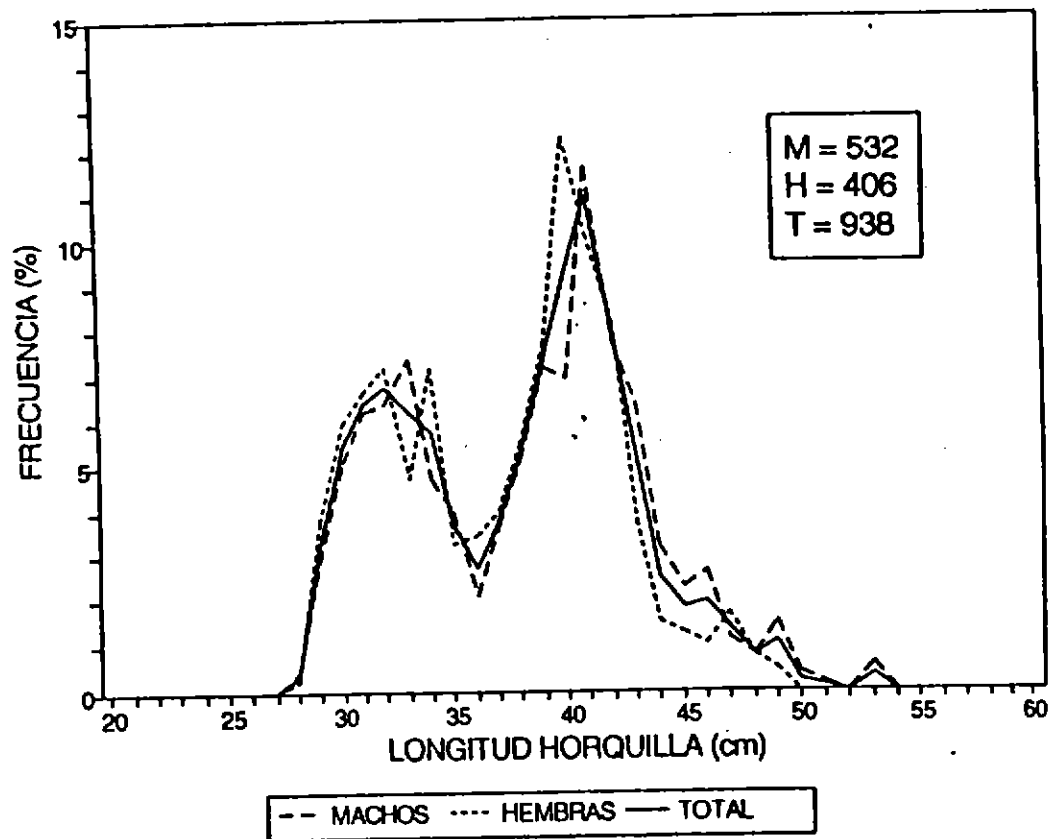


Fig. 22 - Distribución espacial de las capturas flota cerquera zona centro-sur. 1994.  
(Fuente: Proyecto Diagnóstico Pelágico Centro-Sur).



**Fig. 23.** Estructura de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

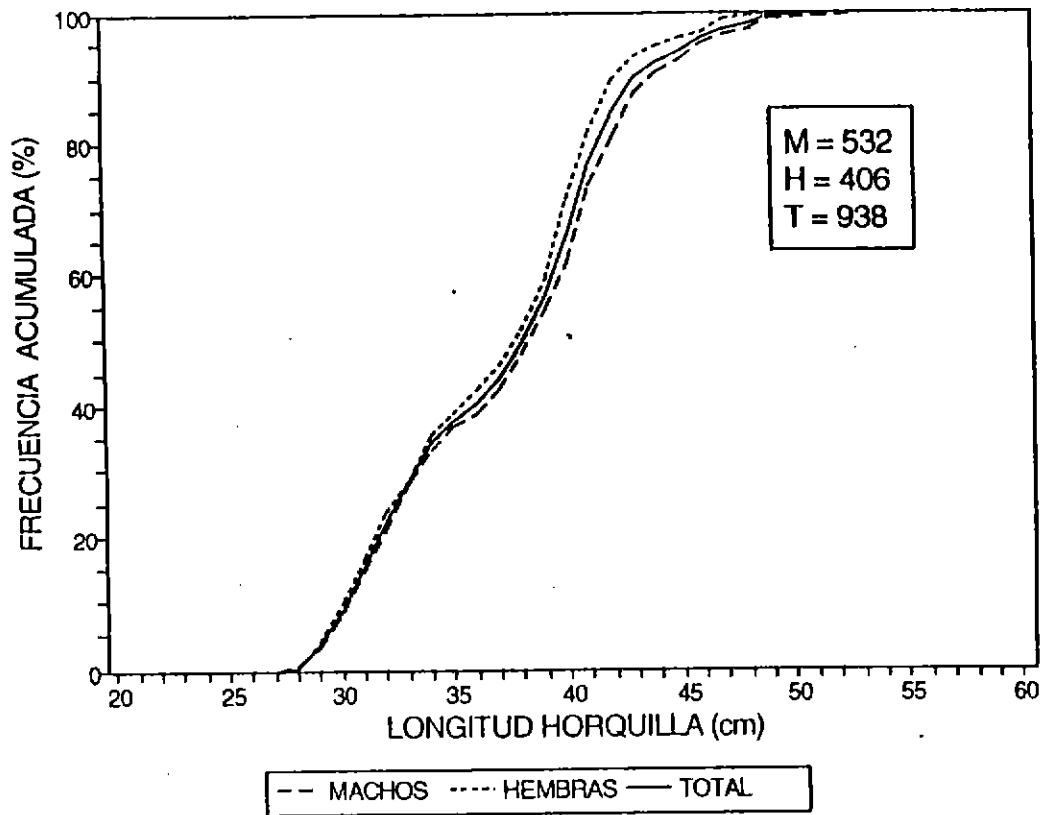
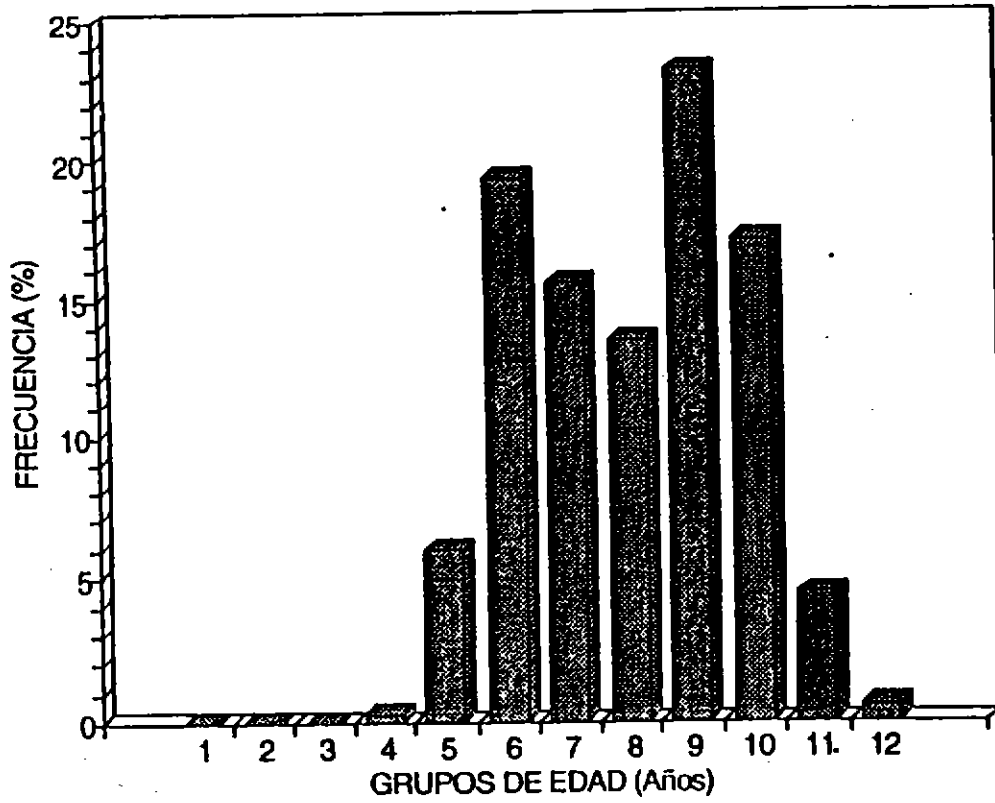


Fig. 24. Distribución acumulada de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.





**Fig. 25.** Estructura de edades de jurel, capturado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

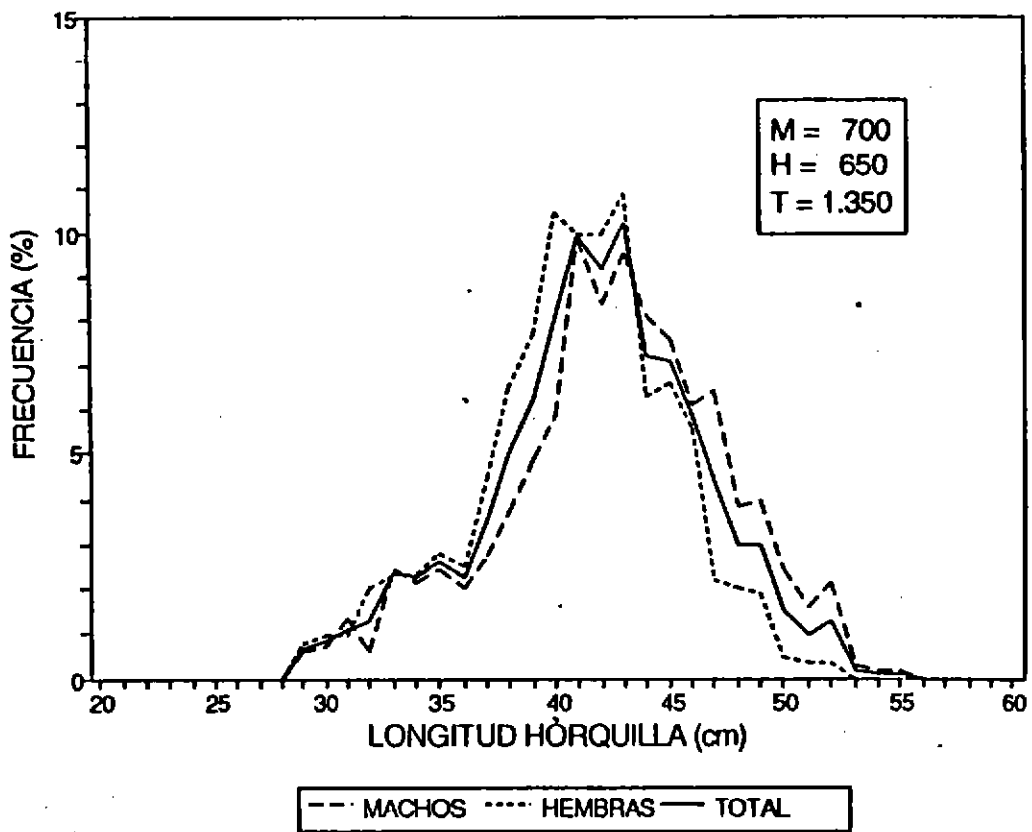


Fig. 26.

Estructura de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, agosto de 1994.

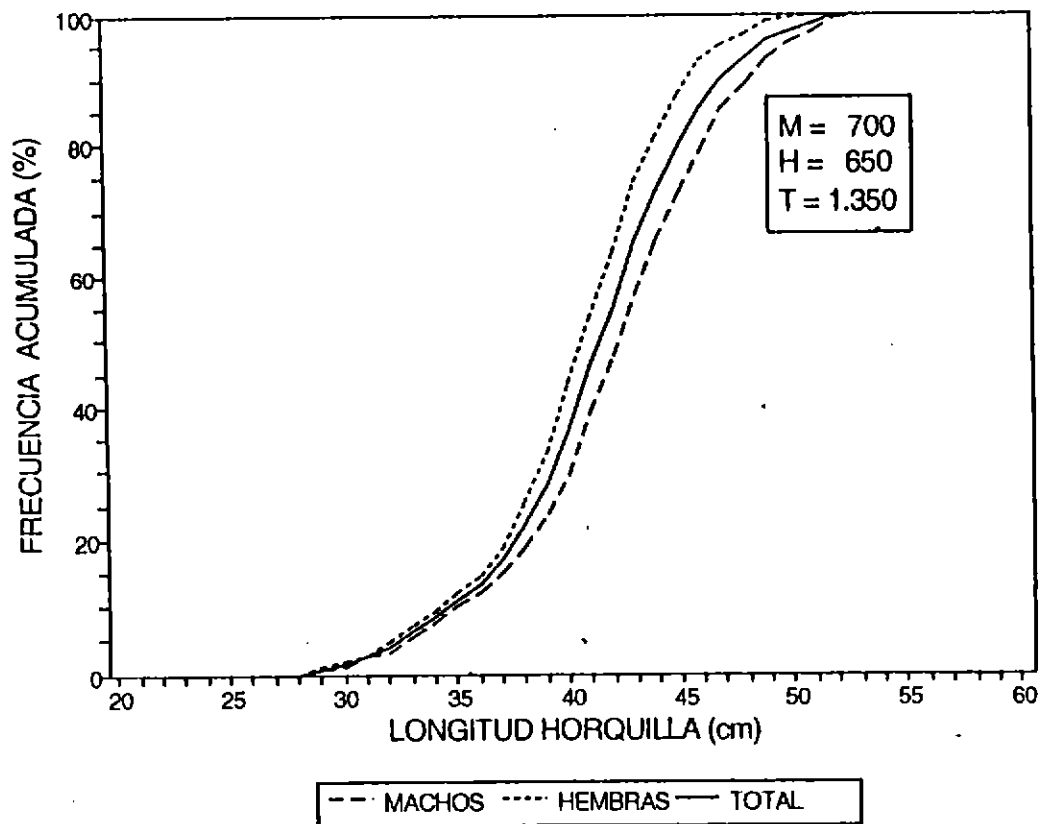


Fig. 27. Distribución acumulada de tallas, por sexo y total, de jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, agosto de 1994.

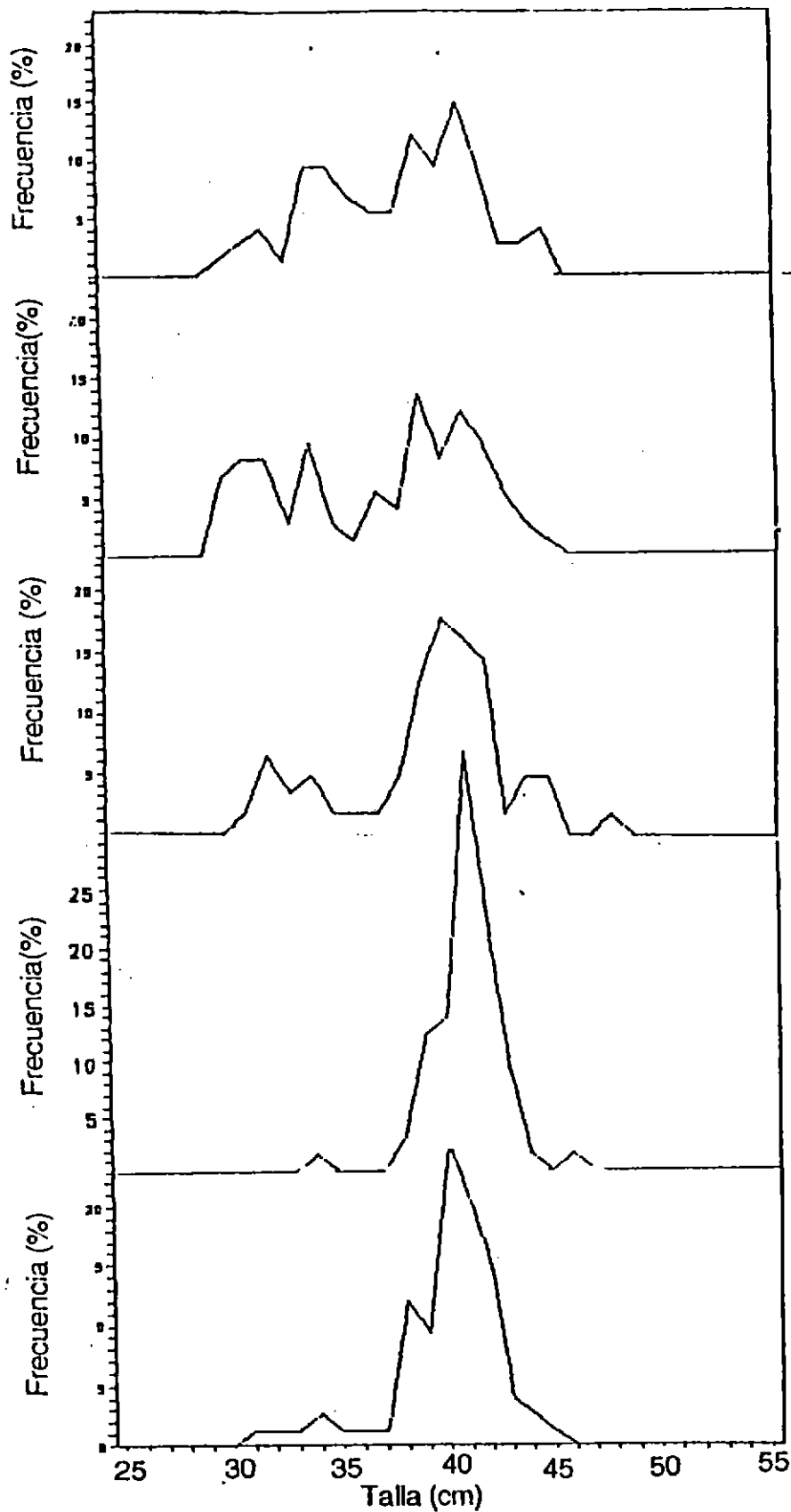


Fig. 28.

Estructura de tallas de jurel, en un ciclo de cinco lances de pesca realizados en 24 horas. Crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

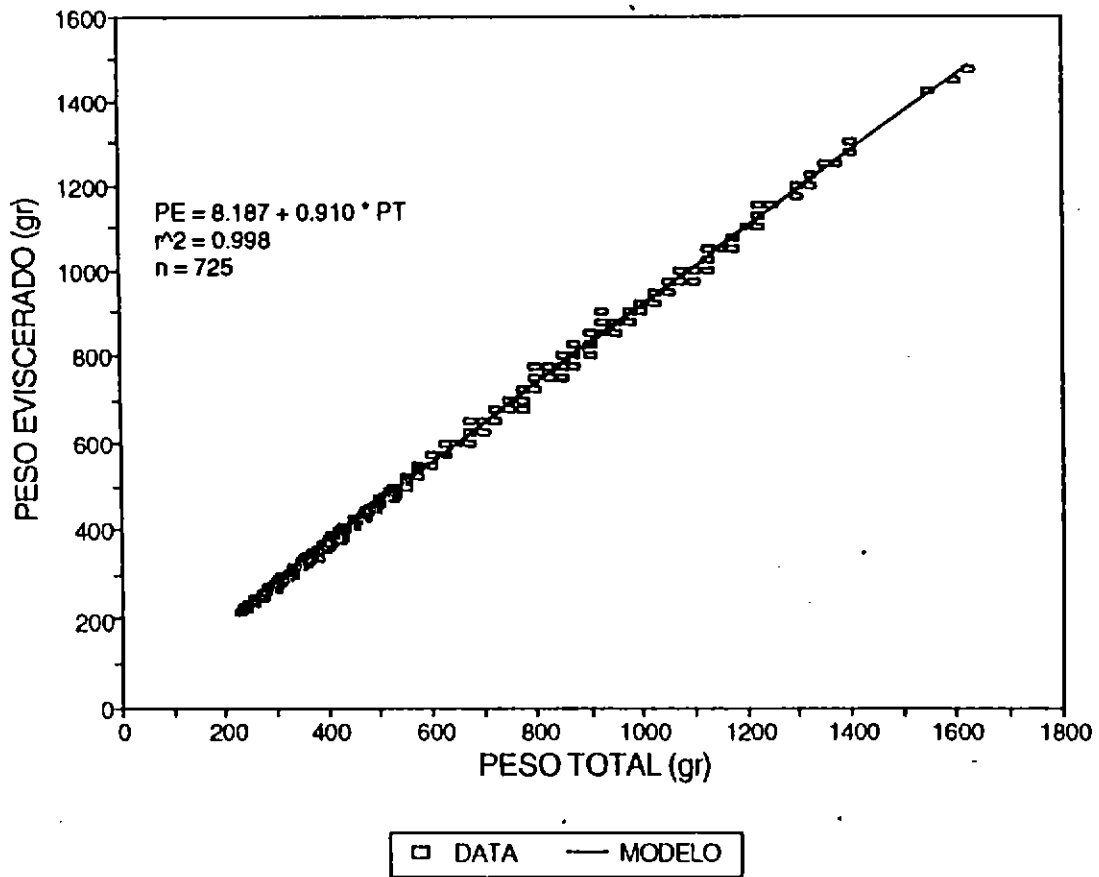


Fig. 29. Relación entre peso eviscerado y peso total en jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

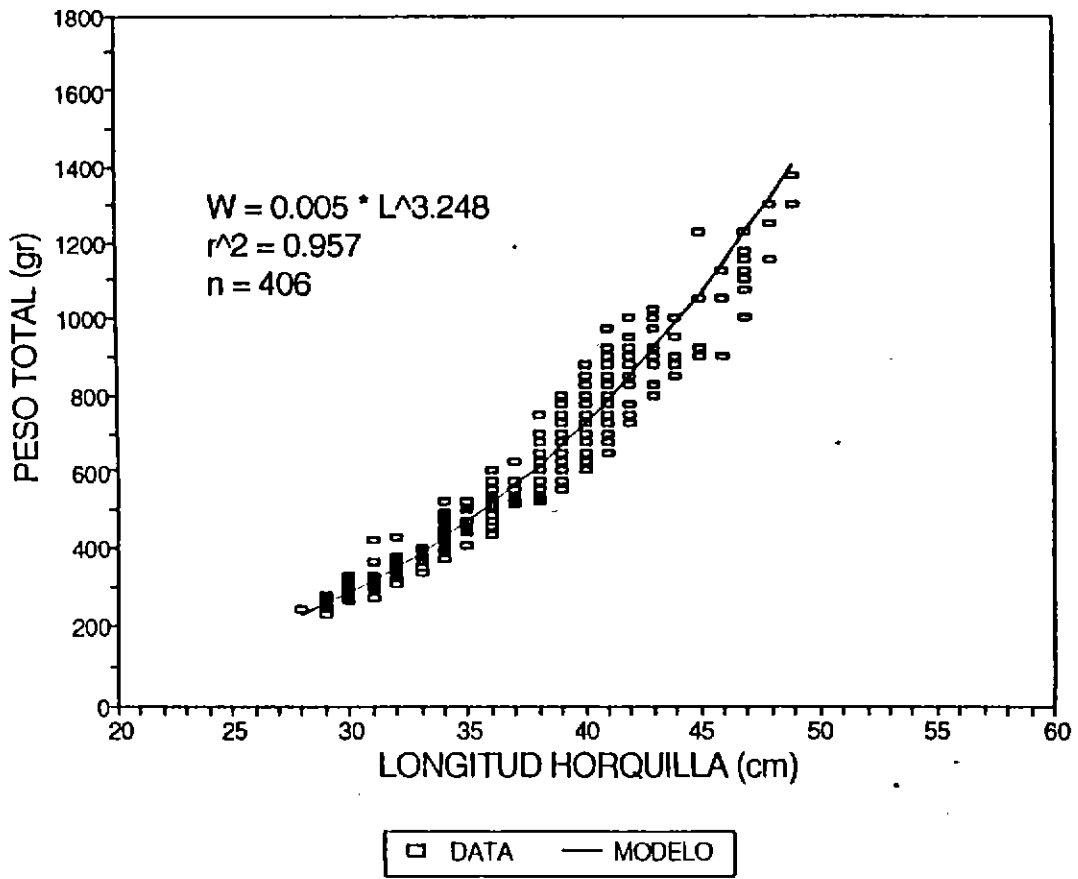


Fig. 30. Relación longitud-peso en hembras de jurel muestreadas en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

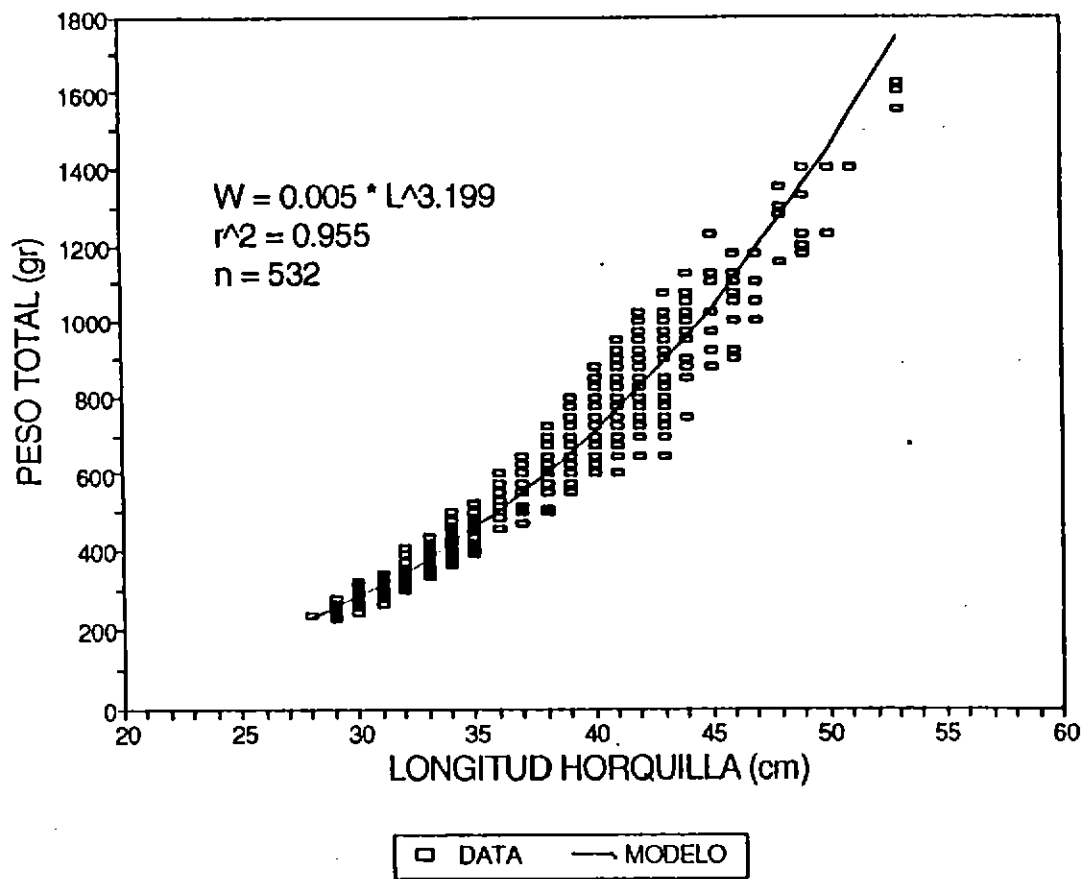
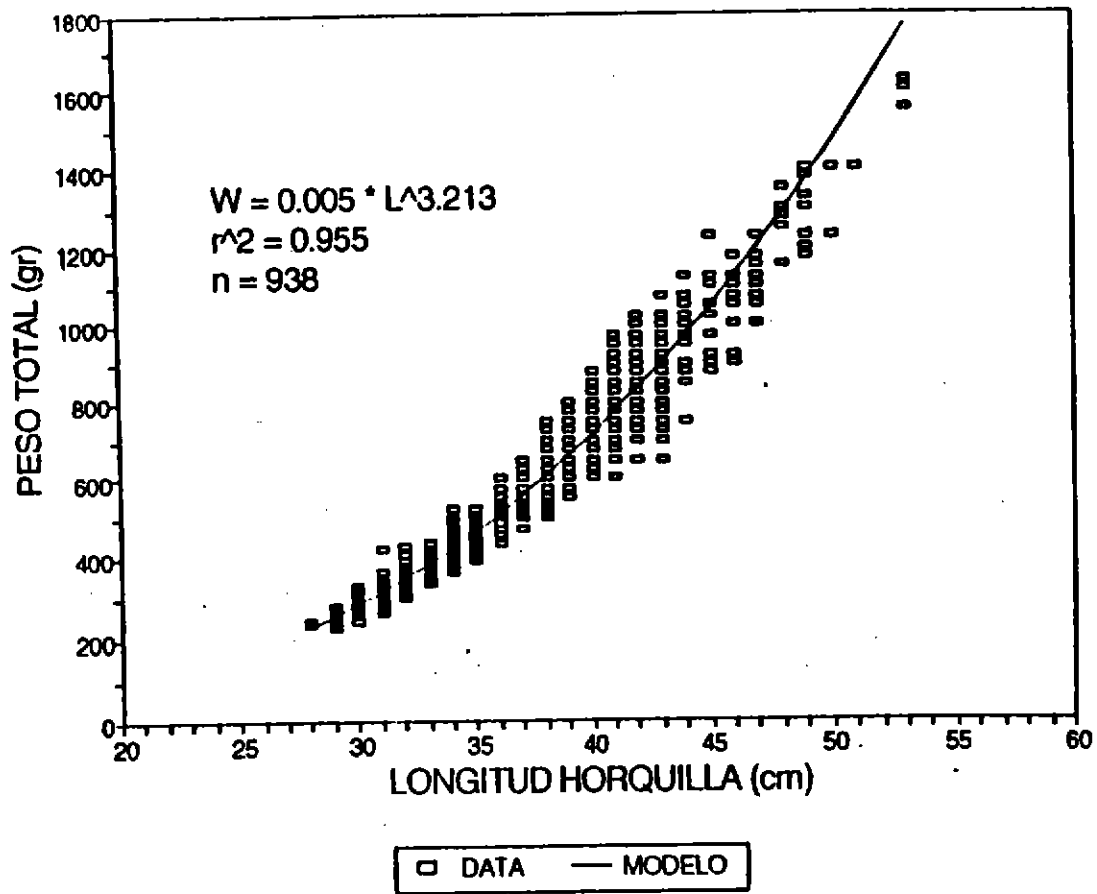


Fig. 31. Relación longitud-peso en machos de jurel muestreados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.



**Fig. 32.** Relación longitud-peso en jurel muestreado en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.



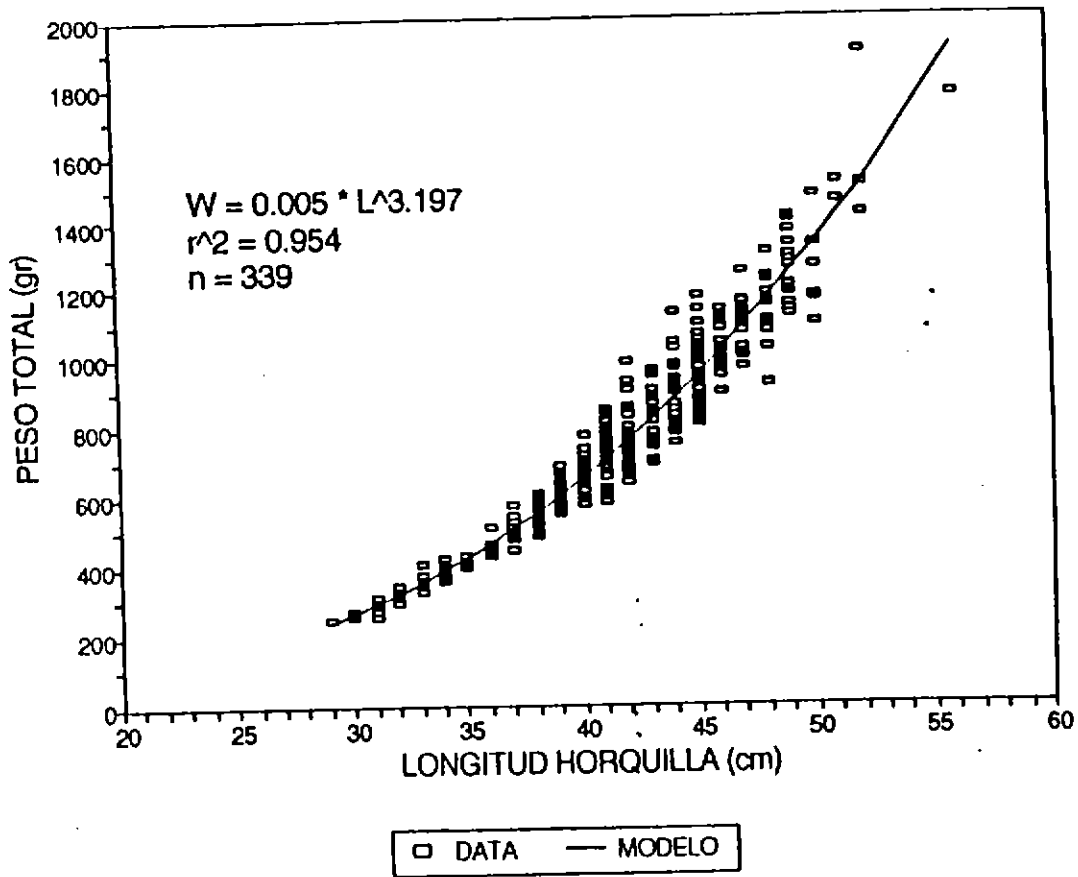
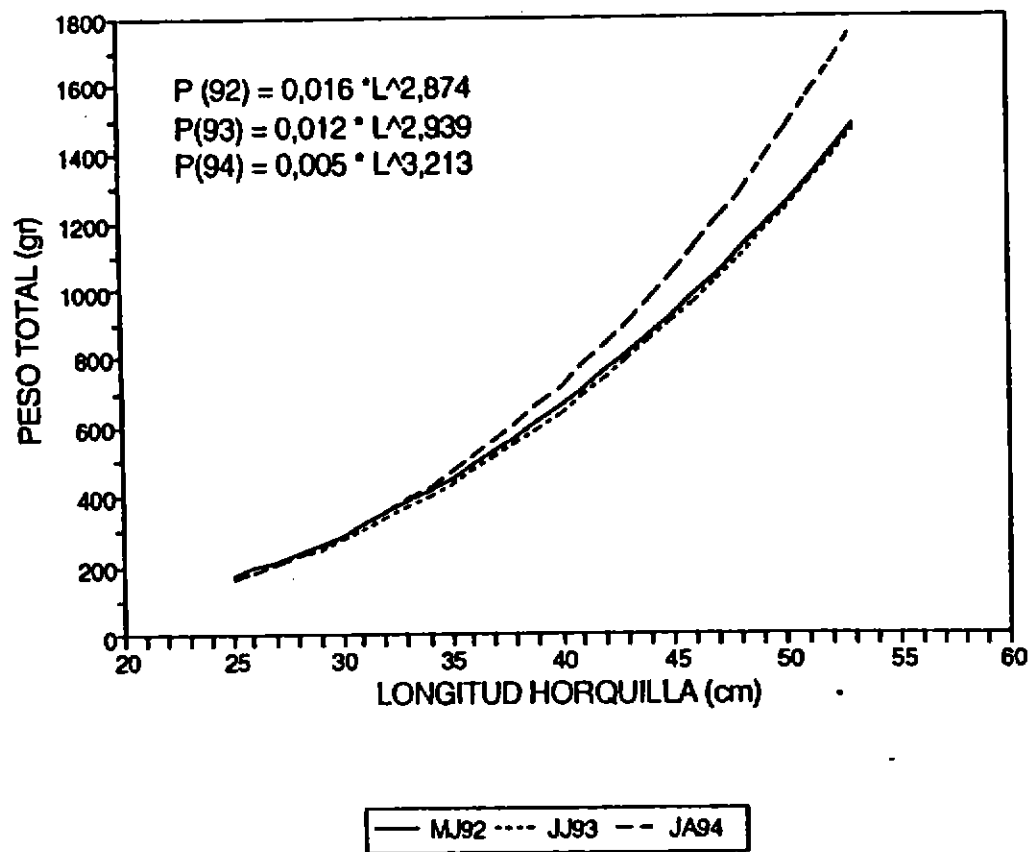


Fig. 33. Relación longitud-peso en jurel muestreado de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, julio-agosto de 1994.



**Fig. 34.** Modelos de las relaciones longitud-peso en jureles muestreados en tres cruceros de evaluación de jurel: mayo-junio 1992, junio-julio 1993 y julio-agosto 1994.

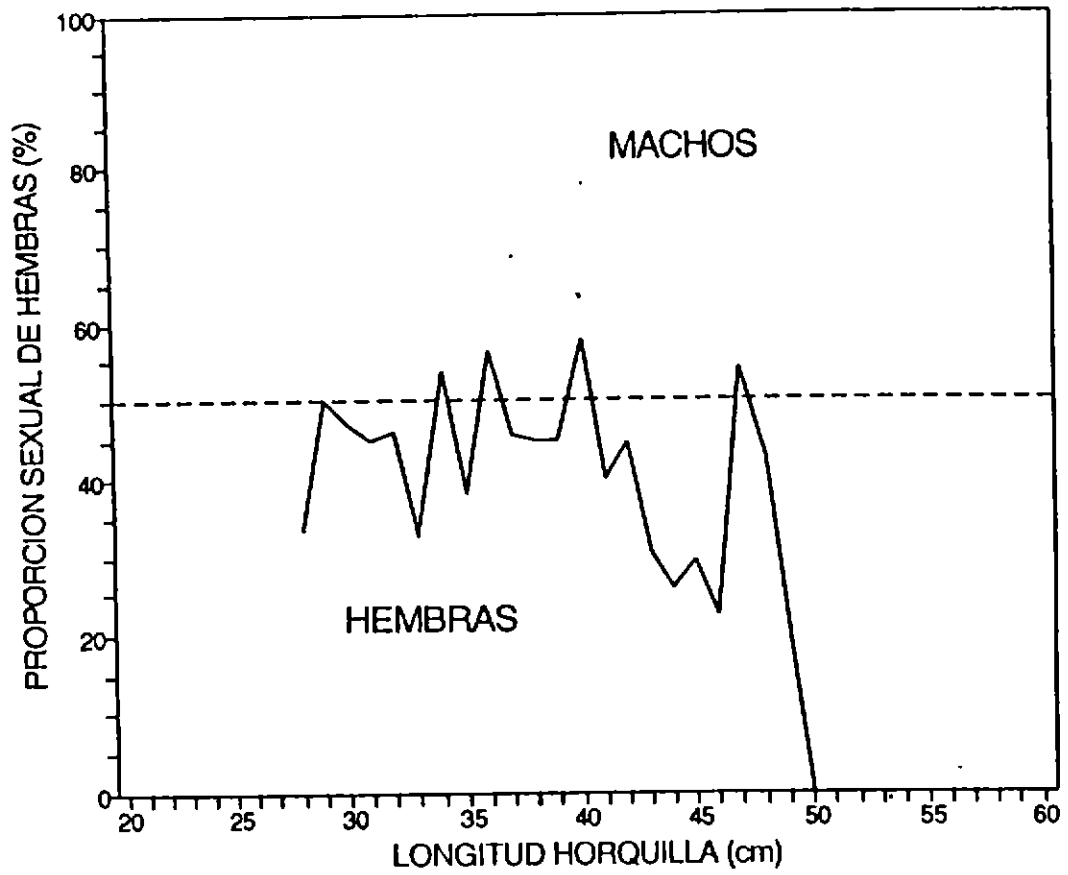


Fig. 35. Proporción sexual en función de la longitud horquilla, en jureles muestreados en el crucero de evaluación de jurel de julio-agosto de 1994.

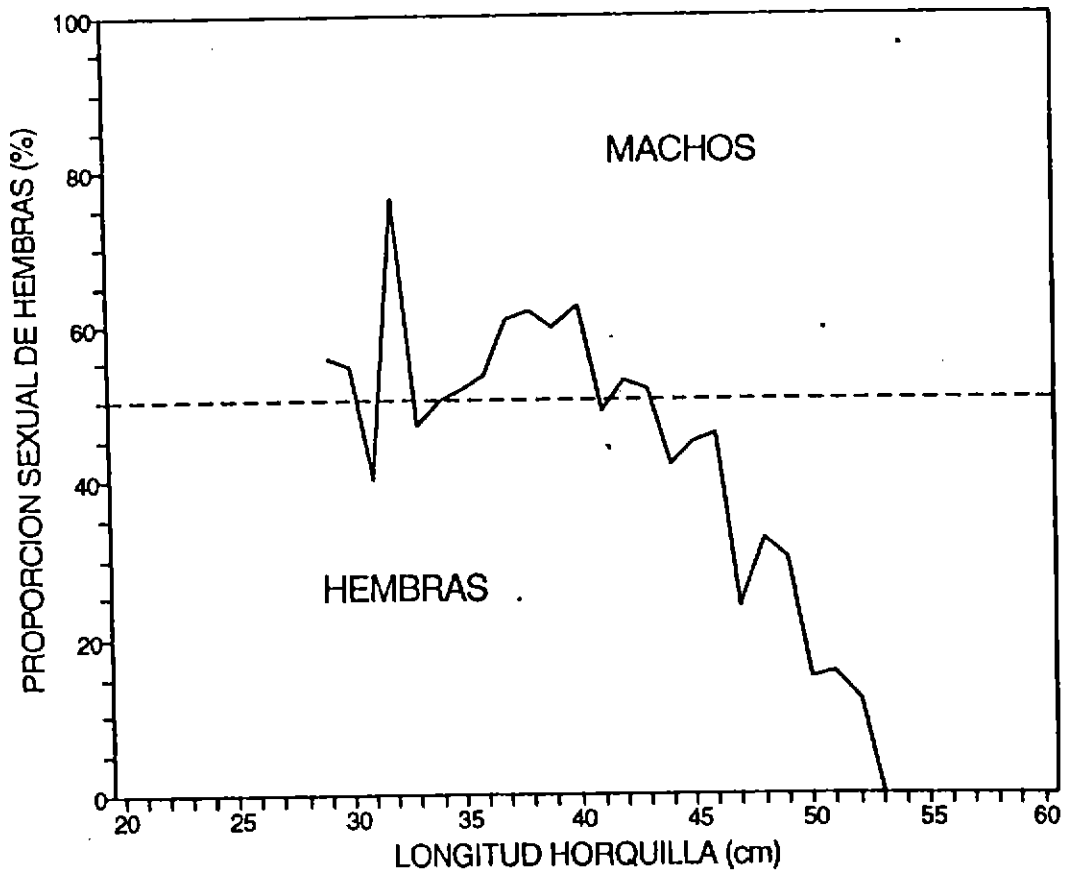


Fig. 36.

Proporción sexual en función de la longitud horquilla, en jureles muestreados de la pesquería industrial de cerco de la zona centro-sur, julio-agosto de 1994.

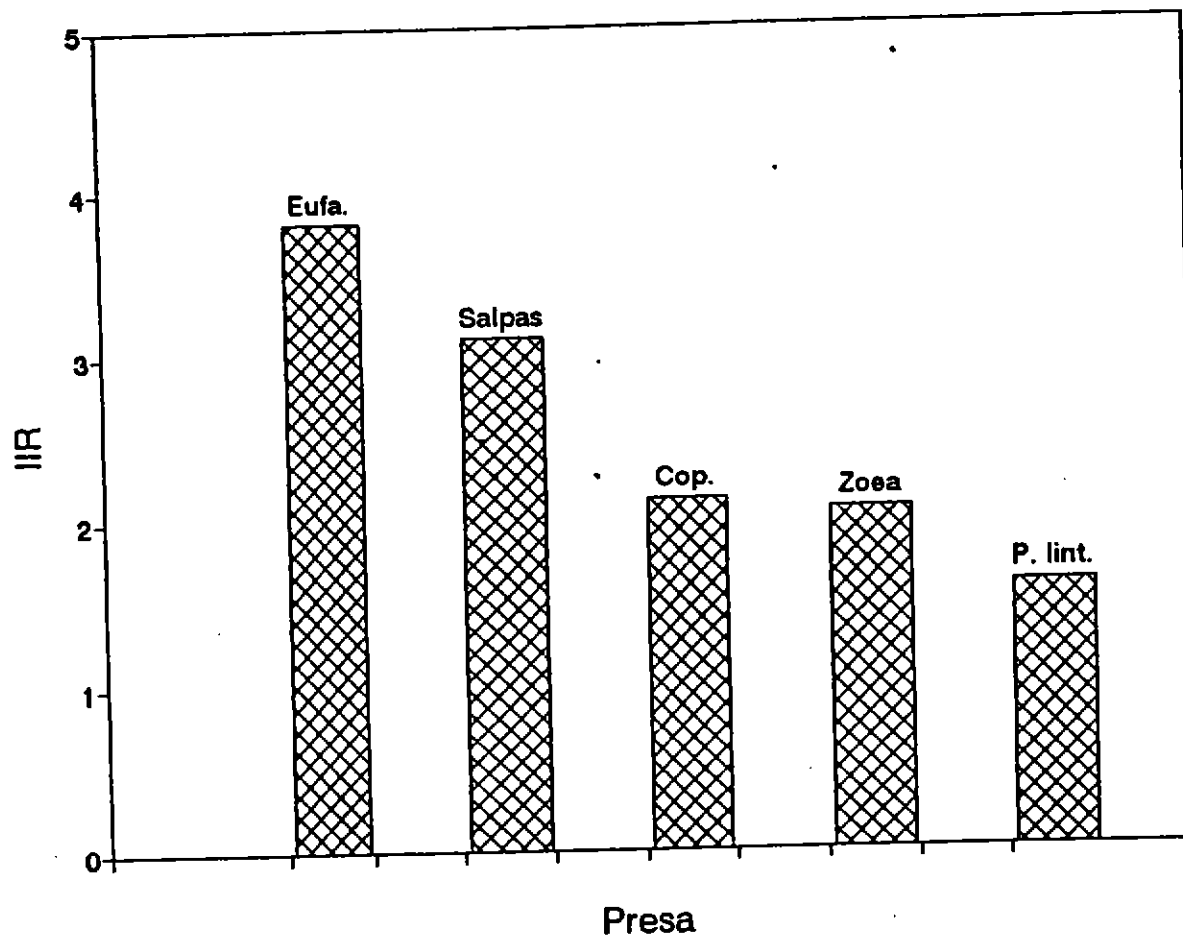


Fig. 37. Importancia relativa de las presas de jurel.

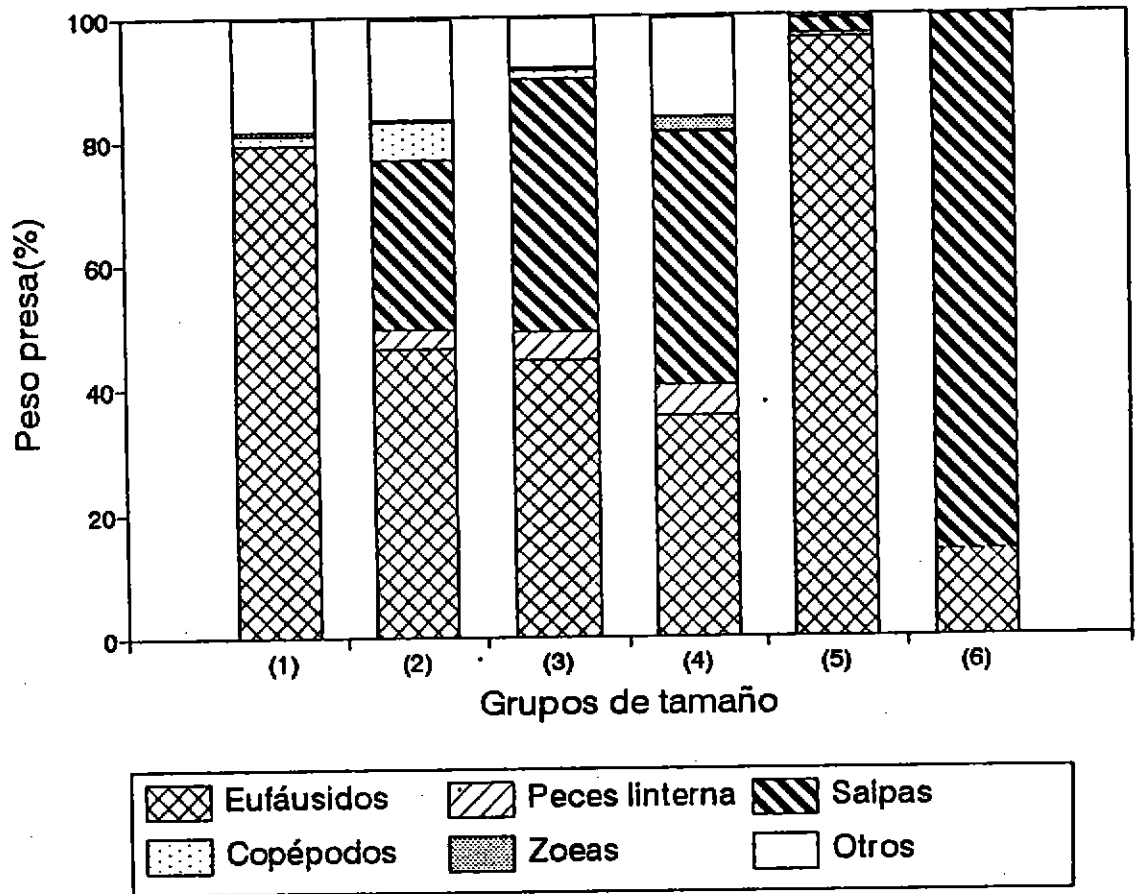


Fig. 38.

Composición del alimento (porcentaje en peso) por grupos de tamaños de jurel (para detalles, ver el texto).

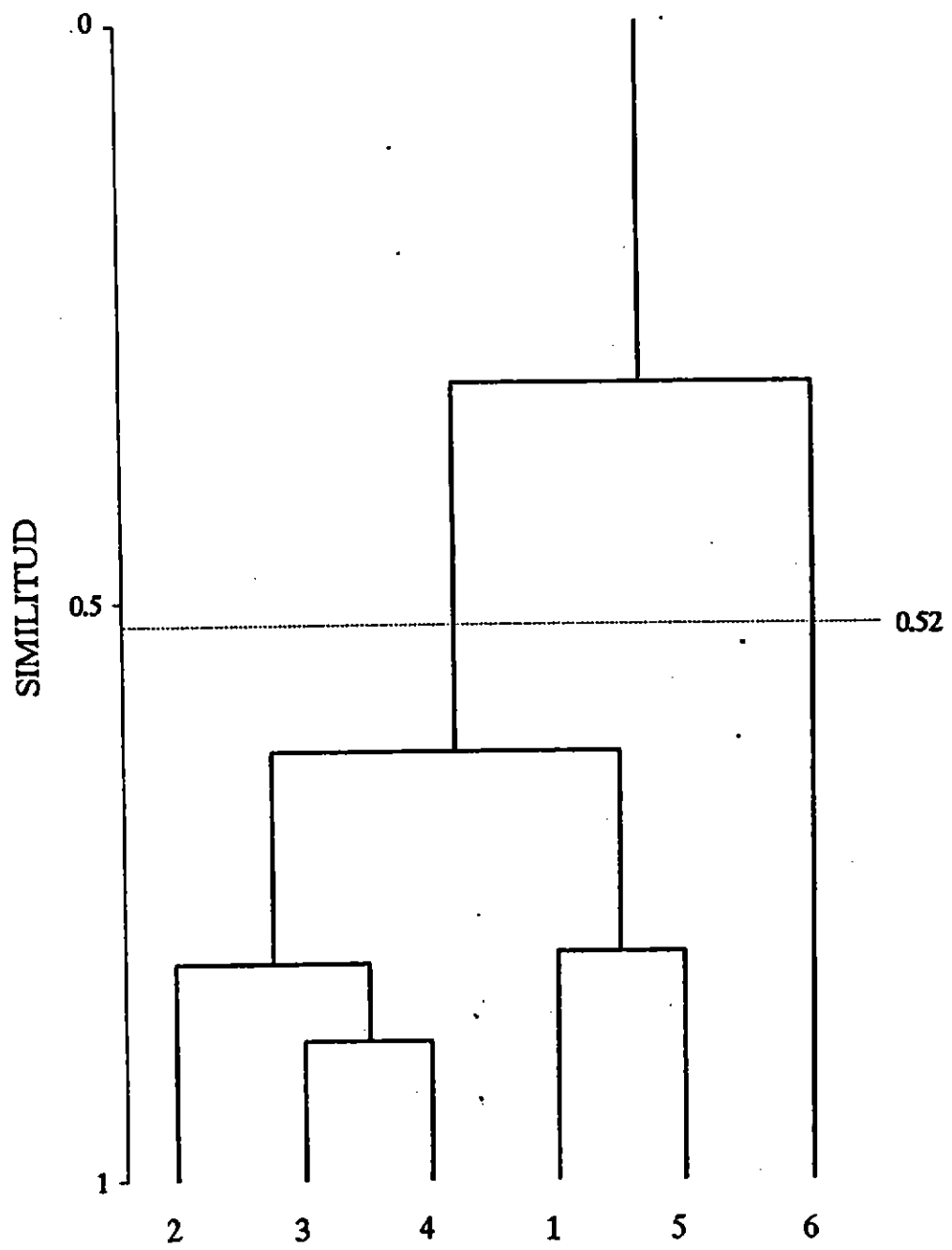


Fig. 39. Dendrograma de similitud trófica de los grupos de tamaños de jurel (para detalles, ver el texto).

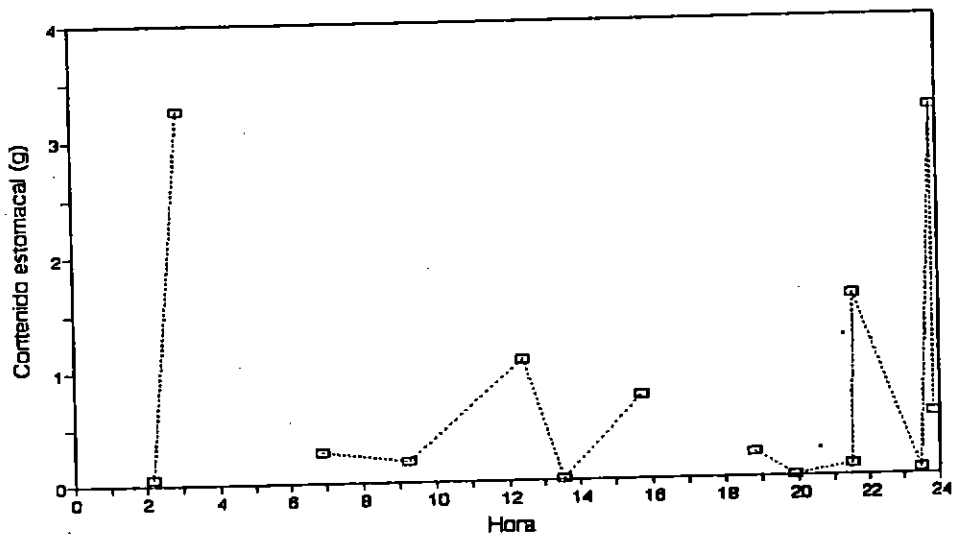
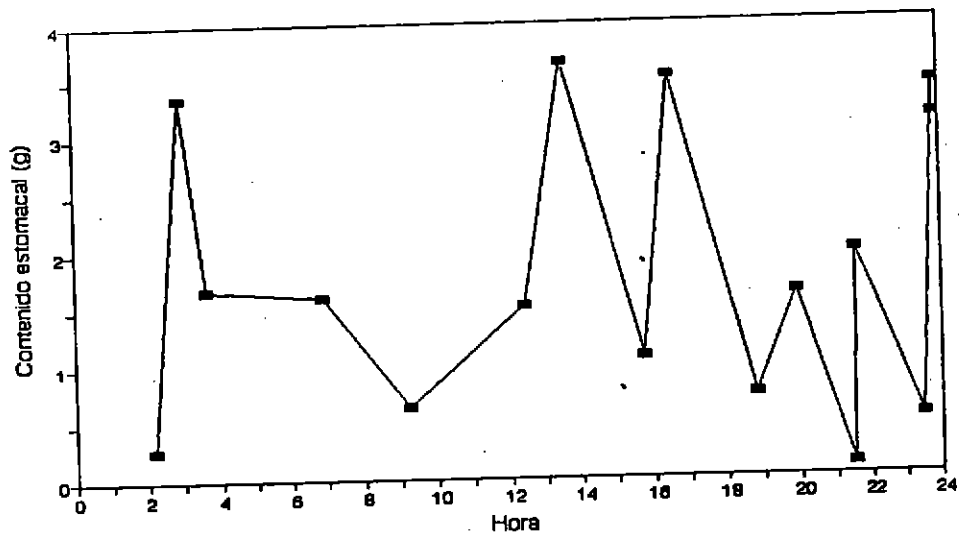


Fig. 40. (a) Contenido estomacal promedio de jurel, considerando el total de presas.  
 (b) Contenido estomacal promedio de jurel considerando sólo a los euphausiidos.



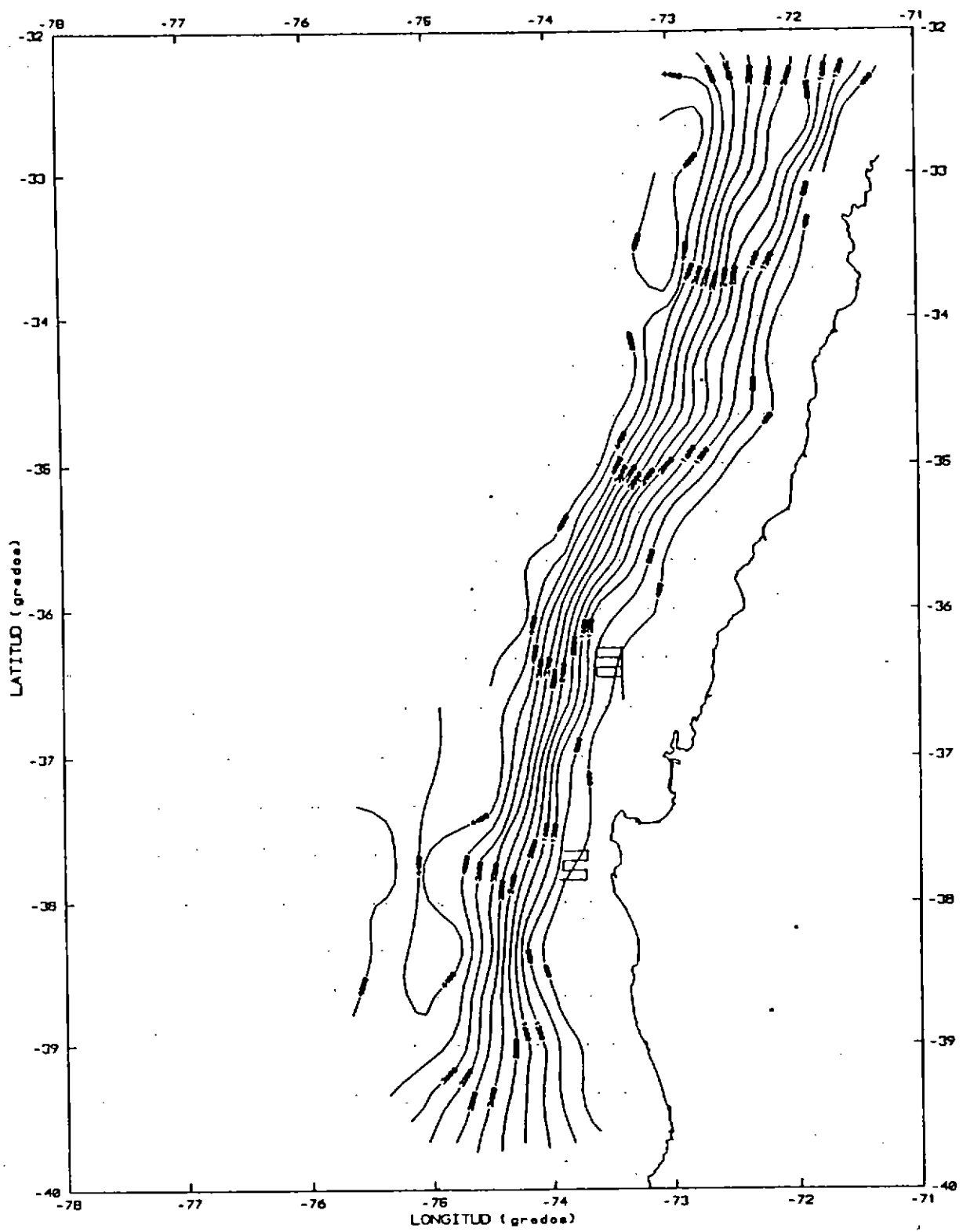


Fig. 41. Batimetría global de la zona de estudio.

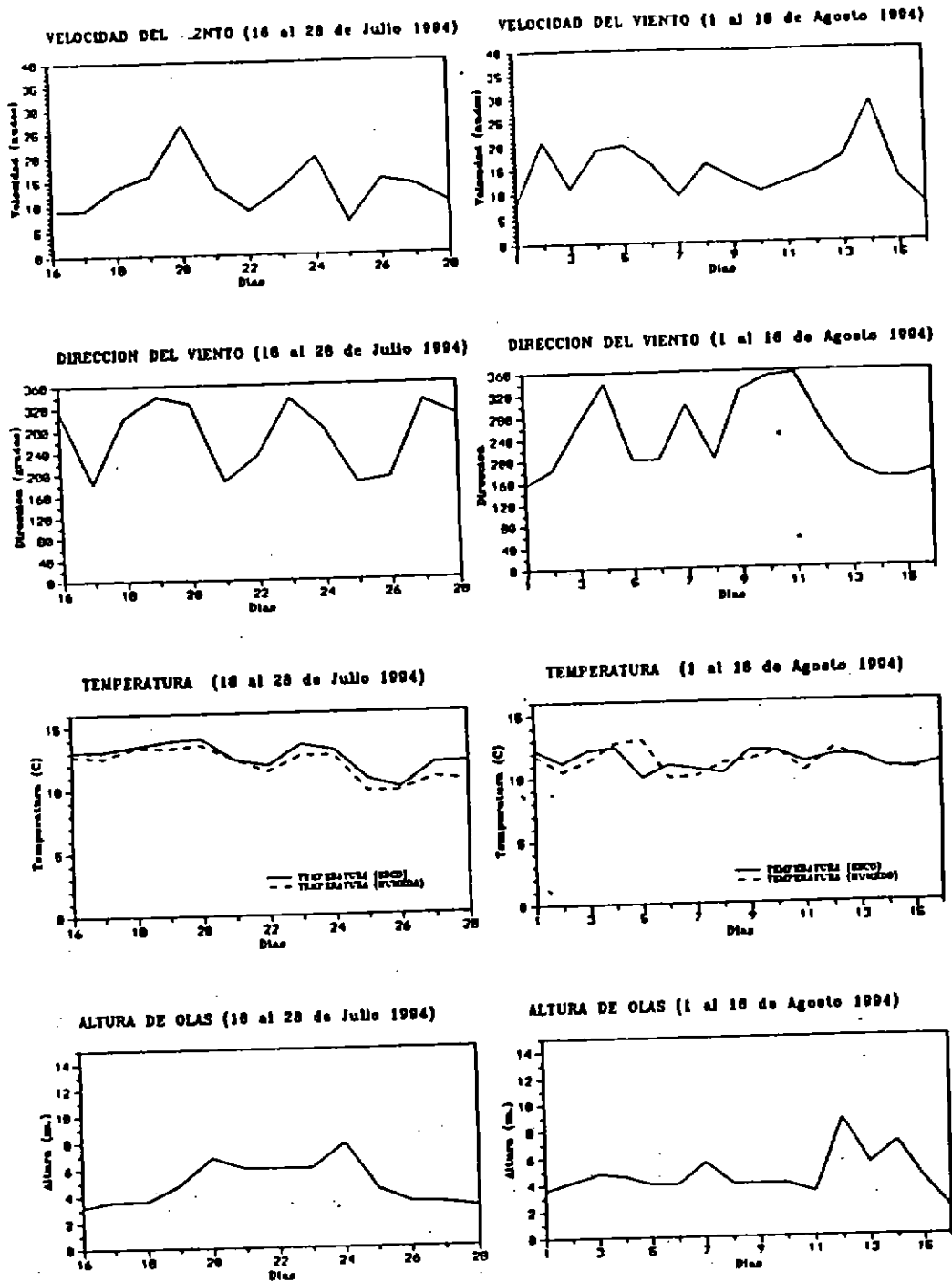


Fig. 42. Variables meteorológicas en la zona de estudio.

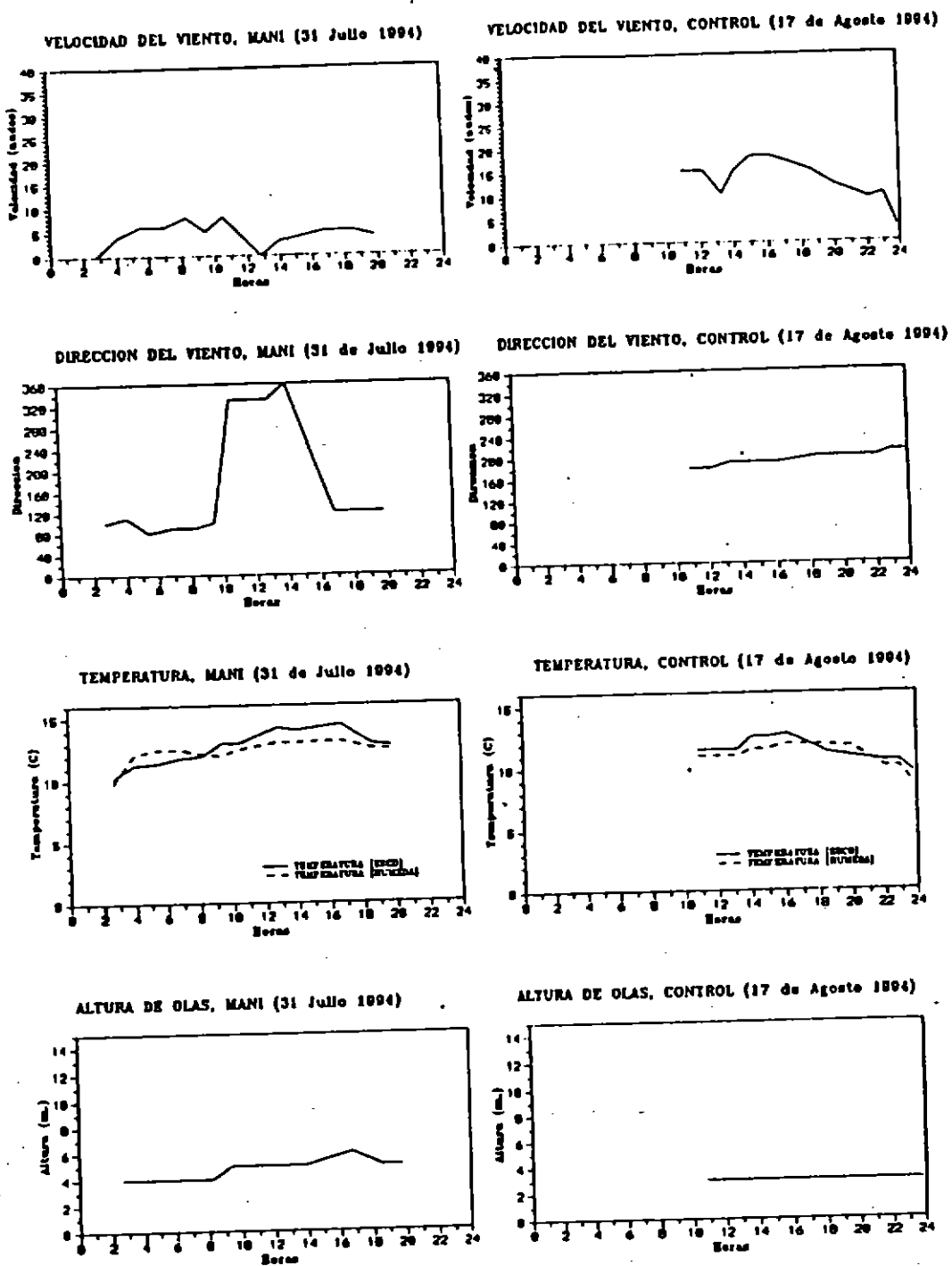


Fig. 43. Variables meteorológicas de la zona de El Maní y Control.

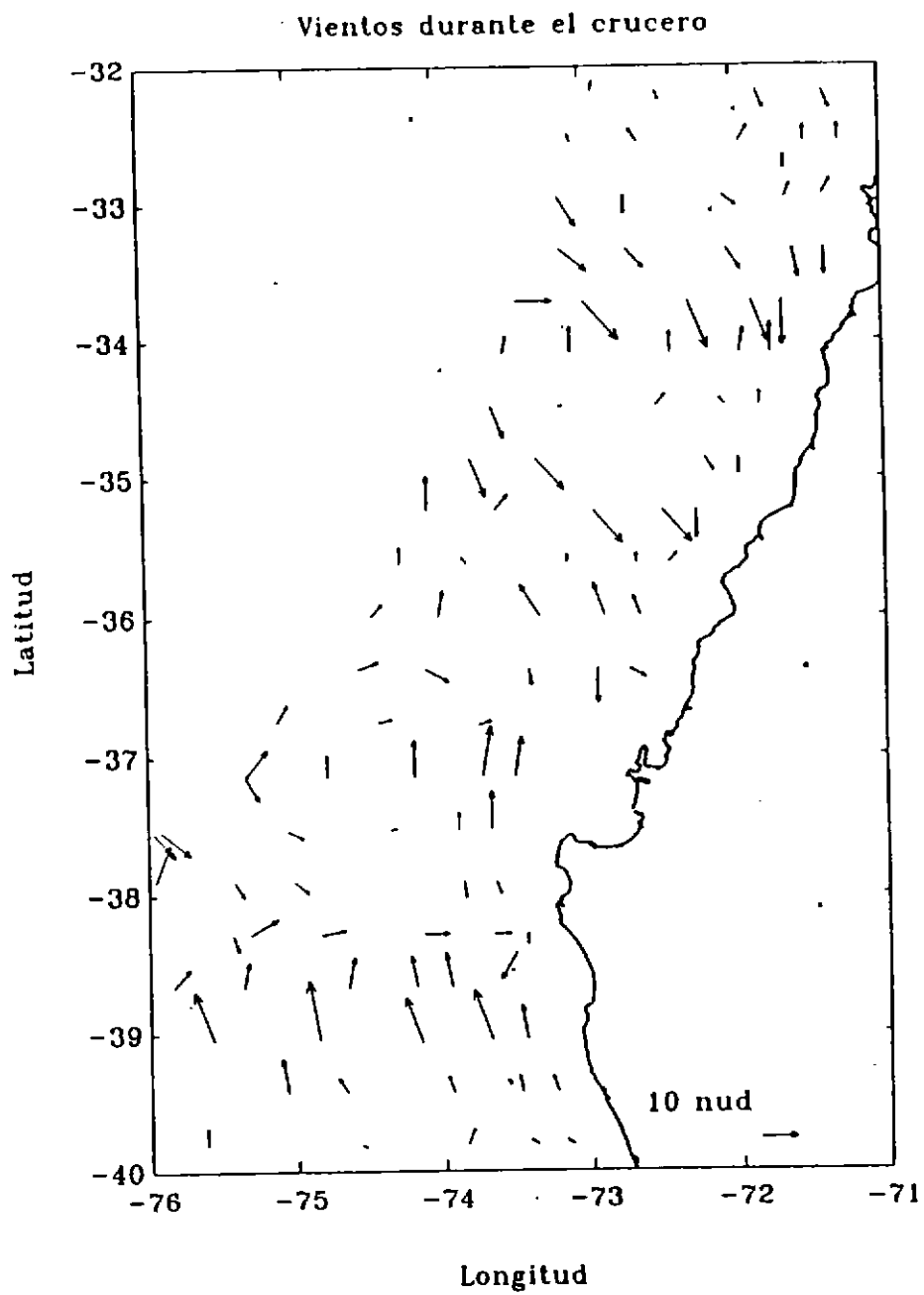


Fig. 44. Distribución horizontal del viento superficial durante el crucero.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA (005 m.)

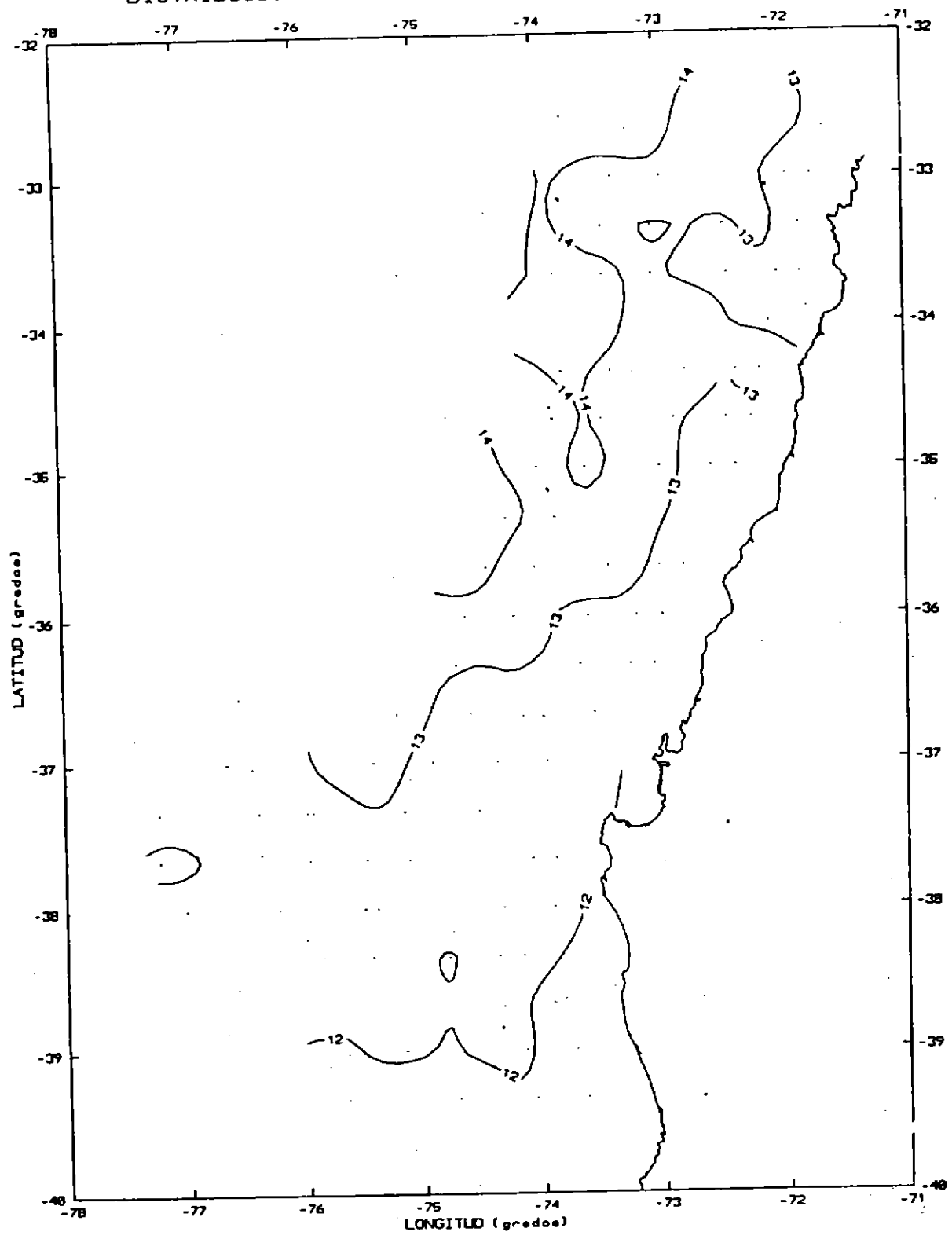


Fig. 45. Distribución horizontal de temperatura a 5 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SALINIDAD (005 m)

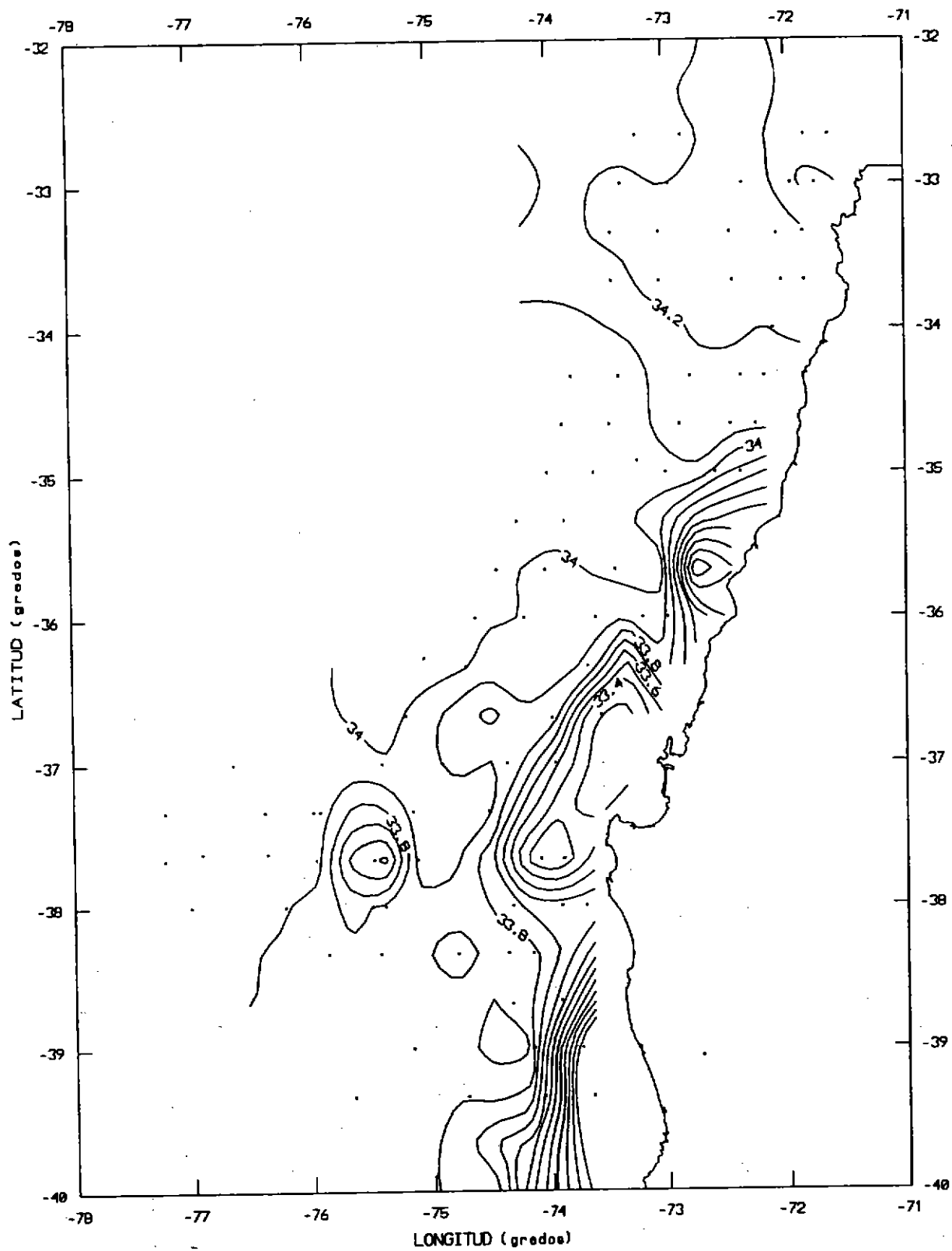


Fig. 46. Distribución horizontal de salinidad a 5 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (005 m)

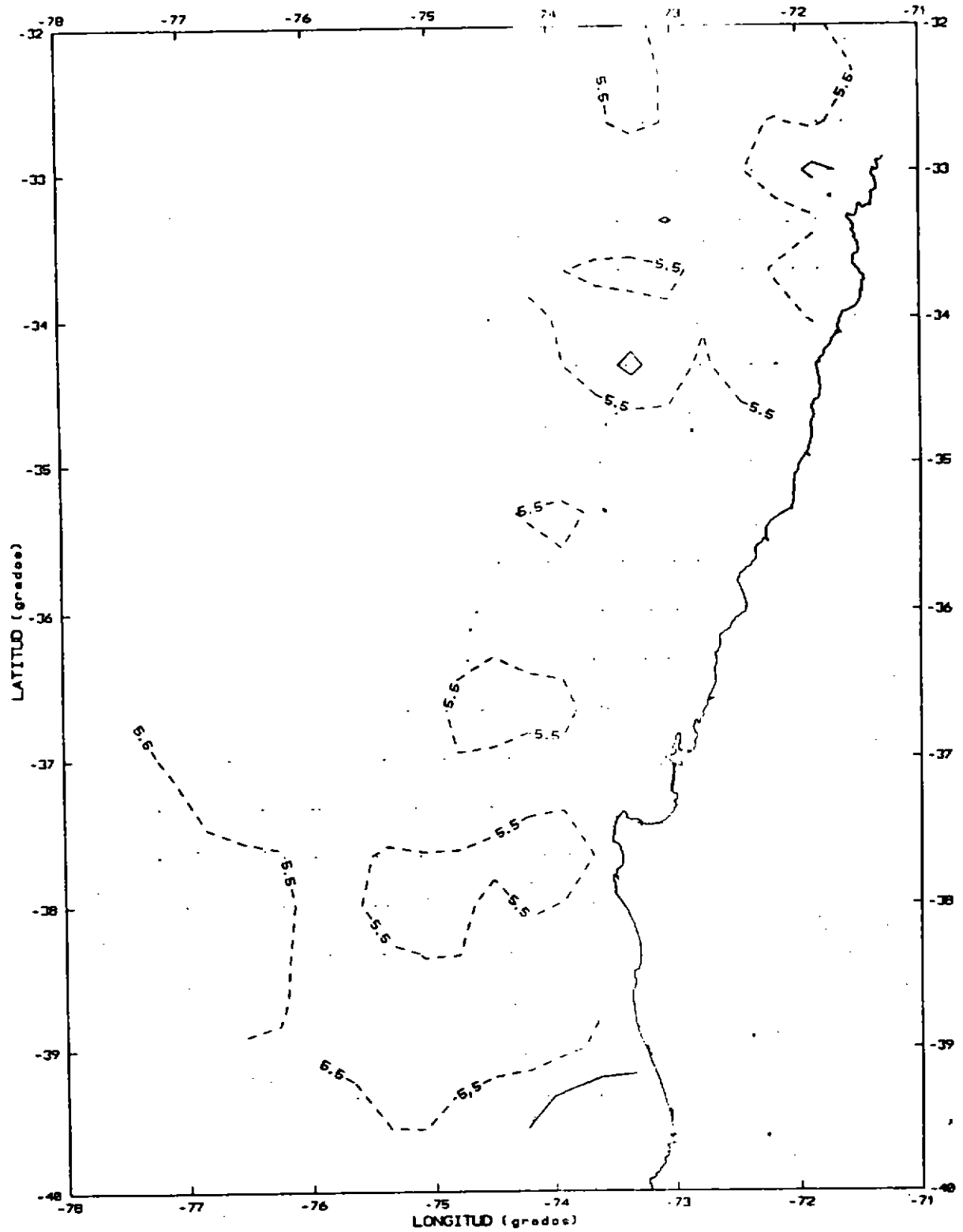


Fig. 47. Distribución horizontal de oxígeno a 5 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SIGMA-T (005 m)

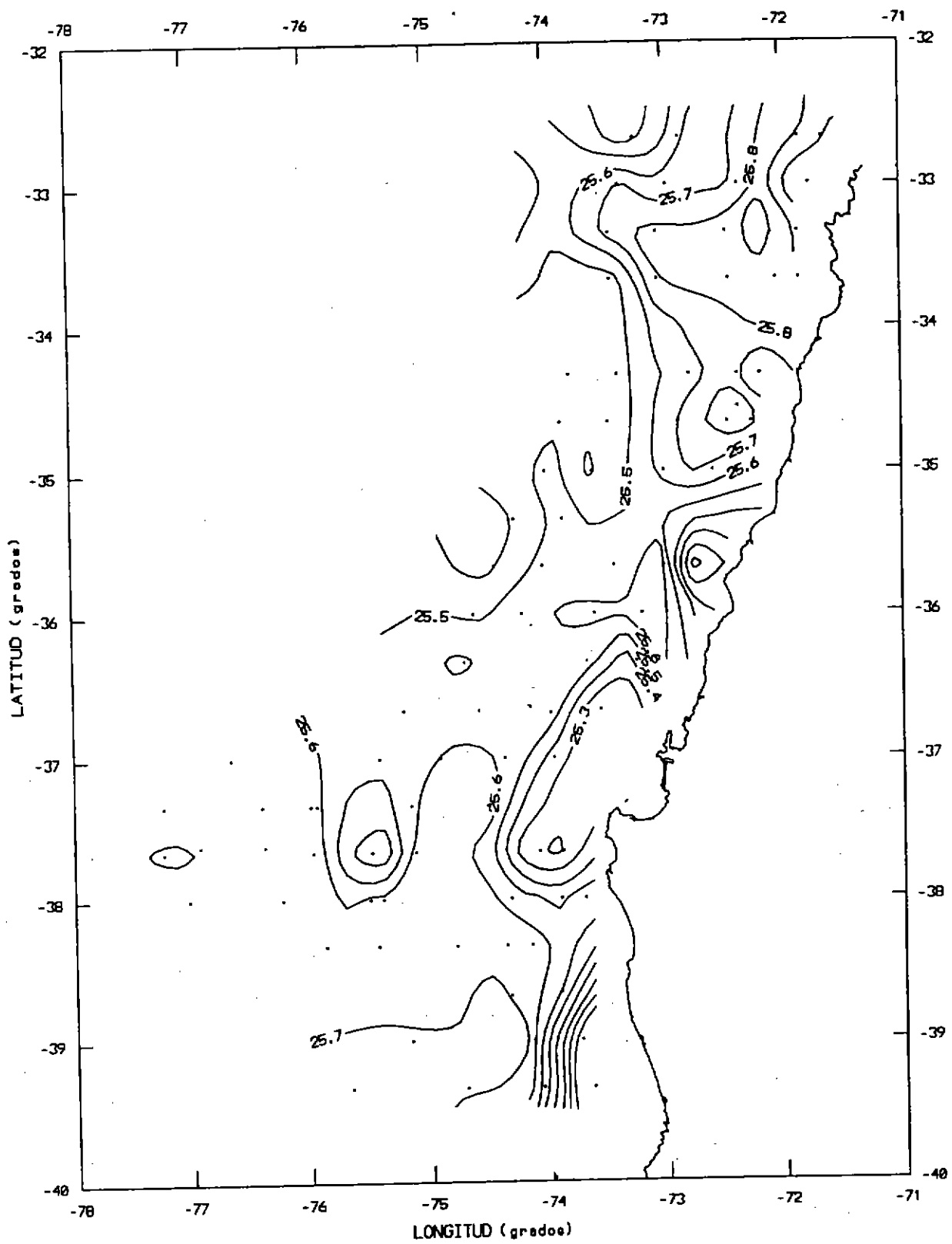


Fig. 48. Distribución horizontal de sigma-t a 5 m.



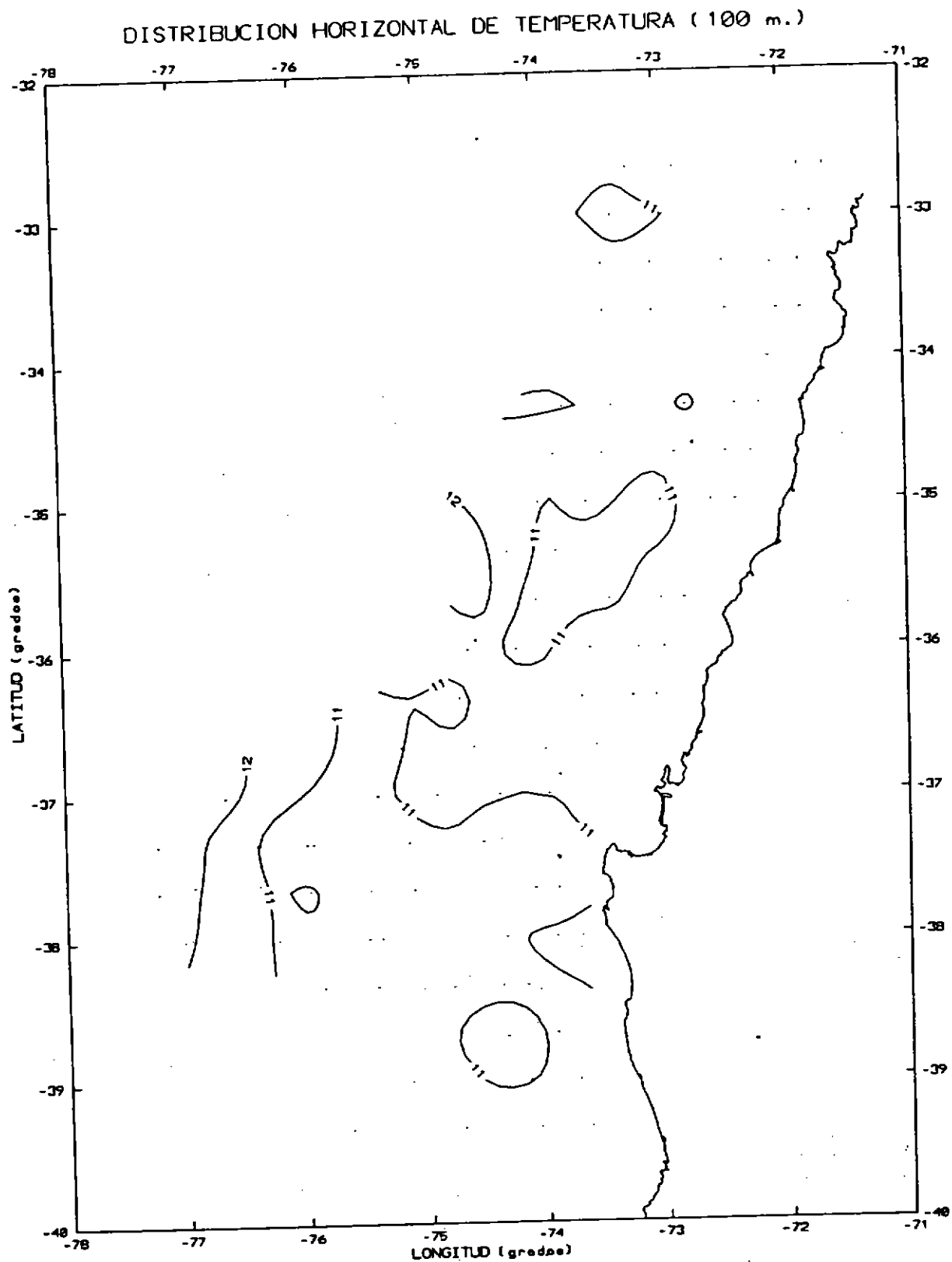


Fig. 49. Distribución horizontal de temperatura a 100 m.

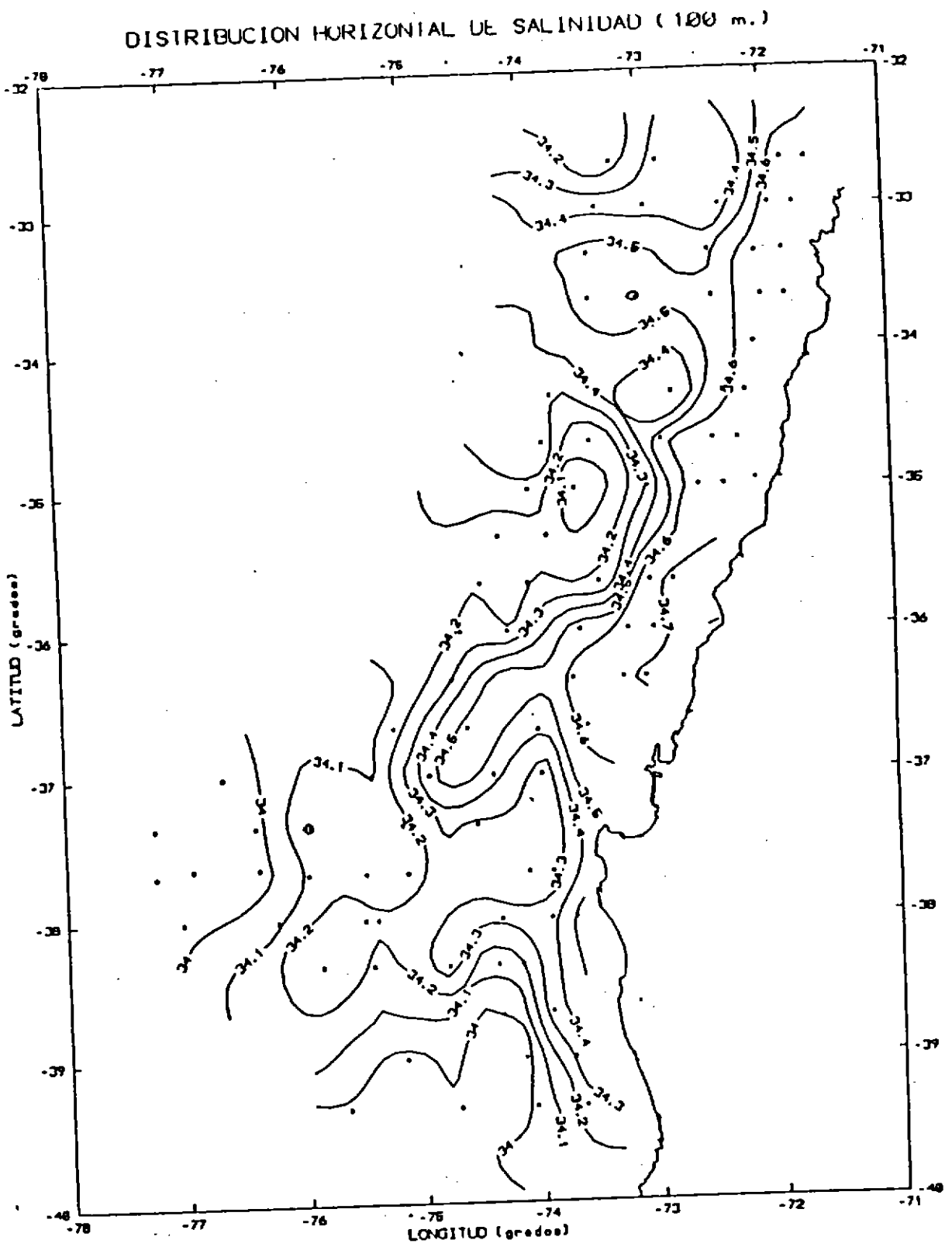


Fig. 50. Distribución horizontal de salinidad a 100 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (100 m.)

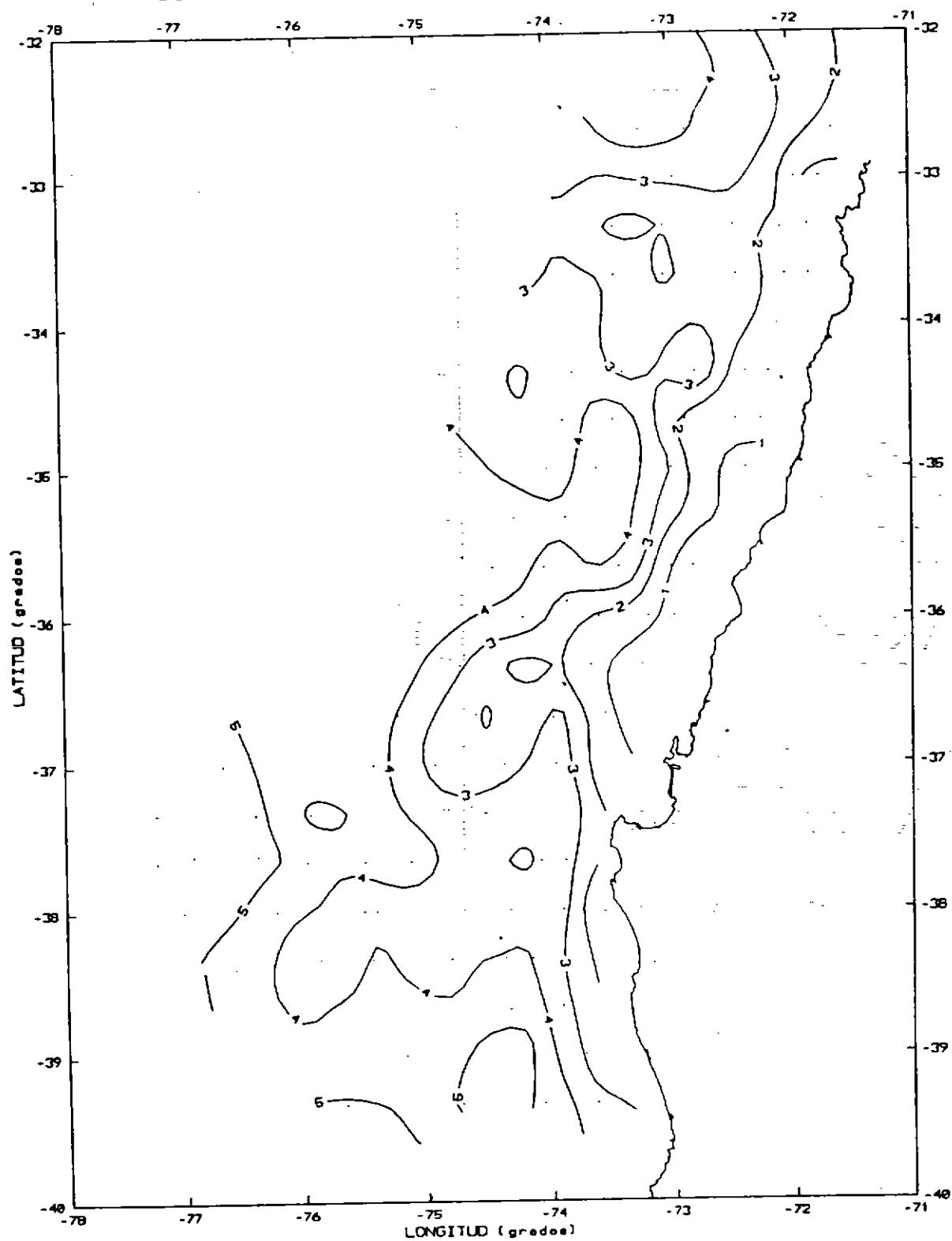


Fig. 51. Distribución horizontal de oxígeno a 100 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SIGMA-T (100 m.)

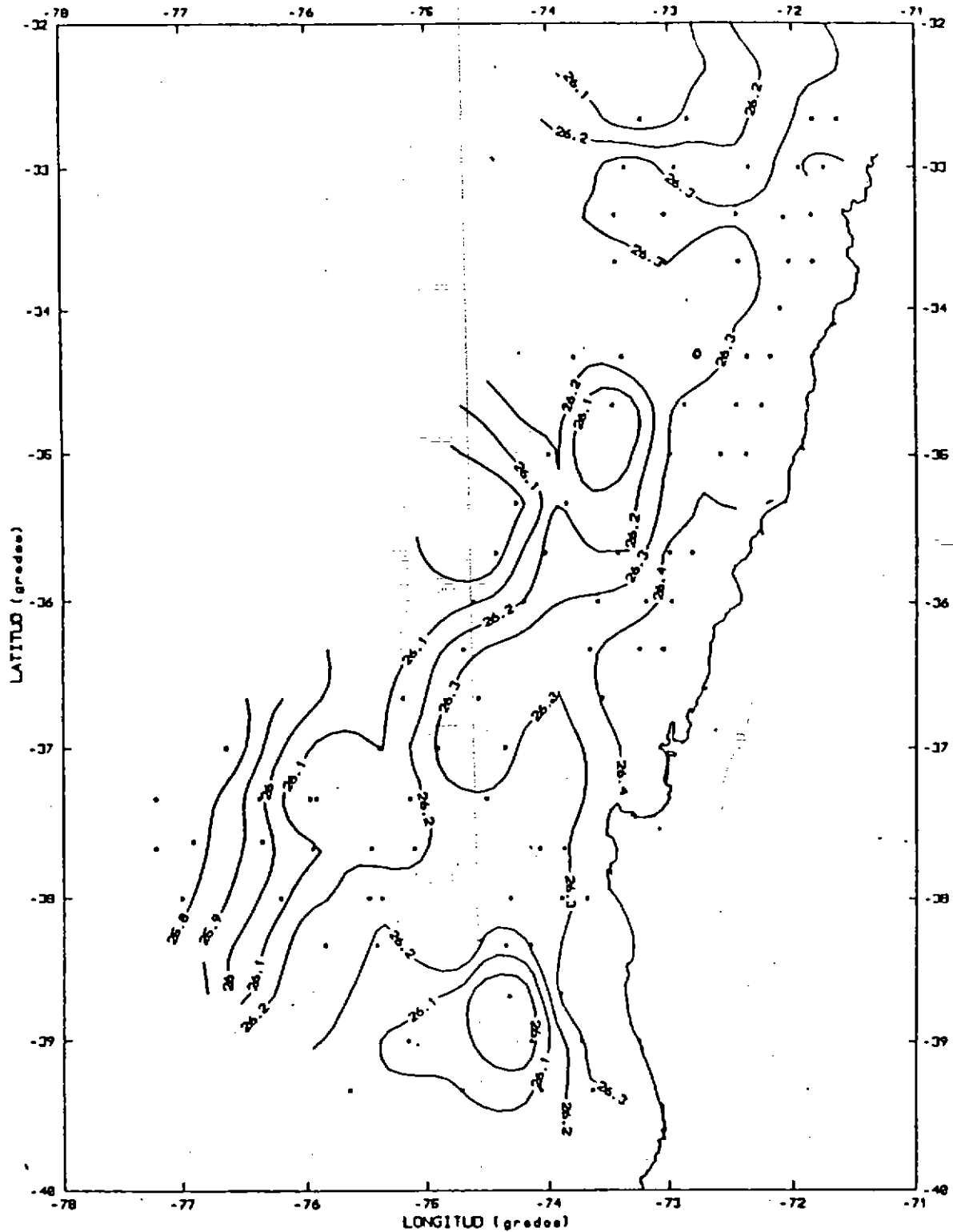


Fig. 52. Distribución horizontal de sigma-t a 100 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA (200 m)

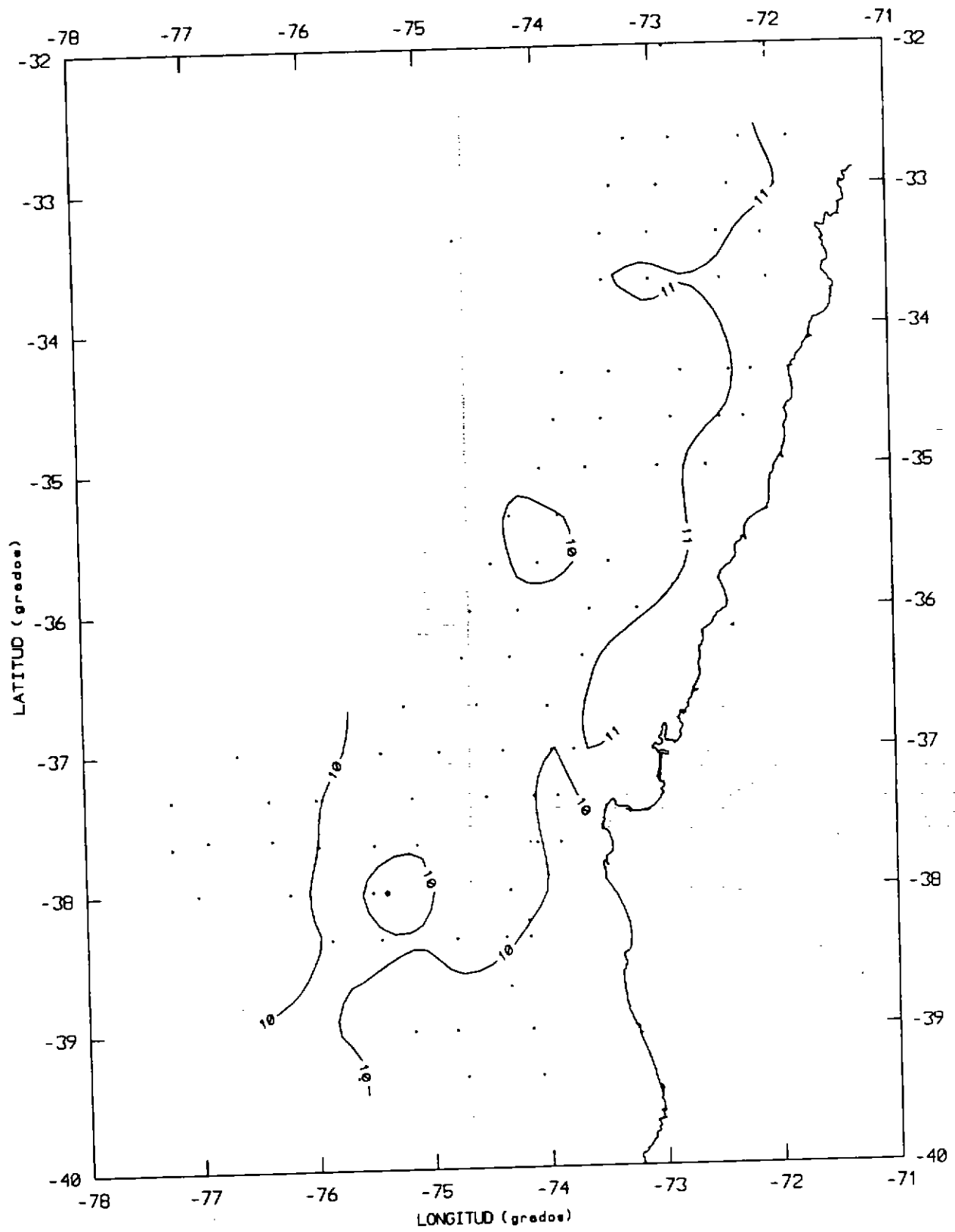


Fig. 53. Distribución horizontal de temperatura a 200 m.

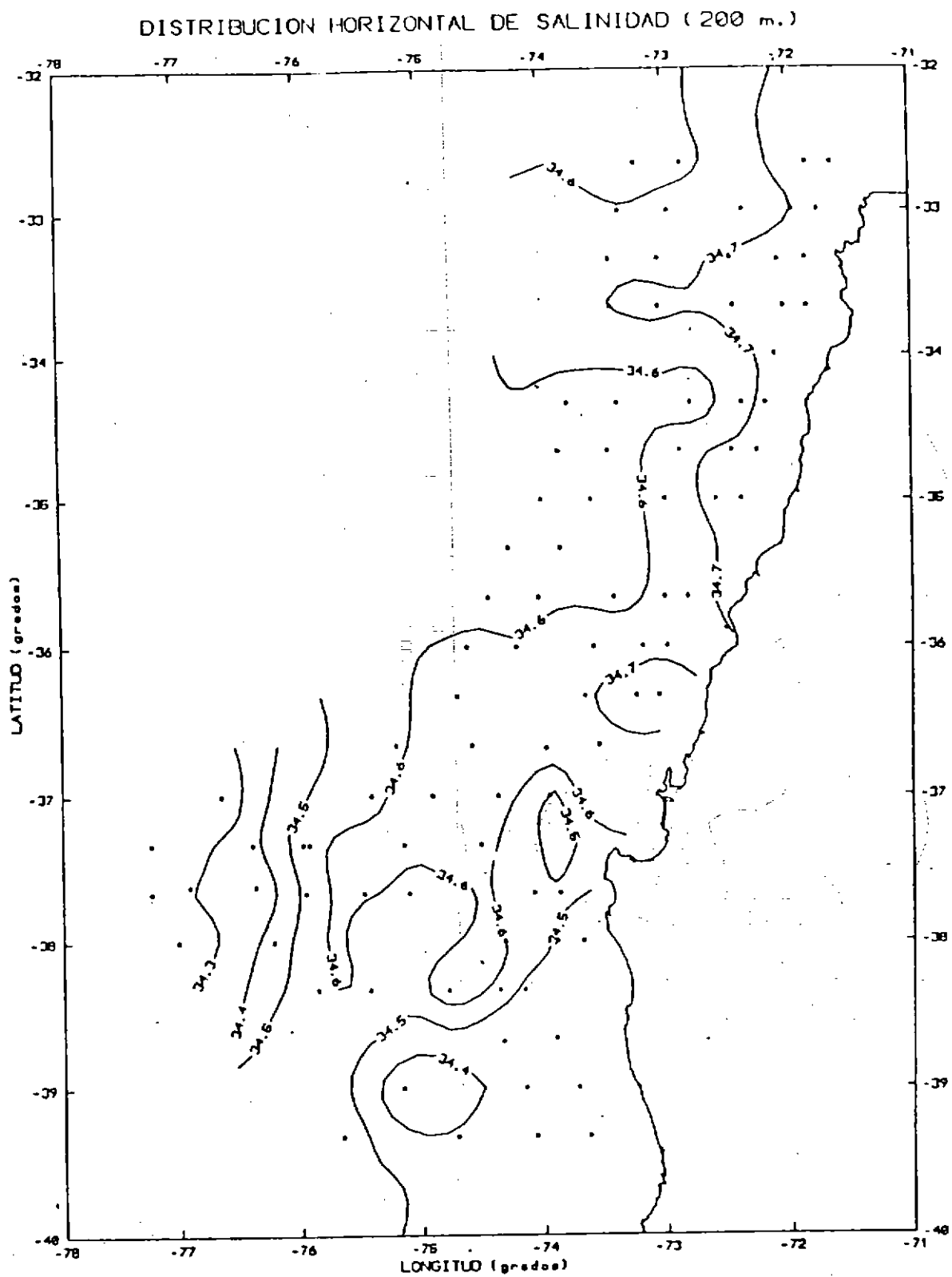


Fig. 54. Distribución horizontal de salinidad a 200 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (200 m.)

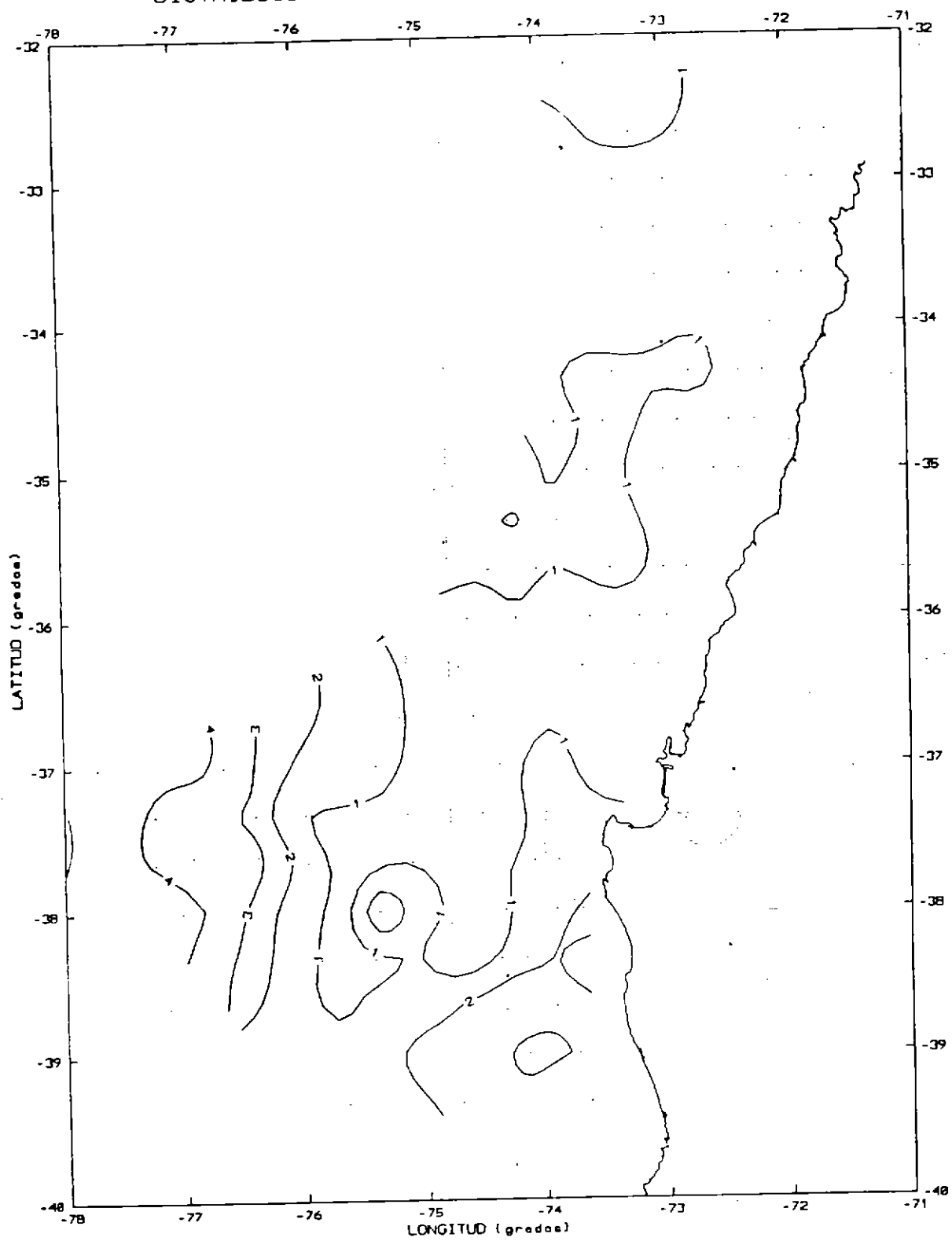


Fig. 55. Distribución horizontal de oxígeno a 200 m.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SIGMA - T (200 m.)

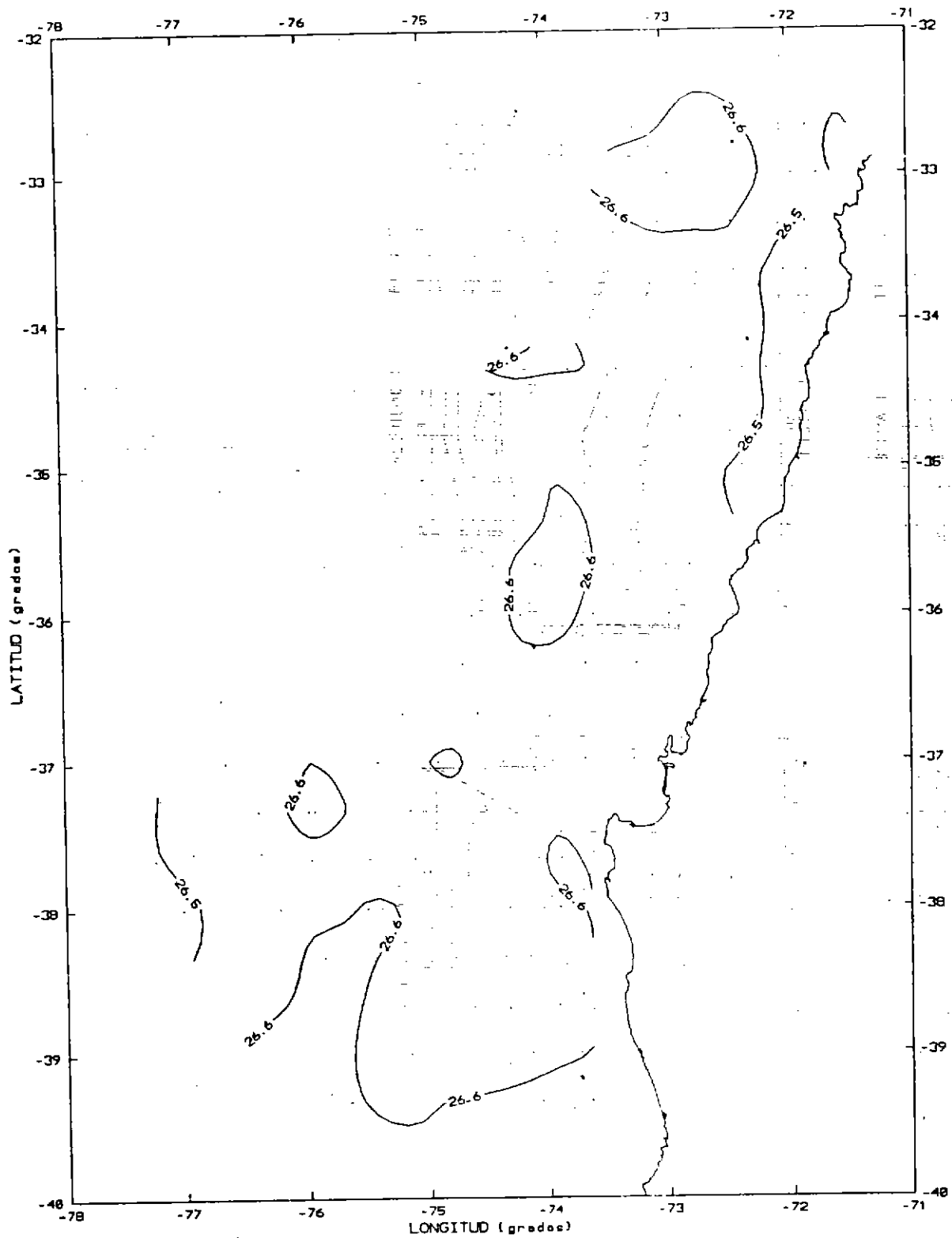


Fig. 56. Distribución horizontal de sigma-t a 200 m.



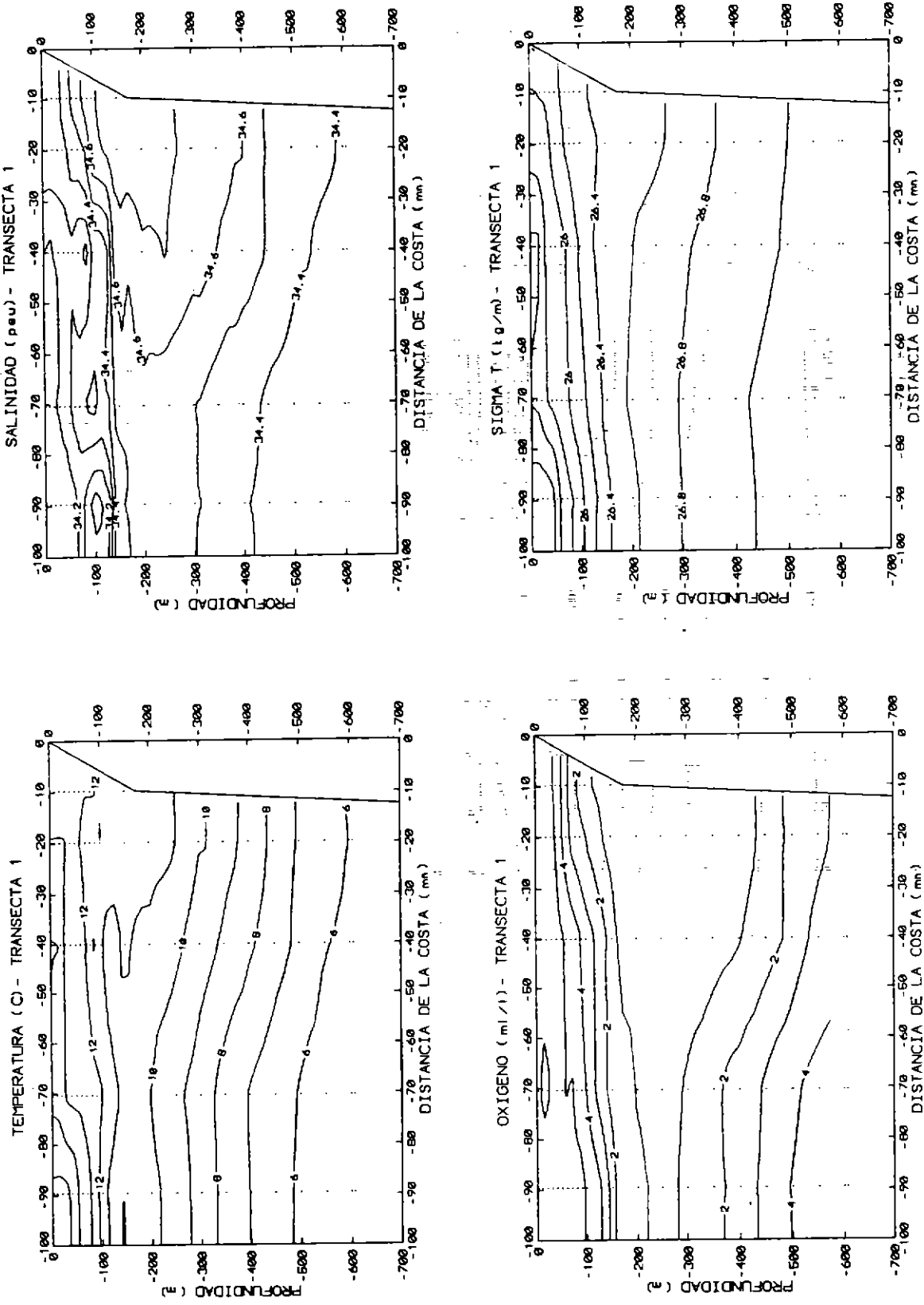


Fig. 57. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 1).

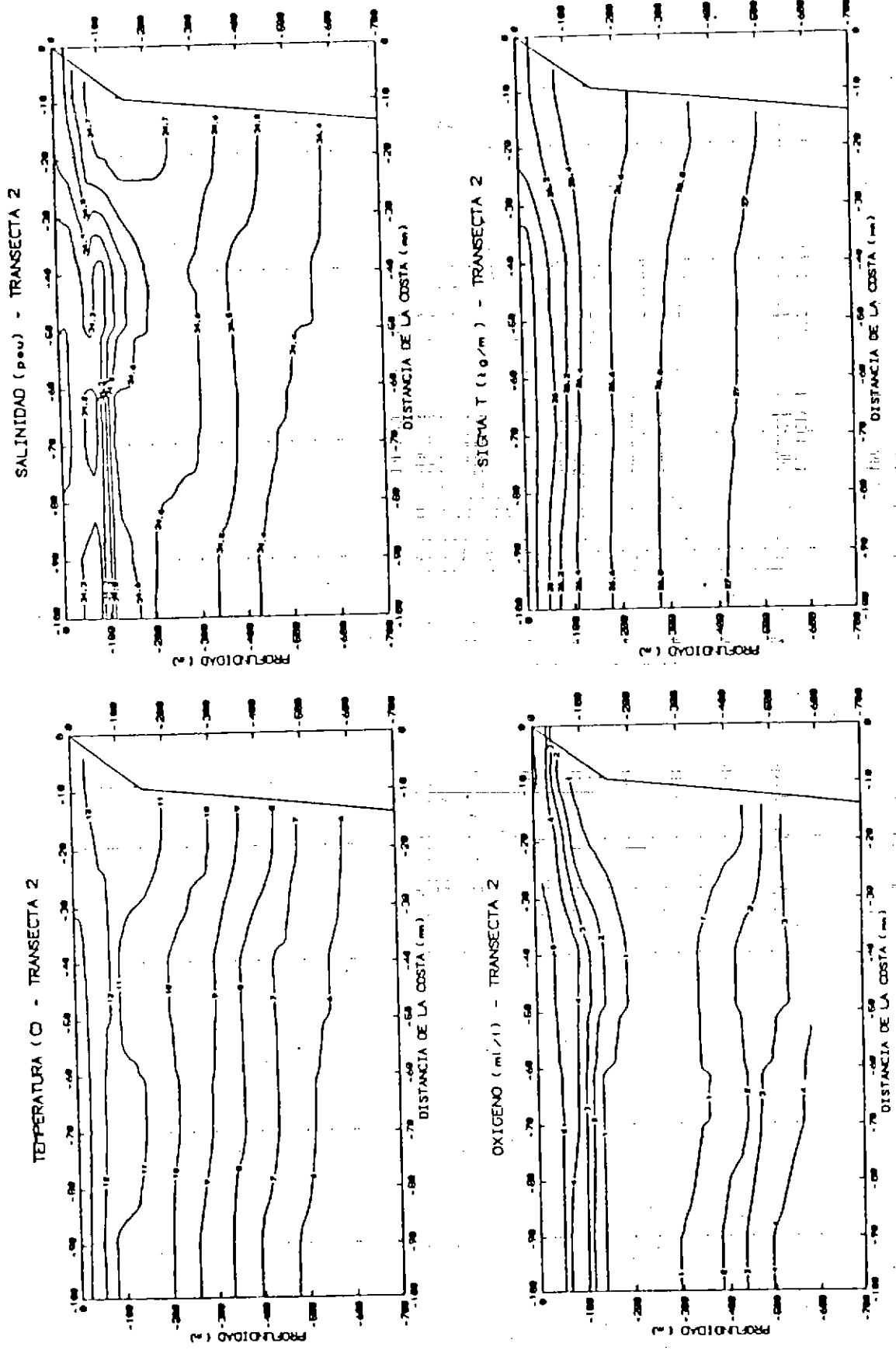


Fig. 58. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 2).

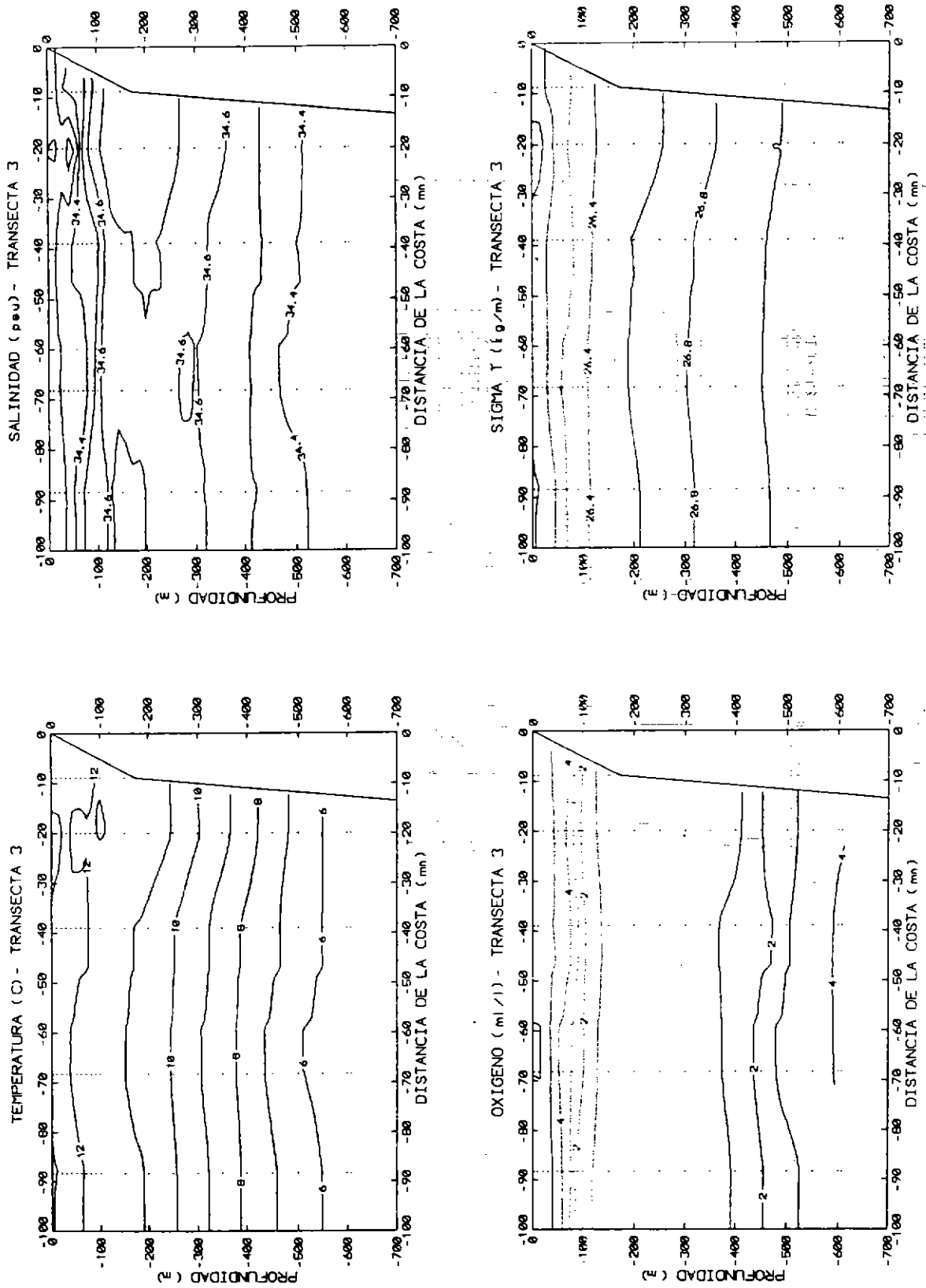


Fig. 59. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t (transecta 3).

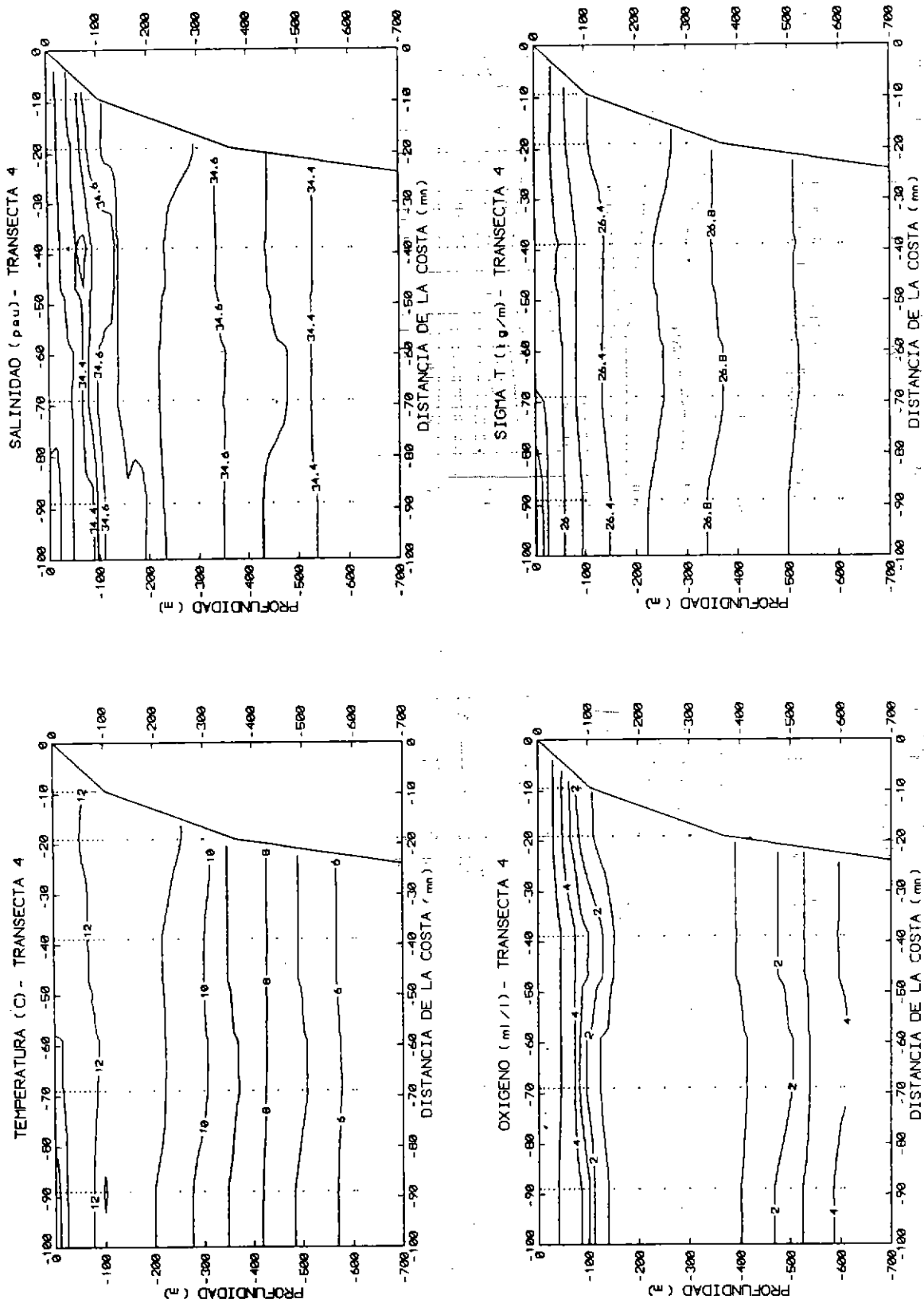


Fig. 60. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 4).

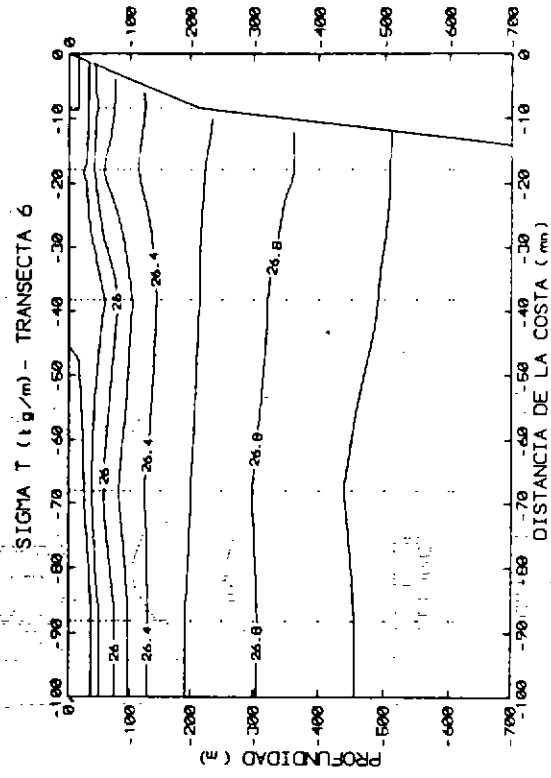
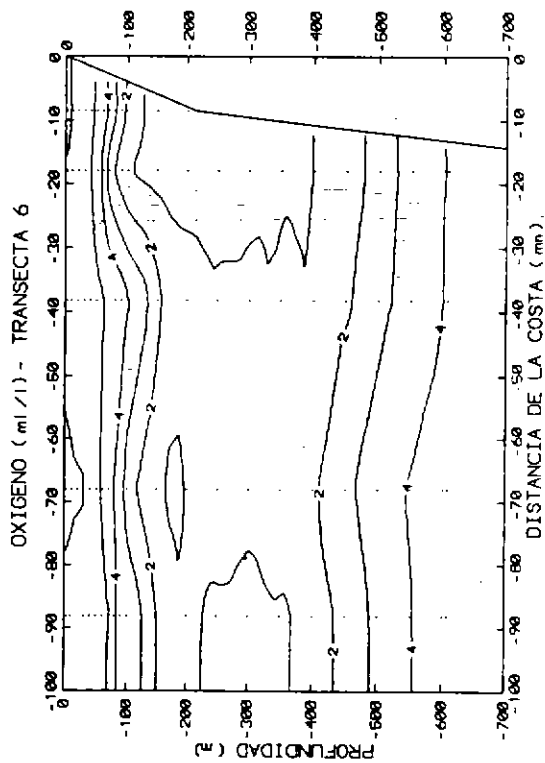
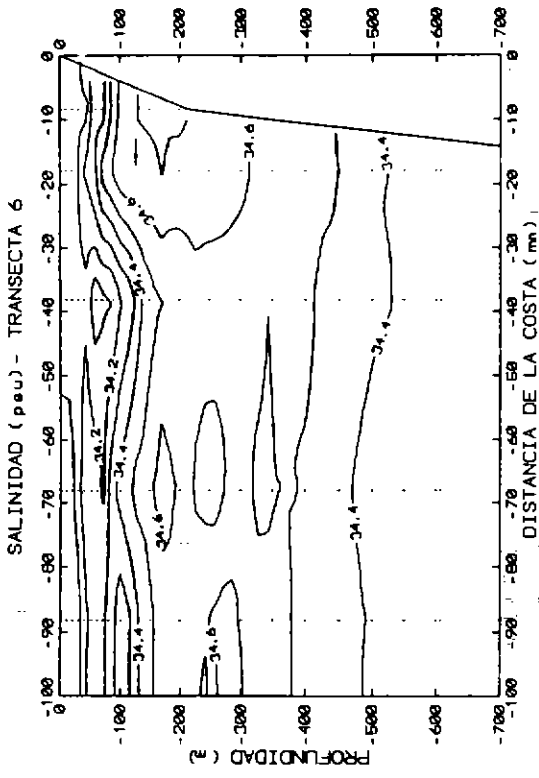
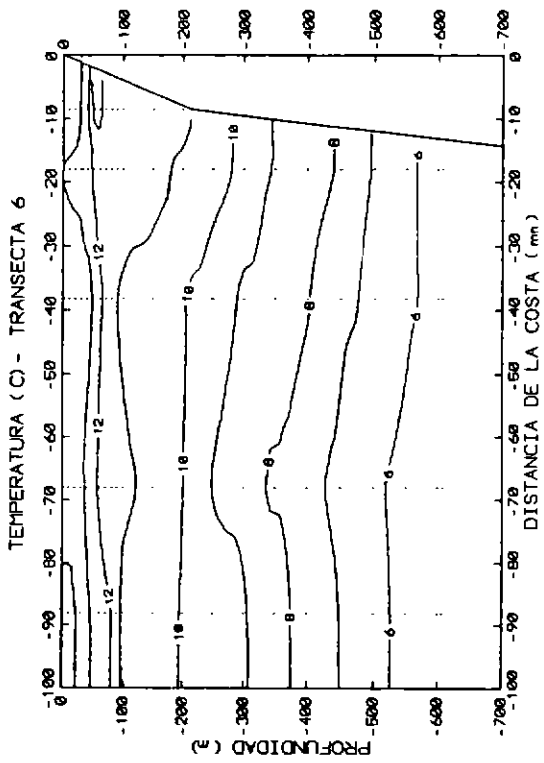


Fig. 61. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 6).

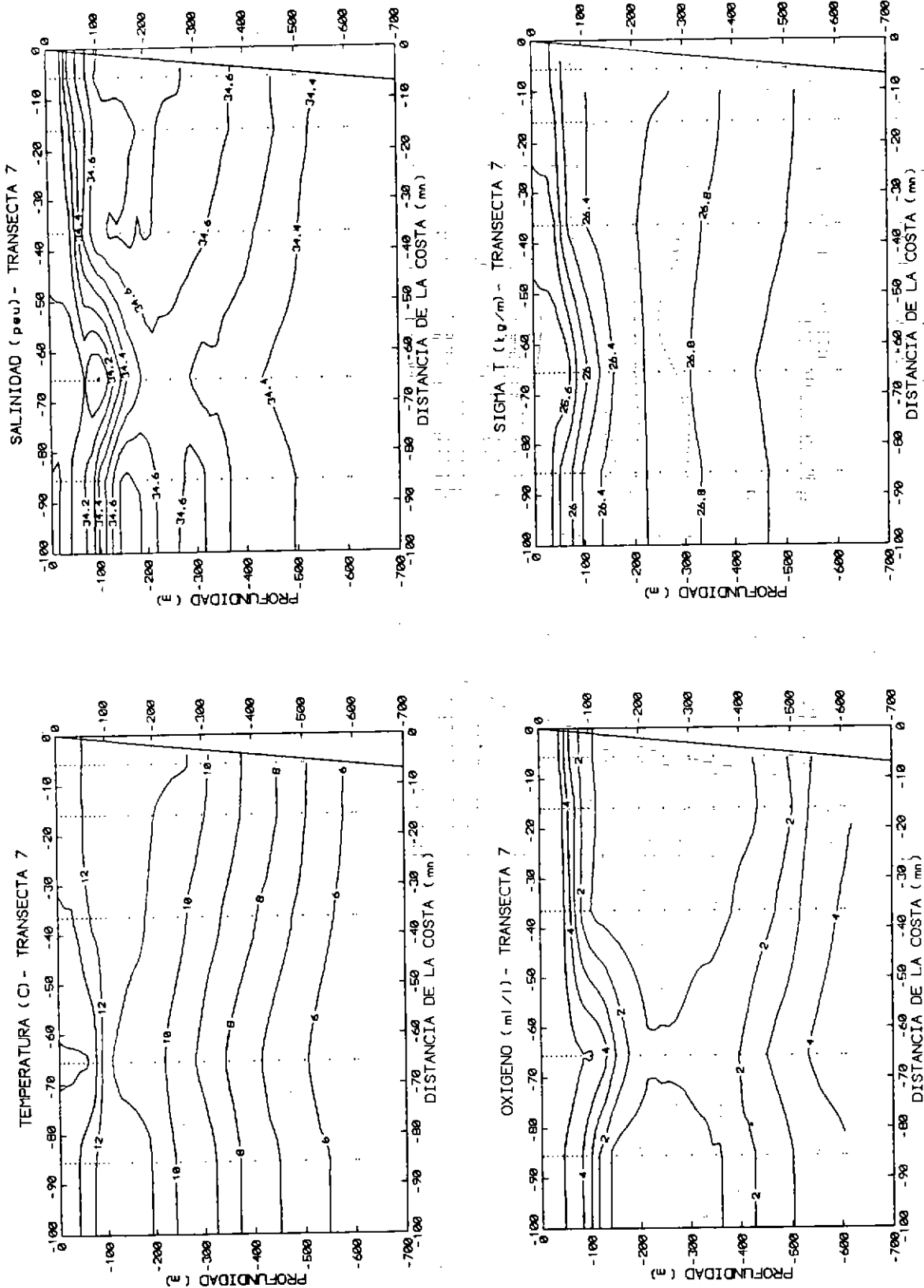


Fig. 62. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 7).

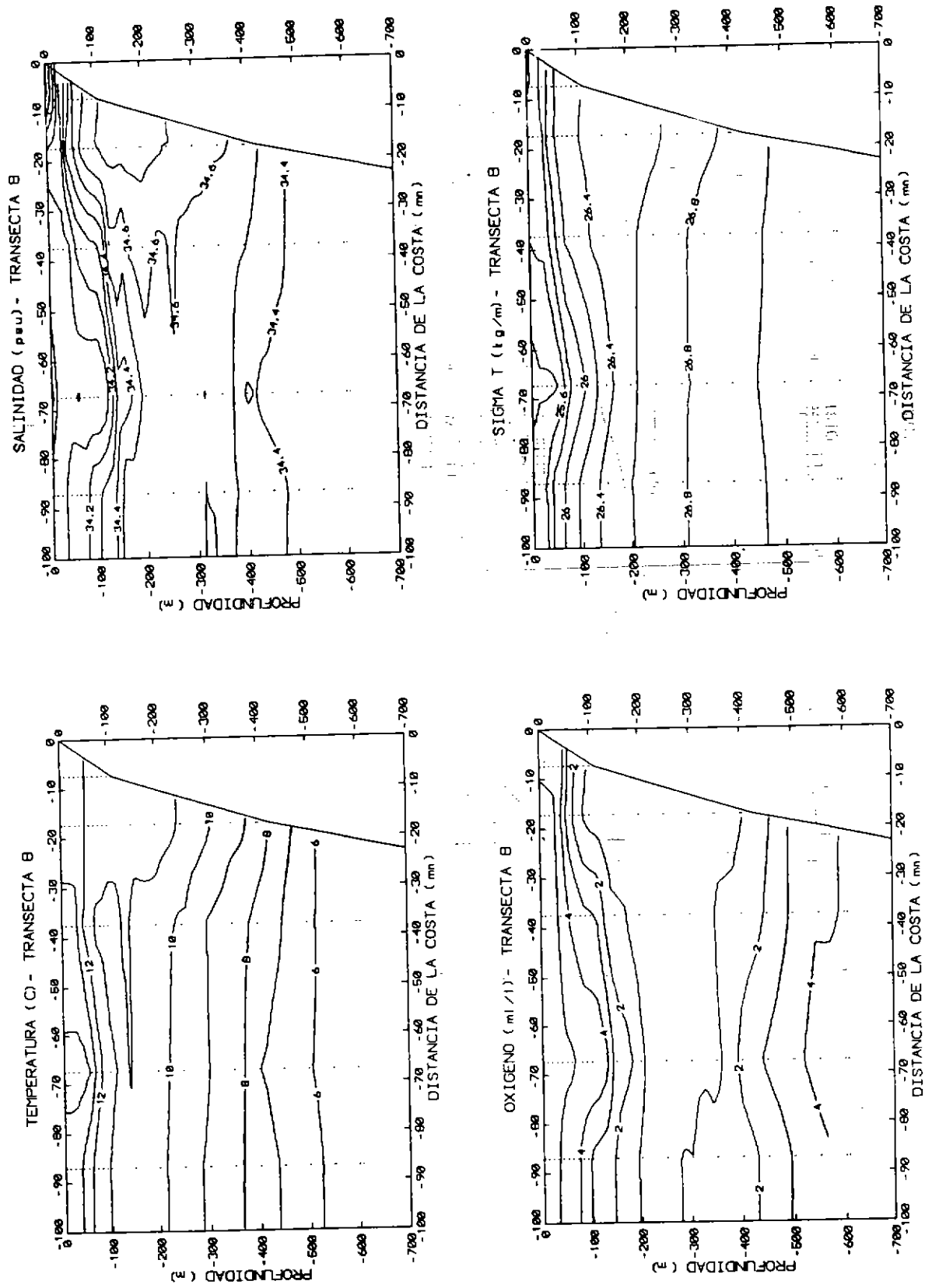


Fig. 63. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 8).

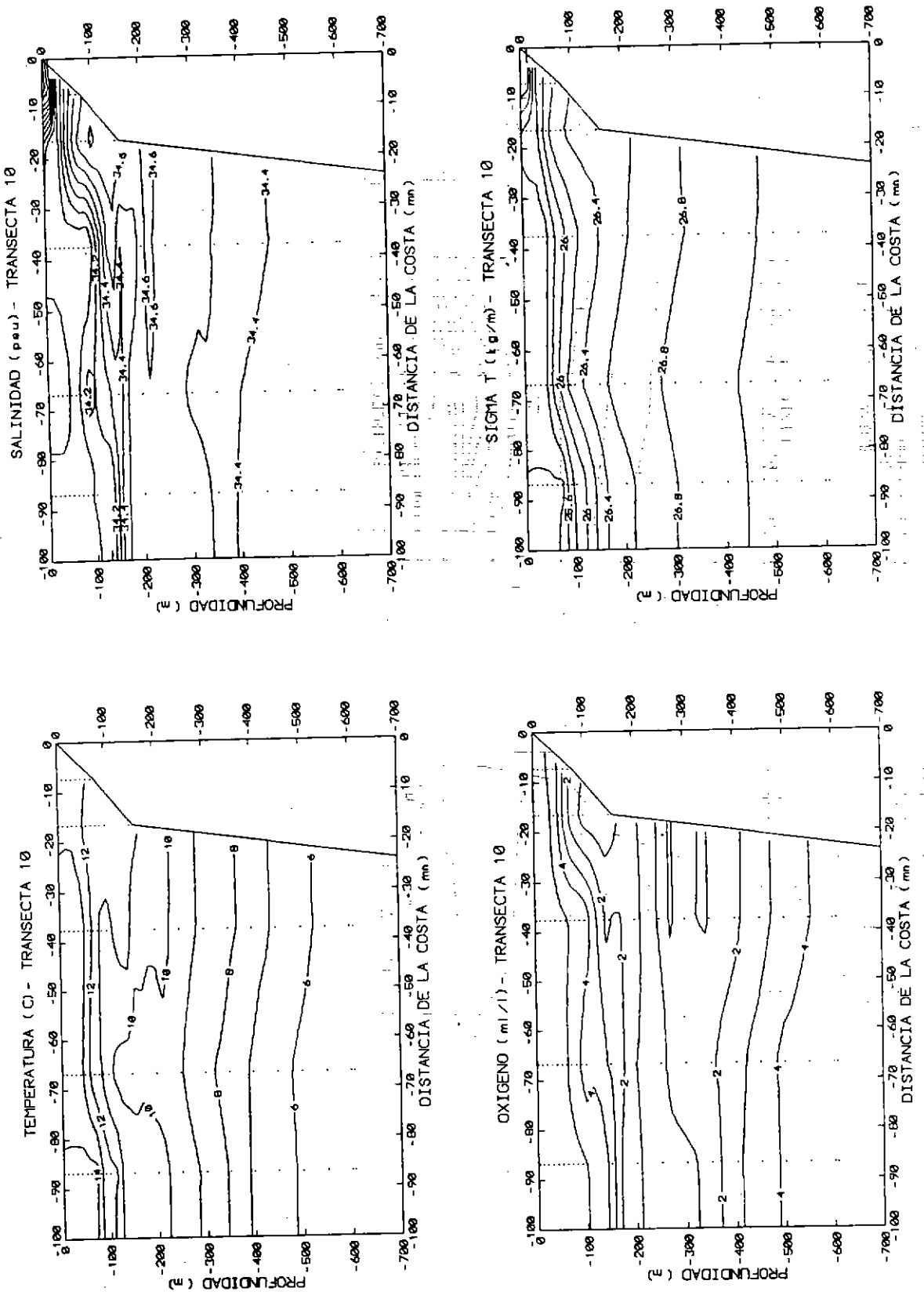


Fig. 64. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 10).



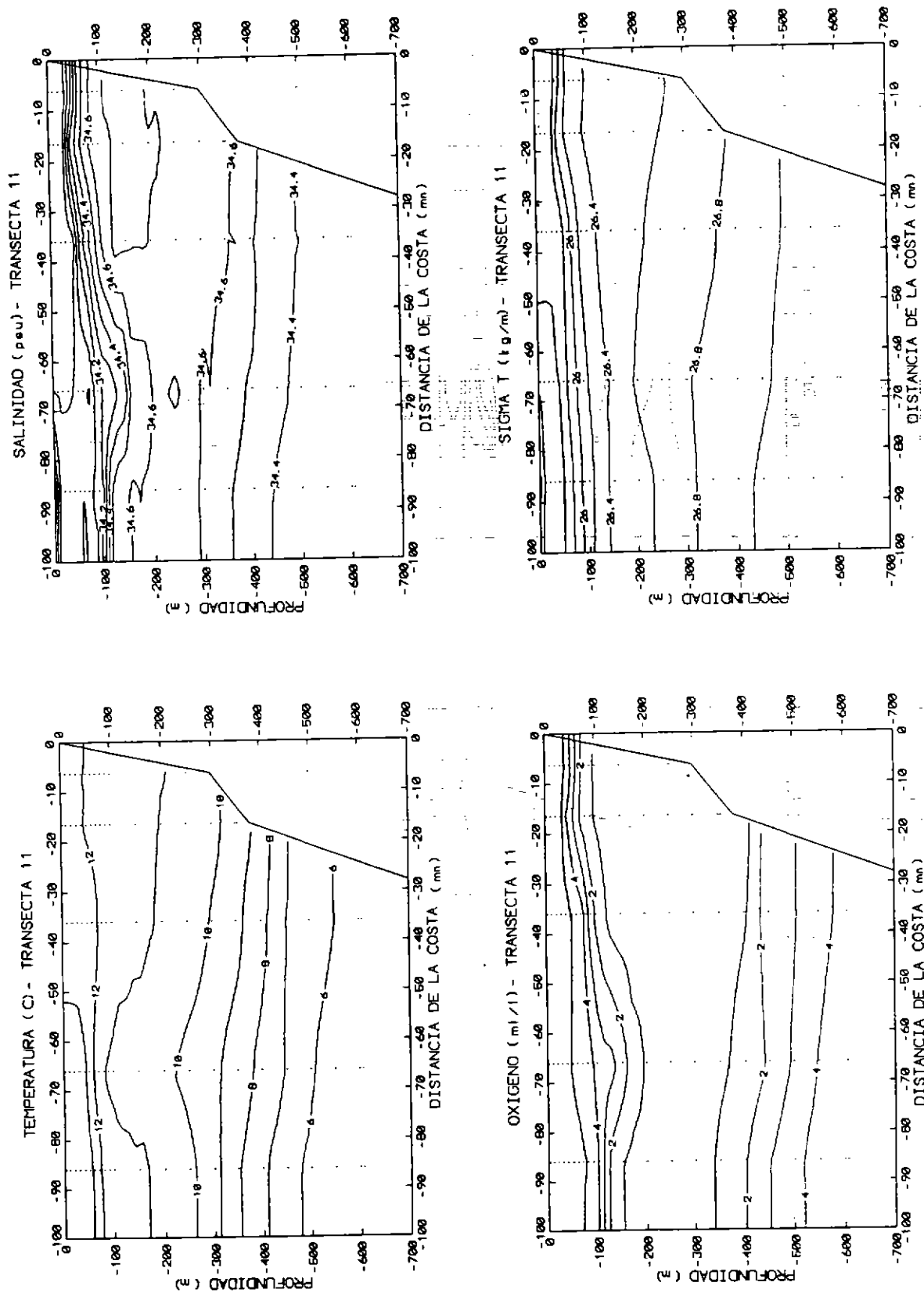


Fig. 65. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 11).

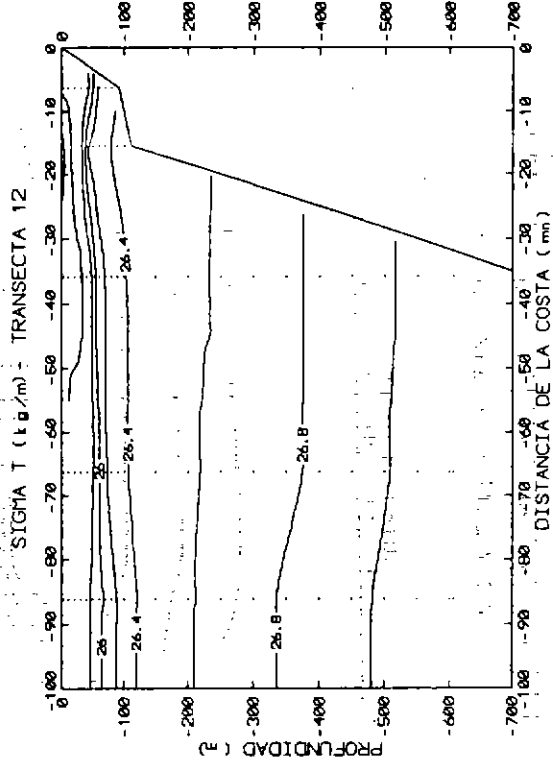
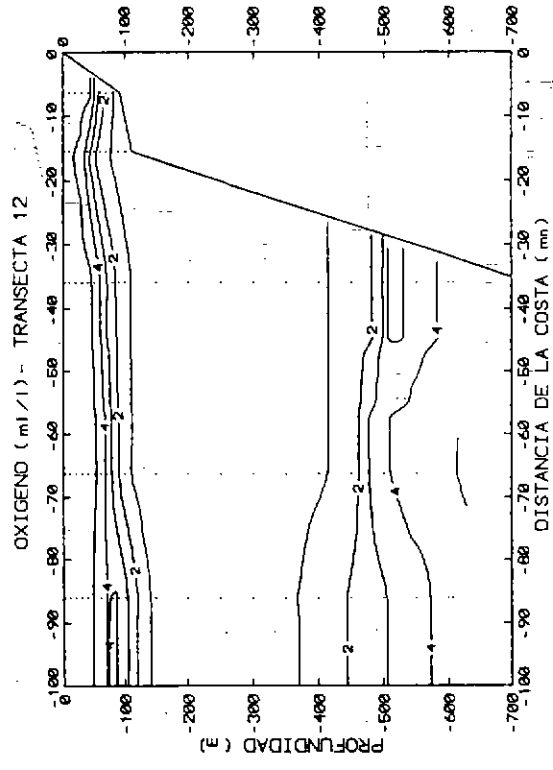
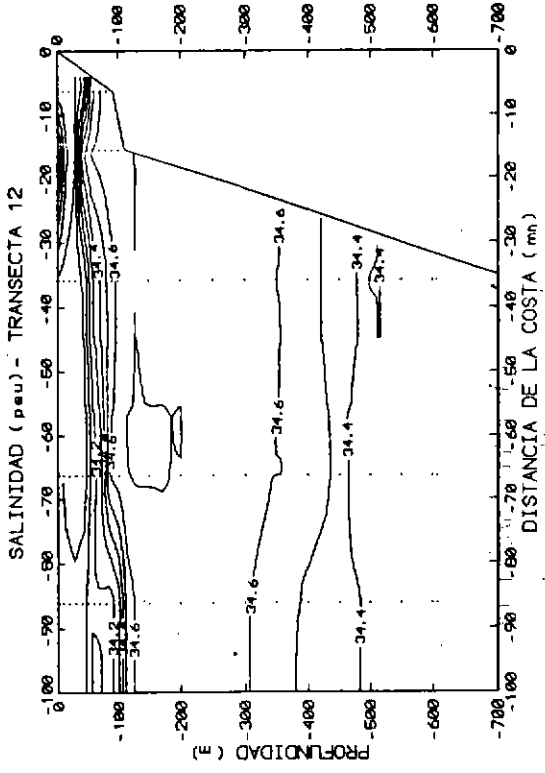
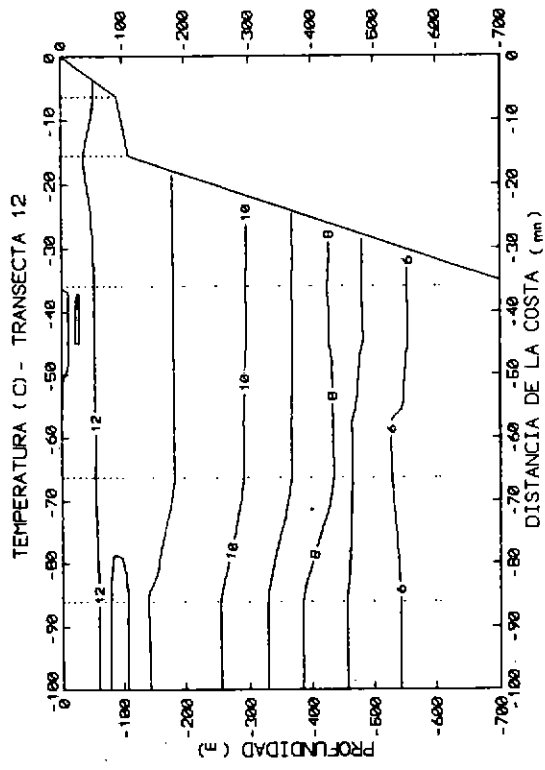


Fig. 66. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 12).

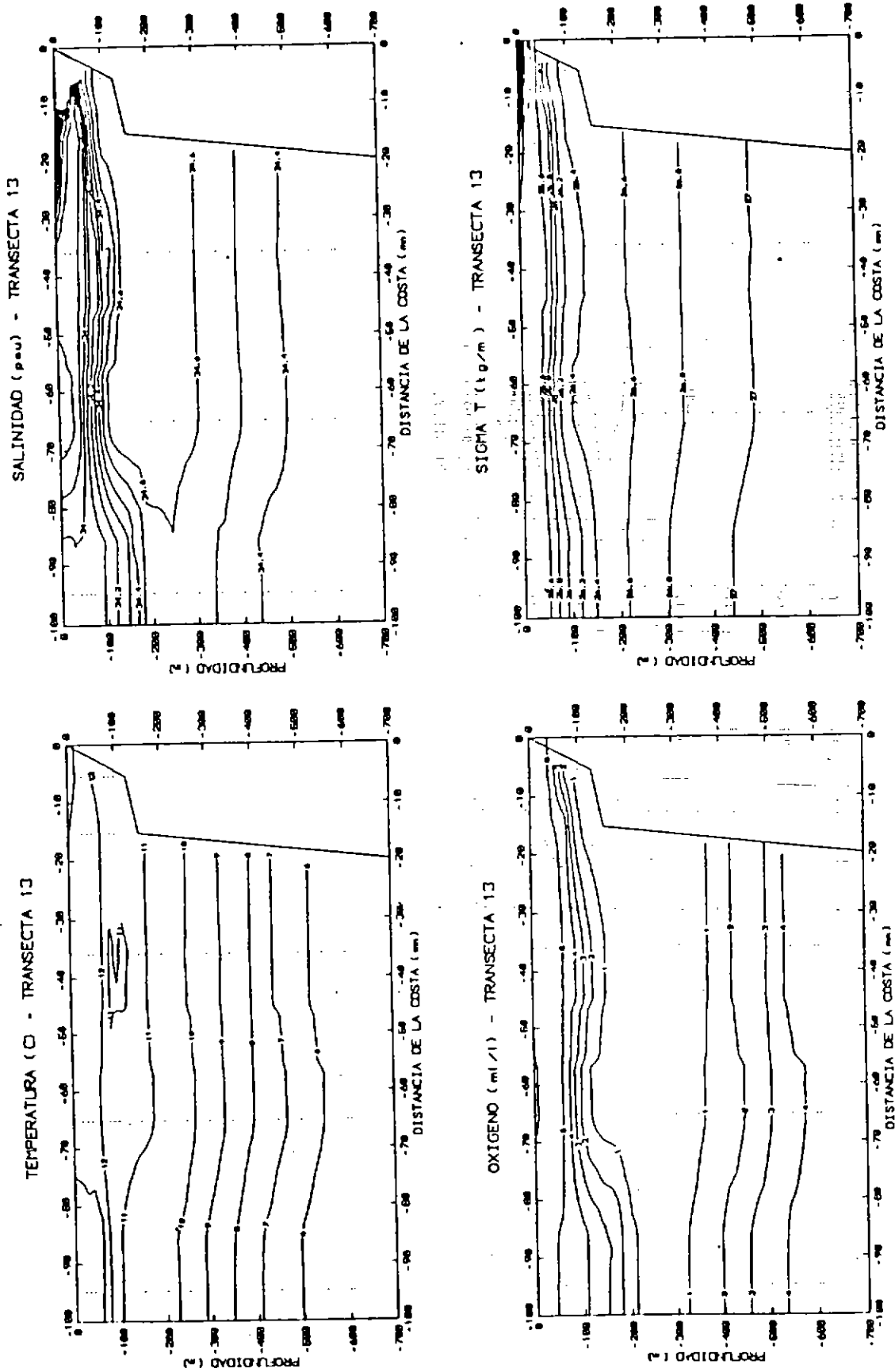


Fig. 67. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 13).

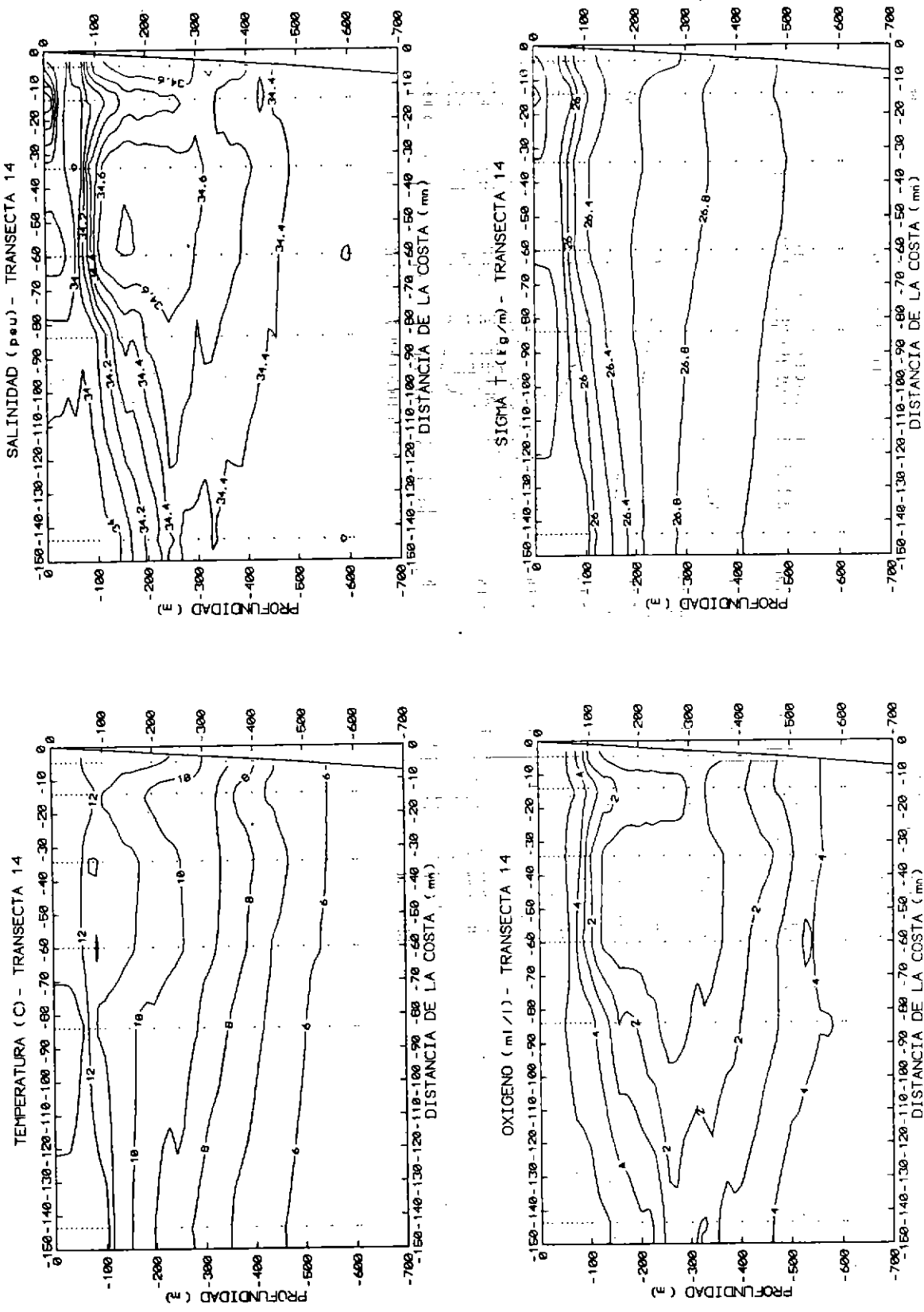


Fig. 68. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 14).

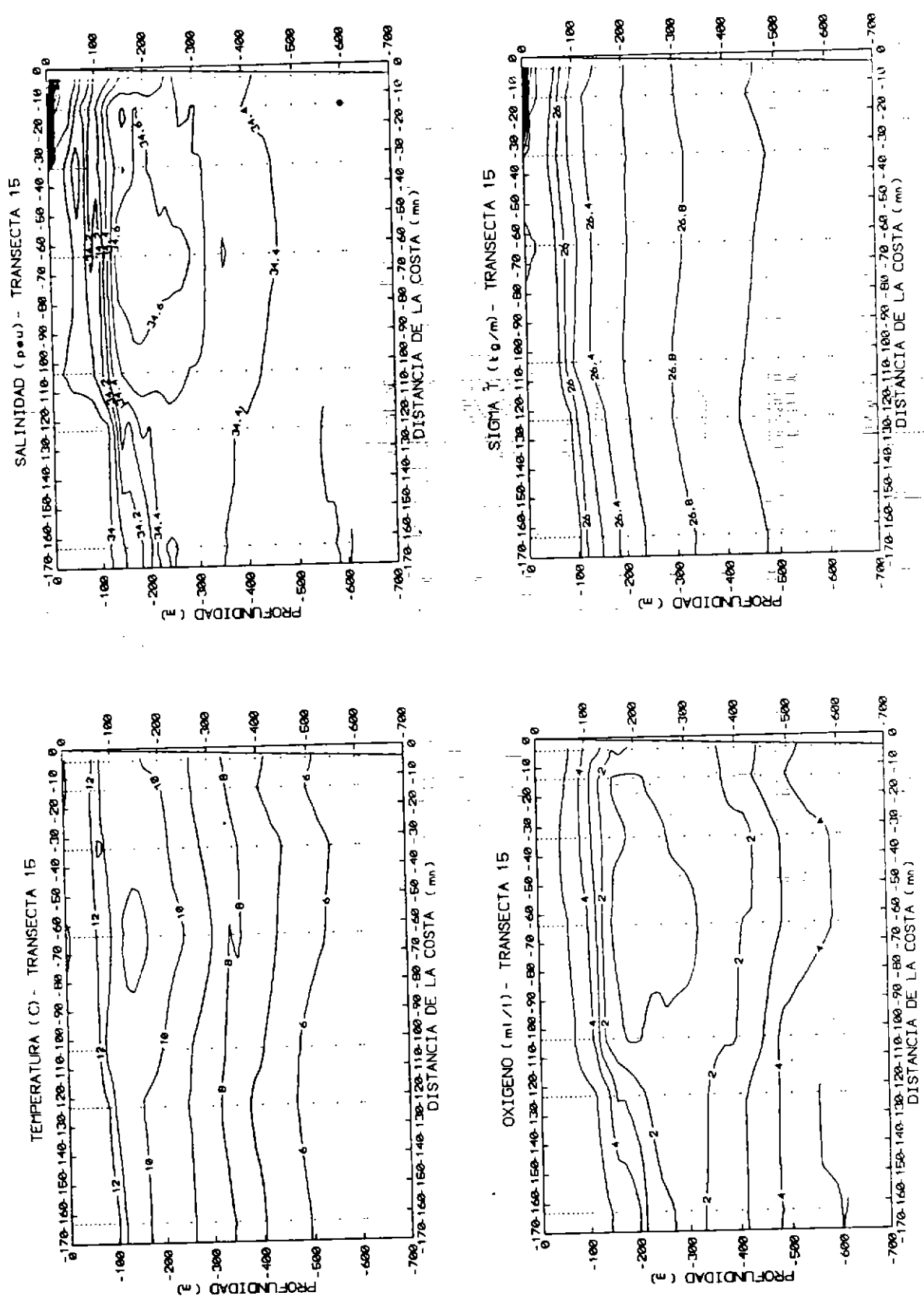


Fig. 69. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 15).

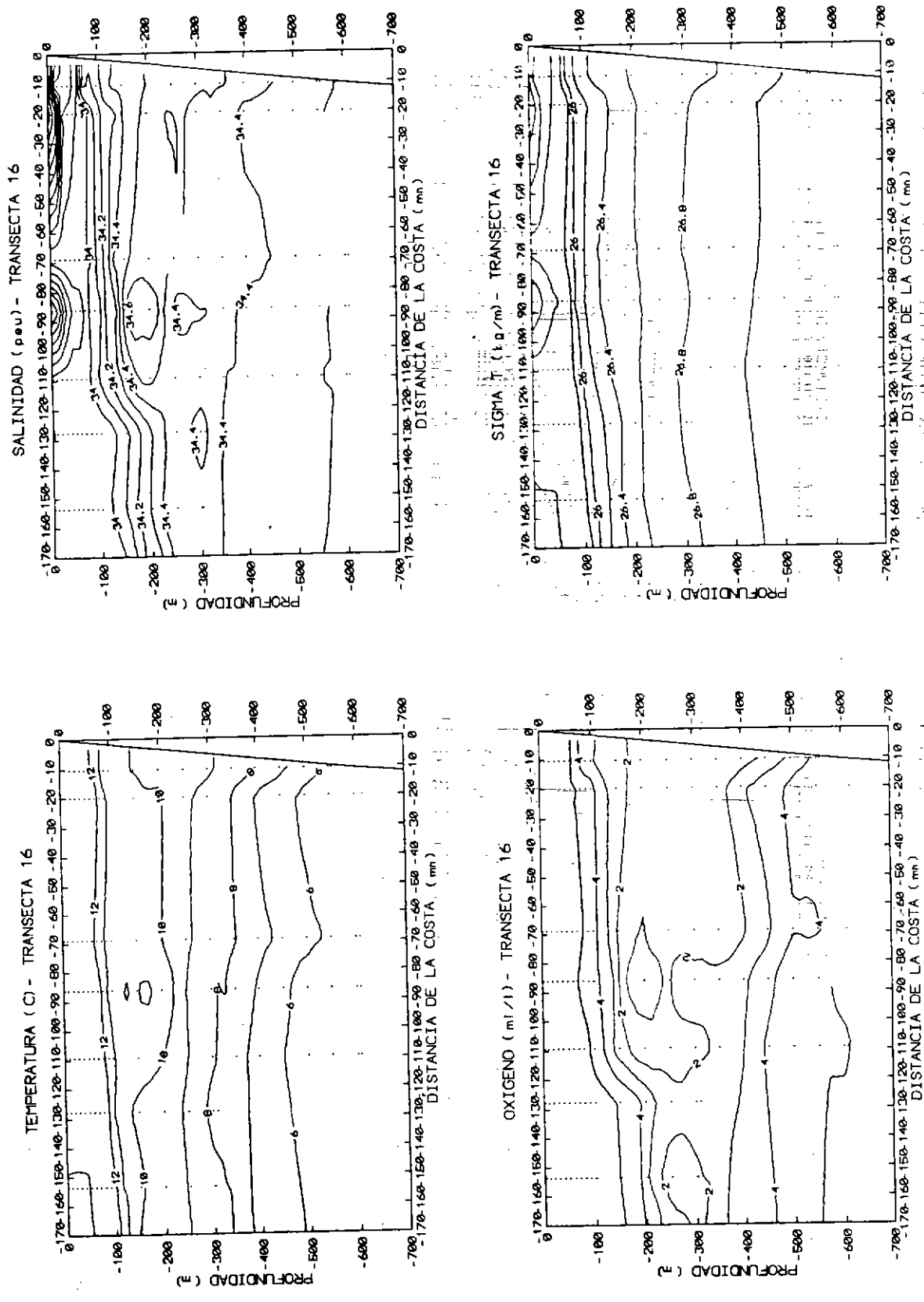


Fig. 70. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 16).

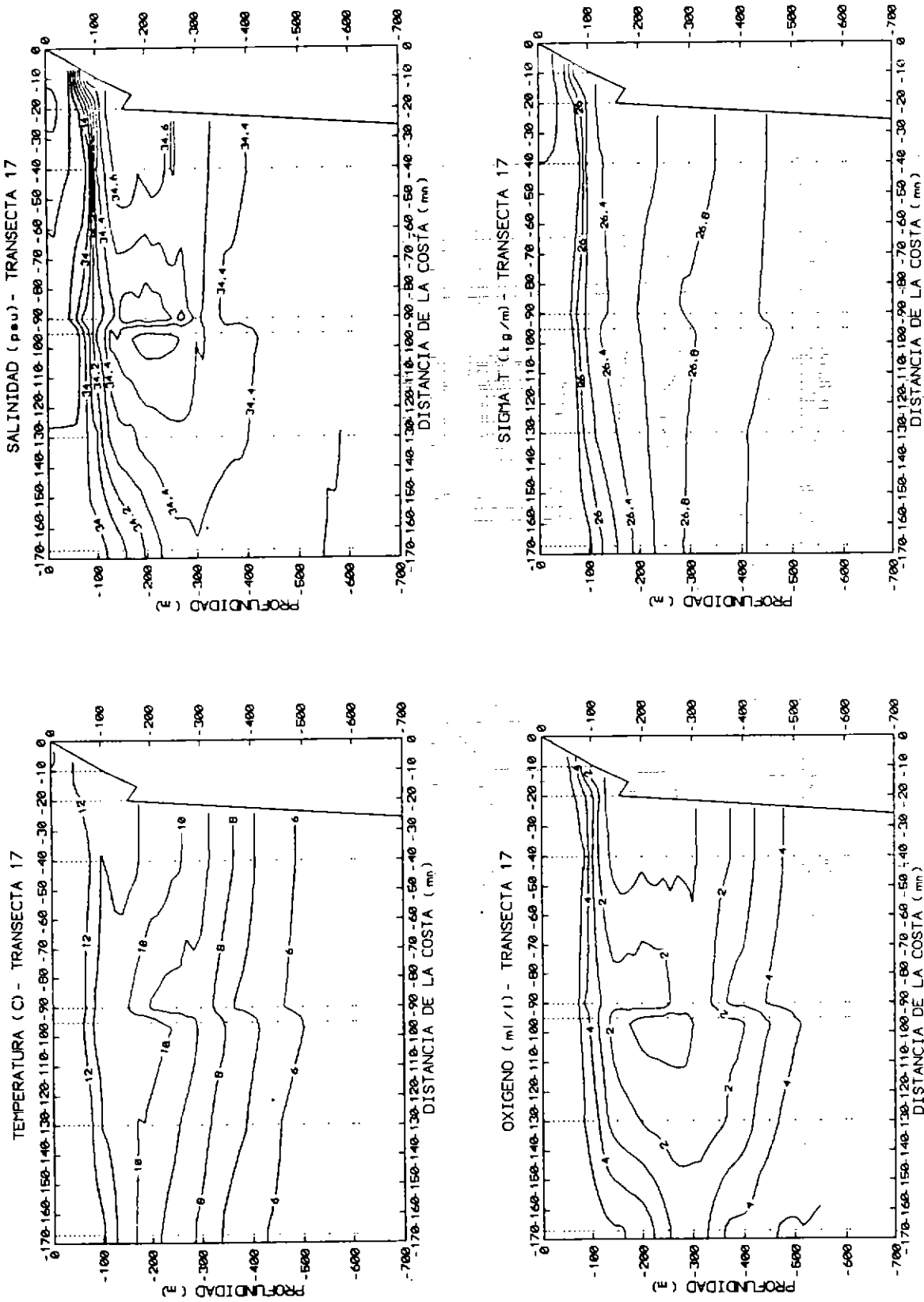


Fig. 71. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y  $\sigma_t$  (transecta 17).

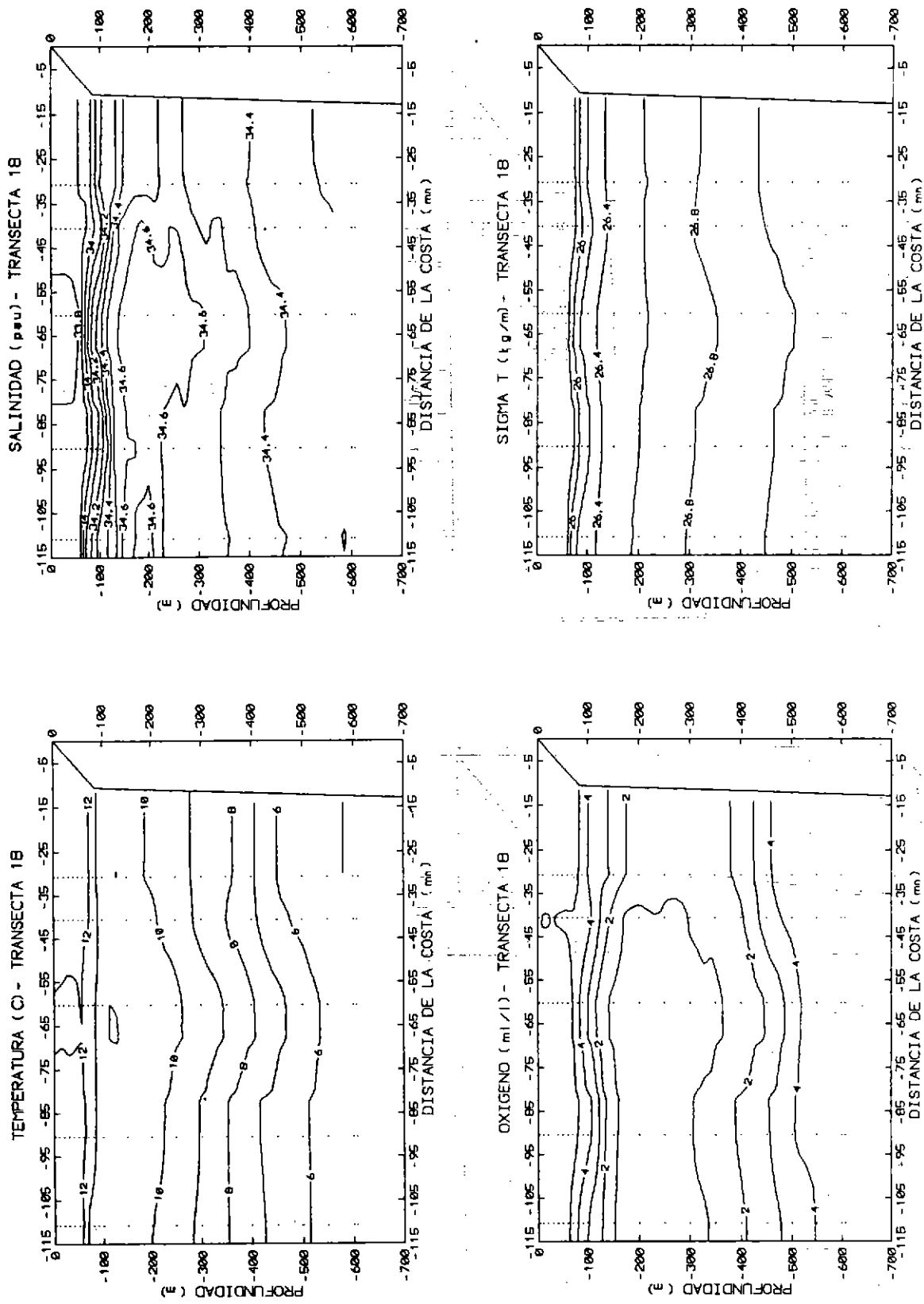


Fig. 72. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 18).



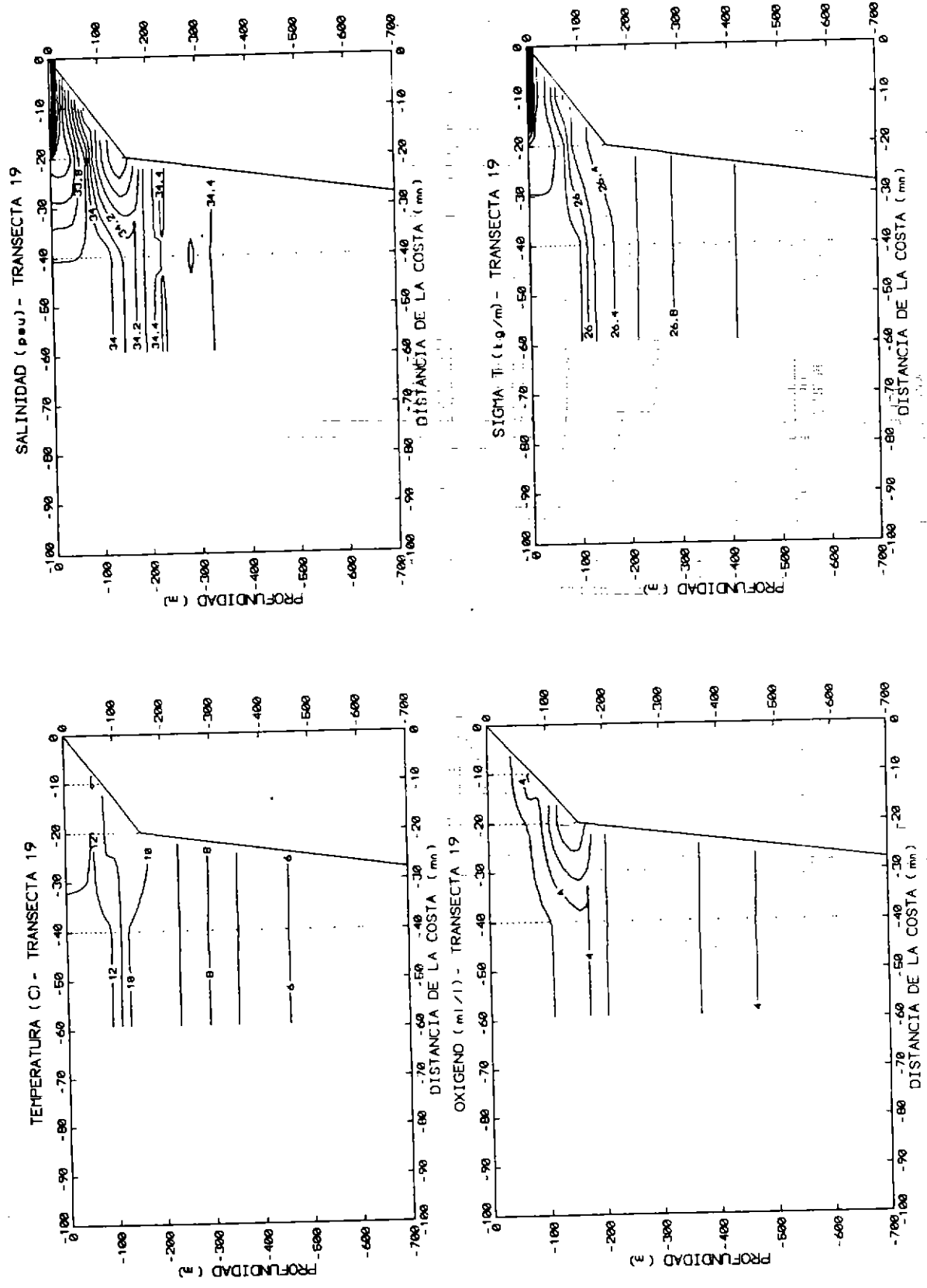


Fig. 73. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 19).

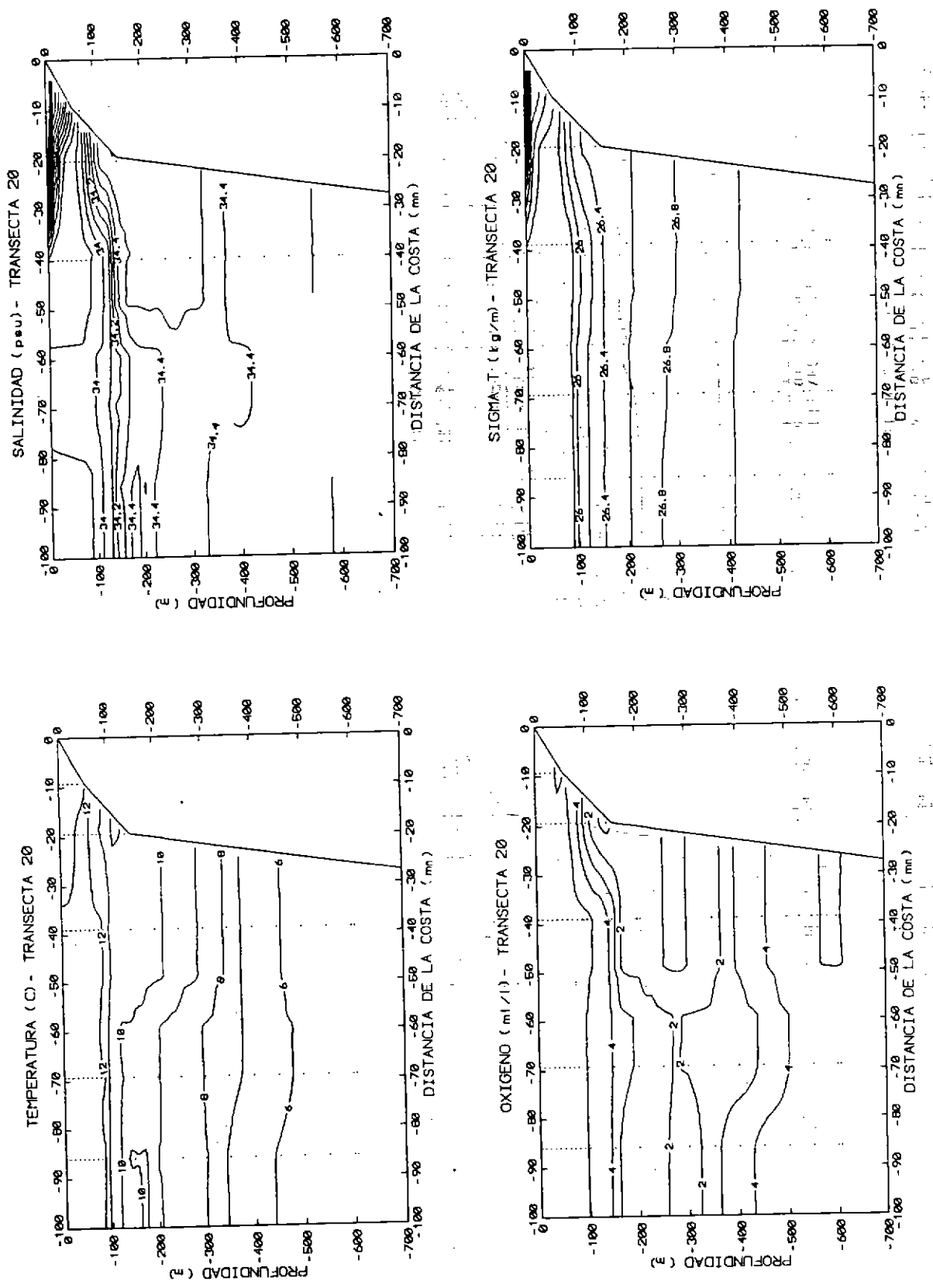


Fig. 74. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 20).

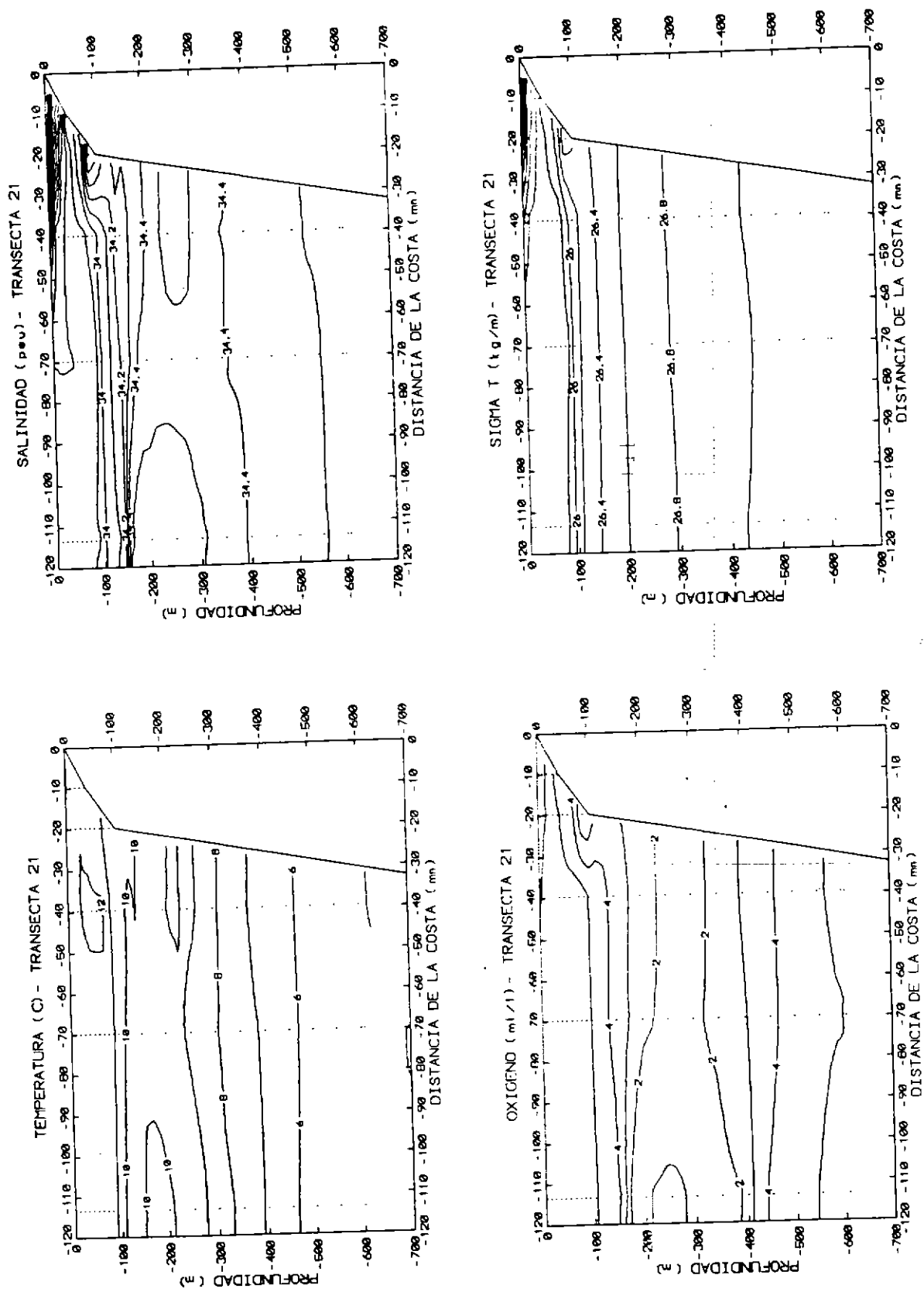


Fig. 75. Distribución vertical de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t (transecta 21).

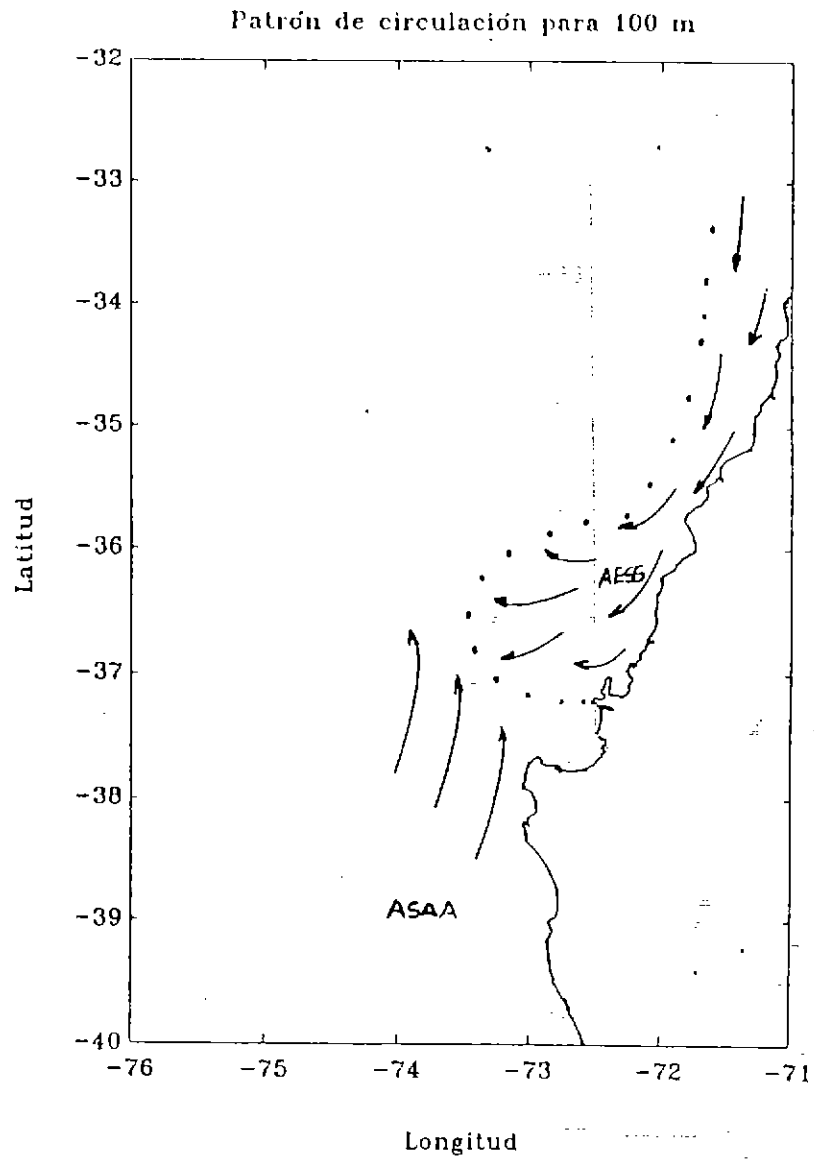


Fig. 76. Circulación sugerida por la hidrografía (100 m).

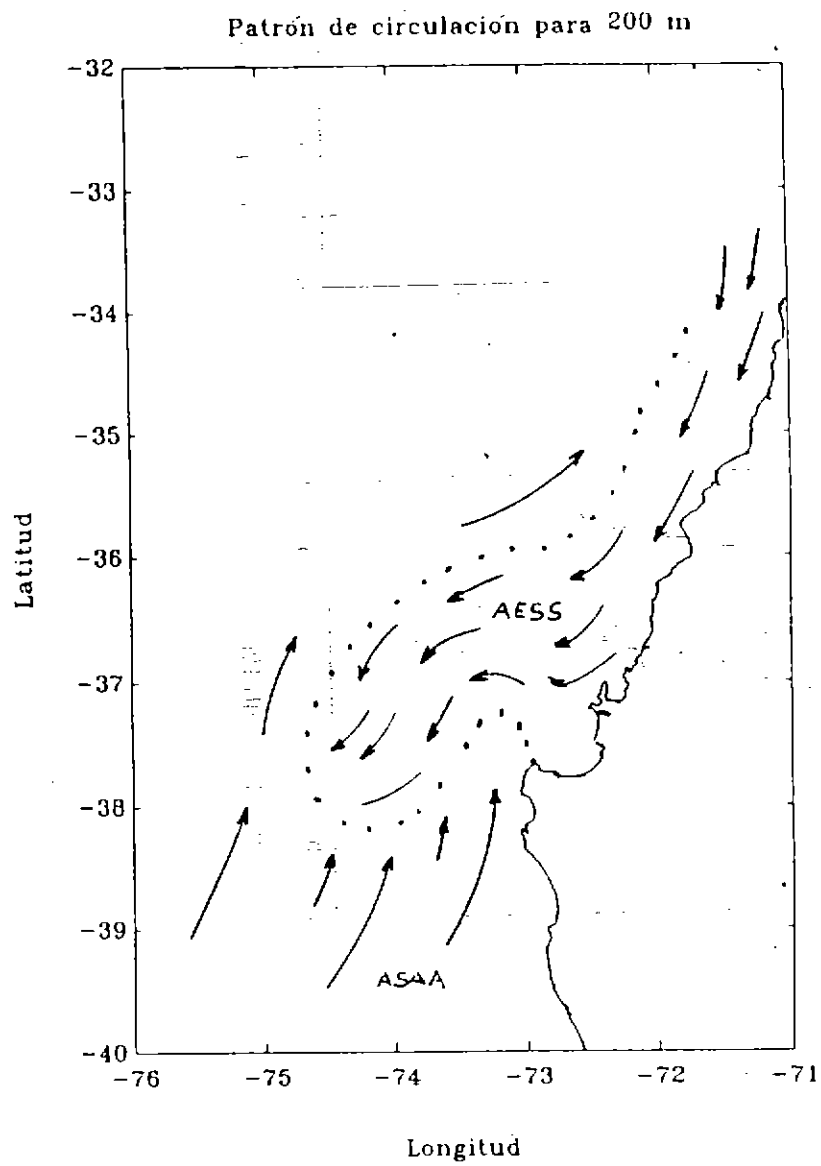


Fig. 77. Circulación sugerida por la hidrografía (200 m).

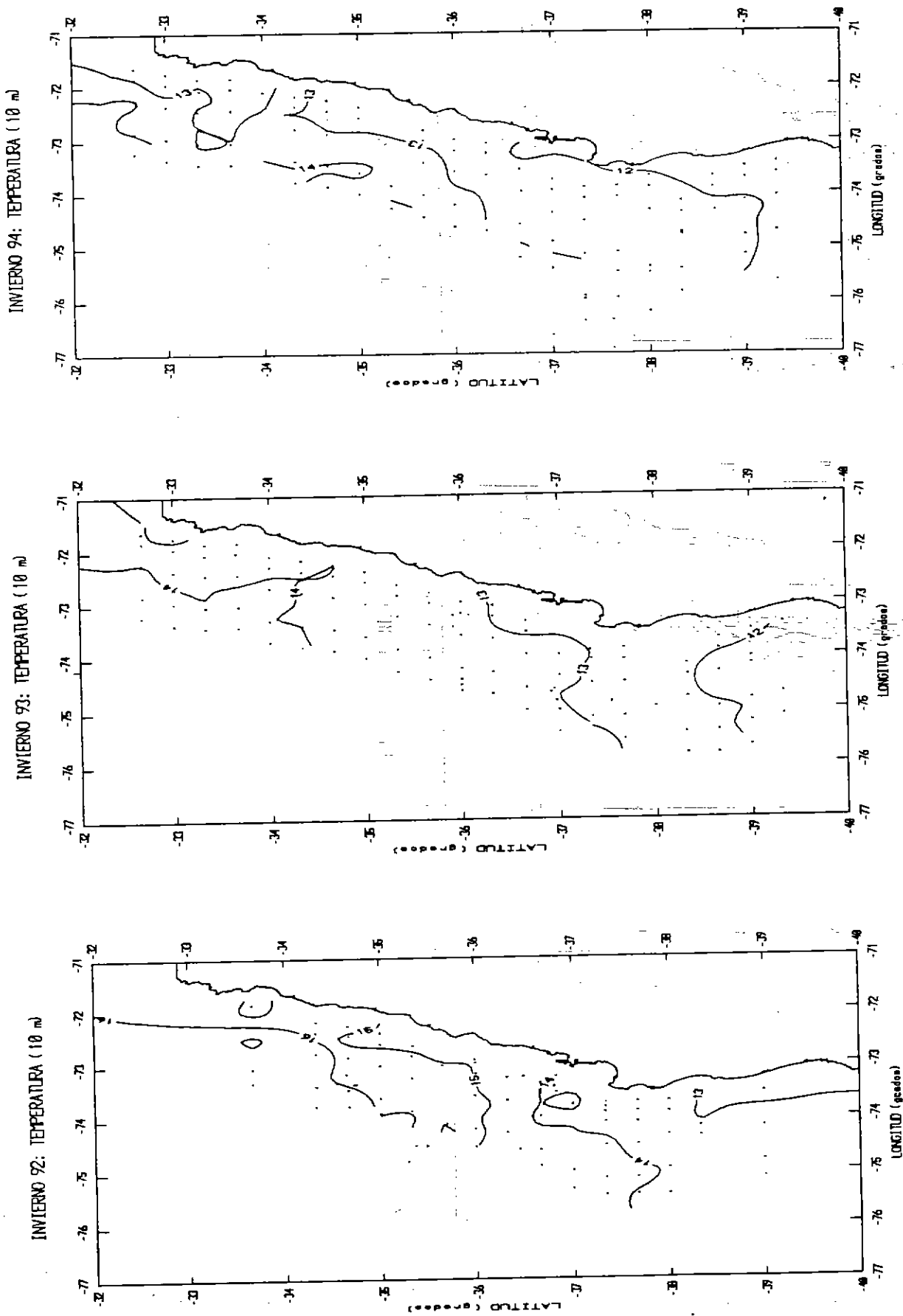


Fig. 78. Temperatura durante crueros 1992, 1993 y 1994 (10 m).

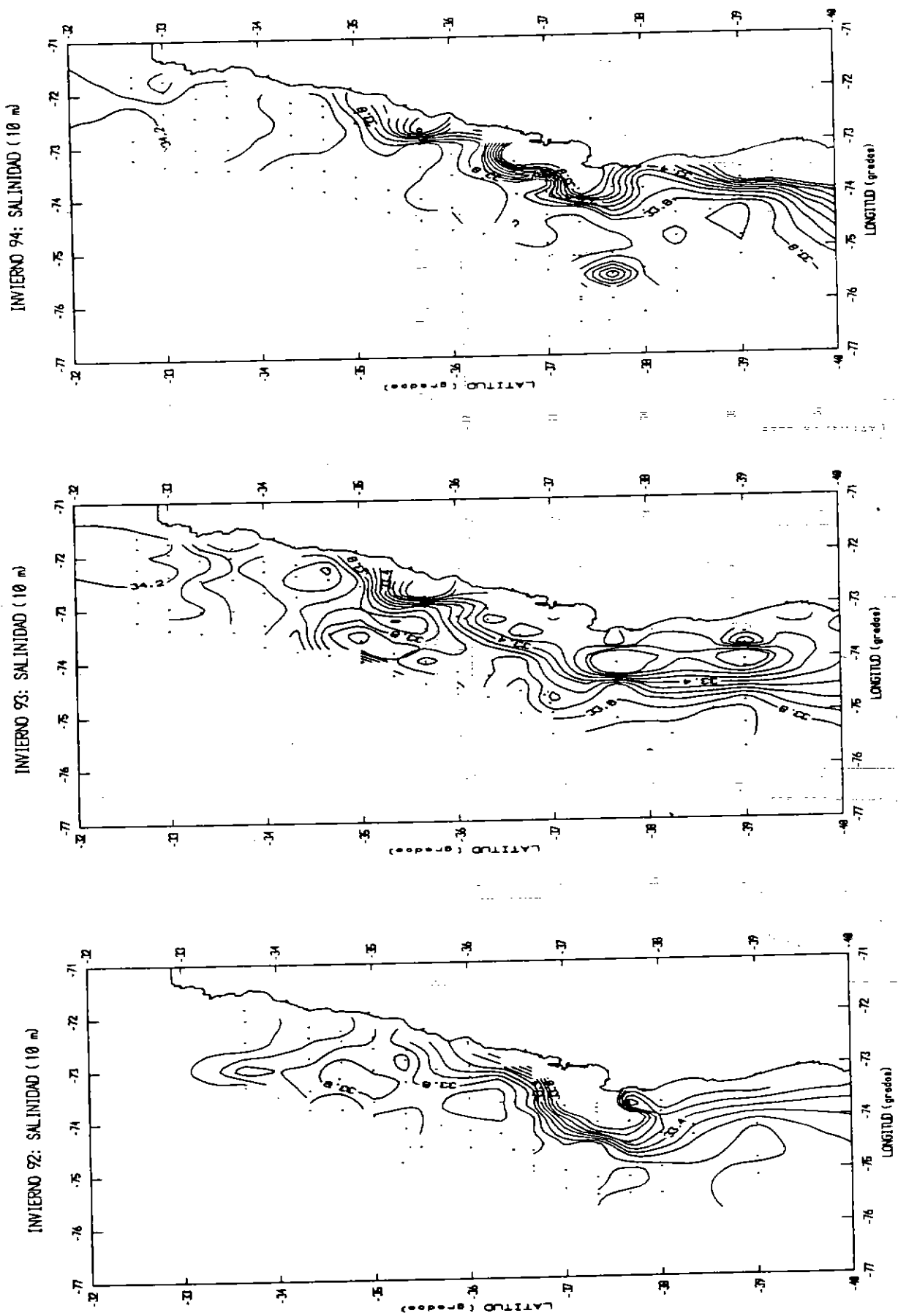


Fig. 79. Salinidad durante cruces 1992, 1993 y 1994 (10 m).

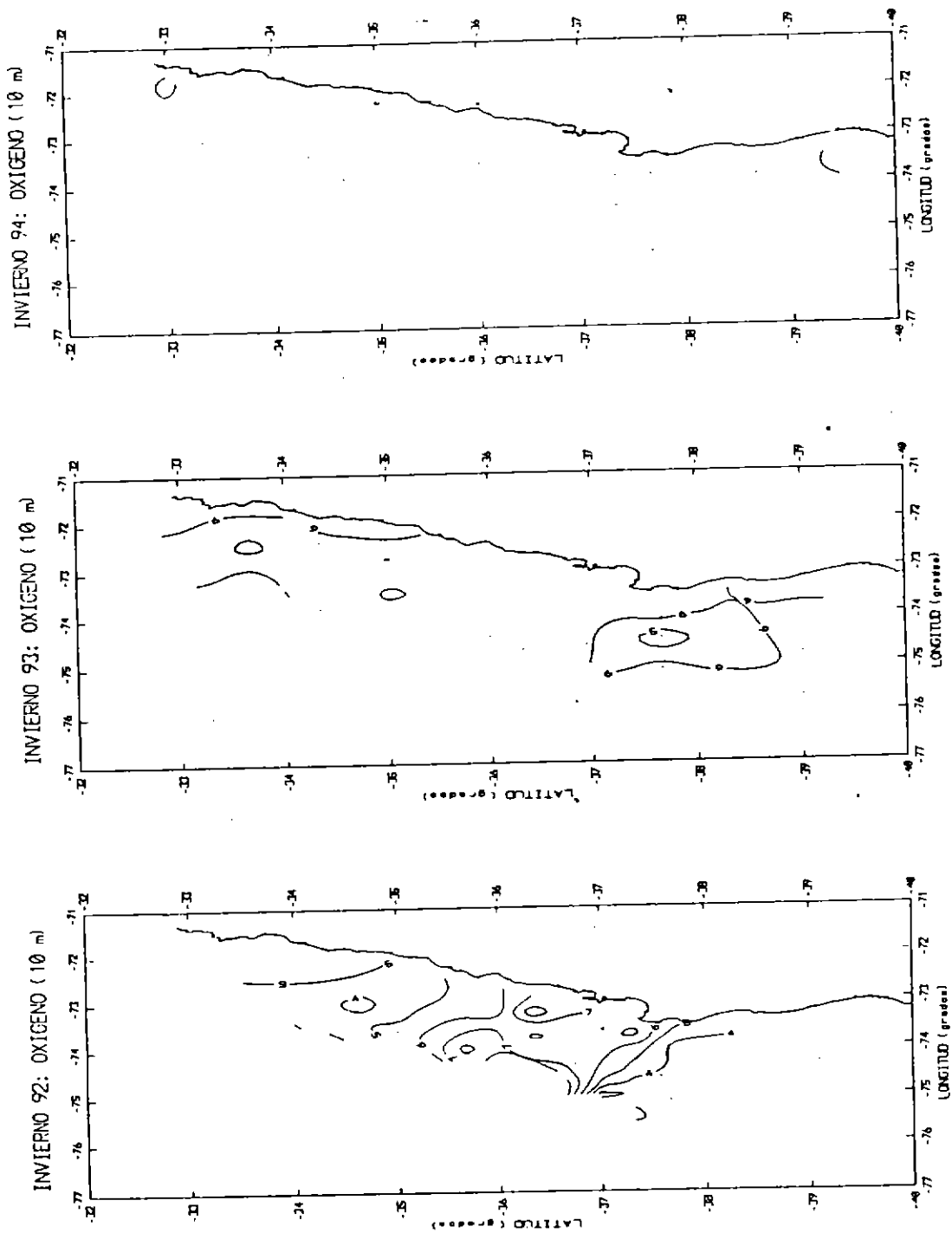


Fig. 80. Oxígeno disuelto durante cruces 1992, 1993 y 1994 (10 m).



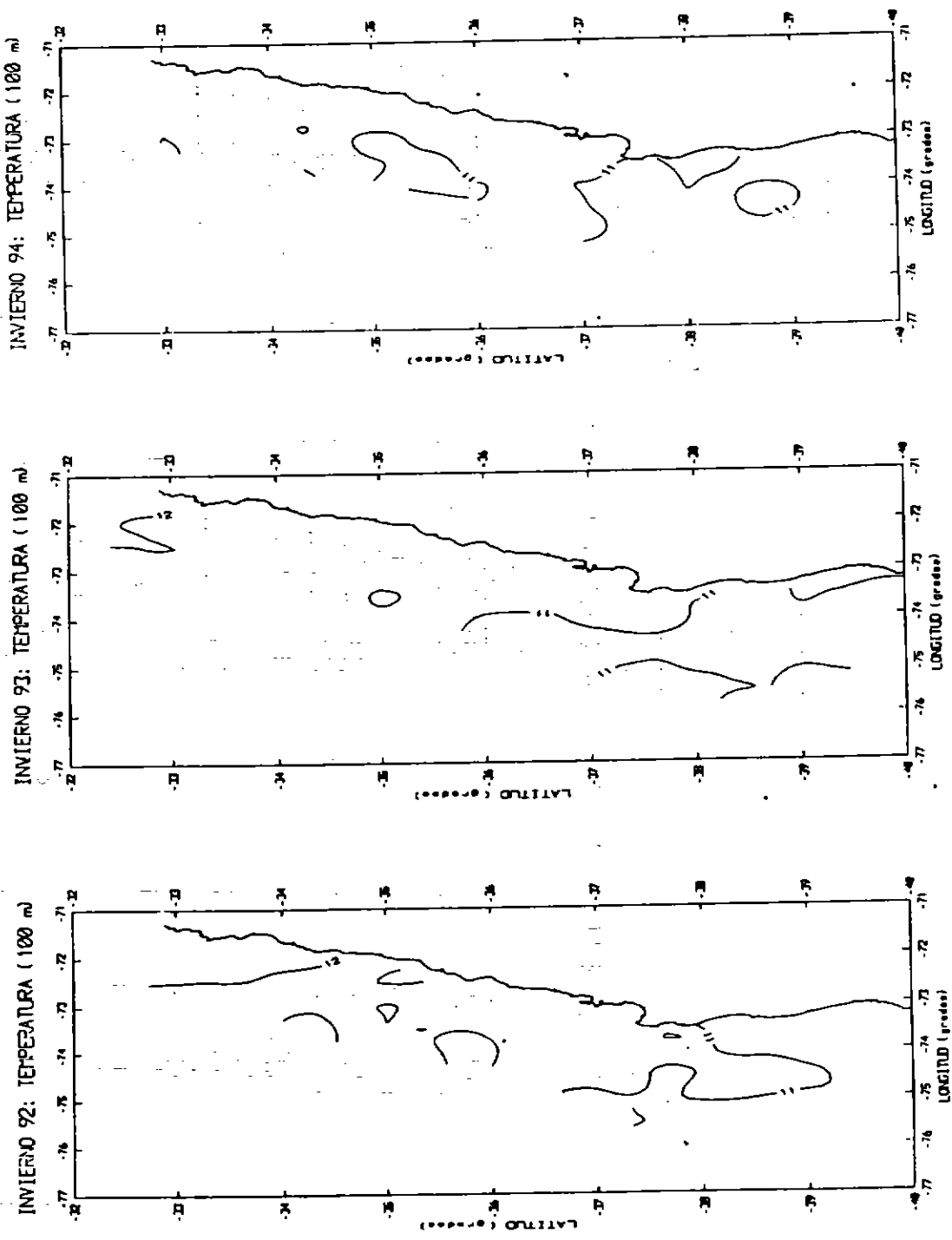


Fig. 81. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (100 m).

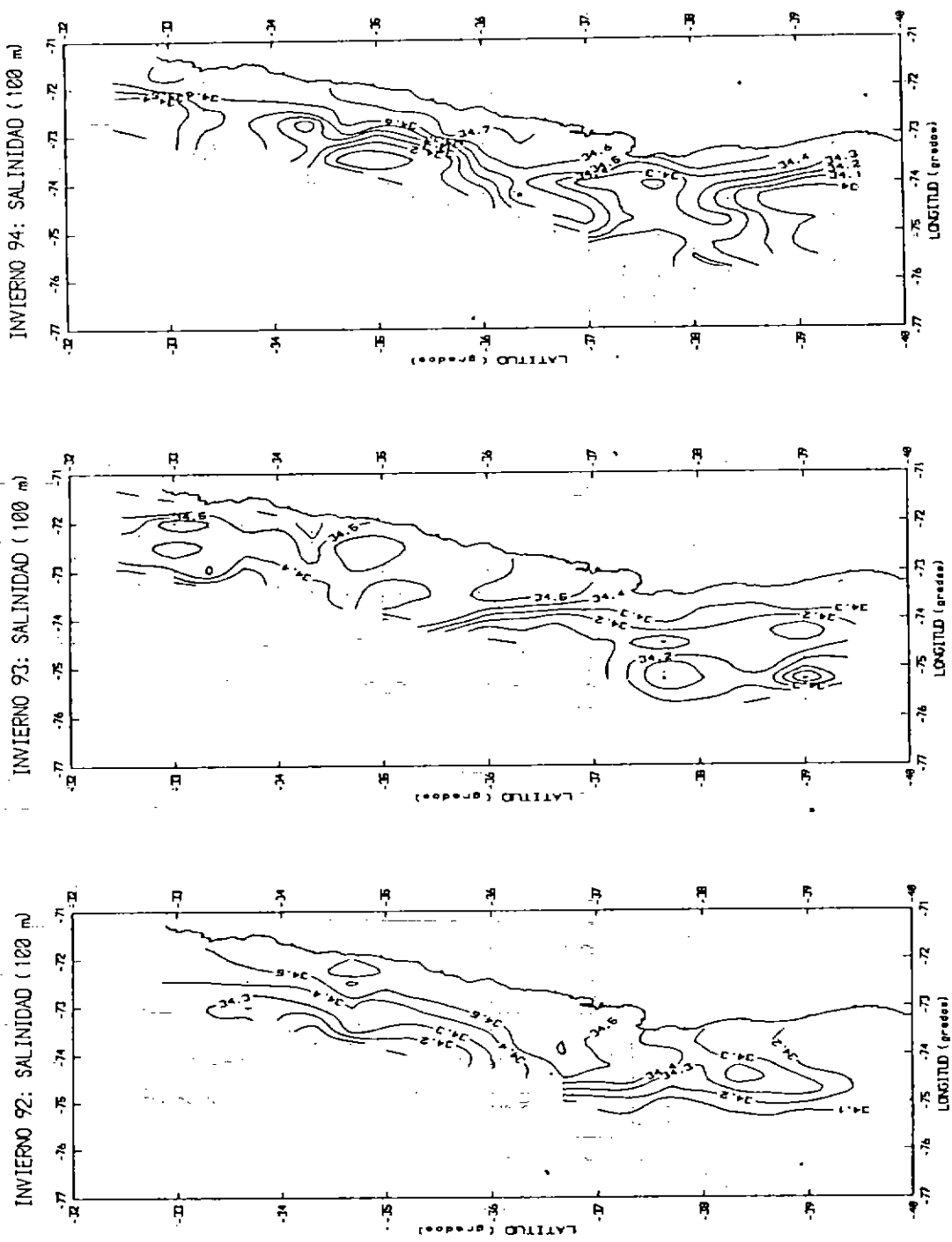


Fig. 82. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (100 m).

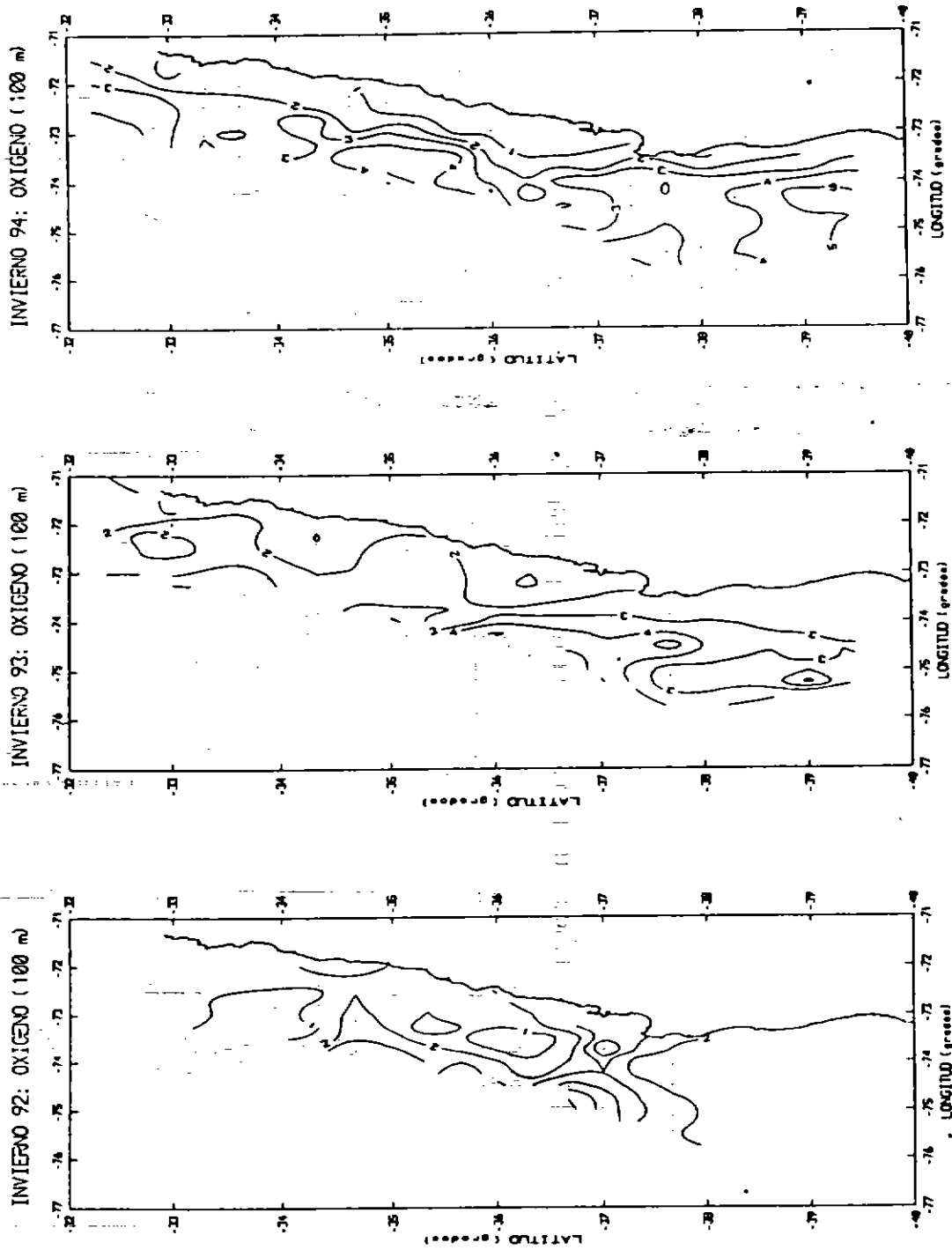


Fig. 83. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (100 m).

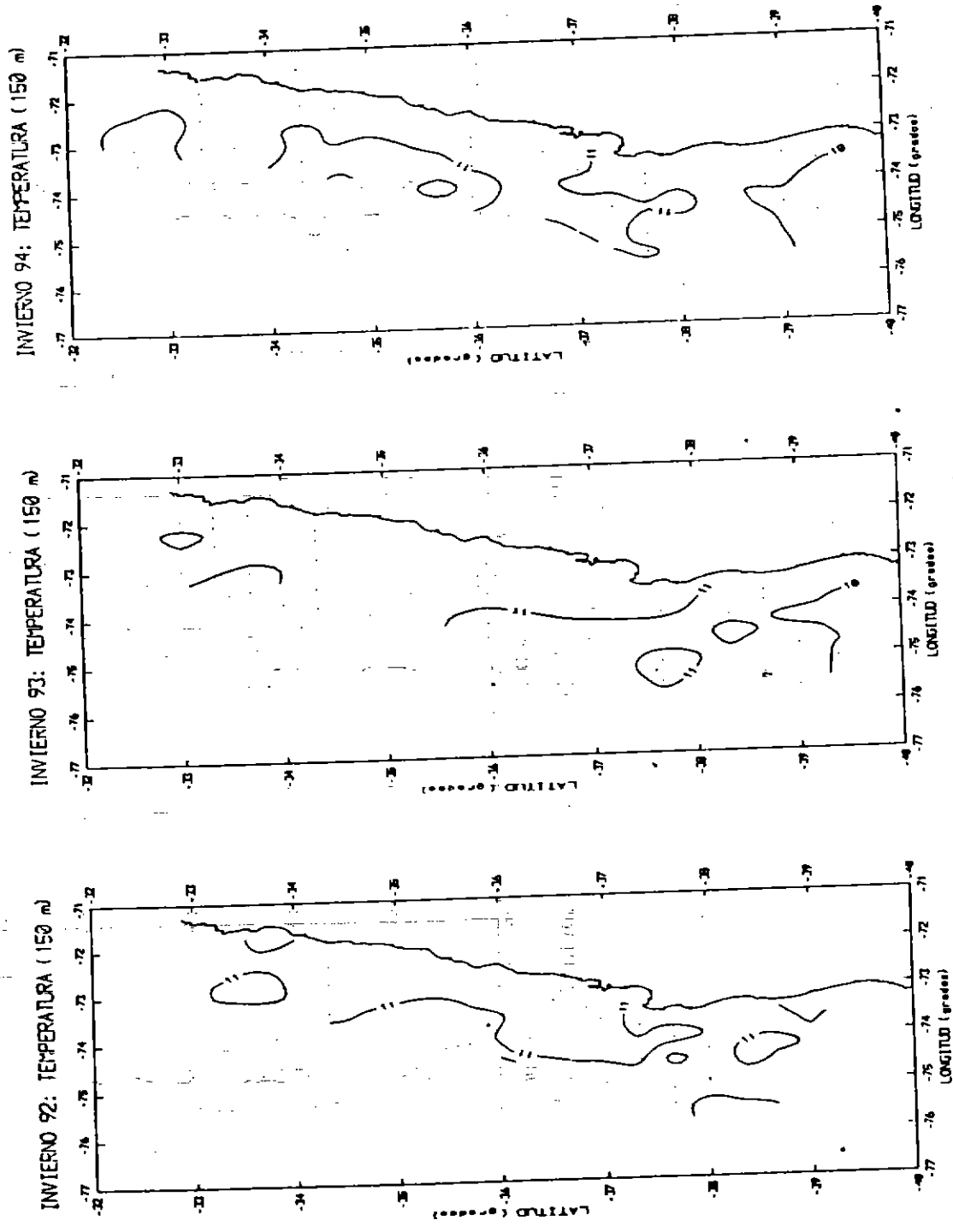


Fig. 84. Temperatura durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).

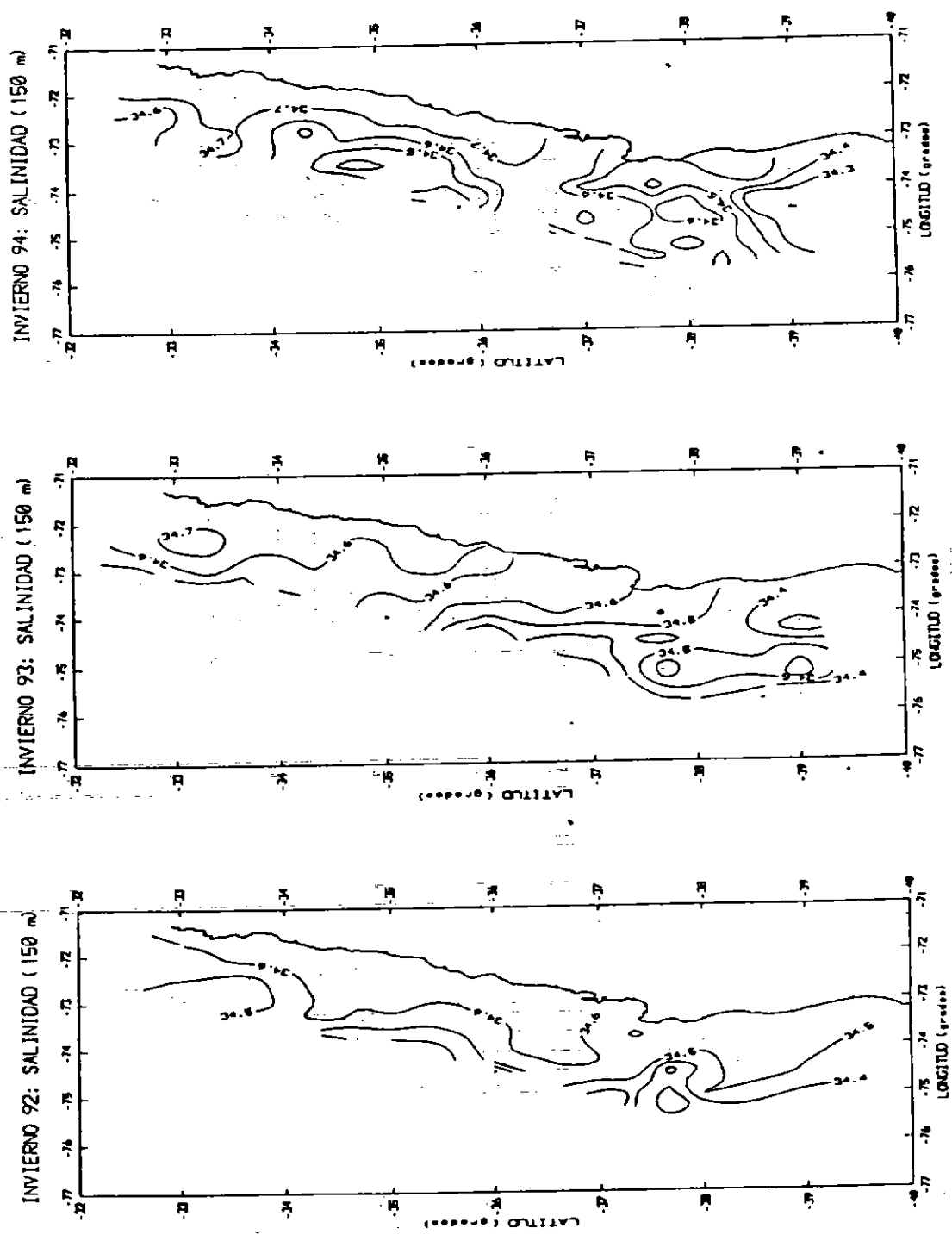


Fig. 85. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).

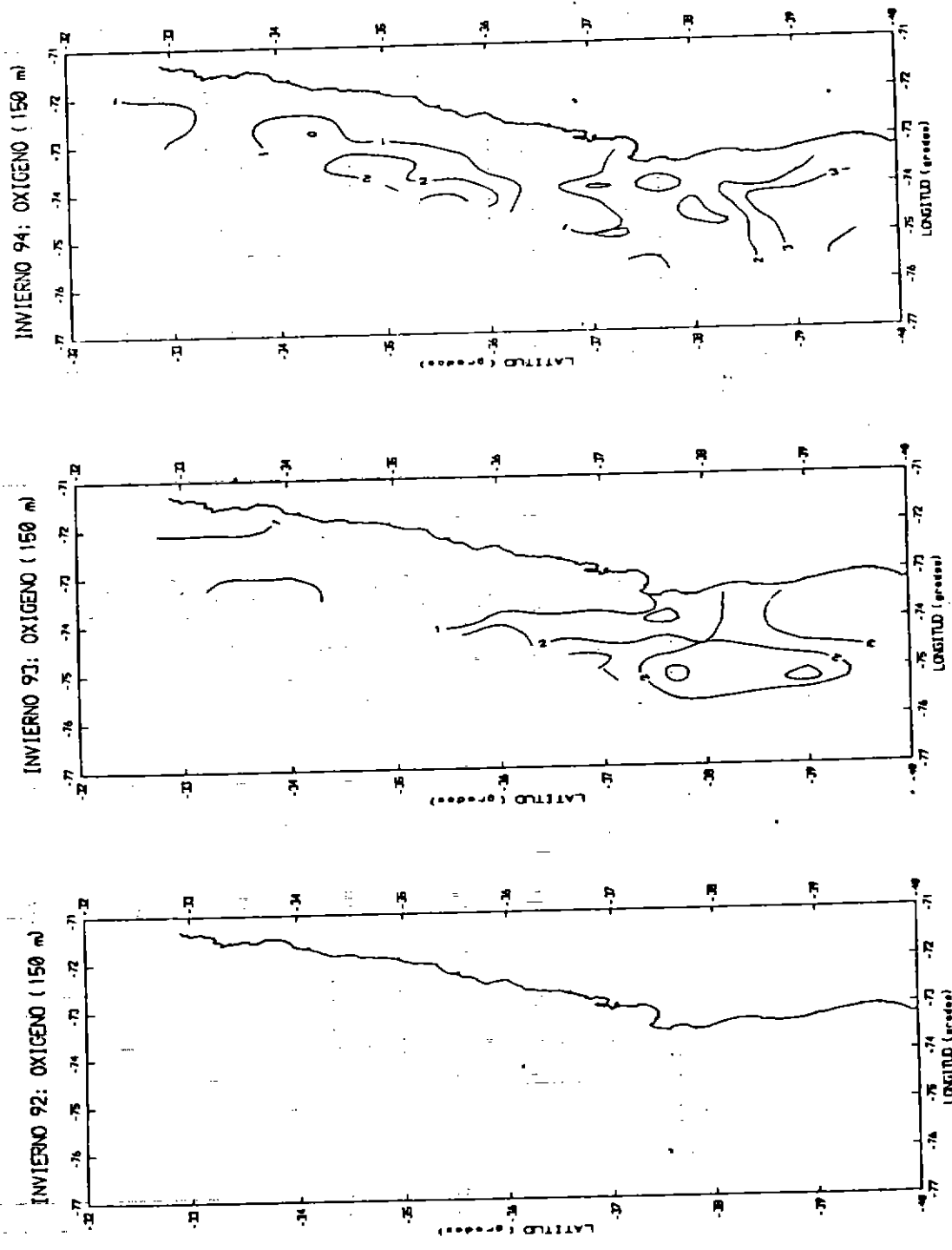


Fig. 86. Oxígeno disuelto durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (150 m).

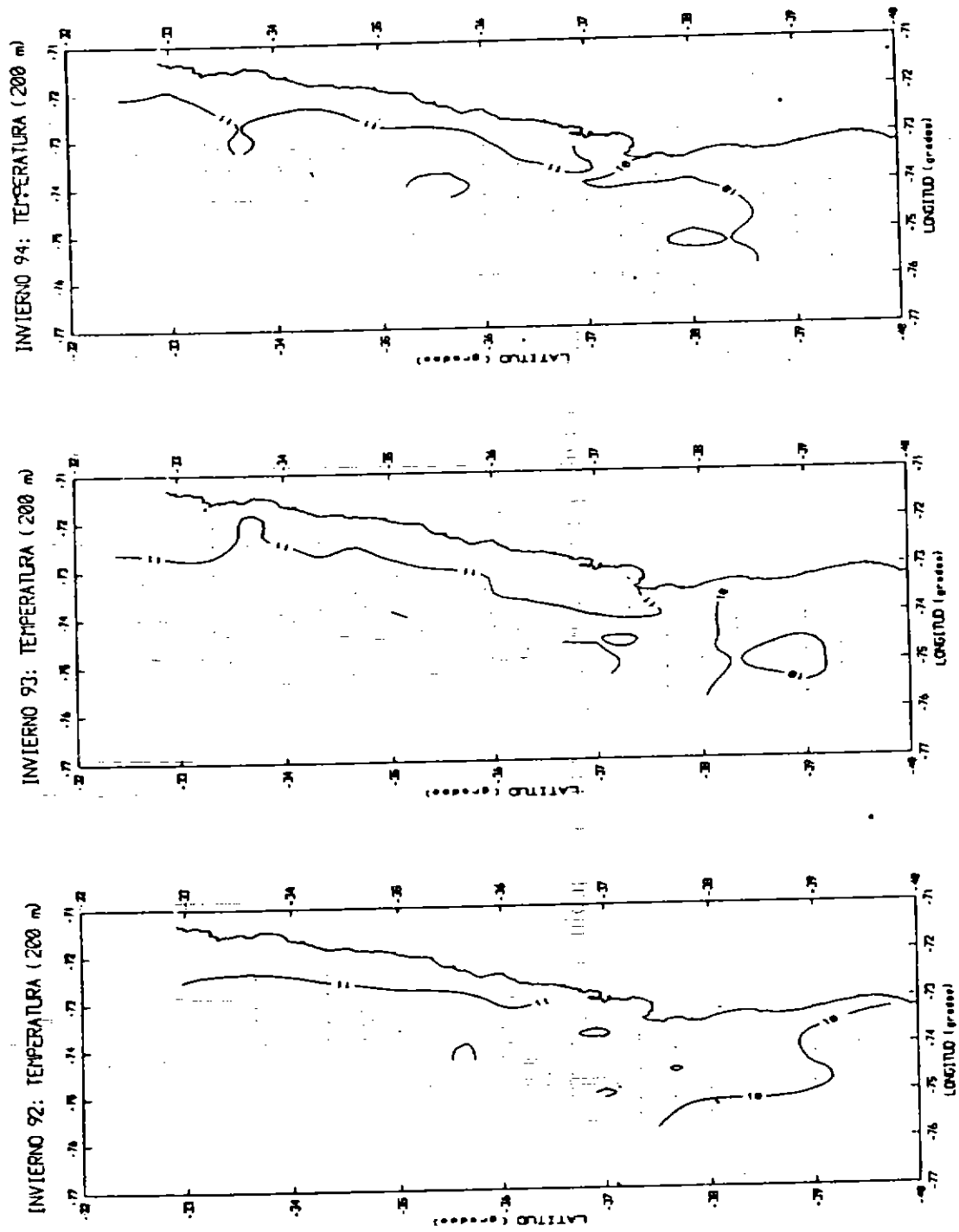


Fig. 87. Temperatura durante crucesos 1992, 1993 y 1994 (200 m).

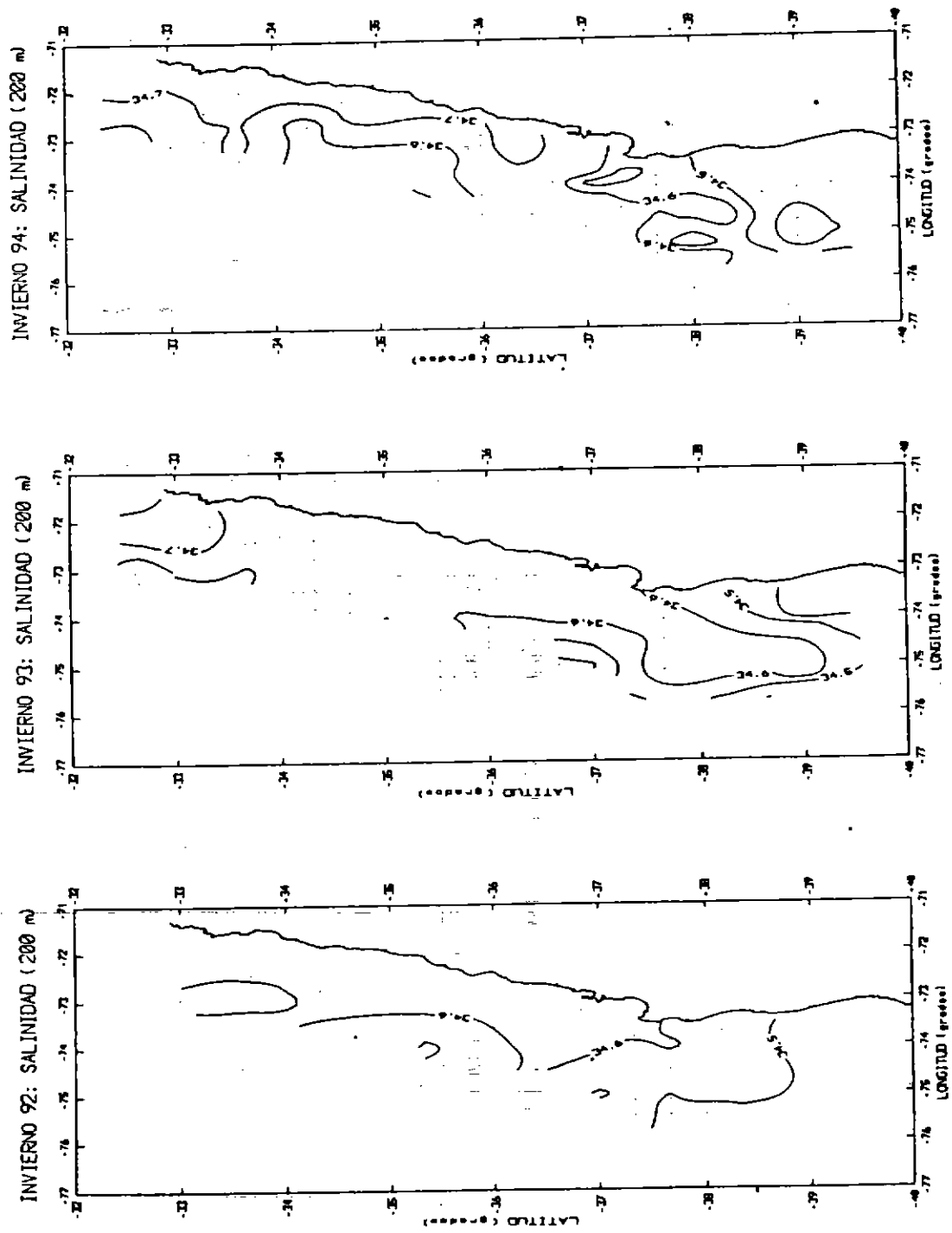


Fig. 88. Salinidad durante cruceros 1992, 1993 y 1994 (200 m).



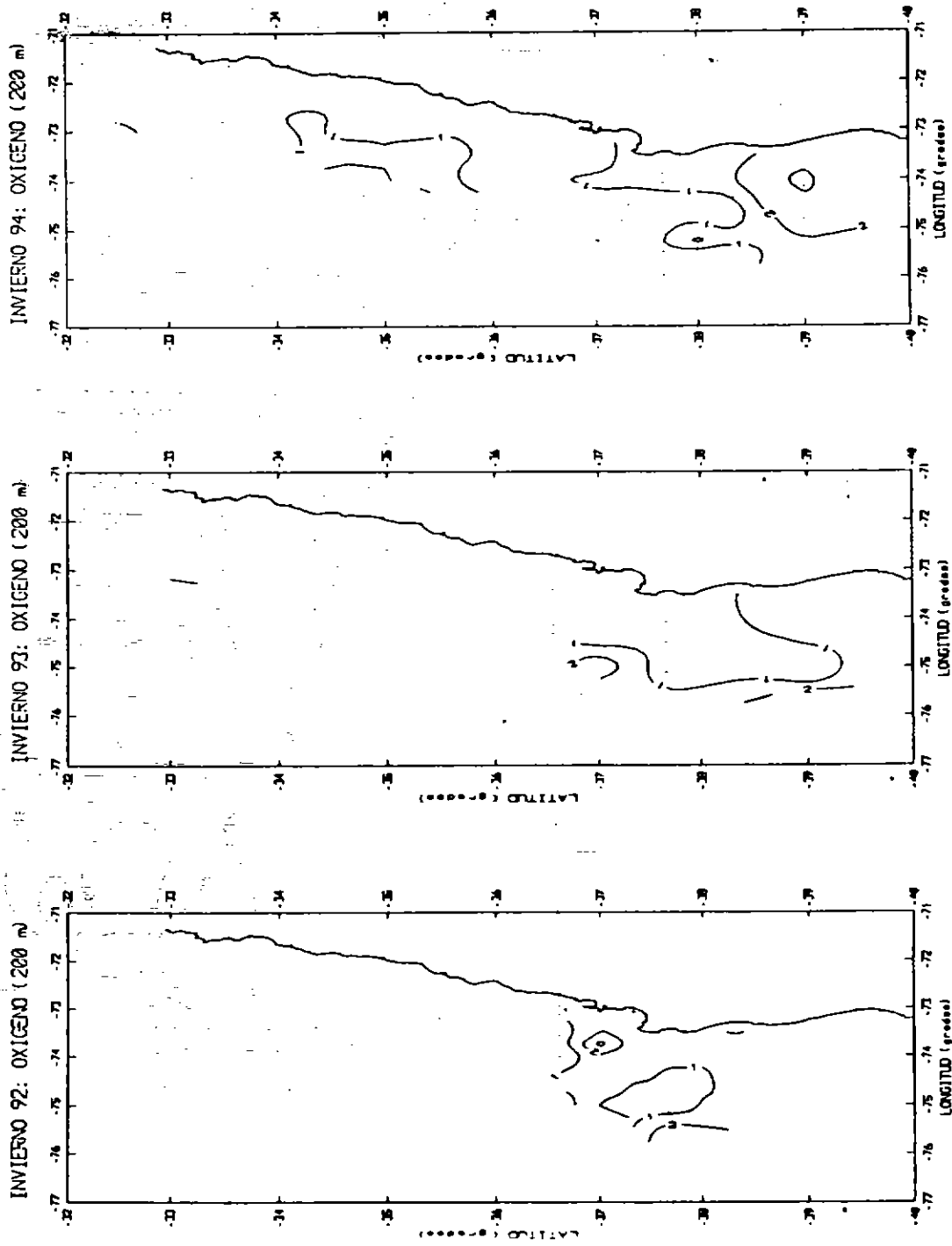


Fig. 89. Oxígeno disuelto durante cruces 1992, 1993 y 1994 (200 m).

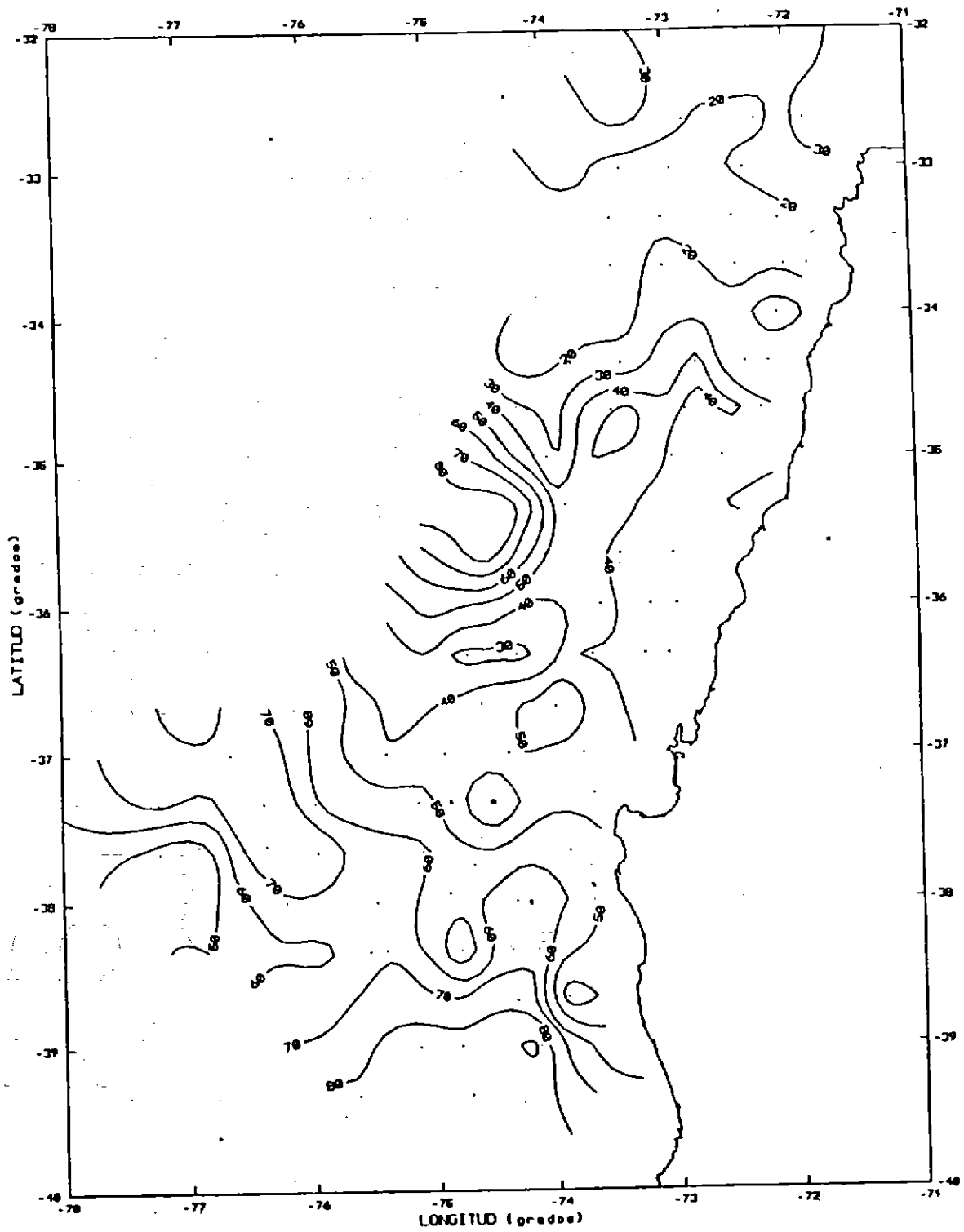


Fig. 90. Distribución horizontal de la profundidad de mezcla.

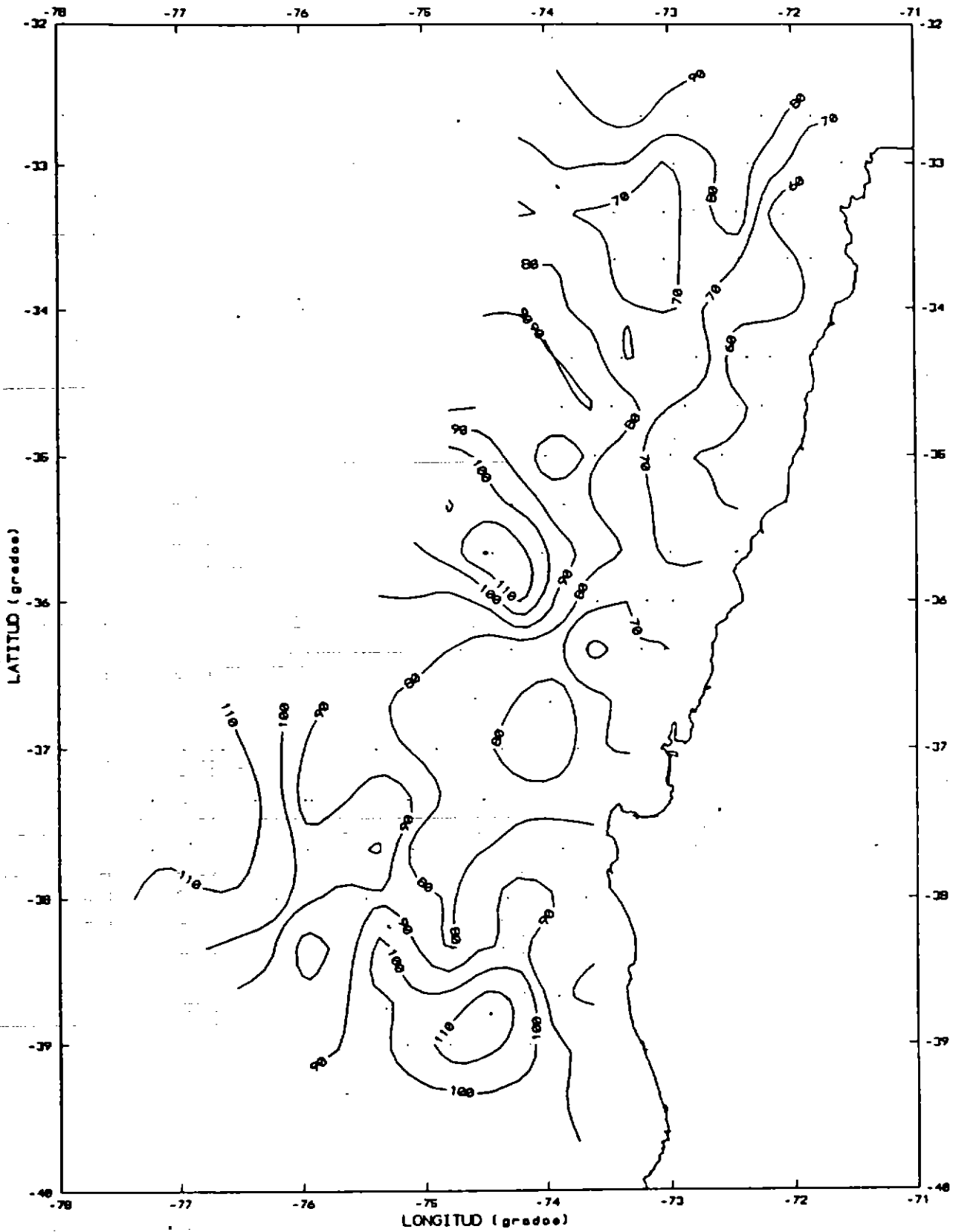


Fig. 91. Distribución horizontal de la profundidad de la base de la termoclina.

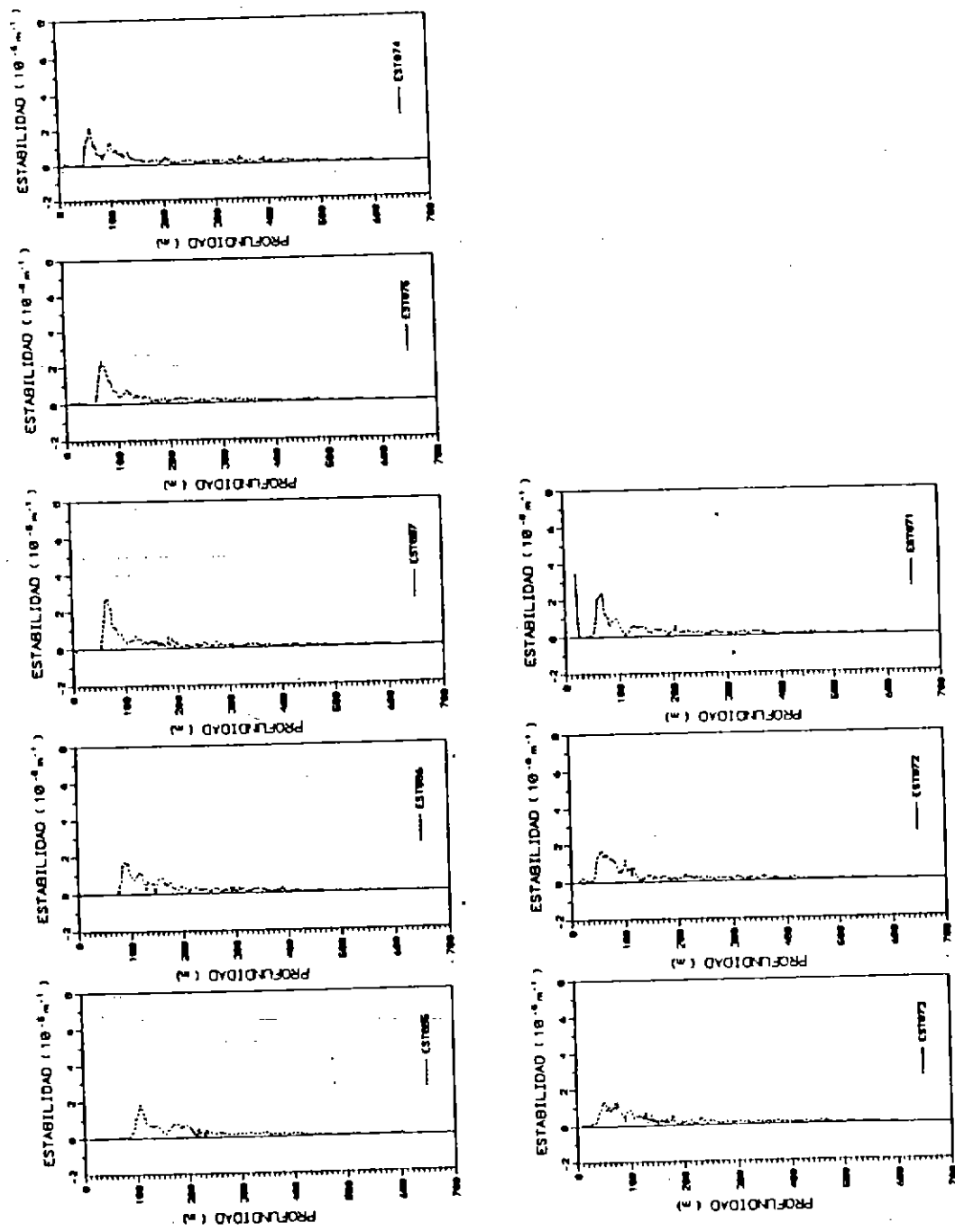


Fig. 92. Distribución vertical de la estabilidad en las estaciones de la transecta 15.

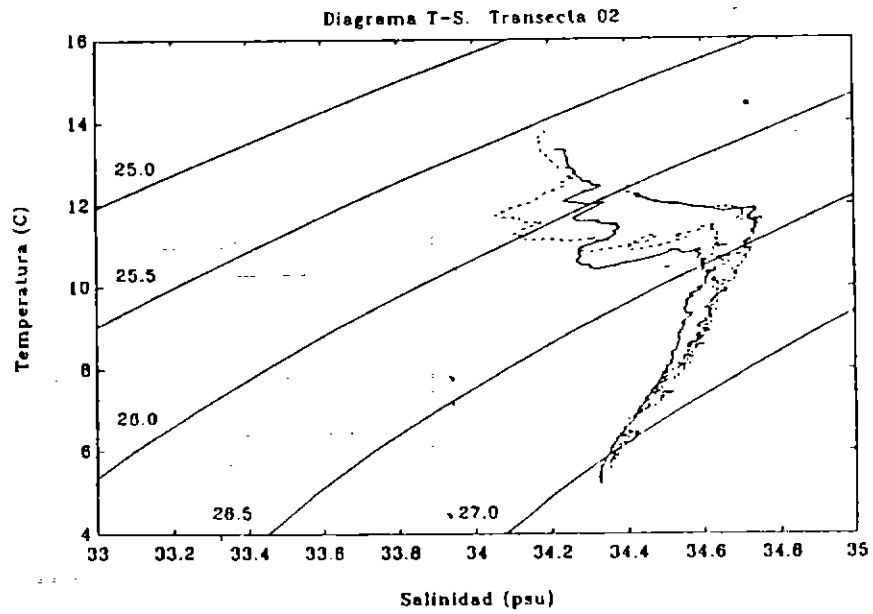
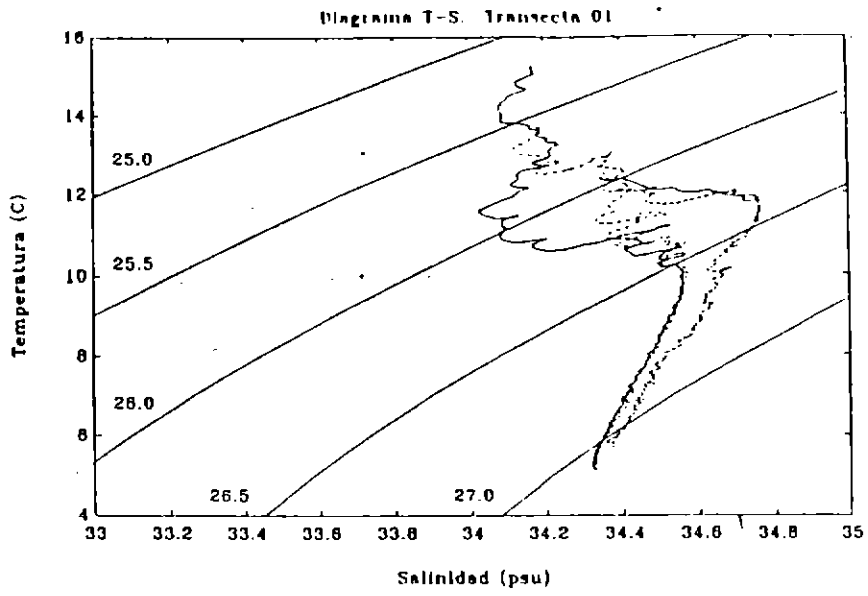


Fig. 93a. Diagramas T/S para las transectas 1 y 2.

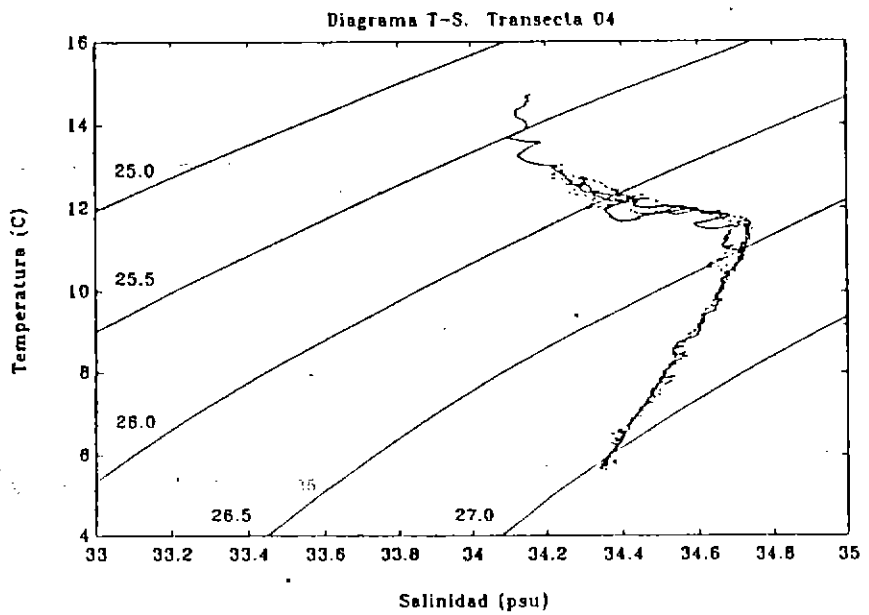
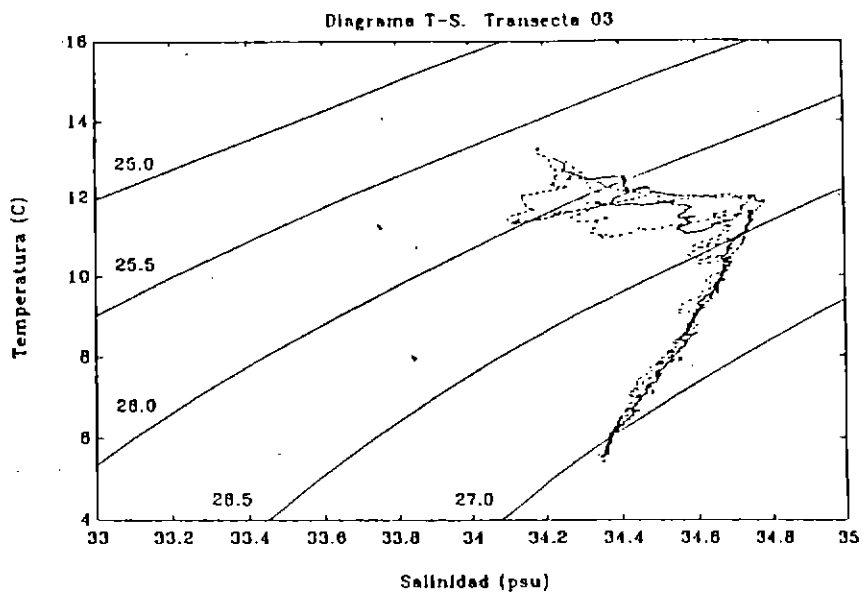


Fig. 93b. Diagramas T/S para las transectas 3 y 4.

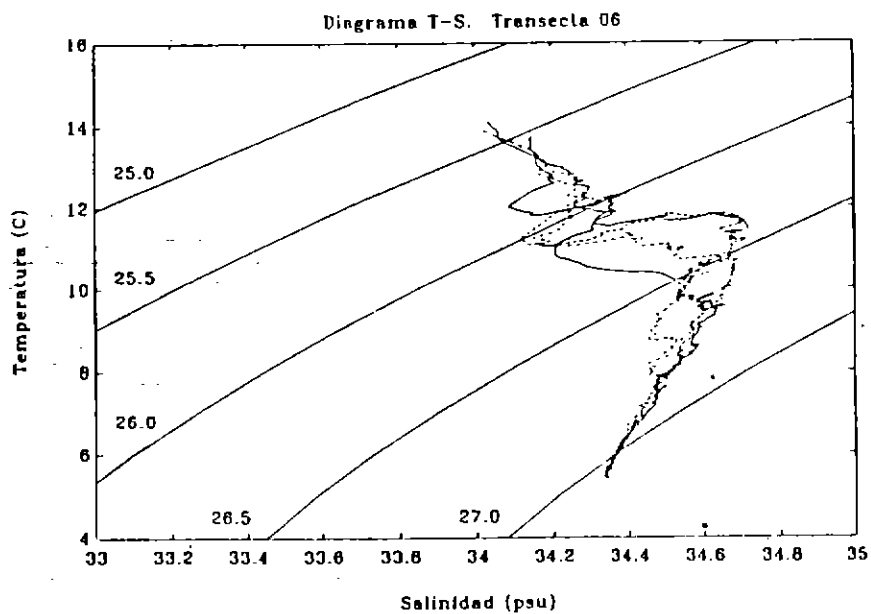
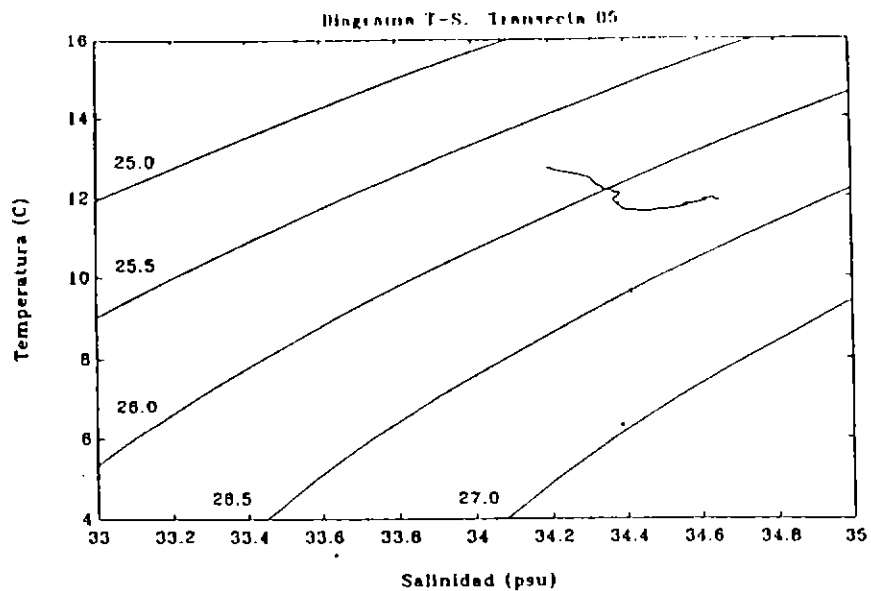


Fig. 93c. Diagramas T/S para las transectas 5 y 6.

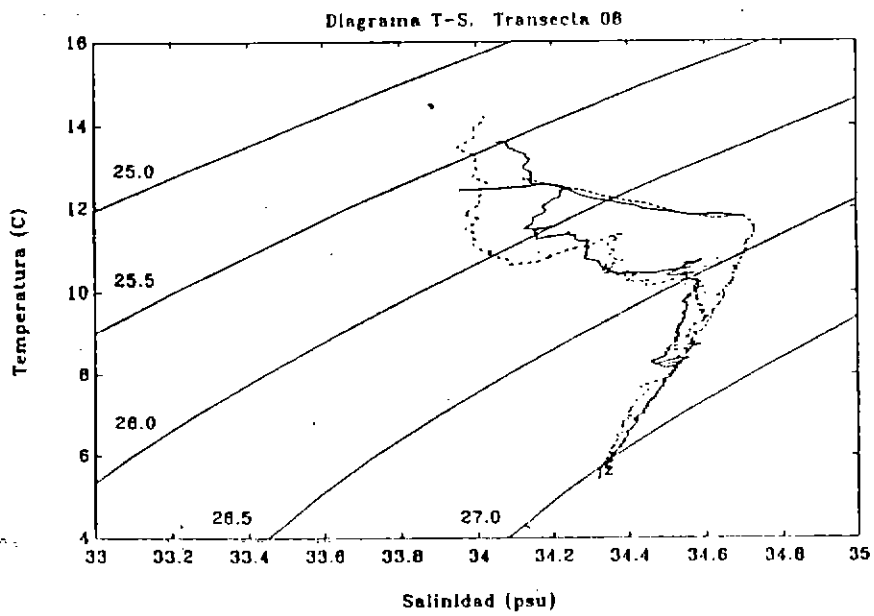
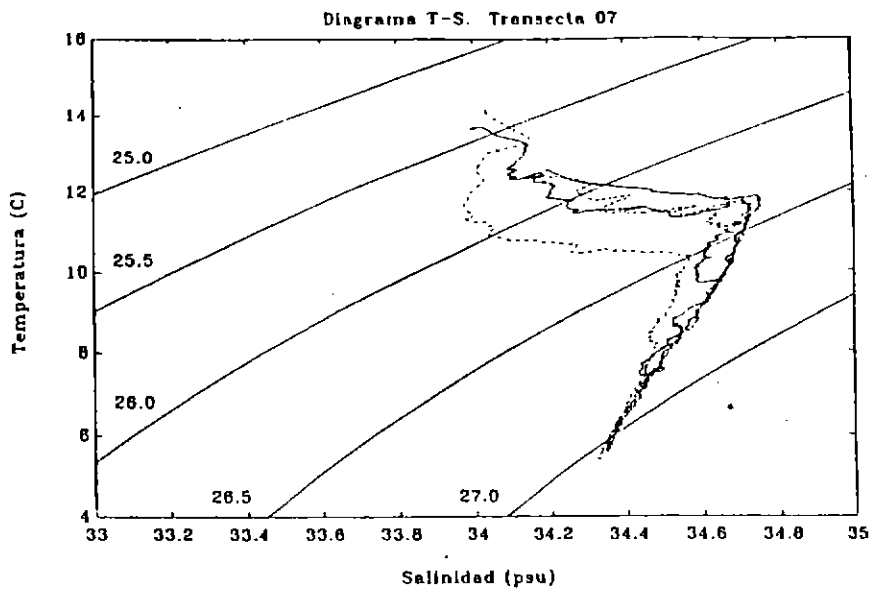


Fig. 93d. Diagramas T/S para las transectas 7 y 8.



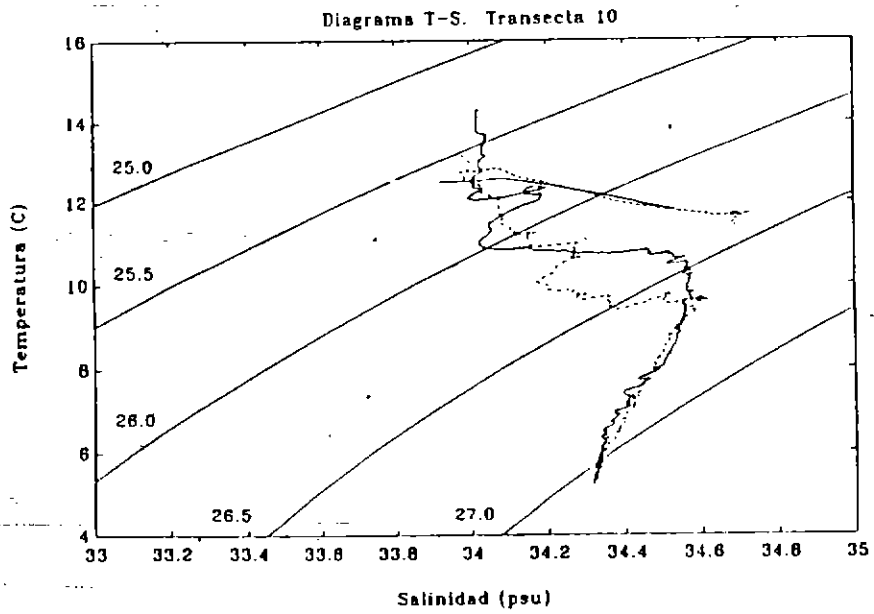
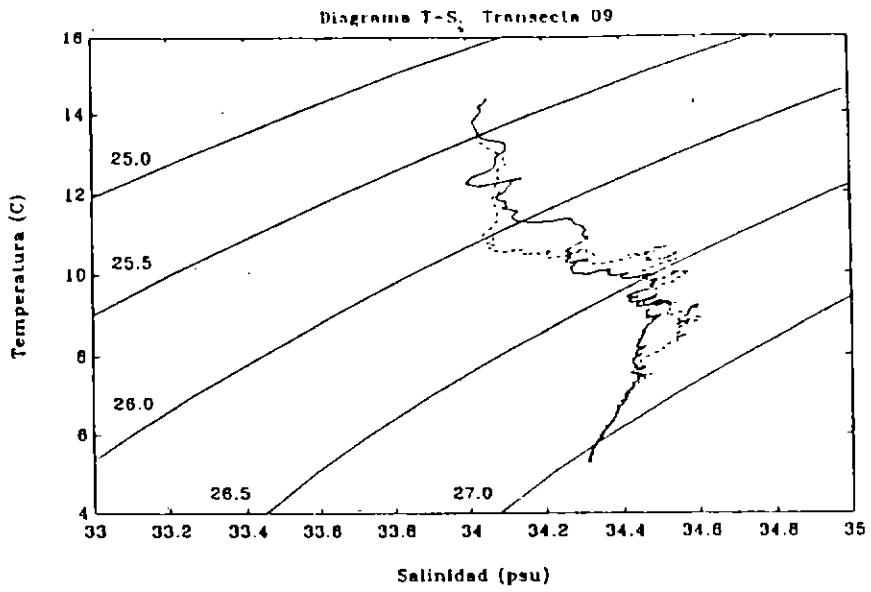


Fig. 93e. Diagramas T/S para las transectas 9 y 10.

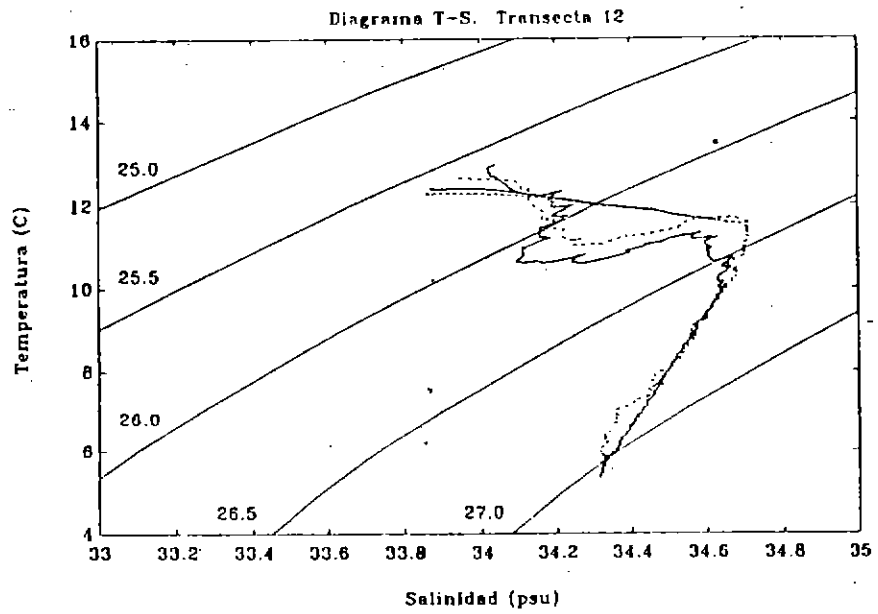
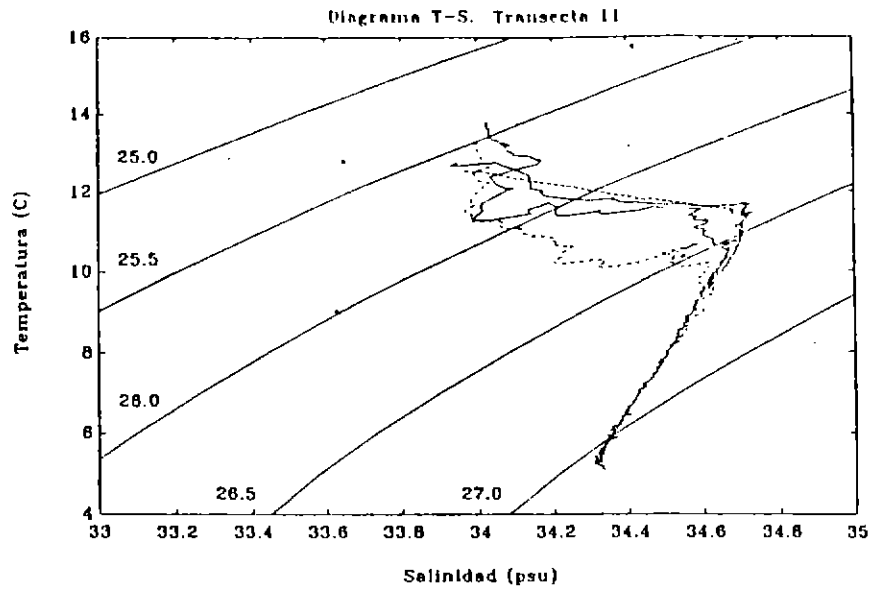


Fig. 93f. Diagramas T/S para las transectas 11 y 12.

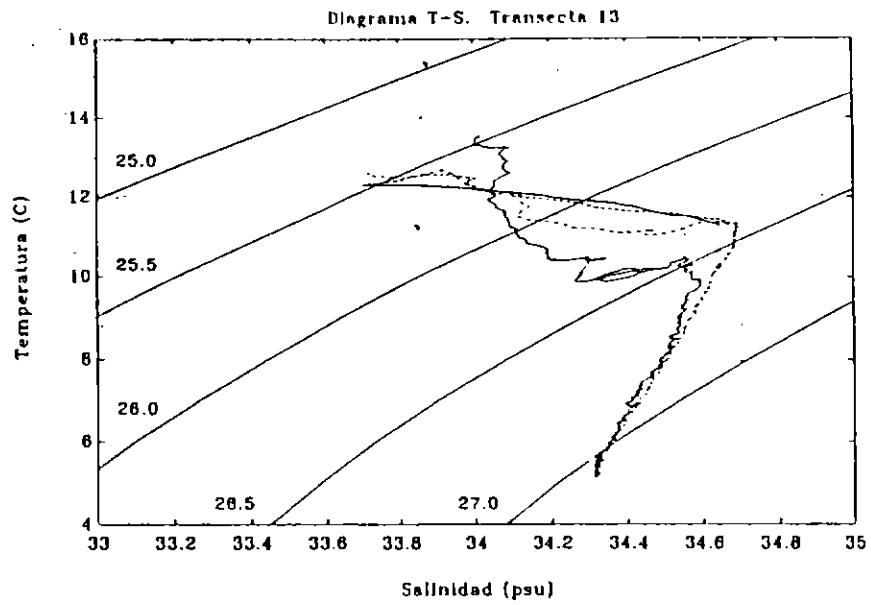


Fig. 93g. Diagramas T/S para la transecta 13.

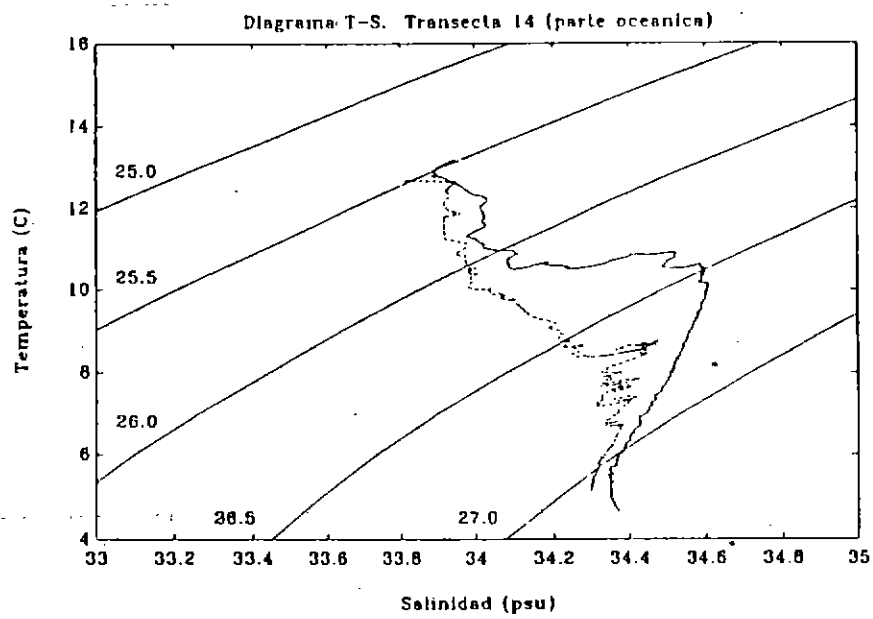
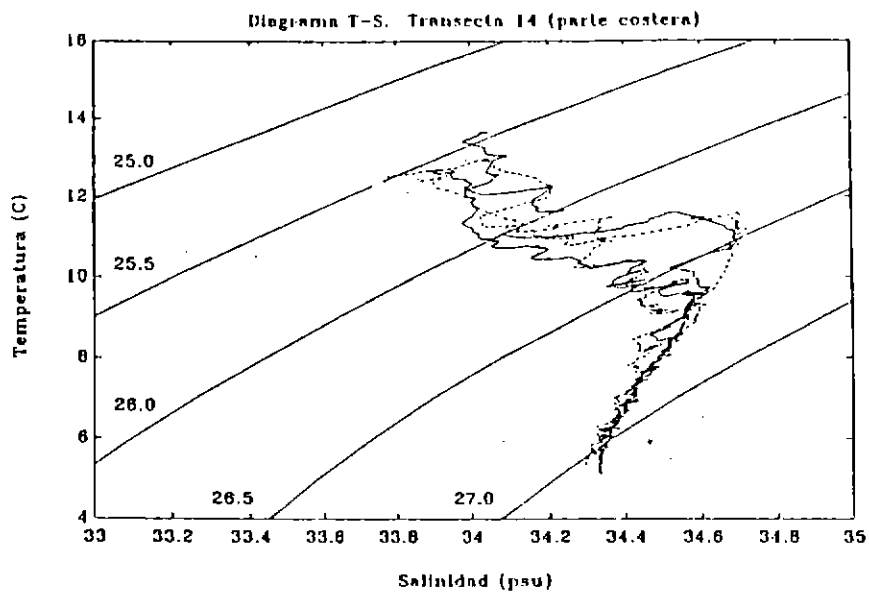


Fig. 93h. Diagramas T/S para la transecta 14, parte costera y oceánica.

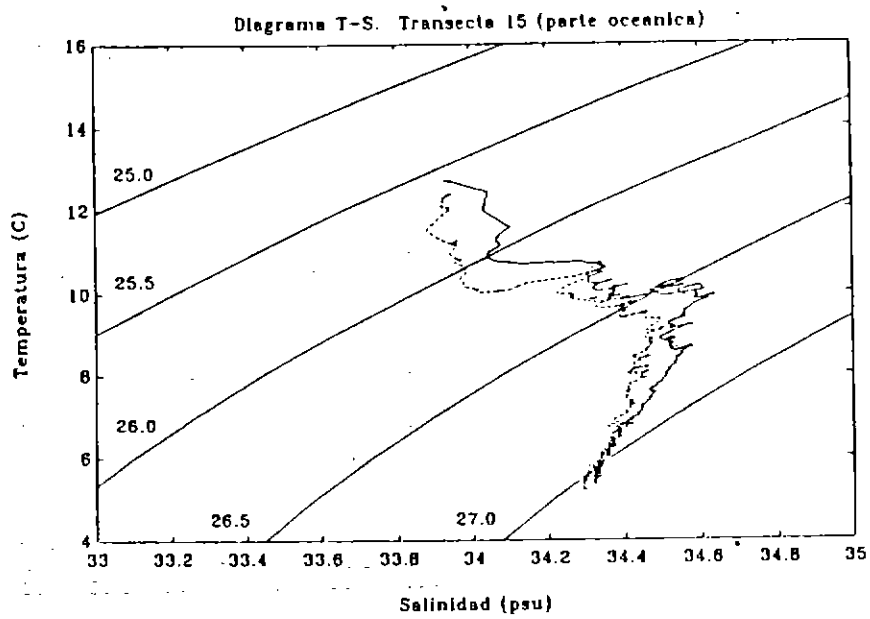
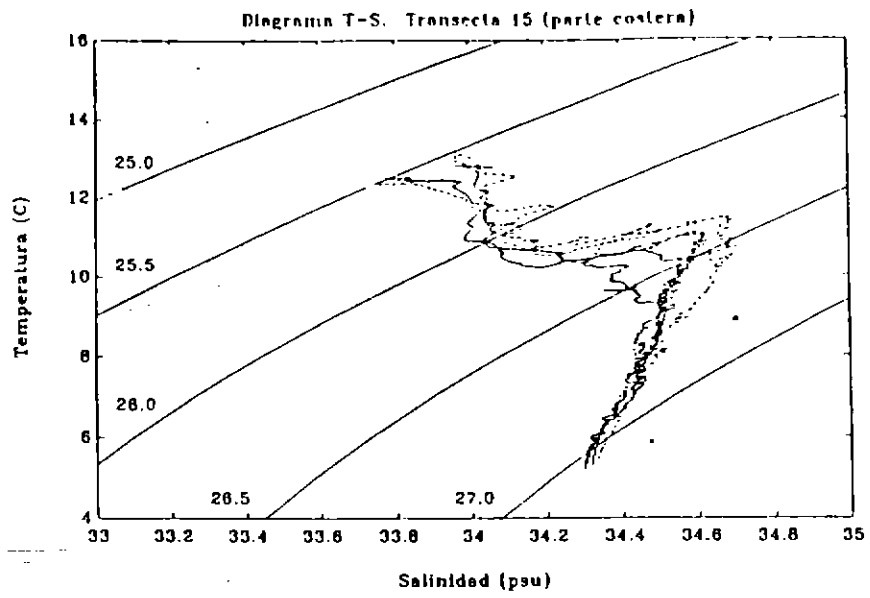


Fig. 93i. Diagramas T/S para la transecta 15, parte costera y oceánica.

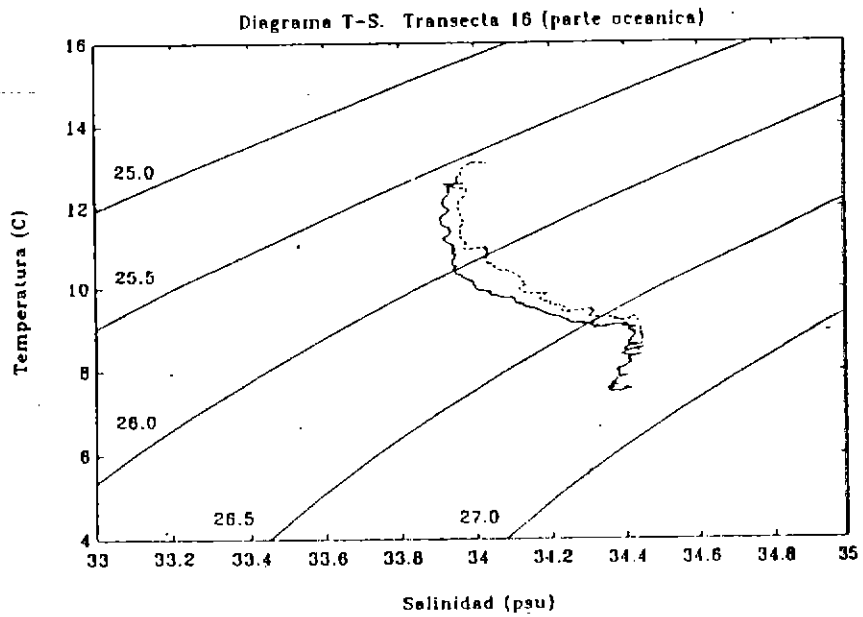
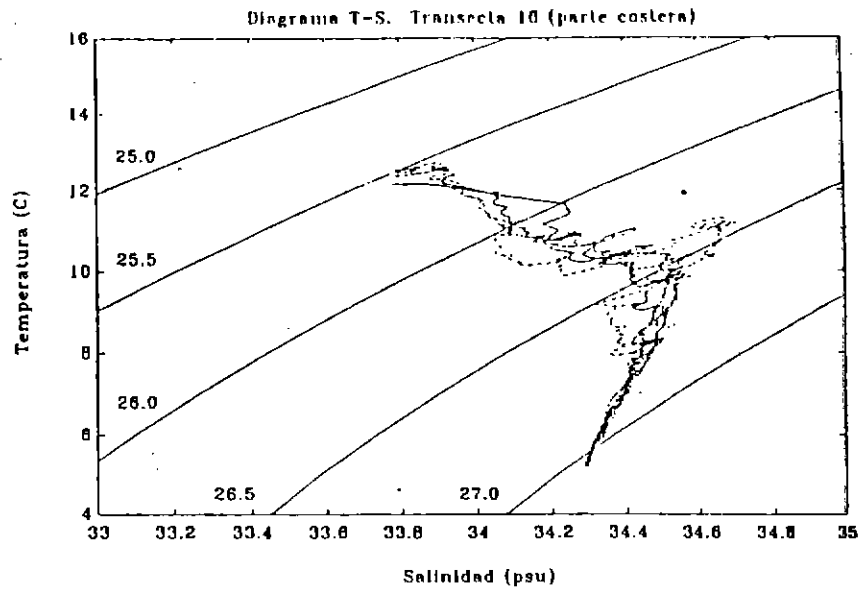


Fig. 93j. Diagramas T/S para la transecta 16, parte costera y oceánica.

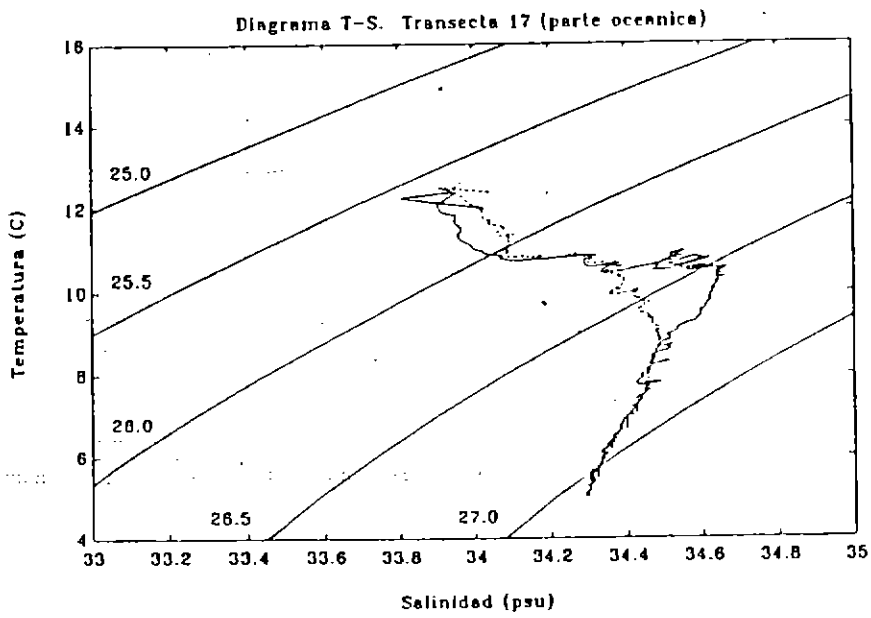
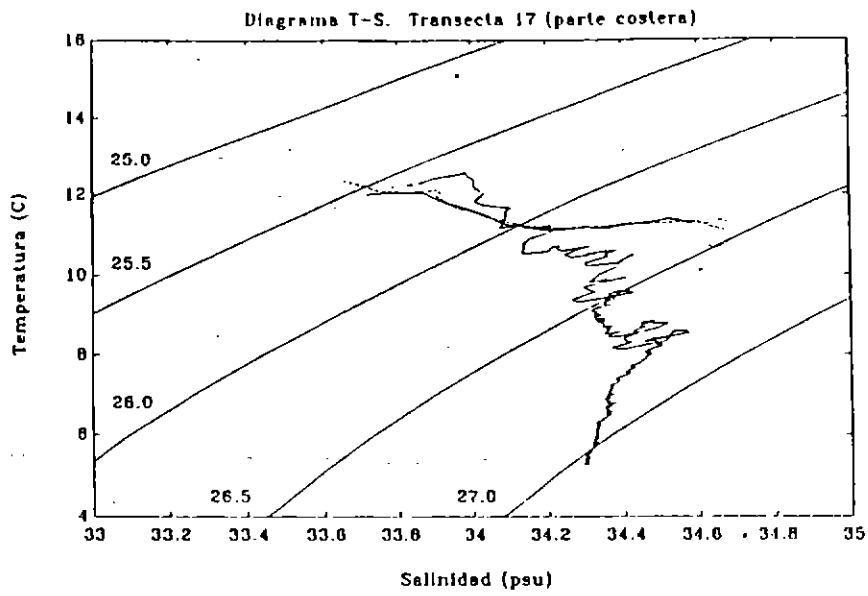


Fig. 93k. Diagramas T/S para la transecta 17, parte costera y oceánica.

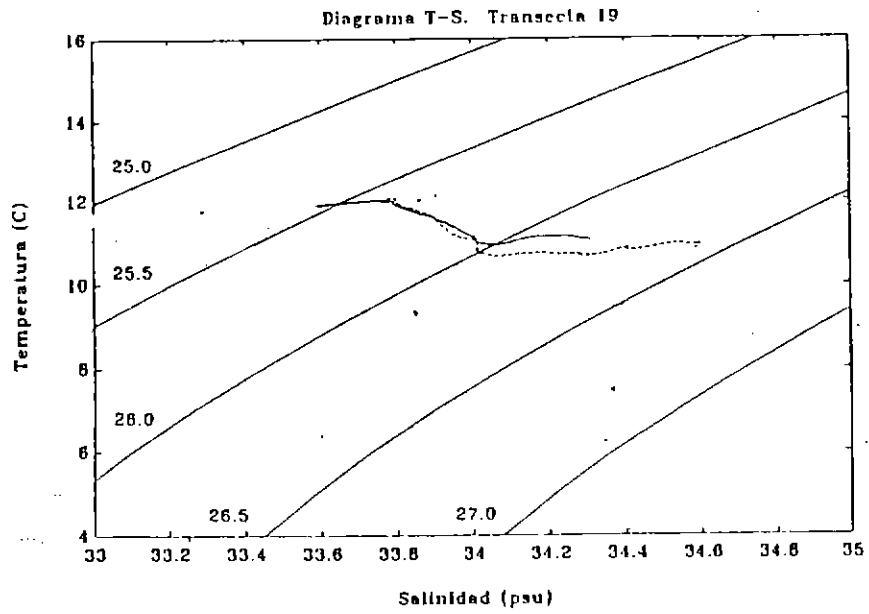
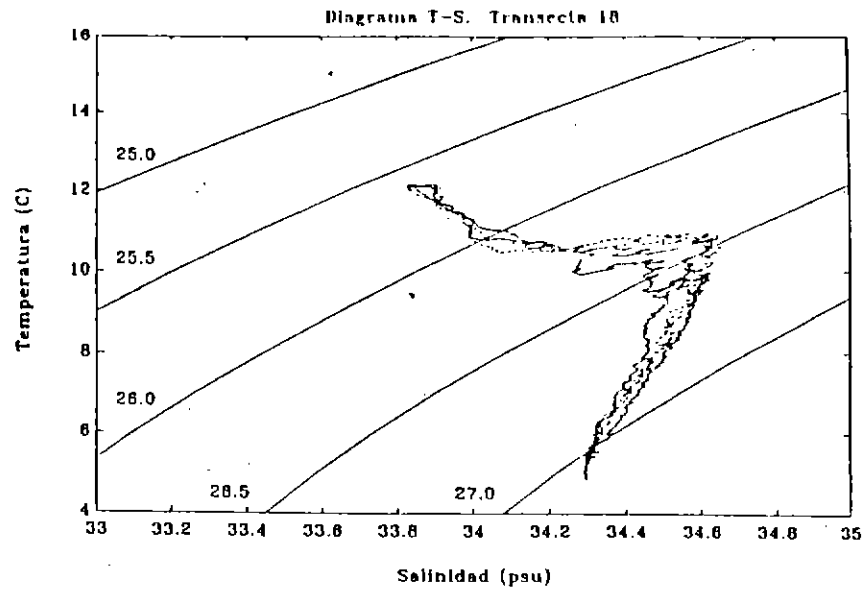


Fig. 93I. Diagramas T/S para las transectas 18 y 19.



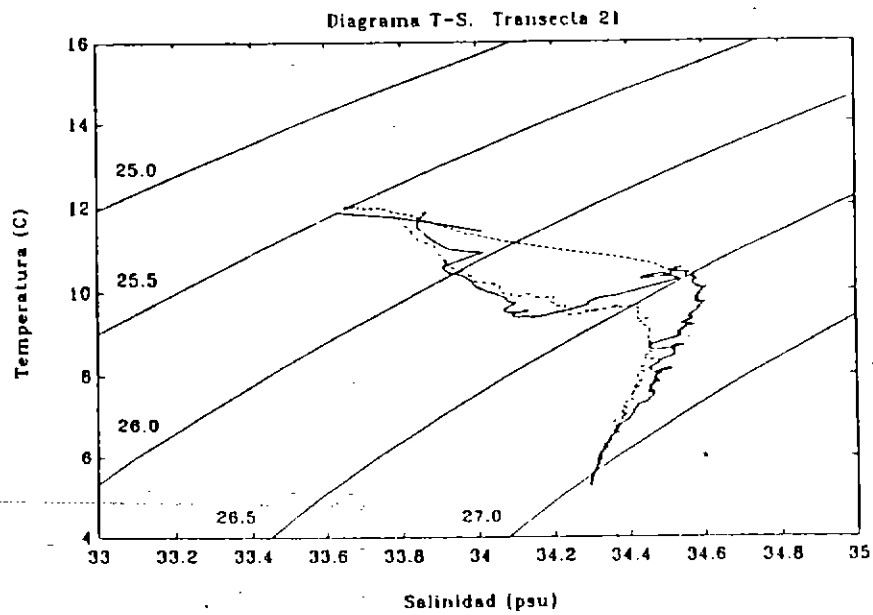
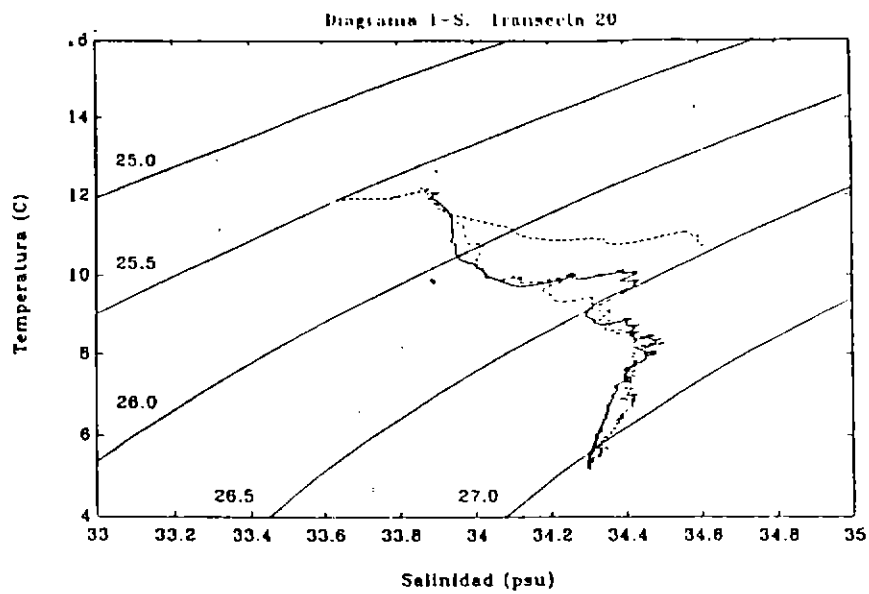


Fig. 93m. Diagramas T/S para las transectas 20 y 21.

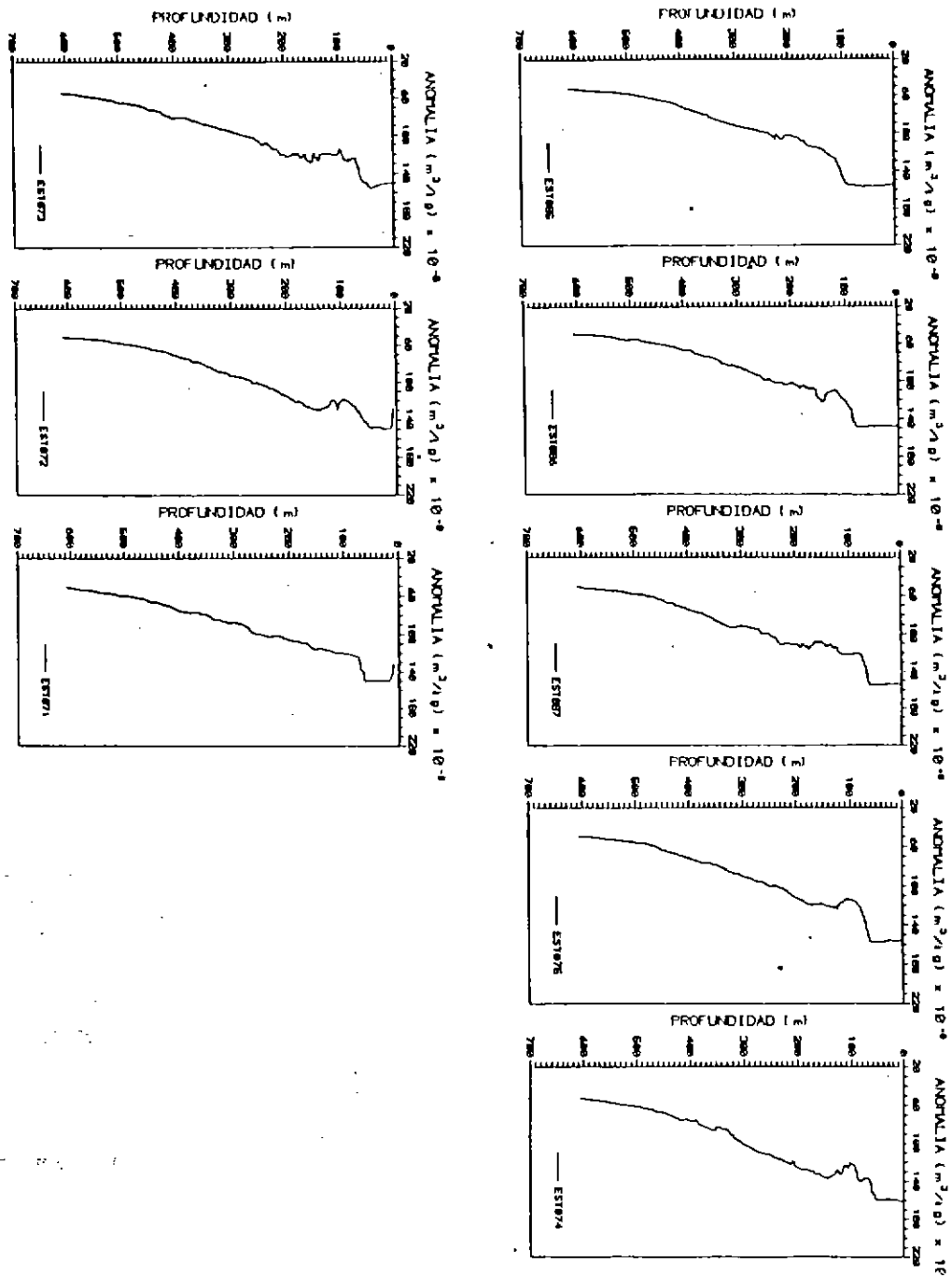


Fig. 94.

Distribución vertical de anomalía geopotencial en las estaciones de la transecta 15.

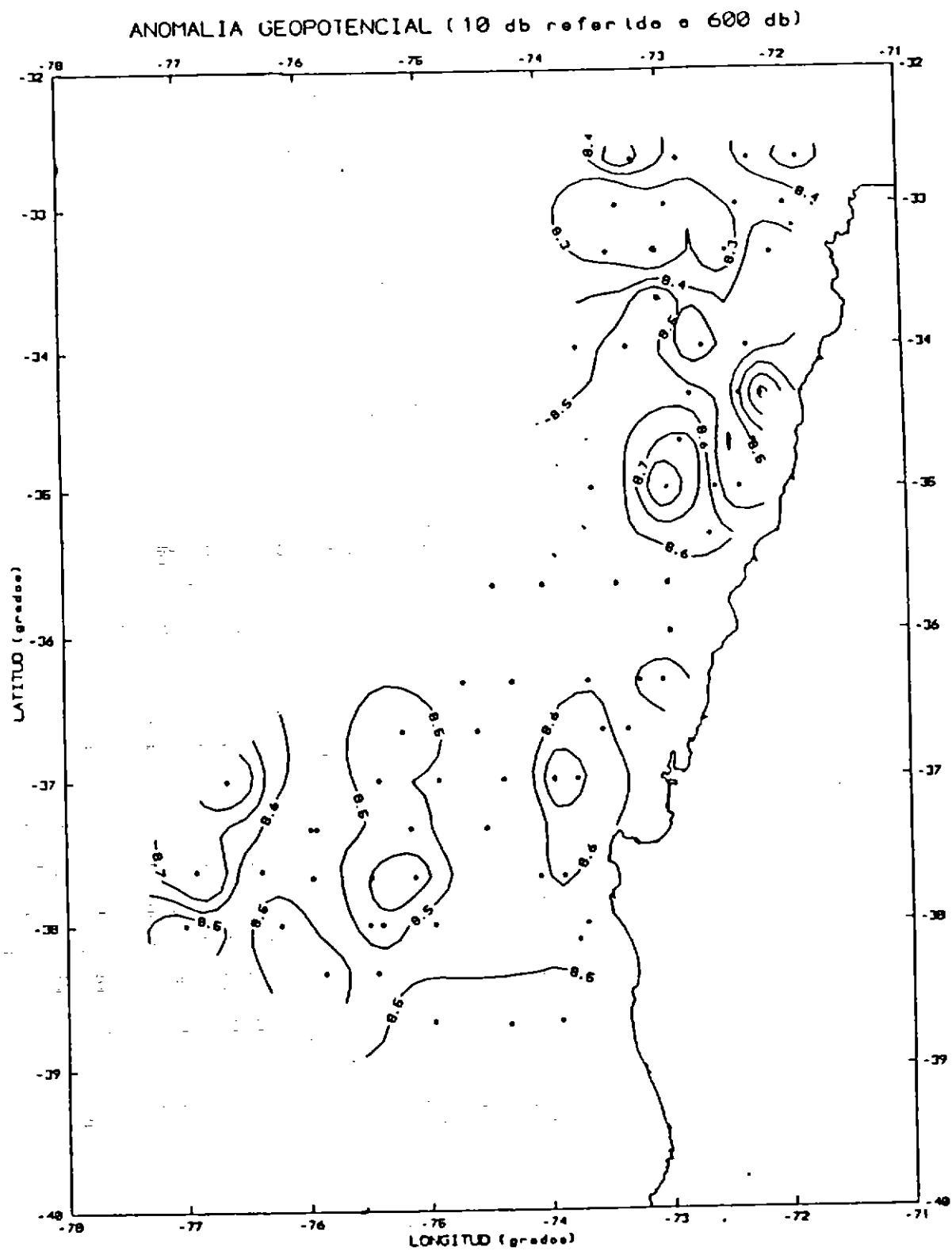
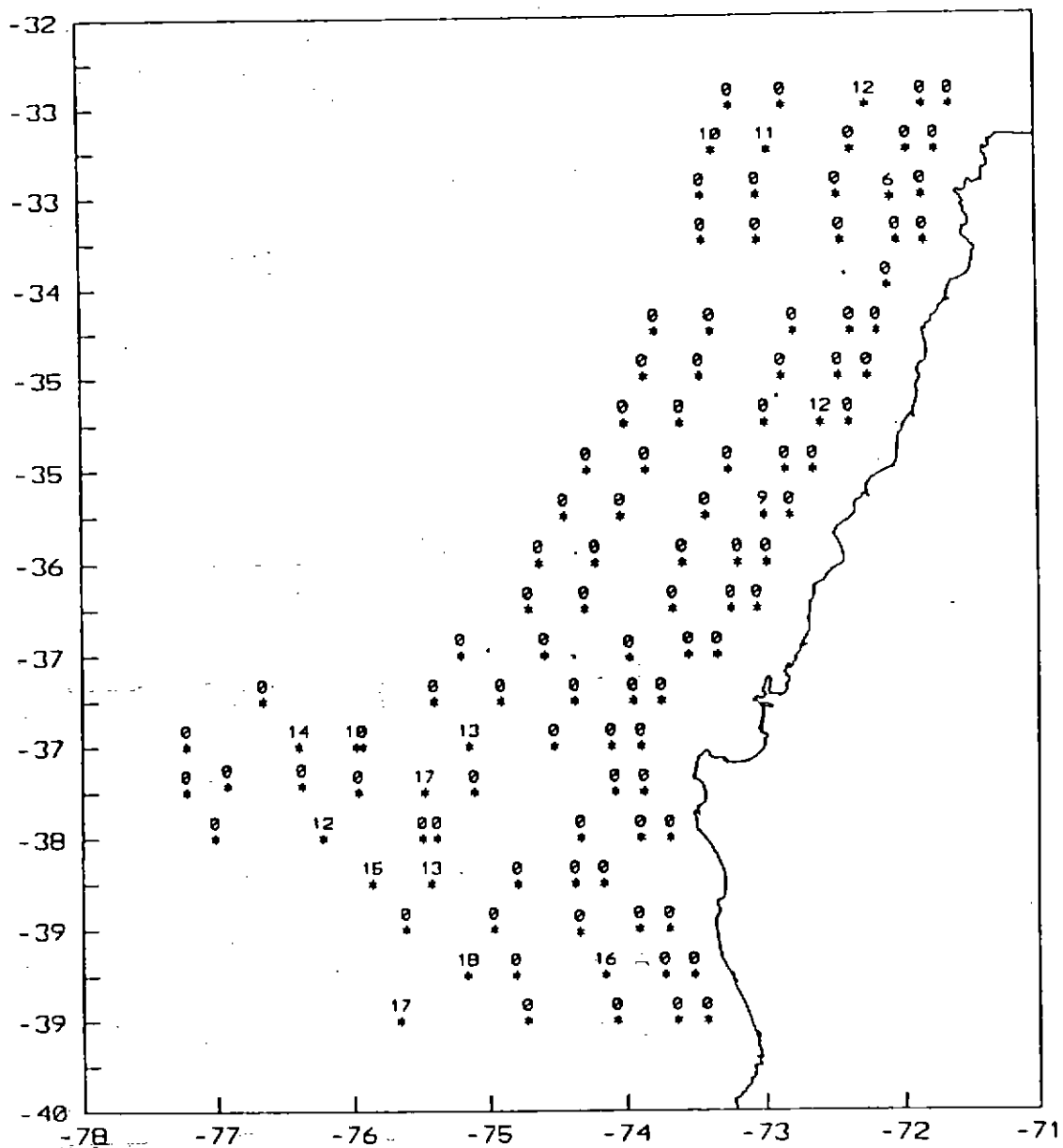


Fig. 95. Distribución horizontal de la anomalía geopotencial a 10 db, referida a 600 db.

## Distribucion de Inversiones termicas



**Fig. 96.**

Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio. Los números 0 representan ausencia de inversiones térmicas. Los números distintos de 0 representan la profundidad a que se encontraba la inversión térmica, en decenas de metros.

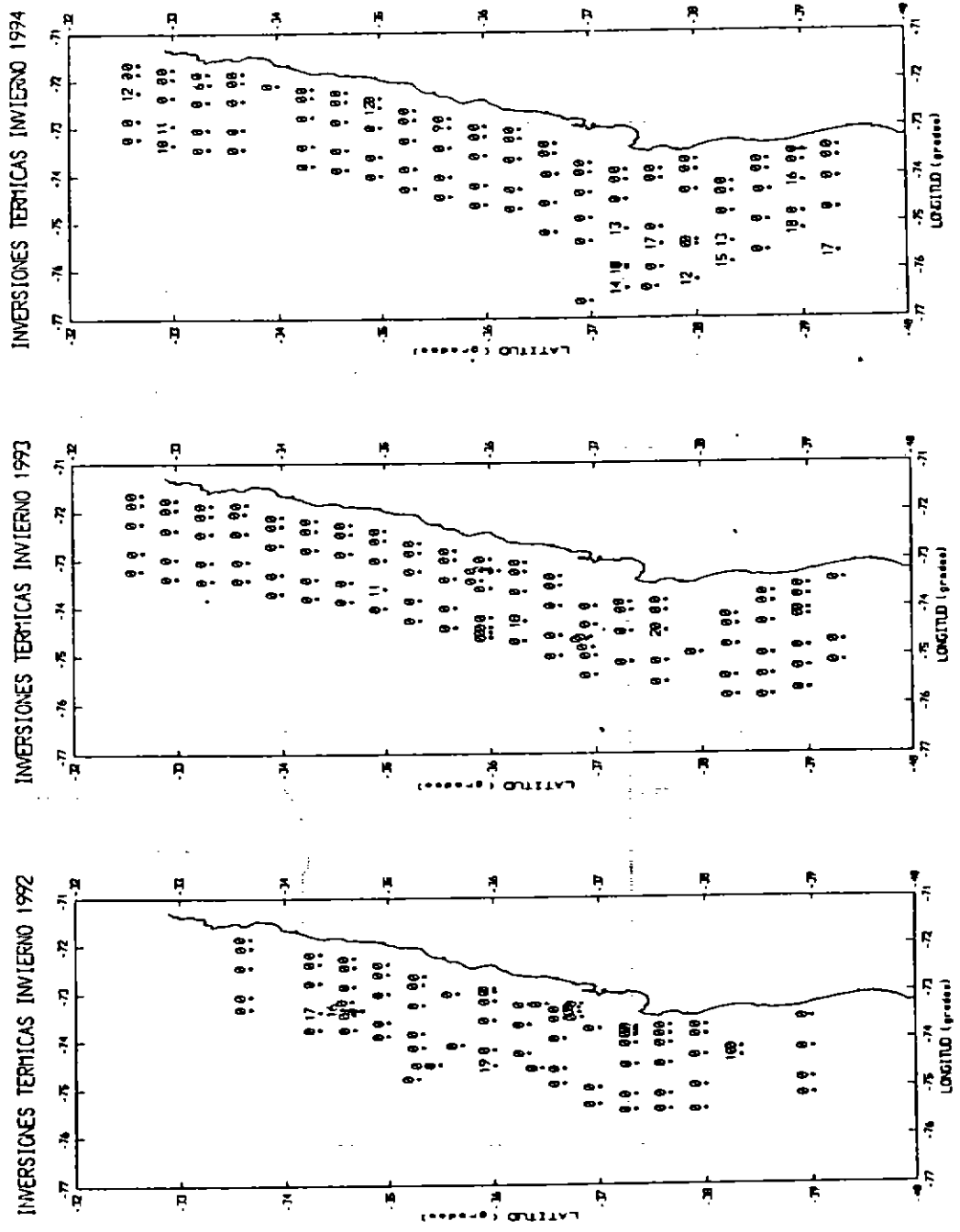


Fig. 97. Presencia de inversiones térmicas en la zona de estudio. Cruceiros de invierno 1992, 1993 y 1994. Los números distintos de 0 indican la profundidad de las inversiones en decenas de metros.

POSICIONES DE LECTURAS CON EPCS

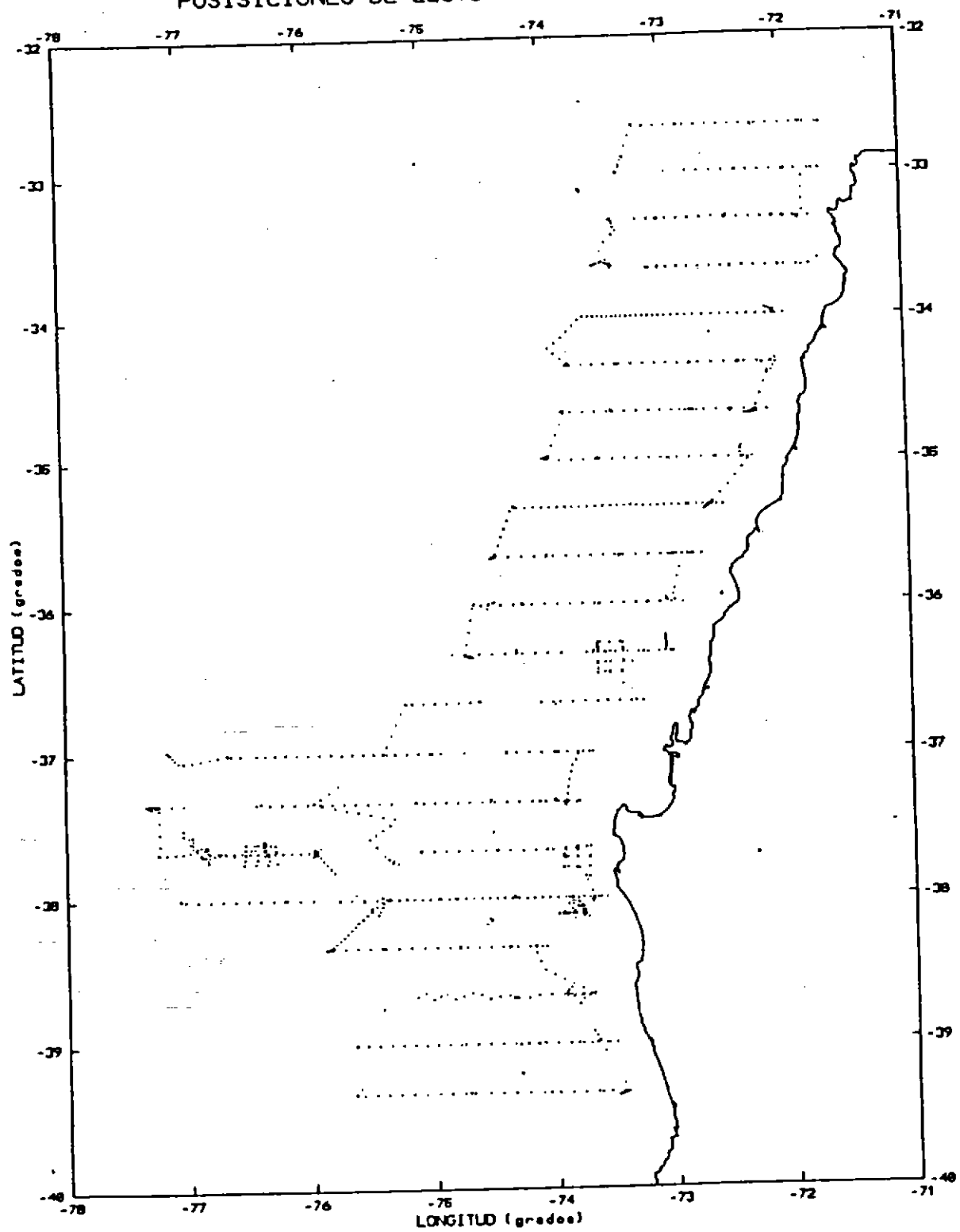


Fig. 98. Posiciones de las lecturas digitadas del EPCS (2,5 m).

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA DEL EPCS

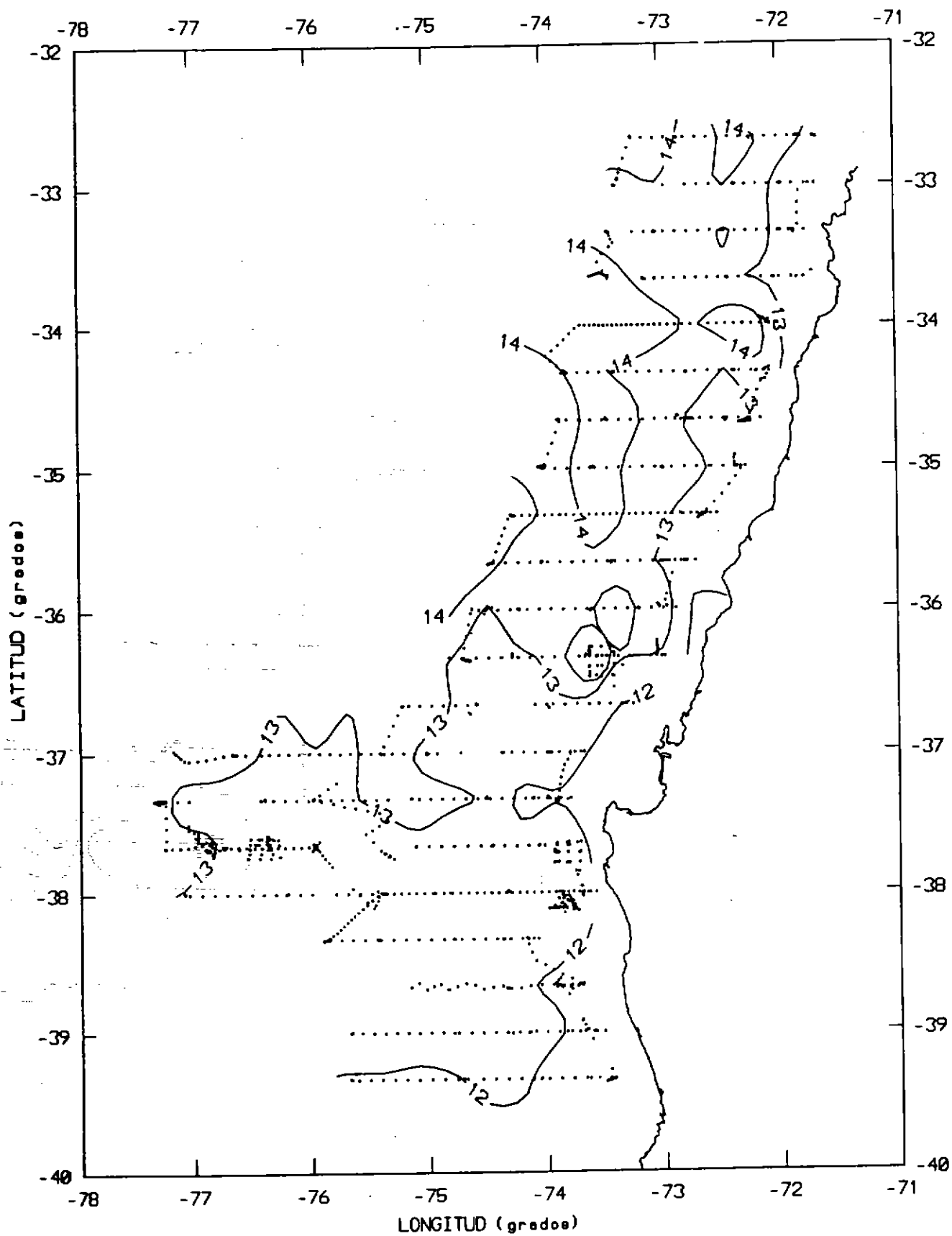


Fig. 99. Distribución horizontal de temperatura del EPCS (2.5 m).

# DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SALINIDAD DEL EPCS

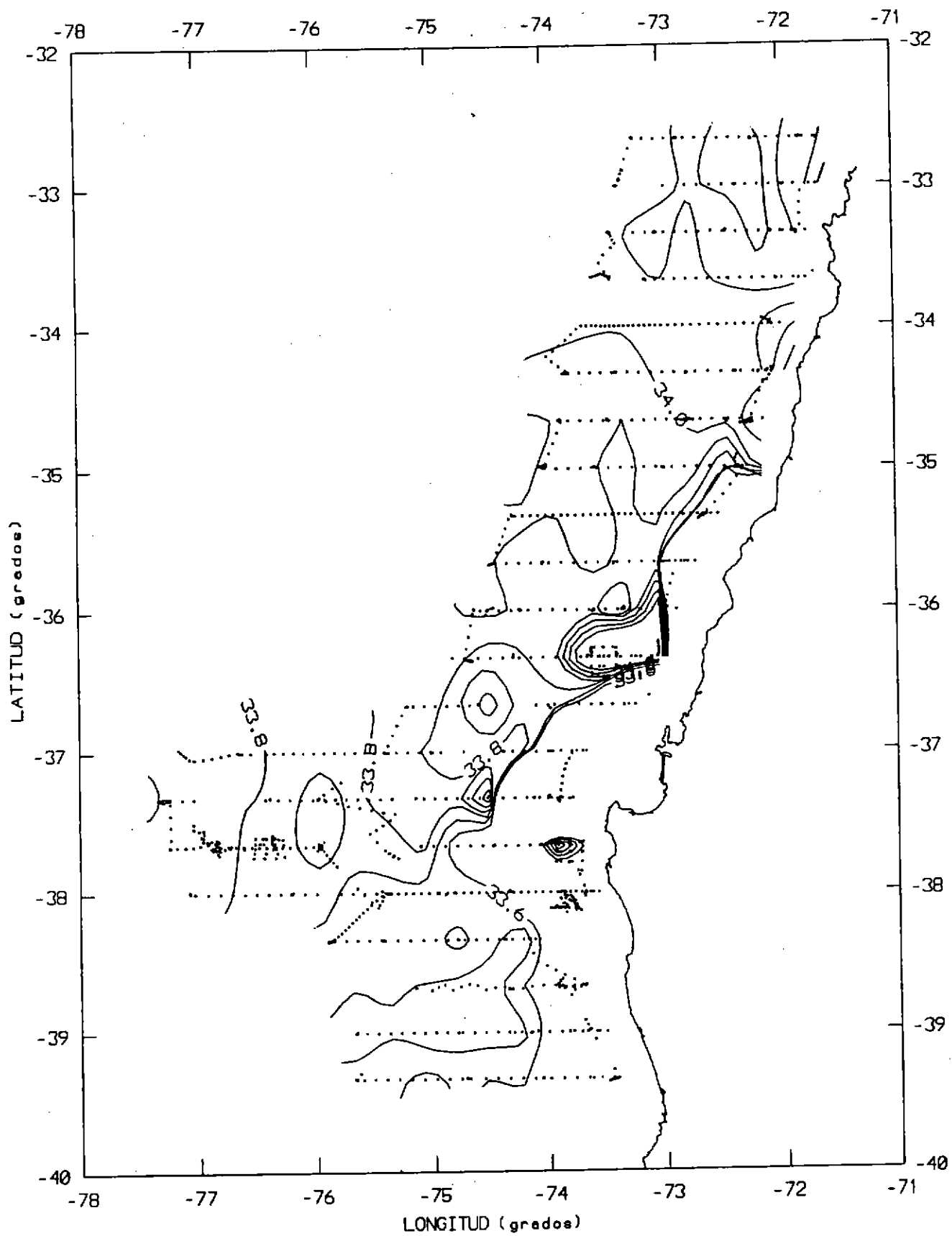


Fig. 100. Distribución horizontal de salinidad del EPCS (2.5 m).



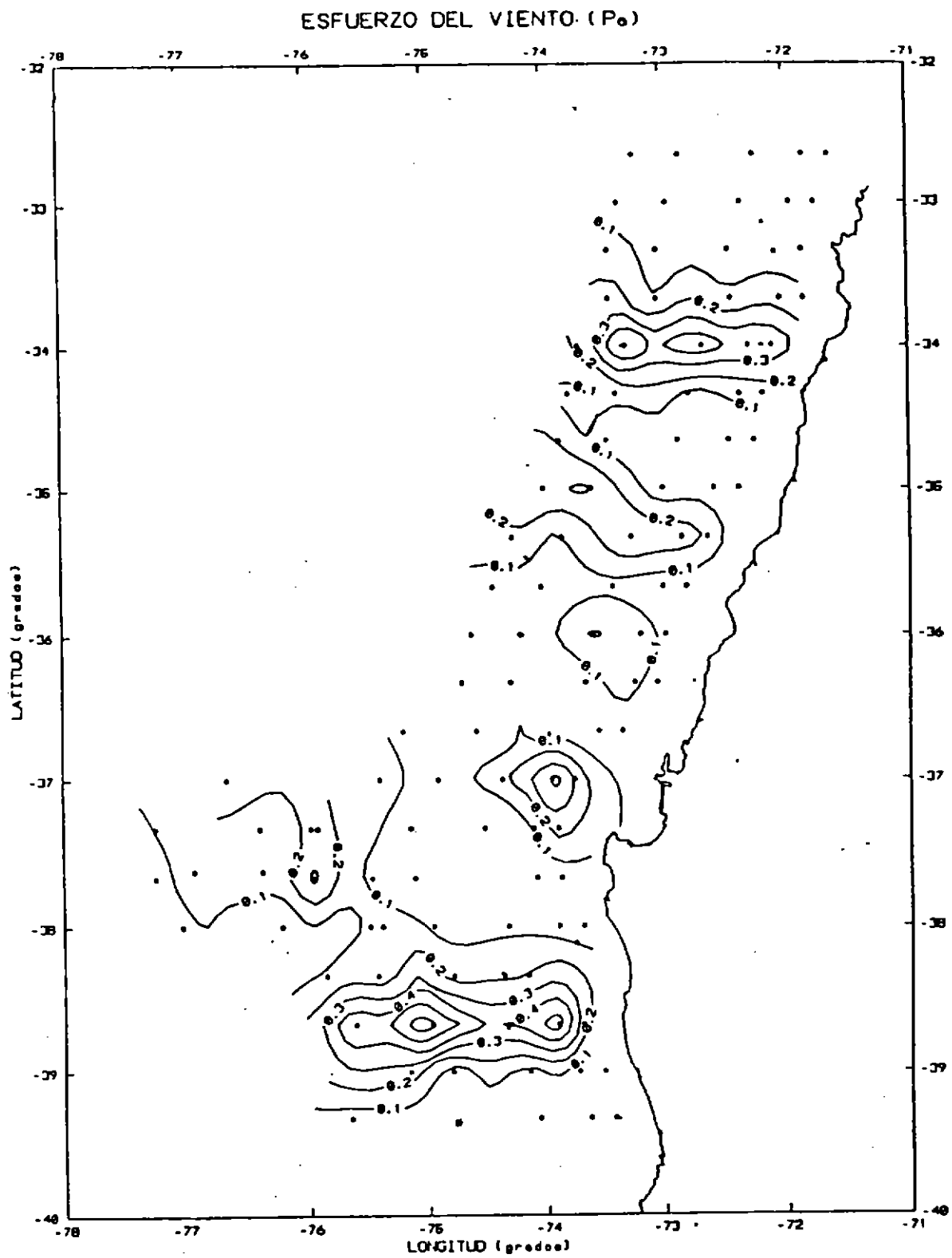


Fig. 101. Esfuerzo del viento superficial (Pascales).

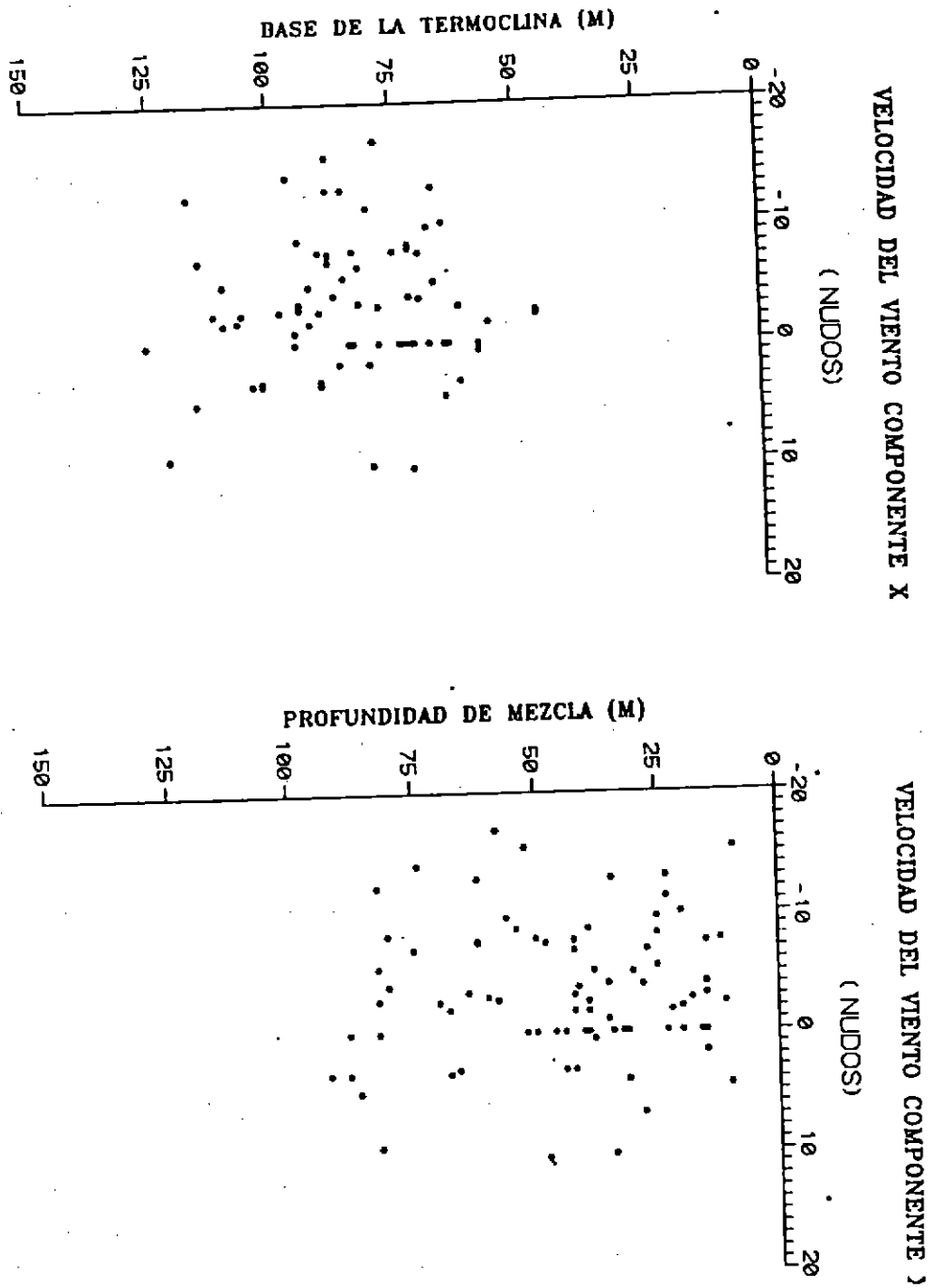


Fig. 102. Componente este-oeste de la velocidad del viento, y las profundidades de mezcla y de la termoclina.

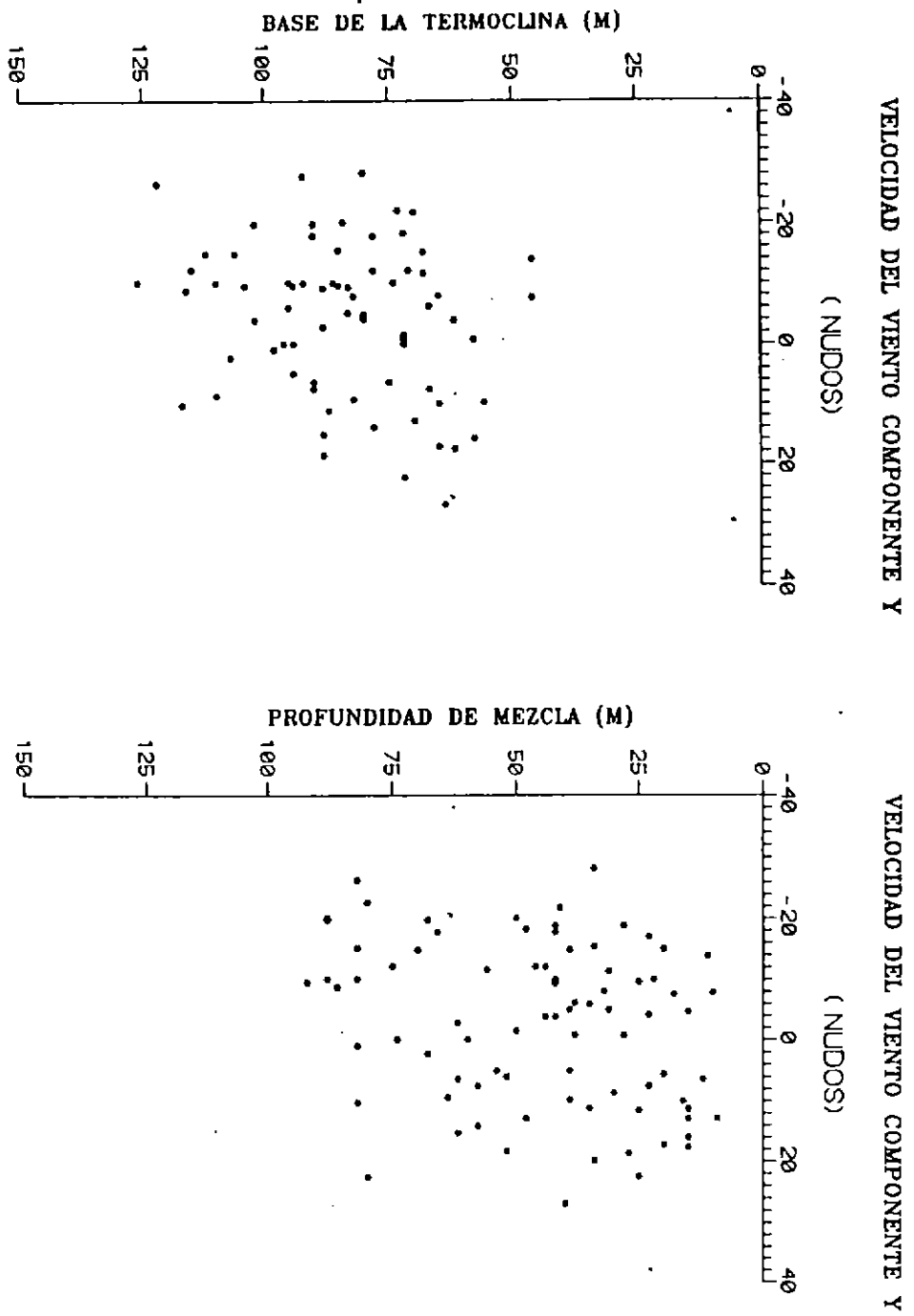


Fig. 103.

Componente norte-sur de la velocidad del viento, y las profundidades de mezcla y de la termoclina.

CRUCERO "UREL 1994: ESTACIONES PARA GEOSTROFIA

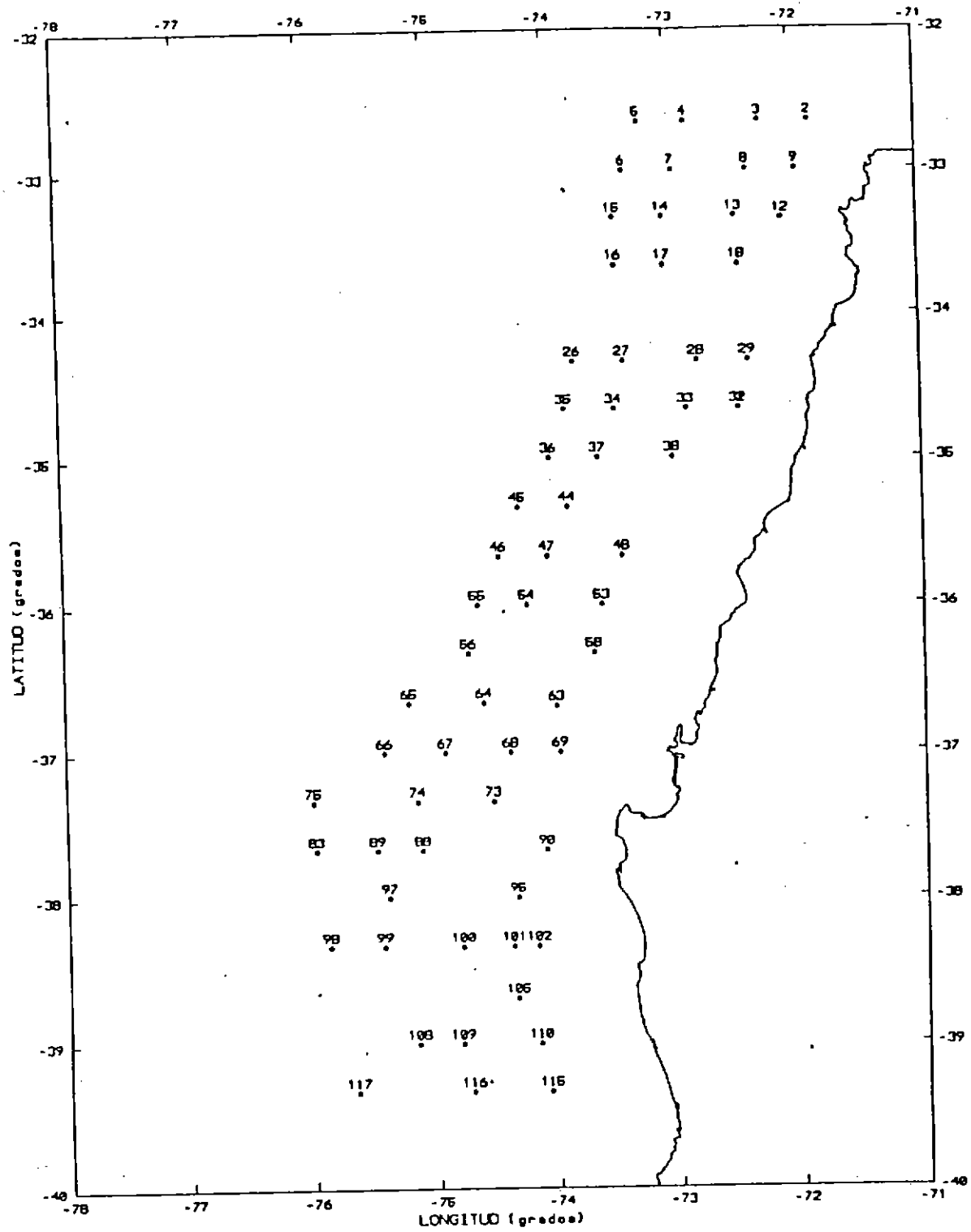


Fig. 104. Estaciones seleccionadas para calcular velocidades geostróficas.

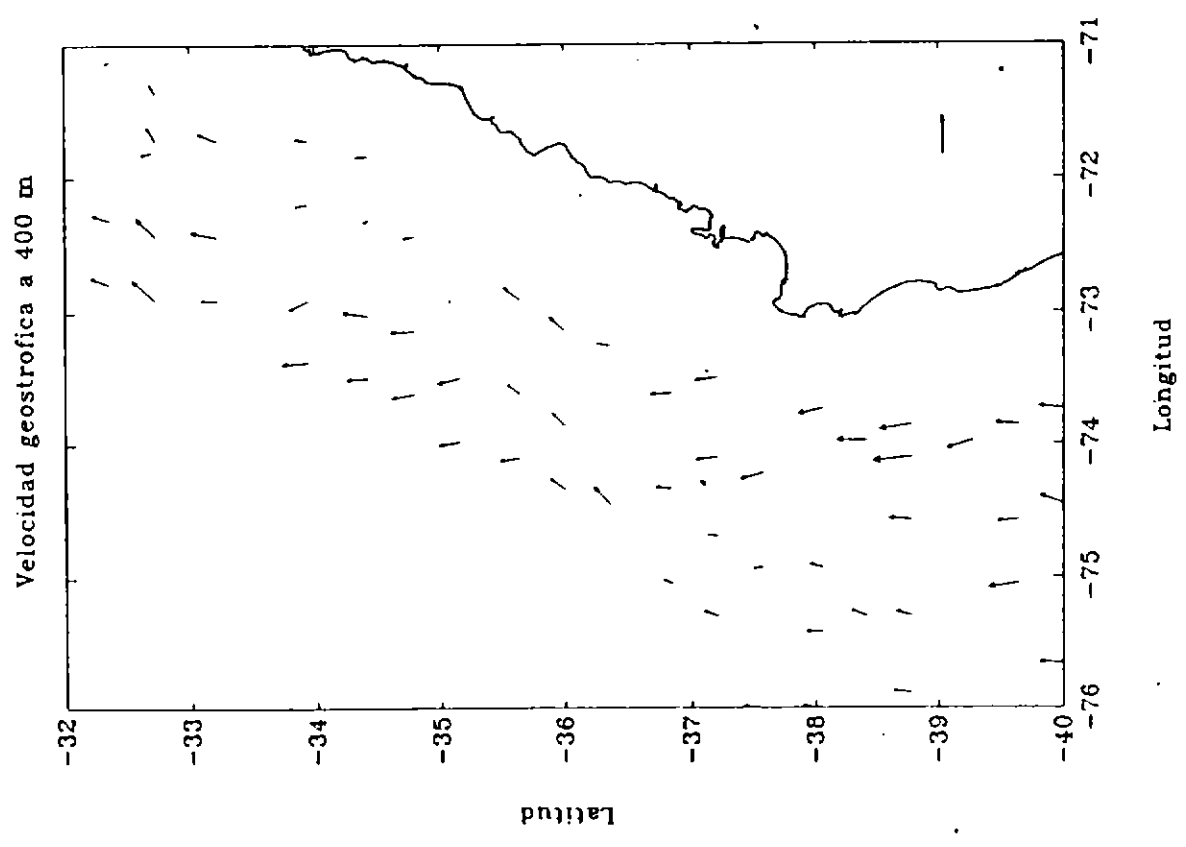
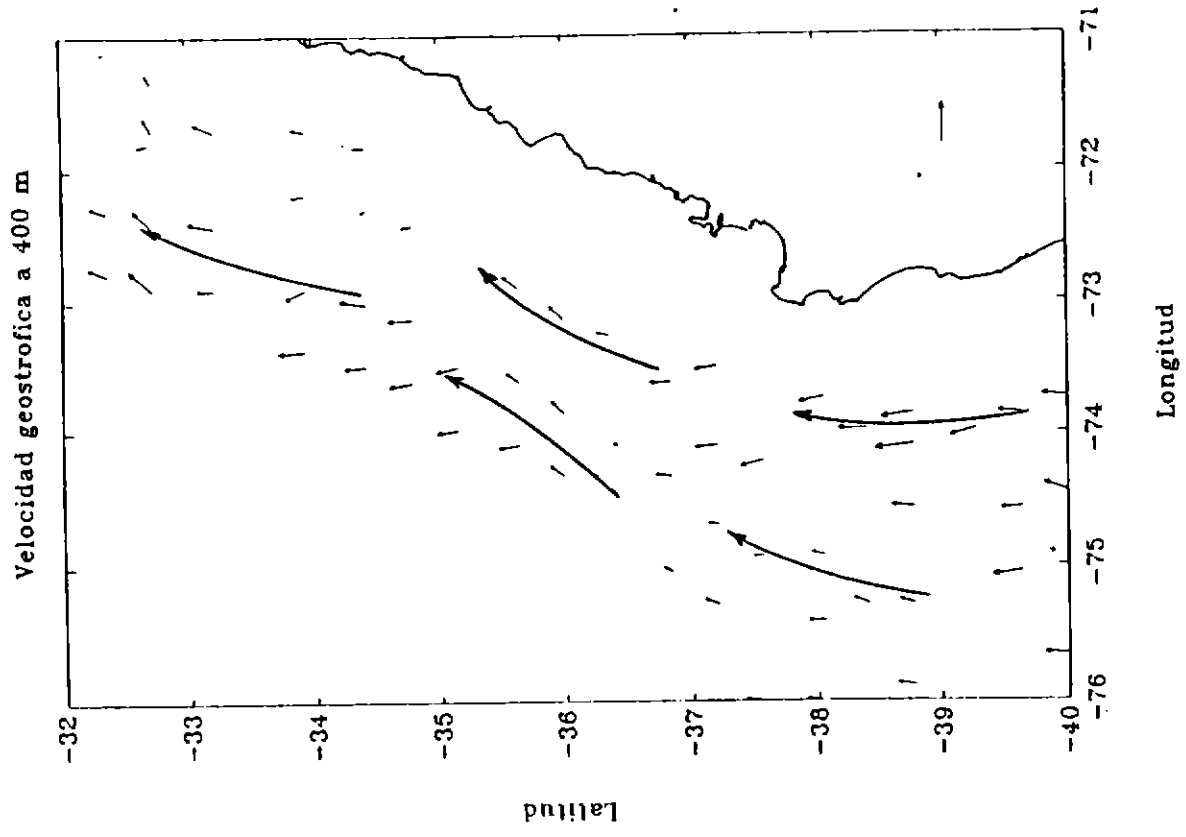


Fig. 105. Velocidad geostrofica a 400 m referida a 600 m.

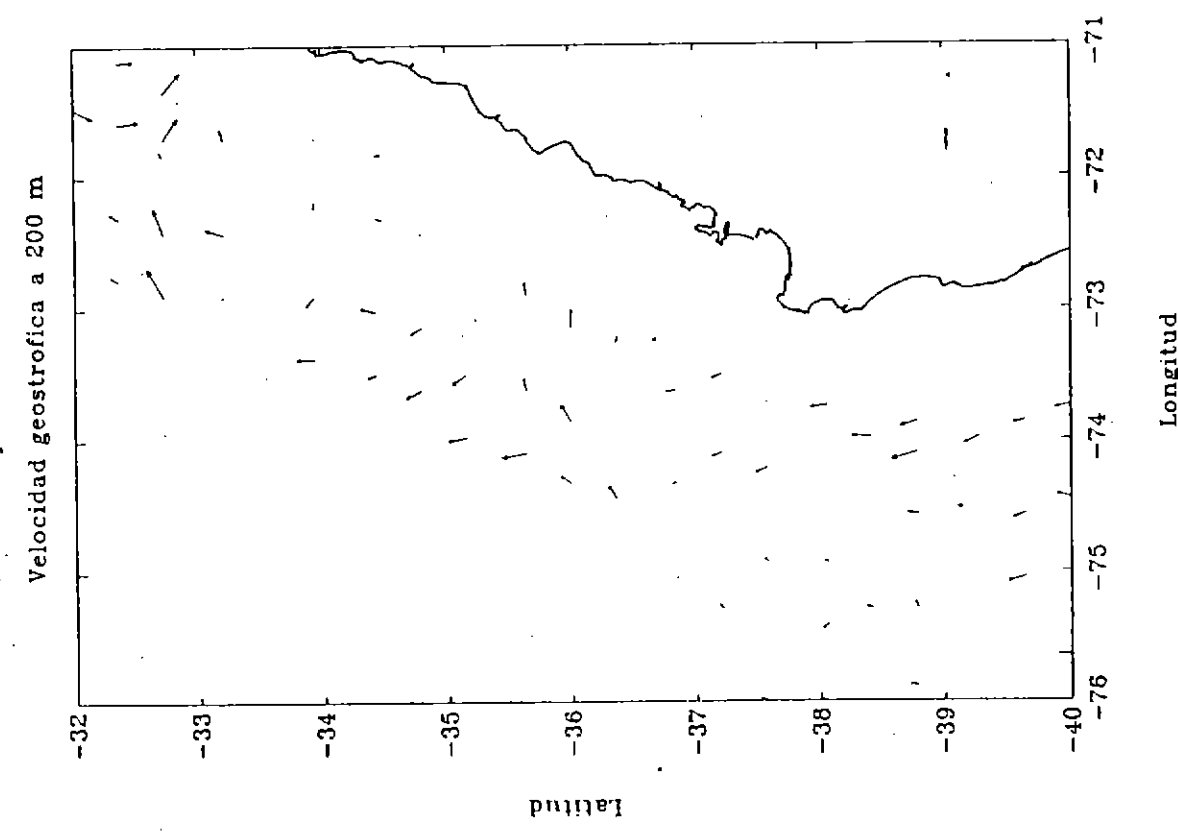
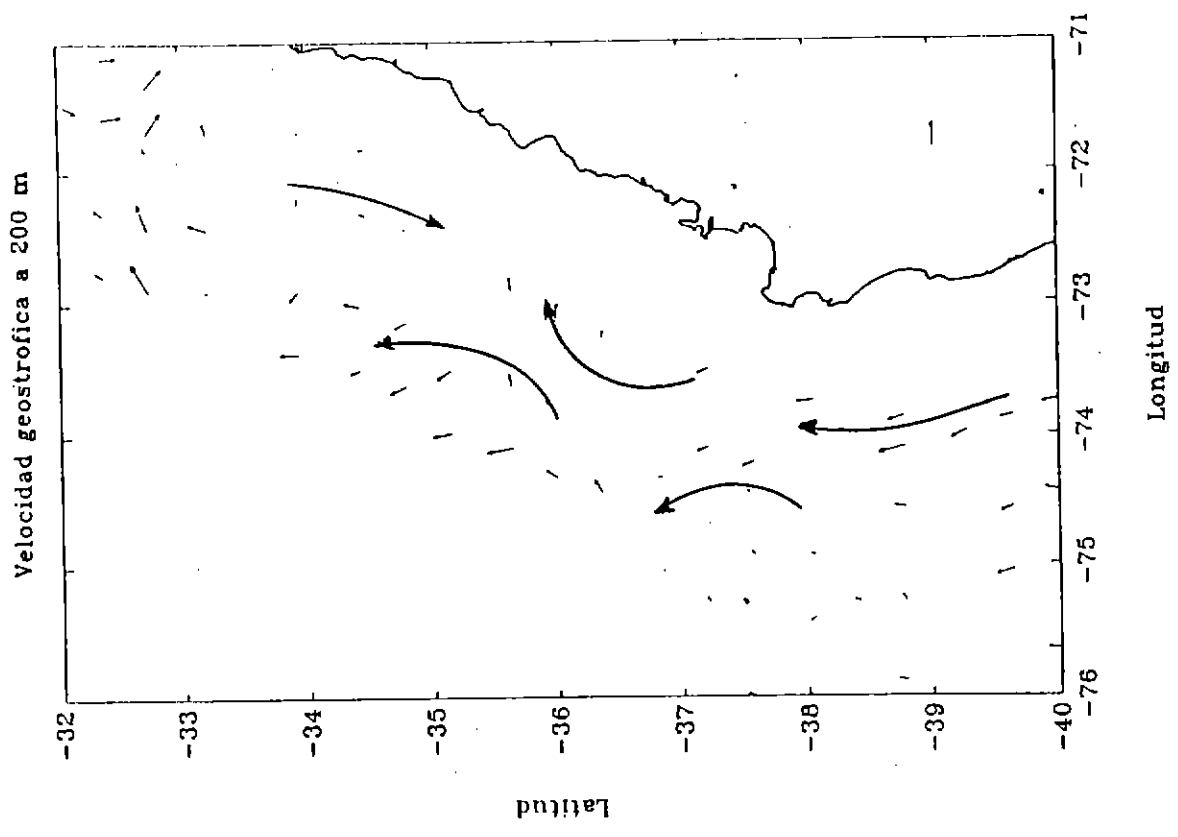


Fig. 106. Velocidad geostrofica a 200 m referida a 600 m.

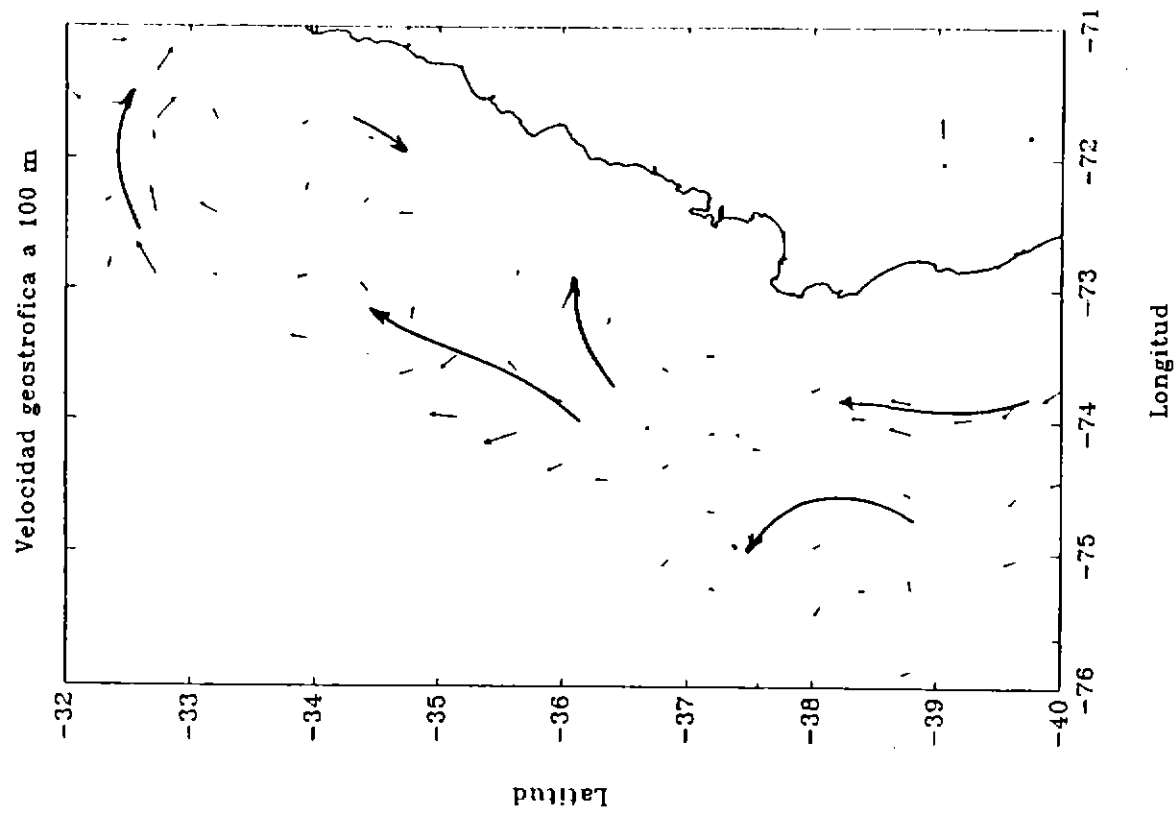
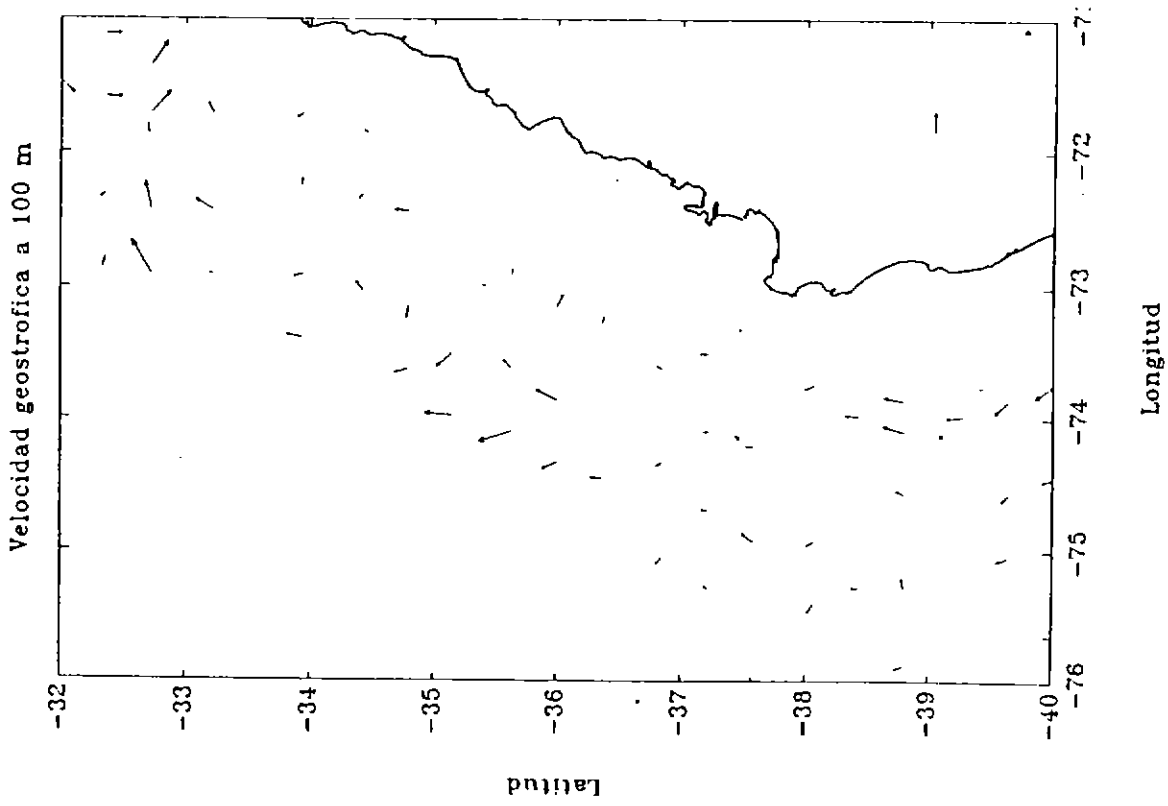


Fig. 107. Velocidad geostrofica a 100 m referida a 600m.

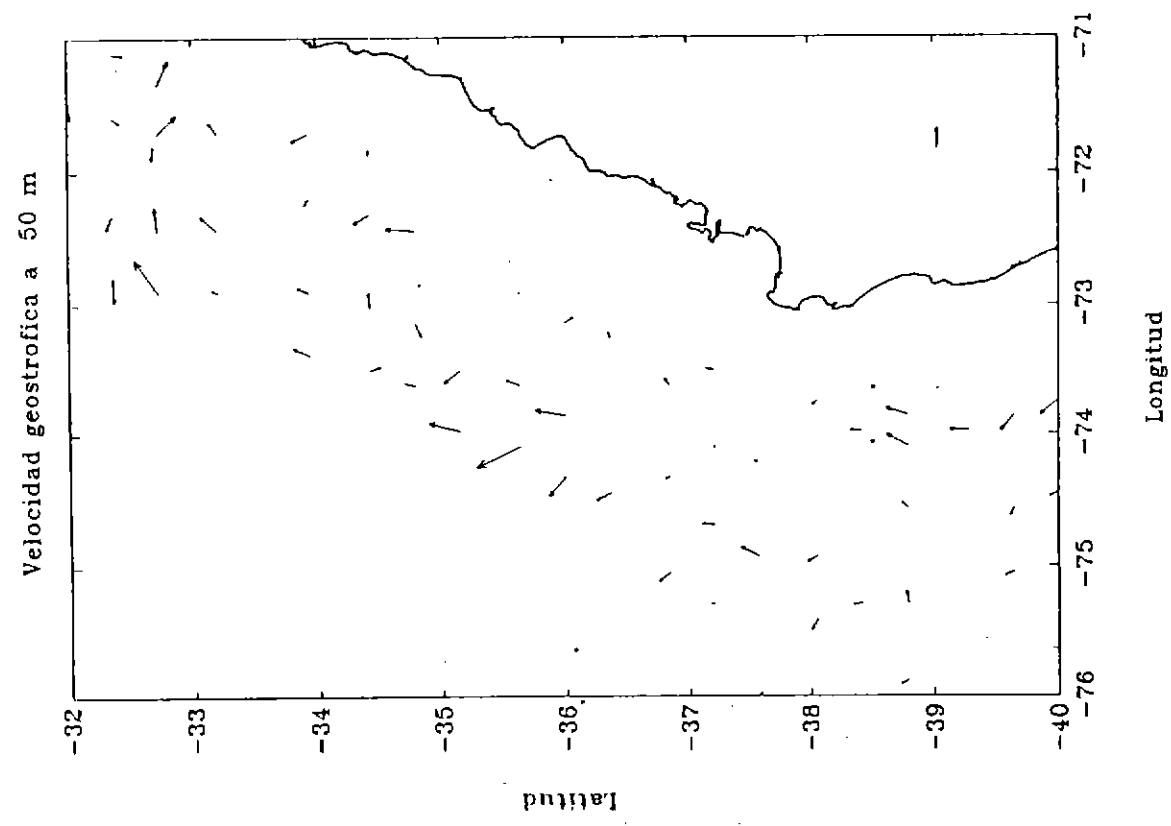
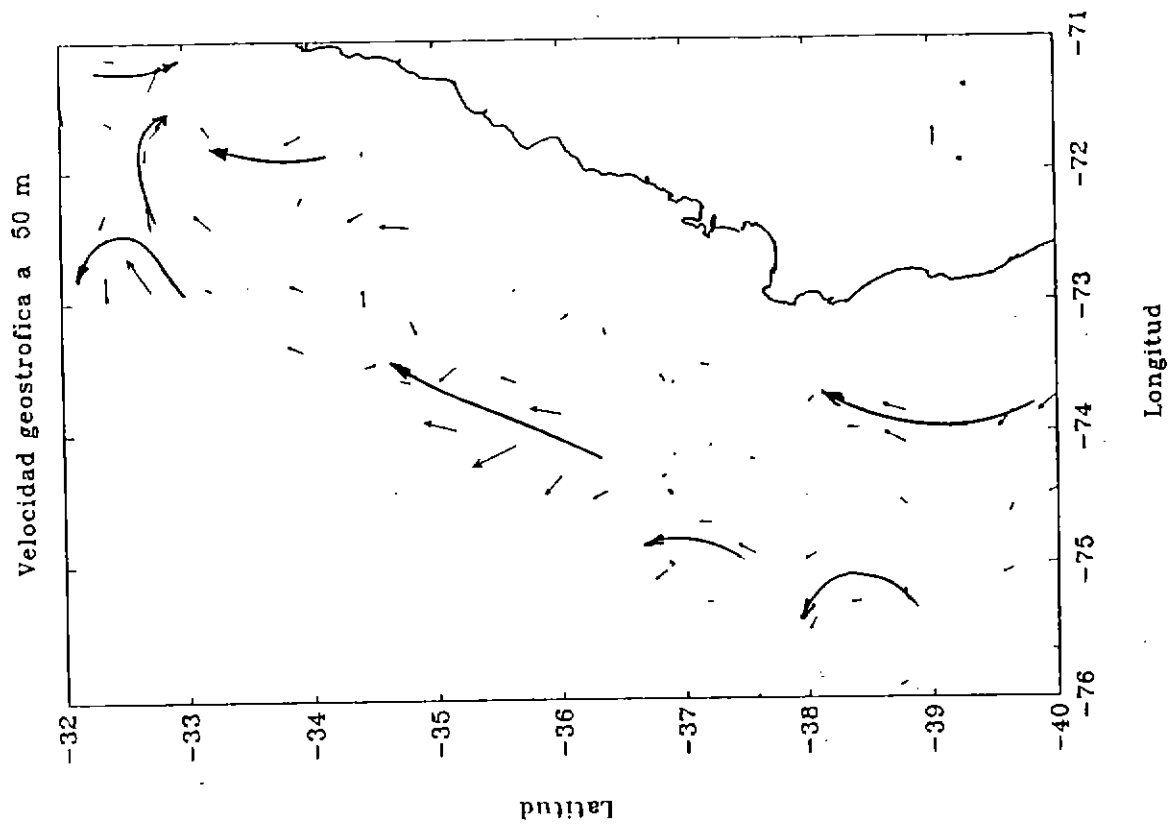


Fig. 108. Velocidad geostrofica a 50 m referida a 600 m.



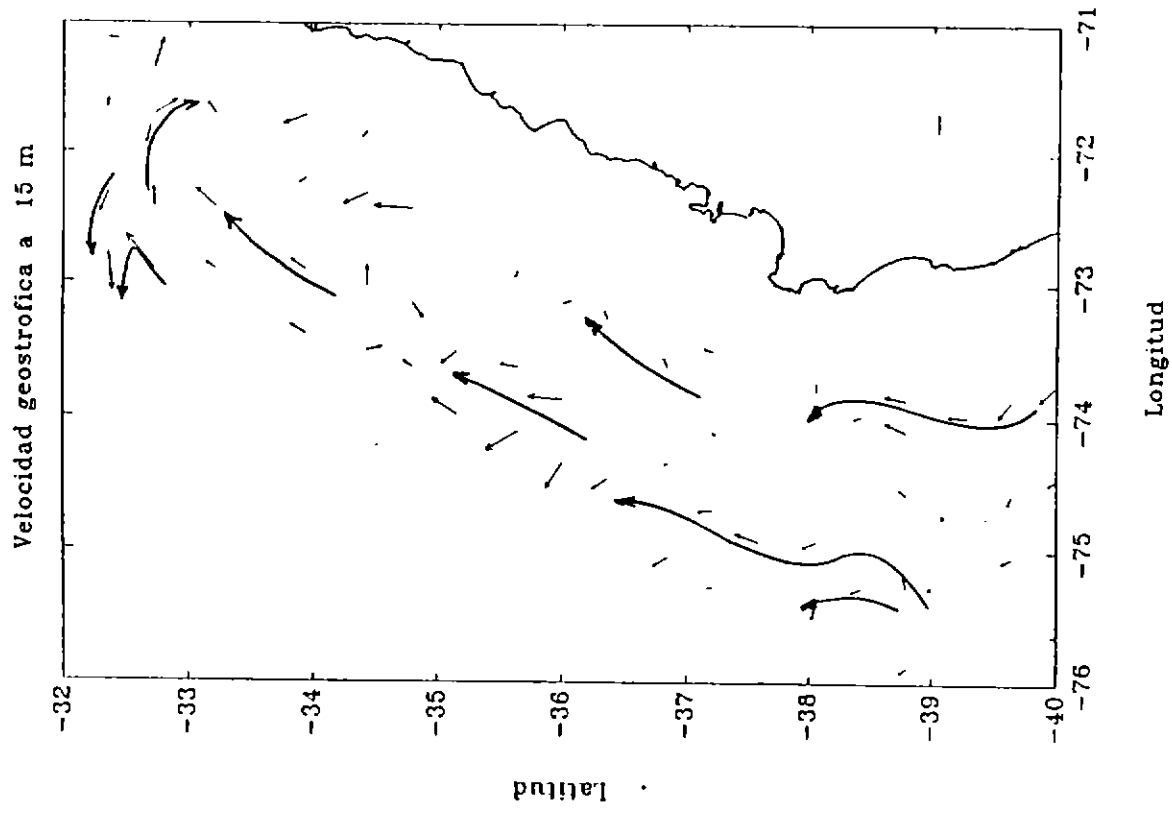
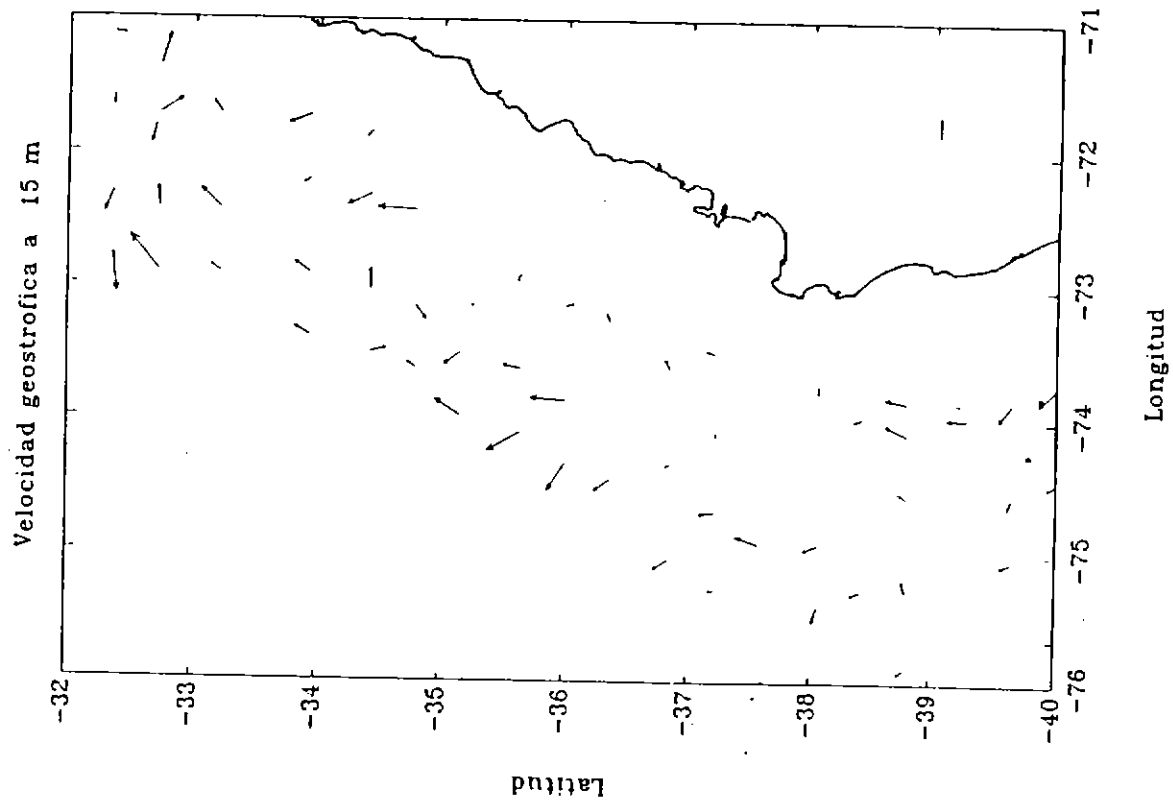


Fig. 109. Velocidad geostrofica a 15 m referida a 600 m.

BATIMETRIA DE ZONA DEL MANI

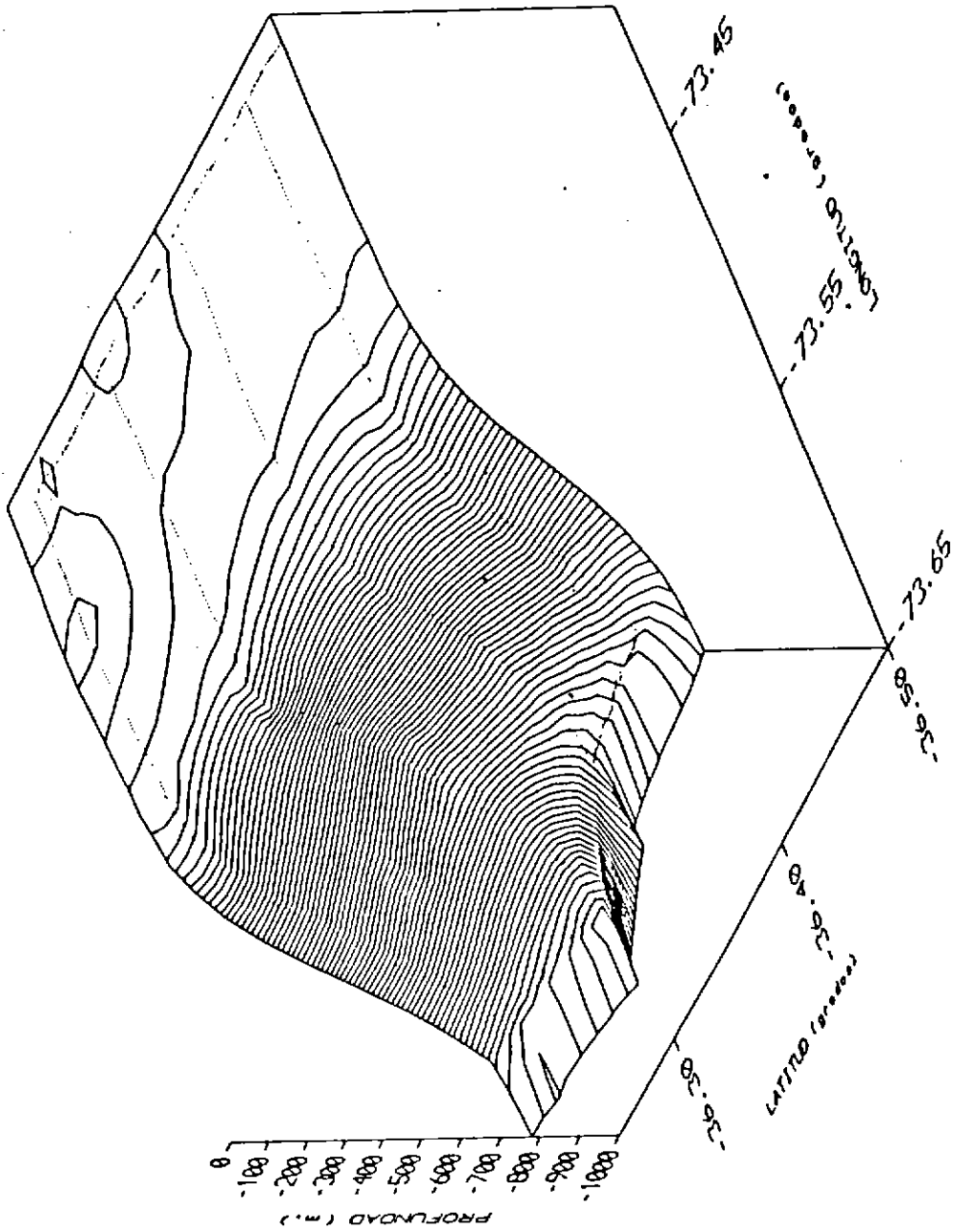


Fig. 110. Batimetría de la zona El Maní.

BATIMETRIA DE LA ZONA DE CONTROL

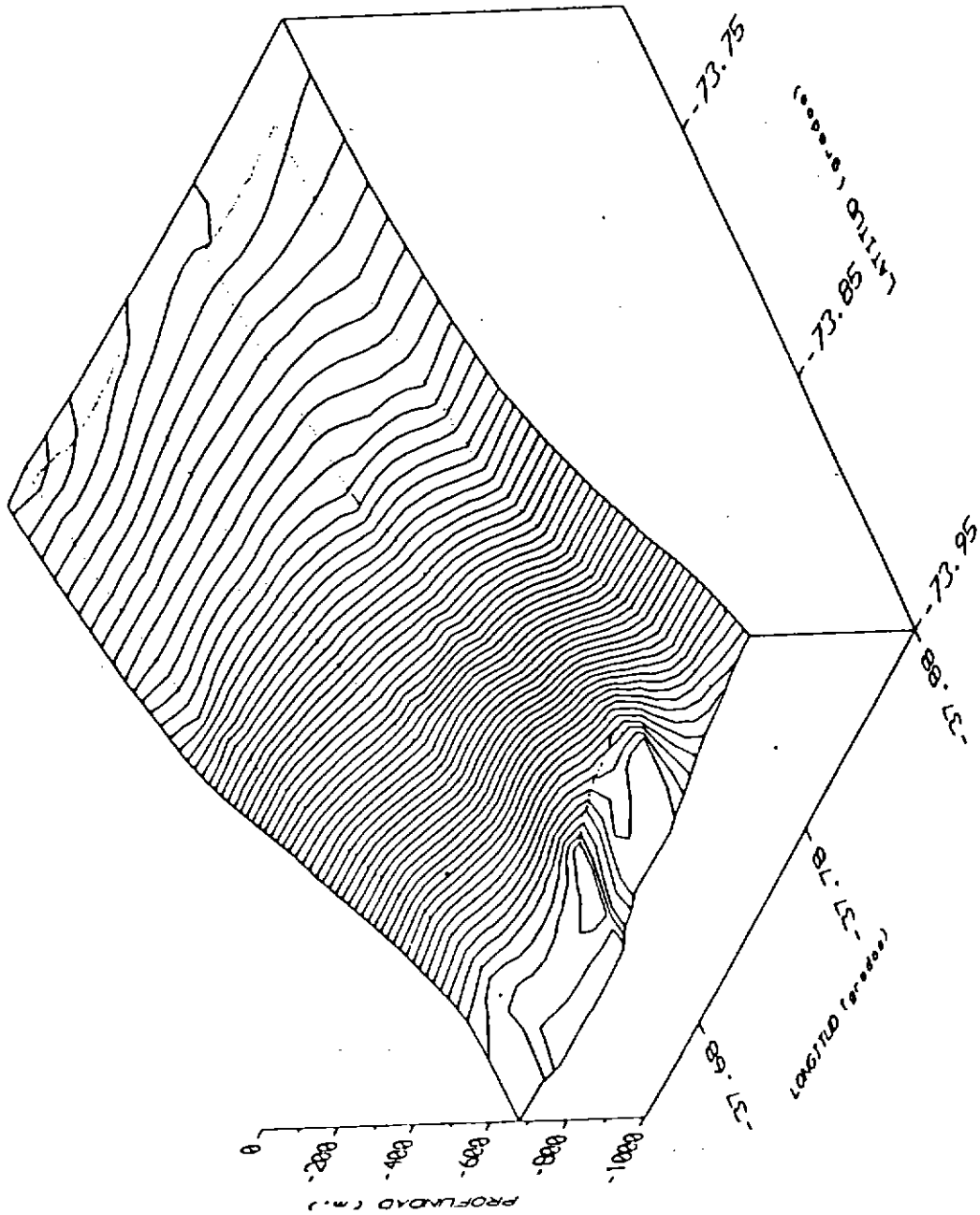


Fig. 111. Batimetría de la zona Control.

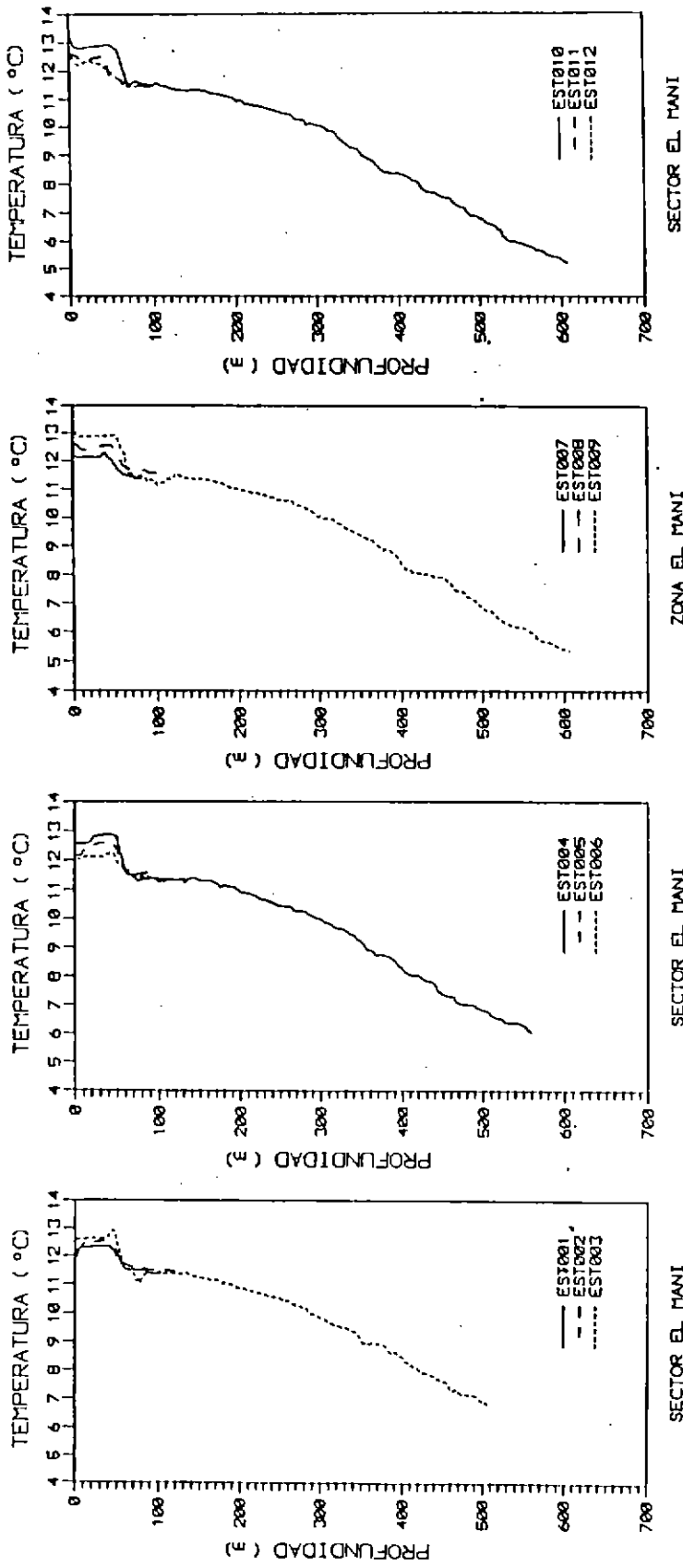


Fig. 112. Distribuciones verticales de temperatura de la zona El Maní.

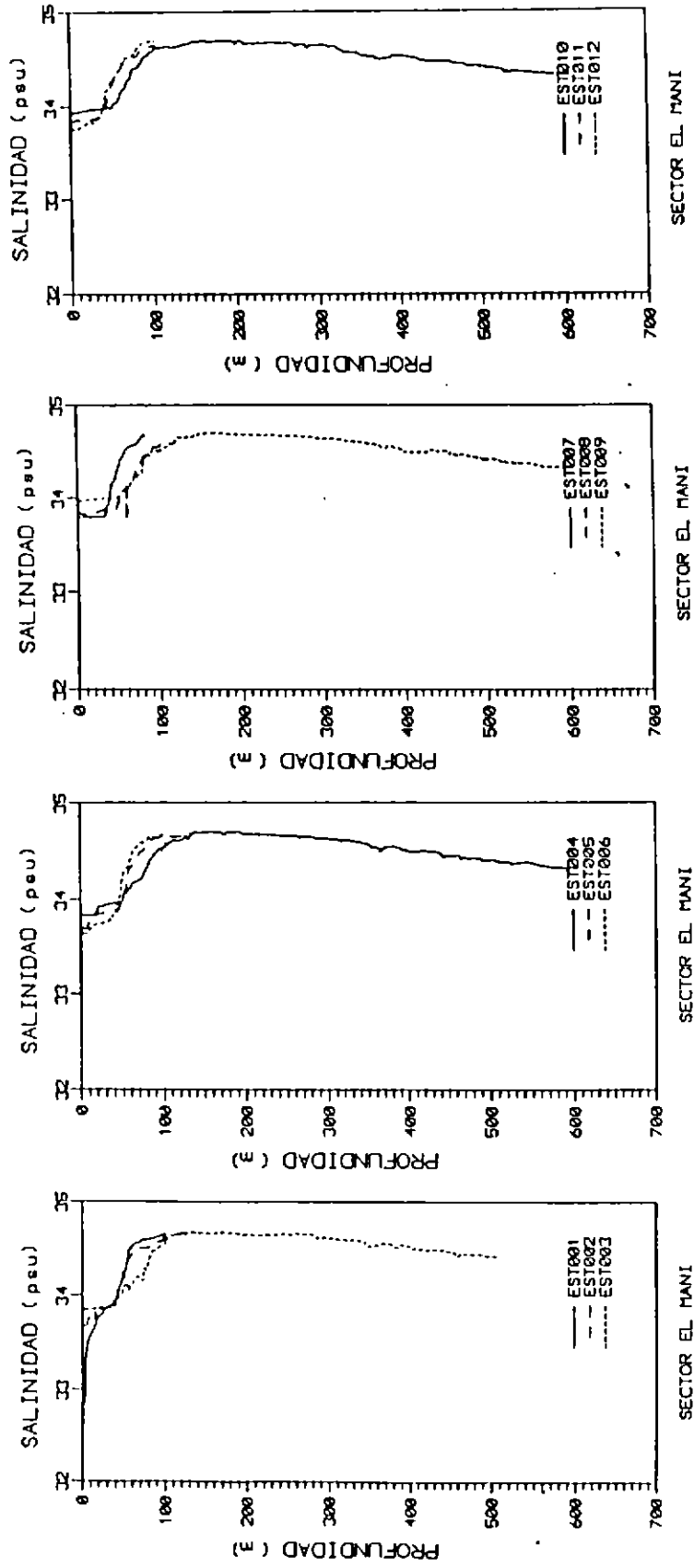


Fig. 113. Distribuciones verticales de salinidad de la zona El Maní.

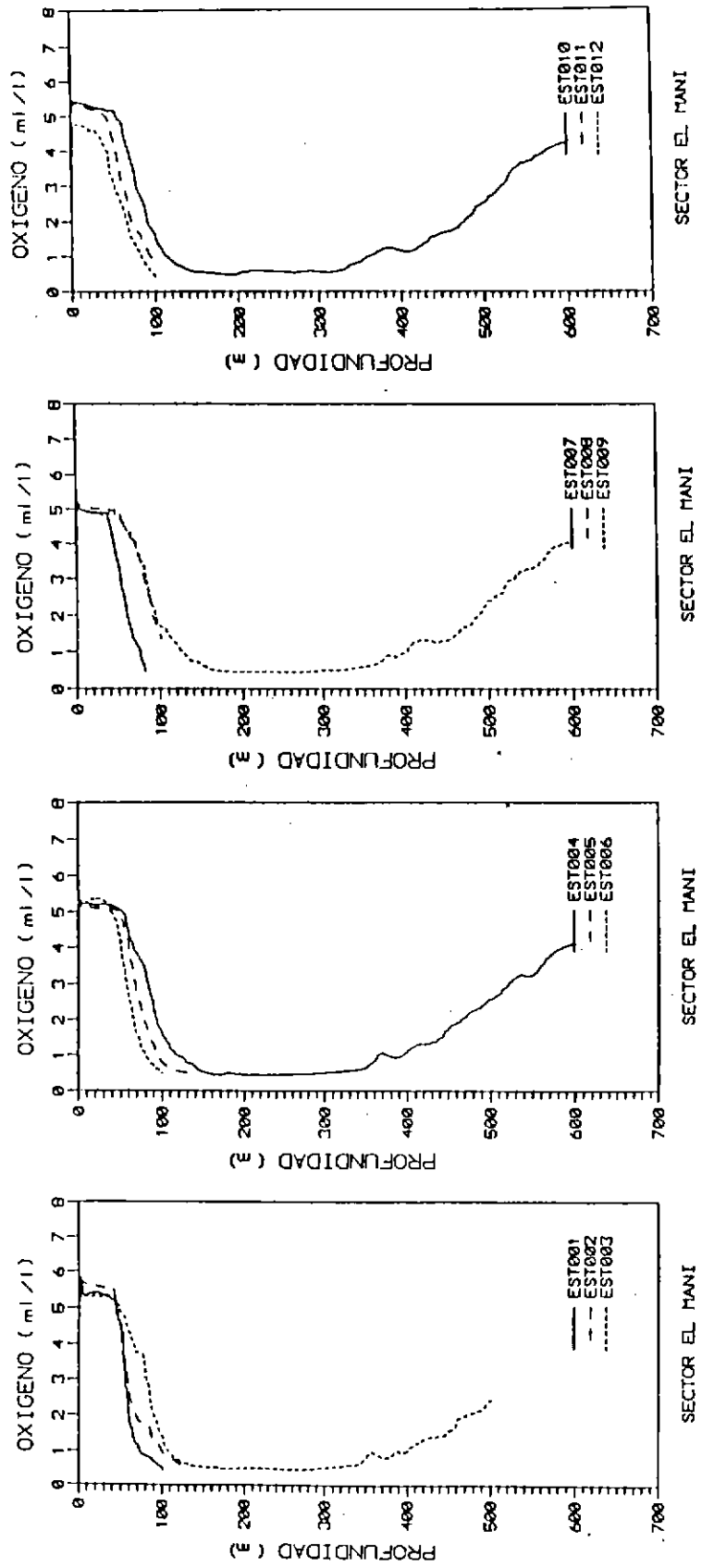


Fig. 114. Distribuciones verticales de oxígeno de la zona El Maní.

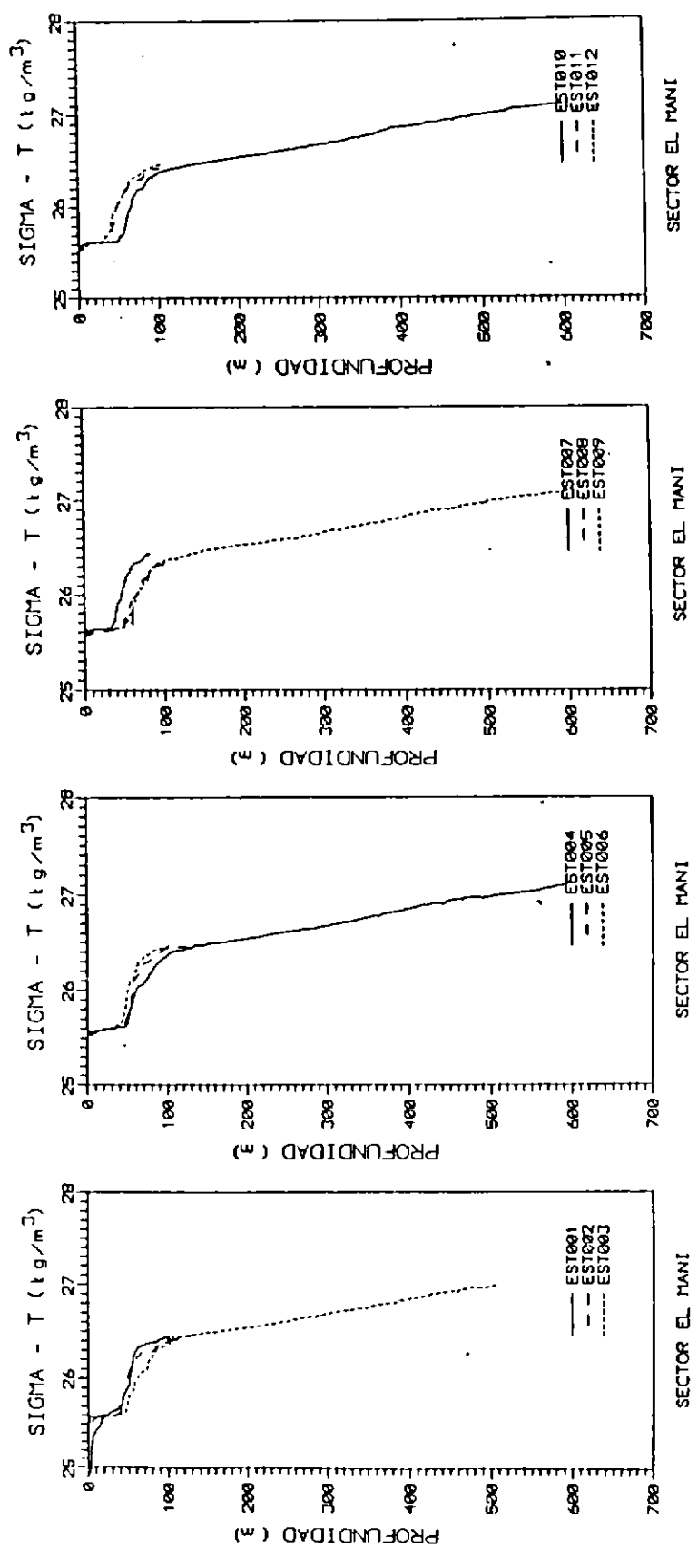


Fig. 115. Distribuciones verticales de sigma-t de la zona El Maní.

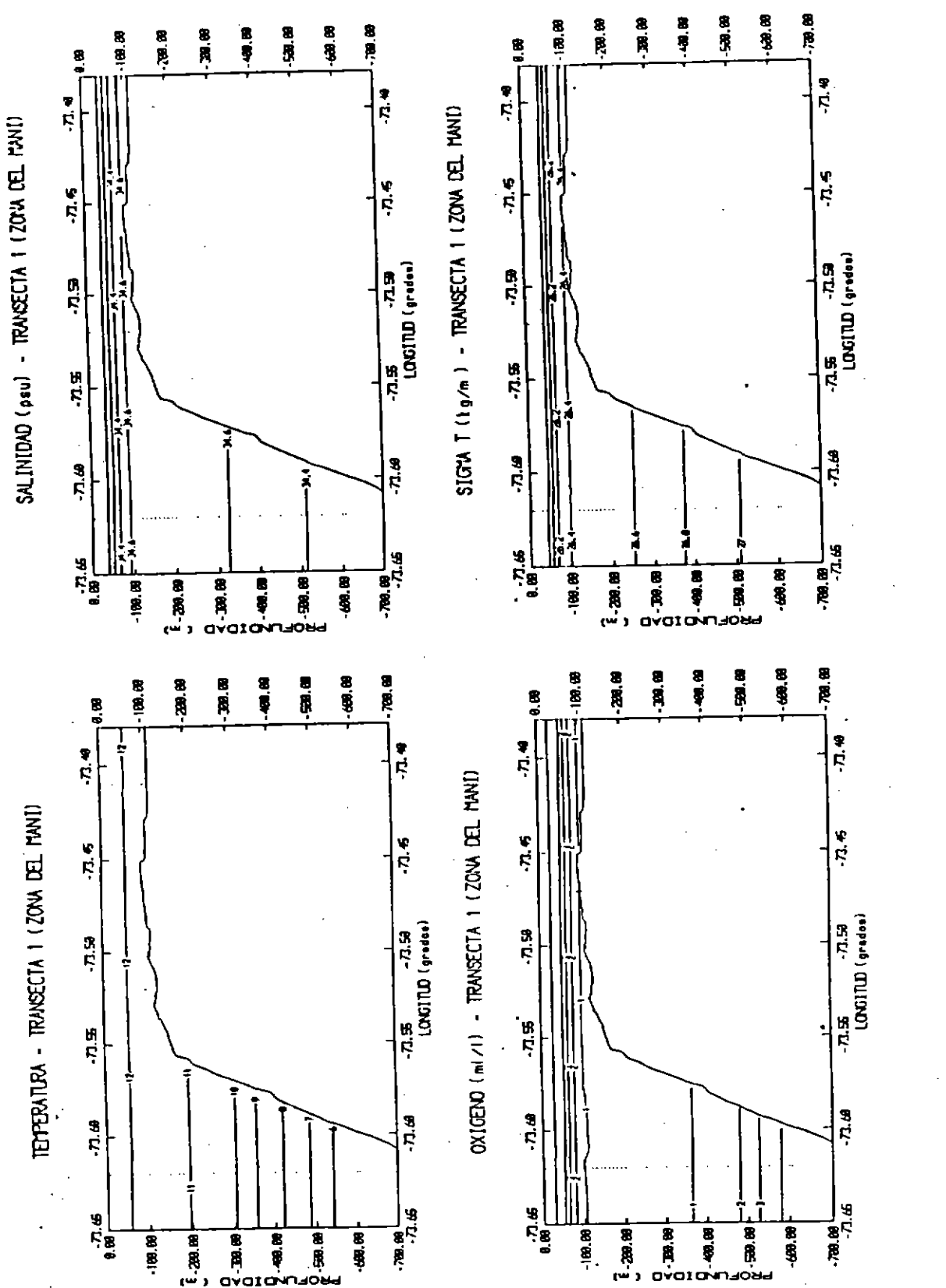


Fig. 116. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 1).



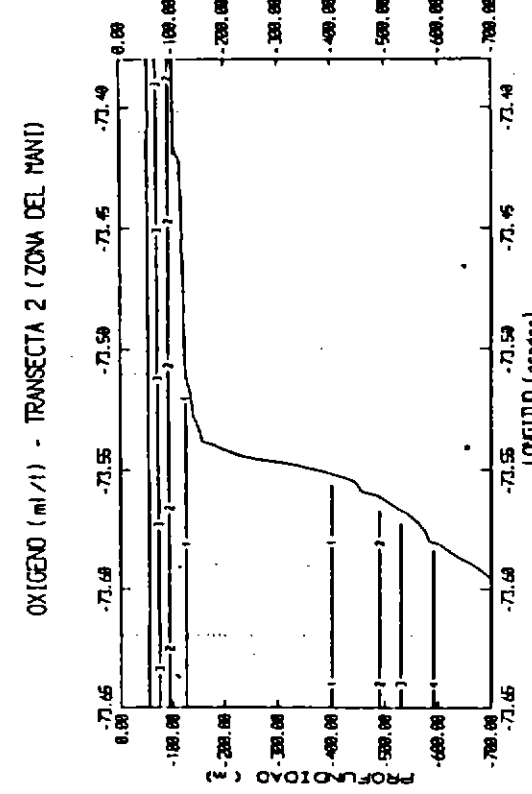
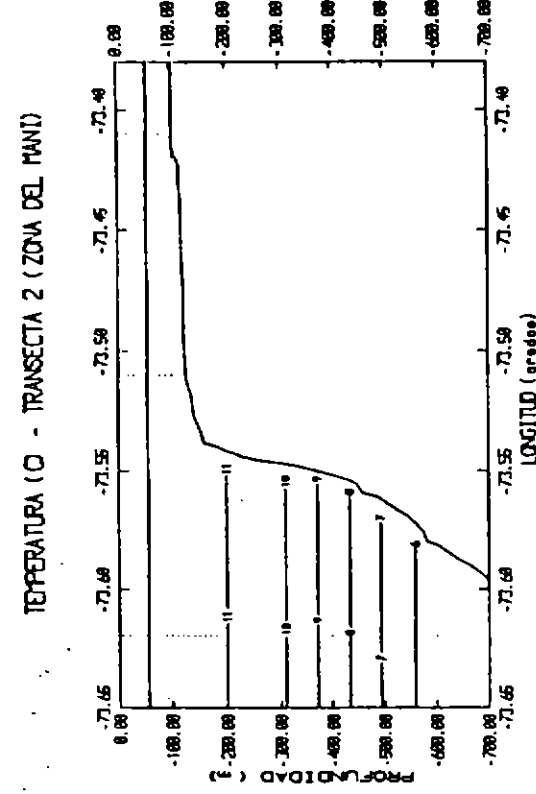
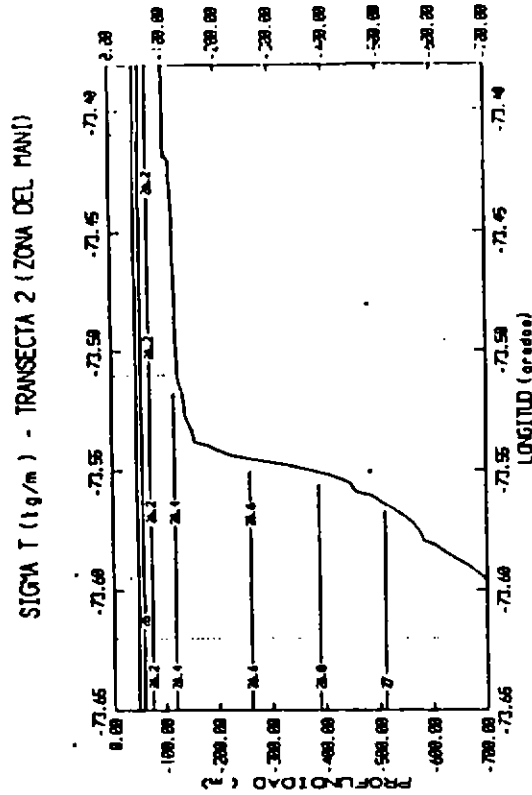
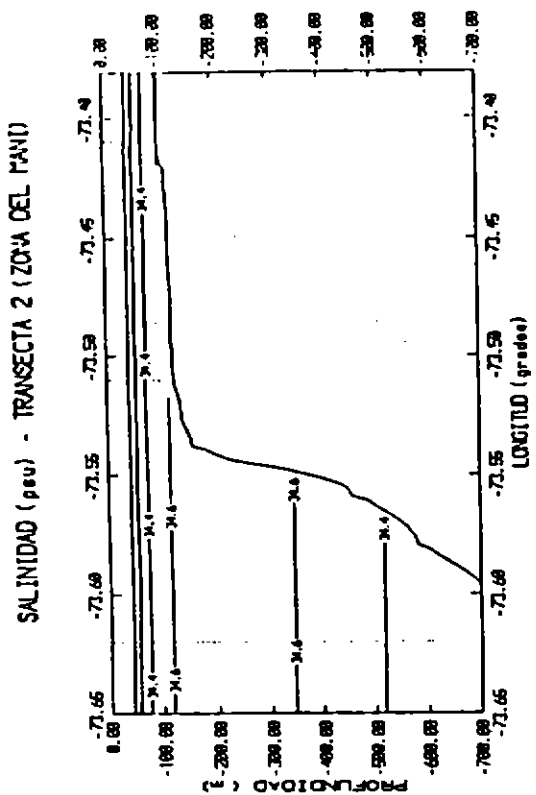


Fig. 117. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 2).

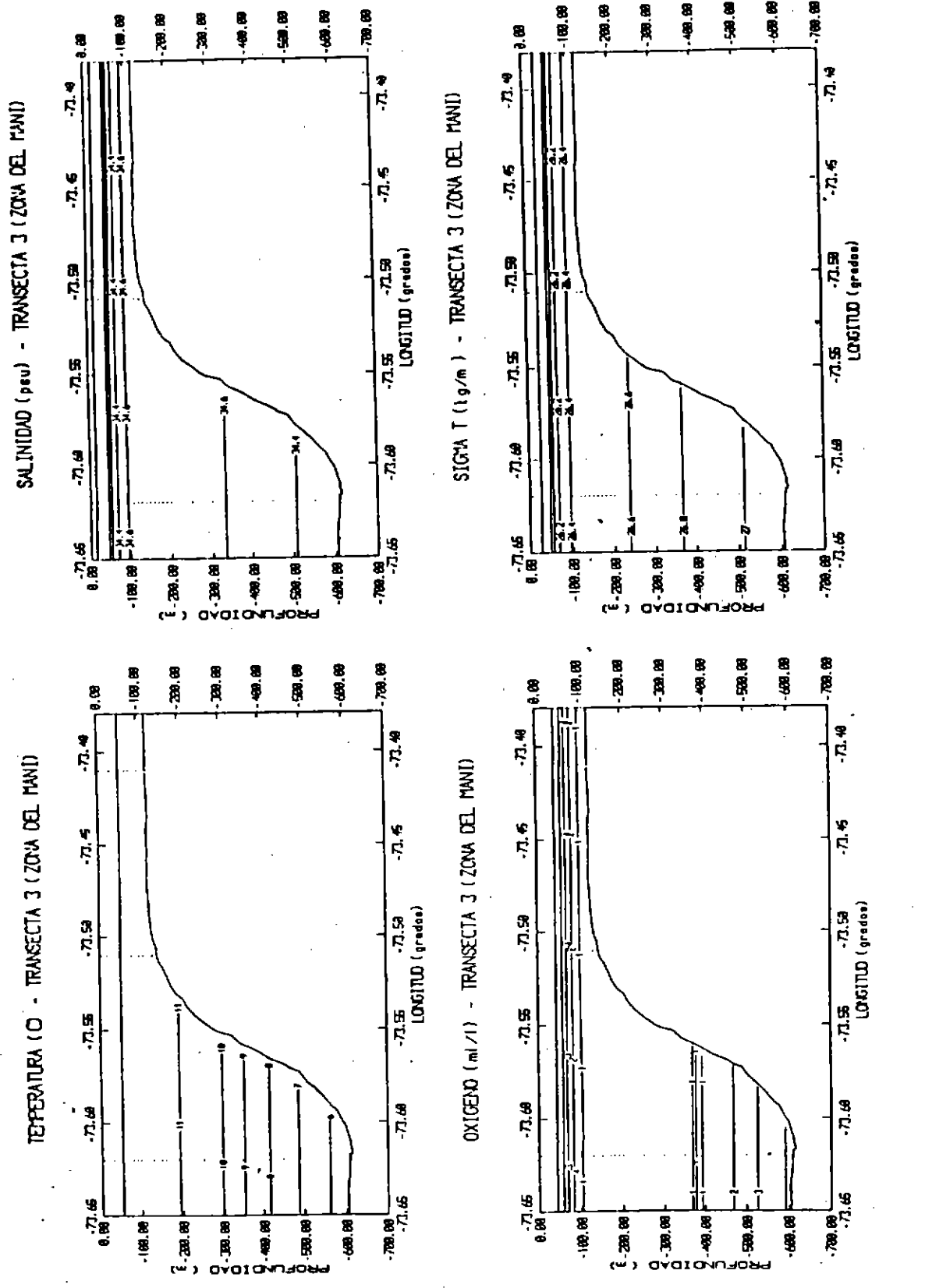


Fig. 118. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 3).

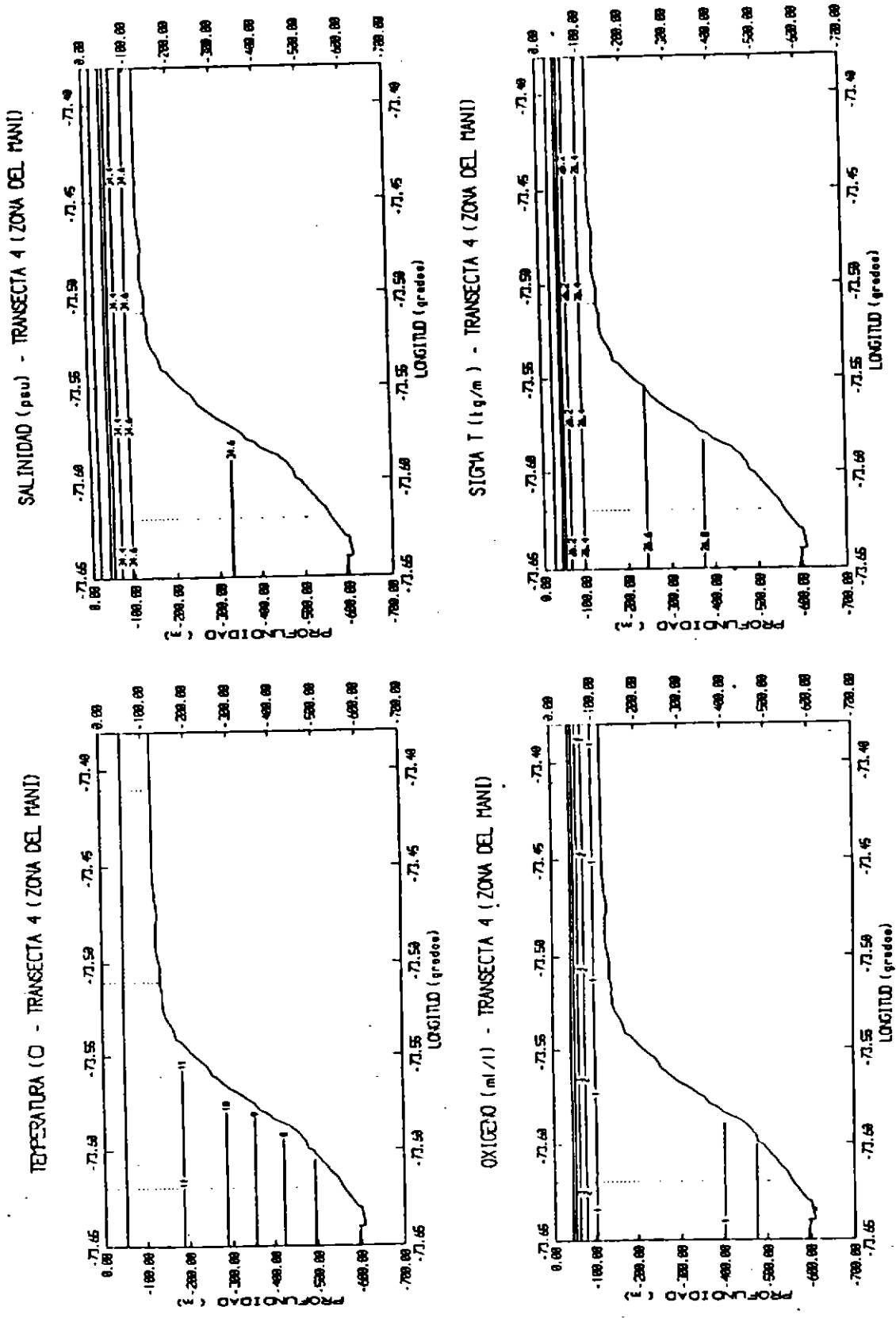
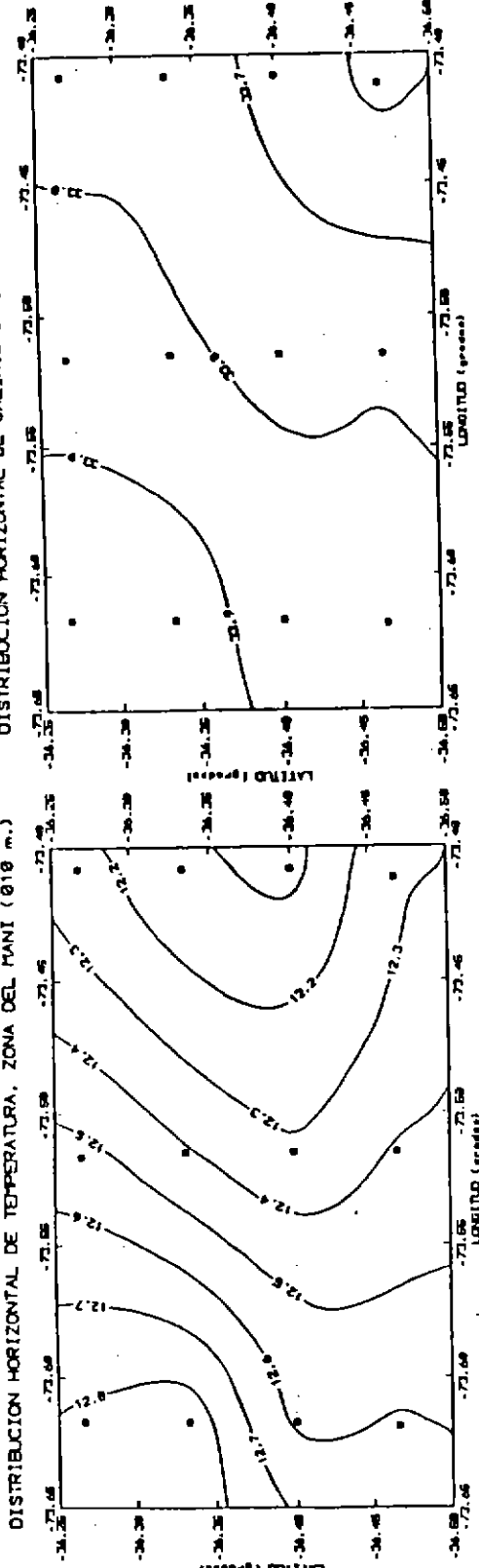
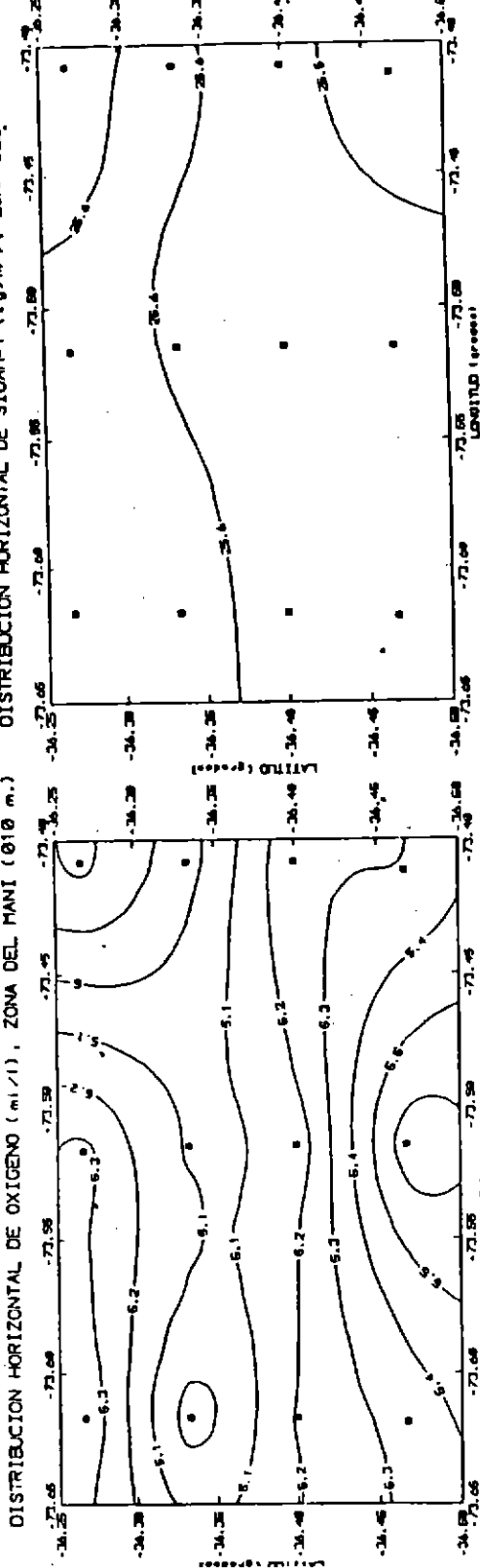


Fig. 119. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (transecta 4).

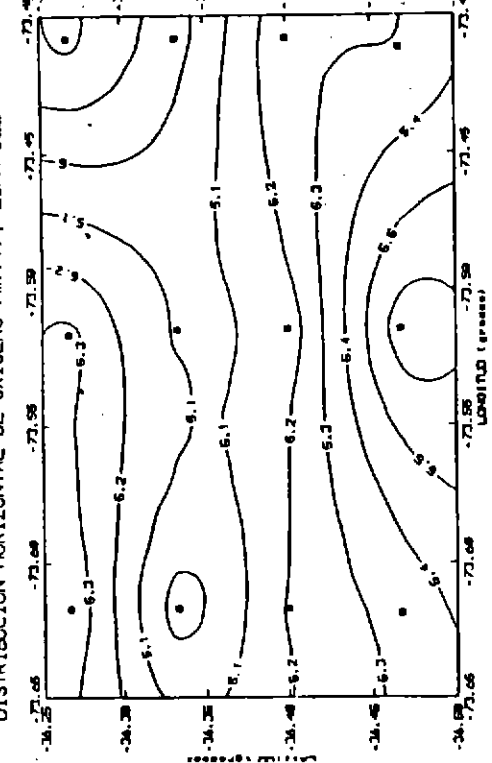
DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA, ZONA DEL MANI (010 m.)



DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SALINIDAD (psu), ZONA DEL MANI (010 m.)



DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (ml/l), ZONA DEL MANI (010 m.)



DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SIGMA-T (kg/m<sup>3</sup>), ZONA DEL MANI (010 m.)

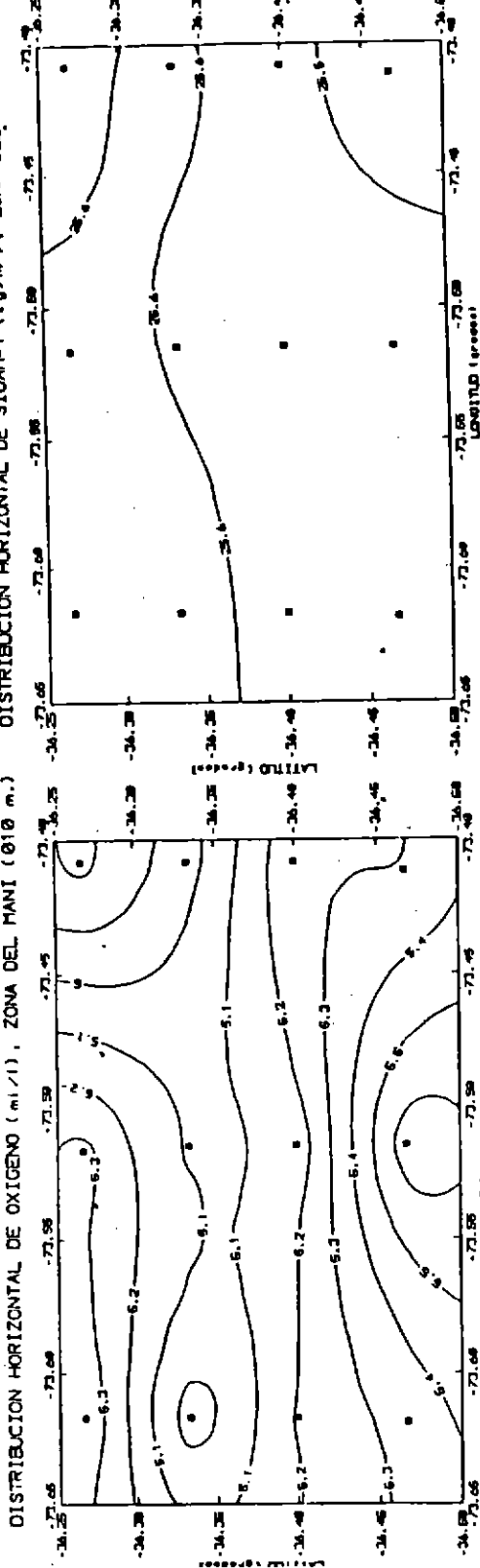


Fig. 120. Distribuciones horizontales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (10 m).

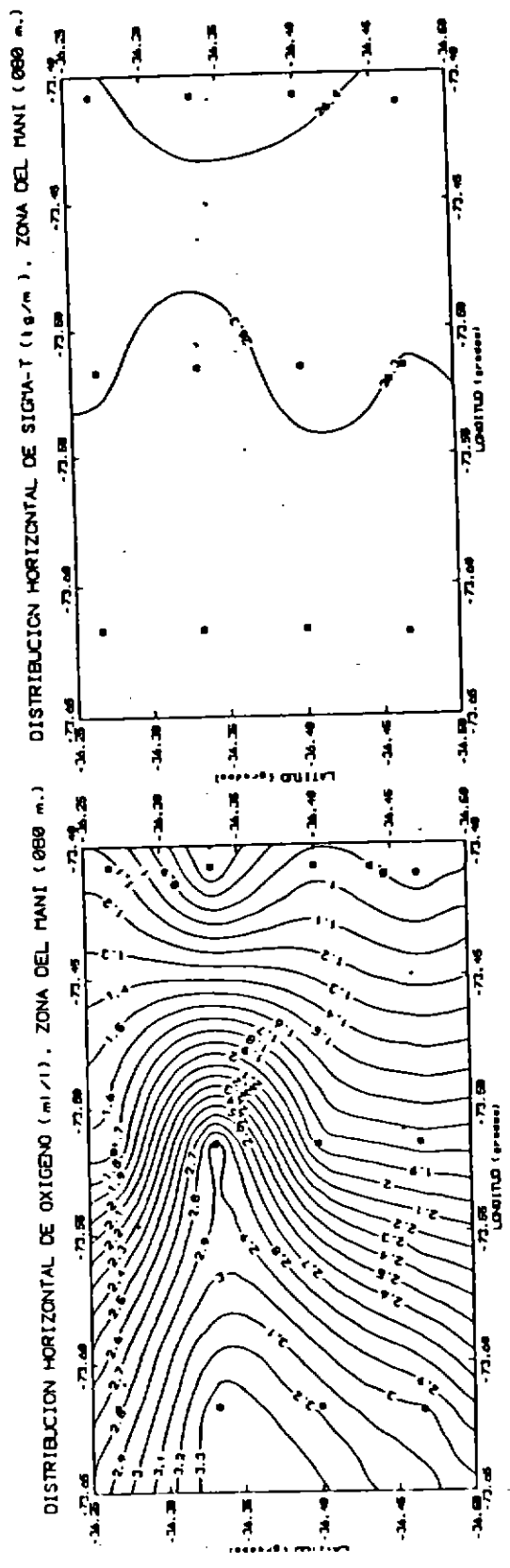
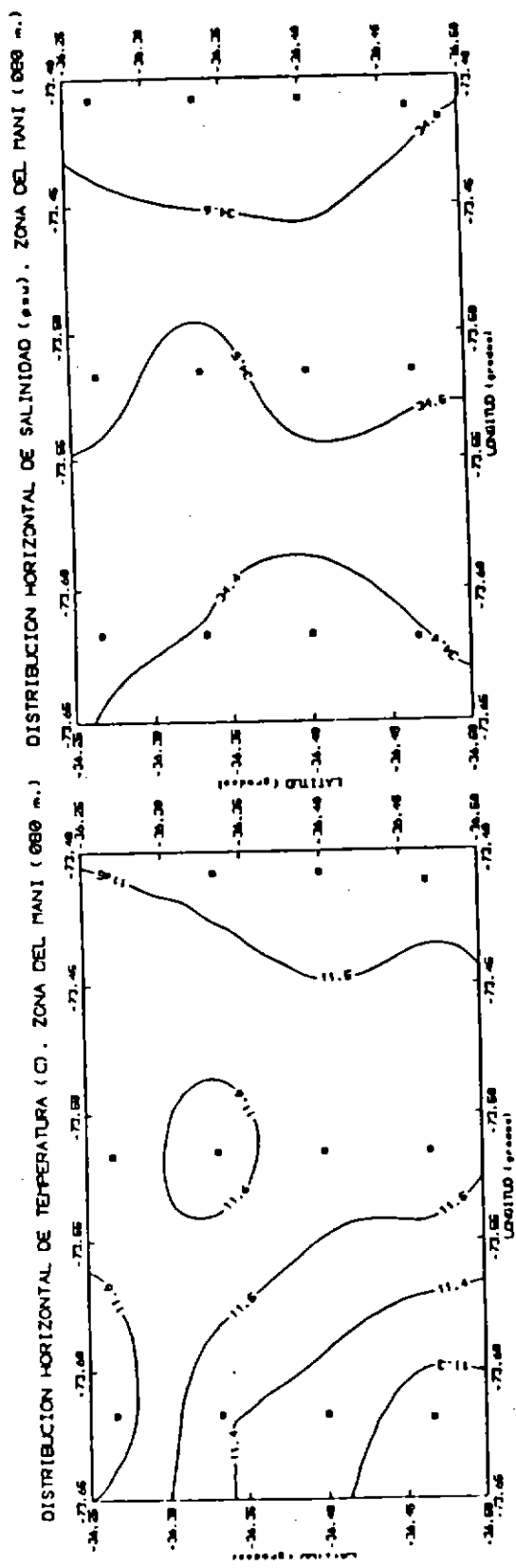


Fig. 121. Distribuciones horizontales de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona El Maní (80 m).

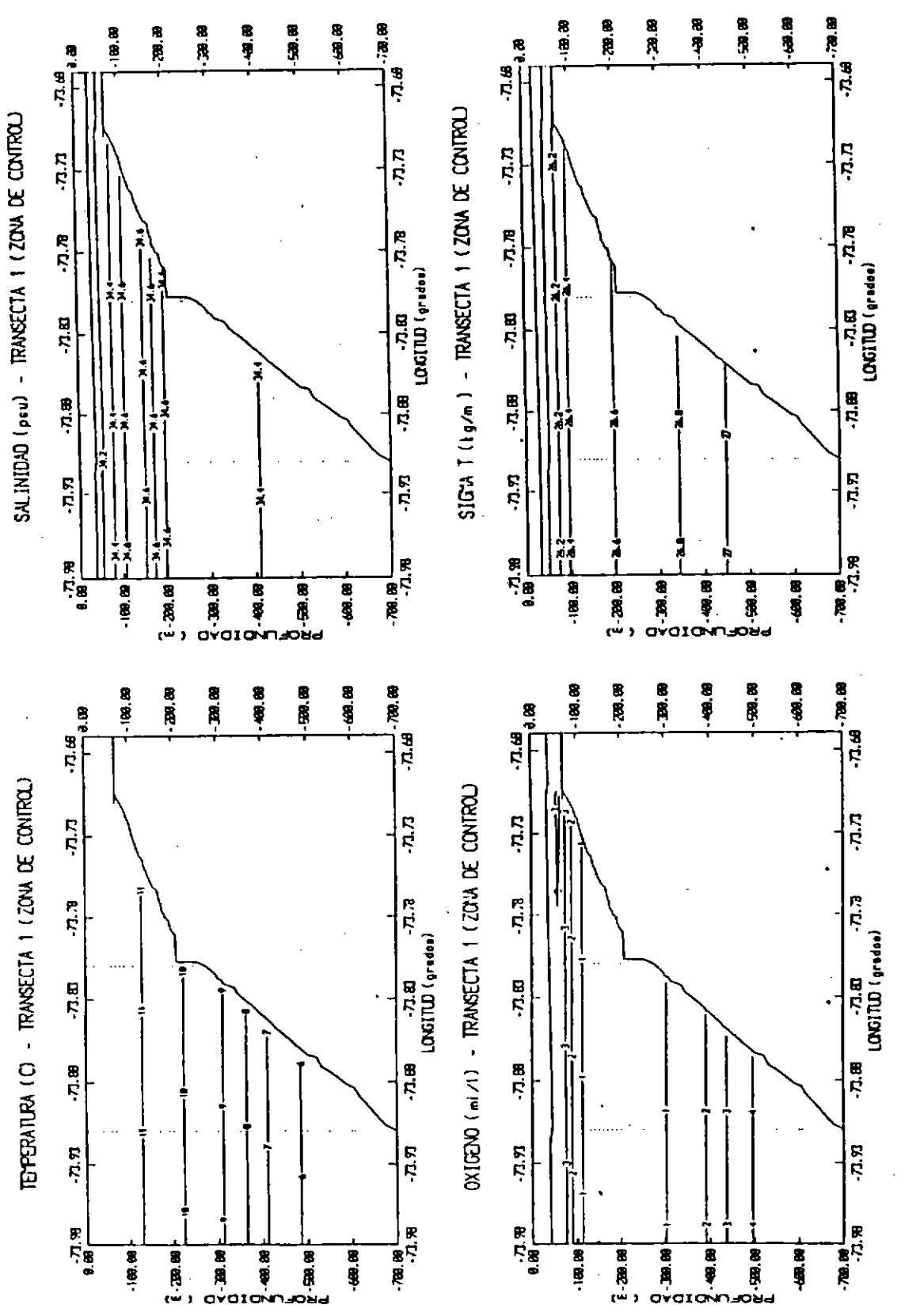


Fig. 122. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 1).

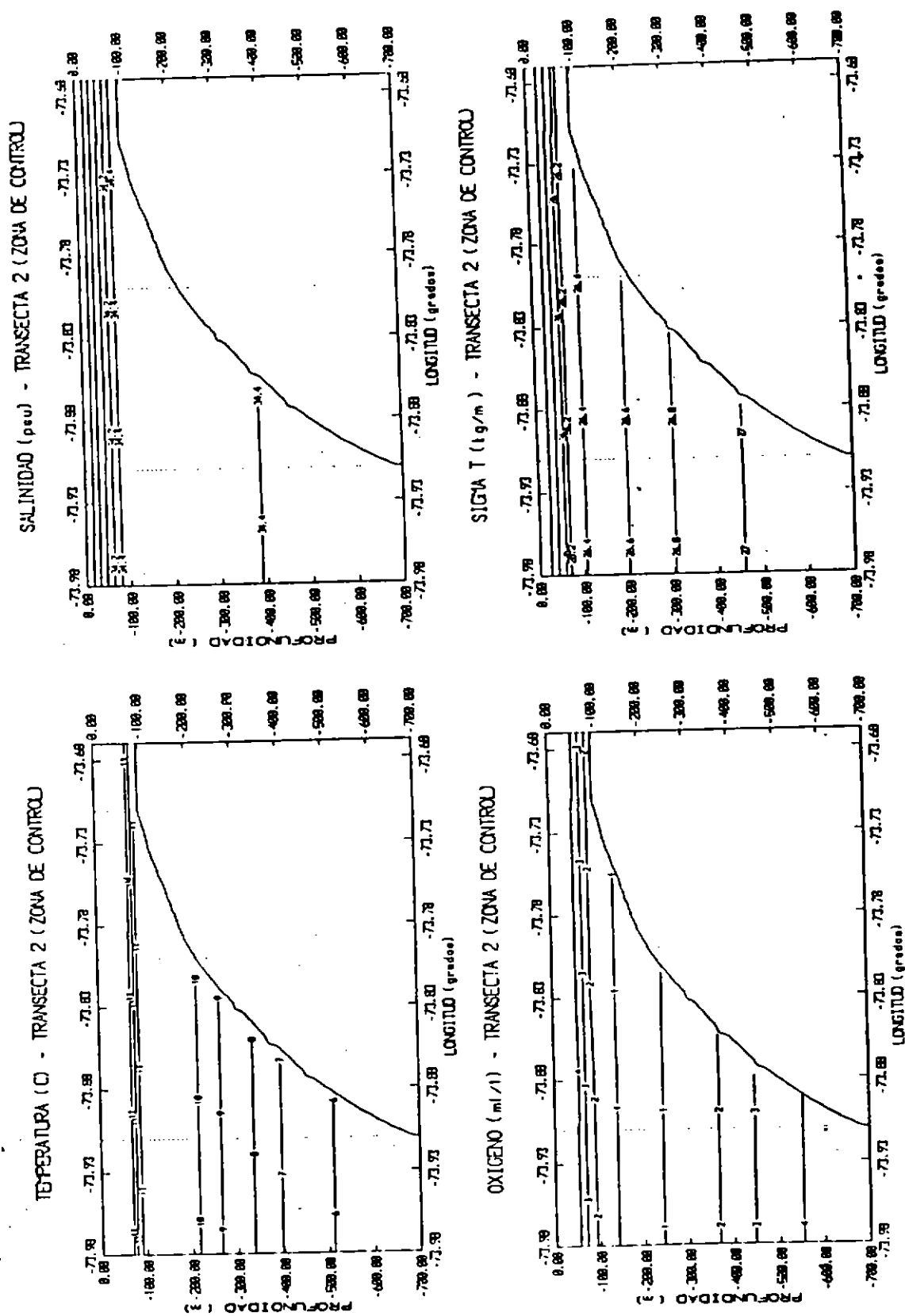


Fig. 123. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 2).

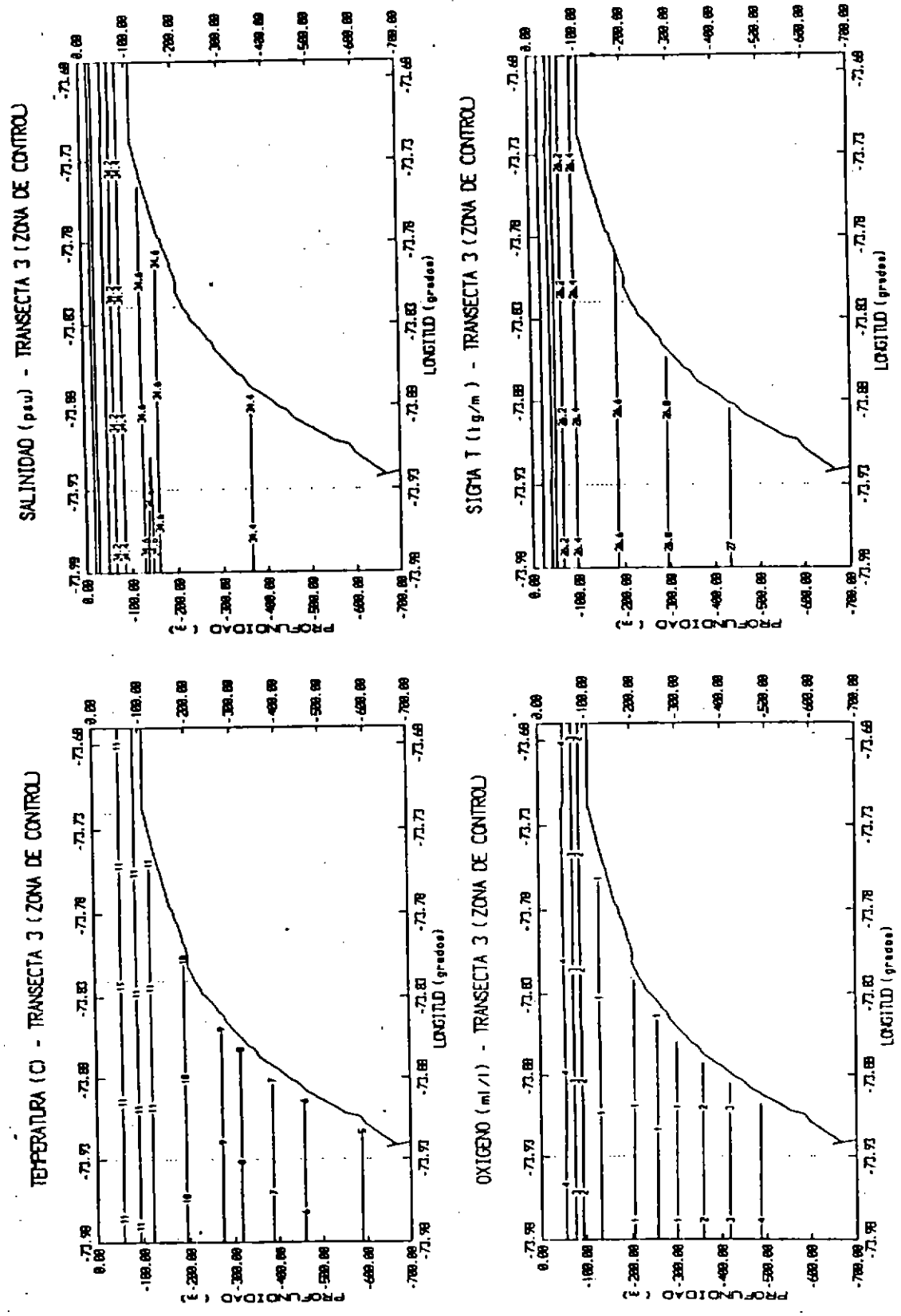


Fig. 124. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 3).



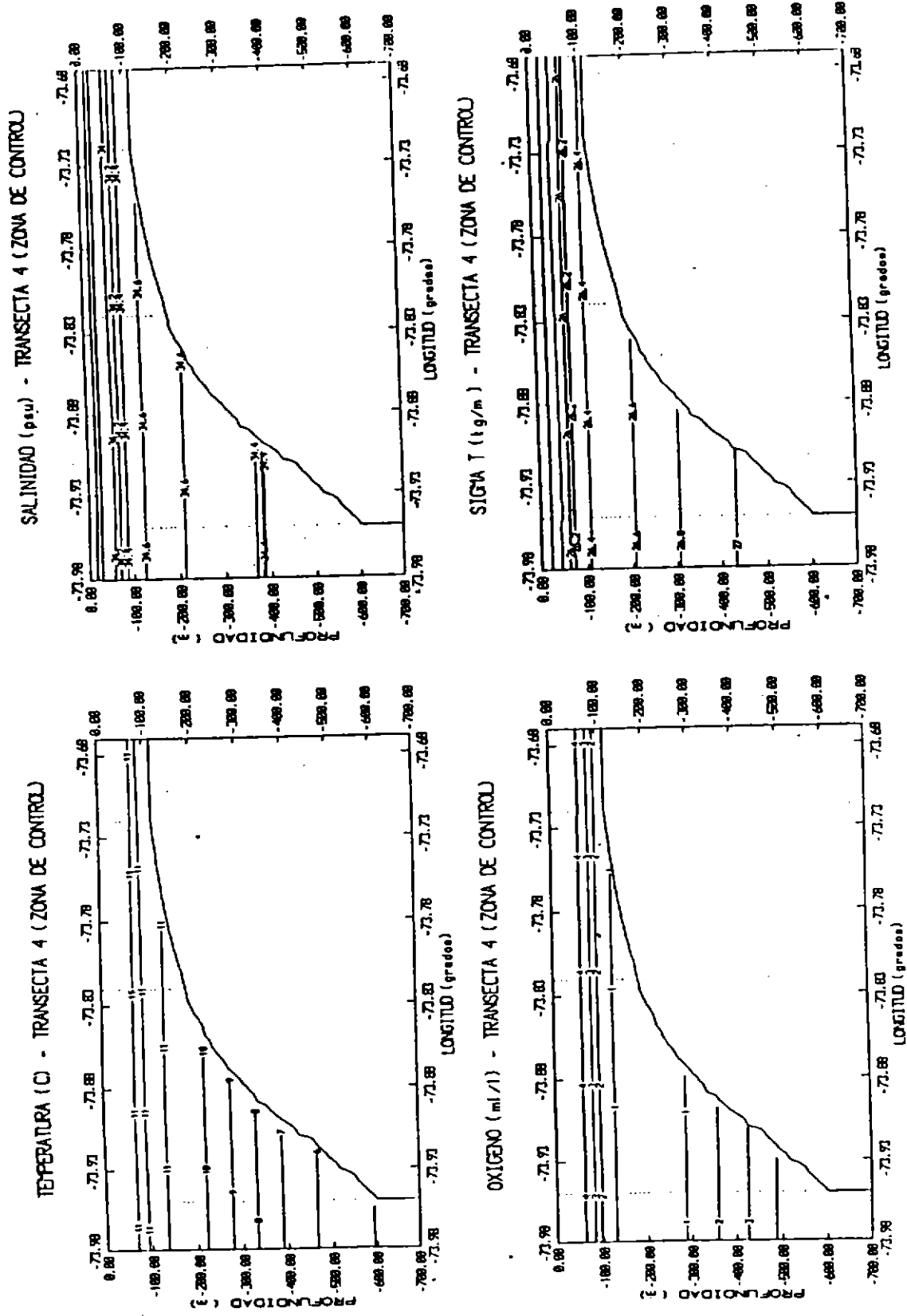


Fig. 125. Distribuciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno y sigma-t de la zona Control (transecta 4).

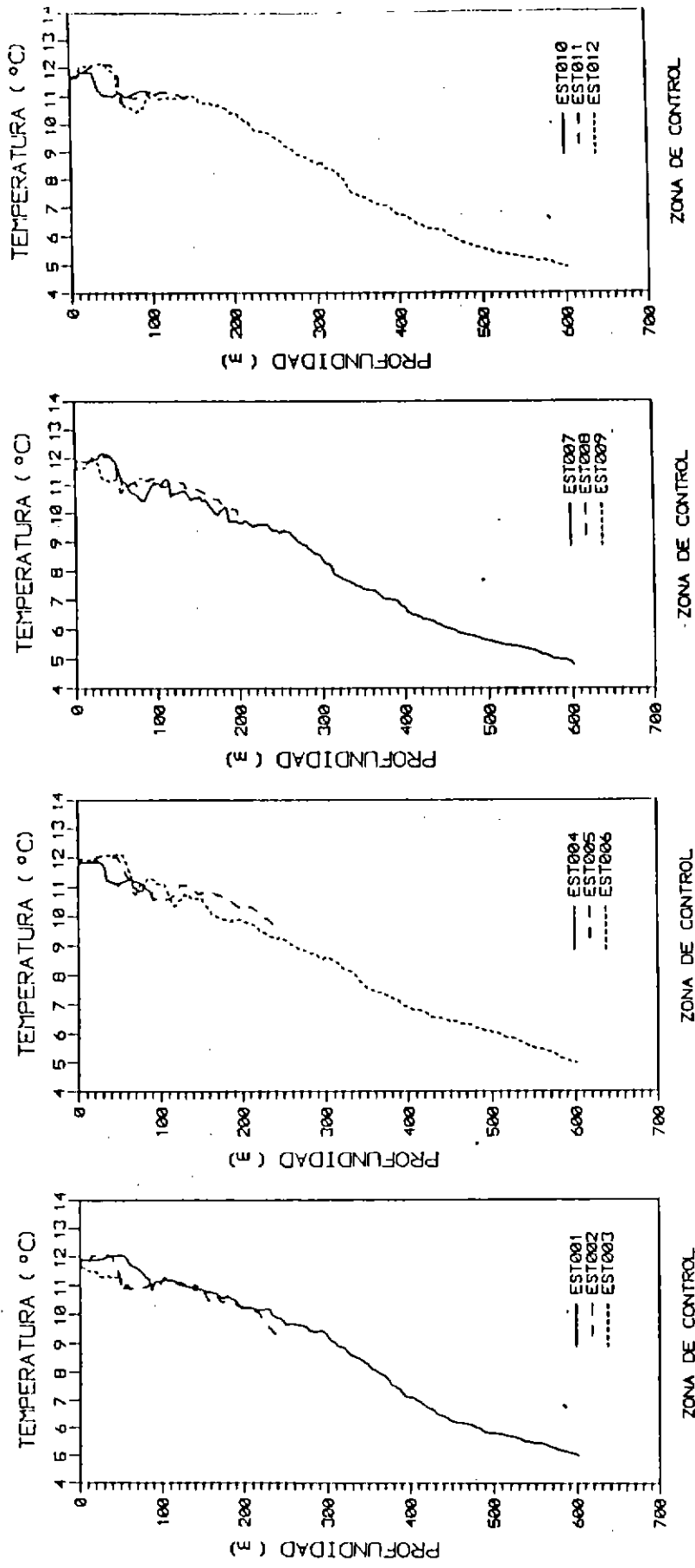


Fig. 126. Distribución vertical de temperatura en la zona Control.

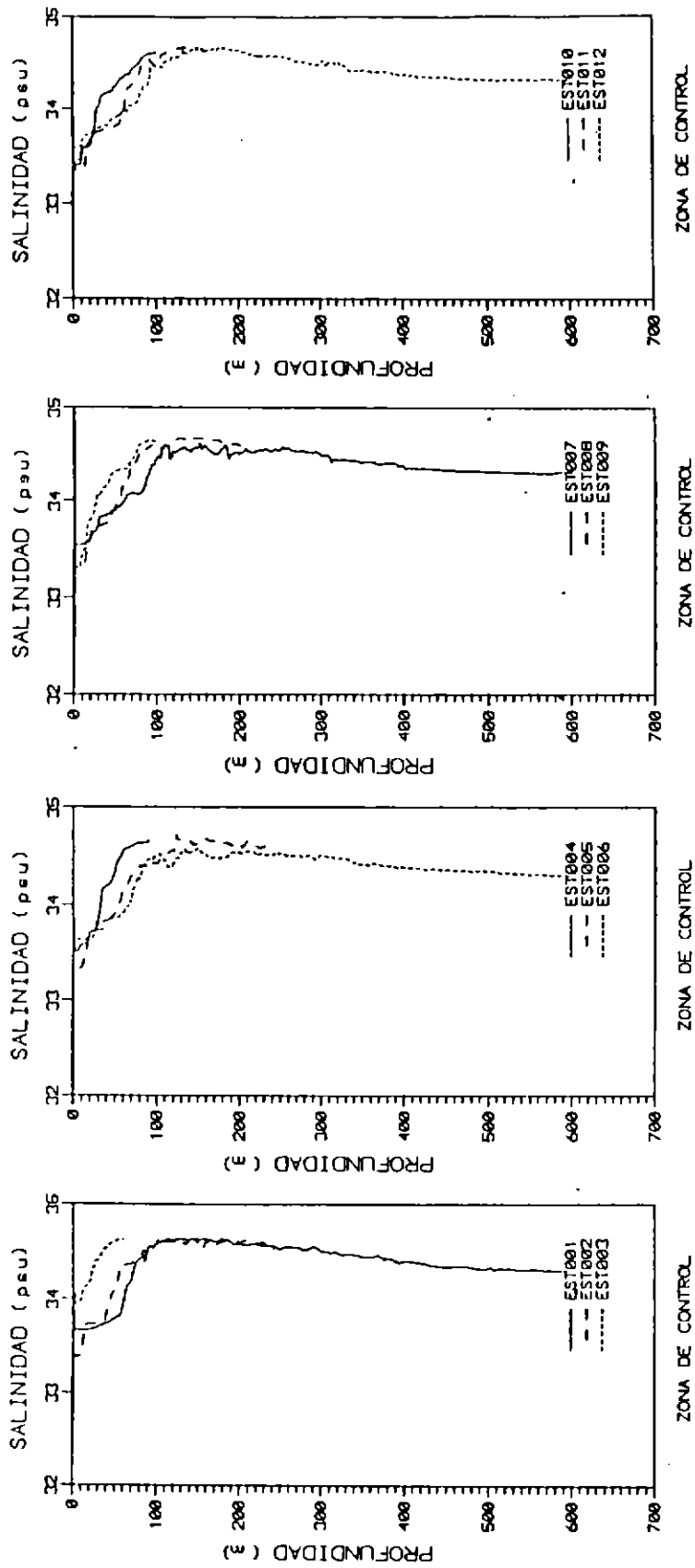


Fig. 127. Distribución vertical de salinidad en la zona Control.

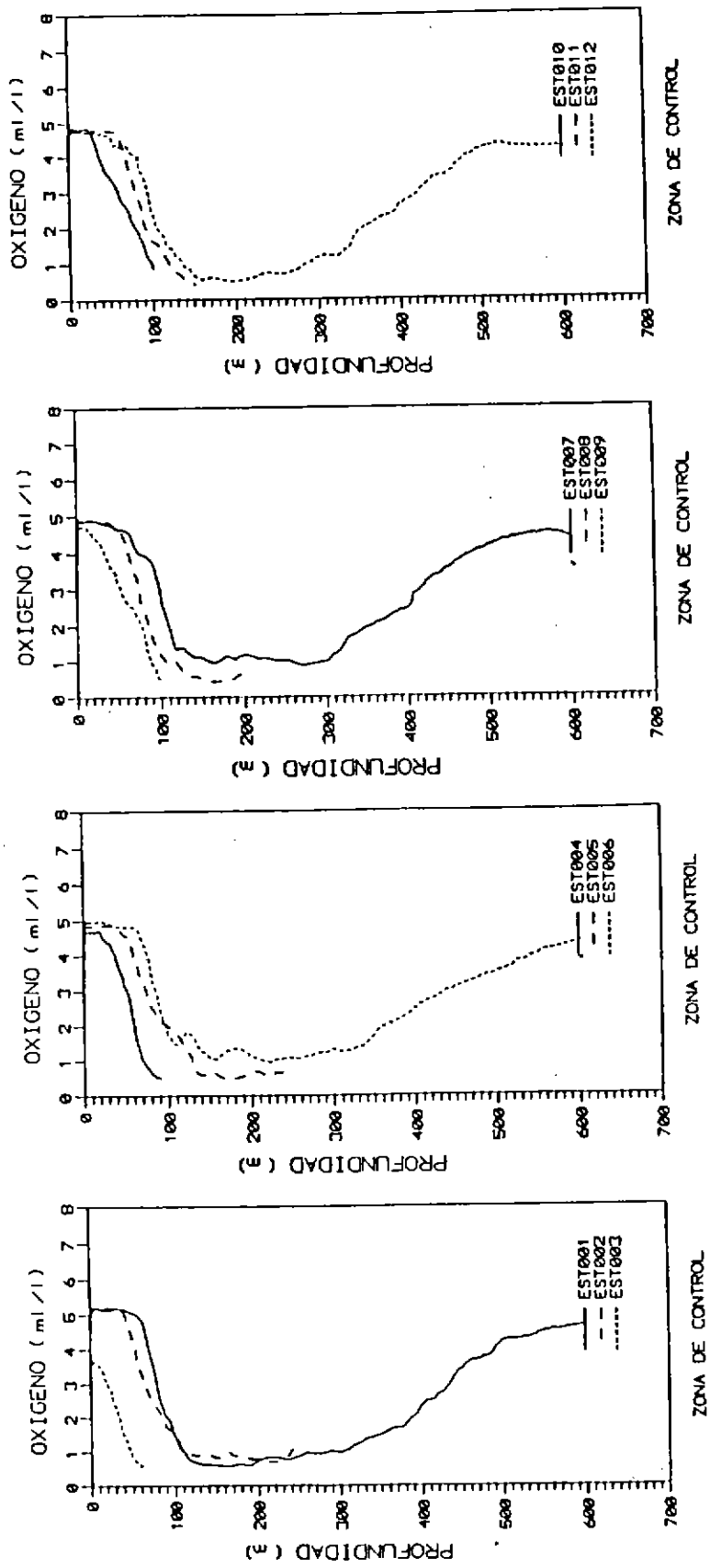


Fig. 128. Distribución vertical de oxígeno en la zona Control.

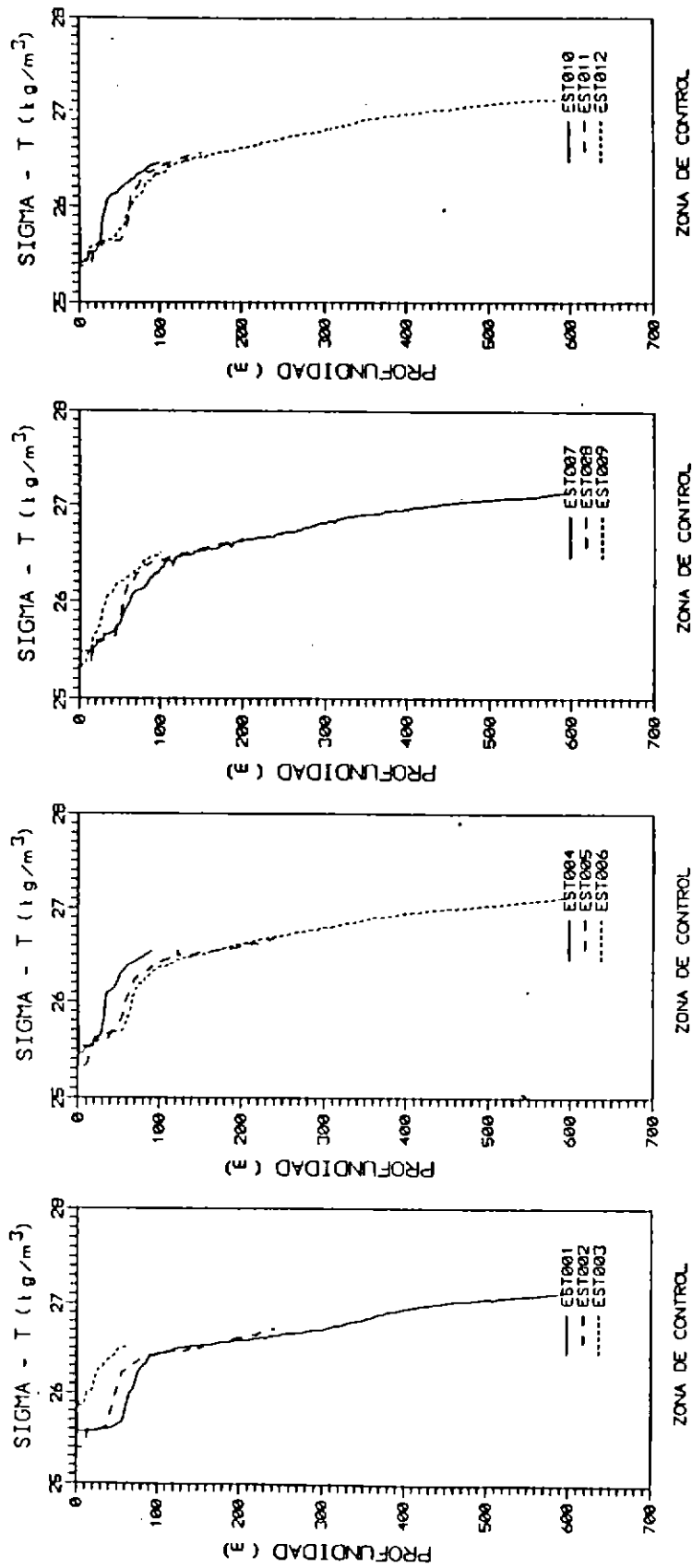


Fig. 129. Distribución vertical de sigma-t en la zona Control.

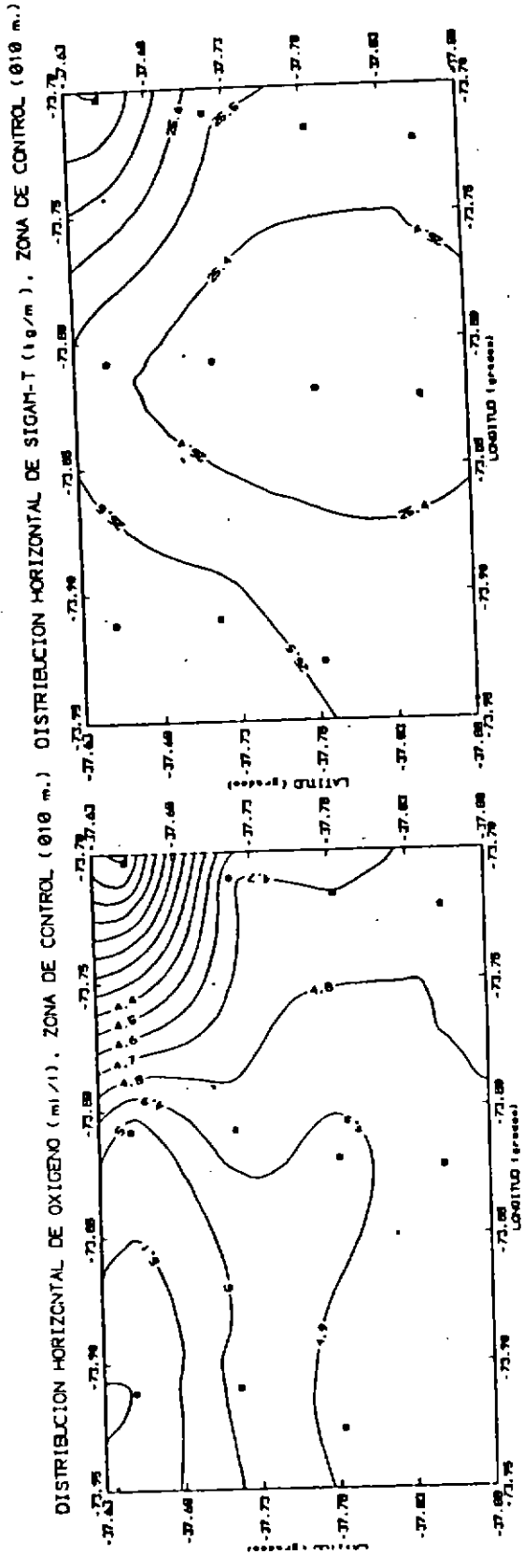
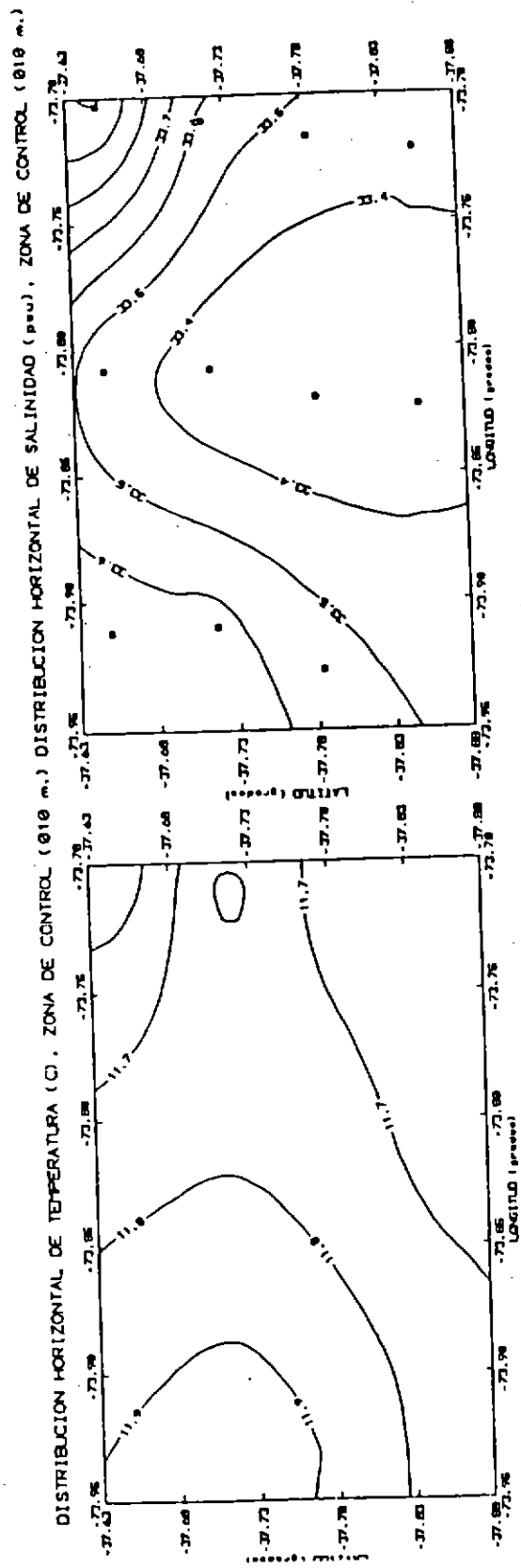


Fig. 130. Distribución horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t en la zona Control (10 m).

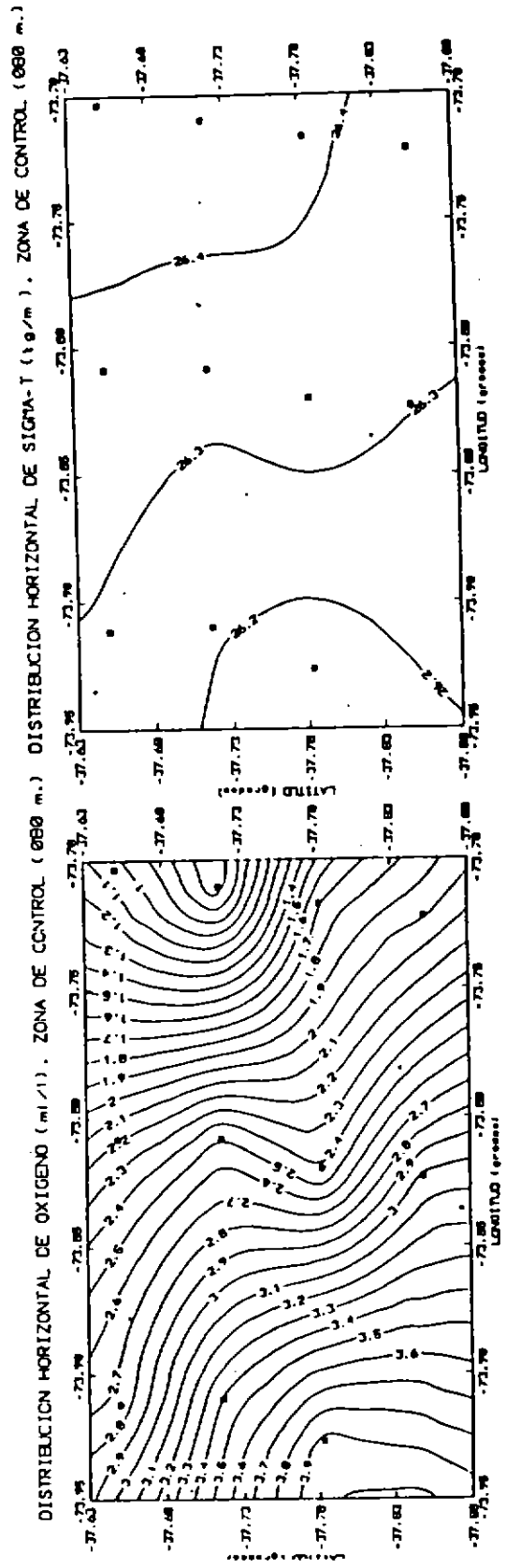
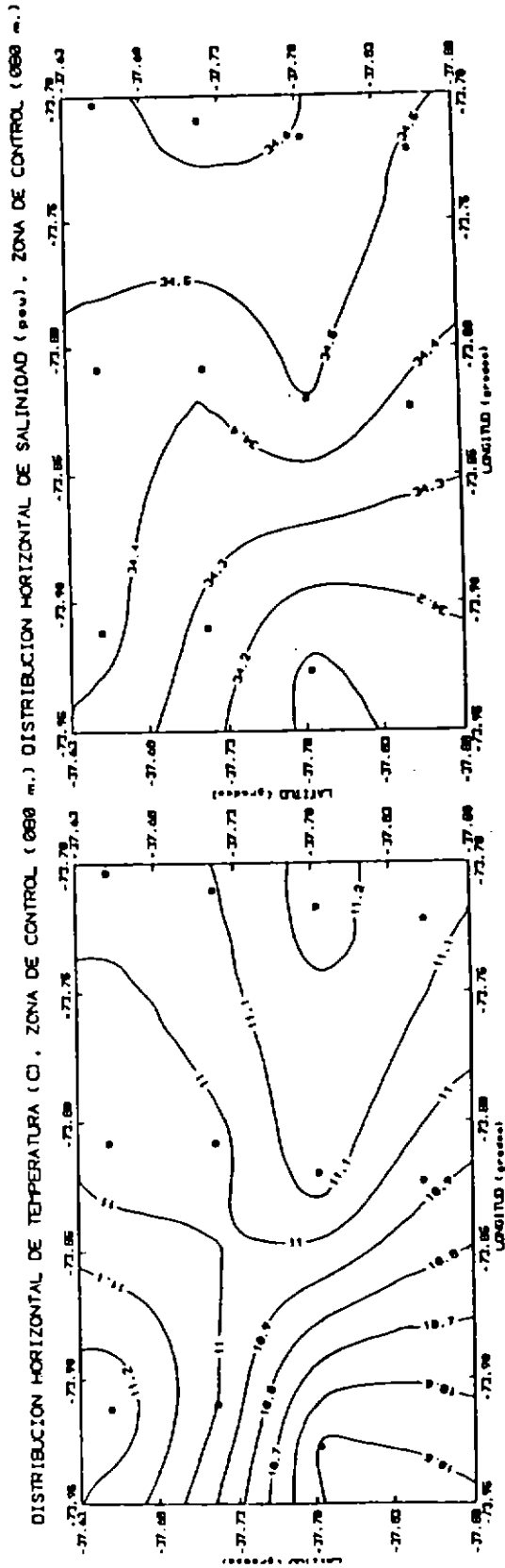
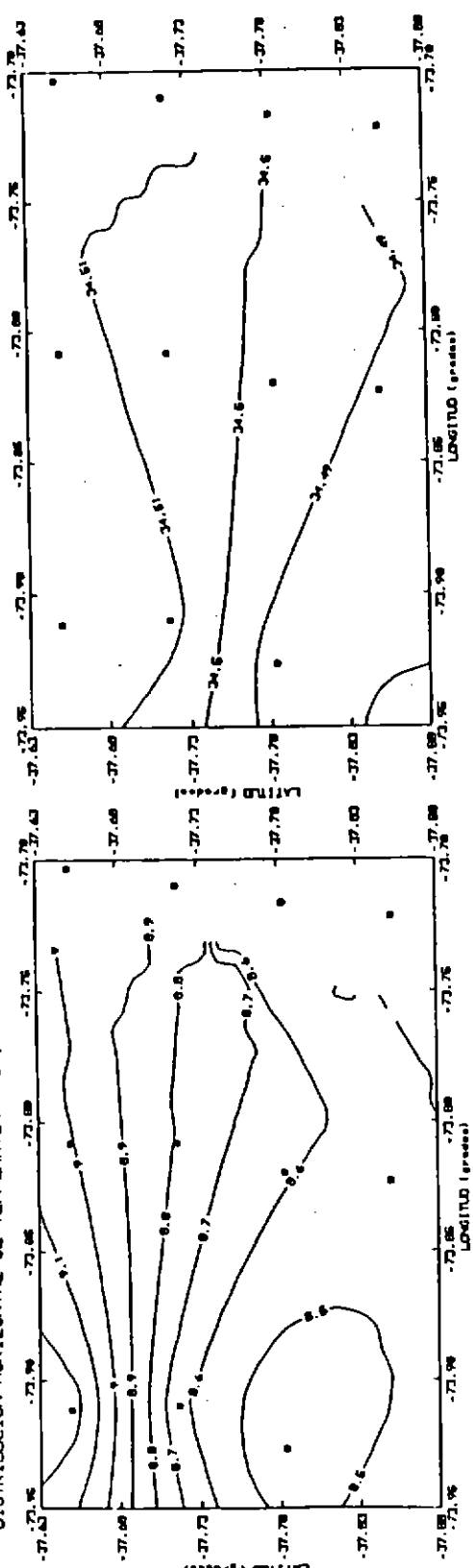


Fig. 131. Distribución horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t en la zona Control (80 m).

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA (°C), ZONA DE CONTROL (300 m.), ZONA DE CONTROL (300 m.), ZONA DE CONTROL (300 m.) DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SALINIDAD (psu), ZONA DE CONTROL (300 m.)



DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (ml/l), ZONA DE CONTROL (300 m.), ZONA DE CONTROL (300 m.), ZONA DE CONTROL (300 m.) DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SIG MA-T (kg/m<sup>3</sup>), ZONA DE CONTROL (300 m.)

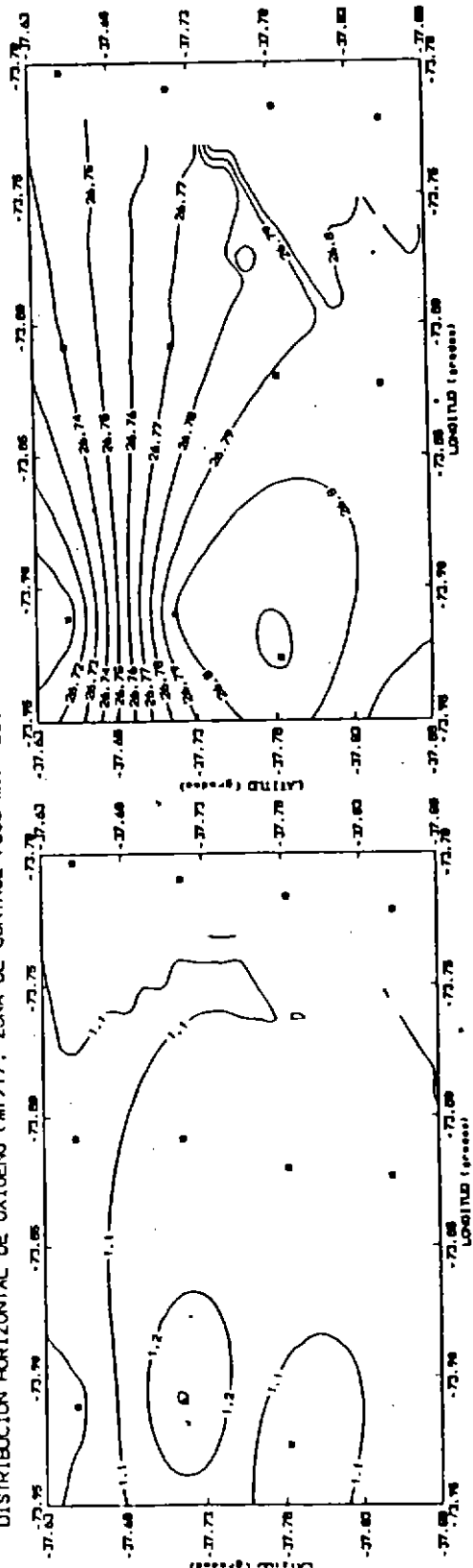


Fig. 132. Distribucion horizontal de temperatura, salinidad, oxígeno, y sigma-t de la zona de Control (300 m).



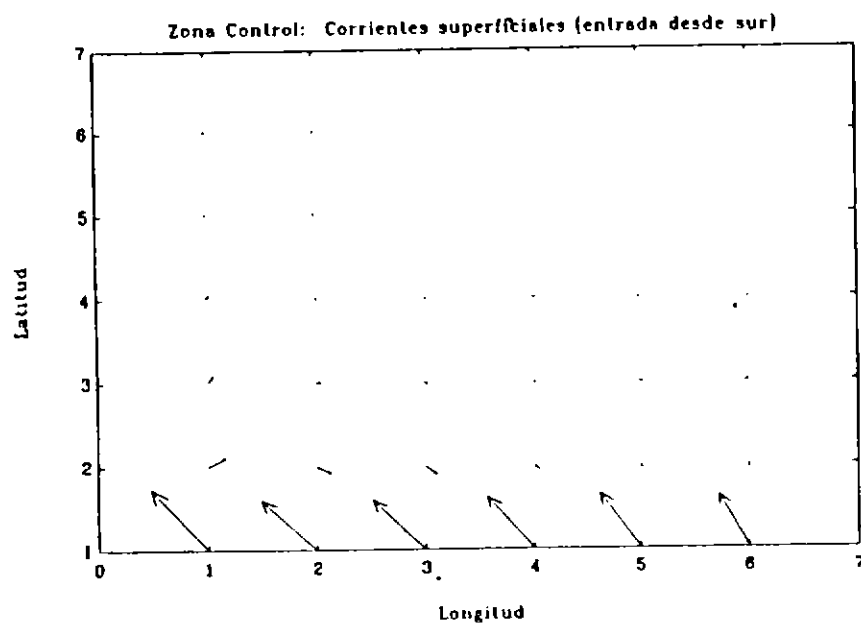
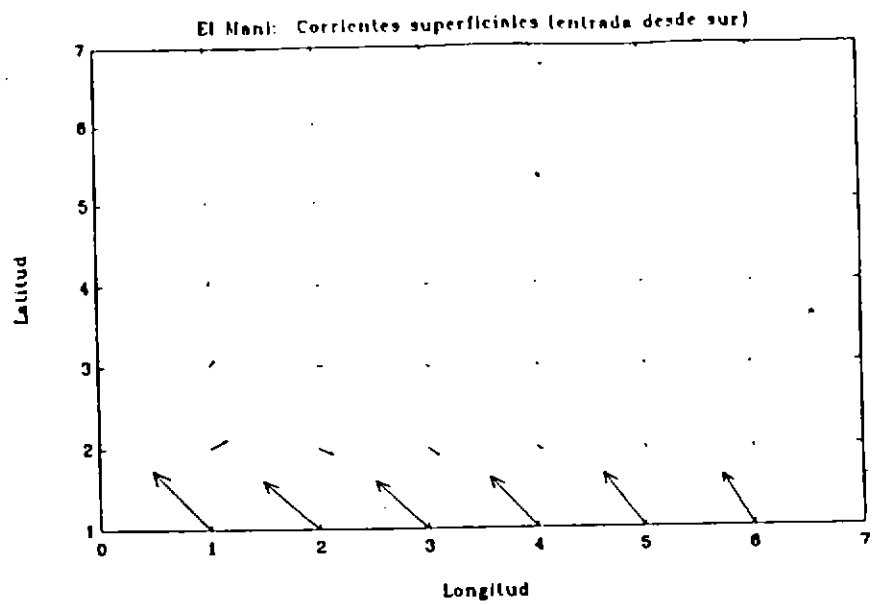
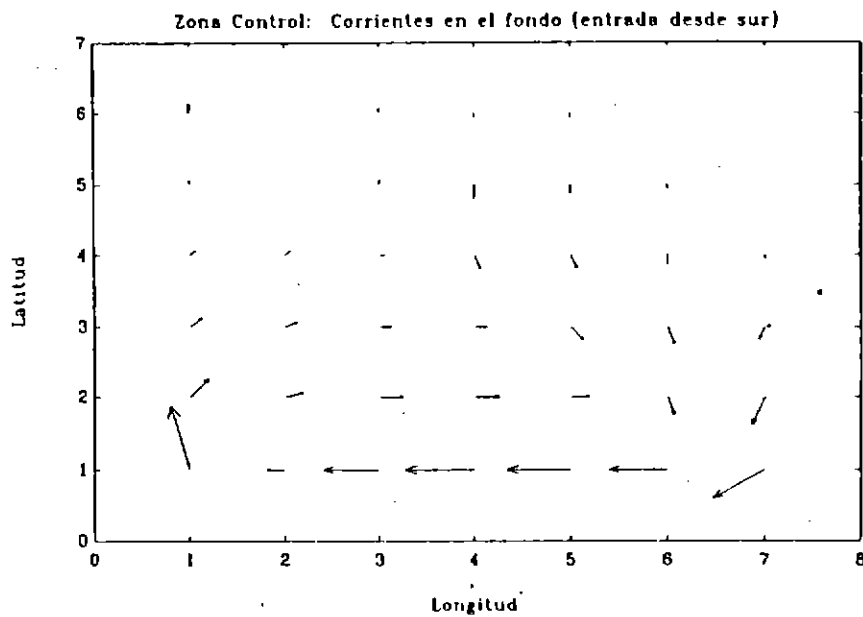
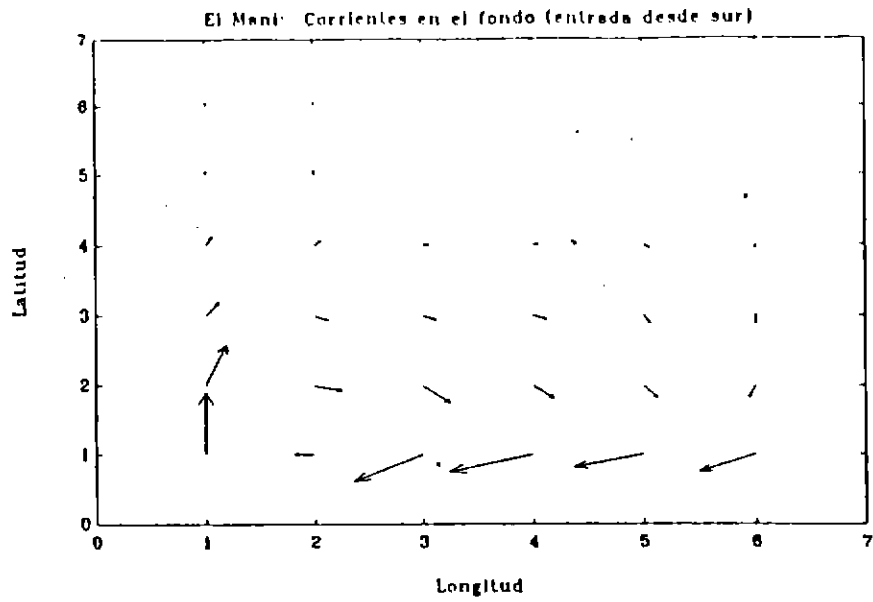


Fig. 133. Corrientes superficiales calculadas para la zona El Maní y Control (entrada desde el sur).



**Fig. 134.** Corrientes en el fondo calculadas para la zona El Maní y Control (entrada desde el sur).

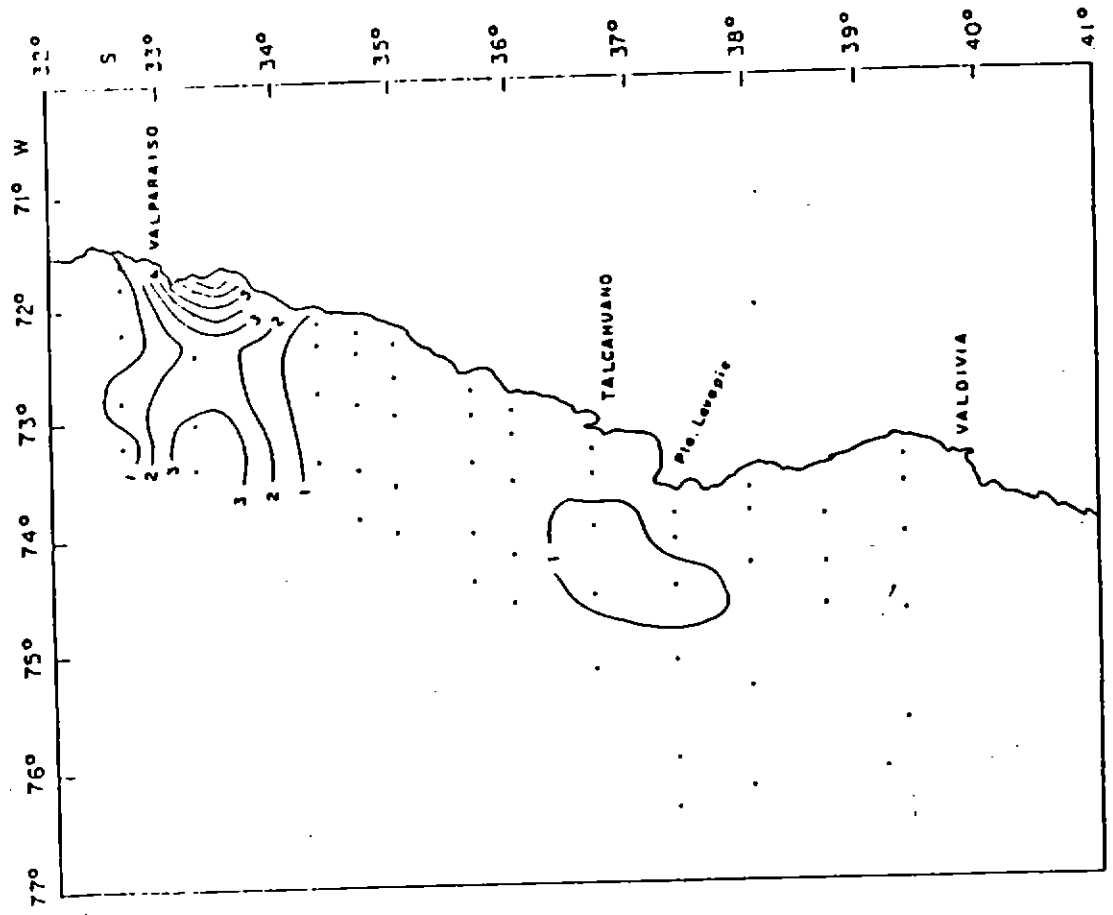
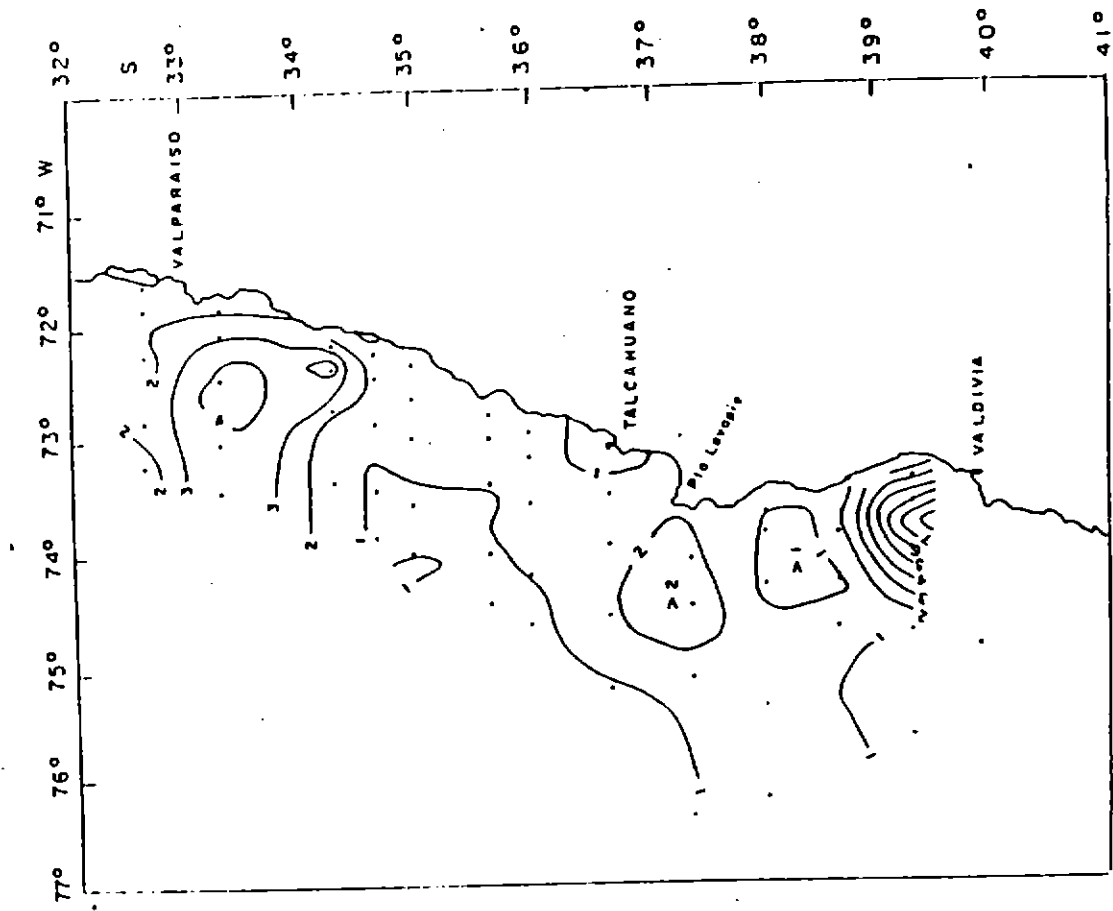


Fig. 135. Distribución superficial de la clorofila  $a$  (a) y feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) (b). Crucero Jurel julio-agosto 1994.

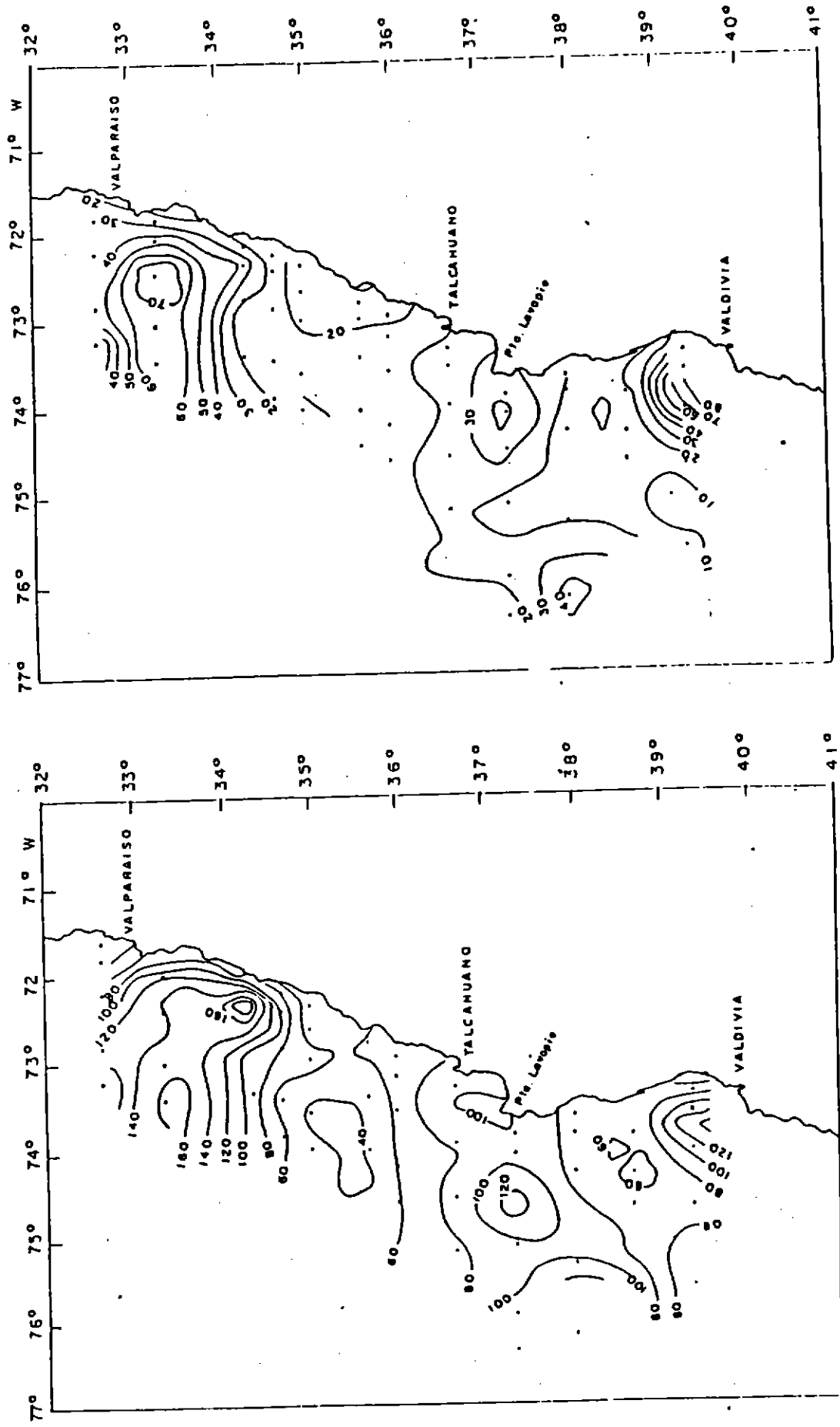


Fig. 136. Distribución superficial de la clorofila *a* integrada (mg/m<sup>2</sup>) (a) y fluorescencia in vivo (unidades relativa) (b). Crucero Jurel julio-agosto 1994.

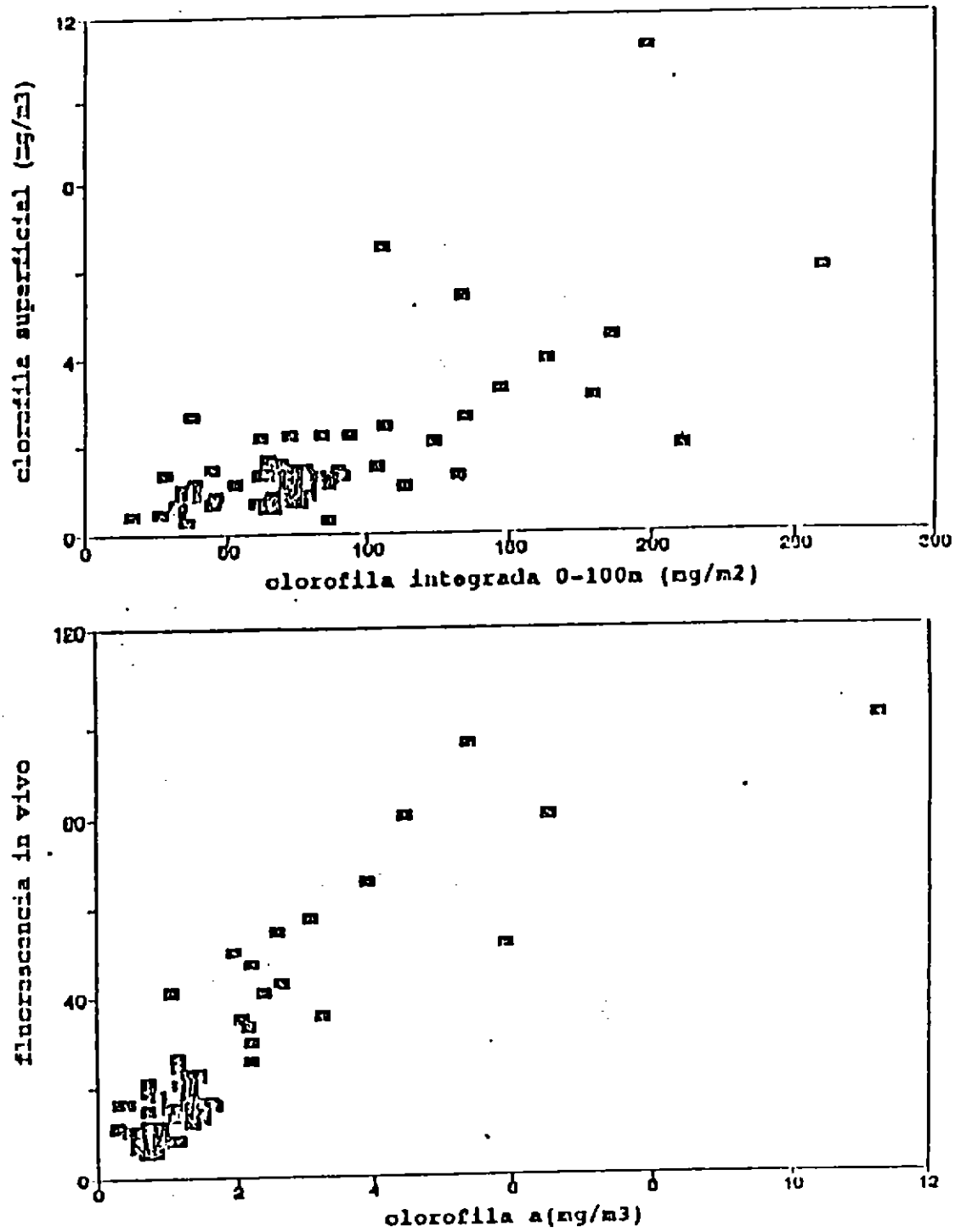


Fig. 137. Gráfico clorofila a superficial vs clorofila a integrada (a) y clorofila a vs fluorescencia in vivo (b). Crucero Jurel julio-agosto 1994.

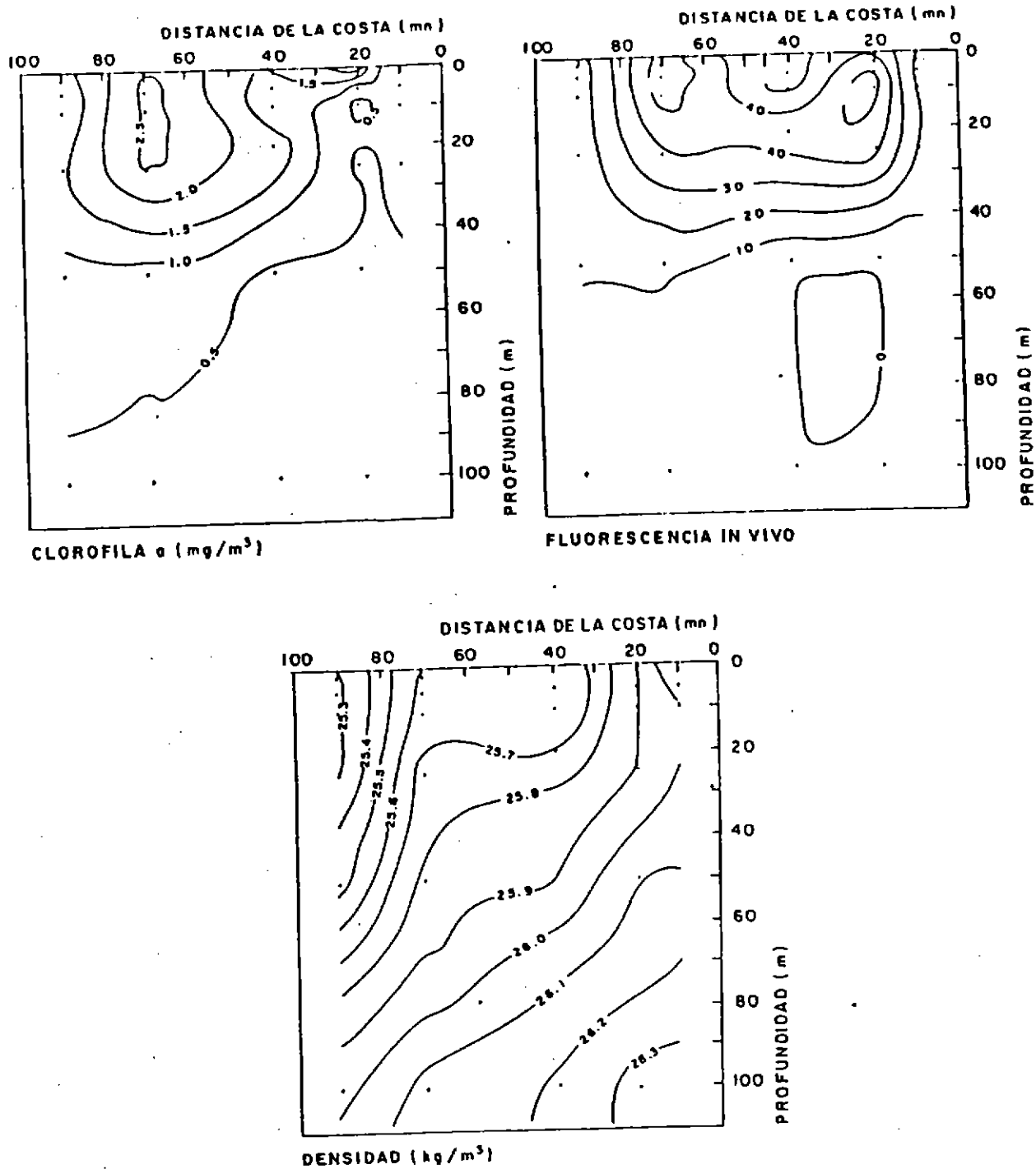


Fig. 138. Sección vertical de clorofila  $a$  ( $\text{mg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg/m}^3$ ). Transecta 1. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

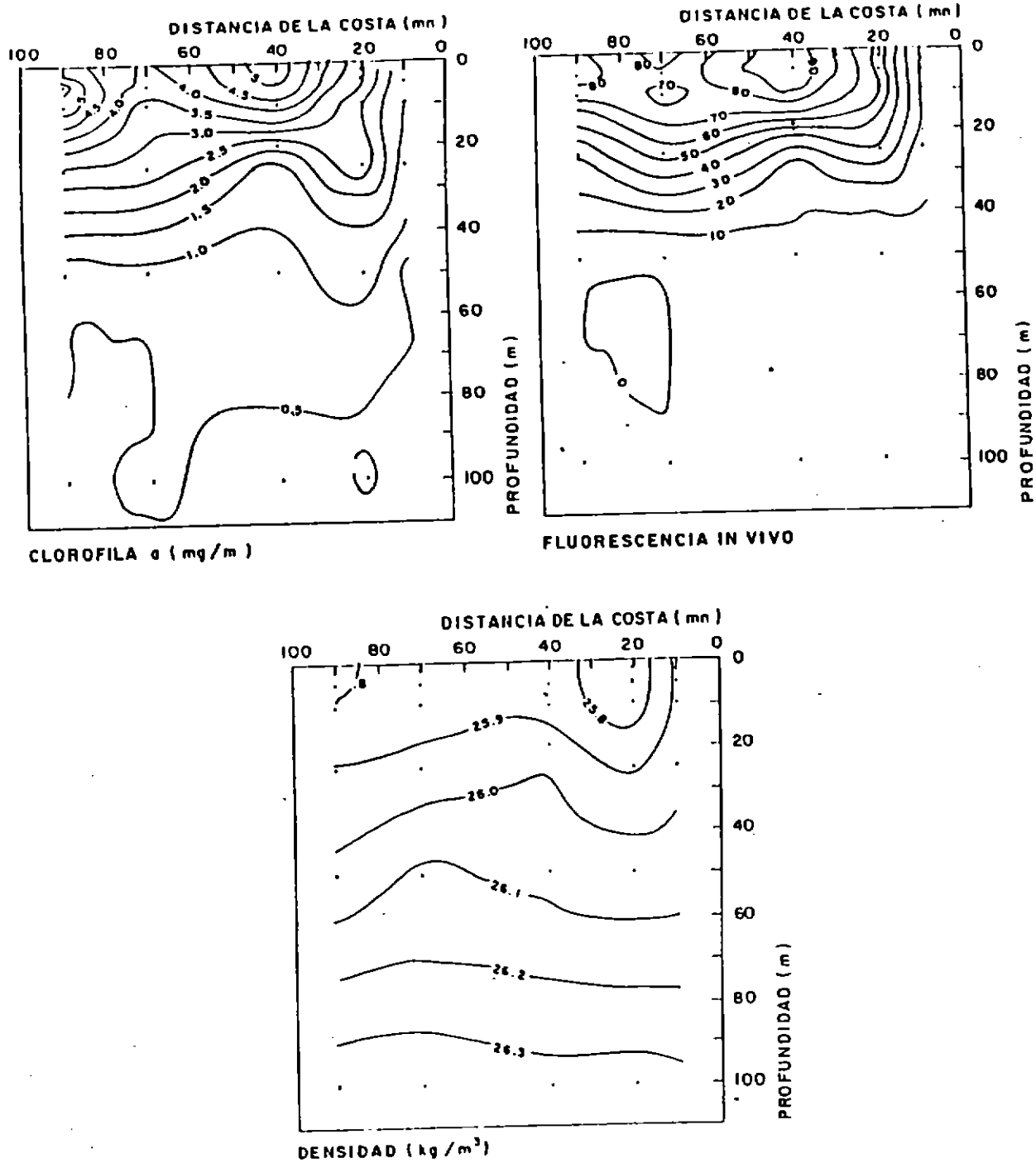


Fig. 139. Sección vertical de clorofila  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ). Transecta 3. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

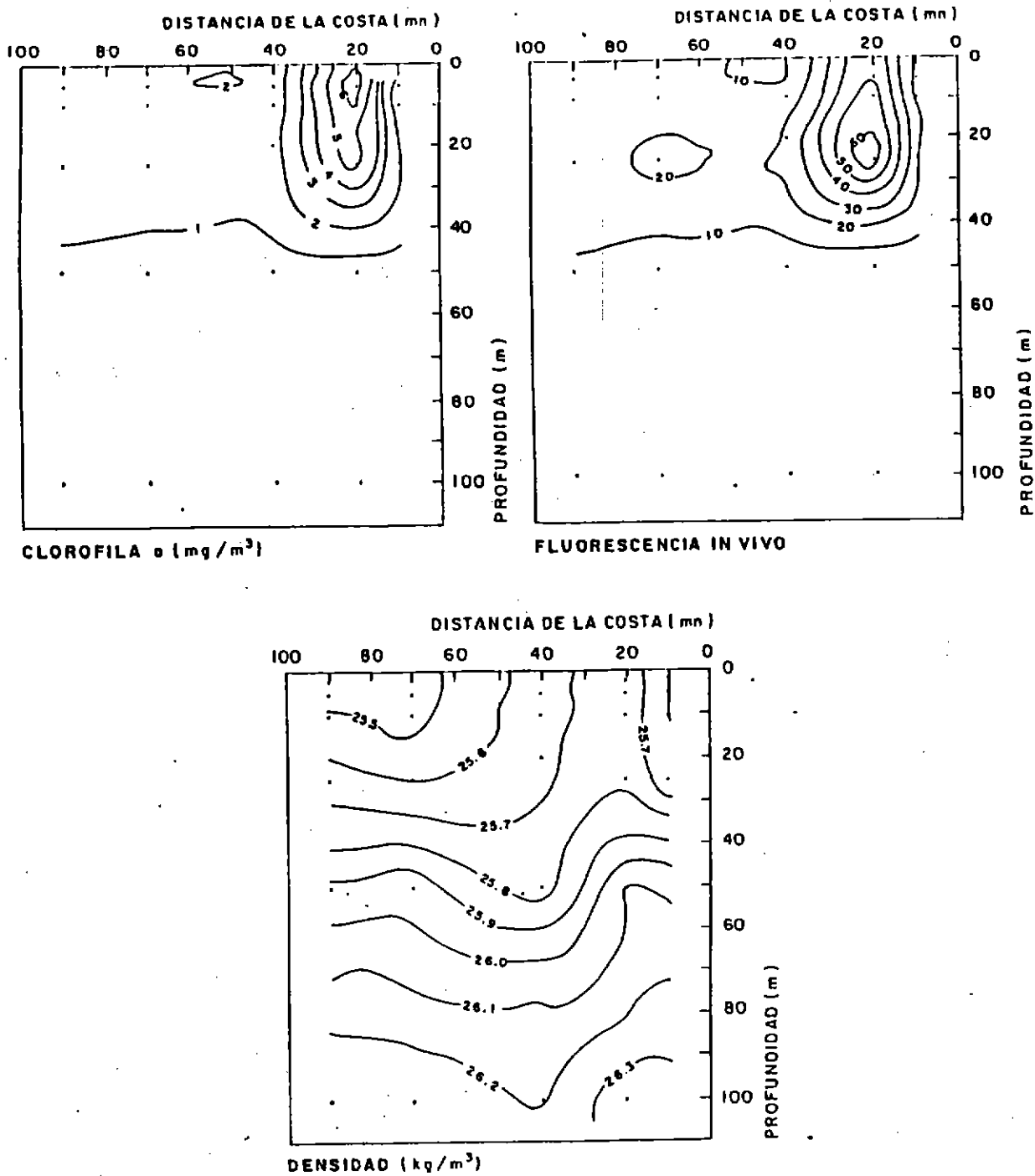
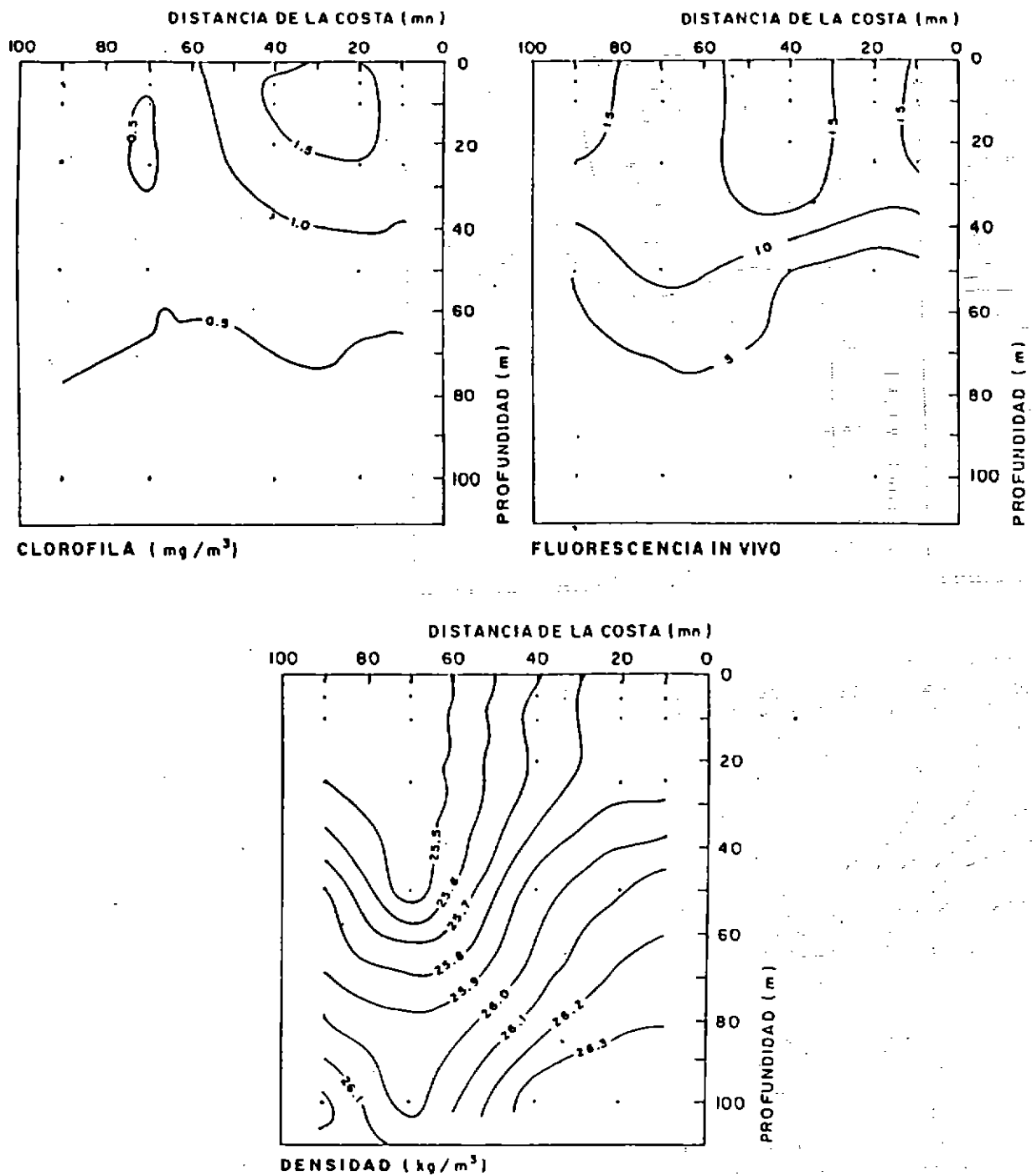


Fig. 140. Sección vertical de clorofila  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ). Transecta 6. Crucero Jurel julio-agosto 1994.





**Fig. 141.** Sección vertical de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad (Kg/m<sup>3</sup>). Transecta 7. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

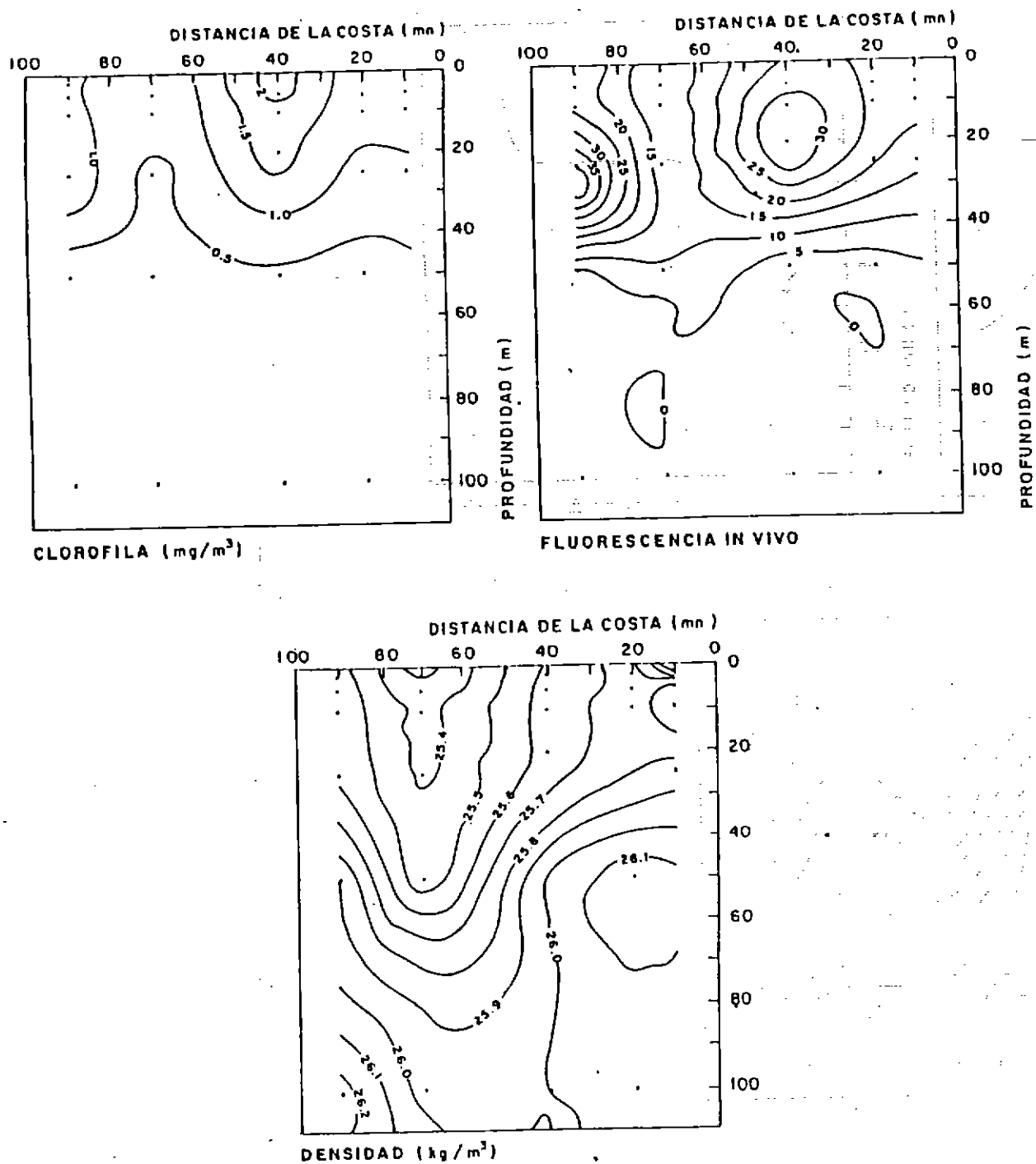


Fig. 142. Sección vertical de clorofila *a* ( $\text{mg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg/m}^3$ ). Transecta 8. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

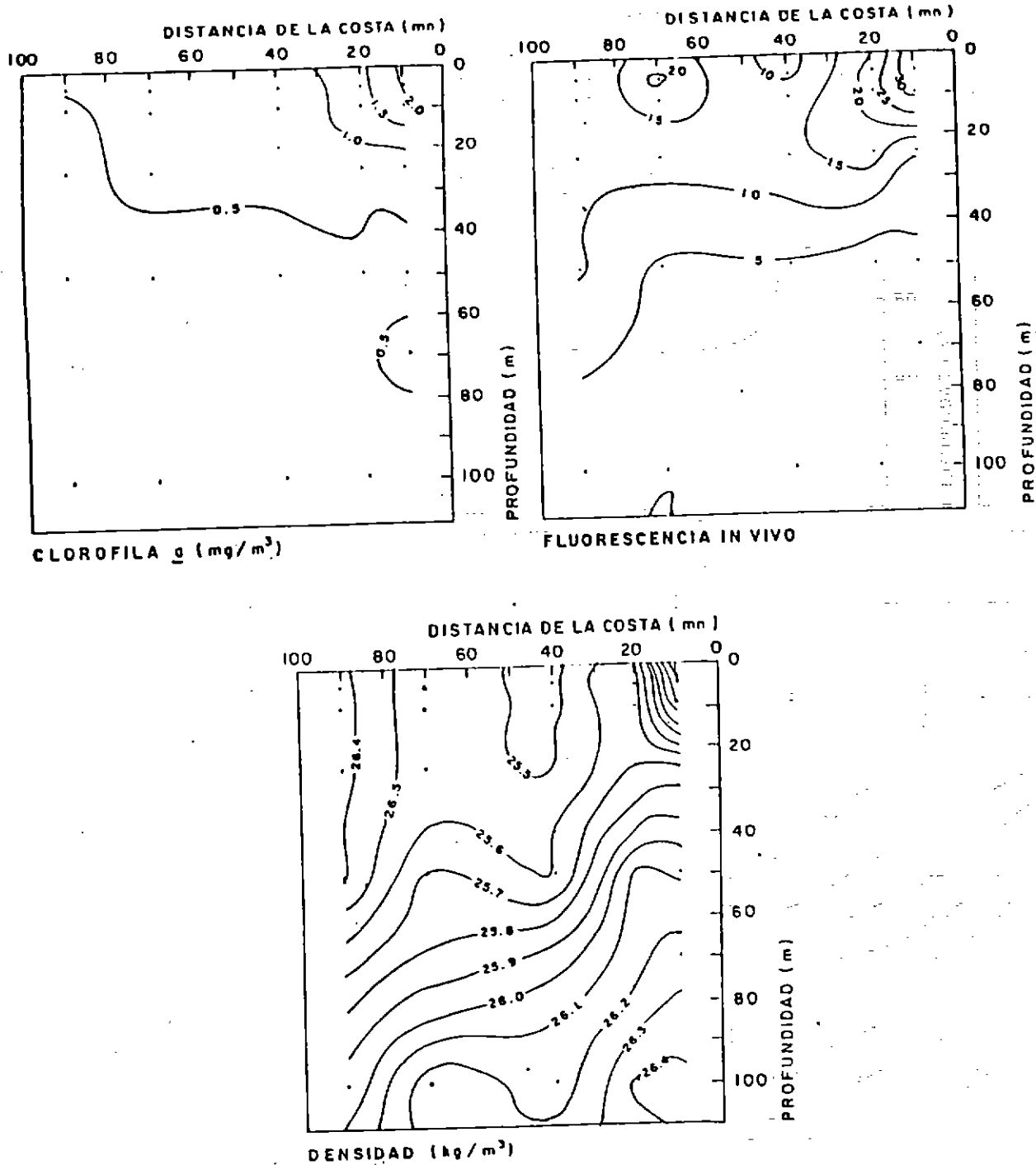
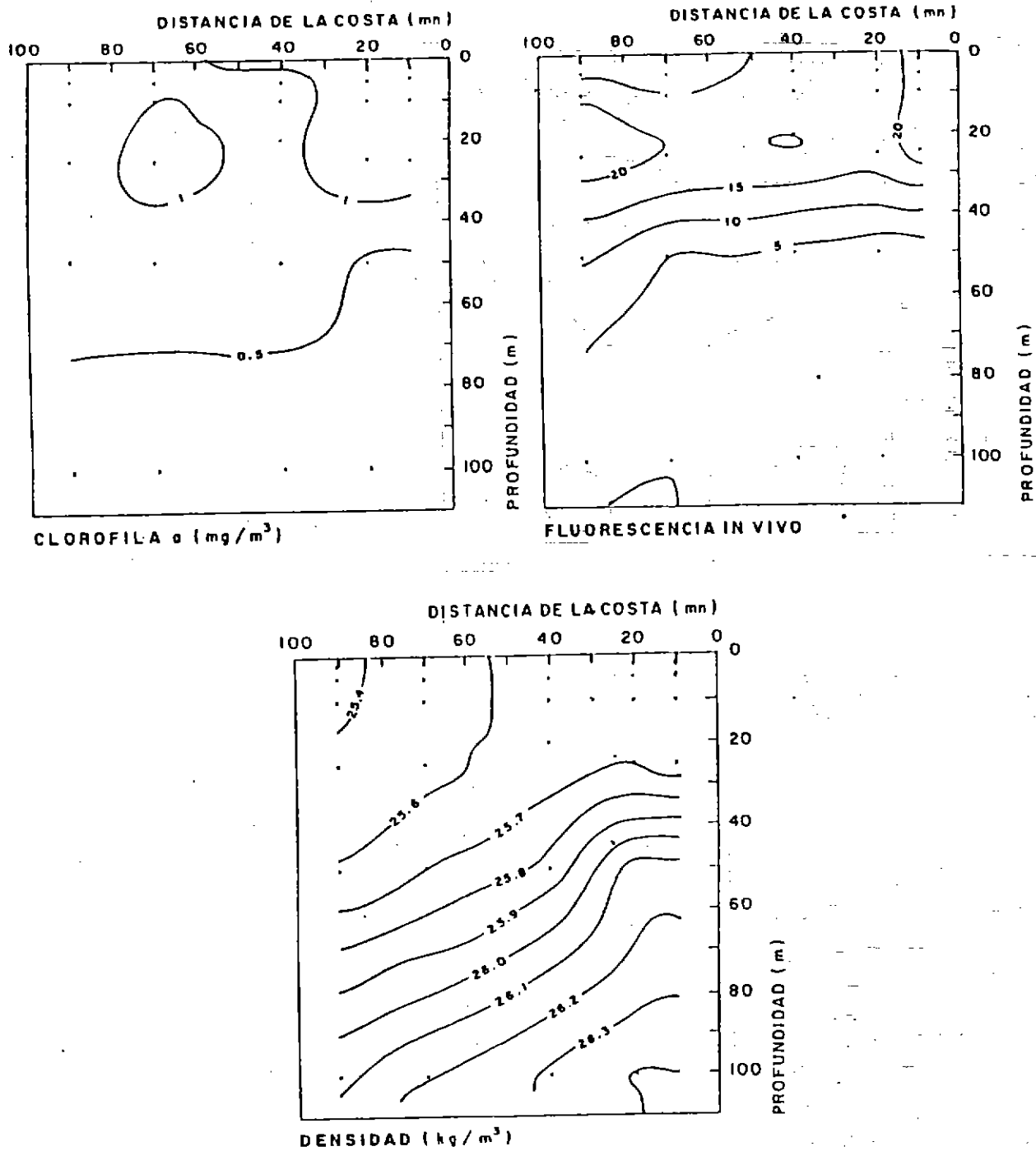


Fig. 143. Sección vertical de clorofila *a* ( $\text{mg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg/m}^3$ ). Transecta 10. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 144.** Sección vertical de clorofila *a* (mg/m<sup>3</sup>), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad (Kg/m<sup>3</sup>). Transecta 11. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

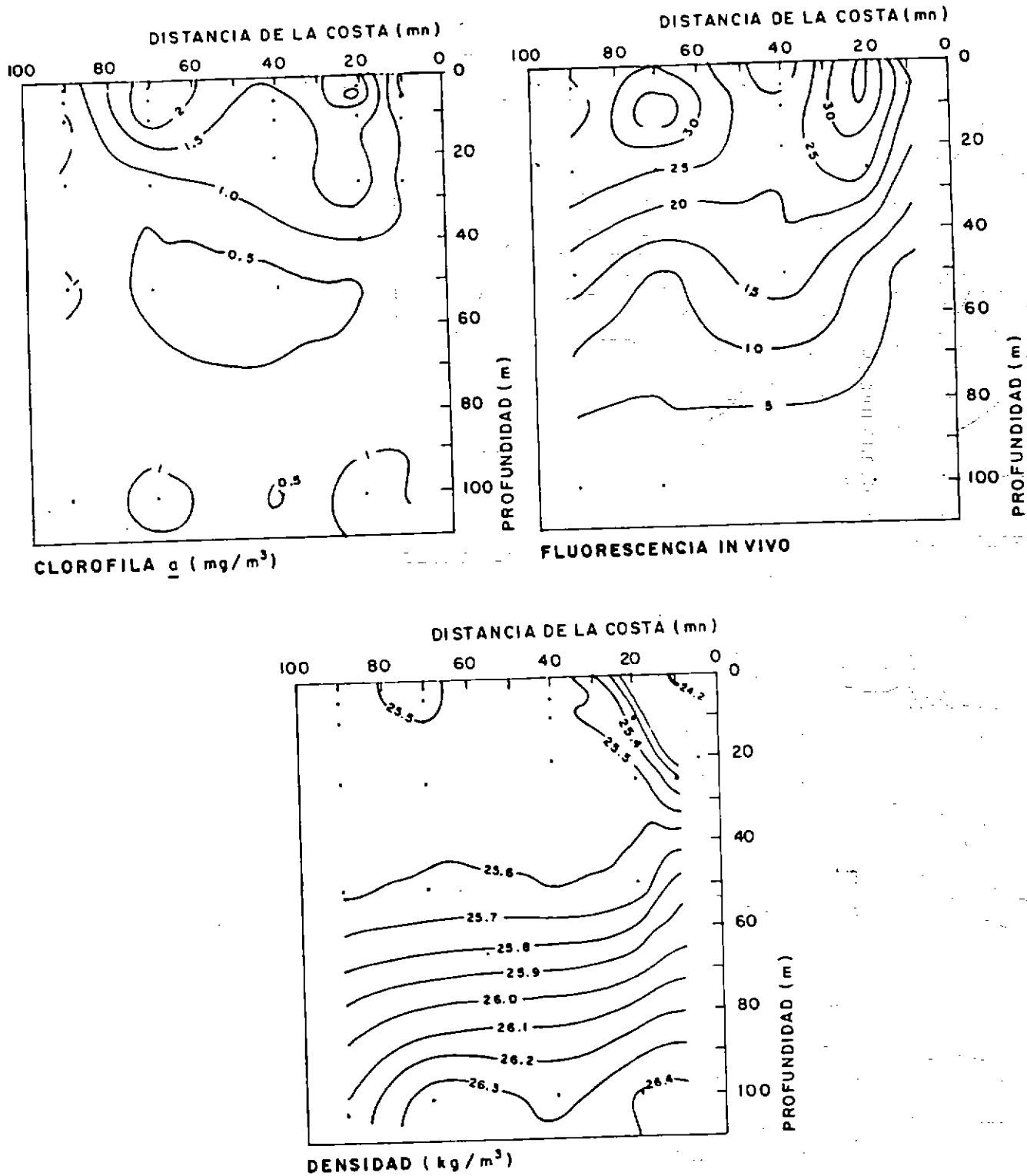


Fig. 145. Sección vertical de clorofila  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ). Transecta 13. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

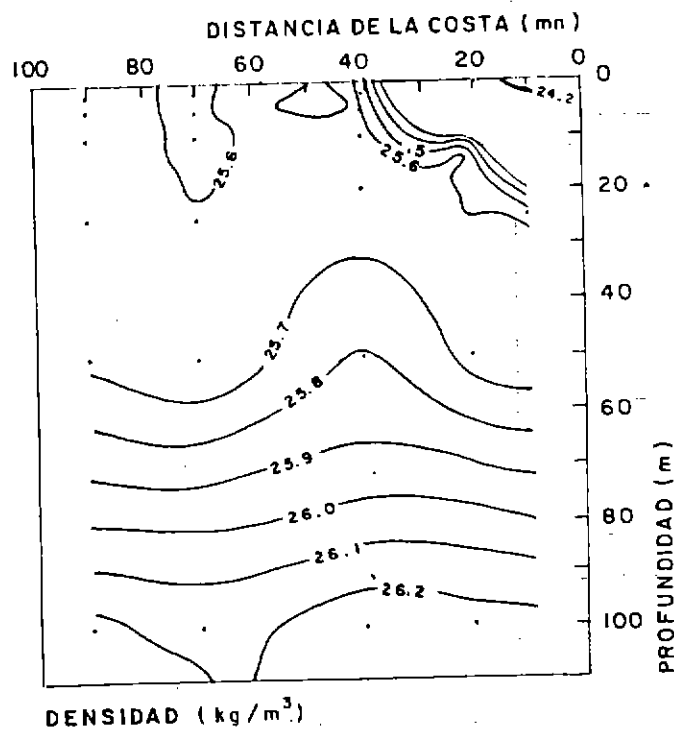
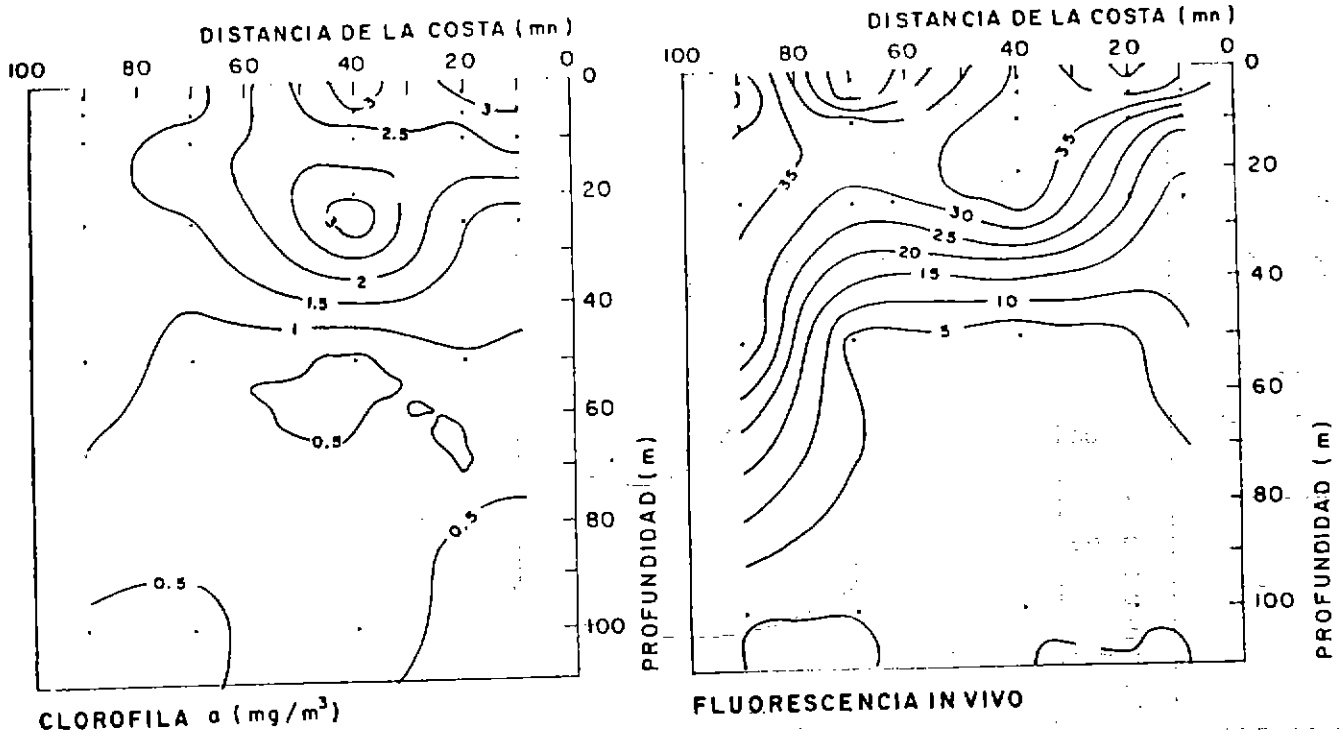


Fig. 146. Sección vertical de clorofila  $a$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ). Transecta 15. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

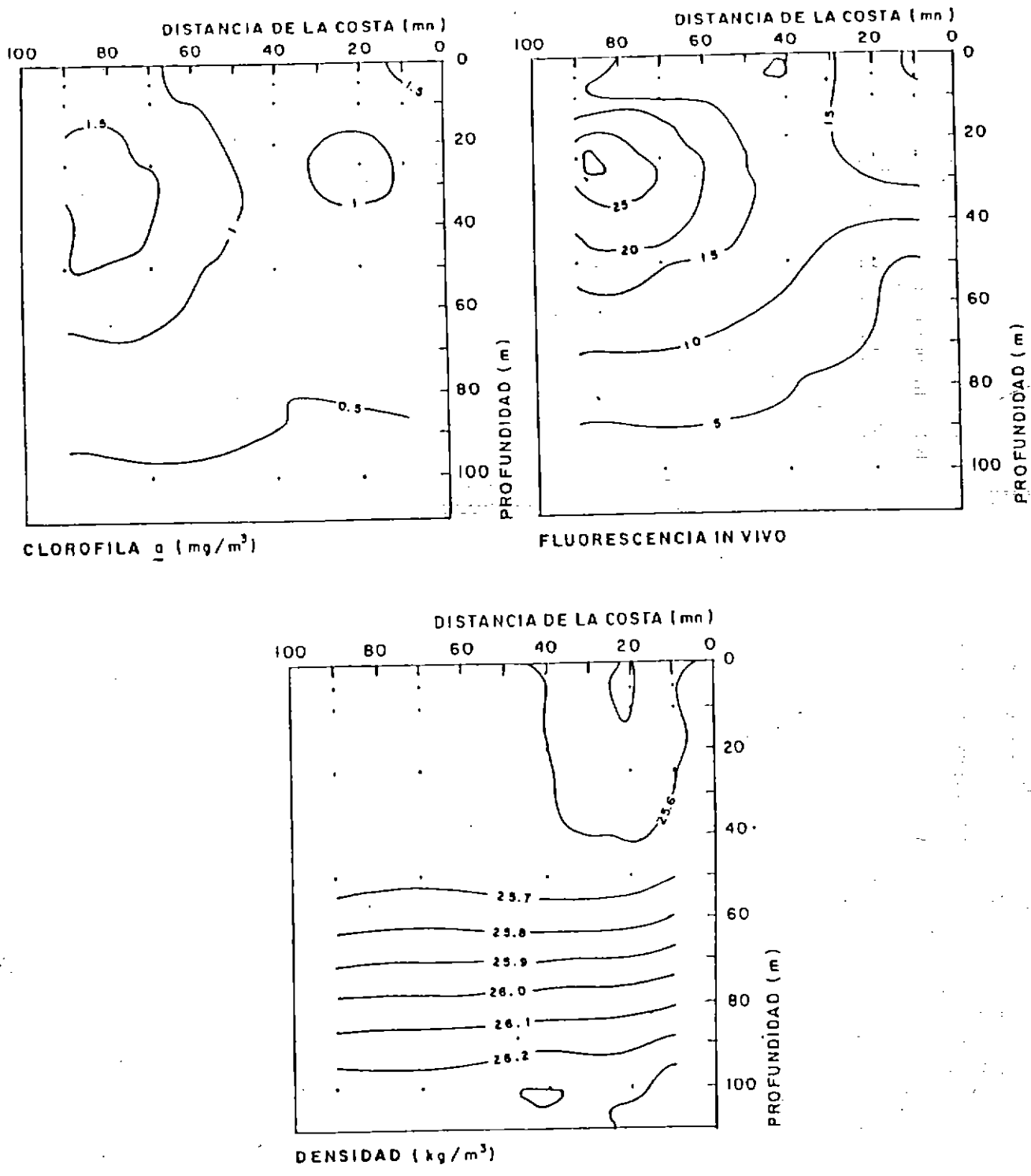
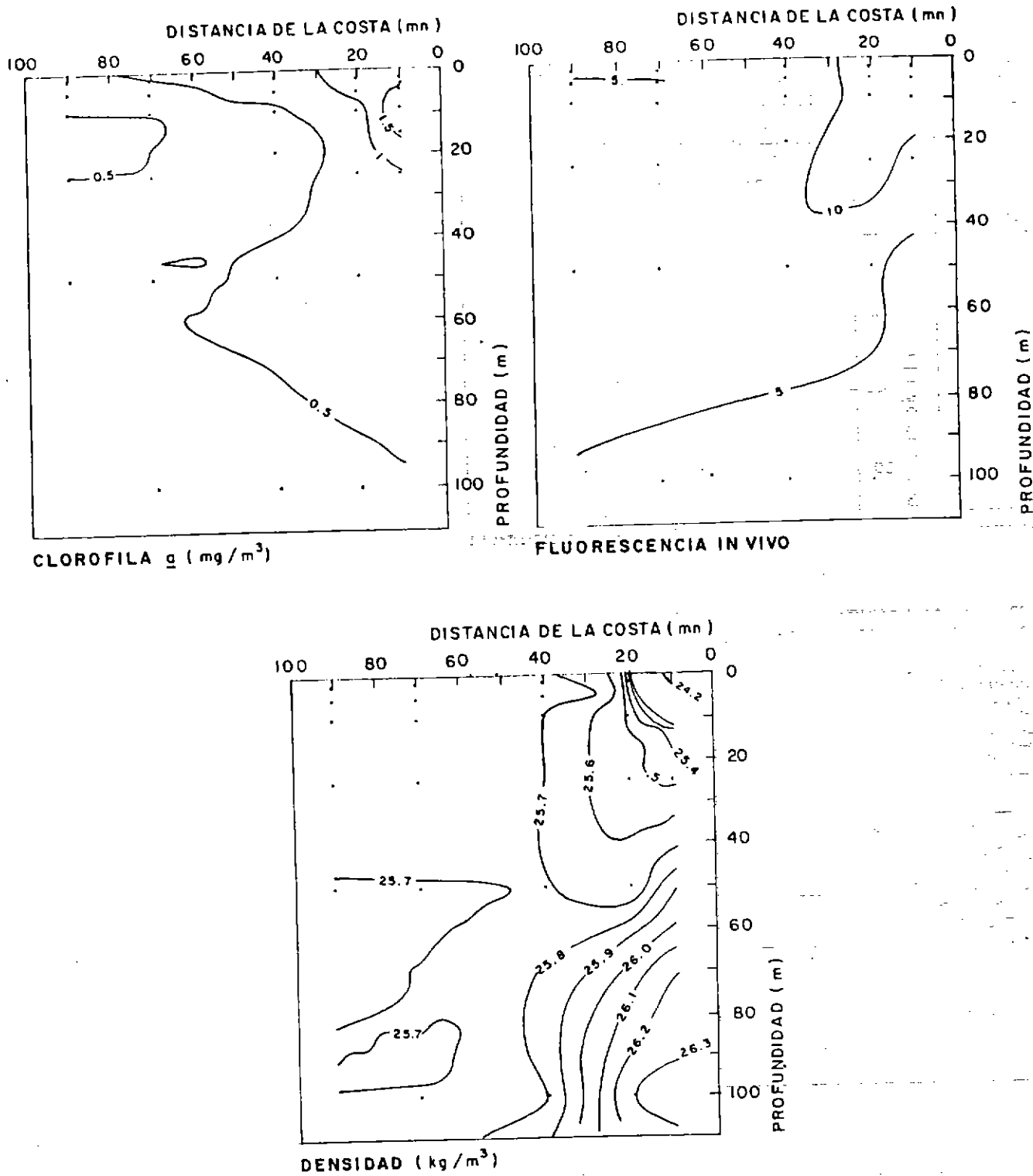


Fig. 147. Sección vertical de clorofila *a* ( $\text{mg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{kg/m}^3$ ). Transecta 17. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 148.** Sección vertical de clorofila *a* ( $\text{mg/m}^3$ ), fluotescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg/m}^3$ ). Transecta 19. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



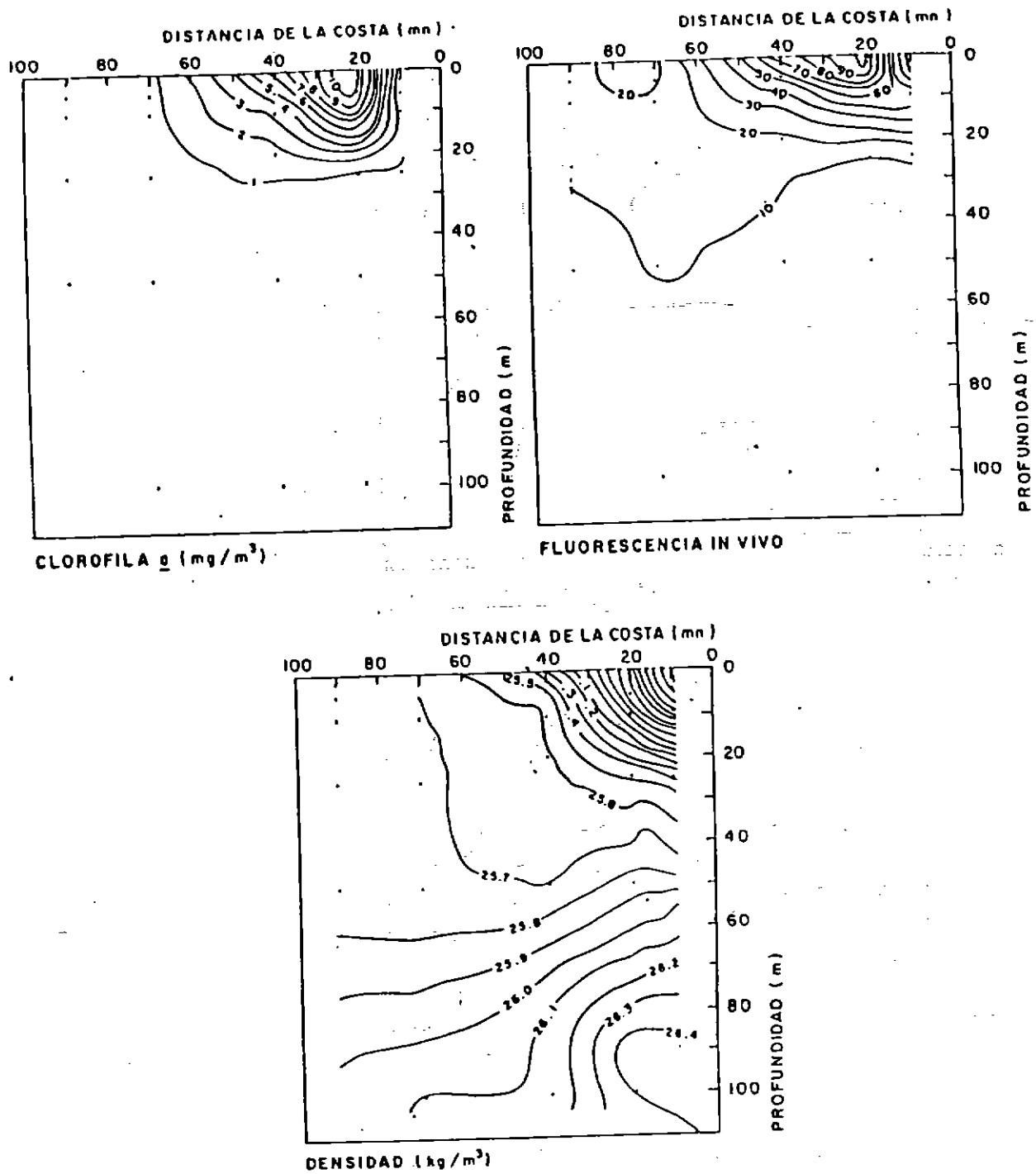
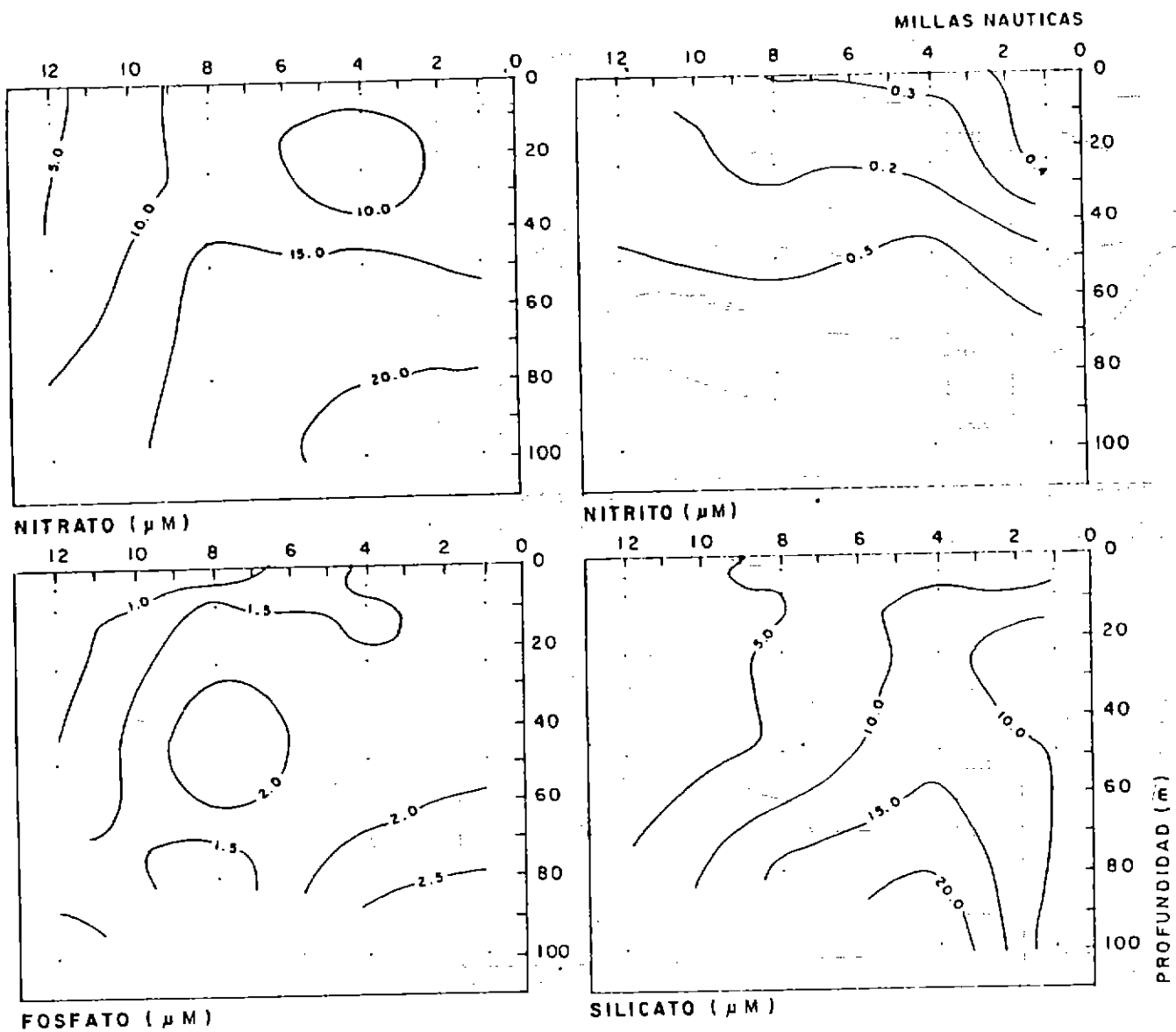


Fig. 149. Sección vertical de clorofila *a* ( $\text{mg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas) y densidad ( $\text{Kg/m}^3$ ). Transecta 21. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 150a.** Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ).  
Transecta costera, El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

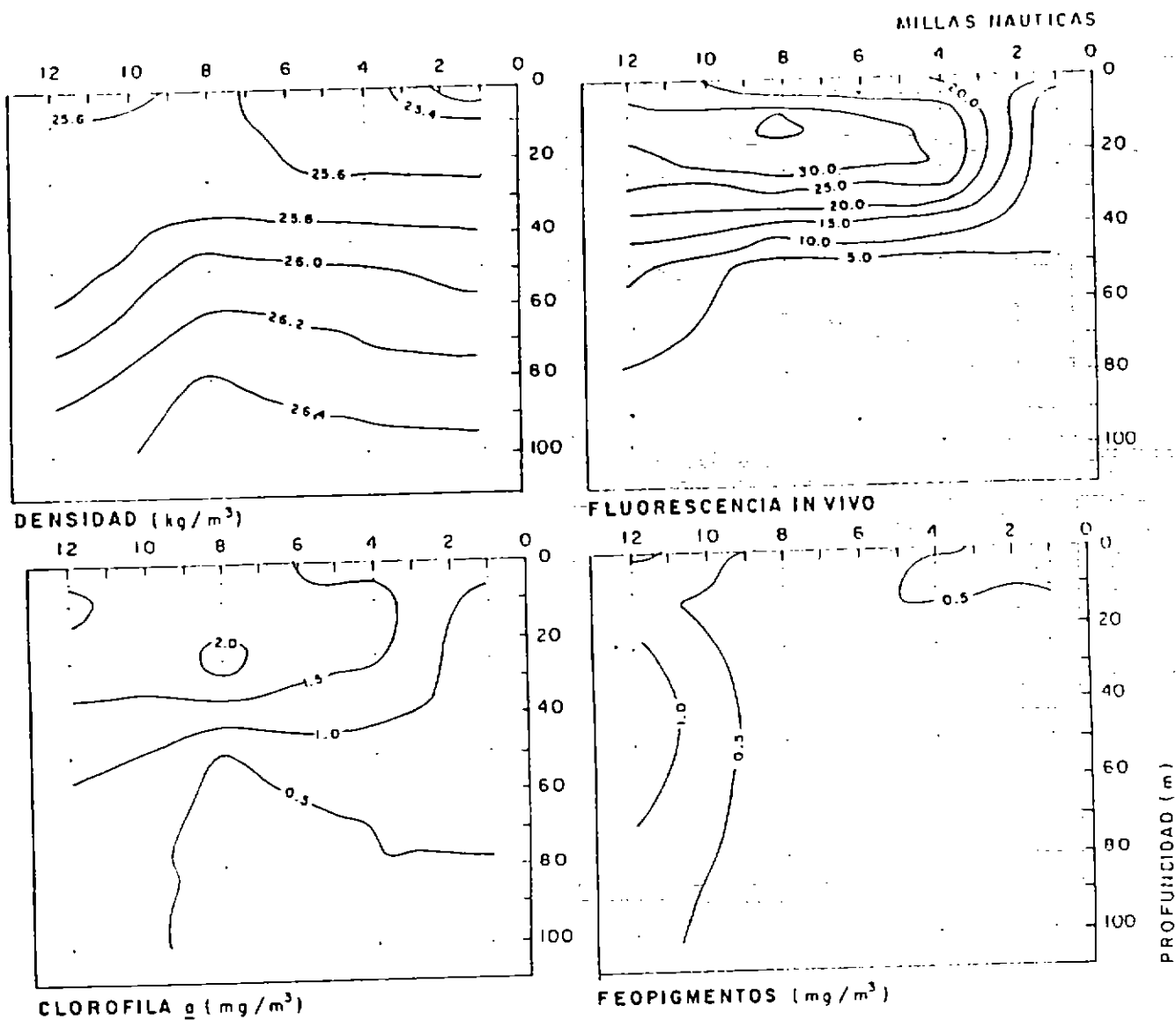
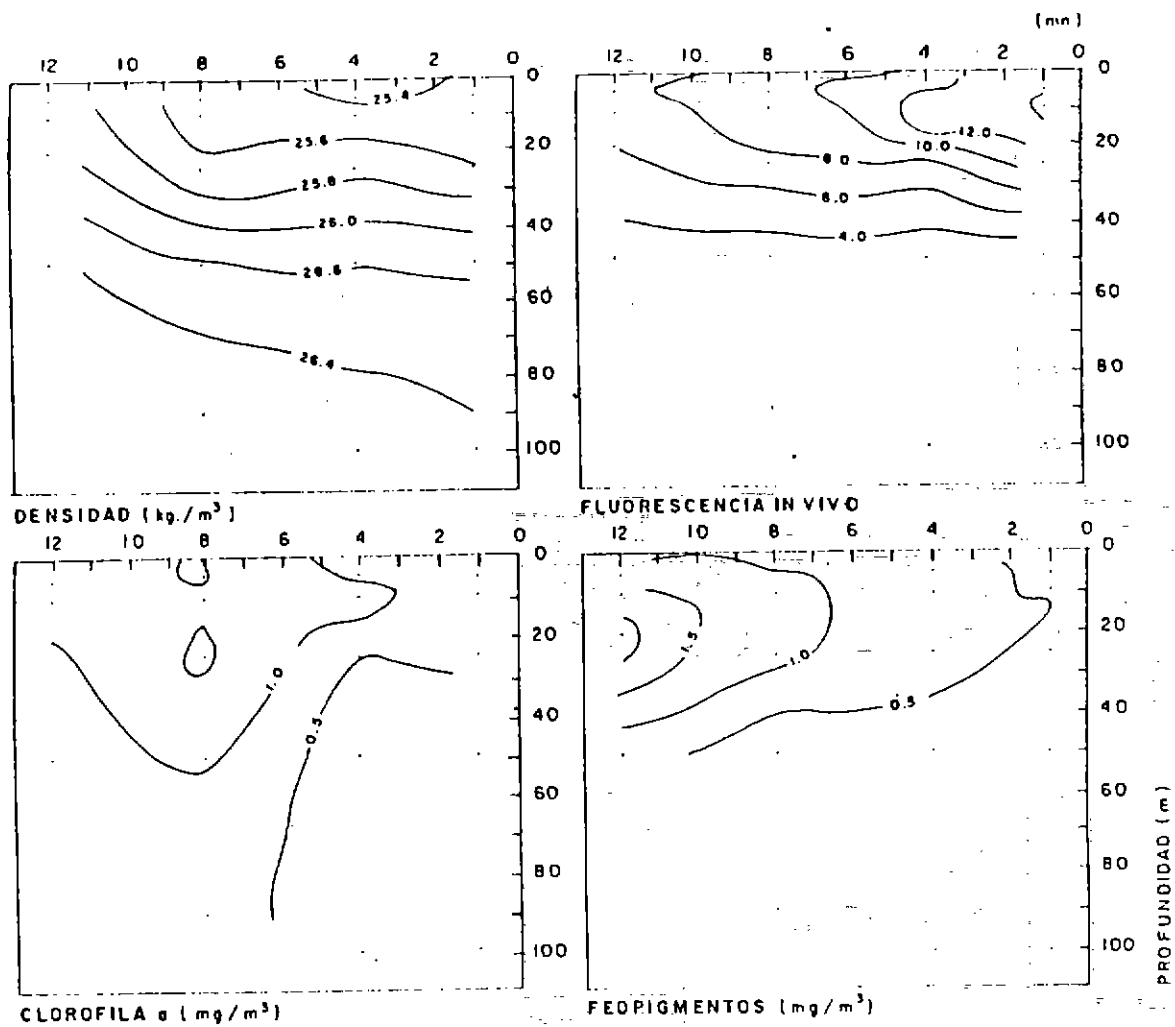


Fig. 150b. Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila *a* y feopigmentos ( $\text{mg/m}^3$ ). Transecta costera, El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 151a.** Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila *a* y feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Transecta costera, Zona Control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

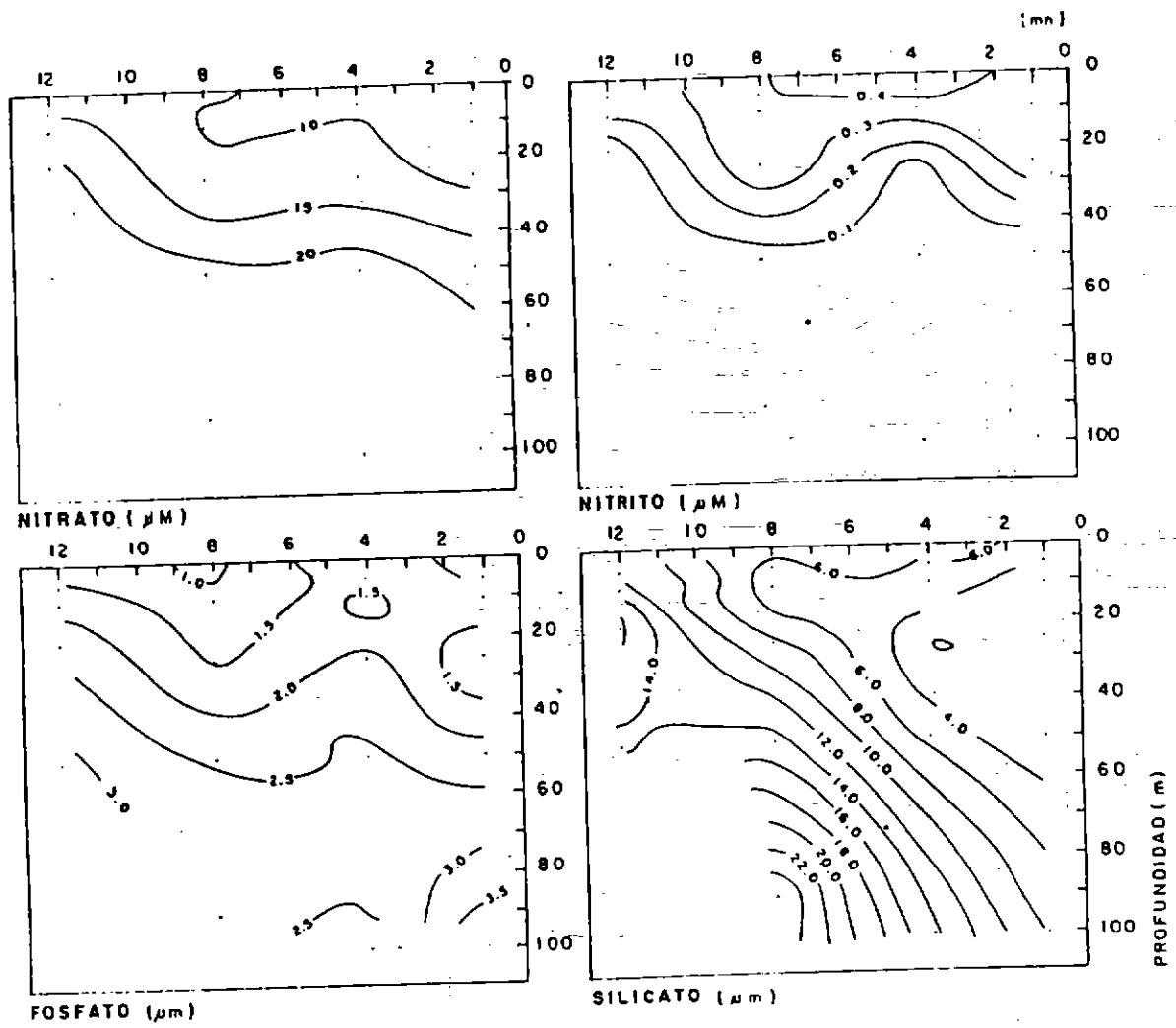
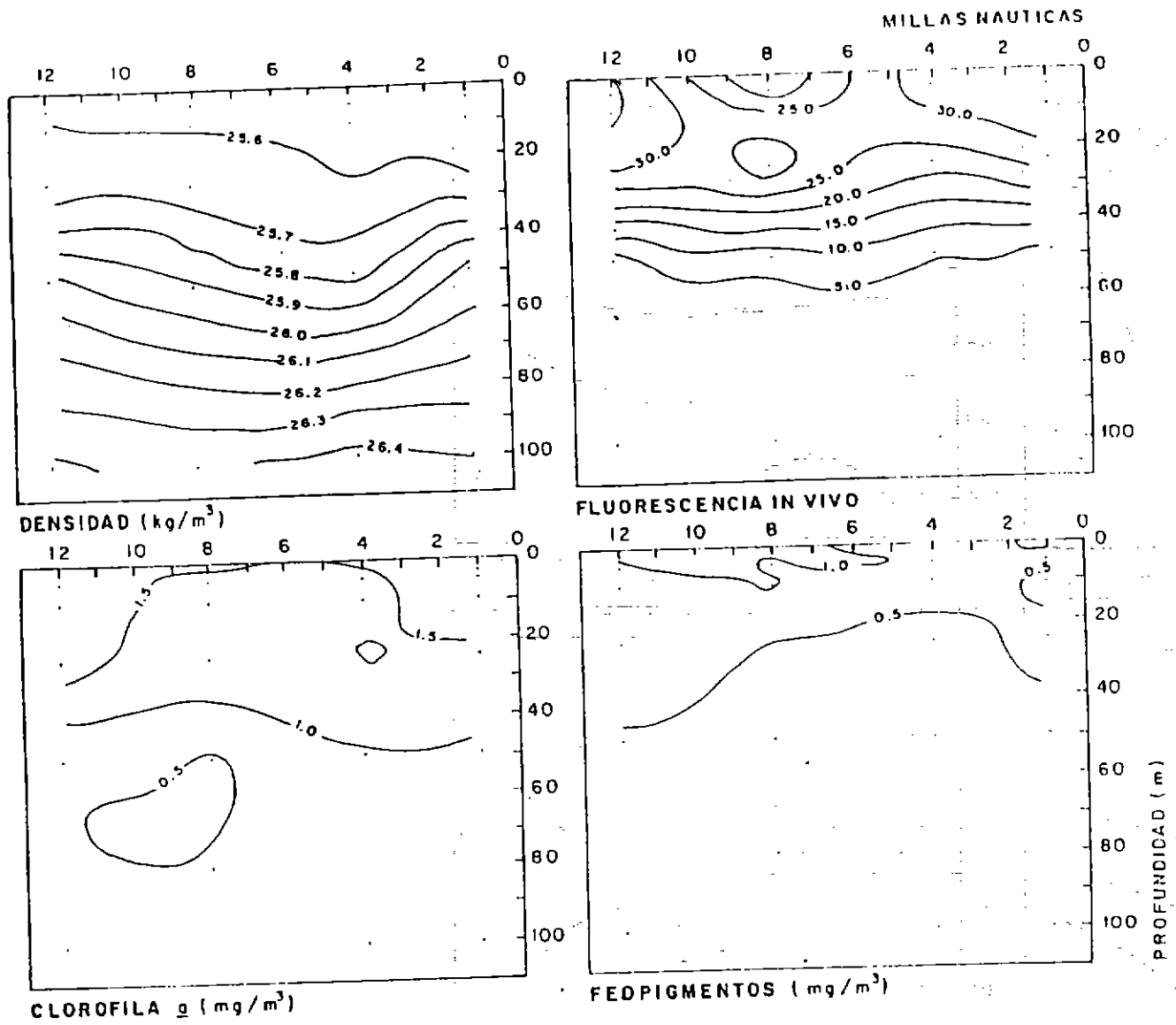


Fig. 151b. Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ).  
 Transecta costera, Zona control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 152a.** Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila *a* y feopigmentos ( $\text{mg/m}^3$ ). Transecta intermedia, Zona El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

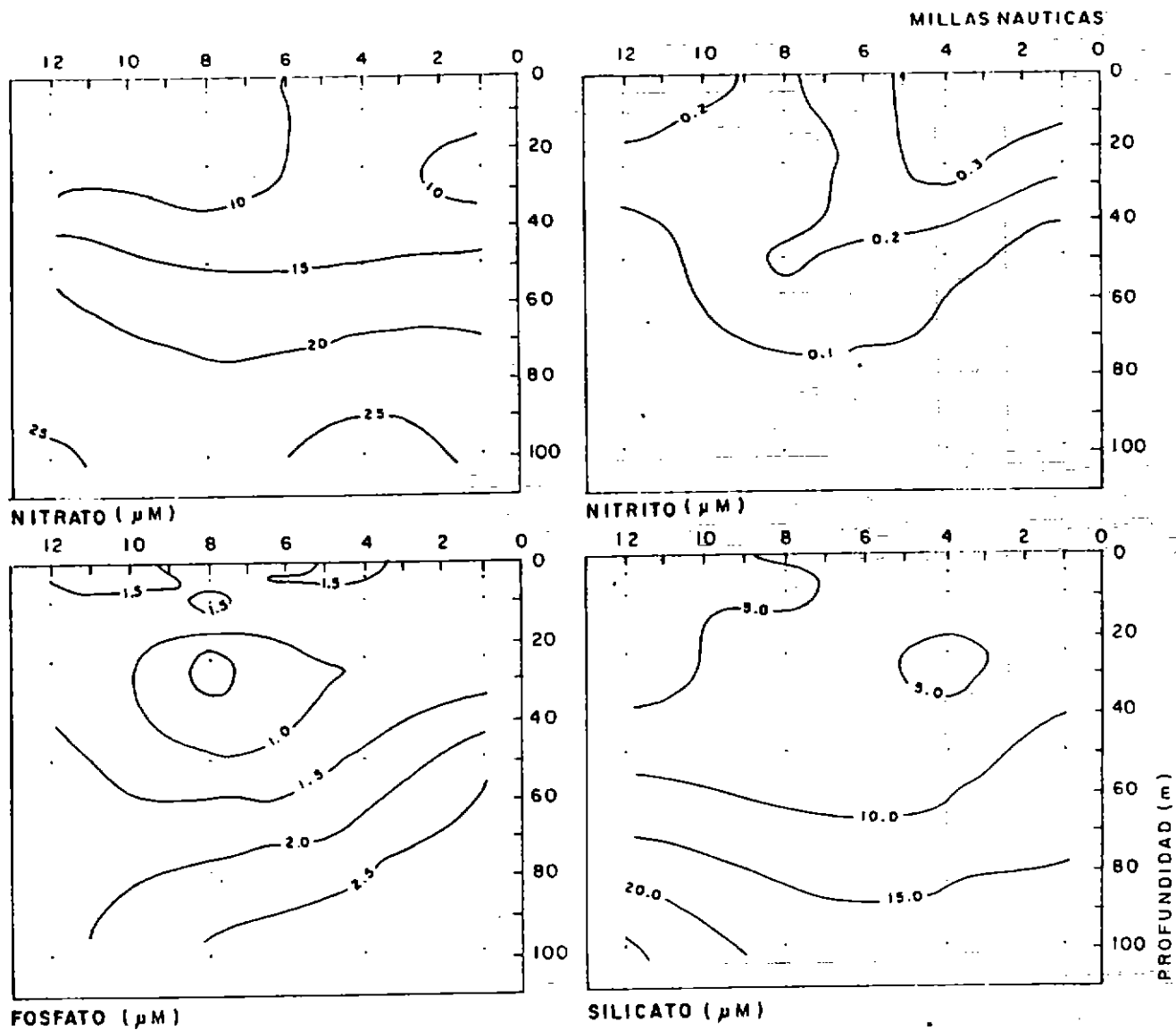
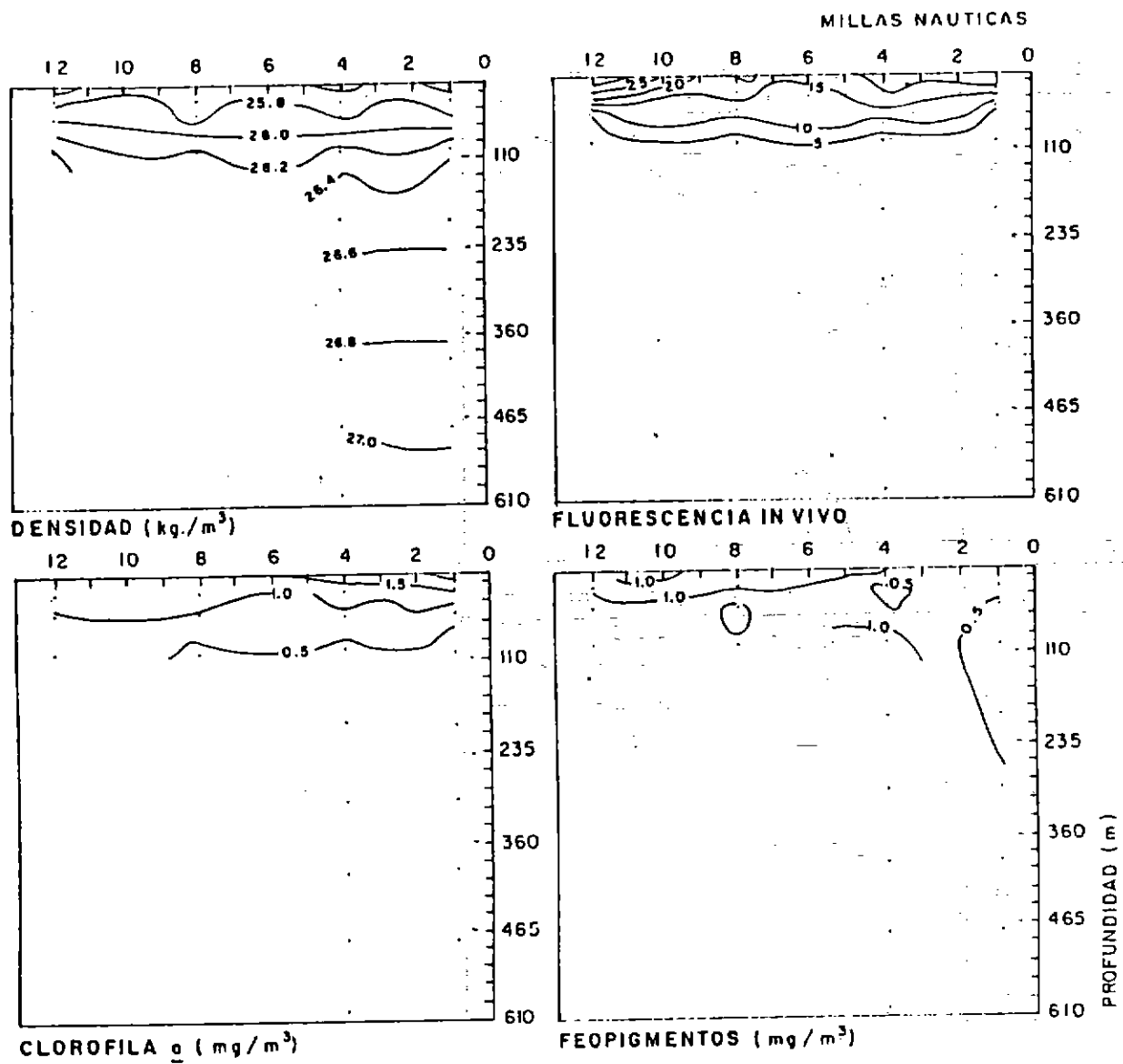


Fig. 152b. Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ).  
Transecta intermedia, Zona El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 153a.** Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila  $a$  y feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Transecta oceánica, Zona El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



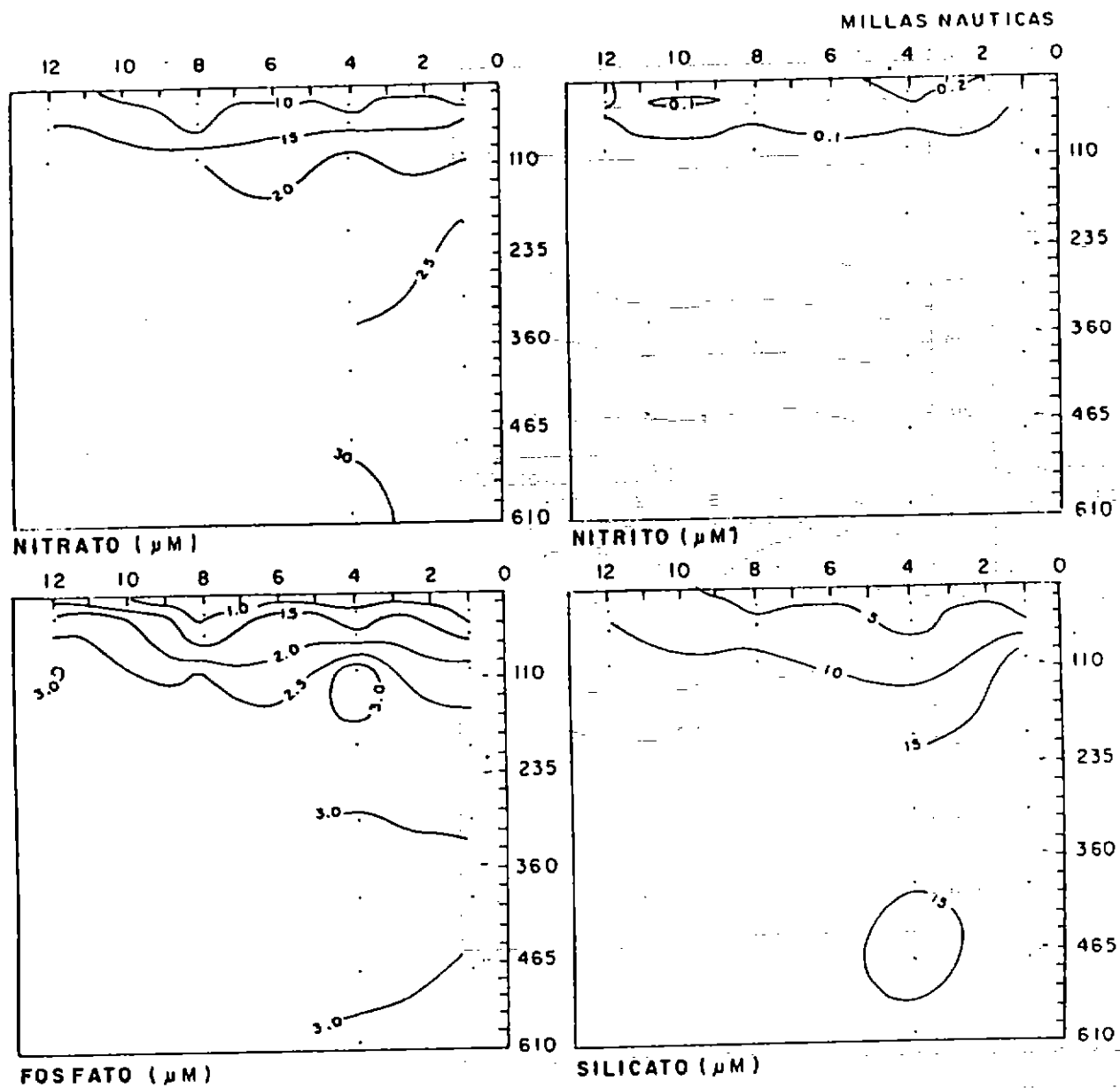
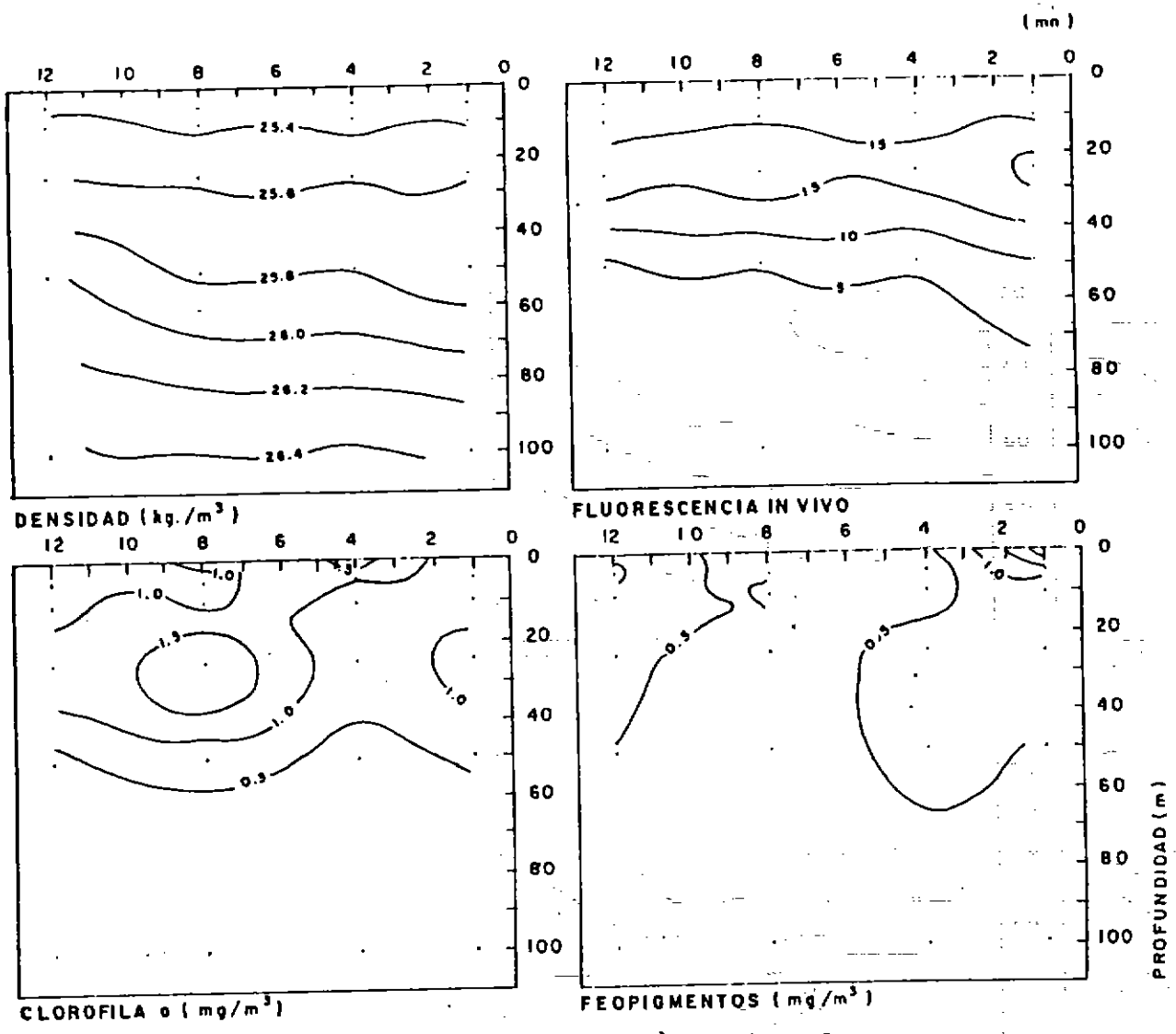


Fig. 153b. Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ). Transecta oceánica. Zona El Maní. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 154a.** Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila a y feopigmentos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Transecta intermedia, Zona Control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

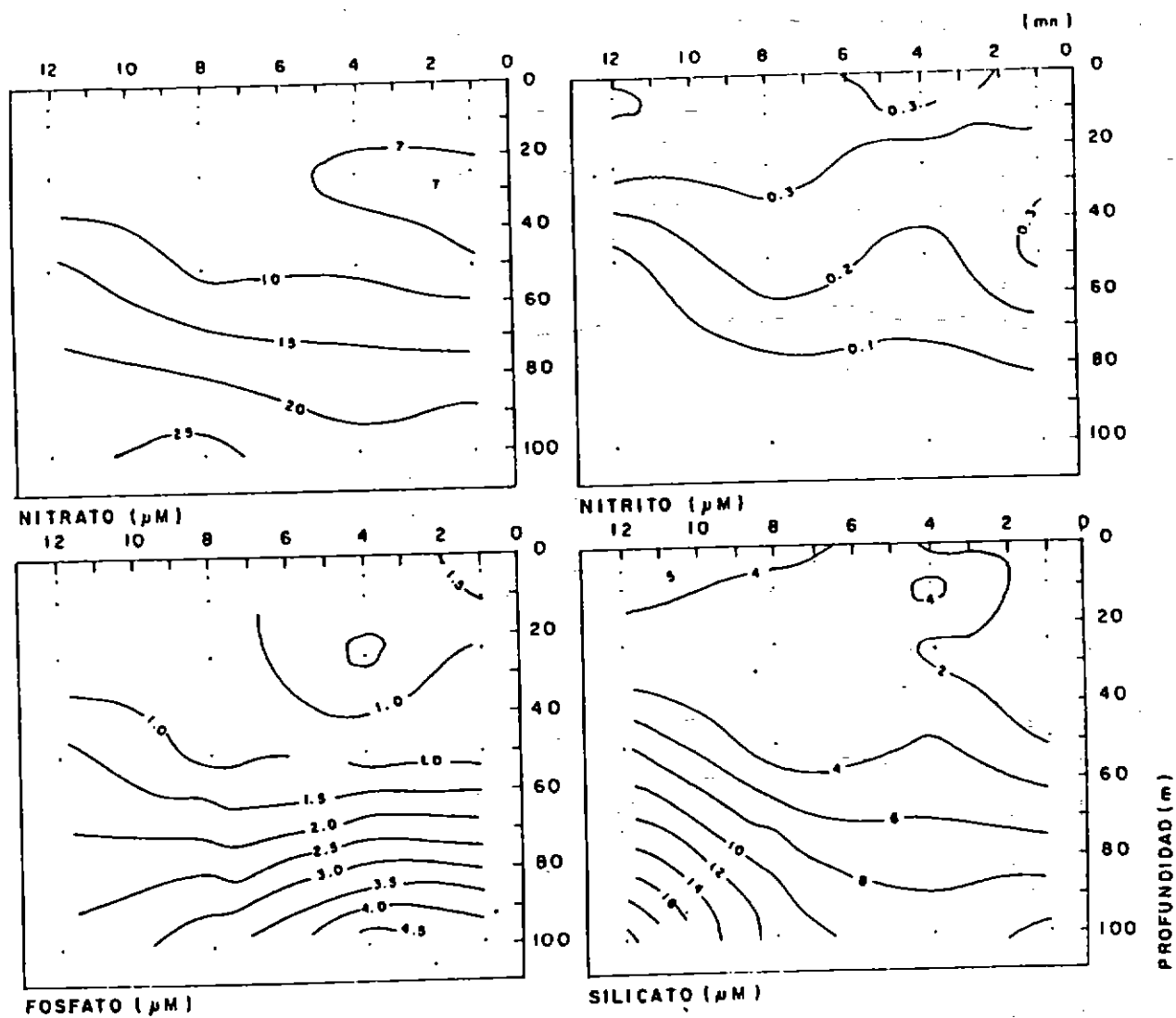
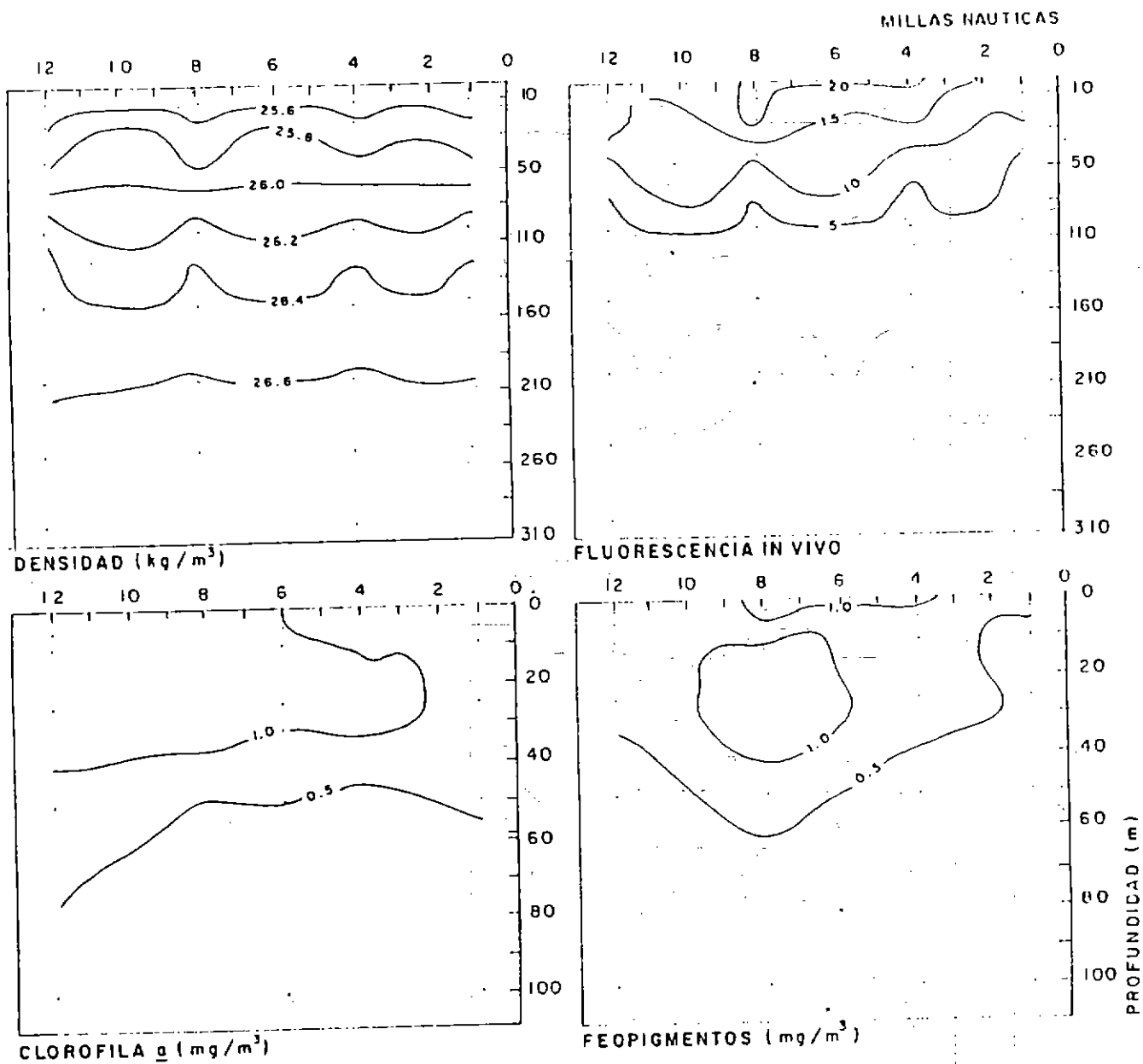


Fig. 154b. Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ). Transecta intermedia. Zona Control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.



**Fig. 155a.** Sección vertical y paralela a la costa de densidad ( $\text{kg/m}^3$ ), fluorescencia in vivo (unidades relativas), clorofila *a* y feopigmentos ( $\text{mg/m}^3$ ). Transecta oceánica, Zona Control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

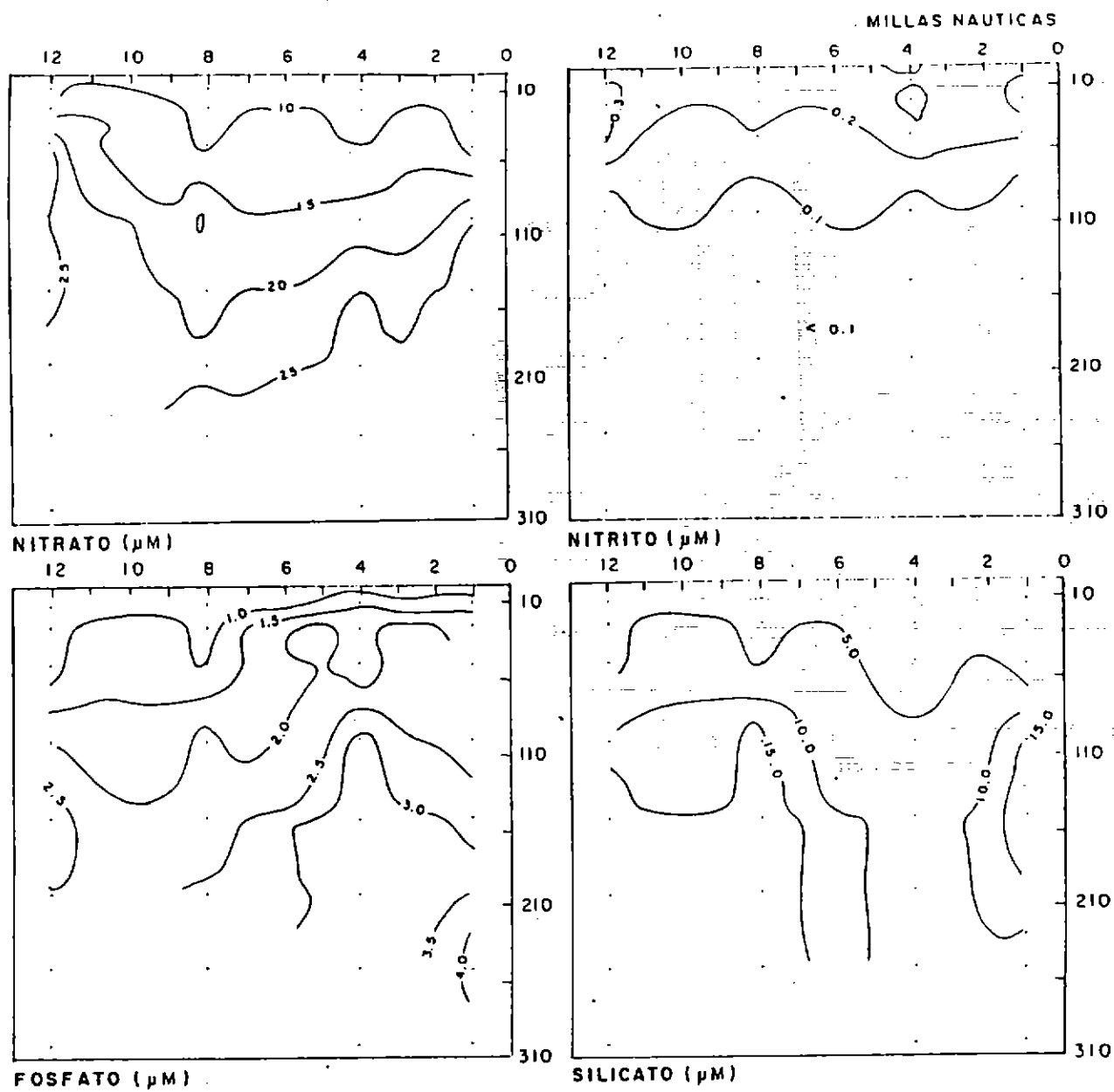


Fig. 155b. Sección vertical y paralela a la costa de nitrato, nitrito, fósforo y sílice ( $\mu\text{M}$ ). Transecta oceánica. Zona Control. Crucero Jurel julio-agosto 1994.

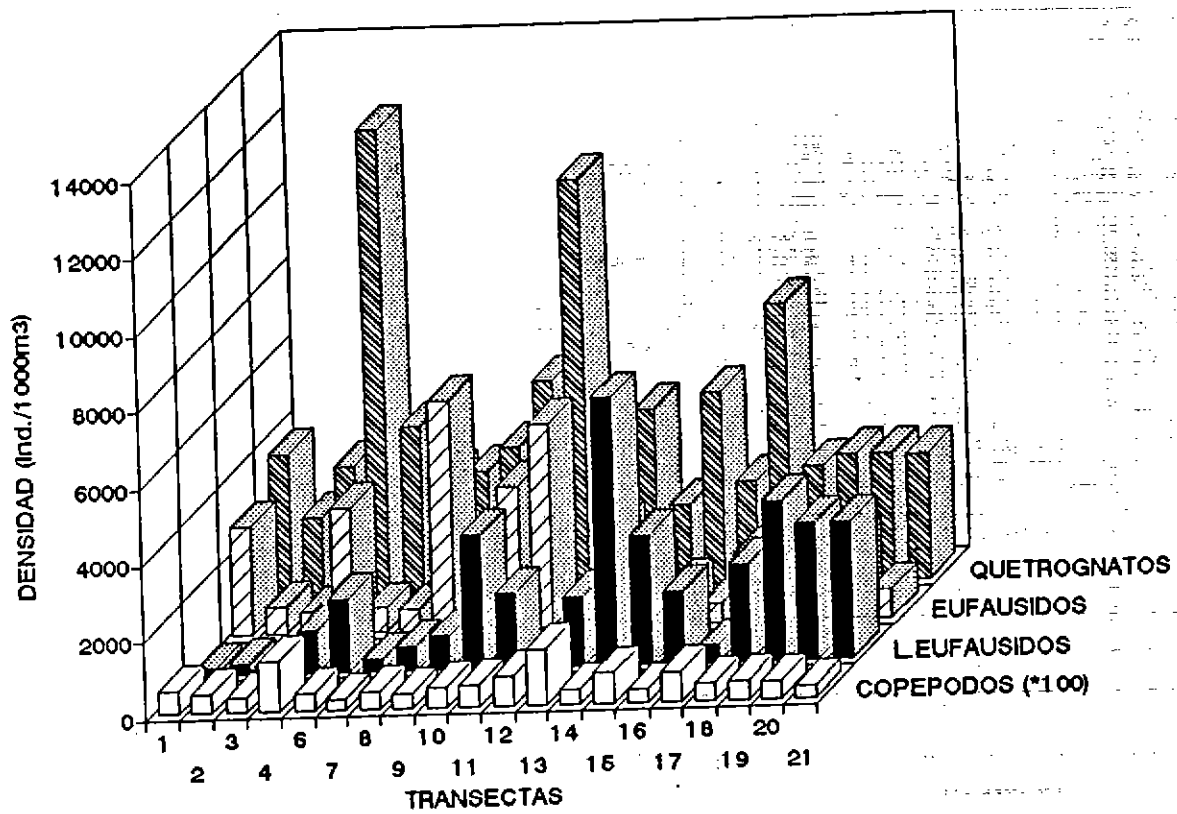


Fig. 156. Distribución latitudinal promedio de la abundancia de copéodos, eufáusidos, larvas de eufáusidos y quetognatos (expresada en ind/1000 m<sup>3</sup>).

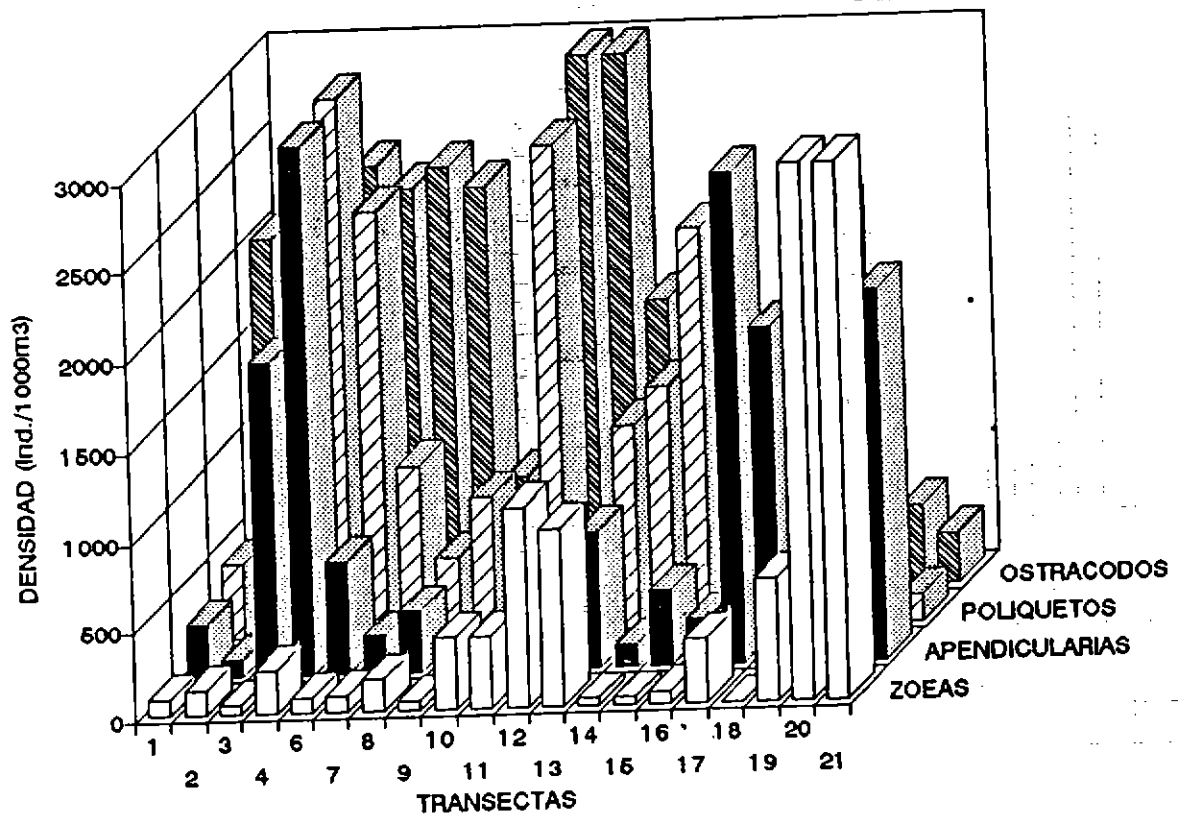


Fig. 157. Distribución latitudinal de la abundancia de ostrácodos, poliquetos, apendicularias y zooides (expresada en ind/1000m<sup>3</sup>)

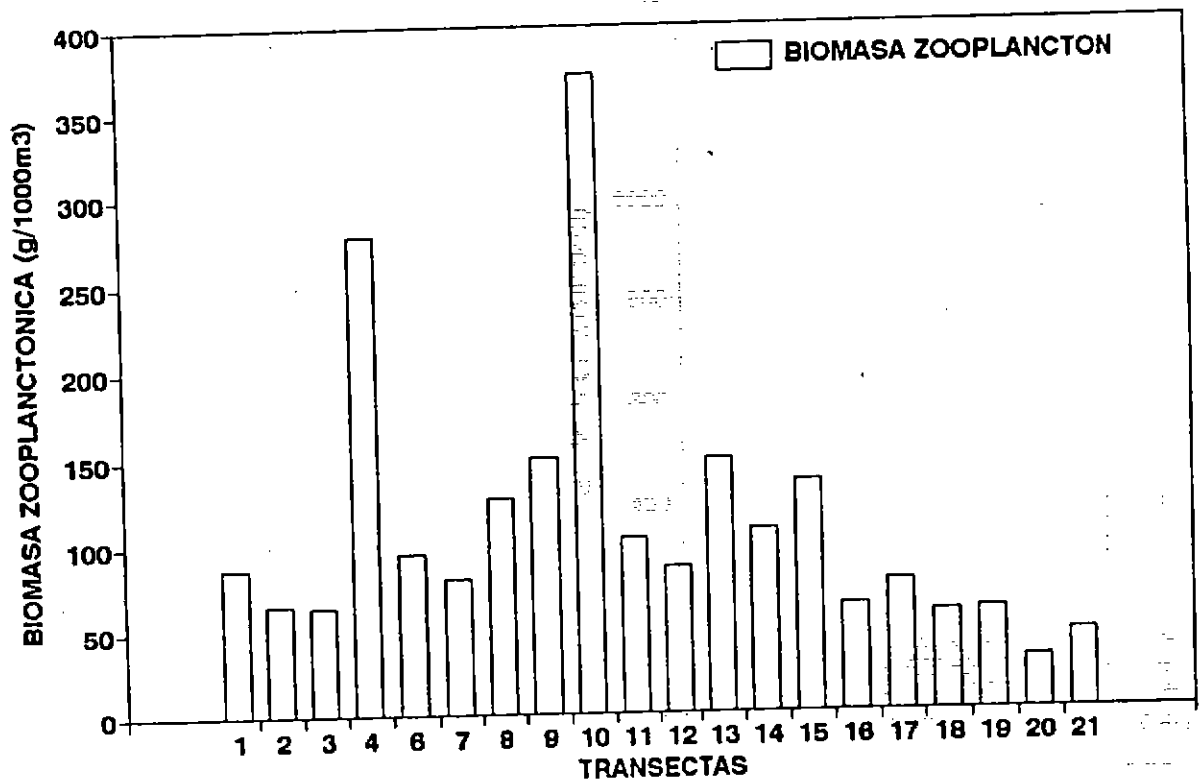
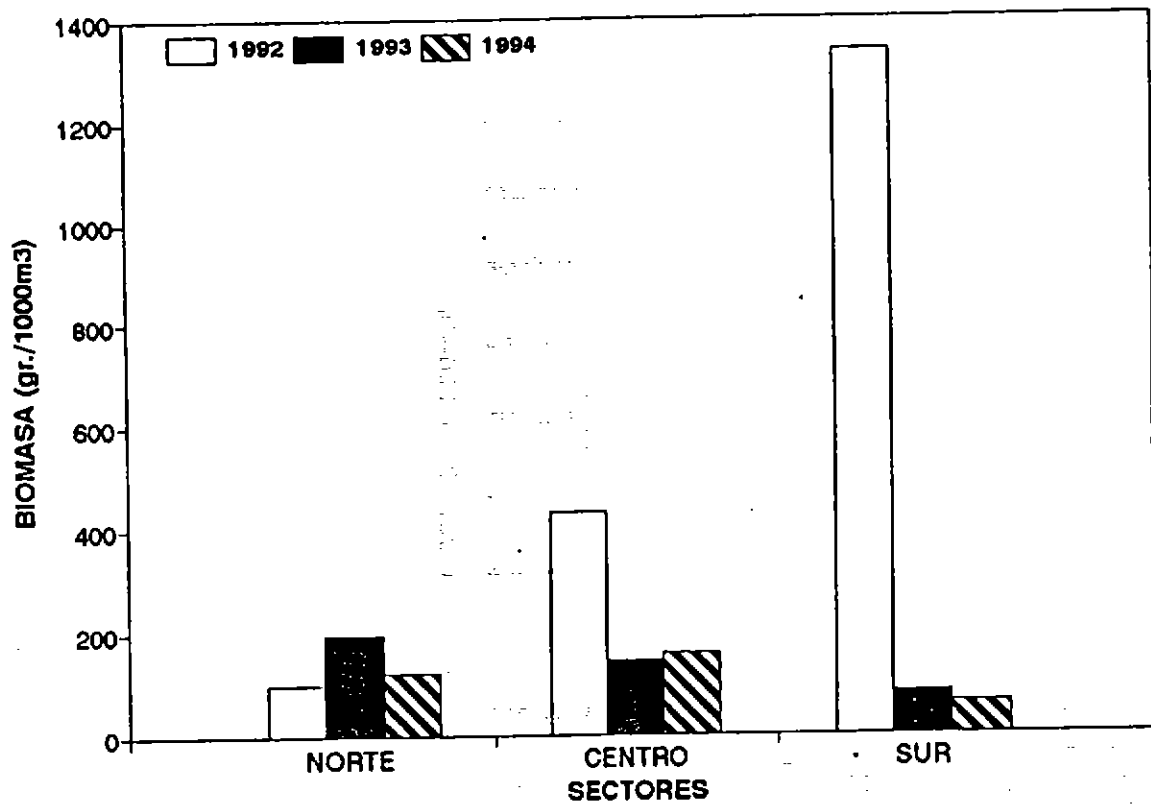


Fig. 158. Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica total (g/1000 m<sup>3</sup>) en el área de estudio.





**Fig. 159.** Distribución latitudinal de la biomasa zooplanctónica (g/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y 1994 (este estudio).

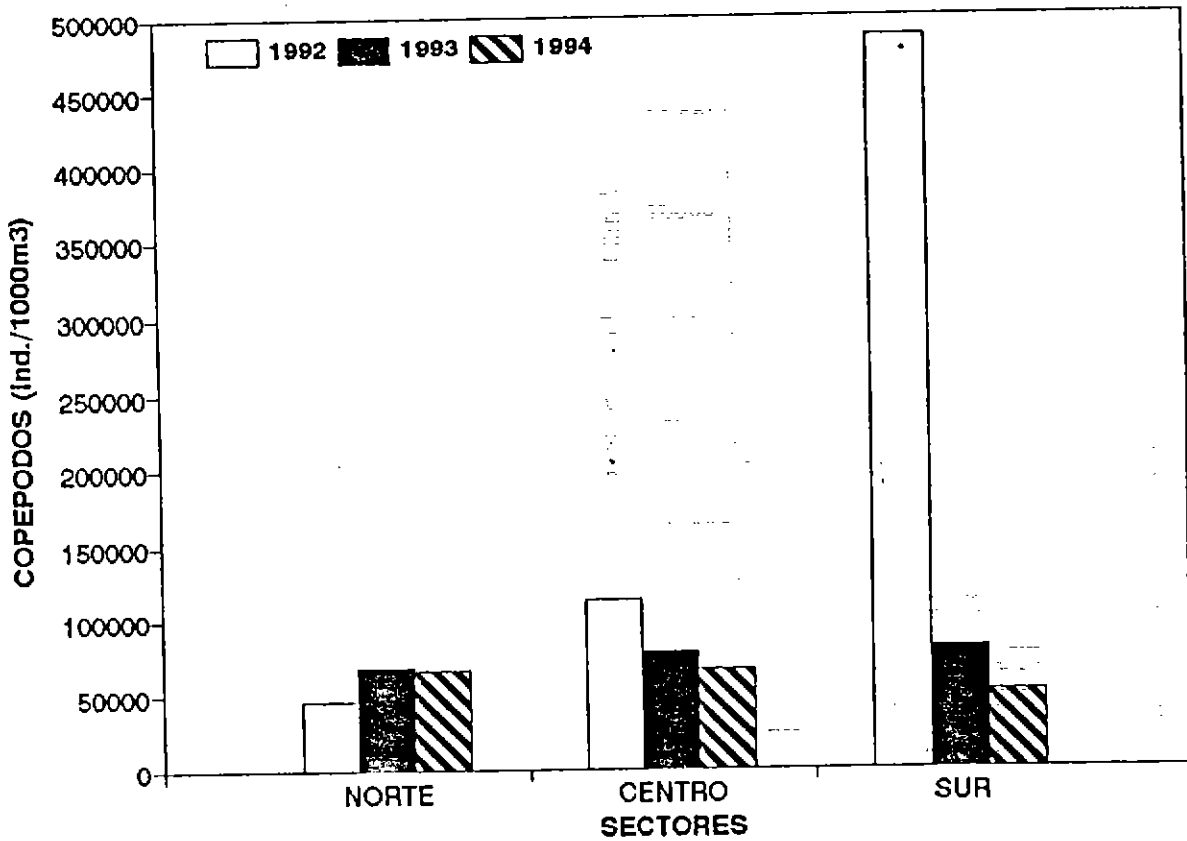


Fig. 160.

Distribución latitudinal de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y 1994 (este estudio).

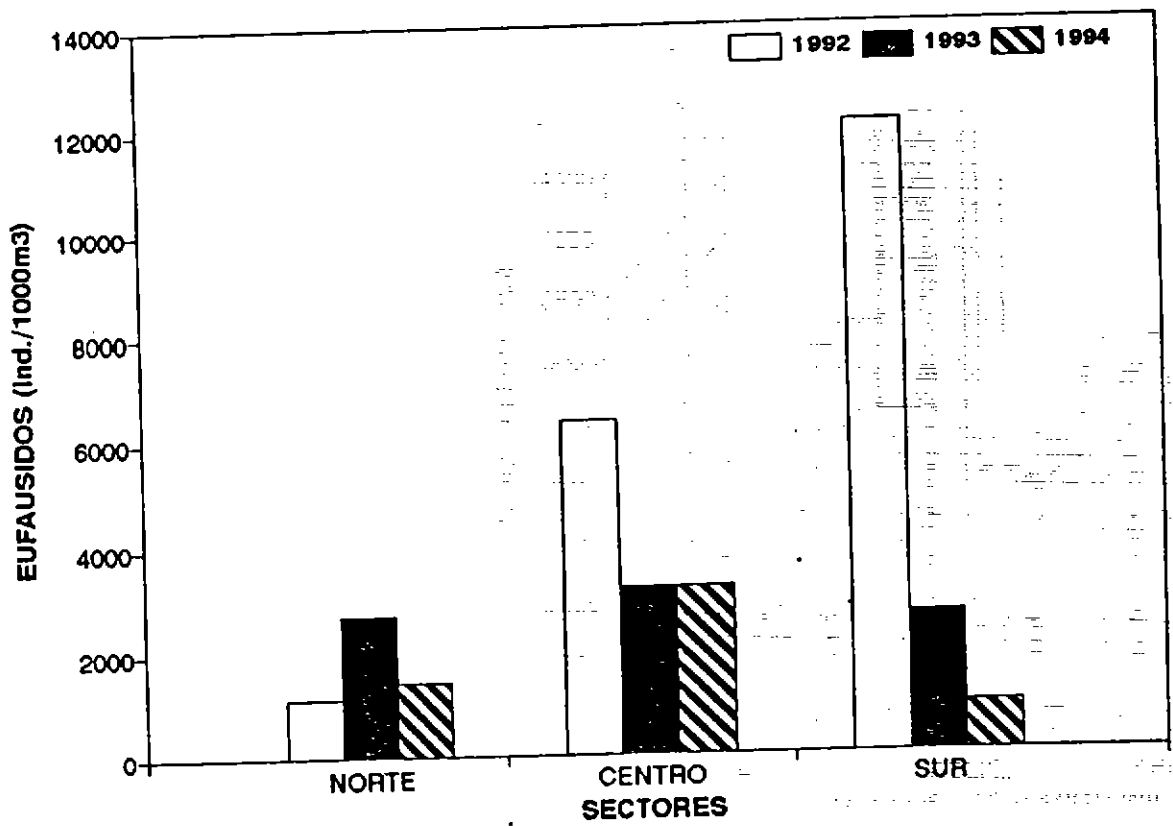


Fig. 161. Distribución latitudinal de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y 1994 (este estudio).

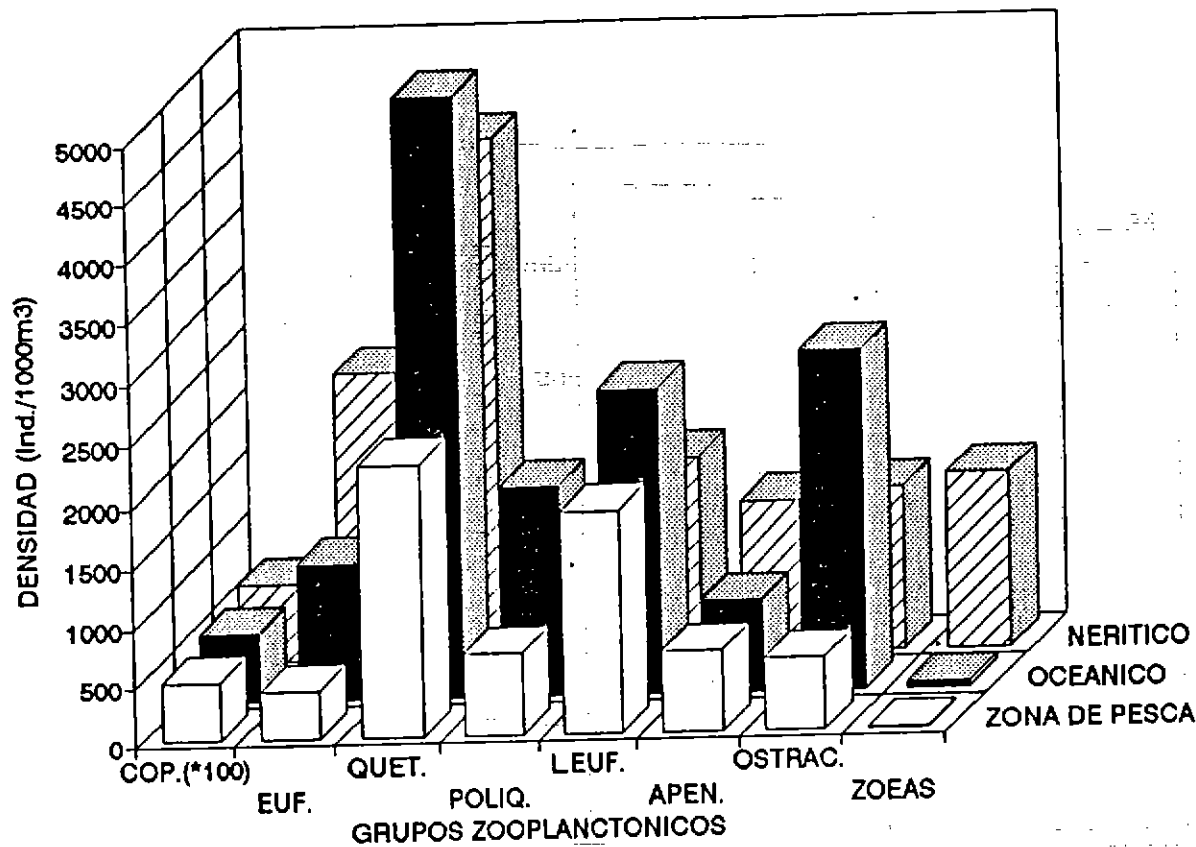


Fig. 162. Distribución longitudinal de la biomasa zooplanctónica (g/1000 m<sup>3</sup>) para el presente estudio.

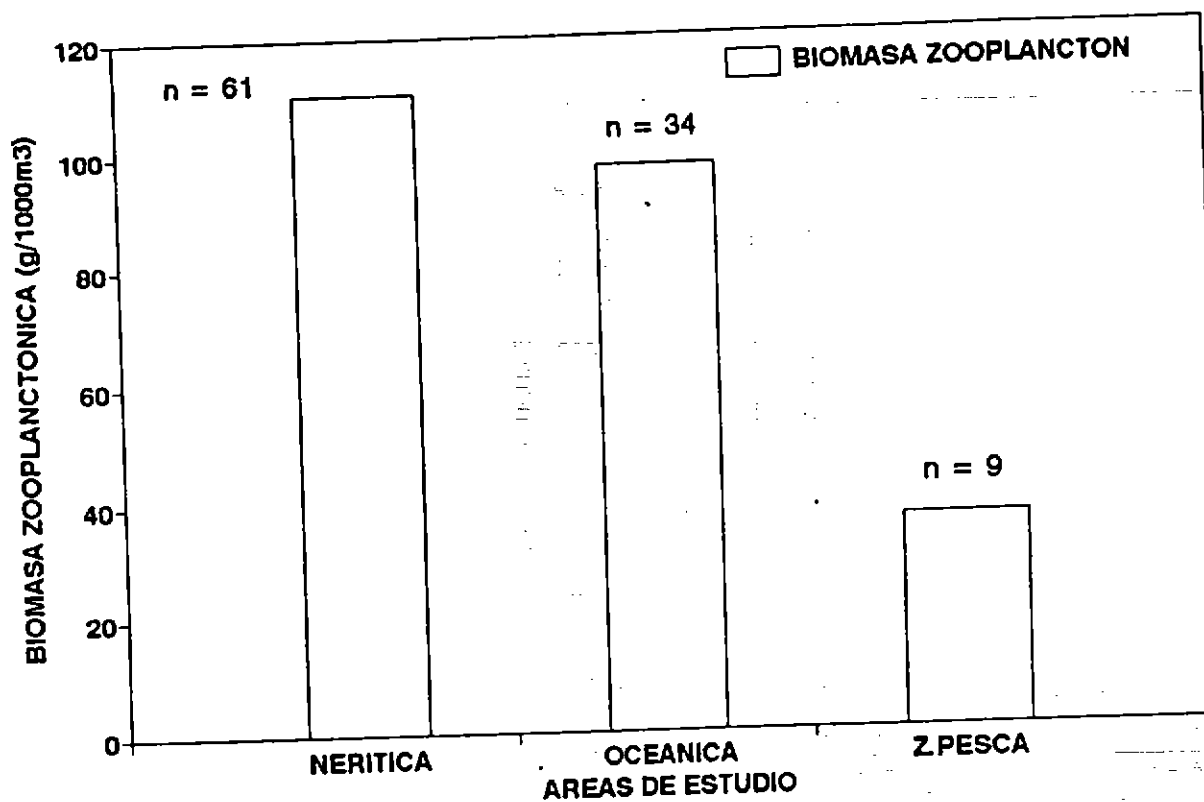


Fig. 163. Distribución longitudinal de grupos zooplanctónicos numéricamente importantes (ind/1000 m<sup>3</sup>).

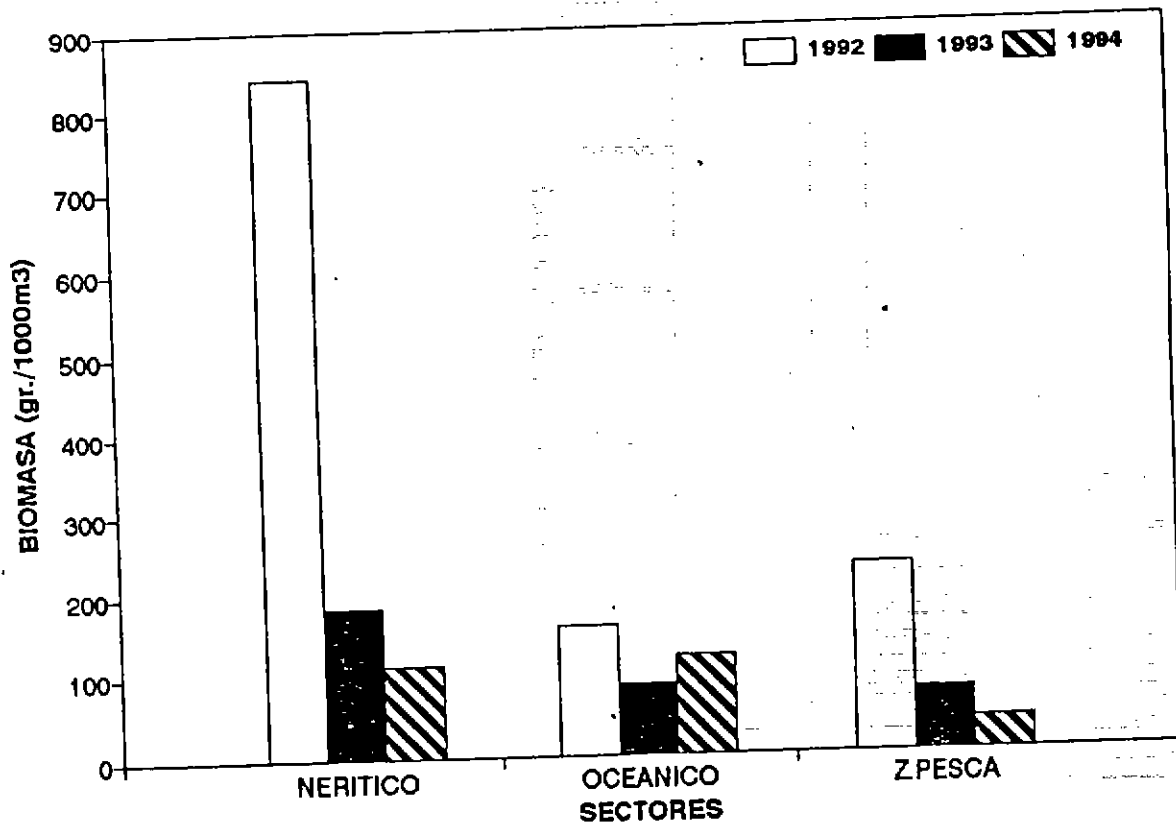


Fig. 164. Distribución longitudinal de la biomasa zooplanctónica (ind/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y este estudio.

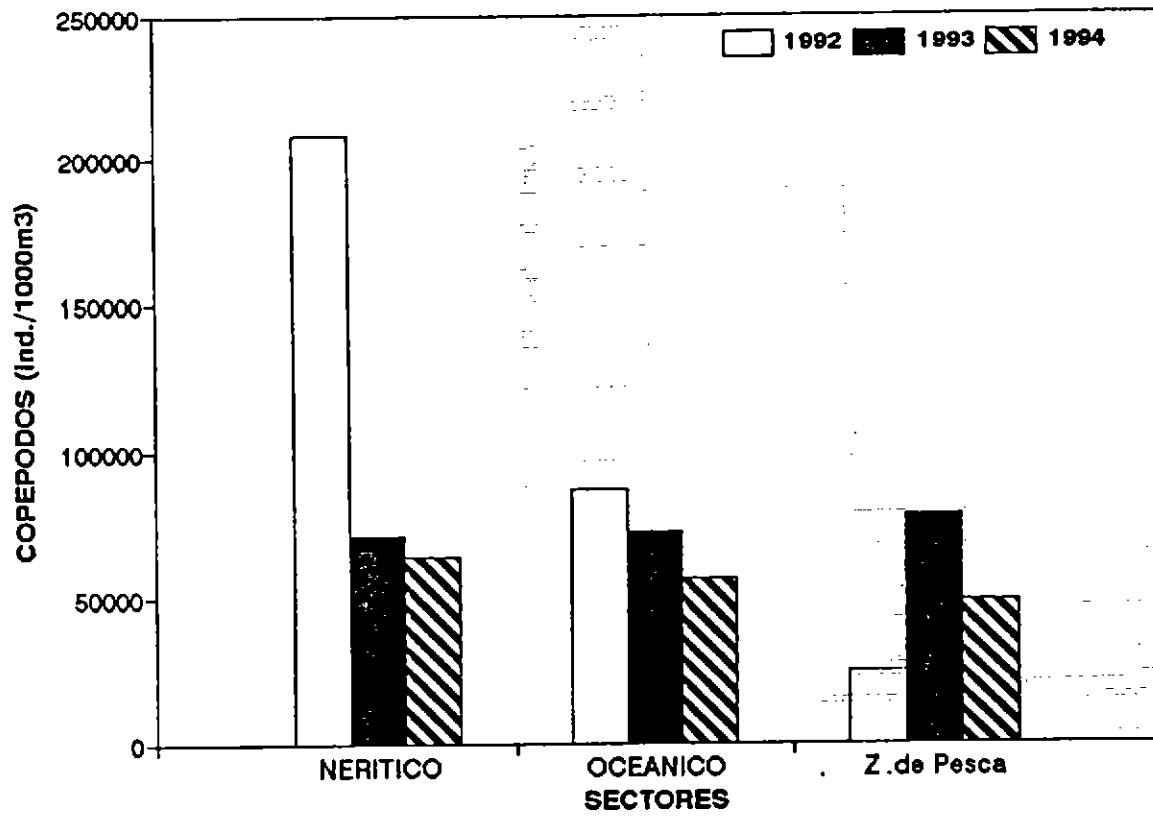


Fig. 165. Distribución longitudinal de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y este estudio.

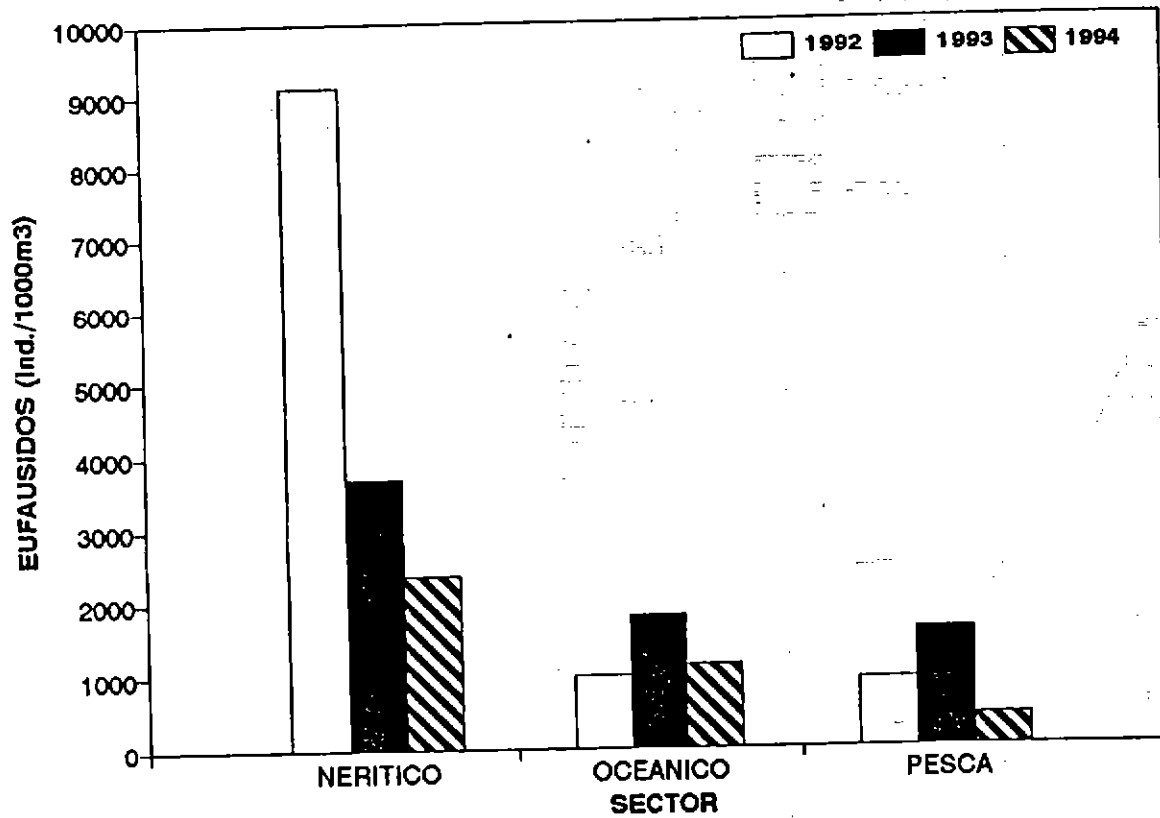


Fig. 166. Distribución longitudinal de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) para los años 1992, 1993 y este estudio.



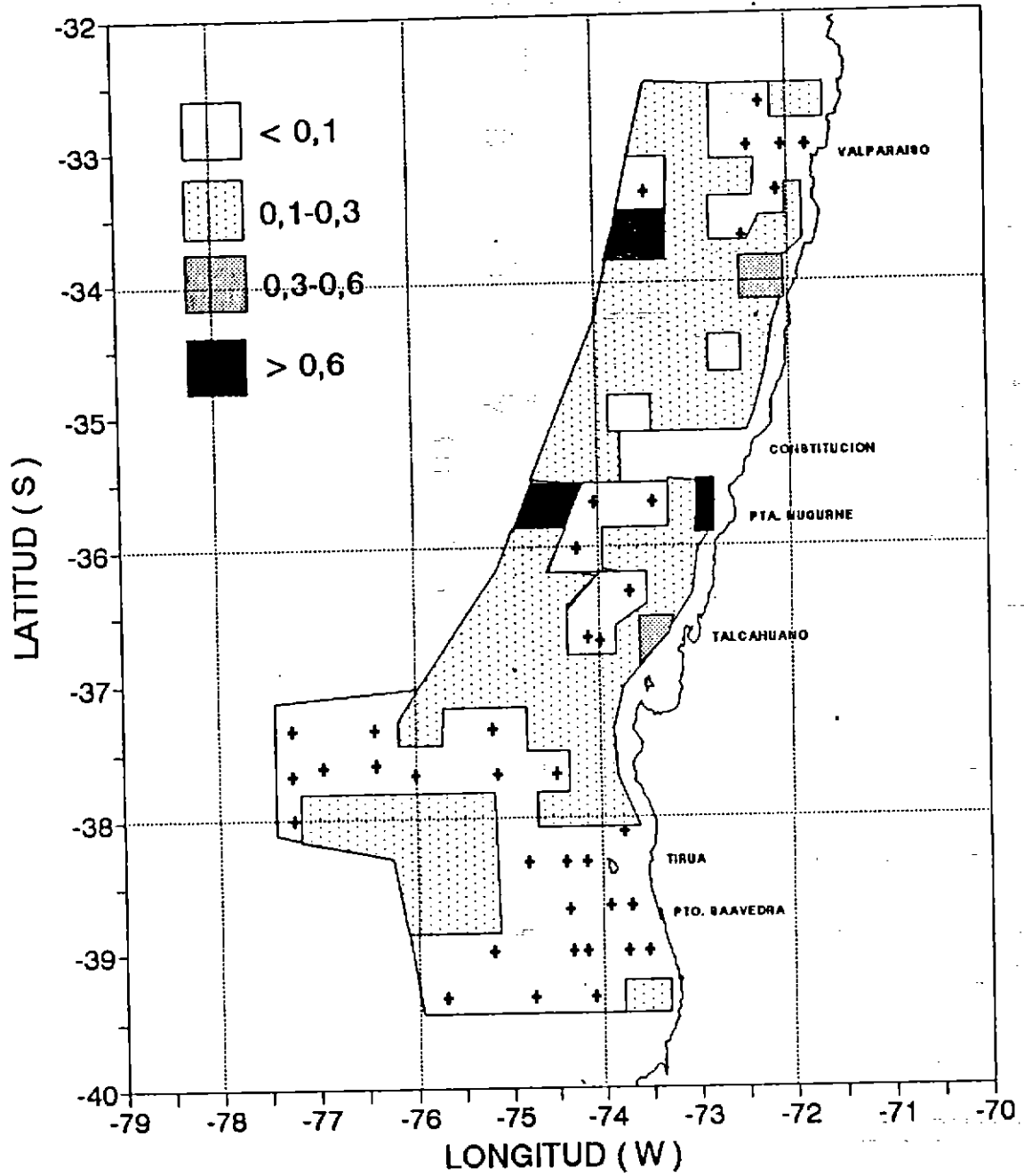


Fig. 167. Distribución horizontal de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g/m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

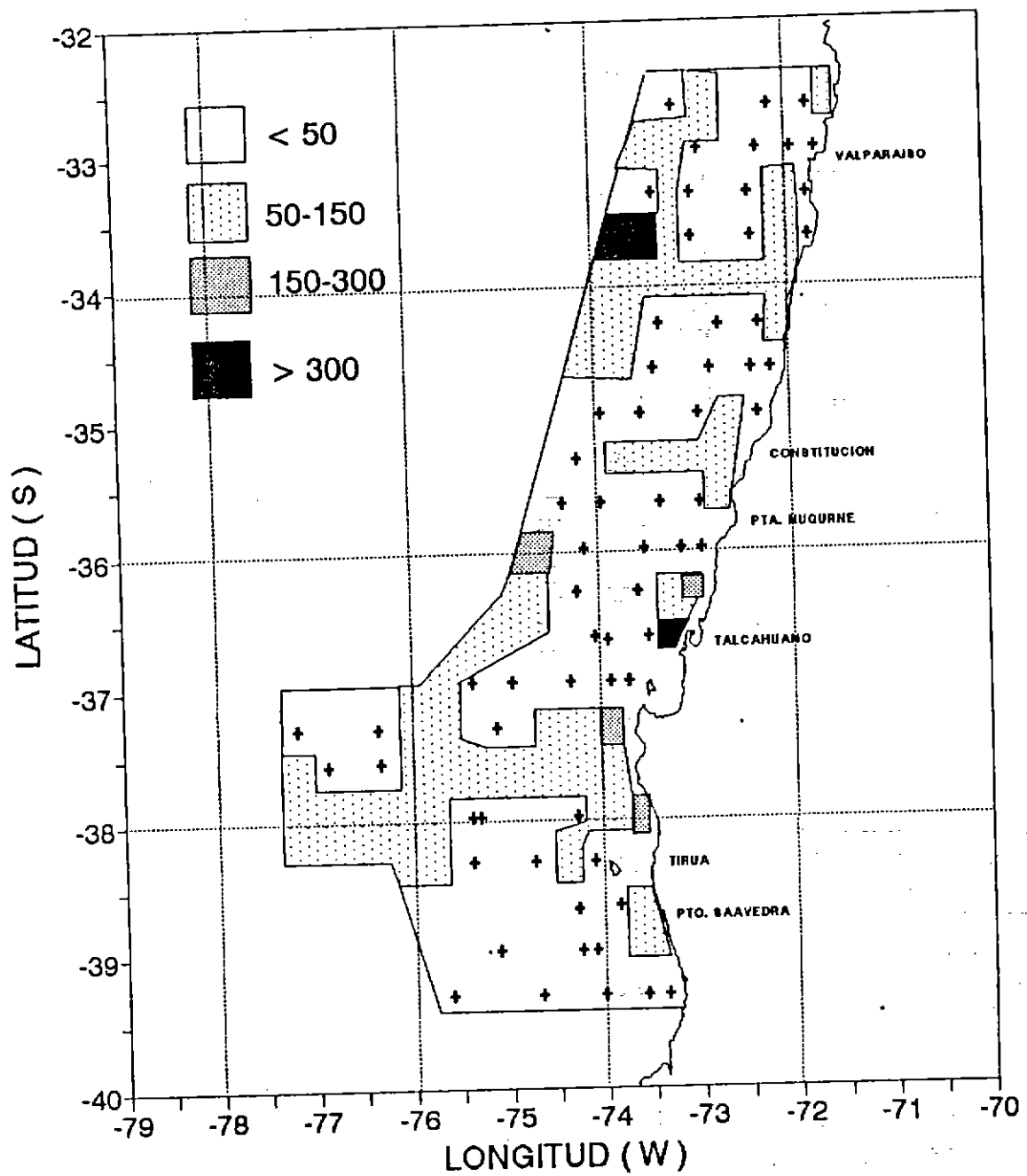


Fig. 168. Distribución horizontal de la abundancia de copépodos (ind/ m<sup>3</sup>) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

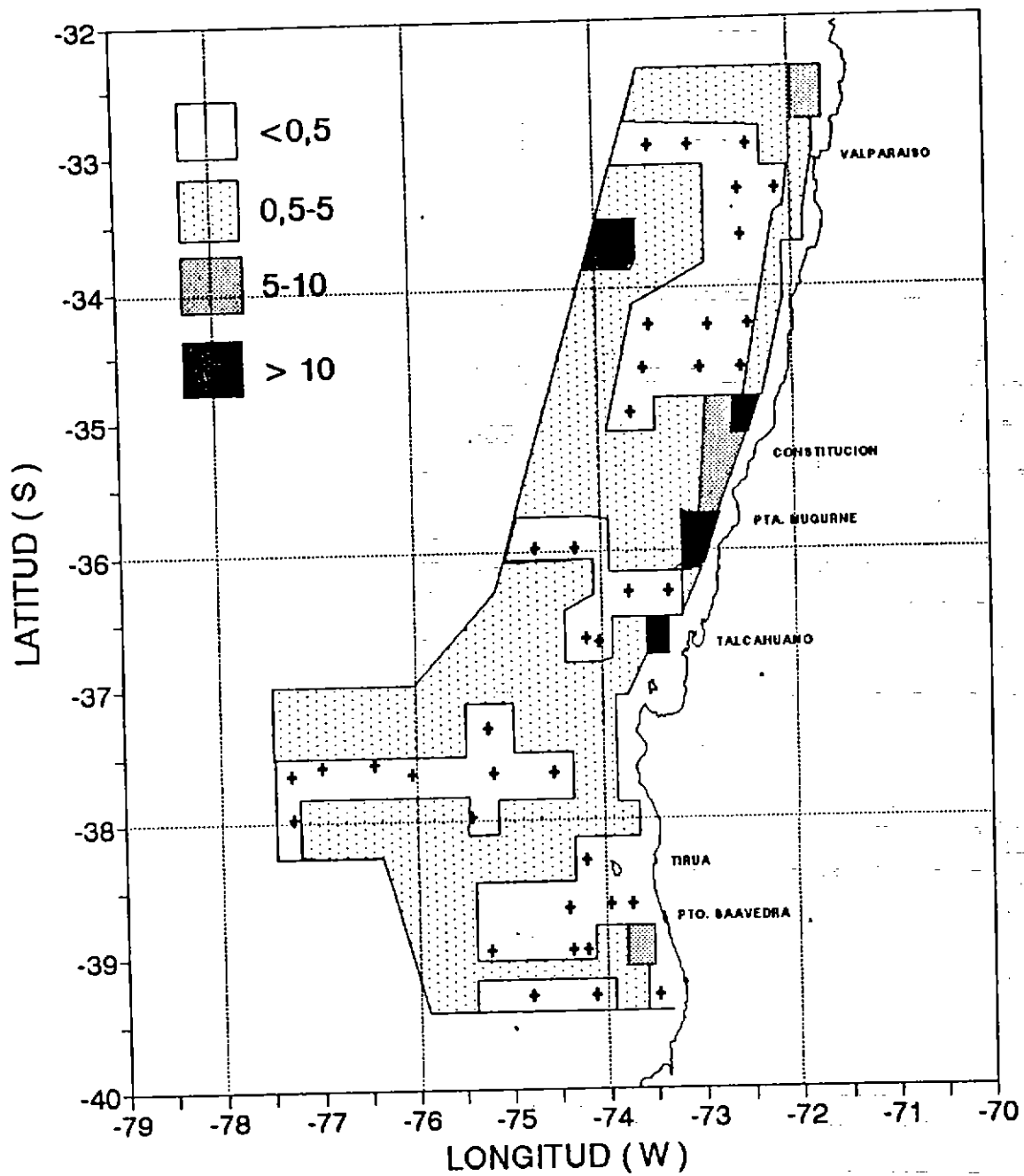


Fig. 169. Distribución horizontal de la abundancia de eufáusidos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

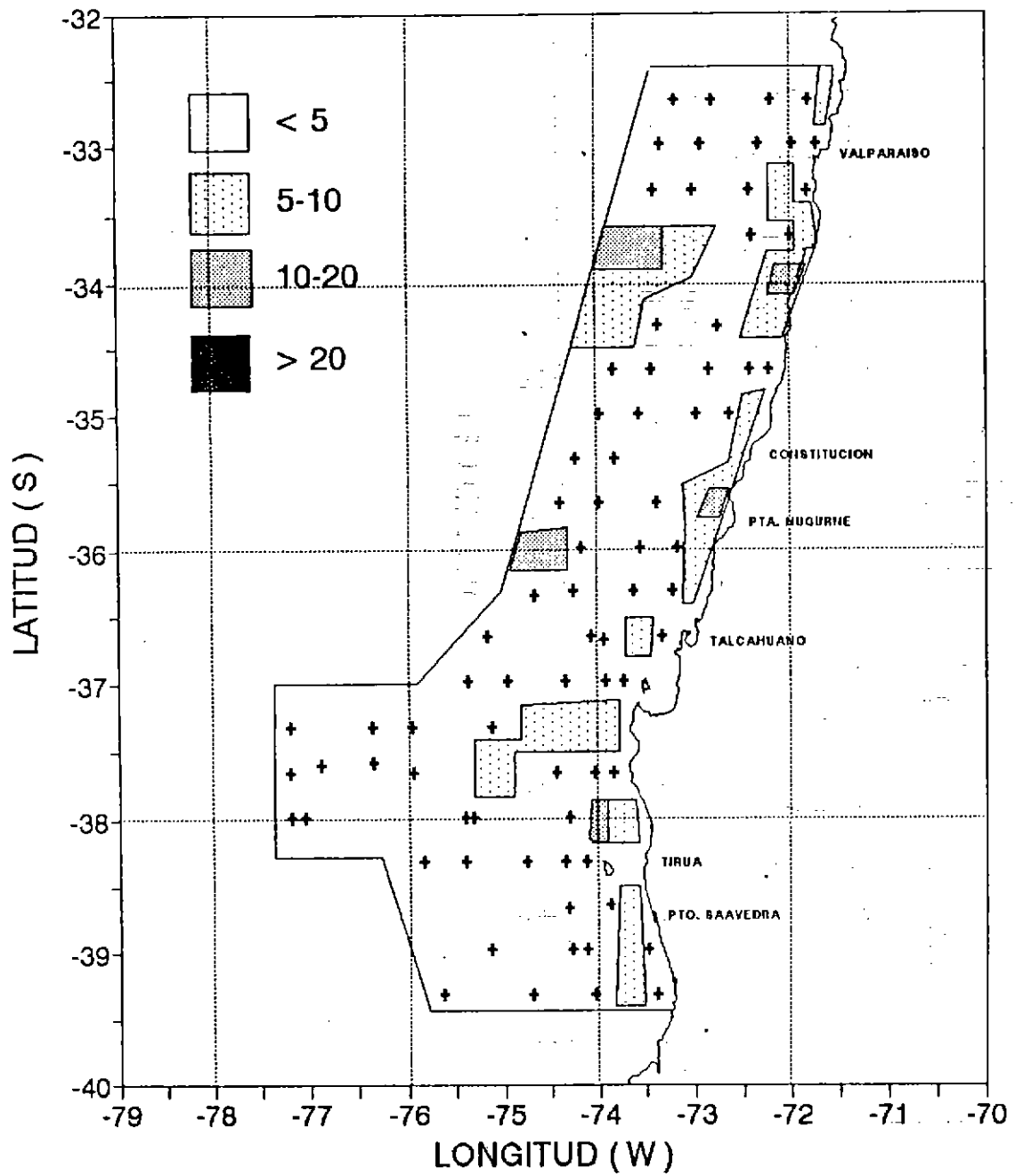


Fig. 170. Distribución horizontal de la abundancia de quetognatos (ind/m<sup>3</sup>) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

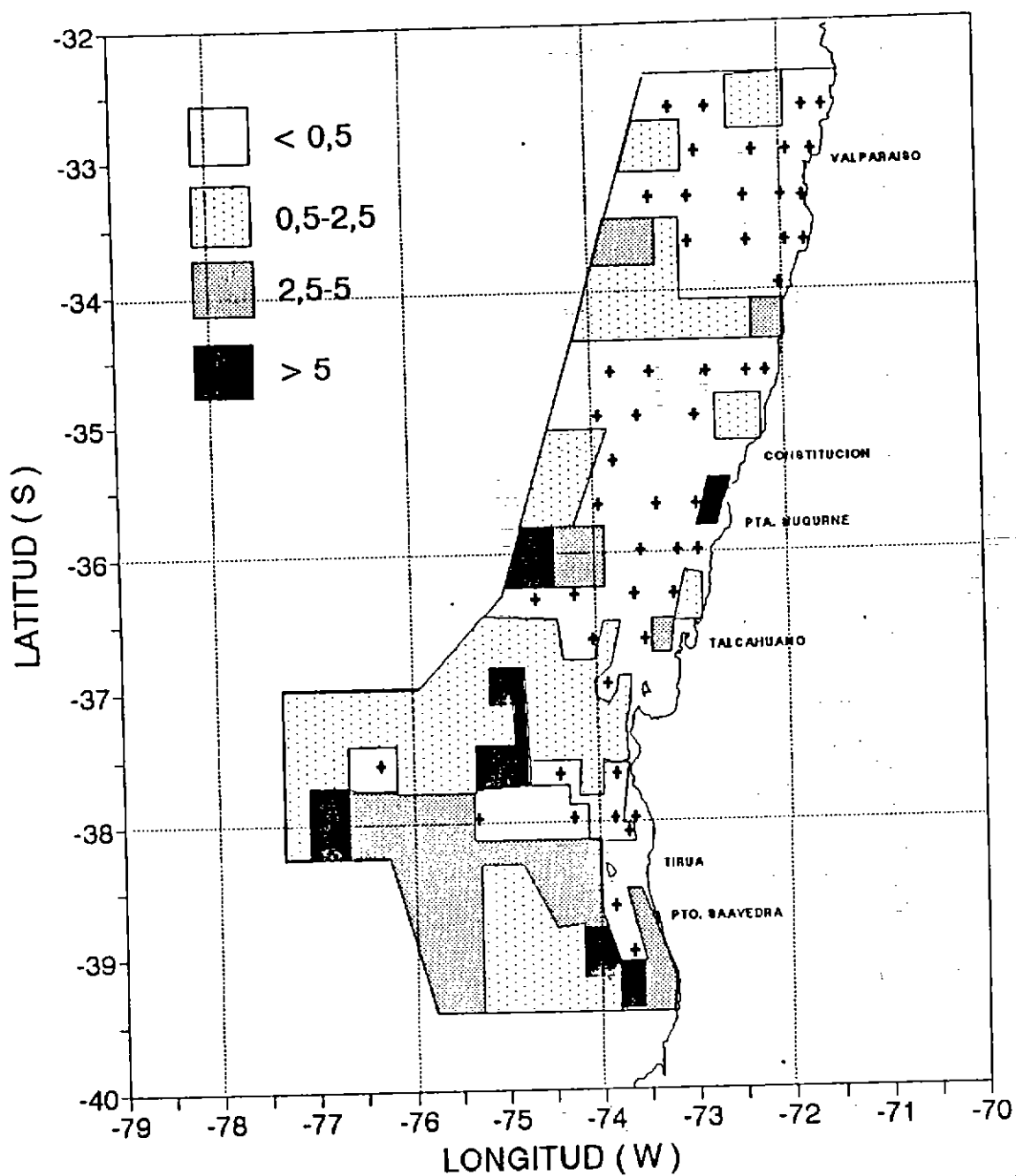


Fig. 171. Distribución horizontal de la abundancia de larvas de eufáusidos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

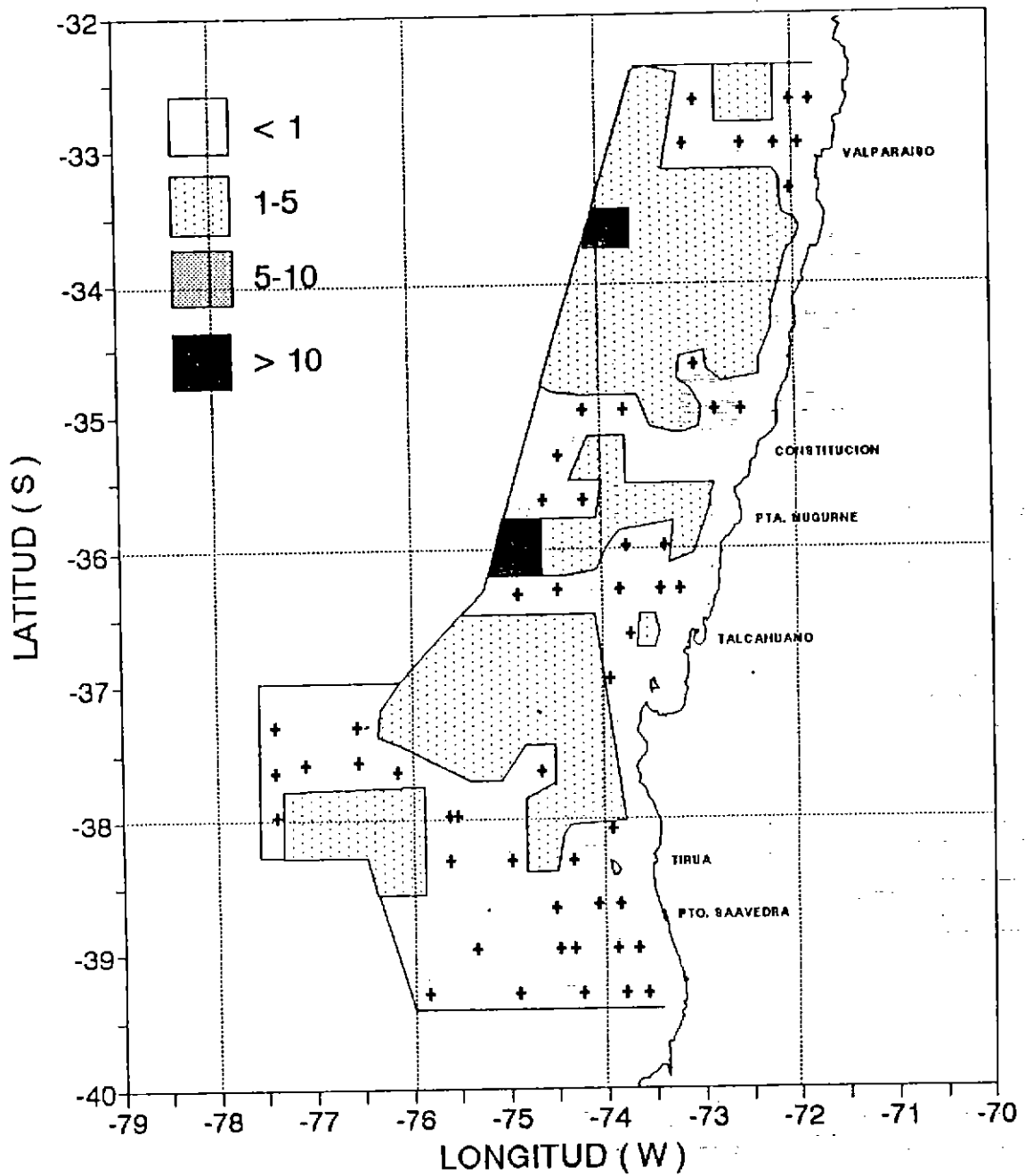


Fig. 172. Distribución horizontal de la abundancia de poliquetos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

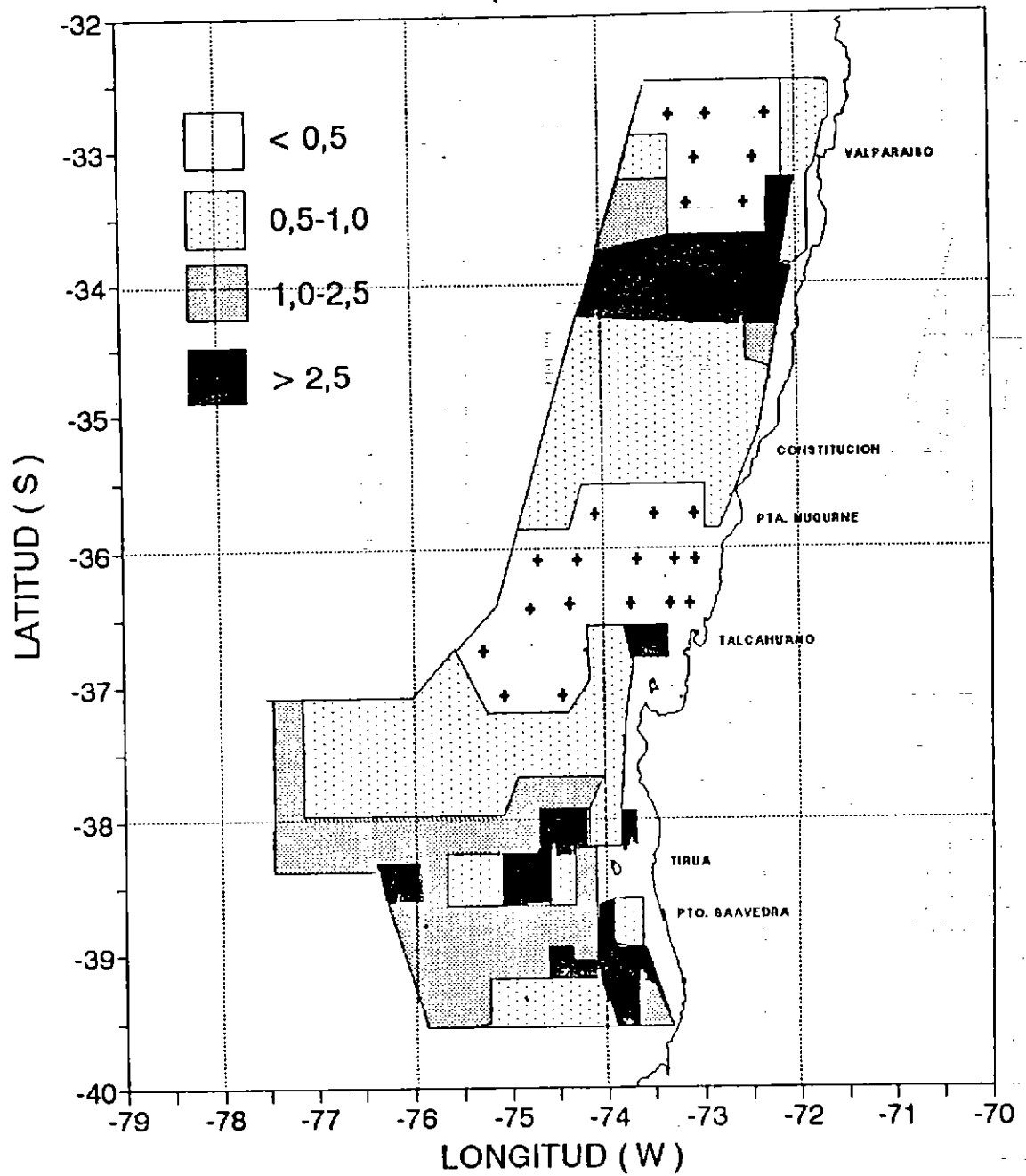


Fig. 173.

Distribución horizontal de la abundancia de apendicularias ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

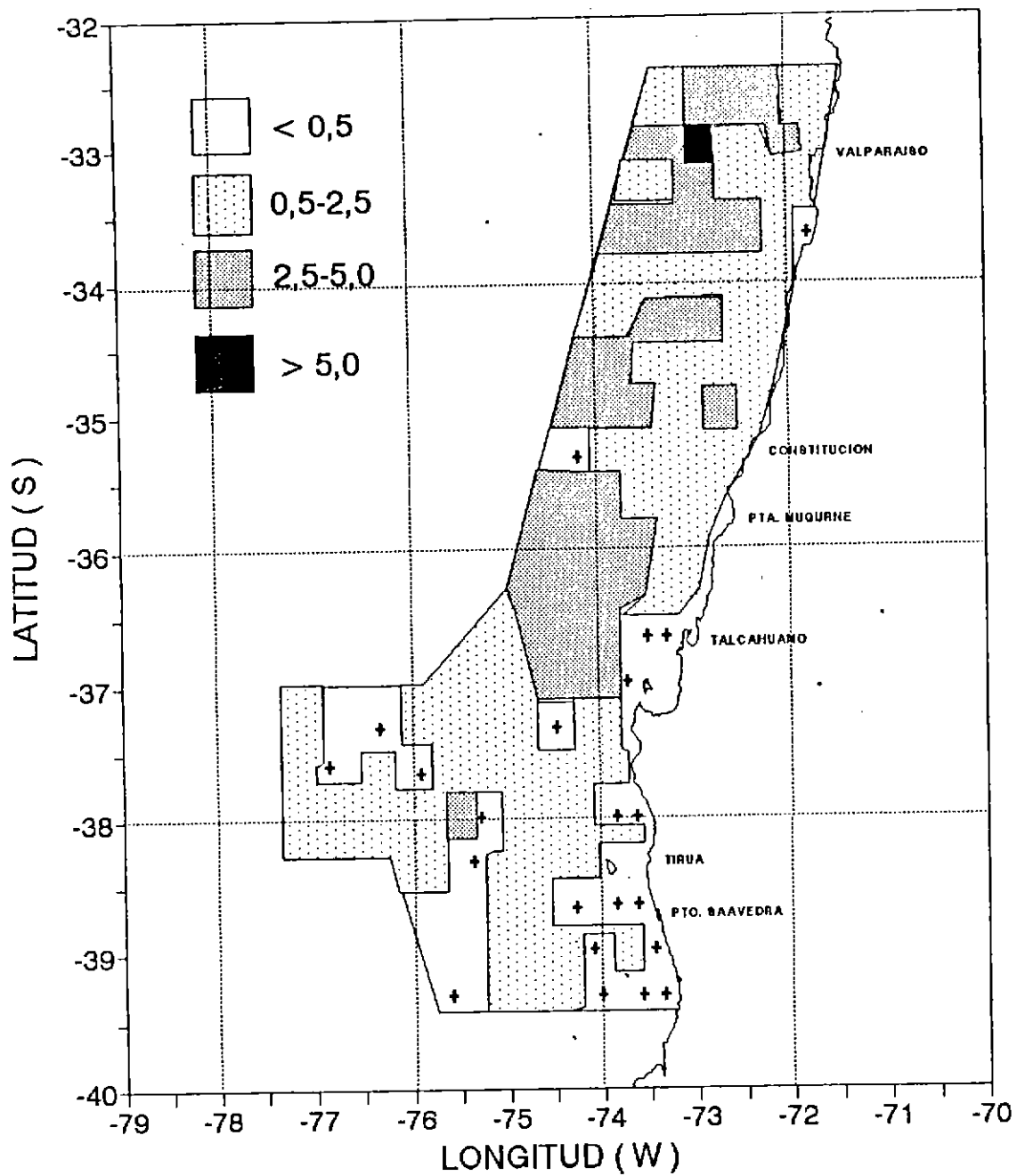


Fig. 174. Distribución horizontal de la abundancia de ostrácodos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).



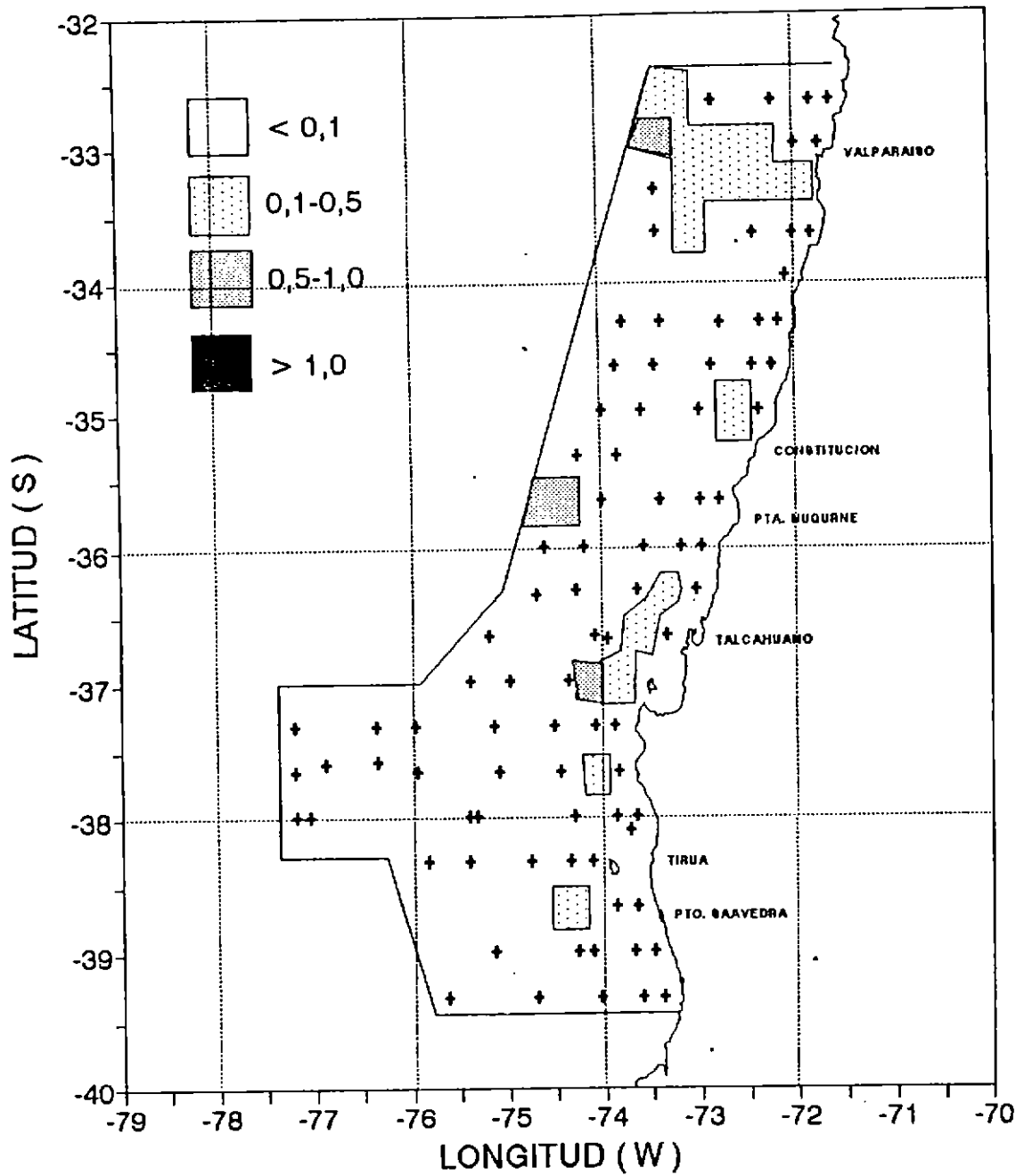


Fig. 175. Distribución horizontal de la abundancia de salpas ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

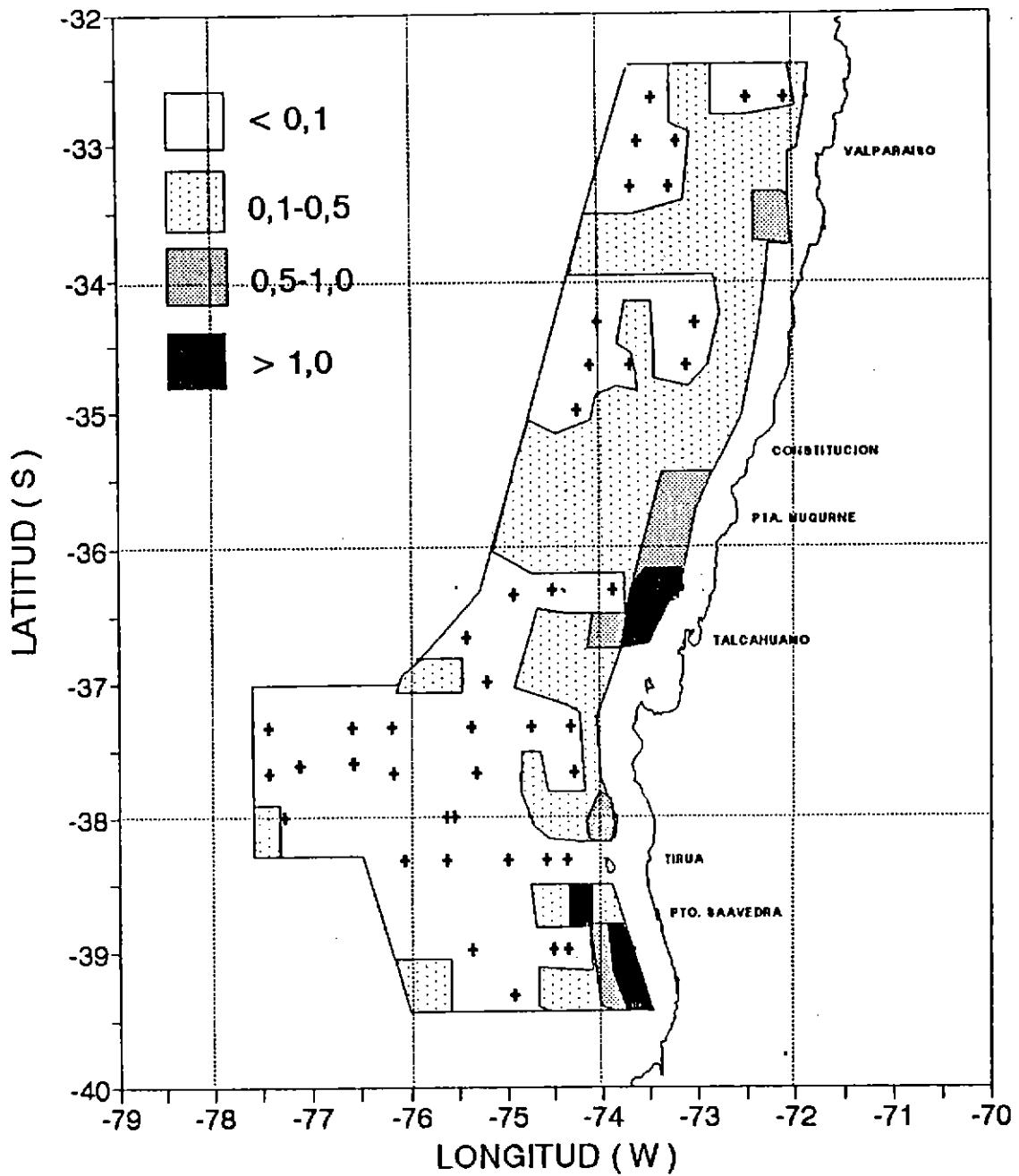


Fig. 176. Distribución horizontal de la abundancia de zoeas (ind/m<sup>3</sup>) en el área de estudio (las cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

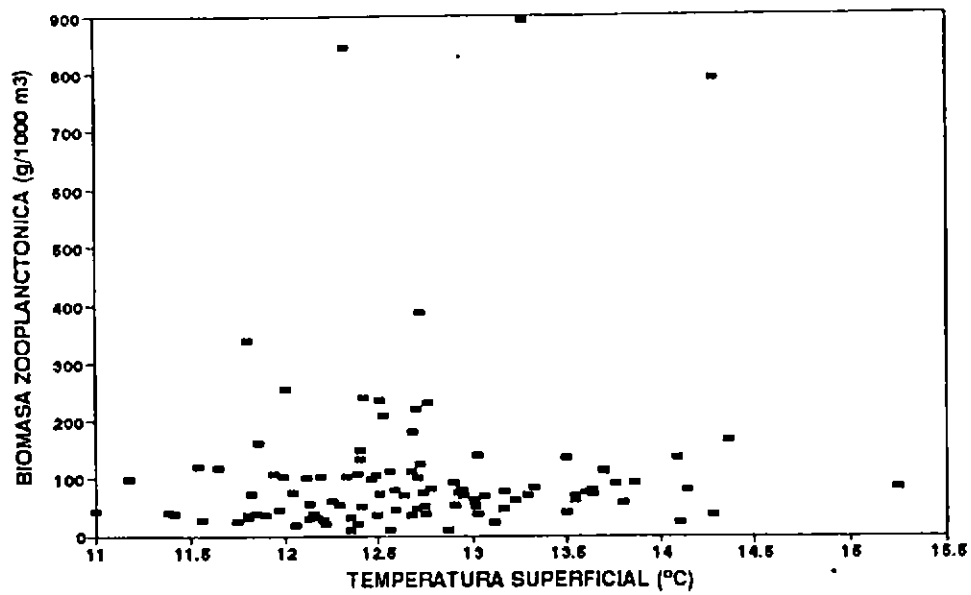


Fig. 177. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la temperatura superficial ( $^{\circ}\text{C}$ ).

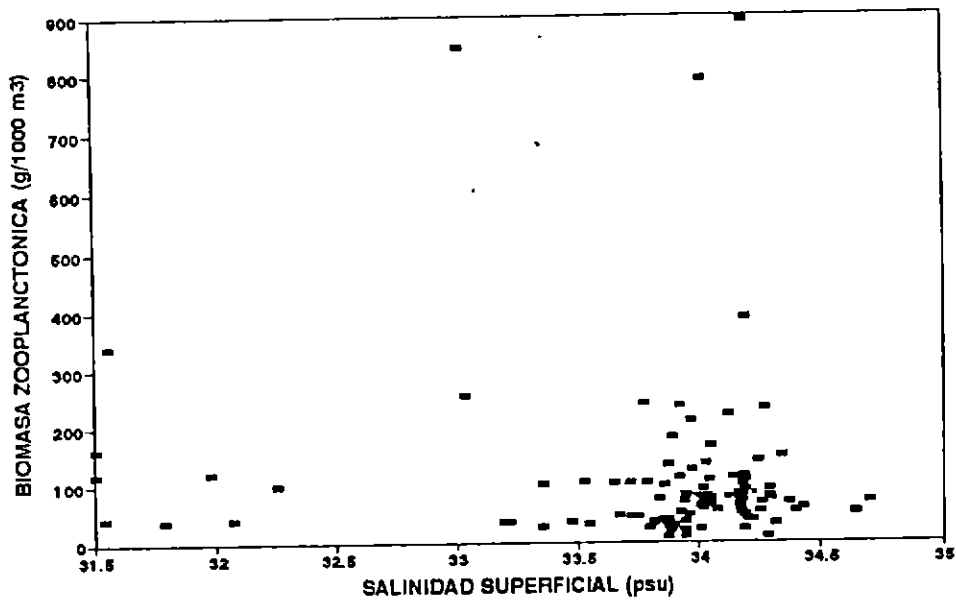


Fig. 178. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la salinidad superficial (psu).

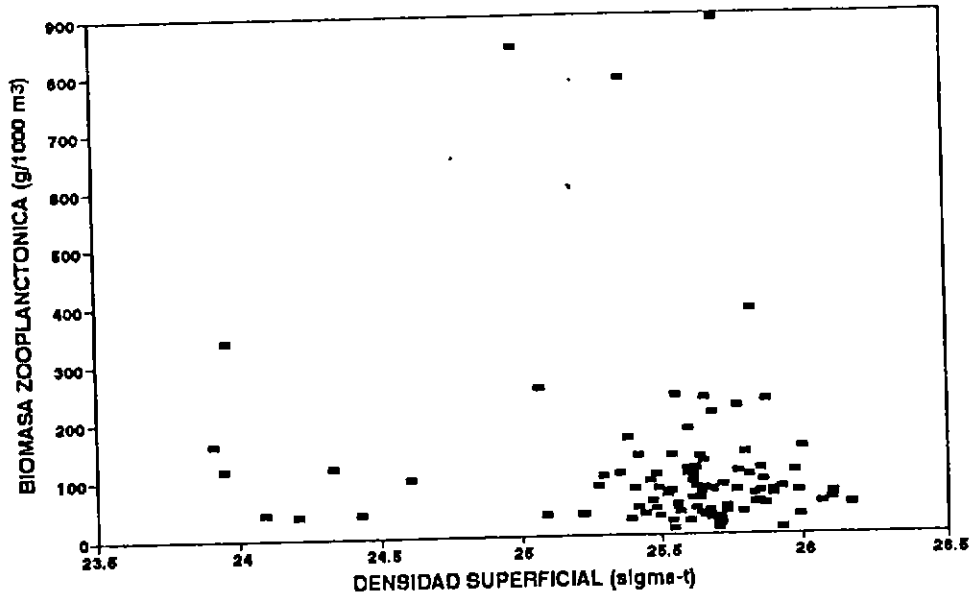


Fig. 179. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la densidad superficial ( $\text{sigma-t}$ ).

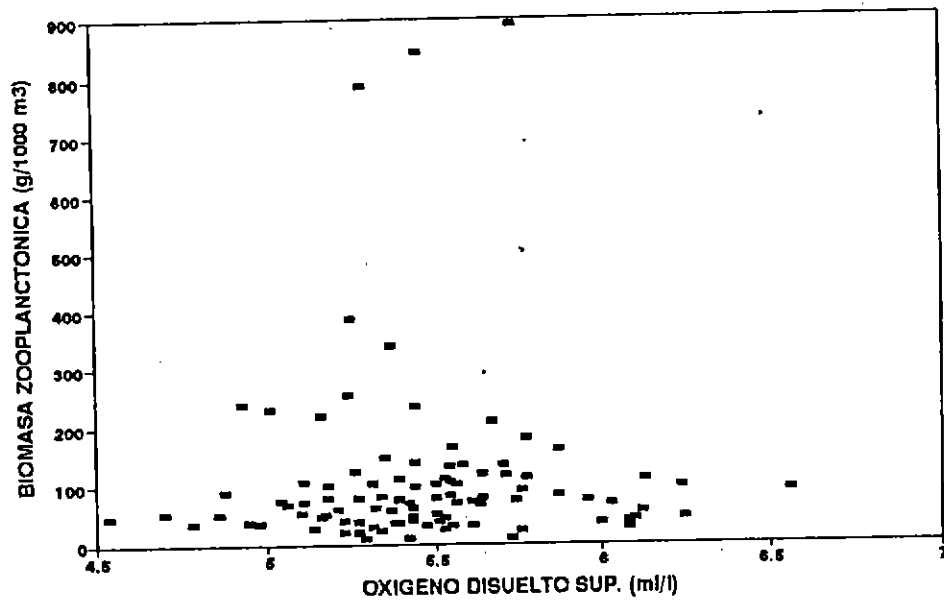


Fig. 180. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la oxígeno disuelto superficial (ml/l).

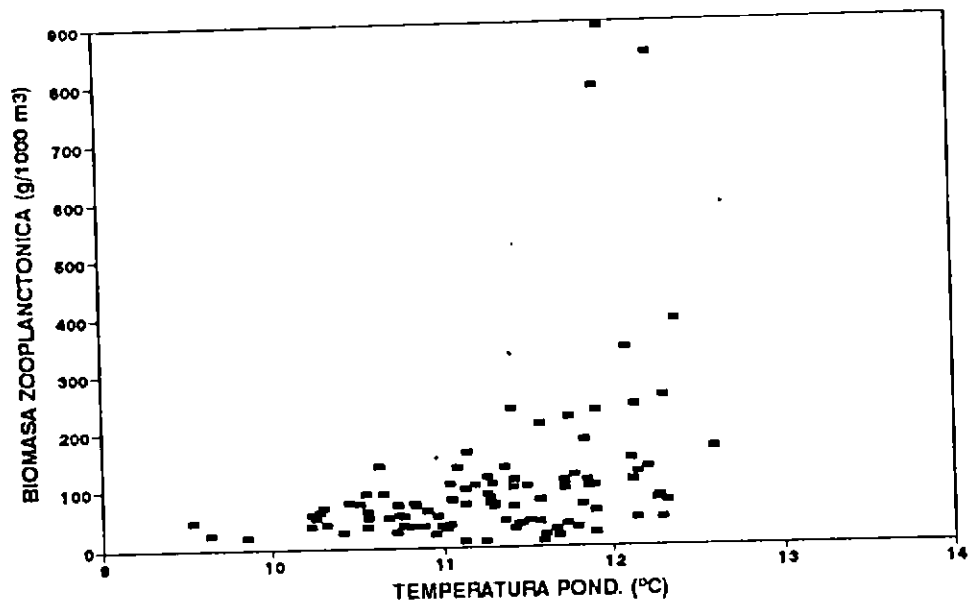


Fig. 181. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la temperatura ponderada ( $^{\circ}\text{C}$ ).

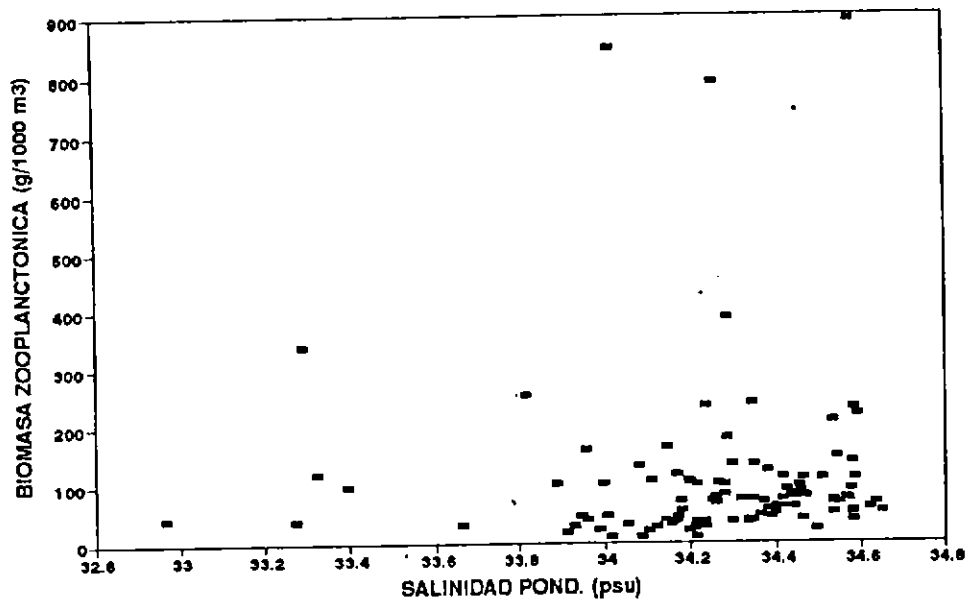


Fig. 182. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la salinidad ponderada (psu).

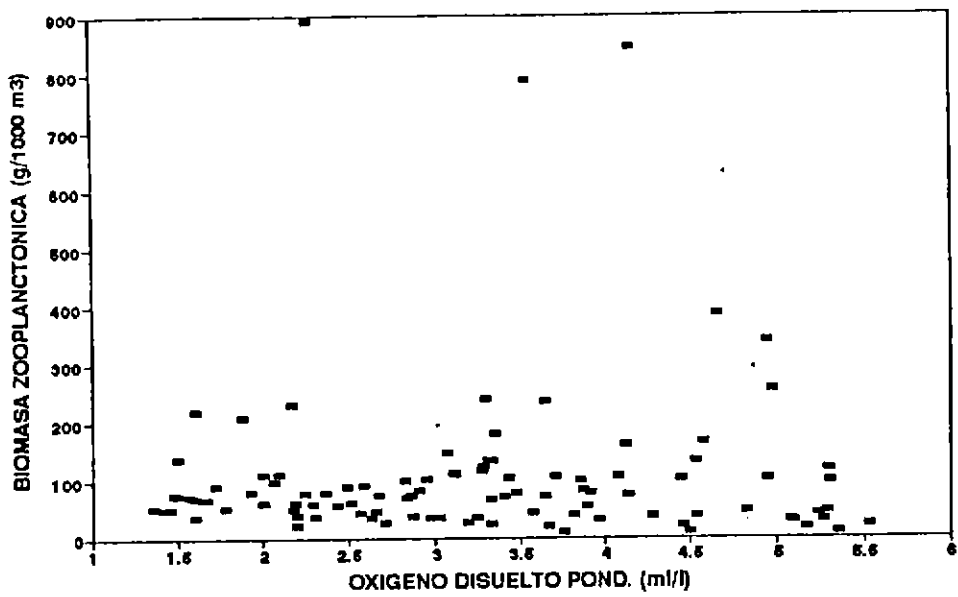


Fig. 183. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la oxígeno disuelto ponderado ( $\text{ml}/\text{l}$ ).

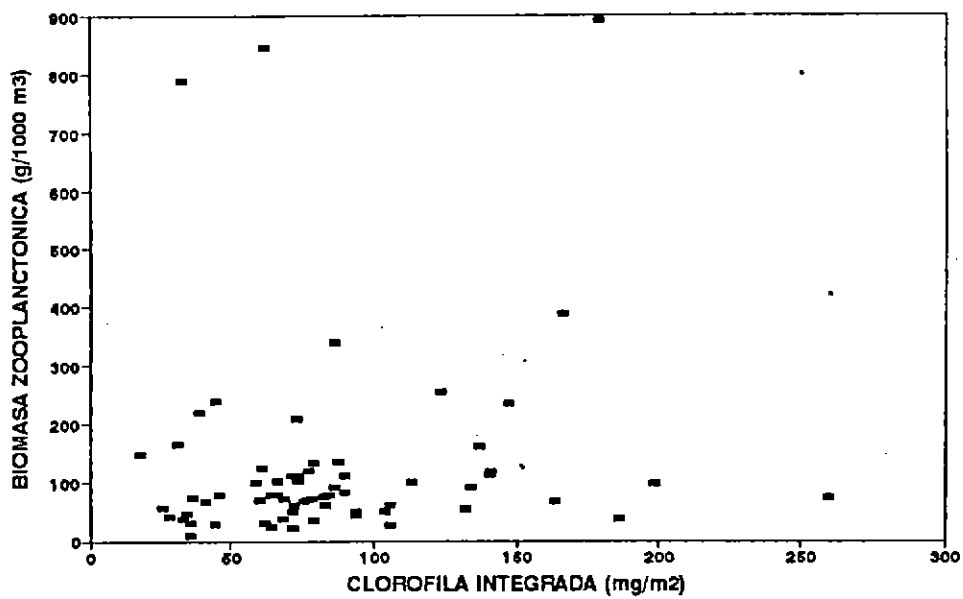


Fig. 184. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la clorofila-a integrada ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

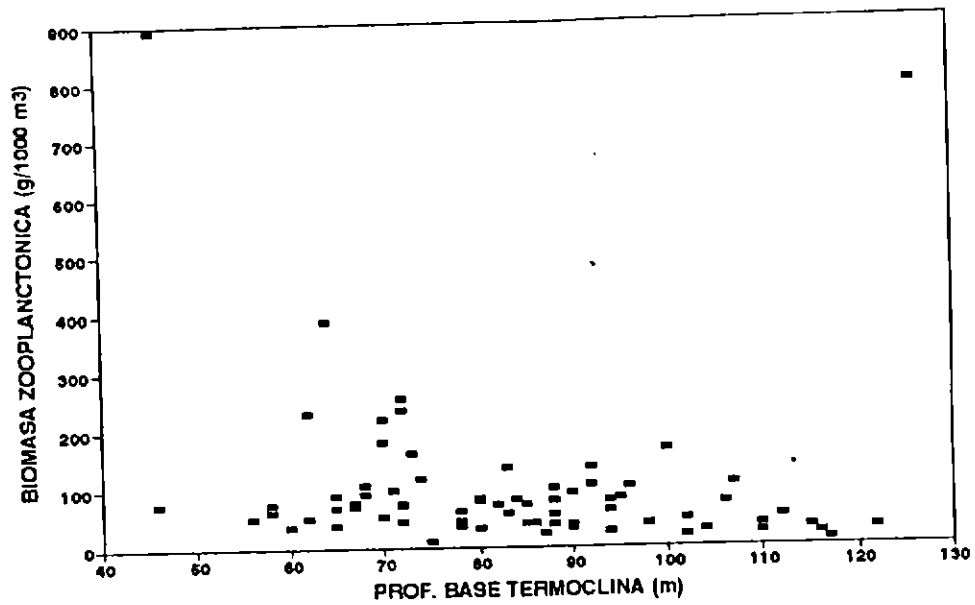


Fig. 185. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la profundidad base de la termoclina (m).

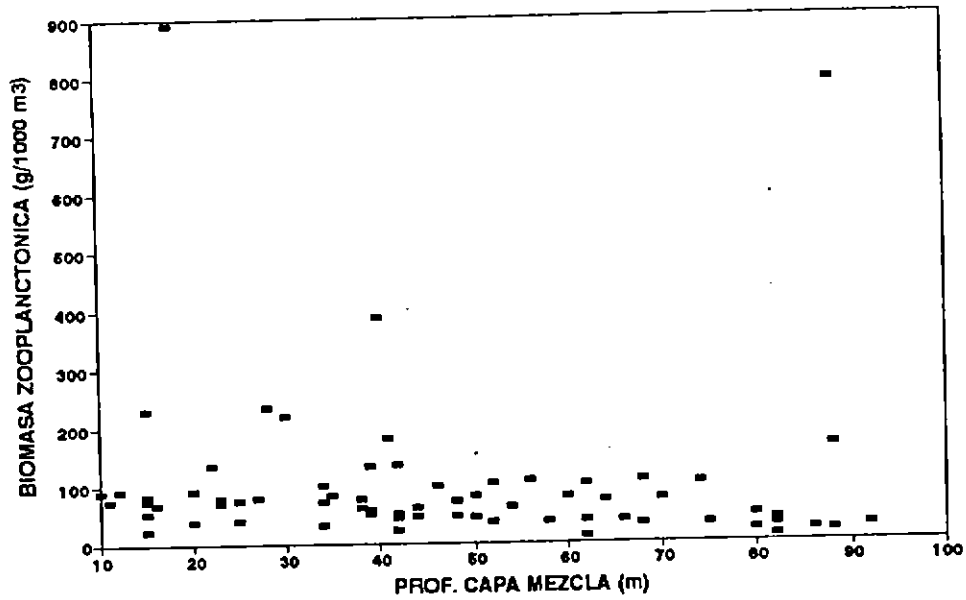


Fig. 186. Distribución de la biomasa zooplanctónica total ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) en relación con la profundidad de la capa de mezcla (m).

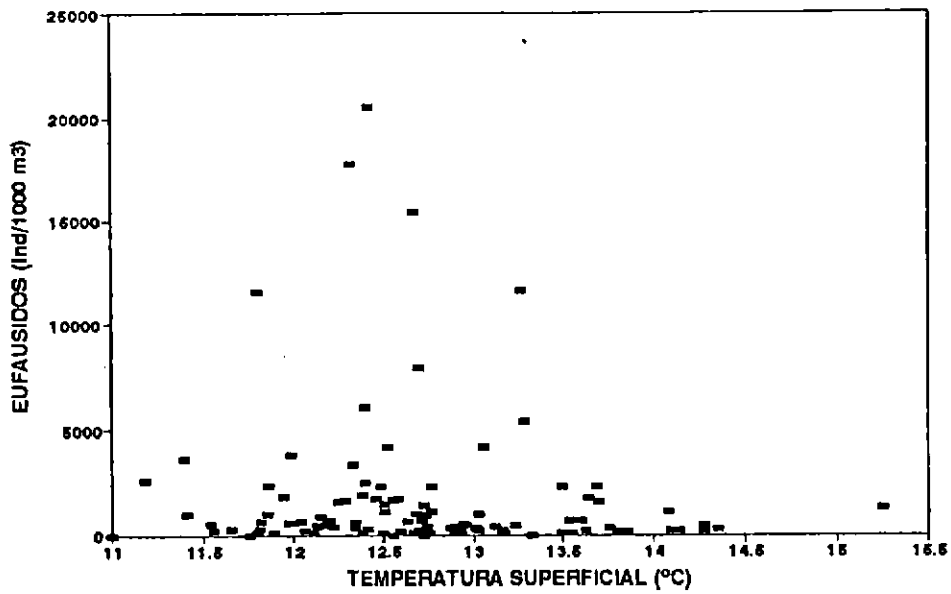


Fig. 187. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la temperatura superficial (°C).

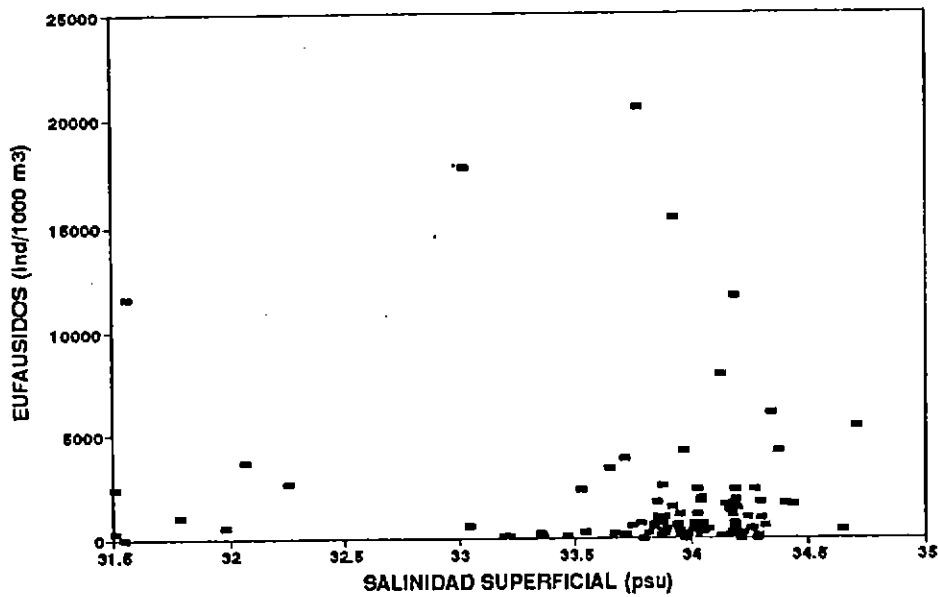


Fig. 188. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la salinidad superficial (psu).



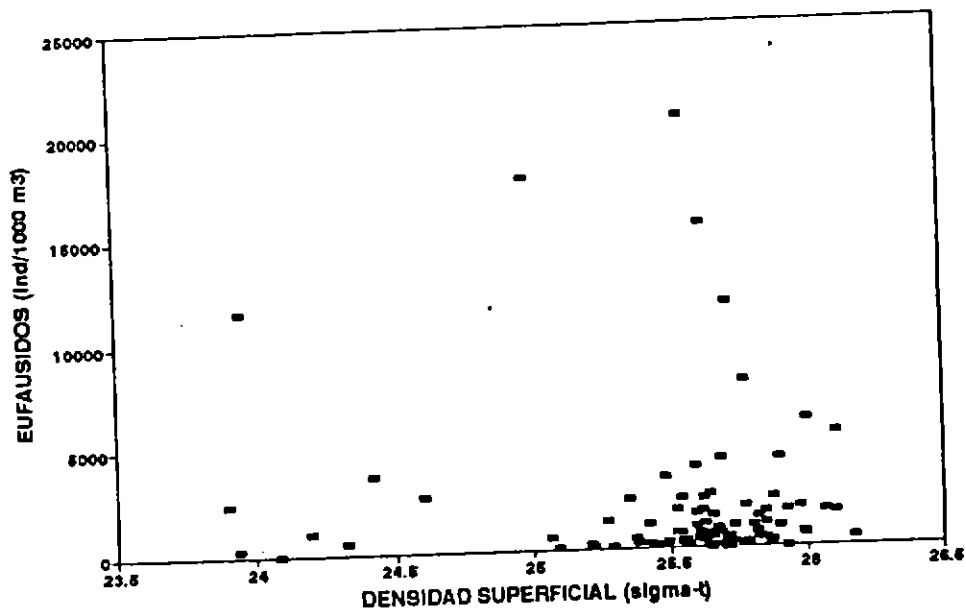


Fig. 189. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la densidad superficial (sigma-t).

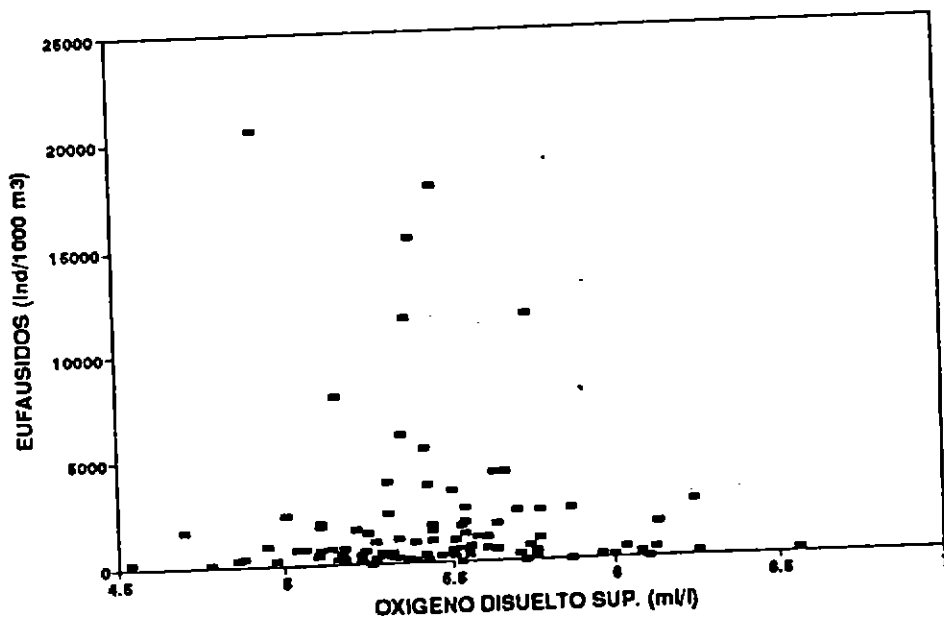


Fig. 190. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la oxígeno disuelto superficial (ml/l).

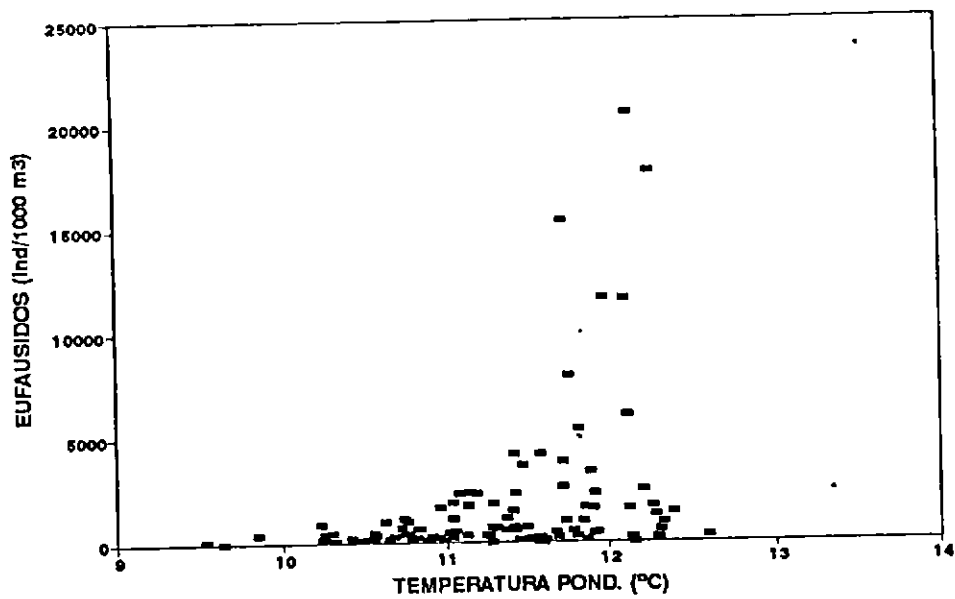


Fig. 191. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la temperatura ponderada (°C).

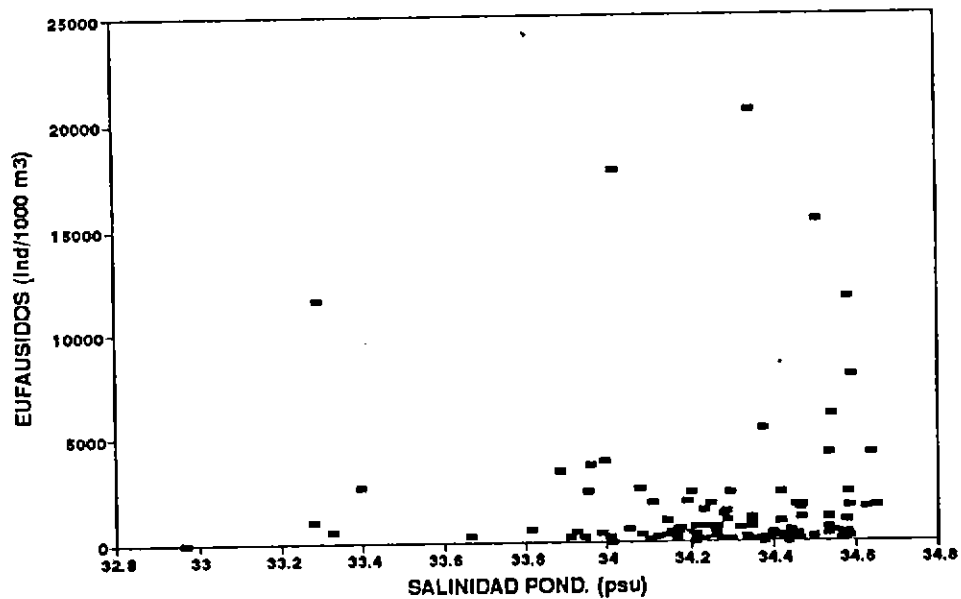


Fig. 192. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la salinidad ponderada (psu).

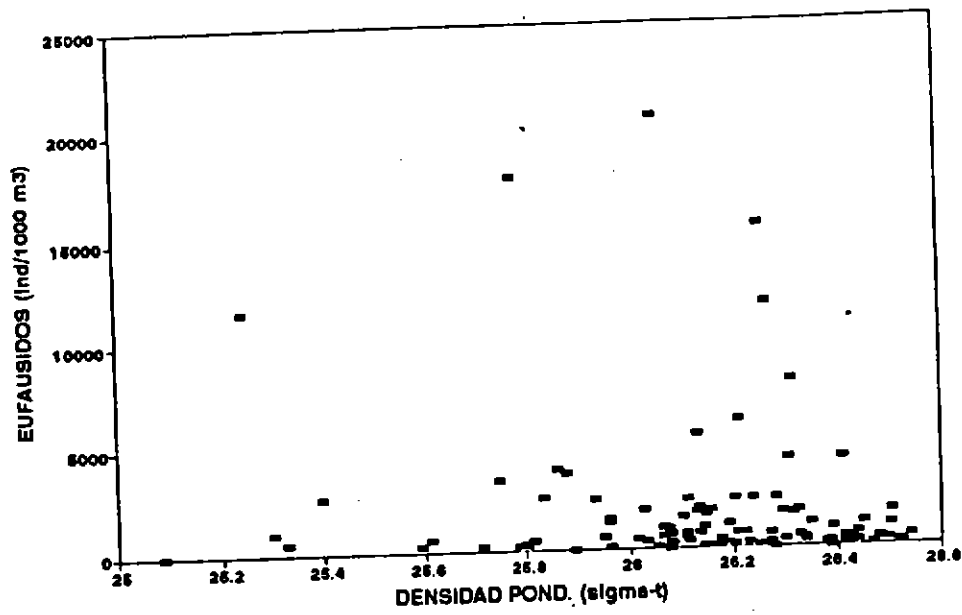


Fig. 193. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la densidad (sigma-t).

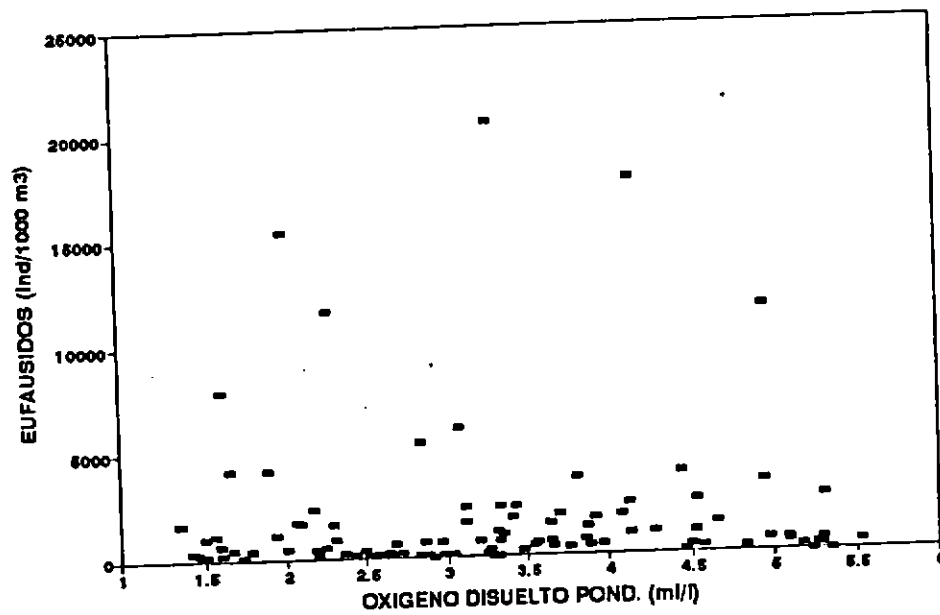


Fig. 194. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la oxígeno disuelto ponderado (ml/l).

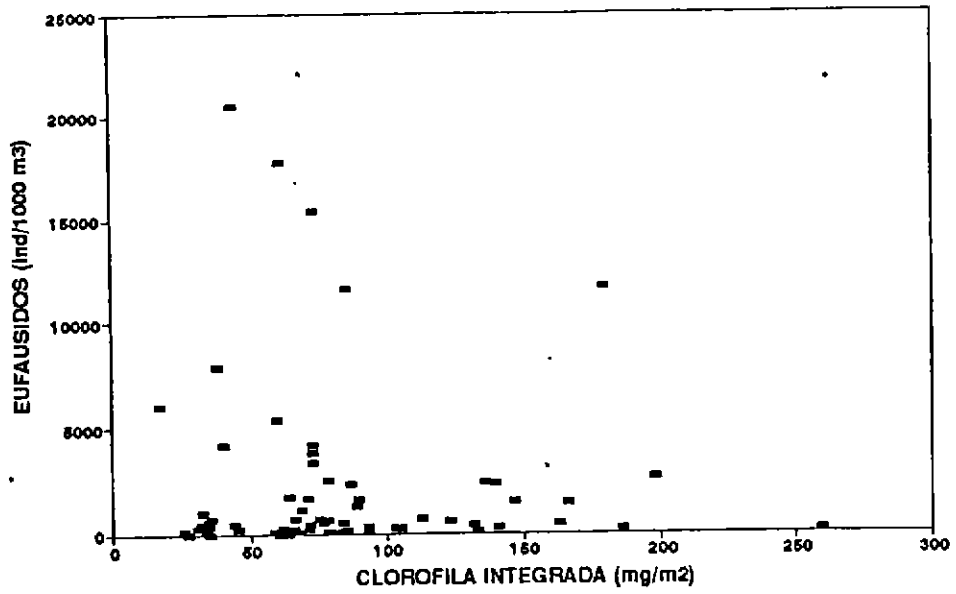


Fig. 195. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

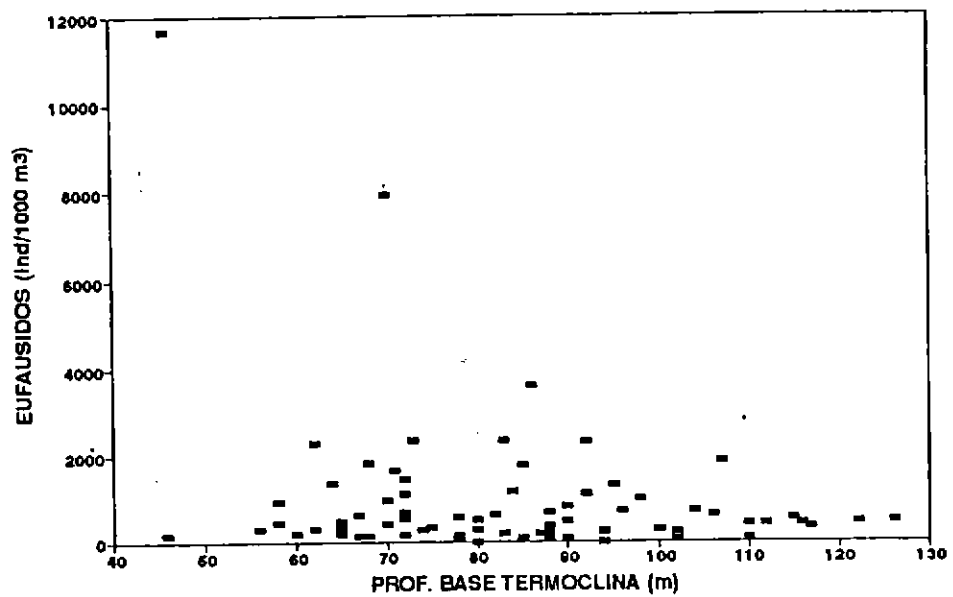


Fig. 196. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la profundidad base de la termoclina (m).

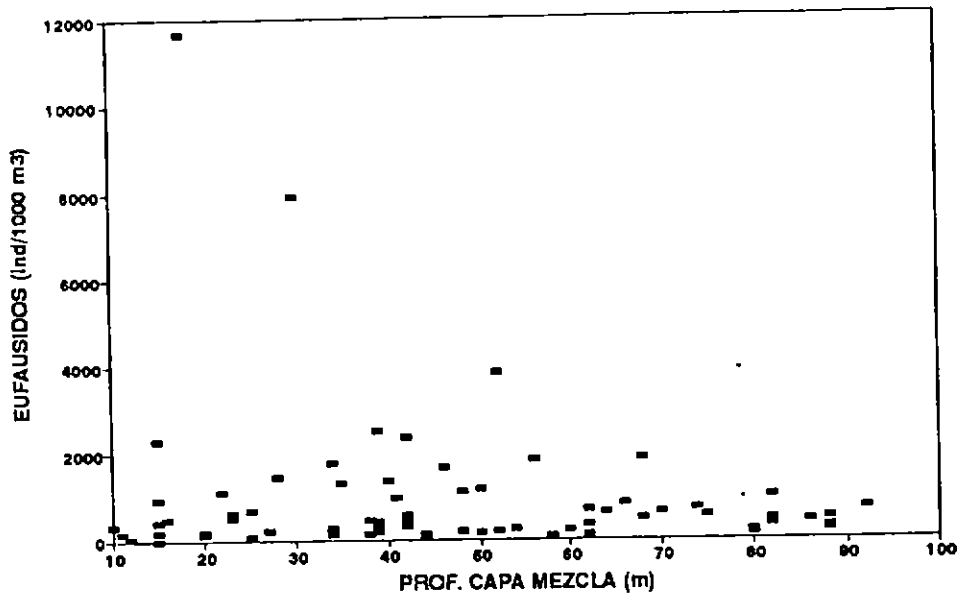


Fig. 197. Distribución de la abundancia de eufáusidos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la profundidad de la capa de mezcla (m).

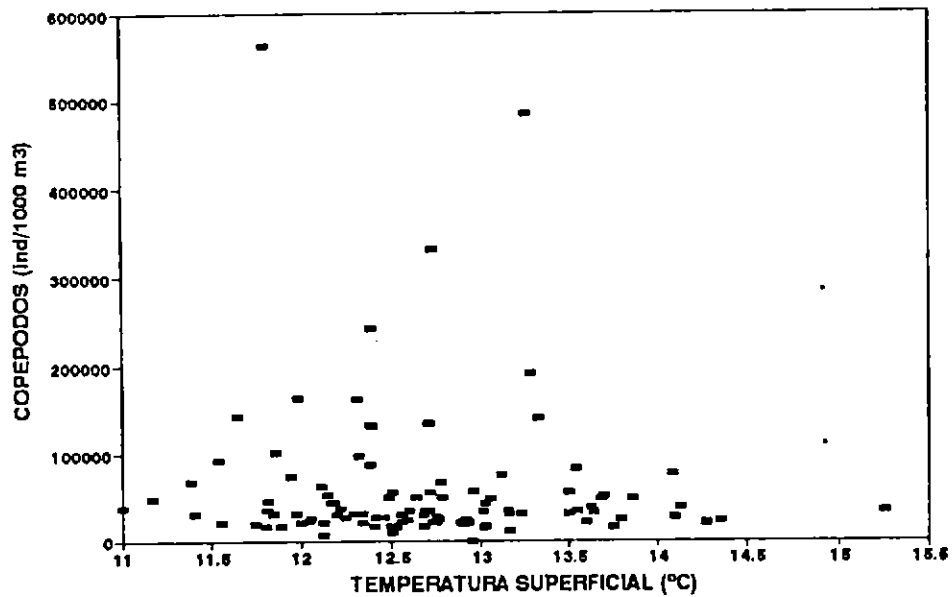


Fig. 198. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la temperatura superficial (°C).

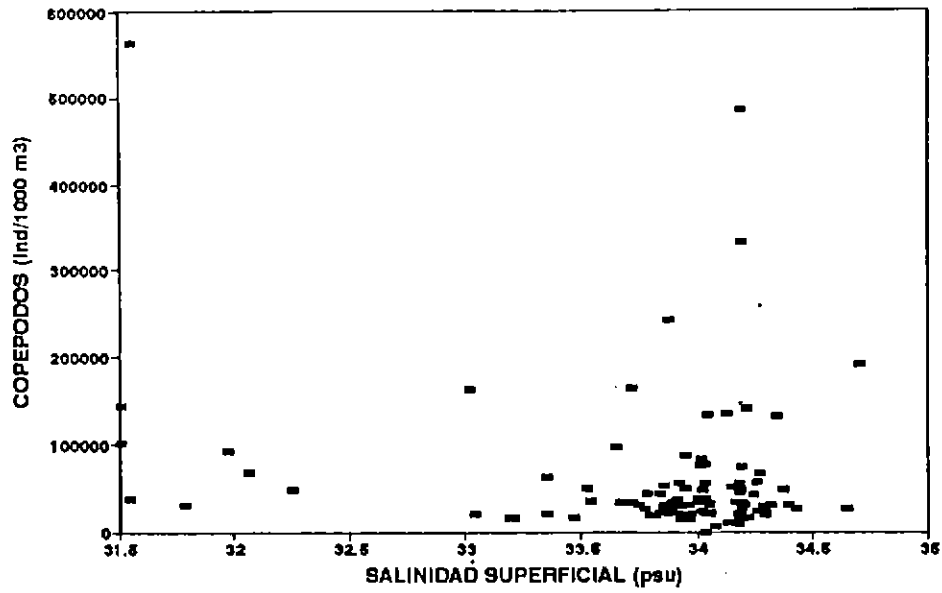


Fig. 199. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la salinidad superficial (psu).

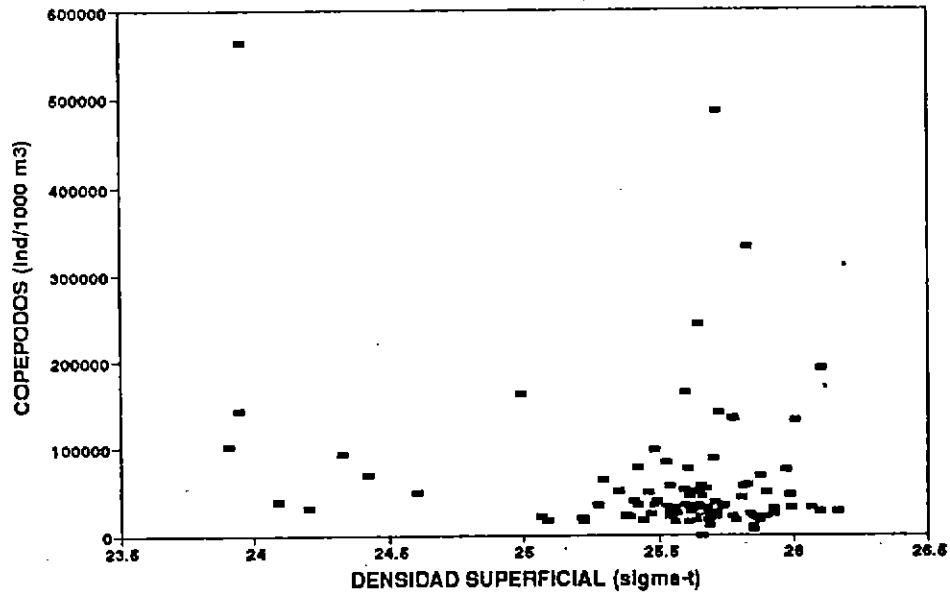


Fig. 200. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la densidad superficial (sigma-t).

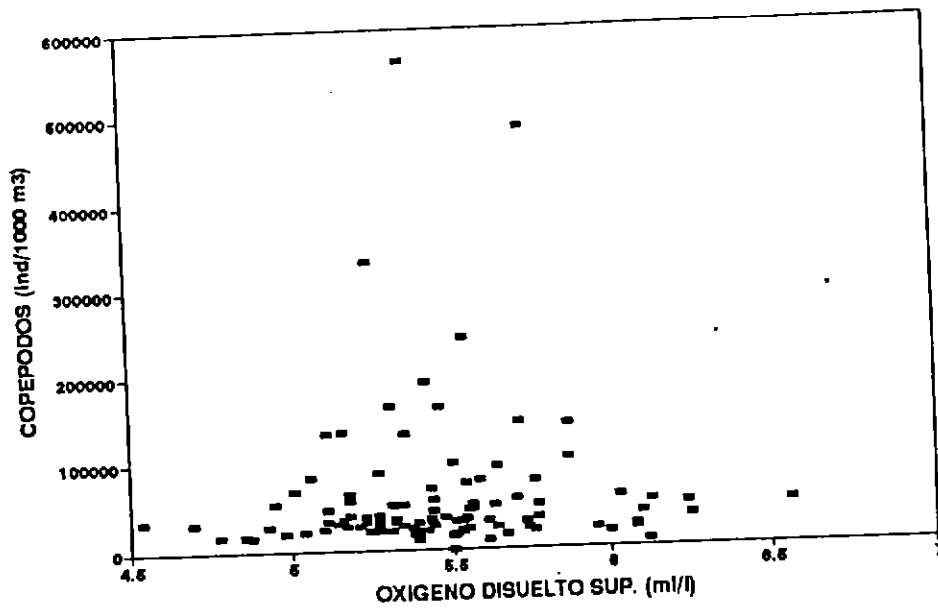


Fig. 201. Distribución de la abundancia de copéodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la oxígeno disuelto superficial (ml/l).

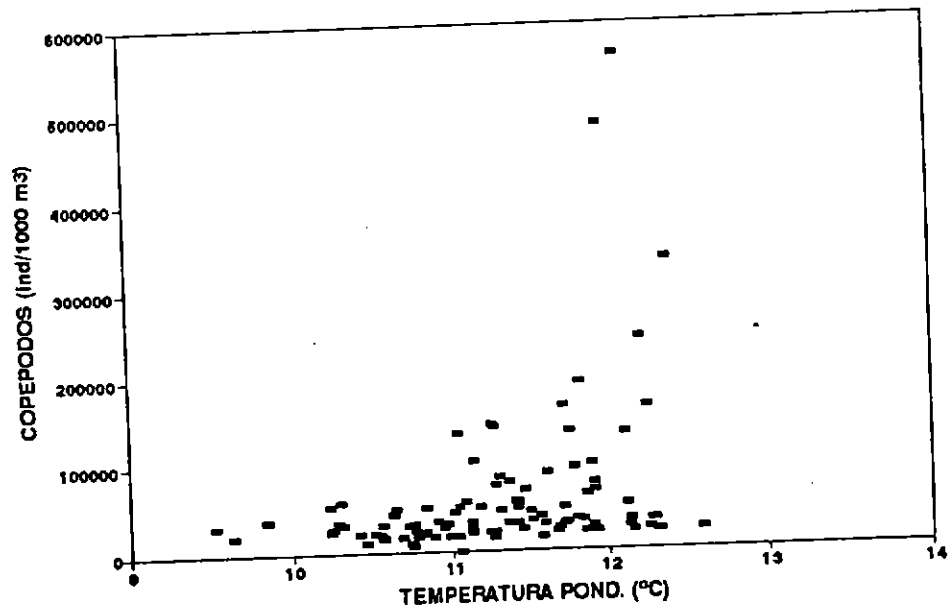


Fig. 202. Distribución de la abundancia de copéodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la temperatura ponderada (°C).

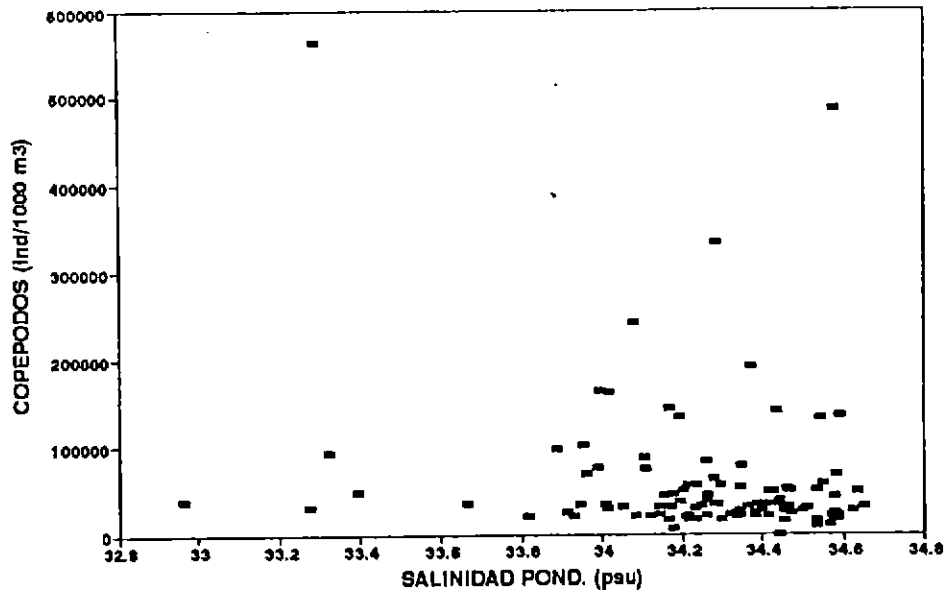


Fig. 203. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la salinidad ponderada (psu).

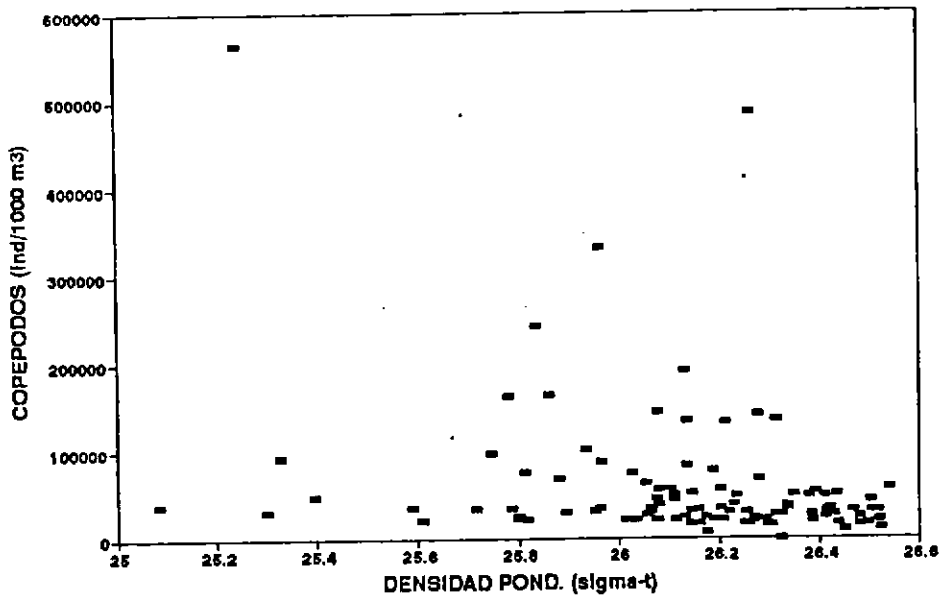


Fig. 204. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la densidad ponderada (sigma-t).



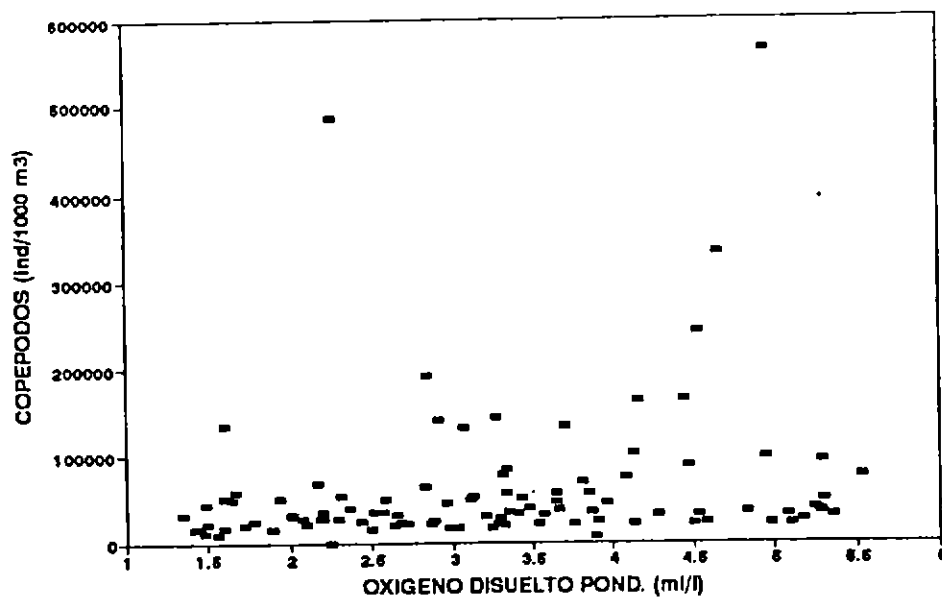


Fig. 205. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la oxígeno disuelto ponderado (ml/l).

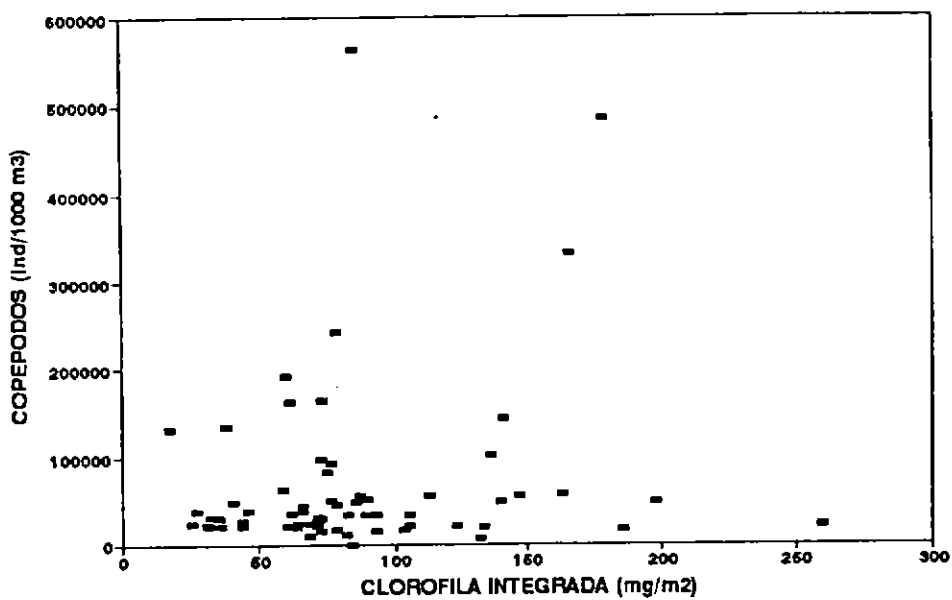


Fig. 206. Distribución de la abundancia de copépodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la clorofila-a integrada (mg/m<sup>2</sup>).

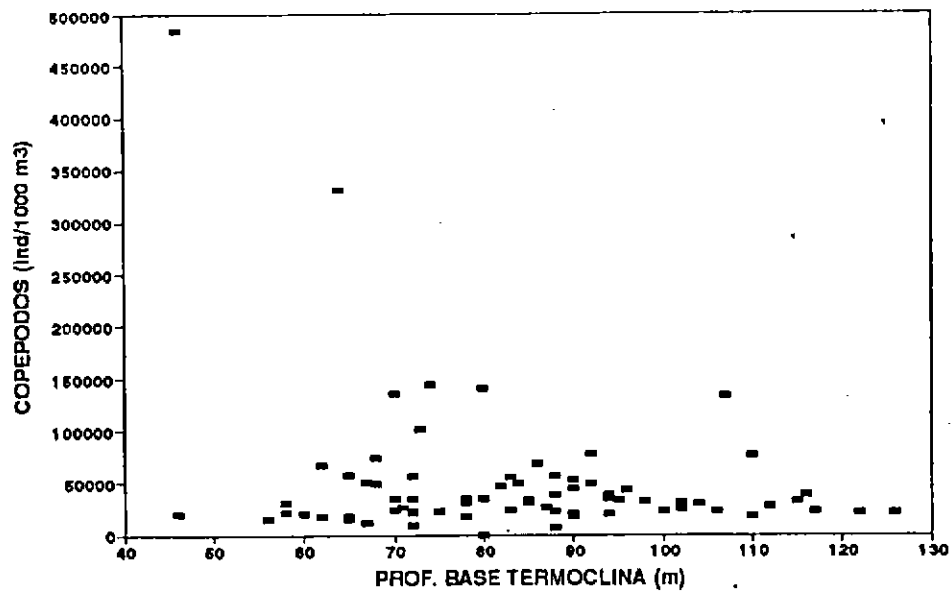


Fig. 207. Distribución de la abundancia de copéodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la profundidad base de la termoclina termoclina (m).

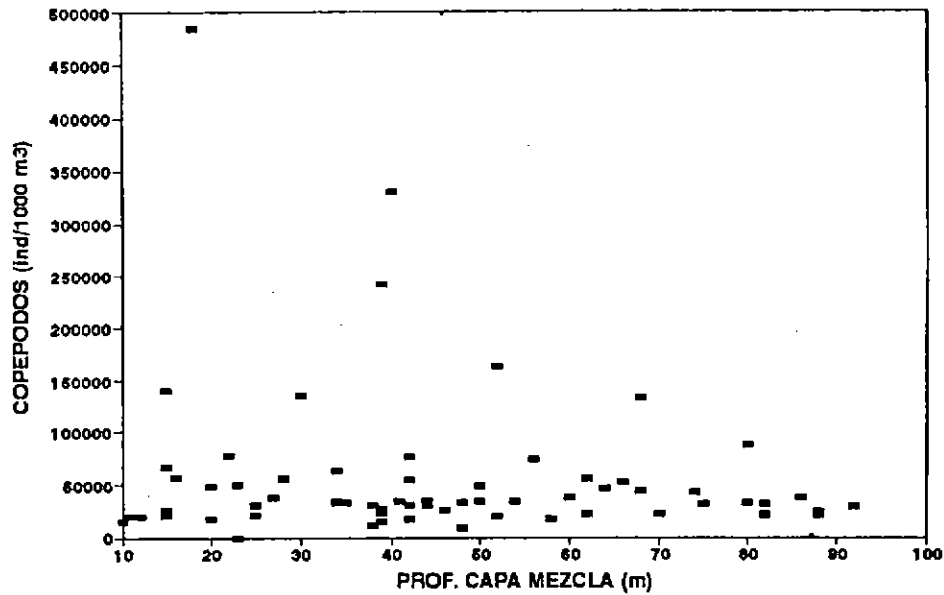


Fig. 208. Distribución de la abundancia de copéodos (ind/1000 m<sup>3</sup>) en relación con la profundidad de la capa de mezcla (m).

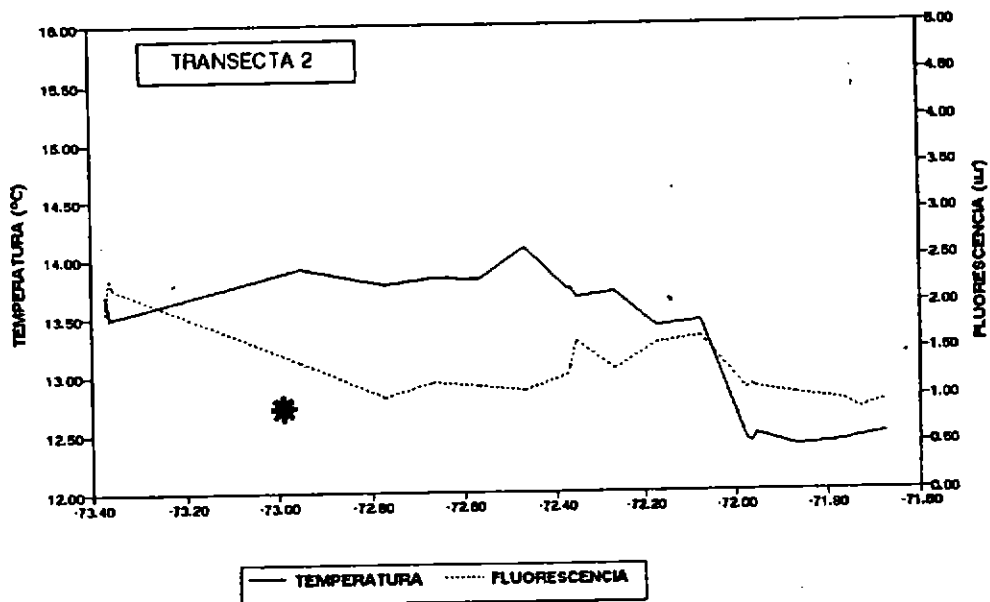
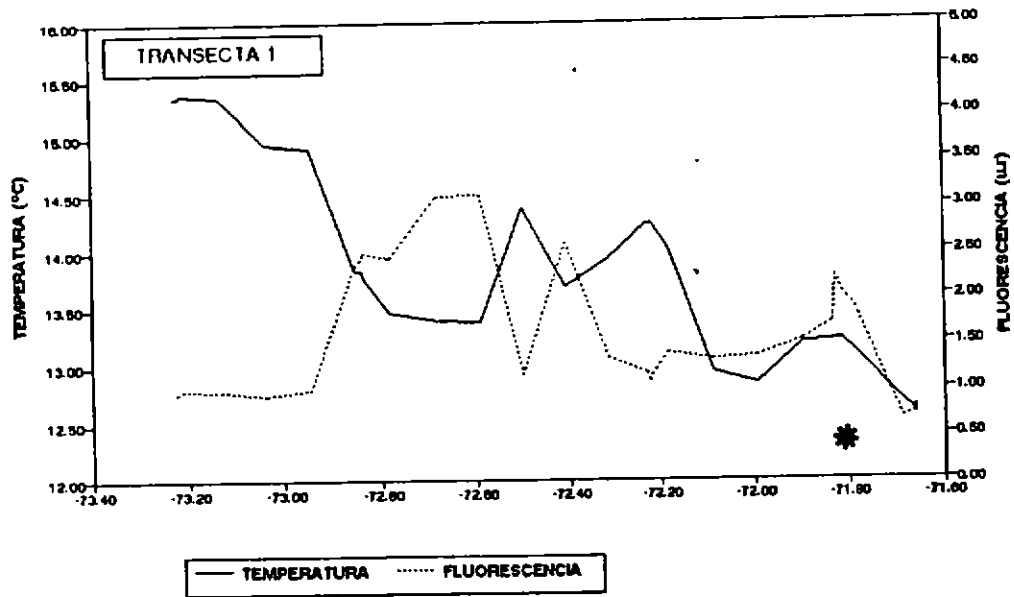


Fig. 209.

Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 1, (b) transecta 2. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr}/1000 \text{ m}^3$ ).

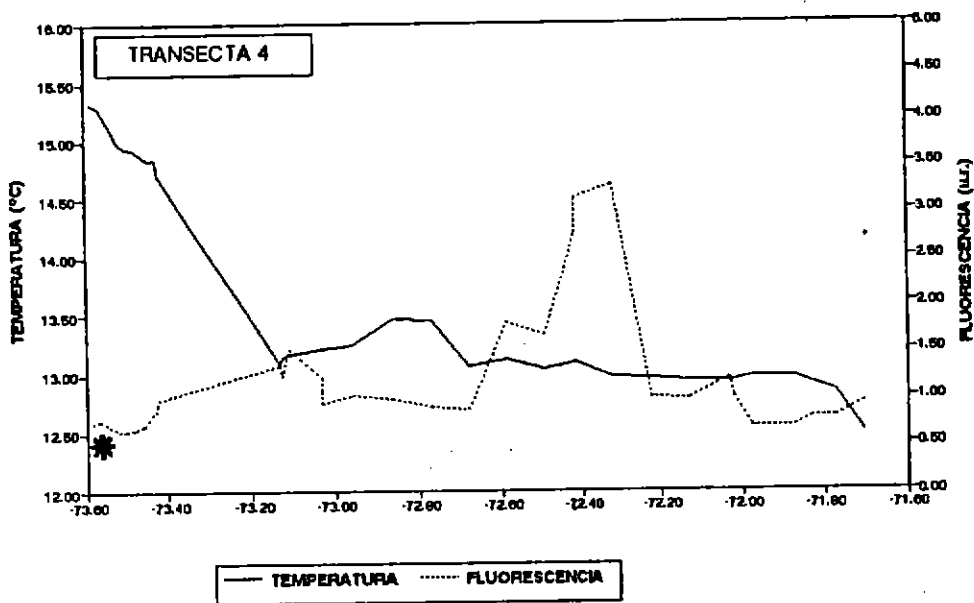
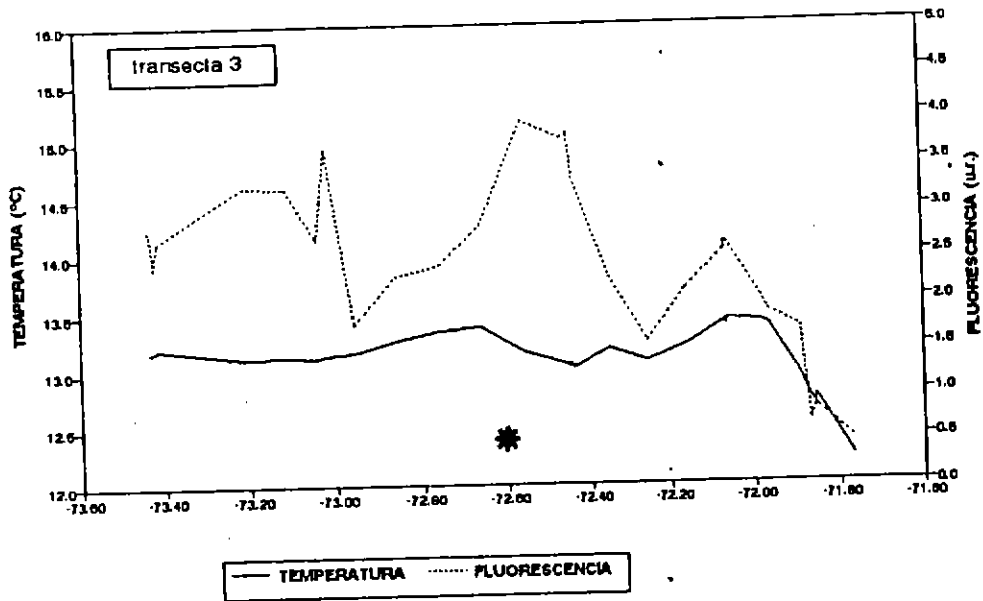


Fig. 210.

Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 3, (b) transecta 4. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr.}/1000 \text{ m}^3$ ).

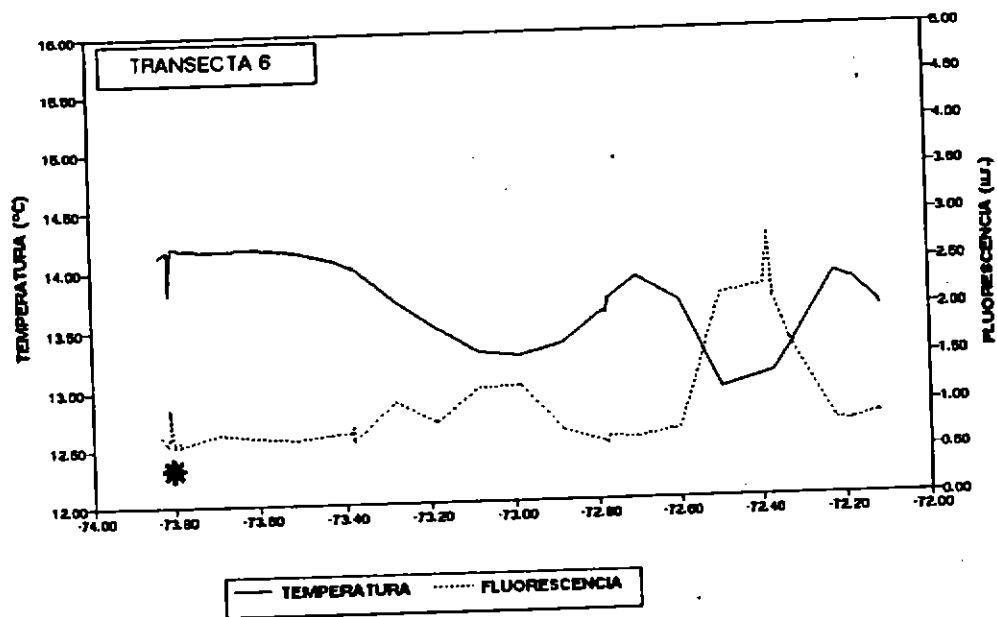
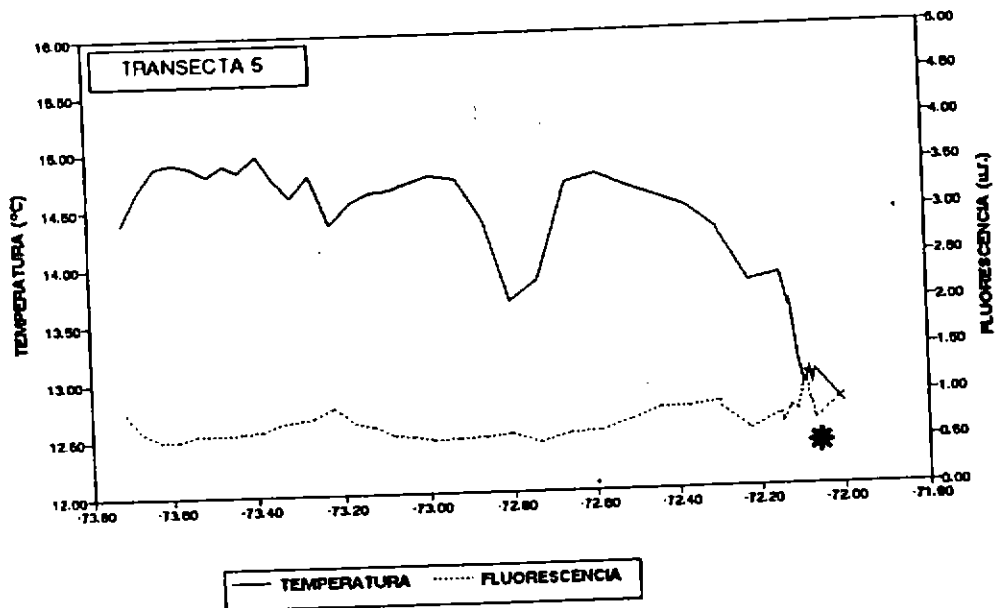


Fig. 211. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 5. (b) transecta 6. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr}/1000 \text{ m}^3$ ).

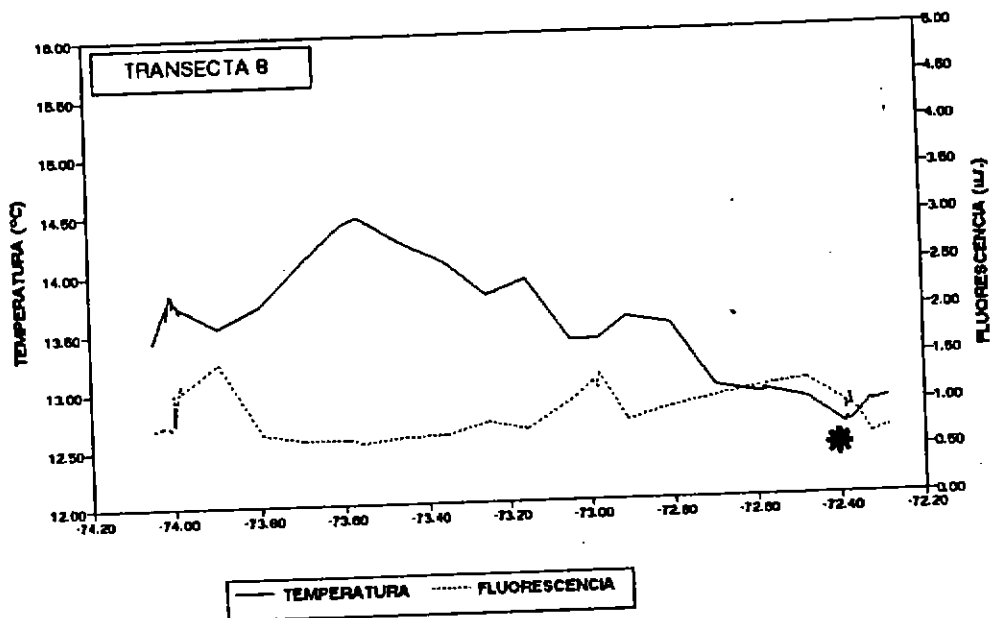
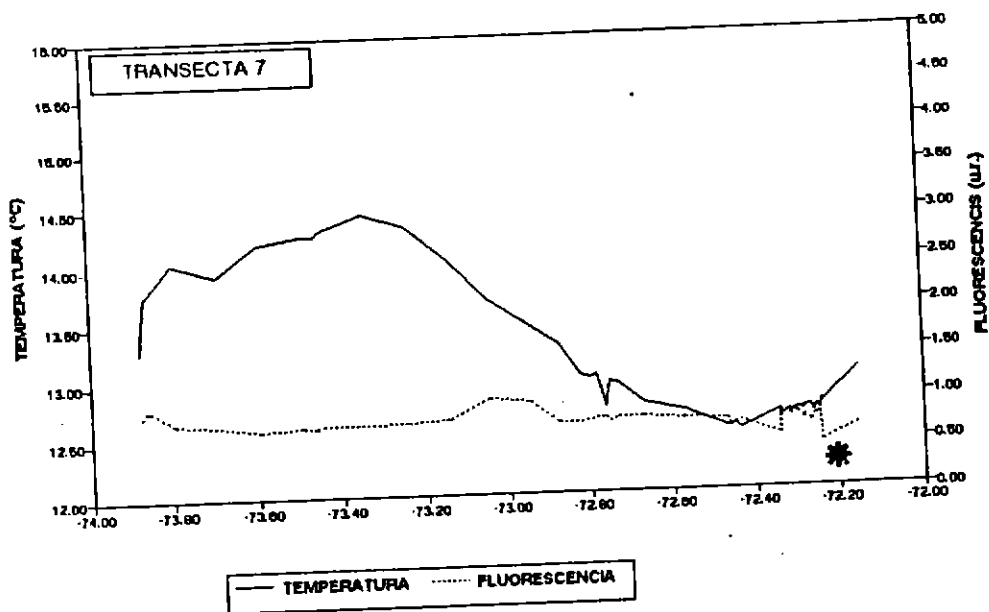


Fig. 212. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 7, (b) transecta 8. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr}/1000 \text{ m}^3$ ).

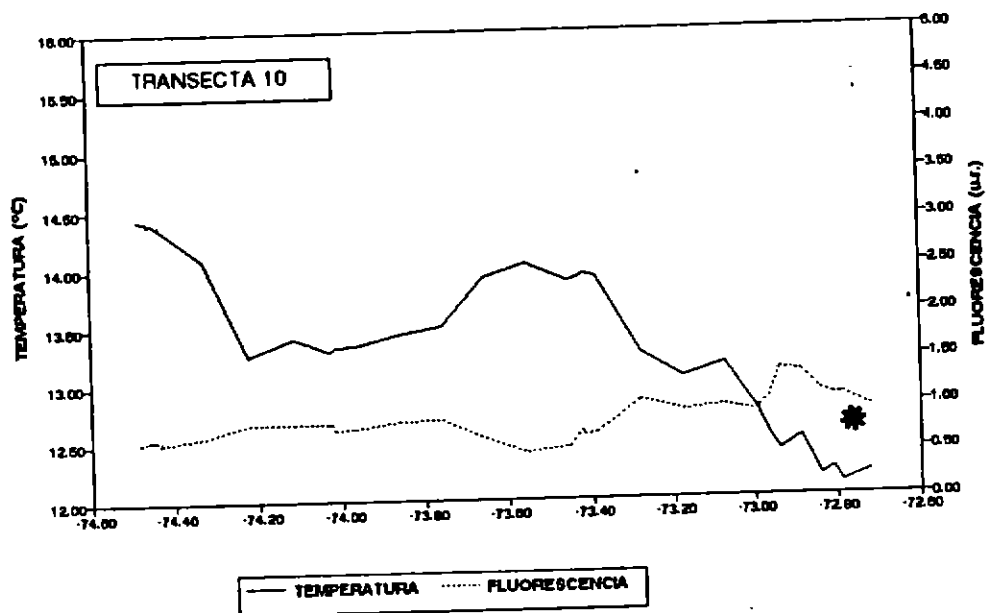
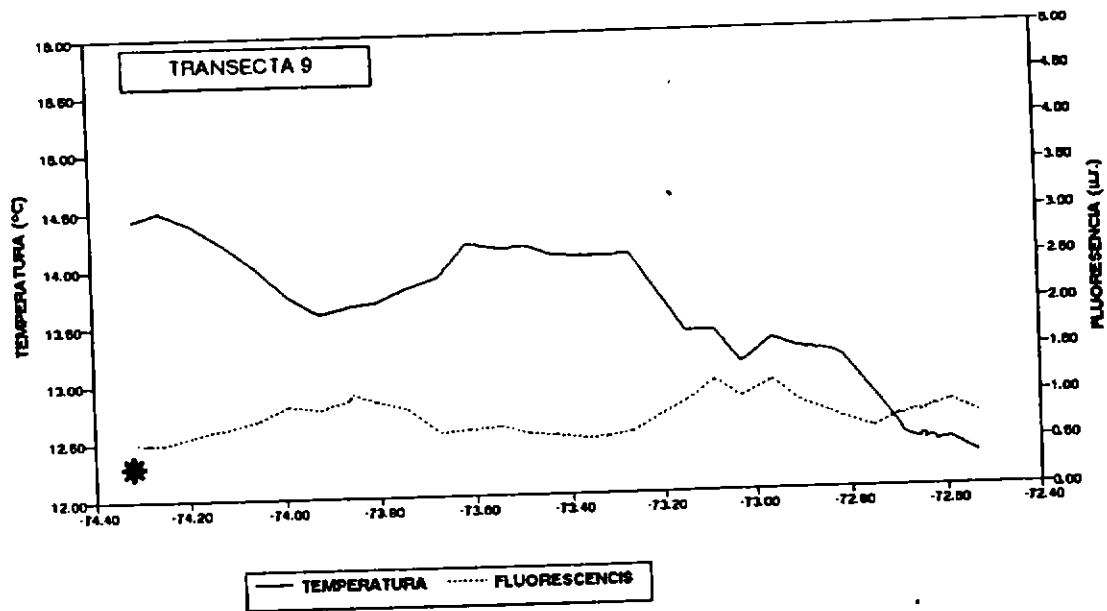


Fig. 213. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 9, (b) transecta 10. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr.}/1000 \text{ m}^3$ ).

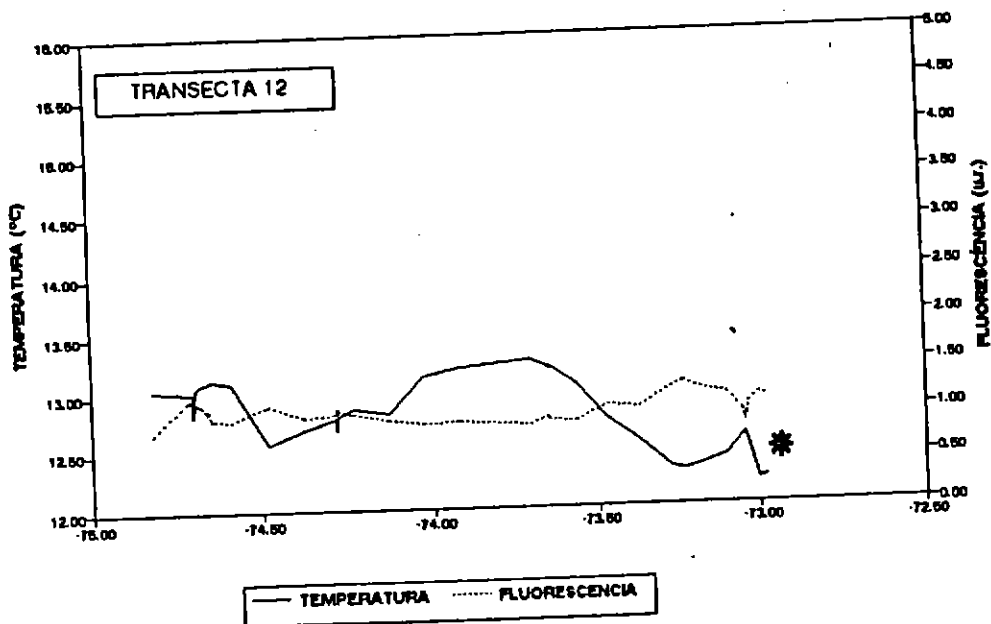
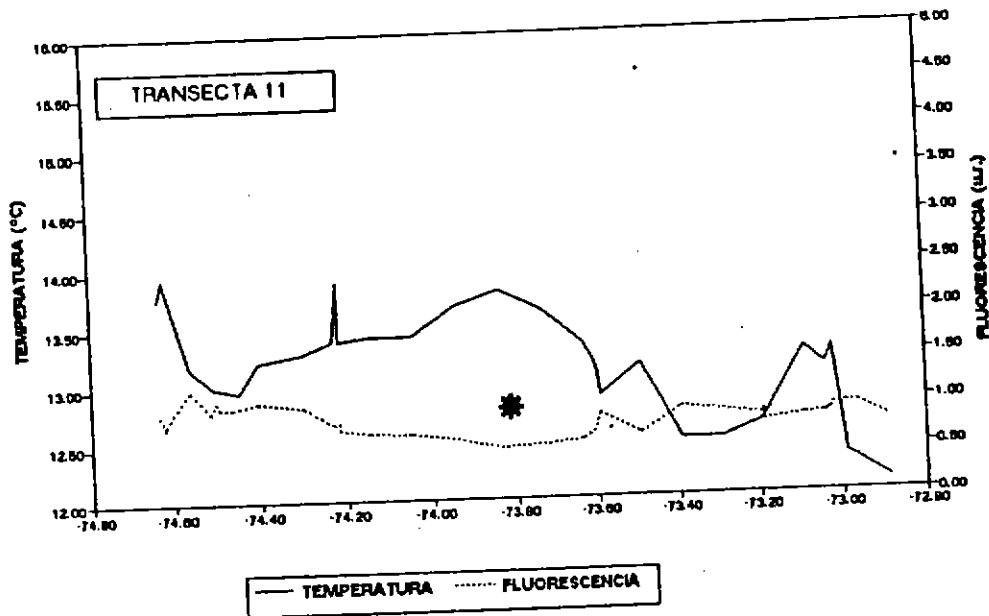


Fig. 214. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $g/1000 m^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}C$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 11 (b) transecta 12. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $gr./1000 m^3$ ).



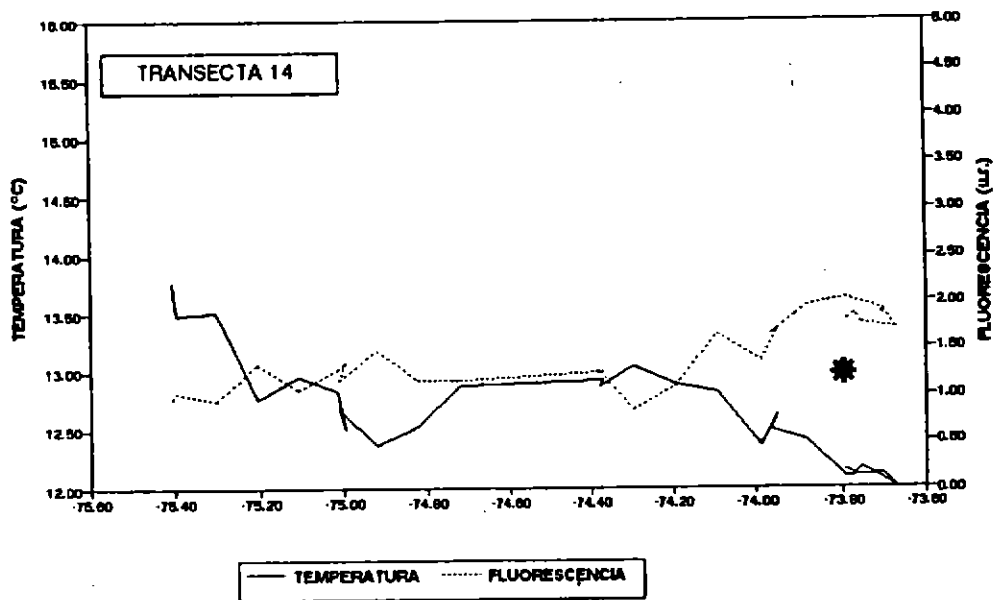
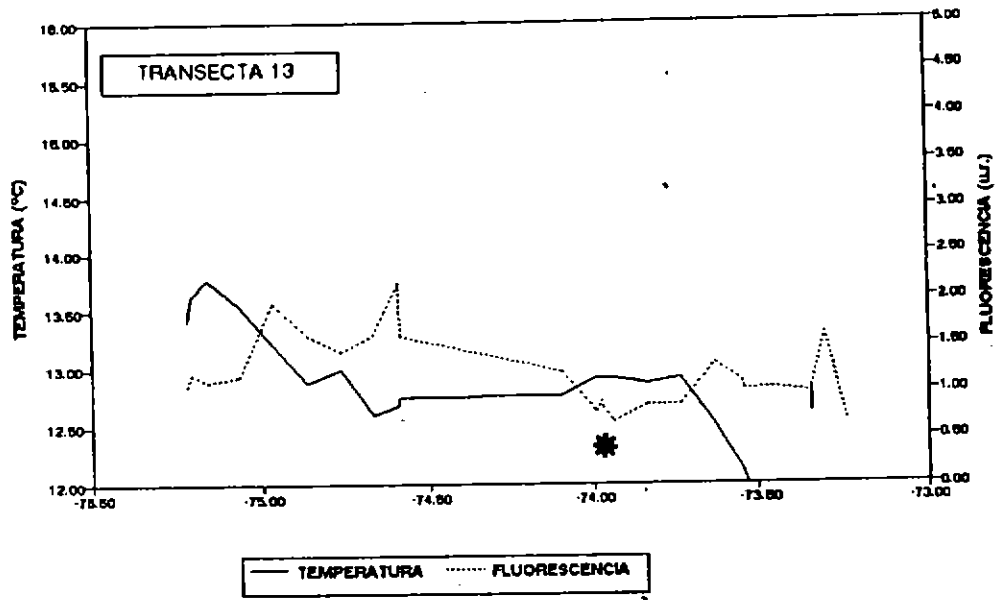


Fig. 215. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 13, (b) transecta 14. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr}/1000 \text{ m}^3$ ).

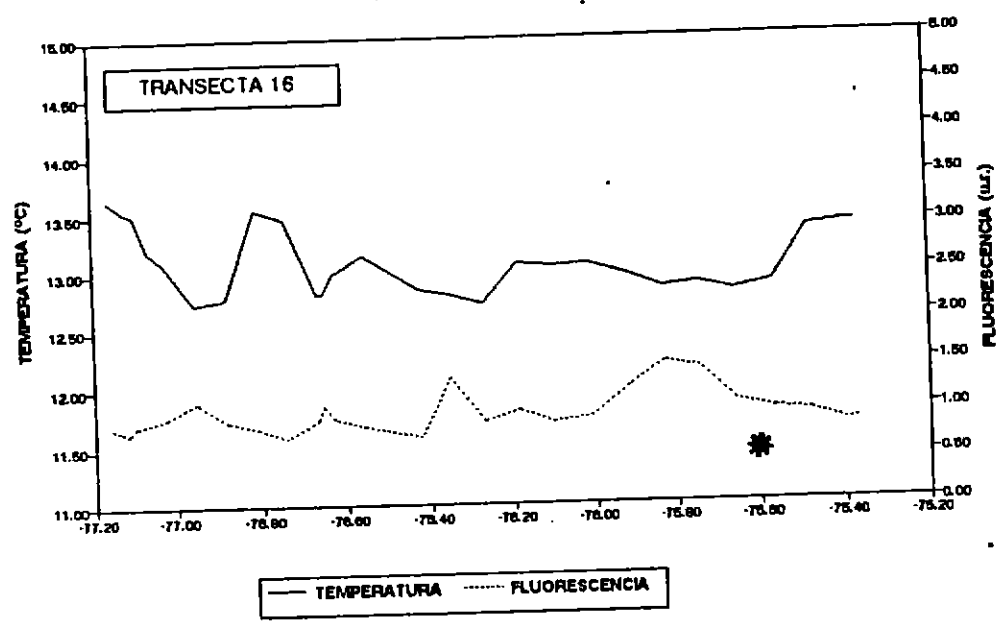
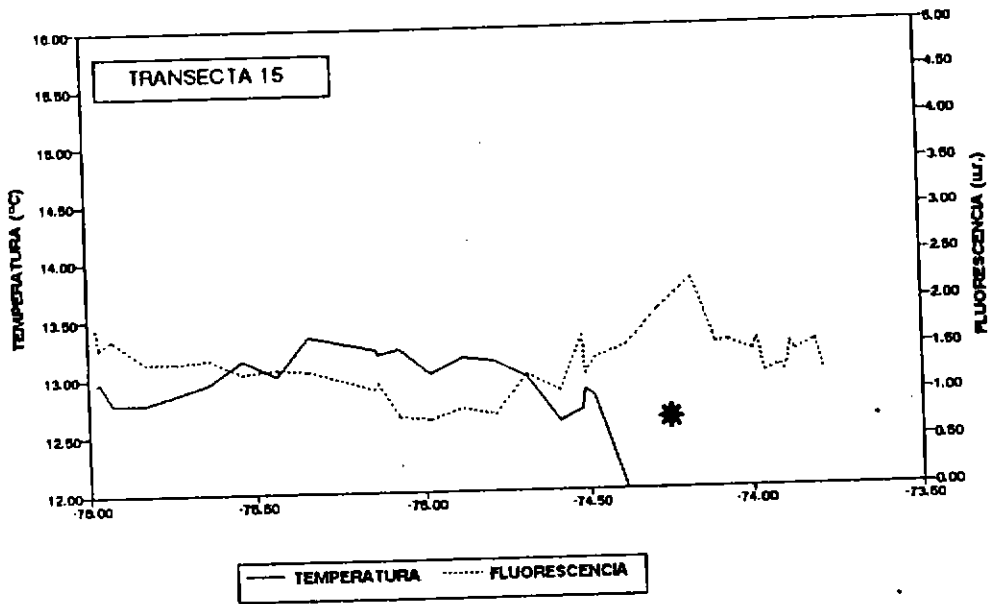


Fig. 216. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 15, (b) transecta 16. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr.}/1000 \text{ m}^3$ ).

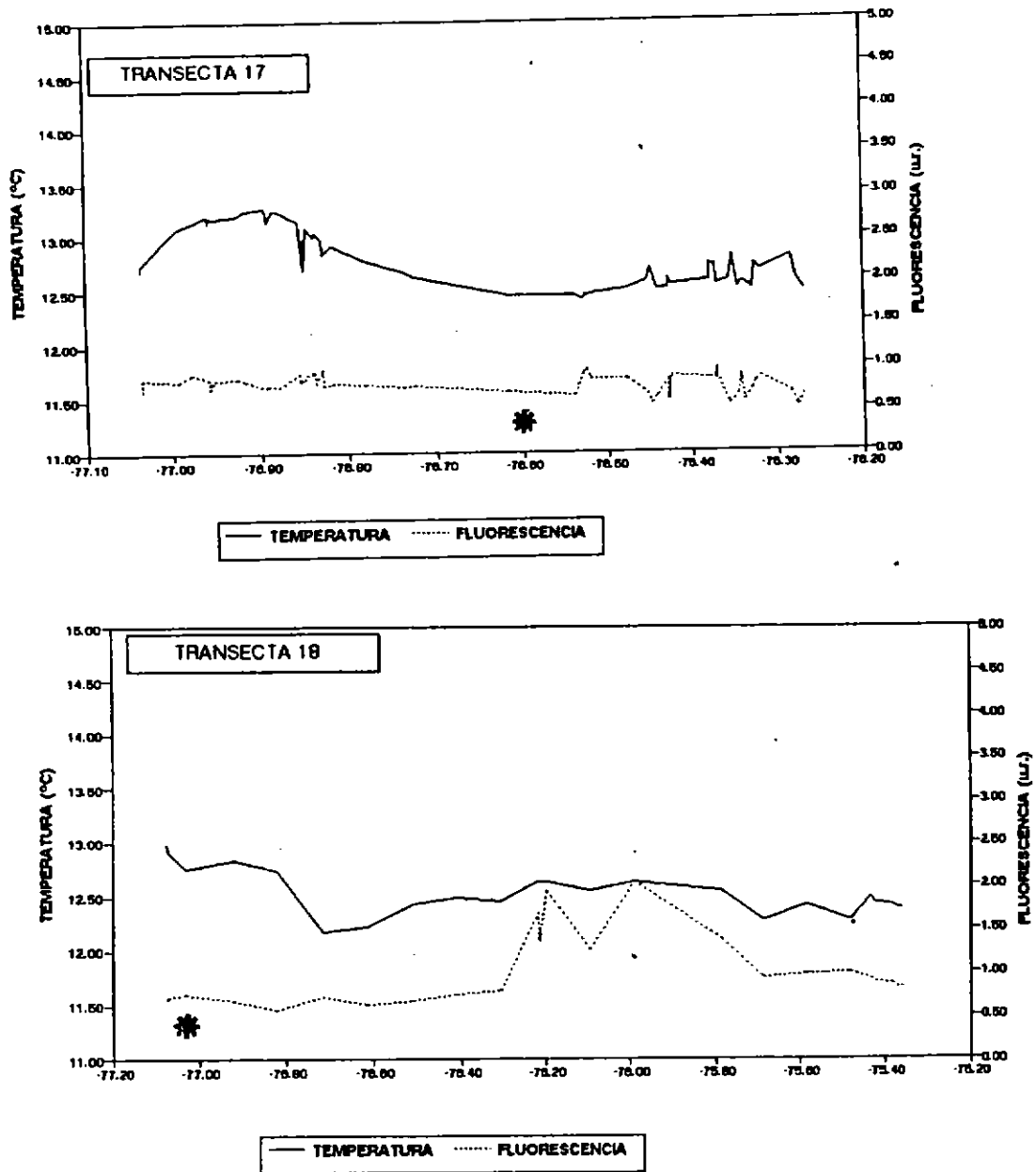


Fig. 217. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 17. (b) transecta 18. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr.}/1000 \text{ m}^3$ ).

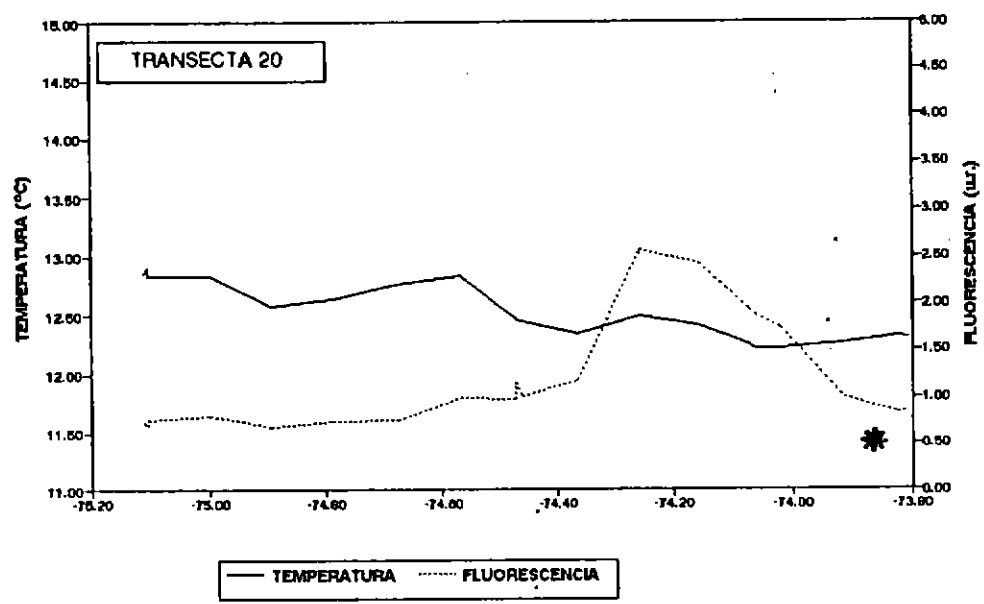
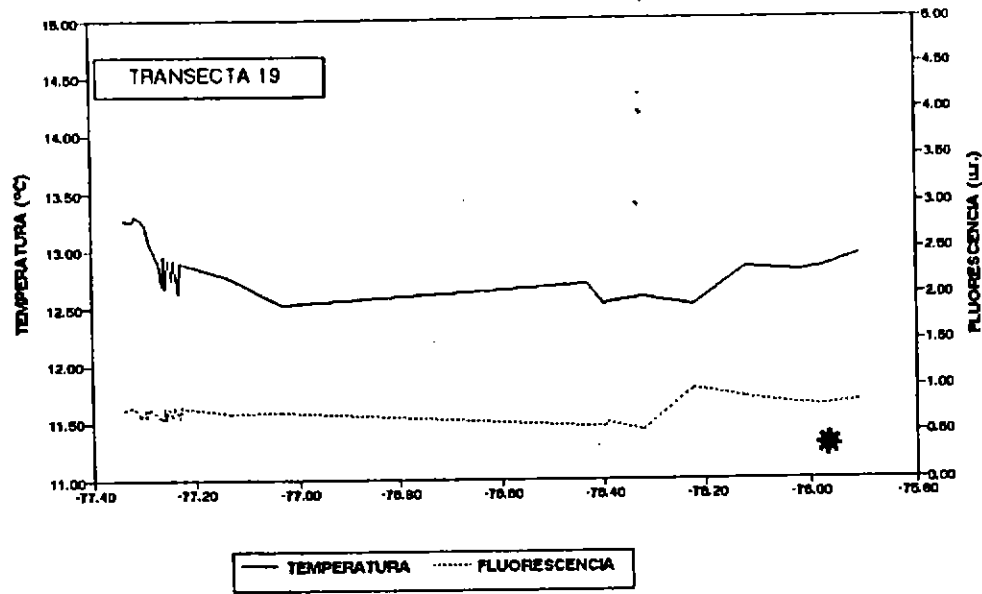


Fig. 218. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). (a) transecta 19, (b) transecta 20. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{gr}/1000 \text{ m}^3$ ).

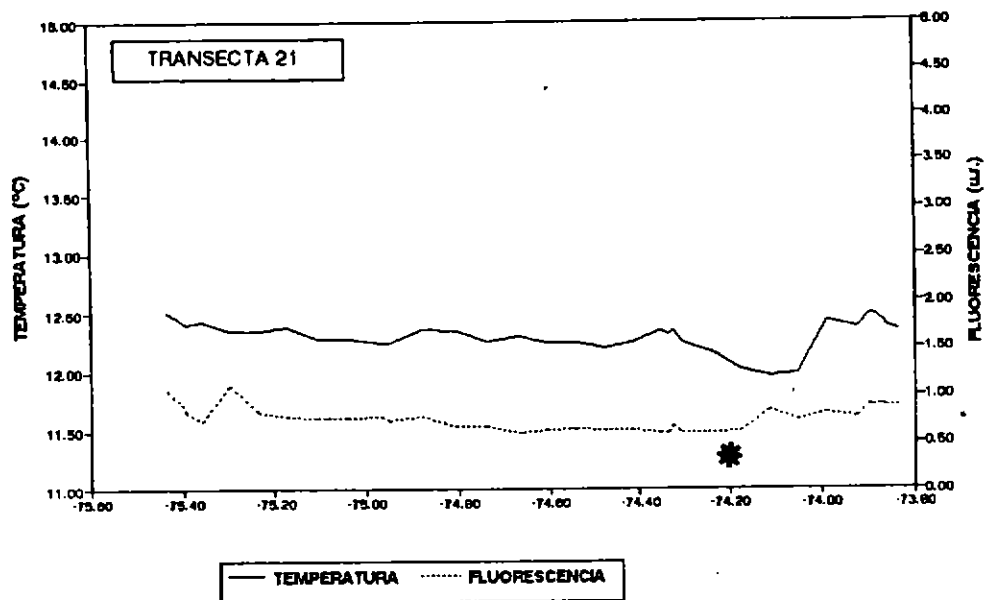


Fig. 219. Relación entre la biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ) y gradientes superficiales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) y fluorescencia (u.r.). Transecta 21. El asterisco representa la ubicación de los valores máximos de biomasa zooplanctónica ( $\text{g}/1000 \text{ m}^3$ ).

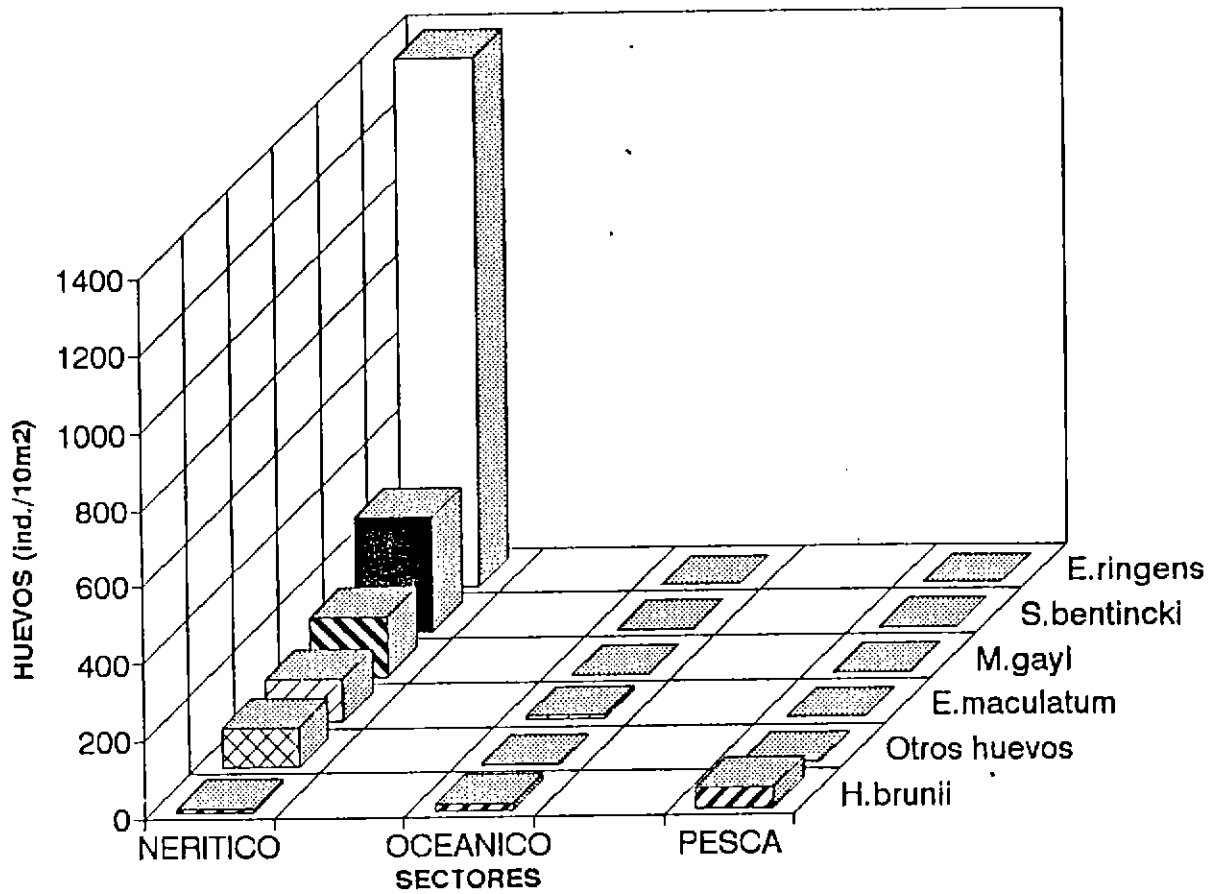


Fig. 220. Distribución longitudinal de huevos de peces (ind/10 m<sup>2</sup>) detectados en el área prospectada.

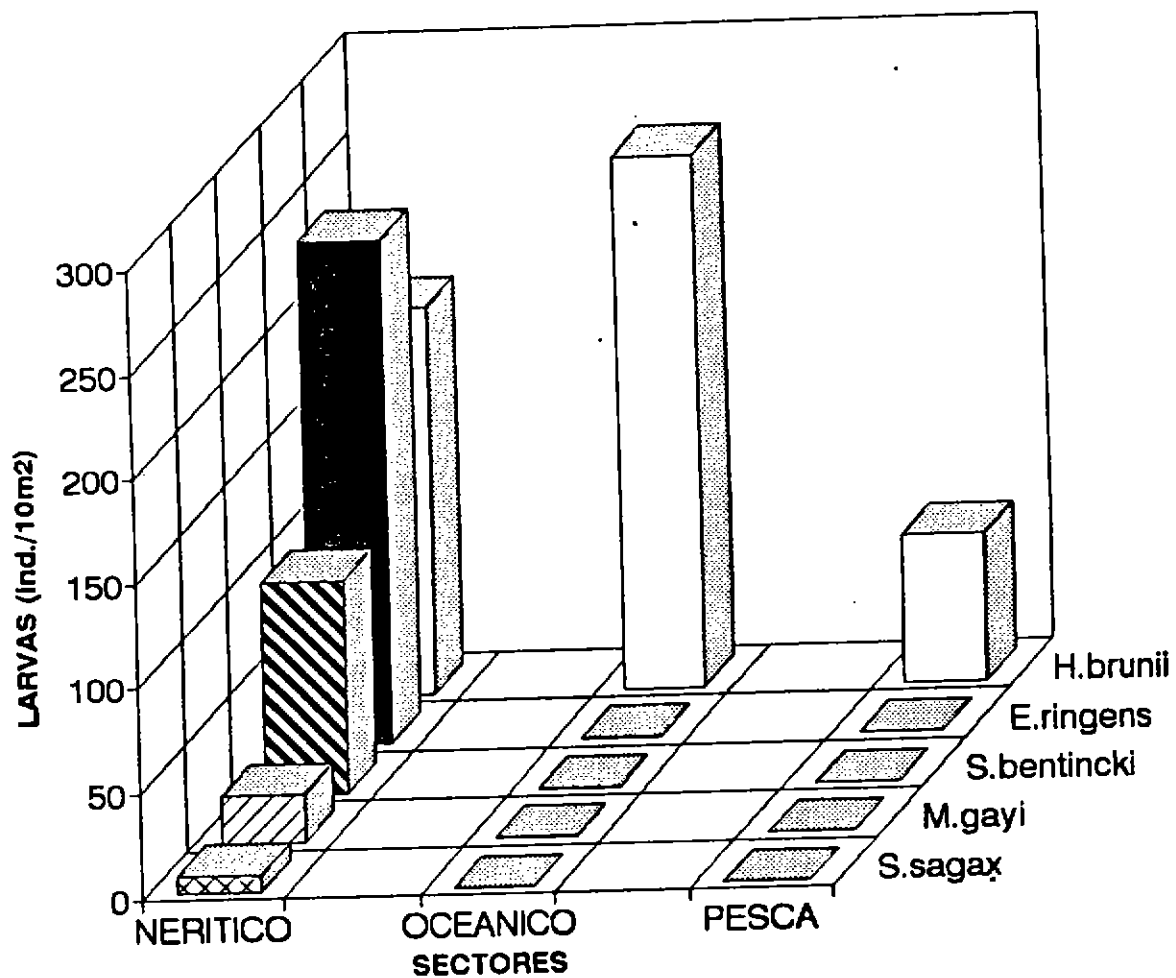


Fig. 221. Distribución longitudinal de larvas de peces (ind/10 m<sup>2</sup>) detectados en el área prospectada.

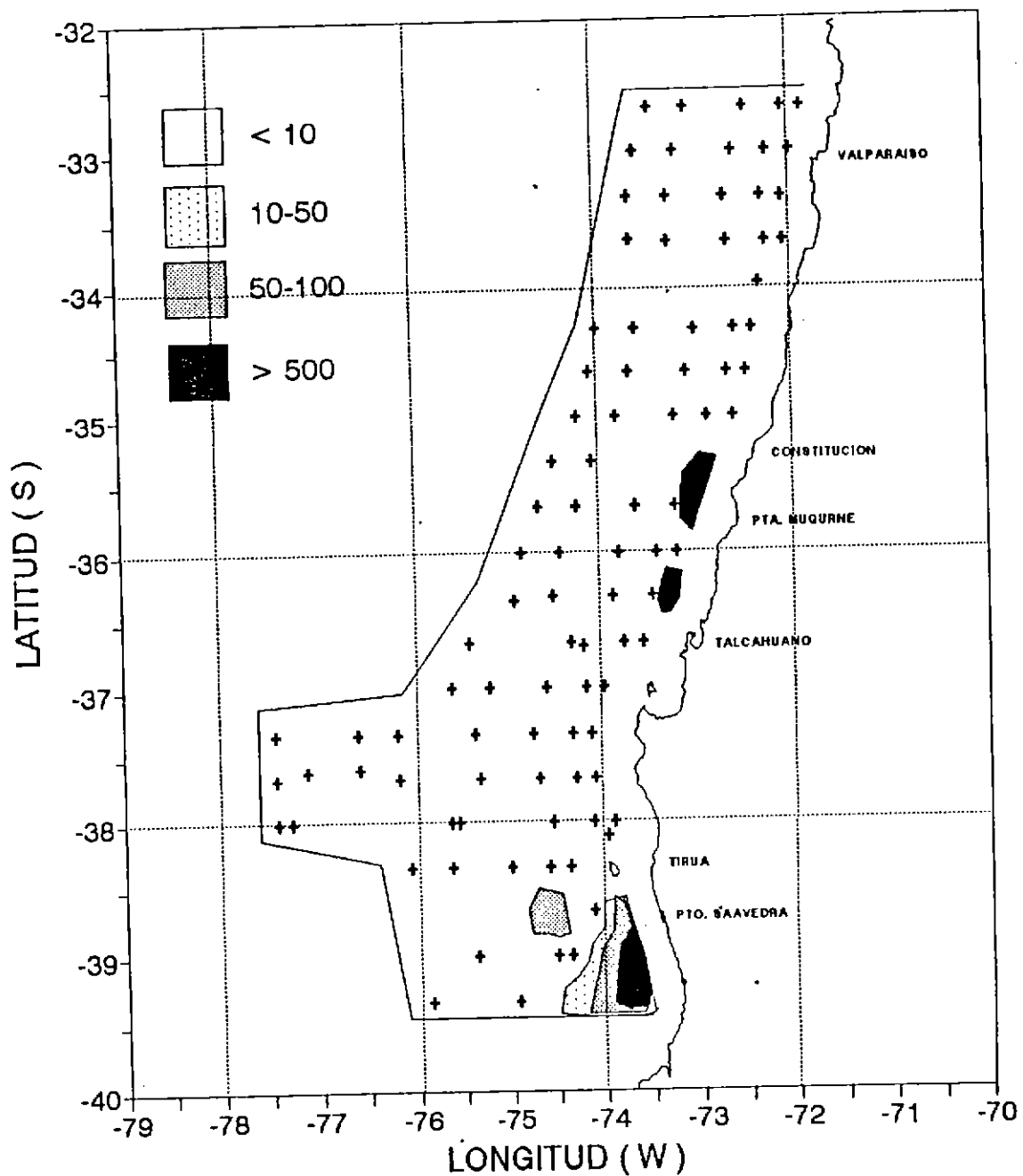


Fig. 222. Distribución horizontal de huevos de *E. ringens* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).



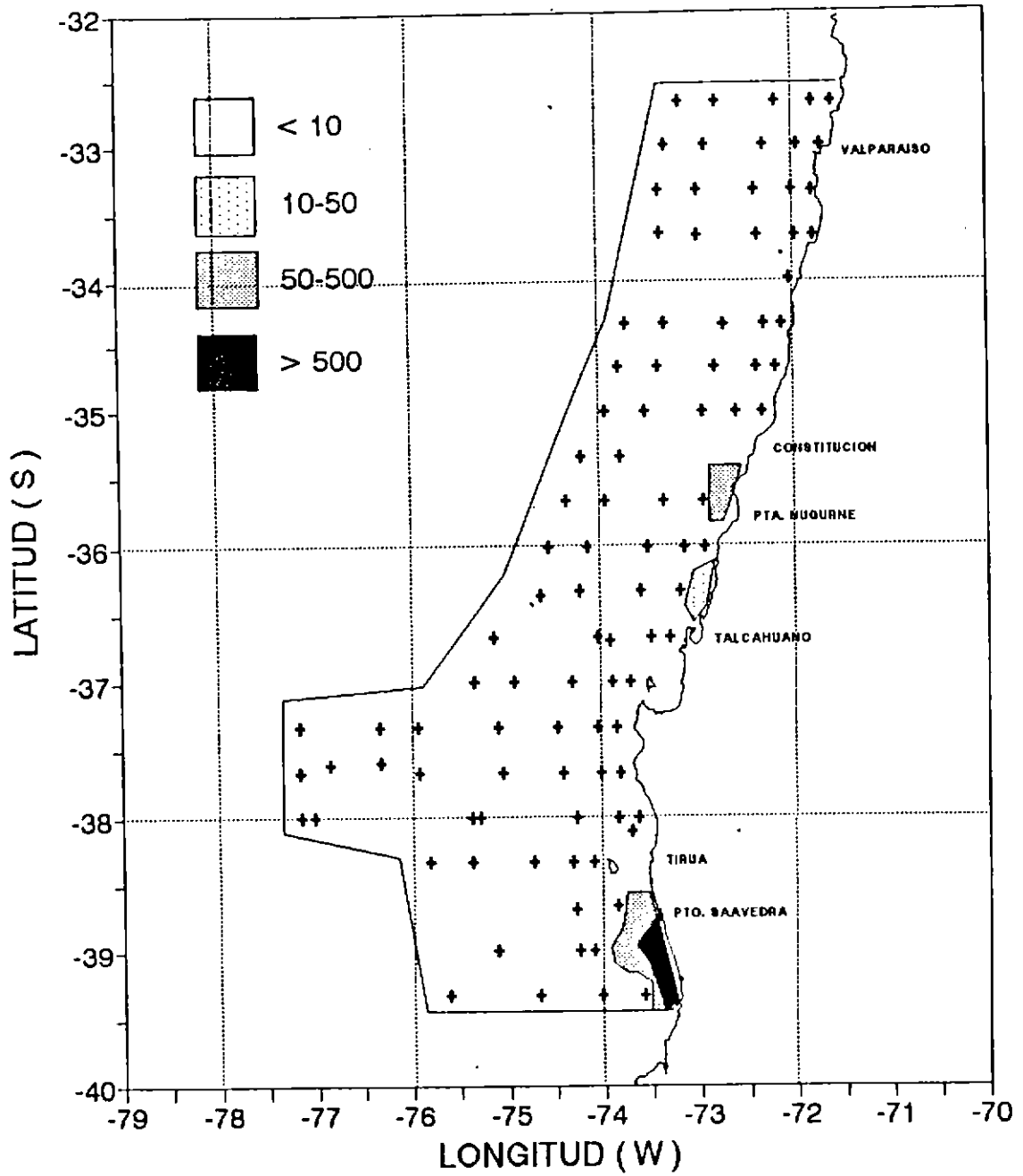


Fig. 223. Distribución horizontal de huevos de *S. bentincki* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

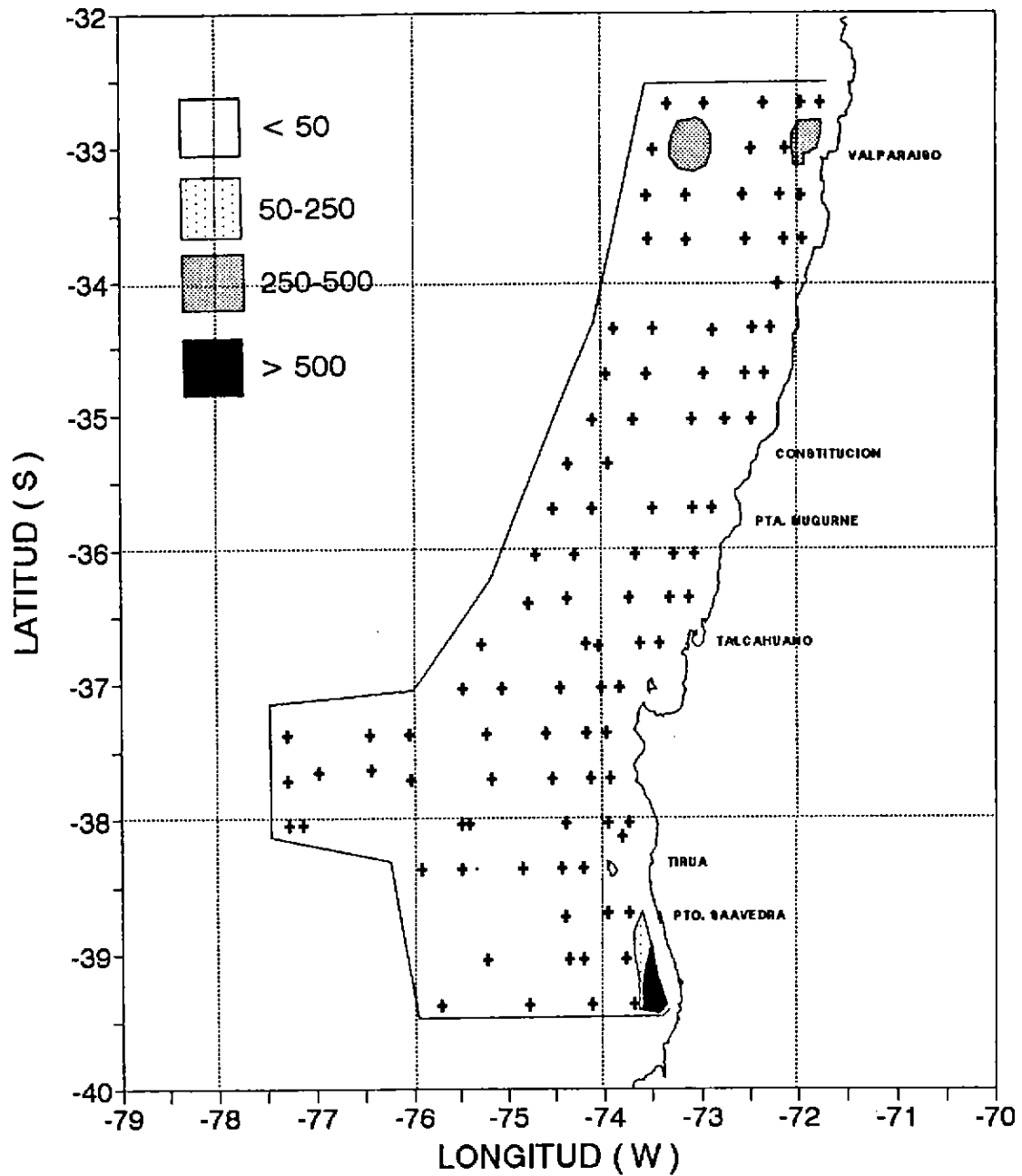


Fig. 224. Distribución horizontal de huevos de *E. maculatum* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

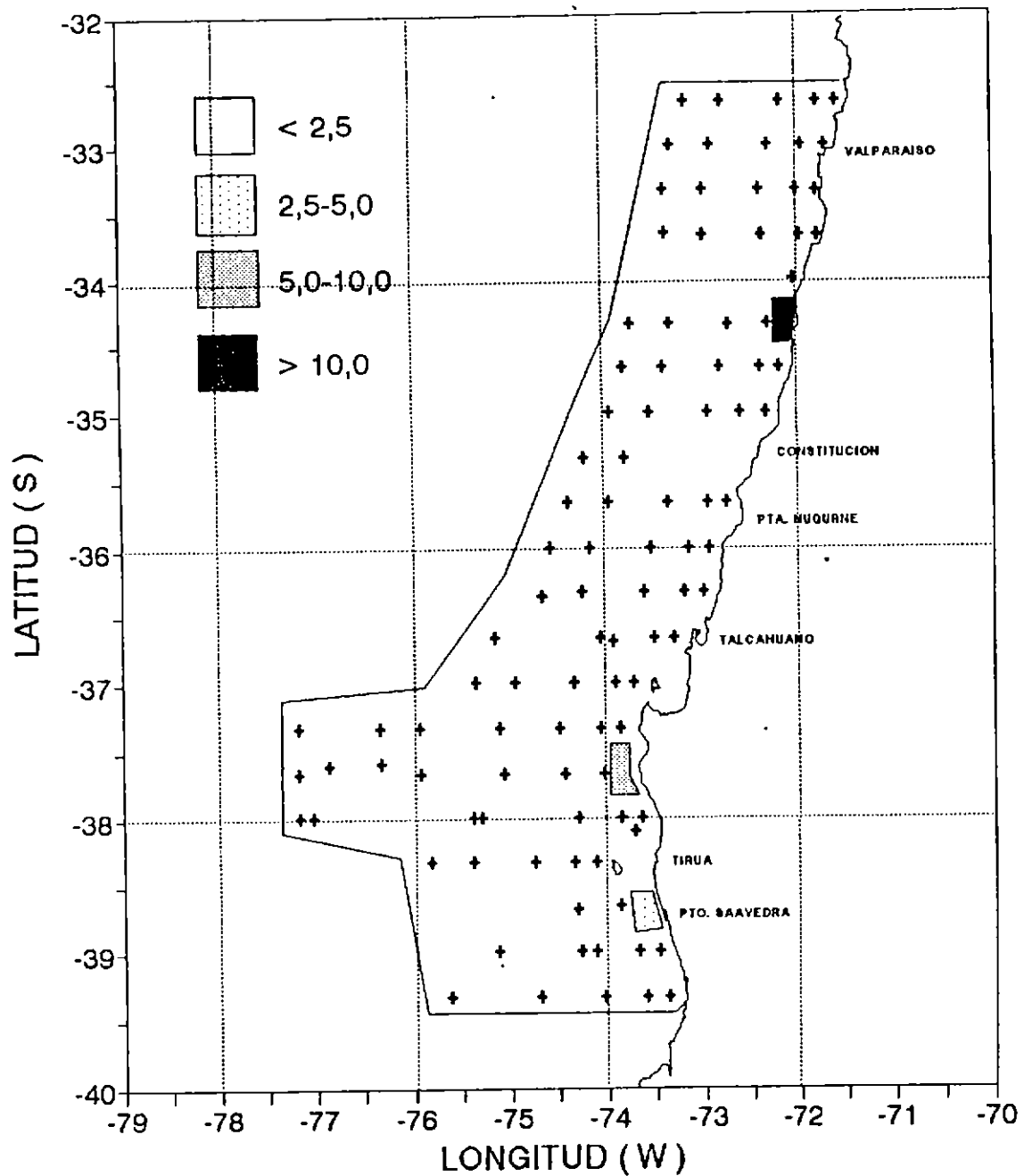


Fig. 225. Distribución horizontal de huevos de *S. sagax* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

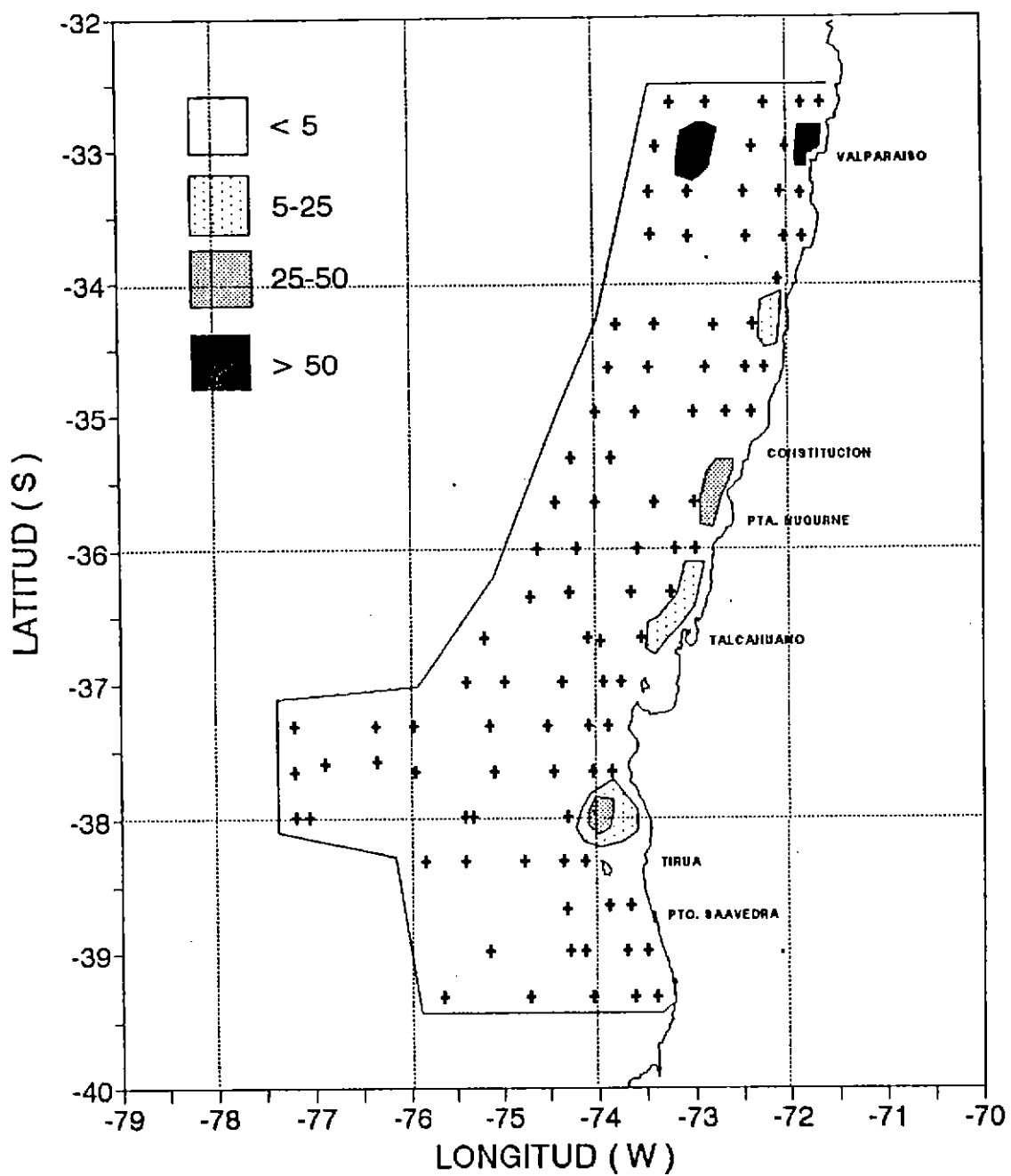


Fig. 226. Distribución horizontal de huevos de *H. macrops* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

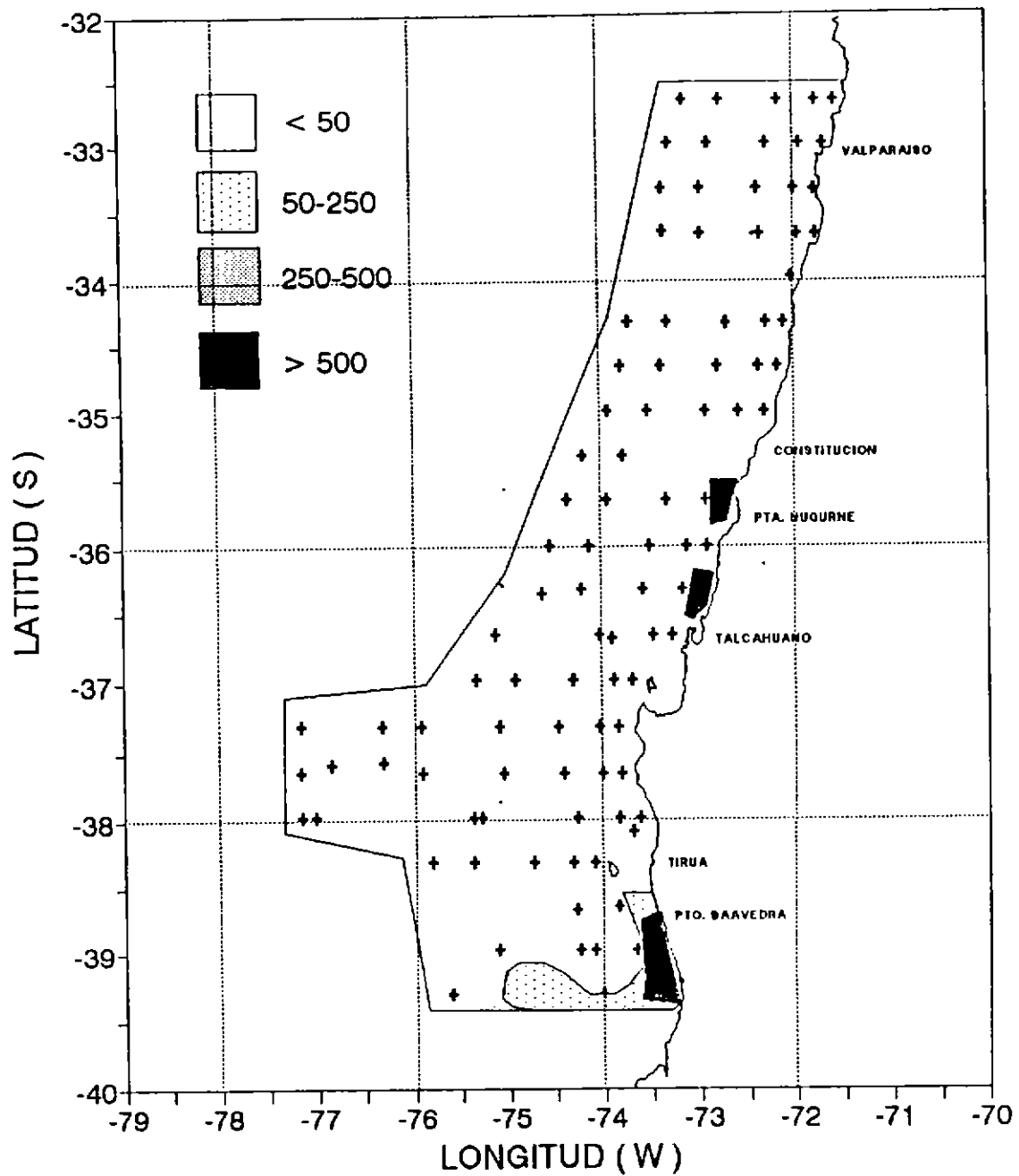


Fig. 227. Distribución horizontal de otros huevos (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

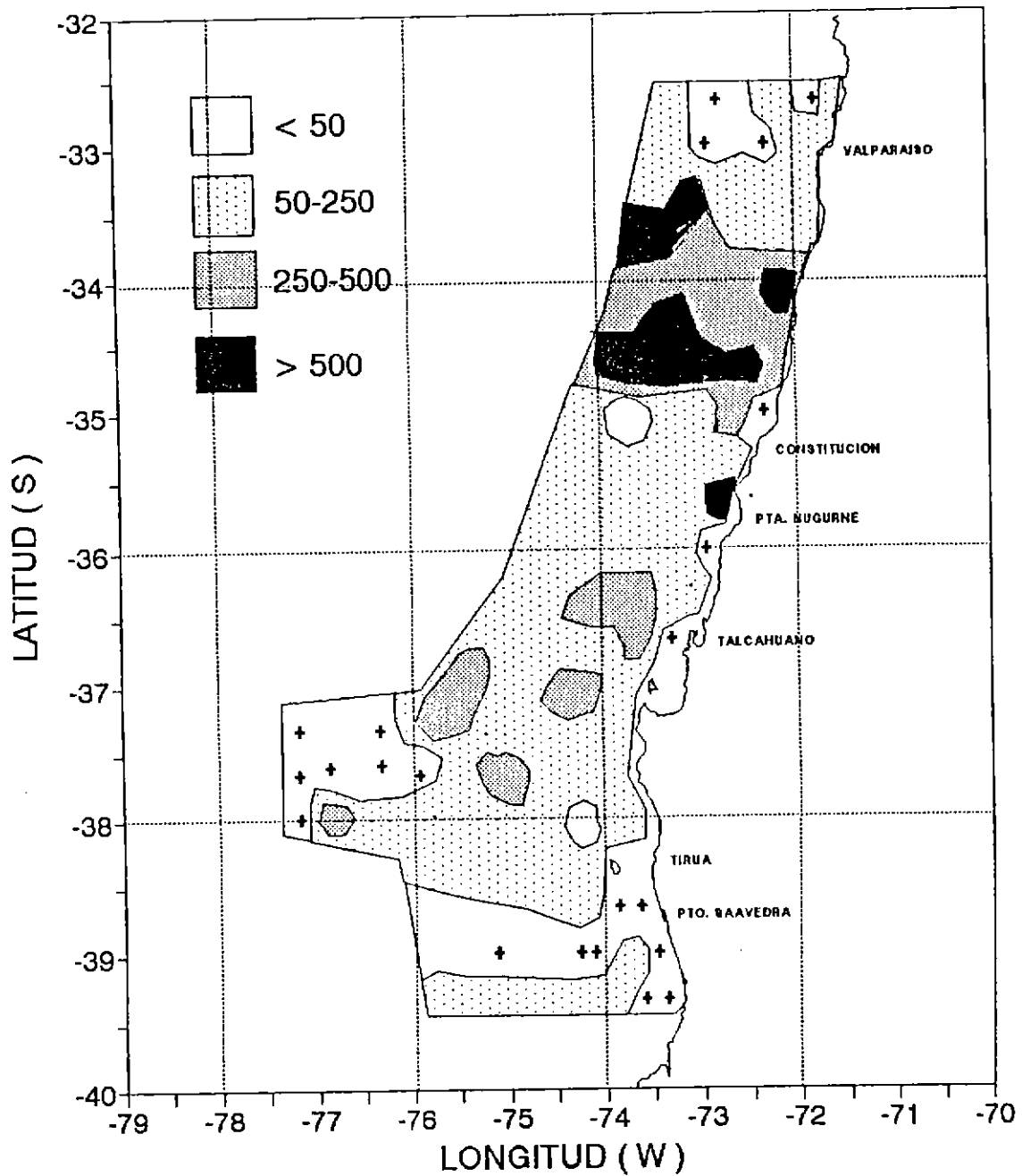


Fig. 228. Distribución horizontal de larvas de *H. brunni* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

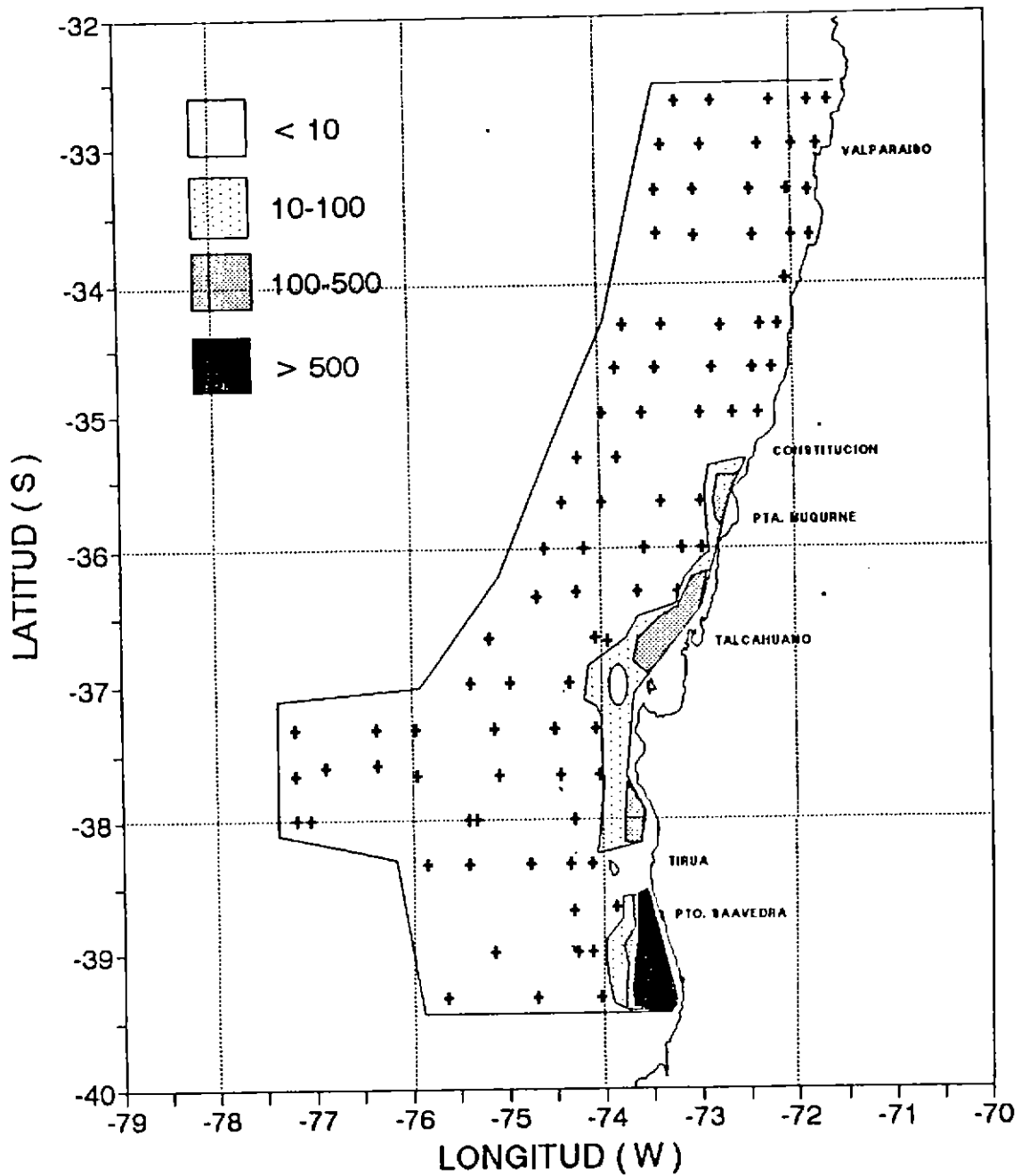


Fig. 229. Distribución horizontal de larvas de *E. ringens* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

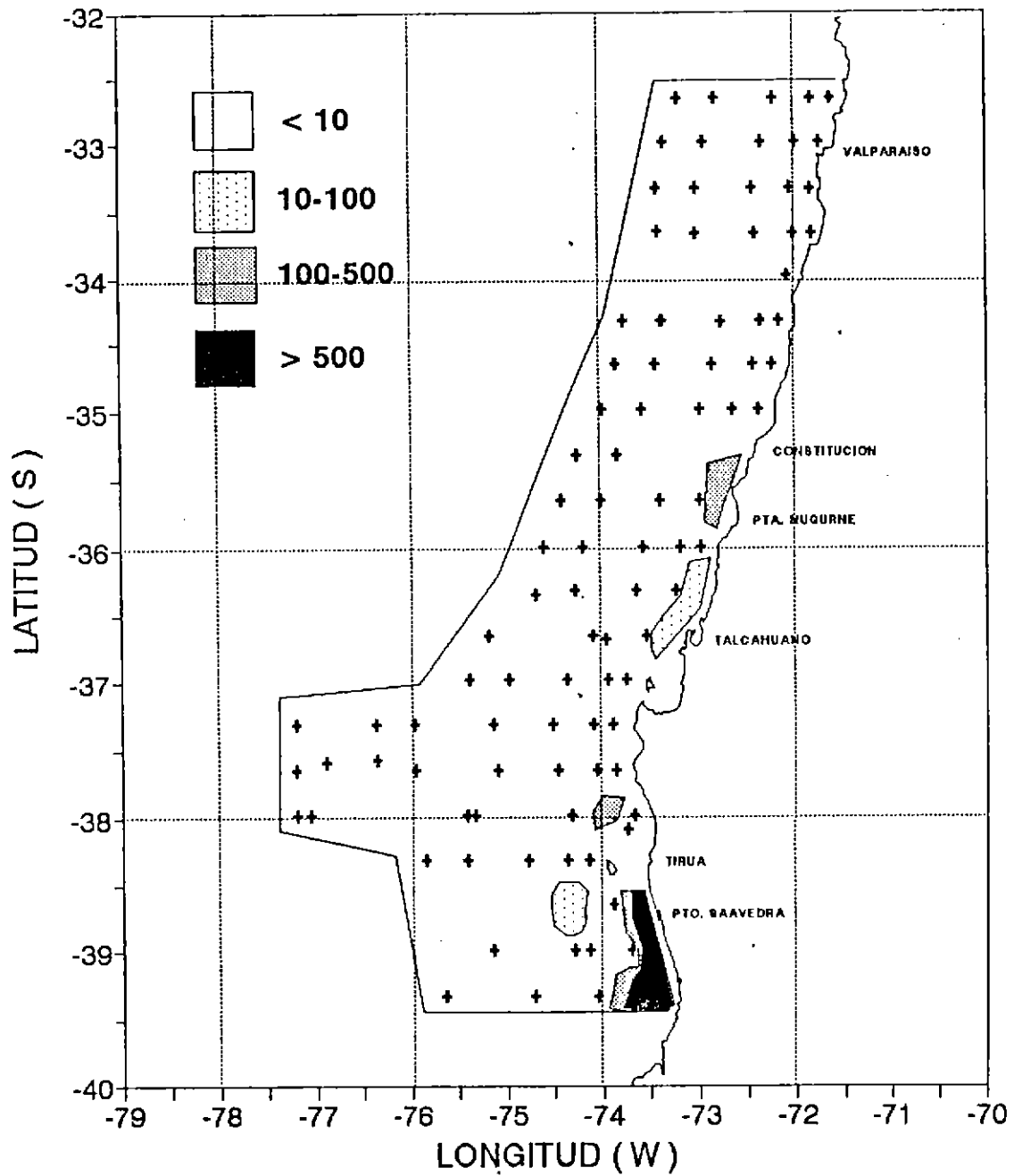


Fig. 230. Distribución horizontal de larvas de *S. bentincki* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).



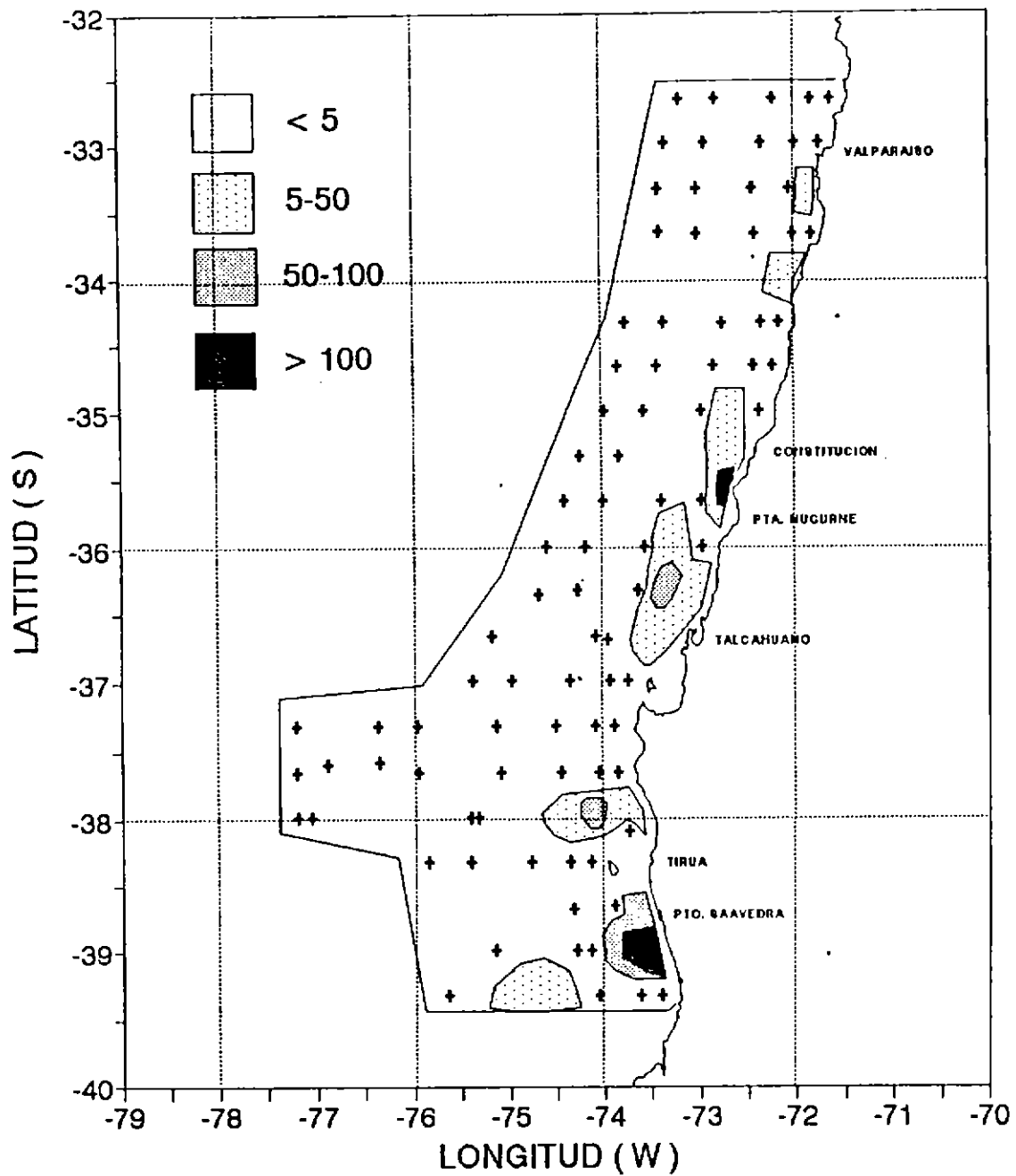


Fig. 231. Distribución horizontal de larvas de *M. gayi* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

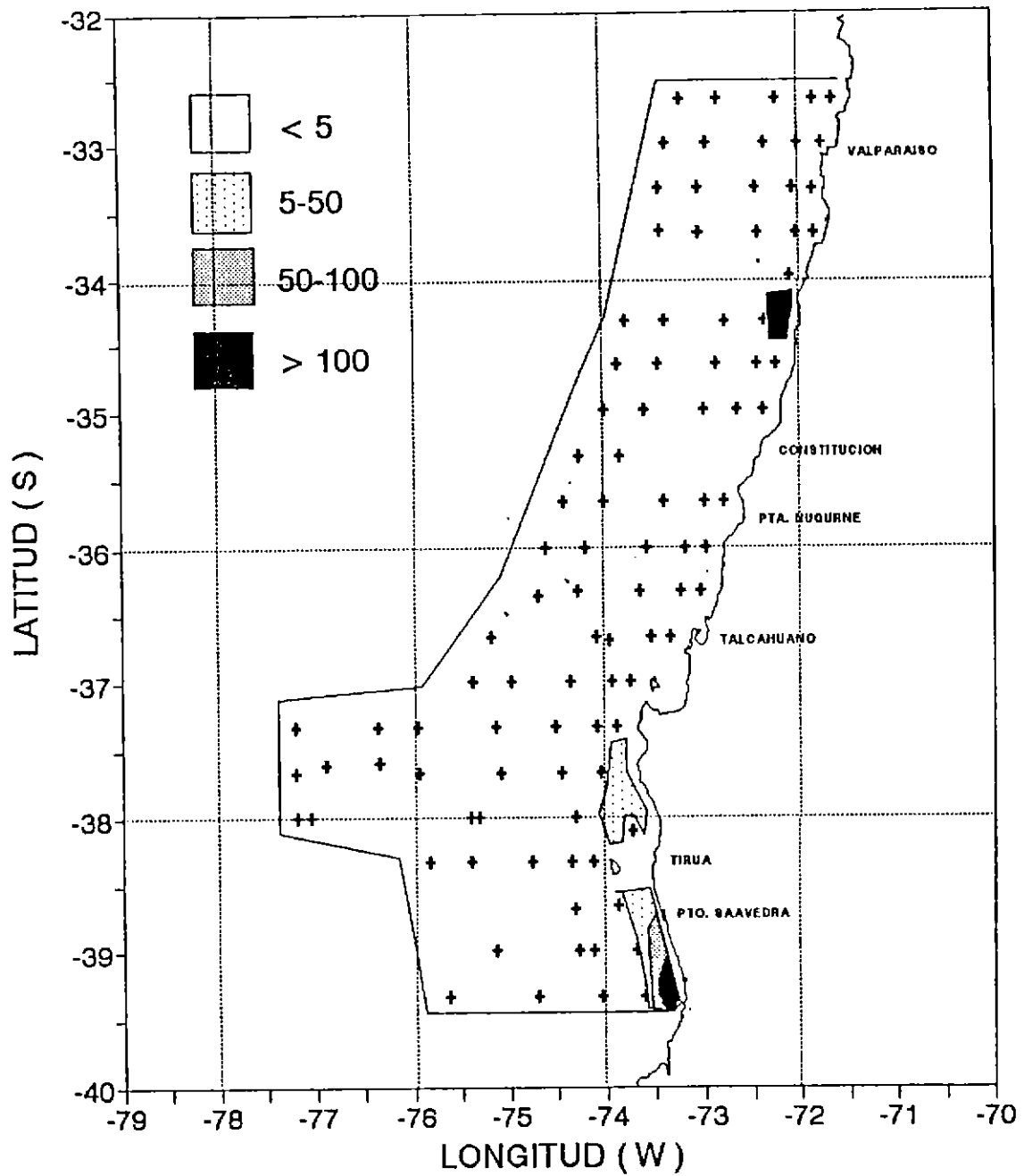


Fig. 232. Distribución horizontal de larvas de *S. sagax* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

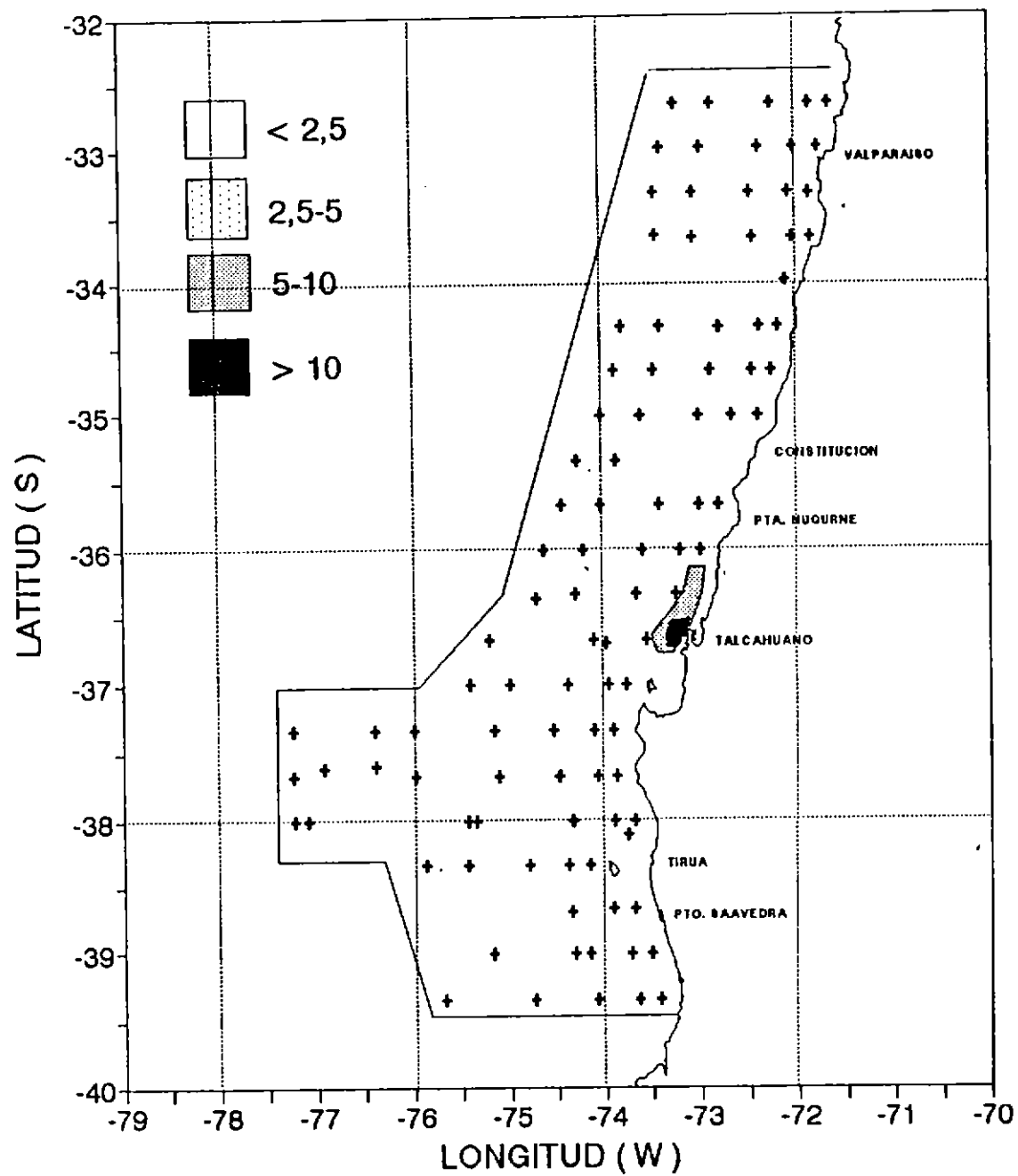


Fig. 233. Distribución horizontal de larvas de *H. macrops* (ind/10 m<sup>2</sup>) para el presente estudio (cruces representan estaciones para el intervalo mínimo de densidad).

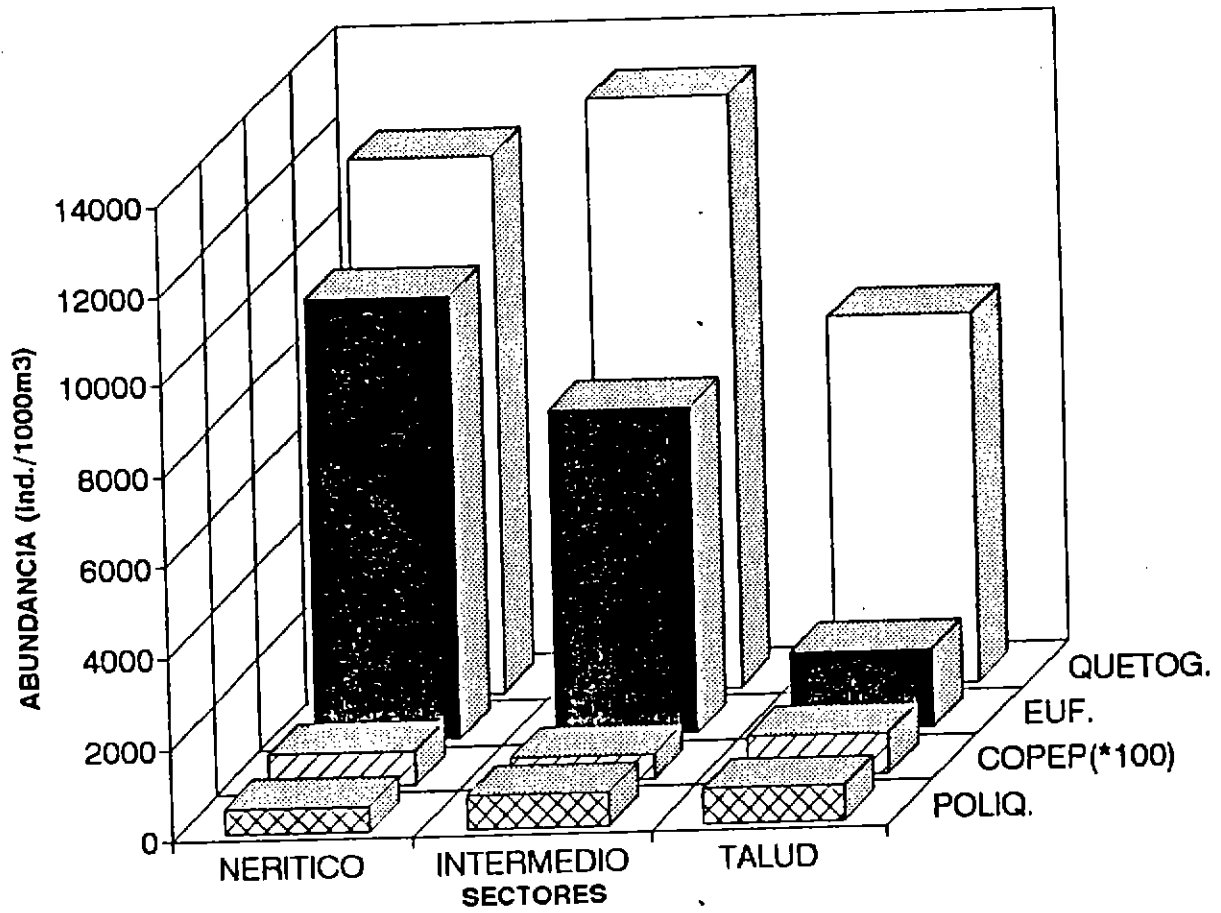


Fig. 234. Distribución espacial del zooplancton (quetognatos, eufáusidos, copéodos, poliquetos, ind/1000 m<sup>3</sup>) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector El Maní.

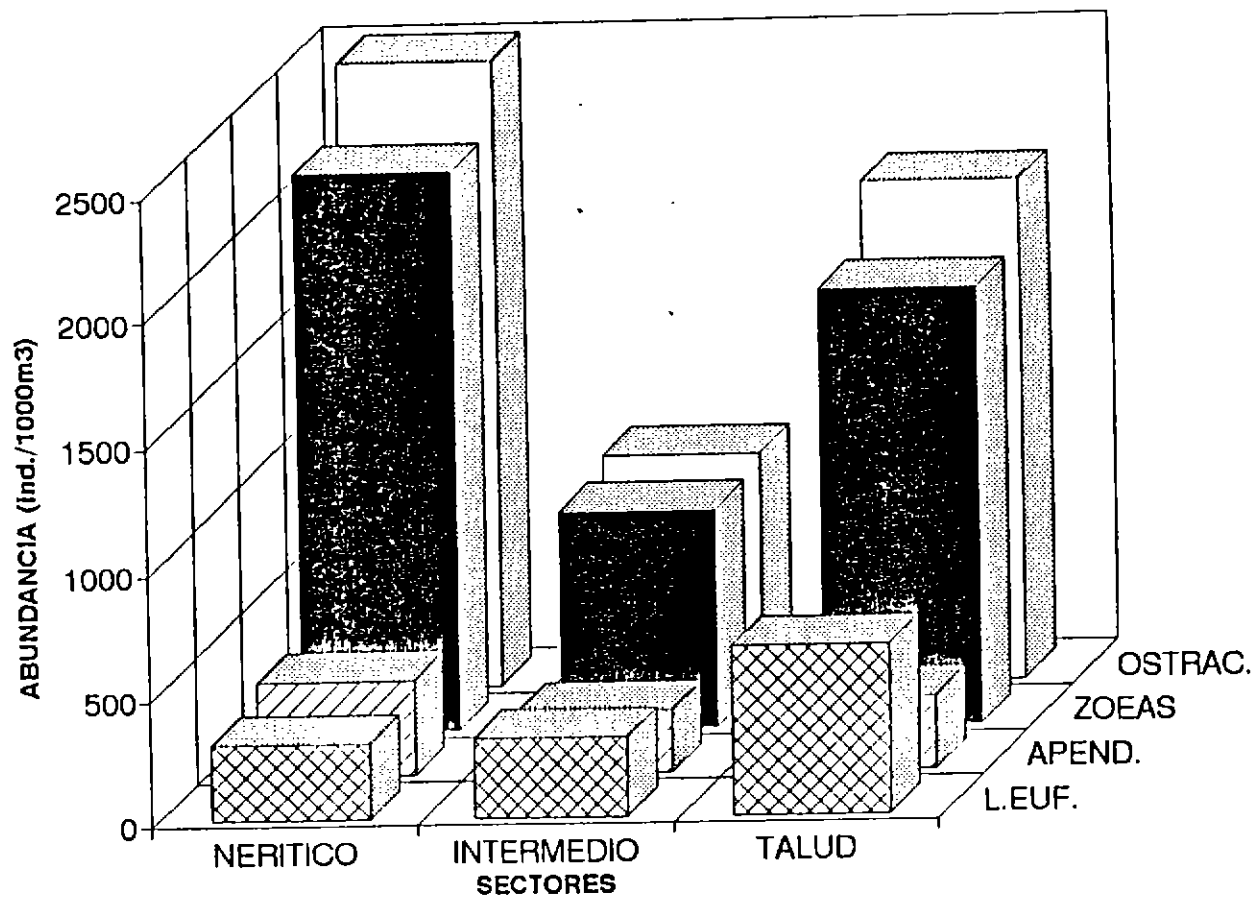


Fig. 235. Distribución espacial del zooplancton (ostrácodos, zoeas, apendicularias y larvas de eufásidos; ind/1000 m<sup>3</sup>) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector El Maní.

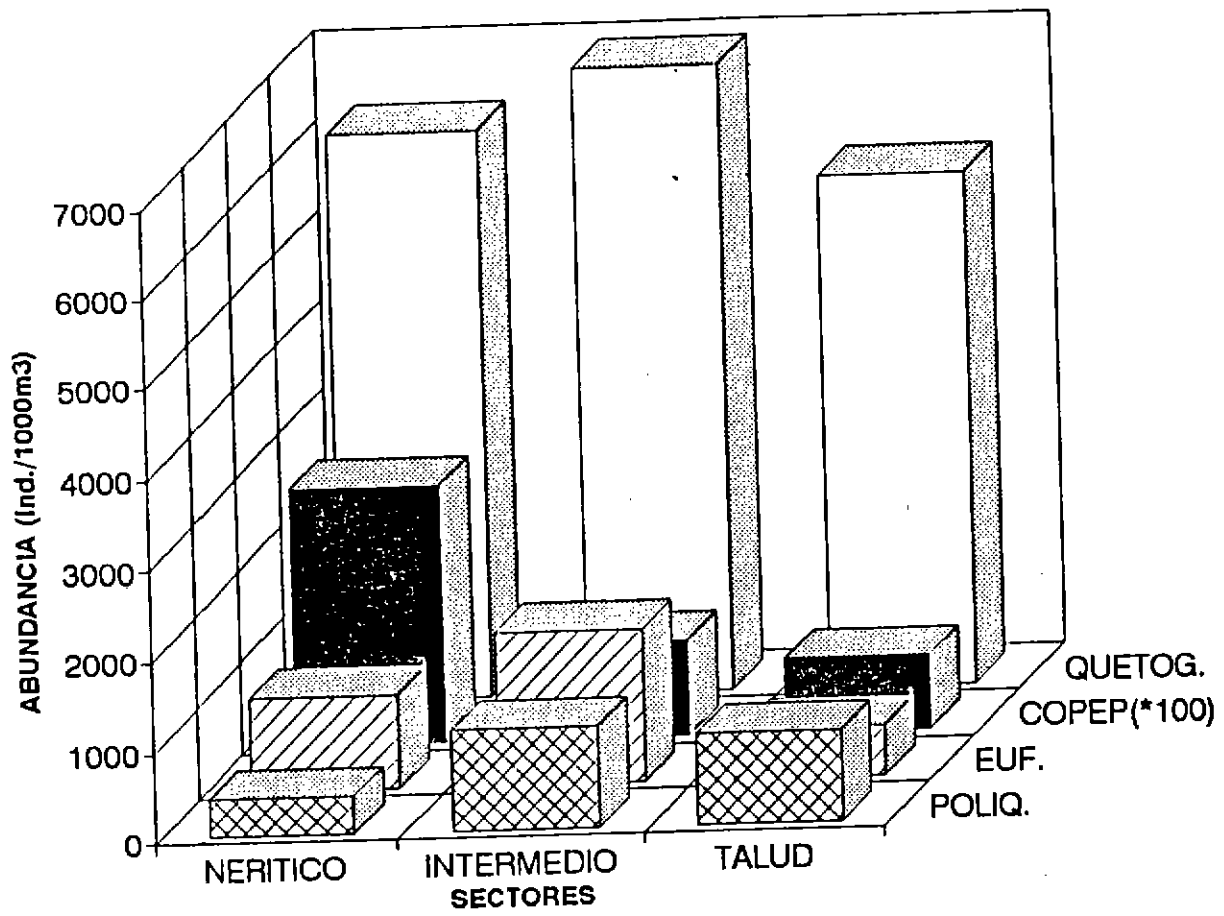


Fig. 236. Distribución espacial del zooplancton (quetognatos, eufáusidos, copépodos, poliquetos; ind/1000 m<sup>3</sup>) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector Control.

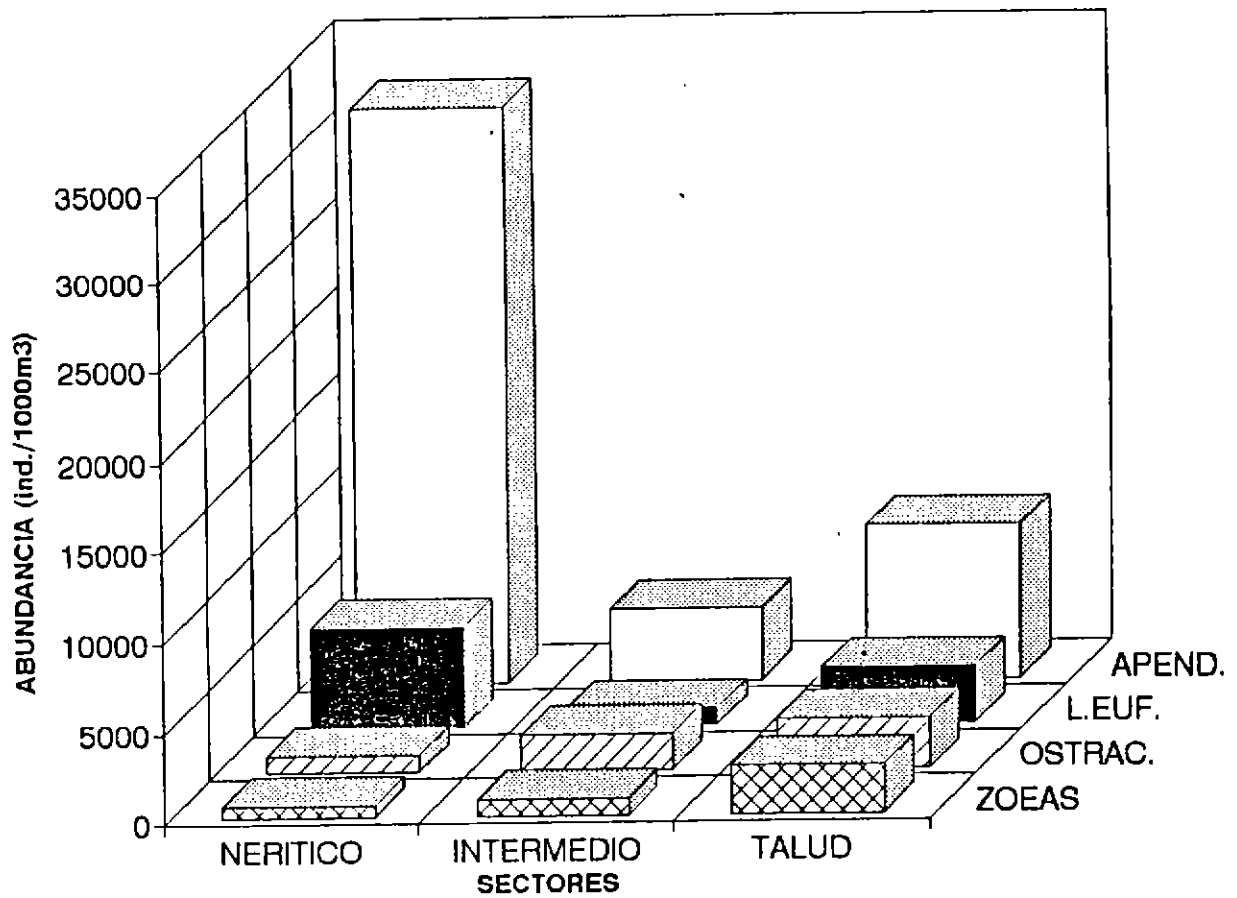
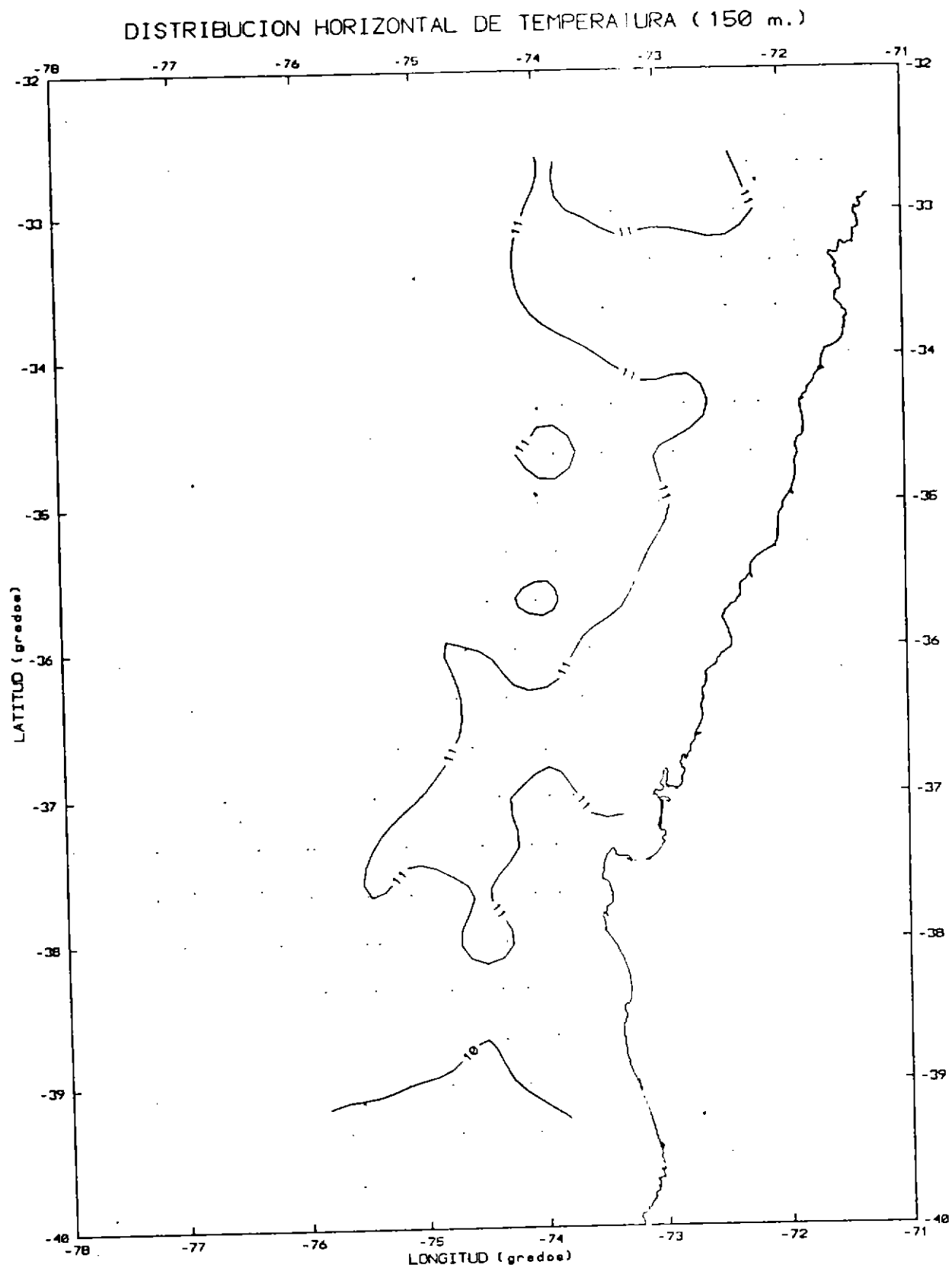


Fig. 237. Distribución espacial del zooplancton (ostrácodos, zoeas, apendicularias y larvas de eufáusidos; ind/1000 m<sup>3</sup>) en los sectores nerítico, intermedio y oceánico. Sector Control.



**Fig. 238.** Distribución horizontal de temperatura (°C) a 150 m de profundidad en la zona de estudio.



DISTRIBUCION HORIZONTAL DE SALINIDAD (150 m.)

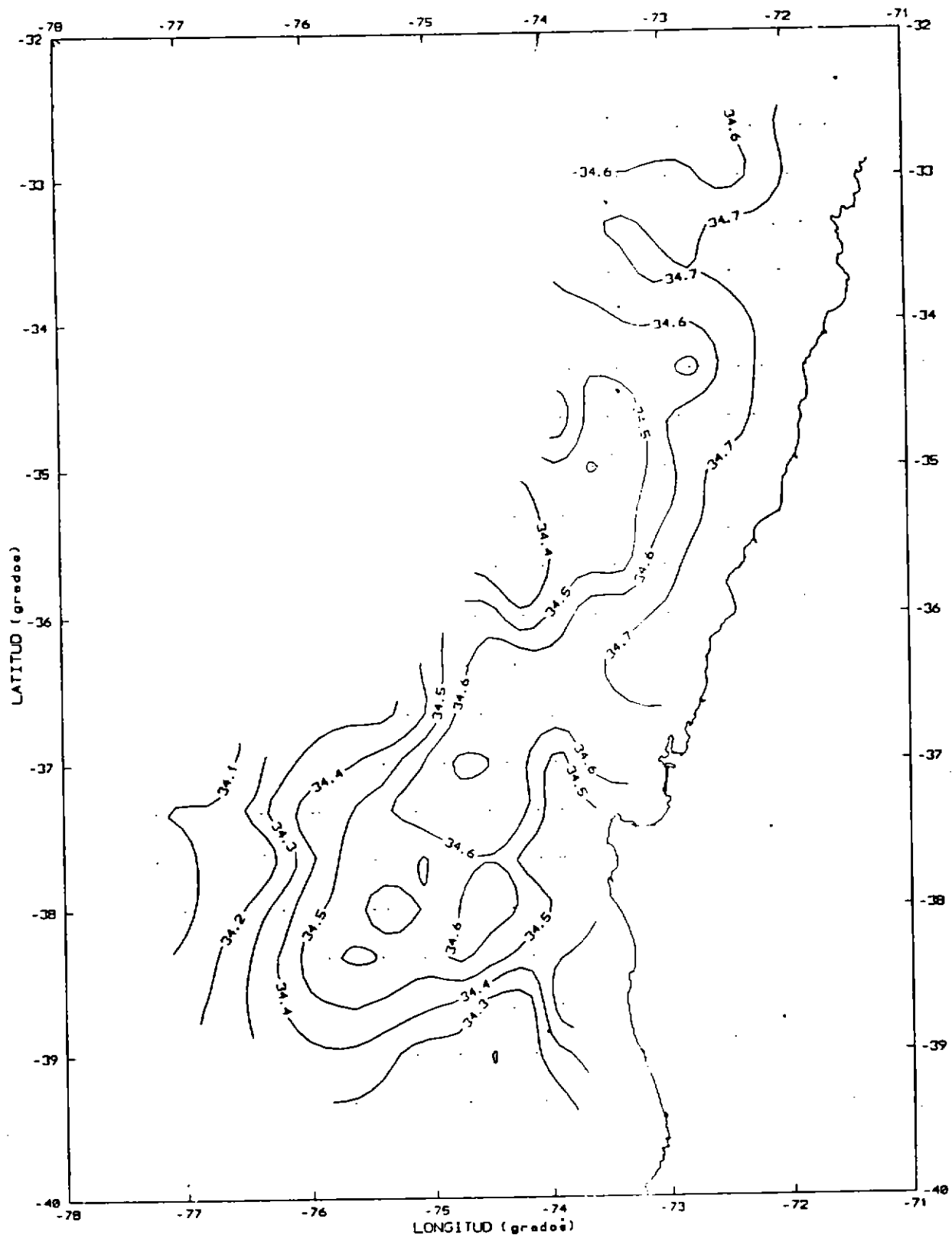


Fig. 239. Distribución horizontal de salinidad a 150 m de profundidad en la zona de estudio.

DISTRIBUCION HORIZONTAL DE OXIGENO (150 m.)

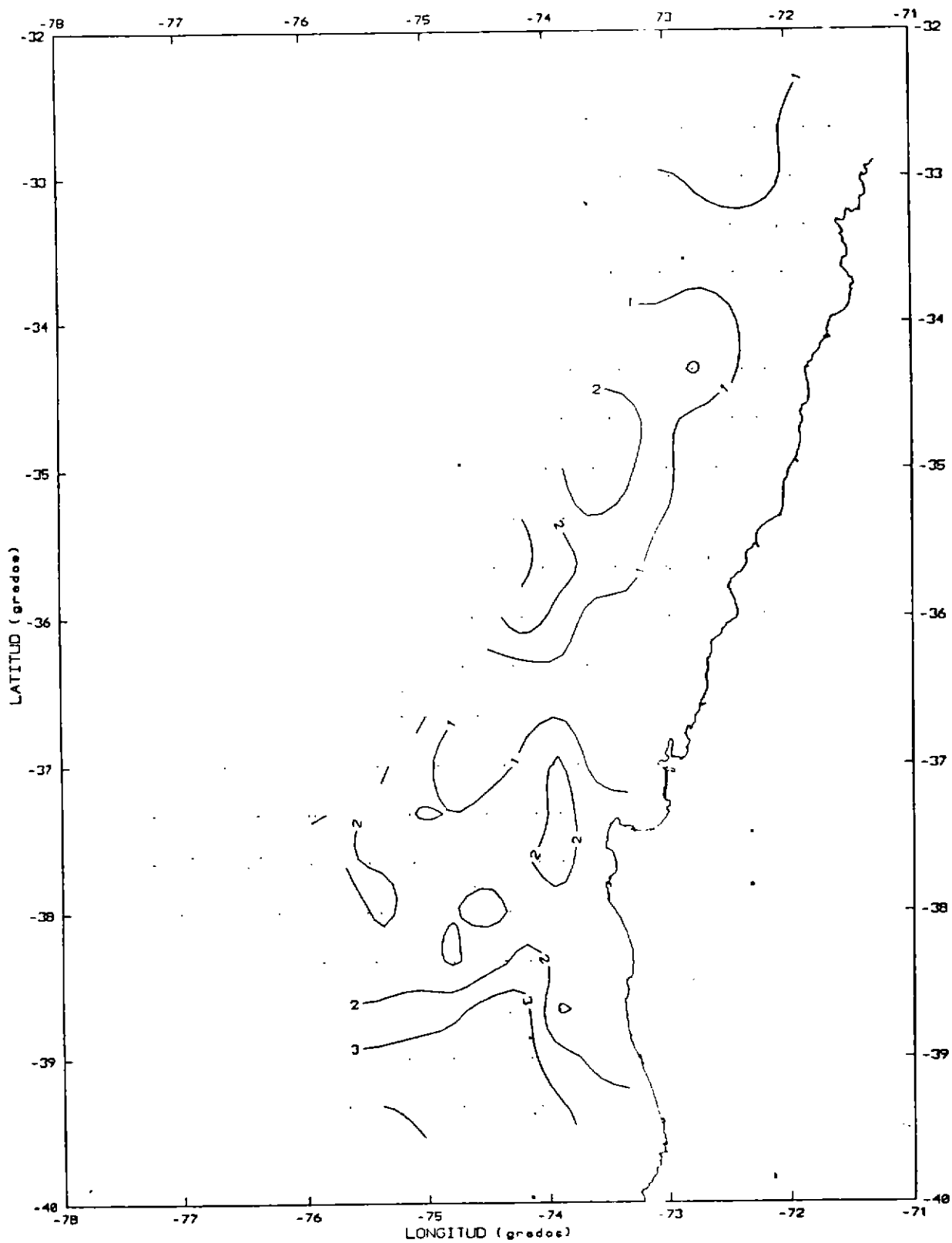


Fig. 240. Distribución horizontal de oxígeno (ml/l) a 150 m de profundidad en la zona de estudio.

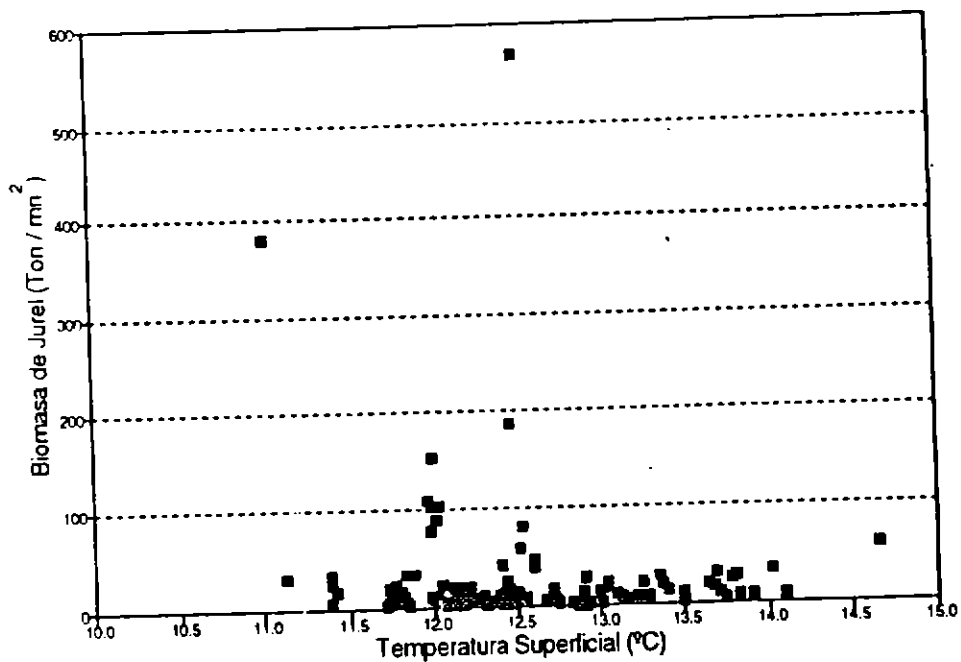


Fig. 241. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la temperatura superficial ( $^{\circ}C$ ).

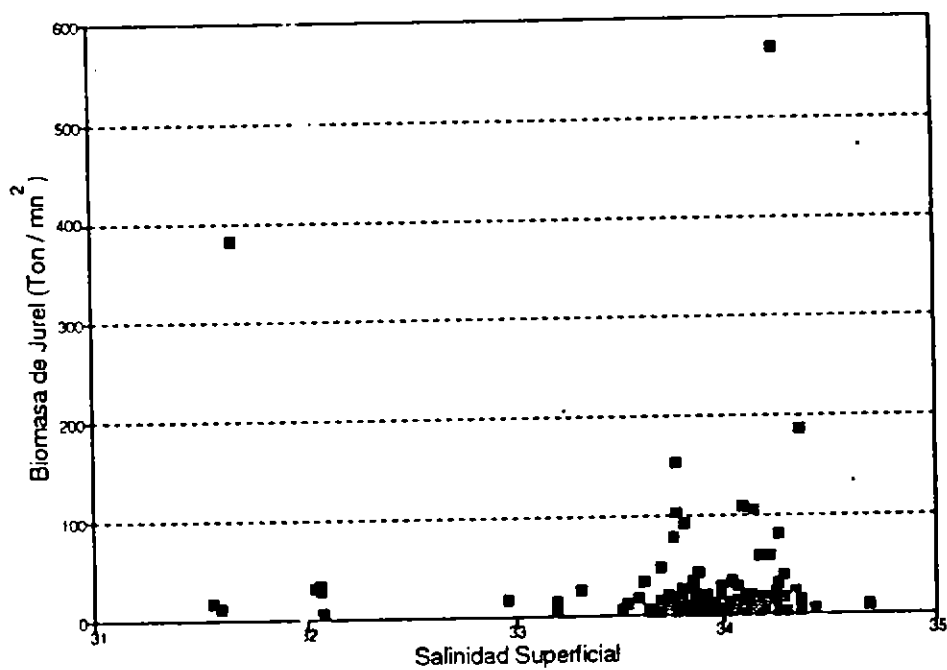


Fig. 242. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la salinidad superficial.

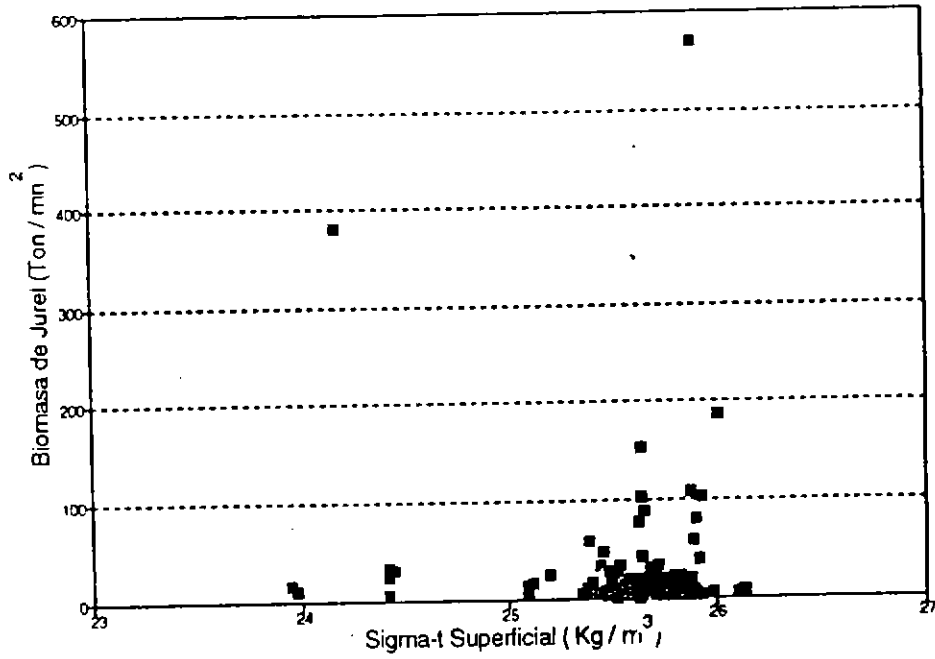


Fig. 243. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la densidad superficial ( $kg/m^3$ ).

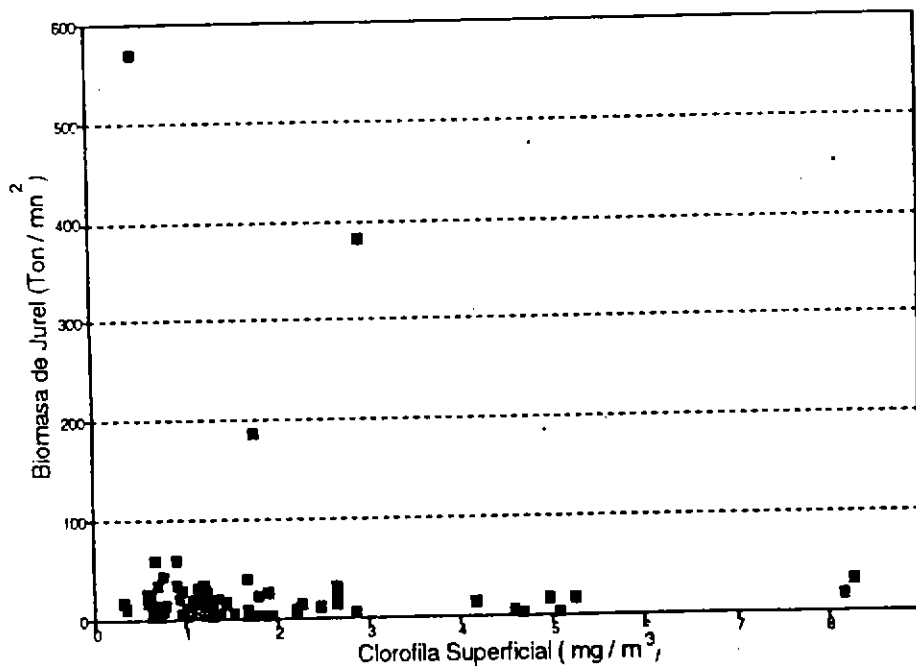


Fig. 244. Relación entre la biomasa de jurel ( $t/mn^2$ ) y la concentración de clorofila a superficial ( $mg/m^3$ ).

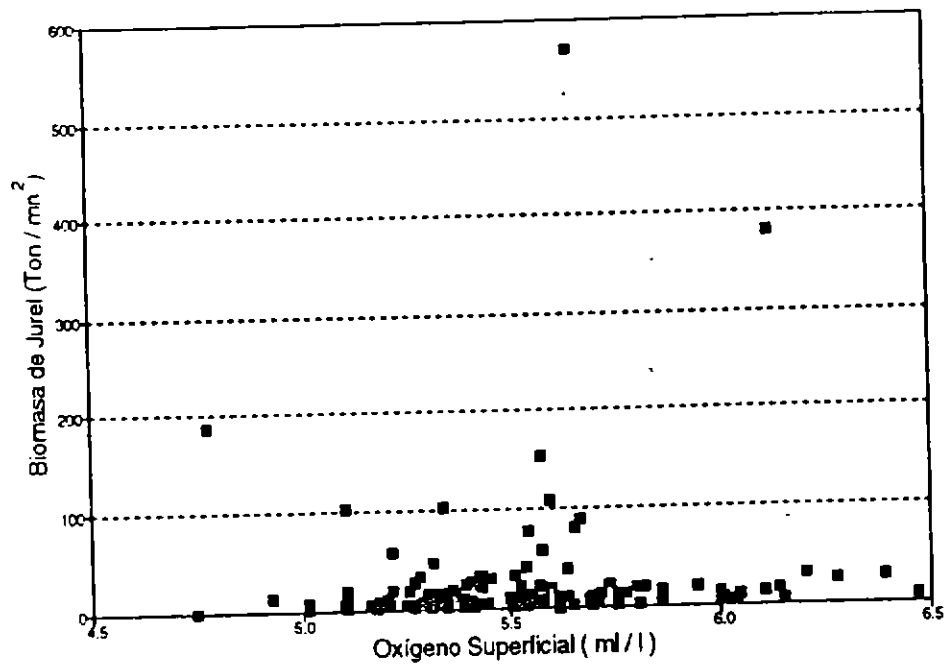


Fig. 245. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la concentración de oxígeno disuelto superficial ( $ml/l$ ).

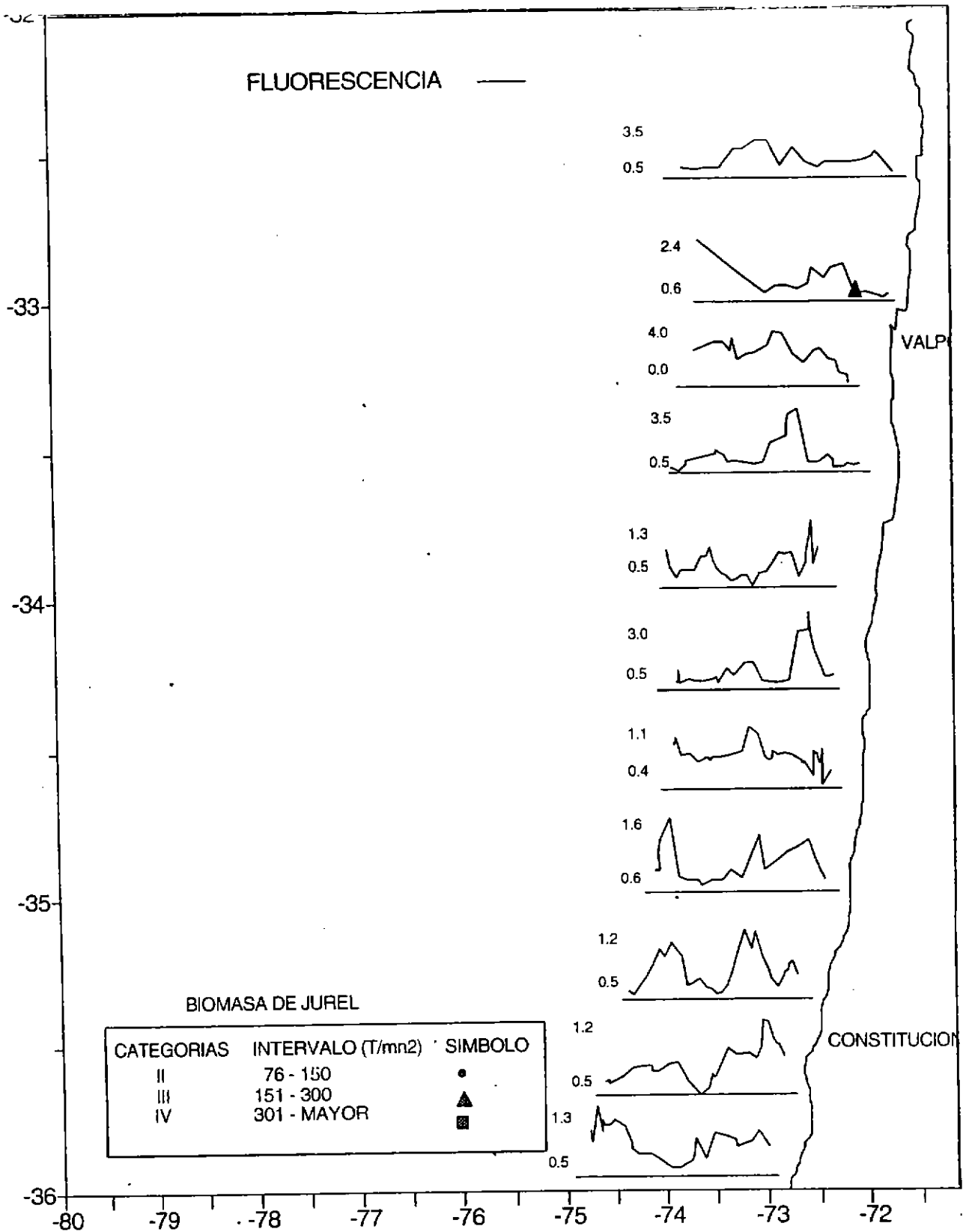


Fig. 246. Registro continuo de fluorescencia superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel.

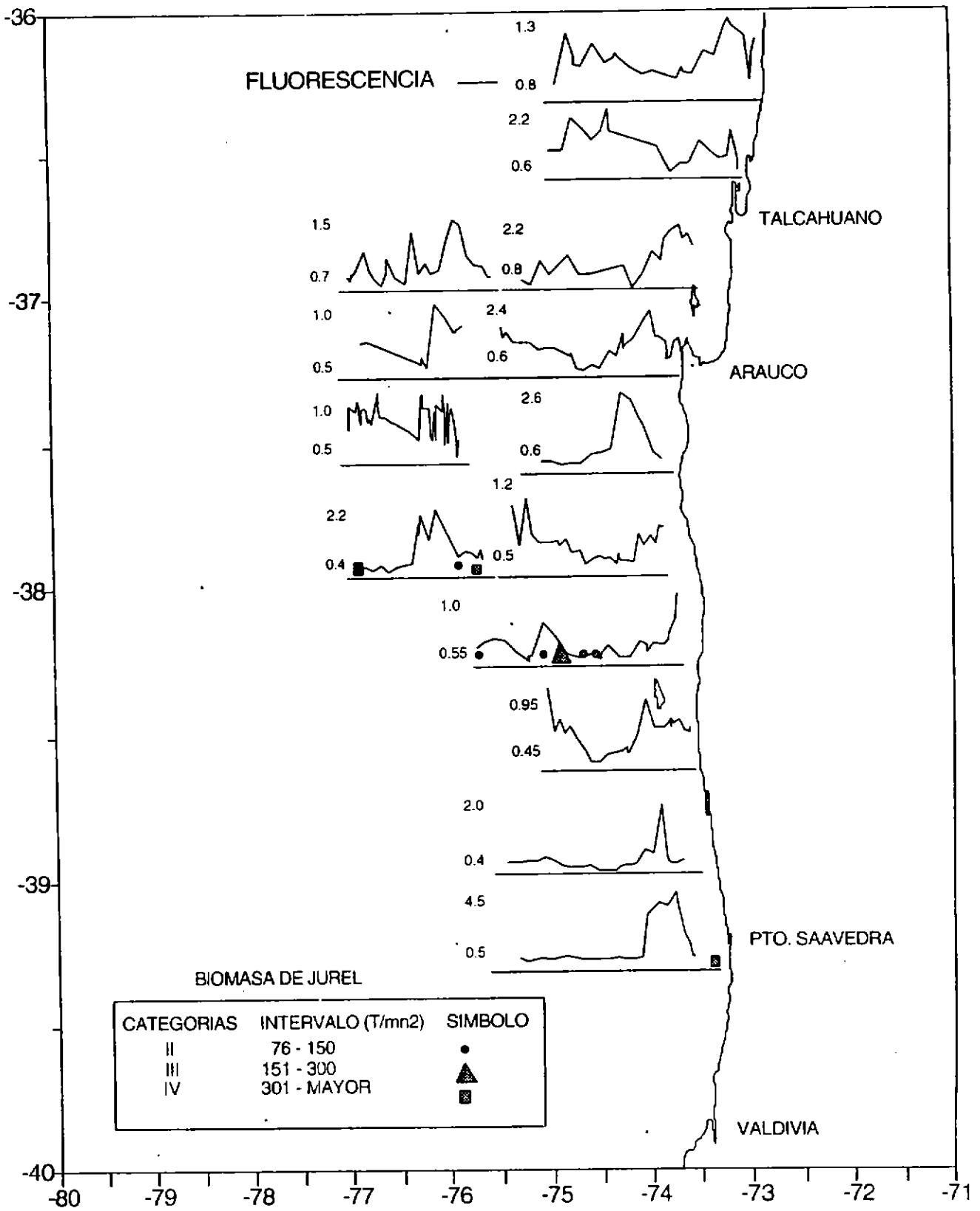


Fig. 246. Registro continuo de fluorescencia superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel.

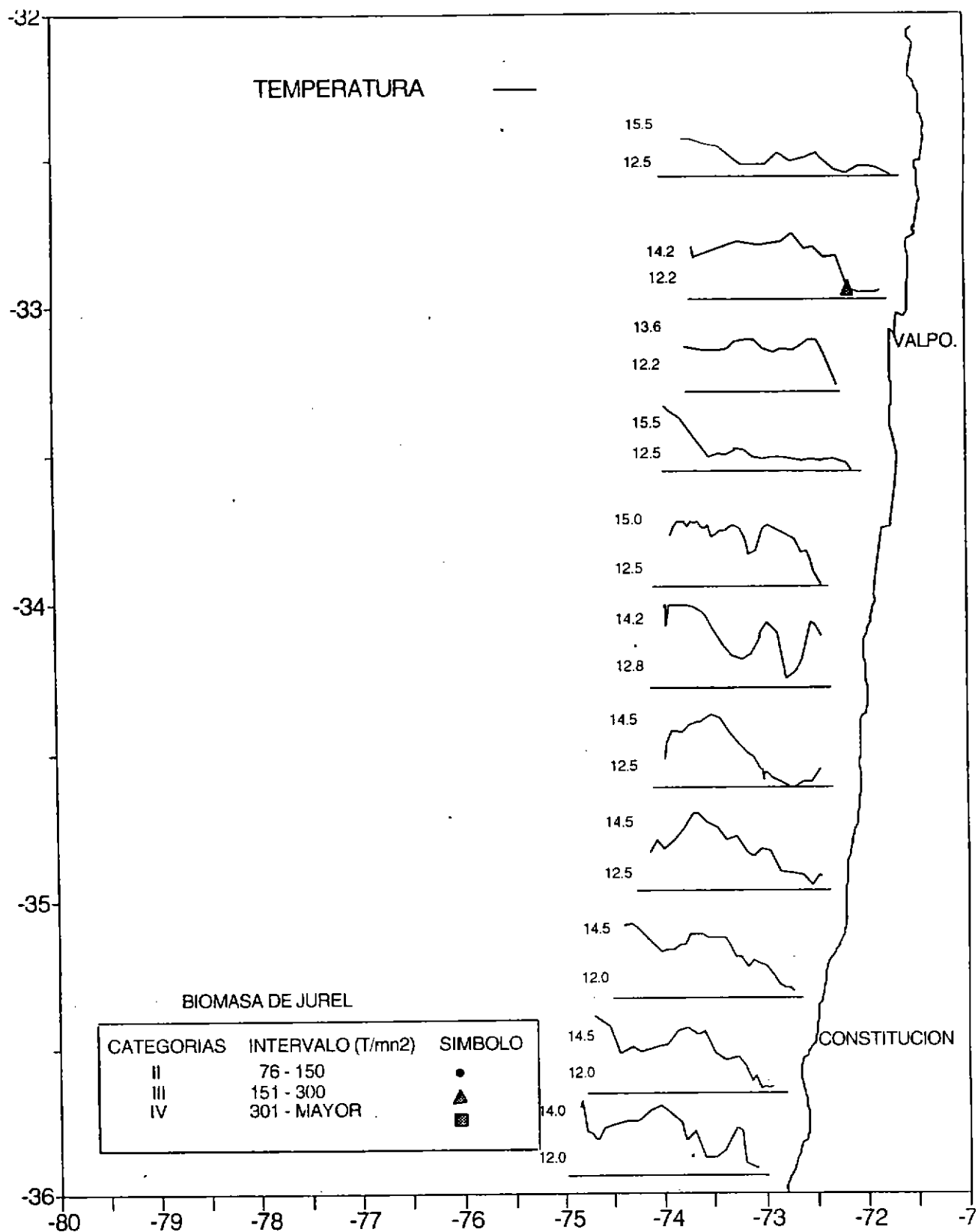


Fig. 247. Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel.



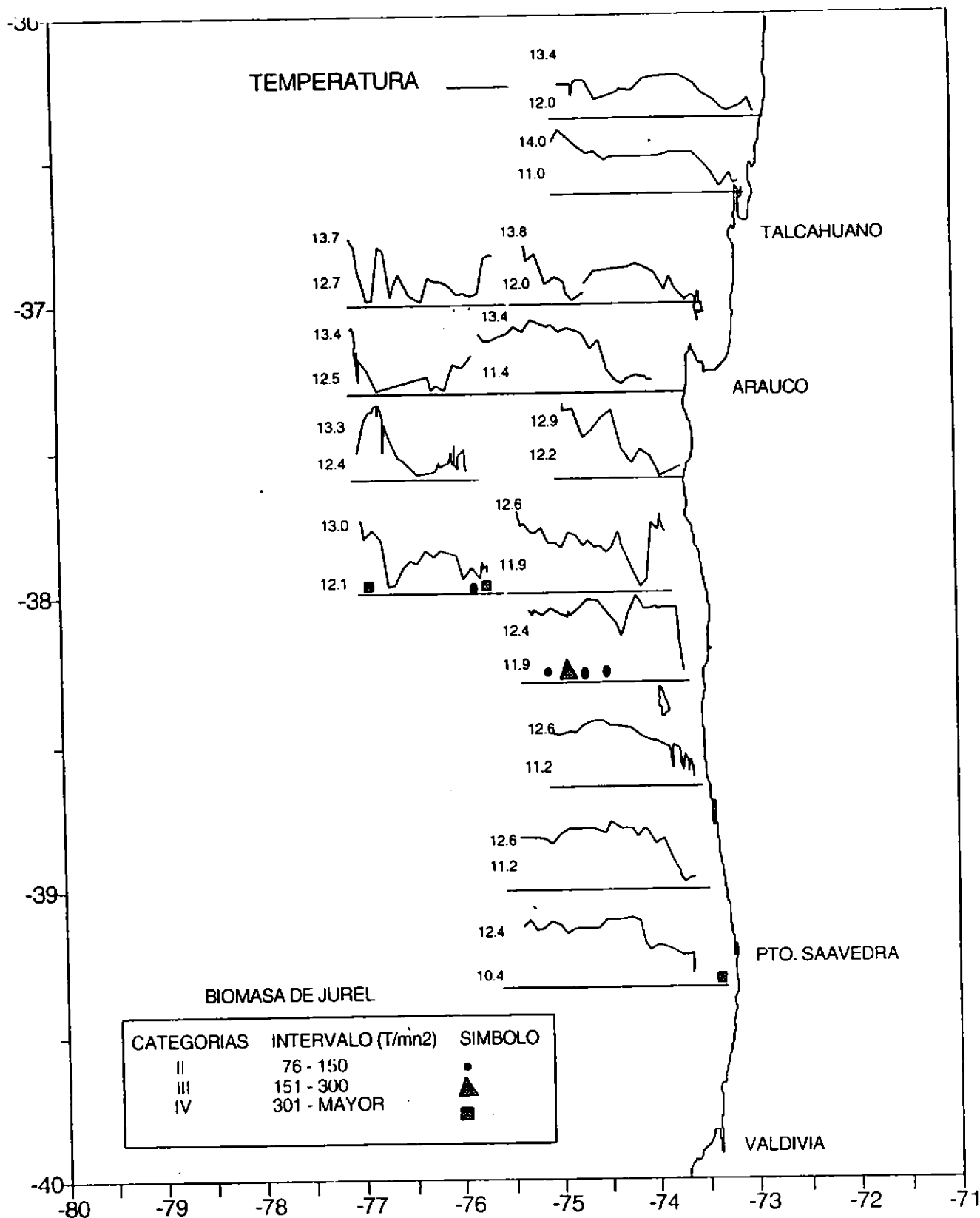


Fig. 247. Registro continuo de temperatura superficial en las transectas 1 a 21 mostrando la localización de las áreas de concentración del jurel.

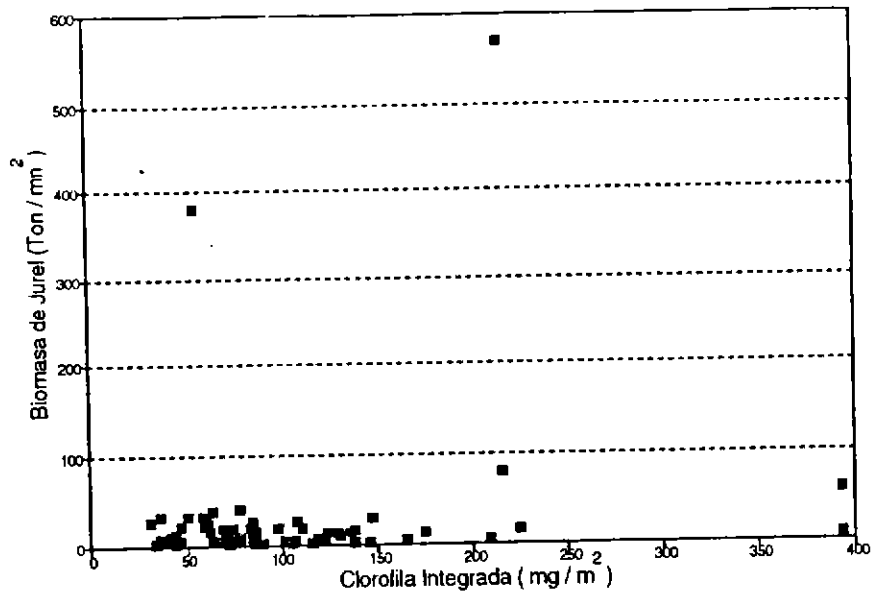


Fig. 248a. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la clorofila integrada ( $mg/m^2$ ).

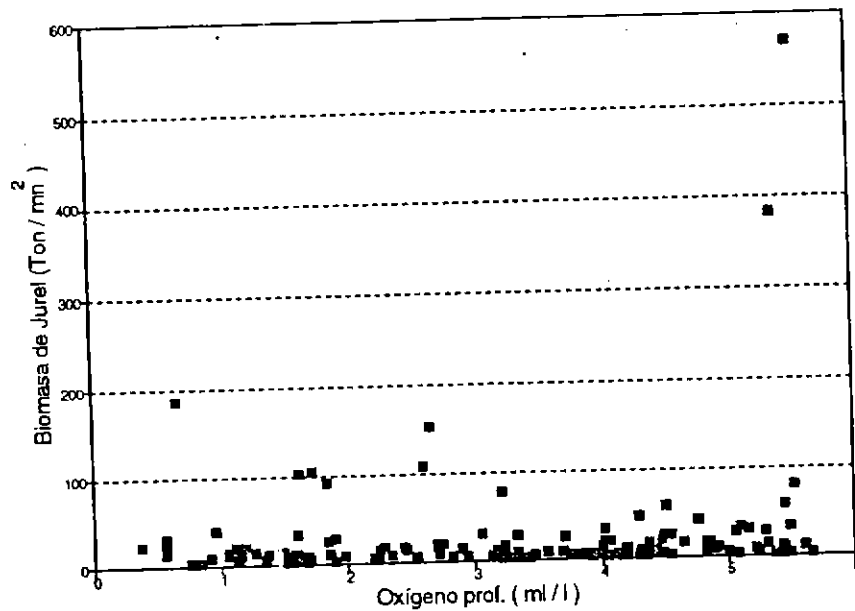
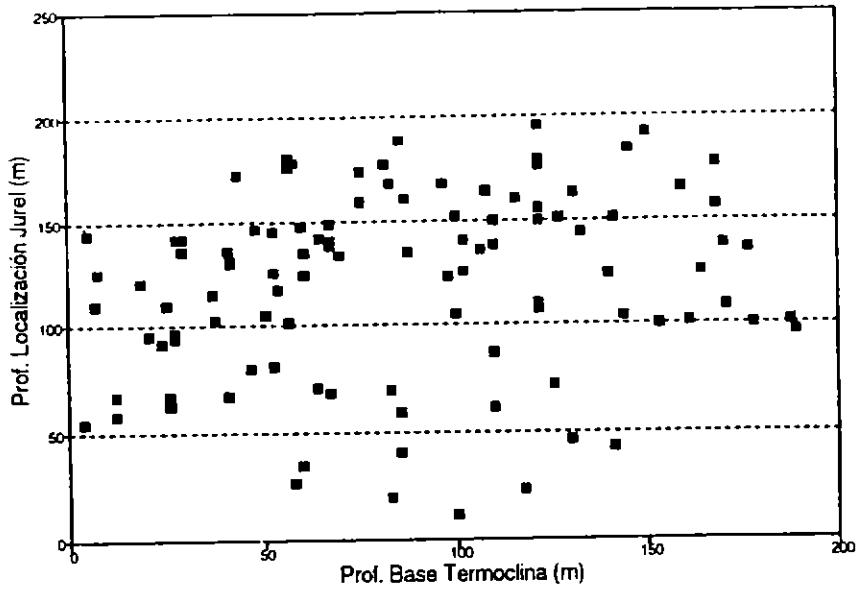
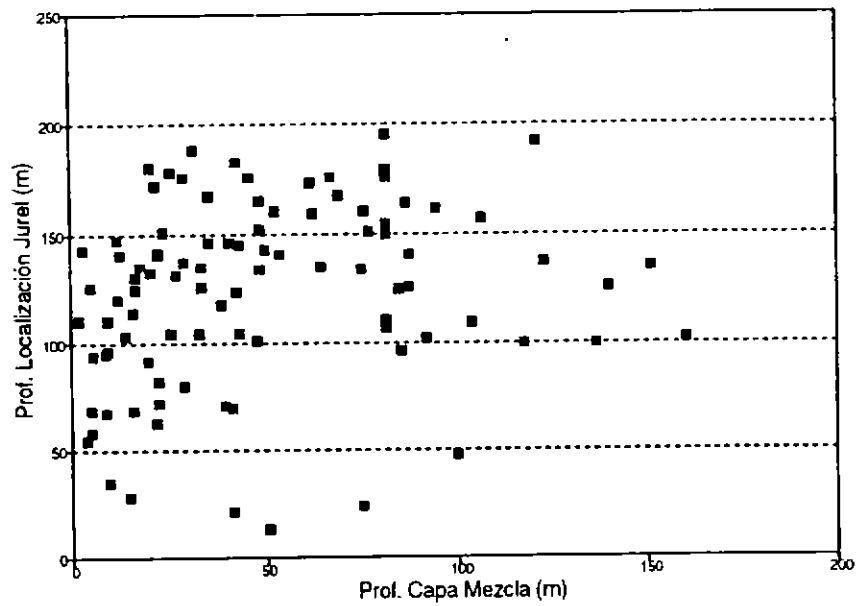


Fig. 248b. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la concentración de oxígeno ( $ml/l$ ; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).



**Fig. 249.** Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la base de la termoclina (m).



**Fig. 250.** Relación entre la profundidad de localización del jurel (m) y la profundidad de la capa de mezcla (m).

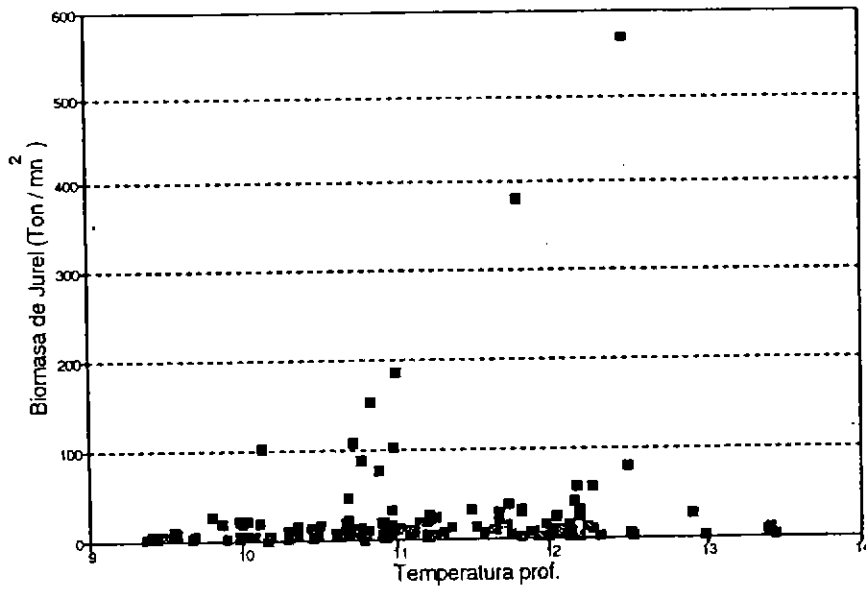


Fig. 251. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la temperatura ( $^{\circ}C$ ; promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

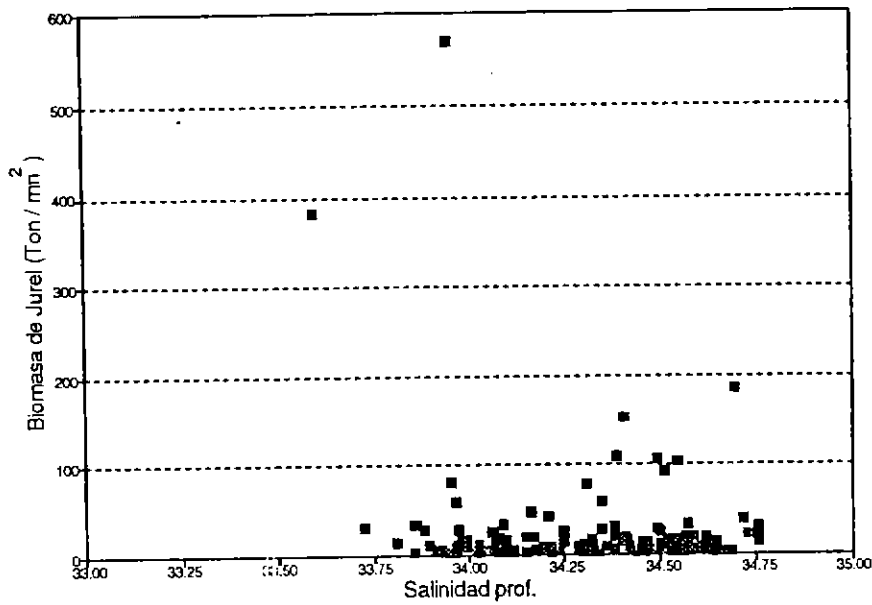


Fig. 252. Relación entre la biomasa del jurel ( $t/mn^2$ ) y la salinidad (promedio ponderado en el intervalo de distribución batimétrica del jurel).

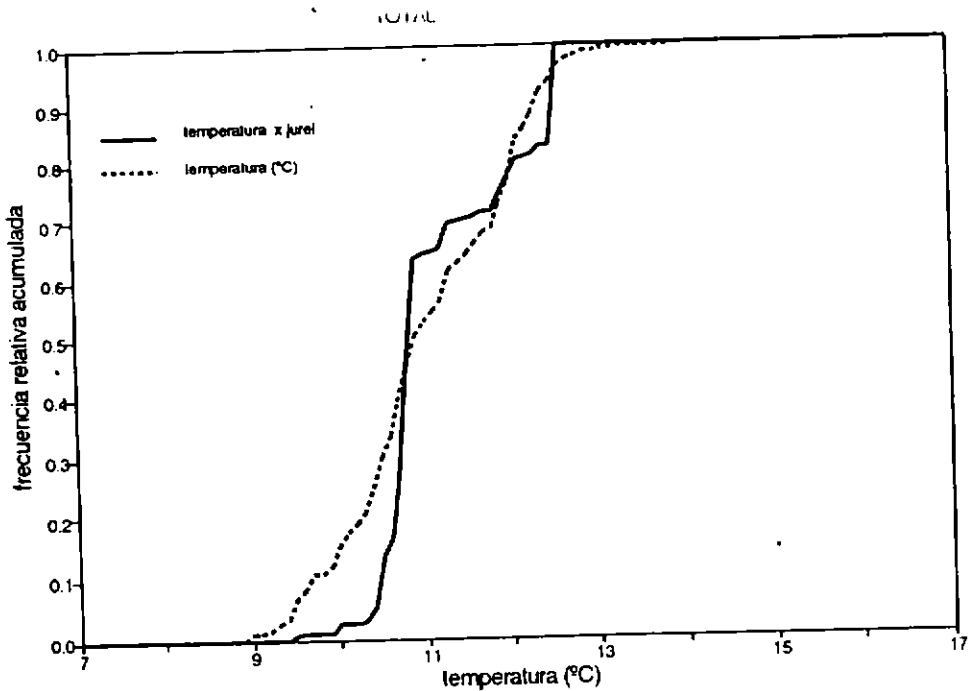


Fig. 253. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200) m en toda la zona de estudio.

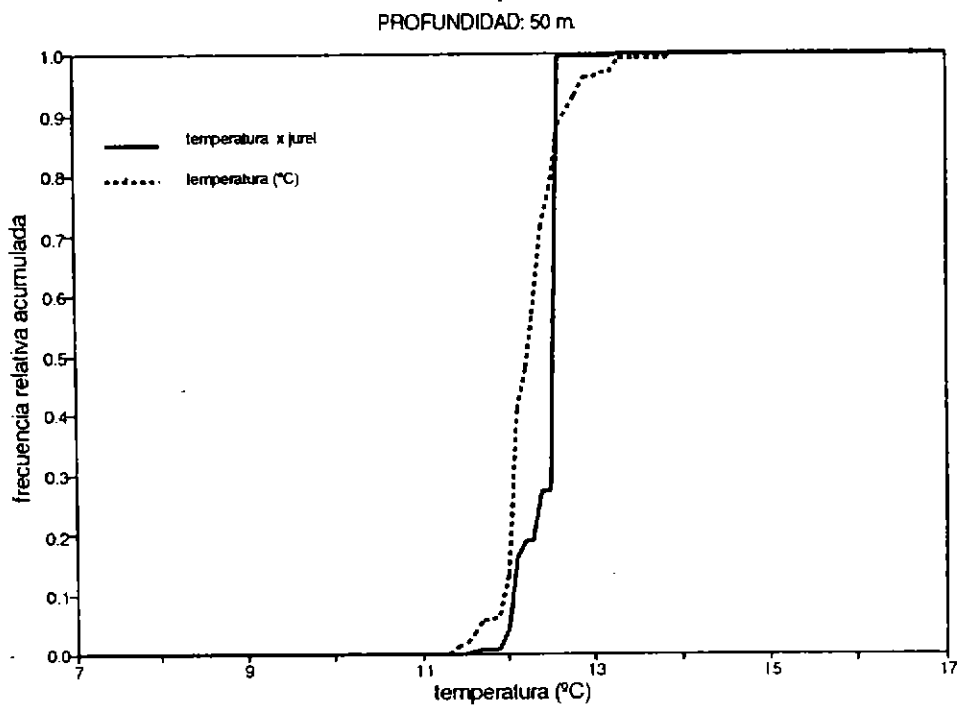
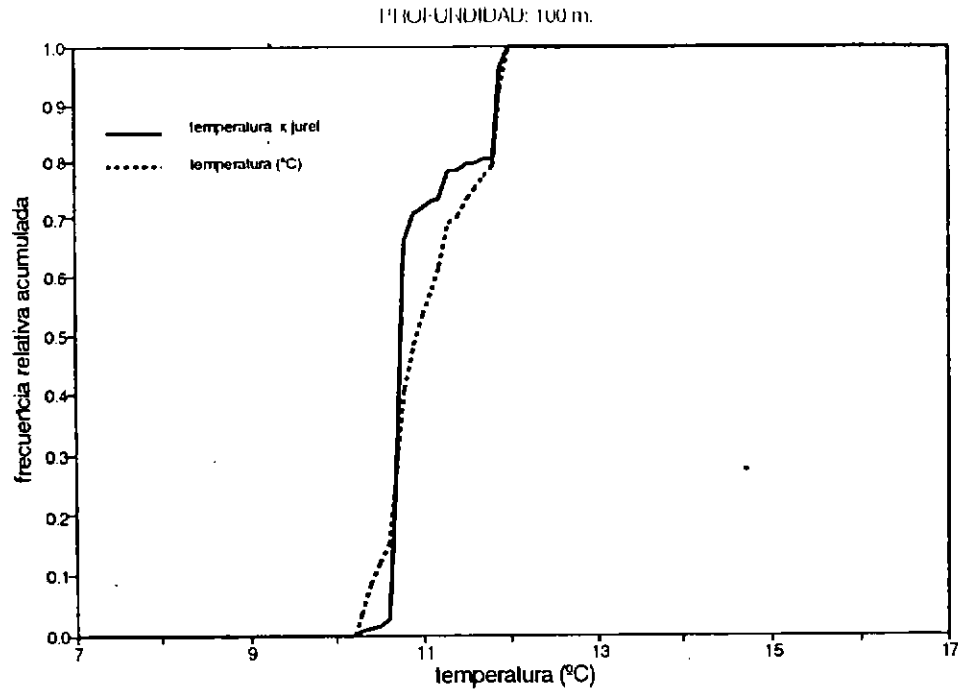
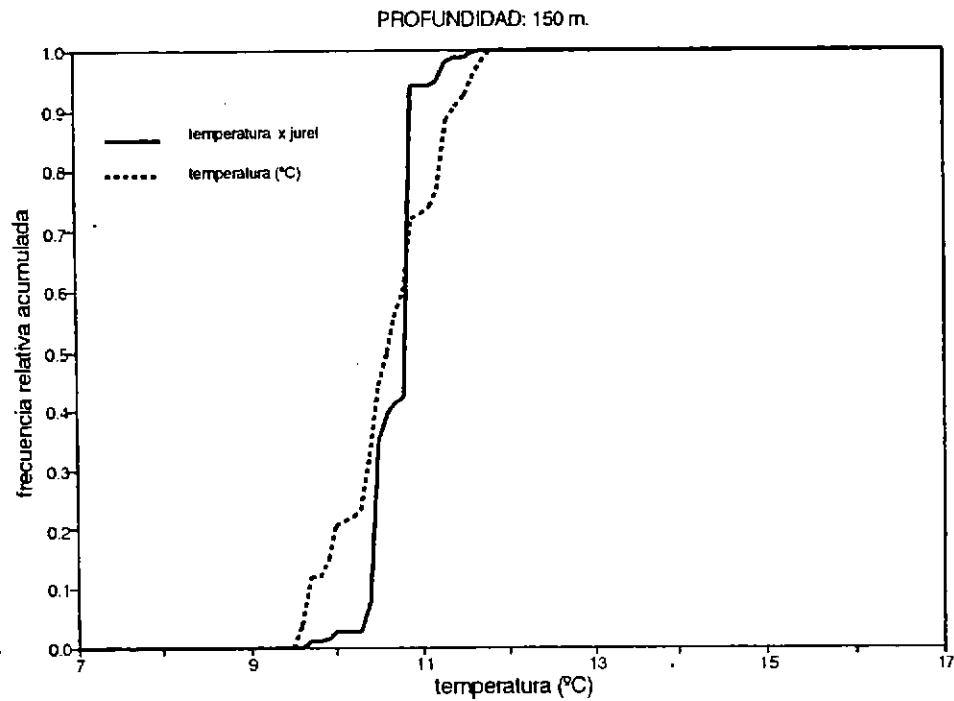


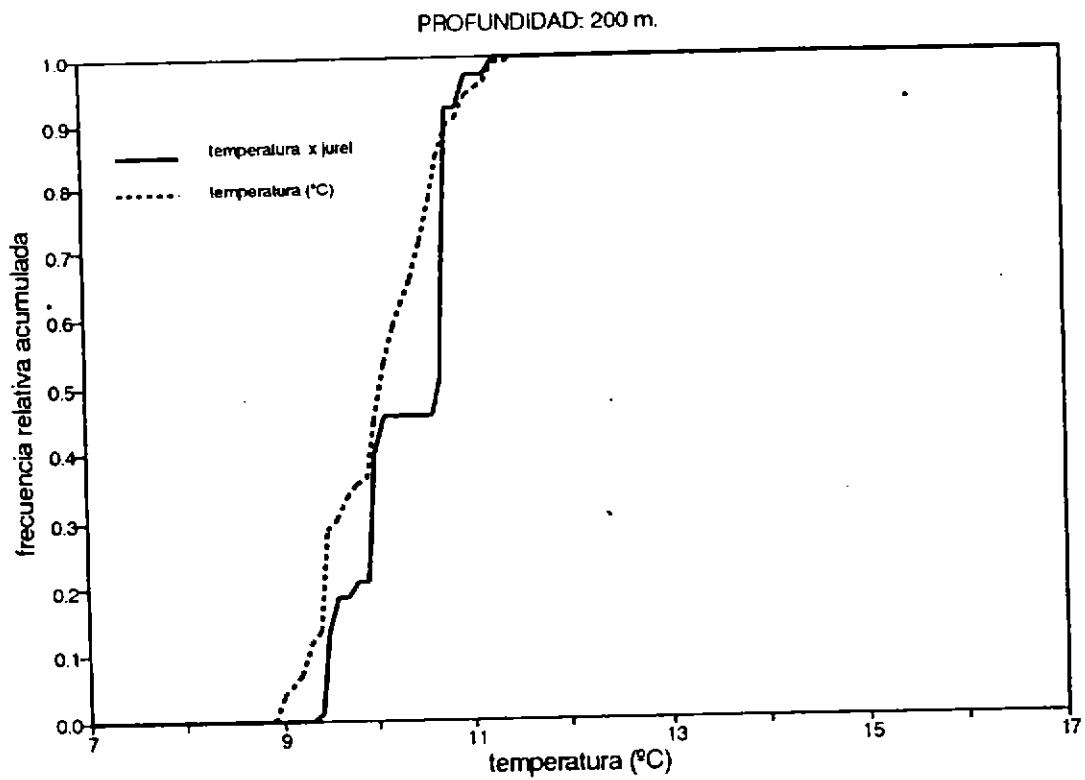
Fig. 254. Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa) de jurel para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.



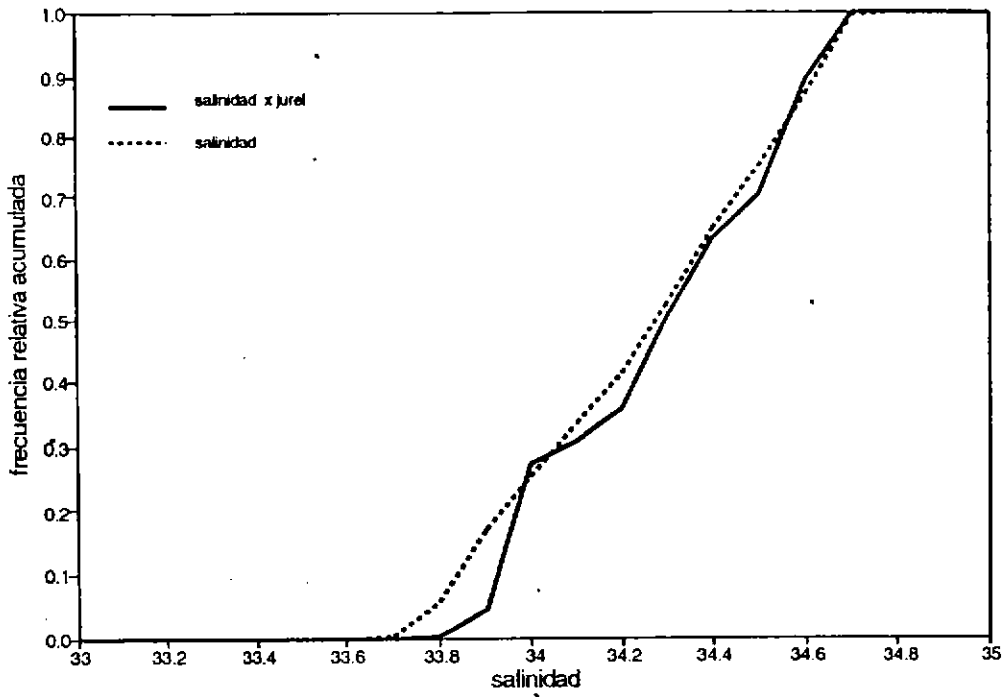
**Fig. 255.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 100 metros en toda la zona de estudio.



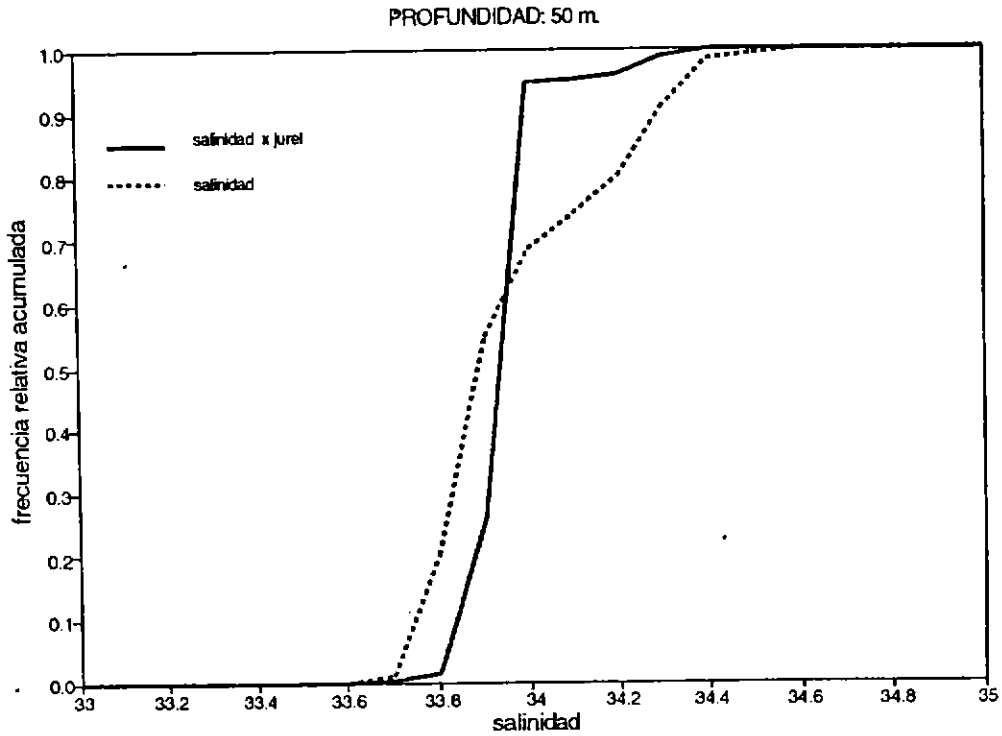
**Fig. 256.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 150 metros en toda la zona de estudio.



**Fig. 257.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable temperatura y para la variable (temperatura X biomasa de jurel) para la profundidad 200 metros en toda la zona de estudio.

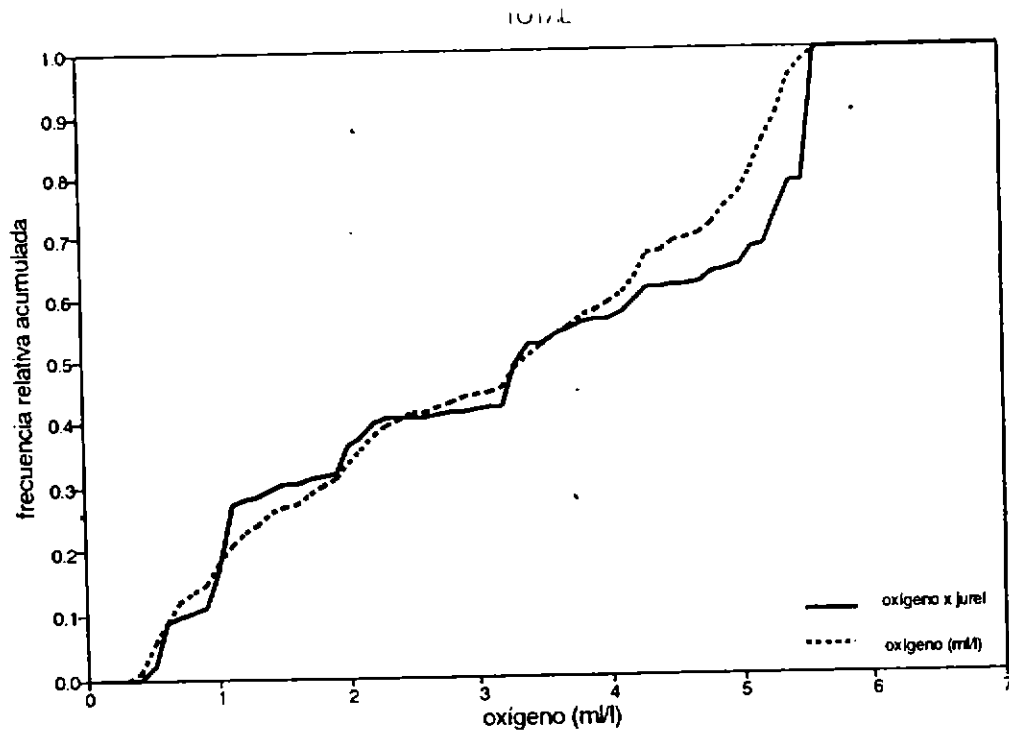


**Fig. 258.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable salinidad y para la variable (salinidad X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200 m) en toda la zona de estudio.

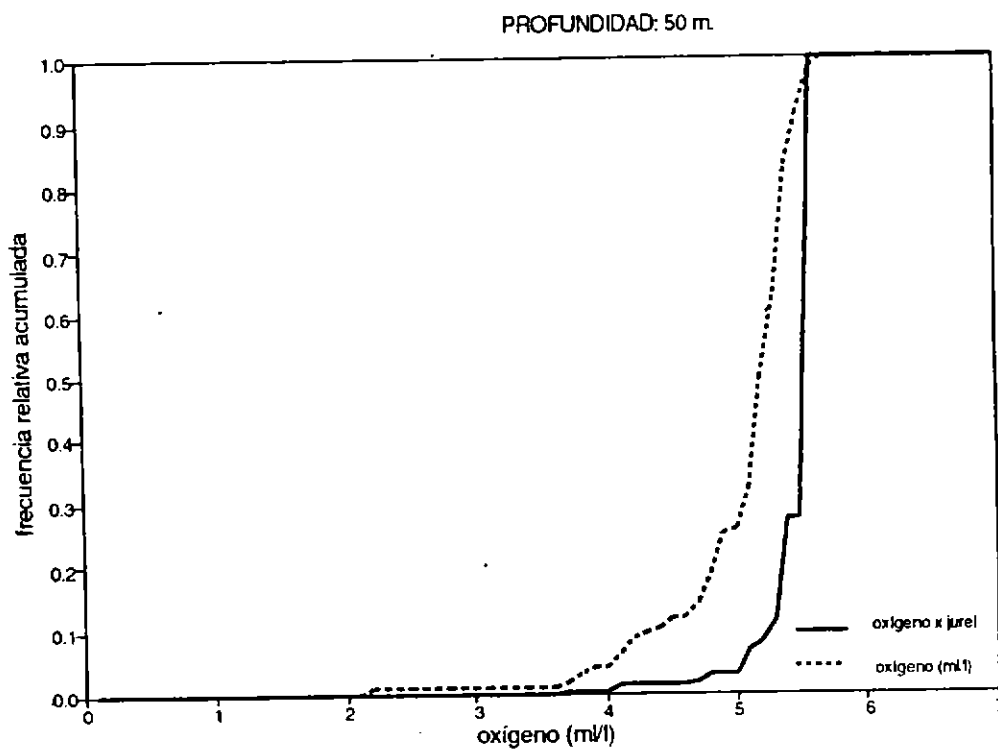


**Fig. 259.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable salinidad y para la variable (salinidad X biomasa de jurel) para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.

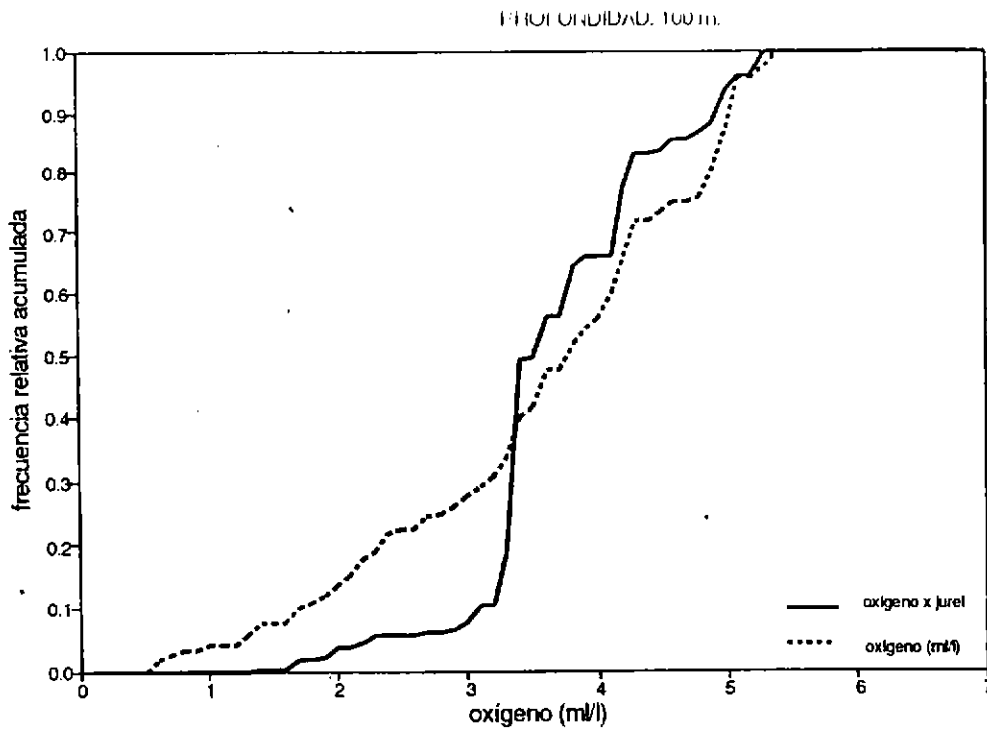




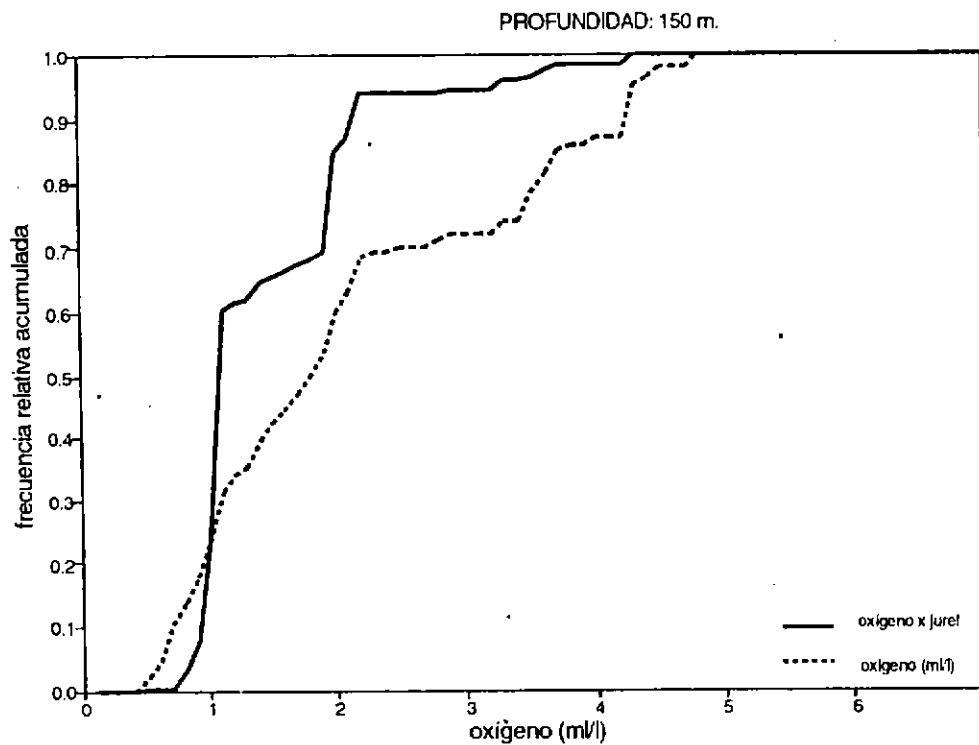
**Fig. 260.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa de jurel) para la columna de agua (0 a 200 m) en toda la zona de estudio.



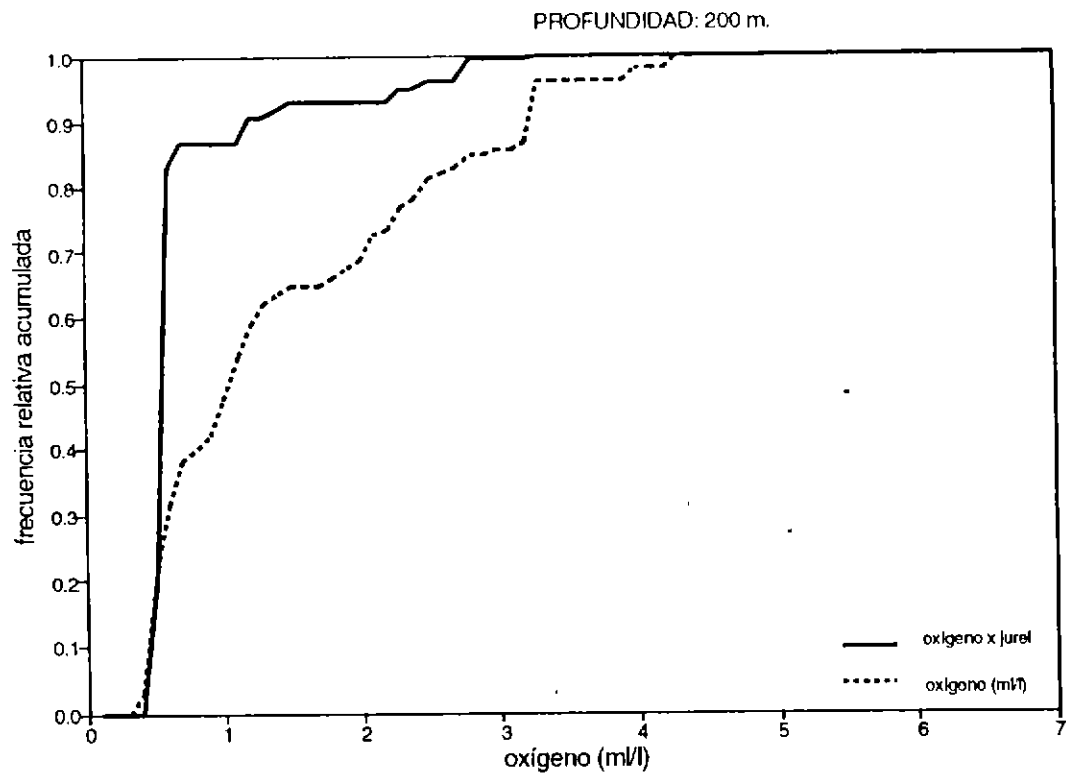
**Fig. 261.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 50 metros en toda la zona de estudio.



**Fig. 262.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 100 metros en toda la zona de estudio.



**Fig. 263.** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 150 metros en toda la zona de estudio.



**Fig. 264:** Comparación de las curvas de frecuencia relativa acumulada para la variable oxígeno y para la variable (oxígeno X biomasa) de jurel para la profundidad 200 metros en toda la zona de estudio.

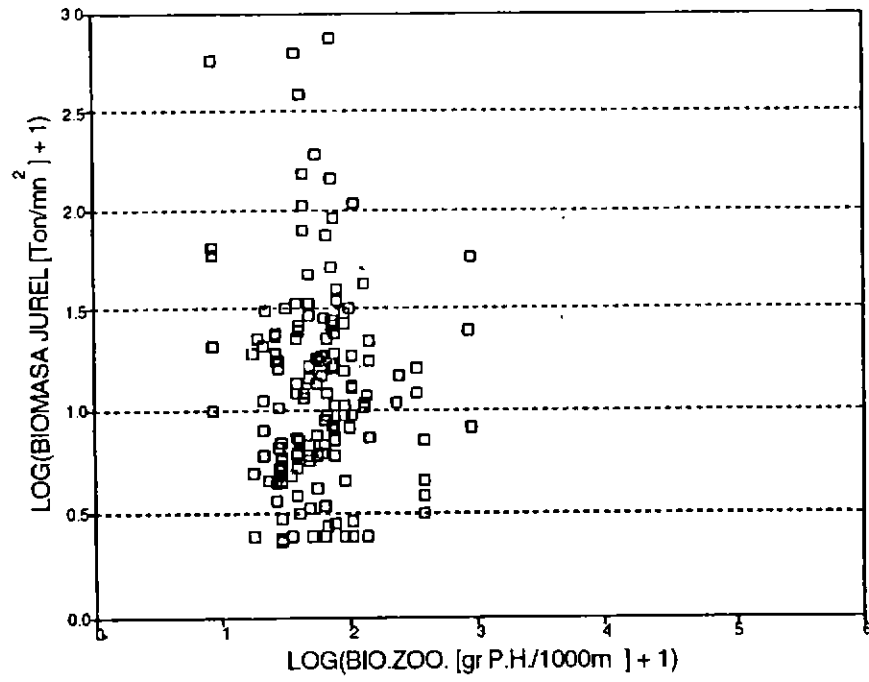


Fig. 265. Relación entre la biomasa del jurel y la biomasa de zooplancton .

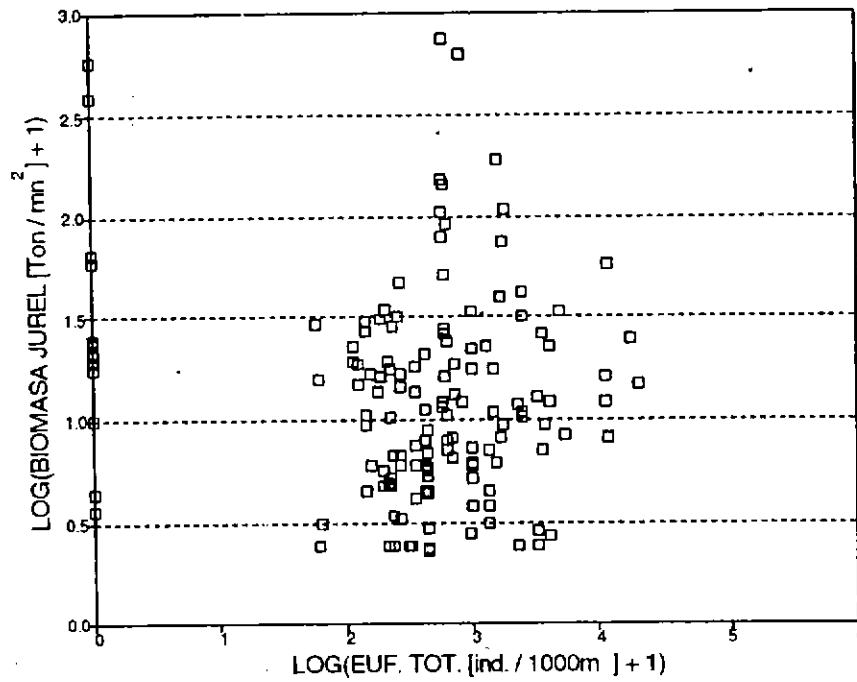


Fig. 266. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eufáusidos en toda la zona de estudio.

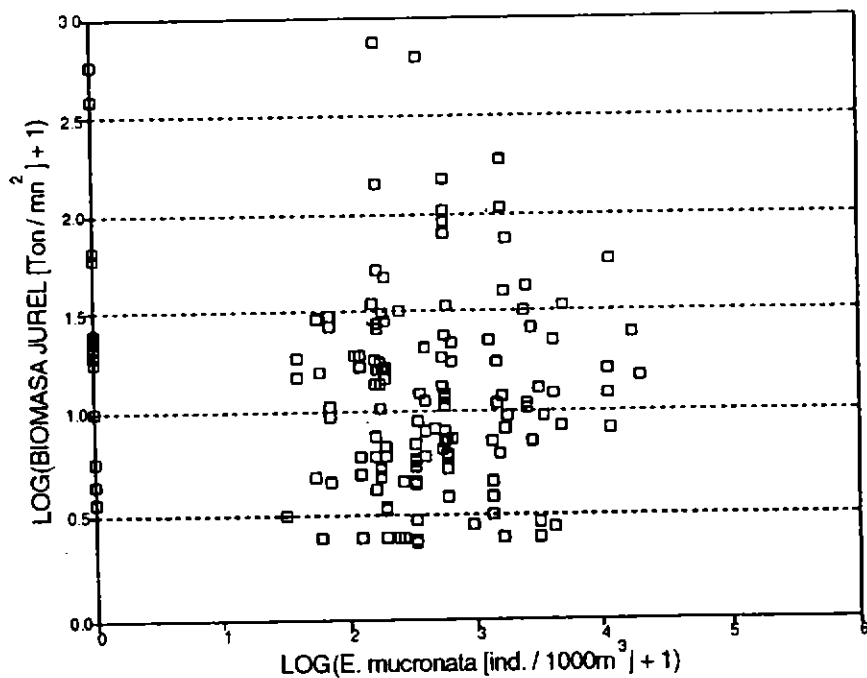


Fig. 267. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de Euphausia mucronata en toda la zona de estudio.

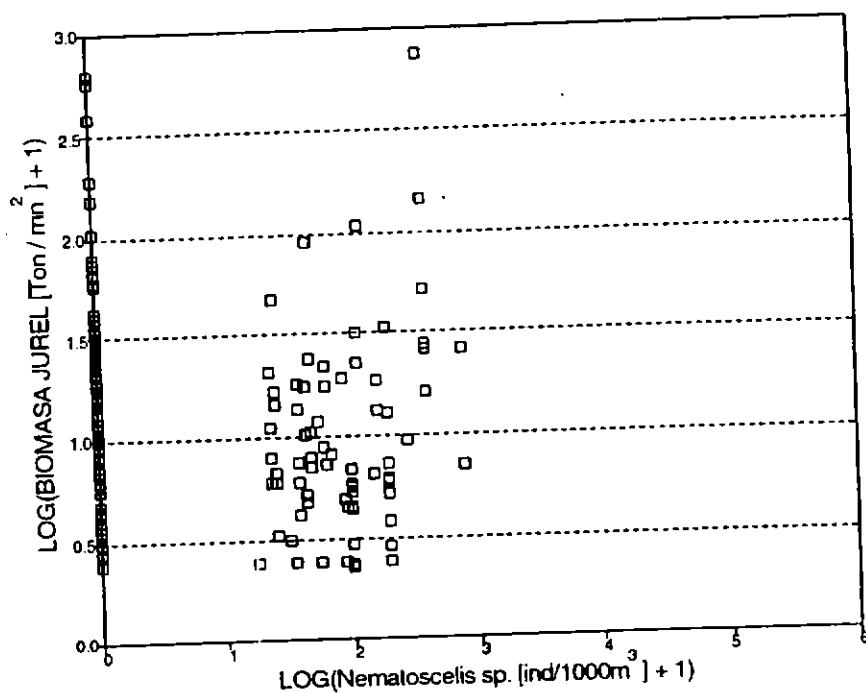


Fig. 268. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de Nematoscelis sp. en toda la zona de estudio.

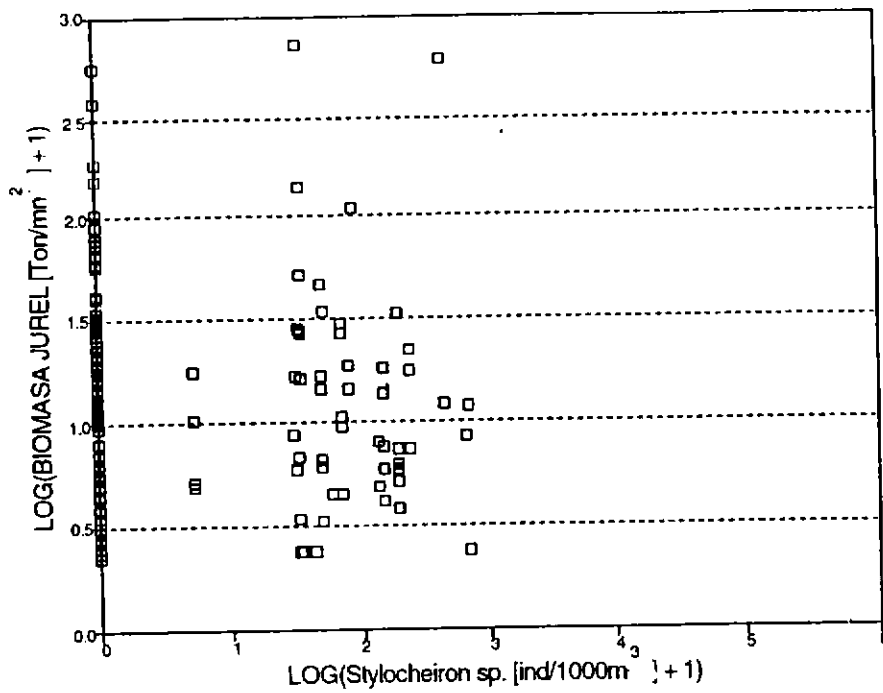


Fig. 269. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de *Stylocheiron sp.* en toda la zona de estudio.

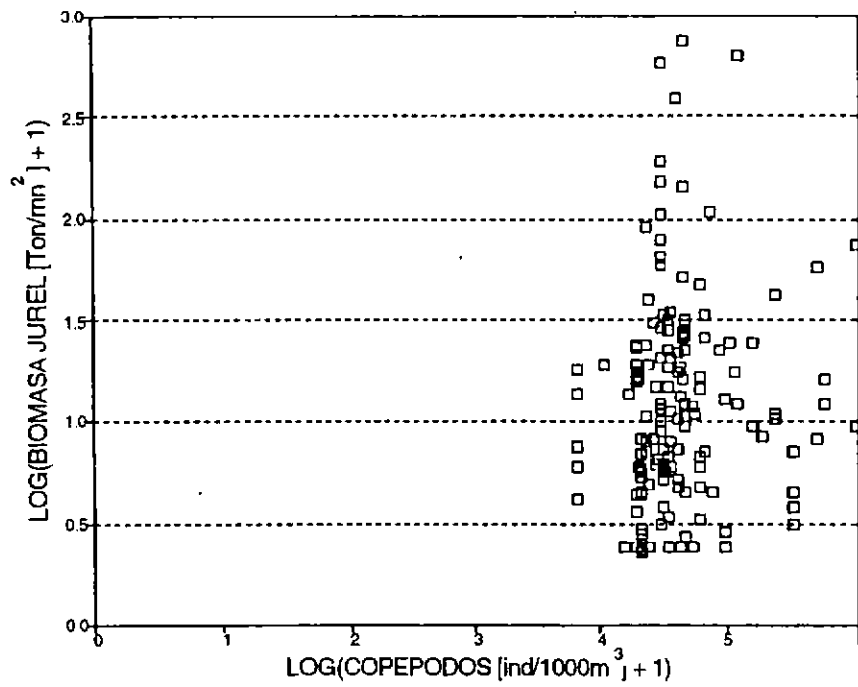


Fig. 270. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de copéodos.

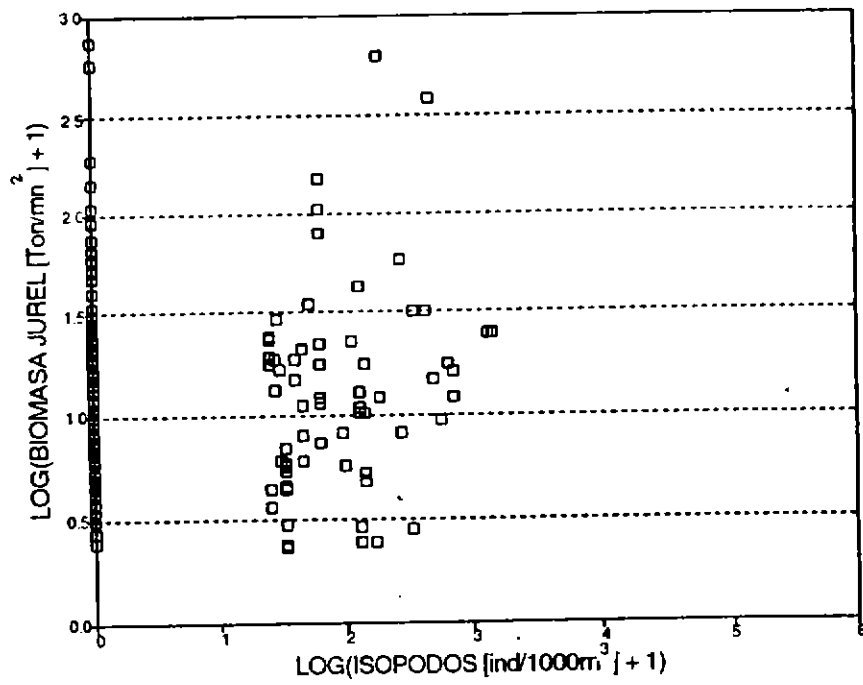


Fig. 271. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de isópodos.

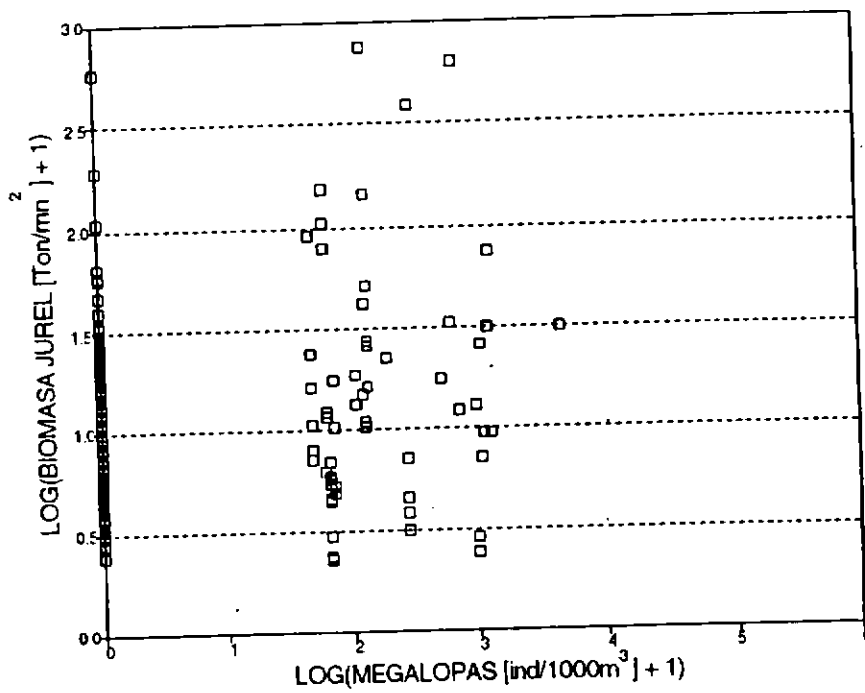


Fig. 272. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de megalopas.

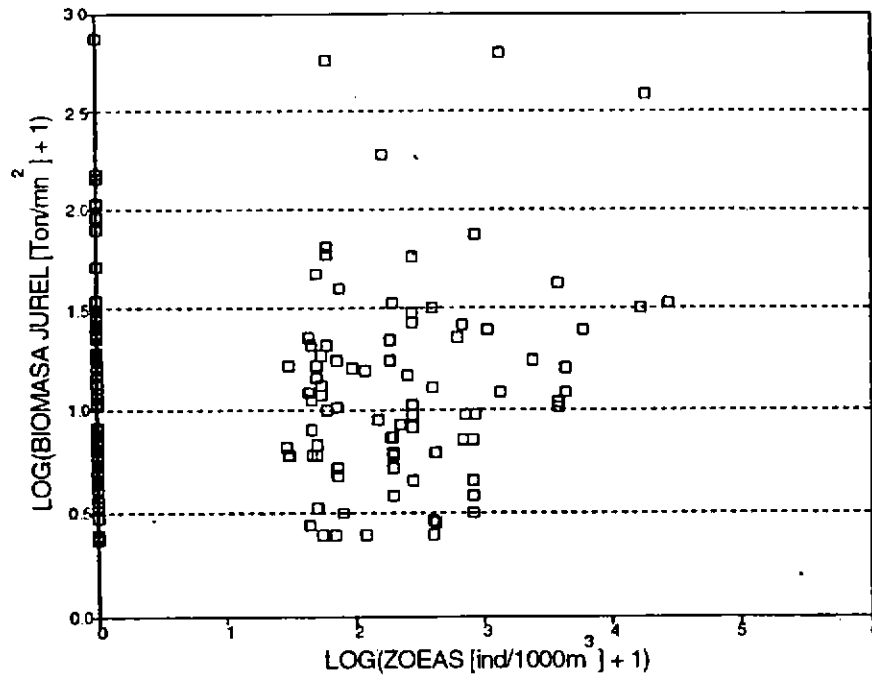


Fig. 273. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de zoeas.

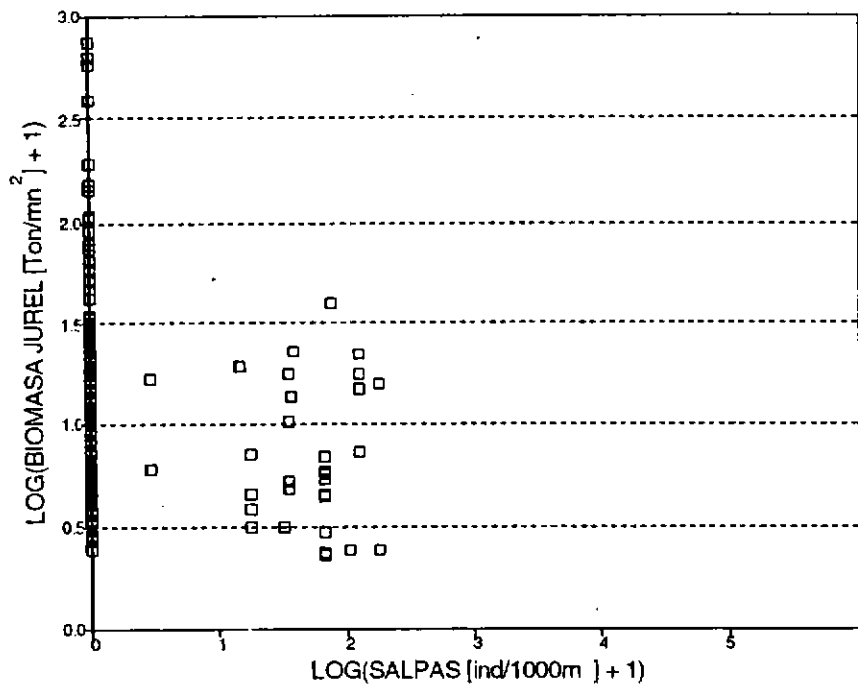


Fig. 274. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de salpas.



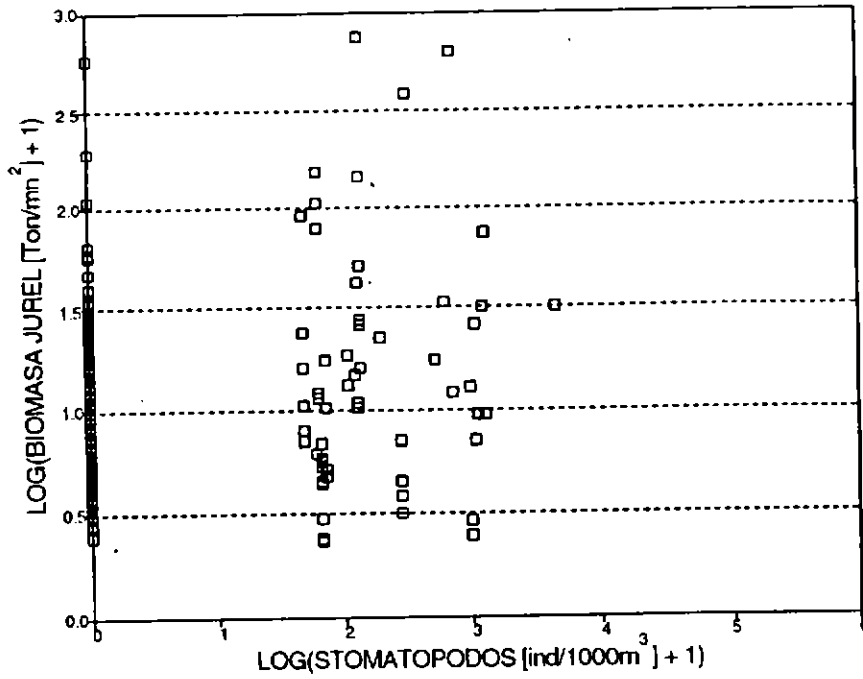


Fig. 275. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de stomatopodos.

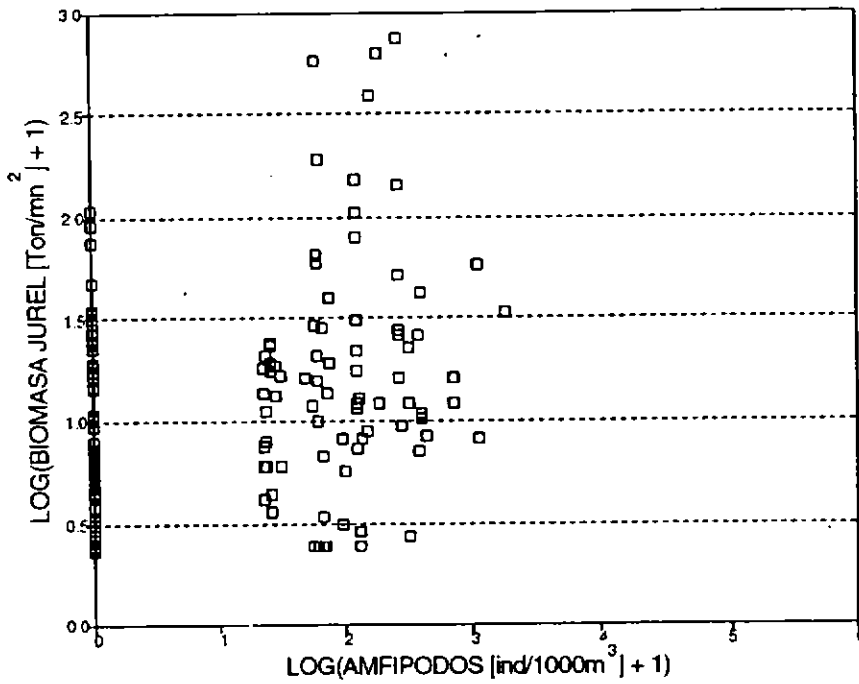


Fig. 276. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de anfípodos.

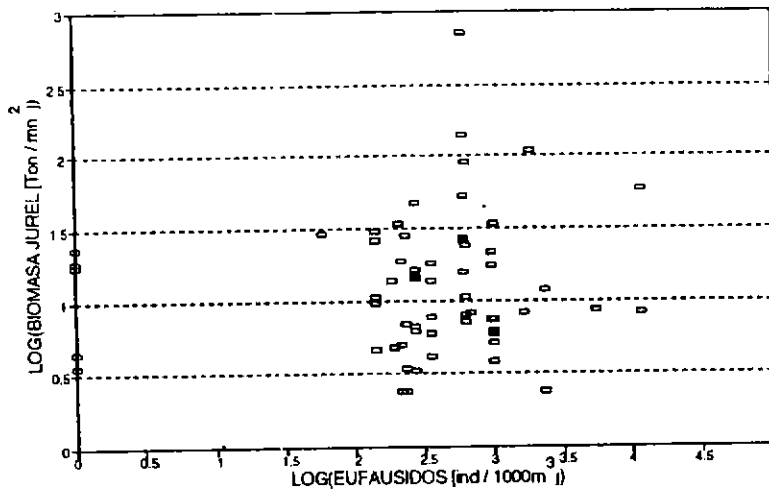


Fig. 277. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eupáusidos en la zona oceánica.

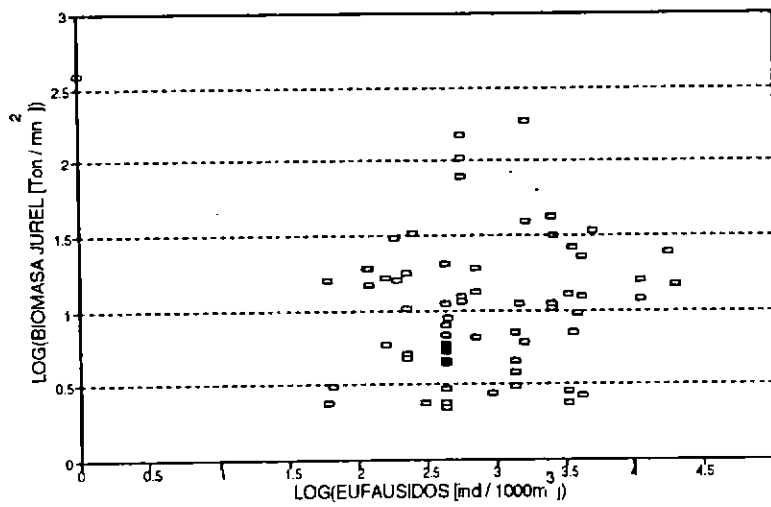


Fig. 278. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eupáusidos en la zona nerítica.

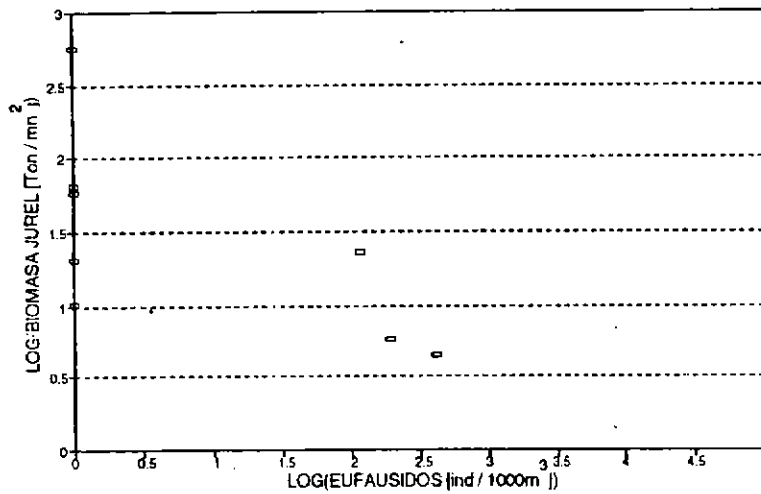


Fig. 279. Relación entre la biomasa de jurel y la densidad de eupáusidos en la zona de pesca.

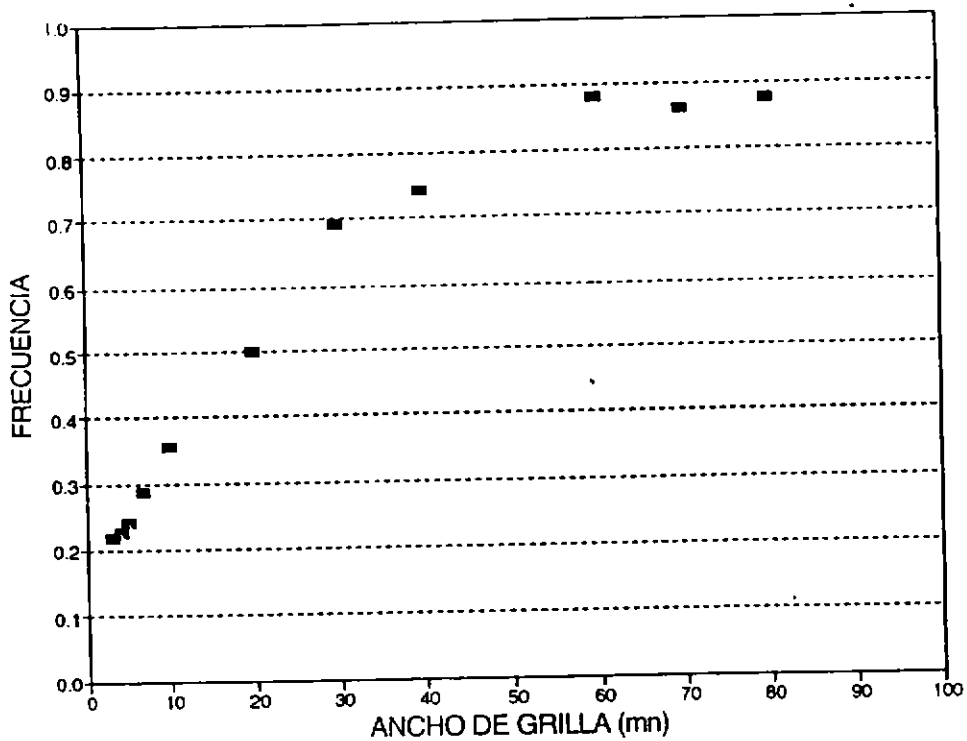


Fig. 280. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los enfásidos para toda la zona de estudio.

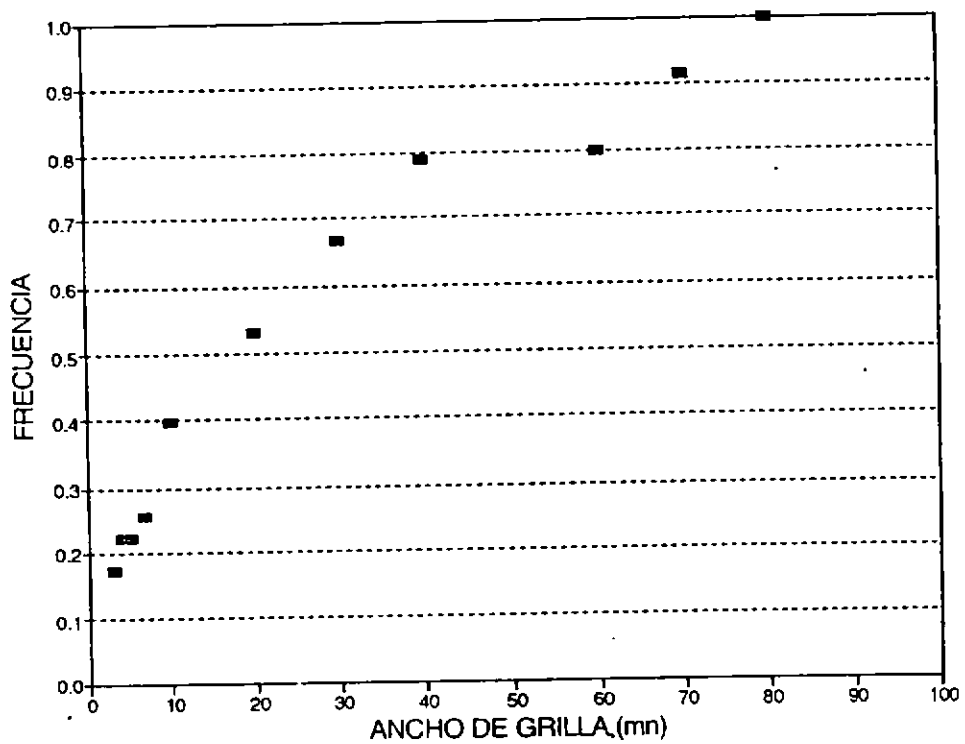


Fig. 281. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los enfásidos para la zona nerfítica.

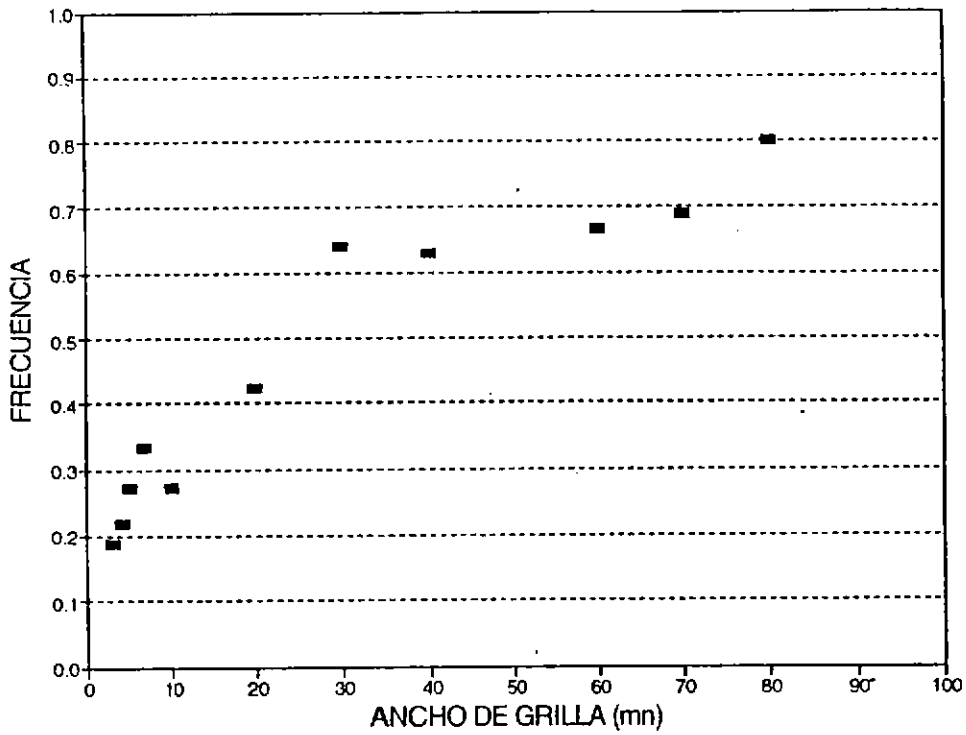


Fig. 282. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufásidos para la zona oceánica.

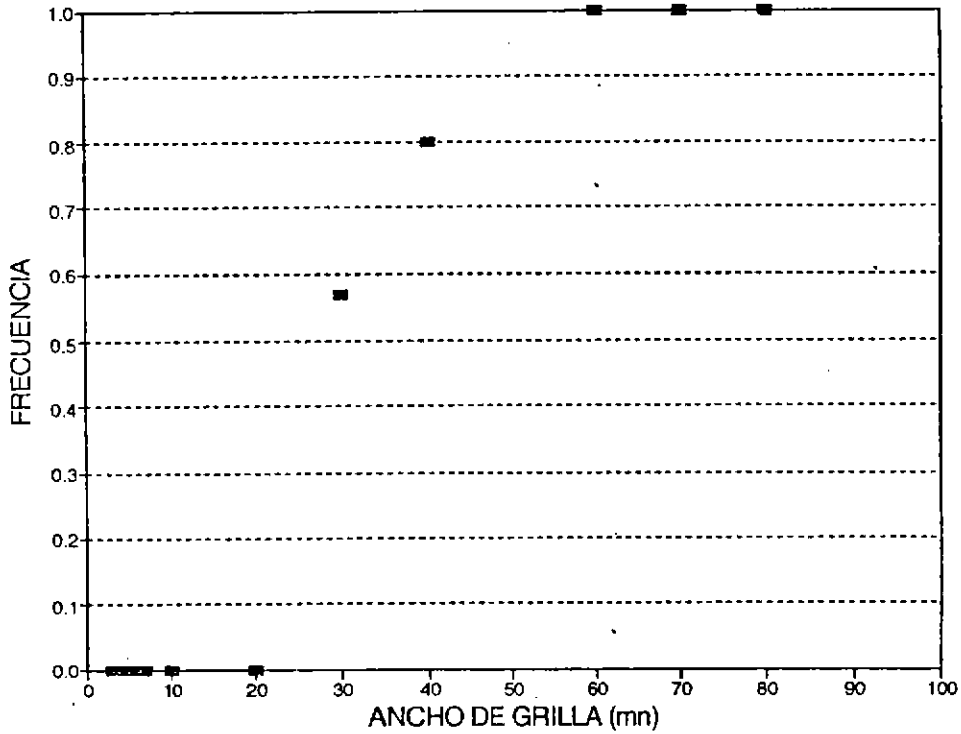
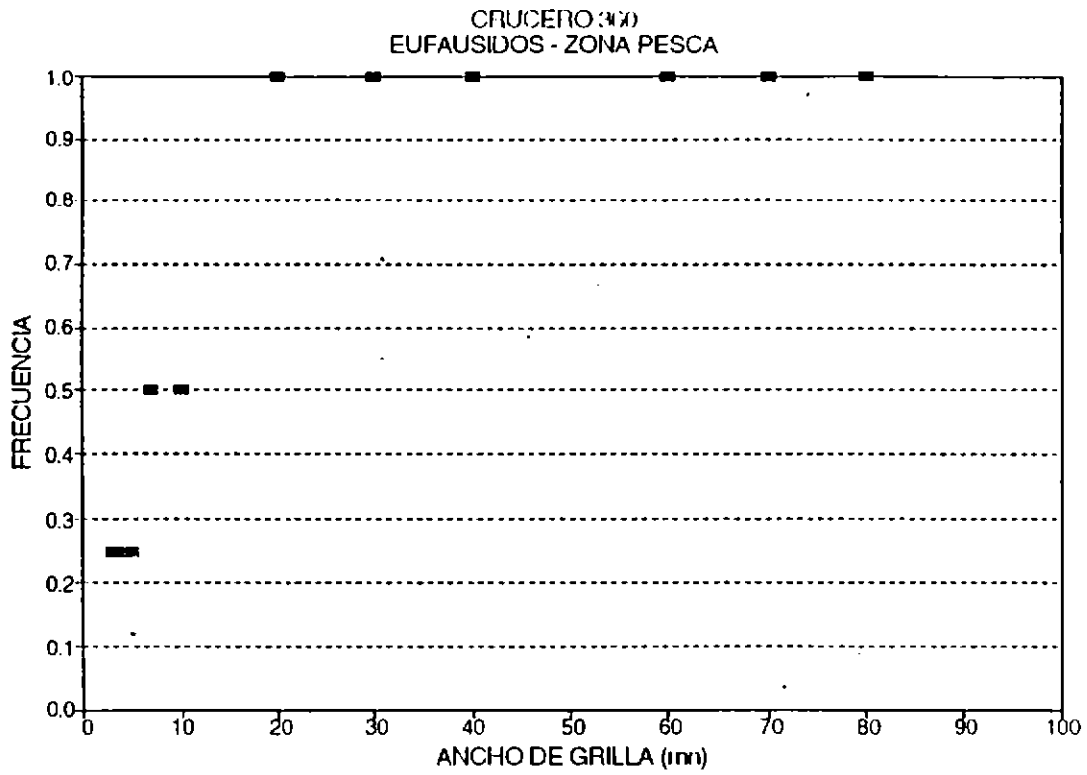


Fig. 283. Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufásidos para la zona de pesca.



**Fig. 284.** Curva de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufausidos para el area geográfica de la zona de pesca del crucero de 1994 durante el invierno de 1993.

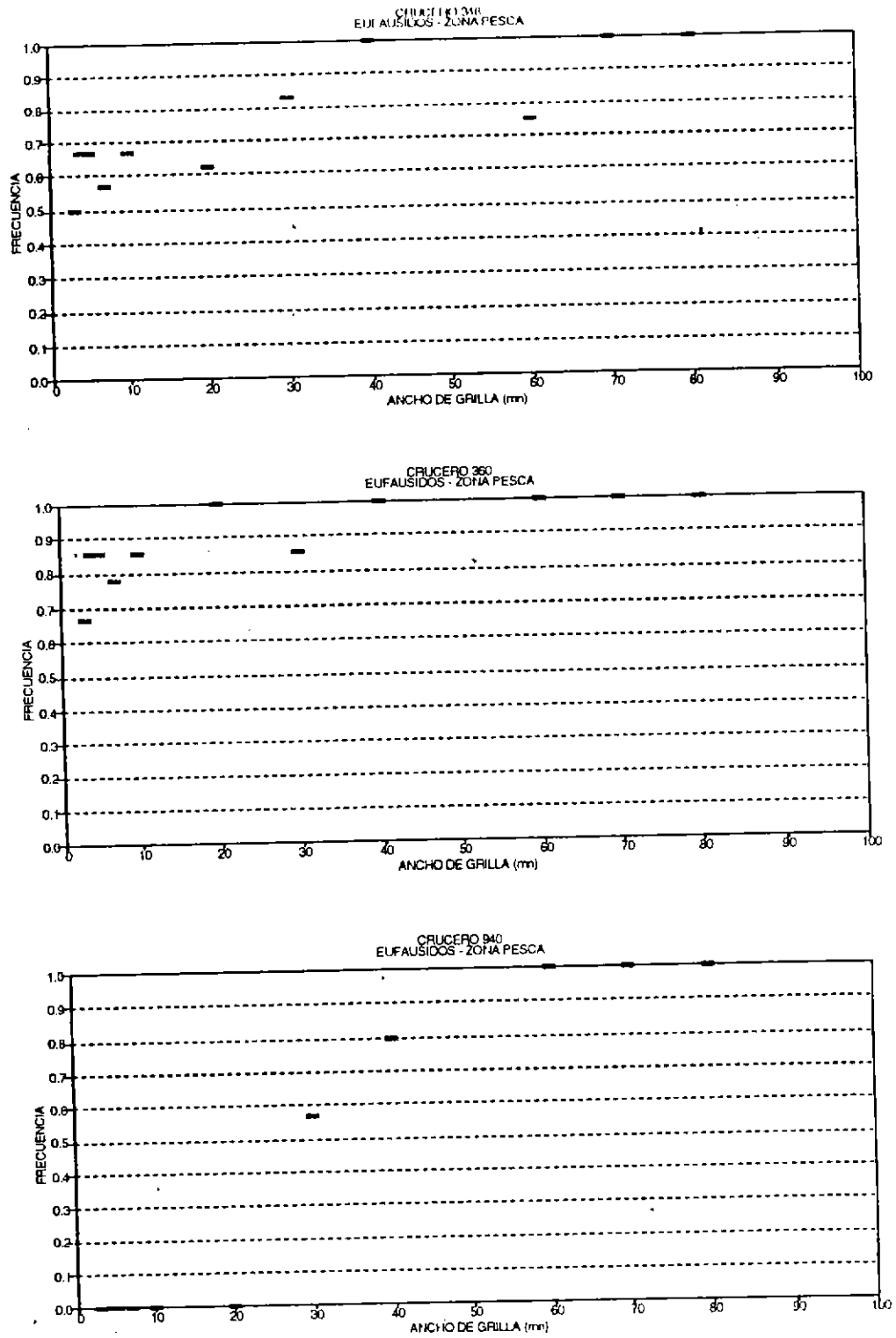


Fig. 285. Comparación de las curvas de frecuencia de distancia entre el jurel y los eufáusidos para las zonas de pesca de (a) otoño 1992, (b) invierno 1993 y (c) invierno 1994.